經濟部

MOEAWRA1080419

朴子溪水系風險評估

Risk Assessment of Puzih River System

主辦機關：經濟部水利署第五河川局

執行單位：國立臺灣大學

中華民國　109　年　01　月

朴子溪水系風險評估

Risk Assessment of Puzih River System

主辦機關：經濟部水利署第五河川局

執行單位：國立臺灣大學

計畫主持人：游景雲

目　錄

目　錄 目-1
表目錄 表-1
圖目錄 圖-1
摘　要 摘-1
Abstract A-1
結論與建議 結-1
第一章 前言 1-1
1.1 計畫緣起及目的 1-1
1.2 計畫工作項目 1-2
1.3 計畫範圍 1-6
1.4 工作執行分析架構 1-7
第二章 基本資料蒐集整理與評估 2-1
2.1 基本資料蒐集整理及評估 2-1
2.2 計畫背景瞭解與分析 2-3
2.2.1 流域概況 2-3
2.2.2 雨量及水文變化 2-12
2.2.3 歷年河性、沖淤及水理變化 2-23
2.2.4 朴子溪流域內抽水站 2-37
2.2.5 各項水利建造物相關治理工程沿革、建造物設施概況、結構型式及與其他結構物(如橋梁、抽水站、橫移門、堰、壩)共構資料 2-41
2.2.6 歷年洪災及災修資料 2-52
2.2.7 安全監測資料 2-63
2.2.8 現有警戒、警報系統及緊急應變計畫 2-65

2.2.9 近五年內(不)定期檢查結果及委辦之安全檢測計畫成果(含非破壞性檢測報告)..... 2-76
2.2.10 朴子溪沿線鄰近都市計畫..... 2-78
2.2.11 動態影像資料調查..... 2-79
2.3 易致災段綜合分析..... 2-86
第三章 風險辨識..... 3-1
3.1 風險評估程序..... 3-1
3.1.1 國內水利工程風險控制架構..... 3-4
3.1.2 朴子溪風險評估範疇界定..... 3-5
3.2 風險辨識..... 3-8
3.2.1 風險因子問卷調查..... 3-14
3.2.2 危險度評估..... 3-19
3.2.3 脆弱度評估..... 3-24
第四章 風險分析..... 4-1
4.1 數值模式研選及其目的說明..... 4-1
4.2 水理與輸砂分析..... 4-2
4.3 風險分析－危險度..... 4-10
4.4 風險分析－脆弱度..... 4-84
第五章 風險評量..... 5-1
5.1 風險矩陣訂定..... 5-1
5.2 風險評量結果..... 5-5
第六章 風險處理與對策..... 6-1
6.1 風險處理對策..... 6-2
6.2 現有警戒、警報系統及應變計畫之強化..... 6-24
6.3 短時間復原方式評估..... 6-29
第七章 參考文獻..... 7-1

附錄一 風險因子資料庫 ..... 附 1-1
附錄二 風險因子篩選—調查問卷 ..... 附 2-1
附錄三 一維水理演算結果 ..... 附 3-1
附錄四 現地勘查照片 ..... 附 4-1
附錄五 蜿蜒度及曲率半徑計算說明文獻 ..... 附 5-1
附錄六 樑底淹沒橋梁現況 ..... 附 6-1

表目錄

表 1-1　工作項目對應表 1-4
表 2-1　基本資料蒐集與用途一覽表 2-2
表 2-2　朴子溪流域附近活動斷層及通過防洪構造物對照表 2-5
表 2-3　中央氣象局嘉義氣象站氣候觀測紀錄表 2-9
表 2-4　嘉義海域各潮位站之潮位統計值一覽表 2-10
表 2-5　朴子溪流域土地利用分類統計表 2-10
表 2-6　朴子溪流域土石潛勢溪流一覽表 2-11
表 2-7　嘉義地區民國 80 年至 106 年地層下陷面積分析表 2-14
表 2-8　朴子溪(含牛稠溪)歷次水文分析降雨頻率分析結果比較表 2-15
表 2-9　白樹腳溪(含東廣寮溪)水文分析降雨頻率分析結果表 2-15
表 2-10　濁水溪(含番子路科溪)水文分析降雨頻率分析結果比較表 2-16
表 2-11　清水溪水文分析降雨頻率分析結果表 2-16
表 2-12　獅子頭溪水文分析降雨頻率分析結果比較表 2-17
表 2-13　民國 79 年朴子溪各控制點各重現期洪水量採用值綜整表 2-17
表 2-14　朴子溪民國 85、87 年治理規劃檢討洪峰流量採用值綜整表 ... 2-18
表 2-15　朴子溪民國 96 年水文分析報告洪峰流量採用值綜整表 2-18
表 2-16　朴子溪民國 105 年規劃檢討報告洪峰流量採用值綜整表 2-19
表 2-17　白樹腳溪民國 105 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表 2-20
表 2-18　濁水溪民國 82 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表 2-22
表 2-19　清水溪民國 81 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表 2-22
表 2-20　獅子頭溪民國 82 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表 2-22
表 2-21　朴子溪河川型態一覽表 2-23
表 2-22　沖積型河川特性(Schumm,1963)..... 2-24
表 2-23　朴子溪河床高程比較表(1/7)..... 2-28

表 2-24　白樹腳溪(含東廣寮溪)各斷面最低河床高程比較表..... 2-37
表 2-25　朴子溪流域抽水站資料表(1/2)..... 2-39
表 2-26　朴子溪流域治理沿革一覽表 2-43
表 2-27　朴子溪主流(含牛稠溪)既有防洪建造物一覽表..... 2-46
表 2-28　白樹腳溪(含東廣寮溪)既有防洪建造物一覽表..... 2-47
表 2-29　濁水溪流域既有防洪建造物一覽表(1/2)..... 2-47
表 2-30　獅子頭溪流域既有防洪建造物一覽表 2-49
表 2-31　朴子溪流域跨河建造物調查表 2-50
表 2-32　白樹腳溪(含東廣寮溪)流域跨河建造物調查表..... 2-51
表 2-33　濁水溪(含東廣寮溪)流域跨河建造物調查表..... 2-51
表 2-34　獅子頭溪流域跨河建造物調查表 2-52
表 2-35　朴子溪流域歷年颱風洪災資料一覽表(1/3)..... 2-53
表 2-36　朴子溪流域搶險災復防洪記載統計表(1/3)..... 2-58
表 2-37　朴子溪流域各次颱風洪災損失表 2-62
表 2-38　朴子溪流域內及鄰近雨量站一覽表 2-63
表 2-39　朴子溪流域內水位流量站一覽表 2-64
表 2-40　朴子溪流域內警戒水位一覽表 2-65
表 2-41　朴子溪流域內警戒雨量一覽表 2-66
表 2-42　朴子溪流域主要鄉鎮避難地點一覽表(1/4)..... 2-68
表 2-43　朴子溪流域內既有防災社區列表 2-72
表 2-44　本計畫區內人口統計表 2-73
表 2-45　朴子溪流域防洪主要保全對象一覽表 2-74
表 2-46　朴子溪流域近五年內堤防(不)定期檢查及安全檢測計畫成果表 .. 2-77
表 2-47　朴子溪流域近五年內水門(不)定期檢查及安全檢測計畫成果表 .. 2-77

表 3-1　我國內部控制制度檢核表 3-3
表 3-2　各不確定因子探討彙整 3-7
表 3-3　水利署歸納風險因子資料庫列表 3-9
表 3-4　現有河川系統之可能失效風險樣態 3-11
表 3-5　本計畫問卷調查評估尺度定義 3-16
表 3-6　溢淹危險度及脆弱度因子問卷篩選結果 3-17
表 3-7　潰堤危險度及脆弱度因子問卷篩選結果 3-18
表 3-8　土砂災害危險度及脆弱度因子問卷篩選結果 3-18
表 3-9　本計畫危險度因子訂定彙整表(1/2)..... 3-21
表 3-10　本計畫未納入分析之危險度因子說明表 3-22
表 3-11　本計畫脆弱因子訂定彙整表..... 3-24
表 4-1　本計畫使用水理輸砂模式 4-2
表 4-2　溢淹及潰堤危險度評估危險因子來源資料與計算方法 4-10
表 4-3　本計畫各河段曼寧 n 值採用表 4-11
表 4-4　朴子溪流域 24 小時洪峰流量表 4-13
表 4-5　朴子溪流域 48 小時洪峰流量表 4-13
表 4-6　民國 104 年河床質採樣平均粒徑及代表粒徑分析成果表 4-18
表 4-7　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-24 小時洪峰流量(1/4)..... 4-19
表 4-8　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-48 小時洪峰流量(1/4)..... 4-23
表 4-9　朴子溪河槽寬深比(1/3)..... 4-27
表 4-10　朴子溪治理河段橋梁通洪能力檢討表 4-31
表 4-11　朴子溪及牛稠溪危險因子評估結果總表 4-32
表 4-12　獅子頭溪危險因子評估結果總表 4-36
表 4-13　濁水溪危險因子評估結果總表 4-38
表 4-14　清水溪危險因子評估結果總表 4-39
表 4-15　危險因子—洪水位分級標準 4-43

表 4-16　危險因子—水位變動程度分級標準 4-43
表 4-17　危險因子—淤積深度分級標準 4-43
表 4-18　危險因子—待建堤防有無分級標準 4-44
表 4-19　危險因子—災修頻率分級標準 4-44
表 4-20　危險因子—流速分級標準 4-45
表 4-21　危險因子—福祿數分級標準 4-45
表 4-22　危險因子—底床沖刷深度分級標準 4-46
表 4-23　危險因子—蜿蜒度分級標準 4-46
表 4-24　危險因子—曲率分級標準 4-46
表 4-25　危險因子—寬深比分級標準 4-46
表 4-26　危險因子—灘地寬度分級標準 4-47
表 4-27　朴子溪及牛稠溪危險因子評分總表 4-63
表 4-28　獅子頭溪危險因子評分總表 4-67
表 4-29　濁水溪危險因子評分總表 4-69
表 4-30　清水溪危險因子評分總表 4-70
表 4-31　危險度量化公式說明表 4-71
表 4-32　朴子溪、牛稠溪右岸危險度評估成果 4-75
表 4-33　朴子溪、牛稠溪左岸危險度評估成果 4-76
表 4-34　獅子頭溪右岸危險度評估成果 4-77
表 4-35　獅子頭溪左岸危險度評估成果 4-77
表 4-36　濁水溪右岸危險度評估成果 4-77
表 4-37　濁水溪左岸危險度評估成果 4-77
表 4-38　清水溪右岸危險度評估成果 4-78
表 4-39　清水溪左岸危險度評估成果 4-78
表 4-40　洪氾潰堤模擬堤段篩選 4-89
表 4-41　脆弱因子計算模式說明表 4-104

表 4-42　朴子溪及牛稠溪脆弱因子評估總表 4-111
表 4-43　獅子頭溪脆弱度評估成果 4-114
表 4-44　濁水溪脆弱度評估成果 4-114
表 4-45　清水溪脆弱度評估成果 4-114
表 5-1　定性風險分布分析表..... 5-3
表 5-2　風險分布分析表(調整順序)..... 5-4
表 5-3　朴子溪、牛稠溪風險評量結果表 5-10
表 5-4　獅子頭溪風險評量結果表 5-11
表 5-5　濁水溪風險評量結果表 5-11
表 5-6　清水溪風險評量結果表 5-11
表 6-1　水系風險與相關措施一覽表 6-6
表 6-2　朴子溪水系風險處理對策一覽表(1/4)..... 6-15
表 6-3　朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(1/3) 6-21
表 6-4　朴子溪水系漫淹範圍影響行政區一覽表 6-28

圖目錄

圖 1-1　朴子溪流域範圍圖 1-7
圖 1-2　本計畫執行架構 1-8
圖 2-1　朴子流域概況圖 2-4
圖 2-2　朴子溪流域地質分布圖 2-6
圖 2-3　朴子溪流域及其鄰近地區活動斷層分布圖 2-7
圖 2-4　朴子溪流域土壤分布圖 2-8
圖 2-5　朴子溪流域土地利用分布圖 2-10
圖 2-6　朴子溪流域土石流潛勢溪流分布圖 2-12
圖 2-7　朴子溪現況 100 年重現期距洪峰流量分配圖 2-20
圖 2-8　白樹腳溪現況 25 年重現期距洪峰流量分配圖 2-21
圖 2-9　朴子溪主流河道歷年變遷圖(1/2) 2-25
圖 2-10　朴子溪主流河床高程變化圖(1/2) 2-35
圖 2-11　朴子溪流域抽水站位置分布示意圖 2-38
圖 2-12　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(1/2) 2-61
圖 2-13　朴子溪流域雨量站與水位流量站位置示意圖 2-64
圖 2-14　朴子溪流域內發電廠位置圖 2-75
圖 2-15　朴子溪流域內醫院位置圖 2-75
圖 2-16　朴子溪流域內公園位置圖 2-76
圖 2-17　朴子溪沿線鄰近都市計畫區範圍圖 2-79
圖 2-18　斷面 19~20 動態影像畫面 2-80
圖 2-19　斷面 20~21 動態影像畫面 2-80
圖 2-20　斷面 21~23.1 動態影像畫面 2-81
圖 2-21　斷面 24~27 動態影像畫面 2-81
圖 2-22　斷面 51~52 現況照片 2-82

圖 2-23　斷面 53 現況照片 2-82
圖 2-24　斷面 56~57 中洋子工業區舊式圍牆現況照片 2-83
圖 2-25　斷面 59~60 現況照片 2-83
圖 2-26　斷面 74.1~75.1 動態影像畫面 2-84
圖 2-27　斷面 76~78 動態影像畫面 2-84
圖 2-28　斷面 79~81 動態影像畫面 2-85
圖 2-29　斷面 92~95 動態影像畫面 2-85
圖 2-30　斷面 96.1~98 動態影像畫面 2-86
圖 2-31　朴子溪主流最大通洪流量與計畫流量之比較 2-88
圖 2-32　朴子溪主流斷面平均流速與水流直衝河岸彙整圖 2-88
圖 2-33　月眉潭橋河段歷年河道縱斷面比較圖 2-89
圖 2-34　月眉潭橋段歷年衛星影像 2-90
圖 3-1　國內水利工程風險控制架構 3-5
圖 3-2　風險辨識策略比較圖 3-9
圖 3-3　洪水災害故障樹分析圖 3-12
圖 3-4　本計畫建議之排洪系統功能失效樣態考量架構 3-13
圖 3-5　本計畫問卷統計方法 3-16
圖 3-6　定性危險度評估流程 3-20
圖 3-7　脆弱度二維淹水模擬示意圖 3-25
圖 4-1　本計畫風險分析架構 4-1
圖 4-2　測量斷面與假想(內插)示意圖斷面 4-8
圖 4-3　假想斷面與流徑線交點 4-9
圖 4-4　全區域繪製網格示意圖 4-9
圖 4-5　灘地寬度計算成果 4-16
圖 4-6　蜿蜒度計算方法示意圖 4-17
圖 4-7　曲率半徑計算方法示意圖 4-17

圖 4-8　危險因子統計分布圖(1/3)..... 4-40
圖 4-9　朴子溪下游危險因子指標 A 評估結果 4-48
圖 4-10　朴子溪中游危險因子指標 A 評估結果 4-49
圖 4-11　朴子溪上游危險因子指標 A 評估結果..... 4-50
圖 4-12　朴子溪下游危險因子指標 B 評估結果..... 4-51
圖 4-13　朴子溪中游危險因子指標 B 評估結果..... 4-52
圖 4-14　朴子溪上游危險因子指標 B 評估結果..... 4-53
圖 4-15　朴子溪下游危險因子指標 C 評估結果..... 4-54
圖 4-16　朴子溪中游危險因子指標 C 評估結果..... 4-55
圖 4-17　朴子溪上游危險因子指標 C 評估結果..... 4-56
圖 4-18　獅子頭溪危險因子指標 A 評估結果 4-57
圖 4-19　獅子頭溪危險因子指標 B 評估結果..... 4-58
圖 4-20　獅子頭溪危險因子指標 C 評估結果..... 4-59
圖 4-21　濁水溪及清水溪危險因子指標 A 評估結果 4-60
圖 4-22　濁水溪及清水溪危險因子指標 B 評估結果..... 4-61
圖 4-23　濁水溪及清水溪危險因子指標 C 評估結果..... 4-62
圖 4-24　朴子溪危險度地圖..... 4-79
圖 4-25　朴子溪危險度地圖..... 4-80
圖 4-26　牛稠溪危險度地圖..... 4-81
圖 4-27　獅子頭溪危險度地圖..... 4-82
圖 4-28　濁水溪及清水溪危險度地圖 4-83
圖 4-29　溪底寮堤防現況..... 4-85
圖 4-30　河道沖淤模擬成果(1/3)..... 4-86
圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(1/12)..... 4-90
圖 4-32　朴子溪脆弱度地圖..... 4-106
圖 4-33　朴子溪脆弱度地圖..... 4-107

圖 4-34　牛稠溪脆弱度地圖 4-108
圖 4-35　獅子頭溪脆弱度地圖 4-109
圖 4-36　濁水溪及清水溪脆弱度地圖 4-110
圖 5-1　危險度和脆弱度矩陣 5-1
圖 5-2　本計畫洪水風險等級分布矩陣圖 5-4
圖 5-3　朴子溪、牛稠溪風險等級比例圖 5-5
圖 5-4　獅子頭溪、濁水溪及清水溪風險等級比例圖 5-8
圖 5-5　朴子溪、牛稠溪整體風險矩陣圖 5-12
圖 5-6　獅子頭溪整體風險矩陣圖 5-13
圖 5-7　濁水溪整體風險矩陣圖 5-13
圖 5-8　清水溪整體風險矩陣圖 5-14
圖 5-9　朴子溪風險地圖 5-15
圖 5-10　朴子溪風險地圖 5-16
圖 5-11　牛稠溪風險地圖 5-17
圖 5-12　獅子頭溪風險地圖 5-18
圖 5-13　濁水溪及清水溪風險地圖 5-19
圖 5-14　朴子溪及牛稠溪風險地圖 5-20
圖 6-1　風險處理對策對應措施示意圖 6-2
圖 6-2　朴子溪水系(主流、牛稠溪)風險對策示意圖 6-11
圖 6-3　朴子溪水系(支流)風險對策示意圖 6-12
圖 6-4　朴子溪水系風險處理對策一覽圖(1/2) 6-13
圖 6-5　堤防加強示意圖 6-19
圖 6-6　堤防基礎保護示意圖 6-19
圖 6-7　朴子溪水系都市計畫位置分布圖 6-24
圖 6-8　河堤安全監測系統示意圖 6-26
圖 6-9　斷面 54 至斷面 69 河段左右岸洪水到達範圍示意圖 6-30

圖 6-10　國道 1 號、嘉義大排第二道防線選擇示意圖 6-31

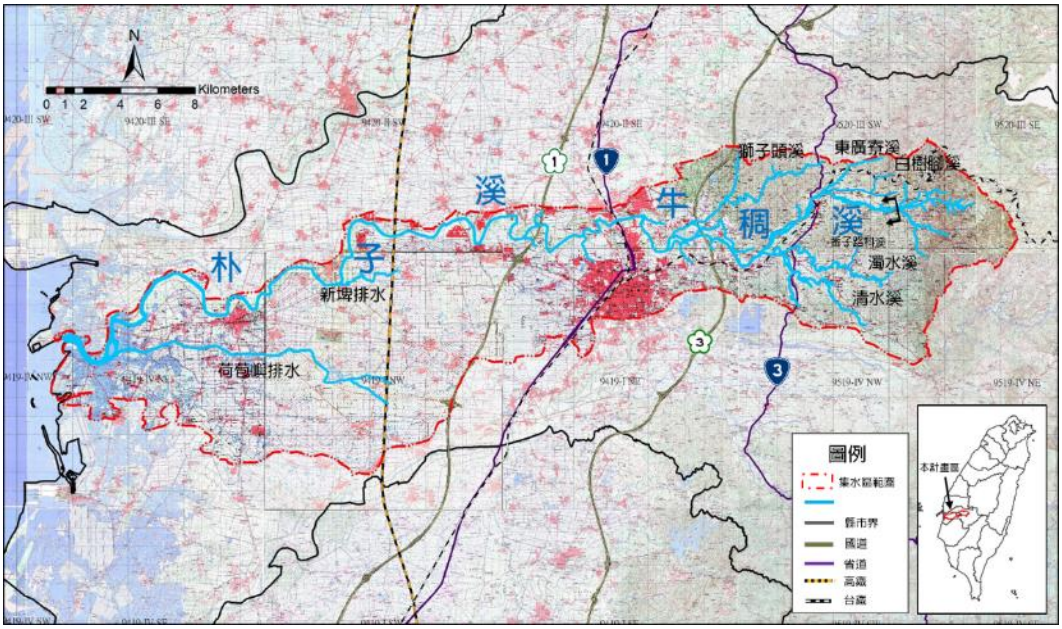
摘　要

一、前言

(一) 鑒於以往水利建造物檢查僅單點式針對構造物本身是否受損，預防因建造物損壞所造成的災害，無法全面性的檢視潛在危險，加以防範避免災害的發生。本計畫導入風險管理之觀念，針對朴子溪水系特性，進行風險評估，以了解高風險河段之致災原因，並考量環境可用資源，擬定可行的對策及計畫，以達減低災害發生的目標。

(二) 依據經濟部水利署民國 107 年 6 月 20 召開「研商河川水系風險險評估相關事宜」會議決議，風險評估架構需辦理風險辨識(辨識危險因子、脆弱因子)、風險分析、風險評量界定風險高之區域及風險主因、依風險基準比較設定優先順序。最後列出可行風險對策進行風險處理。

(三) 本計畫目標為產出朴子溪水系各河段之風險地圖，並依風險等級高低依序擬訂因應對策及改善方法，俾利資源有效利用及降低災害發生的風險。



摘圖 1　朴子溪流域風險評估範圍圖

二、基本資料蒐集整理及評估

（一）歷年河性、沖淤及水理變化

民國 105 年之「朴子溪治理規劃檢討報告」針對朴子溪主流之河性、沖淤及水理變化已進行相關分析，說明如下：

1. 河川型態

蜿蜒度(SI=河流長度/河谷長度)分為順直河段(SI≦1.0<SI<1.2)、蜿蜒河段(SI>1.2)及辮狀河段三類；依據朴子溪之流路，分段估計其蜿蜒度如摘表 1 所示。朴子溪各河段之蜿蜒度介於 1.12~1.51 之間，除牛稠溪橋至治理起點金福橋(斷面 74~134)河段為順直河川外，其餘河段皆屬蜿蜒河川。

摘表 1 朴子溪河川型態一覽表

項次	河段	蜿蜒度	坡度	河川型態
1	河口~新埤排水合流點(斷面 0~34)	1.51	0.00784	蜿蜒
2	新埤排水合流點~牛稠溪橋(斷面 34~75)	1.51	0.00840	蜿蜒
3	牛稠溪橋~金福橋(斷面 74~134)	1.12	0.02298	順直

註：蜿蜒度(SI=河流長度/河谷長度)分為順直河段、蜿蜒河段及辮狀河段；河流長指河心距長度；河谷長指河谷直線趨勢距離。

2. 河槽型態

自然河槽斷面依其建槽流量與河床質粒徑，形成不同之型態，河槽寬深比為主深槽寬度(W)與平均水深(H)之比值。河槽寬深比可視為河川水流能量分布情形，寬深比值較高者(寬淺河槽)，河岸承受較大之水流作用，河岸側向沖蝕效應較嚴重。

朴子溪屬於沖積型河川，河床質採樣分析結果顯示朴子溪主流之河床質泥砂(小於 2.0mm)含量百分比皆大於 20%，平均河槽寬深比則為 18.33。故整體而言，朴子溪主流河道屬於懸移載之河槽類型，具有輕微侵蝕且範圍明確的蜿蜒河道，多淺灘(riffle)及深潭(pool)型態之河相。

3. 流路變遷

民國 105 年治理規劃檢討報告之朴子溪主流流路變遷說明如下：

(1)下游(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0~52)

下游河段自河口至嘉南大圳渡槽位於沖積平原，地勢平坦，且兩岸大多已築堤束洪，變遷幅度小，僅有東石大橋下游附近、灣內大橋附近及月眉潭橋下游流路稍有變化，其餘無太大變動。

(2)中游段(嘉南大圳渡槽至盧山橋，斷面 52 至 85)

中游河段自嘉南大圳渡槽至盧山橋，河寬往上游漸漸變小，此段流路以華興橋至盧山橋河段流路稍有變化，其餘並無太大變動，流路尚屬穩定。

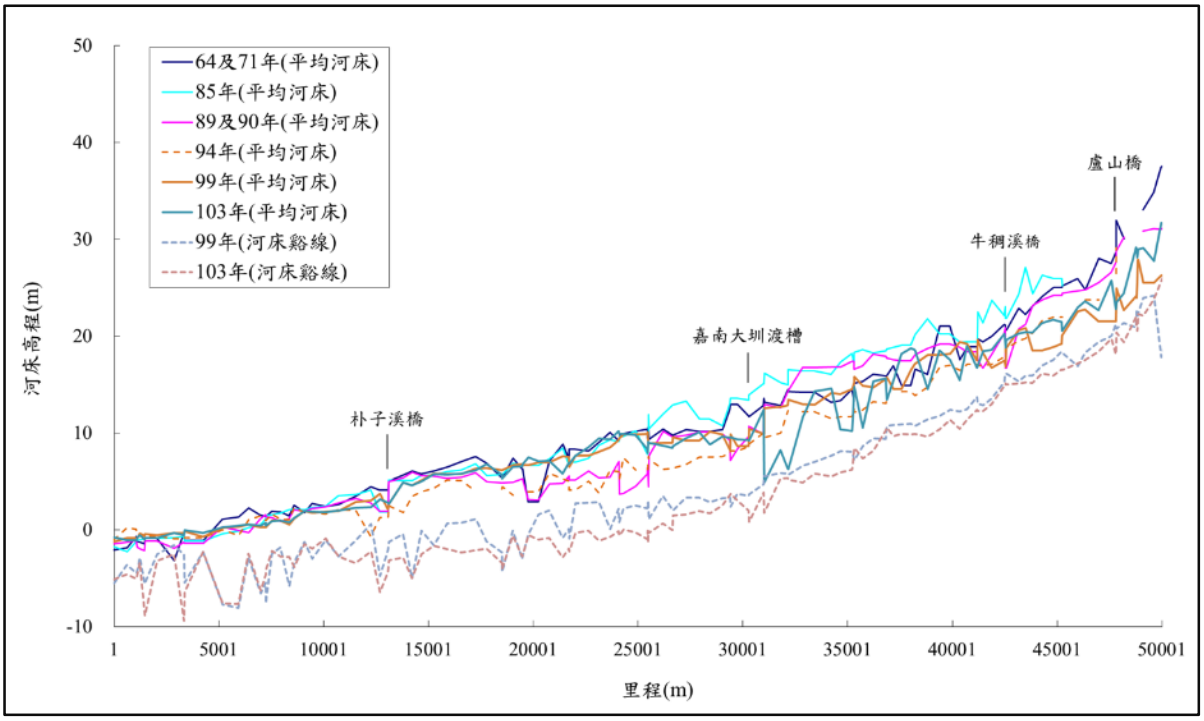
(3)上游段(盧山橋至金福橋，斷面 85 至 134)

上游河段自盧山橋至治理起點金福橋，屬於山區地勢，坡度更趨陡峻，河道深槽受地形束縮，河寬縮小，流路集中，各年流路相近，變遷幅度小。

經比較歷年流路變化，朴子溪主流歷年河道無太大變動情形，僅有微幅偏移，大致流路集中，各年流路相近；流路微幅偏移部分，如東石大橋下游附近、灣內大橋附近、月眉潭橋下游及華興橋至盧山橋河段等。

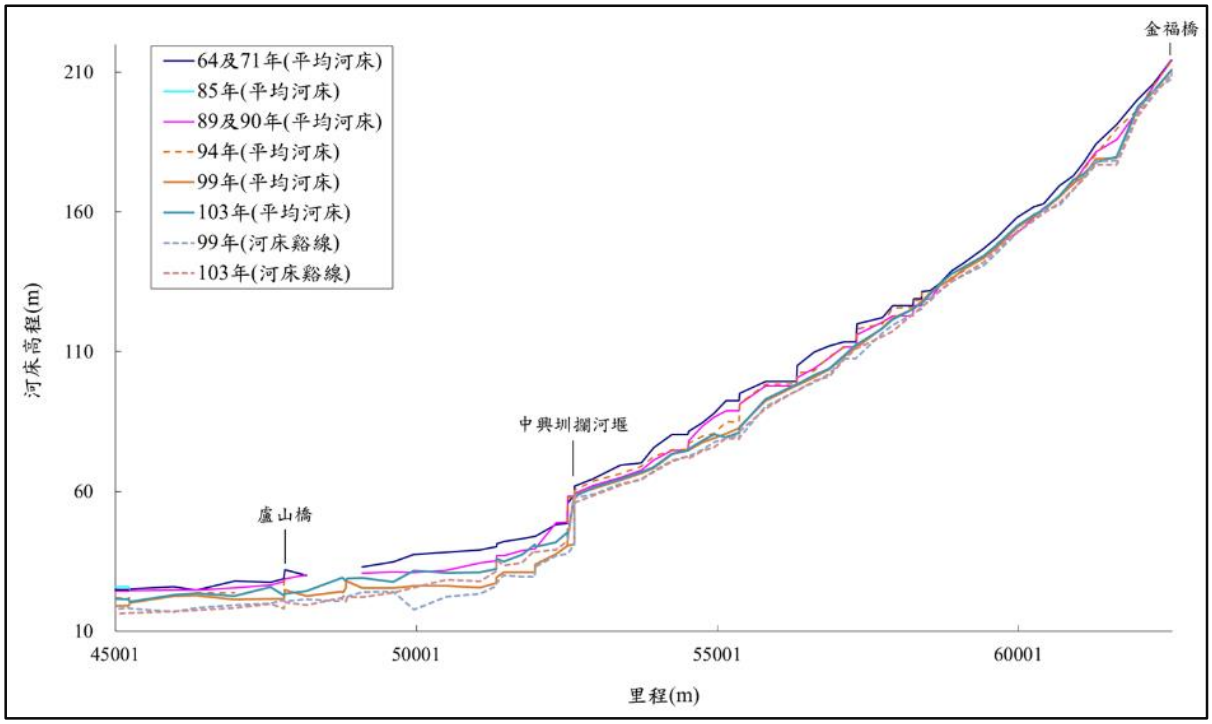
(二)歷年河道沖淤變化

民國 105 年治理規劃檢討報告係以第五河川局民國 64 年、71 年、85 年、89 年、90 年、94 年、99 年及 103 年之斷面測量成果進行歷年河道沖淤變化分析，朴子溪主流歷年河道沖淤變化如摘圖 2 所示，整體顯示歷年河道沖淤約以民國 94 年為界，94 年以前朴子溪主流河道多呈現沖刷狀態，近年則有回淤情形。目前朴子溪主流之中、下游河段早年雖有沖刷情形，但近年已逐漸回淤，故河道呈現沖淤互現之情形；而上游河段之沖刷趨勢雖有減緩，但仍坡陡流急，河道仍屬沖刷型態。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。

摘圖 2　朴子溪主流河床高程變化圖(1/2)



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。

摘圖 3　朴子溪主流河床高程變化圖(2/2)

（三）近五年內(不)定期檢查結果及委辦之安全檢測計畫成果

依據第五河川局民國 104-108 年度朴子溪水系水利建造物(不)定期檢查結果及安全檢測計畫成果資料顯示，朴子溪水系之水利建造物狀況大致良好。堤防部分，僅民國 106 年及 107 年分別有 4 件及 2 件水利建造物有損壞情形，其中106 年之更寮堤防累距 0K+000~0K+450、溪北堤防累距 1K+200~4K+500，以及 107 年朴子堤防(二工區)0K+300~8K+050 及過溝堤防累距 0K+000~5K+500 等 4 件均為水防道路損壞或路面老舊；濁水溪過溪一號護岸於 106 年檢查時，除水防道路塌陷 200m 外，並有護岸損壞情形；而灣內堤防累距 0K+000~2K+317 於 107 年檢查時有局部沈陷情形，惟經評估無立即危及堤防整體安全，故持續觀測其異常情形，如有持續大現象，再提報工程改善。朴子溪水系之水利建造物近五年內(不)定期檢查及委辦之安全檢測計畫成果，如摘表 2 所示。

摘表 2　朴子溪流域近五年內堤防(不)定期檢查及安全檢測計畫成果表

年度	流域水系	建造物名稱	樁號及坐標	長度(m)	備註
106	朴子溪 濁水溪	濁水溪過溪一號護岸	樁號：0K+000m ■左岸□右岸 坐標: E: 203667.5 N:2598959.92	200	水防道路塌陷 200m，護岸損壞，已提列於濁水溪過溪橋上游右岸過溪一號護岸復建工程辦理 改善
106	朴子溪 朴子溪	更寮堤防(一工區) 0+000-0+450	樁號：0K+000m □左岸■右岸 坐標: E: 170818.92 N: 2598187.77	450	水防道路損壞 8,000m^2，已提列於朴子溪更寮堤段維修歲修工程辦理修復改善
106	朴子溪 朴子溪	溪北堤防 1+200-4+500	樁號：2K+000m □左岸■右岸 坐標: E: 181434.78 N: 2601312.78	2,500	水防道路損壞 16,000m^2，已提列於朴子溪溪北堤防段維修歲修工程辦理修復改善
106	朴子溪 朴子溪	灣內堤防 0+000-2+317	樁號： 2K+317m □左岸■右岸 坐標: E: 179012.50 N: 2599571.60	2,500	有局部沈陷或邊波滑動情形，經檢視評估無立即危及整體安全，故持續觀測其異常情形，如有持續擴大現象，將提列於年度歲修、維護工程中辦理改善
107	朴子溪 朴子溪	朴子堤防 (二工區) 0+300-8+050	樁號：0K+300m ■左岸□右岸 坐標: E: 170511.30 N: 2597571.92	1,750	水防道路路面老舊不良，已提列於朴子溪朴子堤段歲修工程辦理修復改善
107	朴子溪 朴子溪	過溝堤防 0+000-5+500	樁號：0K+000m ■左岸□右岸 坐標: E: 184701.60 N: 2601204.80	4,900	水防道路損壞，樁號 0+000~1+400 間路面老舊不良，已提列於朴子溪過溝堤段歲修工程辦理修復改善

（四）歷年洪災及災損資料

1. 歷年洪災資料

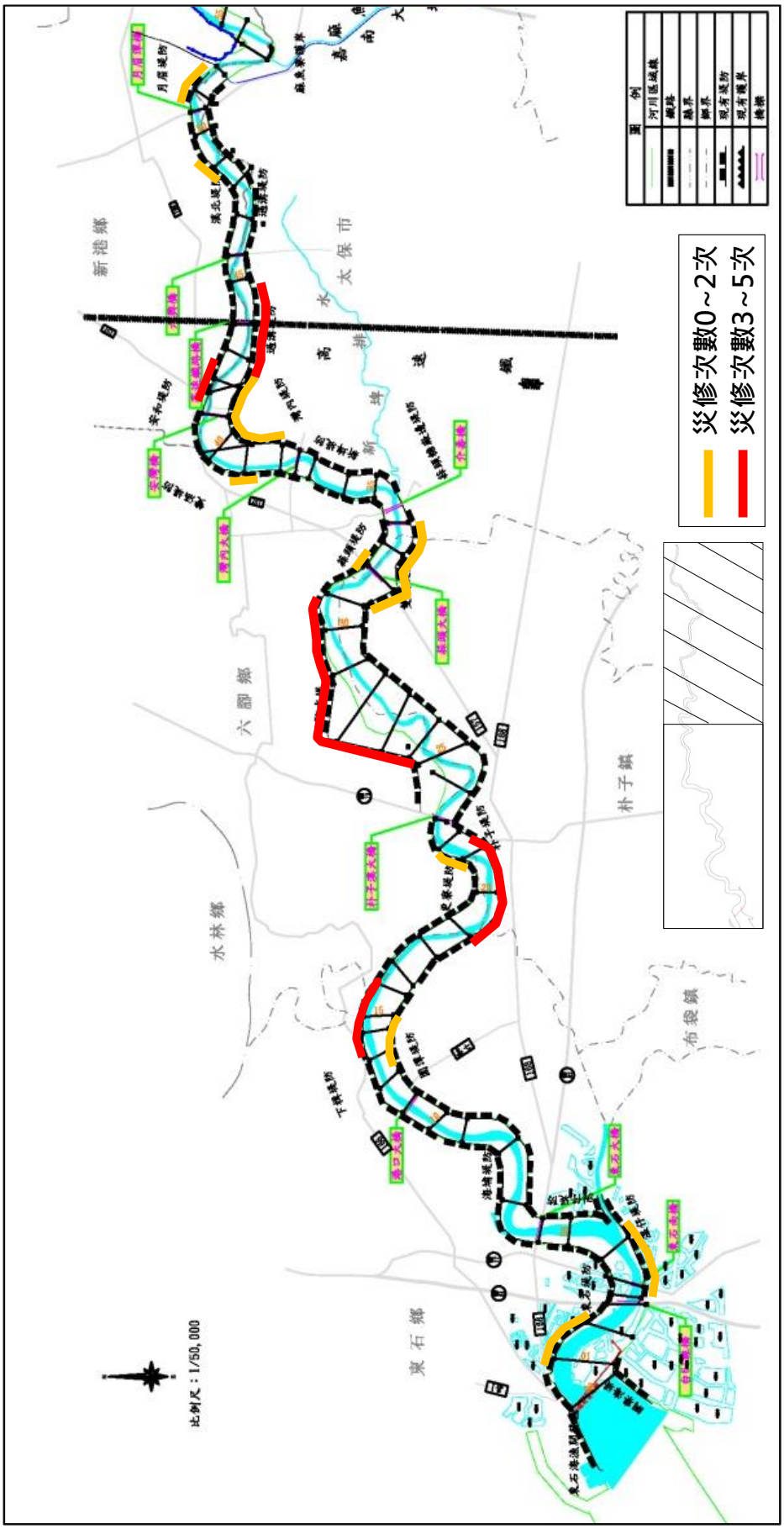
民國 105 年之「朴子溪治理規劃檢討報告」蒐集過去重大颱洪事件在本流域內所造成的災情，其中較具規模之淹水事件包括民國 85 年賀伯颱風、89 年碧利斯颱風、90 年桃芝颱風、90 年納莉颱風、93 年敏督利颱風、94 年 0612 豪雨、97 年卡玫基颱風、98 年莫拉克颱風及 102 年康芮颱風、103 年 0603 豪雨、104 年杜鵑颱風、107 年 0823 豪雨等。

其中 107 年 0823 豪雨在嘉義鹿草鄉之最大日雨量達 821.5 公釐，因降雨量超過設計標準並適逢大潮，導致排水設施無法排除積水，退水時間遲緩，造成嘉義低窪地區嚴重淹水災情，尤以嘉義沿海地層下陷區最為嚴重，嘉義縣淹水區域位於布袋鎮、東石鄉、新港鄉、朴子市、義竹鄉、鹿草鄉、水上鄉、六腳鄉、太保市、民雄鄉、中埔鄉、大林鎮等地區，淹水面積達 31,996 公頃。

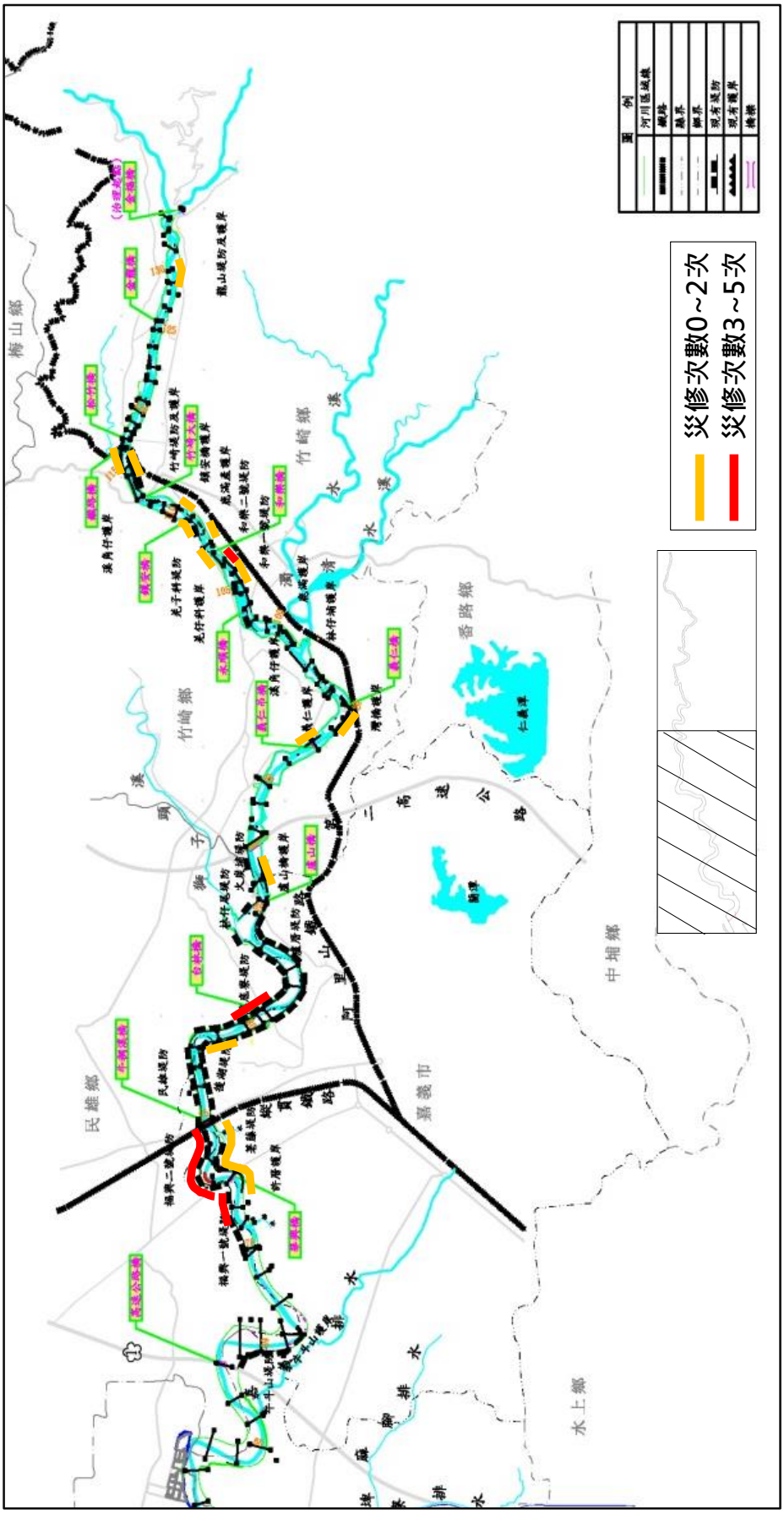
2. 歷年洪災災損資料

依據水利署、地方政府及各鄉鎮公所等機關統計資料，以及現場調查、訪談等結果，朴子溪流域內洪災地點多為朴子溪兩岸河階地及鄰近聚落，如下游出海口東石鄉附近及朴子市、太保市、民雄鄉、六腳鄉等地，依據水利署民國 81 年迄民國 108 年之歷年防洪工程記載表資料，朴子溪流域防洪構造物受災情形統計整理如摘圖 4 所示，全流域之年平均洪災損失約 4.1 億元。

損害重複性高之堤段，依據水利署防洪工程記載表資料統計而得，本溪損害重複性高之堤段為朴子溪左岸朴子堤防、雙溪堤防、過溝堤防、右岸東石堤防、下楫堤防、下雙溪防水堤、安和堤防及福興一號、二號堤防；牛稠溪左岸為灣橋護岸、和樂堤防及護岸、龍山堤防及護岸、右岸溪底寮堤防、義仁護岸、覆鍋金護岸。當中以下雙溪防水堤、安和堤防及義仁護岸及覆鍋金護岸重複性最高，共計執行四次以上災害維護作業；本堤段因河道彎曲、流路直沖，且深槽逼近堤趾，故為易致災堤段。



摘圖 4　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(1/2)



摘圖 5　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(2/2)

摘表 3　朴子溪流域各次颱風洪災損失表

颱風名稱	日期	受災情形				總損失金額(億元)
		堤防(m)	護岸(m)	制水門(座)	其他(處)	
賀伯颱風	民國 85 年	1,025	997	0	12	2.0
碧利斯颱風	民國 89 年	0	0	0	2	1.0
桃芝颱風	民國 90 年	74	763	0	0	2.5
納莉颱風	民國 90 年	1,190	170	0	1	4.3
敏督利颱風	民國 93 年	600	3,350	0	1	1.5
0612 豪雨	民國 94 年	0	100	0	1	0.8
卡玫基颱風	民國 97 年	0	2,545	0	3	0.5
莫拉克颱風	民國 98 年	1,230	180	0	5	23.9
康芮颱風	民國 102 年	0	0	0	1	0.5

3.洪災原因分析

依據歷年洪災調查事件，檢討其致災成因可概略歸納如下：

(1)　河道蜿蜒彎曲

朴子溪為一蜿蜒河川，中、下游河段坡度甚緩且受感潮影響，造成水流流速緩慢洪水宣洩不易，加上聚落及主要農墾區域多沿河岸分佈，因此逢颱風豪雨易淹水成災。此外，因河道蜿蜒，河道凹岸易受水流衝擊，中、下游河段主河道防洪設施堤腳多已設置保護工，但上游河段，坡度較陡、流速較大，凹岸保護工易受洪水破壞，如納莉颱風時義仁橋(斷面 95)及松竹橋(斷面 118)處均發生凹岸護岸遭沖刷受損情形。

(2)　河道淤積

朴子溪於華興橋(約斷面 72)至盧山橋(斷面 85)間，為嘉義縣市人口及產業密集地區，但此河段位於陡坡與緩坡河段交界處，且上游盧山橋至義仁橋間部分河道為泥岩地質易受沖刷，逢颱風豪雨水流夾帶泥沙而下於此河段淤積，易造成出水高不足，進而發生淹水災情，如納莉颱風時本河段福興二號堤防、溪底寮及後湖堤防均發生溢堤，盧山橋、台林橋(95 年完成改建)及華興橋也發生洪水溢淹至橋面之情況。

(3)　感潮河川及地層下陷之影響

嘉義縣地下水超抽情形嚴重，因此下游排水系統如荷苞嶼排水，受感潮及地層下陷影響，排洪功能已日益降低，嘉義縣政府已持續辦理改建防潮閘門、抽水站及排水路，以改善排水不良情形。

(4) 降雨量過大

近年極端降雨影響，有降雨量過大或降雨集中情形，造成洪水宣洩不及，而導致部份區段溢堤或潰堤；此外，地勢低窪地區也因重力排水不易而積淹水。

（五）水利建造物概況

參考民國 108 年治理計畫(第三次修正)之防洪構造物統計，彙整現有及待建防洪構造物之調查成果，朴子溪主流(含牛稠溪)計現有堤防 73,800 m 及護岸 2,048 m，資料詳摘表 4；白樹腳溪(含東廣寮溪)計現有堤防 81m 及護岸 1,803m；濁水溪(含番子路科溪、清水溪)計現有堤防 137m 及護岸 5442m；獅子頭溪計現有護岸 1,231m。

摘表 4 朴子溪主流(含牛稠溪)既有防洪建造物一覽表

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
朴子溪	左岸	1	塭仔堤防	2,050	0
		3	洲仔堤防	1,621	0
		5	圍潭堤防	5,546	0
		7	朴子堤防	5,910	0
		9	雙溪堤防	4,767	0
		11	新埤堤防	1,910	0
		13	灣內堤防	2,277	0
		15	過溝堤防	5,150	0
		17	麻魚寮護岸	0	260
		19	牛斗山堤防	1,050	0
		21	牛斗山護岸	0	400
		23	許厝護岸	0	425
		25	茗藤堤防	881	0
	小計			31,162	1,085
	右岸	2	東石堤防	5,351	0
		4	海埔堤防	3,029	0
		6	下楫堤防	3,760	0
		8	更寮堤防	3,510	0
		10	大橋頭堤防	700	0
		12	下雙溪堤防	600	0
		14	蒜頭堤防	4,000	0
		16	雙涵堤防	1,800	0
		18	安和堤防	400	0
		20	溪北堤防	5,259	0
		22	月眉堤防	774	0

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
		28	福興一號堤防	870	0
		30	福興二號堤防	1,437	
	小計			31,490	0
牛稠溪	左岸	29	後湖堤防	2,884	0
		31	盧厝堤防	2,600	0
		33	林仔埔護岸	0	238
		35	竹崎堤防及護岸	728	261
	小計			6,212	499
	右岸	32	民雄堤防	1,170	0
		34	溪底寮堤防	3,131	0
		36	林仔尾堤防	235	0
		38	火炭埔堤防	400	0
		40	義仁護岸	0	277
		42	覆鍋金護岸	0	187
	小計			4,936	464
總計				73,800	2,048

資料來源：朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)，水利署第五河川局，民國 108 年。

三、風險辨識

本計畫風險因子辨識流程，首先借重河川局資深工程司及相關專業人員，依據問卷調查結果，歸納洪水災害危險度及脆弱度因子，再從中篩選具有重要影響者，本計畫辦理工作會議討論各項因子之適用性；接著針對各篩選出之重要因子進行探討。

分析朴子溪游篩選出 24 個因子，包含危險度 6 個面向共 16 個因子、脆弱度 2 個面向共 8 個因子。

摘表 5　本計畫危險度因子訂定彙整表

類別	風險因子(危險度)	參考指標	分析方法
水文特性	洪水位	出水高	以治理規劃(或規劃檢討)報告水理分析成果判斷洪水位與堤岸高度之關係。依治理規劃(規劃檢討)報告計畫堤頂高度比對現況堤頂高，掌握防洪不足區段。
	水力沖刷	1. 福祿數 2. 流速	藉由流速流量分析河段流路沖刷(或掃流力)，並檢討沖刷對堤防基礎及坡面工可能造成之影響。

類別	風險因子（危險度）	參考指標	分析方法
	降雨影響	1. 累積降雨量 2. 降雨強度	藉由降雨量(降雨強度)分析流域流量及洪水位變化，並檢討氣候變遷下洪水位變化之影響。
流域特性	歷史洪水事件	同一堤防(區域)發生災損事件的次數	藉由歷史洪水事件掌握致災水文量及重覆致災區域，評估堤防致災因素。
河道特性	灘地寬度	堤前灘地寬	藉由歷年航照掌握灘線變化趨勢，並可藉由實測大斷面資料進行比對灘地退縮或延伸距離，了解流路擺盪情形。
	彎道影響	1. 蜿蜒度 2. 曲率半徑	利用彎道角度及流量流速等參數分析流路沖刷或掃流力大小，並掌握流路可能沖刷範圍。
	流路特性	1. 是否位於流路直沖段 2. 流路與堤線夾角	依流線切線判斷流路直沖堤岸位置，分析直沖段流路對堤岸之影響。
	河床沖淤	輸砂模式泥砂沖淤量	藉由歷年大斷面成果掌握河床沖淤變化，分析河川持續沖刷或淤積段對堤岸影響。動床模式分析。
	深槽高程	河槽寬深比	藉由最新大斷面測量報告掌握河道深槽高程，並與堤防竣工圖之基礎底高程比對，判斷堤防基礎受流路淘刷情況。
建造物特性	建造物本體現況	結構物現況	藉由近期堤防護岸檢查成果，評估堤防防洪功能衰減情況。
	災修頻率	搶修應急與災害復建工程數	藉由歷年開口工程搶修、搶險、應急工程資訊及防洪記載表災害復建工程內容，掌握河段易災損區域。
	堤岸形式	堤頂寬度	檢視堤頂寬度是否足夠面對溢頂時程，免受潰堤之威脅。
	待建建造物	建造物佈設現況/待建堤段	依治理規劃(規劃檢討)報告計畫掌握防洪缺口區段。
附屬設施	水門現況	訂定高風險段後洽管理課資料，該堤段水門有無及現況運轉紀錄	藉由最新維護運轉測試記錄掌握水門元件及其功能健全度。
	附屬保護工現況	訂定高風險段後洽管理課資料，依河性檢視保護工佈設的必要性及原則，再依現況檢視基礎保護工狀況有無。	利用工程竣工圖檢視保護工佈設狀況，並比對河段特性及流路沖刷作用，分析保護工目前堤基效果。

類別	風險因子(危險度)	參考指標	分析方法
河川使用行為	跨河構造物	1.橋墩總截面積與河寬比率 2.樑底高與堤頂(或洪水位)距離 3.是否落墩於堤身或堤前保護工 4.其他(如：中興攔河堰)	藉由河槽阻水面積推估洪水通過造成水位(流速)之影響。

摘表 6　本計畫脆弱因子訂定彙整表

類別	風險因子(脆弱度)	參考指標	分析方法
社會經濟	人口數	淹水範圍內人口數	依流域範圍內各村里人口統計
	脆弱人口	脆弱人口數	依流域範圍內各村里人口結構比例
	經濟產業	1.淹水範圍內是否有工業、科學等事業園區 2.各經濟產業災損函數推估淹水損失	需定義高產值事業區涵蓋種類
	重要產業損失	各類產業淹水後停工時間x平均產值	需定義個別產業日產值、月產值或年產值達一定金額之門檻(如：受災後，機器設備及停工期間的生產損失達十億以上)
防災應變能力	避難場所	是否有完整規劃避難處所及其數量	事前若已規劃設置避難處所，可降低脆弱度高地區之風險。
	預警制度	是否有完整之預警制度	事前若已制定預警制度，可降低脆弱度高地區之風險。
		是否有規劃完整撤離計畫	事前若已規劃撤離計畫，可降低脆弱度高地區之風險。
	防災自主能力	1.是否有推動防災社區 2.教育宣導演練數	防汛志工人員數較多地區，其防災自主能力相對較高，脆弱度亦較低。社區防災教育宣導次數、演練有助於民眾災後的復原力，故宣導及演練次數之多寡有助於降低脆弱度。
	淹水狀況掌握	1.是否有即時監測水尺 2.災情通報方式(如電話、LINE、自有資訊系統、社群媒體等)	已佈設電子水尺之區域，及災情通報程度多元化程度越高，越易掌握淹水狀況

四、風險分析

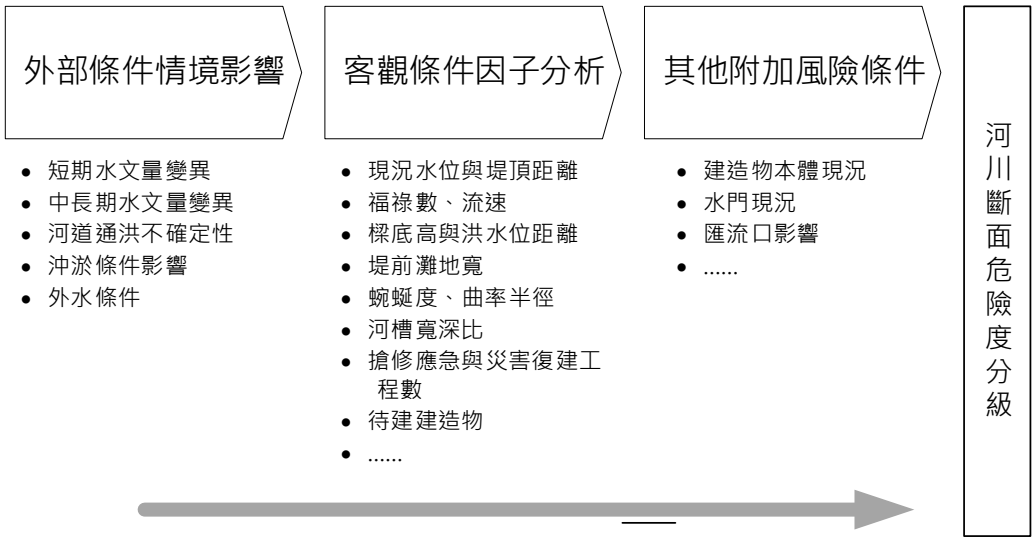
(一)危險度分析

危險因子分析上分為不同層次，第一為外部條件、透過預設情境進行探討。第二部份另外就客觀條件進行計算分析，率定出風險較高區段，最後則就不同風險區段再針對相關附加條件進行探討。

外部條件部份，主要為因為自然因素造成相關改變對於河川影響。包括水文量變異、對應不同水文量後沖淤影響、河道通洪能力改變、外水頂托或水位過低等條件影響。

客觀條件因子部份，客觀條件係指能以數據計算、模式模擬量化之因子，如洪水位、水力沖刷、歷年洪災次數、彎道影響、河床沖淤等，依據相關條件分級，界定出各河段風險高低。

在初步確定各河段之危險度後、在根據較高風險河段進行較為主觀判斷之附加條件探討，如水門現況、附屬保護工現況等資訊，若已由洪水位與現況堤頂高判定有溢堤風險，再進一步檢視發現該河段無基腳保護工、存在建物現況破損等條件，則相關風險判定上應在提升。



摘圖 6　危險度評估流程

下表列出本計畫計算各危險因子所參考之基本資料及計算方法，危險度因子中按因子反映特性又可以分為由溢淹、潰堤及現況保護不足所造成的危險條件，而潰堤又與水力沖刷條件有關，故本計畫將前述幾項危

險因子分門別類，按因子特性分為(A)溢淹可能性、(B)現況保護條件及(C)沖刷可能性三個指標，並將三者綜合評估為危險度

據前述三項指標(A)溢淹可能性、(B)現況保護條件及(C)沖刷可能性，取可能性為中等以上之堤段進行危險度評估，因溢淹、沖刷可能性低者，其危險度可視為極低。本計畫將危險度分為低、中、高三個等級，朴子溪及其支流各堤段左右岸危險度評分結果如摘圖 7~摘圖 9 所示。

摘表 7　溢淹及潰堤危險度評估危險因子來源資料與計算方法

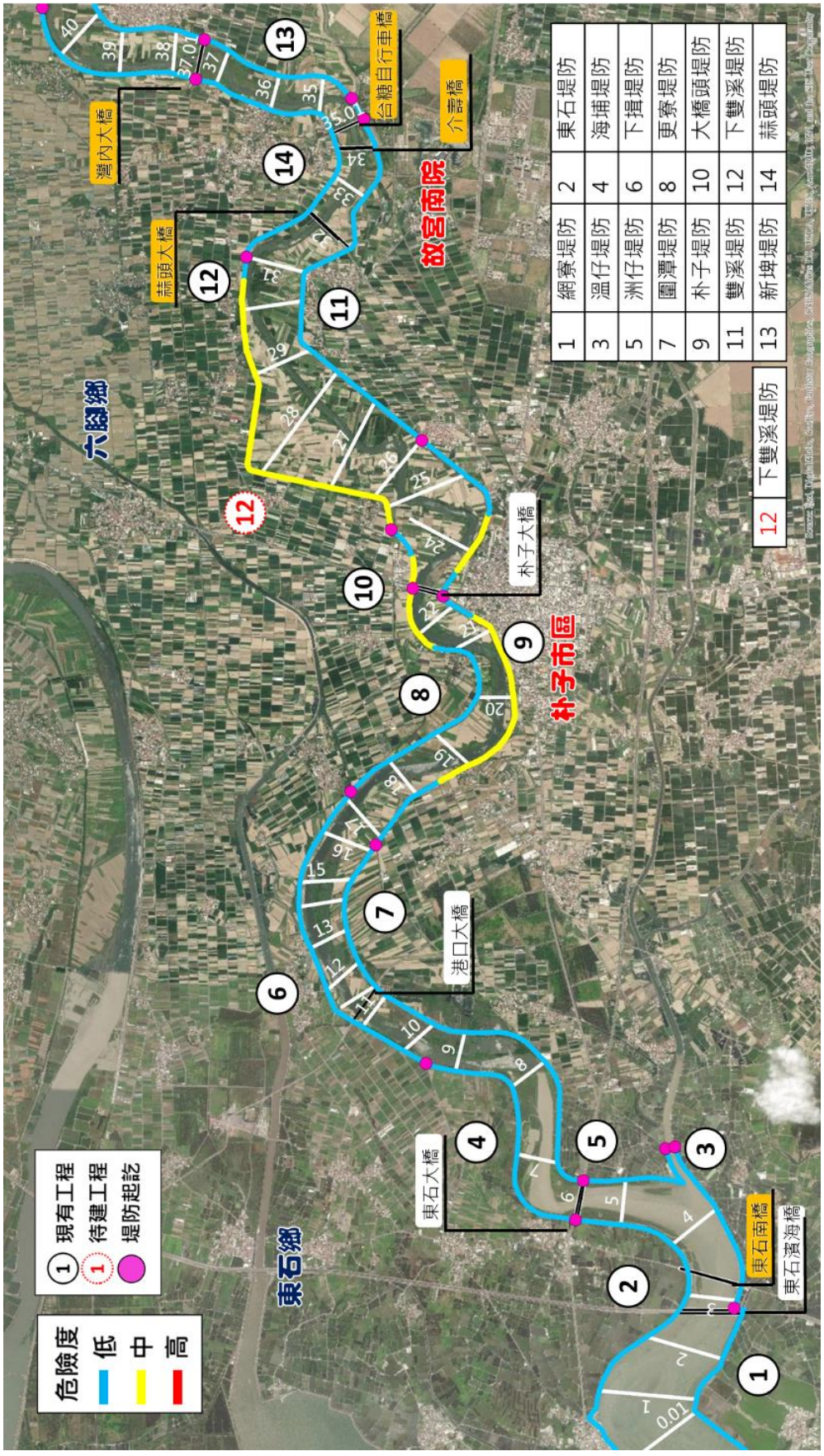
危險因子	參考指標	資料來源	計算方法
洪水位	出水高	● 治理規劃報告一維水理演算	利用 HEC-RAS 模擬
水力沖刷	福祿數 流數	● 治理規劃報告一維水理演算	利用 HEC-RAS 模擬
降雨影響	不同頻率年洪峰流量	● 治理規劃報告水文分析	利用 HEC-RAS 模擬
歷史洪水事件	同一堤防(區域)發生災損事件的次數	● 治理規劃報告及淹水檢討報告	統計報告數據
灘地寬度	堤前灘地寬	● 內政部圖資	GIS 計算
彎道影響	蜿蜒度 曲率半徑	● 內政部圖資	GIS 計算
河床沖淤	輸砂模式泥砂沖淤量	● 一維水理輸砂演算	利用 HEC-RAS 模擬
深槽高程	河槽寬深比	● 治理規劃報告	直接引用報告值
建造物本體現況	結構物現況	● 防洪記載表	直接引用報告值
待建建造物	待建堤段	● 108 年朴子溪治理計畫	直接引用報告值
跨河構造物	樑底高與堤頂(或洪水位)距離 其他(如：中興攔河堰)	● 108 年朴子溪治理計畫	直接引用報告值

本計畫將危險度分為低、中、高三個等級，對應其溢淹可能性、現況保護條件、沖刷可能性之等級(分級量化公式如下表所示)，溢淹可能性高度者判定為高危險度、溢淹可能性及沖刷可能性皆為中等之河段，判斷為危險度等級中度；現況保護條件(歷史致災頻率及是否為保護缺口)為中等但無溢淹及沖刷風險者，則判斷為危險度等級低；當河段只有沖刷可能性而無溢淹可能性時，進一步以人為檢視各因子數據判斷，若該河段無彎道沖刷影響，係因坡度較陡流速較高使沖刷可能性升高，或因上游因河道特性兩岸皆為岩壁，灘地寬度亦有可能不足造成同樣效果，故此河段若非彎道段且只有沖刷可能性而無溢淹可能性時，則判斷危險度較低。

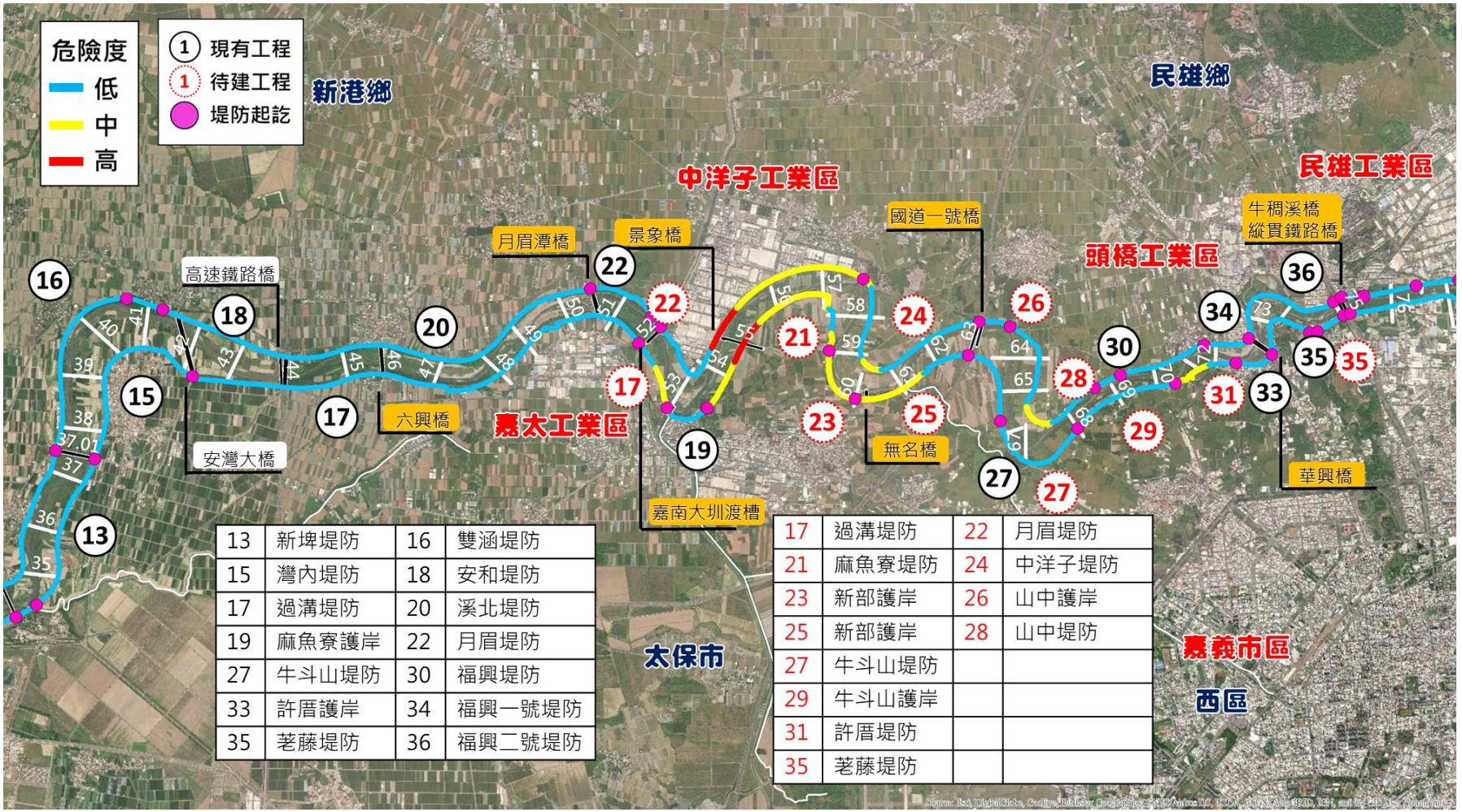
危險度分析結果如摘表 9 所示，表中所列堤段以指標 A、B、C 含有中等以上者，其餘未列斷面則皆屬於指標 A、B、C 皆為低度者，危險度為低。

摘表 8　危險度量化公式說明表

溢淹可能性	**指標 A = [洪水位] × [水位變動程度] × [淤積深度]** 低度溢淹可能性：A<=4 中度溢淹可能性：4<A<=8 高度溢淹可能性：A>8
現況保護條件	**指標 B = [現況河段是否有保護] × [歷史統計堤防受災程度]** 現況無保護缺口：B=0 現況有保護缺口：B>=1
沖刷可能性	**指標 C =** **指標 C1 [MAX(流速、福祿數、底床沖刷深度)] × 指標 C2 [MAX(蜿蜒度、曲率) × MAX(寬深比、灘地寬度)]** 低度沖刷可能性：C<=4 中度沖刷可能性：4<C<=8 高度沖刷可能性：C>8



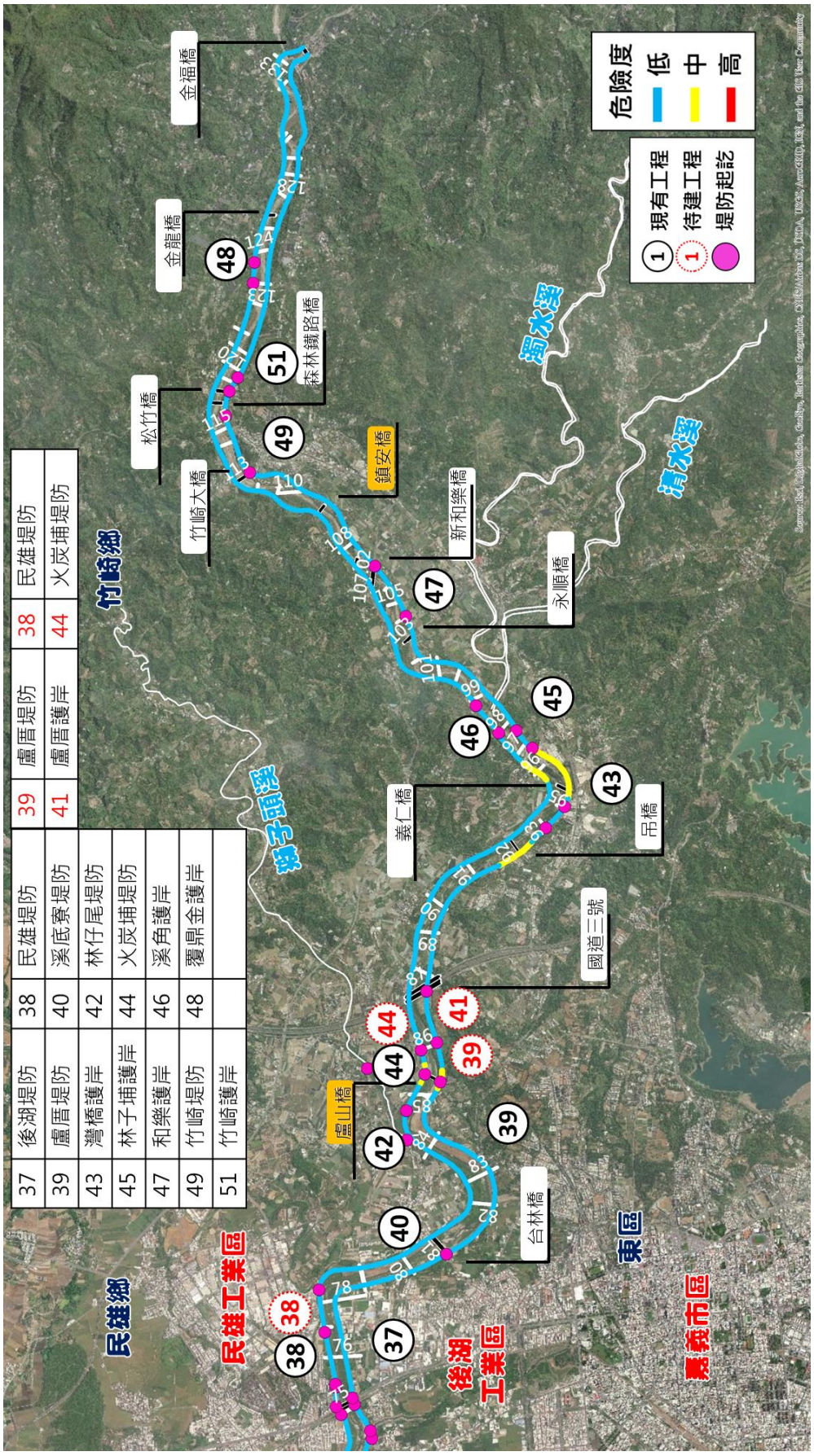
摘圖 7　朴子溪危險度地圖



13	新埤堤防	16	雙涵堤防
15	灣內堤防	18	安和堤防
17	過溝堤防	20	溪北堤防
19	麻魚寮護岸	22	月眉堤防
27	牛斗山堤防	30	福興堤防
33	許厝護岸	34	福興一號堤防
35	茗藤堤防	36	福興二號堤防

17	過溝堤防	22	月眉堤防
21	麻魚寮堤防	24	中洋子堤防
23	新部護岸	26	山中護岸
25	新部護岸	28	山中堤防
27	牛斗山堤防		
29	牛斗山護岸		
31	許厝堤防		
35	茗藤堤防		

摘圖 8　朴子溪危險度地圖



摘圖 9　牛稠溪危險度地圖

摘表 9　朴子溪、牛稠溪右岸危險度評估成果

斷面	堤防	跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	說明	危險度
22	更寮堤防	-	低	低	中	曲率小於 3 且幾乎無灘地保護，水面緊鄰堤防基腳，沖刷可能性達中度等級	中
23.1	更寮堤防	朴子溪橋	低	低	中	曲率小於 3 且幾乎無灘地保護，水面緊鄰堤防基腳，沖刷可能性達中度等級	中
24~30	下雙溪堤防	-	低	中	低	防水堤本身老舊欠缺養護，歷史兩次災修位置位於斷面 25~26 間，位於與下雙溪與大橋頭堤防交界處，現大橋頭堤防已完成建置	中
52.1~52	月眉堤防(待)	-	低	中	低	月眉堤防待建	低
53	-	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 10 年，頻率年平均洪水位高於堤防 1.55m，平均淤積深度大於 3m	低
55.1~55	-	景象橋	高	低	低	現況右岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.54m，出水高標準差達 1.6m，平均淤積深度大於 3m、景象橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	高*
56~57	-	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.83m，出水高標準差達 2.3m，平均淤積深度約 0.75m	中
60	中洋子堤防(待)	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 2 年，頻率年平均洪水位高於堤防 1.1m，出水高標準差達 2m，平均淤積深度約 0.55m	中
60.1	中洋子堤防(待)	無名橋	中	低	低	現況右岸保護標準為 2 年，頻率年平均洪水位高於堤防 1.5m，出水高標準差達 1.9m，平均淤積深度約 0.1m、無名橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	中
67	山中堤防(待)	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.5m，出水高標準差達 1.6m，平均淤積深度約 0.5m	中
70~72	福興護岸(待)	-	低	中	低	本段溢淹、沖刷可能性低，但現況無堤防保護為一缺口，108 年已有福興護岸列入治理計畫代建項目。	低
77~78	民雄堤防(待)	-	低	中	低	本段位於彎道凹岸，洪水 100 年重現期下有溢淹可能，現況無堤防保護為一缺口，108 年已有民雄堤防列入治理計畫代建項目。	低
85.2~85.1	林仔尾堤防	盧山橋	中	低	低	盧山橋現況樑底淹沒	中
92.2	-	-	低	低	中	深槽緊鄰右岸、平均沖刷深度大於 3m	低
96.2	-	跌水工	低	低	中	深槽緊鄰右岸、流速及福祿數偏高	中
103.1	-	永順橋	低	低	中	流速及福祿數偏高、曲率小於 3	低
119	-	-	低	低	中	曲率小於 3、深槽緊鄰右岸、流速及福祿數中等	低
126	覆鼎金護岸	金龍橋	低	低	中	深槽緊鄰右岸、平均沖刷深度大於 3m、流速及福祿數中等	低
133.1	-	金福橋	低	低	中	深槽緊鄰右岸、流速偏高、福祿數中等	低

註：堤防(待)為待建項目；未列於上述堤段危險度皆為低度

摘表 10　朴子溪、牛稠溪左岸危險度評估成果

斷面	堤防	跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	說明	危險度
19~21、24	朴子堤防	-	低	低	中	曲率小於 3 且斷面 19 幾乎無灘地保護，斷面 21、24 攤寬小於 100 公尺，水面緊鄰堤防基腳，沖刷可能性達中度等級	中
53	過溝堤防(待)	-	低	低	中	現況左岸保護標準為 50 年，曲率小於 3、灘地寬度 10 公尺，為彎道直沖處，沖刷可能性達中等，現況過溝堤防已列入待建項目	中
54	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	現況左岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於左岸 1.1m，出水高標準差達 1.9m，溢淹可能性達中等，現況麻魚寮堤防已列入待建項目	中
55.1~55	麻魚寮堤防(待)	景象橋	高	低	低	現況左岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.65m，出水高標準差達 1.6m，平均淤積深度約 6.0m，景象橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	高*
56~57	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	現況左岸保護標準為 2~5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 2.6m，出水高標準差達 2.25m，平均淤積深度約 0.75m	中
59	麻魚寮堤防(待)	-	低	低	中	蜿蜒度大於 2 曲率小於 3、灘地寬度 7 公尺、深槽緊鄰左岸、平均沖刷深度約 0.55m	中
60.1	新廍護岸(待)	無名橋	中	低	低	出水高標準差達 1.9m，平均淤積深度約 0.12m、無名橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	中
61	新廍提防(待)	-	低	低	中	曲率小於 3、深槽緊鄰右岸、幾乎無灘地、平均沖刷深度約 0.4m	中
71	許厝堤防(待)	-	中	低	低	現況左岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.01m，出水高標準差達 1.75m，平均淤積深度約 2.3m	中
85.2~85.1	盧厝堤防	盧山橋	中	低	低	盧山橋現況樑底淹沒	中
92.1~92.2	-	-	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速中等、平均沖刷深度約 3~6m	中
95	灣橋護岸	義仁橋	低	低	中	曲率小於 3、深槽緊鄰左岸、流速中等	中
96.2	-	跌水工	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速及福祿數偏高	中
127	-	-	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速及福祿數偏高、平均沖刷深度約 2.6m	低
129	-	-	低	低	中	流速及福祿數偏高、寬深比大於 40、平均沖刷深度約 1.4m	低
133.1	-	金福橋	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速偏高、福祿數中等	低

註：堤防(待)為待建項目；未列於上述堤段危險度皆為低度

(二)脆弱度分析

脆弱度主要參考因子為社會經濟及防災應變能力兩種面向，本計畫脆弱度之評估依據危險度較高之河段進行探討，計畫預計根據不同河段之危險度分析不同之溢堤點及破堤點之影響，採用 100 情境進行探討，以二維洪泛模式，分析出可能造成之淹水面積，以面積為基礎，依據相關社經資料計算相關脆弱度因子作為分析參考。

模擬部分分別包含河道沖淤及洪氾潰堤模擬兩部分河，道沖淤以 SRH2D 二維水理輸砂模式進行模擬，主要探討特定河段的細部沖淤趨勢；洪氾潰堤以 HEC-RAS 二維模組進行模擬，主要目標為假設於洪峰時潰堤後，其可能的淹水範圍。

分別以脆弱因子之受影響總人口、脆弱人口、重要設施、經濟產業、避難場所、預警系統、撤離計畫、防災自主能力及淹水狀況掌握等加以分級成上代表權重計算得之。其中預警制度及撤離計畫各村里條件相同，故此兩因子不列入分級模式計算。分級模式以 1 為總分，脆弱因子之人口、重要設施、經濟產業、避難場所(含防災自主能力)及淹水狀況掌握權重及公式分別為說明如下：

摘表 11　脆弱因子計算模式說明表

因子	總人口		脆弱人口		重要設施		經濟產業		避難場所		淹水狀況掌握	
權重	0.3		0.1		0.2		0.2		0.1		0.1	
分數	>400 人	0.5	>200 人	0.5	無	-	無	-	無	-	無	-
	>1000 人	1	>400 人	1	有	1	有	1	有	1	有	1

脆弱度 = 0.3×[總人口] + 0.1×[脆弱人口] + 0.2×[重要設施] + 0.2×[經濟產業] + 0.1×[避難場所]+ 0.1×[淹水狀況掌握]

低度：脆弱度分數<0.33

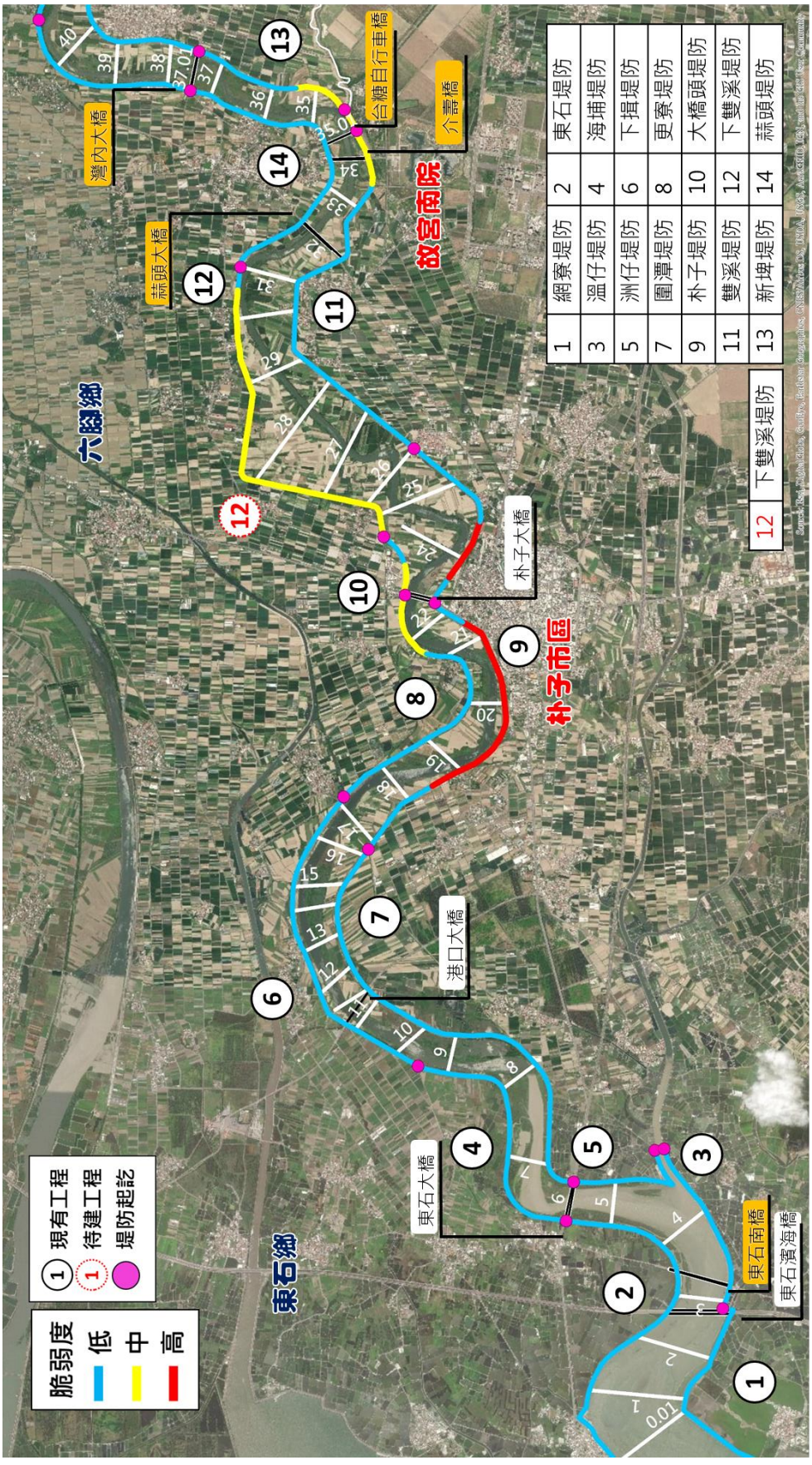
中度：0.33≦脆弱度分數<0.67

高度：0.67≦脆弱度分數

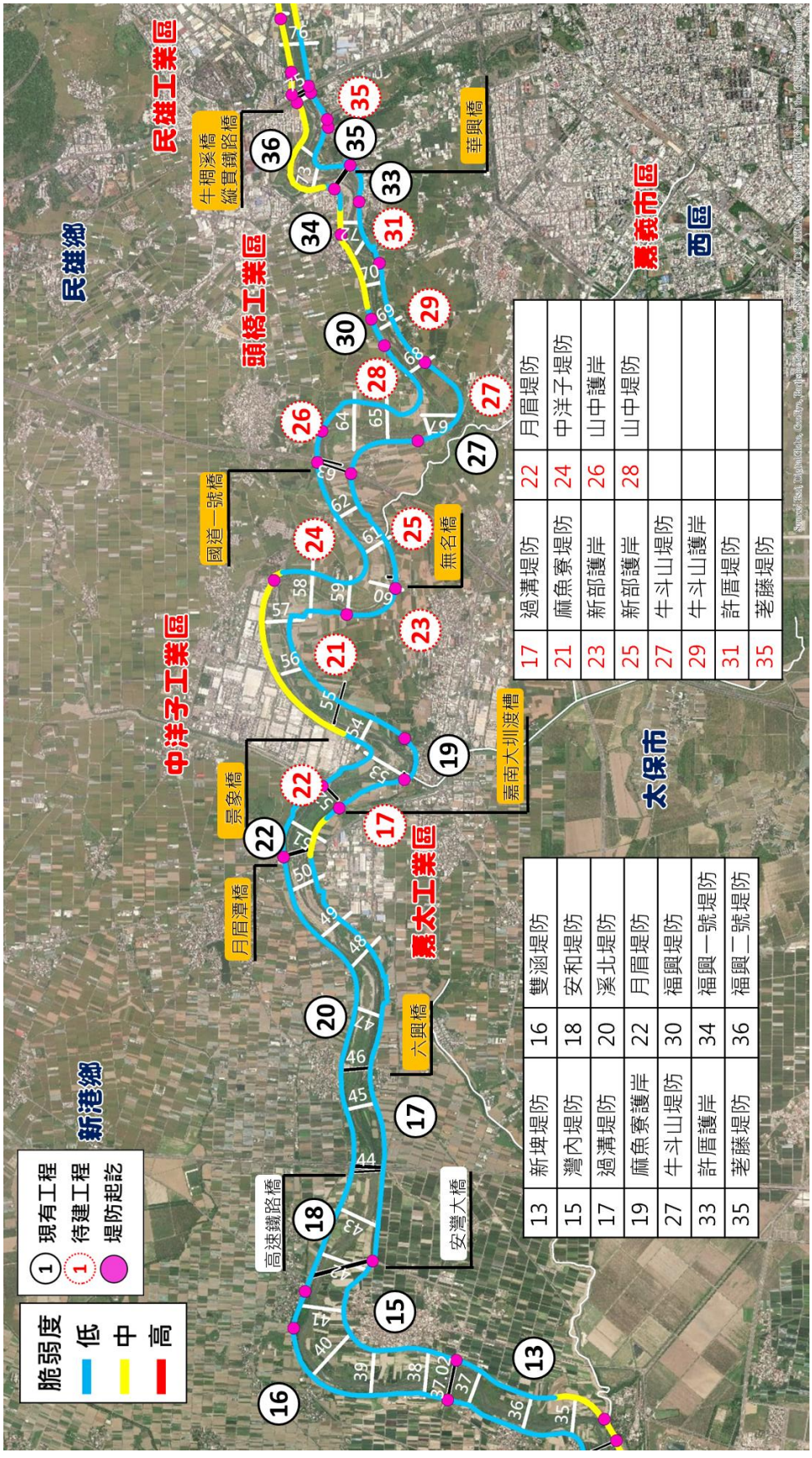
低度脆弱係代表無潰堤潛勢的堤段故無進行潰堤淹水模擬，或經潰堤演算後結果顯示影響範圍層面較小者(如漫淹範圍大多為農田)、中度脆弱代表有淹水潛勢的堤段，經潰堤模擬演算結果顯示周圍地區有受影響，但影響人口/重要產業較少或社區有配合建置避難地點、防災自主訓練等之堤段，高度脆弱係代表影響人口多，且有影響重要產業區，或無較佳避難地點社區之堤段。分析結果如摘圖 10~摘圖 12 所示

朴子溪兩岸脆弱度大部分屬於中等及以下，僅有緊鄰朴子市區之左岸：朴子堤防(19~21、24)脆弱度為高度，脆弱度為中等的堤段分別為右岸：更寮堤防(22、23.1)、下雙溪堤防(24~30)、中洋子工業區(55.1~55、56~57)、斷面 70~72、福興二號堤防(73~75)、民雄堤防(75~77)、斷面 77~78；左岸：斷面 34.1~35、斷面 51、斷面 77~79。

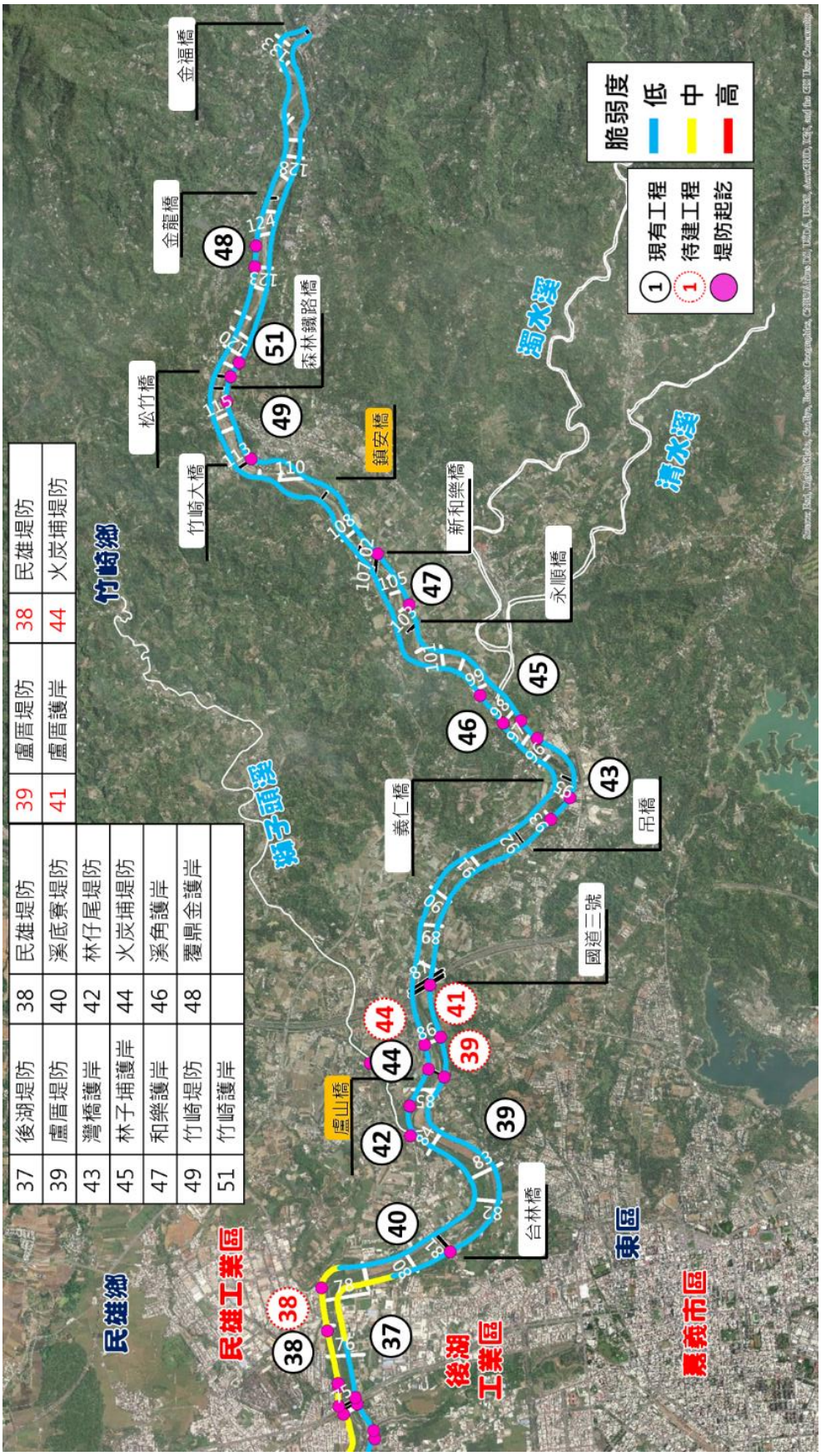
由此可見於社會經濟面向分析上，潰堤淹水範圍若影響與堤邊相鄰之市區聚落、工業區，或受淹水影響人口數較多者，量化模式會判定為脆弱度較高，但若淹水範圍內的村里有配合設置避難場所，且避難場所不受淹水影響，則判斷會降低脆弱度，若曾辦理水患自主防災社區亦同。



摘圖 10　朴子溪脆弱度地圖



摘圖 11　朴子溪脆弱度地圖



摘圖 12　牛稠溪脆弱度地圖

五、風險評量

本計畫先界定朴子溪河段溢淹、沖刷可能性後評估出危險度及脆弱度，並利用風險矩陣概念，將危險度、脆弱度組合為 3╳3 矩陣，提出風險評量總表，綜合評估風險因子間交互作用而產生之風險，並參考「行政院各類災害警戒顏色燈號訂定原則」，原風險由極低至極高分為五級，並依序對應藍、綠、黃、橙與紅等不同顏色之燈號，分別代表極低風險(藍燈)、低度風險(綠燈)、中度風險(黃燈)、高度風險(橙燈)及極高風險(紅燈)，將以五種顏色表示風險程度，以制定風險矩陣及風險地圖，列出依現況風險所擬定之處理方向以及預期處理後之殘餘風險。按上圖風險矩陣，建議工程施作順序為：極高風險 I→高度風險 I→高度風險 II→中度風險 II→中度風險 I→中度風險 III→低度風險 I→低度風險 II→級低風險。

脆弱度	高	中度風險III 明定管理階層的責任範圍	高度風險II 管理階層需督導所屬研提計畫並提供資源	極高風險I 需立即採取行動
	中	低度風險II 以一般步驟處理	中度風險II 明定管理階層的責任範圍	高度風險I 管理階層需督導所屬研提計畫並提供資源
	低	極低風險 以一般步驟處理	低度風險I 以一般步驟處理	中度風險I 明定管理階層的責任範圍
		低	中	高
		危險度		

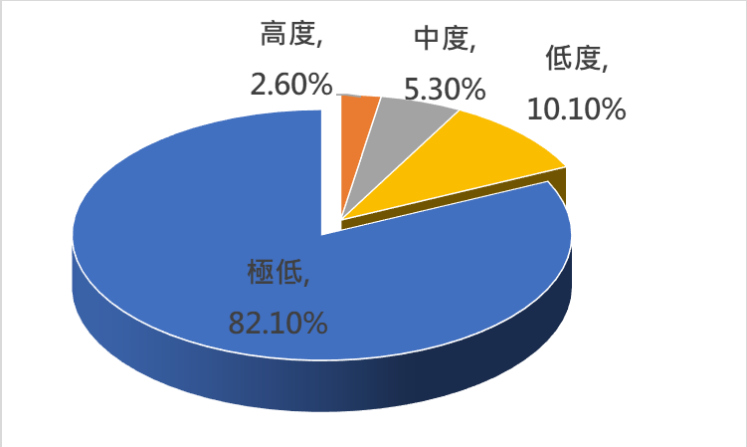
摘圖 13　本計畫洪水風險等級分布矩陣圖

將危險度等級乘上脆弱度等級，即可得風險度等級，本計畫風險度評估分析成果風險地圖如摘圖 15~摘圖 17。造成風險主要原因有都市計畫區及工業區緊鄰堤防、流路直沖、堤高不足等情況。

(一)朴子溪及牛稠溪

依據風險評量結果，朴子溪及牛稠溪兩岸(兩岸總長約 142 公里)計有 0 個河段評估為極高險河段，2 個(共 3.7 公里)河段評估為高風險河段，5 個(共 7.5 公里)河段評估為中度風險河段，22 個(共

14.3 公里)河段評估為低度風險河段，其餘河段評估為極低風險河段，統計各風險等級數量及比例分別如摘圖 14。



摘圖 14　朴子溪、牛稠溪風險等級比例圖

1.中下游段

朴子溪主流中下游主要有建置結構物之高度風險堤段有左岸朴子堤防(19~21、24)，景象橋右岸斷面 55.1~55；中度風險有右岸更寮堤防(22、23.1)、下雙溪堤防(24~30)、斷面 56~57、景象橋左岸斷面 55.1~55；低度風險以左岸斷面 60、60.1、67、70~72、福興二號堤防(73~75)、民雄堤防(75~77)、77~78、96.2，右岸雙溪堤防(34.1~35)、過溝堤防(51)、斷面 53、54、56~57、59、60.1、61、71、後湖堤防(77~79)、盧山橋(85.2~85.1)、92.1~92.2、灣橋護岸(95)、96.2 為主。以下說明：

(1) 更寮堤防(22、23.1)：流路直沖、深槽近岸邊，淹水潛勢範圍內將影響居民避難場所，危險度中等、脆弱度中等、風險中度。

(2) 下雙溪堤防(24~30)：因堤防本體老舊，故堤防本身恐無法長期抵禦洪水的侵襲，有改建加強之必要，危險度中等、脆弱度中等、風險中度。

(3) 朴子堤防(19~21、24)：流路直沖、深槽近岸邊，堤防緊鄰朴子市區，危險度中等、脆弱度高等、風險高度。

(4) 雙溪堤防(34.1~35)：堤防後社區居住人口較少，但緊臨重要文化財產故宮南院，危險度低等、脆弱度高等、風險低度。

(5) 過溝堤防(51)：危險度低，但鄰近後方的嘉太工業區，脆弱度中等、風險低度。

(6) 中洋子工業區段：右岸斷面 55.1~55、56~57，本段現況無保護工程，工業區本身僅有部分廠區有興建新的混凝土圍牆(斷面 54~56，其餘為紅磚牆)，溢淹風險中等，且河道彎曲有直沖危險，本段右岸有中洋子工業區，為重要保護對象，但此區左岸並無主要民生聚落，故淹水範圍內影響人口不多，脆弱度等級為右岸中等、左岸偏低，右岸危險度中~高度(55.1~55 景象橋樑底淹沒)，風險中~高度。

(7) 右岸斷面 70~72：危險度低，但鄰近後方的福興村，脆弱度中等、風險低度。

(8) 福興二號堤防(73~75)：危險度低，但鄰近後方的頭橋工業區，脆弱度中等、風險低度。

(9) 民雄堤防(75~77、77~78)：危險度低，但鄰近後方的民雄工業區，脆弱度中等、風險低度。

(10) 後湖堤防(77~79)：危險度低，但鄰近後方的後湖工業區，脆弱度中等、風險低度。

(11) 盧山橋(85.2~85.1)：現況橋樑樑底淹沒，危險度中，但淹水影響範圍較小，脆弱度低，風險低度。

(12) 其他：有溢淹風險，危險度中等但脆弱度為低者，主要皆因淹水範圍大多屬於農田，對聚落損害有限，如右岸 60~60.1、67，左岸 54、56~57、60.1、71 等，風險低度。位於彎道凹岸有沖刷風險，危險度為中但脆弱度亦為低度者，如左岸 53、59、61、95，風險低度。上游流速較高使危險度為中度者如左岸 92.1~92.2、96.2 等。

朴子溪中下游為重點防災區域，重要產業集中於中下游且皆緊鄰河川，包含有中洋子工業區、頭橋工業區、嘉太工業區等，重要人文資產有故宮南院等皆為重要保護對象。

2.上游

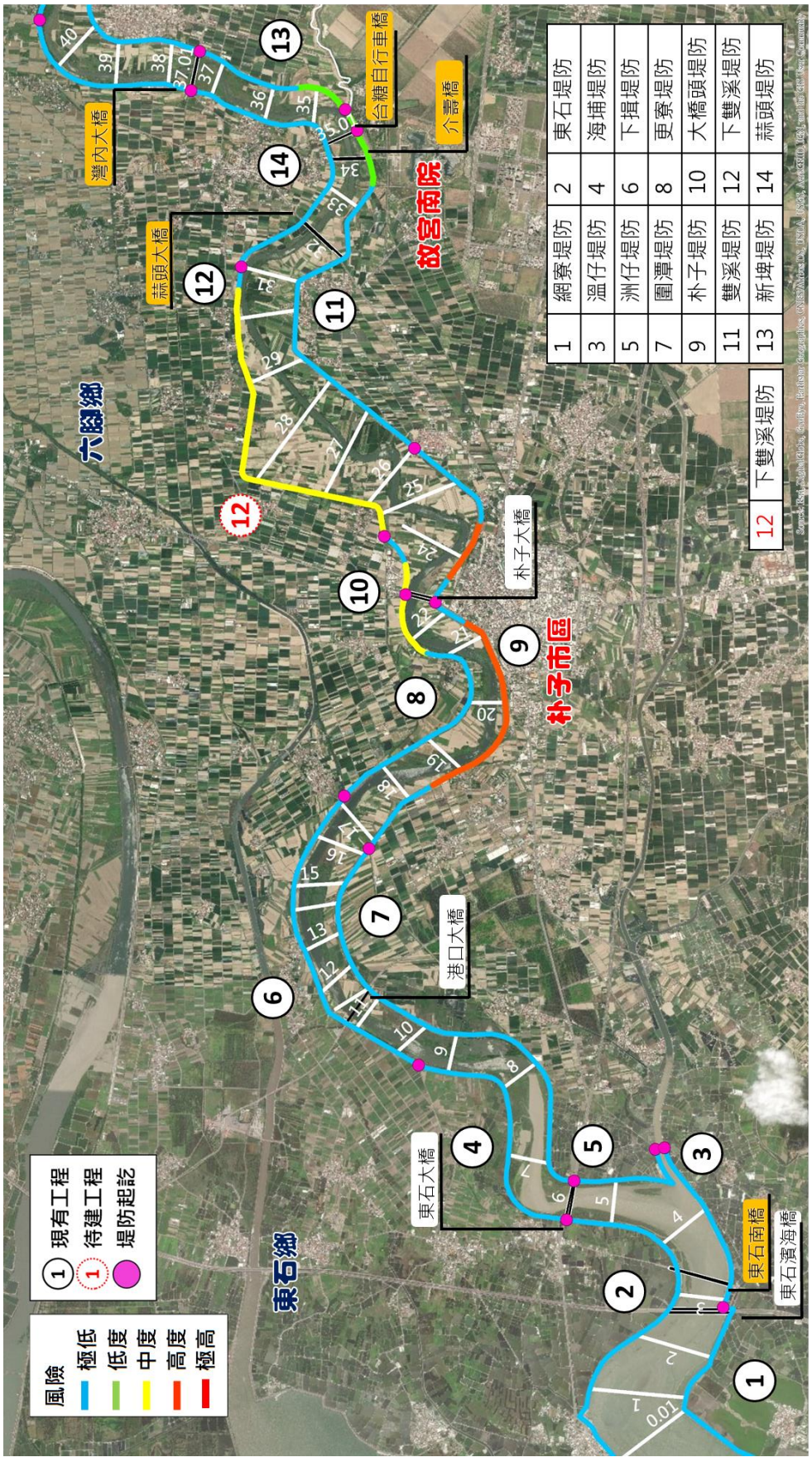
朴子溪主流上游段評估範圍為 42K+573m~62K+555m (斷面 134)，根據風險度地圖，右岸分布情形為極高風險 0 處、高度風險 0 處、中度風險 0 處、低度風險 3 處，其餘為極低風險；左岸分布情形為極高風險 0 處、高度風險 0 處、中度風險 0 處、低度風險 5 處，其餘為極低風險。朴子溪主流上游即牛稠溪主要有建置結構物之低度風險堤段集中於中興圳攔河堰下游左岸。

左岸後湖堤防斷面 77~79，則因有後湖工業區故脆弱度提高為中度，但後湖堤防本身不會溢淹亦無沖刷疑慮，故危險度為低度，整體風險為低。右岸民雄堤防斷面 75~78，亦因堤後有民雄工業區故脆弱度提高為中度，危險度為低度，整體風險為低度等級。盧山橋斷面 85.2~85.1 現況樑底淹沒危險度為中等，兩岸淹水影響人口較少脆弱度低度，故風險低度；以危險度而言，中興攔河堰下游出現中度等級，原因為右岸 92.2、左岸斷面 96.2 皆跌水工影響，流速較高、斷面 95 為彎道段，深槽近岸邊，且流速高，沖刷潛勢高，而左岸緊臨灣橋社區，但淹水影響人口較少，脆弱度低，故風險為低度。

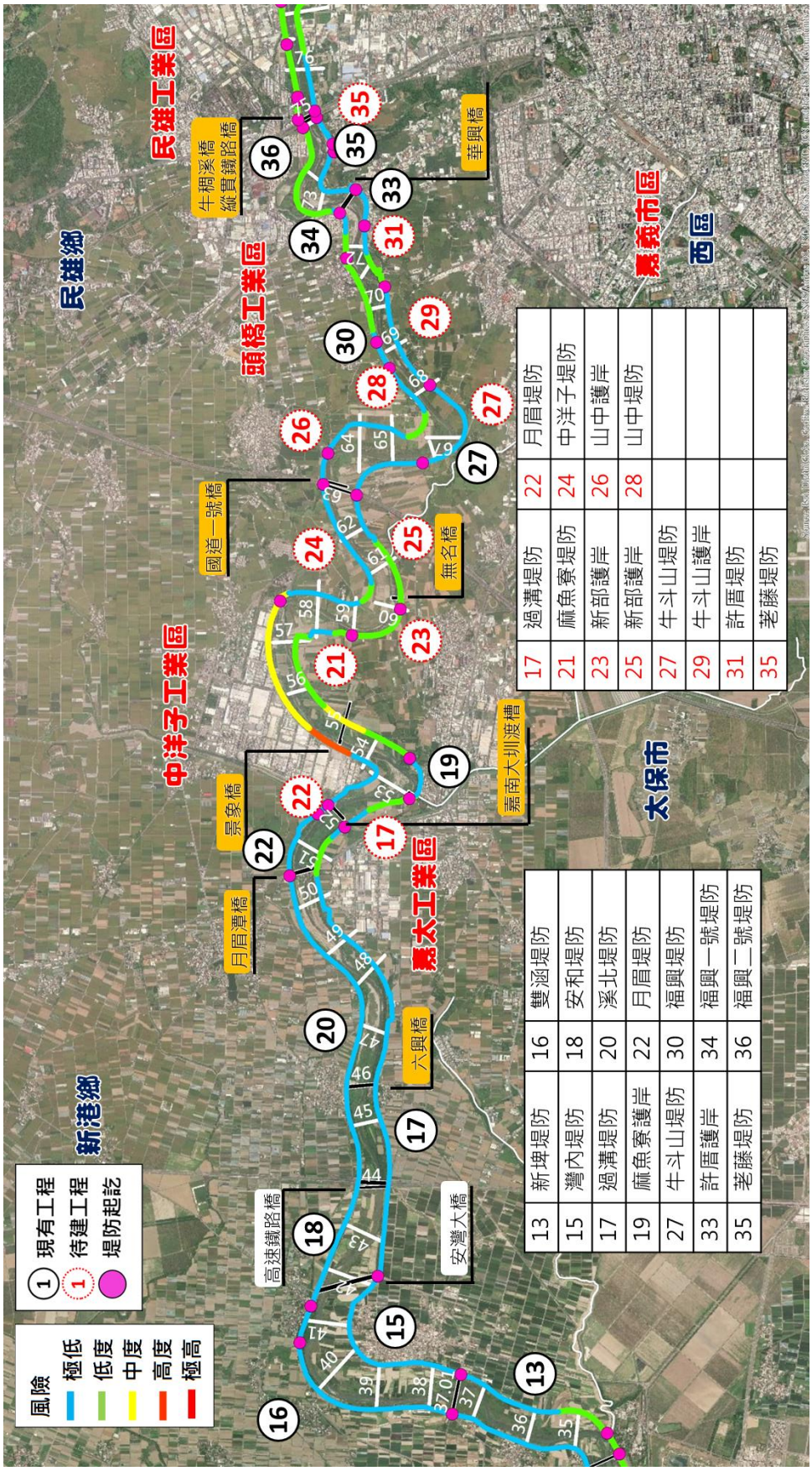
(二)獅子頭溪、濁水溪及清水溪

獅子頭溪、濁水溪及清水溪兩岸(兩岸總長約 51 公里)計有 0 個河段評估為極高險河段，0 個河段評估為高風險河段，19 個(約共 5.5 公里)河段評估為中度風險河段，9 個(約共 1.8 公里)河段評估為低度風險河段，其餘河段評估為極低風險河段。

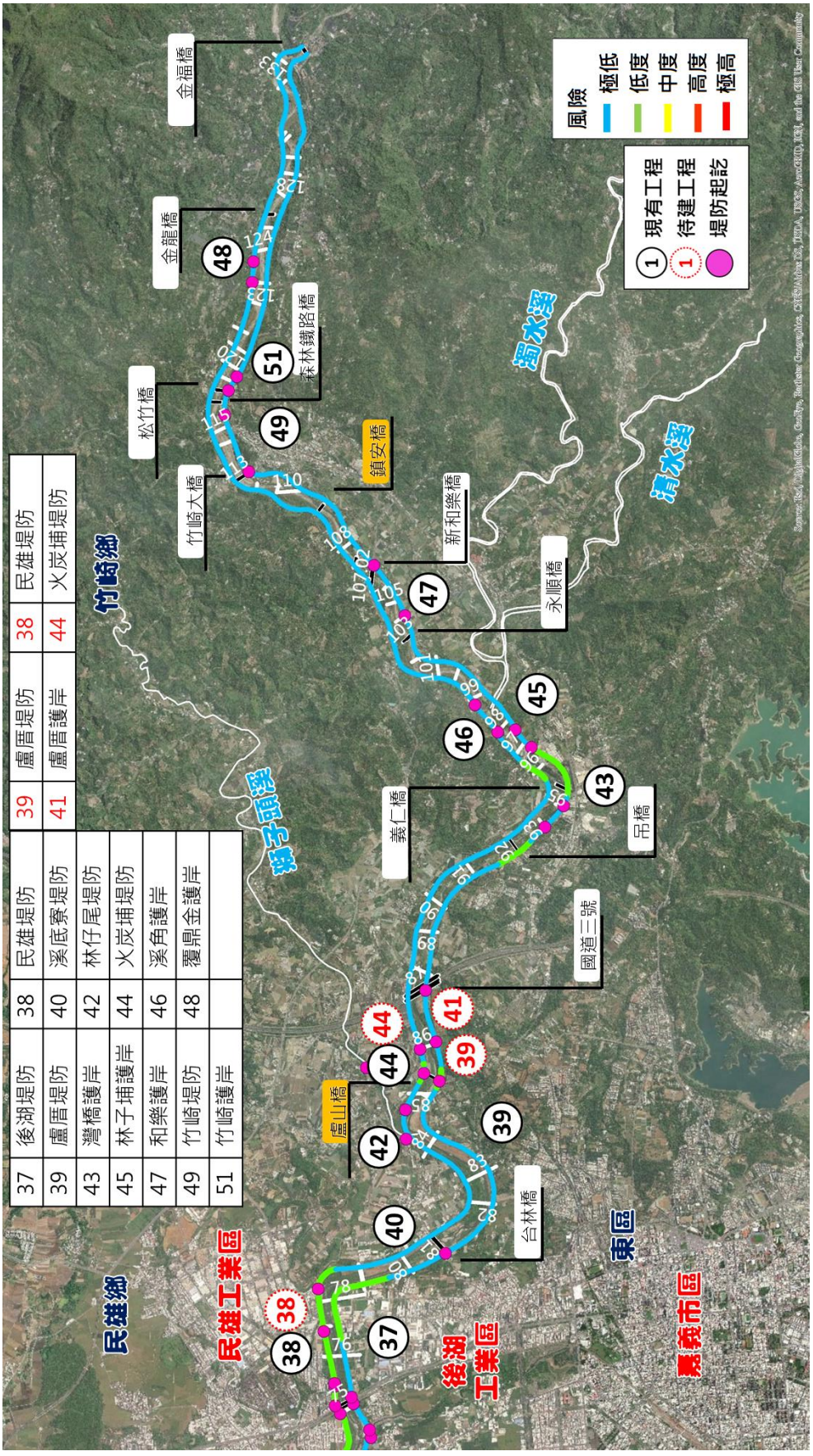
獅子頭溪、濁水溪及清水溪兩岸多以護岸為主，獅子頭溪在與朴子溪主流匯流處才有堤防構造建置(林仔尾堤防、溪仔尾堤防)，濁水溪下游有下溪心堤防，清水溪在上游有菜公店堤防，三條支流中上游過去亦較無嚴重淹水災害，故三條溪危險度都較低。



摘圖 15　朴子溪風險地圖



摘圖 16　朴子溪風險地圖



摘圖 17　牛稠溪風險地圖

摘表 12　朴子溪、牛稠溪風險評量結果表

岸別	斷面	堤防	跨河構造物	危險度	脆弱度	風險	重要保護對象
右岸	22	更寮堤防	-	中	中	中	
	23.1	更寮堤防	朴子溪橋	中	中	中	大橋頭社區
	24~30	下雙溪堤防	-	中	中	中	
	52.1~52	-	嘉南大圳渡槽	低	低	極低	中洋子工業區
	53	-	-	低	低	極低	中洋子工業區
	54	-	-	低	低	極低	中洋子工業區
	55.1~55	-	景象橋	高	中	高	中洋子工業區
	56~57	-	-	中	中	中	中洋子工業區
	60	中洋子堤防(待)	-	中	低	低	
	60.1	中洋子堤防(待)	無名橋	中	低	低	
	67	山中堤防(待)	-	中	低	低	
	70~72	福興護岸(待)	-	低	中	低	福興村
	73~75	福興二號堤防	-	低	中	低	頭橋工業區
	75~77	民雄堤防	-	低	中	低	民雄工業區
	77~78	民雄堤防(待)	-	低	中	低	民雄工業區
	80~81	溪底寮堤防	-	低	低	極低	溪底寮社區
	85.2~85.1	林仔尾堤防	盧山橋	中	低	低	
	92.2	-	-	低	低	極低	
	96.2	-	跌水工	中	低	低	
	103.1	-	永順橋	低	低	極低	
	119	-	-	低	低	極低	
	126	覆鼎金護岸	金龍橋	低	低	極低	
	133.1	-	金福橋	低	低	極低	
左岸	19~21、24	朴子堤防	-	中	高	高	朴子市區
	34.1~35	雙溪堤防	介壽橋	低	中	低	故宮南院
	51	過溝堤防	-	低	中	低	嘉太工業區
	53	過溝堤防(待)	-	中	低	低	
	54	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	麻魚寮社區
	55.1~55	麻魚寮堤防(待)	景象橋	高	低	中	
	56~57	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	
	59	新廍護岸(待)	-	中	低	低	
	60.1	新廍護岸(待)	無名橋	中	低	低	
	61	新廍堤防(待)	-	中	低	低	
	71	許厝堤防(待)	-	中	低	低	
	77~79	後湖堤防	-	低	中	低	後湖工業區
	85.2~85.1	盧厝堤防	盧山橋	中	低	低	
	92.1~92.2	-	-	中	低	低	
	95	灣橋護岸	義仁橋	中	低	低	灣橋社區&醫院
	96.2	-	跌水工	中	低	低	灣橋社區&醫院
	127	-	-	低	低	極低	
	129	-	-	低	低	極低	
	133.1	-	金福橋	低	低	極低	

六、風險處理

本計畫將依據朴子溪水系現階段不同堤段風險等級之高低，擬定處理對策之優先順序與分年分期計畫，分期原則將以朴子溪水系經本次風險分析，屬中高風險堤段且可先行辦理之措施列為短期(1~2 年內)優先推動，其中又以風險等級較高堤段優先，風險等級相同者則以危險度較高者優先；其餘措施列為中長期(2 年以上)，可視短期策略成效配合經費籌措接續推動。

短期措施一般為常態性之河道整理，可透過河道整理、灘地培厚、調整流路，配合加強基礎保護與構造物檢測增加堤防穩定性，降低設施基礎毀損機率，惟短期對策尚無法改變整體河段特性，若遭逢較高重現期洪水事件，高於河道建槽之流量，斜向流洪水沖刷力與土砂衝擊仍將增加整體水系風險，故建議中長期應設置丁壩挑流、河道疏濬、配合用地範圍線劃設放寬河道等方式，平衡河床沖淤與穩定流路。此外，建議以設置河堤安全監測與強化緊急應變計畫為降低風險、短時間復原之主要手段。

整體而言，朴子溪之風險堤段之風險處理對策完成後，其殘餘風險燈號均降至低風險或極低風險(殘餘風險之定義係指在完成風險處理對策後依然存在的風險，乃是可接受風險與未識別風險之總和)。

建議應定期觀察歷年流路與灘地變化，配合滾動式檢討風險評估成果，視需求辦理，有效降低危險因子。

摘表 13　朴子溪水系風險處理對策一覽表(1/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
右岸： 更寮堤防 (斷面 22~23.1)	中	✚斷面 22~23.1 右岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度沖刷可能性 ✚堤內為六腳鄉更寮村田寮社區，中脆弱度	累距 12K+295~13K+074 堤段： 1.河道整理(短期) 2.堤防基礎加強保護(中長期) 3.丁壩挑流掛淤(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置河堤安全監測系統 3.強化洪災緊急應變計畫 4.設置警戒系統	低	
左岸： 朴子堤防 (斷面 19~21、24)	高	✚斷面 19、21、24 左岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度沖刷可能性 ✚斷面 21、24 堤內為朴子市區，高脆弱度	累距 10K+714~11K+260、累距 11K+570~12K+100 及累距 13K+797~14K+100 等堤段： 1.河道整理(短期) 2.堤防基礎加強保護(中長期) 3.丁壩挑流掛淤(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置河堤安全監測系統 3.強化洪災緊急應變計畫 4.設置警戒系統	低	
右岸： 下雙溪堤防 (斷面 24~30)	中	✚既有防水堤本身老舊，狀況不佳，過往災修頻率較高，納莉及桃芝颱風過後均有損壞情形，導致堤內六腳鄉正義村淹水 ✚斷面 26 處高灘地易遭沖刷流失	1.累距 13K+540~17K+360 堤段，依治理計畫新建下雙溪堤防(中長期) 2.累距 14K+217~15K+249 堤段，堤防基礎加強保護(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化洪災緊急應變計畫 3.設置警戒系統設置 4.河堤安全監測系統	低	

摘表 13 朴子溪水系風險處理對策一覽表(2/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
右岸：景象橋(斷面55.1~55)	高	景象橋梁底淹沒	1.景象橋改建或拆除(中長期)	-	低	
右岸：中洋子工業區(護岸、擋牆)(斷面56~57)	中	現況中洋子工業區周圍係以事業圍牆(圍堤)保護，但斷面56~57處仍為舊式圍牆，100年重現期平均洪水位高於岸高，中度溢淹可能	1.中洋子工業區累距 33K+400 ~ 33K+900 堤段設置防洪設施保護(短期) 2.河道整理(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化緊急應變計畫 3.設置警戒系統 4.設置河堤安全監測系統	低	
右岸：無名橋(斷面60、60.1、67)	低	斷面60、60.1、67之100年重現期洪水位高於岸高，中度溢淹可能性 河道長期呈淤積型態	1.依治理計畫放寬河道、右岸新建中洋子堤防(累距34K+200 ~ 36K+700)、山中護岸(累距36K+750~37K +150)及山中堤防(累距37K+150~38K+950)(中長期) 2.河道整理、河道定期清淤(短期) 3.無名橋改建(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化緊急應變計畫 3.設置警戒系統 4.用地範圍線適度放寬劃設洪氾區	極低	
左岸：(斷面53、54)	低	斷面53左岸位處河道凹岸，中度沖刷可能 斷面54之100年重現期洪水位高於岸高，中度溢淹可能性	1.左岸新建過溝堤防(累距30K+300~31K+000)、麻魚寮堤防(累距31K+300~34K+360)(中長期) 2.累距 30K+900~31K+500 河道整理(短期)、加強堤防基腳保護、丁壩挑流掛淤(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置警戒系統 3.設置河堤安全監測系統	極低	
左岸：景象橋(斷面55.1~55)	中	景象橋梁底淹沒	1.景象橋改建或拆除(中長期)	-	低	
左岸：無名橋(斷面56~57、59、60.1、61)	低	斷面56~57及60.1之100年重現期洪水位高於岸高，中度溢淹可能性 斷面59~61左岸位處河道凹岸，中度沖刷可能 河道長期呈淤積型態	1.依治理計畫放寬河道、左岸新建麻魚寮堤防(累距31K+300~34K+360)、新廊護岸(累距 34K+360 ~35K+100)及新廊堤防(累距 35K+100~36K+580)(中長期) 2.河道整理、河道定期清淤(中長期) 3.無名橋改建(中長期)	1.設置警戒系統 2.強化緊急應變計畫 3.用地範圍線適度放寬劃設洪氾區	極低	

摘表 13 朴子溪水系風險處理對策一覽表(3/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
右岸： 斷面 70~72、73-75、75-77、77-78 左岸： 斷面 71	低	福興護岸、民雄堤防部分堤段及許厝堤防尚未興建，後方分別有福興社區、民雄工業區等保護標的 斷面 70-72、73-75、76-78 堤段之河道長期呈淤積型態 斷面 71 左岸 100 年重現期洪水位高於岸高，溢淹可能性高 鐵路橋及牛稠溪橋出水高不足	1.配合治理計畫右岸新建福興護岸(累距 39K+630~40K+630)、民雄堤防(累距 43K+450~43K+980)及左岸許厝堤防(累距 40K+250~40K+860)，並拆除新建苎藤堤防(苎藤堤防拆除並依公告治理計畫堤線辦理整建)(中長期) 2.改建鐵路橋及牛稠溪橋 3.河道整理(短期) 4.河道定期清淤(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化洪災緊急應變計畫 3.設置警戒系統	極低	
右岸： 溪底寮堤防 (斷面 80~81)	極低	溪底寮堤防老舊、狀況不佳 斷面 80~81 深槽流路逼近右岸，灘地寬度不足，沖刷風險較高 右岸為溪底寮社區，中度脆弱度	1.累距 44K+800~45K+150 加強堤防坡面、基礎保護(中長期) 2.河道整理(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置警戒系統 3.設置河堤安全監測系統	極低	
左右岸： 盧山橋 (斷面 85.2~85.1)	低	盧山橋梁底淹沒	1.盧山橋改建(中長期)	-	極低	

摘表 13 朴子溪水系風險處理對策一覽表(4/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
左岸：灣橋護岸(斷面92~95) 兩岸：(斷面 96.2)	低	此河段斷面92~96.2位於中興圳攔河堰下游，現河道雖有固床工，高低落差大導致流速達7~16m/s，水流沖刷力強，對防洪設施與橋梁形成威脅 左岸斷面 93~95 位處河道凹岸，深槽逼近灣橋護岸基腳，灘地寬度不足，屬中度沖刷可能	1.攔河堰下游設置消能設施(中長期) 2.堰上游粗粒料回歸河道(中長期) 3.累距 54K+950～55K+150 堤防基礎保護，河道整理(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.橋梁橋墩與固床工相關水利建造物定期檢查 3.設置河堤安全監測系統	極低	

Abstract

In the past, the examination of hydraulic structure safety is mostly done from site perspective. However, such approach cannot comprehensively investigate potential risks within watershed scope. This project applies the concept of risk management to assess PuZi watershed for understanding the potential risk and corresponding causes . The available resources for risk prevention are also considered to formulate feasible policies and plans preventing disasters.

According to “Meeting of Evaluating and Assessing Risk in Watershed” by Water Resources Agency, Taiwan, hosted in 20th Jun 2018, the risk management should include risk identification (identifying risk factors and vulnerability factors), risk analysis, risk assessment defining risk location and causes, setting up priorities according to risk levels, then to list feasible policies for risk treating.

PuZi river and NiuChou river watersheds cover75.67 kilometers. The main reach is divided by No. 1 Provincial Road Bridge into upstream and downstream, which is named NiuChou river and PuZi river, respectively. The watershed elevation inclined along west-east direction. PuZi and NiuChou’s average slope is of 0.012%~3.964% in its main reach whose elevation is between EL.5 and 1,500m. The 426.6-km^2-PuZi-watershed is composed of some branches such as QingShui, ZhuoShui, and ShiZiTou rivers. The drainage on highland of this watershed relies on gravitational force because of its significant elevation variations, where used to adopt detention basin and drainage system remediations. On middle-to-lower land, the pumping stations are requiredto improve drainage ability since some regions are with much lower elevation. Furthermore, this project also assessed some important risk conditions including bank eruption, overtopping, flooding induced by streamflow to formulate policy making for flood prevention. On the other hand, this work also assessed flooding risk and systematically studied the flood prevention policies by understanding disaster causesin high risk river sections and the risk of variations in meandering channel. The results will be inspected regularly as the reference for follow-up projects and to achieve disaster mitigation.

The goal of this project is to develop risk maps in each sections in PuZi watershed, and find strategies and solutions for risk prevention, according to different risk level. The low elevation of middle and down reach of the watershed lead to poor drainage capacity, hence the high-and-low diversion is suggested to be developed. Consider Runoff Distribution region due to National Spatial Planning, the water storage space increases. Flooding area and elevation can be considered with flood insurance to

decrease the disaster damage for densely populated settlements. Moreover, PuZi river's middle reach is meandering, and its thalweg is stable and obvious. To prevent loss of riverbank, the levee surface and foundation structures ought to be protected near the concave banks or levee that flows directly attack on. Furthermore, levee impacted by flows in meandering sections need groin works to divert water to the center of channel and to establish channel bank through channel arrangement. Focus on flood prevention, improving the exist structures and regularly monitoring channel bed evolution are necessary. Dredging is also an important strategy. It helps channel maintenance. In addition, opening channel spaces except the vulnerable regions and densely populated villages increase flood capacity and space for trapped sediment and decrease flooding risk. The sloping and flood prevention structure in the upper reach should be properly improved because of highly flow velocity and massive sediment, which can be further controlled and conserved to decrease among in down reach. Finally, enforcing warning systems and emergency planning for those who are closed to the levee are also in need. The monitoring system for the bank safety and community-based approach for high potential risk villages can be established.

Keyword：***Puzih River System, Risk Assessment, Risk Map.***

結論與建議

一、結論

(一) 朴子溪已建堤防河段大部份河道約可達 100 年重現期距之保護標準，而部分未設置防洪構造物河段，如斷面 53~59、61~62、68 兩岸、斷面 60~60.1 及 64~67 右岸、斷面 71 左岸地勢平緩，易受洪水影響漫淹；而斷面 86、100 左岸及斷面 104、110 右岸及斷面 112 兩岸為上游山區，未布設堤防，但因山區地形，洪水漫溢兩岸高灘地，對鄰近聚落影響不大。

(二) 由防洪能力分析結果顯示，朴子溪因下游坡緩且河道彎曲，兩岸有數處受水流直沖，惟朴子溪斷面屬於水流集中深槽，深槽較深河寬較窄的型態，故以受堤線約束之河道左右擺盪程度小，不會有較大之變遷情形發生，故防洪安全重點工作在維護直沖段堤防與護岸之安全，避免湍急水流破壞構造物後引發河岸退縮。

(三) 比較溢淹與沖刷可能性之分布，主要潛在危險堤段多集中於中下游(盧山橋以下)，有部分堤防護岸其溢淹與沖刷可能性同時達到中等以上，顯示該河段於颱洪時期需同時面對溢淹與沖刷之威脅，溢淹可能性除了盧山橋、景象橋、無名橋橋梁樑底淹沒，多為保護標準不足所致，其餘沖刷可能性高的河段多為彎道段。

(四) 朴子溪河道高灘地多做為農田使用，影響河道深槽並非自然的蜿延擺動，加上河道中樹林繁茂，部分灘地陸地化，且早期規劃時期更有縮減河寬之情形，導致通洪不足，建議河道必需定期整理及疏伐，避免湍急水流破壞構造物後引發河岸退縮。

(五) 因為都市計畫區及工業區緊鄰堤防、流路直沖、堤高不足等情況。本計畫已將各風險河段之風險等級、風險因子等資訊彙整成風險總表，並將風險等級達到中度以上之河段，列為優先進行風險處理之河段，針對各河段之風險因子擬定對應之工程措施、非工程措施之因應對策，以降低各河段之風險。

(六) 朴子溪水系高風險河段位於朴子堤防(斷面 19~21、24)及中洋子工業區旁景象橋(斷面 55.1~55)，朴子堤防產生高風險主因為河川主流逼近岸邊，灘地寬度不足，且緊鄰朴子市區影響人口多脆弱度高，加強河道整理、堤防基礎保護、丁壩挑流掛淤及定期檢查防洪設施皆為優先處理措施；而景象橋現況樑底淹沒，影響中洋子工業區之安全，且工業區現況無堤防保護，故橋梁改建或拆除及工業園區舊式圍牆改建、加強鄰近工業區河道之導流工設置與維護，為建議優先處理之措施。

(七) 朴子溪管理與對策方面，本計畫已擬定相關改善措施，管理與對策建議落實相關改善對策後，持續觀察河相再滾動式研擬防治計畫。

二、建議

(一) 因朴子溪流域於牛稠溪橋以上未設有即時監測站，依據溢淹風險評估與現地特性，以及脆弱度因子之淹水掌握能力，建議牛稠溪橋以上可增設即時水位站，建議於盧山橋及義仁橋等二處施作。

(二) 水利建造物可能遭遇之安全問題（洪災），辨識造成影響之危險因子如基礎淘刷、堤防老舊、灘地保護不足、河床沖淤、氣

候變遷、堤後重要保全對象等因子，建議後續於間隔 5~10 年辦理構造物安全評估檢查工作，以利河防安全。

(三) 本計畫評估災害潛勢高發展區，多為無人居住之農田，為民國 87 年前規劃建議降低本河段產業及人口密度之功。之後應配合現有不同之尺度的國土規劃法規，提出相對應之土地管理作為，以落實適災、與災害共存的土地管理思維。其主要措施包含避免災害潛勢區開發、增加都市滯洪空間等。

(四) 經檢討淹水潛勢社區仍有部分未辦理過自主防災訓練，現今避災防災的行動作為已非由業務單位全面負擔，居民的自主意識養成與訓練，將有助於相關權責單位在災害當下的管理與救助，方可真正提高避災的可行性，故要做充分的民眾溝通，使民眾對政府的政策及行動獲知正確充分之訊息，並獲得民眾回饋得以有效改善避難相關配置以符合實際可行，並加強辦理民眾防災訓練與建置更完善的預警通報系統。

(五) 朴子溪之兩岸沖淤穩定管理外，部分堤後之保全對象具有高度關鍵性或價值，且由於歷史災害多由區排處就開始溢淹而出，屬於內水問題，且區排多通過人口密集處，建議後續應個別檢討區排通洪能力及風險評估。

(六) 朴子溪下游坡緩於陡緩坡交界易形成淤積，故上游集水區應加強水土保持，減少入砂量，且主要三支流獅子頭溪、清水溪、濁水溪與本流牛稠溪上游均屬峽谷河段，盡量保持原地形地貌不加擾動，以稽延下游提段洪峰到達時間，而利用兩岸排水，減少堤後積淹水。

(七) 本計畫建議之分年分期計畫如下表所示：

結表 1　朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(1/3)

局別	流域	位置(斷面)	堤防名稱	風險度(燈號)	風險概要說明(原因)	改善對策							
						短期目標 (109 年~111 年)				中長期目標 (112 年~)			
						策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)	策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)
五	朴子溪	右斷面 22~23.1	更寮堤防	中度風險	1.斷面 22~23.1 右岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度潰堤潛勢。 2.堤內為六腳鄉更寮村田寮社區，一旦潰堤淹水範圍約達 200 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	6,500	1.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降持低潰堤潛勢。 2.藉由河道整理營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度。 3.溢淹範圍廣大，且集中於更寮村，應接續強化應變與預警能力以即早應變避難。	中度風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	3,500	1.持續灘地管理作業。 2.藉由建構堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化堤防安全保護 4.風險可由中度降為低度。	低度風險
										1.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	4,000		
						降低潰堤潛勢(斷面 22~23.1 河道整理)	2,800			降低潰堤潛勢(斷面 22~23.設置基礎保護工及挑流丁壩)	62,500		
五	朴子溪	左斷面 19、21、24	朴子堤防	高度風險	1.斷面 19、21、24 左岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度潰堤潛勢。 2.斷面 21、24 堤內為朴子市區，一旦潰堤淹水範圍約達 650 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	11,500	1.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降低潰堤潛勢。 2.藉由河道整理與灘地培厚等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度。 3.溢淹範圍廣大，且集中於朴子市，應接續強化應變與預警能力以即早應變避難。	中度風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-	1.持續灘地管理作業。 2.藉由建構堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化堤防安全保護 4.風險可由中度降為低度。	低度風險
										1.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
						降低潰堤潛勢(斷面 19、21、24 河道整理)	5,000			降低破堤潛勢(1.斷面 19、21、24.設置基礎保護工及挑流丁壩)	110,500		
五	朴子溪	右斷面 24~30	下雙溪堤防	中度風險	1.既有防水堤本身老舊，狀況不佳，過往災修頻率較高，尤其斷面 25~27 屬直沖段，中度潰堤潛勢，納莉及桃芝颱風過後均有損壞情形，導致堤內六腳鄉正義村淹水斷面，過往為明星淹水災區。 2.斷面 23~27 堤內為六腳鄉正義村及大橋頭社區，一旦潰堤淹水範圍約達 396 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	8,500	1.藉由堤防基礎加強保護、堤防安全檢測、高灘地持續維護管理以降低潰堤潛勢。 2.溢淹範圍廣大，且後方正義村為明星災區，應接續強化應變與預警能力以即早應變避難。	中度風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-	1.持續灘地管理作業。 2.新建堤防並配合堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化堤防安全保護 4.風險可由中度降為低度。	低度風險
										1.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
						降低潰堤潛勢(累距 14K+217~15K+249 堤防基礎加強保護)	19,000			降低破堤及溢淹潛勢，累距 13K+540~17K+360 堤段，依治理計畫新建下雙溪堤防	86,000		

結表 1 朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(2/3)

局別	流域	位置(斷面)	堤防名稱	風險度(燈號)	風險概要說明(原因)	改善對策							
						短期目標 (109 年~111 年)				中長期目標 (112 年~)			
						策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)	策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)
五	朴子溪	右斷面 55.1~55 左斷面 55.1~55	-	高度風險 中度風險	1.景象橋(為過水路橋)梁底淹沒阻水，加高上游溢淹潛勢	-	-	-	高度風險 中度風險	景象橋改建或拆除維持河道防洪能力	60,000	1.完成景象橋改建可維持河道通洪能力。	低度風險
五	朴子溪	右斷面 56~57	中洋子工業區護岸、擋牆	中度風險	1.現況中洋子工業區周圍係以事業圍牆(圍堤)保護，但斷面 56~57 處仍為舊式圍牆，100 年重現期平均洪水位高於岸高，中度溢淹可能 2.景象橋梁底淹沒，阻水加高上游溢淹潛勢 3.堤前灘地小，水流直接沖擊堤腳，一旦潰堤淹水範圍約達 115 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(水利構造物檢測及修補)	-	1.南亞塑膠公司應盡速完成擋牆改建，並提送維護及管理計畫送河川管理機關審查核定許可及據以執行。 2.藉由河道整理與灘地培厚等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度，並調整流路改善水流沖擊問題。 3.潰堤潛勢降為低度，但因自然條件不佳且保護標的重要，應設置監測系統以強化應變能力。	低度風險	增加應變能力(建議南亞塑膠公司設置河堤安全監測系統及強化緊急應變計畫)	-	1.短期措施完成後已將潰堤潛勢降為低度，並持續灘地管理作業。 2.藉由建構堤防安全監測系統掌握堤防搶險時機。 3.強化堤防安全保護	低度風險
						降低潰堤及溢淹潛勢，累距 33K+400~33K+900 堤段，改建現有擋牆	42,000						
						降低潰堤潛勢(斷面 56~57 河道整理並培厚堤前灘地)	1,800			增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
五	朴子溪	右斷面 60、60.1、67	-	低度風險	1.中度溢淹潛勢。 2.一旦潰堤淹水範圍達 100 公頃，但多為農田屬低脆弱度。	-	-	目前風險等級為低，惟溢淹危險度仍為中度，建議定期觀察	低度風險	1.降低溢淹潛勢，依治理計畫新建中洋子堤防(累距 34K+200~36K+750)、山中護岸(累距 36K+750~37K+150)及山中堤防(累距 37K+150~38K+950) 2.河道整理、河道定期清淤 3.強化預警作業	394,000	1.持續用地範圍線範圍內管理作業。 2.藉由新建堤防降低溢淹危險度。 3.強化水情預報，掌握避災時機。 4.預期可由低度風險降為極低風險。	極低風險
五	朴子溪	左斷面 53、54、56~57、59、60.1、60)	-	低度風險	1.斷面 54、56~57、60.1 為中度溢淹潛勢。 2.一旦潰堤淹水範圍達 275 公頃，但多為農田屬低脆弱度。 3.斷面 53、59~61 位處河道凹岸，中度沖刷可能	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	5,000	1.目前風險等級為低，惟溢淹危險度仍為中度，建議定期觀察 2.麻魚寮護岸藉由河道整理與灘地培厚等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度。 3.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降低潰堤潛勢。	低度風險	1.降低溢淹潛勢，依治理計畫新建過溝堤防(累距 30K+300~31K+000)、麻魚寮堤防(累距 31K+300~34K+360)、新廊護岸(累距 34K+360~35K+100)及新廊堤防(累距 35K+100~36K+580) 2.河道整理、河道定期清淤	496,000	1.持續用地範圍線範圍內管理作業。 2.新建堤防並配合堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化水情預報，掌握避災時機。 4.預期可由低度風險降為極低風險。 5.完成無名橋改建可維持河道通洪能力。	極低風險
						-	-			無名橋改建維持河道防洪能力	57,000		
						降低潰堤潛勢(斷面 53~54 河道整理並培厚堤前灘地)	2,500			1.累距 30K+900~31K+500 加強堤防基腳保護、丁壩挑流掛淤 2.增加應變能力(麻魚寮護岸設置河堤安全監測系統)及強化預警作業	48,000		

結表 1 朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(3/3)

局別	流域	位置(斷面)	堤防名稱	風險度(燈號)	風險概要說明(原因)	改善對策							
						短期目標 (109 年~111 年)				中長期目標 (112 年~)			
						策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)	策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)
五	朴子溪	右斷面 70~72、73~75、75~77、77~78	-	低度風險	1.福興護岸、民雄堤防部分堤段及許厝堤防尚未興建，後方分別有福興社區、民雄工業區等保護標的，屬中脆弱度 2.斷面 70-72、73-75、76-78 堤段之河道長期呈淤積型態 3.鐵路橋及牛稠溪橋出水高不足	降低溢淹潛勢(斷面 70-72、74-74.2、76-78 堤段河道疏濬)	7,700	目前風險等級為低，惟脆弱度仍為中度，建議配合疏濬，定期觀察	低度風險	降低溢淹潛勢，依治理計畫新建福興護岸(累距 39K+630~40K+630)、民雄堤防(累距 43K+450~43K+980)及左岸許厝堤防(累距 40K+250~40K+860)	136,000	1.持續用地範圍線範圍內管理作業。 2.新建堤防並配合堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化水情預報，掌握避災時機。 4.完成鐵路橋及牛稠溪橋改建可維持河道通洪能力。 5.預期可由低度風險降為極低風險。	極低風險
										增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-		
										鐵路橋與牛稠溪橋改建維持河道防洪能力	-		
五	朴子溪	右斷面 80~81	溪底寮堤防	極低風險	1.右岸為溪底寮社區，中度脆弱度 2.斷面 80~81 深槽流路逼近右岸，灘地寬度不足，沖刷風險較高 3.溪底寮堤防老舊、狀況不佳，潰堤淹水面積達 45 公頃	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	2,900	目前風險等級為低，惟潰堤危險度仍為中度，建議定期觀察	極低風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-	1.藉堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 2.強化水情預報，掌握避災時機。 3.配合強化堤身坡面工及基礎保護工程後，預期可由低度風險降為極低風險。	極低風險
										增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
						降低潰堤潛勢 (累距 44K+800~45K+150 河道整理)	1,300			1.降低潰堤潛勢(累距 44K+800~45K+150 設置基礎保護工及強化坡面工保護) 2.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	28,000		
五	朴子溪	左右斷面 85.2~85.1	-	低度風險	1.盧山橋梁底淹沒	-	-	-	低度風險	盧山橋改建維持河道防洪能力	86,000	1.完成盧山橋改建可維持河道通洪能力。	極低風險
五	朴子溪	左斷面 92~96.2	灣橋護岸	低度風險	1.此河段斷面 92~96.2 位於中興圳攔河堰下游，現河道雖有固床工，高低落差大導致流速達 7~16m/s，水流沖刷力強，對防洪設施與橋梁形成威脅 2.左岸斷面 93~95 位處河道凹岸，深槽逼近灣橋護岸基腳，灘地寬度不足，加上高流速，屬中度沖刷可能	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	1,700	1.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降持低潰堤潛勢。 2.藉由河道整理、強化基礎等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度，降低潰堤風險。 3.中興圳攔河堰為潛在影響護岸安全因素。	低度風險	加強維護管理工作(建議嘉義縣政府定期檢視義仁橋橋基與下游固床工)	-	1.藉由建構堤防安全監測系統、固床工及橋梁等定期監測檢查與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機。 2.後續應持續評估中興圳攔河堰對本段流況之影響	極低風險

第一章 前言

1.1 計畫緣起及目的

鑒於以往水利建造物檢查僅單點式針對構造物本身是否受損，預防因建造物損壞所造成的災害，無法全面性的檢視潛在危險，加以防範避免災害的發生。因此導入風險管理之觀念，猶如全流域健檢，藉由流域水系之風險評估，以了解高風險河段之致災原因，並考量環境可用資源，擬定可行的對策及計畫，依計畫分年分期執行，並隨時檢討執行的成果作為後續精進的參考，以達減低災害發生的目標。

堤防與護岸為防洪安全之最重要防線，而水利建造物檢查則為維繫堤防護岸安全之重要措施，惟對流域整體防洪課題而言，現行檢查措施僅係單點式針對建造物本身是否已受損進行相關檢查工作，再採行建造物補強與修復措施，以預防建造物損壞所造成之洪水災害，並無法全面性檢視流域內潛在可能引發洪水災害之風險來源，以進而了解觸發防洪構造物喪失功能之結構性因素或未築堤河段所面臨之潛在洪水問題等。有鑑於此，流域整體防洪宜導入風險管理之思維，依據流域特性進行洪水風險評估，以釐清各河段所面臨之風險程度及背後之風險來源，並擬定可行之因應策略。

依據經濟部水利署民國 107 年 6 月 20 召開「研商河川水系風險險評估相關事宜」會議決議，風險評估架構首先需辦理風險辨識評估，辨識危險因子、脆弱因子，接著辦理風險分析全面檢視並考量氣候邊遷下影響，針對分析結果進行風險評量界定風險高之區域及風險主因、依風險基準比較設定優先順序。最後列出可行風險對策進行風險處理。

朴子溪及牛稠溪全長達 75.67 公里，朴子溪本流以台一線橋為界點，上游稱牛稠溪，下游為朴子溪，流域地勢由東向西傾斜，朴子溪(含牛稠溪)主流河道平均坡降約為 0.012%~3.964%，海拔高程介於 EL.5～1,500m 之間。並有清水、濁水與獅子頭溪等支流流入，成為朴子溪水系。朴子溪流域面積廣達 426.6 平方公里，包含朴子溪流域之上游、中游及下游。上游高地排水部份，因地勢高差多可重力排水，過去策略採採設置滯洪池及排水路整治為原則；中下游兩岸低地排水部份，局部區域重力排水不易，則需輔助機械抽排，以達淹水改善之效果，而河川兩岸潰堤、溢堤、外水倒灌，易導致河川

二側低地嚴重淹水災害者為重大風險條件，本計畫將藉由整體分析予以評估，並對於河道蜿蜒變遷等風險進行探討，就影響洪水風險之關鍵因子，了解高風險河段之致災原因，以進行洪水風險評估，並系統性研擬洪水災害防範對策計畫，同時滾動式檢討執行成果，作為後續精進參考，以達減低災害發生之目標。

1.2 計畫工作項目

本計畫預計執行之各項工作項目及內容包含下列工作項目：

一、基本資料蒐集整理及評估

(一) 各項水利建造物相關治理工程沿革、建造物設施概況、結構型式及與其他結構物(如橋梁、抽水站、橫移門、堰、壩)共構資料。

(二) 歷年河性、沖淤、雨量及水文水理變化等相關資料。

(三) 歷年洪災及災修資料。

(四) 地質與地震資料。

(五) 安全監測(雨量站、水位計及警戒水位等)資料。

(六) 現有警戒、警報系統及緊急應變計畫是否完備。

(七) 洪氾(潰堤)、溢淹演算及災損評估。

(八) 近 5 年內(不)定期檢查結果及委辦之安全檢測計畫成果(含非破壞性檢測報告)。

(九) 短時間復原方式之評估：設置第二道防線(堤防或護岸)或利用其他水路疏散洪水或利用路堤隔絕洪水可行性。

(十) 動態影像資料調查：以空拍方式製作朴子溪動態影像資料，含環境解說及風險評估共 10 分鐘。

二、風險評估程序

依所轄流域之水文水理及防洪建造物之特性，考量氣候變遷水文量增加之情形、上游有水庫之洩洪或溢洪及抽水站排水對河川之影響、各建造物保護標準是否足夠，以及堤後具較有高人口或具重要公共產經設施、歷

史災害經驗等綜合考量、依河性自行選定風險因子、評估方法及權重，並依下列步驟辦理:

(一)風險辨識

1. 河川局應參考本署建置之風險因子資料庫，視流域的特性辨識具影響之風險因子(危險因子及脆弱因子)，以選擇關鍵因子進行分析。
2. 風險因子/危險度(如：水文特性、凹岸、流路、灘地、建造物耐受力等，詳如附錄一)。
3. 風險因子/脆弱度(如：人口數、重要公共產經設施、預警制度等，詳如附錄一)。
4. 因子選擇，應考量資料取得的難易性及可靠性。
5. 因子的選定、級距設定或權重，將影響後續分析結果，建議可借重河川局資深工程司對流域的了解及歷史事件的經驗來決定。

(二) 風險分析

1. 由選定的危險因子分析出發生災害的機率，並由脆弱因子分析出災害發生的嚴重程度及承受能力。
2. 再以風險矩陣，藉由風險=危險度*脆弱度的分析，界定風險程度(高、中、低)。
3. 鑒於河流為線性，上下游特性不同，建議可先全流域分段簡要的定性或半定性分析，再針對易致災風險段，進行詳細的定量分析。
4. 可經由多層次(第一層、第二層)分析，逐步篩選清楚呈現風險所在。
5. 除以現在的水文環境分析外，並考量未來氣候變遷所增加的水文量加以分析，以利後續因應對策的擬定。

(三)風險評量

1. 分析結果界定風險高之區域及風險主因。
2. 提出風險容忍度(基準)，以風險矩陣顯現可接受風險及不可接受風險…等。
3. 對於不可容忍的風險區域，以風險地圖及列表表示流域內高風險區域的風險主因及風險程度。
4. 依風險的高低排定風險處理的優先順序。

(四) 風險處理

1. 對風險評量結果需要改善者，進行風險處理研擬具體可行因應對策。(如：減低風險－施設水利建造物；規避風險－預警、避災；移轉風險－逕流分擔出流管制；抑制風險－河川管理、第二道防線)
2. 依風險急迫性、重要性，評估現有的資源、人力、時間，提出風險處理計畫(分年、分階段)，風險處理計畫應含計畫目標、計畫期程、計畫實施內容及計畫預期效益。
3. 因應對策勿只偏重在工程面的思考，應加入韌性調適的做法，除了從防災減災面向思考外，宜多從非工程措施及管理面上作避災的思考。
4. 風險處理應考量個別風險與個別風險間及個別風險與系統性風險之關聯性，整合上中下游對策，並導入流域逕流分擔概念，以中央地方一體的思維方式處理風險，俾利流域風險管理能達到成果。
5. 計畫執行的過程，須持續審視檢討計畫的成果，俾利下次風險評估參考及精進。

三、計畫成果報告之編撰

依本計畫書工作期限與分項工作進度之規定提送相關報告。

工作項目對應結果說明如下表：

表 1-1　工作項目對應表

工作項目	對應章節
一、基本資料蒐集整理及評估	第二章
(一) 各項水利建造物相關治理工程沿革、建造物設施概況、結構型式及與其他結構物(如橋梁、抽水站、橫移門、堰、壩)共構資料。	2.2.4、2.2.5
(二) 歷年河性、沖淤、雨量及水文水理變化等相關資料。	2.2.2、2.2.3
(三) 歷年洪災及災修資料。	2.2.6
(四) 地質與地震資料。	2.2.1
(五) 安全監測(雨量站、水位計及警戒水位等)資料。	2.2.7

表 1-1　工作項目對應表

工作項目	對應章節
(六) 現有警戒、警報系統及緊急應變計畫是否完備。	2.2.8
(七) 洪氾(潰堤)、溢淹演算及災損評估。	● 災損評估：2.2.6 ● 洪氾(潰堤)、溢淹演算：4.3 - 一
(八) 近 5 年內(不)定期檢查結果及委辦之安全檢測計畫成果(含非破壞性檢測報告)。	2.2.9
(九) 短時間復原方式之評估：設置第二道防線(堤防或護岸)或利用其他水路疏散洪水或利用路堤隔絕洪水可行性。	第六章 6.3 節
(十) 動態影像資料調查：以空拍方式製作朴子溪動態影像資料，含環境解說及風險評估共 10 分鐘。	2.2.11
二、風險評估程序	第三~六章
(一)風險辨識 河川局應參考本署建置之風險因子資料庫，視流域的特性辨識具影響之風險因子(危險因子及脆弱因子)，以選擇關鍵因子進行分析。 6. 風險因子/危險度(如：水文特性、凹岸、流路、灘地、建造物耐受力等，詳如附錄一)。 7. 風險因子/脆弱度(如：人口數、重要公共產經設施、預警制度等，詳如附錄一)。 8. 因子選擇，應考量資料取得的難易性及可靠性。 9. 因子的選定、級距設定或權重，將影響後續分析結果，建議可借重河川局資深工程司對流域的了解及歷史事件的經驗來決定。	第三章 ● 問卷調查篩選因子：3.2.1 節 ● 危險因子訂定：3.2.2 節 ● 脆弱因子訂定：3.2.3 節
(二) 風險分析 6. 由選定的危險因子分析出發生災害的機率，並由脆弱因子分析出災害發生的嚴重程度及承受能力。 7. 再以風險矩陣，藉由風險=危險度*脆弱度的分析，界定風險程度(高、中、低)。 8. 鑒於河流為線性，上下游特性不同，建議可先全流域分段簡要的定性或半定性分析，再針對易致災風險段，進行詳細的定量分析。 9. 可經由多層次(第一層、第二層)分析，逐步篩選清楚呈現風險所在。 10.除以現在的水文環境分析外，並考量未來氣候變遷所增加的水文量加以分析，以利後續因應對策的擬定。	第四章 ● 危險度分析及危險因子權重設定：4.3 節 ● 脆弱度分析及脆弱因子權重分析：4.4 節
(三)風險評量 5. 分析結果界定風險高之區域及風險主因。 6. 提出風險容忍度(基準)，以風險矩陣顯現可接受風險及不可接受風險…等。	第五章

表 1-1　工作項目對應表

工作項目	對應章節
7. 對於不可容忍的風險區域，以風險地圖及列表表示流域內高風險區域的風險主因及風險程度。 8. 依風險的高低排定風險處理的優先順序。	● 風險矩陣訂定及處理順序說明：5.1 節 ● 風險評量結果及地圖繪製：5.2 節
(四) 風險處理 6. 對風險評量結果需要改善者，進行風險處理研擬具體可行因應對策。(如：減低風險－施設水利建造物；規避風險－預警、避災；移轉風險－逕流分擔出流管制；抑制風險－河川管理、第二道防線) 7. 依風險急迫性、重要性，評估現有的資源、人力、時間，提出風險處理計畫(分年、分階段)，風險處理計畫應含計畫目標、計畫期程、計畫實施內容及計畫預期效益。 8. 因應對策勿只偏重在工程面的思考，應加入韌性調適的做法，除了從防災減災面向思考外，宜多從非工程措施及管理面上作避災的思考。 9. 風險處理應考量個別風險與個別風險間及個別風險與系統性風險之關聯性，整合上中下游對策，並導入流域逕流分擔概念，以中央地方一體的思維方式處理風險，俾利流域風險管理能達到成果。 10.計畫執行的過程，須持續審視檢討計畫的成果，俾利下次風險評估參考及精進。	第六章 ● 風險處理對策一覽表、風險風險處理對策分年分期計畫一覽表：6.1 節 ● 短時間復原方式評估：6.3 節

1.3 計畫範圍

本計畫範圍為朴子溪流域範圍，如圖 1-1 所示。

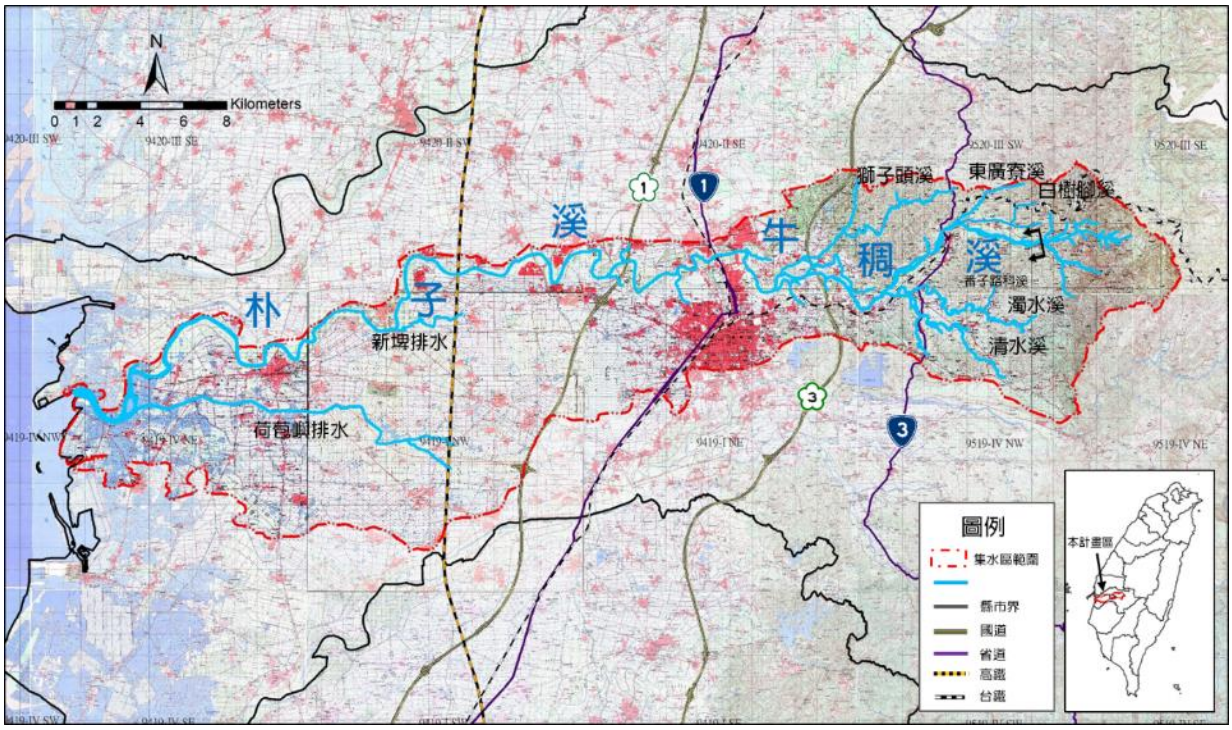


圖 1-1　朴子溪流域範圍圖

1.4 工作執行分析架構

本計畫將以洪泛風險與結構物安全為兩大主軸，其中包含超過保護標準及河道變遷等潛在風險因子進行分析。

計畫將沿襲前所說明之風險分析架構，首先會就整體之系統性風險進行探討，主要於現今氣候變遷不確定性之條件下，如極端事件與不同延時強降雨之增加，易引起原先既有保護標準不足之問題以及超過保護標準之情境產生，同樣重現期距下流量或水位增加致使保護標準改變，而引發風險，並就現有設施對於設計、操作、維護面所可能造成失效樣態進行探討，以分析潛在風險提出對應作為。

此外，台灣河段坡降大，水流具有高挾砂能力，在集水區地質脆弱崩塌好發之環境下，進入河道之大量土砂極易被帶往中下游區域，形成高含砂水流現象。由於高含砂水流已近賓漢流體特性，水流對底床與河防構造物施加之剪力相較清水流可高出數倍，帶來極為強大之破壞力，若堤防或護岸前未有足夠灘地緩衝覆蓋，則護坦與基腳極易發生流失破壞進而造成堤防損害。

上游之高含砂水流於竹崎出山谷進入相對較平緩地帶後，因坡度陡降，水流挾砂能力降低，極易發生深槽擺盪與河岸退縮之情形，其機制分為(1)原有深槽因淤積致使通水不易，流水漫溢至洪水平原並沖刷出新的水路，隨後進行向源與向下游侵蝕而形成新的深槽；以及(2)泥砂沿程落淤形成沙洲，水流因沙洲阻礙而沿兩側通水面積較小之河道通行使得流速增加，造成河岸坡腳之沖刷，引發大規模之河岸崩塌退縮。無論是上述何種機制，皆可能在單場颱洪事件中即發生岸壁退縮數十至百公尺之情形，若深槽進逼堤岸，則在高含砂水流威脅下，防洪構造物將面臨險峻之挑戰。

受氣候變遷影響下，降雨強度將有所增加，而其影響包含(1)集水區崩塌情形增加；以及(2)洪峰流量上升等，兩者皆對計畫範圍防洪安全產生不利影響，其結果為洪水位上升以及發生含砂濃度更高、破壞力更強之洪流。

整體分析將依據現有條件作為基礎，並以一、二維模式作為分析工具，進行質化、量化等相關風險探討，就各項風險以風險矩陣進行評量，進一步提出處理對策，整體計畫架構如圖 1-2 所示。

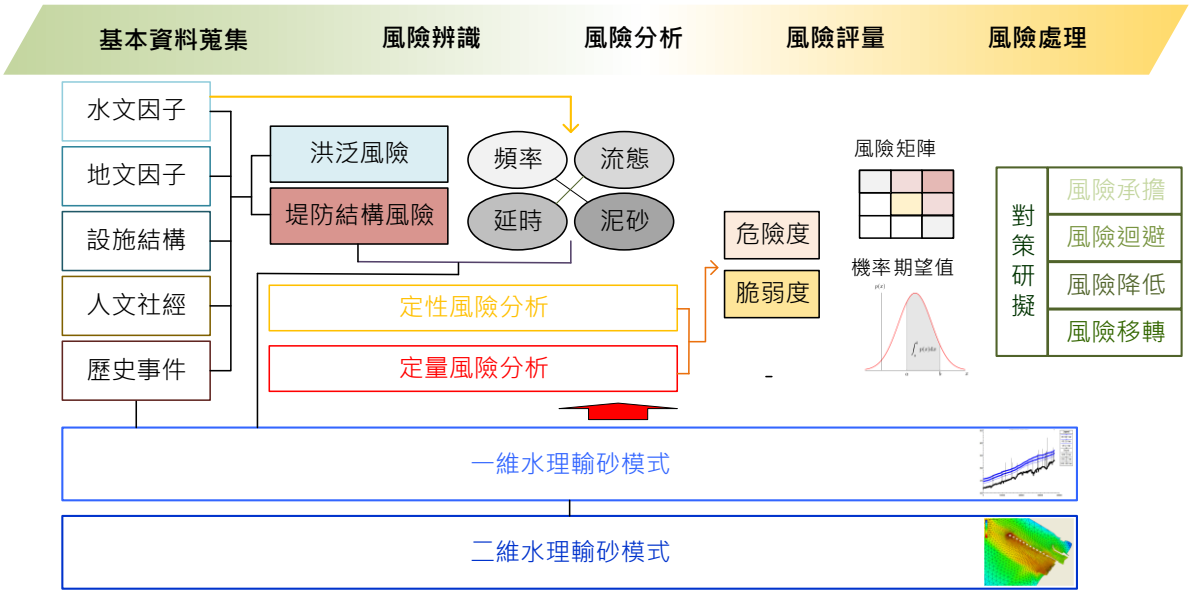


圖 1-2　本計畫執行架構

第二章 基本資料蒐集整理與評估

2.1 基本資料蒐集整理及評估

基本資料蒐集及評估為一重要工作，其應先確認資料所屬來源，以確保資料的可信度，再進一步瞭解資料的新舊、精度及完整性。本計畫之基本資料蒐集整理及評估，包括一般基本資料蒐集整理及動態影像資料調查兩部分，分別說明如下：

一、一般基本資料蒐集整理

本計畫就朴子溪各項基本資料進行蒐集，其項目、類別、來源及用途如表 2-1 所示。

二、動態影像資料調查

本計畫需以空拍方式製作朴子溪動態影像資料，含環境解說及風險評估說明，故本計畫後續經風險評量確認高風險堤段後，再就目標進行空拍，完成本項工作。

表 2-1　基本資料蒐集與用途一覽表

資料項目	資料類別	資料來源	資料用途
流域概況	計畫位置、範圍及面積、土地利用、DEM 資料、1/25,000 比例尺地形圖、地層下陷資料	中央地調所、國土測繪中心、經濟部水利署、第五河川局、嘉義縣、市政府、工研院	水文及地文資料檢視與更新、危險度辨識評估、脆弱度辨識與評估
雨量及水文變化	雨量資料	中央氣象局、經濟部水利署、第五河川局	
	水位及流量資料		
	潮位資料		
	計畫流量		
歷年河性、沖淤及水理變化概況	歷年河道型態	經濟部水利署、第五河川局、農林航測所	
	遙測衛星影像圖及正射影像圖		
	歷年斷面測量成果		
	河床歷年變動分析		
歷年洪災及災修資料	歷年洪災發生情形、洪災淹水位置、範圍及深度、水利建造物災害復健、搶修統計	經濟部水利署、第五河川局、嘉義縣、市政府	水文水理模式檢定驗證、水利建造物資料檢視與更新、危險度評估
地質與地震資料	地質特性、斷層、地震、崩塌地分布情況、土石流潛勢溪流	經濟部中央地調所、水土保持局	地文資料檢視與更新、危險度辨識與評估
安全監測資料	雨量站	經濟部水利署、中央氣象局	水理模式檢定驗證、危險度辨識與評估
	水位站		
現有警戒、警報系統及緊急應變計畫	警戒水位	經濟部水利署、嘉義縣、市政府、第五河川局、歷年規劃報告	脆弱度辨識與評估
	警戒雨量		
	上游水庫警報		
	緊急應變計畫		
水利建造物概況	各項水利建造物相關治理工程沿革、建造物設施概況、結構型式	經濟部水利署、第五河川局、歷年規劃報告及現地調查	水利建造物資料檢視與更新、危險度辨識與評估
近 5 年內(不)定期檢查結果及委辦之安全檢測計畫成果(含非破壞性檢測報告)	水利建造物檢查計畫	經濟部水利署、第五河川局、歷年規劃報告及現地調查	水利建造物資料檢視與更新、危險度辨識與評估
都市計畫	都市計畫書圖	內政部營建署、嘉義縣、市政府	脆弱度辨識與評估

資料來源：工作團隊彙整。

2.2 計畫背景瞭解與分析

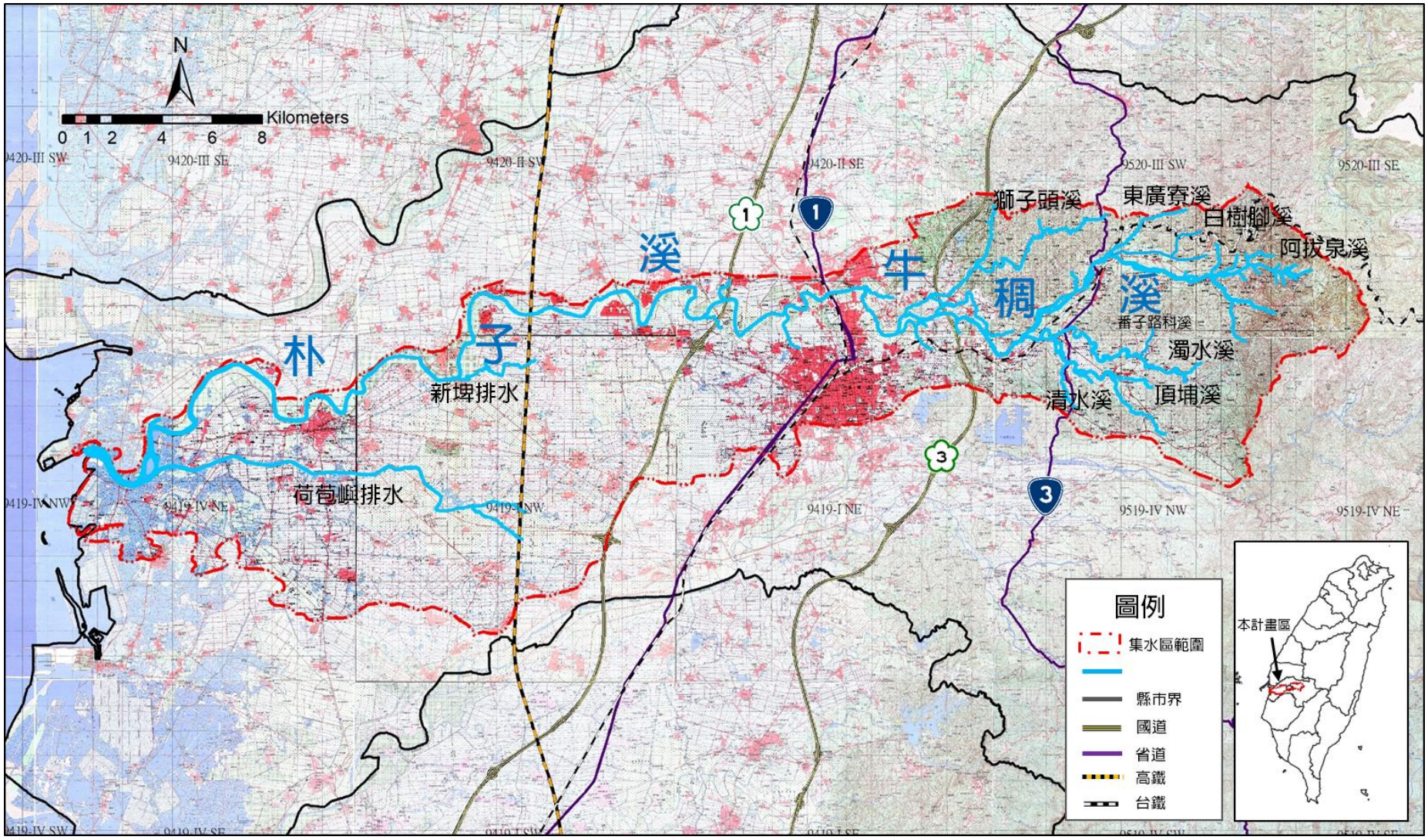
2.2.1 流域概況

一、流域地文

朴子溪流域位於嘉南平原北部，發源於阿里山山脈芋菜坑(主峰標高1,421 m)，北臨北港溪流域，南接八掌溪流域。牛稠溪橋(臺 1 線)上游稱牛稠溪，流經嘉義縣竹崎鄉、民雄鄉於嘉義市北方經過牛稠溪橋(臺 1 線)始稱朴子溪，再流經嘉義縣太保市、新港鄉、六腳鄉、朴子市等地，於東石鄉附近流入臺灣海峽，流長約 75.87km，流域面積 426.6km^2，屬中央管河川，流域概況如圖 2-1。牛稠溪有支流白樹腳溪、濁水溪及獅子頭溪滙入，白樹腳溪於竹崎親水公園對岸滙入牛稠溪，流長約 4.96 km，流域面積 6.67 km2，其支流為東廣寮溪；而濁水溪於鹿滿華興農機有限公司西側滙入牛稠溪，流長約 12 km，流域面積 51.78 km^2，其主要支流有番子路科溪及清水溪；獅子頭溪則於仁弘橋下游約 1 km 處滙入牛稠溪，流長約 11.3 km，流域面積 22.54 km^2。

二、地形地勢

流域地勢由東向西傾斜，朴子溪主流河道平均坡降約為 1/2,100，牛稠溪河道平均坡降約為 1/105，海拔高程介於 EL.5～1,500m 之間；白樹腳溪河道平均坡降約為 1/20，其支流東廣寮溪河道平均坡降 1/14，海拔高程介於 EL.120～350m 之間；濁水溪河道平均坡降約為 1/20，其支流番子路科溪及清水溪河道平均坡降分別為 1/20 及 1/80，海拔高程介於 EL.63～1,100m 之間；獅子頭溪河道平均坡降約為 1/88，海拔高程約為 EL.240m。朴子溪流域地形分為平原區(佔流域面積 67%)、丘陵與山地區(佔流域面積 33%)，流域內一級坡最多佔 74.85%，主要分布於獅子頭溪滙流口下游，自獅子頭溪滙流口往上游至科底溪及崎腳溪滙流口為二至三級坡分布，科底溪及崎腳溪滙流口以上則為四至六級坡。



資料來源：本計畫重新繪製。

圖 2-1　朴子流域概況圖

三、地質與土壤

(一) 地質

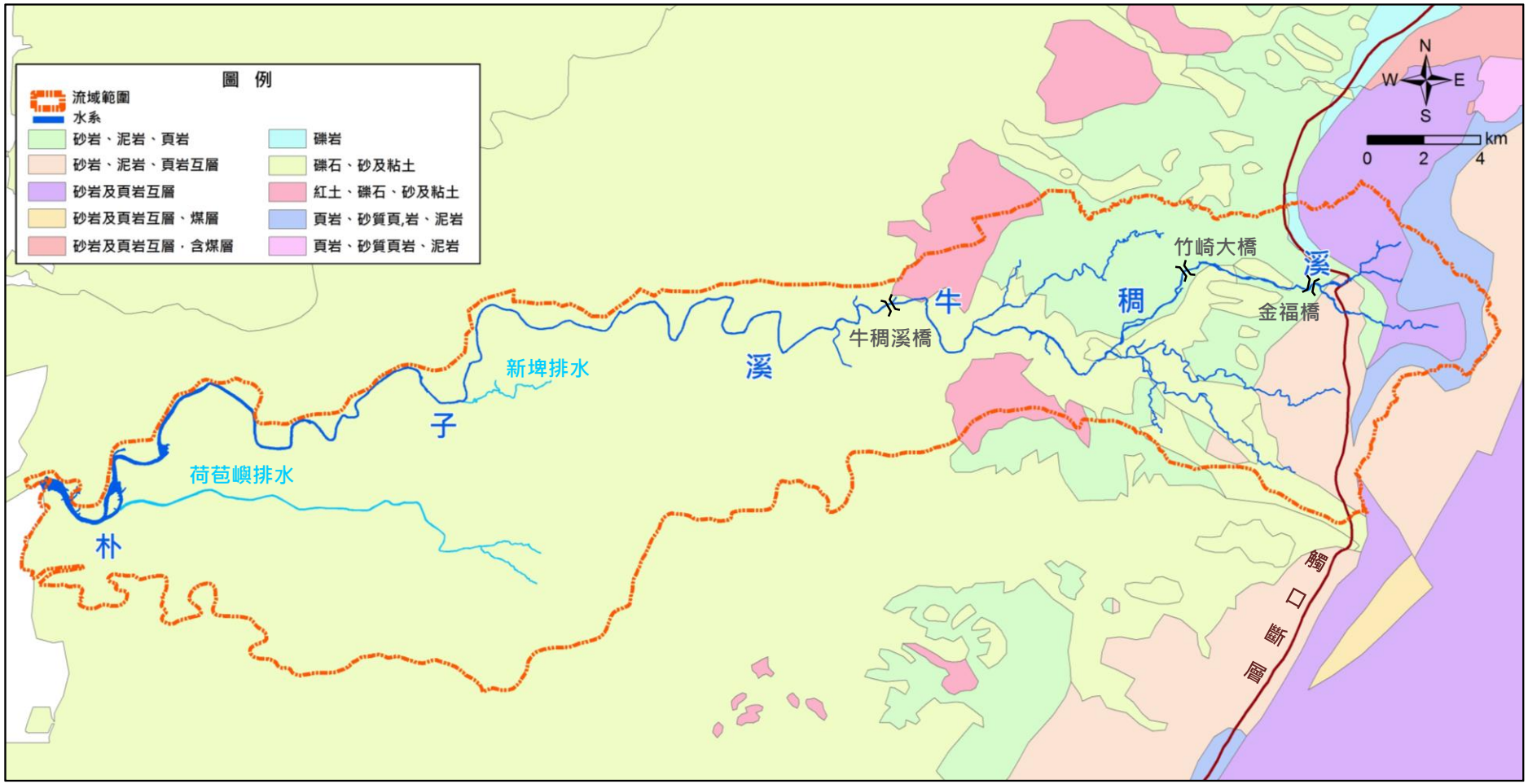
依據經濟部中央地質調查所調查結果顯示，朴子溪地質特性在平原區部分(牛稠溪橋下游至河口)，地質為全新世沖積層及更新世台地堆積層，其組成以礫石、砂及泥土為主，內部膠結疏鬆，易因地下水超抽而導致地盤下陷。在丘陵區部分(牛稠溪上游至竹崎大橋下游)，地質由上新世卓蘭層及更新世頭嵙山層構成主體，其組成為砂、頁岩互層，因岩性軟、硬相間，在差異性之侵蝕作用下形成層階地形，順向坡發達，故應避免高強度土地利用，以免坡腳遭破壞，而產生地滑情形。而山地區部分(竹崎大橋上游)，地質為中新世桂竹林層及上新世錦水頁岩構成主體，其組成為砂、頁岩互層，此區域由於有斷層通過，岩體構造複雜且較為破碎，常發生崩塌、地震等災害，朴子溪流域地質分布圖如圖 2-2 所示。

(二) 斷層

朴子溪流域斷層分布如圖 2-3 所示，流域範圍附近之活動斷層共有 3 個，包含觸口斷層、九芎坑斷層及梅山斷層，其中觸口斷層被列為第一類活動斷層，其為一由東向西上衝之第四紀逆斷層，向北與車籠埔、三義等斷層相連接，觸口斷層之層位落差在 1,500 m 以上，其地理位置有部分區域通過牛稠溪支流阿拔泉溪，但未通過任何防洪構造物；梅山斷層被列為第一類活動斷層，為一右移斷層，呈東北東走向，地理位置於朴子溪流域範圍外；九芎坑斷層歸類為第二類活動斷層，其為一逆移斷層，約呈北北東走向，地理位置有部分區域通過牛稠溪上游之竹崎堤防。朴子溪流域鄰近活動斷層與其通過之防洪構造物如表 2-2 所示。

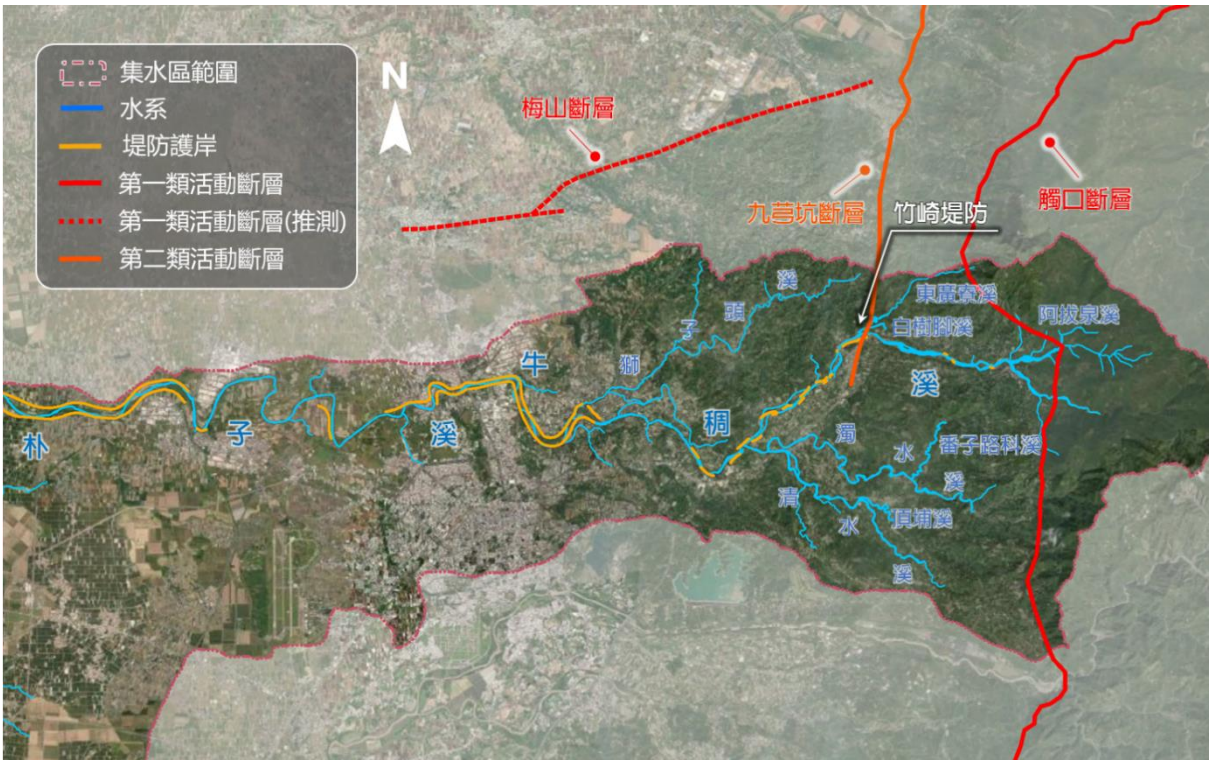
表 2-2　朴子溪流域附近活動斷層及通過防洪構造物對照表

項次	活動斷層名稱	活動斷層分類	活動斷層與通過防洪構造物關係	
			斷面	堤防名稱
1	九芎坑斷層	第二類活動斷層	113~119	竹崎堤防(左岸)



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-2　朴子溪流域地質分布圖



資料來源：經濟部中央地質調查所。

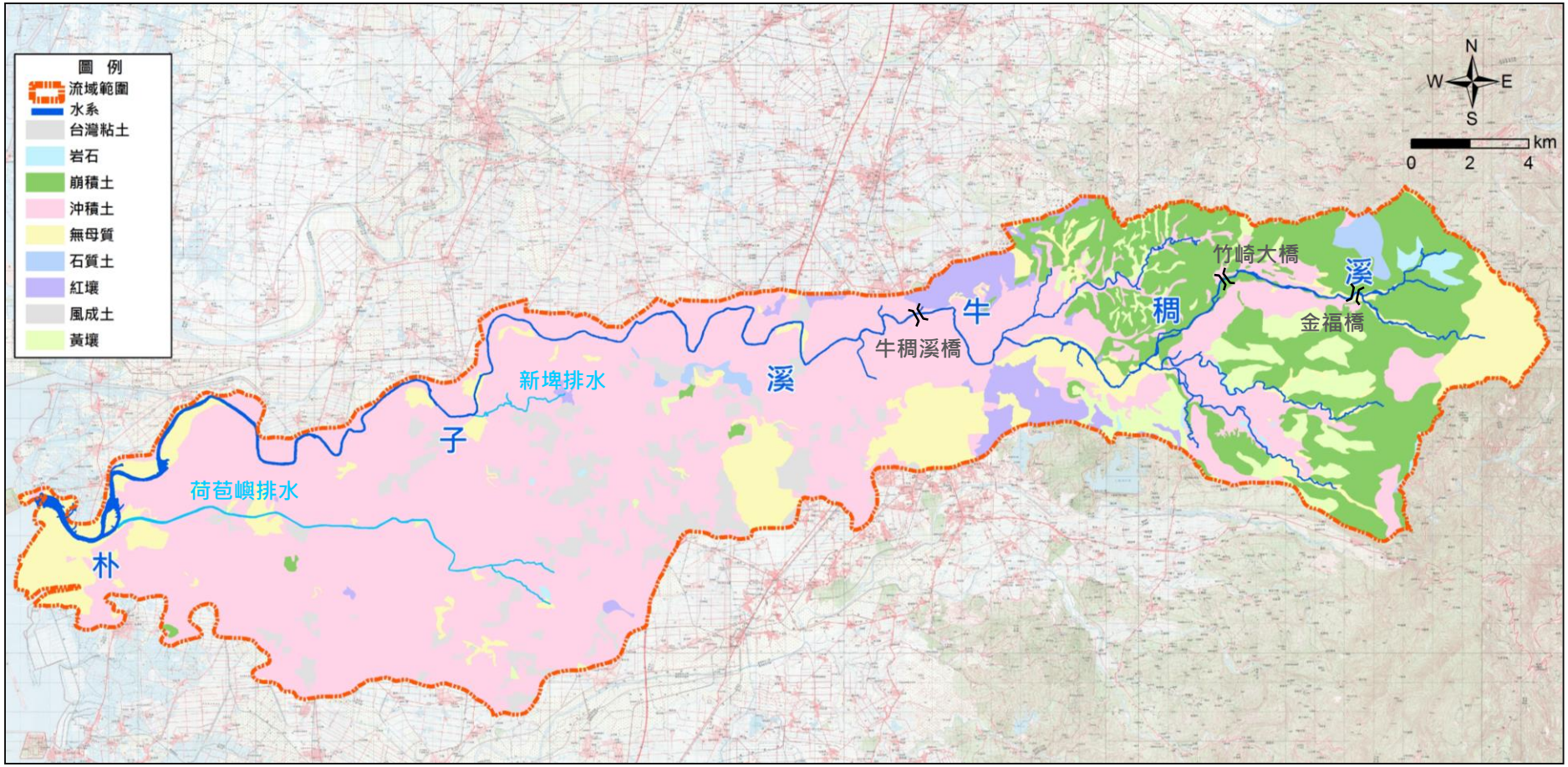
圖 2-3　朴子溪流域及其鄰近地區活動斷層分布圖

(三) 地震

朴子溪流域內歷年來曾有 2 次規模較大之地震發生，一為 1906 年 3 月 17 日之梅山地震(梅仔坑地震)，此次地震為發生於嘉義縣民雄鄉與嘉義縣梅山鄉附近，芮氏規模 7.1 之強烈地震，地震主因為梅山斷層錯動所致，造成 1,258 人死亡，2,385 人受傷，數萬計之房屋全倒或受損；二為 1999 年 9 月 21 日之 921 大地震(集集大地震)，此次地震發生於南投縣日月潭西南方 12.5km 處，芮氏規模 7.3 之大地震，地震主因為車籠埔斷層之活動所致，造成嘉義市西區力行市場 26 戶(28 間)連棟建築物塌陷，新生路 632 號柴油管破裂以及多處住屋及公共設施損毀，總計造成 10 多人受傷。近年來，朴子溪流域內未有較大規模地震發生。

(四) 土壤

依據經濟部中央地質調查所調查結果顯示，本流域土壤絕大部分為河川沖積物，其中平原區之土壤主要為鹽土或石灰性沖積土；而丘陵區及山地區之土壤主要為崩積土、紅壤及黃壤，形成年代久，養分多已淋溶失去，表土呈酸性，較不利作物生長，朴子溪流域土壤分布圖如圖 2-4 所示。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-4　朴子溪流域土壤分布圖

四、降雨量與潮位

(一) 降雨量

依據中央氣象局嘉義氣象站氣候觀測紀錄顯示，計畫區平均年降雨日數達 109 天，由月平均降雨量資料可知，降雨集中於 6~9 月間，降雨日數佔全年之 67%，年平均降雨量為 1,986mm，6~9 月之降雨量佔全年之 90%，其次為 1~3 月，4、10~11 月之降雨量最少，歷年月平均降雨量統計，如表 2-3 所示。

表 2-3　中央氣象局嘉義氣象站氣候觀測紀錄表

項目	平均溫度	降雨量	降雨日	相對溼度	平均風速	蒸發量
月份	(℃)	(mm)	(天)	(%)	(m/s)	(mm)
一	17.4	76.5	11	83	1.9	59.2
二	16.8	23.7	8	81	2.2	62.6
三	21.0	31.5	3	77	1.7	111.6
四	24.6	7.8	3	75	1.6	131.8
五	28.5	46.5	3	76	1.9	176.6
六	28.5	428.2	18	79	1.8	136.6
七	29.0	377.9	22	79	1.9	135.2
八	28.3	858.5	24	78	2.0	120.6
九	28.1	118.5	9	78	1.7	139.1
十	24.6	8.8	4	75	1.3	121.1
十一	23.1	8.0	4	80	1.3	80.7
十二	20.7	-	-	75	2.0	91.9
年計/平均	24.2	1,985.9	109	78	1.8	1,307.8

資料來源：嘉義氣象站氣候觀測資料查詢網站，中央氣象局，民國 107 年。

(二) 潮位

嘉義附近海域之長期潮位觀測站分別為中央氣象局之東石潮位站及經濟部水利署之塭港潮位站。依據交通部中央氣象局統計結果，東石潮位站最高高潮位為 EL.2.02m，最低低潮位為 EL.-1.42m，平均潮位為 EL.0.27m，平均潮差為 1.76m；而塭港站最高高潮位為 EL.1.79m，最低低潮位為 EL.-1.72m，平均潮位為 EL.0.00m，平均潮差為 1.85m。詳表 2-4 所示。

五、土地利用及集水區保育概況

(一) 土地利用情況

朴子溪流域土地利用型態以農業為主，面積總計 269.95 km^2，佔全流域之 63.13%，其中以水田面積最大，其次為農場、果園；而森林用

地佔全流域之 9.79%，為第二大類型。此外，建築用地(都市內建築區、都市邊緣建築區、郊區建築區)則佔 8.63%，詳表 2-5 及圖 2-5 所示。

表 2-4　嘉義海域各潮位站之潮位統計值一覽表

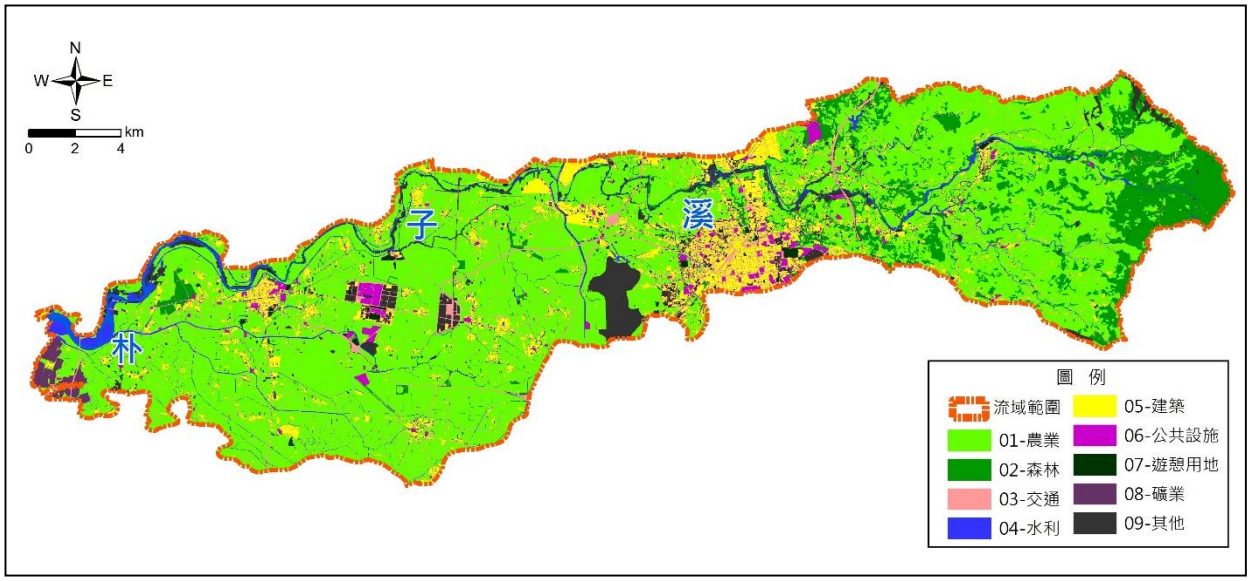
潮位站 / 潮位 (單位：m)		塭港	東石
		52～106 年	81～106 年
最高高潮位	(H.H.W.L)	1.79	2.02
大潮平均高潮位	(H.W.O.S.T.)	1.09	1.31
平均高潮位	(M.H.W.L.)	0.94	1.11
平均潮位	(M.W.L.)	0.00	0.27
平均低潮位	(M.L.W.L.)	-0.91	-0.65
大潮平均低潮位	(L.W.O.S.T.)	-1.16	-0.89
最低低潮位	(L.L.W.L.)	-1.72	-1.42
平均潮差	(M.R.)	1.85	1.76

資料來源：交通部中央氣象局，民國 108 年。

表 2-5　朴子溪流域土地利用分類統計表

土地利用型態	面積(km^2)	百分比(%)	土地利用型態	面積(km^2)	百分比(%)
01 農業用地	269.95	63.13	06 公共用地	6.33	1.48
02 森林用地	41.87	9.79	07 遊憩用地	2.74	0.64
03 交通用地	23.65	5.53	08 礦鹽用地	2.67	0.62
04 水利用地	14.03	3.28	09 其他用地	29.47	6.89
05 建築用地	36.89	8.63	總計	427.60	100.00

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-5　朴子溪流域土地利用分布圖

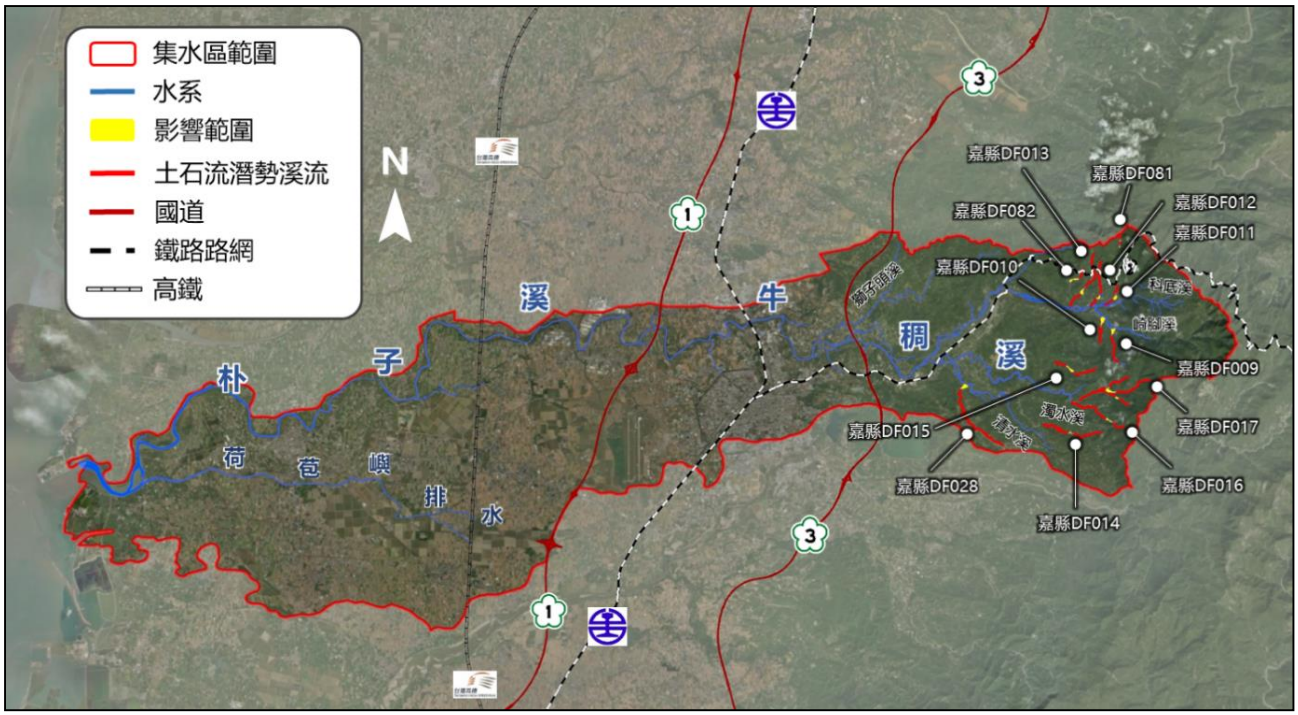
(二) 集水區保育情形

流域內之山地區主要分布於獅子頭溪滙流口上游區域，此區域地質主要為頭嵙山層，因頭嵙山層下部常為泥岩地質，加上地勢陡峭，易被淘刷剝離或溶解，造成土壤沖蝕及坡面崩塌情形。依據農委會水土保持局統計資料，本流域內計有 12 條土石流潛勢溪流，其中高危險度 5 條，中危險度 3 條，低危險度 2 條及持續觀察溪流 2 條。朴子溪流域土石流潛勢溪流一覽表如表 2-6 所示，分布位置圖如圖 2-6 所示。

表 2-6　朴子溪流域土石潛勢溪流一覽表

項次	土石流潛勢溪流編號	縣市	鄉鎮	村里	重要地標	臨近道路	潛勢強度
1	嘉縣 DF009	嘉義縣	竹崎鄉	文峰村	忠義橋	嘉 119 鄉道	低
2	嘉縣 DF010	嘉義縣	竹崎鄉	文峰村	文峰社區活動中心	嘉 119 線	中
3	嘉縣 DF011	嘉義縣	竹崎鄉	緞繻村	真武廟	嘉 120 鄉道	高
4	嘉縣 DF012	嘉義縣	竹崎鄉	緞繻村	文光國小	嘉 120 鄉道	高
5	嘉縣 DF013	嘉義縣	竹崎鄉	緞繻村	石獅橋	嘉 120 鄉道	高
6	嘉縣 DF014	嘉義縣	竹崎鄉	桃源村	圓通橋	嘉 123-1 線	持續觀察
7	嘉縣 DF015	嘉義縣	竹崎鄉	塘興村	仁淵橋	嘉 118-1 線	持續觀察
8	嘉縣 DF016	嘉義縣	竹崎鄉	桃源村	三寶山靈嚴禪寺	縣 159	低
9	嘉縣 DF017	嘉義縣	竹崎鄉	桃源村	桃源二號橋	嘉 119 線	高
10	嘉縣 DF028	嘉義縣	番路鄉	下坑村	圓富橋	台 3 線	中
11	嘉縣 DF081	嘉義縣	竹崎鄉	緞繻村	紅南坑 11 號	紅南坑產業道路	高
12	嘉縣 DF082	嘉義縣	竹崎鄉	復金村	水底寮 4 號	嘉 117 線	中

資料來源：行政院農業委員會水土保持局；本計畫彙整。



資料來源：國土資訊系統；本計畫重新繪製。

圖 2-6　朴子溪流域土石流潛勢溪流分布圖

六、地層下陷概況

嘉義海岸平原為地面水缺乏地區，早期就開始抽取地下水使用，主要為灌溉用水及養殖漁業用水，因長期超抽地下水，導致沿海地區發生嚴重地層下陷問題。

經濟部水利署 106 年度多元化監測及整合技術應用於宜蘭、苗栗、臺中、嘉義及屏東地區進行地層下陷監測之成果，比較嘉義地區民國 80 年~106 年下陷面積分析，詳表 2-7 所示。由資料顯示，期間最大年平均下陷速率為 80 年~81 年的每年 21cm，而歷年下陷發生地點多位於東石鄉及布袋鎮等地，而近年下陷面積有減小趨勢。嘉義地區過去 26 年主要下陷區域主要以省道臺 19 線以西為主(朴子市以西)，依據水利署委託國立成功大學分析成果顯示，近 13 年來(民國 93 至 106 年)嘉義地區之主要下陷範圍已大幅縮小至臺 17 線以西，而嘉義高速鐵路位置主要是在朴子市東側(行經新港鄉、太保市與鹿草鄉)，過去下陷的區域則集中在朴子市西側。

2.2.2 雨量及水文變化

一、雨量變化說明

(一) 朴子溪主流(含牛稠溪)

民國 105 年之「朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告」(簡稱 105 年治理規劃檢討報告)除沿用民國 96 年水文分析成果之民國 44~93 年暴雨量外，再增補 94~102 年降雨資料進行分析。由表 2-8 可知，105 年分析之暴雨量較 96 年水文分析報告之暴雨量為大，乃因 105 年分析暴雨量係為最大 48 小時，即以最大二日暴雨量乘以修正係數 1.05 所得，造成其暴雨量較民國 96 年採用之二日暴雨量為大。此外，105 年頻率分析結果採用極端值 I 型分布，具高重現期之暴雨量會比其他分布為高；另增補民國 94~102 年之降雨量，較以往為大(降雨量前 10 大之年份，即佔 4 個年份)，亦為 105 年分析暴雨量較民國 96 年為大之原因；若以民國 96 年水文分析報告與民國 85 年規劃檢討分析之最大二日暴雨量進行比較，以 100 年重現期距暴雨量而言，其增幅約為 1.0~25.6%。

表 2-7　嘉義地區民國 80 年至 106 年地層下陷面積分析表

觀測期距	80.08~81.08	81.08~82.08	82.08~85.05	85.05~86.05	86.05~87.12	87.12~88.12	88.12~91.04	91.04~93.04	93.04~94.05	94.05~95.10
最大年平均下陷速率(cm/yr)	21	17	13	9	4	7	5.3	8.7	7.0	6.1
最大年平均下陷速率發生地點	東石鄉 東石	東石鄉 網寮	東石鄉 網寮	東石鄉 過溝	布袋鎮 布袋	布袋鎮 布袋	東石鄉 網寮	東石鄉 網寮	布袋鎮 布袋	東石鄉
速率超過(3cm/yr)之面積(Km^2)	346.4	321.7	238.9	197.0	39.8	241.4	211.7	268.5	170.0	28.6
3.0~5.0cm	99.1	49.4	27.7	57.0	36.7	123.4	205.9	115.7	151.8	27.5
5.0~7.5cm	131.90	90.2	134.4	123.1	2.5	118.0	5.9	146.4	18.2	1.1
7.5~10.0cm	39.3	94.4	57.0	16.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0~12.5cm	22.6	47.7	19.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.5~15.0cm	14.4	35.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0~17.5cm	15.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.5~20.0cm	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0~22.5cm	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
觀測期距	95.10~96.09	96.09~98.02	98.02~99.06	99.06~100.08	100.08~101.08	101.08~102.08	102.08~103.08	103.08~104.08	104.08~105.06	105.06~106.06
最大年平均下陷速率(cm/yr)	3.8	4.6	5.4	4.5	4.2	2.5	1.8	4.4	2.6	3.2
最大下陷速率發生地點	布袋鎮	東石鄉	義竹鄉	東石鄉	東石鄉	布袋鎮	東石鄉	布袋鎮	布袋鎮	六腳鄉
速率超過(2cm/yr)之面積(Km^2)			368.8	269.1	65.2	17.6	0.0	260.0	16.6	142.4
速率超過(3cm/yr)之面積(Km^2)	26.1	28.1	198.0	36.5	5.6	0.0	0.0	90.9	0.0	7.0
2.0~3.0cm			170.8	232.6	59.7	17.6	0.0	169.1	16.6	0.0
3.0~5.0cm	26.1	28.1	196.4	36.5	5.6	0.0	0.0	90.9	0.0	0.0
5.0~7.5cm	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.5~10.0cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0~12.5cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.5~15.0cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0~17.5cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.5~20.0cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0~22.5cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

資料來源：水利署地層下陷防治資訊網 http://www2.water.tku.edu.tw/Sub91/index.aspx。

表 2-8　朴子溪(含牛稠溪)歷次水文分析降雨頻率分析結果比較表

單位：mm

控制站	報告年份	重現期(年)								
		1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
河口	民國 105 年分析(48 小時)	132	247	356	428	497	519	586	653	720
	民國 96 年分析(二日)	131	224	321	387	451	472	537	604	672
	民國 85 年分析(二日)	131	234	336	401	—	482	540	598	654
朴子橋	民國 105 年分析(48 小時)	131	260	381	461	538	562	638	712	787
	民國 96 年分析(二日)	112	202	297	363	429	450	517	586	657
	民國 85 年分析(二日)	104	204	307	376	—	462	525	586	647
新埤排水合流前	民國 105 年分析(48 小時)	130	277	416	507	595	623	709	795	880
	民國 96 年分析(二日)	128	239	359	445	530	558	645	736	831
	民國 85 年分析(二日)	104	204	307	376	—	462	525	586	647
麻魚寮排水合流前	民國 105 年分析(48 小時)	127	290	444	547	644	675	771	866	961
牛稠溪橋	民國 105 年分析(48 小時)	120	306	481	598	709	744	853	962	1,069
	民國 96 年分析(二日)	120	262	422	536	650	687	803	921	1,042
	民國 85 年分析(二日)	156	279	406	492	—	601	682	763	844
獅子頭溪合流前	民國 105 年分析(48 小時)	119	310	489	608	723	759	870	981	1,092
	民國 85 年分析(二日)	159	301	447	544	—	664	752	838	923
濁水溪合流前	民國 105 年分析(48 小時)	117	322	515	643	766	805	924	1,043	1,162
	民國 96 年分析(二日)	119	275	457	589	722	766	904	1,046	1,192
	民國 85 年分析(二日)	162	321	484	592	—	724	820	913	1,005

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

(二) 牛稠溪支流白樹腳溪(含東廣寮溪)

民國 105 年「朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告」(簡稱白樹腳溪 105 年治理規劃報告)利用竹崎站與樟腦寮(2)站雨量站資料，以徐昇氏法求出各雨量站之面積控制權重，再求取流域各控制點歷年之平均最大一日、二日暴雨量，再以最大一日暴雨量乘以修正係數 1.14 計算最大 24 小時暴雨量，並以對數皮爾遜三型分佈演算各頻率最大 24 小時暴雨量，如表 2-9 所示。

表 2-9　白樹腳溪(含東廣寮溪)水文分析降雨頻率分析結果表

單位：mm

控制站	報告年份	重現期(年)						
		2	5	10	25	50	100	200
白樹腳溪出口	民國 104 年分析(24 小時)	306	453	540	641	711	777	839
東廣寮控制站	民國 104 年分析(24 小時)	322	479	571	677	750	818	886
東廣寮溪出口	民國 104 年分析(24 小時)	304	460	561	683	771	857	940

資料來源：朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告，水利署第五河川局，民國 105 年。

(三) 牛稠溪支流濁水溪(含番子路科溪、清水溪)

民國 82 年「嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告」(簡稱濁水溪 82 年治理規劃報告)利用竹崎站與樟腦寮(2)站雨量站資料，推求流域年平均最大一、二日暴雨量，其中二日暴雨自民國 20 年至 74 年沿用 78 年朴子溪治理規劃報告之資料，再以對數皮爾遜三型分佈演算各頻率年一、二日暴雨量，如表 2-10 所示。為與 78 年朴子溪治理規劃報告配合，採用該報告之二日暴雨頻率值。

表 2-10　濁水溪(含番子路科溪)水文分析降雨頻率分析結果比較表

單位：mm

控制站	報告年份	重現期(年)								
		1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
濁水溪出口	民國 82 年分析(二日)	164	310	460	557	649	678	766	852	936
	民國 78 年分析(二日)	160	304	455	555	652	683	777	870	963

資料來源：嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

另民國 81 年「清水溪河川治理規劃報告」(簡稱 81 年清水溪治理規劃報告)利用竹崎站與樟腦寮(2)站雨量站資料，推求流域年平均最大一、二日暴雨量，再以對數皮爾遜三型分佈法演算各頻率年一、二日暴雨量，如表 2-11 所示。

表 2-11　清水溪水文分析降雨頻率分析結果表

單位：mm

控制站	報告年份	重現期(年)								
		1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
清水溪出口	民國 81 年分析(一日)	-	235	343	414	481	502	567	630	693
	民國 81 年分析(二日)	-	319	456	547	633	661	745	830	914

資料來源：清水溪河川治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 81 年。

(四) 牛稠溪支流獅子頭溪

民國 82 年「嘉義縣朴子溪支流獅子頭溪治理規劃報告」(簡稱 82 年獅子頭溪治理規劃報告) 利用竹崎站與沙坑站雨量站之資料，推求流域年平均最大一、二日暴雨量，其中二日暴雨自民國 20 年至民國 74 年沿用民國 78 年朴子溪治理規劃報告之資料，再以對數皮爾遜三型分佈法演算各頻率年一、二日暴雨量。為與 78 年朴子溪治理規劃報告配合，採用該報告之二日暴雨頻率值，如表 2-12 所示。

表 2-12　獅子頭溪水文分析降雨頻率分析結果比較表

單位：mm

控制站	報告年份	重現期(年)								
		1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
獅子頭溪出口	民國 82 年分析(二日)	129	265	395	472	541	561	621	676	726
	民國 78 年分析(二日)	125	259	390	470	543	566	630	690	747

資料來源：嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

二、計畫流量變化

(一) 朴子溪主流(含牛稠溪)

朴子溪於民國 79 年規劃報告、85 年及 87 年之第一次治理規劃檢討報告、96 年之水文分析報告及 108 年治理規劃檢討報告均曾辦理水文分析，茲說明其計畫流量變化如下：

民國 79 年規劃報告利用民國 20 年至民國 74 年之雨量資料，以徐昇氏法推得歷年流域平均最大二日暴雨量，而降雨時間分布型態之分析則蒐集流域內歷年二日暴雨時間雨量分配型態(同位序平均法雨型)，並採用無因次單位歷線法推算洪峰流量，成果如表 2-13 所示，其中朴子溪河口之 100 年重現期距洪峰流量為 2,960cms。

表 2-13　民國 79 年朴子溪各控制點各重現期洪水量採用值綜整表

控制點名稱		流域面積 (km^2)	各重現期洪峰流量(cms)							
			1.1 年	2 年	5 年	10 年	20 年	50 年	100 年	200 年
1	河口	427.60	340	900	1,460	1,830	2,180	2,630	2,960	3,280
2	朴子橋	288.90	320	740	1,200	1,500	1,810	2,220	2,530	2,850
3	新埤排水合流前	244.60	300	670	1,080	1,360	1,640	2,000	2,290	2,580
4	麻魚寮排水合流前	192.50	290	650	1,050	1,320	1,570	1,910	2,170	2,430
5	牛稠溪橋	149.70	270	600	950	1,190	1,480	1,710	1,930	2,160
6	獅子頭溪合流前	139.10	250	585	940	1,170	1,390	1,670	1,875	2,080
7	鹿滿溪(濁水溪)合流前	94.03	140	350	560	700	830	1,000	1,120	1,240
8	獅子頭溪出口	22.54	39	104	168	207	243	285	314	342
9	鹿滿溪(濁水溪)出口	51.78	130	292	462	575	685	825	930	1,035

資料來源：朴子溪(含牛稠溪)治理規劃，前台灣省水利局，民國 79 年。

民國 85 年、87 年分兩年以中山高速公路為界分上、下游辦理第一次治理規劃檢討，其利用民國 20 年至民國 82 年之雨量資料，以徐昇氏法推得歷年流域平均最大二日暴雨量。而降雨時間分布型態之分析則蒐集流域內歷年二日暴雨時間雨量分配型態(同位序平均法雨型)，並

採用無因次單位歷線法推算洪峰流量，如表 2-14 所示。由於本次分析成果與 79 年規劃報告分析成果相近，故各控制點之各重現期距洪峰流量仍沿用 79 年規劃報告分析成果。

表 2-14　朴子溪民國 85、87 年治理規劃檢討洪峰流量採用值綜整表

控制點名稱		流域面積 (km^2)	各重現期洪峰流量(cms)							
			1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1	河口	427.60	340	900	1,460	1,830	2,300	2,630	2,960	3,280
2	朴子橋	288.90	320	740	1,200	1,500	1,920	2,220	2,530	2,850
3	新埤排水合流前	244.60	300	670	1,080	1,360	1,720	2,000	2,290	2,580
4	麻魚寮排水合流前	192.50	290	650	1,050	1,320	1,650	1,910	2,170	2,430
5	中央排水合流前	171.90	285	640	1,040	1,310	1,640	1,890	2,150	2,410
6	西區排水合流前	158.20	280	635	1,030	1,300	1,630	1,870	2,130	2,390
7	牛稠溪橋	149.70	270	600	950	1,190	1,500	1,710	1,930	2,160
8	獅子頭溪合流前	139.10	250	585	940	1,170	1,440	1,670	1,875	2,080
9	鹿滿溪(濁水溪)合流前	94.03	140	350	560	700	870	1,000	1,120	1,240
10	科底溪	11.80	35	88	140	180	220	250	280	310
11	崎腳溪	15.40	45	105	170	210	260	300	335	370

資料來源：1.朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討報告(高速公路橋下游段)，前台灣省水利局，民國 85 年。
2.朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討報告(高速公路橋上游段)，前台灣省政府水利處，民國 87 年。

民國 96 年水文分析報告利用民國 44 年至民國 93 年之雨量資料，以徐昇氏法推算流域內各控制點各重現期之最大一日及二日暴雨量，再配合降雨時間型態，採用無因次單位歷線法、三角型單位歷線法、運動波-瞬時單位歷線法等三種方法分析，導出各控制點不同重現期距之洪峰流量，並以牛稠溪橋站之實測流量做驗證，分析成果如表 2-15 所示，其中朴子溪河口之 100 年重現期距洪峰流量為 2,939cms。

表 2-15　朴子溪民國 96 年水文分析報告洪峰流量採用值綜整表

控制點名稱		流域面積 (km^2)	各重現期洪峰流量(cms)							
			1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1	河口	427.60	314	808	1,347	1,717	2,193	2,561	2,939	3,322
2	朴子橋	288.90	319	762	1,250	1,595	2,043	2,392	2,746	3,113
3	新埤排水合流前	244.60	256	703	1,191	1,540	1,998	2,352	2,721	3,107
4	麻魚寮排水合流前	192.50	274	696	1,160	1,493	1,939	2,286	2,650	3,029
5	牛稠溪橋	149.70	234	665	1,158	1,511	1,975	2,335	2,701	3,077
6	獅子頭溪合流前	139.10	276	686	1,142	1,480	1,919	2,257	2,601	2,954
7	濁水溪合流前	94.30	132	346	606	796	1,054	1,257	1,467	1,688

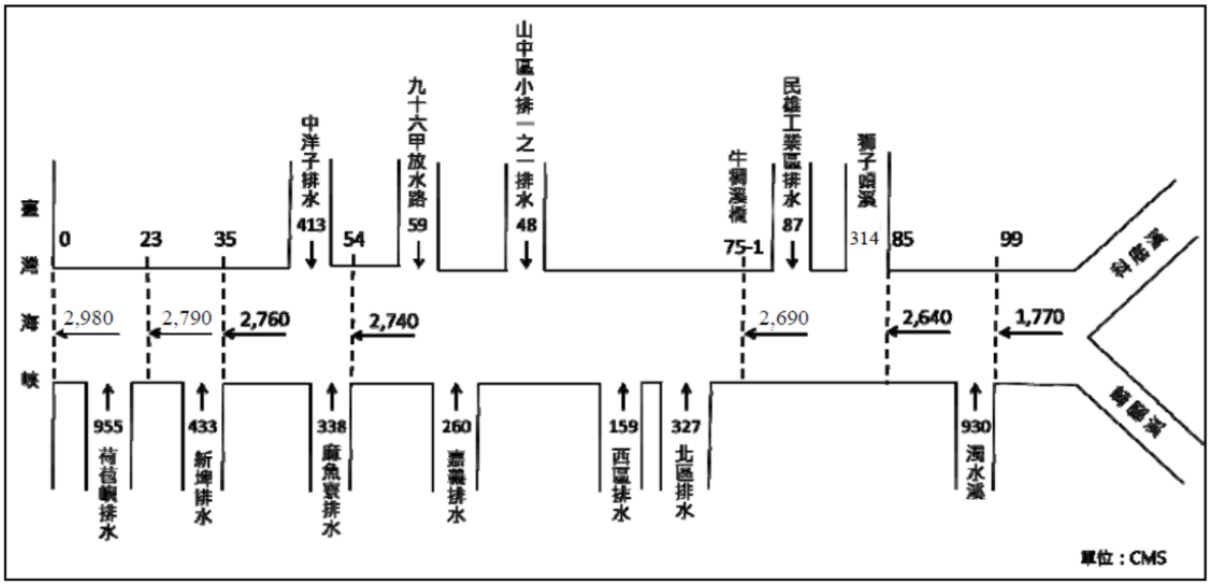
資料來源：朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討水文分析報告，水利署第五河川局，民國 96 年。

民國 108 年治理規劃檢討報告利用民國 44 年至民國 102 年之雨量資料，以徐昇氏法推算流域內各控制點各重現期之最大一日及二日暴雨量，再以修正係數求得流域內各控制點各重現期之最大 24 小時及 48 小時暴雨量，並配合降雨時間型態，採用三角形單位歷線法、無因次單位歷線法、運動波-地貌瞬時單位歷線法等三種方法分析，導出各控制點不同重現期距之洪峰流量，並以灣內橋及牛稠溪橋站之實測流量做驗證。由於 108 年治理規劃檢討報告分析之各重現期距洪峰流量皆大於民國 96 年核定成果，除安全之考量外，各項參數亦考量最新實際現況，也與實測流量之分析成果相近，故建議採用本次成果為現況洪峰流量，分析成果如表 2-16 所示，計畫洪峰流量分配圖 2-7 所示。其中朴子溪河口之 100 年重現期距洪峰流量為 2,980cms。

表 2-16　朴子溪民國 105 年規劃檢討報告洪峰流量採用值綜整表

控制站	集水面積 (km^2)	項目	重現期(年)						
			2	5	10	25	50	100	200
河口	427.60	洪峰流量	837	1,370	1,740	2,220	2,590	2,980	3,370
		比流量	1.96	3.20	4.07	5.19	6.06	6.96	7.87
朴子橋	285.73	洪峰流量	773	1,270	1,620	2,070	2,430	2,790	3,150
		比流量	2.71	4.44	5.66	7.24	8.49	9.75	11.03
新埤排水合流前	244.60	洪峰流量	714	1,210	1,560	2,020	2,380	2,760	3,150
		比流量	2.92	4.92	6.38	8.27	9.74	11.28	12.87
麻魚寮排水合流前	192.50	洪峰流量	701	1,180	1,530	2,000	2,370	2,740	3,120
		比流量	3.64	6.11	7.95	10.40	12.29	14.23	16.19
牛稠溪橋	151.20	洪峰流量	696	1,170	1,510	1,970	2,320	2,690	3,070
		比流量	4.60	7.76	10.01	12.99	15.31	17.76	20.32
獅子頭溪合流前	139.10	洪峰流量	673	1,160	1,500	1,940	2,290	2,640	3,000
		比流量	4.84	8.33	10.78	13.96	16.44	18.98	21.53
濁水溪合流前	94.30	洪峰流量	435	729	958	1,270	1,520	1,770	2,030
		比流量	4.62	7.73	10.15	13.48	16.12	18.77	21.51

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-7　朴子溪現況 100 年重現期距洪峰流量分配圖

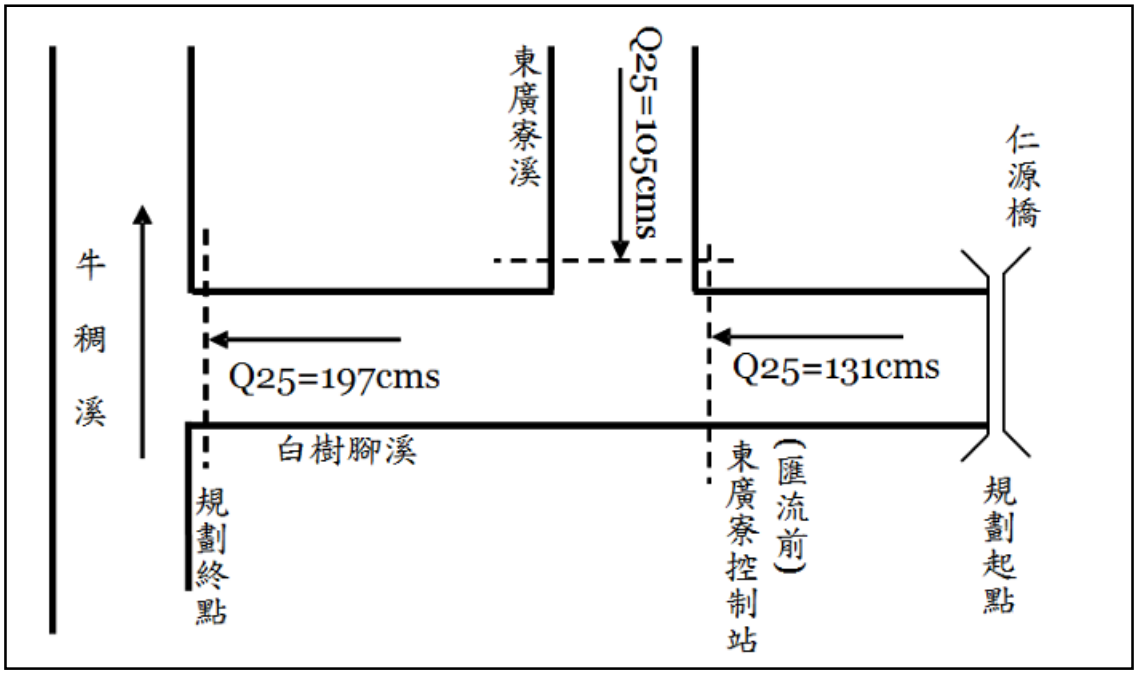
(二) 牛稠溪支流白樹腳溪(含東廣寮溪)

白樹腳溪(含東廣寮溪)為朴子溪水系牛稠溪上游支流，採用 25 年重現期距保護標準，民國 105 年治理規劃報告利用民國 49 年至民國 98 年之雨量資料，以徐昇氏法推算流域內各控制點各重現期之最大一日及二日暴雨量，再以修正係數求得流域內各控制點各重現期之最大 24 小時及 48 小時暴雨量，並配合降雨時間型態，採用降雨逕流模式、合理化公式導出各控制點不同重現期距之洪峰流量，分析成果如表 2-17 所示，計畫洪峰流量分配圖，如圖 2-8 所示，其中白樹腳溪河口之 25 年重現期距洪峰流量為 197cms。

表 2-17　白樹腳溪民國 105 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表

控制站	集水面積 (km^2)	項目	重現期(年)						
			2	5	10	25	50	100	200
白樹腳溪出口	6.67	洪峰流量	92	138	165	197	218	239	259
		比流量	13.8	20.7	24.7	29.5	32.7	35.8	38.8
東廣寮控制站	4.00	洪峰流量	61	92	110	131	145	158	171
		比流量	15.3	23	27.5	32.8	36.3	39.5	42.8
東廣寮溪出口	2.34	洪峰流量	64	78	90	105	117	123	140
		比流量	27.35	33.33	38.46	44.87	50.00	52.56	59.82

資料來源：朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告，水利署第五河川局，民國 105 年。



資料來源：朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告，第五河川局，民國 105 年。

圖 2-8　白樹腳溪現況 25 年重現期距洪峰流量分配圖

(三)牛稠溪支流濁水溪(含番子路科溪、清水溪)

民國 82 年治理規劃報告利用民國 20 年至民國 78 年之雨量資料，以徐昇氏法推算流域內各控制點各重現期之最大一日及二日暴雨量，再配合降雨時間型態，採用無因次單位歷線法、合理化公式導出各控制點不同重現期距之洪峰流量，分析成果如表 2-18 所示，其中濁水溪出口之 100 年重現期距洪峰流量為 930cms。

另民國 81 年治理規劃報告利用民國 49 年至民國 80 年之雨量資料，以徐昇氏法推算流域內各控制點各重現期之最大一日及二日暴雨量，再配合降雨時間型態，採用無因次單位歷線法、合理化公式導出各控制點不同重現期距之洪峰流量，分析成果如表 2-19 所示，其中清水溪出口之 100 年重現期距洪峰流量為 334cms。

(四) 牛稠溪支流獅子頭溪

民國 82 年治理規劃報告利用民國 20 年至民國 78 年之雨量資料，以徐昇氏法推算流域內各控制點各重現期之最大一日及二日暴雨量，再配合降雨時間型態，採用無因次單位歷線法、合理化公式導出各控制點不同重現期距之洪峰流量，分析成果如表 2-18 所示，其中獅子樓溪出口之 100 年重現期距洪峰流量為 314ms。

表 2-18　濁水溪民國 82 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表

河段	控制站	集水面積(km²)	項目	重現期(年)								
				1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
濁水溪	出口	51.78	洪峰流量	130	292	462	575	685	718	825	930	1035
			比流量	2.51	5.64	8.92	11.10	13.23	13.86	15.93	17.96	19.99
	清水溪合流前	31.89	洪峰流量	80	180	285	354	422	442	508	573	638
			比流量	2.51	5.64	8.94	11.10	13.23	13.86	15.93	17.97	20.00
	田寮排水合流前	23.09	洪峰流量	58	131	207	257	306	321	368	415	462
			比流量	2.51	5.67	8.96	11.13	13.25	13.90	15.94	17.97	20.01
	水景頭坑溪合流前	19.96	洪峰流量	51	114	180	224	266	280	321	362	403
			比流量	2.56	5.71	9.02	11.22	13.33	14.03	16.08	18.14	20.19
	番子路科溪合流前	9.87	洪峰流量	29	64	99	123	147	153	177	198	220
			比流量	2.94	6.48	10.03	12.46	14.89	15.50	17.93	20.06	22.29
番子路科溪	出口	6.15	洪峰流量	20	42	65	81	97	101	116	131	145
			比流量	3.25	6.83	10.57	13.17	15.77	16.42	18.86	21.30	23.58
	田仔坑溪合流前	3.21	洪峰流量	11	22	35	43	51	54	61	69	76
			比流量	3.43	6.85	10.90	13.40	15.88	16.82	19.00	21.50	23.68

資料來源：嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

表 2-19　清水溪民國 81 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表

河段	控制站	集水面積(km²)	項目	重現期(年)								
				1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
清水溪	清水溪出口前	18.76	洪峰流量	-	125	182	219	255	266	301	334	367
			比流量	-	6.66	9.70	11.67	13.59	14.18	16.04	17.8	19.56
	坑內橋	14.49	洪峰流量	-	101	148	179	208	217	245	272	299
			比流量	-	6.97	10.21	12.35	14.35	14.98	16.91	18.77	20.63
	頂埔溪合流前	7.42	洪峰流量	-	57	83	100	116	121	137	152	167
			比流量	-	7.68	11.19	13.48	15.63	16.31	18.46	20.49	22.51
	清水橋	5.21	洪峰流量	-	45	66	80	93	97	110	122	134
			比流量	-	8.64	12.67	15.36	17.85	18.62	21.11	23.42	25.72
	頂埔溪出口前	4.51	洪峰流量	-	35	52	63	73	76	86	96	105
			比流量	-	7.98	11.53	13.97	16.19	16.85	19.07	21.29	23.28

資料來源：清水溪河川治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 81 年。

表 2-20　獅子頭溪民國 82 年規劃報告洪峰流量採用值綜整表

河段	控制站	集水面積(km²)	項目	重現期(年)								
				1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
獅子頭溪	出口	22.54	洪峰流量	39	104	168	207	243	254	285	314	342
			比流量	1.73	4.61	7.45	9.18	10.78	11.27	12.64	13.93	15.17
	內埔子圳合流前	14.82	洪峰流量	26	70	112	137	161	168	188	208	226
			比流量	1.75	4.72	7.56	9.24	10.86	11.34	12.69	14.04	15.25
	陶子坑溪合流前	11.11	洪峰流量	21	55	88	108	126	132	148	163	177
			比流量	1.89	4.95	7.92	9.72	11.34	11.88	13.32	14.67	15.93

資料來源：嘉義縣朴子溪支流獅子頭溪治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

2.2.3 歷年河性、沖淤及水理變化

民國 108 年之「朴子溪治理規劃檢討報告」針對朴子溪主流之河性、沖淤及水理變化已進行相關分析，茲說明如下：

一、歷年河性說明

(一) 河川型態

108 年報告蒐集朴子溪歷年治理規劃成果、影像圖、斷面測量報告及現地調查，再依據「台灣地區河川型態調查研究總報告」(陳樹群，2002 年)分析方法，對朴子溪進行河川型態分類，一般依其蜿蜒度(SI=河流長度/河谷長度)分為順直河段(SI≦1.0<SI<1.2)、蜿蜒河段(SI>1.2)及辮狀河段三類；依據朴子溪之流路，分段估計其蜿蜒度如表 2-21 所示。朴子溪各河段之蜿蜒度介於 1.12~1.51 之間，除牛稠溪橋至治理起點金福橋(斷面 74~134)河段為順直河川外，其餘河段皆屬蜿蜒河川。

表 2-21　朴子溪河川型態一覽表

項次	河段	蜿蜒度	坡度	河川型態
1	河口~新埤排水合流點(斷面 0~34)	1.51	1/2,600	蜿蜒
2	新埤排水合流點~牛稠溪橋(斷面 34~75)	1.51	1/1,800	蜿蜒
3	牛稠溪橋~金福橋(斷面 75~134)	1.12	1/105	順直

註：蜿蜒度(SI=河流長度/河谷長度)分為順直河段、蜿蜒河段及辮狀河段；河流長指河心距長度；河谷長指河谷直線趨勢距離。

(二) 河槽型態

自然河槽斷面依其建槽流量與河床質粒徑，形成不同之型態，河槽寬深比為主深槽寬度(W)與平均水深(H)之比值。河槽寬深比可視為河川水流能量分布情形，寬深比值較高者(寬淺河槽)，河岸承受較大之水流作用，河岸側向沖蝕效應較嚴重。

朴子溪屬於沖積型河川，一般沖積型河道依其河床質含砂量之百分比可分為懸移載、混合載及推移載等三種不同河槽類型，Schumm(1963)針對沖積型河川之特性分類如表 2-22 所示；另，一般以寬深比 40 為辮狀河川與蜿蜒河川之分界，寬深比小於 40 者為蜿蜒河川。該報告河床質採樣分析結果顯示朴子溪主流之河床質泥砂(小於 2.0mm)含量百分比皆大於 20%，平均河槽寬深比則為 18.33。故整體而言，朴子溪主流河道屬於懸移載之河槽類型，具有輕微侵蝕且範圍明確的蜿蜒河道，多淺灘(riffle)及深潭(pool)型態之河相。

表 2-22　沖積型河川特性(Schumm,1963)

輸砂特性	河床質泥砂百分比(%)	推移載佔總輸砂量之百分比(%)	河道穩定性		
			穩定狀態(動態平衡)	淤積狀態	沖刷狀態
懸移載	>20	<3	♦ W/H<10 ♦ 蜿蜒度>2 ♦ 坡度平緩	♦ 主要為河岸淤積使河道變窄 ♦ 河床淤積次之	♦ 主要為河床沖刷 ♦ 河岸沖刷次之
混合載	5~20	3~11	♦ 10<W/H<40 ♦ 1.3<蜿蜒度<2 ♦ 坡度中等	♦ 主要為河岸淤積，而後河床淤積	♦ 主要為河床沖刷，而後河岸沖刷
推移載	<5	>11	♦ W/H>40 ♦ 蜿蜒度<1.3 ♦ 坡度陡峭	♦ 主要為河床淤積 ♦ 形成河中島	♦ 主要為河岸沖刷 ♦ 河床沖刷次之

註：W=河寬，H=水深，蜿蜒度=河流長度與河谷長度之比值。

(三) 流路變遷

民國 105 年治理規劃檢討報告之朴子溪主流流路變遷係採用水利署地理資訊倉儲中心提供之民國 76 年、85 年、98 年及 102 年經建版地形圖及衛星影像圖為分析依據，以了解河道由過去至今之變遷情況。各年份之河道變遷情形如圖 2-9 所示，並分述如下：

1.下游(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0~52)

下游河段自河口至嘉南大圳渡槽位於沖積平原，地勢平坦，且兩岸大多已築堤束洪，變遷幅度小，僅有東石大橋下游附近、灣內大橋附近及月眉潭橋下游流路稍有變化，其餘無太大變動。

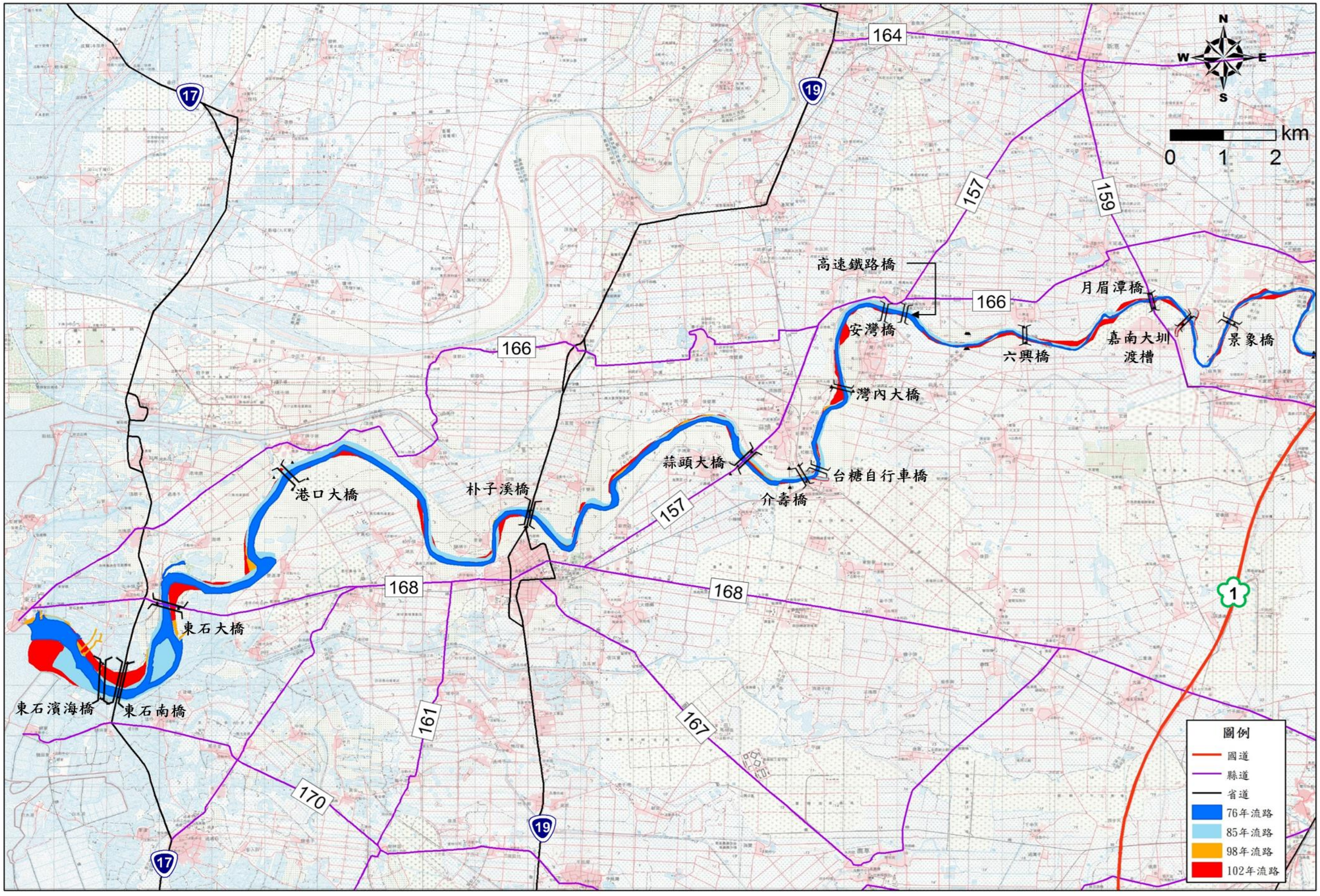
2.中游段(嘉南大圳渡槽至盧山橋，斷面 52 至 85)

中游河段自嘉南大圳渡槽至盧山橋，河寬往上游漸漸變小，此段流路以華興橋至盧山橋河段流路稍有變化，其餘並無太大變動，流路尚屬穩定。

3.上游段(盧山橋至金福橋，斷面 85 至 134)

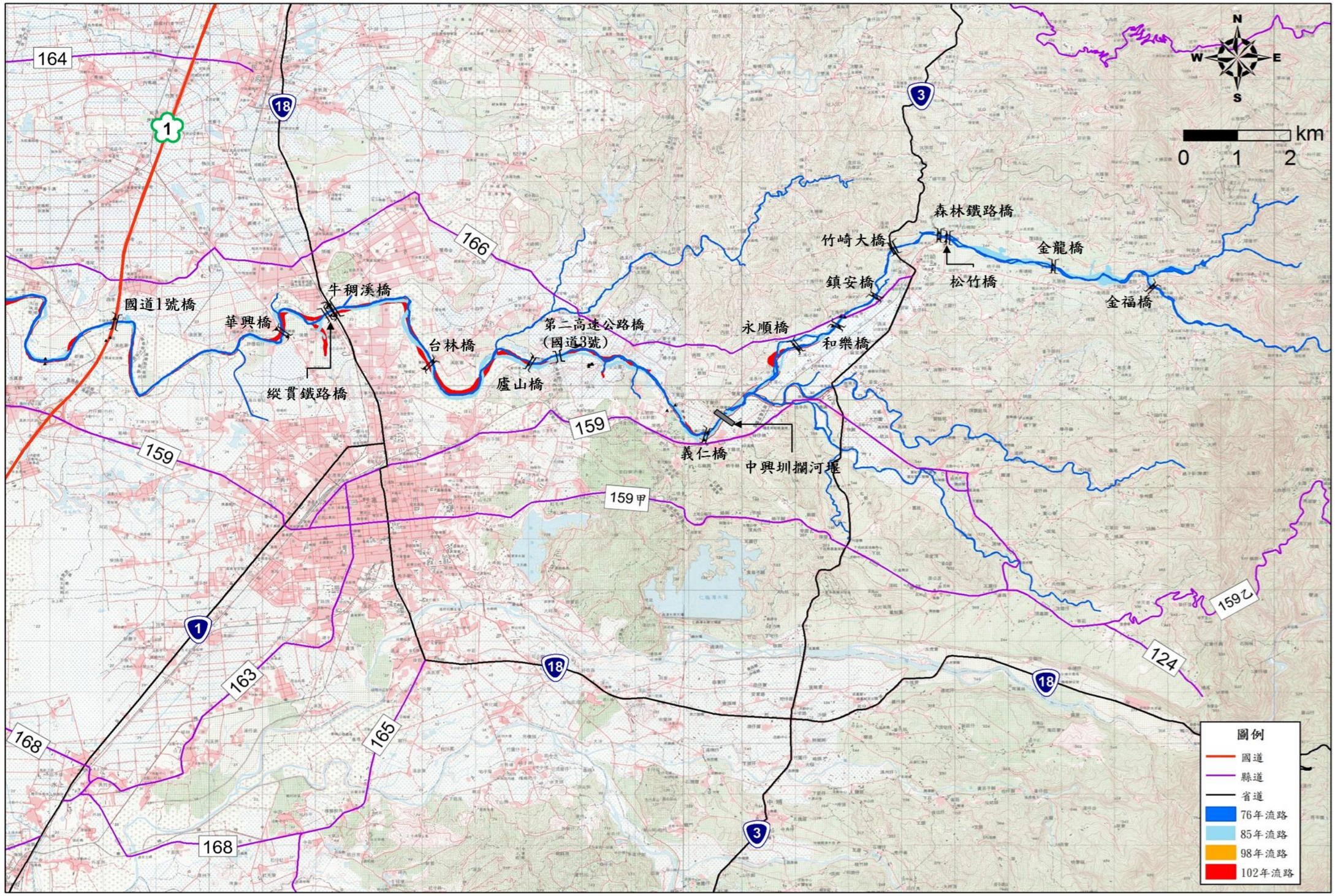
上游河段自盧山橋至治理起點金福橋，屬於山區地勢，坡度更趨陡峻，河道深槽受地形束縮，河寬縮小，流路集中，各年流路相近，變遷幅度小。

經比較歷年流路變化，朴子溪主流歷年河道無太大變動情形，僅有微幅偏移，大致流路集中，各年流路相近；流路微幅偏移部分，如東石大橋下游附近、灣內大橋附近、月眉潭橋下游及華興橋至盧山橋河段等。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-9　朴子溪主流河道歷年變遷圖(1/2)



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-9　朴子溪主流河道歷年變遷圖(2/2)

二、歷年河道沖淤變化

(一) 朴子溪主流(含牛稠溪)

民國 105 年治理規劃檢討報告係以第五河川局民國 64 年、71 年、85 年、89 年、90 年、94 年、99 年及 103 年之斷面測量成果進行歷年河道沖淤變化分析，朴子溪主流歷年河道沖淤變化分析如表 2-23 所示，歷年河道沖淤變化量如表 2-23 所示，整體顯示歷年河道沖淤約以民國 94 年為界，94 年以前朴子溪主流河道多呈現沖刷狀態，近年則有回淤情形。茲就各河段分述如下：

1.下游段(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0 至 52)

朴子溪下游段河口至蒜頭大橋(斷面 32)，64 年至 85 年間因受地盤下陷影響，河床略有下陷，但各年間河道沖淤變化大致為沖淤互現。以民國 64、71 年與 94 年之平均河床高進行比較，除斷面 7 以下河口段呈淤積狀態外，其餘河段均呈沖刷狀態，平均沖刷深度 2.58 m；又以灣內大橋到嘉南大圳渡槽間河段沖刷情形較為劇烈，平均沖刷深度達 3.49m。而以民國 94 年與 103 年平均河床高進行比較，其中僅斷面 2~4、10~15 及斷面 19 為沖刷河段，其餘斷面屬淤積情形，9 年間平均淤積深度 1.33 m，顯示本河段近年已有回淤情形。

2.中游段(嘉南大圳渡槽至盧山橋，斷面 52 至 85)

以民國 64、71 年與 94 年之平均河床高進行比較，朴子溪中游段河道均呈沖刷狀態，平均沖刷深度 2.51 m；惟民國 85 年賀伯颱風後本河段曾辦理疏濬工程。另以民國 94 年與 103 年之平均河床高進行比較，則呈淤積狀態，平均淤積深度 0.40m，顯示本河段近年亦有回淤情形。

3.上游段(盧山橋至金福橋，斷面 85 至 134)

朴子溪上游段因屬泥岩地形，沖刷狀態較顯著，以民國 64、71 年與 94 年之平均河床高進行比較，平均沖刷深度約 2.82 m，其中又以永順橋至鎮安橋間河段沖刷最為劇烈，平均沖刷深度達 4.48m。另以民國 94 年與 103 年之平均河床高進行比較，仍呈沖刷狀態，平均沖刷深度 2.02 m。上游段僅中興圳攔河堰上游渠段之沖刷較少。

表 2-23　朴子溪河床高程比較表(1/7)

斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
1	0	-2.09	-1.76	-1.48	-1.07	-1.28	-0.81	-5.51	-5.13	1.28	0.67	0.26	1.02	
2	627	-1.87	-2.26	-1.31	0.19	-0.83	-1.10	-3.61	-4.61	0.77	0.21	-1.29	2.06	
2.2	1067	-0.73	-1.23	-1.14	0.02	-0.83	-1.06	-4.51	-5.07	-0.33	0.08	-1.08	0.75	東石濱海橋-下
2.1	1112	-1.21	-1.05	-1.81	-0.67	-0.88	-0.81	-4.14	-4.56	0.40	1.00	-0.14	0.54	東石濱海橋-上
3	1242	-1.26	-1.03	-1.97	-0.67	-0.41	-0.55	-2.90	-3.39	0.71	1.42	0.12	0.59	
3.2	1465	-1.44	-0.96	-2.13	-0.71	-0.61	-1.00	-5.59	-8.79	0.44	1.13	-0.29	0.73	東石南橋-下
3.1	1477	-0.90	-0.91	-1.18	-0.63	-0.47	-0.86	-5.52	-8.87	0.04	0.32	-0.23	0.27	東石南橋-上
4	2057	-0.90	-0.91	-1.18	-0.63	-0.55	-0.86	-2.53	-3.25	0.04	0.32	-0.23	0.27	
5	2867	-3.17	-0.81	-1.93	-0.96	-0.31	-0.32	-1.62	-2.52	2.85	1.61	0.64	2.21	
6.1	3337	-0.37	-0.69	-1.28	-0.92	-0.35	-0.54	-2.56	-9.39	-0.17	0.74	0.38	-0.55	東石大橋-下
6	3367	-1.11	-1.17	-1.39	-0.80	-0.17	-0.06	-5.50	-6.44	1.05	1.33	0.74	0.31	東石大橋-上
7	4253	-1.11	-1.17	-1.39	-0.80	-0.75	-0.31	-2.31	-2.27	0.80	1.08	0.49	0.31	
8	5173	1.09	-0.42	0.26	0.01	0.17	0.25	-7.73	-7.60	-0.84	-0.01	0.24	-1.08	
9	5933	1.34	-0.14	-0.09	-0.58	0.31	0.44	-8.05	-7.67	-0.90	0.53	1.02	-1.92	
10	6423	2.26	0.22	-0.33	1.02	0.52	0.55	-2.85	-2.46	-1.71	0.88	-0.47	-1.24	
11	6993	1.50	0.53	1.12	1.42	0.26	0.41	-6.60	-6.28	-1.09	-0.71	-1.01	-0.08	
12.2	7235	1.39	1.10	1.56	0.99	0.26	0.69	-5.45	-4.62	-0.70	-0.87	-0.30	-0.40	港口大橋-下
12.1	7253	1.36	1.41	1.30	0.99	0.25	0.41	-7.64	-4.18	-0.95	-0.89	-0.58	-0.37	港口大橋-上
12	7523	1.89	1.55	1.25	1.61	0.97	0.91	-2.47	-2.20	-0.98	-0.34	-0.70	-0.28	
13	7943	1.84	1.73	0.85	1.09	0.93	0.93	-1.86	-2.77	-0.91	0.08	-0.16	-0.75	
14	8353	1.41	2.06	1.12	1.01	0.54	0.76	-5.81	-2.81	-0.65	-0.36	-0.25	-0.40	
15	8597	2.54	2.14	2.07	2.32	1.17	1.25	-3.31	-3.87	-1.29	-0.82	-1.07	-0.22	
16	9097	1.78	2.06	1.88	1.76	1.90	1.91	-1.28	-1.48	0.13	0.03	0.15	-0.02	
17	9457	2.68	2.27	2.18	1.79	1.77	1.87	-2.98	-1.95	-0.81	-0.31	0.08	-0.89	
18	10089	2.44	2.42	2.36	1.58	1.88	1.80	-1.06	-0.92	-0.64	-0.56	0.22	-0.86	
19	10714	2.59	3.53	2.78	2.05	1.92	1.95	-2.75	-2.76	-0.64	-0.83	-0.10	-0.54	
20	11524	3.43	3.61	3.20	1.99	2.87	2.25	-1.12	-3.47	-1.18	-0.95	0.26	-1.44	
21	12259	4.42	4.10	2.77	-0.68	3.04	2.32	0.59	-2.23	-2.10	-0.45	3.00	-5.10	

表 2-23　朴子溪河床高程比較表(2/7)

斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
22	12684	4.06	1.81	1.92	1.27	3.70	3.14	-4.76	-6.46	-0.92	1.22	1.87	-2.79	
23	13074	4.06	1.81	1.92	1.29	2.11	2.81	-2.12	-4.35	-1.25	0.89	1.52	-2.77	朴子大橋-下
23.1	13114	5.04	5.10	4.95	2.49	2.69	2.67	-1.25	-3.19	-2.37	-2.28	0.18	-2.55	朴子大橋-上
24	13797	5.65	5.08	5.36	1.76	4.88	4.87	-0.47	-2.85	-0.78	-0.49	3.11	-3.89	
25	14217	6.08	5.05	5.91	3.45	4.58	4.58	-5.00	-5.01	-1.50	-1.33	1.13	-2.63	
26	14667	5.75	5.61	5.58	0.89	5.13	4.99	-0.09	-2.55	-0.76	-0.59	4.10	-4.86	
27	15249	6.05	5.63	5.56	4.24	5.78	5.73	-1.61	-1.67	-0.32	0.17	1.49	-1.81	
28	15891	6.44	5.98	5.30	5.13	5.75	5.69	0.66	-2.03	-0.75	0.39	0.56	-1.31	
29	16579	7.05	6.17	5.41	5.05	5.74	5.81	0.72	-2.38	-1.24	0.40	0.76	-2.00	
30	17259	7.57	6.79	5.90	3.95	6.30	6.16	1.14	-2.14	-1.41	0.26	2.21	-3.62	
31	17777	6.84	5.59	4.96	*	6.36	6.75	-1.19	-1.97	-0.09	1.79	*	-	
32.1	18507	5.35	5.71	4.85	4.21	6.13	5.69	-2.33	-3.45	0.34	0.84	1.48	-1.14	蒜頭大橋-下
32	18522	5.35	5.71	4.85	4.44	6.13	5.26	-4.37	-4.05	-0.09	0.41	0.82	-0.91	蒜頭大橋-上
33	19032	7.36	6.84	4.92	3.54	6.66	6.49	-0.11	-0.65	-0.87	1.57	2.95	-3.82	
34.1	19477	6.26	6.68	5.26	*	6.79	6.54	-3.04	-2.75	0.28	1.28	*	-	介壽橋-下
34	19492	6.26	6.68	5.26	*	6.66	6.72	-2.86	-2.76	0.46	1.46	*	-	介壽橋-上
35.1	19772	2.89	6.62	3.08	3.90	6.65	7.47	-0.43	-0.58	4.58	4.39	3.57	1.01	
35	20252	2.89	6.63	3.02	3.93	6.96	7.06	1.59	-1.00	4.17	4.04	3.13	1.04	台糖自行車橋
36	20762	7.09	7.33	4.71	5.81	6.96	7.13	1.99	-0.83	0.04	2.42	1.32	-1.28	
37	21412	8.85	8.44	4.81	5.22	7.56	5.79	-0.84	-2.85	-3.06	0.98	0.57	-3.63	
37.2	21702	7.25	6.61	5.54	4.99	7.53	6.89	0.09	-1.96	-0.36	1.35	1.90	-2.26	灣內大橋-下
37.1	21717	8.33	6.97	5.10	4.10	6.49	6.85	-0.90	-2.23	-1.48	1.75	2.75	-4.23	灣內大橋-上
38	22007	8.33	6.97	5.10	4.10	7.66	7.65	2.72	-0.36	-0.68	2.55	3.55	-4.23	
39	22633	8.11	7.39	6.06	5.03	7.66	8.52	2.78	-0.08	0.41	2.46	3.49	-3.08	
40	23128	9.01	8.72	5.37	3.78	8.06	9.42	2.86	-1.12	0.41	4.05	5.64	-5.23	
41	23668	10.03	9.31	5.39	6.12	8.50	9.34	0.09	-0.72	-0.69	3.95	3.22	-3.91	
41.2	24088	9.18	9.11	7.04	6.02	9.27	10.16	2.15	-0.18	0.98	3.12	4.14	-3.16	安灣橋-下
41.1	24113	9.67	9.66	3.69	5.25	9.46	9.92	0.76	-0.63	0.25	6.23	4.67	-4.42	安灣橋-上

表 2-23　朴子溪河床高程比較表(3/7)

斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
42	24313	9.90	9.63	3.72	7.46	9.85	9.89	2.20	0.03	-0.01	6.17	2.43	-2.44	
43	24883	10.16	10.19	4.47	6.19	9.86	9.77	2.48	-0.25	-0.39	5.30	3.58	-3.97	
44	25451	10.38	7.81	5.74	*	9.90	8.33	2.19	-0.98	-2.05	2.59	*	-	
44.1	25463	9.47	8.19	6.42	6.20	10.06	7.93	2.79	-0.11	-1.54	1.51	1.73	-3.27	
44.1.1	25481	9.47	8.19	6.42	6.20	8.95	8.79	2.56	-1.38	-0.68	2.37	2.59	-3.27	
44.2	25487	10.27	8.48	5.91	7.11	8.73	8.95	2.63	-0.92	-1.32	3.04	1.84	-3.16	高速鐵路橋-下
44.2.1	25500	10.81	10.75	4.44	7.64	8.73	9.07	3.00	-0.17	-1.74	4.63	1.43	-3.17	高速鐵路橋-上
44.3	25505	10.55	11.91	5.14	7.50	8.91	8.95	1.03	-0.15	-1.60	3.81	1.45	-3.05	
44.3.1	25524	9.33	10.46	7.68	7.28	8.91	8.95	1.13	-0.36	-0.38	1.27	1.67	-2.05	
45	26198	10.40	11.96	10.17	6.22	8.95	8.67	3.47	0.64	-1.73	-1.50	2.45	-4.18	
46.1	26648	9.78	12.89	9.59	6.32	8.96	8.42	2.07	-0.02	-1.36	-1.17	2.10	-3.46	六興橋-下
46	26660	9.78	12.89	9.59	6.32	9.55	8.60	1.99	1.47	-1.18	-0.99	2.28	-3.46	六興橋-上
47	27282	10.32	13.30	9.76	6.73	9.21	9.42	3.30	1.59	-0.90	-0.34	2.69	-3.59	
48	27932	10.16	11.40	10.10	7.47	9.20	10.08	3.33	1.95	-0.08	-0.02	2.61	-2.69	
49	28423	10.16	11.40	10.10	7.50	10.11	8.83	2.86	1.71	-1.33	-1.27	1.33	-2.66	
50	29023	10.33	10.74	9.87	7.58	9.84	9.61	3.25	2.48	-0.72	-0.26	2.03	-2.75	
50.2	29383	12.41	13.01	9.21	7.92	8.21	9.50	3.33	3.57	-2.91	0.29	1.58	-4.49	月眉潭橋-下
50.1	29408	12.93	13.55	7.16	8.12	9.84	9.53	2.38	3.74	-3.40	2.37	1.41	-4.81	月眉潭橋-上
51	29748	12.91	13.55	8.39	8.12	8.65	9.33	3.70	3.02	-3.58	0.94	1.21	-4.79	
52.1	30278	11.70	13.37	9.62	8.57	8.61	9.27	3.49	1.98	-2.43	-0.35	0.70	-3.13	嘉南大圳渡槽-下
52	30288	11.66	13.89	10.67	8.80	10.39	9.21	3.63	0.85	-2.45	-1.46	0.41	-2.86	嘉南大圳渡槽-上
53	30988	12.82	15.07	9.87	9.97	9.89	12.39	4.67	3.85	-0.43	2.52	2.42	-2.85	
53.1	31018	13.57	15.05	11.59	9.65	9.89	5.26	5.54	1.97	-8.31	-6.33	-4.39	-3.92	
53.2	31024	13.14	16.15	12.91	9.53	12.57	4.89	5.50	1.73	-8.25	-8.02	-4.64	-3.61	
54	31798	12.81	15.18	12.59	10.01	12.65	8.20	5.87	5.26	-4.61	-4.39	-1.81	-2.80	
55.1	32148	14.51	14.94	14.34	12.31	12.84	6.30	5.78	5.35	-8.21	-8.04	-6.01	-2.20	景象橋-下
55	32163	14.25	16.52	14.34	*	13.42	6.24	5.67	5.16	-8.01	-8.10	*	-	景象橋-上
56	32863	14.21	16.41	16.76	12.18	12.98	11.61	6.62	4.88	-2.60	-5.15	-0.57	-2.03	

表 2-23　朴子溪河床高程比較表(4/7)

斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
57	33423	14.21	16.41	16.76	12.15	12.93	14.32	7.01	5.80	0.11	-2.44	2.17	-2.06	
58	34223	13.16	16.06	16.79	11.51	14.11	14.60	7.67	5.49	1.44	-2.19	3.09	-1.65	
59	34663	13.32	17.31	16.82	11.68	14.00	10.38	8.11	5.90	-2.94	-6.44	-1.30	-1.64	
60	35213	14.49	18.17	17.39	11.67	14.53	10.21	8.06	6.17	-4.28	-7.18	-1.46	-2.82	
60.2	35313	13.25	17.17	17.39	12.44	15.22	14.78	7.17	8.48	1.53	-2.61	2.34	-0.81	無名橋-下
60.1	35323	15.12	18.32	16.56	12.10	15.78	14.67	7.17	8.47	-0.45	-1.89	2.57	-3.02	無名橋-上
61	35723	15.29	18.57	16.89	12.38	14.87	10.55	8.62	7.35	-4.74	-6.34	-1.83	-2.91	
62	36223	16.04	18.25	18.15	13.20	14.69	15.34	9.46	8.15	-0.70	-2.81	2.14	-2.84	
63.1	36823	15.86	18.48	17.89	13.03	15.54	15.64	9.40	10.25	-0.22	-2.25	2.61	-2.83	國道 1 號橋-下
63	36873	15.90	18.64	17.73	13.55	15.73	13.39	10.71	10.56	-2.51	-4.34	-0.16	-2.35	國道 1 號橋-上
64	37193	16.92	18.83	17.55	*	14.53	15.45	10.83	9.65	-1.47	-2.10	*	-	
65	37571	14.92	19.03	17.46	14.25	14.53	18.16	10.89	9.88	3.24	0.70	3.91	-0.67	
66	38013	14.92	19.03	17.46	14.26	16.51	18.74	10.93	9.86	3.82	1.28	4.48	-0.66	
67	38213	16.55	20.17	18.08	13.86	17.13	18.54	10.71	9.92	1.99	0.46	4.68	-2.69	
68	38813	16.05	21.78	18.71	14.73	18.03	14.50	11.41	9.61	-1.55	-4.21	-0.23	-1.32	
69	39393	21.03	20.19	19.20	16.82	18.04	18.50	11.77	10.36	-2.53	-0.70	1.68	-4.21	
70	39883	21.03	20.19	19.20	16.99	18.14	17.53	12.36	11.32	-3.50	-1.67	0.54	-4.04	
71	40348	17.53	19.36	18.85	16.45	19.39	15.44	12.23	10.43	-2.09	-3.41	-1.01	-1.08	
72	40698	18.90	19.43	18.34	17.08	19.22	18.97	12.41	11.36	0.07	0.63	1.89	-1.82	
72.2	41178	18.90	19.43	18.34	17.09	17.48	16.74	13.73	12.39	-2.16	-1.60	-0.35	-1.81	華興橋-下
72.1	41203	19.71	22.46	17.51	16.89	19.61	16.86	13.02	12.26	-2.85	-0.65	-0.03	-2.82	華興橋-上
73	41458	19.41	21.36	16.68	16.99	18.20	18.46	12.84	12.26	-0.95	1.78	1.47	-2.42	
74	41878	20.00	23.65	18.11	17.07	16.74	18.55	13.54	12.98	-1.45	0.44	1.48	-2.93	
74.1	42478	21.19	22.10	20.25	17.83	17.45	20.23	15.26	14.88	-0.96	-0.02	2.40	-3.36	縱貫鐵路橋-下
74.2	42523	21.13	23.06	20.85	18.16	17.18	19.65	15.97	14.80	-1.48	-1.20	1.49	-2.97	縱貫鐵路橋-上
75.1	42528	20.60	21.81	16.68	18.74	16.82	18.82	15.97	15.07	-1.78	2.14	0.08	-1.86	牛稠溪橋-下
75	42573	20.60	21.81	16.68	18.73	18.75	19.63	16.12	14.98	-0.97	2.95	0.90	-1.87	牛稠溪橋-上
76	43158	22.88	24.31	20.71	19.51	20.60	20.22	15.32	15.07	-2.66	-0.49	0.71	-3.37	

表 2-23　朴子溪河床高程比較表(5/7)

斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
77	43493	22.26	27.06	21.17	19.74	20.84	20.41	15.93	15.21	-1.85	-0.76	0.67	-2.52	
78	43832	23.10	24.37	23.17	20.30	18.49	20.35	15.90	15.18	-2.75	-2.82	0.05	-2.80	
79	44283	24.06	26.28	23.75	21.57	18.49	21.32	16.93	16.14	-2.74	-2.43	-0.25	-2.49	
80	44813	25.02	25.93	24.22	21.94	18.88	21.69	17.54	15.88	-3.33	-2.53	-0.25	-3.08	
81.1	45223	25.02	25.93	24.22	21.95	19.22	21.46	18.41	16.52	-3.56	-2.76	-0.49	-3.07	台林橋-下
81	45243	25.17	25.20	24.44	21.93	20.09	20.54	18.25	16.49	-4.63	-3.90	-1.39	-3.24	台林橋-上
82	45973	25.95	*	24.66	*	22.55	22.97	16.91	17.16	-2.98	-1.69	*	-	
83	46343	24.78	*	24.77	23.73	22.71	23.57	18.28	17.50	-1.21	-1.20	-0.16	-1.05	
84	46983	28.00	*	25.51	23.76	21.49	22.68	19.37	18.41	-5.32	-2.83	-1.08	-4.24	
85	47583	27.48	*	26.55	*	21.50	25.76	20.01	19.73	-1.72	-0.79	*	-	
85.2	47803	28.68	*	27.66	26.45	21.54	22.76	21.21	18.13	-5.92	-4.90	-3.69	-2.23	盧山橋-下
85.1	47818	31.92	*	28.77	29.12	24.91	23.46	20.76	20.35	-8.46	-5.31	-5.66	-2.80	盧山橋-上
86	48178	30.01	*	30.19	*	22.65	24.38	21.35	19.40	-5.63	-5.81	*	-	
87.5	48758	*	*	*	*	24.14	29.12	20.88	21.97	*	*	*	-	
87.4	48778	*	*	*	*	23.97	28.99	22.26	21.63	*	*	*	-	
87.3	48788	*	*	*	*	23.97	28.87	22.55	21.09	*	*	*	-	
87.2	48828	*	*	*	*	25.45	28.08	22.08	20.53	*	*	*	-	
87.1	48838	*	*	*	*	27.84	28.48	22.08	21.09	*	*	*	-	
87	48858	*	*	*	*	27.87	28.95	22.35	22.24	*	*	*	-	
88	49108	33.04	*	30.83	29.20	25.50	29.06	23.92	22.11	-3.98	-1.77	-0.14	-3.84	
89	49618	34.86	*	31.10	*	25.51	27.73	24.16	23.82	-7.13	-3.37	*	-	
90	49963	37.43	*	30.99	30.57	26.27	31.70	17.80	25.69	-5.73	0.71	1.13	-6.86	
91	50503	38.24	*	31.80	*	26.28	30.84	22.43	28.38	-7.40	-0.96	*	-	
92	51058	39.09	*	34.39	34.82	25.53	31.03	23.46	27.88	-8.06	-3.36	-3.79	-4.27	
92.1	51333	40.28	*	35.34	*	27.27	32.38	26.17	31.53	-7.90	-2.96	*	-	
92.2	51334	41.35	*	36.97	37.15	29.32	36.03	27.28	35.55	-5.32	-0.94	-1.12	-4.20	
93	51458	42.05	*	37.10	*	31.04	34.98	30.08	33.51	-7.07	-2.12	*	-	
94	51758	43.21	*	38.94	*	31.18	37.44	29.49	34.54	-5.77	-1.50	*	-	

表 2-23　朴子溪河床高程比較表 6/7)

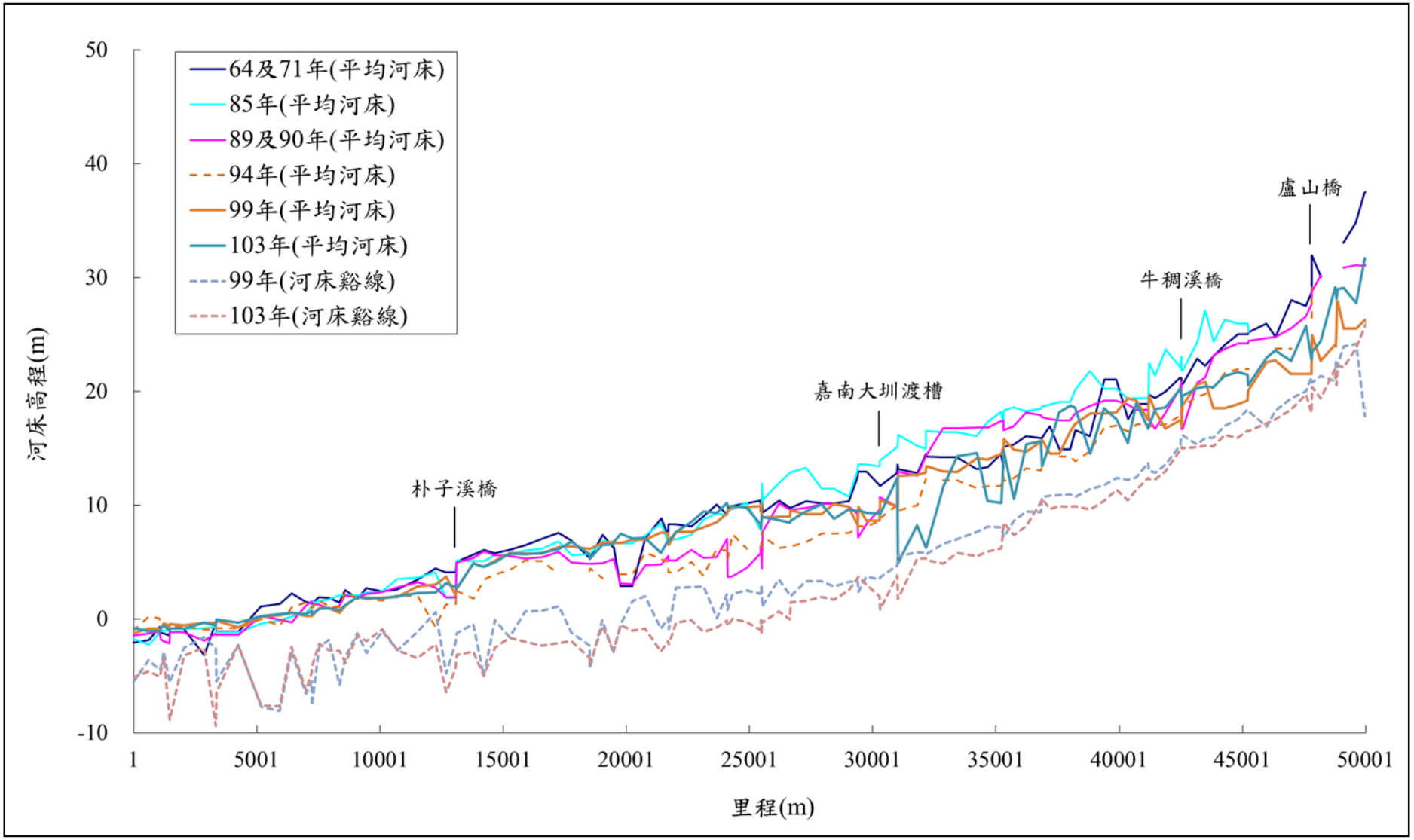
斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
95.1	51968	43.90	*	39.56	40.93	31.18	41.01	29.49	39.08	-2.89	1.45	0.08	-2.97	義仁橋-下
95	51980	43.90	*	39.56	41.06	33.95	40.20	33.06	38.37	-3.70	0.64	-0.86	-2.84	義仁橋-上
96	52320	48.26	*	48.78	*	37.49	41.73	36.86	39.24	-6.53	-7.05	*	-	
96.1	52514	48.68	*	48.91	40.60	40.50	45.48	37.85	42.13	-3.20	-3.43	4.88	-8.08	跌水工-下
96.2	52515	55.87	*	58.26	57.81	40.56	43.61	37.85	42.13	-12.26	-14.65	-14.20	1.94	跌水工-上
97	52630	59.12	*	58.26	57.81	41.18	58.97	41.00	58.82	-0.15	0.71	1.16	-1.31	中興圳攔河堰-下
97.1	52631	62.03	*	59.23	60.44	58.85	58.19	57.72	56.03	-3.84	-1.04	-2.25	-1.59	中興圳攔河堰-上
98	52945	64.66	*	62.11	63.81	60.97	61.48	58.97	58.62	-3.18	-0.63	-2.33	-0.85	
99	53395	69.42	*	64.95	66.47	64.07	64.47	62.80	62.28	-4.95	-0.48	-2.00	-2.95	
100	53735	70.24	*	67.66	68.97	66.59	66.91	64.12	64.41	-3.33	-0.75	-2.06	-1.27	
101	53945	75.64	*	71.18	72.40	68.33	68.81	67.24	66.92	-6.83	-2.37	-3.59	-3.24	
102	54250	80.41	*	74.70	74.97	73.39	73.52	71.23	70.74	-6.89	-1.18	-1.45	-5.44	
103.1	54510	80.41	*	74.70	75.04	74.83	74.65	72.56	72.62	-5.76	-0.05	-0.39	-5.37	永順橋-下
103	54525	81.56	*	78.17	77.40	74.88	75.16	72.56	71.70	-6.40	-3.01	-2.24	-4.16	永順橋-上
104	54755	84.62	*	83.29	79.73	77.54	78.26	74.99	74.66	-6.36	-5.03	-1.47	-4.89	
105	54945	88.10	*	86.61	80.76	79.13	80.38	77.57	75.73	-7.72	-6.23	-0.38	-7.34	
106	55145	92.41	*	88.78	84.99	80.75	79.38	79.04	79.02	-13.03	-9.40	-5.61	-7.42	
107.2	55365	92.41	*	88.78	84.89	82.65	81.09	80.13	78.83	-11.32	-7.69	-3.80	-7.52	和樂橋-下
107	55367	95.09	*	91.20	91.56	83.07	82.76	79.14	81.55	-12.33	-8.44	-8.80	-3.53	和樂橋-上
108	55802	99.34	*	97.73	98.27	92.46	92.91	90.33	89.61	-6.43	-4.82	-5.36	-1.07	
109.1	56322	99.34	*	97.73	98.57	98.10	98.48	96.05	96.13	-0.86	0.75	-0.09	-0.77	鎮安橋-下
109	56332	105.11	*	100.87	102.37	98.12	98.43	96.38	96.10	-6.68	-2.44	-3.94	-2.74	鎮安橋-上
110	56612	109.81	*	104.02	103.11	100.82	101.67	99.14	99.63	-8.14	-2.35	-1.44	-6.70	
111	56862	112.11	*	107.89	108.33	103.76	104.01	102.07	100.98	-8.10	-3.88	-4.32	-3.78	
112	57102	113.45	*	111.77	111.57	108.06	108.54	107.46	107.06	-4.91	-3.23	-3.03	-1.88	
112.1	57302	113.45	*	111.77	111.99	111.49	112.30	107.45	110.91	-1.15	0.53	0.31	-1.46	竹崎大橋-下
113	57322	119.99	*	116.16	118.24	111.62	112.60	108.05	111.24	-7.39	-3.56	-5.64	-1.75	竹崎大橋-上
114	57743	122.30	*	120.56	120.04	118.57	118.28	116.71	115.36	-4.02	-2.28	-1.76	-2.26	

表 2-23　朴子溪河床高程比較表(7/7)

斷面樁	河心距(m)	平均河床高程(m)						河床縱線高程(m)		沖淤深度變化量(m)				備註
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
		64 及 71 年	85 年	89 及 90 年	94 年	99 年	103 年	99 年	103 年	(6)－(1)	(6)－(3)	(6)－(4)	(4)－(1)	
115	57913	126.50	*	122.92	125.73	121.84	121.51	119.55	117.16	-4.99	-1.41	-4.22	-0.77	
116	58253	126.50	*	122.92	125.85	125.39	125.39	123.59	123.54	-1.11	2.47	-0.46	-0.65	森林鐵路橋-下
116.1	58263	128.96	*	126.36	128.51	125.40	125.56	124.01	123.59	-3.40	-0.80	-2.95	-0.45	森林鐵路橋-上
116.2	58393	128.96	*	126.36	128.52	128.10	127.35	125.36	126.10	-1.61	0.99	-1.17	-0.44	松竹橋-下
117	58405	131.42	*	128.72	131.09	128.10	127.65	125.89	126.26	-3.77	-1.07	-3.44	-0.33	松竹橋-上
118	58540	132.00	*	128.87	*	131.16	130.65	129.22	128.16	-1.35	1.78	*	-	
119	58695	134.37	*	133.44	133.75	133.72	134.22	131.69	132.07	-0.15	0.78	0.47	-0.62	
120	58895	138.96	*	135.94	136.67	136.03	137.79	135.02	135.20	-1.17	1.85	1.12	-2.29	
121	59085	141.63	*	139.70	138.77	139.28	140.03	137.32	137.44	-1.60	0.33	1.26	-2.86	
122	59425	146.80	*	143.45	144.14	143.55	144.41	141.00	142.21	-2.39	0.96	0.27	-2.66	
123	59650	150.96	*	148.48	148.73	147.55	148.42	145.67	146.70	-2.54	-0.06	-0.31	-2.23	
124	59980	158.00	*	152.27	154.52	154.44	155.15	152.62	153.14	-2.85	2.88	0.63	-3.48	
125	60255	161.87	*	157.94	159.29	158.40	158.91	156.81	157.20	-2.96	0.97	-0.38	-2.58	
125.1	60410	162.82	*	161.20	159.98	160.62	160.82	160.52	159.34	-2.00	-0.38	0.84	-2.84	金龍橋-下
126	60422	162.82	*	161.20	159.91	160.84	161.24	160.59	159.43	-1.58	0.04	1.33	-2.91	金龍橋-上
127	60682	169.33	*	165.54	165.99	165.29	165.72	162.43	163.40	-3.61	0.18	-0.27	-3.34	
128	60912	173.04	*	169.87	170.89	170.22	171.41	167.84	167.96	-1.63	1.54	0.52	-2.15	
129	61087	177.65	*	175.67	175.26	172.74	173.65	172.49	171.80	-4.00	-2.02	-1.61	-2.39	
130	61287	184.32	*	181.51	180.62	178.97	177.67	178.09	177.00	-6.65	-3.84	-2.95	-3.70	
131	61637	191.43	*	185.90	189.76	179.26	179.75	178.39	176.83	-11.68	-6.15	-10.01	-1.67	
132	61977	200.12	*	196.11	196.48	197.00	197.47	195.00	194.11	-2.65	1.36	0.99	-3.64	
133	62252	205.92	*	205.10	205.34	203.22	203.48	203.21	201.85	-2.44	-1.62	-1.86	-0.58	
133.1	62537	214.16	*	214.08	213.81	210.54	210.51	207.45	209.09	-3.65	-3.57	-3.30	-0.35	金福橋-下
134	62555	214.16	*	214.08	214.59	210.55	210.85	209.49	210.05	-3.31	-3.23	-3.74	0.43	金福橋-上

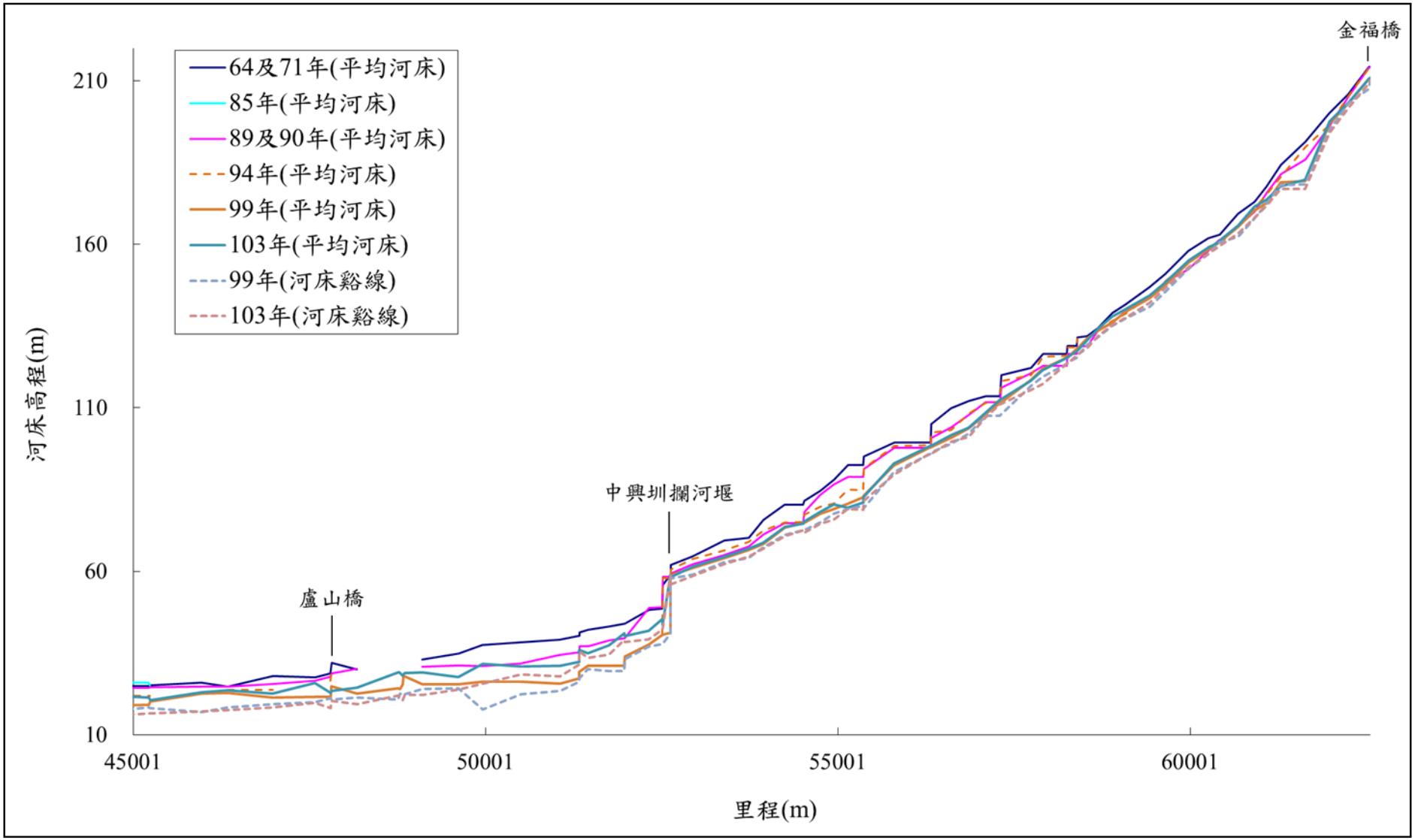
註：沖淤變化為“-“者，表示該段期間於該斷面為沖刷趨勢，反之為淤積；“ *“表示無資料。

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-10　朴子溪主流河床高程變化圖(1/2)



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

圖 2-10　朴子溪主流河床高程變化圖(2/2)

由上述各河段沖淤變化分析可知，目前朴子溪主流之中、下游河段早年雖有沖刷情形，但近年已逐漸回淤，故河道呈現沖淤互現之情形；而上游河段之沖刷趨勢雖有減緩，但仍坡陡流急，河道仍屬沖刷型態。

(二) 牛稠溪支流白樹腳溪(含東廣寮溪)

民國 95 年曾辦理白樹腳溪河川區域勘測報告，民國 97 年亦辦理東廣寮溪河川區域勘測報告，以及民國 100 年進行大斷面測量，取其相同斷面之平均河床高程進行比較，其顯示白樹腳溪與東廣寮溪沖淤情形並不嚴重，其沖淤變化分析如表 2-24 所示。

表 2-24　白樹腳溪(含東廣寮溪)各斷面最低河床高程比較表

白樹腳溪				
斷面	河心距(m)	平均河床高程		沖淤深度變化量(m)
		95 年高程(m)	100 年高程(m)	100 年-95 年
A01	0	120.51	119.72	-0.79
A01-1	38	118.92	119.50	0.58
A02	44	118.95	119.03	0.08
A03-1	379	123.38	122.55	-0.83
A04	383	123.40	122.85	-0.55
A08-1	1158	132.85	133.83	0.98
A09	1165	132.91	133.74	0.83
東廣寮溪				
斷面	河心距(m)	平均河床高程		沖淤深度變化量(m)
		97 年高程(m)	100 年高程(m)	100 年-97 年
B05	501	133.40	133.73	0.33
B06	569	134.21	134.75	0.54
B07-1	634	138.01	137.55	-0.46
B08	639	138.01	137.74	-0.27
B09-1	814	144.22	144.29	0.07
B10	820	144.71	144.61	-0.1

資料來源：朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告，第五河川局，民國 105 年。

2.2.4 朴子溪流域內抽水站

經查朴子溪流域內共計設置有 56 座抽水站，成果統計如表 2-25 所示，位置分布詳圖 2-11 所示。其中包括圍潭抽水站、三塊厝抽水站(滯洪池)及大崎抽水站等在內之 17 座抽水站係將洪水直接抽排進入朴子溪，其抽水總量約為 48.22cms，其餘抽水站則抽排進入荷包嶼排水、栗子崙排水等排水系統。由於直接抽排進入朴子溪之總抽水量不高，對於朴子溪水系防洪構造物造成之風險有限。

圖 2-11　朴子溪流域抽水站位置分布示意圖

表 2-25　朴子溪流域抽水站資料表(1/2)

項次	名稱	排水系統	位置		抽水機數量	抽水量(cms)	型式	管理單位
			TWD97_X	TWD97_Y				
1	三家村草埔抽水站	中三塊中排水	165015	2596607	1	0.4	固定式	東石鄉公所
2	圍潭抽水站	朴子溪支流排水	167410	2595622	5	3.73	固定式	東石鄉公所
3	三塊厝抽水站(滯洪池)	三塊厝抽水站直排區	165984	2595983	6	5.08	固定式	東石鄉公所
4	三家 2 號抽水站	中三塊中排水	165878	2596273	2	0.86	固定式	東石鄉公所
5	永屯抽水站(圓潭部落)	中三塊中排水	165063	2595513	5	1.58	固定式	東石鄉公所
6	永屯抽水站(堤防旁)	中三塊中排水	165816	2595684	3	1.69	固定式	東石鄉公所
7	朴子溪堤防(0+032)抽水站	荷苞嶼排水	166566	2594383	3	0.27	固定式	東石鄉公所
8	朴子溪海埔抽水站	朴子溪支流排水	167501	2597039	2	2.0	固定式	東石鄉公所
9	東石抽水站	朴子溪支流排水	163648	2595191	3	6.0	固定式	東石鄉公所
10	龍嬸婆前抽水站	朴子溪支流排水	163377	2595094	2	0.26	移動式	東石鄉公所
11	東石濱海抽水站	朴子溪支流排水	162963	2594859	3	2.18	固定式	東石鄉公所
12	海埔地抽水站	朴子溪支流排水	162875	2594801	2	1.8	固定式	東石鄉公所
13	海埔地北岸抽水站	朴子溪支流排水	162629	2595451	2	1.0	固定式	東石鄉公所
14	栗子崙抽水站	栗子崙排水	164927	2593587	3	9.0	固定式	東石鄉公所
15	東崙村抽水站	栗子崙排水	167544	2592776	2	0.18	固定式	東石鄉公所
16	西崙電力抽水站	栗子崙排水	166613	2592496	2	0.86	固定式	東石鄉公所
17	西崙村 3 號移動式抽水站	栗子崙排水	166613	2592485	1	0.3	移動式	東石鄉公所
18	西崙村落圍堤抽水站	栗子崙排水	166500	2592663	4	3.6	固定式	東石鄉公所
19	九司伯抽水站	栗子崙排水	166474	2591131	4	0.63	固定式	東石鄉公所
20	塭仔抽水站(塭仔橋旁)	栗子崙排水	165365	2592991	3	1.09	固定式	東石鄉公所
21	塭仔後埔抽水站	栗子崙排水	166165	2593433	3	1.09	固定式	東石鄉公所
22	園明寺抽水站	栗子崙排水	165384	2593351	2	0.18	固定式	東石鄉公所
23	塭仔村落滯洪池抽水站	栗子崙排水	165932	2593329	2	2.08	固定式	東石鄉公所
24	塭仔後埔新建抽水站	栗子崙排水	165964	2593858	2	2.0	固定式	東石鄉公所
25	鴨北後 1 抽水站	荷苞嶼排水	170071	2593321	3	0.24	固定式	朴子市公所
26	鴨北後 2 抽水站	荷苞嶼排水	169678	2593531	3	0.25	固定式	朴子市公所
27	鴨北後 3 抽水站	荷苞嶼排水	170379	2593124	4	0.8	固定式	朴子市公所
28	新寮里抽水站	荷苞嶼排水	172755	2594127	5	2.93	固定式	朴子市公所

表 2-25　朴子溪流域抽水站資料表(2/2)

項次	名稱	排水系統	位置		抽水機數量	抽水量(cms)	型式	管理單位
			TWD97_X	TWD97_Y				
29	永和里抽水站	荷苞嶼排水	170432	2594476	5	2.93	固定式	朴子市公所
30	永和里新設抽水站	荷苞嶼排水	170430	2594473	1	1.0	固定式	朴子市公所
31	鴨母寮中排抽水站(滯洪池)	荷苞嶼排水	171559	2594359	2	2.0	固定式	朴子市公所
32	下竹圍抽水站(滯洪池)	荷苞嶼排水	171596	2594577	2	2.0	固定式	朴子市公所
33	港墘村落圍堤抽水站	荷苞嶼排水	169537	2595061	1	2.0	固定式	東石鄉公所
34	港墘 2 號抽水站	荷苞嶼排水	169874	2594559	2	1.2	固定式	東石鄉公所
35	港墘抽水站	荷苞嶼排水	169354	2594796	4	4.0	固定式	東石鄉公所
36	洲仔抽水站	荷苞嶼排水	167837	2594300	2	1.0	固定式	東石鄉公所
37	洲仔龍鳳寺前抽水站	荷苞嶼排水	167231	2594581	3	0.26	固定式	東石鄉公所
38	洲仔新建抽水站	荷苞嶼排水	166843	2594410	3	3.0	固定式	東石鄉公所
39	中洲中排二抽水站	荷苞嶼排水	167657	2594173	2	2.08	固定式	東石鄉公所
40	中洲排水抽水站	荷苞嶼排水	169104	2594091	4	2.24	固定式	布袋鎮公所
41	半月中洲排水 1 號抽水站	荷苞嶼排水	169140	2593559	2	0.21	固定式	布袋鎮公所
42	半月中洲排水 2 號抽水站	荷苞嶼排水	168981	2593183	1	0.09	固定式	布袋鎮公所
43	半月貴舍大排旁抽水站	荷苞嶼排水	169681	2593421	1	0.09	固定式	布袋鎮公所
44	工廠村抽水站	新埤排水	178637	2597780	4	2.0	固定式	嘉義縣政府
45	勞工住宅抽水站	新埤排水	182825	2599844	2	0.6	固定式	太保市公所
46	工廠 2 號水門抽水站	新埤排水	178267	2597831	1	0.1	固定式	六腳鄉公所
47	工廠 3 號水門抽水站	新埤排水	178616	2597760	2	0.26	固定式	六腳鄉公所
48	灣內 1 號水門抽水站	灣內排水(朴子溪)	179136	2599975	2	0.33	固定式	六腳鄉公所
49	灣內大型抽水站	灣內排水(朴子溪)	179132	2599993	3	3.75	固定式	六腳鄉公所
50	大崎抽水站	朴子溪支流排水	194629	2601502	3	7.5	固定式	嘉義縣政府
51	大崎新設抽水站	朴子溪支流排水	194613	2601507	2	2.0	固定式	嘉義縣政府
52	福興抽水站	朴子溪支流排水	191839	2600854	2	0.26	固定式	民雄鄉公所
53	西昌抽水站	朴子溪支流排水	186437	2603710	4	0.52	固定式	民雄鄉公所
54	金興抽水站	朴子溪支流排水	192506	2601360	2	2.0	固定式	民雄鄉公所
55	秀林抽水站	朴子溪支流排水	195095	2600219	2	2.0	固定式	民雄鄉公所
56	頭橋排水抽水站	朴子溪支流排水	192500	2601357	1	0.35	固定式	民雄鄉公所

2.2.5 各項水利建造物相關治理工程沿革、建造物設施概況、結構型式及與其他結構物(如橋梁、抽水站、橫移門、堰、壩)共構資料

一、相關治理沿革

(一)河川治理規劃

朴子溪於民國 19~20 年日據時代，曾就蒜頭至東石海口研究防洪初步計畫，擬定河寬與局部防洪保護工程。至民國 25~26 年，擴大朴子溪防洪計畫，計畫範圍延伸至目前縱貫公路牛稠溪橋附近，主要為制定水道治理計畫線及各段防洪措施，曾研擬朴子、蒜頭兩地浚渫工程，後因二次大戰爆發，有關方案即告中斷。

光復後，由臺灣省水利局規劃總隊(水利署水利規劃試驗所前身)於民國 76 年首次辦理本溪之治理規劃，民國 77 年完成治理基本計畫，並於民國 79 年 8 月 15 日奉經濟部經水字 40475 號函核定，同年 9 月 27 日臺灣省政府府建水字 159129 號公告。日後本流域工、商業蓬勃發展，鑑於地方發展需求及配合地方整體建設，於民國 84 年以第一高速公路橋為界分下游段及上游段，辦理朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討，檢討研擬水道治理計畫線，並依據治理規劃檢討報告辦理治理基本計畫修訂,其中治理基本計畫第一次修訂(高速公路橋至河口段)於民國 86 年 7 月 22 日奉經濟部經水字 86021518 號函核定，同年 9 月 10 日臺灣省政府府水政字 157855 號公告;治理基本計畫第二次修訂(高速公路橋上游段)則於民國 87 年 8 月 27 日奉經濟部經水字 87260963 號函核定，同年 10 月 16 日臺灣省政府府水政字 167815 號公告，近年來朴子溪沿岸及上游集水區原地物、地貌已改變甚多，加上颱風造成沿岸區域受災嚴重，水文也有重大變化，遂於 108 年完成朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討(經濟部水利署 108 年 6 月 20 日經水字第 10820208100 核定)。有關朴子溪流域治理沿革詳見表 2-26。

(二)河川治理工程

1.本溪現有防洪構造物自日據時代即陸續興建，惟於民國 70 年以前大部份未經整體規劃，致防洪構造物位置零亂且繁多，且建置年份久遠，防洪功能應有檢討評估之必要性。

2.民國 78 年臺灣省水利局規劃總隊「朴子溪(含牛稠溪)治理基本計畫」，首次針對現有防洪構造物做有系統整理，朴子溪水系治理五年計畫(93－97)。

3.民國 86、87 年臺灣省水利局規劃總隊辦理朴子溪(含牛稠溪)治理基本計畫第一次修訂，經統計堤防 31,685 m、護岸 10,099 m。

4.民國 91 年第五河川局辦理「朴子溪水系治理五年計畫(93－97)」，經統計堤防 33,765 m、護岸 9,315 m。

5.民國 108 年經濟部水利署辦理朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)，經統計堤防 74,780 m、護岸 2,944m。

(三)治理規劃報告

1.朴子溪(含牛稠溪)治理規劃(前臺灣省水利局，民國 79 年 8 月)

(1)計畫範圍

計畫範圍為河口至科底與崎腳兩溪合流處附近(斷面 1~133)，規劃長度總計為 60 km。

(2)計畫成果

採用民國 20 年至民國 74 年為止，共 55 年之雨量資料，推算流域內各控制點二日暴雨頻率，再配合降雨時間型態，套入單位流量歷線，導出各控制點各重現期洪峰流量。主流採 100 年重現期洪水量。

(3)工程計畫

民國 79 年規劃報告建議既有防洪工程改善 23,489 m、新建防洪工程 50,600 m。總工程費用為 2,264,400 仟元。全部工程依優先次序分八期實施。

2.朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討(高速公路橋上、下游段)(前臺灣省水利局，民國 86 年 7 月、民國 87 年 8 月)

(1)計畫範圍

下游段為河口至高速公路橋(斷面 1~63)，上游段為高速公路橋至崎腳溪金福橋(斷面 63~134)，規劃總長計為 60 km。

表 2-26　朴子溪流域治理沿革一覽表

項次	計畫名稱	計畫範圍	核定/公告日期	文號
1	朴子溪(含牛稠溪)治理規劃報告	河口至科底與崎腳兩溪合流處附近(斷面1~133)	民國 79 年 8 月	經水字 40475 號
2	朴子溪治理基本計畫、牛稠溪治理基本計畫	河口至科底與崎腳兩溪合流處附近(斷面1~133)	民國 79 年 9 月	府建水字 159129 號
3	清水溪河川治理規劃報告	與濁水溪合流處至頂埔溪天寶橋(斷面 1~B8)	民國 81 年 5 月	-
4	清水溪治理基本計畫	與濁水溪合流處至頂埔溪天寶橋(斷面 1~B8)	民國 81 年 8 月	-
5	嘉義線朴子溪支流濁水溪(番子路科溪)治理規劃報告	濁水溪出口至番子路科溪善法橋(斷面 1~37)、(斷面 1~10)	民國 82 年 12 月	-
6	濁水溪(番子路科溪)治理基本計畫	濁水溪出口至番子路科溪善法橋(斷面 1~37)、(斷面 1~10)	民國 82 年 12 月	-
7	嘉義縣朴子溪支流獅子頭溪治理規劃報告	獅子頭溪出口至金谷橋(斷面 1~39)	民國 82 年 12 月	-
8	獅子頭溪治理基本計畫	獅子頭溪出口至金谷橋(斷面 1~39)	民國 82 年 12 月	-
9	朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討報告(高速公路橋下游河段)	河口至高速公路橋(斷面 1~63)	民國 86 年 7 月	經水字 86021518 號
10	朴子溪治理基本計畫(高速公路橋至河口)第一次修訂	河口至高速公路橋(斷面 1~63)	民國 86 年 9 月	府水政字 157855 號
11	朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討報告(高速公路橋上游段)	高速公路橋至崎腳溪金福橋(斷面 63~134)	民國 87 年 8 月	經水字 87260963 號
12	朴子溪(含牛稠溪)治理基本計畫(高速公路橋上游段)第二次修訂	高速公路橋至崎腳溪金福橋(斷面 63~134)	民國 87 年 10 月	府水政字 167815 號
13	朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討-水文分析報告	河口至崎腳溪金福橋(斷面 1~134)	民國 96 年 8 月	經水文字第 09651212370 號
14	朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討	河口至金福橋(斷面 1~134)	民國 108 年 6 月	經水河字第 10820208100 號
15	朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)	河口至金福橋(斷面 1~134)	民國 108 年 8 月	經水字第 10820212380 號

資料來源：經濟部水利署網站 http://www.wra.gov.tw/；本計畫彙整。

(2)計畫成果

採用民國 20 年至民國 82 年為止，共 63 年之雨量資料，推算流域內各控制點二日暴雨頻率，再配合降雨時間型態，

套入單位流量歷線，導出各控制點各重現期洪峰流量。主流採 100 年重現期洪水量。

(3)工程計畫

經檢討原規劃(民國 79 年規劃)之治理措施尚屬合理，故工程計畫仍參照原規劃。另斷面 63~85 之間，部分河段為配合地方發展，計畫河寬縮小，故配合辦理疏濬工程。

3.朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討(經濟部水利署，民國 108 年 6 月)

(1)計畫範圍

計畫範圍為河口至金福橋(斷面 1~134)，規劃長度總計為 62 km。

(2)計畫成果

採用民國 44 年至民國 102 年為止，共 59 年之雨量資料，析採用極端值Ⅰ型之暴雨頻率分析成果，配合無因次單位歷線法分析之最大 48 小時洪峰流量推估，其成果較民國 86 及 87 年第一次規劃檢討值大。主流採 100 年重現期洪水量。

(3)工程計畫

民國 108 年規劃報告建議以放寬河幅為主，新建堤防 17,394 m、護岸 3,943m。總工程費用為 2,123,034 仟元。全部工程依優先次序分三期實施。

(四)治理基本計畫

1.朴子溪治理基本計畫、牛稠溪治理基本計畫(前臺灣省水利局，民國 79 年 9 月，已公告，府建水字第 159129 號函)

計畫範圍為河口至科底與崎腳兩溪合流處附近(斷面 1~133)，規劃總長為 60 km。目標為防止水災、調節洪水、維持河川正常機能。其計畫治理原則採束洪、導洪並用方式，於河道兩岸築設堤防、護岸等工程，並配合河道整理等方式施行。

2.朴子溪治理基本計畫(高速公路橋至河口)第一次修訂(前臺灣省水利局，民國 86 年 9 月，已公告，府水政字 157855 號)及朴子溪(含牛稠溪)治理基本計畫(高速公路橋上游段)第二次修訂(前臺灣省水利局，民國 87 年 10 月，已公告，府水政字 167815 號)

下游段為河口至高速公路橋(斷面 1~63)，上游段為高速公路橋至崎腳溪金福橋(斷面 63~134)，規劃長度總計為 60 km。計畫目標為防止水災、調節洪水、維持河川水流之正常機能。其計畫治理原則採束洪、導洪並用方式，於河道兩岸築設堤防、護岸等工程，並配合河道整理等方式施行。

3.朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)(經濟部水利署，民國 108 年 8 月，已公告，經水字第 10820212380 號)

計畫範圍為河口至金福橋(斷面 1~134)，規劃長度總計為 62 km。計畫修正內容為全河段計畫流量、計畫洪水位、部分河段之堤防預定線及增加帶建防洪工程。計畫目標為防止水災、調節洪水、維持河川水流之正常機能。其計畫治理原則採束洪、導洪並用方式，於河道兩岸築設堤防、護岸等工程，並配合河道整理等方式施行。

二、建造物設施概況、結構型式及與其他結構物等資料

(一)防洪構造物

參考民國 108 年「朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)」之防洪構造物統計，彙整現有及待建防洪構造物之調查成果，朴子溪主流(含牛稠溪)計現有堤防 74,780 m 及護岸 2,944 m，資料詳表 2-27；白樹腳溪(含東廣寮溪)計現有堤防 81m 及護岸 1,803m，資料詳表 2-28;濁水溪(含番子路科溪、清水溪)計現有堤防 137m 及護岸 5,442m，資料詳表 2-29；獅子頭溪計現有護岸 1,231m，資料詳表 2-30。

表 2-27　朴子溪主流(含牛稠溪)既有防洪建造物一覽表

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
朴子溪	左岸	1	網寮堤防	1,042	0
		3	溫仔堤防	2,050	0
		5	洲仔堤防	1,621	0
		7	圍潭堤防	5,546	0
		9	朴子堤防	5,910	0
		11	雙溪堤防	4,767	0
		13	新埤堤防	1,910	0
		15	灣內堤防	2,277	0
		17	過溝堤防	5,524	0
		19	麻魚寮護岸	0	300
		27	牛斗山堤防	860	0
		33	許厝護岸	0	383
		35	苧藤堤防	1,170	0
	小計			32,677	683
	右岸	2	東石堤防	5,351	0
		4	海埔堤防	3,029	0
		6	下楫堤防	3,721	0
		8	更寮堤防	3,510	0
		10	大橋頭堤防	700	0
		12	下雙溪堤防	664	0
		14	蒜頭堤防	4,120	0
		16	雙涵堤防	2,137	0
		18	安和堤防	451	0
		20	溪北堤防	5,198	0
		22	月眉堤防	763	0
		30	福興堤防	325	0
		34	福興一號堤防	509	0
		36	福興二號堤防	1,460	0
	小計			30,938	0
牛稠溪	左岸	37	後湖堤防	2,585	0
		39	盧厝堤防	2,600	0
		43	灣橋護岸	0	330
		45	林仔埔護岸	0	385
		47	和樂護岸		683
		49	竹崎堤防	750	0
		51	竹崎護岸		267
	小計			5,935	1,665
	右岸	38	民雄堤防	875	0
		40	溪底寮堤防	3,130	0
		42	林仔尾堤防	725	0
		44	火炭埔堤防	500	0
		46	溪角護岸	0	400
		48	覆鎗金護岸	0	196
	小計			5,230	596
總計				74,780	2,944

資料來源：朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫，水利署第五河川局，民國 108 年。

表 2-28　白樹腳溪(含東廣寮溪)既有防洪建造物一覽表

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
白樹腳溪	左岸	1	白樹腳一號堤防	23	0
		3	白樹腳一號護岸	0	205
		5	白樹腳二號堤防	58	0
		7	白樹腳二號護岸	0	198
		9	白樹腳三號護岸	0	116
	小計			81	519
	右岸	2	白樹腳四號護岸	0	30
		4	白樹腳五號護岸	0	111
		6	白樹腳七號護岸	0	226
		8	白樹腳六號護岸	0	103
	小計			0	470
東廣寮溪	右岸	1	東光寮一號護岸	0	320
		3	東廣寮二號護岸	0	36
	小計			0	356
	左岸	2	東廣寮三號護岸	0	95
		4	東廣寮四號護岸	0	328
		6	東廣寮五號護岸	0	35
	小計			0	458
總計				81	1,803

資料來源：朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告，水利署第五河川局，民國105年。

表 2-29　濁水溪流域既有防洪建造物一覽表(1/2)

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
濁水溪	左岸	1	鹿滿四號護岸	0	90
		3	鹿滿三號護岸	0	360
		5	鹿滿二號護岸	0	30
		7	鹿滿一號護岸	0	120
		9	瓦搖護岸	0	200
		11	坑口護岸	0	50
		13	溪洲四號護岸	0	160
		15	溪州三號護岸	0	30
		17	溪州二號護岸	0	38
		19	溪州一號護岸	0	65
		21	桃源二號護岸	0	105
		23	桃源一號護岸	0	85
	小計			0	1,333

表 2-29　濁水溪流域既有防洪建造物一覽表(2/2)

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
濁水溪	右岸	2	竹崎護岸	0	60
		4	水景頭二號護岸	0	160
		6	水景頭一號護岸	0	115
		8	過溪護岸	0	103
		10	新高護岸	0	250
		12	溪坪二號護岸	0	43
		14	溪坪一號護岸	0	205
		16	大園二號護岸	0	90
		18	大園一號護岸	0	50
	小計			0	1,076
番子路科溪	左岸	1	唐下寮二號護岸	0	90
		3	唐下寮一號護岸	0	70
		5	塘興護岸	0	70
	小計			0	230
	右岸	2	義隆護岸	0	170
		4	賴厝三號護岸	0	80
		6	賴厝二號護岸	0	45
		8	賴厝一號護岸	0	80
	小計			0	375
清水溪	左岸	1	長福橋護岸	0	54
		3	舊社二號橋護岸	0	359
		5	輝和橋護岸	0	63
		7	輝和一自強橋護岸	0	732
		9	頂埔護岸	0	185
	小計			0	1,393
	右岸	2	鹿滿護岸	0	186
		4	坑口護岸	0	121
		6	坑口堤防	137	0
		8	舊社二號護岸	0	338
		10	輝和橋護岸	0	148
		12	自強橋護岸	0	111
		14	頂埔護岸	0	131
	小計			137	1,035
總計				137	5,442

資料來源：1.嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

2.清水溪河川治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 81 年。

表 2-30　獅子頭溪流域既有防洪建造物一覽表

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	工程內容(m)	
				堤防	護岸
獅子頭溪	左岸	1	五間厝護岸	0	120
		3	林厝三號護岸	0	70
		5	林厝二號護岸	0	225
		7	林厝一號護岸	0	130
		9	獅埕三號護岸	0	48
		11	獅埕二號護岸	0	85
		13	獅埕一號護岸	0	60
		15	下厝仔二號護岸	0	47
		17	下厝仔一號護岸	0	60
		19	金谷橋大岸護岸	0	65
	小計			0	910
	右岸	2	林子尾護岸	0	80
		4	內埔護岸	0	47
		6	許厝護岸	0	75
		8	水坑護岸	0	55
		10	金谷橋護岸	0	64
	小計			0	321
總計				0	1,231

資料來源：嘉義縣朴子溪支流獅子頭溪治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

(二)跨河構造物

朴子溪及支流牛稠溪自金福橋以下至河口段之跨河構造物共計有 30 座橋梁及 1 座渡槽，依據 108 年治理計畫資料顯示，有 9 座橋梁橋長不足、4 座橋梁梁底淹沒及 14 座橋梁梁底高程未達計畫堤頂高之情形，目前有 7 座橋梁相關單位已改建或有改建計畫，其餘需改善之橋梁，橋梁主管單位應配合治理計畫辦理改善事宜；牛稠溪支流白樹腳溪(含東廣寮溪)自鄉道嘉 115 線仁親橋至與牛稠溪匯流處段之跨河構造物計有 7 座橋梁；牛稠溪支流濁水溪(含番子路科溪)自善法橋以下至濁水溪出口段之跨河構造物計有 12 座橋梁；濁水溪支流清水溪(含頂埔溪) 自天寶橋以下至與濁水溪合流段之跨河構造物計有 12 座橋梁；牛稠溪支流獅子頭溪自金谷橋以下至獅子頭溪出口段之跨河構造物計有 12 座橋梁，跨河構造物基本資料調查如表 2-31~表 2-34 所示。

表 2-31　朴子溪流域跨河建造物調查表

河川名稱	橋梁名稱	斷面	累距	橋長(m)	梁底高程(m)	橋墩寬*數量
朴子溪	東石濱海橋	2.1	1k+067	780	5.30	2.0*16
	東石南橋	3.1	1k+465	690	4.20	2.0*22
	東石大橋	6	3k+337	400	6.39	1.7*11
	港口大橋	11	7k+235	580	8.00	3.0*6
	朴子溪橋	23	13k+074	400	8.94	3.0*6
	蒜頭大橋	32	18k+507	385	13.20	1.5*10
	介壽橋	34	19k+477	370	11.40	1.0*12
	台糖自行車橋	35	20k+252	400	13.00	1.5*2
	灣內大橋	37.1	21k+702	420	13.24	2.0*11
	安灣橋	41.1	24k+088	670	15.08	1.5*22
	高速鐵路橋	42.5	25k+487	260	18.00	3.0*16
	六興橋	46	26k+648	314	14.00	2.0*11
	月眉潭橋	50.1	29k+383	180	16.46	1.4*8
	嘉南大圳渡槽	52	30k+278	200	16.68	1.8*9
	景象橋	55	32k+148	40	12.63	-
	無名橋	60.1	35k+323	22	11.76	1.4*4
	國道 1 號橋	63	36k+823	453	21.85	1.7*14
	華興橋	72.1	41k+178	210	23.37	2.1*6
	縱貫鐵路橋	74.1	42k+478	224	26.58	5.0*6
牛稠溪	牛稠溪橋	75	42k+528	238	26.43	2.2*6
	台林橋	81	45k+223	240	29.83	2.4*2
	盧山橋	85.1	47k+803	150	28.74	2.1*4
	義仁橋	95	51k+968	150	57.90	2.0*4
	永順橋	103	54k+510	60	81.28	2.2*1
	新和樂橋	107	55k+365	45	93.34	1.2*2
	鎮安橋	109	56k+322	90	102.88	4.0*2
	竹崎大橋	113	57k+302	120	118.63	0.9*7
	森林鐵路橋	116	58k+253	135	130.45	2.6*2
	松竹橋	117	58k+393	106	133.24	2.0*3
	金龍橋	126	60k+410	90	168.33	1.5*2
	金福橋	134	62k+537	48	220.26	1.0*3

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討，經濟部水利署，民國 108 年。

表 2-32　白樹腳溪(含東廣寮溪)流域跨河建造物調查表

河川名稱	橋梁名稱	斷面	累距	橋長(m)	梁底高程(m)	橋墩寬*數量
白樹腳溪	復金橋	A02	0k+325	20.69	124.49	無
	鐵路橋	A04	0k+383	44.52	131.52	1.7*1
	仁寬橋	A07	0k+939	21.90	135.86	無
	仁源橋 (原光明橋)	A09	1k+165	13.05	140.38	無
東廣寮溪	順廣橋	B07	0k+612	8.01	139.25	無
	慈渡橋	B08	0k+639	10.22	139.90	無
	仁親橋	B10	0k+820	11.28	148.15	無

資料來源：朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告，經濟部水利署，民國 105 年。

表 2-33　濁水溪(含東廣寮溪)流域跨河建造物調查表

河川名稱	橋梁名稱	斷面	累距	橋長(m)	梁底高程(m)	橋墩寬*數量
濁水溪	阿里山鐵路橋	3	0k+544	54.5	70.63	1.6*1
	興產橋	11	2k+168	47.4	85.77	1.0*4
	紫雲橋	16	3k+456	52.6	98.10	1.2*2
	過溪橋	20	4k+429	36.2	102.46	1.0*2
	心欣橋	26	6k+017	50.0	112.15	1.0*3
	東昇橋	30	6k+994	45.8	124.30	1.2*2
	塘興橋	32	7k+510	45.0	129.20	1.5*2
	東安橋	34	7k+980	29.1	143.67	1.2*1
	福源橋	36	8k+599	36.5	164.11	1.2*2
番子路科溪	富祥橋	1	0k+000	30.1	132.04	-
	復興橋	4	0k+874	25.0	144.09	1.0*1
	善法橋	10	2k+530	15.4	182.00	-
清水溪	鹿滿舊橋	2	0k+138	31.0	73.38	0.6*1
	長福橋	2-1	0k+162	58.0	72.76	1.5*1
	坑內橋	9	1k+691	41.0	88.99	0.8*2
	舊社第二號橋	20	4k+082	20.0	114.92	-
	輝和橋	26	5k+384	22.5	143.95	0.5*1
	自強橋	29	5k+940	19.0	160.68	0.8*1
	聯發橋	30	6k+142	40.0	165.23	0.8*1
	清水橋	33	6k+861	34.0	185.48	-
頂埔溪	舊社第一號橋	B2	0k+289	15.3	114.41	-
	內埔橋	B3	0k+538	35.5	123.65	-
	圓通橋	B7	1k+356	18.5	138.09	-
	天寶橋	B8	1k+626	15	143.96	-

資料來源：1.嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

2.清水溪河川治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 81 年。

表 2-34　獅子頭溪流域跨河建造物調查表

河川名稱	橋梁名稱	斷面	累距	橋長(m)	梁底高程(m)	橋墩寬*數量
獅子頭溪	無名橋	3	0k+406	30.4	25.15	1.2*1
	秀林橋	7	1k+198	75.0	32.35	1.5*4
	仁和橋	10	1k+927	50.0	36.25	1.0*3
	善常橋	16	3k+372	47.0	40.49	1.4*3
	大協橋	18	3k+725	29.2	41.68	1.4*2
	許厝橋	22	4k+591	25.0	44.78	1.0*1
	善安橋	24	5k+029	30.5	47.95	1.2*1
	雙春橋	29	6k+051	36.5	52.08	1.0*2
	永義橋	32	6k+818	18.5	54.18	0.6*1
	善普橋	33	7k+146	16.0	57.12	-
	正大橋	36	7k+927	15.5	61.56	-
	金谷橋	39	8k+647	21.5	65.49	-

資料來源：嘉義縣朴子溪支流獅子頭溪治理規劃報告，嘉義縣政府，民國 82 年。

2.2.6 歷年洪災及災修資料

一、歷年洪災資料

民國 108 年之「朴子溪治理規劃檢討報告」蒐集過去重大颱洪事件在本流域內所造成的災情，其中較具規模之淹水事件包括民國 85 年賀伯颱風、89 年碧利斯颱風、90 年桃芝颱風、90 年納莉颱風、93 年敏督利颱風、94 年 0612 豪雨、97 年卡玫基颱風、98 年莫拉克颱風及 102 年康芮颱風等，相關災害情形如表 2-35，說明如下：

(一) 賀伯颱風(民國 85 年 7 月 31 日)

賀伯颱風降下豐沛雨量，造成嘉義縣山區有 7 座橋梁遭沖毀，並有多處鐵路及公路中斷。本流域內以嘉義縣東石鄉、布袋鄉、民雄鄉及竹崎鄉等鄉鎮影響較劇。

(二) 桃芝颱風(民國 90 年 7 月 30 日)

桃芝颱風在全臺造成災害性降雨，近 35 萬戶停電，鐵、公路多處損毀而交通中斷，並導致南投、嘉義、高雄及台東山區等地發生土石流。本流域內嘉義縣太保市、民雄鄉及嘉義市等淹水達 1 至 2 m。

表 2-35　朴子溪流域歷年颱風洪災資料一覽表(1/3)

時間	颱風名稱	縣市別	位置	淹水面積(公頃)	淹水深度(公分)	淹水原因
85	賀伯颱風	嘉義縣	東石鄉、布袋鎮、民雄鄉、竹崎鄉	358	30~60	1.降雨量過大,排水水位高漲,部份河段有溢堤情況,包括荷苞嶼排水、山中區小排一之一、頭橋排水、民雄工業區排水、山子門中排三、灣橋排水、西灣橋排水與東灣橋排水等區排內水無法排出。 2.沿海地區位於地層下陷區內地勢低窪，排洪不易。
90	桃芝颱風	嘉義縣	太保市、民雄鄉	650	50~200	1.降雨量過大。 2.沿海地區位於地層下陷區內地勢低窪，排洪不易。
		嘉義市	西區湖內里			
90	納莉颱風	嘉義縣	朴子市、太保市、東石鄉、新港鄉、民雄鄉、六腳鄉	15,368	15~400	1.降雨量過大,排水水位高漲,部份河段有溢堤情況,包括荷包嶼排水、新埤排水、麻魚寮排水、中洋子排水、嘉義中央排水幹線、九十六甲埤排水、山中區小排一之一、頭橋排水、民雄工業區排水與嘉義市北排水幹線等區排內水無法排出。 2.沿海地區位於地層下陷區內地勢低窪，排洪不易。
		嘉義市	東區後湖里			
93	敏督利颱風	嘉義縣	太保市、朴子市、東石鄉、布袋鎮	10,921	10~150	1.降雨量過大，超過保護標準，且適逢大潮。 2.河、海堤老舊滲漏。 3.抽水機馬力不足。 4.沿海地區位於地層下陷區內地勢低窪，排洪不易。
		嘉義市	東區東區後湖里			
94	0612豪雨	嘉義縣	太保市麻寮、過溝、新埤、南新、溪南、春珠等里、朴子市新寮、崁前、太和、崁後、竹村、順安、大鄉等里、東石鄉全鄉、布袋鎮全鎮、六腳鄉古林、六腳、更寮、六美、六合、新厝、頂寮、港後、魚寮、下雙溪等村里	19,635	30~100	1.降雨量過大，現有抽水站、水門、村落圍堤功能不足。 2.地勢低窪，低地土地排水不易。 3.地勢平緩，無明確之集水邊界，洪水四處漫流等。 4.道路路堤效應。 5.排水路功能無法發揮，魚塭排水加重水路負荷。

表 2-35　朴子溪流域歷年颱風洪災資料一覽表(2/3)

時間	颱風名稱	縣市別	位置	淹水面積(公頃)	淹水深度(公分)	淹水原因
97	卡玫基	嘉義縣	太保市溪底寮部落、朴子市永和里福山社區、竹山里過埤仔、六腳鄉灣內大橋附近、古林村、六斗村、民雄鄉西昌村、大崎村(十四甲聚落)、秀林村	145	10~100	1.降雨量過大,現有抽水站、水門、村落圍堤功能不足。 2.地勢低窪，低地土地排水不易。 3.地勢平緩，無明確之集水邊界，洪水四處漫流等。 4.道路路堤效應。 5.排水路功能無法發揮，魚塭排水加重水路負荷。
		嘉義市	東區後湖里、東義路			
98	莫拉克	嘉義縣	東石鄉塭仔、東崙、西崙、港墘村、龍港村、下揖子、布袋鎮東港、永安、樹林、西安、中安、東安、江山、菜圃、新厝、貴舍、朴子市除開元里及內厝里外之 23 里、六腳鄉灣內、正義村大橋頭、工廠村、太保市舊埤里勞工第一位宅及溪南、溪底寮部落、新港鄉南崙村(溪底寮)、北崙村、溪北村、宮前村、民雄鄉金興村金世界社區、大崎村、秀林村、林仔尾、西昌村、竹崎鄉	20,940	120	1.降雨量過大，超過保護標準。 2.逢海水大潮，沿海地區易淹水。 3.地勢低窪，低地土地排水不易。 4.豪雨甚大，現有排水效果降低。 5.河川水位過高，部份區段溢堤或潰堤。
		嘉義市	湖子內溪底村落、紅瓦厝社區、苓藤里大寶鎮及莊敬橋週邊、後庄里東義路、興村里後庄排水、短竹里光正街及後湖保忠一、三街			
102	潭美颱風	嘉義市	西區湖內里	85	30~120	1.降雨量過大，超過保護標準。 2.降雨量過大，排水水位高漲，部份河段有溢堤情況，包括荷苞嶼排水與中洋子排水等區排內水無法排出。
		嘉義縣	朴子市竹村里、永和里、民雄鄉西昌村			
102	康芮颱風	嘉義市	西區竹村里、下埤里、北湖里	85	30~120	1.降雨量及降雨強度過大:嘉義地區雨量站降雨量均達 50 年重現期距，有部分更大於 200 年重現期距。 2.外水位高漲：朴子溪水位高漲，導致包括九十六甲埤排水、山中區小排一之一、頭橋排水、民雄工業區排水、山子門中排三、灣內區小排與麻魚寮排水等區排內水無法排出。 3.區域排水溢堤：本次颱風降雨量驚人，有部分區域排水溢堤，造成多處大範圍面積淹水。 4.嘉義市及部分社區聚落雨水下水道系統無法負荷，造成市區無法瞬時退水。
		嘉義縣	民雄鄉西昌村、菁埔村、平和村、文隆村、與中村、東榮村、西安村、中樂村、東湖村、雙福村、北斗村、六腳鄉灣內村、工廠村及太保市過溝里			

表 2-35　朴子溪流域歷年颱風洪災資料一覽表(3/3)

時間	颱風名稱	縣市別	位置	淹水面積(公頃)	淹水深度(公分)	淹水原因
103	0603 豪雨	嘉義縣	太保市溪底寮、交流道等、民雄鄉之民雄交流道、大崎國小、金興村忠義街、牛斗山、下洋仔、中樂村文化路 7 號、台一線崙仔頂段、頭橋工業區工業三路 24 號、昇平路 30 號等、新港鄉公園路 28 號、古民街、嘉義市東區(忠孝路、興業西路地下道、長榮街、嘉義交流道、湖內里溪底部落、東義路 396 巷、忠孝路與林森東路圓環、世賢路二段、世賢路二段、林森西路火車站至地下道)、嘉義市西區(西榮街、蘭井街、成仁街延平街口、上海路 266 號、上海路垂楊路、新民路、四維路、中山路)	-	10~100	1.瞬間降雨量過大，超過保護標準。 2.地勢低窪及排水系統排放不及。
104	杜鵑颱風	嘉義縣	新港鄉埤子村、民雄鄉西安村(民雄交流道)、朴子市竹村里、太保市安仁里、布袋鎮好美里、布袋鎮興中里、嘉義市湖內里	606	20~150	1.局部區域，因地勢低窪，易受外水位高漲影響，荷苞嶼排水等區排內水排出不易。 2.部分區域排水護岸高度不足尚未整治，造成排水溢堤之淹水情形。 3.颱風大浪造成魚塭土堤破損，海水倒灌造成沿海地低淹水。
		嘉義市	西區湖內里			
107	0823 豪雨	嘉義縣	布袋鎮、東石鄉、新港鄉、朴子市(全市僅過溝里、前潭里、後庄里、北新里除外)、鹿草鄉、六腳鄉、太保市、民雄鄉西昌村、福興村(牛稠溪旁低窪處)、秀林村(台林橋附近)、中和村、豐收村(活動中心前楫大學路二段)、大崎村(十四甲社區、鳳凰社區)、金興抽水站、中央村、和平村、山中村(166 縣道)、鎮北村、寮頂村、興中村、福樂村、東榮村、福權村、雙福村、興南村、菁埔村等有積淹水狀況等地區	31,996	30~160	1.降雨量超過設計標準並適逢大潮。 2.東石鄉、布袋鎮沿海地區位於地層下陷區內地勢低窪。 3.外水壅高，包括荷苞嶼排水、新埤排水、中洋子排水、九十六甲埤排水、山中區小排一之一、頭橋排水、民雄工業區排水、山子門中三、灣內區小排、麻魚寮排水、等區排內水無法排出。 4.荷包嶼排水系統支線貴舍排水溢堤。

資料來源：1.朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。

2.嘉義縣市淹水潛勢圖(第二次更新)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

3. 107 年 0823 熱帶低氣壓豪雨淹水檢討報告，水利署 7，民國 107 年。

(三) 納莉颱風(民國 90 年 9 月 18 日)

納莉颱風路徑氣象局列為特殊路徑，多處地方單日降雨量皆刷新歷史紀錄，並有多處地區引發土石流災害；近 165 萬戶停電、逾 175 萬戶停水，共有 94 人死亡、10 人失蹤。本流域內災損地區包括嘉義縣東石鄉、民雄鄉、新港鄉、六腳鄉、朴子市、太保市及嘉義市等地區。

(四) 敏督利颱風(民國 93 年 7 月 2 日)

敏督利颱風造成中南部地區連日豪雨而多處道路坍方及積淹水，並引發中部山區嚴重土石流。本流域災損嚴重地區包括嘉義縣太保市、朴子市、東石鄉、布袋鎮、鹿草鄉及嘉義市等。

(五) 0612 豪雨(民國 94 年 6 月 14 日)

0612 豪雨降下豐沛雨量，於南部地區造成嚴重災情，本流域主要災損區域包括嘉義縣鹿草鄉、布袋鎮、東石鄉、義竹鄉、六腳鄉等地區，並有多達 8 千多戶停電、停水等災情。

(六) 卡玫基颱風(民國 97 年 7 月 18 日)

卡玫基颱風路徑為特殊路徑，因連日豪雨造成中南部嚴重水患。本流域災損區域包括嘉義縣朴子市、太保市、民雄鄉及嘉義市東義路、後湖里等地區。

(七) 莫拉克颱風(民國 98 年 8 月 8 日)

莫拉克颱風造成中南部及東部多處地區降下刷新歷史紀錄的雨量，引發嚴重水患，鐵、公路多處路基流失造成交通中斷，並造成嚴重土石流災害。本流域災損範圍包括嘉義市東、西區、嘉義縣東石、布袋、六腳、新港、民雄鄉，以及朴子及太保市等地區。

(八) 康芮颱風(民國 102 年 8 月 28 日)

康芮颱風造成中南部地區降下強大豪雨，因排水不及造成災情，部分地區有落石、坍方等，道路受阻、電力中斷。本流域以嘉義市及嘉義縣民雄鄉等受影響最劇。

(九) 0603 豪雨(民國 103 年 6 月 3 日)

103 年 0603 豪雨由於瞬間降雨量過大，超過保護標準，且地勢低窪及排水系統排放不及，導致本流域有部分淹水情形發生。淹水災害集中於太保市、民雄鄉與嘉義市，又以嘉義市之淹水情形較為嚴重。

(十) 杜鵑颱風(民國 104 年 9 月 27 日)

杜鵑颱風為強度颱風，因降雨集中於臺灣北部山區及局部地區，所幸平地降雨不大，並未造成大規模淹水情事。本流域內因部分渠段溢堤、地勢局部低窪、外水高漲致內水排水不及等因素造成淹水災情，其中以嘉義市西區湖內里、民雄鄉、朴子市及鹿草鄉較為嚴重。嘉義市西區湖內里及嘉義縣民雄鄉中山高速公路民雄交流道處因地勢低窪水無法宣洩導致淹水，朴子市因地勢局部低窪，先天排水條件較差，又鴨母寮排水水位高漲，加上竹安橋至順安橋渠段尚未整治，導致排水溢堤致災。另外，荷包嶼排水與春珠排水均有排水溢堤狀況。

(十一)0823 豪雨(民國 107 年 8 月 23 日)

107 年 0823 豪雨在嘉義鹿草鄉之最大日雨量達 821.5 公釐，因降雨量超過設計標準並適逢大潮，導致排水設施無法排除積水，退水時間遲緩，造成嘉義低窪地區嚴重淹水災情，尤以嘉義沿海地層下陷區最為嚴重，嘉義縣淹水區域位於布袋鎮、東石鄉、新港鄉、朴子市、義竹鄉、鹿草鄉、水上鄉、六腳鄉、太保市、民雄鄉、中埔鄉、大林鎮等地區，淹水面積達 31,996 公頃。

二、歷年洪災災修資料

依據水利署、地方政府及各鄉鎮公所等機關統計資料，以及現場調查、訪談等結果，朴子溪流域內洪災地點多為朴子溪兩岸河階地及鄰近聚落，如下游出海口東石鄉附近及朴子市、太保市、民雄鄉、六腳鄉等地，依據水利署民國 81 年迄民國 108 年之歷年防洪工程記載表資料，朴子溪流域防洪構造物受災情形統計整理如表 2-36 所示，其位置分布如圖 2-12 所示，流域內各次颱風洪災損失情形如表 2-37，全流域之年平均洪災損失約 4.1 億元。易致災堤段說明如下：

(一) 易淹段堤防：蒐集朴子溪相關溢堤資訊，整理朴子溪堤防沿岸因洪水溢堤而發生淹水段，如曾於莫拉克颱風漫淹過堤頂之福興二號堤防、溪底寮及後湖堤防等。

(二) 損害重複性高之堤段：依據水利署防洪工程記載表資料統計而得，本溪損害重複性高之堤段為朴子溪左岸朴子堤防、雙溪堤防、過溝堤防、右岸東石堤防、下楫堤防、下雙溪防水堤、安和

堤防及福興一號、二號堤防；牛稠溪左岸為灣橋護岸、和樂堤防及護岸、龍山堤防及護岸、右岸溪底寮堤防、義仁護岸、覆鍋金護岸。當中以下雙溪防水堤、安和堤防及義仁護岸及覆鍋金護岸重複性最高，共計執行四次以上災害維護作業；本堤段因河道彎曲、流路直沖，且深槽逼近堤趾，故為易致災堤段。

表 2-36　朴子溪流域搶險災復防洪記載統計表(1/3)

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	加強加高(年份)		合計	災害復建(年份)				合計	搶修搶險(年份)		合計	總計
朴子溪	左岸	1	塭仔堤防			0					0	93		1	1
		5	圍潭堤防			0	94	101(斷面 8 上游處)			2			0	2
		7	朴子堤防			0	88	91	95		3			0	3
		9	雙溪堤防	91		1	98	102(斷面 33 處)			2			0	3
		13	灣內堤防			0	91				1			0	1
		15	過溝堤防	88		1	91	99			2			0	3
		23	許厝護岸			0	95				1			0	1
		25	茗藤堤防			0	98(斷面 74~75 間)				1			0	1
	小計					2					12			1	15
	右岸	2	東石堤防			0	82	98			2			0	2
		6	下楫堤防	87		1	94	98(斷面 11 處)			2			0	3
		8	更寮堤防			0	91				1			0	1
		12	下雙溪防水堤	91		1	102(斷面 25~26)				1	90	91	2	4
		14	蒜頭堤防			0	96				1			0	1
		16	雙涵堤防			0					0			0	0
		18	安和堤防	83	87	2	86	98			2			0	4
		20	溪北堤防			0					0	90		1	1
		22	月眉堤防			0	98(斷面 51~52 處)				1			0	1
		28	福興一號堤防			0	91	100			2	90		1	3
		30	福興二號堤防			0	82	98(斷面 72~75 處)			2	90		1	3
	小計					4					13			6	23
牛稠溪	左岸	29	後湖堤防			0	91				1			0	1
		31	盧山橋護岸			0	82				1			0	1
		33	林仔埔護岸			0					0			0	0
		35	竹崎堤防及護岸			0	97				1			0	1
			灣橋護岸			0	97	99(斷面 93~94 間)		103	3			0	3
			*鹿滿堤防			0	99				1			0	1
			*和樂一號護岸			0	94				1			0	1
			*和樂堤防及護岸			0	82	95	97		3			0	3
			*鹿麻產堤防			0	95	96			2			0	2
			*鎮安橋護岸	81		1	100				1			0	2
			*龍山堤防及護岸			0	82	95	97		3			0	3
	小計					1					17			0	18

表 2-36　朴子溪流域搶險災復防洪記載統計表(2/3)

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	加強加高(年份)		合計	災害復建(年份)				合計	搶修搶險(年份)		合計	總計
牛稠溪	右岸	32	民雄堤防			0	103				1			0	1
		34	溪底寮堤防			0	91	91	99 (斷面 78~81 間)		3			0	3
		36	林仔尾堤防	98		1	102				1			0	2
			*義仁護岸			0	98	99	101		3			0	3
		42	覆鍋金護岸			0	80、95~98、100~102 (斷面 123 處)				8			0	8
			*羌子科護岸			0	99				1			0	1
			*羌子科堤防	81		1					0			0	1
			*溪角仔護岸			0	95	99			1			0	1
	小計					2					18			0	20
白樹腳溪	左岸	1	白樹腳一號堤防			0					0			0	0
		3	白樹腳一號護岸			0					0			0	0
		5	白樹腳二號堤防			0					0			0	0
		7	白樹腳二號護岸			0					0			0	0
		9	白樹腳三號護岸			0					0			0	0
	小計					0					0			0	0
白樹腳溪	右岸	2	白樹腳四號護岸			0					0			0	0
		4	白樹腳五號護岸			0					0			0	0
		6	白樹腳七號護岸			0					0			0	0
		8	白樹腳六號護岸			0					0			0	0
	小計					0					0			0	0
東廣寮溪	左岸	1	東光寮一號護岸			0					0			0	0
		3	東廣寮二號護岸			0					0			0	0
	小計					0					0			0	0
	右岸	2	東廣寮三號護岸			0					0			0	0
		4	東廣寮四號護岸			0					0			0	0
		6	東廣寮五號護岸			0					0			0	0
	小計					0					0			0	0
濁水溪	左岸	1	鹿滿四號護岸			0					0			0	0
		3	鹿滿三號護岸			0	91	99			2			0	2
		5	鹿滿二號護岸			0	91	99			2			0	2
		7	鹿滿一號護岸			0	91	99			2			0	2
		9	瓦瑤護岸			0	91				1			0	1
		11	坑口護岸			0	98				1			0	1
		13	溪洲四號護岸			0	93				1			0	1
		15	溪州三號護岸			0					0			0	0
		17	溪州二號護岸			0					0			0	0
		19	溪州一號護岸			0					0			0	0
		21	桃源二號護岸			0					0			0	0
		23	桃源一號護岸			0					0			0	0
	小計					0					9			0	9

資料來源：防洪工程記載表(民國 81 年至 108 年)。

備註：*為現況已整併入其他堤防。

表 2-36　朴子溪流域搶險災復防洪記載統計表(3/3)

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	加強加高(年份)		合計	災害復建(年份)				合計	搶修搶險(年份)		合計	總計
濁水溪	右岸	2	竹崎護岸			0					0			0	0
		4	水景頭二號護岸			0					0			0	0
		6	水景頭一號護岸			0					0			0	0
		8	過溪護岸			0					0			0	0
		10	新高護岸			0	94				1			0	1
		12	溪坪二號護岸			0					0			0	0
		14	溪坪一號護岸			0					0			0	0
		16	大園二號護岸			0					0			0	0
		18	大園一號護岸			0					0			0	0
	小計					0					1			0	1
番子路科溪	左岸	1	唐下寮二號護岸			0					0			0	0
		3	唐下寮一號護岸			0					0			0	0
		5	塘興護岸			0	94				1			0	1
	小計					0					1			0	1
	右右岸	2	義隆護岸			0					0			0	0
		4	賴厝三號護岸			0					0			0	0
		6	賴厝二號護岸			0					0			0	0
		8	賴厝一號護岸			0					0			0	0
	小計					0					0			0	0
清水溪	左岸	1	長福橋護岸			0					0			0	0
		3	舊社二號橋護岸			0	98				1	90		1	2
		5	輝和橋護岸			0					0			0	0
		7	輝和一自強橋護岸			0					0			0	0
		9	頂埔護岸			0					0			0	
	小計					0					1			1	2
清水溪	右岸	2	鹿滿護岸			0	95	97			2			0	2
		4	坑口護岸			0	93				1			0	1
		6	坑口堤防			0					0			0	0
		8	舊社二號護岸			0	98				1			0	1
		10	輝和橋護岸			0					0			0	0
		12	自強橋護岸			0					0			0	0
		14	頂埔護岸			0					0			0	0
	小計					0					4			0	4
獅子頭溪	左岸	1	五間厝護岸			0					0			0	0
		3	林厝三號護岸			0	98				1			0	1
		5	林厝二號護岸			0	90	91			2			0	2
		7	林厝一號護岸			0	98				1			0	1
		9	獅埕三號護岸			0					0			0	0
		11	獅埕二號護岸			0					0			0	0
		13	獅埕一號護岸			0					0			0	0
		15	下厝仔二號護岸			0					0			0	0
		17	下厝仔一號護岸			0	101				1			0	1
		19	金谷橋大岸護岸			0					0			0	0
	小計					0					5			0	5
	右岸	2	林子尾護岸			0	89				1			0	1
		4	內埔護岸			0					0			0	0
		6	許厝護岸			0	93	95			2			0	2
		8	水坑護岸			0					0			0	0
		10	金谷橋護岸			0	91				1			0	1
	小計					0					4			0	4

資料來源：防洪工程記載表(民國 81 年至 108 年)。

備註：*為現況已整併入其他堤防

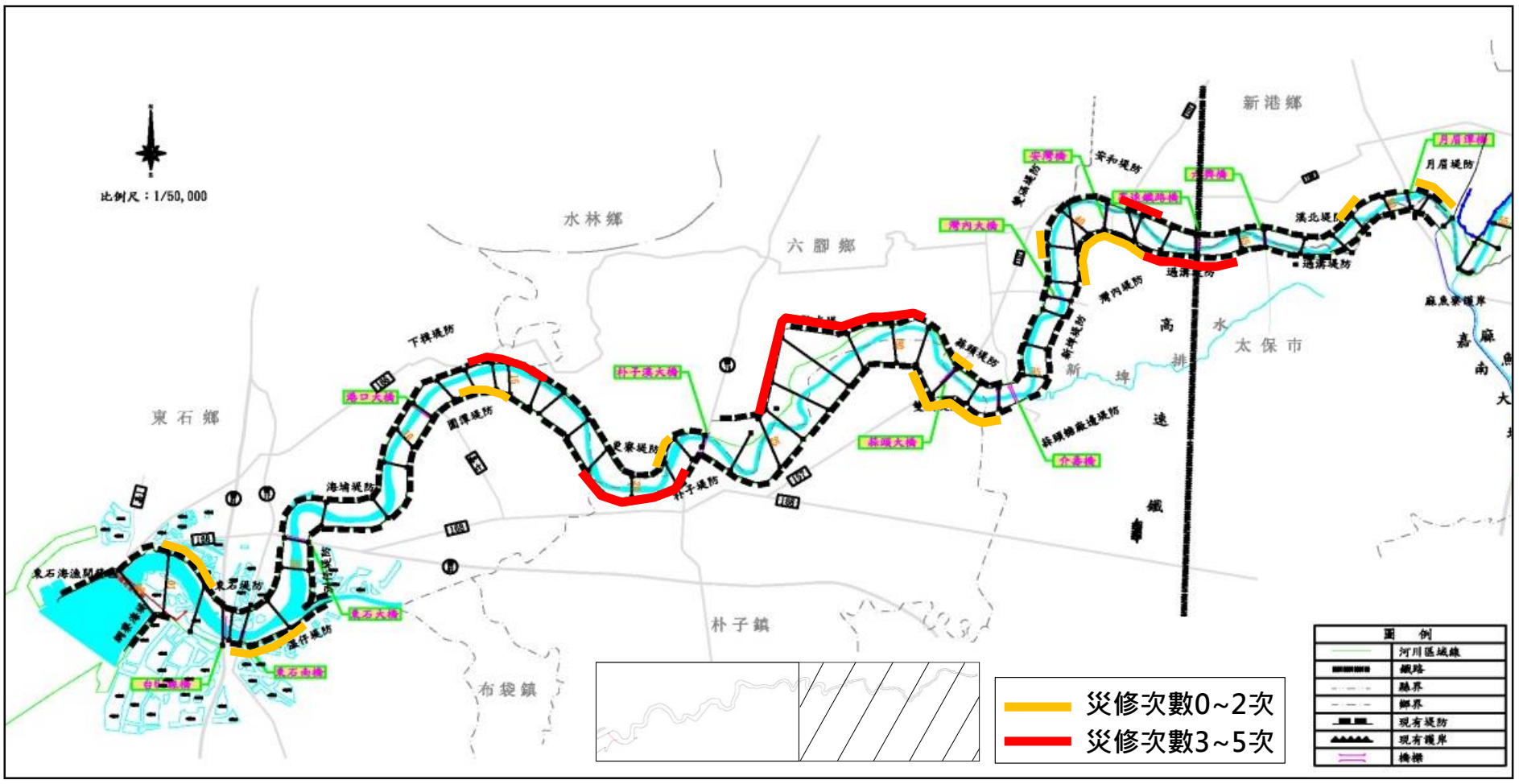


圖 2-12　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(1/2)

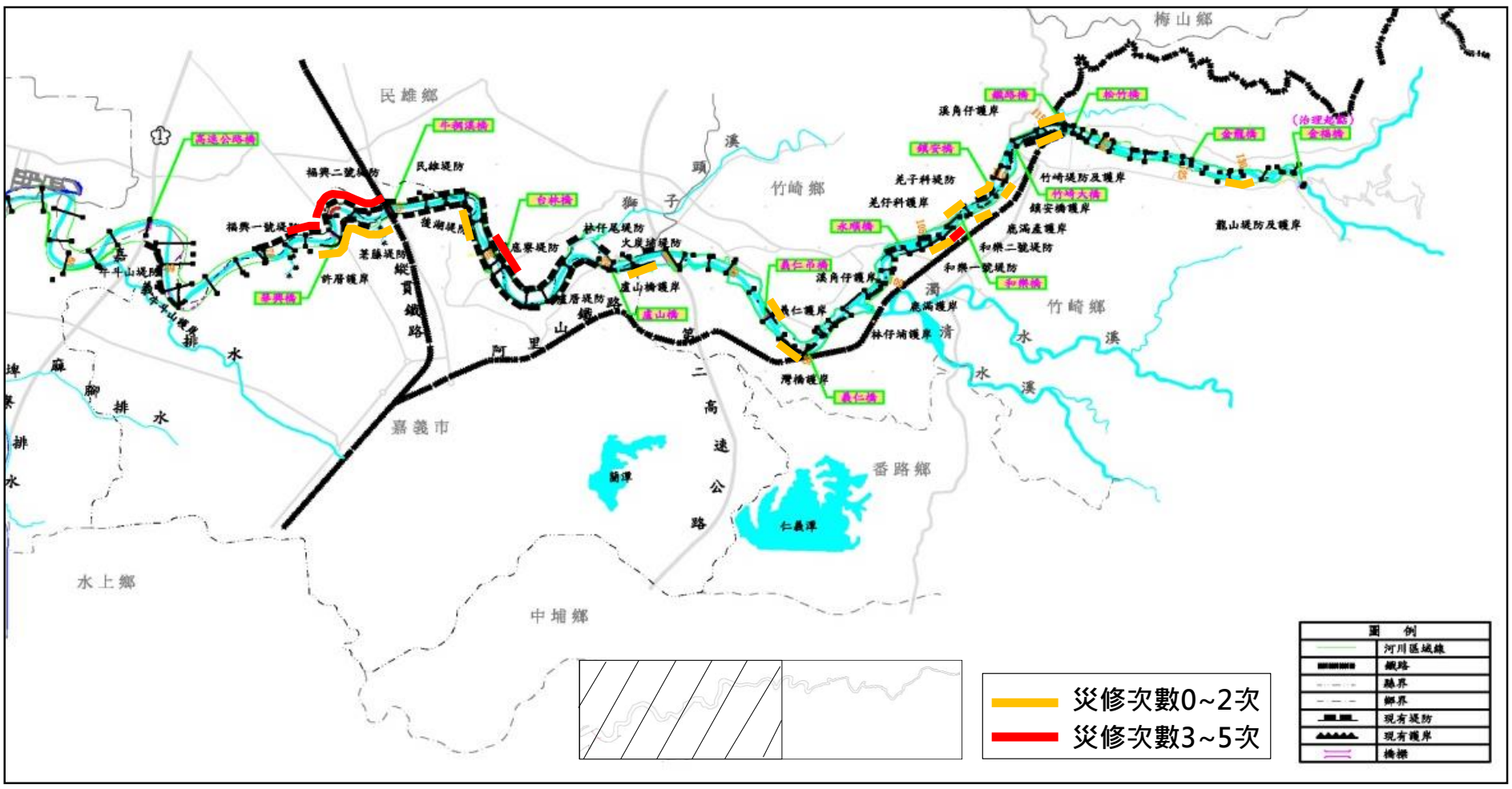


圖 2-12　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(2/2)

表 2-37　朴子溪流域各次颱風洪災損失表

颱風名稱	日期	受災情形				總損失金額(億元)
		堤防(m)	護岸(m)	制水門(座)	其他(處)	
賀伯颱風	民國 85 年	1,025	997	0	12	2.0
碧利斯颱風	民國 89 年	0	0	0	2	1.0
桃芝颱風	民國 90 年	74	763	0	0	2.5
納莉颱風	民國 90 年	1,190	170	0	1	4.3
敏督利颱風	民國 93 年	600	3,350	0	1	1.5
0612 豪雨	民國 94 年	0	100	0	1	0.8
卡玫基颱風	民國 97 年	0	2,545	0	3	0.5
莫拉克颱風	民國 98 年	1,230	180	0	5	23.9
康芮颱風	民國 102 年	0	0	0	1	0.5

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，經濟部水利署，民國 108 年。

三、洪災原因分析

依據歷年洪災調查事件，檢討其致災成因可概略歸納如下：

(一) 河道蜿蜒彎曲

朴子溪為一蜿蜒河川，中、下游河段坡度甚緩且受感潮影響，造成水流流速緩慢洪水宣洩不易，加上聚落及主要農墾區域多沿河岸分佈，因此逢颱風豪雨易淹水成災。此外，因河道蜿蜒，河道凹岸易受水流衝擊，中、下游河段主河道防洪設施堤腳多已設置保護工，但上游河段，坡度較陡、流速較大，凹岸保護工易受洪水破壞，如納莉颱風時義仁橋(斷面 95)及松竹橋(斷面 118)處均發生凹岸護岸遭沖刷受損情形。

(二) 河道淤積

朴子溪於華興橋(約斷面 72)至盧山橋(斷面 85)間，為嘉義縣市人口及產業密集地區，但此河段位於陡坡與緩坡河段交界處，且上游盧山橋至義仁橋間部分河道為泥岩地質易受沖刷，逢颱風豪雨水流夾帶泥沙而下於此河段淤積，易造成出水高不足，進而發生淹水災情，如納莉颱風時本河段福興二號堤防、溪底寮及後湖堤防均發生溢堤，盧山橋(108 年完成改建)、台林橋(95 年完成改建)及華興橋(108 年完成改建)也發生洪水溢淹至橋面之情況。

(三) 感潮河川及地層下陷之影響

嘉義縣地下水超抽情形嚴重，因此下游排水系統如荷苞嶼排水，受感潮及地層下陷影響，排洪功能已日益降低，嘉義縣政府已持續辦理改建防潮閘門、抽水站及排水路，以改善排水不良情形。

(四) 降雨量過大

近年極端降雨影響，有降雨量過大或降雨集中情形，造成洪水宣洩不及，而導致部份區段溢堤或潰堤；此外，地勢低窪地區也因重力排水不易而積淹水。

2.2.7 安全監測資料

一、雨量站

朴子溪流域及鄰近之雨量站計有 29 站，如表 2-38 所示，雨量站位置詳圖 2-13 所示。

表 2-38　朴子溪流域內及鄰近雨量站一覽表

測站名稱	站號	儀器型式	標高(m)	座標(TWD67-TM2)		經辦機關	紀錄年份
				X	Y		
竹崎	C0M700	自記	150	204611.53	2602623.04	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
樟腦寮(2)	1550P042	自記	545	208592.30	2603575.70	經濟部水利署	1960 迄今(60 年)
沙坑	1550P055	自記	78	200217.20	2603298.20	經濟部水利署	1965 迄今(55 年)
朴子	C1M510	自記	20	173323.00	2596717.00	中央氣象局	1993 迄今(27 年)
嘉義	467480	自記	27	191213.00	2599557.00	中央氣象局	1968 迄今(52 年)
東後寮	C1M520	自記	15	172329.00	2585647.00	中央氣象局	1993 迄今(27 年)
中埔	C1M550	自記	155	200152.00	2591495.00	中央氣象局	1993 迄今(27 年)
太保	C0M680	自記	37	181701.38	2594837.75	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
水上	C0M690	自記	33	187549.29	2590891.37	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
東石	C0M710	自記	15	163558.18	2595354.06	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
番路	C0M720	自記	225	204457.65	2595812.8	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
嘉義市東區	C0M730	自記	40	194882.3	2595070.38	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
六腳	C0M740	自記	15	177543.25	2599043.93	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
布袋	C0M750	自記	10	164928.47	2586707.52	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
民雄	C0M760	自記	40	191654.42	2605503.99	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
嘉義梅山	C0M770	自記	164	204642.06	2609179.00	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
鹿草	C0M780	自記	30	179317.96	2589998.29	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
新港	C0M790	自記	15	183201.72	2605706.24	中央氣象局	2015 迄今(5 年)
獨立山	C1M480	自記	798	209955.28	2603803.49	中央氣象局	1993 迄今(27 年)
頭凍	C1M600	自記	986	209455.93	2589341.92	中央氣象局	2002 迄今(18 年)
石磐龍	C1M610	自記	1083	215631.97	2599315.09	中央氣象局	2002 迄今(18 年)
瑞里	C1M620	自記	1252	216839.1	2604683.3	中央氣象局	2002 迄今(18 年)

資料來源：經濟部水利署地理資訊倉儲中心(http://gic.wra.gov.tw/gic/HomePage/Index.aspx)。

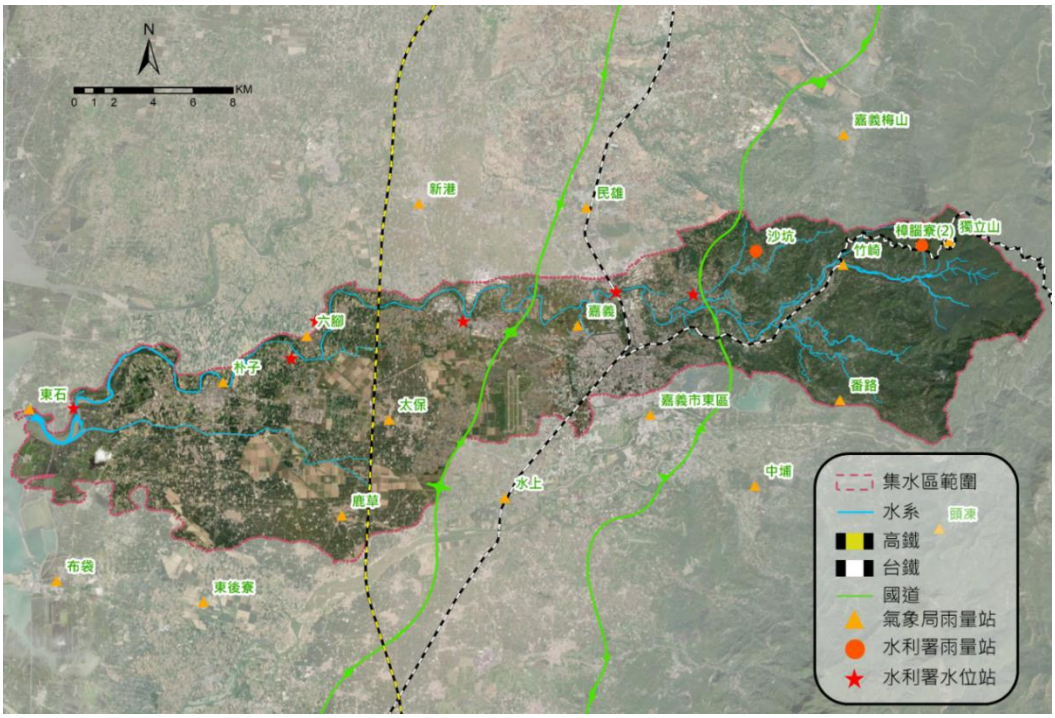
二、水位流量站

依經濟部水利署「水文資訊網整合性服務系統網站」統計，流域內現況仍持續觀測之流量站計有仁弘橋站(1550H014)、蒜頭站(1550H011)、灣內橋站(1550H012)、牛稠溪橋(1)站(1550H017)、麻魚寮橋站(1550H017)及東石大橋站(1550H018)6 站，如表 2-39 所示。其中以灣內橋站(民國 82~108 年)及牛稠溪橋站(民國 62~89 年，配合華興橋站，民國 90~108 年)資料較為完整，流量站位置詳圖 2-13 所示。

表 2-39　朴子溪流域內水位流量站一覽表

測站名稱	站號	集水面積(km^2)	座標(TWD67-TM2)		經辦機關	紀錄年份	備註
			X	Y			
仁弘橋	1550H014	-	197057.800	2601141.980	水利署	2011~迄今(9 年)	-
蒜頭	1550H011	282.89	176773.600	2597911.000	水利署	1991，2008~迄今(13 年)	-
灣內橋	1550H012	282.89	178017.600	2599795.000	水利署	1994，1996~1998，2000~2001，2003~迄今(23 年)	-
牛稠溪橋(1)	1550H017	-	193147.000	2601262.000	水利署	2015~迄今(5 年)	-
麻魚寮橋	1550H016	-	185449.610	2599769.880	水利署	2011~迄今(9 年)	-
東石大橋	1550H018	-	165799.000	2595402.000	水利署	2016~迄今(4 年)	-

資料來源：經濟部水利署水文資訊網整合性服務系統網站。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，經濟部水利署，民國 105 年；經濟部水利署水文資訊網整合性服務系統網站；中央氣象局測站資料網站；本計畫重新繪製。

圖 2-13　朴子溪流域雨量站與水位流量站位置示意圖

2.2.8 現有警戒、警報系統及緊急應變計畫

一、現有警戒、警報系統

參考經濟部水利署防災資訊網，朴子溪流域內現有之警戒、警報系統包含警戒水位、警戒雨量和上游水庫警報等三項；另有五河局轄內洪水預報系統。茲分別說明如後：

(一) 警戒水位

朴子溪流域內主要警戒水位參考之水位站為仁弘橋站、灣內橋站、蒜頭站、牛稠溪橋(1)站、麻魚寮橋站及東石大橋站等六站，其警戒水位如表 2-40 所示。

表 2-40　朴子溪流域內警戒水位一覽表

流域	站　名	所在縣市	所在鄉鎮	三級警戒水位(m)	二級警戒水位(m)	一級警戒水位(m)	堤頂高(m)
朴子溪	仁弘橋	嘉義縣	竹崎鄉	-	30.5	31.3	33.96
	灣內橋	嘉義縣	六腳鄉	9	10.2	11.3	15.62
	蒜頭	嘉義縣	六腳鄉	-	7.3	8.9	11.33
	牛稠溪橋(1)	嘉義縣	民雄鄉	-	21.6	24.1	28.81
	麻魚寮橋	嘉義縣	太保市	-	-	-	18.76
	東石大橋	嘉義縣	東石鄉	-	3.9	5.5	6.19

資料來源：經濟部水利署防災資訊服務網。

(二) 警戒雨量

朴子溪流域內之參考雨量站包含竹崎站(竹崎鄉)、嘉義站(民雄鄉)、民雄站(民雄鄉)、太保站(太保市)、六腳站(太保市)、新港站(新港鄉)、六腳站(六腳鄉)、朴子站(朴子市)、六腳站(朴子市)、朴子站(東石鄉)及東石站(東石鄉)等 11 站，其警戒雨量如表 2-41 所示。

(三) 朴子溪流域洪水預警

「五河局轄內洪水預報系統」整合台灣降雨預報最新技術，如氣候法颱風定量降雨預報模式、中央氣象局劇烈天氣監測系統(Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS)，預報颱風豪雨期間雨量空間分佈與變化趨勢，並藉由國人自行開發之地貌型逕流模式演算集水區逕流，以 NewC 河川模式預報河川水位及流量，提供未來可能的降雨情勢與水情變化，透過防汛人員專業水文氣象知識，

判斷洪水期間轄區內各鄉鎮村里可能淹水機率，提前進行洪水預警，以協助相關單位進行可能致災區域之疏散撤離作業。

表 2-41　朴子溪流域內警戒雨量一覽表

雨量站	1 小時雨量 (mm)		3 小時雨量 (mm)		6 小時雨量 (mm)		影響範圍
	二級	一級	二級	一級	二級	一級	
竹崎站 (竹崎鄉)	70	80	140	150	200	220	竹崎鄉-義仁村、鹿滿村台三線、復金村、紫雲村、內埔村、灣橋村
嘉義站 (民雄鄉)	50	60	100	110	130	150	民雄鄉-大崎村、西昌村、秀林村(溪底寮、十四甲部落)、東湖村、福樂村、金興村、福興村、平河村、北斗村
民雄站 (民雄鄉)	50	60	100	110	130	150	民雄鄉-大崎村、西昌村、秀林村(溪底寮、十四甲部落)、東湖村、福樂村、金興村、福興村、平河村、北斗村
太保站 (太保市)	50	60	100	110	130	150	太保市-舊埤里、北新里(溪底寮)、安仁里(三塊厝)、過溝里、南新里、麻寮里、田尾里、新碑里
六腳站 (太保市)	50	60	100	110	130	150	太保市-舊埤里、北新里(溪底寮)、安仁里(三塊厝)、過溝里、南新里、麻寮里、田尾里、新碑里
新港站 (新港鄉)	40	50	100	110	130	150	新港鄉-南崙村、北崙村、埤子村、海瀛村、溪北村、南港村、共和村、宮前村、西庄村、海瀛村
六腳站 (六腳鄉)	50	60	110	120	150	170	六腳鄉-塗師村、六腳村、六南村、雙涵村、港美村、豐美村、古林村、工廠村、六斗村、灣南村、灣北村、正義村、永賢村、崩山村
朴子站 (朴子市)	40	50	90	100	130	150	朴子市-德興里、新寮里、永和里(福山社區)、竹村里、崁後里、新寮里、大鄉里、安福里
六腳站 (朴子市)	40	50	90	100	130	150	朴子市-德興里、新寮里、永和里(福山社區)、竹村里、崁後里、新寮里、大鄉里、安福里
朴子站 (東石鄉)	40	50	90	100	120	140	東石鄉(全鄉)-洲仔村、海埔村、港墘村、圍潭村、東石村、塭港村、東崙村、掌潭村、塭仔村、鰲鼓村(四股)、龍港村、三家村、西崙村、港口村、副瀨村、型厝村、網寮村
東石站 (東石鄉)	40	50	90	100	120	140	東石鄉(全鄉)-洲仔村、海埔村、港墘村、圍潭村、東石村、塭港村、東崙村、掌潭村、塭仔村、鰲鼓村(四股)、龍港村、三家村、西崙村、港口村、副瀨村、型厝村、網寮村

資料來源：經濟部水利署防災資訊服務網。

二、緊急應變計畫

嘉義縣、市政府分別已完成「嘉義縣災害防救深耕第 3 期計畫」及「嘉義市災害防救深耕第 3 期計畫」其係依據「災害防救法」暨中央災害防救會報訂定之「災害防救基本計畫」，並參照嘉義縣、市政府災害防救會報各指定行政機關、公共事業等相關單位所制定之災害防救業務計畫主要內容所訂定，後續計畫執行時應以此做為緊急應變計畫之參考。

此外，配合「五河局轄內洪水預報系統」洪水預警作業後，各單位應依經濟部民國 99 年 5 月 5 日函頒水災危險潛勢地區疏散撤離標準作業程序權責分工事項辦理，嘉義縣、市政府及流域內各行政區公所接獲水利主管機關通報水情資訊後，採取對應之疏散撤離作業，及時有效疏散撤離危險地區居民至安全避難處所，並應於颱風豪雨時期對避難地點充實必要物資及辦理相關救助，同時由警消單位協助救災工作與其他應變措施之進行，以保障居民生命財產安全。

朴子溪流域緊急應變計畫包含嘉義縣市政府各行政里之災害防救計畫，計畫內容包含疏散避難人力分工、一般避難演練、裝備器材物資整備檢查、避難撤離流程彙整等。此外尚有水患自主防災社區與水患危險潛勢低區保全計畫。

(一)避難地點

依據嘉義縣市政府各鄉鎮公所資料、107 年嘉義縣水災危險潛勢地區保全計畫及 107 年嘉義市水災危險潛勢地區保全計畫顯示，朴子溪流域各區避難地點彙整如下表所示。

表 2-42　朴子溪流域主要鄉鎮避難地點一覽表(1/4)

縣市	區鄉鎮村里別	避難地點	地址	可收容人數(人)
嘉義市	東區	北興國中	嘉義市博東路 262 號	263
		苓藤社區活動中心	嘉義市苓藤里 29 之 1 號	46
		頂庄社區活動中心	嘉義市義教街 542 巷 20 號	17
		後湖社區活動中心	嘉義市保義路 60 巷 40 號	27
		崇文國小	嘉義市東區垂楊路 241 號	3,231
		宣信國小	嘉義市宣信街 266 號	500
		興南里集會所	嘉義市崇文街 76 號	9
		民族國小	嘉義市民族路 235 號	346
		東區區公所	嘉義市吳鳳北路 184 號 4 樓	28
		林森國小	嘉義市東區蘭潭里小雅路 419 號	250
		蘭潭國中	嘉義市東區文雅街 2 號	237
		王田里集會所	嘉義市東區民權東路 32 號	52
		精忠社區活動中心	嘉義市精忠一村 1-6 號	58
	西區	垂楊國小	嘉義市西區垂楊路 605 號	1,067
		北園國中	嘉義市北社尾路 166 巷	623
		世賢國小	嘉義市世賢路一段 687 號	283
		下埤社區活動中心	嘉義市頂埤 57 號	22
		新厝社區活動中心	嘉義市龍江街 87 號	87
		玉山國中	嘉義市西區友忠路一號	403
		何庄社區活動中心	嘉義市育人路 611 號	36
		劉厝社區活動中心	嘉義市劉厝 131 號	28
		大溪社區活動中心	嘉義市大溪路 593 附 1 號	50
		港坪社區活動中心	嘉義市育人路 165 巷 48 號	41
		港坪運動公園	嘉義市大同路 320 號	794
		永和里集會所	嘉義市康樂街 259 號	40
		博愛國小	嘉義市友愛路 822 號	235
嘉義縣	六腳鄉	六腳鄉老人文康中心	蒜頭村 188 號之 5	240
		蒜頭國小活動中心	蒜頭村 188 號	470
		蒜頭活動中心	蒜頭村 73 號	30
		六美國小	六斗村 31 號	60
		六嘉國中禮堂	蒜頭村樹仁路 1 號	90
		北美國小	崙陽村 122 號	60
		六腳國小	六腳村 105 號	160
		更寮國小	更寮村 19 號	20
		蘇厝活動中心	蘇厝村 82 號	80
	民雄鄉	東榮村辦公處暨嘉義縣長壽會館	東榮村 4 鄰中庄 130 號	109
		興南村辦公處暨社區活動中心	興南村 2 鄰頭橋 97 號	91
		文隆村辦公處暨社區活動中心	文隆村 10 鄰鴨母坌 47-7 號	72
		興中村辦公處暨社區活動中心	興中村 12 鄰江厝店 29-4 號	128
		中和村辦公處暨社區活動中心	中和村 2 鄰社溝 38-1 號	86
		山中村辦公處暨社區活動中心	山中村 6 鄰 78-1 號	106
		福興社區活動中心	福興村 6 鄰牛稠溪 68-3 號	55
		中央村辦公處暨社區活動中心	中央村 6 鄰 78-1 號	67
		平和村辦公處暨社區活動中心	平和村 4 鄰雙援 15-2 號	37
		西昌村辦公處暨社區活動中心	西昌村 6 鄰竹子腳 1-2 號	96
		菁埔村辦公處暨社區活動中心	菁埔村 9 鄰 137-1 號	86
		寮頂村集會所	寮頂村 1 鄰頂寮 59-3 號	15
		福權村辦公處暨社區活動中心	福權村 3 鄰福權 26 號	31
		頂崙村辦公處暨社區活動中心	頂崙村 8 鄰崙子頂 25-1 號	40
		鎮北村辦公處暨社區活動中心	鎮北村 7 鄰土庫子 24-2 號	75
		豐收村辦公處暨社區活動中心	豐收村 11 鄰好收 148-1 號	91

表 2-42　朴子溪流域主要鄉鎮避難地點一覽表(2/4)

縣市	區鄉鎮村里別	避難地點	地址	可收容人數(人)
		東湖村辦公處暨社區活動中心	東湖村 7 鄰東勢湖 174 號	97
		双福村辦公處暨社區活動中心	双福村 7 鄰 60 號	43
		福樂村辦公處暨社區活動中心	福樂村 4 鄰新生一街 1 號	128
		北斗村辦公處暨社區活動中心	北斗村 3 鄰北勢子 19-4 號	82
		秀林村辦公處暨社區活動中心	秀林村 15 鄰林子尾 38-1 號	112
		大崎村辦公處暨社區活動中心	大崎村 4 鄰大崎腳 17-5 號	60
		松山村辦公處暨社區活動中心	松山村 12 鄰松子腳 43 號	26
		東興村辦公處暨社區活動中心	東興村 4 鄰葉子寮 28-1 號	64
		三興村辦公處暨社區活動中心	三興村陳厝寮 7 鄰 37 號	124
		福興村廣興宮	福興村 6 鄰 30 號	61
		民雄國中活動中心	西安村西安路 147 號	187
		大吉國中活動中心	大崎村內埔子 2-1 號	50
		民雄國小中正堂、獅子館	中樂村民族路 43 號	469
		東榮國小勤學樓活動中心、後棟活動中心	頂崙村 105 號	200
		興中國小第二棟一樓教室	興中村江厝店 30 號	150
		松山國小 3 樓多功能教室(有電梯)	松山村松子腳 43 之 1 號	150
		大崎國小後棟一樓一年級教室	秀林村林子尾 66 號	50
		三興國小一樓教室	三興村陳厝寮 55 號	200
		菁埔國小二樓活動中心	菁埔村 130-3 號	90
		福樂國小教室	福樂村光明 2 街 191 號	100
		秀林國小風雨教室、操場	北斗村 3 鄰北勢子 17 號	200
	朴子市	朴子配天宮	嘉義縣朴子市安福里黎明路 1-2 號	750
		朴子市公所	嘉義縣朴子市竹圍里四維路一段 551 號	43
		雙溪口活動中心	嘉義縣朴子市溪口里雙溪口 40-2 號	63
		大葛里集會所	嘉義縣朴子市大葛里大糠榔 50-3 號	34
		梅華活動中心	嘉義縣朴子市梅華里牛桃灣 3-20 號	44
		崁前活動中心	嘉義縣朴子市崁前里崁前 24 號	25
	鹿草鄉	後堀社區活動中心	鹿草鄉後堀村 65 之 2 號	60
		重寮社區活動中心	鹿草鄉重寮村 15 鄰 99 之 1 號	50
		碧潭社區活動中心	鹿草鄉碧潭村 18 之 3 號	50
		下潭社區活動中心	鹿草鄉光潭村 196 號	180
		鹿草國中(三樓活動中心)	鹿草鄉鹿草村 439 號	80
	番路鄉	江西活動中心	嘉義縣番路鄉江西村 4 鄰 3 號	53
		內甕活動中心	嘉義縣番路鄉內甕村 3 鄰 38-29 號	55
		新福活動中心	嘉義縣番路鄉新福村大庄 14 號	35
		民和國小	嘉義縣番路鄉下坑村菜公店 91 號	80
		民和活動中心	嘉義縣番路鄉民和村 4 鄰 12 號	62
		番路活動中心	嘉義縣番路鄉番路村 4 鄰 54 號	22
		大湖活動中心	嘉義縣番路鄉大湖村火燒寮 1-1 號	44
		公田活動中心	嘉義縣番路鄉公田村 6 鄰 34-1 號	35
		隙頂國民小學	嘉義縣番路鄉公田村隙頂 40 號	71
		隙頂國小草山分校	嘉義縣番路鄉草山村 22 號	22
		半天岩紫雲寺	嘉義縣番路鄉民和村 2 鄰岩仔 6 號	53
		大湖國小	嘉義縣番路鄉大湖村下坪仔 8 號	53
		大埔國小永興分校	嘉義縣番路鄉草山村永興 22 號	22
		老人文康中心	嘉義縣番路鄉下坑村 4 鄰 101-5 號	49
		逐鹿社區活動中心	嘉義縣番路鄉梅花七路 3 巷 1 號	100
	新港鄉	藝術高中體育館	宮後村藝高路 1 號	600
		新港國中活動中心	福德村福德路 106 號	760
		新港國小活動中心	福德村登雲路 105 號	850
		文昌國小登雲館	宮前村古民街 12 號	200

表 2-42　朴子溪流域主要鄉鎮避難地點一覽表(3/4)

縣市	區鄉鎮村里別	避難地點	地址	可收容人數(人)
		古民國小教室	古民村 161 號	120
		月眉國小活動中心	月眉村 123 號	500
		安和國小風雨操場	安和村 46 號	48
		復興國小視聽教室	北崙村 75-4 號	40
		水仙宮香客大樓	南港村 5 鄰 58 號	400
		六興宮香客大樓	溪北村 9 鄰溪北 65 號	500
	水上鄉	溪洲村活動中心	嘉義縣水上鄉溪洲村 13 鄰 83-1 號	35
		中庄村活動中心	嘉義縣水上鄉中庄村 16 鄰 40 之 2 號	50
		義興村活動中心	嘉義縣水上鄉義興村 2 鄰 57-1 號	100
		水上鄉公所三樓	嘉義縣水上鄉水上村正義路 141 號	40
		奉天宮濟公廟	嘉義縣水上鄉寬士村崎仔頭 736 之 1 號	180
		鴿溪寮活動中心	嘉義縣水上鄉下寮村 3 鄰鴿溪寮 23 號	15
	義竹鄉	中正堂	六桂村 208 號	250
		義竹鄉修緣禪寺	六桂村 245-10 號	50
		義竹慈化寺	六桂村 220-1 號	50
		南興國小東華分校	平溪村 1 號	40
		過路國小	西過村 279 號	30
		光榮國小	東光村 64 號	70
		義竹鄉老人文康中心	仁里村 333-1 號	50
	布袋鎮	布袋國小	嘉義縣布袋鎮新厝里 65 號	200
		布袋國中活動中心	嘉義縣布袋鎮光復里六棟寮 40 號	300
		布新國小活動中心	嘉義縣布袋鎮岑海里文昌街 61 號	1,000
		九江社區活動中心	嘉義縣布袋鎮岱江里環河街 1 號	120
		見龍社區活動中心	嘉義縣布袋鎮見龍里內田 2 號之 4	100
		過溝多功能活動中心	嘉義縣布袋鎮中安里過溝頂厝 11 號之 2	120
		布袋鎮立托兒所	嘉義縣布袋鎮東港里東港 130 號之 21 號	150
		新岑社區活動社區	嘉義縣布袋鎮新岑里郭岑寮 7 號之 26	120
		好美國小	嘉義縣布袋鎮好美里虎尾寮 106 號	60
		新塭國小	嘉義縣布袋鎮新民里新塭 374 號	500
	太保市	太保國中(操場)	嘉義縣太保市太保里 36 號	300
		嘉新國中(操場)	嘉義縣太保市北新里 017 鄰中興路一段 250 號	300
		福濟宮	嘉義縣太保市太保里 3 鄰 150 號	60
		太保國小學生活動中心	嘉義縣太保市太保里 31 號	100
		後潭社區發展協會	嘉義縣太保市後潭里 294 號	100
		春梅社區活動中心	嘉義縣太保市梅埔里 10 鄰梅子厝 71-1 號	100
		春珠社區活動中心	嘉義縣太保市春珠里 1 鄰 8 號	100
		港尾社區活動中心	嘉義縣太保市港尾里 1 鄰 9 號	80
		過溝社區活動中心	嘉義縣太保市過溝里 4 鄰 36-5 號	100
		麻寮古恩宮集會所	嘉義縣太保市麻寮里中山路 2 段 250 號	90
		水牛厝社區活動中心	嘉義縣太保市南新里 4 鄰仁愛路 25 號	100
		埤鄉社區活動中心	嘉義縣太保市埤鄉里 5 鄰埤麻腳 77 號	8
		崙頂集會所	嘉義縣太保市崙頂里 4 鄰 21 號	80
		東勢社區活動中心	嘉義縣太保市東勢里 8 鄰東勢寮 82 號	80
		老人文康中心	嘉義縣太保市新埤里 5 鄰 214-12 號	100
		田尾社區活動中心	嘉義縣太保市田尾里 2 鄰田尾 15 號	50
		安仁社區活動中心	嘉義縣太保市安仁里 5 鄰頂頂港子墘 10 之 1 號	80
		永慶高中(操場)	嘉義縣太保市安仁里信義二路 1 號	300
		太保國小(操場)	嘉義縣太保市太保里 31 號	200
		安東國小(活動中心)難震度 8 級	嘉義縣太保市崙頂里 1 號	150

表 2-42　朴子溪流域主要鄉鎮避難地點一覽表(4/4)

縣市	區鄉鎮村里別	避難地點	地址	可收容人數(人)
		安東國小(操場)	嘉義縣太保市崙頂里 1 號	200
		南新國小(活動中心)	嘉義縣太保市南新里 10 鄰中山路一段 140 號	200
		南新國小(操場)	嘉義縣太保市南新里 10 鄰中山路一段 140 號	300
		新埤國小(操場)	嘉義縣太保市新埤里 214 號	200
	東石鄉	東石鄉公所	嘉義縣東石鄉東石村 3 號	104
		東榮國中	嘉義縣東石鄉永屯村屯子頭 39-2 號	37
		東石國小	嘉義縣東石鄉猿樹村 117 號	247
		塭港國小	嘉義縣東石鄉塭港村 170 號	75
		三江國小	嘉義縣東石鄉三家村 16 號	28
		港口宮	嘉義縣東石鄉港口村 5 號	100
		下楫國小	嘉義縣東石鄉下楫村 147 號	63
		港墘國小	嘉義縣東石鄉港墘村 64 號	39
		洲仔代天府	嘉義縣東石鄉洲仔村 4 鄰 44-1 號	300
		龍崗國小	嘉義縣東石鄉西崙村 131 號	38
		網寮國小	嘉義縣東石鄉網寮村鹽田 27 號	36
		圓明寺	嘉義縣東石鄉塭仔村塭仔 3 鄰 69 號	40
		福靈宮	嘉義縣東石鄉三家村三塊厝 73-3 號	118
		東石鄉老人文康中心	嘉義縣東石鄉猿樹村 151-10 號	94
		東榮國中操場	東石鄉永屯村 39-2 號	481
		東石國小操場	東石鄉猿樹村 117 號	185
		塭港國小操場	東石鄉塭港村 170 號	211
		三江國小操場	東石鄉三家村 16 號	136
		龍港國小操場	東石鄉龍港村 113 號	454
		下楫國小操場	東石鄉下楫村 147 號	469
		港墘國小操場	東石鄉港墘村 64 號	530
		龍崗國小操場	東石鄉西崙村 131 號	527
		網寮國小操場	東石鄉網寮村塩田 27 號	490
	竹崎鄉	沙坑社區活動中心	坑村 8 鄰水坑 56 之 8 號	20
		獅埕社區活動中心	獅埕村 8 鄰許厝 8 之 2 號	80
		灣橋社區活動中心	灣橋村 16 鄰灣橋 172 號	60
		鹿滿社區活動中心	鹿滿村 7 鄰麻箕埔 95-1 號	50
		龍山社區活動中心	龍山村 14 鄰大庭 23-1 號	50
		復金社區活動中心	復金村復鼎金 59-1 號	30
		中華社區活動中心	中和村奮起湖 164 號	80
		紫雲社區活動中心	紫雲村 11 鄰大竹圍 3-2 號	50
		竹崎老人文康中心	竹崎村中正路 96 號	60
		竹崎高中活動中心	竹崎村文化路 23 號	100
		竹崎國小中正堂	竹崎村文化路 28 號	80
		鹿滿國小活動中心	鹿滿村鹿鳴路 2 號	60
		白杞社區活動中心	白杞村 4 鄰白杞 42-1 號	40
		金獅社區活動中心	金獅村 11 鄰金獅寮 31 號	10
		義仁社區活動中心	義仁村 7 鄰坪頂 14-1 號	30
		義隆社區活動中心	義隆村 3 鄰山知崙 7-1 號	30

資料來源：嘉義縣市鄉公所，民國 108 年。

嘉義縣水災危險潛勢地區保全計畫，民國 107 年。

嘉義縣水災危險潛勢地區保全計畫，民國 107 年。

(二)水患自主防災社區

根據嘉義市民國104年易淹水地區水患自主防災社區推動計畫成果報告及嘉義縣107年水患自主防災社區推動計畫資料顯示，朴子溪流域內現有之水患自主防災社區共計19處，包含嘉義縣東石鄉(6處)、布袋鎮(2處)、鹿草鄉(2處)、民雄鄉(3處)、新港鄉(1處)、水上鄉(1處)及嘉義市東區(2處)、西區(2處)等社區。107年嘉義縣水患自主防災社區推動計畫內容有疏散避難人員編組部分，組別計有引導班、警戒班、疏散班、收容班及指揮中心分工實施各項避難做業之執行及操作，並繪製避難路線圖，且亦有參與106年度自主防災社區教育訓練與水患防災防汛演練(實兵演練)，顯示近年運作情形良好，表2-43為朴子溪流域內既有防災社區列表。

表 2-43　朴子溪流域內既有防災社區列表

縣市	鄉鎮	社區名稱	社區數量
嘉義市	東區	茗藤里、後庄里	2
	西區	北湖里、香湖里	2
嘉義縣	東石鄉	港墘村、圍潭村、掌潭村、東石村、洲仔村、塭仔村	6
	布袋鎮	西安里、東安里	2
	鹿草鄉	三角村、後堀村	2
	民雄鄉	金興村、秀林村、大崎村	3
	新港鄉	溪北村	1
	水上鄉	溪洲村	1

資料來源：嘉義市易淹水地區水患自主防災社區推動計畫成果報告，民國102年。
嘉義縣水患自主防災社區推動計畫，民國107年。

三、防洪保全主要對象調查

參考民國105年之「朴子溪治理規劃檢討報告」，本計畫範圍內主要保全對象為易淹水地區或有淹水之虞地區之聚落、交通、重要產業及維生設施等。依據淹水調查結果，本流域主要保全聚落位於朴子溪中下游地區，包含嘉義市、朴子市、太保市、東石鄉、六腳鄉、新港鄉及民雄鄉等，另有上游段包含竹崎鄉及番路鄉等。

人口方面，根據嘉義縣、市戶政事務所網站資料，統計至民國108年7月，朴子溪流域內之各鄉鎮市人口數概況如表2-44，人口總數為586,673人，戶數總數為214,806戶。嘉義市、朴子市與民雄鄉為人口密度最高的

三個行政區；鹿草鄉、六腳鄉、東石鄉、朴子市、新港鄉為扶養比較高的行政區，位在中下游部分，為脆弱度較高的地區。

而重要保全之產業除農業活動外，位於中下游有朴子工業區、嘉太工業區、中洋子工業區、頭橋工業區及民雄工業區等；維生設施則包含農業灌溉圳路等。

交通方面，國道 1 號、3 號高速公路、台 1、台 3、台 17、台 19 及縣道 157、159、161、163、166、167、168 及 170 等道路，為本流域重要對外交通要道，故為交通保全之重要對象。

電力部分於民雄鄉松山村有一座民營天然氣電廠座落，位置約在斷面 84，如圖 2-14 所示，亦為重要保全對象。

民生方面有醫療與休憩場所等。在上游竹崎鄉有台中榮總灣橋分院，中下游則有位於嘉義市之天主教聖馬爾定醫院、嘉義醫院等，以及位於朴子市之嘉義長庚醫院與朴子醫院，其分布如圖 2-15 所示；公園大多落在中下游，共有 30 餘座，嘉義市中心有 28 座，其分布如圖 2-16 所示。朴子溪流域防洪主要保全對象一覽表詳表 2-45。

表 2-44　本計畫區內人口統計表

縣市別	鄉鎮別	面積(km^2)	戶數(戶)	人口數(人)	人口密度(人/km^2)	14 歲以下人口數(人)	15-64 歲人口數(人)	65 歲以上人口數(人)	扶幼比(%)	扶老比(%)	總扶養比(%)
嘉義縣	東石鄉	81.58	9,163	24,280	298	1,841	16,849	5590	10.926	33.177	44.104
	布袋鎮	59.77	9,860	26,470	443	2,001	18,937	5532	10.567	29.213	39.779
	鹿草鄉	54.32	5,741	15,199	280	1,017	10,221	3961	9.95	38.754	48.704
	太保市	66.9	13,353	38,225	571	4,921	28,186	5118	17.459	18.158	35.617
	番路鄉	117.53	4,211	11,308	96	926	8,103	2279	11.428	28.125	39.553
	朴子市	49.57	15,793	42,026	848	5,232	29,068	7726	17.999	26.579	44.578
	六腳鄉	62.26	8,778	22,671	364	1,456	15,310	5905	9.51	38.57	48.08
	新港鄉	66.05	10,717	31,568	478	3,147	21,889	6532	14.377	29.841	44.219
	民雄鄉	85.5	25,247	71,364	835	7,442	52,887	11035	14.072	20.865	34.937
	竹崎鄉	162.23	11,675	35,331	218	3,167	25,098	7066	12.619	28.154	40.772
嘉義市	東區	29.12	45,668	121,098	4159	15,846	85,713	19,539	18.487	22.796	41.283
	西區	30.91	54,600	147,133	4760	20,702	105,311	21,120	19.658	20.055	39.713
合計		865.74	214,806	586,673	678	67,698	417,572	101,403	16.212	24.284	40.496

資料來源：嘉義縣、市戶政事務所網站，民國 108 年 7 月。

表 2-45　朴子溪流域防洪主要保全對象一覽表

類別	主要保全對象
聚落	■ 竹崎鄉：竹崎村、仁壽村、內埔村、白杞村、坑頭村、沙坑村、和平村、昇平村、金獅村、峰文村、桃源村、鹿滿村、復金村、紫雲村、塘興村、獅埕村、義仁村、義和村、義隆村、龍山村及灣橋村等 ■ 番路鄉：民和村、番路村及下坑村 ■ 民雄鄉：秀林村、大崎村、山中村、金興村及福興村 ■ 新港鄉：三間村、中洋村、安和村、月眉村及溪北村 ■ 六腳鄉：工廠村、蒜南村、雙涵村、古林村、正義村、更寮村、崩山村、溪厝村、蒜東村、蒜頭村、灣北村及灣南村 ■ 東石鄉：三家村、海埔村、下揖村、永屯村、東石村、洲仔村、頂揖村、圍潭村、塭仔村、猿樹村及蔦松村 ■ 太保市：麻寮里、北新里、田尾里、南新里及過溝里 ■ 朴子市：安福里、內厝里、文化里、永和里、博厚里、順天里、溪口里、德興里及雙溪里 ■ 嘉義市：下埤里、北湖里、保安里、香湖里、後庄里、後湖里、苓藤里及頂庄里
交通	國道 1 號、3 號高速公路、台 1、台 3、台 17、台 19 及縣道 157、159、161、163、166、167、168 及 170 等道路
重要產業	農業、朴子工業區、嘉太工業區、中洋子工業區、頭橋工業區及民雄工業區等
維生設施	農業灌溉圳路
發電廠	嘉惠發電廠
醫院	衛生福利部嘉義醫院、臺中榮民總醫院嘉義分院、仁德醫療社團法人陳仁德醫院、慶昇醫療社團法人慶昇醫院 、戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院 、天主教中華聖母修女會醫療財團法人天主教聖馬爾定醫院大雅院區 、天主教中華聖母修女會醫療財團法人天主教聖馬爾定醫院民權院區 、陽明醫院、盧亞人醫院、建興醫院、衛生福利部朴子醫院 、臺中榮民總醫院灣橋分院、長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院
公園	都會森林公園、東區 228 紀念公園、頂庄公園、後湖公園、番仔溝公園、民生綠地公園、文昌公園、博愛公園(香湖公園)、中庄公園、劉厝 2 號公園、義昌公園、嘉義公園、長榮公園、南田公園、東洋公園(盧厝公園)、北社尾公園、劉厝 3 號公園、香湖公園、228 國家紀念公園、興嘉公園、宣信公園、文雅公園、文化公園、中正公園、崇文公園、仁愛兒童公園、友忠公園、劉厝公園、竹崎親水公園、太保市太保里兒童公園、朴子藝術公園、東勢公園(公兒二)、周運祿公園(公兒三)、家己人公園(公二）、水牛公園(公一)

資料來源：1.朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 108 年。
2.本計畫重新整理。

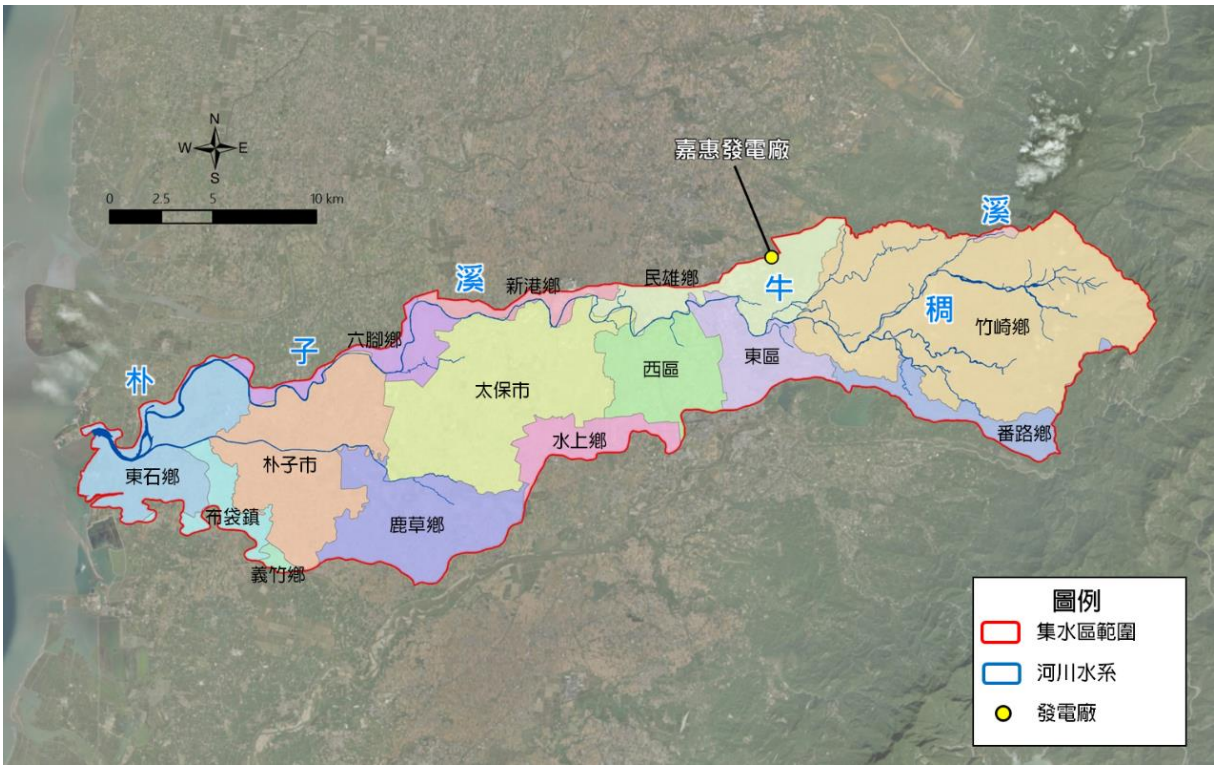


圖 2-14　朴子溪流域內發電廠位置圖

圖 2-15　朴子溪流域內醫院位置圖

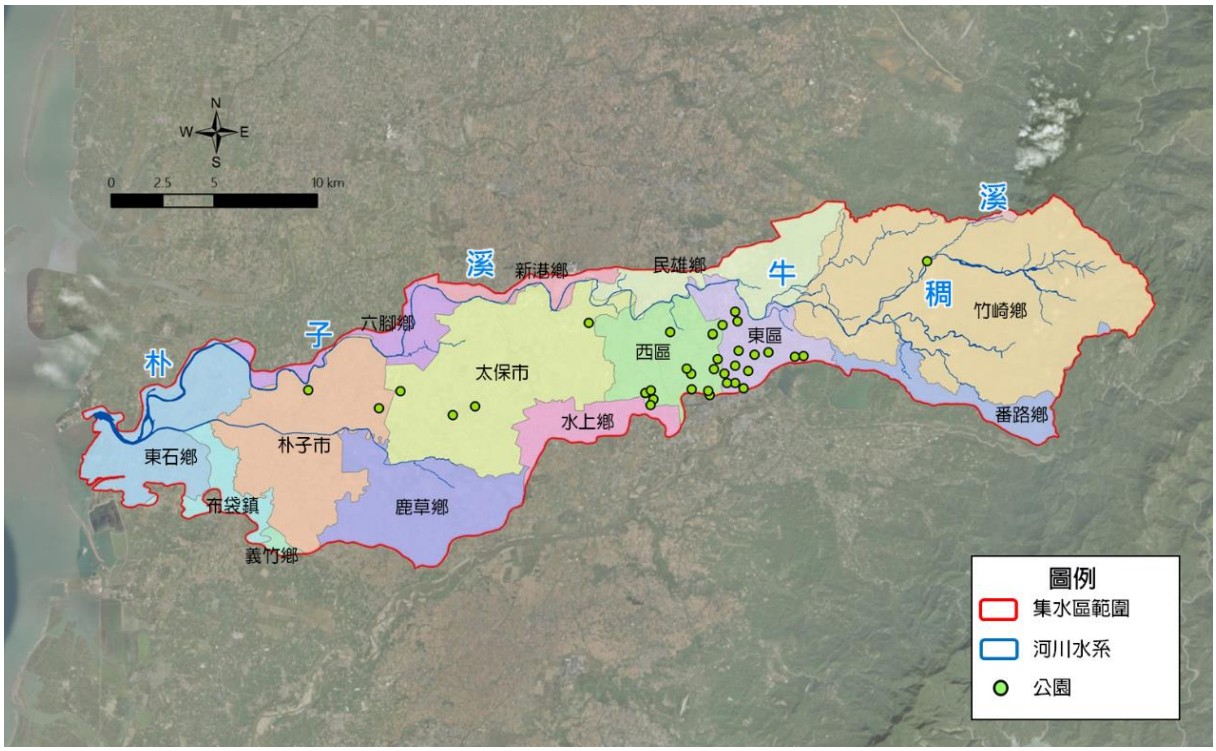


圖 2-16　朴子溪流域內公園位置圖

2.2.9 近五年內(不)定期檢查結果及委辦之安全檢測計畫成果(含非破壞性檢測報告)

依據第五河川局民國 104-108 年度朴子溪水系水利建造物(不)定期檢查結果及安全檢測計畫成果資料顯示，朴子溪水系之水利建造物狀況大致良好。堤防部分，僅民國 106 年及 107 年分別有 4 件及 2 件水利建造物有損壞情形，其中 106 年之更寮堤防累距 0K+000~0K+450、溪北堤防累距 1K+200~4K+500，以及 107 年朴子堤防(二工區)0K+300~8K+050 及過溝堤防累距 0K+000~5K+500 等 4 件均為水防道路損壞或路面老舊；濁水溪過溪一號護岸於 106 年檢查時，除水防道路塌陷 200m 外，並有護岸損壞情形；而灣內堤防累距 0K+000~2K+317 於 107 年檢查時有局部沈陷情形，惟經評估無立即危及堤防整體安全，故持續觀測其異常情形，如有持續大現象，再提報工程改善。水門部分，僅民國 106 年有 2 件水門有損壞情形，其中竹崎護岸累距 0K+875 處係因水門下方有竹崎親水公園廁所之排水管，故無法全閉；而圍潭堤防累距 2K+167 處則為設備老舊，必須經常維修。朴子溪水系之水利建造物近五年內(不)定期檢查及委辦之安全檢測計畫成果，如表 2-46 及表 2-47 所示。

表 2-46　朴子溪流域近五年內堤防(不)定期檢查及安全檢測計畫成果表

年度	流域水系	建造物名稱	樁號及坐標	長度(m)	備註
106	朴子溪 濁水溪	濁水溪過溪 一號護岸	樁號：0K+000m ■左岸□右岸 坐標: E: 203667.5 N:2598959.92	200	水防道路塌陷 200m,護岸損壞，已提列於濁水溪過溪橋上游右岸過溪一號護岸復建工程辦理 改善
106	朴子溪 朴子溪	更寮堤防(一工區) 0+000-0+450	樁號：0K+000m □左岸■右岸 坐標: E: 170818.92 N: 2598187.77	450	水防道路損壞 8,000m^2,已提列於朴子溪更寮堤段維修歲修工程辦理修復改善
106	朴子溪 朴子溪	溪北堤防 1+200-4+500	樁號：2K+000m □左岸■右岸 坐標: E: 181434.78 N: 2601312.78	2,500	水防道路損壞 16,000m^2，已提列於朴子溪溪北堤防段維修歲修工程辦理修復改善
106	朴子溪 朴子溪	灣內堤防 0+000-2+317	樁號： 2K+317m □左岸■右岸 坐標: E: 179012.50 N: 2599571.60	2,500	有局部沈陷或邊波滑動情形，經檢視評估無立即危及整體安全，故持續觀測其異常情形，如有持續擴大現象，將提列於年度歲修、維護工程中辦理改善
107	朴子溪 朴子溪	朴子堤防(二工區) 0+300-8+050	樁號：0K+300m ■左岸□右岸 坐標: E: 170511.30 N: 2597571.92	1,750	水防道路路面老舊不良，已提列於朴子溪朴子堤段歲修工程辦理修復改善
107	朴子溪 朴子溪	過溝堤防 0+000-5+500	樁號：0K+000m ■左岸□右岸 坐標: E: 184701.60 N: 2601204.80	4,900	水防道路損壞，樁號 0+000~1+400 間路面老舊不良，已提列於朴子溪過溝堤段歲修工程辦理修復改善

表 2-47　朴子溪流域近五年內水門(不)定期檢查及安全檢測計畫成果表

年度	流域 水系	建造物 名稱	樁號及坐標	尺寸長x寬 (cm)	備註
106	朴子溪 牛稠溪	竹崎護岸 0+875	坐標: E:123252.30 N: 233129.20	-	水門下方有竹崎親水公園廁所之排水管故無法全閉，已通知竹崎鄉公園管理處改道
106	朴子溪 朴子溪	圍潭堤防 2+167	坐標:E:1201048.00 N: 232731.70	200x200	設備老舊必須經常維修

2.2.10 朴子溪沿線鄰近都市計畫

一、變更朴子都市計畫(第三次通盤檢討)，民國 98 年

本計畫區位於嘉義縣朴子市，其範圍東面自天星新邨附近起，向南延伸至荷苞嶼排水為界，西面以永和里通崁後里之道路為界，北面以朴子溪為界，計畫面積 685 ha。都市計畫區位置詳圖 2-17。

二、變更六腳(蒜頭地區)都市計畫第二次通盤檢討，民國 92 年

本計畫區位於嘉義縣六腳鄉，其範圍東至朴子溪堤岸為界，西至鄉公所以西約 300 m 處，南以朴子溪堤岸為界，北則以六嘉國中以南 200 m 處為界，行政區包括蒜頭、蒜東及蒜南等 3 村之部分地區，計畫面積約 180 ha。都市計畫區位置詳圖 2-17。

三、變更高速公路嘉義交流道附近特定區計畫(第二次通盤檢討)，民國 92 年

本計畫區位於嘉義市及嘉義縣太保市兩部分，其範圍東與嘉義市中心(西北地區)都市計畫西界相鄰，南以灌溉排水溝及台糖鐵路(嘉義-朴子線)南面約 50 m 為界，計畫面積約 1,820 ha。都市計畫區位置詳圖 2-17。

四、變更嘉義市都市計畫(不含嘉義交流道附近特定區、仁義潭風景特定區)通盤檢討，民國 93 年

本計畫區位於嘉義市，行政區劃分為東、西兩區，其範圍東至仁義潭風景特定區邊界，南接中埔(和睦地區)都市計畫區邊界，西與高速公路嘉義交流道附近特定區邊界相鄰，北至民雄(橋頭地區)都市計畫區邊界，計畫面積約 4,920 ha。都市計畫區位置詳圖 2-17。

五、變更民雄(頭橋地區)都市計畫(第二次通盤檢討)(第一階段部)，民國 97 年

本計畫區位於嘉義縣民雄鄉南面，東起秀林國小東側，南至嘉義市界，西止興中國小西側，北接民雄都市計畫界(僅縱貫鐵路附近)，計畫面積約 1,566 ha。都市計畫區位置詳圖 2-17。

六、變更竹崎都市計畫(第二次通盤檢討)，民國 87 年

本計畫區位於嘉義縣竹崎鄉，其範圍東至竹崎國小東側排水溝，南至嘉義公路橋，西北兩面以牛稠溪為界，計畫面積約 187 ha。都市計畫區位置詳圖 2-17。

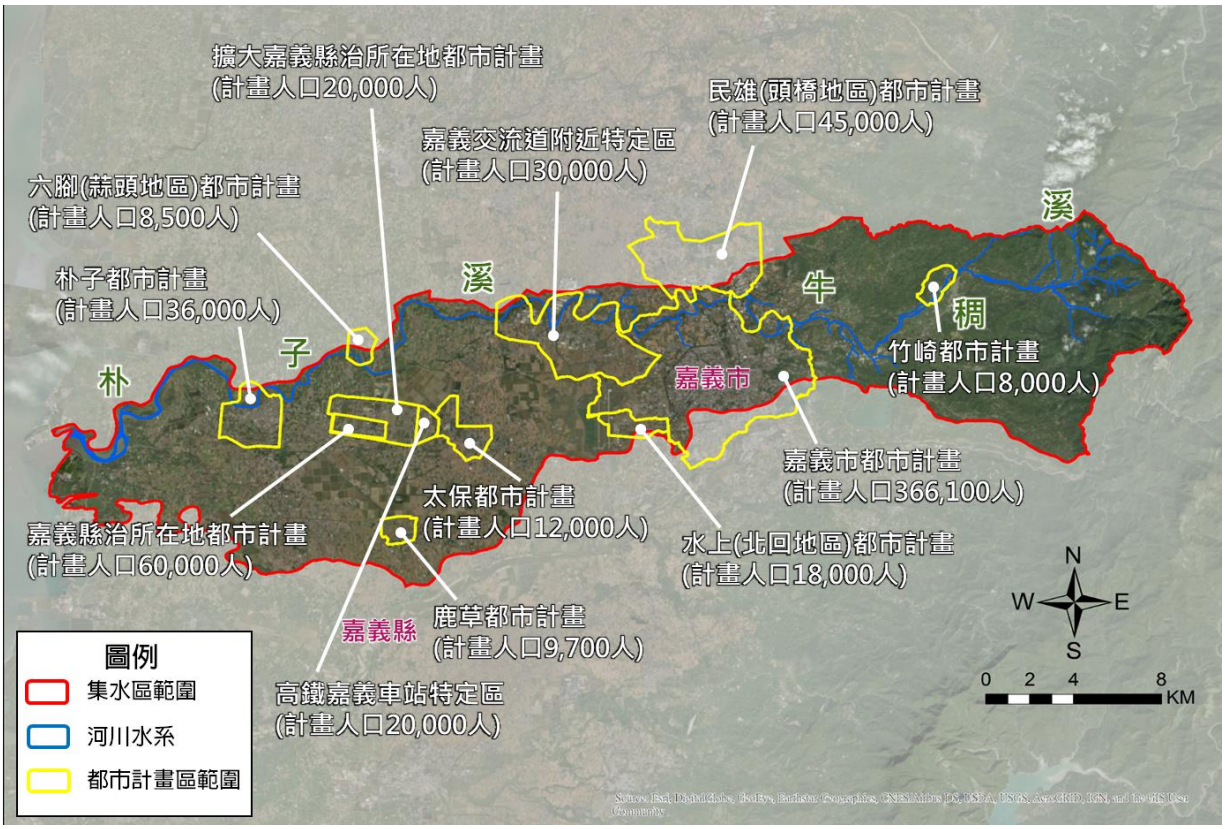


圖 2-17　朴子溪沿線鄰近都市計畫區範圍圖

2.2.11 動態影像資料調查

本計畫已於 108 年 11 月完成計畫範圍之 UAV 空拍作業，茲依據現況流路特性、堤後重要保護標的並配合 108 年 10 月 2 日第二次工作會議討論結果，彙整朴子溪流域風險較高之河段包含斷面 21~32、斷面 52~60、斷面 72~85 及斷面 92~98 等四段，依序說明如下：

一、斷面 21 至 32 左、右岸(朴子堤防、更寮堤防、下雙溪堤防)

圖 2-18~圖 2-21 為斷面 21~32 堤段之動態影像畫面截圖，資料內容主要包含堤防名稱、斷面編號、河寬、橋梁名稱、風險原因、風險燈號、處理對策說明及工程措施範圍、重要保護標的等重要資訊。

二、斷面 52 至 60 左、右岸(麻魚寮護岸、中洋子工業區)

此堤段位處機場禁航區，無法拍攝空拍影像，乃利用相機至現場拍攝現況照片，再利用照片製作動畫資料，資料內容主要包含堤防名稱、斷面編號、河寬、橋梁名稱、風險原因、風險燈號、處理對策說明及工程措施範圍、重要保護標的等重要資訊，圖 2-22~圖 2-25 為斷面 52~60 堤段之現況照片。

圖 2-18　斷面 19~20 動態影像畫面

圖 2-19　斷面 20~21 動態影像畫面

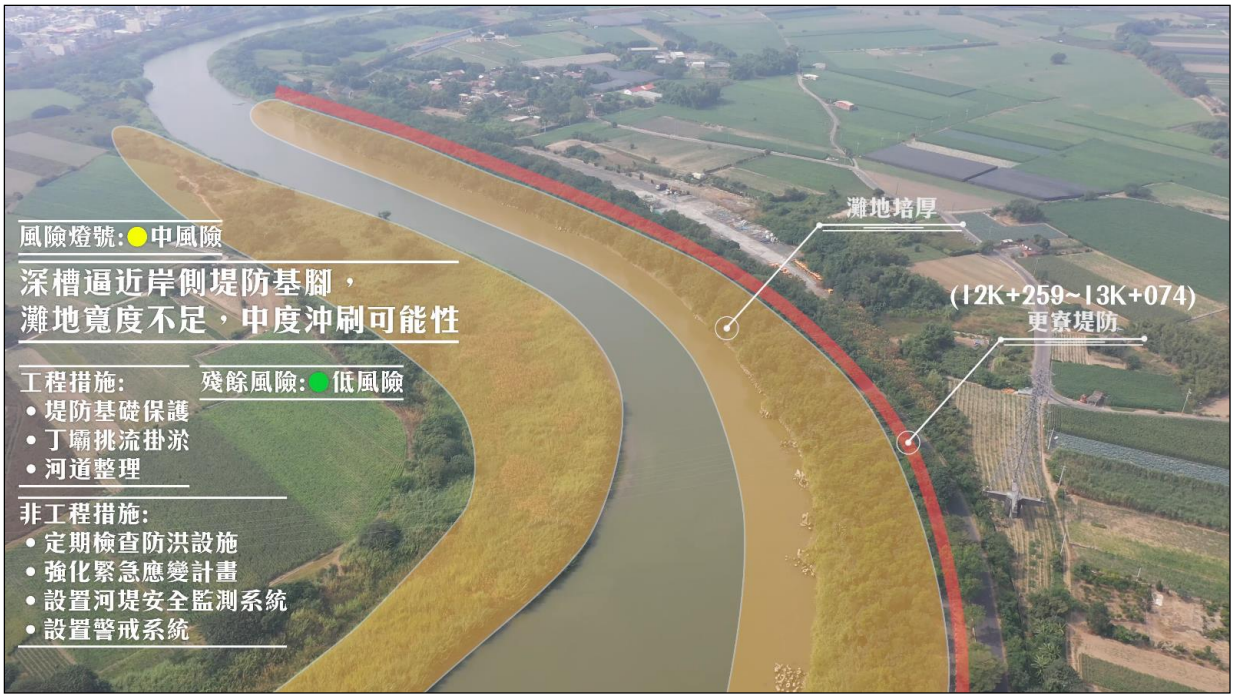


圖 2-20　斷面 21~23.1 動態影像畫面

圖 2-21　斷面 24~27 動態影像畫面

圖 2-22　斷面 51~52 現況照片

圖 2-23　斷面 53 現況照片

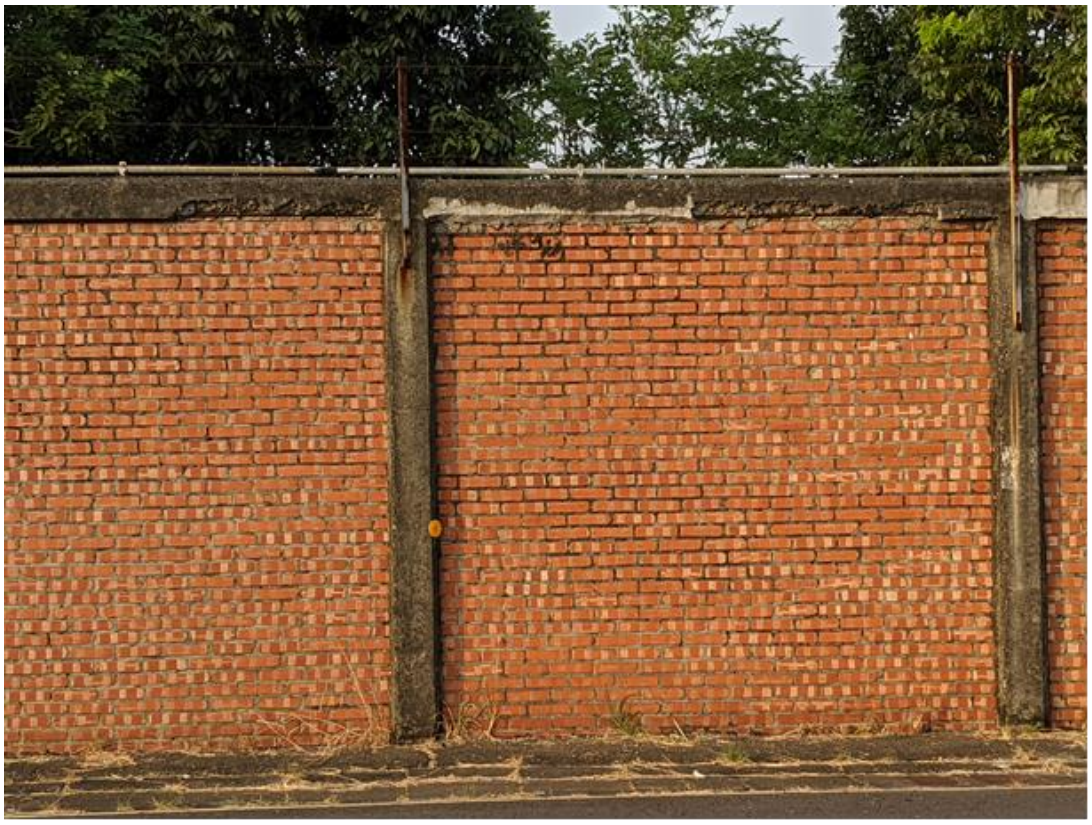


圖 2-24　斷面 56~57 中洋子工業區舊式圍牆現況照片

圖 2-25　斷面 59~60 現況照片

三、斷面 72 至 85 左、右岸(福興二號堤防、民雄堤防、溪底寮堤防、許厝護岸、後湖堤防)

圖 2-26~圖 2-28 為斷面 72~85 堤段之動態影像畫面截圖，資料內容主要包含堤防名稱、斷面編號、河寬、橋梁名稱、風險原因、風險燈號、處理對策說明及工程措施範圍、重要保護標的等重要資訊。

圖 2-26　斷面 74.1~75.1 動態影像畫面

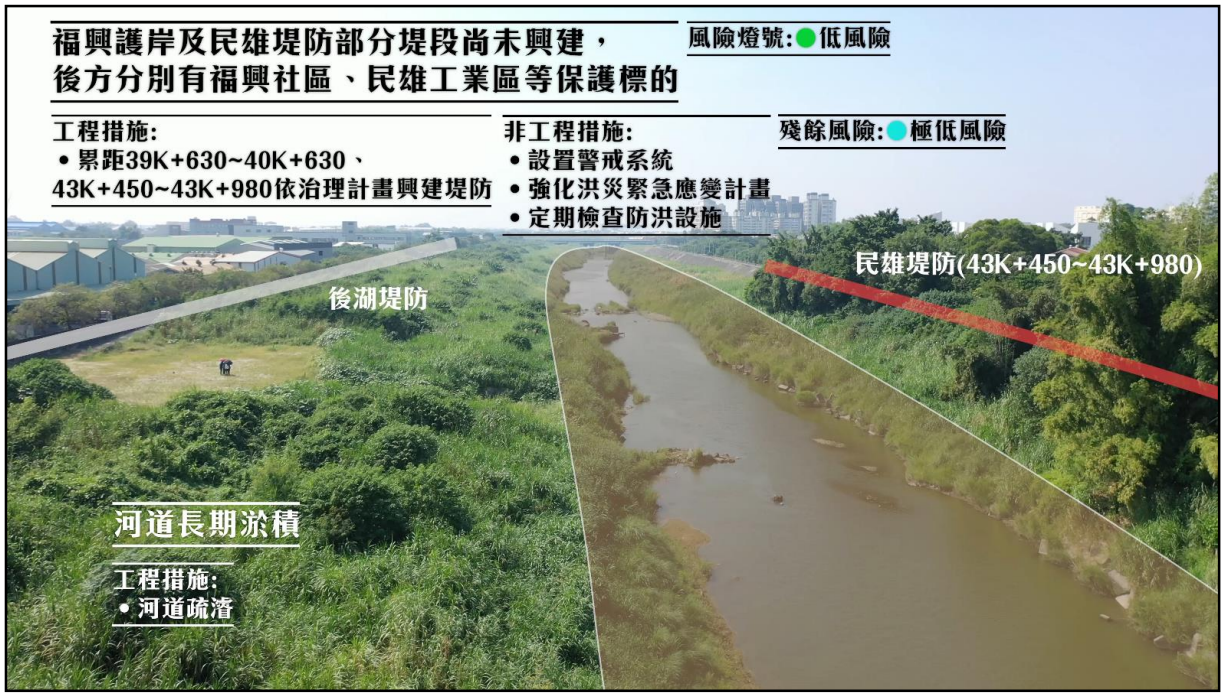


圖 2-27　斷面 76~78 動態影像畫面

圖 2-28　斷面 79~81 動態影像畫面

四、斷面 92 至 98 左、右岸(灣橋護岸、中興圳攔河堰)

圖 2-29、圖 2-30 為斷面 92~98 堤段之動態影像畫面截圖，資料內容主要包含堤防名稱、斷面編號、河寬、橋梁名稱、風險原因、風險燈號、處理對策說明及工程措施範圍、重要保護標的等重要資訊。

圖 2-29 斷面 92~95 動態影像畫面

圖 2-29　斷面 92~95 動態影像畫面

圖 2-30　斷面 96.1~98 動態影像畫面

2.3 易致災段綜合分析

水利署第五河川局民國 105 年完成之「朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討」中指出，朴子溪已建堤防河段大部份河道可容納重現期距 100 年洪峰流量，惟部份河段恐因堤防高度不足而有溢流之虞。其中左岸堤防高度不足之斷面有 6 處；右岸堤防高度不足之斷面有 13 處，根據 108 年「朴子溪主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)」成果，通洪能力不足之斷面大部份皆係屬於待建堤防段，故建議盡速辦理堤防治理工程以減輕淹水危機。

朴子溪治理起點為嘉義縣竹崎鄉之金福橋，終點至朴子溪出海口止，治理保護標準為 100 年重現期計畫洪水位加出水高 1.5 公尺，參考民國 105 年朴子溪治理規劃檢討報告之水理分析成果，可彙整出朴子溪主流最大通洪流量與計畫流量比較圖，如圖 2-31 所示。該圖顯示若最大通洪流量低於計畫流量，則代表該斷面出水高不足 1.5 公尺，顯示其具有較高之外水溢淹潛勢，亦為易致災河段；以累距 30km 至 40km 區段為例，可看出因屬於待建堤防段，幾乎全河段都有出水高不足 1.5 公尺的問題，而河道右岸約累距 15km 處亦有相同現象。

另檢視水理計算成果流速分布，顯示朴子溪大部分河段流速小於 5m/s，上游因坡降較劇烈斷面流速大，於斷面 133、斷面 131、斷面 129 及斷面 111 等處流速甚至大於 8m/s，而斷面 96 因位於仁義橋下游凹岸，流速也有明顯的加快，如圖 2-32 所示。本計畫並將流速分布對應歷年災害易受損堤防、蜿蜒流路凹岸水流直衝處等處，如溫仔堤防、下雙溪堤防、麻魚寮堤防、福興二號堤防、灣橋護岸等，由該圖之流速與岸側受水流直衝在空間上的疊合可以初步顯示易受到高流速水流衝擊之防洪設施，具有較高破壞之潛勢，即為較易致災河段，如麻魚寮堤防面臨流速高且流路逼近河岸，其致災潛勢高於其他堤防。而福興二號堤防在近年治理完成後，其致災風險已大幅降低。

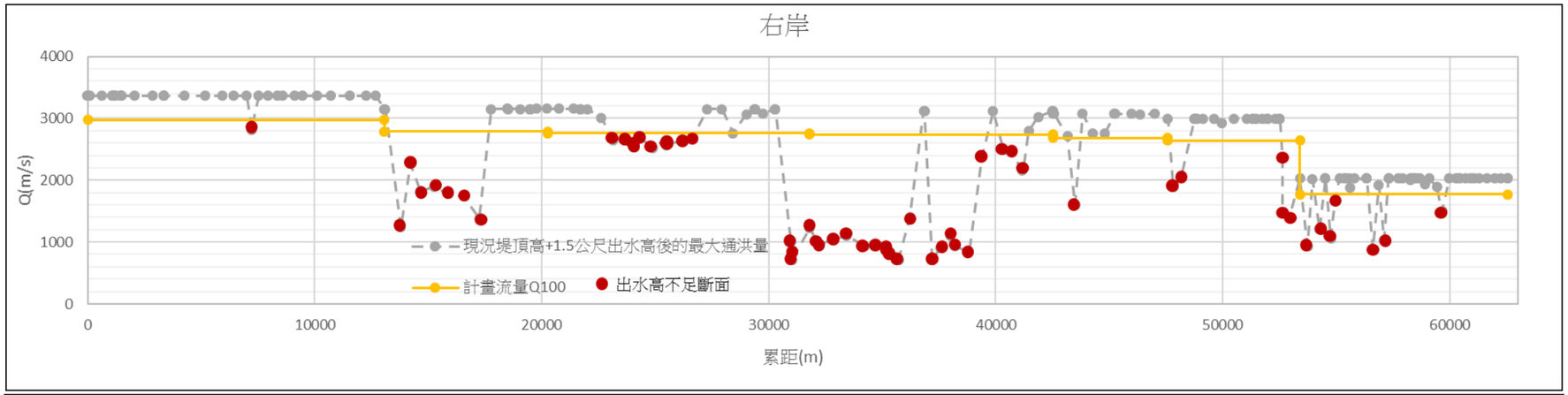


圖 2-31　朴子溪主流最大通洪流量與計畫流量之比較

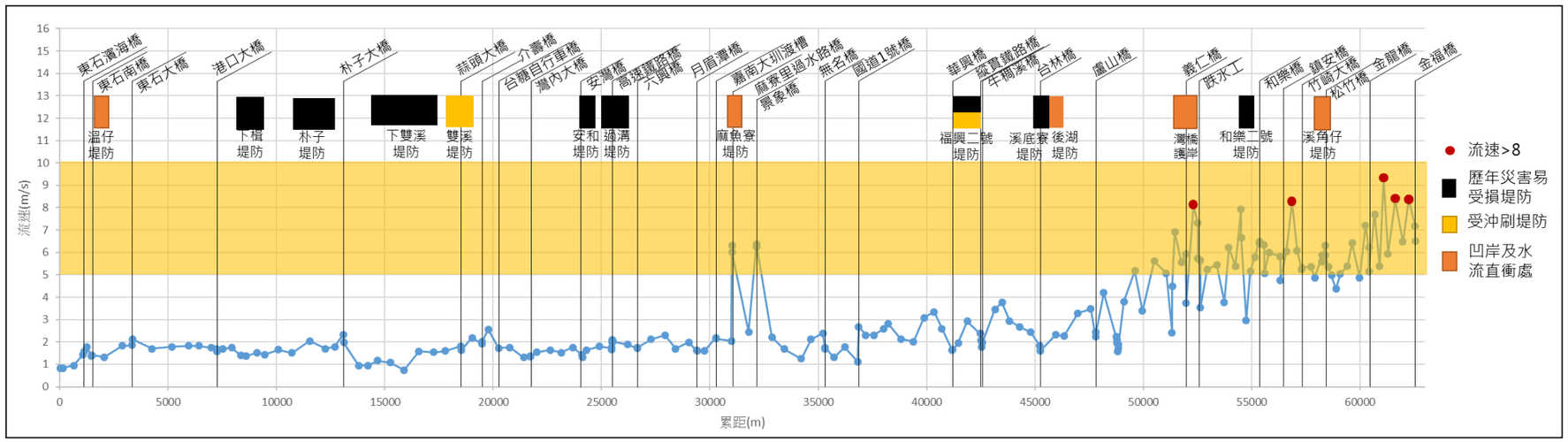
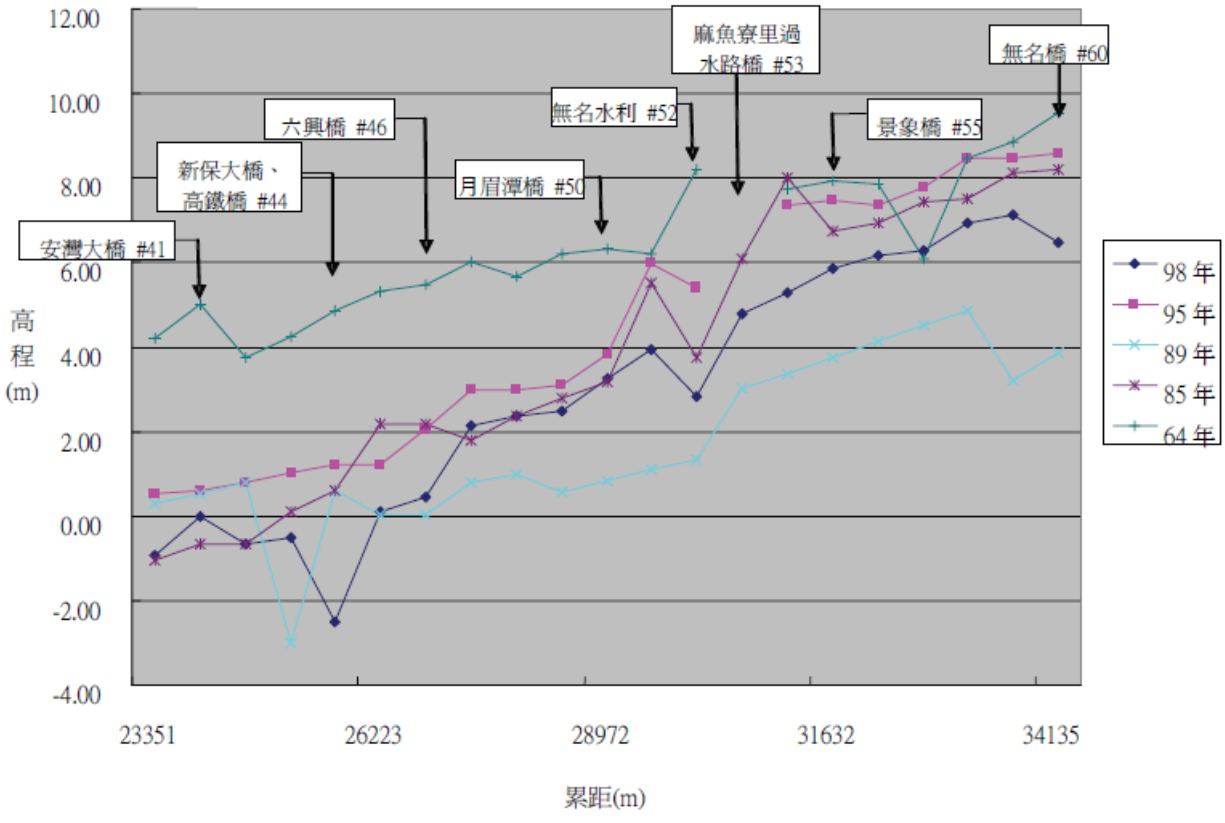


圖 2-32　朴子溪主流斷面平均流速與水流直衝河岸彙整圖

而河道變遷較明顯的河段也具有較高致災潛勢，藉由觀察河道的縱橫向變遷情形可強化致災潛勢判斷。以月眉潭橋鄰近河段為例，依歷年河道大斷面測量資料其縱斷面套繪成果，如圖 2-33 所示，民國 64 年至 89 年此河段明顯呈現沖刷情形，雖 89 年至 95 年整體河段有回淤現象，但 98 年又向下沖刷，最大幅度差距高達 6 公尺，當河道淤積嚴重，因通洪斷面減少，洪水來臨時易造成溢堤危險，而沖刷幅度較大的河段則容易破壞堤岸基腳穩定，增加潰堤風險。同時配合歷年衛星影像估算河道深槽橫向擺盪幅度，由 2002 年的衛星影像可以看到月眉潭橋下游的堤防尚未修建，而堤防修建後河道主深槽逐漸往河心內縮、擺盪幅度小，如圖 2-34 中 A 河段；然上游未修建堤防處河道主深槽變遷明顯，如圖 2-34 中 B 河段，因此 B 河段之危險度將比 A 河段高。



資料來源: 朴子溪堤防安全性評估分析研究計畫，民國 100 年。

圖 2-33　月眉潭橋河段歷年河道縱斷面比較圖

圖 2-34　月眉潭橋段歷年衛星影像

此外，經統計朴子溪流域防洪構造物歷年維修次數，以朴子堤防 16 次最多，其次為圍潭堤防 14 次、灣橋護岸及鹿滿堤防 13 次，東石堤防與溪底寮堤防 12 次，下雙溪與雙溪堤防之為 11 次，龍山堤防、護岸、溪北堤防與過溝堤防為 10 次，總計有 11 座堤防及護岸維修次數超過 10 次，綜觀朴子溪水利建造物維修次數統計資料可以發現，維修次數較多之結構物通常具有以下特性，這些特性包含：凹岸或攻擊坡、地形變化劇烈河段、有重要保護標地，如城鎮聚落、位於河道束縮地區、河道蜿蜒區段、臨海受潮汐影響段、早期興建堤段，上述均為本計畫後續評估堤防溢潰堤之重要風險因素。

第三章 風險辨識

3.1 風險評估程序

國內風險內部控制制度操作上主要分作兩個階段程序。第一階段程序為辦理風險評估，首先須由上而下確認整體與作業層級目標，依各單位內部職掌以作業類別、項目為基礎設定作業層級目標。此階段另外一項重點即為進行風險評估，風險評估程序遵循**風險辨識**、**風險分析**、**風險評量**、**風險處理**等脈絡進行分析探討。

一、風險辨識

風險辨識目的為找出需要管理之風險，其須使用具系統之步驟進行廣泛的搜尋，因若風險於此階段沒有被發現，其將被排除於分析步驟之外。擬定風險情境時，應採用系統化程序，並由事件背景說明開始，以求其完整性，使用結構化的方式進行辨識程序，以確保風險辨識採用的方法有效、可行，避免遺漏。必須考慮其可能的發生原因和發生順序(風險情境分析)，最終執行風險辨識程序。

二、風險分析

風險分析目的為將可接受風險與主要風險分開，風險分析包括風險的結果，以及結果發生之機率為何。故必須找出會影響這些結果及機率的事件。風險分析是在現有的控制方法下，估計風險的結果及其發生的機率。此外於風險分析前，可先初步將相似或影響力低之風險排除，在可能的情況下，也必須列出未被列入分析的風險，以顯示風險分析步驟的完整性。分析方法分敘述性的分類等級來描述可能影響的程度，以及影響發生機率之定性分析；以實際數值表示定性分析等級之半定量分析、使用實際的數據描述影響及機率之定量分析。

三、風險評量

風險評量係將風險分析中，所決定的風險等級與先前訂定之風險標準相比較。風險評量中所使用的比較標準應該與風險分析具有相同的基礎。因此，定性評量為比較風險的定性等級與定性標準，而定量評量為比較風險的實際數據等級，與以特定數據所表示的標準。此外風險評量之結

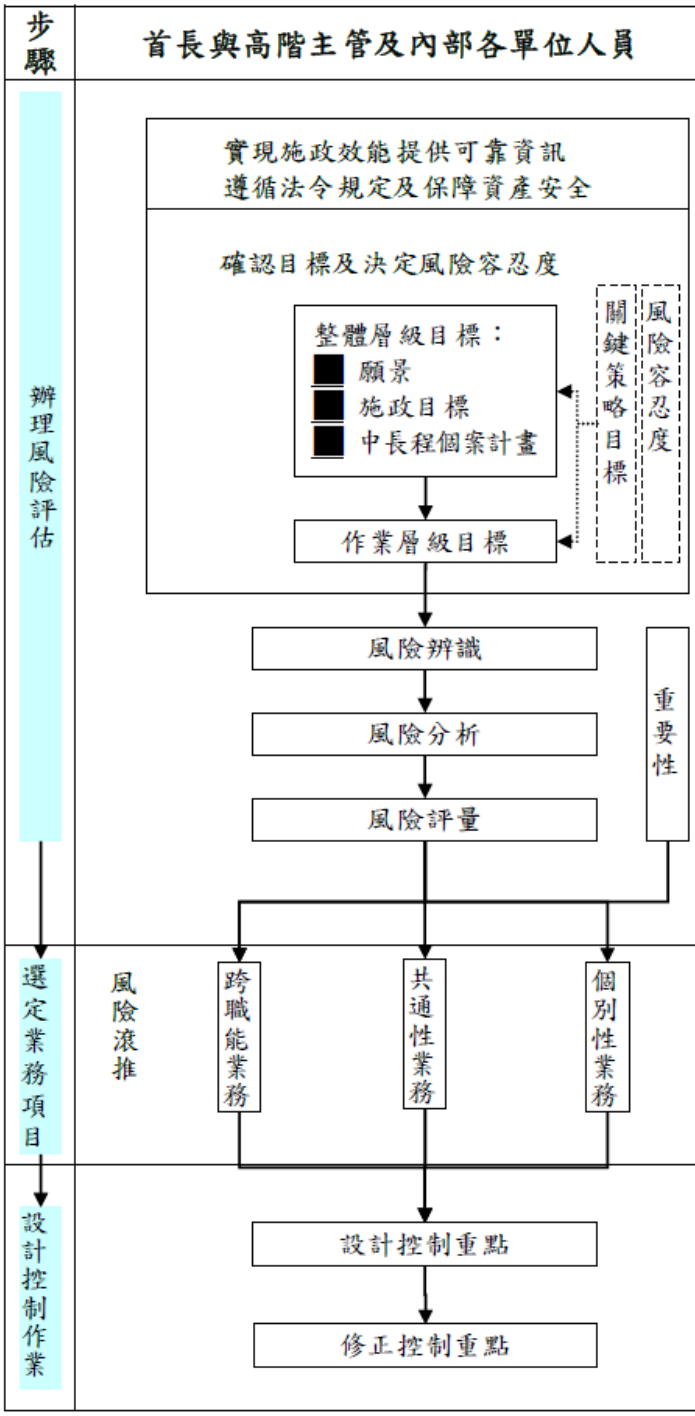
果，應挑選需要進一步優先處理之風險，倘若結果顯示風險之危險性低或為可接受之程度，則這些風險將接受程度最小之風險處理，並應定期對其進行檢討，以確定風險仍維持可接受之程度。

四、風險處理

風險處理為找出處理風險之可能方法，同時對方法進行評估，以利準備風險對策計畫與執行。一般性之通用原則包含避免風險、減低發生的機率、減低影響與衝擊、風險轉嫁、保有風險項目等策略。應考慮執行對策所需的成本以及從中可獲得的利益兩者之間的平衡，即為成本效益分析。當決定執行對策後，應據以明定執行之計畫，以有效率的管理系統，以明定所選擇之對策、分派工作，根據標準監督工作進行。

表 3-1 為國內內部控制制度檢核表，其流程步驟與檢核事項，延續自「風險管理及危機處理作業手冊」中之風險管理架構五項程序，建立風險管理執行背景體系、風險辨識、風險分析、風險評量、風險處理。為使達成風險控管之目的，內部控制制度將建立風險管理執行背景體系與風險處理，調整為確認目標層級及決定風險容忍度與設計、修正控制重點。

表 3-1　我國內部控制制度檢核表



檢核事項		
階段	是 否	項目
第一階段程序		**確認目標**
	□□	1. 是否由上而下確認整體與作業層級目標。
	□□	2. 是否依機關設立使命、願景、施政目標及中長程個案計畫等確認整體層級目標。
	□□	3. 機關關鍵策略目標是否納入整體或作業層級目標。
	□□	4. 是否配合整體層級目標，依內部各單位業務職掌，以作業類別或作業項目為基礎設定作業層級目標。
	□□	5. 組織架構調整或業務增減變動時，是否一併檢視修正整體與作業層級目標。
	□□	**風險評估**
	□□	1. 是否全面發掘影響目標達成之內、外在風險因素，避免遺漏機關潛在施政風險。
	□□	2. 依風險影響程度及發生可能性決定風險值。
	□□	3. 是否依超出可容忍風險值及基於重要性因素，透過充分討論，據以決定需優先處理風險項目。
第二階段程序	□□	1. 是否依優先處理風險項目，選定業務項目，以進行控制作業設計及評估。
	□□	2. 控制重點是否包括核准、驗證、調節、覆核、定期盤點、記錄核對、職能分工、實體控制以及計畫、預算或前期績效分析比較等程序。
	□□	3. 已發生內部控制設計缺失之業務項目，是否即時修正應有之控制重點。
	□□	4. 自行評估結果，倘有非屬機制設計不當而未落實遵循者，是否由內部稽核小組列入年度稽核項目。

註：請各機關(單位)於內控制度訂定或修訂過程，逐項檢核於□勾選。

3.1.1 國內水利工程風險控制架構

水利相關風險控制，過去依照內部控制制度之概念，經濟部水利署水利規劃試驗所，參考國家發展委員會 100 年度頒之「風險評估及處理表」，以及行政院訂頒「政府內部控制制度設計原則」，編製內部控制制度設計作業評估如下表。對於依機關願景、施政目標及中長程個案計畫等，界定整體標的評估之單位與目標層級，如列風險項目名稱以發掘可能影響目標無法達成之項目，簡述風險事件及影響之風險情境，因應風險項目所採行之預防控制或處理措施之現有控制機制選項，則對應說明功能失效樣態之規避方法。此外兩種方法均有量化範圍標準，對於考量與未考量改善對策下分別進行風險量化。然而優先處理風險項目之量化考量上，國內之內部控制作業並未若功能失效風險樣態與效應分析，將功能失效樣態中之偵測度因素一併納入考量。

風險值之量化範圍與風險優先度亦存在差異，其通用量化範圍與功能失效風險樣態與效應分析不同。功能失效風險樣態與效應分析為採用前以評比嚴重度、發生頻率、偵測度之等級量化方式計算風險優先度，並配合危害程度矩陣界定風險層級。然國內於考量指標量化上，多半基於簡單操作之原則，僅依據所屬程度簡單劃分為三個等級。主要考量可能為實務上之風險偏屬主觀性，因此具有不易量化之特質。此外若當風險偏重於不確定性之一方，又或於資訊不充足之情形下，少量之等級分際對於工程師於實務之處理與應對上，應較有利於清晰傳達與各方單位。國內所採用之評估方式，為採用如簡化方式計算風險優先度，採風險圖像之概念，以二分法作為風險容忍範圍之區分，簡化危害程度矩陣之風險層級呈現，如圖 3-1 所示。其中，所需處理之高風險項目包括、非常嚴重之情形、嚴重且發生機率有一定可能性以上、輕微經常發生的狀況，均應優先處理。

整體層級目標	作業層級目標	風險項目名稱	風險情境	本質風險值(R0)	現有控制機制	現有風險分析			優先處理風險項目
						可能性(L)	影響程度(I)	風險值 RI=LxI	

嚴重度	等級	發生頻率	等級	偵測度	等級
非常嚴重	3	幾乎確定	3	難以偵測	3
嚴重	2	可能發生	2	中等偵測	2
輕微	1	發生機率低	1	容易偵測	1

嚴重度	風險分布		
非常嚴重(3)			
嚴重(2)			
輕微(1)			
	發生機率低(1)	可能(2)	幾乎確定(3)
	發生頻率		

風險容忍範圍

圖 3-1　國內水利工程風險控制架構

3.1.2 朴子溪風險評估範疇界定

本計畫需依朴子溪之水文水理及防洪建造物之特性，考量氣候變遷水文量增加之情形、上游水利設施排水對河川之影響、各建造物保護標準是否足夠，以及堤後具較有高人口或具重要公共產經設施、歷史災害經驗等綜合考量、依河性自行選定風險因子、評估方法及權重，此處主要將依據災害型態、空間與時間尺度等面向，說明本計畫風險評估之範疇。

一、災害型態

本計畫風險評估將主要是針對水文事件所引發之洪水災害、以及河川本身變遷相關問題，造成影響將主要可概分為內水積淹與外水入侵兩大類。依據民國 107 年 6 月 20 日水利署所召開「研商河川水系風險評估相關事宜」會議之討論事項及其建立之風險因子資料庫，本計畫界定風險評估所針對之洪水災害型態將主要為外水入侵，以檢討河川洪水位(水位過高致使內水無法排出之機率)作為內水積淹之初步判斷基準，並將重要支流如獅子頭溪、濁水溪、清水溪等影響一併納入。

二、空間尺度

本計畫依據第二章所整理之計畫範圍防洪安全隱憂，後續在進行風險評估時之空間範疇則非只侷限於河川區域內，包含從風險辨識(致災因子研判)、分析(致災過程模擬)、乃至處理對策等之評估過程，空間尺度皆將包含朴子溪流域主流及重要支流相關範圍。

三、時間尺度

由於氣候變遷為漸進過程，為合理納入其影響，將分別針對短期以及中期等兩種時間尺度進行風險評估，短期代表現況至未來 1~2 年之尺度，評估時不考慮氣候變遷效應，並採用現況水文與地文條件進行風險分析；而中期代表未來 5~10 年之尺度，水文條件上適當將考慮氣候變遷影響，而地文條件則將考慮 5~10 年後可預估之演變情形。

四、水文水理分析因子

本計畫進一步運用水理泥砂模式分析風險，在模擬分析上之架構，參考過去於水利規劃試驗所相關風險計畫中，對於防洪措施相關之不確定性因子探討，茲就各類別之不確定性因子，討論列舉其風險特性、資料來源、分析方式與其於排水規劃上之影響性，分析時如有量化需可進一步作為參考。

表 3-2　各不確定因子探討彙整

不確定性因子類別	各類別因子	風險主客觀性	資料來源	分析方式	影響性
水文	降雨強度	客觀	氣象局、水利署	皮爾森第三型、對數皮爾森第三型等	高
	延時	客觀	氣象局、水利署	指數分布等	中、高
	雨型	主、客觀	水利署	連續、不連續分布	中
	上、下游水位	客觀	水利署	常態分布、偏態分布等	中、高
	空間分布差異	客觀	氣象局、水利署	空間獨立及關連性分析	中、高
	潮位	客觀	氣象局、自行分析	常態分布等	高
	流量	客觀	水利署	皮爾森第三型等、時間序列方法	高
地文	CN 值	主觀	相關手冊	常態分布等	中
	土地利用	主觀	營建署、自行分析	常態分布等	中
	土壤性質	主觀	農委會	常態分布等	中
	入滲參數	主、客觀	相關手冊	常態分布等	中高
	集流時間	主觀	相關手冊	常態分布等	中高
	單位歷線	主觀	相關手冊	個別機率	中
	曼寧 n 值	主觀	相關手冊	常態分布等	中、低
	渠道斷面高程	主觀	測量資料	常態分布等	低
結構、設施水位	堰流係數	主觀	相關手冊	常態分布等	中
	跨河構造物形狀係數	主觀	相關手冊	常態分布等	中
	束縮開展係數	主觀	相關手冊	常態分布等	中
	可能破壞條件	主觀	自行分析	個別機率、工程師經驗	中

五、風險分析

本計畫風險分析先依據計畫目標河川可能衍生之風險及不確定進行盤點、推估、與分析，進一步釐清風險及不確定性之重要性，作為方案採用之初步評估工作，不確定性因子需探討其可規避性，風險因子則可初步進行敏感度分析，以瞭解其對於現況影響性。風險及不確定性因子之重要性需做為方案是否採納之審視條件，以決定其執行時之優先考量順序，作為方案選定之基礎與後續分析條件率定之參考。本計畫將綜合定性與定量風險分析，後續在進行風險分析時，如之前分析概念，首先將針對全河段採用初步分析方法，接著再針對定性風險較高之河段，必要時進一步進行定量分析。

3.2 風險辨識

計畫需參考水利署建置之風險因子資料庫(表 3-3)，視流域的特性辨識具影響之風險因子(危險因子及脆弱因子)，以選擇關鍵因子進行分析。

風險辨識之目的在了解有那些事件會導致風險之發生，以及引發該事件之可能因子有哪些。例如對洪水風險而言，溢堤、潰堤、或排水宣洩不及等都為風險事件。在掌握風險事件與風險因子之種類後，始能更正確地進行危險度之評估。經濟部水利署已建立危險度與脆弱度因子資料庫，表 3-3 其代表意義及參考指標，各指標說明如附錄一。依據相關因子可採用逐項判斷方式進行辨識，以挑選符合計畫範圍流域特性之風險因子，此方法即為事件導向概念，較為直覺。

然而一般風險辨識之策略可如圖 3-2 所示概分為由風險因子推論可能觸發風險事件以及相反地由結果反推可能原因兩大類，前者即為常見之腦力激盪(brainstorming)或決策樹(decision tree)分析，係為事件導向(consequences-oriented)，再往前一步探討該因子所可能觸發之風險事件；至於由結果反推可能原因則屬原因導向(cause-oriented)，常見方法為故障樹分析法(fault tree analysis)，因此藉由故障樹分析可系統性地了解各項破壞原因及其間之關連性。

無論先列因子再推論其影響、或是由於原因導向是由觀察到的事故或問題往回追溯原因，各有其優缺點。本計畫將結合兩種概念，同時由原因導向之故障樹出發、結合過去提出功能失效風險樣態與效應分析(Failure Mode Effects Analysis)，本計畫於此部分首先盤點各研究區域設施之可能功能失效樣態，搭配風險因子，再由此依據計畫範圍特性進行原因篩選，最後對照前述之資料庫決定本計畫將採用之風險因子。

表 3-3　水利署歸納風險因子資料庫列表

危險因子						脆弱因子	
水文特性	洪水位	河道特性	灘地寬度	附屬設施	水門現況	社會經濟	人口數
	濁度		彎道影響		抽水站現況		脆弱人口
	水力沖刷		流路特性		附屬保護工現況		公共設施
	降雨影響		河床沖淤	河川使用行為	高灘地利用		經濟產業
流域特性	地層下陷		深槽高程		結構物共構		重要產業損失
	土砂影響		河川坡度		跨河構造物		土地利用
	斷層分布		匯流口影響		破堤施工(防汛缺口)	防災應變能力	避難場所
	歷史震度	建造物特性	建造物本體現況		其它		預警制度
	土壤液化		災修頻率	其它法令影響	法令競合		撤離計畫
	水庫堰壩		基礎安全性				防災自主能力
	堰塞湖潛勢		堤岸形式				淹水狀況掌握
	歷史洪水事件		堤防護岸現況高度				
	上游水庫洩洪影響		待建建造物				

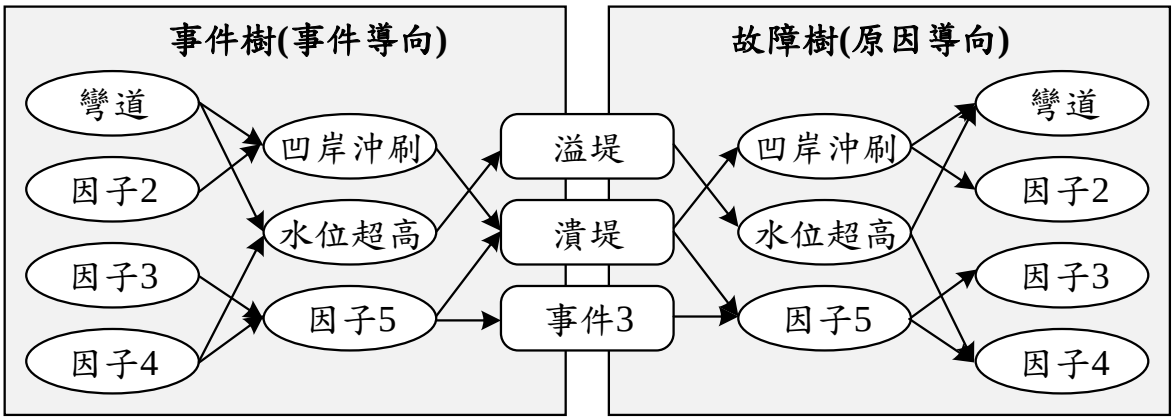


圖 3-2　風險辨識策略比較圖

就本案例水系而言、淹水風險、河川沖淤、結構物影響可能為主要因素。不同情境因素接可能引發超過朴子溪保護標準之風險，常致使整水系之排洪系統失效無法正常運作，其中包含流量過大造成之溢堤與潰堤、下游水位過高回淹造成之溢堤現象。就通案而言，運用故障樹在後續危險度評估中之功能如下：

一、協助判斷主要洪水災害成因：故障樹廣泛羅列洪水災害成因，因此藉由故障樹與現地調查資料可協助系統性地釐清朴子溪發生洪災之可能原因。圖 3-3 中非為粗黑線的因素代表因計畫範圍的地質與河床質特性，並不會發生此類破壞。

二、瞭解影響堤防發生破壞之因素：在釐清堤防破壞之可能原因後，即可以最下層之故障樹瞭解造成堤防以此種原因破壞之因素有哪些，例如

溢流可能是水位過高或者堤防有沉陷情形、表面沖刷可能是水流剪力過大、坡面滑移可能是內填土強度不足等。

三、提供洪水災害定性或定量危險度評估相關資訊：藉由前兩項資訊，可判斷哪些成因是重要而必須納入危險度評估之因子或分析其發生機率，並提供分析時所需考慮之各項條件，就計畫各項之排洪設施類別功能失效樣態進行彙整，利用計畫區域風險條件，先行篩選重要類別，進一步收斂各類別細部功能失效樣態後，於考量功能失效樣態指標量化時之獨特性等因素，提出一般性之功能失效樣態考量架構如圖 3-4，相關計畫執行中，將對於功能失效樣態定性考量之一方向上之初步架構。

目前一般河川，可能引發淹水災害之事件包含內水積淹與外水入侵兩大類，以朴子溪而言，由前述基本資料蒐集章節顯示，近年淹水事件肇因於降雨量超過設計標準並適逢大潮、東石鄉、布袋鎮沿海地區位於地層下陷區內地勢低窪、外水壅高，內水無法排出等原因，當河川水位過高導致內水無法順利排出時造成之淹水災害，故檢討河川洪水位係本流域下游區域一重要風險因子，藉由河川洪水位可能發生之機率對應可能超過排水口出水高之機率，即可作為內水積淹之初步判斷基準，除此之外本區之洪水災害型態主要為溢淹及潰堤等外水入侵，則排水路以及堤防系統之風險為主影響，而其又可分為堤防失效以及未築堤。排水路整治工程主要分為堤防、護岸、以及渠道改善等三類。

判斷目前朴子溪可能造成之風險條件，幾個主要功能失效風險樣態因素包括、水文量過高、氣候變遷因素、河道侵蝕淤積變遷、排水路因天然人為因素造成通洪量改變等，之後接續可能造成河防構造物破壞、隨後可能引發包括溢堤、潰堤等影響，其他風險條件較低的包括設施人為操作不當等。以上為主要需要探討之因素。

表 3-4　現有河川系統之可能失效風險樣態

項目類別	規劃面功能失效風險樣態	設計、操作、維護面功能失效風險樣態
整體系統風險	超過保護標準	人為操作效應與影響
	氣候變遷條件	氣候變遷條件
	外水條件不一致(過高過低)	外水條件不一致(過高過低)
	保護標準改變	保護標準改變
	排水系統銜接	排水系統銜接
	短延時強降雨風險	短延時強降雨風險
	風險轉移	風險轉移
	其他	其他
排水路整治	超過保護標準	漫頂溢、射流
	溢堤風險	邊坡侵蝕、堤面侵蝕、滑動
	潰堤風險	內部侵蝕與管湧
	渠道崩塌	土堤液化
	風險轉移	草木植披管理不當
	其他	波浪效應
		結構物本體破壞、外部效應
		不充分與不適當維護
		不適當之建造材料選取、設計
		逐到設施年限
		風險轉移
		其他
閘門工程	操作條件	草木植披管理不當
	過水斷面與上游渠道斷面之演算	基礎侵蝕
	配套措施風險(滯、抽水設施等)	結構物本體破壞、外部效應
	風險轉移	不充分與不適當維護
	其他	不適當之建造材料選取、設計
		逐到設施年限
		風險轉移
抽水站工程	抽水站操作條件	機具建造與設置
	收集水路條件	機械相關設備
	應變措施	電力系統因素
	風險轉移	人為因素
	其他	結構物本體破壞、外部效應
		不充分與不適當維護
		不適當之建造材料選取、設計
		逐到設施年限
		風險轉移
		其他

項目類別	規劃面功能失效風險樣態	設計、操作、維護面功能失效風險樣態
截流或分洪工程	淹水轉移風險(不同條件下取水量)	過洪能力不足
	分洪量差異	草木植披管理不當
	新建截流分洪渠道風險(參考 B)	泥砂淤積
	風險轉移	基礎侵蝕
	其他	結構物本體破壞、外部效應
		不充分與不適當維護
		不適當之建造材料選取、設計
		逐到設施年限
		風險轉移
		其他
滯蓄洪工程	所在區位淹水風險	設計容量不足
	下游區位淹水風險	草木植披管理不當
	地下水位高度	泥砂淤積
	系統運用操作	基礎侵蝕
	風險轉移	結構物本體破壞、外部效應
	其他	不充分與不適當維護
		不適當之建造材料選取、設計
		逐到設施年限
		風險轉移
		其他
一般性工程	超過保護標準	草木植披管理不當
	風險轉移	泥砂淤積
	其他	基礎侵蝕
		結構物本體破壞
		不充分與不適當維護
		不適當之建造材料選取
		不適當設計
		逐到設施年限
		風險轉移
		其他
其他	自我評估相關風險	自我評估相關風險

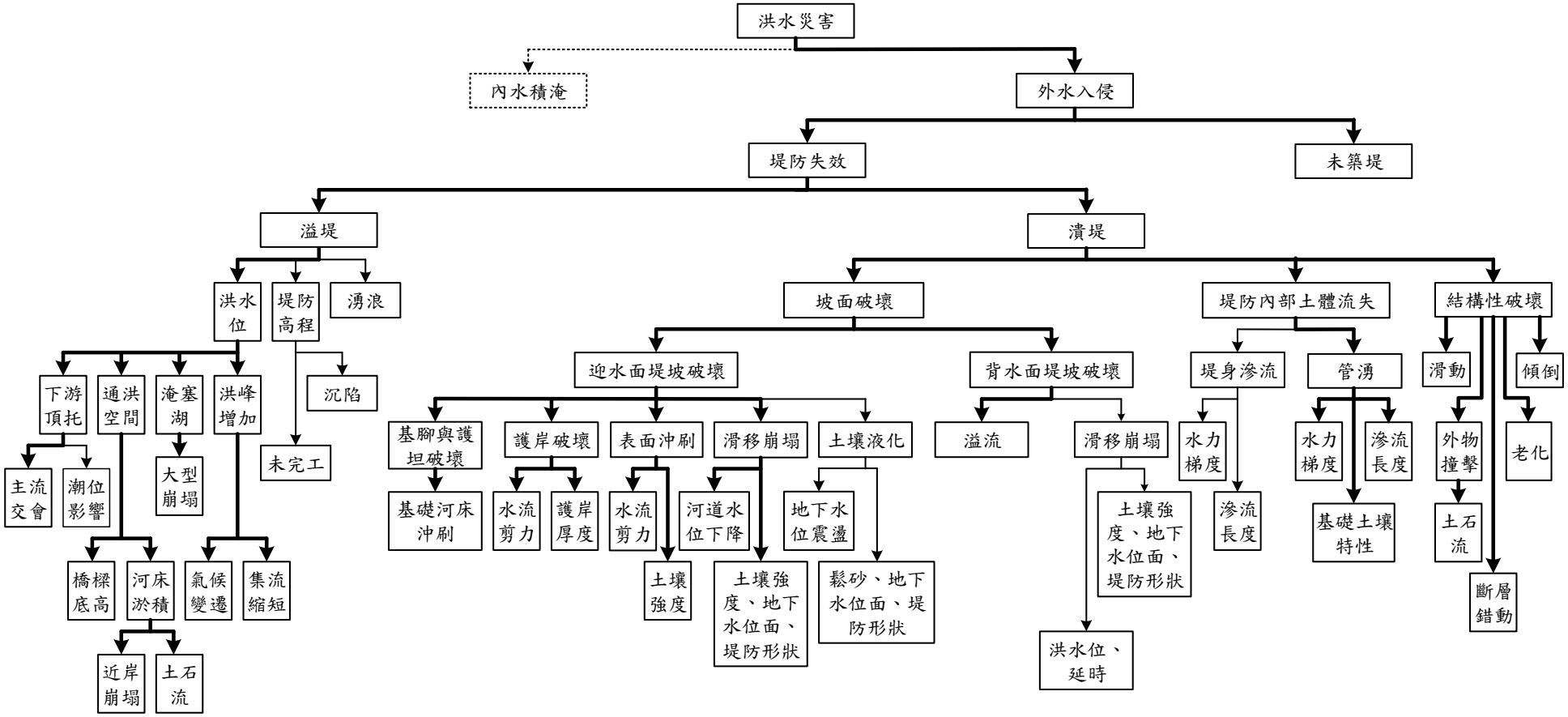


圖 3-3　洪水災害故障樹分析圖

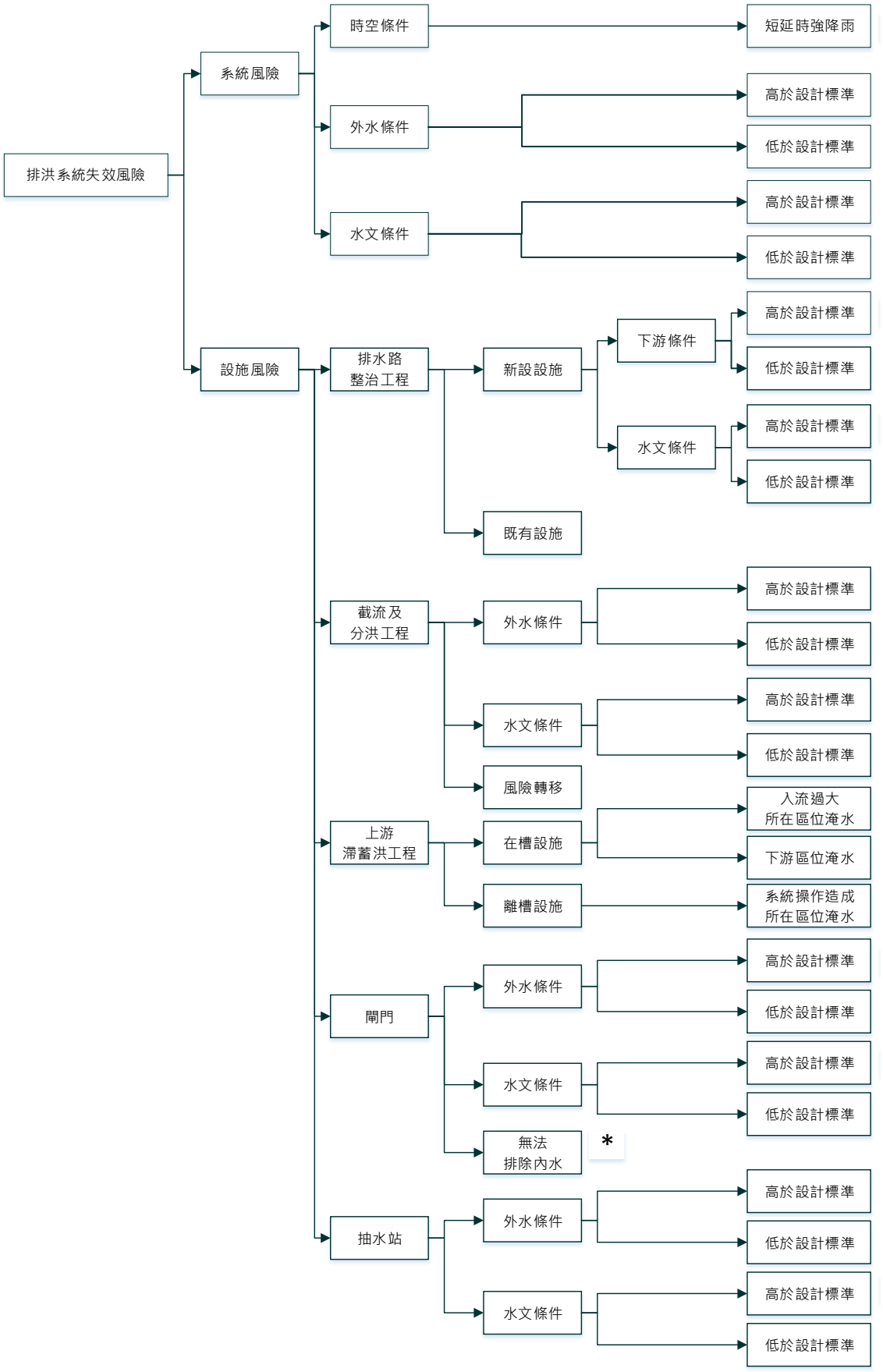


圖 3-4　本計畫建議之排洪系統功能失效樣態考量架構

本計畫就現有朴子溪進行判斷、初步歸納可能風險如：

(一)既有部分防洪保護不足相關風險、包括待建堤防河段(左岸或右岸高度不足)、已興建堤防但通洪能力不足河段(蘆山橋護岸、鹿滿護岸)等，存在先天風險。

(二)超過保護標準可能造成溢潰堤之風險部分、如莫拉克事件之民雄鄉金興村區域，及潛在可能溢淹區域。

(三)經常維修堤防段可能損害風險、如朴子堤防、圍潭堤防、灣橋護岸、鹿滿堤防、東石堤防、溪底寮堤防、下雙溪與雙溪堤防、龍山堤防、護岸、溪北堤防與過溝堤防等、為 10 次，總計有 11 座堤防及護岸維修次數超過 10 次，其多為凹岸或攻擊坡、地形變化劇烈河段、位於河道束縮地區、蜿蜒區段、臨海受潮汐影響段等。

(四)大量泥砂淤積或是侵蝕造成河道蜿蜒改道風險，如月眉潭橋所在河段等、及華興橋至盧山橋之淤積段等。

(五)感潮河段海水倒灌或防水閘門失效之風險。

(六)重要區域可能受災風險、如朴子溪嘉義市、民雄鄉、朴子市、太保市等。

除了上述初步分析朴子溪流域可能風險，本計畫亦辦理相關問卷調查，藉專家學者的意見釐清計畫流域可能風險因子。

3.2.1 風險因子問卷調查

經濟部水利署於 107 年 6 月 20 日招開「研商河川水系風險評估相關事宜」會議，建立了可能導致洪水災害事件之風險因子資料庫。本計畫將依據朴子溪特性從中進行篩選，然各風險因子其對洪水風險之貢獻程度或不盡相同，因此本計畫擬參考水利署風險因子資料庫，藉由辦理問卷調查了解各填答專家學者逐項檢視對於所風險因子其重要性之高低，藉以作為朴子溪流域之風險因子(危險度極脆弱度)初步的篩選標準。

一、風險因子調查範疇界定

如同前述，洪水危險度定義為發生**外水入侵**之潛勢，而朴子溪外水入侵可能風險危害包含中下游之溢堤與潰堤，與上游之土砂災害，故洪水危險度即為發生溢堤、潰堤或土砂災害之潛勢；而洪水脆弱度之定義則為朴子溪一旦發生外水入侵後，可能造成之災害或損失規模。由以上說明可知洪水風險分析之目的在探討各河段發生溢潰堤之潛勢以及一旦溢潰堤發生所導致之災害規模，以評量面臨之洪水風險高低。

再依據朴子溪之河性，將其分為上、中、下游三段，其中上游為治理界點金福橋(斷 134)至廬山橋(斷 85)、中游為廬山橋至嘉南大圳渡槽(斷 52)、下游則為嘉南大圳渡槽至河口，包含支流：獅子頭溪、濁水溪及清水溪，並分別針對上中下游三段由篩選出對應河道特性之風險因子，而因子篩選原則除了依據流域洪水災害成因特性外，尚需綜合考量分析性與獨立性，其中分析性代表所選因子是可被進一步詳細分析或有資料可供查找，否則即使該因子具有顯著重要性，在無法被分析或無資料可引用下亦不宜挑選之，至於獨立性則是篩選出之因子彼此間應盡量不具有相依性，否則會有重複選取之疑慮，並對後續分析造成偏差。

關於風險因子問卷調查結果詳述如後。

二、風險因子問卷設計

1、問卷調查表：

本計畫設計之問卷表包含三部分：朴子溪流域基本資料說明、對應風險因子及代表意義說明表以及填答表格等，詳如附錄二所示，

2、調查對象：

邀請參與本案之各專家學者、委員一起針對朴子溪流域特性，提供相關風險因子選定之篩選意見。調查人數共計 8 人。

3、篩選方法：

本計畫將各風險因子重要性分為五級：絕對重要、極重要、頗重要、稍重要、不重要，即各因子對影響洪水風險程度之重要性排序，在分析中將重要性高低之評估尺度分為 5 級，各級數字意義如下表所示：

表 3-5　本計畫問卷調查評估尺度定義

評估尺度	定義	說明
1	不重要	風險因子貢獻程度較不具代表性
2	稍重要	經驗與判斷稍需要重視某一風險因子
3	重要	經驗與判斷需要重視某一風險因子
4	極重要	顯示強烈需要重視某一風險因子
5	絕對重要	有足夠的證據重視某一風險因子

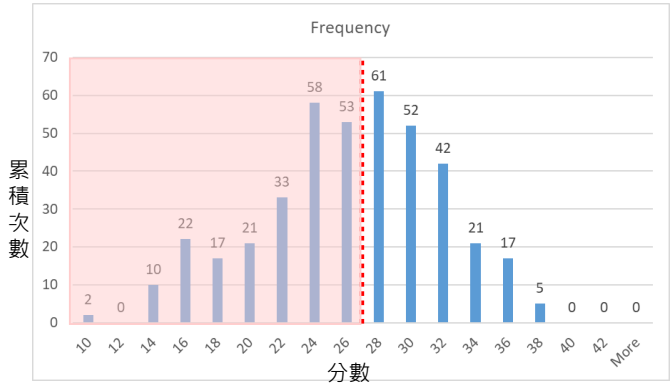
評估尺度代表其重要程度之分數，統計各項目之填答人數後，各因子分上、中、下游統計總分，其總分等於人數乘以該項重要度之分數，再統計所有總分之分佈，總分平均值落於 26.2，眾數為 28，中位數為 26，故擬取總分門檻值為 27。當總分大於 27 時，該項風險因子於資料容易取得條件下，即優先納入考量(如圖 3-5 所示)。

問卷統計範例

風險災害		溢淹					總分
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	
		5	4	3	2	1	
洪水位	上游		1	2	4	1	19
	中游	3	3	2			33
	下游	5	3				37
濁度	上游			1	5	2	15
	中游			1	5	2	15
	下游			1	5	2	15

設定尺度項目及分數

分上中下游統計分數
總分=人數×分數



統計所有總分之分佈

總填寫人數：8人
取分數門檻值：27
當總分大於27，該項風險因子於資料容易取得條件下，即優先納入考量

圖 3-5　本計畫問卷統計方法

三、風險因子篩選結果

按上述問卷統計方法，初步篩選出溢堤、潰堤、土砂災害之危險度及脆弱度因子分別如下表 3-6~表 3-8 所示：

表 3-6　溢淹危險度及脆弱度因子問卷篩選結果

溢淹危險度					溢淹脆弱度				
類別	危險度因子	上游	中游	下游	類別	危險度因子	上游	中游	下游
水文特性	洪水位		○	○	社會經濟	人口數		○	○
	水力沖刷	○	○	○		脆弱人口		○	○
	降雨影響	○	○	○		經濟產業		○	○
流域特性	地層下陷			○		重要產業損失		○	○
	土砂影響		○		防災應變能力	避難場所	○	○	○
河道特性	歷史洪水事件		○	○		預警制度	○	○	○
	河床沖淤		○	○		撤離計畫		○	
	深槽高程	○	○	○		防災自主能力	○	○	○
	河川坡度		○	○		淹水狀況掌握		○	○
	匯流口影響			○					
建造物特性	建造物本體現況		○	○					
	災修頻率	○	○	○					
	基礎安全性	○	○	○					
	堤防護岸現況高度	○	○	○					
	待建建造物	○	○	○					
附屬設施	水門現況	○	○	○					
	抽水站現況		○	○					
	附屬保護工現況	○	○	○					
河川使用行為	跨河構造物	○	○	○					
	破堤施工(防汛缺口)	○	○	○					

表 3-7　潰堤危險度及脆弱度因子問卷篩選結果

潰堤危險度					潰堤脆弱度				
類別	危險度因子	上游	中游	下游	類別	脆弱度因子	上游	中游	下游
水文特性	洪水位		○	○	社會經濟	人口數		○	○
	水力沖刷	○	○	○		脆弱人口		○	○
	降雨影響	○	○	○		經濟產業		○	○
流域特性	地層下陷			○	防災應變能力	避難場所	○	○	○
	歷史洪水事件		○	○		預警制度	○	○	○
河道特性	灘地寬度		○	○		撤離計畫	○	○	○
	彎道影響	○	○	○		防災自主能力	○	○	○
	流路特性		○			淹水狀況掌握	○	○	○
	河床沖淤	○	○	○					
	深槽高程	○	○	○					
	河川坡度		○						
	匯流口影響			○					
建造物特性	建造物本體現況	○	○	○					
	災修頻率	○	○	○					
	基礎安全性	○	○	○					
	堤岸形式			○					
	堤防護岸現況高度	○	○	○					
	待建建造物	○	○	○					
附屬設施	水門現況		○	○					
	抽水站現況		○	○					
	附屬保護工現況	○	○	○					
河川使用行為	跨河構造物	○	○	○					
	破堤施工(防汛缺口)	○	○	○					

表 3-8　土砂災害危險度及脆弱度因子問卷篩選結果

土砂災害危險度					土砂災害脆弱度				
類別	危險度因子	上游	中游	下游	類別	脆弱度因子	上游	中游	下游
水文特性	洪水位	○	○		防災應變能力	避難場所	○	○	○
	水力沖刷	○	○			預警制度	○	○	○
	降雨影響	○	○	○		撤離計畫	○		
流域特性	土砂影響	○	○			防災自主能力	○	○	○
	歷史洪水事件	○				淹水狀況掌握	○		
河道特性	河床沖淤	○	○	○					
建造物特性	堤防護岸現況高度			○					
	災修頻率	○	○	○					

3.2.2 危險度評估

一、評估對象與流程

由分析可知，朴子溪河川主體可能造成之風險分為溢淹與潰堤，其中溢淹包含有築堤(溢堤)與未築堤(護岸或無構造物、或待建)等河段，潰堤則包含基腳沖刷及堤後破壞等相對複雜因素，故本計畫針對溢淹與潰堤將分別評估其危險度，其中溢淹之評估對象為全河段(河口至治理界點)，而潰堤則僅針對有構築堤防或護岸之河段，在特定條件下造成破壞之可能性及影響，亦即評估河防建造物破壞之危險度。

圖 3-6 為本計畫定性危險度評估流程，首先將依據問卷調查結果，歸納洪水災害危險因子，再從中篩選具有重要影響者，本計畫辦理工作會議討論各項因子之適用性;接著針對各篩選出之重要危險因子進行探討。

危險因子分析上分為不同層次，第一為外部條件、透過預設情境進行探討。第二部份另外就客觀條件進行計算分析，率定出風險較高區段，最後則就不同風險區段再針對相關附加條件進行探討。

外部條件部份，主要為因為自然因素造成相關改變對於河川影響。以相關因子分析、包括水文量變異（短期現況與中長期氣候變遷情境）、對應不同水文量後沖淤影響、河道通洪能力改變、外水頂托或水位過低等條件影響，透過改變模式相關水文水理條件進行考慮。

客觀條件因子部份，客觀條件係指能以數據計算、模式模擬量化之因子，如洪水位、水力沖刷、歷年洪災次數、彎道影響、河床沖淤等，依據相關條件分級，界定出各河段風險高低。作為後續評估探討基礎、也為危險度訂定之主要參考因素。

在初步確定各河段之危險度後、在根據較高風險河段進行較為主觀判斷之附加條件探討，如水門現況、附屬保護工現況等資訊，若已由洪水位與現況堤頂高判定有溢堤風險，再進一步檢視發現該河段無基腳保護工、存在建物現況破損等條件，則相關風險判定上應在提升。

評估流程為初步以客觀因子並視各因子為獨立，因各因子間如何權衡無法明確判斷，目前建議綜合考量。舉例而言，重要因子以檻值

(threshold)作為判斷，如洪水位有相當可能高過堤頂即需判斷為高風險河段，較為不重要因子可能數項綜合考量，如流速過快同時加上蜿蜒度及曲率過高及堤前灘地不足時則可能有堤防破壞風險。本計畫後續進一步建議出判斷原則作為判斷依據。

在危險度分析上不區分溢淹及潰堤風險，以可能性表現，相關分析於脆弱度分析部份進一步透過情境率定進行探討。

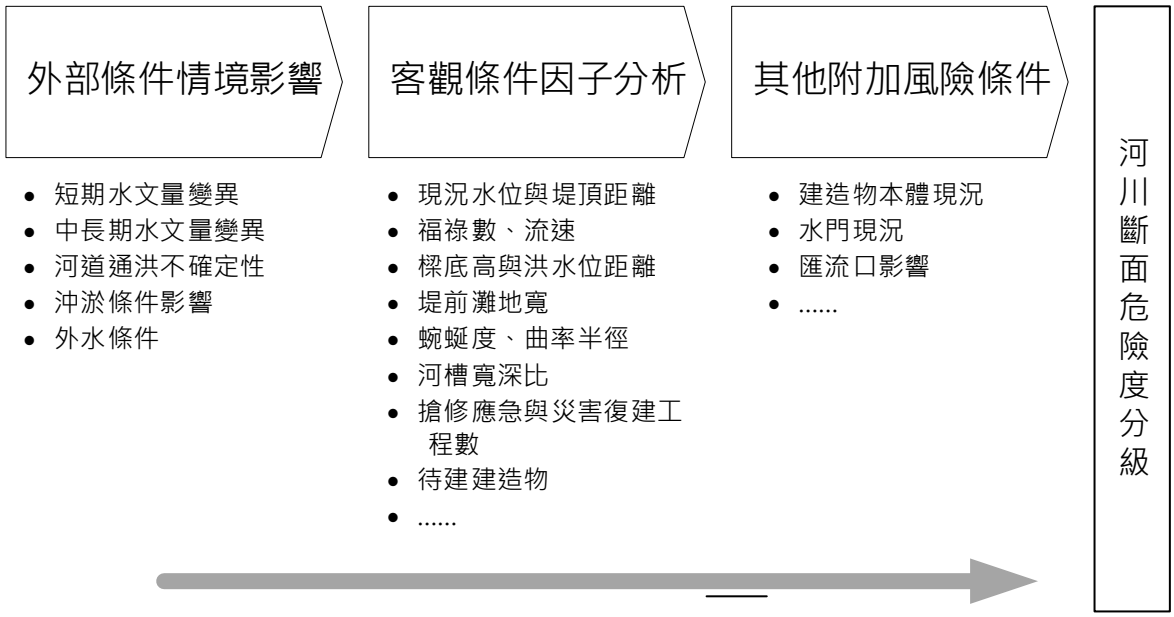


圖 3-6　定性危險度評估流程

二、危險度評估方法

(一)篩選危險因子

由上述破壞因素分析及問卷調查結果，進一步從基本資料及諮詢現場經驗豐富之資深工程師，由實際現地狀況判斷各因子是否適用於朴子溪流域，本計畫依據 108 年 6 月 25 日工作會議決議，辦理風險因子第二次篩選，風險因子篩選成果及會議記錄詳如附錄五，風險因子選定成果如下表 3-9 所示，說明本案篩選之危險因子、參考指標、分析方法，另其餘因子本計畫未納入分析之原因說明如表 3-10 所示：

表 3-9　本計畫危險度因子訂定彙整表(1/2)

類別	風險因子(危險度)	參考指標	分析方法
水文特性	洪水位	出水高	以治理規劃(或規劃檢討)報告水理分析成果判斷洪水位與堤岸高度之關係。依治理規劃(規劃檢討)報告計畫堤頂高度比對現況堤頂高，掌握防洪不足區段。
	水力沖刷	1. 福祿數 2. 流速	藉由流速流量分析河段流路沖刷(或掃流力)，並檢討沖刷對堤防基礎及坡面工可能造成之影響。
	降雨影響	1. 累積降雨量 2. 降雨強度	藉由降雨量(降雨強度)分析流域流量及洪水位變化，並檢討氣候變遷下洪水位變化之影響。
流域特性	歷史洪水事件	同一堤防(區域)發生災損事件的次數	藉由歷史洪水事件掌握致災水文量及重覆致災區域，評估堤防致災因素。
河道特性	灘地寬度	堤前灘地寬	藉由歷年航照掌握灘線變化趨勢，並可藉由實測大斷面資料進行比對灘地退縮或延伸距離，了解流路擺盪情形。
	彎道影響	1. 蜿蜒度 2. 曲率半徑	利用彎道角度及流量流速等參數分析流路沖刷或掃流力大小，並掌握流路可能沖刷範圍。
	流路特性	1. 是否位於流路直沖段 2. 流路與堤線夾角	依流線切線判斷流路直沖堤岸位置，分析直沖段流路對堤岸之影響。
	河床沖淤	輸砂模式泥砂沖淤量	藉由歷年大斷面成果掌握河床沖淤變化，分析河川持續沖刷或淤積段對堤岸影響。動床模式分析。
	深槽高程	河槽寬深比	藉由最新大斷面測量報告掌握河道深槽高程，並與堤防竣工圖之基礎底高程比對，判斷堤防基礎受流路淘刷情況。
建造物特性	建造物本體現況	結構物現況	藉由近期堤防護岸檢查成果，評估堤防防洪功能衰減情況。
	災修頻率	搶修應急與災害復建工程數	藉由歷年開口工程搶修、搶險、應急工程資訊及防洪記載表災害復建工程內容，掌握河段易災損區域。
	堤岸形式	堤頂寬度	檢視堤頂寬度是否足夠面對溢頂時程，免受潰堤之威脅。
	待建建造物	建造物佈設現況/待建堤段	依治理規劃(規劃檢討)報告計畫掌握防洪缺口區段。

表 3-9　本計畫危險度因子訂定彙整表(2/2)

類別	風險因子（危險度）	參考指標	分析方法
附屬設施	水門現況	訂定高風險段後洽管理課資料，該堤段水門有無及現況運轉紀錄	藉由最新維護運轉測試記錄掌握水門元件及其功能健全度。
	附屬保護工現況	訂定高風險段後洽管理課資料，依河性檢視保護工佈設的必要性及原則，再依現況檢視基礎保護工狀況有無。	利用工程竣工圖檢視保護工佈設狀況，並比對河段特性及流路沖刷作用，分析保護工目前堤基效果。
河川使用行為	跨河構造物	1.橋墩總截面積與河寬比率 2.樑底高與堤頂(或洪水位)距離 3.是否落墩於堤身或堤前保護工 4.其他(如：中興攔河堰)	藉由河槽阻水面積推估洪水通過造成水位(流速)之影響。

表 3-10　本計畫未納入分析之危險度因子說明表

類別	風險因子（危險度）	未納入分析原因
流域特性	地層下陷	近年朴子溪流域地層年下陷速率約 3cm/yr，下陷範圍已大幅縮小至臺 17 線以西，地層下陷程度並不顯著，故不予納入考量。
	土砂影響	朴子溪流域土石流及崩塌地主要集中於上游支流，且較無直接影響河道，如崩塌形成堰塞湖。
河道特性	河川坡度	於針對洪水位進行一維水理模式分析即已同時分析河川坡度之影響，故不宜重複考量。
	匯流口影響	檢視朴子溪河道特性、歷年河道變遷及歷史災害等，其主支流匯流口非主要災害段，河川匯流影響甚微，故不列入考量。
建造物特性	基礎安全性	本因子經研商後，朴子溪流域主要討論為基腳護坦現況，其已納入附屬保護工內探討，故不宜重複考量。
	堤防護岸現況高度	本因子之影響已隱含於洪水位(出水高)之因子中，故不宜重複考量。
附屬設施	抽水站現況	經抽水站基本資料盤點，朴子溪流域抽排入主流之抽水站，抽排流量僅約 48.22cms，對主流流量增加之影響甚微。
河川使用行為	破堤施工(防汛缺口)	此因子屬於人為因素，故應單獨評估其風險，不宜納入此處。

(二)分析步驟

依據圖 3-24 之分析流程，本計畫採用之危險因子於溢淹及潰堤危險度之分析步驟如以下方式探討。

1. 水文特性因子部份：

如前所述，因子分為外部條件因子、客觀因子與附加條件因子，水文特性部份，降雨影響主要導致洪水位差異，做為外部因子考量，透過模式條件進一步予以分析，本計畫分析同時考慮重現期流量以納入考量，另外後續進一步考慮中長期氣候變遷條件進行探討。洪水位部份視為客觀因子，以水位與堤頂差距作為參考指標，水力沖刷採福祿數及流速作為指標。因水文條件差異，計畫同時計算平均值與變異性進行探討，平均值高自然為重要風險條件，然變異性大則也會增加不確定性，因此可以作為風險判斷條件。

2. 流域、河道特性因子部份：

在這兩面向因子上、歷史洪水事件屬於過去發生之相關統計資料，不受水文條件影響。灘地寬度、深槽高程以現況進行分析，彎道影響本計畫同時分析蜿蜒度及曲率半徑作為參考，以確定部份河段可能有過度蜿蜒造成單側攻擊岸有長期侵蝕之風險，河床沖淤以不同水文條件下進行探討，預計將其考量為外部因子，但現階段初步以客觀因子探討。

3. 建造物特性、附屬設施、河川使用行為因子部份：

災修頻率以過去相關統計資料為參考，參考數值為搶修應急與災害復建工程數，待建建造物因可能為過去認為之主要風險河段，也作為重要因素，均列為客觀因子，跨河構造物影響通洪部份，以樑底高與至規劃洪水位距離為主，後續納入不同週期之差距作為輔助。然結構物現況與堤頂寬度，水門現況、附屬保護工現況將在進一步認為相關斷面有一定風險後，作為附加條件，以客觀判斷納入分析，判斷一旦有失效因素發生時，其是否能予以適當搶救，降低風險，抑或實有維護之困難，為可能造成重大危害河段。

3.2.3 脆弱度評估

一、脆弱因子篩選

本計畫依照108年6月25日工作會議決議,社會經濟類別:人口數、脆弱人口、經濟產業;防災應變能力類別:避難場所、預警制度、防災自主能力、淹水狀況掌握等以上皆納入考量。

表 3-11　本計畫脆弱因子訂定彙整表

類別	風險因子(脆弱度)	參考指標	分析方法
社會經濟	人口數	淹水範圍內人口數	依流域範圍內各村里人口統計
	脆弱人口	脆弱人口數	依流域範圍內各村里人口結構比例
	經濟產業	1.淹水範圍內是否有工業、科學等事業園區 2.各經濟產業災損函數推估淹水損失	需定義高產值事業區涵蓋種類
	重要產業損失	各類產業淹水後停工時間x平均產值	需定義個別產業日產值、月產值或年產值達一定金額之門檻(如：受災後，機器設備及停工期間的生產損失達十億以上)
防災應變能力	避難場所	是否有完整規劃避難處所及其數量	事前若已規劃設置避難處所，可降低脆弱度高地區之風險。
	預警制度	是否有完整之預警制度	事前若已制定預警制度，可降低脆弱度高地區之風險。
		是否有規劃完整撤離計畫	事前若已規劃撤離計畫，可降低脆弱度高地區之風險。
	防災自主能力	1.是否有推動防災社區 2.教育宣導演練數	防汛志工人員數較多地區，其防災自主能力相對較高,脆弱度亦較低。社區防災教育宣導次數、演練有助於民眾災後的復原力，故宣導及演練次數之多寡有助於降低脆弱度。
	淹水狀況掌握	1.是否有即時監測水尺 2.災情通報方式(如電話、LINE、自有資訊系統、社群媒體等)	已佈設電子水尺之區域，及災情通報程度多元化程度越高，越易掌握淹水狀況

二、脆弱度評估流程

本計畫脆弱度之評估依據危險度較高之河段進行探討，因河川主要風險為保護失效造成區域居民生命財產安全，危險度部份本計畫將同時分析溢堤與潰堤之情境，計畫預計根據不同河段之危險度分析不同之溢堤點及破堤點之影響，採用 100 年情境進行探討，以二維洪泛模式，分析出可能造成之淹水面積，以面積為基礎，依據相關社經資料計算相關脆弱度因子作為分析參考。

圖 3-7　脆弱度二維淹水模擬示意圖

第四章 風險分析

本計畫風險分析架構如圖 4-1 所示，由圖 3-3 故障樹可知，外水造成之洪災可分為**溢淹風險**與**沖刷風險**，其中溢淹包含有築堤(溢堤)與未築堤(護岸或無構造物)等河段，本計畫針對溢淹與水流沖刷能力，分別評估其可能性後，再歸納成危險度，評估對象為全河段，針對有堤防護岸河段，即評估建造物破壞之危險度，亦包含河道變遷造成之影響。

在脆弱度方面，損失可分為生命與財產兩種，而風險處理時往往有截然不同之對策，為能有效鑑別兩者脆弱程度以對症下藥，本計畫將分別針對生命與財產兩種脆弱度進行分析，以受洪災影響人口數及重要產業、重要文化遺產等為代表。而除了溢淹淹水損失外，若堤防一旦潰決，濱河土地在失去保護下，可能受洪流淘刷而發生土地流失情形，造成建物毀壞，因此本計畫在脆弱度評估方面，將再潛勢潰堤段模擬淹水影響範圍，對受災範圍內之人口、財產等進行估算。

4.1 數值模式研選及其目的說明

計畫除根據現有條件外，仍須運用模式分析，此外即使是定性風險分析，也需分析所選風險因子進行評分，而定量風險分析更需要整合大量不同目的之數值模式以完整模擬災害發生歷程，並據此推估災害發生機率。緣此，如圖 4-1，模式將討論不同水文條件、事件順序、泥砂條件等，說明如下：

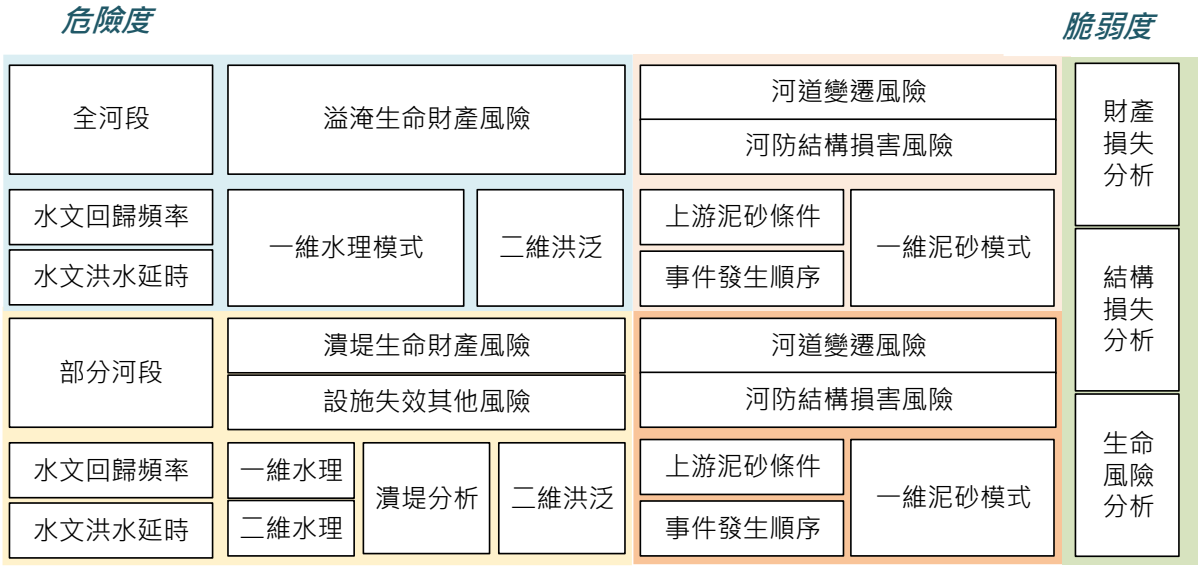


圖 4-1 本計畫風險分析架構

一、水文條件因子：本計畫後續在進行定性風險分析時將以 100 年重現期為主要分析情境，而定量風險分析則將考慮 2、5、10、20、25、50、100、200 年重現期，並搭配不同延時、再將其整合為年化風險值。

二、泥砂條件：一般在進行河道水理輸砂模擬時，上游入砂邊界多採用流量輸砂量率定曲線，計畫將就不同可能條件進行探討，分析河道變遷風險、及河防結構損害風險。

三、水理動床模擬：接續利用河川水理輸砂模式模擬河道內之水理條件與河道變化，前者包含洪水位、流速與剪力等，將提供做為判別是否發生溢流或構造物表面破壞之依據，並參考將產出高灘地退縮距離以及堤防護岸基礎處河床之沖刷深度等資訊作為分析。

四、淹水模擬：針對各河段，利用淹水模式模擬不同溢堤、潰堤後之洪水漫淹情形，由此淹水範圍進行後續脆弱度之分析。

五、中期動床模擬：前述四個步驟為針對短期風險分析之模擬程序，而對中期考慮氣候變遷影響之分析而言，將分析包括水文風險增加之影響、其次分析河道變遷影響，將包括定床與動床兩部分分析，動床將計畫洪水位為序列，考量事件發生順序，利用水理輸砂模式模擬後之河道條件，以此做為底床依據，再重複前述四個步驟之模擬程序。

4.2 水理與輸砂分析

如前所述、建立模式作為相關整治方案或策略的評估工具為本計畫中最重要之一環，本計畫使用模式如表 4-1 所示。

表 4-1　本計畫使用水理輸砂模式

選用模式	模式尺度	模擬條件	主要應用
HEC-RAS	一維水理泥砂分析模組 二維洪泛模組	2、5、10、25、50、100、200 年重現期 24、48 回歸週期 氣候變遷條件 河道沖淤條件 設施失效條件 高風險河段潰堤分析	溢淹可能性 沖刷可能性 設施失效風險 河道變遷風險 河防結構損害風險
SRH-2D	二維水理泥砂分析	2、5、10、25、50、100、200 年重現期 24、48 回歸週期 氣候變遷條件 河道沖淤條件	河道變遷風險 河防結構損害風險

一、一維水理模式及二維潰堤分析模擬

HEC-RAS 模式為美國陸軍工兵署-水文研究中心所發展，目前普遍應用在一維定量流系統之天然河道或是人工河道的水理計算，對於穩態及非穩態流場皆可有效的分析。其系統主要由幾個要素組成包括下列項目：使用者圖形用介面(GUI)、資料記憶與管理裝置、水理分析工具、報表輸出設備等。而系統最終開發目的包含三個水理分析的功能，即(1)定量流水面剖面線計算；(2)變量流之模擬；(3)動床沖淤的輸砂演算。HEC-RAS 已用於評估臺灣多條重要河川之水理輸砂演算，國內部分包含新店溪、濁水溪及大漢溪流域。其中「淡水河流域因應氣候變遷防洪及土砂研究計畫」(水利規劃試驗所，101)即以 HEC-RAS 為主要演算工具，因此 HEC-RAS 在水理及輸砂評估方面具其準確性，其餘跨河構造物之計算相對完整，較無水理、泥砂等不連續之問題。

本計畫利用一維水理模式以計畫流量分析了解現況河道通洪能力，然對於風險發生溢潰堤部分、進一步的結合 HEC-RAS 二維淹水分析進行探討相關溢淹風險。HEC-RAS 模式目前已增加變量流之二維水理分析功能，可以單獨執行一維變流量模擬、二維變量流模擬，以及結合 1D 和 2D 的變量流模擬。HEC-RAS 的二維模擬可應用於下列情形：

(一) 模擬詳細的 2D 河道水理。

(二) 模擬詳細的 2D 河道與洪氾區域水理。

(三) 橫向結合 1D 河道與 2D 的洪氾區域。

(四) 橫向結合 1D 河道/洪泛區域與堤後 2D 洪氾區域。

(五) 直接連接 1D 河道至 2D 洪氾區域。

(六) 模擬潰壩或潰堤。

二、一維輸砂模式

基於一維 HEC-RAS 水理分析的基礎上，將進一步分析研究區域之泥砂沖淤情勢，過去 HEC-RAS 在河川之模擬均無可以適當呈現，但於較為寬廣的水庫淤積區域是否能合理反應常被提出。然目前 HEC-RAS 模式 5.0.3 版本之變量流模組已整合動床、輸砂模式，並連結大多數輸砂分析需要的功能，包括橫向結構物和操作規則等，使該模式變量流況輸砂模擬更符合需求，並可以針對尤其是持續性的水庫排砂或洩洪進行分析。

本計畫利用一維水理模式中的輸砂模組，分析範圍朴子溪之沖淤條件，相關重要參數說明如下：

(一) 流量：利用 HEC-RAS 中 Edit Quasi-Unsteady Flow Data 分別設定流量、摩擦坡度及邊界水位，流量採用與水理模式一致之不同重現期流量。

(二) 土砂沖淤：利用 HEC-RAS 中 Edit Sediment Data 進行泥砂資料設定，包括最大深度、河道左右岸點位、河床質粒徑分布等。

(三) 輸砂資料：利用 HEC-RAS 中 Sediment Transport Analysis 功能，設定模擬時間長度，點選計算進行輸砂模擬分析。

完成輸砂模式之建置後，本計畫將針對計畫區內之河道進行長短期變遷模擬，預測河道可能的沖淤情形，以供後續堤防風險評估、通洪風險評估等參考。

三、二維水理及輸砂模式

一般而言，因一維模式較二維模式穩定、容易收斂、所需輸入資料較少、且不需太高階的電腦硬體配合，故能較快速掌握一定可信度的水理及動床結果，應用上也較為廣泛。但二維模式能表現較細部的物理環境特色，考量到一維及二維模式各有其優劣，故本計畫擬同時兼採一維及二維模式，並適當進行一維及二維模式的銜接，以處理不同空間及時間尺度的問題。於界定出朴子溪部分重要風險河段後，再利用二維模式探討河床沖淤及二次流影響等。本計畫於二維模式模擬則將以美國墾務局所研發之 SRH-2D 模式為主，相對於其他二維模式有一定的程度優越性，其在計算因採用有限體積法，收斂相對穩定可靠，且具有其操作的便捷性。

SRH-2D 水理輸砂模式於美國墾務局發展多年，其功能持續被擴充增加。模式可模擬複雜天然環境之自由液面流、輸砂等機制，同時模式可應用於實驗室或天然河川之定量流、變量流、紊流流場等分析。SRH-2D 模式可模擬穩態及非穩態明渠流、亞臨界、超臨界、混合流，大尺度之天然河川與小尺度之實驗渠道同樣經過檢定驗證程序。

SRH-2D 模式係由流域模型 SRH-W 演進而來。SRH-2D 專注於河系統的 2D 建模並由 SRH-W. 改進許多特性。SRH-2D 能處理二維動態的波動方程式，即水深方向平均的 Venant 方程式。就建模能力而言 SRH-2D 可以與很多現有的模型結合，例如 RMA-2(美軍工兵團 1996)以及 MIKE21(DHI 軟體 1996)，SRH-2D 在格網的要求上相當有彈性，結構網格、非結構網格及混合網格皆可使用。

SRH-2D 常見的適用範圍：

A.河川之主河道流體計算，包含單一或多數流入主支流。

B.水庫流況計算。

C.洪水溢淹圖繪製。

D.水工結構物附近之水理計算。

其水流控制方程式如下所示：

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial (hu)}{\partial x}+\frac{\partial (hv)}{\partial y}=e \tag{3-1}$$

$$\frac{\partial (hu)}{\partial t}+\frac{\partial (hu^2)}{\partial x}+\frac{\partial (huv)}{\partial y}=\frac{\partial (hT_{xx})}{\partial x}+\frac{\partial (hT_{xy})}{\partial \mathrm{y}}-gh\frac{\partial (z_b+h)}{\partial x}-\frac{\partial (\tau_{bx})}{\partial \rho}+\overline{D}_{xx}+\overline{D}_{xy} \tag{3-2}$$

$$\frac{\partial (hv)}{\partial t}+\frac{\partial (huv)}{\partial x}+\frac{\partial (hv^2)}{\partial y}=\frac{\partial (hT_{xy})}{\partial x}+\frac{\partial (hT_{yy})}{\partial \mathrm{y}}-gh\frac{\partial (z_b+h)}{\partial y}-\frac{\partial (\tau_{by})}{\partial \rho}+\overline{D}_{yx}+\overline{D}_{yy} \tag{3-3}$$

式中 t 為時間；h 為水深；u 為 x 方向之水深平均流速分量；v 為 y 方向之水深平均流速分量；e 為過量降雨率；g 為重力加速度；T_{xx}，T_{xy}，T_{yy} 為水深平均紊流應力；$\overline{D}_{xx}$，$\overline{D}_{xy}$，$\overline{D}_{yx}$，$\overline{D}_{yy}$ 為水深平均延散項；z_b 為底床高程；ρ 為密度；τ_{bx}，τ_{by} 為底床剪應力。

計算底床摩擦阻力之方式為使用曼寧粗糙度方程式，方程式如下所示：

$$\begin{pmatrix}\tau_{bx}\\ \tau_{by}\end{pmatrix}=\rho C_f\begin{pmatrix}U\\ V\end{pmatrix}\sqrt{U^2+V^2}\ ;\qquad C_f=\frac{gn^2}{h^{1/3}} \tag{3-4}$$

其中 n 為曼寧粗糙係數。

紊流剪應力則以 Boussiesq 方程計算，方程式如下所示：

$$\begin{aligned}T_{xx}&=2(\upsilon+\upsilon_t)\frac{\partial U}{\partial x}-\frac{2}{3}k\\ T_{xy}&=(\upsilon+\upsilon_t)(\frac{\partial U}{\partial y}-\frac{\partial V}{\partial x})\\ T_{yy}&=2(\upsilon+\upsilon_t)\frac{\partial V}{\partial y}-\frac{2}{3}k\end{aligned} \tag{3-5}$$

其中 ν 為水之動能黏滯係數，ν_t 為紊流渦流旋黏滯係數，k 為紊流動能。

紊流模式為計算紊流動能之用，常用為雙方程紊流模式(Rodi 1993)：水深平均拋物線模式和雙方程 $k-\varepsilon$ 模式，ν_t 之計算為 $\nu_t=C_t U_* h$，其中 U_* 為底床摩擦速度。模式的 C_t 常數範圍從 0.3 至 1.0，而 SRH-2D 之預設值為 C_t=0.7。

若使用 $k-\varepsilon$ 模式，則紊流黏滯度之計算為 $\nu_t=C_\mu k^2/\varepsilon$ ，其方程式如下：

$$\begin{aligned}&\frac{\partial hk}{\partial t}+\frac{\partial hUK}{\partial x}+\frac{\partial hVK}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(\frac{h\upsilon_t}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\frac{h\upsilon_t}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial y})\\ &+P_h+P_{kb}-h\varepsilon\end{aligned} \tag{3-6}$$

$$\begin{aligned}&\frac{\partial hk}{\partial t}+\frac{\partial hU\varepsilon}{\partial x}+\frac{\partial hV\varepsilon}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(\frac{h\upsilon_t}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\frac{h\upsilon_t}{\sigma_k}\frac{\partial \varepsilon}{\partial y})\\ &+C_{\varepsilon 1}\frac{\varepsilon}{k}P_h+P_{\varepsilon b}-C_{\varepsilon 2}h\frac{\varepsilon^2}{k}\end{aligned} \tag{3-7}$$

其中變數定義和係數使用如下(Rodi 1993)：

$$P_h = h\upsilon_t \left[2\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 \right] \tag{3-8}$$

$$P_{kb} = C_f^{-1/2} U_*^3 \ ; \ P_{\varepsilon b} = C_{\varepsilon\Gamma} C_{\varepsilon 2} C_\mu^{1/2} C_f^{-3/4} U_*^4 / h \tag{3-9}$$

$C_\mu = 0.09$；$C_{\varepsilon 1} = 1.44$；$C_{\varepsilon 2} = 1.92$；$\sigma_k = 1$；$\sigma_\varepsilon = 1.3$；$C_{\varepsilon\Gamma} = 1.8 \sim 3.6$。

其中P_{kb}和$P_{\varepsilon b}$項用來描述因均勻流底床剪應力產生的紊流動能和其消散。

二次流產生時，因水深平均計算過程產生的消散項將明顯重要(Flokstra 1976)。由 Mihn Duc et al.(1996)也證明二次流之效應可間接的由水平面動量交換係數的增加來描述。

接著依序討論曼粗糙係數，在 SRH-2D 中，曼寧係數為區域常數，並不隨流動而改變，但會隨底床型式的改變而呈區間上的差異分佈。除了曼寧係數外，另一個用來表示流動糙度的參數為底床之等效粗糙高度k_s。對鬆散河床，等效粗糙高度和曼寧係數應包含底床物質粒徑和底床形式之效應。以上兩個參數可以用以下 Strickler's 公式轉換：

$$n = \frac{k_s^{1/6}}{A} \tag{3-10}$$

其中A之值約 26 左右，視泥砂粒徑、底床形式、植生和渠道地形而定。對平坦底床，k_s(單位：m)可根據底床物質直徑取$2d_{90}$，較高值則可取$3d_{90}$ (Van Rijn,1987)。對於底床砂石和波浪交互作用之底床(sand-wave beds)，其k_s和浪高有關。

SRH-2D 被應用於許多台灣河川水理輸砂特性之研究，例如：濁水溪流域中下游河道的沖刷問題探討(經濟部水利署水利規劃試驗所，2010；經濟部水利署水利規劃試驗所，2013)。以下就二維水理及輸砂模式輸入參數說明：

(一)地形資料

二維模擬需要完整之地形資料，於研究區域內，主要將由大斷面進行套疊，本計畫團隊過去已發展出對應分析步驟：先設定一些測量斷面與測量斷面之間的假想斷面，再以內插的方式得出主槽以及主槽左右兩側各一條流徑線在此假斷面上的高程，再找出假斷面與流徑線之間的交點，使之成為輔助用點，如圖 4-2 所示。藉由做出之輔助點做高程內插的工作，但內插時使用同一條流徑線上輔助點間的流徑曲線長，使用地理資訊系統得出該曲線線段長之後，據此曲線長做輔助點高程內插的工作，如圖 4-3 所示。得出曲線長並內插完成輔助點高程後，可以在地理資訊系統上將這些輔助點與測量點的平面座標以及高程輸出，並在水理軟體 SMS 上進行網格繪製的操作，如圖 4-4 所示。。繪製網格時，為了避免不需要之測點影響高程內插的結果，先利用 SMS 中既有網格點功能，將不會使用到的測量點刪去，SMS 即可自動將非輸入點的點位做一般性的高程內插，即若是在非輔助點與非測量點上的位置，將會以平面上的直線距離內插，完成高程內插後，即可直接做繪製網格的後續設定。

(二)粗糙係數(曼寧 n 值)

與一維水理模式(HEC-RAS)相同，初步將採用治理計畫中所建議之粗糙係數，後續待計畫工作正式展開後，再以計畫區內最新的河床質調查成果推估修正，並參考「河川治理及環境營造規劃手冊」中之建議，檢討並採用較合理之粗糙係數。

圖 4-2　測量斷面與假想(內插)示意圖斷面

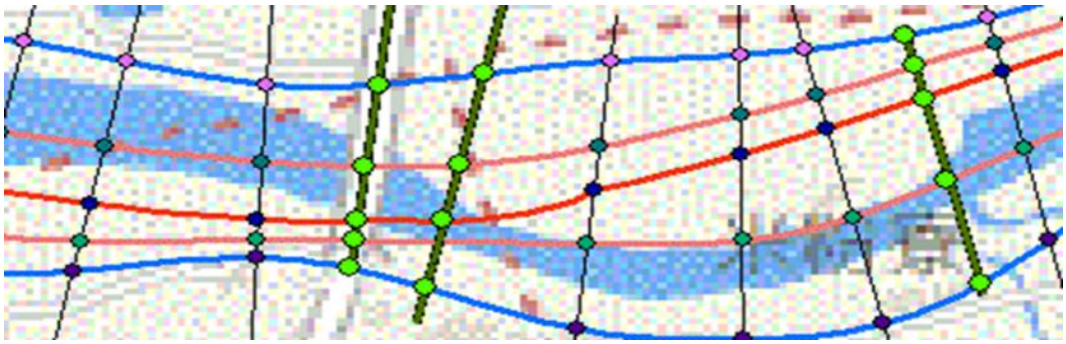


圖 4-3　假想斷面與流徑線交點

圖 4-4　全區域繪製網格示意圖

(三)輸砂資料

輸砂資料部分主要採用相關率定曲線進行套疊、然大量泥砂淤積風險部分，則以假設條件進行分析。

本計畫將沿用相關分析方法進行探討，在確定可能有較高風險之河段，需對於其流路特性進一步評估部份，進行二維模擬探討，分析局部區域之水文風險及相關沖淤造成之河道失效情勢。

4.3 風險分析－危險度

依據 3.2.2 小節所建立之方法，表 4-2 列出本計畫計算各危險因子所參考之基本資料及計算方法，以下說明各危險因子初步計算成果。

表 4-2　溢淹及潰堤危險度評估危險因子來源資料與計算方法

危險因子	參考指標	資料來源	計算方法
洪水位	出水高	治理規劃報告一維水理演算	利用 HEC-RAS 模擬
水力沖刷	福祿數 流數	治理規劃報告一維水理演算	利用 HEC-RAS 模擬
降雨影響	不同頻率年洪峰流量	治理規劃報告水文分析	利用 HEC-RAS 模擬
歷史洪水事件	同一堤防(區域)發生災損事件的次數	治理規劃報告及淹水檢討報告	統計報告數據
灘地寬度	堤前灘地寬	內政部圖資	GIS 計算
彎道影響	蜿蜒度 曲率半徑	內政部圖資	GIS 計算
河床沖淤	輸砂模式泥砂沖淤量	一維水理輸砂演算	利用 HEC-RAS 模擬
深槽高程	河槽寬深比	治理規劃報告	直接引用報告值
建造物本體現況	結構物現況	防洪記載表	直接引用報告值
待建建造物	待建堤段	108 年朴子溪治理計畫	直接引用報告值
跨河構造物	樑底高與堤頂(或洪水位)距離 其他(如：中興攔河堰)	108 年朴子溪治理計畫	直接引用報告值

一、洪水位/水力沖刷/降雨影響

本計畫參考 104 年「朴子溪規劃補充調查及大斷面測量」報告水文分析結果，將報告採用以無因次歷線推估 24 小時及 48 小時洪峰流量成果，分別將其 2、5、10、25、50、100、200 年重現期洪峰流量利用數值模式 HEC-RAS 進行現況一維水理演算，以標準步推法(Standard Step Method)，自下游匯流口，推算各斷面之水理因素，現況水理演算模式建置所採用之參數則參考規劃報告使用之參數說明如下，其演算結果整理如附路三附表 1~6 所示，包含各斷面洪水位、流速及福祿數。

(一)起算水位

採用河口暴潮位 2.6 m 為起算水位，與民國 78 年治理規劃報告、民國 85、86 年第一次治理規劃檢討及民國 104 年規劃報告相同。

(二)河道粗糙係數

參考民國 104 年規劃報告中之建議值，各河段採用之粗糙係數如表 4-3 所示。

表 4-3　本計畫各河段曼寧 n 值採用表

<table>
<tr><td rowspan="2">斷面</td><td rowspan="2">里程</td><td colspan="3">建議曼寧係數 n 值</td><td rowspan="2">說明</td></tr>
<tr><td>左岸</td><td>河道(行水區)</td><td>右岸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">0~20</td><td rowspan="2">0K+000
~
11K+524</td><td>0.035</td><td>0.028</td><td>0.035</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">
1K+242 (斷面 3 附近)</td><td>1.現況河道為既有之堤防，河槽左、右岸皆為堤防及短牧草，依現況河道狀況判斷採 0.028。
2.河道左岸為灘地及短牧草，左岸曼寧係數採 0.035。
3.河道右岸為灘地及短牧草，右岸曼寧係數採 0.035。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">20~50</td><td rowspan="2">11K+524
~
29K+023</td><td>0.038</td><td>0.031~0.033</td><td>0.038</td><td>說明</td></tr>
<tr><td colspan="3">
18K+507 (斷 32)蒜頭大橋下游</td><td>1.現況河道大多為既有之堤防，僅少部分為未整治之土溝，依現況河道狀況判斷採 0.031~0.033。
2.河道左岸為灘地及長牧草，左岸曼寧係數採 0.038。
3.河道右岸為灘地及長牧草，右岸曼寧係數採 0.038。</td></tr>
</table>

表 4-3 本計畫各河段曼寧 n 值採用表(續)

<table>
<tr><td rowspan="2">斷面</td><td rowspan="2">里程</td><td colspan="3">建議曼寧係數 n 值</td><td rowspan="2">說明</td></tr>
<tr><td>左岸</td><td>河道(行水區)</td><td>右岸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">50~70</td><td rowspan="2">29K+023
~
39K+883</td><td>0.040</td><td>0.033</td><td>0.040</td><td rowspan="2">1.現況河道大多為未整治之土溝，依現況河道狀況判斷採 0.033。
2.河道左岸為灘地及長牧草，左岸曼寧係數採 0.040。
3.河道右岸為灘地及長牧草，右岸曼寧係數採 0.040。</td></tr>
<tr><td colspan="3">
29K+748 (斷面 51)月眉潭橋上游</td></tr>
<tr><td rowspan="2">70~90</td><td rowspan="2">39K+883
~
49K+963</td><td>0.040</td><td>0.033~0.035</td><td>0.040</td><td>說明</td></tr>
<tr><td colspan="3">
47K+583 (斷 85 附近)</td><td>1.現況河道部分為既有之堤防，其餘為未整治之土溝，依現況河道狀況判斷採 0.033~0.035。
2.河道左岸為灘地及長牧草，左岸曼寧係數採 0.040。
3.河道右岸為灘地及長牧草，右岸曼寧係數採 0.040。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">90~112</td><td rowspan="2">49K+963
~
57K+102</td><td>0.042</td><td>0.038</td><td>0.042</td><td>說明</td></tr>
<tr><td colspan="3">
51K+968 (斷 95 附近)</td><td>1.現況河道僅部分為既有之堤防，其餘為未整治之土溝，依現況河道狀況判斷採 0.038。
2.河道左岸多為灘地及小灌木，左岸曼寧係數採 0.042。
3.河道右岸為灘地及小灌木，右岸曼寧係數採 0.042。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">112~134</td><td rowspan="2">57K+102
~
62K+555</td><td>0.042</td><td>0.040~0.042</td><td>0.042</td><td>說明</td></tr>
<tr><td colspan="3">
59K+650 (斷面 123 附近)</td><td>1.現況河道大多為未整治之土溝，依現況河道狀況判斷採 0.040~0.042。
2.河道左岸多為灘地及小灌木，左岸曼寧係數採 0.042。
3.河道右岸為灘地及小灌木，右岸曼寧係數採 0.042。</td></tr>
</table>

資料來源：民國 104 年，經濟部水利署，「朴子溪規劃補充調查及大斷面測量」

(三)流量分配

本計畫各河段各重現期洪峰流量分配如表 4-4、表 4-5 所示。

表 4-4　朴子溪流域 24 小時洪峰流量表

控制點名稱			各重現期洪峰流量(cms)						
			2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1	河口	無因次	820	1,230	1,519	1,895	2,173	2,451	2,726
2	朴子橋	無因次	793	1,155	1,437	1,802	2,074	2,341	2,611
3	新埤排水合流前	無因次	728	1,150	1,430	1,784	2,058	2,310	2,577
4	麻魚寮排水合流前	無因次	691	1,127	1,413	1,759	2,049	2,256	2,532
5	牛稠溪橋	無因次	680	1,101	1,378	1,732	1,997	2,232	2,420
6	獅子頭溪合流前	無因次	623	1,001	1,224	1,597	1,875	2,154	2,279
7	濁水溪合流前	無因次	421	566	704	853	1,017	1,141	1,201

表 4-5　朴子溪流域 48 小時洪峰流量表

控制點名稱			各重現期洪峰流量(cms)						
			2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1	河口	無因次	837	1,370	1,740	2,220	2,590	2,980	3,370
2	朴子橋	無因次	773	1,270	1,620	2,070	2,430	2,790	3,150
3	新埤排水合流前	無因次	714	1,210	1,560	2,020	2,380	2,760	3,150
4	麻魚寮排水合流前	無因次	701	1,180	1,530	2,000	2,370	2,740	3,120
5	牛稠溪橋	無因次	696	1,170	1,510	1,970	2,320	2,690	3,070
6	獅子頭溪合流前	無因次	673	1,160	1,500	1,940	2,290	2,640	3,000
7	濁水溪合流前	無因次	435	729	958	1,270	1,520	1,770	2,030

資料來源：民國 104 年，經濟部水利署，「朴子溪規劃補充調查及大斷面測量」

(四)水理分析

朴子溪屬中央管河川，以 100 年重現期距為保護標準。水理分析成果詳附錄三附表 5，現況水理分析結果說明如下：

1.下游(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0~52)

本河段河槽平均寬度約 200~1400 公尺，平均坡度約 0.047%，全段 100 年重現期距之流況皆屬亞臨界流，福祿數介於 0.14~0.45，平均流速每秒 1.67 公尺，洪水位介於 EL.2.60~15.82 公尺。本河段屬於沖積平原，河道蜿蜒、流路深槽明顯，通洪能力大多可達 100 年重現期距保護標準；僅斷面 24 通洪能力不足 100 年重現期距保護標準，

斷面 25~30 為舊防水堤出水高度不足，洪水易漫溢於灘地間農地。

2.中游(嘉南大圳渡槽～盧山橋，斷面 52~85)

本河段河槽平均寬度約 40~570 公尺，平均坡度約 0.100%，全段 100 年重現期距之流況皆屬亞臨界流，福祿數介於 0.15~0.62，平均流速每秒 2.63 公尺，洪水位介於 EL.15.82~30.12 公尺。本河段河道蜿蜒、流路深槽明顯，斷面 53~59、61~62、64、68 兩岸、斷面 60~60.1 及 65~67、77 右岸、斷面 63、71 左岸因地勢平緩，洪水易漫溢於高灘地。其餘斷面通洪能力可達 100 年重現期距保護標準。

3.上游(盧山橋至金福橋，斷面 85~134)

本河段河槽平均寬度約 40~400 公尺，平均坡度約 1.282%，全段 100 年重現期距之流況大多屬亞臨界流，部分斷面為臨界流，福祿數介於 0.24~3.73，平均流速每秒 5.78 公尺，洪水位介於 EL.30.12~216.48 公尺。本河段河道較中下游順直、越往上游屬山區地形，坡度較陡，流路深槽明顯，通洪能力大多可達 100 年重現期距保護標準，僅斷面 86、100 左岸及斷面 104、110 右岸及斷面 112 兩岸保護標準只達 50 年重現期距。

(五)危險度分析

朴子溪 2、5、10、25、50、100、200 年重現期洪峰流量演算成果，洪水位、福祿數及流速模擬成果詳如附錄三附表 1~6 所示，本計畫分別計算洪水位與現況左右岸堤頂高程差，可得不同水文情境條件下洪水位是否溢堤之條件，再將不同重現期之計算結果統計其平均值及標準差，作為朴子溪各斷面可能發生洪水溢堤的機率分布分析基準，流速及福祿數亦以相同概念處理，後續與其他因子評估成果，作為判斷河段危險度高低之基準，計算成果如表 4-11 所示。

二、歷史洪水事件

於 2.2.6 小節本計畫依據水利署、地方政府及各鄉鎮公所等機關統計資料，以及現場調查、訪談等結果，統計朴子溪流域防洪構造物受災情形如基本資料蒐集章節所示，本溪損害重複性高之堤段為朴子溪左岸朴子堤防、雙溪堤防、過溝堤防、右岸東石堤防、下楫堤防、下雙溪防水堤、安和堤防及福興一號、二號堤防；牛稠溪左岸為灣橋護岸、和樂堤防及護岸、龍山堤防及護岸、右岸溪底寮堤防、義仁護岸、覆鍋金護岸。當中以下雙溪防水堤、安和堤防及義仁護岸及覆鍋金護岸重複性最高，共計執行四次以上災害維護作業。彙整統計數據與斷面位置及其他危險因子對應，彙整於表 4-11 所示。

三、灘地寬度

本計畫利用內政部國土測繪中心衛星影像、土地利用圖，以 ArcGIS 判釋各斷面間河道內灘地寬度，計算成果繪製如圖 4-5 所示，數據統計於危險因子評估彙整總表 4-11 所示。

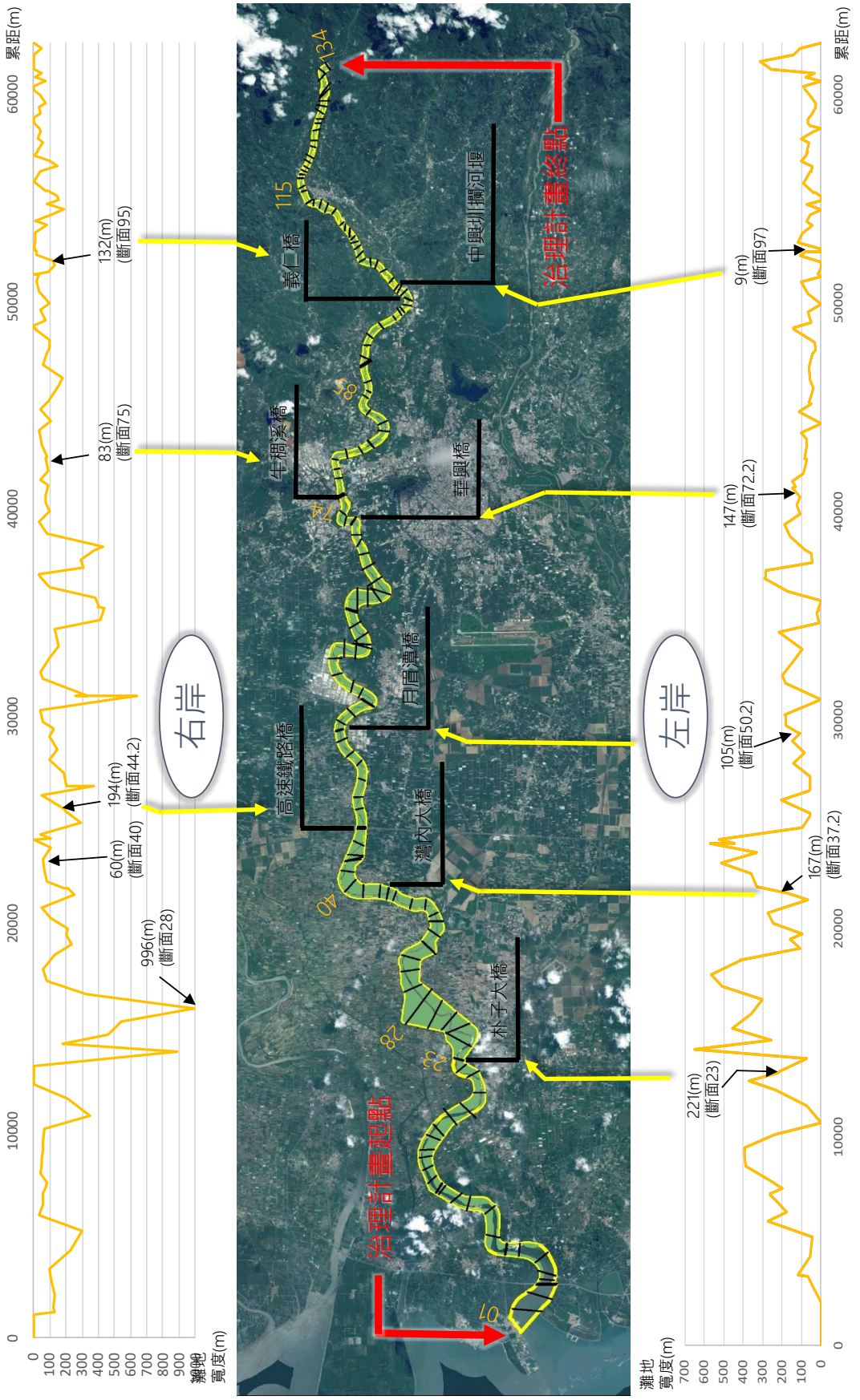
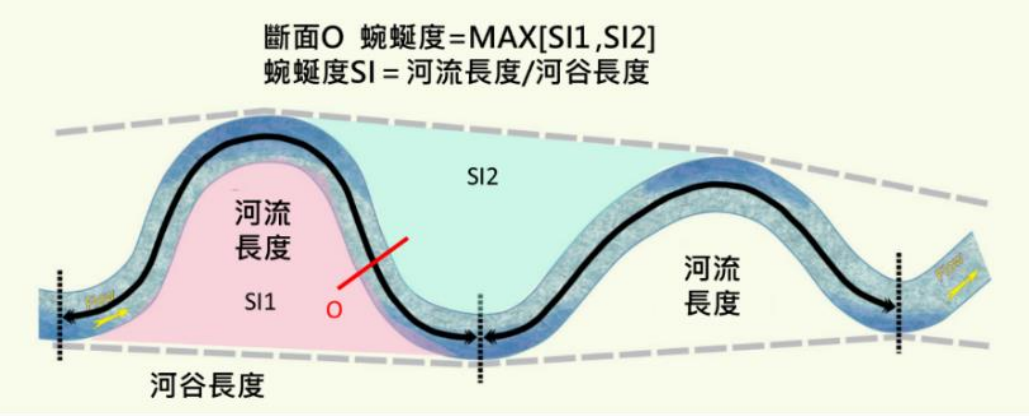


圖 4-5　灘地寬度計算成果

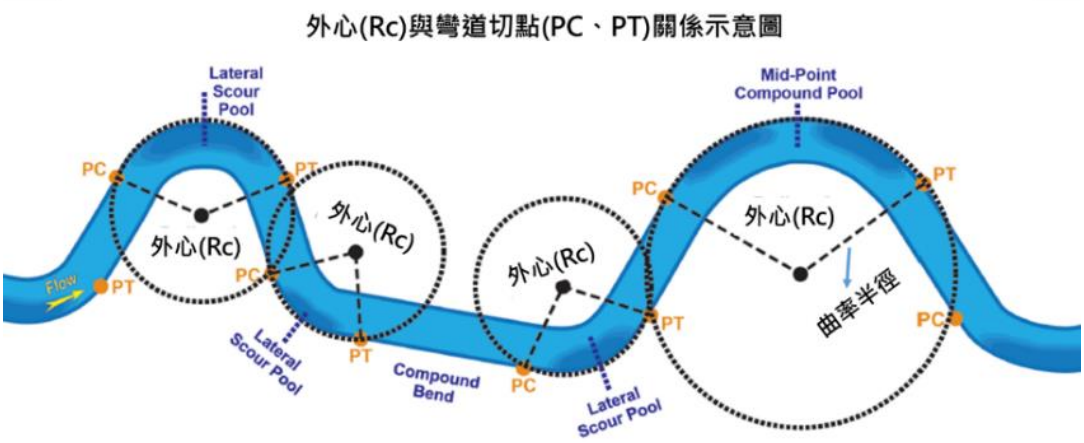
四、彎道影響

本計畫以蜿蜒度及曲率半徑做為彎道影響的參考指標，其中蜿蜒度之計算方式為利用內政部國土測繪中心衛星影像、朴子溪現況主流深槽圖資，以 ArcGIS 繪製判釋彎道切點，繪製包絡線(如圖 4-6)，左右岸的切點會將河道分割為數段，利用每個切點之間河心距離除以切點間的直線距離(即蜿蜒度 SI=河流長度/河谷長度)，同一斷面即同時計算得左、右側的蜿蜒度，比較兩者取其大值，即得該斷面之蜿蜒度。曲率半徑則利用三個大斷面與河心之交點，利用三點坐標以法向量公式計算外心坐標位置以求得外心與交點之距離即為曲率半徑(Langbein and Leopold,1966; Stream Restoration Design National Engineering Handbook ,2007)，如圖 4-7 所示，計算方式詳細說明如文獻附錄五所示。蜿蜒度及曲率半徑計算成果統計於危險因子評估彙整總表 4-11 所示。



資料來源：2013, Stream Habitat Measurement Techniques-Stream Geometry and Sketch Map, Wildland Hydrology

圖 4-6　蜿蜒度計算方法示意圖



資料來源：2018, Stream Habitat Measurement Techniques-Stream Geometry and Sketch Map, Wildland Hydrology

圖 4-7　曲率半徑計算方法示意圖

五、河床沖淤

本計畫於河床沖淤因子下除了於基本資料蒐集近年大斷面底床變化如**表 2-23** 所示，考量近年斷面 85 以下河段有實施疏濬的影響，大斷面資料受人為影響較無法反映河川真實的沖淤型態，故考量以數值模式作為輔助，進一步採用輸砂模式泥砂沖淤量作為參考指標，同洪水位水理分析方法，以前次規劃報告無因次歷線推估 24 小時及 48 小時洪峰流量成果，分別將其 2、5、10、25、50、100、200 年重現期洪峰流量利用 HEC-RAS 中 Edit Quasi-Unsteady Flow 模組進行分析，探討加入上游輸砂條件下，由底床前後高程變化，分析朴子溪底河道的沖淤特性，模式設定參數分別說明如下：

(一) 流量：流量採用與水理模式一致之不同重現期流量，如表 4-4、表 4-5 所示。

(二) 土砂量：設定各斷面河床質粒徑分布，參考民國 104 年規劃報告中之調查成果，如表 4-6 所示，朴子溪屬於砂質河床，故本計畫採用 Wilcock and Crowe(2003)河床載輸砂公式進行模擬，並設定最大沖淤深度 10 公尺。

表 4-6　民國 104 年河床質採樣平均粒徑及代表粒徑分析成果表

孔號	斷面	河心累距(m)	河段	平均粒徑(mm)	代表粒徑(mm)									砂質含量(%)
					d10	d20	d30	d35	d40	d50	d65	d75	d90	
1	斷03	1,801	斷面0~20	0.189	0.009	0.043	0.072	0.083	0.093	0.125	0.135	0.170	0.240	31.00
2	斷23	12,892	斷面21~30	0.110	0.011	0.031	0.060	0.067	0.073	0.082	0.097	0.115	0.170	42.10
3	斷40	22,750	斷面31~50	0.095	0.004	0.009	0.018	0.025	0.032	0.051	0.072	0.087	0.150	66.80
4	斷68	36,064	斷面51~70	0.782	0.034	0.060	0.092	0.110	0.120	0.145	0.235	0.370	1.650	23.70
5	斷80	42,059	斷面71~90	0.280	0.008	0.017	0.034	0.040	0.045	0.057	0.075	0.084	0.115	63.90
6	斷92	—	斷面91~112	83.130	1.250	5.000	6.850	8.800	9.520	22.500	83.000	160.000	265.000	40.00
7	斷98	49,939		96.290	0.850	4.000	15.000	18.000	24.000	47.000	105.000	170.000	305.000	23.50
8	斷132	58,984	斷面113~132	73.410	2.150	5.100	14.500	16.500	21.000	36.000	62.000	115.000	185.000	24.30

(三) 輸砂資料：利用 HEC-RAS 中 Sediment Transport Analysis 功能，按照洪峰流量延時分別設定模擬時間長度為 24 小時及 48 小時，並點選計算進行輸砂模擬分析。

朴子溪底床沖淤模擬成果分別如表 4-7、表 4-8 所示，並與洪水位、水力沖刷參數危險度分析概念相同，將不同重現期之計算結果統計其平均值及標準差，作為不同水文情境條件下，朴子溪各斷面可能發生底床沖刷或淤積深度的機率分布分析基準，計算成果如表 4-11 所示：

表 4-7　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-24 小時洪峰流量(1/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
1	0K+000	0	0	0	0	0	0	0
2	0K+627	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.018	0.074	0.201
2. 2	1K+067	-1.304	-1.181	-1.095	-0.834	-0.495	-0.253	-0.018
2. 1	1K+112	-1.57	-1.497	-1.462	-1.129	-0.807	-0.507	-0.061
3	1K+242	-2.04	-2.023	-2.065	-1.627	-1.164	-0.864	-0.419
3. 2	1K+465	-0.958	-0.867	-0.736	-0.66	-0.284	-0.092	-0.073
3. 1	1K+477	-1.056	-0.884	-0.76	-0.599	-0.418	-0.183	-0.061
4	2K+057	-0.037	-0.037	-0.031	-0.018	-0.018	0.006	0.11
5	2K+867	-0.765	-0.621	-0.566	-0.449	-0.178	-0.061	-0.012
6. 1	3K+337	-1.103	-1.005	-0.912	-0.688	-0.376	-0.178	-0.123
6	3K+367	-1.615	-1.339	-1.304	-1.118	-0.764	-0.615	-0.288
7	4K+253	-0.134	-0.22	-0.061	-0.03	-0.018	-0.012	0.03
8	5K+173	-0.348	-0.299	-0.269	-0.189	-0.14	-0.092	-0.079
9	5K+933	-0.428	-0.379	-0.299	-0.275	-0.208	-0.177	-0.122
10	6K+423	-0.421	-0.373	-0.311	-0.269	-0.189	-0.146	-0.079
11	6K+993	-0.434	-0.373	-0.324	-0.269	-0.189	-0.14	-0.061
12. 2	7K+235	-0.25	-0.214	-0.177	-0.134	-0.092	-0.061	-0.037
12. 1	7K+253	0.018	0.03	0.03	0.037	0.043	0.043	0.049
12	7K+523	-0.165	-0.134	-0.11	-0.079	-0.043	-0.037	-0.018
13	7K+943	-0.416	-0.385	-0.36	-0.299	-0.238	-0.201	-0.134
14	8K+353	0.134	0.134	0.128	0.122	0.116	0.104	0.091
15	8K+597	0.214	0.207	0.195	0.183	0.165	0.146	0.122
16	9K+097	0.177	0.171	0.159	0.14	0.122	0.098	0.055
17	9K+457	0.238	0.232	0.22	0.201	0.183	0.165	0.122
18	10K+089	0.11	0.122	0.116	0.11	0.104	0.091	0.073
19	10K+714	0.22	0.22	0.22	0.214	0.207	0.195	0.183
20	11K+524	-0.134	-0.067	-0.037	-0.018	0.012	0.012	0.024
21	12K+259	0.092	0.11	0.116	0.116	0.122	0.122	0.14
22	12K+684	0.104	0.116	0.11	0.098	0.092	0.073	0.055
23	13K+074	-0.958	-0.896	-0.834	-0.785	-0.686	-0.613	-0.441
23. 1	13K+114	0.293	0.336	0.336	0.336	0.354	0.342	0.36
24	13K+797	1.585	1.567	1.523	1.443	1.375	1.288	1.116
25	14K+217	-0.282	-0.275	-0.263	-0.245	-0.232	-0.214	-0.177
26	14K+667	-0.767	-0.81	-0.76	-0.699	-0.704	-0.6	-0.471
27	15K+249	-0.312	-0.312	-0.312	-0.361	-0.428	-0.483	-0.459
28	15K+891	0.753	0.765	0.759	0.734	0.679	0.618	0.44
29	16K+579	-2.035	-1.822	-1.574	-1.358	-1.129	-0.932	-0.668
30	17K+259	-3.264	-3.057	-2.787	-2.455	-1.987	-1.65	-1.135

表 4-7　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-24 小時洪峰流量(2/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
31	17K+777	-0.34	-0.34	-0.345	-0.339	-0.307	-0.313	-0.282
32. 1	18K+507	0	0	0	0	0.049	0.092	0.134
32	18K+522	0.007	0.013	0.019	0.025	0.074	0.166	0.245
33	19K+032	-0.352	-0.339	-0.34	-0.341	-0.354	-0.333	-0.307
34. 1	19K+477	0	0	0	0	0	0.018	0.049
34	19K+492	-0.006	0	0	0	-0.006	0.006	0.024
35. 1	19K+772	-0.438	-0.431	-0.469	-0.605	-0.331	-0.325	-0.227
35	20K+252	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
36	20K+762	-0.333	-0.326	-0.32	-0.325	-0.325	-0.324	-0.306
37	21K+412	-0.485	-0.448	-0.319	-0.264	-0.153	-0.012	0
37. 2	21K+702	-0.483	-0.426	-0.401	-0.257	-0.257	-0.146	-0.067
37. 1	21K+717	0.256	0.263	0.25	0.238	0.226	0.208	0.183
38	22K+007	0.275	0.281	0.281	0.262	0.25	0.232	0.195
39	22K+633	0.012	0.012	0.012	0.006	0.006	0.006	0
40	23K+128	0.085	0.091	0.079	0.067	0.043	0.024	0
41	23K+668	0	0	0	0	0	0	-0.006
41. 2	24K+088	0.434	0.403	0.354	0.293	0.207	0.134	0.024
41. 1	24K+113	0.863	0.771	0.685	0.526	0.366	0.238	0.061
42	24K+313	0.385	0.342	0.318	0.238	0.14	0.067	0
43	24K+883	0.122	0.116	0.11	0.067	0.03	0.012	0
44	25K+451	0.037	0.037	0.049	0.043	0.037	0.03	0.024
44. 1	25K+463	0.055	0.067	0.085	0.079	0.085	0.079	0.073
44. 1. 1	25K+481	0.006	0.006	0.012	0.006	0.006	0.006	0
44. 2	25K+487	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
44. 2. 1	25K+500	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0	0
44. 3	25K+505	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
44. 3. 1	25K+524	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
45	26K+198	0.006	0.012	0.012	0.012	0.012	0.006	0.006
46. 1	26K+648	0.031	0.037	0.055	0.061	0.067	0.067	0.061
46	26K+660	0.024	0.031	0.055	0.055	0.061	0.055	0.049
47	27K+282	0	0	0.006	0.006	0	0	0
48	27K+932	0	0	0	0	0	-0.006	-0.031
49	28K+423	0.055	0.067	0.11	0.116	0.14	0.14	0.128
50	29K+023	0.159	0.177	0.256	0.245	0.226	0.183	0.104
50. 2	29K+383	0.71	0.736	0.963	0.956	0.949	0.845	0.52
50. 1	29K+408	0.147	0.189	0.392	0.458	0.55	0.568	0.385
51	29K+748	0.424	0.682	0.916	0.97	1.211	1.265	1.079
52. 1	30K+278	-1.588	-1.15	-0.391	-0.122	0.099	0.374	0.642
52	30K+288	-2.026	-1.51	-0.489	-0.133	0.102	0.408	0.903
53	30K+988	-1.03	-0.679	0.325	0.437	0.606	0.672	0.366
53. 1	31K+018	-10	-10	-10	-10	-9.996	-9.996	-7.782
53. 2	31K+024	-9.996	-9.989	-10	-9.995	-9.999	-9.995	-8.248
54	31K+798	0.676	1.596	-1.61	-1.311	-1.291	-1.077	-0.791
55. 1	32K+148	2.81	-9.999	-9.994	-9.996	-9.997	-9.995	-6.804
55	32K+163	1.67	-7.028	-6.843	-9.995	-9.999	-9.995	-8.066
56	32K+863	-0.911	-1.271	-0.938	-0.642	-0.52	-0.379	-0.153
57	33K+423	-0.098	-0.037	-0.012	0.067	0.073	0.061	0.012
58	34K+223	0.183	0.226	0.195	0.434	0.464	0.477	0.385
59	34K+663	0.741	1.401	1.153	0.062	0.049	0.061	0.14
60	35K+213	0.201	-1.044	-0.852	-0.826	-0.894	-0.901	-0.691
60. 2	35K+313	0.061	0.098	0.098	0.091	0.067	0.049	-0.11
60. 1	35K+323	-0.024	-0.043	-0.012	-0.03	-0.098	-0.147	-0.238

表 4-7　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-24 小時洪峰流量(3/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
61	35K+723	0.428	0.366	0.299	0.287	0.336	0.379	0.464
62	36K+223	0.177	0.171	0.159	0.153	0.159	0.159	0.128
63. 1	36K+823	1.629	1.604	1.313	1.251	1.437	1.468	1.369
63	36K+873	-0.726	-0.577	-0.374	-0.134	0.055	0.159	0.558
64	37K+193	0.153	0.209	0.22	0.256	0.305	0.355	0.393
65	37K+571	0.41	0.385	0.397	0.373	0.25	0.11	-0.159
66	38K+013	0.073	0.067	0.104	0.092	0.024	-0.122	-0.262
67	38K+213	-0.257	-0.293	-0.147	-0.201	-0.489	-0.691	-0.78
68	38K+813	0.251	0.232	0.263	0.232	0.092	-0.031	-0.256
69	39K+393	0.246	0.246	0.3	0.269	0.117	0.031	-0.116
70	39K+883	-2.814	-2.613	-2.241	-2.017	-1.982	-1.769	-1.148
71	40K+348	-3.589	-2.988	-2.585	-1.819	-1.452	-0.901	-0.049
72	40K+698	-1.173	-1.001	-0.8	-0.726	-0.886	-0.737	-0.632
72. 2	41K+178	0.018	0.03	0.043	0.061	0.067	0.153	0.244
72. 1	41K+203	0.006	0.012	0.03	0.043	0.036	0.097	0.244
73	41K+458	-0.006	0	0	0	-0.006	-0.006	0.128
74	41K+878	-2.298	-2.055	-1.852	-1.7	-1.595	-1.193	-0.546
74. 1	42K+478	-0.755	-0.639	-0.614	-0.688	-0.824	-0.767	-0.608
74. 2	42K+523	-0.067	-0.006	-0.018	-0.111	-0.228	-0.172	-0.024
75. 1	42K+528	0	0	0	0	0	0	0.012
75	42K+573	0	0	0	0	-0.006	-0.006	0
76	43K+158	-0.387	-0.479	-0.35	-0.436	-0.498	-0.51	-0.38
77	43K+493	-1.678	-1.766	-1.536	-1.496	-1.257	-1.14	-1.033
78	43K+832	-0.221	-0.502	-0.296	-0.365	-0.227	-0.24	-0.288
79	44K+283	-0.006	-0.006	-0.006	-0.018	-0.006	-0.073	-0.441
80	44K+813	0	0	0	0	0	-0.006	-0.22
81. 1	45K+223	0.079	0.03	0.024	0.018	0.018	0.012	0.006
81	45K+243	0.275	0.208	0.232	0.232	0.324	0.361	0.312
82	45K+973	0	0	0	0	0.012	0.012	-0.012
83	46K+343	0	0	0	0	0.012	0.012	0.006
84	46K+983	-1.987	-2.116	-1.891	-1.595	-0.975	-0.647	-0.467
85	47K+583	-2.623	-2.679	-2.432	-2.185	-1.928	-1.878	-1.886
85. 2	47K+803	0.171	0.251	0.299	0.459	1.022	1.003	0.545
85. 1	47K+818	0.886	1.509	1.814	2.434	2.913	2.749	1.662
86	48K+178	-0.036	0.741	0.936	1.216	1.305	1.396	1.218
87. 5	48K+758	2.623	2.481	2.032	1.595	0.952	0.497	1.581
87. 4	48K+778	3.282	2.979	2.483	2.054	1.382	0.895	2.004
87. 3	48K+788	3.475	3.172	2.709	2.266	1.603	2.291	2.048
87. 2	48K+828	5.151	4.628	4.278	4.198	3.69	3.451	3.167
87. 1	48K+838	4.13	3.792	4.501	3.649	3.241	3.37	2.852
87	48K+858	3.714	3.407	3.064	2.461	1.811	3.077	2.904
88	49K+108	2.795	2.558	2.195	1.661	1.119	0.668	1.95
89	49K+618	1.868	1.482	1.113	0.954	1.4	1.538	1.338
90	49K+963	3.331	3.048	2.555	1.923	1.45	0.818	0.648
91	50K+503	2.754	2.583	2.315	1.934	1.731	1.378	1.1
92	51K+058	3.76	3.637	3.465	3.159	3.105	2.753	2.532
92. 1	51K+333	7.608	7.33	6.841	6.16	5.65	4.878	4.06
92. 2	51K+334	4.844	4.548	3.993	3.271	2.675	1.87	0.954
93	51K+458	3.3	3.097	2.762	2.417	2.282	1.746	1.314
94	51K+758	3.146	2.935	2.563	2.086	1.942	1.38	0.82
95. 1	51K+968	2.66	2.38	1.85	1.211	0.789	-0.002	-0.729
95	51K+980	3.574	3.317	2.798	2.157	1.794	0.94	0.13

表 4-7　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-24 小時洪峰流量(4/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
96	52K+320	-1.01	-1.055	-1.014	-1.271	-0.958	-1.373	-1.378
96. 1	52K+514	1.629	1.554	1.3	0.819	0.775	0.062	-0.439
96. 2	52K+515	-1.951	-2.142	-2.531	-3.146	-3.843	-3.845	-3.633
97	52K+630	-5.18	-4.728	-3.88	-3.02	-2.295	-1.709	-1.188
97. 1	52K+631	-4.373	-3.902	-3.048	-2.177	-1.438	-0.856	-0.341
98	52K+945	-4.38	-3.991	-3.203	-2.432	-1.779	-1.213	-0.649
99	53K+395	-5.614	-5.174	-4.347	-3.369	-2.457	-1.928	-1.189
100	53K+735	1.032	1.028	1.014	0.696	0.649	0.346	0.575
101	53K+945	1.272	1.25	1.215	1.2	1.043	1.005	1.1
102	54K+250	-0.285	-0.302	-0.338	-0.176	-0.478	-0.372	-0.186
103. 1	54K+510	-0.656	-0.607	-0.51	-0.184	-0.256	-0.002	0.241
103	54K+525	-1.045	-0.988	-0.868	-0.502	-0.538	-0.26	-0.016
104	54K+755	0.373	0.339	0.265	0.443	0.448	0.589	0.686
105	54K+945	-0.196	-0.171	-0.11	0.19	0.23	0.415	0.526
106	55K+145	0.033	0.014	0.03	0.256	0.237	0.327	0.267
107. 2	55K+365	1.67	1.641	1.618	1.803	1.796	1.875	1.824
107	55K+367	0.559	0.522	0.484	0.646	0.594	0.654	0.617
107. 3	55K+587	1.503	1.652	1.337	0.717	0.28	-0.391	-0.539
108. 1	55K+602	5.003	4.891	4.708	4.268	3.829	3.329	2.021
108	55K+802	3.935	3.827	3.663	3.24	2.882	2.52	1.619
109. 1	56K+322	2.713	2.592	2.415	2.041	1.728	1.563	1.191
109	56K+332	2.923	2.806	2.62	2.275	1.983	1.849	1.444
110	56K+612	2.287	2.184	2.023	1.654	1.392	1.387	1.09
111	56K+862	2.747	2.639	2.448	2.049	1.755	1.636	1.383
112	57K+102	2.219	2.187	2.185	2.419	2.641	2.456	2.173
112. 1	57K+302	1.856	1.812	1.8	1.986	2.169	1.969	1.684
113	57K+322	1.863	1.828	1.831	2.038	2.231	2.049	1.768
114	57K+743	0.868	0.808	0.826	0.992	1.138	1.16	0.792
115	57K+913	-0.189	-0.097	0.015	0.287	0.67	0.888	0.815
116	58K+253	-1.215	-1.121	-0.962	-0.67	-0.344	-0.178	-0.105
116. 1	58K+263	-1.245	-1.151	-0.998	-0.705	-0.369	-0.2	-0.157
116. 2	58K+393	4.153	4.073	3.083	2.798	2.078	0.183	-0.147
117	58K+405	4.039	3.962	2.973	2.698	1.972	0.07	-0.267
118	58K+540	3.39	3.295	2.302	2.009	1.345	-0.536	-1.144
119	58K+695	2.378	2.308	1.383	1.174	0.877	1.186	1.013
120	58K+895	1.157	1.073	0.247	0.209	0.252	0.815	0.759
121	59K+085	0.832	0.739	0.016	0	0.125	0.638	0.59
122	59K+425	-0.15	-0.104	-0.043	0.03	0.338	0.646	0.732
123	59K+650	-1.207	-1.076	-0.055	-0.019	0.222	0.549	0.862
124	59K+980	-3.211	-3.042	-0.385	0.142	0.444	0.764	0.535
125	60K+255	0.199	0.081	0.006	0	0.158	0.568	0.146
125. 1	60K+410	3.994	4.037	0.824	3.629	3.647	2.691	0.146
126	60K+422	4.045	4.089	4.174	3.686	3.705	2.762	0.477
127	60K+682	3.099	3.125	3.14	2.694	2.871	2.284	0.623
128	60K+912	0.557	0.637	0.6	0.328	0.566	0.744	-1.54
129	61K+087	2.505	2.458	1.779	1.155	0.966	0.562	-2.239
130	61K+287	-0.983	-1.072	-1.718	-2.28	-2.307	-2.218	-0.86
131	61K+637	2.657	2.395	1.716	1.223	1.392	1.815	2.761
132	61K+977	-5.074	-9.289	-9.229	-9.134	-9.119	-9.401	-0.904
133	62K+252	-3.431	0.124	0.441	-0.162	-1.831	-3.693	-3.763
133. 1	62K+537	-7.99	-4.467	-4.025	-4.464	-5.909	-7.547	-7.307
134	62K+555	0	0	0	0	0	0	0

表 4-8　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-48 小時洪峰流量(1/4)

斷面編號	河道累距(m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
1	0K+000	0	0	0	0	0	0	0
2	0K+627	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	0.037	0.201
2. 2	1K+067	-1.518	-1.338	-1.262	-1.104	-0.684	-0.397	-0.018
2. 1	1K+112	-1.877	-1.664	-1.533	-1.463	-1.01	-0.683	-0.129
3	1K+242	-2.429	-2.214	-2.034	-2.052	-1.494	-1.026	-0.469
3. 2	1K+465	-1.075	-1.083	-0.847	-0.948	-0.401	-0.166	-0.018
3. 1	1K+477	-1.117	-1.043	-0.93	-0.74	-0.449	-0.276	-0.049
4	2K+057	-0.08	-0.055	-0.018	-0.037	-0.018	-0.006	0.11
5	2K+867	-0.988	-0.918	-0.672	-0.566	-0.35	-0.123	-0.012
6. 1	3K+337	-1.473	-1.279	-1.06	-0.907	-0.557	-0.221	-0.147
6	3K+367	-1.88	-1.75	-1.477	-1.331	-0.986	-0.628	-0.312
7	4K+253	-0.515	-0.312	-0.245	-0.055	-0.018	-0.012	0.024
8	5K+173	-0.502	-0.422	-0.348	-0.281	-0.171	-0.122	-0.079
9	5K+933	-0.587	-0.489	-0.416	-0.318	-0.238	-0.195	-0.104
10	6K+423	-0.575	-0.489	-0.409	-0.324	-0.232	-0.171	-0.091
11	6K+993	-0.587	-0.501	-0.415	-0.336	-0.238	-0.165	-0.067
12. 2	7K+235	-0.348	-0.299	-0.232	-0.183	-0.122	-0.073	-0.037
12. 1	7K+253	-0.031	0.012	0.024	0.03	0.037	0.043	0.049
12	7K+523	-0.257	-0.195	-0.146	-0.11	-0.055	-0.037	-0.018
13	7K+943	-0.538	-0.458	-0.403	-0.36	-0.275	-0.214	-0.14
14	8K+353	0.14	0.14	0.134	0.128	0.116	0.11	0.091
15	8K+597	0.226	0.22	0.214	0.195	0.177	0.153	0.122
16	9K+097	0.201	0.189	0.177	0.159	0.134	0.11	0.055
17	9K+457	0.256	0.25	0.238	0.22	0.195	0.171	0.122
18	10K+089	0.116	0.116	0.122	0.116	0.104	0.098	0.073
19	10K+714	0.226	0.226	0.226	0.22	0.207	0.201	0.183
20	11K+524	-0.208	-0.146	-0.091	-0.037	0	0.012	0.018
21	12K+259	0.085	0.098	0.104	0.116	0.122	0.122	0.14
22	12K+684	0.116	0.116	0.116	0.116	0.098	0.079	0.061
23	13K+074	-1.052	-0.996	-0.94	-0.847	-0.742	-0.655	0.122
23. 1	13K+114	0.275	0.293	0.318	0.342	0.354	0.348	0.25
24	13K+797	1.777	1.696	1.591	1.528	1.418	1.32	1.14
25	14K+217	-0.264	-0.263	-0.281	-0.257	-0.226	-0.22	-0.208
26	14K+667	-0.866	-0.804	-0.755	-0.761	-0.698	-0.637	-0.502
27	15K+249	-0.3	-0.3	-0.318	-0.306	-0.392	-0.465	-0.465
28	15K+891	0.754	0.759	0.753	0.765	0.716	0.648	0.44
29	16K+579	-2.63	-2.314	-2.01	-1.6	-1.253	-1.012	-0.68
30	17K+259	-3.814	-3.483	-3.181	-2.818	-2.216	-1.779	-1.197
31	17K+777	-0.309	-0.322	-0.334	-0.345	-0.32	-0.306	-0.282
32. 1	18K+507	0	0	0	0	0.031	0.079	0.067
32	18K+522	0.007	0.013	0.007	0.019	0.056	0.135	0.159
33	19K+032	-0.359	-0.364	-0.347	-0.346	-0.343	-0.349	-0.314
34. 1	19K+477	0	0	0	0	0	0	0.006
34	19K+492	0	0	0	0	-0.006	-0.006	0
35. 1	19K+772	-0.321	-0.313	-0.381	-0.474	-0.442	-0.325	0.018
35	20K+252	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	0.153
36	20K+762	-0.353	-0.339	-0.333	-0.32	-0.332	-0.325	-0.306
37	21K+412	-0.369	-0.529	-0.479	-0.412	-0.202	-0.043	0
37. 2	21K+702	-0.565	-0.439	-0.477	-0.325	-0.306	-0.226	-0.067
37. 1	21K+717	0.287	0.281	0.262	0.256	0.238	0.214	0.189
38	22K+007	0.311	0.305	0.287	0.287	0.269	0.238	0.195
39	22K+633	0.012	0.018	0.012	0.012	0.006	0.006	0

表 4-8　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-48 小時洪峰流量(2/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
40	23K+128	0.122	0.116	0.092	0.085	0.055	0.037	0
41	23K+668	0.006	0.006	0	0	0	0	-0.012
41. 2	24K+088	0.575	0.526	0.434	0.366	0.269	0.165	0.018
41. 1	24K+113	1.06	1.005	0.845	0.691	0.471	0.287	0.061
42	24K+313	0.452	0.477	0.379	0.33	0.201	0.104	0.006
43	24K+883	0.122	0.165	0.122	0.122	0.055	0.018	0
44	25K+451	0.006	0.03	0.031	0.055	0.043	0.03	0.018
44. 1	25K+463	0.012	0.055	0.055	0.098	0.085	0.079	0.073
44. 1. 1	25K+481	0	0.006	0.006	0.012	0.006	0.006	0
44. 2	25K+487	0	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
44. 2. 1	25K+500	0	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
44. 3	25K+505	0	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
44. 3. 1	25K+524	0	0.006	0.006	0.006	0.006	0	0
45	26K+198	0	0.006	0.006	0.018	0.012	0.012	0.006
46. 1	26K+648	0.006	0.024	0.024	0.067	0.067	0.067	0.061
46	26K+660	0.006	0.018	0.024	0.061	0.061	0.061	0.043
47	27K+282	0	0	0	0.006	0	0	0
48	27K+932	0	0	0	0	0	-0.006	-0.03
49	28K+423	0.012	0.049	0.055	0.122	0.134	0.146	0.128
50	29K+023	0.08	0.177	0.171	0.275	0.244	0.208	0.098
50. 2	29K+383	0.313	0.717	0.717	0.981	0.956	0.906	0.525
50. 1	29K+408	-0.104	0.128	0.159	0.41	0.495	0.581	0.372
51	29K+748	0.123	0.394	0.443	0.941	1.021	1.247	1.011
52. 1	30K+278	-2.947	-1.761	-1.526	-0.361	-0.011	0.252	0.477
52	30K+288	-3.628	-2.112	-1.913	-0.465	0.011	0.262	0.768
53	30K+988	0.888	-0.673	-0.916	0.359	0.598	0.651	0.45
53. 1	31K+018	-10	-9.997	-10	-10	-10	-9.997	-9.549
53. 2	31K+024	-9.997	-9.999	-10	-9.998	-9.995	-9.999	-9.361
54	31K+798	0.489	1.166	1.229	-1.738	-1.345	-1.151	-0.263
55. 1	32K+148	1.029	4.482	0.999	-10	-9.997	-9.995	-7.668
55	32K+163	0.784	4.208	-0.068	-6.462	-9.995	-9.999	-8.498
56	32K+863	0.256	-2.133	-1.536	-1.024	-0.605	-0.434	-0.195
57	33K+423	-0.305	-0.183	-0.085	-0.012	0.079	0.067	0
58	34K+223	0.183	0.22	0.189	0.208	0.446	0.471	0.403
59	34K+663	0.906	0.986	0.753	1.209	0.031	0.055	0.122
60	35K+213	0.189	0.269	0.207	-0.895	-0.876	-0.895	-0.753
60. 2	35K+313	-0.318	-0.031	0.067	0.098	0.085	0.061	-0.153
60. 1	35K+323	-0.44	-0.116	-0.012	-0.012	-0.061	-0.122	-0.275
61	35K+723	0.269	0.581	0.446	0.317	0.311	0.366	0.489
62	36K+223	-0.415	0.134	0.183	0.165	0.159	0.165	0.122
63. 1	36K+823	0.232	2.084	1.665	1.387	1.375	1.467	1.388
63	36K+873	1.232	-1.278	-0.8	-0.423	0	0.104	0.496
64	37K+193	6.865	0.694	0.159	0.22	0.275	0.318	0.356
65	37K+571	0.33	0.367	0.422	0.403	0.324	0.171	-0.171
66	38K+013	-0.7	-0.024	0.073	0.098	0.067	-0.037	-0.281
67	38K+213	-1.582	-0.662	-0.312	-0.177	-0.36	-0.63	-0.774
68	38K+813	1.476	0.129	0.245	0.263	0.171	0.024	-0.25
69	39K+393	-0.034	0.106	0.252	0.294	0.196	0.049	-0.128
70	39K+883	-3.718	-3.284	-2.809	-2.322	-2.05	-1.906	-1.24
71	40K+348	-4.554	-3.865	-3.51	-2.761	-1.938	-1.373	-0.129
72	40K+698	-1.475	-1.266	-0.99	-0.824	-0.812	-0.891	-0.675
72. 2	41K+178	0	0	0.024	0.049	0.055	0.073	0.244

表 4-8　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-48 小時洪峰流量(3/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
72. 1	41K+203	-0.006	0	0.012	0.037	0.018	0.012	0.238
73	41K+458	-0.012	-0.006	0	0	-0.006	0	0.098
74	41K+878	-2.598	-2.421	-2.158	-1.908	-1.724	-1.564	-0.57
74. 1	42K+478	-0.844	-0.683	-0.558	-0.539	-0.792	-0.818	-0.546
74. 2	42K+523	-0.191	-0.006	-0.055	-0.037	-0.147	-0.098	-0.006
75. 1	42K+528	-0.006	-0.006	0	0	0	0	0.311
75	42K+573	0	0	0	0	0	-0.006	0.226
76	43K+158	-1.157	-0.795	-0.652	-0.565	-0.682	-0.633	-0.282
77	43K+493	-3.005	-2.439	-2.166	-1.911	-1.601	-1.255	-1.069
78	43K+832	-1.287	-0.97	-0.807	-0.644	-0.462	-0.258	-0.404
79	44K+283	-0.438	-0.265	-0.105	-0.092	-0.049	-0.018	-0.539
80	44K+813	-0.055	0	0	0	0	-0.006	-0.398
81. 1	45K+223	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0
81	45K+243	0.11	0.146	0.171	0.214	0.312	0.428	0.177
82	45K+973	0	0	0	0	0.012	0.024	-0.153
83	46K+343	0.006	0.006	0	0.006	0.024	0.043	-0.031
84	46K+983	-2.68	-2.426	-2.02	-1.8	-1.232	-0.623	-0.947
85	47K+583	-2.615	-2.49	-2.275	-2.263	-1.818	-1.679	0.024
85. 2	47K+803	0.214	0.226	0.3	0.453	1.103	1.707	1.666
85. 1	47K+818	1.144	1.314	1.846	2.506	3.095	2.944	1.71
86	48K+178	0.103	0.44	0.842	1.219	1.356	1.267	1.18
87. 5	48K+758	4.344	3.709	3.105	2.465	1.6	0.878	1.5
87. 4	48K+778	4.779	4.176	3.565	2.944	2.048	1.261	1.901
87. 3	48K+788	5.031	4.414	3.797	3.136	2.253	1.477	2.076
87. 2	48K+828	5.974	5.376	5.128	4.688	4.03	3.465	3.487
87. 1	48K+838	5.628	4.971	4.381	3.751	3.631	3.192	3.164
87	48K+858	5.284	4.609	3.994	3.318	2.498	1.702	2.794
88	49K+108	4.232	3.633	3.117	2.521	1.667	0.895	1.919
89	49K+618	3.527	2.756	2.123	1.452	1.107	1.627	1.301
90	49K+963	5.362	4.564	3.778	3.038	2.026	1.301	0.47
91	50K+503	4.121	3.649	3.095	2.724	2.163	1.675	0.946
92	51K+058	4.921	4.53	4.053	3.882	3.496	3.065	2.352
92. 1	51K+333	9.938	9.101	8.139	7.519	6.519	5.563	3.96
92. 2	51K+334	7.282	6.43	5.428	4.73	3.617	2.584	0.855
93	51K+458	5.032	4.458	3.761	3.363	2.808	2.198	1.126
94	51K+758	5.05	4.41	3.635	3.207	2.563	1.887	0.597
95. 1	51K+968	5.084	4.314	3.229	2.641	1.669	0.693	-0.946
95	51K+980	5.993	5.221	4.148	3.556	2.613	1.668	-0.086
96	52K+320	0.581	0.281	-0.482	-0.634	-0.72	-1.029	-1.83
96. 1	52K+514	3.48	3.072	2.067	1.828	1.37	0.682	-0.843
96. 2	52K+515	0.447	-0.178	-1.417	-1.84	-2.601	-3.654	-4.152
97	52K+630	-7.853	-6.705	-4.906	-4.167	-3.102	-2.064	-1.738
97. 1	52K+631	-7.053	-5.894	-4.069	-3.34	-2.251	-1.216	-0.896
98	52K+945	-6.964	-5.731	-4.096	-3.406	-2.498	-1.593	-1.407
99	53K+395	-8.484	-7.056	-5.305	-4.417	-3.373	-2.293	0.332
100	53K+735	1.183	1.062	0.368	0.599	0.962	0.56	1.358
101	53K+945	1.411	1.323	0.686	0.879	1.157	1.324	1.522
102	54K+250	-0.009	-0.189	-0.489	-0.545	-0.393	-0.14	-0.081
103. 1	54K+510	-1.239	-1.134	-1.13	-0.911	-0.495	-0.029	0.301
103	54K+525	-1.622	-1.518	-1.514	-1.3	-0.837	-0.318	0.043
104	54K+755	0.753	0.593	0.302	0.237	0.243	0.484	0.735
105	54K+945	-0.462	-0.638	-0.878	-0.401	-0.086	0.308	0.558

表 4-8　一維輸砂演算底床前後沖淤變化結果-48 小時洪峰流量(4/4)

斷面編號	河道累距 (m)	底床高程變化(m)						
		200yr	100yr	50yr	25yr	10yr	5yr	2yr
106	55K+145	0.225	0.716	0.77	0.149	0.035	0.309	0.289
107. 2	55K+365	1.79	2.269	2.31	1.777	1.618	1.848	1.844
107	55K+367	1.367	1.356	1.346	0.679	0.475	0.661	0.632
107. 3	55K+587	0.175	0.647	1.047	0.995	0.929	0.363	-0.559
108. 1	55K+602	3.274	3.913	4.643	5.131	4.567	3.904	2.201
108	55K+802	2.81	3.247	3.724	4.057	3.53	2.943	1.762
109. 1	56K+322	1.41	1.943	2.492	2.852	2.29	1.774	1.253
109	56K+332	1.575	2.119	2.669	3.055	2.511	2.025	1.499
110	56K+612	0.591	1.23	1.905	2.397	1.911	1.425	1.055
111	56K+862	6.3	5.578	4.886	2.866	2.331	1.797	1.304
112	57K+102	3.838	3.225	2.659	2.202	2.249	2.625	2.246
112. 1	57K+302	3.593	2.926	2.299	1.849	1.846	2.173	1.761
113	57K+322	3.577	2.896	2.269	1.846	1.883	2.231	1.823
114	57K+743	2.453	1.772	1.169	0.844	0.869	1.137	0.816
115	57K+913	1.472	0.792	0.156	-0.205	0.106	0.61	0.829
116	58K+253	-0.126	-0.632	-1.108	-1.291	-0.853	-0.398	-0.137
116. 1	58K+263	-0.165	-0.657	-1.134	-1.321	-0.892	-0.425	-0.167
116. 2	58K+393	3.44	3.771	4.036	4.119	2.919	2.273	-0.199
117	58K+405	3.291	3.632	3.901	4.001	2.814	2.168	-0.328
118	58K+540	2.837	3.102	3.326	3.361	2.132	1.523	-1.188
119	58K+695	1.937	2.131	2.286	2.325	1.237	0.892	1.057
120	58K+895	0.783	0.981	1.128	1.109	0.204	0.183	0.765
121	59K+085	0.428	0.641	0.821	0.789	-0.026	0.09	0.57
122	59K+425	-0.223	-0.229	-0.285	-0.161	-0.018	0.283	0.682
123	59K+650	-0.799	-1.119	-1.293	-1.142	-0.043	0.166	0.825
124	59K+980	-2.799	-3.056	-3.253	-3.1	0	0.394	0.523
125	60K+255	2.369	2.441	1.45	0.338	-0.006	0.097	0.187
125. 1	60K+410	2.411	2.815	3.439	3.825	2.061	3.632	0.063
126	60K+422	3.966	4.031	3.611	3.886	3.978	3.69	0.542
127	60K+682	3.143	3.171	2.733	2.942	2.939	2.818	0.93
128	60K+912	0.573	0.59	0.172	0.388	0.413	0.518	-1.133
129	61K+087	4.064	2.26	2.056	2.356	1.646	0.988	-1.681
130	61K+287	0.99	-0.456	-1.618	-1.201	-1.856	-2.312	0.103
131	61K+637	4.327	2.869	1.825	2.359	1.575	1.348	3.984
132	61K+977	-0.069	-1.271	-0.919	-2.127	-9.206	-9.123	-2.279
133	62K+252	1.665	1.002	-0.413	-4.441	0.394	-1.604	-5.054
133. 1	62K+537	-3.717	-4.141	-5.294	-9.049	-4.026	-5.722	-8.556
134	62K+555	0	0	0	0	0	0	0

六、深槽高程

依 104 年治理規劃報告測量成果，平均河槽寬深比為 18.33，各斷面之河槽寬深比如表 4-9 所示。整體而言，朴子溪屬於懸移載之河槽類型，具有輕微侵蝕且範圍明確的蜿蜒河道，多淺灘 (riffle) 及深潭 (pool) 型態之河相。

表 4-9　朴子溪河槽寬深比(1/3)

斷面	主深槽寬度 W (m)	平均水深 H (m)	河槽寬深比	備註
1	122.84	3.41	36.02	
2	112.78	3.77	29.94	
2. 2	109.69	3.77	29.10	東石濱海橋-下
2. 1	61.35	3.52	17.45	東石濱海橋-上
3	68.39	3.30	20.75	
3. 2	54.02	3.90	13.85	東石南橋-下
3. 1	52.20	3.77	13.85	東石南橋-上
4	54.29	3.94	13.78	
5	89.57	3.62	24.76	
6. 1	51.92	4.05	12.81	東石大橋-下
6	39.90	3.59	11.11	東石大橋-上
7	44.20	4.32	10.23	
8	61.21	4.10	14.94	
9	38.89	4.23	9.19	
10	35.60	4.32	8.24	
11	40.45	4.68	8.65	
12. 2	53.90	4.49	12.00	港口大橋-下
12. 1	65.49	4.79	13.66	港口大橋-上
12	47.60	4.36	10.92	
13	46.35	4.48	10.34	
14	57.23	4.81	11.89	
15	67.08	4.38	15.32	
16	51.56	3.83	13.47	
17	74.59	4.00	18.66	
18	68.62	4.23	16.22	
19	63.63	4.30	14.81	
20	64.11	4.22	15.18	
21	70.64	4.50	15.69	
22	67.99	3.83	17.74	
23	88.34	4.39	20.15	朴子溪橋-下
23. 1	81.73	4.63	17.66	朴子溪橋-上
24	75.72	2.81	26.96	
25	124.74	3.28	38.02	
26	128.57	3.43	37.43	
27	86.50	3.32	26.02	
28	84.49	3.68	22.95	
29	138.84	3.87	35.89	
30	78.89	4.20	18.80	
31	127.81	4.05	31.54	
32. 1	67.89	5.33	12.75	蒜頭大橋-下
32	74.59	5.78	12.89	蒜頭大橋-上
33	77.61	4.66	16.66	
34. 1	87.55	4.83	18.12	介壽橋-下
34	79.32	4.65	17.06	介壽橋-上
35. 1	88.14	3.96	22.27	
35	97.01	4.67	20.76	台糖自行車橋
36	97.14	4.82	20.16	
37	109.25	6.52	16.75	
37. 2	124.90	5.51	22.65	灣內大橋-下
37. 1	117.15	5.56	21.06	灣內大橋-上
38	62.85	4.79	13.13	
39	87.73	4.11	21.33	
40	62.39	3.49	17.90	
41	69.46	3.86	17.98	
41. 2	72.39	3.29	22.02	安灣橋-下
41. 1	73.49	3.55	20.72	安灣橋-上
42	76.75	3.63	21.14	
43	64.85	4.02	16.15	
44	80.65	5.68	14.20	
44. 1	66.09	6.08	10.87	
44. 1. 1	74.97	5.22	14.35	
44. 2	71.08	5.07	14.03	高速鐵路橋-下
44. 2. 1	79.66	4.96	16.05	高速鐵路橋-上
44. 3	67.46	5.09	13.25	
44. 3. 1	78.33	5.10	15.37	
45	91.55	5.70	16.06	

表 4-9 朴子溪河槽寬深比(2/3)

斷面	主深槽寬度 W (m)	平均水深 H (m)	河槽寬深比	備註
46. 1	122.73	6.13	20.04	六興橋-下
46	116.98	5.96	19.62	六興橋-上
47	89.69	5.35	16.78	
48	95.18	5.06	18.82	
49	98.54	6.63	14.86	
50	83.73	5.99	13.99	
50. 2	97.28	6.25	15.57	月眉潭橋-下
50. 1	83.18	6.23	13.35	月眉潭橋-上
51	91.57	6.51	14.06	
52. 1	79.37	6.64	11.94	嘉南大圳渡槽-下
52	71.02	6.72	10.56	嘉南大圳渡槽-上
53	53.39	3.63	14.70	
53. 1	39.40	10.96	3.59	
53. 2	39.37	11.43	3.45	
54	59.91	8.99	6.67	
55. 1	39.97	10.93	3.66	景象橋-下
55	39.98	11.10	3.60	景象橋-上
56	89.15	8.09	11.02	
57	55.62	5.69	9.77	
58	89.19	5.53	16.12	
59	82.53	9.77	8.45	
60	64.83	9.97	6.50	
60. 2	70.27	5.97	11.77	無名橋-
60. 1	82.88	6.08	13.64	無名橋-上
61	73.43	10.24	7.17	
62	74.99	5.74	13.06	
63. 1	89.87	5.65	15.91	國道 1 號橋-下
63	86.04	7.90	10.90	國道 1 號橋-上
64	73.74	5.92	12.46	
65	76.01	3.54	21.46	
66	63.55	3.17	20.07	
67	78.74	3.50	22.51	
68	51.60	8.43	6.12	
69	97.90	5.20	18.83	
70	74.22	6.25	11.88	
71	82.09	8.60	9.55	
72	87.45	5.56	15.74	
72. 2	92.34	8.17	11.30	華興橋-下
72. 1	76.67	8.05	9.53	華興橋-上
73	81.64	6.48	12.60	
74	85.68	6.45	13.28	
74. 1	93.21	5.37	17.37	縱貫鐵路橋-下
74. 2	89.85	6.05	14.86	縱貫鐵路橋-上
75. 1	79.52	6.92	11.49	牛稠溪橋-下
75	80.45	6.12	13.14	牛稠溪橋-上
76	77.23	5.66	13.64	
77	73.06	5.90	12.38	
78	86.28	6.66	12.95	
79	67.73	6.14	11.03	
80	71.74	6.22	11.54	
81. 1	74.76	6.78	11.02	台林橋-下
81	63.68	7.75	8.21	台林橋-上
82	66.71	5.47	12.20	
83	96.92	5.14	18.87	
84	80.88	6.41	12.61	
85	68.92	4.23	16.27	
85. 2	93.59	7.73	12.10	盧山橋-下
85. 1	79.29	7.11	11.15	盧山橋-上
86	60.45	6.22	9.71	
87. 5	91.47	3.05	30.00	
87. 4	82.55	3.24	25.49	
87. 3	88.30	3.40	25.96	
87. 2	87.25	4.26	20.48	
87. 1	97.94	3.87	25.32	
87	86.58	3.42	25.29	
88	81.10	3.32	24.44	

表 4-9　朴子溪河槽寬深比(3/3)

斷面	主深槽寬度 W (m)	平均水深 H (m)	河槽寬深比	備註
89	71.61	5.92	12.10	
90	85.77	3.76	22.81	
91	64.90	5.72	11.35	
92	60.51	7.89	7.67	
92. 1	102.49	6.98	14.69	
92. 2	95.31	3.79	25.16	
93	70.50	4.86	14.51	
94	69.06	5.38	12.83	
95. 1	88.61	3.56	24.86	義仁橋-下
95	94.98	5.59	17.00	義仁橋-上
96	59.95	5.79	10.35	
96. 1	58.42	2.18	26.83	跌水工-下
96. 2	42.42	4.09	10.37	跌水工-上
97	136.06	3.22	42.27	中興圳攔河堰-下
97. 1	118.69	5.07	23.39	中興圳攔河堰-上
98	93.00	2.77	33.60	
99	82.38	3.68	22.41	
100	61.69	3.93	15.71	
101	68.77	2.29	29.99	
102	62.40	2.75	22.73	
103. 1	58.53	3.78	15.49	永順橋-下
103	52.18	4.51	11.58	永順橋-上
104	71.08	4.27	16.63	
105	52.66	2.69	19.60	
106	60.32	4.10	14.70	
107. 2	64.89	2.41	26.88	和樂橋-下
107	72.58	2.19	33.08	和樂橋-上
107. 3	55.84	4.07	13.70	
108. 1	62.91	4.71	13.35	
108	56.26	2.84	19.84	
109. 1	58.01	3.44	16.85	鎮安橋-下
109	62.87	4.19	15.01	鎮安橋-上
110	55.85	3.72	15.00	
111	51.81	2.60	19.92	
112	58.19	3.77	15.45	
112. 1	85.03	2.82	30.19	竹崎大橋-下
113	82.04	2.86	28.73	竹崎大橋-上
114	64.24	2.55	25.18	
115	66.26	2.24	29.59	
116	67.24	2.99	22.49	森林鐵路橋-下
116. 1	74.47	3.15	23.62	森林鐵路橋-上
116. 2	73.58	2.71	27.20	松竹橋-下
117	59.30	2.92	20.28	松竹橋-上
118	83.13	2.39	34.76	
119	83.54	1.82	45.97	
120	86.37	1.93	44.67	
121	89.42	1.90	47.06	
122	84.94	2.82	30.11	
123	70.66	2.25	31.44	
124	87.85	2.42	36.28	
125	78.49	2.18	36.07	
125. 1	63.44	3.91	16.24	金龍橋-下
126	66.10	4.25	15.54	金龍橋-上
127	77.40	2.45	31.59	
128	82.79	2.94	28.17	
129	91.74	2.16	42.54	
130	67.01	3.56	18.80	
131	64.08	2.23	28.76	
132	66.93	2.93	22.86	
133	73.20	2.63	27.85	
133. 1	49.23	5.23	9.40	金福橋-下
134	49.94	5.59	8.94	金福橋-上
平均			18.33	

七、建造物本體現況/待建建造物

本計畫整理水利建造物概況如 2.2.6 及 2.2.9 小節，並進一步參考民國 100 年朴子溪堤防安全性評估分析研究計畫中朴子溪受檢堤防損傷資訊以及民國 108 年治理計畫(第三次修正)現況既有構造物及待建構造物圖，彙整各河段堤防現況如表 4-11 所示。

惟牛稠溪斷面 90 以上游的護岸於 104 年規劃報告中臚列如前述構造物表所示，但於 108 年治理計畫(第三次修正)由權責單位整併於其他堤防內，包含：牛稠溪左岸灣橋護岸、鹿滿堤防、和樂一號護岸、和樂堤防及護岸、護麻產堤防、鎮安橋護岸、龍山堤防及護岸，牛稠溪右岸羌子科護岸、羌子科堤防、溪角仔護岸等，故本計畫先依據最新 108 年核定版治理計畫資料附件 1 水道治理計畫及重要河防構造物圖，僅表列左岸灣橋護岸、林子埔護岸、和樂護岸、竹崎堤防、竹崎護岸，右岸溪角護岸、覆鼎金護岸等。

八、跨河構造物

參考民國 108 年治理計畫(第三次修正)，其檢討各橋梁之通洪能力，共計有 9 座橋梁橋長不足，分別為蒜頭大橋、月眉潭橋、嘉南大圳渡槽、景象橋、無名橋、永順橋、鎮安橋、松竹橋及金龍橋；另梁底高程未達計畫堤頂高程計有 15 座，分別為東石南橋、介壽橋、台糖自行車橋、灣內大橋、六興橋、月眉潭橋、嘉南大圳渡槽、景象橋、無名橋、國道 1 號橋、華興橋、縱貫鐵路橋、牛稠溪橋、盧山橋及鎮安橋；其中六興橋、景象橋、無名橋及盧山橋等 4 座，因梁底淹沒，洪水有溢淹現象，而盧山橋已於今年度開始進行改建作業，詳表 4-10。

表 4-10　朴子溪治理河段橋梁通洪能力檢討表

橋名	斷面編號	里程	現況		計畫			橋梁檢討
			梁底高(m)	橋長(m)	計畫洪水位(m)	計畫堤頂高(m)	計畫河寬(m)	
東石濱海橋	2.1	1k+067	5.30	780	2.70	4.20	400	
東石南橋	3.1	1k+465	4.20	690	2.88	4.38	400	出水高不足
東石大橋	6	3k+337	6.39	400	3.43	4.93	400	
港口大橋	11	7k+235	8.00	580	5.04	6.54	400	
朴子大橋	23	13k+074	8.94	400	7.23	8.73	400	
蒜頭大橋	32	18k+507	13.20	385	9.79	11.29	400	橋長不足
介壽橋	34	19k+477	11.40	370	10.46	11.96	400	出水高不足
台糖自行車橋	35	20k+252	13.00	400	11.25	12.75	400	出水高不足
灣內大橋	37.1	21k+702	13.24	420	11.81	13.31	400	出水高不足
安灣橋	41.1	24k+088	15.08	670	13.07	14.57	400	
高速鐵路橋	42.5	25k+487	18.00	260	13.77	15.27	250	
六興橋	46	26k+648	14.00	314	14.33	15.83	250	梁底淹沒
月眉潭橋	50.1	29k+383	16.46	180	15.61	17.11	250	出水高不足 橋長不足
嘉南大圳渡槽	52	30k+278	16.68	200	15.80	17.30	250	出水高不足 橋長不足
景象橋	55	32k+148	12.63	40	18.37	19.87	230	梁底淹沒 橋長不足
無名橋	60.1	35k+323	11.76	22	20.63	22.13	230	梁底淹沒 橋長不足
國道 1 號橋	63	36k+823	21.85	453	20.90	22.40	230	出水高不足
華興橋	72.1	41k+178	26.50	280	24.79	26.29	170	
縱貫鐵路橋	74.1	42k+478	26.58	224	25.57	27.07	170	出水高不足
牛稠溪橋	75	42k+528	26.43	238	25.73	27.23	170	出水高不足
台林橋	81	45k+223	29.83	240	28.34	29.84	150	
盧山橋	85.1	47k+803	28.74	150	30.62	32.12	150	梁底淹沒
義仁橋	95	51k+968	57.90	150	44.59	46.09	150	
永順橋	103	54k+510	81.28	60	78.46	79.96	120	橋長不足
新和樂橋	107	55k+365	93.34	150	84.96	86.46	120	
鎮安橋	109	56k+322	102.88	90	101.94	103.44	120	出水高不足 橋長不足
竹崎大橋	113	57k+302	118.63	120	115.24	116.74	120	
森林鐵路橋	116	58k+253	130.45	135	128.40	129.90	120	
松竹橋	117	58k+393	133.24	106	130.08	131.58	120	橋長不足
金龍橋	126	60k+410	168.33	90	164.75	166.25	120	橋長不足
金福橋	134	62k+537	220.26	48	215.76	217.26	45	

資料來源：朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)，水利署第五河川局，民國 108 年。

表 4-11　朴子溪及牛稠溪危險因子評估結果總表

斷面編號	河道累距 (m)	現況河底高程 (m)	主深槽寬度 (m)	現況河岸高(m)		延時 24+48 小時				延時 24+48 小時				延時 24+48 小時		灘地寬度 (m)		蜿蜒度	區率半徑	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討	
						出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速(m/s)		底床沖淤變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數		
				左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸											
1	0K+000	-5.13	122.84	4.57	4.81	-1.97	-2.21	0.00	0.00	0.10	0.04	0.55	0.22	0.00	0.00	0	0	1.81	0.59	36.02	網寮海堤	-		東石堤防(河堤狀況：尚可~不佳)	-	3		
2	0K+627	-4.61	112.78	2.87	4.85	-0.23	-2.21	0.03	0.03	0.10	0.04	0.63	0.25	0.03	0.08	0	0	1.81	7.91	29.94		-			-			
2. 2	1K+067	-5.07	109.69	3.58	4.7	-0.92	-2.04	0.04	0.04	0.16	0.06	0.96	0.37	-0.82	0.51	0	0			29.1	-	-			-		東石濱海橋-下	
2. 1	1K+112	-4.56	61.35	3.47	4.59	-0.81	-1.93	0.04	0.04	0.18	0.07	1.05	0.40	-1.10	0.58	0	0			17.45	-	-			-		東石濱海橋-上	
3	1K+242	-3.39	68.39	4.94	4.75	-2.26	-2.07	0.05	0.05	0.22	0.08	1.21	0.46	-1.57	0.67	0	127	1.81	1.51	20.75	塭仔堤防(河堤狀況：尚可)	-	1		-			
3. 2	1K+465	-8.79	54.02	5.06	4.71	-2.30	-1.95	0.11	0.11	0.15	0.05	0.95	0.35	-0.59	0.40	0	124			13.85		-			-		東石南橋-下	出水高不足
3. 1	1K+477	-8.87	52.2	5.06	4.71	-2.30	-1.95	0.11	0.11	0.16	0.06	0.97	0.35	-0.61	0.38	0	124			13.85		-			-		東石南橋-上	
4	2K+057	-3.25	54.29	5.14	5	-2.28	-2.14	0.17	0.17	0.15	0.05	0.91	0.32	-0.01	0.05	0	133	1.81	1.70	13.78		-			-			
5	2K+867	-2.52	89.57	5.53	5.51	-2.54	-2.52	0.24	0.24	0.22	0.07	1.29	0.42	-0.45	0.33	46	110	1.81	4.43	24.76	洲仔海堤	-			-			
6. 1	3K+337	-9.39	51.92	7.44	8.19	-4.31	-5.06	0.31	0.31	0.22	0.06	1.32	0.42	-0.72	0.45	68	101			12.81		-			-		東石大橋-下	
6	3K+367	-6.44	39.9	7.42	7.38	-4.30	-4.26	0.31	0.31	0.26	0.07	1.50	0.47	-1.10	0.52	116	98	1.81	1.57	11.11		-			-		東石大橋-上	
7	4K+253	-2.27	44.2	5.91	6.53	-2.46	-3.08	0.45	0.45	0.20	0.05	1.23	0.36	-0.11	0.16	57	229	1.29	3.01	10.23	圍潭堤防	-	2	海埔堤防(河堤狀況：尚可~良好)	-			
8	5K+173	-7.6	61.21	6.3	6.6	-2.61	-2.91	0.54	0.54	0.23	0.04	1.34	0.35	-0.24	0.13	43	297	1.29	1.75	14.94		-			-			
9	5K+933	-7.67	38.89	6.8	6.76	-2.87	-2.83	0.61	0.61	0.23	0.04	1.38	0.34	-0.30	0.14	275	36	1.70	4.37	9.19		-			-			
10	6K+423	-2.46	35.6	6.86	7.01	-2.77	-2.92	0.65	0.65	0.23	0.04	1.38	0.33	-0.29	0.15	174	56	1.70	61.85	8.24		-		下楫堤防(河堤狀況：尚可)	-	3		
11	6K+993	-6.28	40.45	7.26	7.07	-3.00	-2.81	0.70	0.70	0.21	0.03	1.32	0.32	-0.29	0.16	235	58			8.65		-			-			
12. 2	7K+235	-4.62	53.9	7.07	6.42	-2.74	-2.09	0.72	0.72	0.22	0.03	1.31	0.29	-0.16	0.10	260	70	1.70	3.97	12		-			-		港口大橋-下	
12. 1	7K+253	-4.18	65.49	7.08	6.49	-2.73	-2.14	0.72	0.72	0.19	0.03	1.19	0.28	0.03	0.02	264	75			13.66		-			-		港口大橋-上	
12	7K+523	-2.2	47.6	7.61	7.5	-3.21	-3.10	0.74	0.74	0.22	0.03	1.32	0.28	-0.10	0.07	197	82	1.70	4.57	10.92		-			-			
13	7K+943	-2.77	46.35	7.68	7.66	-3.16	-3.14	0.75	0.75	0.22	0.03	1.35	0.29	-0.32	0.12	260	38	1.70	5.73	10.34		-			-			
14	8K+353	-2.81	57.23	7.89	7.68	-3.24	-3.03	0.78	0.78	0.17	0.02	1.08	0.24	0.12	0.02	341	48	1.70	2.44	11.89		-			-			
15	8K+597	-3.87	67.08	7.96	7.77	-3.26	-3.07	0.79	0.79	0.18	0.02	1.07	0.21	0.18	0.04	390	46	1.70	2.09	15.32		-			-			
16	9K+097	-1.48	51.56	7.88	7.85	-3.07	-3.04	0.80	0.80	0.24	0.00	1.26	0.18	0.14	0.05	392	54	1.70	5.42	13.47		-			-			
17	9K+457	-1.95	74.59	7.07	8.01	-2.13	-3.07	0.79	0.79	0.21	0.01	1.17	0.19	0.20	0.04	395	56	1.70	4.06	18.66		-			-			
18	10K+089	-0.92	68.62	7.45	8.08	-2.34	-2.97	0.79	0.79	0.23	0.02	1.31	0.24	0.11	0.02	236	64	1.70	2.85	16.22	朴子堤防(河堤狀況：尚可)	-	3	更寮堤防(河堤狀況：尚可~良好)	-	1		
19	10K+714	-2.76	63.63	7.67	8.08	-2.36	-2.77	0.81	0.81	0.21	0.02	1.20	0.22	0.21	0.02	0	346	1.70	1.94	14.81		-			-			
20	11K+524	-3.47	64.11	8.45	8.31	-2.92	-2.78	0.81	0.81	0.29	0.02	1.64	0.29	-0.05	0.07	74	209	1.70	2.12	15.18		-			-			
21	12K+259	-2.23	70.64	9.07	9.03	-3.23	-3.19	0.84	0.84	0.23	0.02	1.38	0.25	0.11	0.02	233	0	1.52	2.08	15.69		-			-			
22	12K+684	-6.46	67.99	9.43	9.25	-3.44	-3.26	0.86	0.86	0.28	0.04	1.53	0.20	0.10	0.02	370	0	1.52	1.01	17.74		-			-			
23	13K+074	-4.35	88.34	9.32	10.38	-3.13	-4.19	0.89	0.89	0.31	0.04	1.91	0.36	-0.74	0.30	221	0	1.74	2.28	20.15		-			-		朴子溪橋-下	
23. 1	13K+114	-3.19	81.73	10.47	10.58	-4.21	-4.32	0.92	0.92	0.28	0.02	1.66	0.28	0.32	0.03	213	0			17.66		-		大橋頭堤防	-		朴子溪橋-上	
24	13K+797	-2.85	75.72	9.97	7.56	-3.33	-0.92	0.94	0.94	0.23	0.05	1.03	0.11	1.45	0.19	73	891	1.74	0.50	26.96		-						
25	14K+217	-5.01	124.74	9.9	8.84	-2.97	-1.91	0.88	0.88	0.16	0.01	0.84	0.08	-0.24	0.03	650	180	1.74	0.83	38.02		-		下雙溪堤防(河堤狀況：尚可~良好)	有(下雙溪堤防)	4		
26	14K+667	-2.55	128.57	9.95	8.54	-2.40	-0.99	0.84	0.84	0.18	0.03	0.88	0.10	-0.70	0.11	258	464	1.44	0.59	37.43		-						
27	15K+249	-1.67	86.5	10.38	8.93	-2.11	-0.66	0.69	0.69	0.14	0.00	0.67	0.10	-0.37	0.07	458	542	1.44	1.38	26.02	雙溪堤防(河堤狀況：尚可)	-	3					
28	15K+891	-2.03	84.49	10.69	9.09	-2.11	-0.51	0.69	0.69	0.09	0.01	0.44	0.08	0.68	0.11	361	996	1.42	8.17	22.95		-						
29	16K+579	-2.38	138.84	10.67	9.26	-1.78	-0.37	0.70	0.70	0.16	0.01	0.90	0.17	-1.50	0.60	302	327	1.42	5.19	35.89		-						
30	17K+259	-2.14	78.89	10.78	9.51	-1.27	0.00	0.76	0.76	0.15	0.01	0.84	0.16	-2.49	0.85	509	83	1.42	2.03	18.8		-						
31	17K+777	-1.97	127.81	11.07	11.48	-1.16	-1.57	0.78	0.78	0.15	0.01	0.85	0.15	-0.32	0.02	566	61	1.84	1.03	31.54		-						
32. 1	18K+507	-3.45	67.89	14.06	14.44	-3.95	-4.33	0.81	0.81	0.16	0.02	1.09	0.26	0.03	0.04	413	131			12.75		-		蒜頭堤防	-		蒜頭大橋-下	橋長不足
32	18K+522	-4.05	74.59	14.05	14.03	-3.93	-3.91	0.81	0.81	0.14	0.03	0.99	0.25	0.07	0.08	415	133	1.84	7.40	12.89		-			-		蒜頭大橋-上	
33	19K+032	-0.65	77.61	12.08	12.51	-1.88	-2.31	0.84	0.84	0.22	0.02	1.36	0.27	-0.34	0.02	106	232	1.84	1.93	16.66		-			-			
34. 1	19K+477	-2.75	87.55	13.22	13.49	-2.82	-3.09	0.86	0.86	0.21	0.02	1.27	0.25	0.01	0.01	156	201			18.12		-			-		介壽橋-下	出水高不足
34	19K+492	-2.76	79.32	13.24	13.48	-2.84	-3.08	0.86	0.86	0.22	0.01	1.33	0.25	0.00	0.01	156	203	1.84	2.17	17.06		-			-		介壽橋-上	
35. 1	19K+772	-0.58	88.14	12.91	13.14	-2.45	-2.68	0.87	0.87	0.30	0.06	1.75	0.29	-0.36	0.14	93	207			22.27		-			-			
35	20K+252	-1	97.01	12.99	13.22	-2.28	-2.51	0.92	0.92	0.21	0.02	1.27	0.24	0.01	0.04	241	104	1.84	1.78	20.76	新埤堤防(河堤狀況：尚可)	-			-		台糖自行車橋	出水高不足
36	20K+762	-0.83	97.14	13.3	13.35	-2.39	-2.44	0.95	0.95	0.20	0.03	1.29	0.25	-0.33	0.01	272	52	1.84	2.33	20.16		-			-			
37	21K+412	-2.85	109.25	13.48	13.57	-2.30	-2.39	1.03	1.03	0.12	0.03	0.93	0.24	-0.27	0.20	68	252			16.75		-			-			
37. 2	21K+702	-1.96	124.9	15.57	15.67	-4.32	-4.42	1.06	1.06	0.14	0.03	0.97	0.22	-0.32	0.16	167	209	1.14	2.32	22.65		-			-		灣內大橋-下	出水高不足
37. 1	21K+717	-2.23	117.15	15.61	15.65	-4.36	-4.40	1.06	1.06	0.14	0.03	0.96	0.22	0.24	0.03	168	190			21.06		-		雙涵堤防	-	1	灣內大橋-上	
38	22K+007	-0.36	62.85	15.93	14.12	-4.65	-2.84	1.07	1.07	0.19	0.01	1.15	0.16	0.26	0.04	332	81	1.68	21.89	13.13		-	1		-			

表 4-11　朴子溪及牛稠溪危險因子評估結果總表

斷面編號	河道累距 (m)	現況河底高程 (m)	主深槽寬度 (m)	現況河岸高(m)		延時 24+48 小時				延時 24+48 小時				延時 24+48 小時		灘地寬度 (m)		蜿蜒度	區率半徑	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討	
						出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速(m/s)		底床沖淤變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數		
				左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸											
39	22K+633	-0.08	87.73	14.89	13.86	-3.42	-2.39	1.08	1.08	0.23	0.03	1.30	0.12	0.01	0.01	358	66	1.68	4.31	21.33		-			-			
40	23K+128	-1.12	62.39	15.1	13.85	-3.32	-2.07	1.09	1.09	0.24	0.01	1.27	0.10	0.06	0.04	511	60	1.68	0.98	17.9	灣內堤防(河堤狀況：尚可)	-			-			
41	23K+668	-0.72	69.46	15.21	14.2	-3.10	-2.09	1.08	1.08	0.24	0.03	1.35	0.15	0.00	0.00	328	105			17.98		-		安和堤防	-	4		
41. 2	24K+088	-0.18	72.39	15.16	14.42	-2.79	-2.05	1.11	1.11	0.23	0.01	1.17	0.07	0.30	0.17	573	0	1.68	3.78	22.02		-			-		安灣橋-下	
41. 1	24K+113	-0.63	73.49	15.26	14.41	-2.87	-2.02	1.11	1.11	0.20	0.02	1.05	0.10	0.57	0.33	445	103			20.72		-			-		安灣橋-上	
42	24K+313	0.03	76.75	15.41	14.61	-2.96	-2.16	1.11	1.11	0.24	0.02	1.29	0.14	0.25	0.16	524	41	1.68	2.11	21.14		-			-			
43	24K+883	-0.25	64.85	15.73	14.81	-3.02	-2.10	1.14	1.14	0.25	0.02	1.43	0.18	0.08	0.06	94	293	1.68	2.02	16.15		-			-			
44	25K+451	-0.98	80.65	15.85	15.16	-2.93	-2.24	1.16	1.16	0.19	0.03	1.30	0.28	0.03	0.01	54	193			14.2		-			-			
44. 1	25K+463	-0.11	66.09	15.65	15.12	-2.72	-2.19	1.16	1.16	0.17	0.03	1.24	0.28	0.07	0.02	54	193			10.87		-			-			
44. 1. 1	25K+481	-1.38	74.97	15.66	15.13	-2.75	-2.22	1.16	1.16	0.23	0.02	1.50	0.28	0.01	0.00	54	191			14.35		-			-			
44. 2	25K+487	-0.92	71.08	15.61	15.13	-2.70	-2.22	1.16	1.16	0.25	0.02	1.57	0.27	0.00	0.00	54	194	1.68	4.95	14.03		-			-		高速鐵路橋-下	
44. 2. 1	25K+500	-0.17	79.66	15.68	15.13	-2.77	-2.22	1.16	1.16	0.26	0.02	1.62	0.27	0.00	0.00	54	193			16.05		-			-		高速鐵路橋-上	
44. 3	25K+505	-0.15	67.46	15.71	15.12	-2.79	-2.20	1.16	1.16	0.24	0.02	1.56	0.28	0.00	0.00	55	196			13.25		-		溪北堤防	-	1		
44. 3. 1	25K+524	-0.36	78.33	15.71	15.15	-2.78	-2.22	1.15	1.15	0.23	0.03	1.55	0.29	0.00	0.00	55	194			15.37		-			-			
45	26K+198	0.64	91.55	16.11	15.51	-2.93	-2.33	1.22	1.22	0.19	0.04	1.42	0.33	0.01	0.00	203	47			16.06		-			-			
46. 1	26K+648	-0.02	122.73	16.28	15.77	-2.97	-2.46	1.26	1.26	0.19	0.02	1.33	0.26	0.05	0.02	58	374	1.10	4.29	20.04		-			-		六興橋-下	梁底淹沒
46	26K+660	1.47	116.98	16.21	15.76	-2.90	-2.45	1.26	1.26	0.19	0.03	1.34	0.27	0.04	0.02	56	207	1.13	225.04	19.62	過溝堤防	-	3		-		六興橋-上	
47	27K+282	1.59	89.69	16.33	16.56	-2.84	-3.07	1.31	1.31	0.25	0.03	1.66	0.27	0.00	0.00	56	187	1.13	4.92	16.78		-			-			
48	27K+932	1.95	95.18	16.81	16.86	-3.01	-3.06	1.37	1.37	0.28	0.03	1.85	0.27	-0.01	0.01	138	94	1.52	5.59	18.82		-			-			
49	28K+423	1.71	98.54	17	16.75	-2.93	-2.68	1.40	1.40	0.18	0.02	1.32	0.25	0.10	0.04	81	145	1.52	1024.55	14.86		-			-			
50	29K+023	2.48	83.73	17.28	17.24	-3.09	-3.05	1.42	1.42	0.22	0.03	1.58	0.28	0.19	0.06	148	97			13.99		-			-			
50. 2	29K+383	3.57	97.28	18.61	18.34	-4.30	-4.03	1.45	1.45	0.18	0.02	1.30	0.24	0.77	0.21	105	125	1.52	4.42	15.57		-			-		月眉潭橋-下	出水高不足
50. 1	29K+408	3.74	83.18	18.58	18.36	-4.27	-4.05	1.45	1.45	0.17	0.02	1.27	0.23	0.34	0.20	114	119			13.35		-			-		月眉潭橋-上	橋長不足
51	29K+748	3.02	91.57	18.05	17.56	-3.67	-3.18	1.46	1.46	0.18	0.02	1.28	0.23	0.84	0.36	183	60	1.62	2.86	14.06		-		月眉堤防	-			
52. 1	30K+278	1.98	79.37	19.92	19.45	-5.47	-5.00	1.45	1.45	0.24	0.02	1.75	0.31	-0.57	1.06	183	38			11.94		-			-	1	嘉南大圳渡槽-下	出水高不足
52	30K+288	0.85	71.02	19.96	19.45	-5.49	-4.98	1.45	1.45	0.23	0.02	1.71	0.31	-0.70	1.33	184	38	1.62	5.77	10.56		有(過溝堤防)		-	有(月眉堤防)		嘉南大圳渡槽-上	橋長不足
53	30K+988	3.85	53.39	15.78	14.19	-1.01	0.58	1.51	1.51	0.33	0.03	1.94	0.06	0.15	0.66	10	638			14.7	-				-			
53. 1	31K+018	1.97	39.4	12.71	12.69	1.45	1.47	1.10	1.10	0.44	0.13	4.42	1.47	-9.81	0.60	5	259	1.62	1.37	3.59	麻魚寮護岸	-			-			
53. 2	31K+024	1.73	39.37	12.71	12.71	1.55	1.55	1.15	1.15	0.42	0.12	4.26	1.40	-9.83	0.48	4	328			3.45		-			-			
54	31K+798	5.26	59.91	14.74	16.15	1.10	-0.31	1.92	1.92	0.37	0.04	2.39	0.08	-0.39	1.18	180	54			6.67					-			
55. 1	32K+148	5.35	39.97	15.08	15.16	0.53	0.45	1.56	1.56	0.49	0.10	4.70	1.33	-6.08	5.66	196	39	2.08	6.14	3.66				(中洋子工業區)	-		景象橋-下	梁底淹沒
55	32K+163	5.16	39.98	15.03	15.14	0.65	0.54	1.60	1.60	0.47	0.10	4.64	1.30	-5.73	5.08	197	38	2.08	33.17	3.6					-		景象橋-上	橋長不足
56	32K+863	4.88	89.15	16.52	16.42	0.73	0.83	2.24	2.24	0.26	0.01	2.00	0.18	-0.75	0.62	142	100	2.08	7.60	11.02	-	有(麻魚寮堤防)			-			
57	33K+423	5.8	55.62	14.93	17.18	2.61	0.36	2.25	2.25	0.26	0.05	1.75	0.20	-0.03	0.11	94	152	2.08	2.44	9.77					-			
58	34K+223	5.49	89.19	15.75	16.72	2.14	1.17	2.13	2.13	0.20	0.05	1.33	0.24	0.32	0.13	216	131	2.08	1.17	16.12					-			
59	34K+663	5.9	82.53	20.09	16.99	-2.13	0.97	2.05	2.05	0.26	0.01	1.92	0.16	0.55	0.52	7	413	2.08	2.96	8.45								
60	35K+213	6.17	64.83	20.79	17.15	-2.58	1.06	2.03	2.03	0.34	0.04	2.29	0.11	-0.55	0.51	19	440			6.5								
60. 2	35K+313	8.48	70.27	20.81	16.93	-2.40	1.48	2.01	2.01	0.38	0.27	2.03	0.84	0.01	0.12	11	399	2.08	2.39	11.77	-	有(新廊護岸)		-	有(中洋子堤防)		無名橋-	梁底淹沒
60. 1	35K+323	8.47	82.88	21.25	16.96	-2.78	1.51	1.90	1.90	0.35	0.18	1.95	0.50	-0.12	0.12	17	407			13.64							無名橋-上	橋長不足
61	35K+723	7.35	73.43	20.31	16.81	-1.55	1.95	1.73	1.73	0.18	0.01	1.20	0.09	0.38	0.09	0	381	1.98	2.02	7.17								
62	36K+223	8.15	74.99	19.84	19.74	-0.99	-0.89	1.72	1.72	0.30	0.05	1.84	0.16	0.12	0.15	168	97	1.98	3.41	13.06	-	有(新廊堤防)						
63. 1	36K+823	10.25	89.87	21.38	23.82	-2.16	-4.60	1.56	1.56	0.20	0.06	1.13	0.10	1.40	0.40	291	32			15.91							國道 1 號橋-下	出水高不足
63	36K+873	10.56	86.04	18.02	24.75	1.08	-5.65	1.48	1.48	0.30	0.04	2.25	0.43	-0.12	0.64	282	33	1.98	3.46	10.9	牛斗山堤防	-			有(山中護岸)(山中堤防)		國道 1 號橋-上	
64	37K+193	9.65	73.74	19.23	17.82	0.10	1.51	1.55	1.55	0.34	0.02	2.16	0.17	0.77	1.76	284	307	1.93	2.47	12.46		-						
65	37K+571	9.88	76.01	21.86	19.18	-2.22	0.46	1.57	1.57	0.43	0.08	2.50	0.21	0.26	0.20	42	292	1.93	6.23	21.46		-						
66	38K+013	9.86	63.55	22.37	20.37	-2.18	-0.18	1.60	1.60	0.41	0.04	2.49	0.13	-0.06	0.22	51	371	1.93	3.17	20.07		有(牛斗山堤防)		-				
67	38K+213	9.92	78.74	22.71	19.9	-2.32	0.49	1.60	1.60	0.42	0.09	2.65	0.28	-0.53	0.38	83	428	1.93	1.49	22.51	-							
68	38K+813	9.61	51.6	21.95	19.9	-0.83	1.22	1.77	1.77	0.38	0.09	2.21	0.29	0.20	0.41	157	82	1.93	107.87	6.12	-	有(牛斗山護岸)						
69	39K+393	10.36	97.9	24.21	24.33	-2.63	-2.75	1.71	1.71	0.27	0.03	1.81	0.17	0.13	0.15	184	34	1.93	4.17	18.83	-			福興堤防	-			
70	39K+883	11.32	74.22	24.82	25.63	-3.07	-3.88	1.71	1.71	0.35	0.05	2.56	0.43	-2.28	0.72	104	96	1.19	10.28	11.88	-			-	福興護岸			
71	40K+348	10.43	82.09	22.03	25.01	0.01	-2.97	1.75	1.75	0.33	0.04	2.69	0.53	-2.25	1.39	121	73	1.19	23.10	9.55	-			-				

表 4-11　朴子溪及牛稠溪危險因子評估結果總表

斷面編號	河道累距 (m)	現況河底高程 (m)	主深槽寬度 (m)	現況河岸高(m)		延時 24+48 小時				延時 24+48 小時				延時 24+48 小時		灘地寬度 (m)		蜿蜒度	區率半徑	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討	
						出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速(m/s)		底床沖淤變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數		
				左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸											
72	40K+698	11.36	87.45	26.25	25.49	-3.85	-3.09	1.86	1.86	0.33	0.04	2.31	0.27	-0.92	0.24	105	76	1.49	6.01	15.74	-	有(許厝堤防)		福興一號堤防	-	3		
72. 2	41K+178	12.39	92.34	25.33	25.4	-2.57	-2.64	1.90	1.90	0.17	0.01	1.37	0.21	0.08	0.08	147	87			11.3	許厝護岸	-	1		-		華興橋-下	-
72. 1	41K+203	12.26	76.67	25.41	25.45	-2.64	-2.68	1.90	1.90	0.18	0.01	1.40	0.20	0.06	0.08	131	93			9.53	老藤堤防	-	1		-		華興橋-上	
73	41K+458	12.26	81.64	26.59	26.41	-3.79	-3.61	1.89	1.89	0.24	0.04	1.73	0.19	0.01	0.04	147	43	1.57	4.09	12.6				福興二號堤防(河堤狀況：尚可~良好)	-			
74	41K+878	12.98	85.68	26.77	26.8	-3.85	-3.88	1.79	1.79	0.38	0.03	2.65	0.24	-1.73	0.62	87	91			13.28					-			
74. 1	42K+478	14.88	93.21	29.59	29.69	-5.96	-6.06	1.69	1.69	0.37	0.03	2.33	0.08	-0.69	0.11	71	77	1.57	53.30	17.37	-	有(茗藤堤防)			-	3	縱貫鐵路橋-下	出水高不足
74. 2	42K+523	14.8	89.85	29.6	29.7	-5.84	-5.94	1.68	1.68	0.31	0.05	1.97	0.13	-0.08	0.08	70	81			14.86					-		縱貫鐵路橋-上	
75. 1	42K+528	15.07	79.52	28.74	28.93	-4.91	-5.10	1.65	1.65	0.23	0.03	1.59	0.17	0.02	0.08	71	81			11.49					-		牛稠溪橋-下	出水高不足
75	42K+573	14.98	80.45	28.65	28.95	-4.82	-5.12	1.65	1.65	0.27	0.02	1.82	0.16	0.01	0.06	84	83	1.31	90.20	13.14		-		民雄堤防	-		牛稠溪橋-上	
76	43K+158	15.07	77.23	27.99	27.42	-3.92	-3.35	1.55	1.55	0.44	0.04	3.04	0.43	-0.56	0.22	71	48	1.31	41.35	13.64		-			-	1		
77	43K+493	15.21	73.06	28.35	25.94	-3.87	-1.46	1.59	1.59	0.46	0.04	3.27	0.50	-1.67	0.56	75	40	1.31	46.37	12.38	後湖堤防(河堤狀況：尚可~良好)	-			有(民雄堤防)			
78	43K+832	15.18	86.28	28.49	32.77	-3.39	-7.67	1.69	1.69	0.36	0.01	2.60	0.32	-0.50	0.32	101	36	1.31	2.48	12.95		-		溪底寮堤防(河堤狀況：不佳~尚可)				
79	44K+283	16.14	67.73	28.66	29.15	-3.09	-3.58	1.68	1.68	0.37	0.02	2.46	0.21	-0.15	0.19	0	107	1.69	52.67	11.03		-						
80	44K+813	15.88	71.74	29.27	29.62	-3.20	-3.55	1.63	1.63	0.32	0.01	2.20	0.25	-0.05	0.12	112	44			11.54		-			-			
81. 1	45K+223	16.52	74.76	31.98	31.16	-5.59	-4.77	1.65	1.65	0.21	0.01	1.57	0.24	0.02	0.02	51	87	1.69	50.08	11.02		-			-	3	台林橋-下	
81	45K+243	16.49	63.68	31.94	30.79	-5.51	-4.36	1.65	1.65	0.17	0.01	1.34	0.24	0.25	0.09	59	90	1.69	13.65	8.21		-			-		台林橋-上	
82	45K+973	17.16	66.71	31.05	30.67	-4.47	-4.09	1.65	1.65	0.36	0.05	2.25	0.08	-0.01	0.04	39	156	1.69	2.51	12.2		-			-			
83	46K+343	17.5	96.92	31.56	30.89	-4.62	-3.95	1.54	1.54	0.33	0.02	2.11	0.17	0.01	0.02	56	177	1.69	2.83	18.87		-			-			
84	46K+983	18.41	80.88	32.1	32.09	-4.69	-4.68	1.45	1.45	0.39	0.03	2.81	0.48	-1.53	0.71	58	56	1.69	5.82	12.61	盧厝堤防(河堤狀況：尚可~良好)	-	1	林仔尾堤防(河堤狀況：尚可~良好)	-	2		
85	47K+583	19.73	68.92	32.22	32.2	-4.06	-4.04	1.57	1.57	0.50	0.05	3.32	0.39	-2.05	0.68	44	81	1.31	3.13	16.27		-		火炭埔堤防	-			
85. 2	47K+803	18.13	93.59	30.84	30.81	-2.09	-2.06	1.64	1.64	0.24	0.01	1.85	0.33	0.67	0.53	27	99			12.1					-		盧山橋-下	
85. 1	47K+818	20.35	79.29	30.88	30.79	-2.15	-2.06	1.64	1.64	0.29	0.02	2.08	0.29	2.04	0.73	24	100		2.93	11.15				-	有(火炭埔堤防)		盧山橋-上	
86	48K+178	19.4	60.45	30.06	31.15	-1.30	-2.39	1.53	1.53	0.48	0.06	3.50	0.66	0.94	0.47	29	97	1.17	26.78	9.71	-	有(盧厝堤防)(盧厝護岸)		-				
87. 5	48K+758	21.97	91.47	39.72	38.17	-9.68	-8.13	1.90	1.90	0.48	0.04	2.69	0.31	2.10	1.10	139	0			30				-				
87. 4	48K+778	21.63	82.55	39.89	38.43	-9.78	-8.32	1.91	1.91	0.44	0.04	2.57	0.40	2.55	1.13	138	8			25.49				-				
87. 3	48K+788	21.09	88.3	46.76	42.55	-16.55	-12.34	1.87	1.87	0.39	0.03	2.24	0.23	2.84	1.05	138	0			25.96				-				
87. 2	48K+828	20.53	87.25	42.02	41.97	-11.63	-11.58	1.83	1.83	0.25	0.01	1.56	0.08	4.34	0.85	140	0			20.48				-				
87. 1	48K+838	21.09	97.94	37.67	37.85	-7.31	-7.49	1.84	1.84	0.29	0.01	1.79	0.10	3.88	0.77	142	0			25.32				-				
87	48K+858	22.24	86.58	36.58	36.85	-6.23	-6.50	1.84	1.84	0.34	0.03	2.03	0.15	3.19	0.99	142	0	1.17	1.63	25.29				-				
88	49K+108	22.11	81.1	33.36	35.99	-3.02	-5.65	1.85	1.85	0.67	0.04	3.90	0.22	2.21	1.02	49	70	1.51	5.53	24.44	-	-		-	-			
89	49K+618	23.82	71.61	36.36	36.77	-4.46	-4.87	1.76	1.76	0.70	0.07	4.55	0.39	1.68	0.70	64	42	1.51	10.51	12.1	-	-		-	-			
90	49K+963	25.69	85.77	37.52	37.7	-4.03	-4.21	1.83	1.83	0.69	0.10	3.93	0.55	2.45	1.49	0	100	1.51	19.39	22.81	-	-		-	-			
91	50K+503	28.38	64.9	44.13	44.33	-8.73	-8.93	1.20	1.20	0.64	0.07	4.37	0.92	2.30	0.93	69	37	1.51	17.09	11.35	-	-		-	-			
92	51K+058	27.88	60.51	51.37	51.37	-14.19	-14.19	1.51	1.51	0.51	0.06	4.02	0.87	3.48	0.73	100	20	1.51	99.64	7.67	-	-		-	-			
92. 1	51K+333	31.53	102.49	54.22	50.49	-16.33	-12.60	2.45	2.45	0.74	1.12	3.21	2.54	6.66	1.77	0	30			14.69	-	-		-	-			
92. 2	51K+334	35.55	95.31	50.49	50.49	-12.08	-12.08	1.02	1.02	0.95	0.12	4.57	0.56	3.79	1.92	0	0			25.16	-	-		-	-			
93	51K+458	33.51	70.5	49.45	49.45	-10.37	-10.37	0.67	0.67	0.78	0.19	5.09	1.49	2.83	1.12	13	85	1.51	22.89	14.51	灣橋護岸	-	1	-	-			
94	51K+758	34.54	69.06	51.93	51.74	-10.93	-10.74	1.52	1.52	0.88	0.15	5.23	0.32	2.59	1.27	0	131	1.51	4.37	12.83		-		-	-			
95. 1	51K+968	39.08	88.61	59.91	59.8	-16.44	-16.33	0.94	0.94	1.00	0.00	5.20	0.64	1.77	1.77	0	124			24.86	-	-		-	-		義仁橋-下	
95	51K+980	38.37	94.98	59.94	59.81	-15.42	-15.29	1.10	1.10	0.46	0.04	3.01	0.61	2.70	1.77	0	132	1.51	2.44	17	-	-		-	-		義仁橋-上	
96	52K+320	39.24	59.95	56.81	59.88	-11.26	-14.33	1.54	1.54	1.08	0.02	7.25	0.96	-0.85	0.64	105	17	1.51	57.32	10.35	-	-		-	-			
96. 1	52K+514	42.13	58.42	61.3	55.56	-17.40	-11.66	0.62	0.62	4.47	0.72	16.64	0.63	1.24	1.21	80	18			26.83	-	-		-	-		跌水工-下	
96. 2	52K+515	42.13	42.42	61.3	55.56	-15.01	-9.27	1.14	1.14	3.14	0.64	15.42	0.33	-2.46	1.40	0	0			10.37	-	-		-	-		跌水工-上	
97	52K+630	58.82	136.06	63.59	63.47	-2.26	-2.14	0.71	0.71	1.00	0.00	4.80	0.73	-3.75	1.98	9	10	1.51	11.90	42.27	林仔埔護岸	-		-	-		中興圳攔河堰-下	
97. 1	52K+631	56.03	118.69	63.59	63.47	-1.40	-1.28	0.90	0.90	0.44	0.06	2.79	0.65	-2.92	1.99	0	0			23.39		-		-	-		中興圳攔河堰-上	
98	52K+945	58.62	93	64.81	64.42	-1.58	-1.19	0.92	0.92	1.00	0.00	4.78	0.37	-3.10	1.81	121	8	1.51	19.28	33.6	-	-		溪角護岸	-	1		

表 4-11　朴子溪及牛稠溪危險因子評估結果總表

斷面編號	河道累距 (m)	現況河底高程 (m)	主深槽寬度 (m)	現況河岸高(m)		延時 24+48 小時				延時 24+48 小時				延時 24+48 小時		灘地寬度 (m)		蜿蜒度	區率半徑	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討	
						出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速(m/s)		底床沖淤變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數		
				左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸											
99	53K+395	62.28	82.38	69.43	72.46	-2.19	-5.21	0.85	0.85	0.83	0.06	4.46	0.76	-3.91	2.36	93	6	1.51	62.50	22.41	-	-			-			
100	53K+735	64.41	61.69	70.7	70.9	-1.08	-1.28	1.04	1.04	0.58	0.06	3.07	0.43	0.82	0.31	41	84	1.51	2.68	15.71	-	-		-	-			
101	53K+945	66.92	68.77	72.89	72.89	-2.74	-2.74	0.77	0.77	1.26	0.03	5.52	0.61	1.17	0.22	75	13	1.51	4.39	29.99	-	-		-	-			
102	54K+250	70.74	62.4	77.63	77.15	-2.32	-1.84	0.68	0.68	1.01	0.02	4.44	0.58	-0.28	0.16	54	116	1.13	2.78	22.73	-	-		-	-			
103. 1	54K+510	72.62	58.53	83.29	83.09	-5.97	-5.77	0.74	0.74	1.24	0.21	6.39	1.44	-0.47	0.51	0	189			15.49	-	-		-	-		永順橋-下	橋長不足
103	54K+525	71.7	52.18	83.34	83.1	-5.16	-4.92	1.05	1.05	1.00	0.00	5.56	0.82	-0.81	0.56	0	184	1.13	9.36	11.58	-	-		-	-		永順橋-上	
104	54K+755	74.66	71.08	85.02	82.4	-4.24	-1.62	1.25	1.25	0.55	0.06	2.85	0.09	0.46	0.18	75	80	1.13	2.47	16.63		-		-	-			
105	54K+945	75.73	52.66	85.31	84.82	-3.74	-3.25	1.22	1.22	1.00	0.00	5.26	0.46	-0.05	0.44	0	152	1.13	2.95	19.6	和樂護岸	-	1	-	-			
106	55K+145	79.02	60.32	87.25	85.97	-3.49	-2.21	0.93	0.93	0.89	0.03	4.74	0.75	0.26	0.23	0	146			14.7		-		-	-			
107. 2	55K+365	78.83	64.89	89.58	89.32	-7.15	-6.89	0.80	0.80	2.34	0.11	10.31	0.85	1.83	0.21	29	92	1.13	12.52	26.88		-		-	-		新和樂橋-下	
107	55K+367	81.55	72.58	89.4	89.22	-5.29	-5.11	0.58	0.58	2.17	0.04	8.83	1.22	0.76	0.33	39	76			33.08	-	-		-	-		新和樂橋-上	
107. 3	55K+587	87.96	55.84	95.76	95.68	-4.07	-3.99	0.97	0.97	1.00	0.00	5.30	0.77	0.58	0.73	-	-	1.13	85.51	13.7	-	-		-	-			
108. 1	55K+602	88.01	62.91	95.72	95.7	-3.28	-3.26	1.09	1.09	0.68	0.03	4.08	0.72	3.98	0.98	-	-			13.35	-	-		-	-			
108	55K+802	89.61	56.26	96.32	98	-2.17	-3.85	1.06	1.06	1.09	0.04	5.58	0.60	3.13	0.76	92	0			19.84	-	-		-	-			
109. 1	56K+322	96.13	58.01	105	105.05	-4.48	-4.53	1.05	1.05	1.00	0.00	5.16	0.49	2.02	0.55	53	39	1.13	13.09	16.85	-	-		-	-		鎮安橋-下	出水高不足
109	56K+332	96.1	62.87	105	105.06	-3.79	-3.85	1.08	1.08	0.70	0.04	3.93	0.57	2.24	0.54	51	38	1.35	10.01	15.01	-	-		-	-		鎮安橋-上	橋長不足
110	56K+612	99.63	55.85	108.17	105.36	-4.15	-1.34	0.99	0.99	1.00	0.00	5.20	0.62	1.61	0.53	44	144	1.35	19.47	15	-	-		-	-			
111	56K+862	100.98	51.81	108.02	108.26	-2.39	-2.63	0.87	0.87	1.45	0.12	6.82	0.86	2.84	1.59	103	101	1.35	7.36	19.92	-	-		-	-			
112	57K+102	107.06	58.19	112.1	112.28	-1.31	-1.49	1.02	1.02	1.05	0.03	5.42	0.64	2.52	0.48	78	0			15.45	-	-		-	-			
112. 1	57K+302	110.91	85.03	119.87	119.88	-5.83	-5.84	0.80	0.80	1.00	0.02	4.62	0.57	2.12	0.53	68	26	1.35	7.98	30.19	-	-		-	-		竹崎大橋-下	
113	57K+322	111.24	82.04	119.87	119.84	-5.48	-5.45	0.72	0.72	0.91	0.08	4.40	0.81	2.15	0.51	69	28	1.35	3.46	28.73		-		-	-		竹崎大橋-上	
114	57K+743	115.36	64.24	121.79	124.44	-1.88	-4.53	0.79	0.79	1.07	0.06	4.68	0.47	1.12	0.46	58	60	1.35	6.89	25.18	竹崎堤防	-	1	-	-			
115	57K+913	117.16	66.26	125.14	126.44	-2.73	-4.03	1.02	1.02	0.99	0.05	4.70	0.33	0.44	0.50	100	25	1.35	2.48	29.59		-		-	-			
116	58K+253	123.54	67.24	130.47	130.57	-3.07	-3.17	0.72	0.72	1.07	0.02	4.90	0.67	-0.65	0.44	46	44			22.49	-	-		-	-		森林鐵路橋-下	
116. 1	58K+263	123.59	74.47	130.66	130.59	-2.97	-2.90	0.75	0.75	1.00	0.00	4.63	0.64	-0.68	0.44	46	44	1.35	33.09	23.62	-	-		-	-		森林鐵路橋-上	
116. 2	58K+393	126.1	73.58	135.74	135.71	-6.52	-6.49	0.59	0.59	1.23	0.01	5.20	0.83	2.61	1.59	14	31			27.2	-	-		-	-		松竹橋-下	橋長不足
117	58K+405	126.26	59.3	135.74	135.7	-6.11	-6.06	0.66	0.66	1.12	0.04	4.91	0.74	2.49	1.59	0	31	1.35	5.20	20.28	-	-		-	-		松竹橋-上	
118	58K+540	128.16	83.13	135.21	135.2	-2.92	-2.91	0.54	0.54	1.06	0.05	4.35	0.72	1.84	1.66	54	14	1.35	16.15	34.76	竹崎護岸	-	1	-	-			
119	58K+695	132.07	83.54	137.75	137.77	-2.76	-2.78	0.62	0.62	1.16	0.05	4.68	0.65	1.58	0.60	65	0	1.35	2.99	45.97	-	-		-	-			
120	58K+895	135.2	86.37	141.54	141.34	-2.83	-2.63	0.78	0.78	1.00	0.00	4.16	0.24	0.69	0.39	69	0	1.35	16.85	44.67	-	-		-	-			
121	59K+085	137.44	89.42	144.31	144.5	-2.93	-3.12	0.59	0.59	0.96	0.13	3.87	0.71	0.45	0.33	50	38	1.35	3.62	47.06	-	-		-	-			
122	59K+425	142.21	84.94	151.58	148.9	-5.46	-2.78	0.83	0.83	1.01	0.01	4.68	0.48	0.11	0.36	25	32	1.08	24.53	30.11	-	-		-	-			
123	59K+650	146.7	70.66	152.49	151.95	-2.80	-2.26	0.71	0.71	1.30	0.05	5.63	0.66	-0.29	0.79	24	77	1.08	8.59	31.44	-	-		覆鏘金護岸	-	8		
124	59K+980	153.14	87.85	163.1	163.27	-6.51	-6.69	0.76	0.76	1.00	0.00	4.33	0.40	-1.15	1.76	54	41	1.08	23.86	36.28	-	-		-	-			
125	60K+255	157.2	78.49	164.04	163.8	-3.47	-3.24	0.38	0.38	1.30	0.20	5.34	1.32	0.57	0.86	77	0	1.08	20.49	36.07	-	-		-	-			
125. 1	60K+410	159.34	63.44	169.97	169.98	-6.50	-6.51	0.92	0.92	1.00	0.01	5.16	0.72	2.66	1.40	88	0			16.24	-	-		-	-		金龍橋-下	橋長不足
126	60K+422	159.43	66.1	169.96	170.2	-5.99	-6.23	1.07	1.07	0.83	0.02	4.48	0.53	3.33	1.24	88	0	1.08	5.60	15.54	-	-		-	-		金龍橋-上	
127	60K+682	163.4	77.4	171.35	171.36	-4.42	-4.43	0.89	0.89	1.52	0.04	7.04	0.69	2.61	0.81	0	72	1.19	4.48	31.59	-	-		-	-			
128	60K+912	167.96	82.79	179.12	176.2	-6.05	-3.13	0.95	0.95	1.00	0.00	4.81	0.48	0.24	0.69	79	10	1.19	10.09	28.17	-	-		-	-			
129	61K+087	171.8	91.74	187.09	187.64	-12.10	-12.65	0.66	0.66	1.93	0.08	7.96	0.84	1.35	1.65	31	46	1.19	3.58	42.54	-	-		-	-			
130	61K+287	177	67.01	185.62	185.64	-3.64	-3.66	0.97	0.97	1.00	0.00	5.07	0.55	-1.27	0.99	254	0	1.26	5.18	18.8	-	-		-	-			
131	61K+637	176.83	64.08	185.25	185.24	-4.36	-4.35	0.86	0.86	2.80	0.12	11.93	0.37	2.30	0.95	312	0	1.32	6.24	28.76	-	-		-	-			
132	61K+977	194.11	66.93	202.12	204.84	-2.66	-5.38	0.82	0.82	1.11	0.06	5.24	0.75	-5.51	4.00	142	0	1.62	4.81	22.86	-	-		-	-			
133	62K+252	201.85	73.2	209.75	210.05	-4.40	-4.70	0.53	0.53	1.84	0.19	8.11	1.68	-1.48	2.22	108	47	1.62	5.12	27.85	-	-		-	-			
133. 1	62K+537	209.09	49.23	220.24	221.29	-6.23	-7.28	1.25	1.25	1.04	0.05	6.08	0.74	-5.87	1.87	0	0			9.4	-	-		-	-		金福橋-下	
134	62K+555	210.05	49.94	220.22	221.28	-5.69	-6.75	1.30	1.30	0.96	0.05	5.65	0.72	0.00	0.00	0	0	1.62	6.87	8.94	-	-		-	-		金福橋-上	

表 4-12　獅子頭溪危險因子評估結果總表

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		延時 24 小時				延時 24 小時				延時 24 小時		灘地寬度(m)		蜿蜒度	曲率	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討	
					出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速		底床沖淤前後變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數		
			左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸											
1	0	19.92	24.99	32.24	1.52	-5.73	1.03	1.03	0.24	0.03	1.47	0.21	0.00	0.00	0.0	18.8	1.20	6.02	11.92						1		
2	138	21.02	24.16	28.72	2.46	-2.10	1.06	1.06	0.18	0.01	1.08	0.12	0.80	0.17	78.2	5.5	1.20	6.17	9.73						1		
3.1	310	22.26	26.92	26.96	-0.26	-0.30	1.05	1.05	0.21	0.01	1.30	0.13	-2.62	1.00	11.9	5.9	1.20	18.49	9.35	溪仔尾堤防					1	無名橋下	梁底淹沒
3	323	22.36	27.20	26.98	-0.48	-0.26	1.08	1.08	0.21	0.01	1.28	0.10	-2.62	0.99	9.4	6.2	1.20	18.49	17.01			1			1	無名橋上	橋長不足
4	536	22.80	28.94	31.60	-2.12	-4.78	1.05	1.05	0.36	0.08	1.73	0.11	-0.27	0.10	5.2	21.8	1.20	25.83	14.22				林仔尾堤防		1		
5	690	22.96	28.27	31.67	-1.25	-4.65	0.93	0.93	0.47	0.07	2.16	0.10	-0.55	0.06	11.4	8.1	1.20	77.78	13.46						1		
6	924	24.90	32.51	31.99	-4.83	-4.31	0.69	0.69	0.57	0.10	2.23	0.13	-0.17	0.08	12.6	16.9	1.19	101.46	18.64						1		
7.1	1129	26.48	34.56	35.41	-6.16	-7.01	0.43	0.43	0.51	0.03	1.94	0.18	0.01	0.02	5.4	15.4	1.19	122.95	17.79						1	仁弘橋下	
7	1157	26.63	35.36	35.39	-6.92	-6.95	0.41	0.41	0.62	0.02	2.25	0.20	-0.16	0.06	5.4	13.9	1.19	122.95	16.54						1	仁弘橋上	
8	1383	27.40	32.62	31.14	-3.09	-1.61	0.32	0.32	0.73	0.06	2.79	0.47	0.13	0.02	7.4	4.3	1.27	9.82	16.14						2		
8.4	1507	28.15	36.50	38.22	-6.12	-7.84	0.40	0.40	0.46	0.03	1.65	0.13	0.12	0.04	12.2	45.5	1.27	9.82	30.30						2	獅子頭西橋下	
8.1	1538	28.29	36.48	38.36	-6.04	-7.92	0.39	0.39	0.46	0.02	1.64	0.16	0.09	0.04	16.8	46.8	1.27	9.82	30.96				仁和護岸		2	獅子頭西橋上	
8.5	1561	28.50	47.68	48.48	-17.18	-17.98	0.38	0.38	0.64	0.17	1.94	0.06	0.16	0.06	28.3	43.3	1.27	9.82	22.98						2	二高橋下	
8.2	1653	28.85	46.56	47.81	-15.78	-17.03	0.27	0.27	0.55	0.01	1.81	0.25	0.05	0.08	29.7	39.4	1.27	9.82	31.36						2	二高橋上	
8.6	1678	29.56	36.60	38.04	-5.68	-7.12	0.28	0.28	0.57	0.04	1.70	0.13	0.21	0.07	10.0	40.4	1.27	9.82	62.52							獅子頭東橋下	
8.3	1712	29.31	36.58	37.78	-5.54	-6.74	0.28	0.28	0.40	0.02	1.29	0.17	0.42	0.12	6.3	28.9	1.27	9.82	35.46							獅子頭東橋上	
9	1830	29.70	33.86	34.24	-2.51	-2.89	0.32	0.32	0.97	0.07	3.20	0.38	-0.38	0.04	8.2	3.1	1.27	29.54	14.72								
10.1	2018	29.93	38.93	38.72	-6.39	-6.18	0.41	0.41	0.40	0.02	1.65	0.24	-0.01	0.08	20.8	5.0	1.27	43.82	21.48							仁和橋下	
10	2055	30.34	38.72	38.65	-6.13	-6.06	0.39	0.39	0.55	0.02	1.98	0.18	-0.22	0.05	8.9	10.7	1.27	43.82	17.16							仁和橋上	
11	2209	31.38	35.53	35.43	-2.24	-2.14	0.39	0.39	0.66	0.05	2.23	0.20	-0.26	0.06	11.4	10.9	1.27	6.92	28.90				善長護岸		2		
12	2434	32.66	34.84	35.87	-0.30	-1.33	0.39	0.39	0.61	0.03	2.16	0.17	-0.25	0.04	12.3	10.0	1.27	22.09	11.18								
12.2	2559	32.58	42.30	42.11	-7.27	-7.08	0.37	0.37	0.45	0.04	1.85	0.31	-0.20	0.26	11.9	8.7	1.27	22.09	32.26							無名橋下	
12.1	2621	31.37	42.28	42.07	-7.14	-6.93	0.41	0.41	0.49	0.04	1.74	0.16	-0.13	0.05	11.0	10.9	1.27	22.09	31.83							無名橋上	
13	2732	32.62	36.89	38.59	-1.46	-3.16	0.42	0.42	0.48	0.03	2.07	0.33	-0.14	0.16	9.1	6.5	1.14	24.09	6.14				善長護岸				
14	2936	32.74	36.83	37.34	-0.83	-1.34	0.51	0.51	0.46	0.05	2.02	0.28	0.18	0.17	9.7	7.7	1.14	62.86	8.98								
15	3193	33.92	38.23	38.25	-1.38	-1.40	0.60	0.60	0.78	0.04	3.28	0.18	-0.95	0.03	9.7	7.0	1.14	36.93	6.14								
16.1	3477	36.54	41.63	41.62	-3.10	-3.09	0.48	0.48	0.46	0.01	1.81	0.16	-0.52	0.06	9.9	9.1	1.41	18.24	9.43	五間厝護岸			大協護岸			善常橋下	
16	3491	36.49	41.60	41.59	-3.02	-3.01	0.48	0.48	0.42	0.01	1.70	0.17	-0.52	0.06	10.7	8.4	1.41	18.24	7.34							善常橋上	
17	3661	36.50	41.15	40.92	-2.18	-1.95	0.44	0.44	0.53	0.04	2.41	0.41	-1.12	0.28	1.8	0.9	1.41	52.78	3.05	五間厝護岸							
18.1	3838	37.97	42.61	42.52	-2.74	-2.65	0.44	0.44	0.79	0.08	2.98	0.21	-1.94	0.25	7.9	10.1	1.41	11.88	3.42			4	內埔護岸			無名橋下	
18	3851	37.98	42.59	42.62	-2.55	-2.58	0.41	0.41	0.69	0.01	2.74	0.33	-0.56	0.02	7.7	11.7	1.41	11.88	5.90			4				無名橋上	出水高不足
19	4065	37.50	42.89	43.06	-1.81	-1.98	0.50	0.50	0.44	0.05	2.19	0.40	0.10	0.06	6.9	7.5	1.55	17.19	6.45			4	許厝二號護岸		1		
20.1	4233	38.53	44.24	44.21	-2.71	-2.68	0.58	0.58	0.37	0.00	1.80	0.25	0.68	0.05	11.8	3.6	1.55	25.65	4.63	林厝二三號護岸		4			1	行陽橋下	
20	4253	38.04	44.31	44.26	-2.77	-2.72	0.57	0.57	0.44	0.01	2.06	0.25	0.31	0.01	10.8	8.0	1.55	25.65	5.35			4			1	行陽橋上	
21	4498	39.04	44.49	44.43	-2.24	-2.18	0.55	0.55	0.58	0.03	2.80	0.42	0.24	0.07	9.9	10.3	1.55	12.87	3.29			4					
22.1	4729	39.56	45.86	45.87	-2.65	-2.66	0.65	0.65	0.41	0.01	2.08	0.26	0.64	0.02	5.3	3.7	1.91	33.22	3.50			4	許厝護岸		2	許厝橋下	
22	4743	40.27	45.88	45.79	-2.68	-2.59	0.62	0.62	0.61	0.03	2.70	0.20	0.09	0.03	5.8	4.0	1.91	33.22	4.96			4			2	許厝橋上	出水高不足
23	5004	42.19	47.13	47.17	-2.45	-2.49	0.48	0.48	0.71	0.03	3.02	0.37	-0.31	0.04	22.1	8.5	2.14	6.20	6.07			4			1		
24.1	5175	42.35	49.25	49.25	-3.48	-3.48	0.52	0.52	0.50	0.01	2.20	0.25	-0.03	0.14	5.1	12.5	2.14	5.45	4.43			4	許厝一號護岸		1	善安橋下	
24	5187	42.84	49.21	49.27	-3.39	-3.45	0.51	0.51	0.44	0.02	2.04	0.29	0.16	0.12	6.0	13.4	2.14	5.45	5.26			4			1	善安橋上	
25	5384	43.32	48.56	48.64	-2.10	-2.18	0.54	0.54	0.72	0.06	3.16	0.36	-0.44	0.12	10.8	0.0	2.14	7.41	4.08	林厝一號護岸		4			1		
26	5604	44.22	48.87	51.67	-1.11	-3.91	0.63	0.63	0.48	0.01	2.34	0.29	0.07	0.13	9.5	0.2	2.14	7.52	4.06			4			1		
27	5789	45.45	49.28	49.27	-0.86	-0.85	0.60	0.60	0.65	0.02	3.04	0.36	-0.19	0.12	2.3	4.4	1.94	11.92	3.69			4					
28	5948	45.83	50.85	50.44	-1.50	-1.09	0.62	0.62	0.55	0.00	2.57	0.27	0.01	0.20	1.0	7.2	1.94	82.17	4.87			4			2		
29.1	6157	46.01	53.45	54.60	-3.41	-4.56	0.68	0.68	0.32	0.02	1.60	0.20	1.04	0.09	0.9	16.3	1.94	23.82	7.96				大竹圍二號護岸		2	雙春橋下	
29	6180	45.58	53.51	54.66	-3.42	-4.57	0.69	0.69	0.34	0.01	1.59	0.13	0.74	0.18	4.7	14.9	1.94	23.82	8.36	獅埜護岸					2	雙春橋上	
30	6402	47.01	53.18	53.51	-2.71	-3.04	0.65	0.65	0.65	0.02	3.05	0.29	0.31	0.21	5.2	11.1	1.94	9.33	4.65						2		
31	6714	48.54	53.37	53.61	-1.21	-1.45	0.76	0.76	0.52	0.03	2.68	0.32	1.07	0.88	5.8	10.3	1.87	34.16	4.31								
31.1	6907	50.87	54.26	56.69	-1.45	-3.88	0.99	0.99	0.89	0.90	2.52	1.61	1.86	0.96	2.8	1.9	1.87	34.16	10.95			1					
32.1	6926	51.26	56.32	56.48	-3.04	-3.20	0.43	0.43	1.00	0.00	4.14	0.53	0.04	0.29	3.2	3.9	1.87	34.16	4.24	下厝仔護岸		1	大竹圍護岸			永義橋下	出水高不足
32	6948	51.09	56.35	56.48	-2.47	-2.60	0.53	0.53	0.55	0.04	2.76	0.47	0.26	0.22	0.9	4.0	1.87	20743.87	3.58			1				永義橋上	橋長不足
33.1	7283	52.01	57.06	57.52	-1.57	-2.03	0.68	0.68	0.57	0.01	3.03	0.42	0.11	0.48	3.2	5.5	1.32	80.50	1.30							善普橋下	出水高不足
33	7297	52.08	57.08	57.50	-1.53	-1.95	0.72	0.72	0.56	0.01	2.99	0.38	0.12	0.47	2.9	5.0	1.32	80.50	1.47							善普橋上	橋長不足
34	7528	52.94	57.48	57.30	-0.77	-0.59	0.77	0.77	0.49	0.02	2.41	0.16	1.14	0.17	5.4	8.1	1.32	31.15	8.24				水坑二號護岸		1		
34.1	7728	56.31	58.65	59.02	-0.75	-1.12	0.36	0.36	0.96	0.04	3.40	0.33	0.68	0.32	1.4	3.4	1.31	43.98	7.17	下厝仔護岸		1			1		

表 4-12　獅子頭溪危險因子評估結果總表

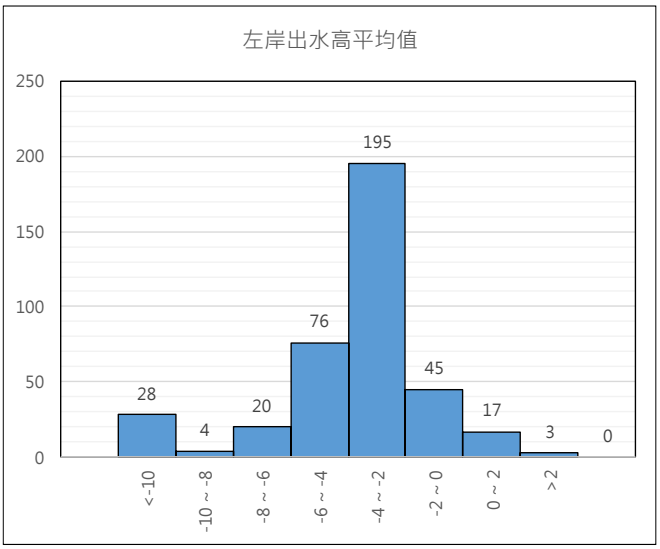
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		延時 24 小時				延時 24 小時				延時 24 小時		灘地寬度(m)		蜿蜒度	曲率	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討	
					出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速		底床沖淤前後變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數		
			左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸											
35	7855	56.72	61.67	61.12	-1.97	-1.42	0.27	0.27	0.82	0.04	2.86	0.45	0.03	0.38	4.0	0.4	1.28	49.10	4.37						2		
36.1	8110	58.87	62.64	62.60	-0.81	-0.77	0.51	0.51	0.65	0.07	3.39	0.65	-0.85	0.49	2.6	2.9	1.82	9.69	1.47	下厝仔護岸		2	水坑護岸		2	正大橋下	樑底淹沒
36	8122	58.39	62.62	62.66	-0.35	-0.39	0.78	0.78	0.44	0.03	2.56	0.37	-0.61	0.44	2.2	4.0	1.82	9.69	3.16	護岸		2			2	正大橋上	橋長不足
37	8247	59.74	63.82	63.81	-1.09	-1.08	0.78	0.78	0.76	0.11	3.34	0.03	-0.71	0.30	1.1	3.9	1.82	12.10	2.81						2		
38	8643	61.83	64.04	64.14	0.94	0.84	0.47	0.47	0.50	0.02	2.47	0.32	1.34	1.04	3.2	4.1	2.30	5.38	2.11								
39.1	8812	62.32	66.80	66.81	-1.29	-1.30	0.50	0.50	0.45	0.06	2.30	0.43	-0.05	0.44	7.3	3.5	2.30	9.83	1.14			1			1	金谷橋下	樑底淹沒
39	8833	62.22	66.81	66.83	-1.11	-1.13	0.61	0.61	0.34	0.04	1.89	0.35	0.36	0.48	3.1	2.5	2.30	9.83	1.07			1			1	金谷橋上	橋長不足
40.1	8960	62.64	67.28	67.27	-1.36	-1.35	0.64	0.64	0.54	0.02	2.64	0.31	-0.05	0.51	6.6	3.9	2.29	47.79	2.20			1			1	行照橋下	樑底淹沒
40	8978	62.46	67.24	67.23	-1.20	-1.19	0.75	0.75	0.56	0.05	2.65	0.16	-0.27	0.44	8.7	3.4	2.29	47.79	2.21			1			1	行照橋上	橋長不足
41	9150	63.99	67.46	66.40	-0.51	0.55	0.57	0.57	0.83	0.13	4.13	0.70	-0.80	0.93	3.0	7.0	2.29	44.50	2.38			1			1		
41.1	9209	63.06	67.83	67.73	0.04	0.14	0.67	0.67	0.25	0.04	1.57	0.34	1.52	0.55	3.5	4.2	2.29	1.91	2.16			1			1		
42.3	9315	65.18	69.59	69.59	-1.57	-1.57	0.57	0.57	1.18	0.22	5.64	1.16	-1.82	0.96	1.7	2.0	3.28	1.52	1.18			1	金谷橋護岸		1	民意橋下	樑底淹沒
42	9339	65.13	69.55	69.32	0.02	0.25	1.27	1.27	0.53	0.19	2.90	0.58	-1.86	0.66	2.0	2.6	3.28	1.52	1.47			1			1	民意橋上	橋長不足
42.4	9408	65.61	68.99	69.01	1.06	1.04	1.01	1.01	0.30	0.05	1.81	0.12	-0.82	0.54	2.1	2.5	3.28	1.52	1.98			1			1	仁信橋下	樑底淹沒
42.1	9423	65.60	68.97	69.09	0.99	0.87	1.02	1.02	0.50	0.14	2.86	0.28	-2.04	0.61	3.6	3.3	3.28	3.27	1.28			1			1	仁信橋上	橋長不足
42.2	9583	67.76	69.15	70.04	1.77	0.88	0.52	0.52	0.58	0.07	3.00	0.12	-4.19	1.44	4.3	4.1	3.28	2.12	1.59			1			1		
43	9645	67.67	70.46	71.39	0.90	-0.03	0.47	0.47	0.34	0.02	1.78	0.07	0.05	0.63	1.8	5.5	3.28	3.13	3.09			1			1		
44.1	9838	69.41	74.09	74.01	-2.54	-2.46	0.23	0.23	0.86	0.22	3.70	1.05	0.31	0.07	1.8	4.0	1.32	11.66	3.74			1			1	恩典橋下	出水高不足
44	9863	69.46	74.04	74.07	-2.14	-2.17	0.47	0.47	0.81	0.05	3.68	0.58	0.00	0.00	2.7	3.3	1.32	11.66	2.10			1			1	恩典橋上	橋長不足

表 4-13　濁水溪危險因子評估結果總表

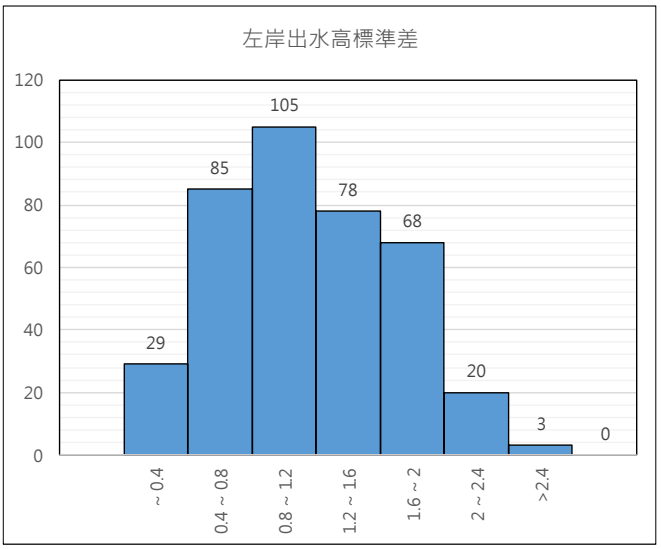
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		延時 24 小時				延時 24 小時				延時 24 小時		灘地寬度(m)		蜿蜒度	曲率	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討
					出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速		底床沖淤前後變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數	
			左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸										
1	0	59.04	65.27	67.44	-2.27	-4.44	0.51	0.51	1.71	0.56	7.39	2.25	0.00	0.00	32.02	13.86	1.53	56.47	7.62							
2.1	98	64.05	69.09	68.81	-1.27	-0.99	0.48	0.48	1.00	0.00	4.11	0.55	-2.92	0.15	0.21	30.82	1.53	21.98	19.48							
2	210	60.40	68.25	67.40	0.52	1.37	0.72	0.72	0.14	0.04	1.09	0.30	0.84	0.11	43.19	24.55	1.53	21.98	13.78							
3.1	353	61.17	70.81	70.57	-2.06	-1.82	0.71	0.71	0.32	0.05	1.95	0.44	-2.61	0.77	5.92	72.14	1.53	7.62	6.05	鹿滿四號護岸		1				森林鐵路橋下
3	364	60.58	70.65	70.93	-1.87	-2.15	0.72	0.72	0.29	0.05	1.87	0.44	-2.44	0.77	6.96	72.02	1.53	7.62	5.38							森林鐵路橋上
4	620	65.64	69.98	69.40	-0.85	-0.27	0.79	0.79	0.49	0.03	2.36	0.19	-1.09	0.14	32.05	87.44	2.01	2.24	18.65							
5	800	69.40	72.82	72.49	-1.53	-1.20	0.34	0.34	1.00	0.00	3.45	0.43	-0.43	0.71	13.65	55.14	2.01	4.05	53.91							
6	944	69.49	73.62	74.04	-0.98	-1.40	0.45	0.45	0.56	0.08	2.72	0.60	-0.91	0.20	11.08	35.09	2.01	4.56	11.96							
7	1184	71.14	73.38	75.11	0.70	-1.03	0.43	0.43	0.77	0.08	3.13	0.23	0.56	1.46	21.06	21.55	2.01	2.16	13.49							
8	1392	74.32	79.57	78.91	-3.05	-2.39	0.48	0.48	0.99	0.04	4.05	0.55	-0.39	0.12	0.20	18.01	2.01	5.60	10.21	鹿滿三號護岸		2				
9	1599	75.97	81.53	80.72	-2.57	-1.76	0.53	0.53	0.65	0.01	2.78	0.38	-0.28	0.17	14.41	4.01	1.65	6.21	10.82				下溪心堤防		3	
10	1813	77.92	81.90	82.44	-1.30	-1.84	0.41	0.41	0.89	0.04	3.50	0.54	-0.32	0.12	21.12	16.85	1.65	59.63	12.85							
11.1	1994	78.38	86.83	87.30	-4.34	-4.81	0.51	0.51	0.66	0.03	2.90	0.45	-0.32	0.22	7.71	26.68	1.65	231.44	5.76	鹿滿二號護岸		2	水景頭二號護岸			興產橋下
11	2027	79.69	86.81	86.66	-4.09	-3.94	0.56	0.56	0.57	0.01	2.60	0.38	-0.20	0.21	8.98	22.47	1.65	231.44	7.10							興產橋上
12	2313	80.46	86.38	87.83	-2.13	-3.58	0.54	0.54	0.74	0.07	3.53	0.63	-0.75	0.49	5.12	9.13	1.65	9.67	5.93							
13	2569	81.67	87.14	88.22	-0.91	-1.99	0.71	0.71	0.65	0.01	3.14	0.39	0.68	0.21	18.16	8.67	2.34	6.09	6.30	鹿滿一號護岸		2				
14	2821	85.92	95.37	91.29	-6.95	-2.87	0.45	0.45	0.99	0.02	3.70	0.36	-0.93	0.25	0.07	25.47	2.34	5.83	5.51							
15	3111	89.28	93.60	97.88	-2.03	-6.31	0.33	0.33	0.57	0.01	1.93	0.24	-0.06	0.04	3.23	24.67	2.34	34.09	10.98				水景頭一號護岸			
16.1	3346	89.87	99.64	100.46	-7.08	-7.90	0.41	0.41	0.46	0.06	2.04	0.42	0.10	0.03	0.12	19.57	1.53	8.91	5.17	坑內護岸		1				紫雲橋下
16	3360	89.81	99.62	100.48	-7.02	-7.88	0.43	0.43	0.55	0.05	2.45	0.48	-0.09	0.09	0.13	24.69	1.53	8.91	5.14							紫雲橋上
17	3546	90.82	101.00	103.12	-7.43	-9.55	0.53	0.53	0.64	0.02	2.72	0.35	-0.06	0.02	6.90	0.11	1.53	24.18	7.52							
18	3807	92.51	98.34	97.34	-3.19	-2.19	0.51	0.51	0.52	0.01	2.19	0.28	-0.01	0.01	3.77	6.46	1.53	10.64	7.64							
19	4131	94.50	98.09	98.88	-0.88	-1.67	0.38	0.38	0.66	0.02	2.15	0.14	0.04	0.04	13.54	10.61	2.24	2.42	19.48							
20.1	4392	95.32	102.47	101.76	-3.74	-3.03	0.40	0.40	0.46	0.05	2.08	0.43	-0.02	0.06	0.10	10.37	2.24	5.35	5.18			3			4	過溪橋下
20	4405	96.64	102.47	102.99	-3.62	-4.14	0.44	0.44	0.59	0.01	2.43	0.36	-0.20	0.11	0.10	12.73	2.24	5.35	5.87	內埔護岸			過溪一號護岸			過溪橋上
21	4637	96.05	102.45	105.54	-2.46	-5.55	0.51	0.51	0.42	0.03	1.98	0.36	0.02	0.01	13.70	12.09	1.66	33.03	4.49							
22	4841	97.57	103.30	102.27	-2.59	-1.56	0.55	0.55	0.51	0.02	2.34	0.34	-0.02	0.02	0.08	20.87	1.79	12.64	5.98							
23	5184	97.89	101.62	100.80	0.63	1.45	0.56	0.56	0.49	0.02	2.40	0.38	0.39	0.28	14.24	31.47	1.92	7.08	7.25							
24	5470	103.42	105.79	107.07	-0.01	-1.29	0.44	0.44	0.91	0.09	3.40	0.15	-0.34	0.18	16.54	0.08	1.92	4.23	10.15							
25	5867	104.96	108.22	107.20	-0.07	0.95	0.44	0.44	0.39	0.05	1.85	0.39	0.23	0.06	8.76	9.70	1.82	7.51	12.49							
26.4	6090	107.56	113.07	113.08	-3.85	-3.86	0.38	0.38	0.90	0.13	2.85	0.19	0.09	0.11	5.32	8.44	1.23	27.69	8.71							心欣橋下
26	6104	107.39	113.06	113.02	-3.54	-3.50	0.35	0.35	0.62	0.03	2.24	0.33	0.22	0.18	4.59	9.47	1.23	27.69	8.47							心欣橋上
27	6374	107.29	113.67	115.90	-2.27	-4.50	0.40	0.40	0.61	0.06	2.64	0.51	0.34	0.05	9.10	4.35	1.94	26.97	4.14							
28	6592	111.12	114.90	116.78	-1.55	-3.43	0.49	0.49	0.90	0.01	3.67	0.45	-0.09	0.03	11.10	2.78	1.94	7.96	6.08			1			4	
29	6873	115.32	119.92	119.46	-2.74	-2.28	0.39	0.39	0.73	0.02	2.80	0.41	-0.13	0.05	0.07	8.04	1.94	14.25	9.32	溪洲護岸			新高護岸			
30.1	7104	118.00	125.77	125.88	-5.24	-5.35	0.24	0.24	1.05	0.06	3.32	0.57	-0.71	0.30	0.05	7.31	1.73	10.81	5.82							東昇橋下
30	7118	118.09	125.76	125.84	-4.71	-4.79	0.33	0.33	0.65	0.03	2.40	0.39	0.74	0.30	2.88	7.30	1.73	10.81	5.94							東昇橋上
31.1	7381	122.08	126.37	126.42	-2.71	-2.76	0.17	0.17	3.82	0.32	8.67	0.74	-0.39	0.31	12.62	1.90	1.44	6.77	7.55							
31.2	7427	127.64	131.60	131.74	-2.22	-2.36	0.47	0.47	1.00	0.00	3.85	0.46	-3.03	1.42	0.06	3.97	1.44	6.77	9.01							
31	7556	122.00	125.40	125.51	4.82	4.71	0.64	0.64	0.06	0.02	0.52	0.15	1.41	0.62	14.28	0.17	1.44	6.77	9.33							
32.1	7642	127.69	136.25	136.25	-5.56	-5.56	0.50	0.50	1.06	0.06	4.02	0.48	-1.38	1.31	9.05	7.62	1.44	22.19	5.12	溪洲護岸			溪坪護岸			塘興橋下
32	7664	127.94	136.31	136.34	-4.92	-4.95	0.75	0.75	0.65	0.09	2.87	0.35	0.44	0.28	6.85	9.19	1.44	22.19	5.22							塘興橋上
33	7957	133.25	137.43	136.85	-1.45	-0.87	0.49	0.49	1.03	0.09	3.81	0.25	0.05	0.12	5.54	10.88	1.63	12.28	7.56							
34.2	8143	140.29	143.86	143.82	-2.32	-2.28	0.12	0.12	2.09	0.44	6.13	1.61	-0.63	0.49	8.54	0.10	1.63	37.26	7.92				溪坪二號護岸		1	東安橋下
34	8156	140.34	143.82	143.85	-2.61	-2.64	0.19	0.19	4.18	0.30	9.88	0.82	0.59	0.44	10.41	0.12	1.63	37.26	8.05							東安橋上
34.1	8254	150.73	153.30	153.47	-1.42	-1.59	0.23	0.23	1.00	0.00	2.89	0.39	-0.21	0.06	13.19	3.44	1.63	37.26	22.81							
35	8487	154.72	156.92	158.44	-0.49	-2.01	0.20	0.20	0.89	0.06	2.57	0.45	-0.05	0.04	9.79	6.68	1.17	40.07	24.97							
36.1	8743	159.13	164.52	165.48	-3.12	-4.08	0.30	0.30	1.00	0.00	3.30	0.43	-0.08	0.02	18.28	4.59	1.25	69.32	6.63				大圍一號護岸			仁博橋下
36	8775	159.42	166.85	167.41	-4.98	-5.54	0.37	0.37	0.61	0.04	2.40	0.41	0.00	0.00	19.80	3.54	1.25	69.32	5.77							仁博橋上

表 4-14　清水溪危險因子評估結果總表

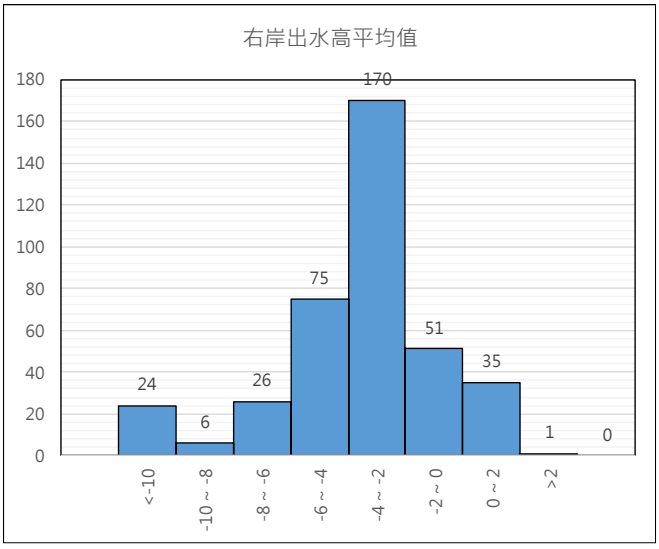
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		延時 24 小時				延時 24 小時				延時 24 小時		灘地寬度(m)		蜿蜒度	曲率	河槽寬深比	左岸			右岸			跨河構造物檢討		
					出水高平均		出水高標準差		福祿數		流速		底床沖淤前後變化(m)							建造物	待建堤段	災損次數	建造物	待建堤段	災損次數			
			左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸												
1	0	65.67	70.27	70.35	-0.64	-0.72	0.68	0.68	0.54	0.00	2.71	0.25	0.02	0.13	25.01	32.91	1.46	179.38	8.15			2			4			
2.1	129	65.49	75.23	75.59	-5.06	-5.42	0.64	0.64	0.65	0.03	2.93	0.12	0.18	0.12	6.07	26.43	1.46	122.70	5.86	坑仔內護岸		2			4	長福橋下		
2	172	66.39	75.45	74.99	-5.00	-4.54	0.68	0.68	0.58	0.06	2.42	0.06	0.85	0.35	3.24	36.07	1.46	122.70	6.88			2	鹿滿護岸		4	長福橋上		
3	291	68.64	72.71	78.14	-1.66	-7.09	0.42	0.42	0.97	0.03	3.70	0.30	0.73	0.46	3.24	14.16	1.46	29.22	7.04						4			
4	560	70.77	75.29	74.15	-1.54	-0.40	0.42	0.42	0.71	0.05	3.07	0.42	0.06	0.22	17.16	15.37	1.46	6.42	9.84						4			
5	766	72.56	78.11	79.27	-2.54	-3.70	0.40	0.40	0.99	0.01	3.83	0.40	-0.50	0.10	7.73	9.36	1.46	45.39	8.49									
6	933	74.15	80.17	80.67	-2.70	-3.20	0.54	0.54	0.58	0.03	2.51	0.21	0.11	0.02	3.30	17.32	1.46	5.15	8.50									
7	1173	78.46	84.66	84.76	-3.86	-3.96	0.40	0.40	1.00	0.00	3.58	0.26	-0.30	0.13	12.74	8.15	1.32	18.74	9.32							仁民橋下		
7.1	1225	78.37	84.76	84.76	-3.30	-3.30	0.47	0.47	0.63	0.03	2.52	0.21	0.39	0.41	19.65	20.27	1.32	18.74	9.28							仁民橋上		
8	1482	80.73	85.85	85.46	-2.11	-1.72	0.56	0.56	1.00	0.00	4.33	0.35	-0.62	0.34	2.45	3.37	1.25	33.22	7.15									
9.1	1793	83.63	91.63	91.50	-4.81	-4.68	0.58	0.58	0.56	0.00	2.51	0.20	-0.11	0.09	4.98	4.55	1.60	9.25	6.21							坑內橋下		
9	1811	84.15	91.68	91.63	-4.72	-4.67	0.59	0.59	0.57	0.02	2.51	0.18	0.83	0.24	5.28	4.28	1.60	9.25	6.76							坑內橋上		
10	2016	85.93	93.32	94.42	-5.21	-6.31	0.42	0.42	0.89	0.10	3.07	0.10	0.10	0.13	14.68	3.63	1.60	5.82	6.12	下坑堤防								
11	2230	87.62	94.46	92.33	-4.29	-2.16	0.28	0.28	0.72	0.09	2.89	0.55	-0.05	0.08	7.62	6.06	1.60	12.53	5.55						2			
12	2451	89.51	93.85	94.62	-1.61	-2.38	0.49	0.49	0.95	0.05	3.53	0.12	0.09	0.03	9.96	14.91	1.60	6.40	7.65				紫雲護岸		2			
13	2704	92.58	96.82	97.45	-1.38	-2.01	0.37	0.37	0.83	0.07	3.19	0.40	0.08	0.09	10.09	10.49	1.58	23.79	7.09						1			
14	2917	96.04	101.09	100.11	-3.15	-2.17	0.32	0.32	1.33	0.01	4.49	0.38	-0.37	0.20	5.82	4.68	1.58	22.67	6.93				坑口堤防		1			
14.1	3014	98.90	101.34	103.12	-0.84	-2.62	0.26	0.26	1.00	0.00	3.24	0.36	-0.40	0.11	6.25	3.45	1.58	22.67	11.82									
15	3200	100.14	103.44	106.35	-1.04	-3.95	0.33	0.33	0.64	0.04	2.53	0.39	-0.25	0.15	11.77	2.84	1.58	10.95	7.11									
16	3434	102.21	104.83	105.18	-0.65	-1.00	0.34	0.34	0.85	0.04	2.86	0.19	0.17	0.09	6.81	10.75	1.64	39.21	14.42									
17	3723	105.54	110.40	110.09	-3.12	-2.81	0.24	0.24	0.76	0.06	2.69	0.45	-0.39	0.17	9.29	18.10	1.85	4.96	9.19			4						
18	3870	106.30	111.36	111.66	-2.63	-2.93	0.35	0.35	0.81	0.03	2.95	0.33	-0.43	0.19	25.72	0.08	1.85	75.88	7.20			4	坑口護岸					
19	4043	108.80	113.56	116.05	-3.04	-5.53	0.33	0.33	0.70	0.01	2.43	0.23	0.22	0.06	26.50	2.41	1.85	4.54	15.15			4						
20.2	4247	111.37	117.50	117.58	-3.31	-3.39	0.49	0.49	1.00	0.00	4.04	0.32	-0.08	0.68	12.81	1.57	1.85	23.33	2.93	舊社護岸		4						
20	4265	112.09	117.48	117.57	-2.50	-2.59	0.57	0.57	0.47	0.01	2.28	0.29	0.47	0.83	10.78	1.82	1.85	23.33	3.28			4	舊社護岸		4	無名橋下	樑底淹沒	
20.1	4324	114.46	118.04	117.42	-1.54	-0.92	0.27	0.27	1.00	0.00	3.31	0.39	1.14	1.16	1.96	2.07	1.85	23.33	7.80			4			4	無名橋上		
21	4523	117.26	121.32	121.51	-2.00	-2.19	0.33	0.33	0.76	0.05	3.01	0.47	0.34	0.08	6.27	4.78	1.28	67.87	4.99			4						
22	4769	122.79	126.77	126.28	-2.30	-1.81	0.25	0.25	1.17	0.05	3.97	0.59	-0.35	0.21	2.43	10.26	1.28	75.44	5.44									
23	4979	127.32	130.89	131.17	-1.79	-2.07	0.30	0.30	1.00	0.00	3.52	0.42	-0.38	0.35	6.72	9.84	1.20	60.11	7.22									
24	5159	130.26	133.40	133.42	-1.20	-1.22	0.26	0.26	1.02	0.07	3.57	0.55	-0.67	0.55	7.03	6.89	1.20	39.98	6.99									
25	5404	135.33	145.46	143.56	-8.68	-6.78	0.32	0.32	1.04	0.05	3.71	0.43	0.03	0.39	7.62	12.09	1.18	63.48	11.38			2						
26.1	5586	139.18	144.36	144.33	-3.22	-3.19	0.25	0.25	1.35	0.12	4.30	0.56	-1.01	0.46	6.50	7.49	1.18	100.19	4.38			2				輝和橋下		
26	5593	138.74	144.41	144.47	-2.65	-2.71	0.34	0.34	0.74	0.03	2.87	0.40	0.95	0.26	8.48	7.56	1.18	100.19	4.04	菜公店堤防		2				輝和橋上	出水高不足	
27	5820	143.20	147.39	148.16	-2.14	-2.91	0.34	0.34	1.10	0.01	4.01	0.44	-0.03	0.06	13.60	3.82	1.30	36.67	5.15			2	頂埔堤防					
28	5986	148.03	152.71	151.93	-3.02	-2.24	0.22	0.22	1.34	0.06	4.24	0.62	-0.59	0.30	9.86	4.51	1.31	68.69	5.26			2						
29.1	6145	152.14	157.80	157.73	-3.72	-3.65	0.34	0.34	1.01	0.02	3.70	0.42	-1.78	0.80	3.39	4.17	1.31	18.05	3.55			2				自強橋下		
29	6177	152.14	157.09	157.02	-2.12	-2.05	0.42	0.42	0.60	0.03	2.61	0.38	0.69	0.37	3.91	6.07	1.31	18.05	3.82			2				自強橋上		
30.1	6383	158.24	165.52	165.36	-5.65	-5.49	0.32	0.32	1.11	0.07	4.12	0.56	-1.06	0.43	5.79	6.94	1.35	17.62	2.69			1			1	後湖橋下		
30	6414	158.35	163.76	164.29	-3.17	-3.70	0.42	0.42	0.55	0.04	2.44	0.38	0.05	0.03	4.29	15.91	1.35	17.62	3.30			1			1	後湖橋上		
31	6660	167.13	171.28	171.38	-2.38	-2.48	0.32	0.32	1.35	0.07	3.78	0.39	-0.03	0.04	3.10	6.43	1.29	5.21	13.48			1			1			
32	6829	171.60	175.08	174.99	-1.75	-1.66	0.34	0.34	1.01	0.02	3.85	0.50	-0.14	0.04	3.44	5.06	1.29	25.63	4.79	頂埔護岸		1	頂埔護岸		1			
32.1	7005	175.81	181.12	181.26	-3.44	-3.58	0.44	0.44	1.45	0.12	5.24	0.24	-0.16	0.05	5.30	2.34	1.30	25.63	3.57			1			1			
33.1	7088	179.72	186.38	186.11	-5.11	-4.84	0.26	0.26	1.00	0.00	3.04	0.28	0.00	0.00	6.20	8.74	1.30	25.63	5.72			1			1	清水橋下		
33	7113	179.88	186.84	186.11	-5.11	-4.38	0.28	0.28	0.69	0.03	2.41	0.34	0.00	0.00	8.11	13.49	1.30	13.43	5.55			1			1	清水橋上		



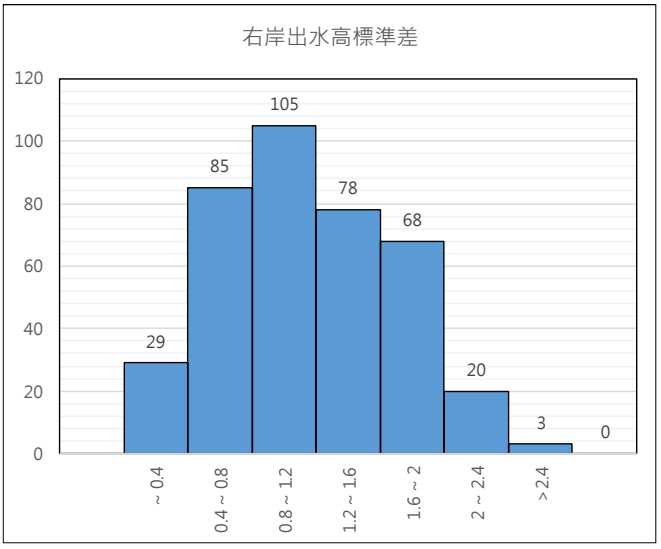
(a) 左岸出水高平均值



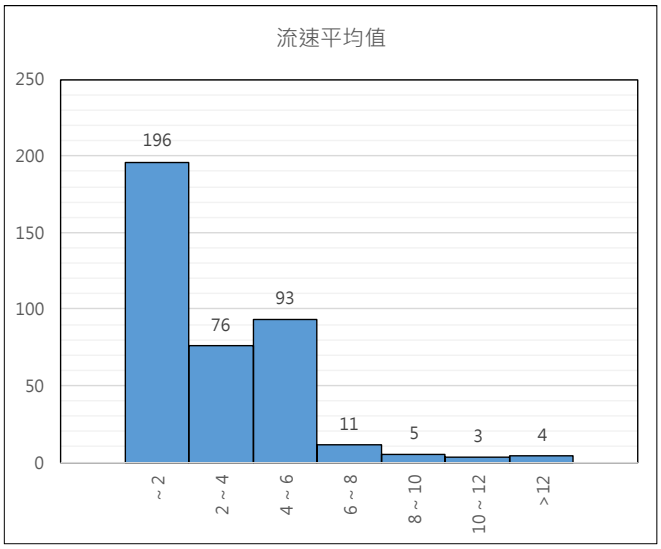
(b) 左岸出水高標準差



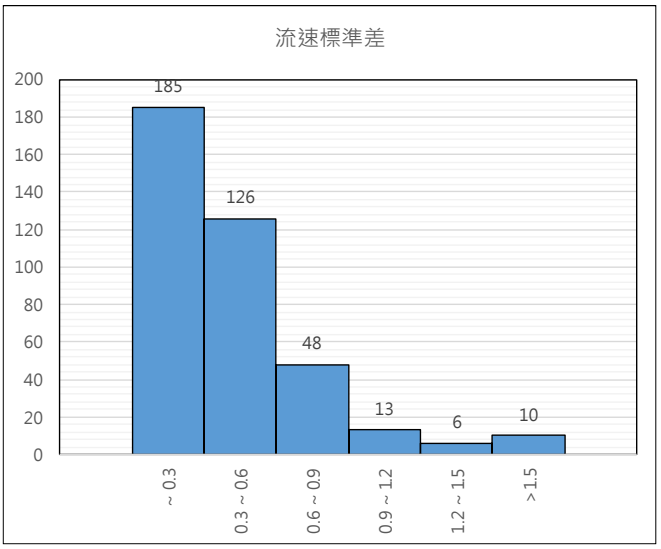
(c) 右岸出水高平均值



(d) 右岸出水高標準差

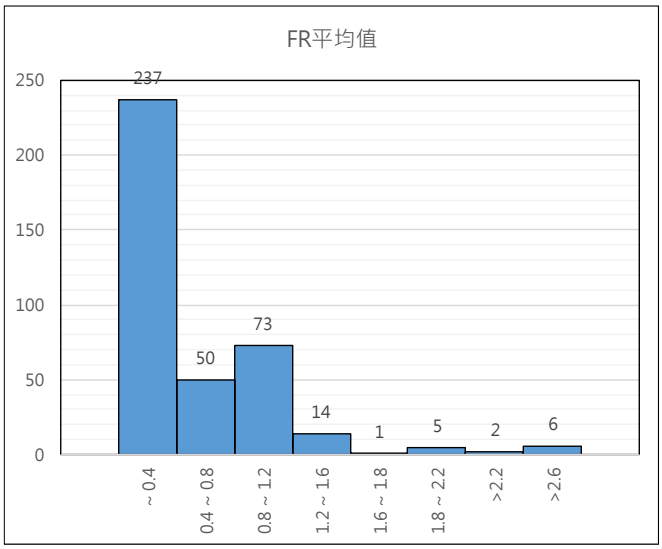


(e) 流速平均值

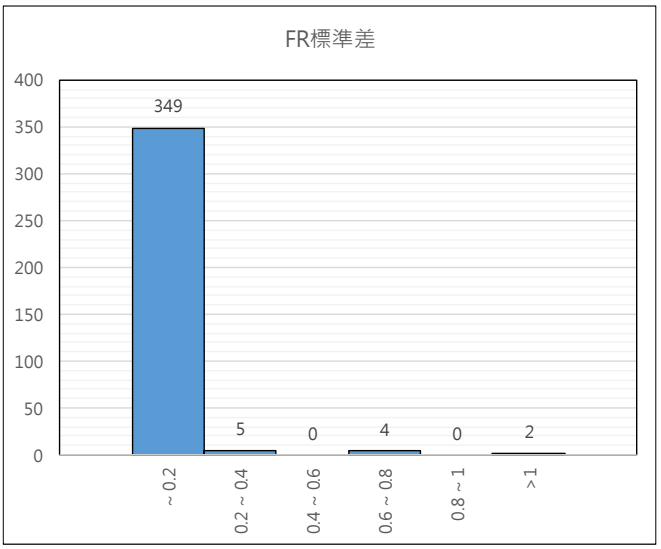


(f) 流速標準差

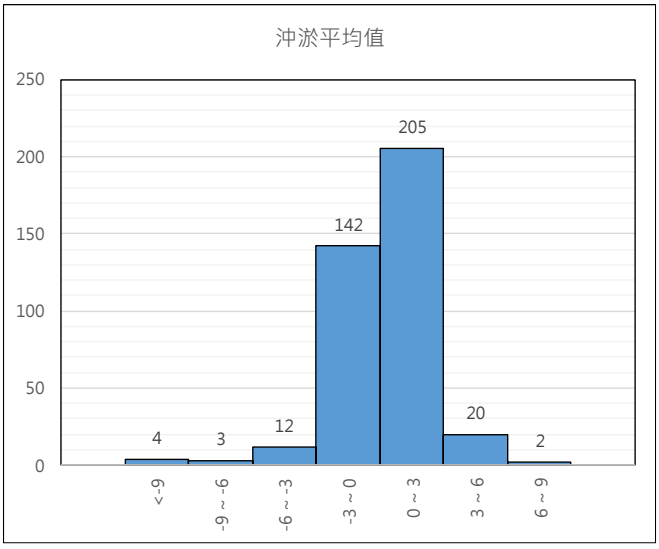
圖 4-8 危險因子統計分布圖(1/3)



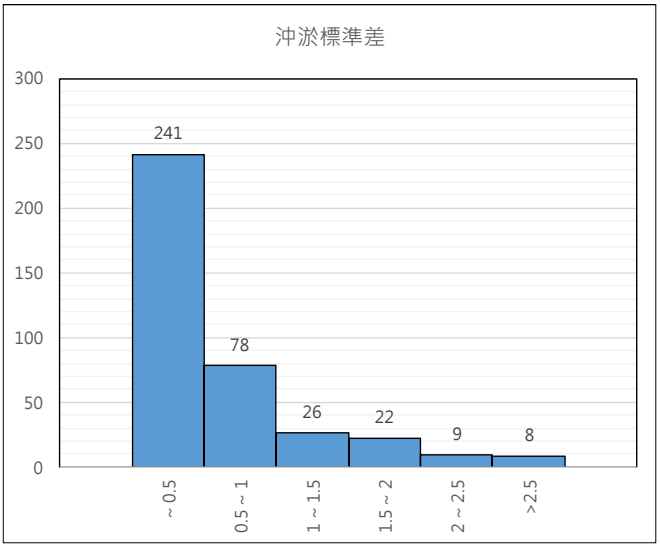
(g) 福祿數平均值



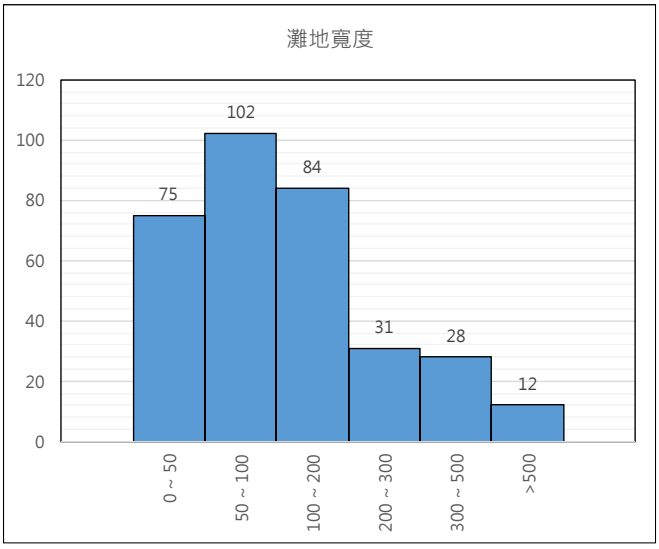
(h) 福祿數標準差



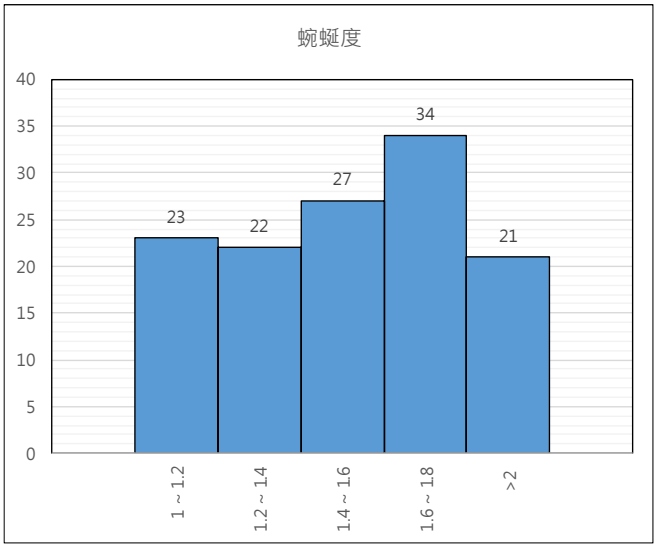
(i) 沖淤變化深度平均值



(j) 沖淤變化深度標準差

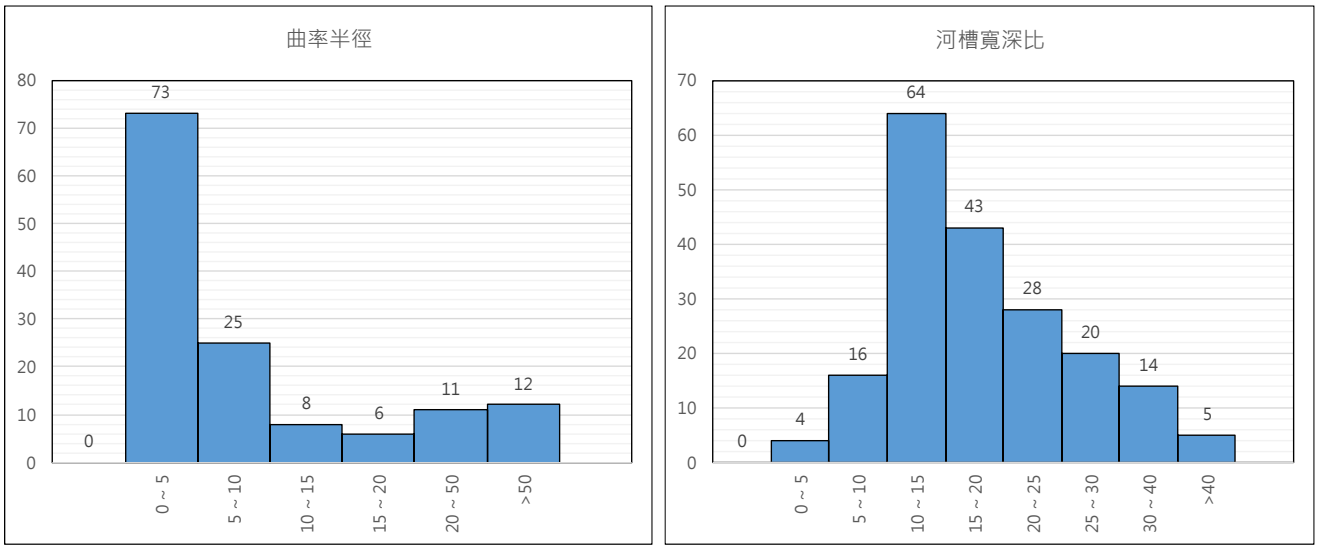


(k) 灘地寬度



(l) 蜿蜒度

圖 4-8　危險因子統計分布圖(2/3)



(m) 曲率半徑　　(n) 河槽寬深比

圖 4-8　危險因子統計分布圖(3/3)

九、危險因子評分標準訂定

計畫於本階段共針對上述 11 項危險因子進行分析評估，其評估結果彙整如表 4-11 所示，並分別針對有量化數據之因子繪製分佈圖，如圖 4-8 所示，藉由分佈圖可知朴子溪各項因子可能發生的事件分佈情形，後續進一步訂定朴子溪流域常態下的門檻值後，即可知有多少機率會發生超過常態平均值的事件，此外，亦須判定各因子之影響重要性，如洪水位，當洪水位超過堤頂高程時，該河段即需判釋為高風險河段，其他重要性程度較低之因子則採綜合考量方式處理，作為後續判釋後續河段危險程度之基礎，並再針對高風險河段進行潰堤演算、二維水理輸砂分析、脆弱度評估等分析，以利風險評量及處理對策之提擬。

風險分析的危險度中又可以分為由溢淹、潰堤及現況保護不足所造成的危險條件，而潰堤又與水力沖刷條件有關，故本計畫將前述幾項危險因子分門別類，按因子特性分為(A)溢淹可能性、(B)現況保護條件及(C)沖刷可能性三個指標，並將三者綜合評估為危險度，計算方式說明如下。

(一)溢淹可能性

溢淹可能性與洪水位、水位變動劇烈程度、淤積深度等有關，設定為指標 A 作為評估參數。

1.洪水位

藉由一維水理不同重現期洪水位分析結果之平均值與現況堤頂高程差，差值以 0 公尺、2 公尺為界，分別設定 0、1、2 的級距代表分數，當洪水位平均值(2~200 年各重現期洪水位平均值)高於堤頂高則溢淹機率大，差值介於 2 公尺之內則代表保護標準較不足，此外若該斷面橋梁評估結果出水高不足，則溢淹可能性分數取最高。

表 4-15　危險因子—洪水位分級標準

平均值(洪水位-堤防高)	≤ -2 m	-2 m ~ 0 m	≥ 0 m	橋梁出水高不足
分數	0	1	2	2
危險程度	低	中	高	高

2.水位變動程度

由於各通水斷面寬深形狀不一，增加同等流量時水位的漲幅不一定相同，故本項主要利用一維水理不同重現期洪水位分析結果之標準差，以鑑別水位再不同流量條件下變動程度較劇烈的斷面，其標準差越大表示變動幅度較高，洪水有較大的可能性漫淹過堤頂。以 1.5 公尺為界，設定 1、2 的級距代表分數。

表 4-16　危險因子—水位變動程度分級標準

標準差(洪水位-堤防高)	≤ 1.5 m	> 1.5m
分數	1	2
危險程度	偏低	偏高

3.淤積深度

除了洪水位能反映溢淹風險以外，另外底床的淤積亦會造成通洪斷面縮減，造成水位抬升，淤積嚴重則有溢堤風險，故取一維水理輸砂模式不同重現期模擬底床的[淤積深度]成果數據作判斷。以 0 公尺、3 公尺為界，設定 1、2、3 的級距代表分數。

表 4-17　危險因子—淤積深度分級標準

平均值(沖刷/淤積深度)	< 0 m	0 m ~ 3 m	≥ 3 m
分數	1	2	3
危險程度	低	中	高

將上述三項危險因子分級計算分數後，採三者的乘積作為指標 A，計算公式如下。指標 A 的分數將會介於 0~12 間，並將溢淹可能性分為三等級，分別為低度溢淹可能性 A<=4、中度溢淹可能性 4<A<=8、高度溢淹可能性 A>8，朴子溪主、支流分析結果分別如圖 4-9~圖 4-11、圖 4-18、圖 4-21、表 4-27~表 4-30 所示。

指標 A = [洪水位] × [水位變動程度] × [淤積深度]

(二)現況保護條件

現況保護條件與現況堤防佈設有無、災修頻率等有關，設定為指標 B。

1.現況河段是否有保護

以 108 年核定版治理計畫之[待見堤防]為依據，若河段經評估有待見堤防、表示存在溢淹風險。分別設定有為 1、無設定為 0 代表分數。

表 4-18　危險因子—待建堤防有無分級標準

待建堤防有無	有	無
分數	1	0
危險程度	偏高	偏低

2.歷史統計堤防受災程度

以歷年防洪記載表紀錄之[堤防災損次數]為依據，評估該堤段於歷史上受水流衝擊的機率高低。以 0 次、2 次為界，設定 0、1、2 的級距代表分數。

表 4-19　危險因子—災修頻率分級標準

堤防災損次數	≤0 次	0 次 ~2 次	≥2 次
分數	0	1	2
危險程度	低	中	高

將上述兩項危險因子分級計算分數後，採兩者的乘積作為指標 B，指標 B 的分數將會介於 0~2(兩者乘積為 0、1、2)間，並將現況保護條件分為三等級，分別為 0 代表現況無保護缺口、1 代表現況有保護缺口且災害頻率中等、2 代表現況有保護缺口且災害頻率高，朴子溪主、支

流分析結果分別如圖 4-12~圖 4-14、圖 4-19、圖 4-22、表 4-27~表 4-30 所示。

指標 B = [現況河段是否有保護] × [歷史統計堤防受災程度]

(三)沖刷可能性

沖刷可能性分別與水力條件與河道物理特性有關，其中水力條件包含：流速、福祿數、底床沖刷深度，河道物理特性包含：蜿蜒度、曲率、寬深比、灘地寬度等，本計畫將沖刷可能性設定為指標 C 作為評估參數。

1.流速

流速越高，兩岸受沖刷可能性越高，故藉由一維水理不同重現期流速分析結果之平均值為依據，以 3 公尺/秒、6 公尺/秒為界，分別設定 1、2、3 的級距代表分數。

表 4-20　危險因子—流速分級標準

流速	≤ 3 m/s	3 m/s ~ 6 m/s	≥ 6 m/s
分數	1	2	3
危險程度	低	中	高

2.福祿數

福祿數可視為流速與臨界流速之比值，與流速相同當數值越高，兩岸受沖刷可能性亦越高，故藉由一維水理不同重現期福祿數分析結果之平均值為依據，以 0.8、1.2 為界，分別設定 1、2、3 的級距代表分數。

表 4-21　危險因子—福祿數分級標準

福祿數	≤ 0.8	0.8 ~ 1.2	≥ 1.2
分數	1	2	3
危險程度	低	中	高

3.底床沖刷深度

底床沖刷對堤防基腳安全性有影響，故以一維水理輸砂模式不同重現期模擬底床的[沖刷深度]分析成果數據作判斷，以 0 公尺、3 公尺為界，設定 1、2、3 的級距代表分數。

表 4-22　危險因子—底床沖刷深度分級標準

沖刷深度	≤ 0 m	0 m ~ 3 m	≥ 3 m
分數	1	2	3
危險程度	低	中	高

4.蜿蜒度

以最新空照圖計算[蜿蜒度]為依據，蜿蜒度 SI＝河流長度/河谷長度，當蜿蜒度越大風險越大。以 1.5、20 為界，設定 0、1、2 的級距代表分數。

表 4-23　危險因子—蜿蜒度分級標準

(蜿蜒度)	< 1.5	1.5 ~ 2	≥ 2
分數	0	1	2
危險程度	低	中	高

5.曲率

以最新空照圖計算 [曲率]為依據。曲率 R＝曲率半徑/河寬，當河道越寬，所需的曲率半徑越大，當曲率越小風險越大。以 3、6 為界，設定 0、1、2 的級距代表分數。

表 4-24　危險因子—曲率分級標準

(曲率)	< 3	3 ~ 6	≥ 6
分數	2	1	0
危險程度	高	中	低

6.寬深比

以 108 年規劃報告計算[寬深比]為依據，再依據 Schumm(1963) 分類寬深比大於 40 者河岸沖刷為主，小於 40 者河床沖刷為主。以 10、40 為界，設定 0、1、2 的級距代表分數。

表 4-25　危險因子—寬深比分級標準

(寬深比)	< 10	10 ~ 40	≥ 40
分數	0	1	2
危險程度	低	中	高

7.灘地寬度

以最新空照圖計算[灘地寬度]為依據，無灘地河段受侵蝕機率越高。以 10 公尺、20 公尺為界，設定 0、1、2 的級距代表分數。

表 4-26　危險因子—灘地寬度分級標準

(灘地寬度)	< 10 m	10 m ~ 20 m	≥ 20 m
分數	2	1	0
危險程度	高	中	低

將上述七項危險因子分級計算分數後，分別以指標 C1 為水力條件包含：流速、福祿數、底床沖刷深度，及指標 C2 為河道物理特性包含：蜿蜒度、曲率、寬深比、灘地寬度。指標 C1 於三者取其最大值，分數將會介於 1~3 間；指標 C2 採蜿蜒度、曲率兩者取大值，乘上寬深比、灘地寬度兩者取大值，分數將會介於 0~4 間；最後將指標 C1 及指標 C2 相乘即為指標 C，計算公式如下：

指標 C =

指標 C1 [MAX(流速、福祿數、底床沖刷深度)] × 指標 C2 [MAX(蜿蜒度、曲率) × MAX(寬深比、灘地寬度)]

指標 C 分數將會介於 0~12 間，並將沖刷可能性分為三等級，分別為低度沖刷可能性 C<=4、中度沖刷可能性 4<C<=8、高度沖刷可能性 C>8，朴子溪主、支流分析結果分別如圖 4-15~圖 4-17、圖 4-20、圖 4-23、表 4-27~表 4-30 所示。

危險因子的量化模式即如上述指標 A、B、C 之公式所呈現。

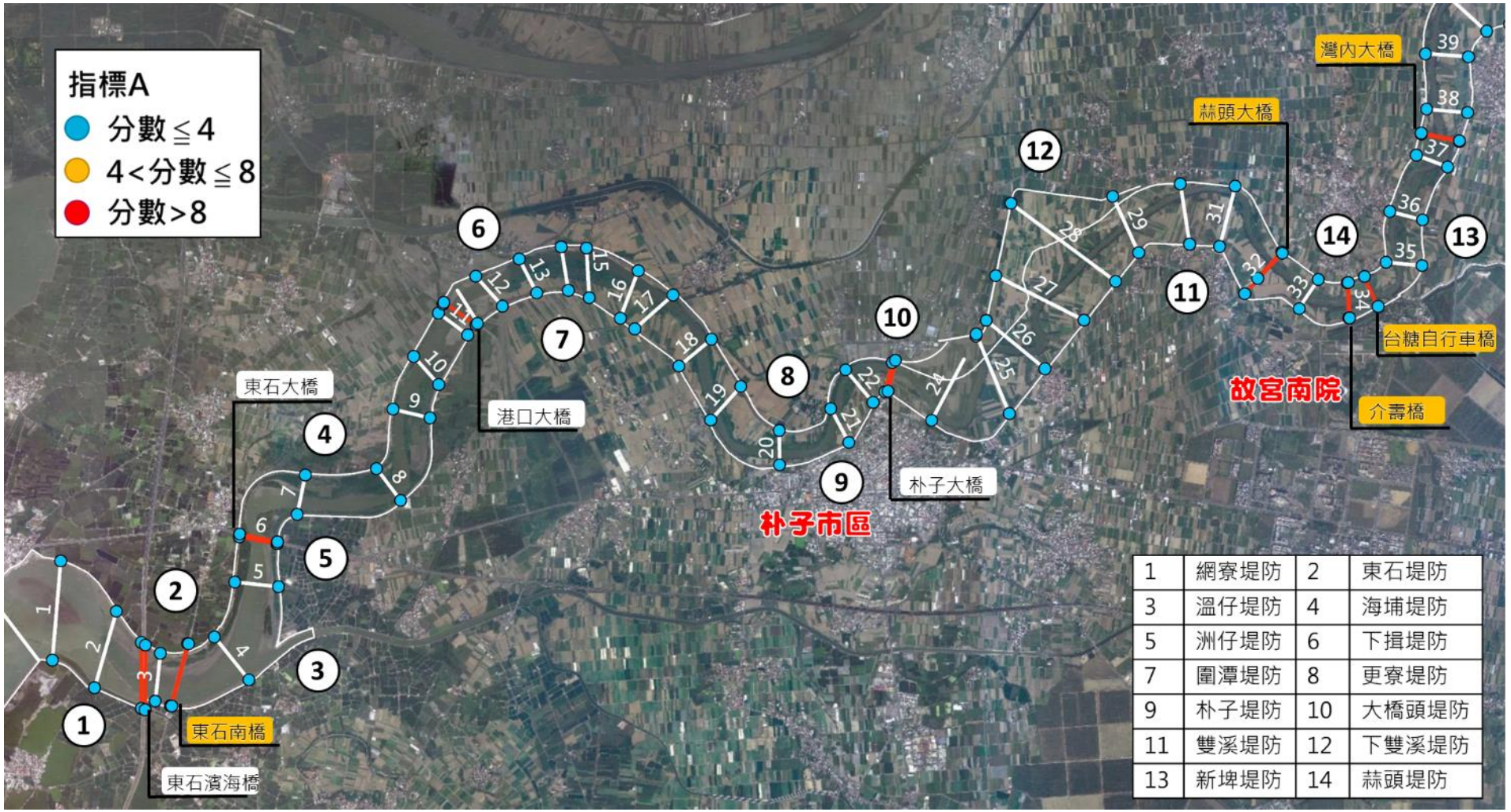


圖 4-9　朴子溪下游危險因子指標 A 評估結果

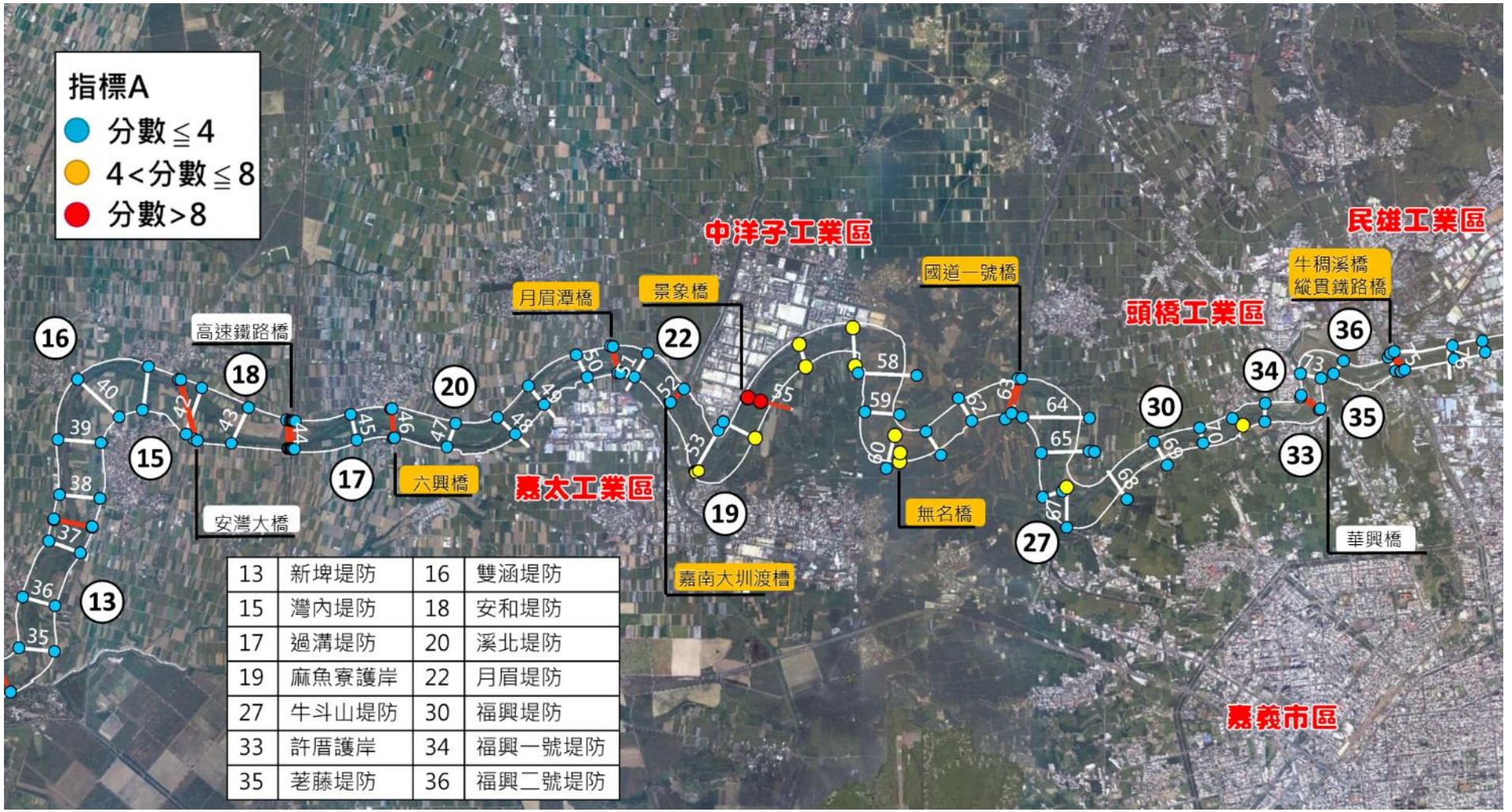


圖 4-10　朴子溪中游危險因子指標 A 評估結果

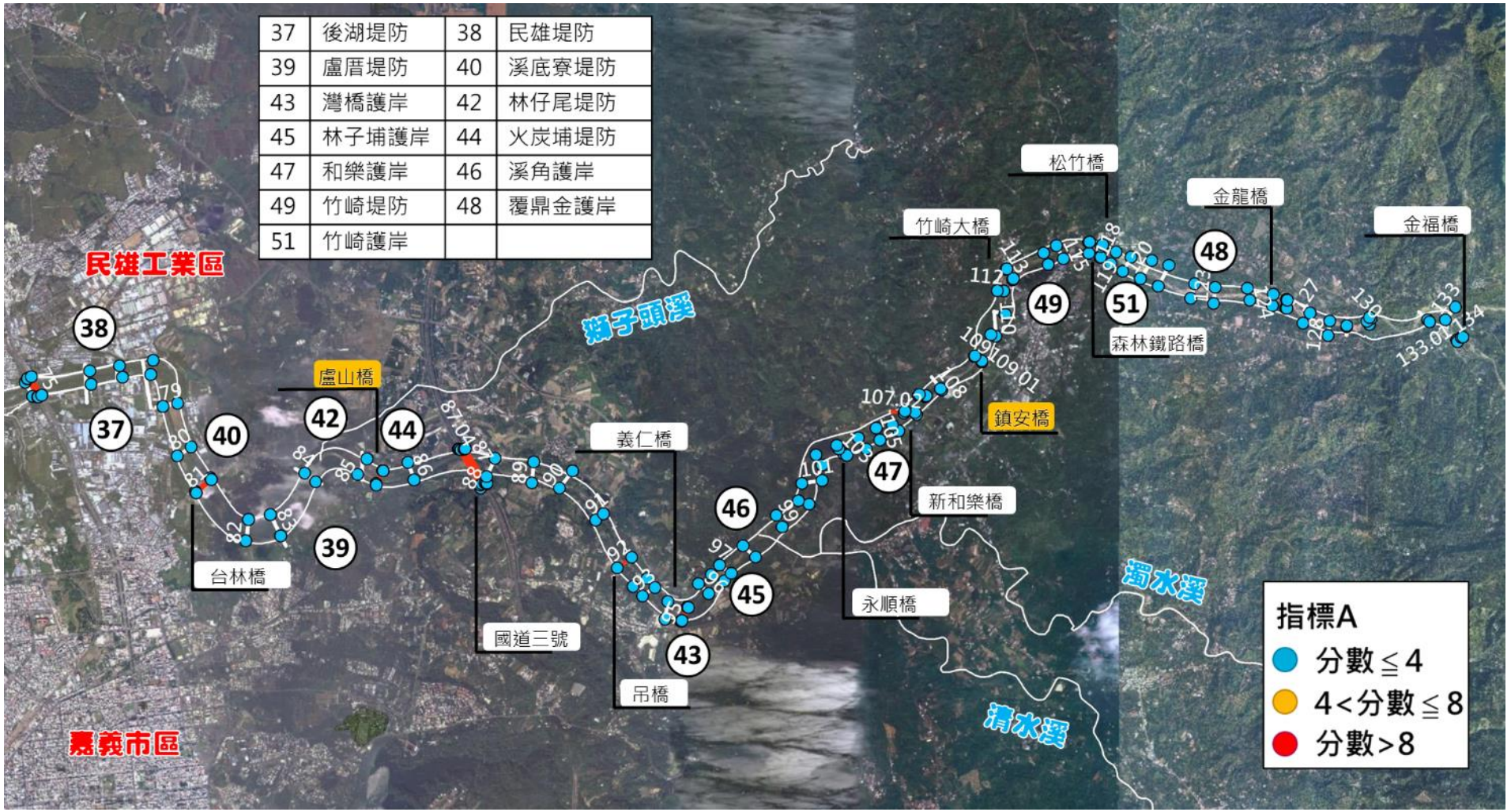


圖 4-11　朴子溪上游危險因子指標 A 評估結果

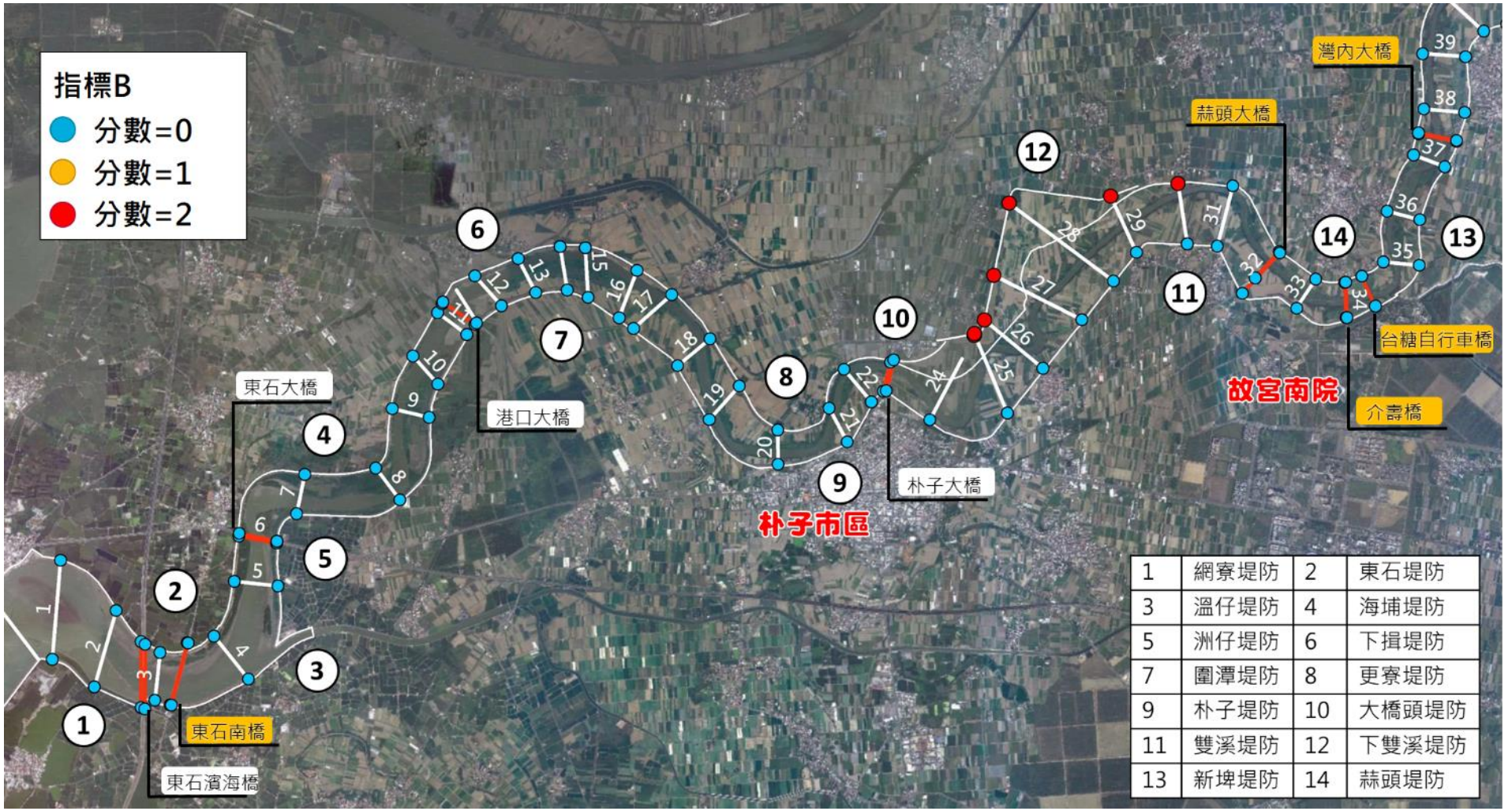


圖 4-12　朴子溪下游危險因子指標 B 評估結果

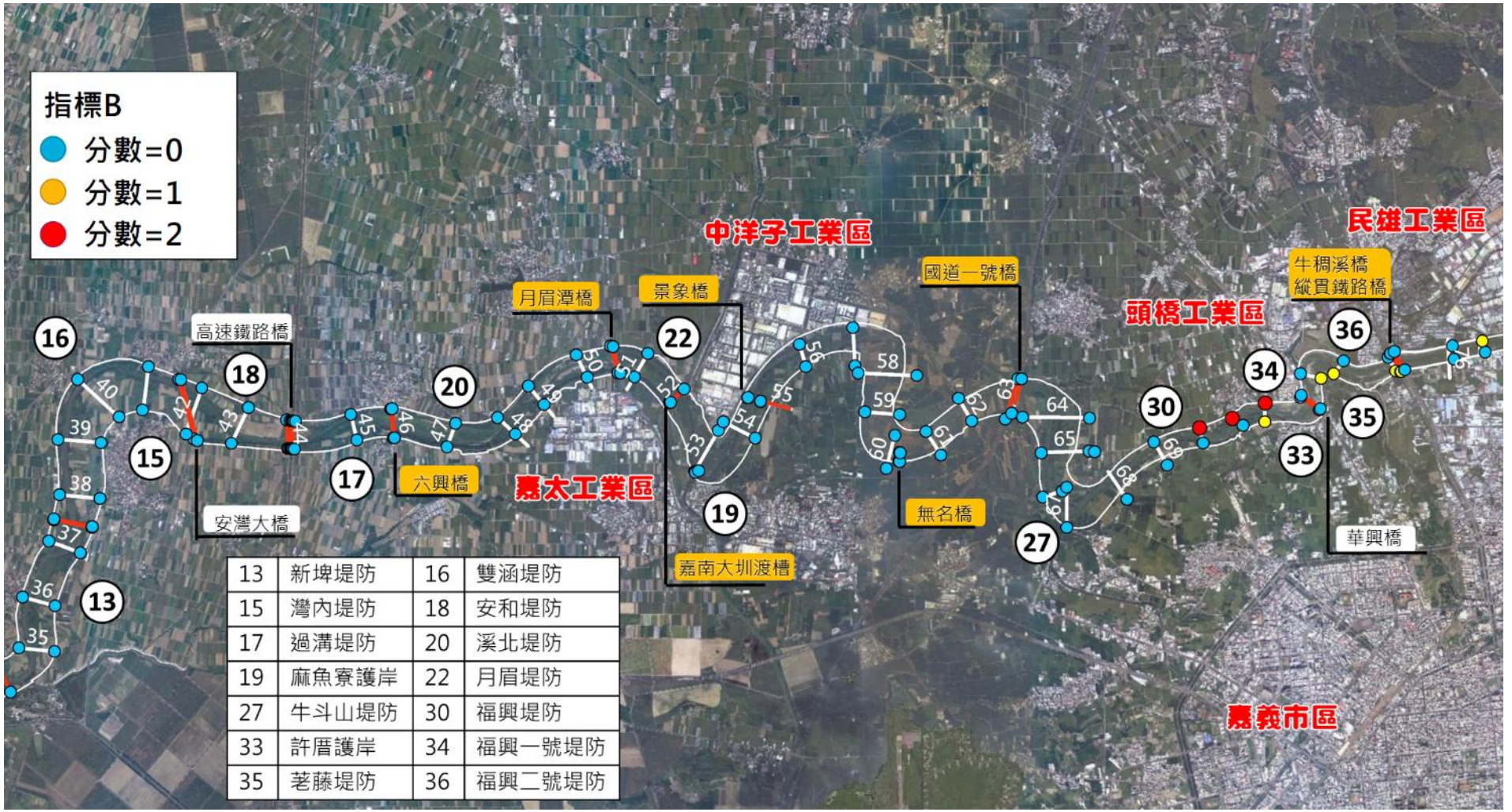


圖 4-13　朴子溪中游危險因子指標 B 評估結果

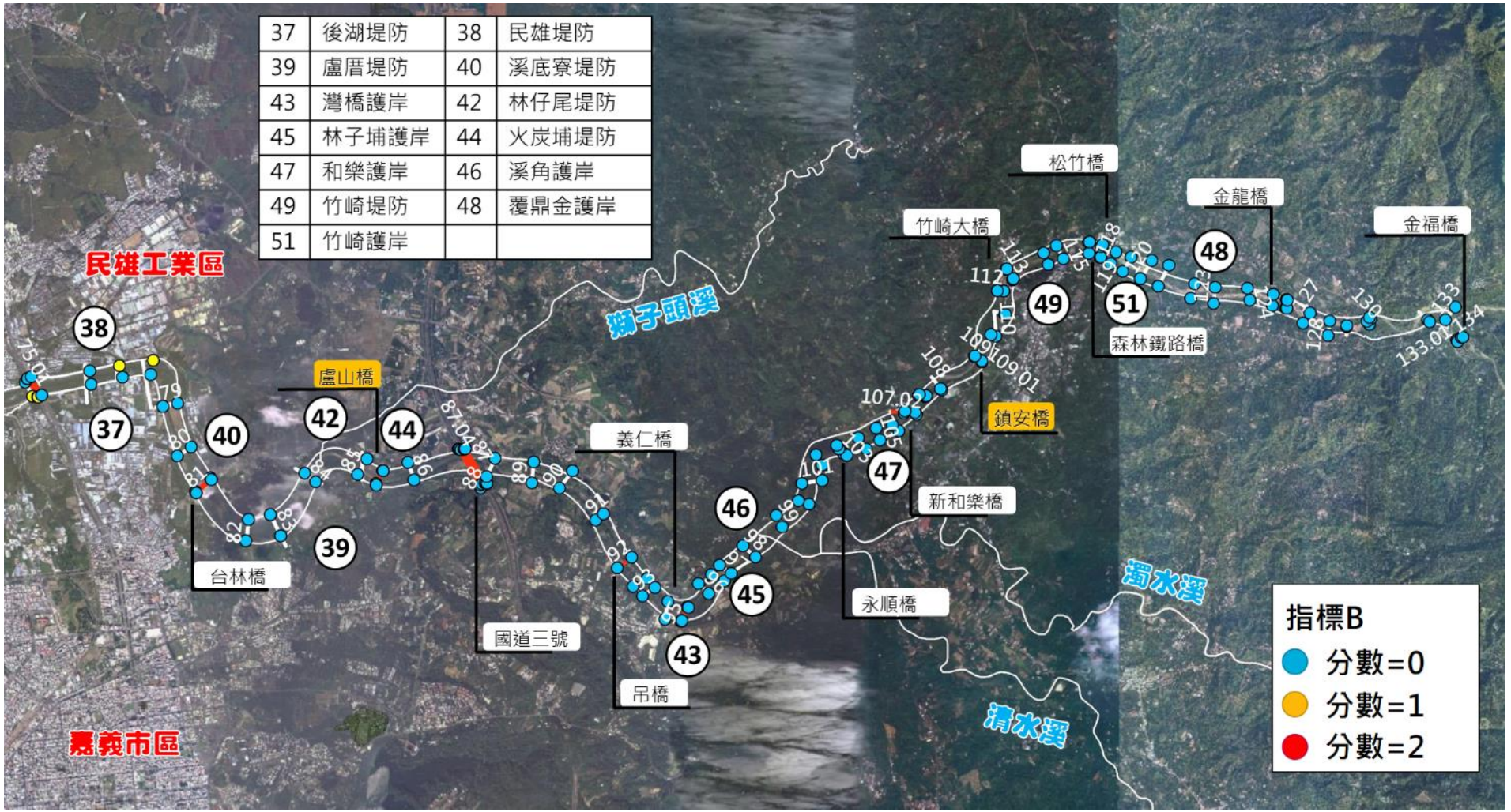


圖 4-14　朴子溪上游危險因子指標 B 評估結果

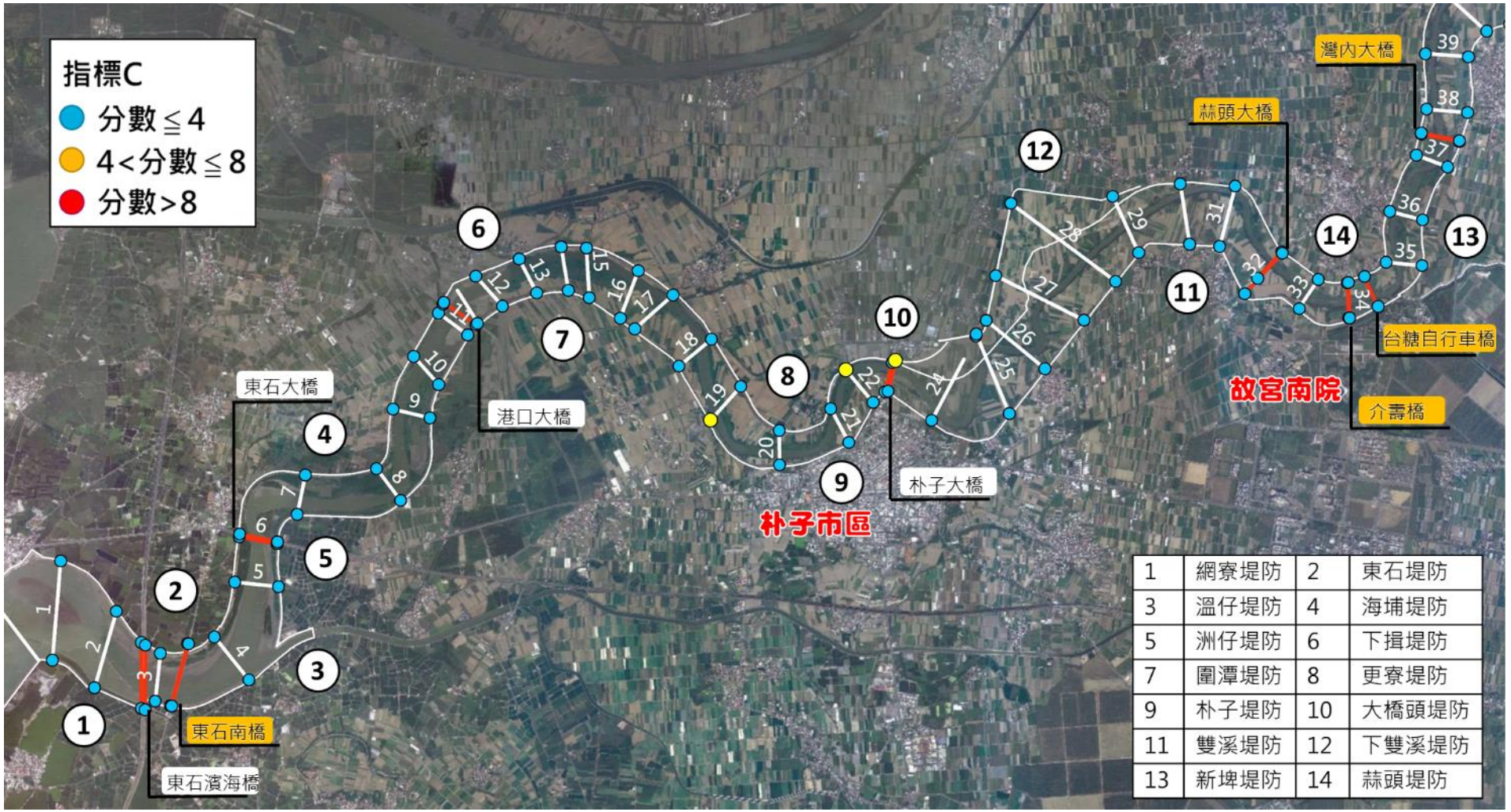


圖 4-15　朴子溪下游危險因子指標 C 評估結果

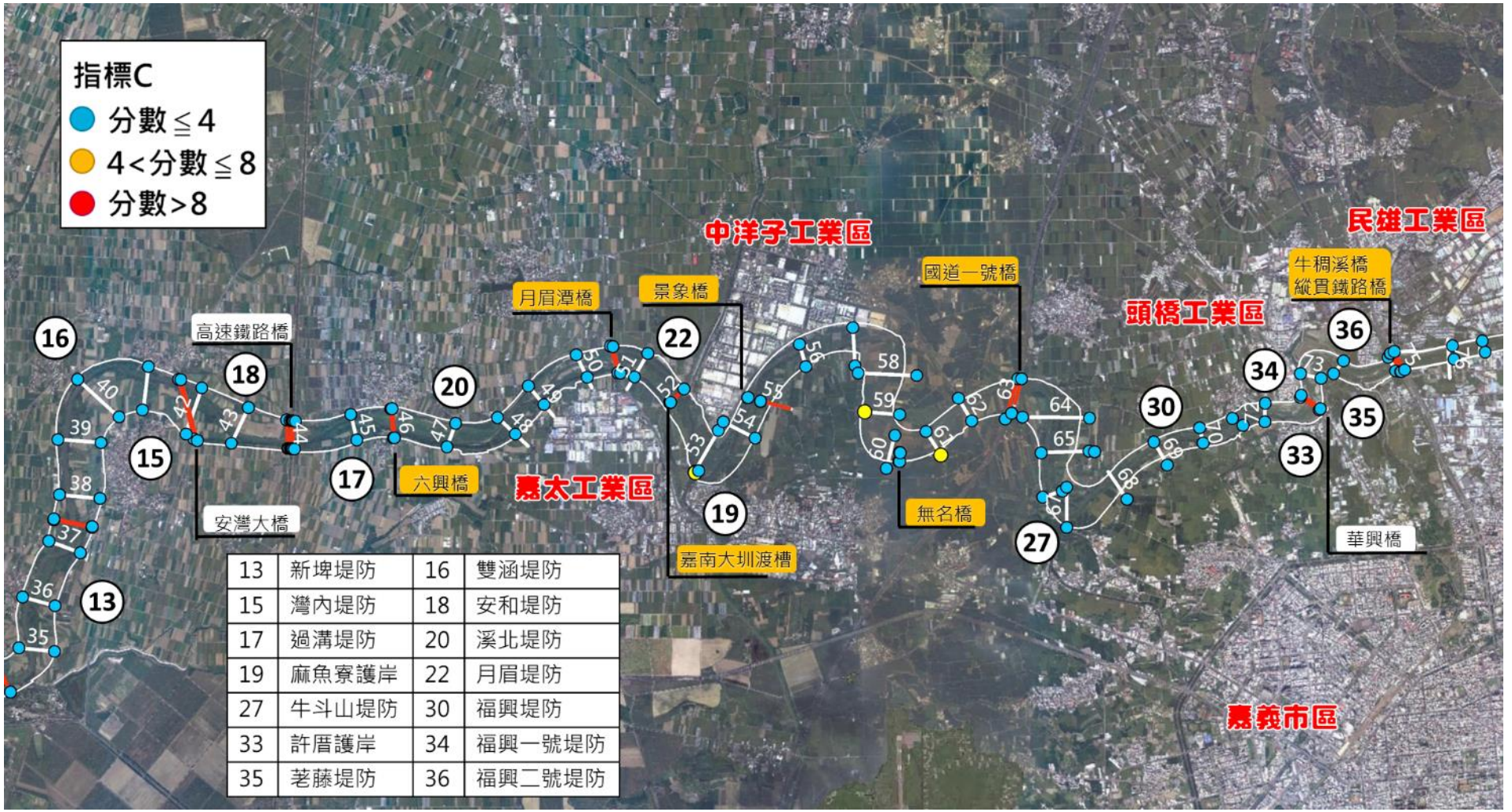


圖 4-16　朴子溪中游危險因子指標 C 評估結果

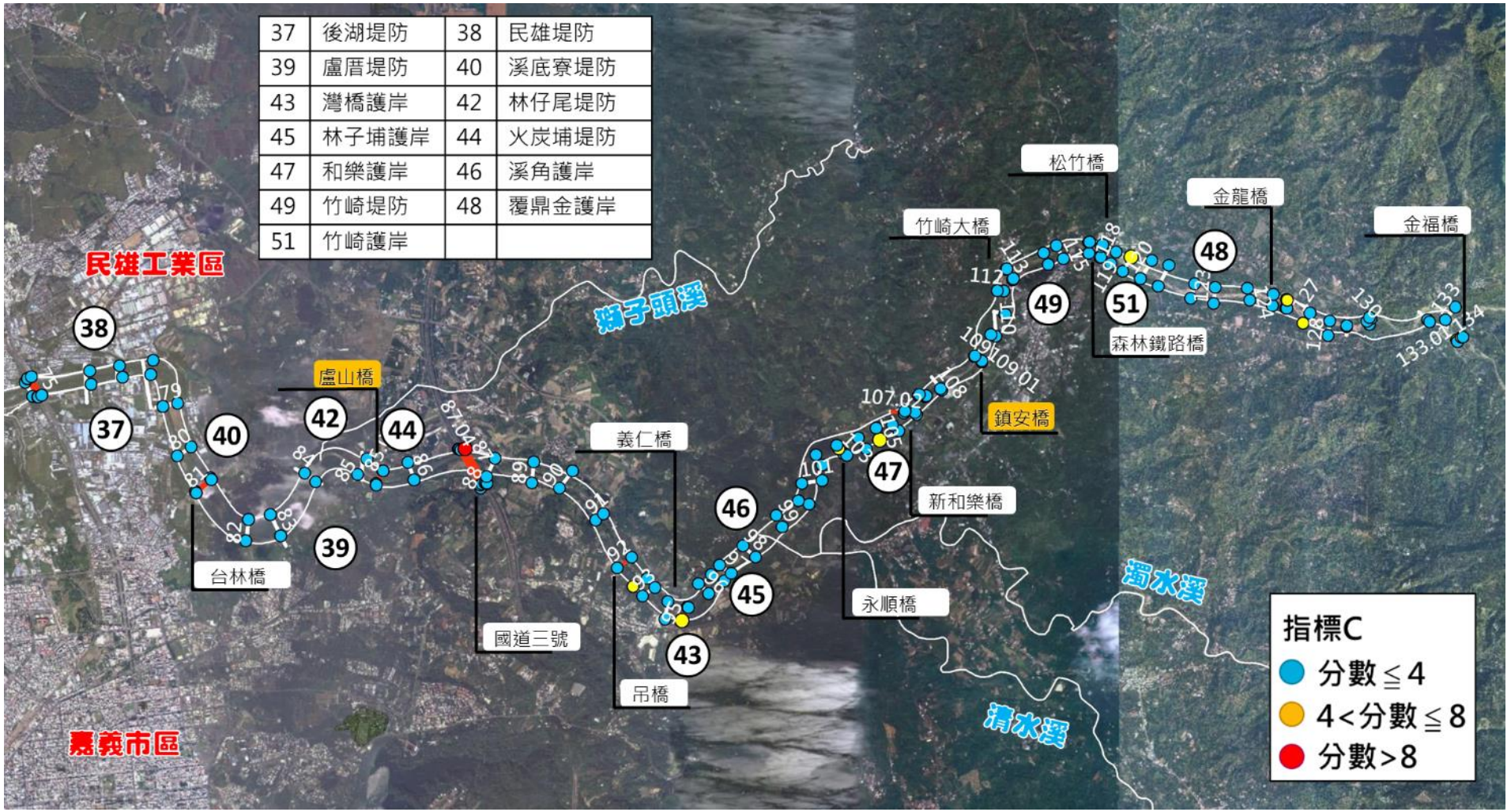


圖 4-17　朴子溪上游危險因子指標 C 評估結果

圖 4-18　獅子頭溪危險因子指標 A 評估結果

圖 4-19　獅子頭溪危險因子指標 B 評估結果

圖 4-20　獅子頭溪危險因子指標 C 評估結果

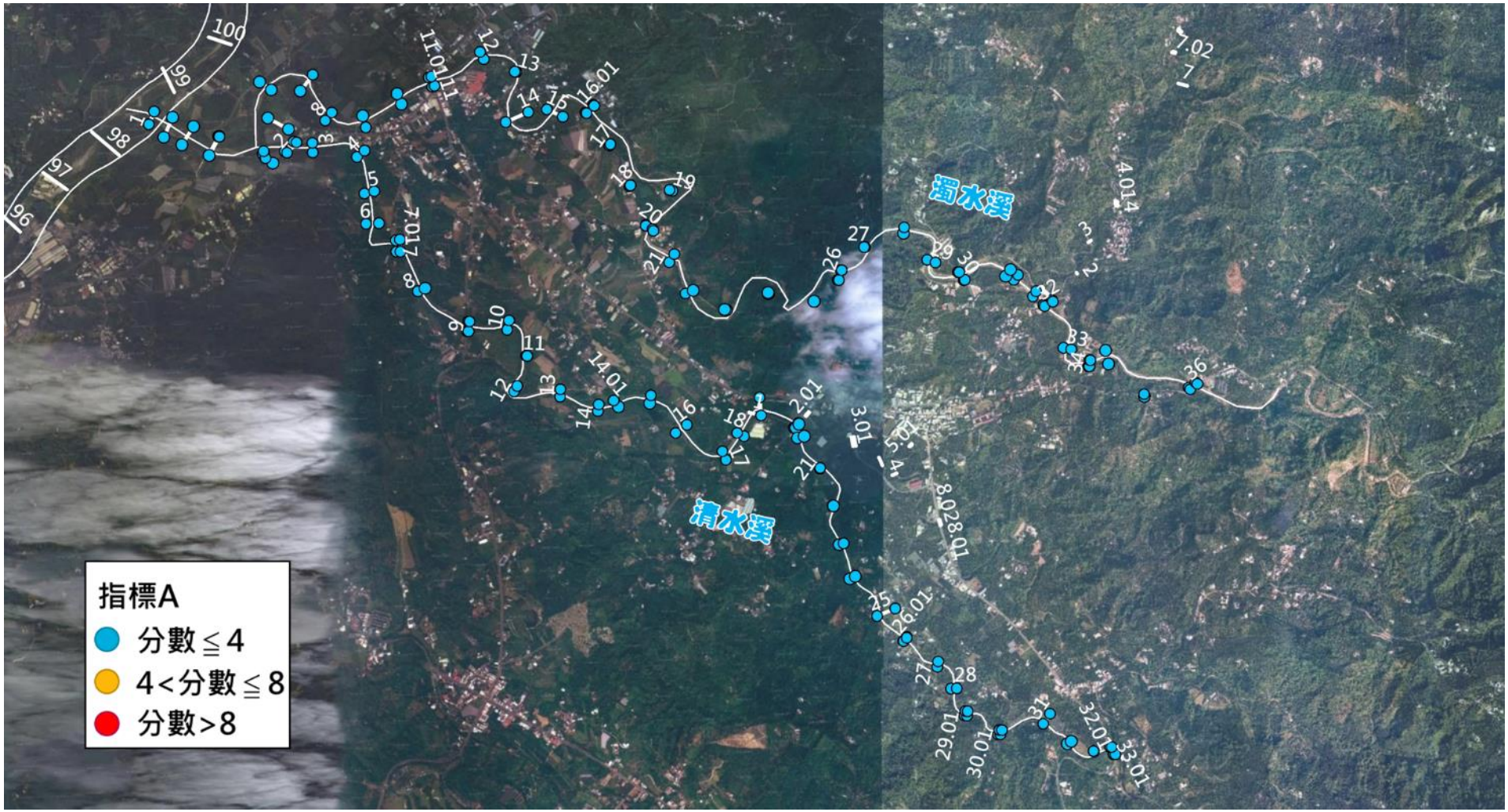


圖 4-21　濁水溪及清水溪危險因子指標 A 評估結果

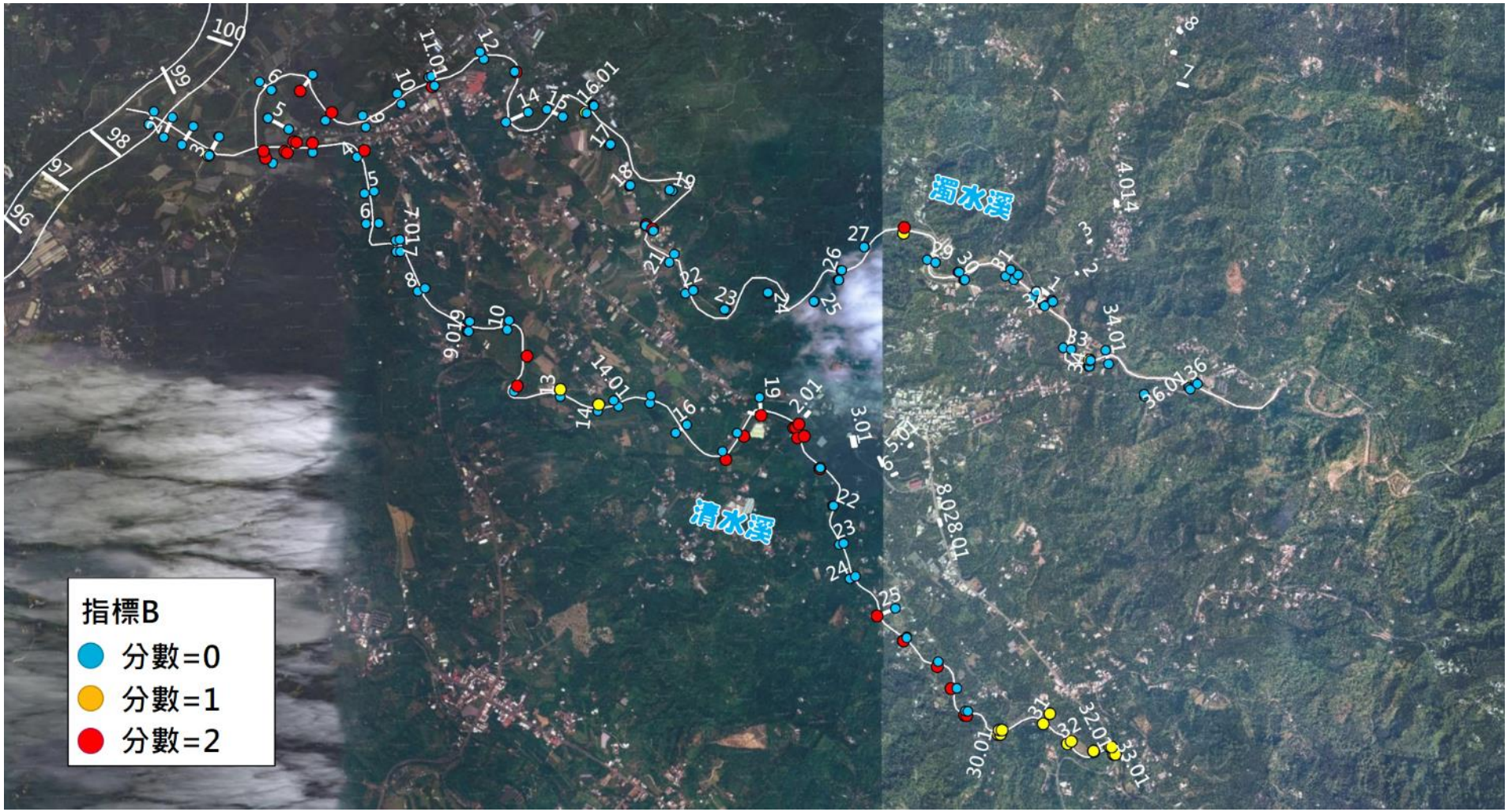


圖 4-22　濁水溪及清水溪危險因子指標 B 評估結果

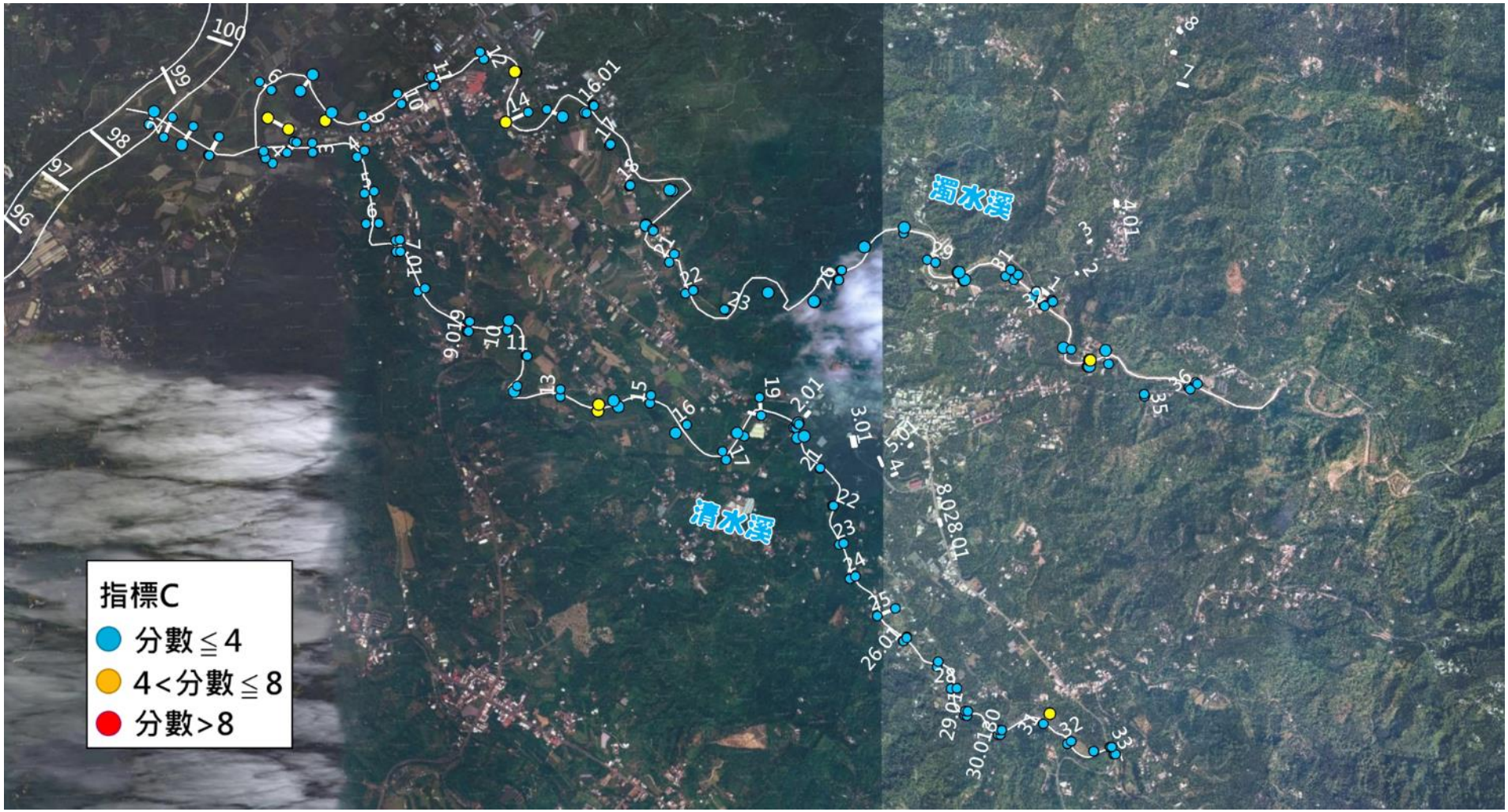


圖 4-23　濁水溪及清水溪危險因子指標 C 評估結果

表 4-27　朴子溪及牛稠溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	2	2	2	4	2	4
2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	2	2	2	2	4	4
2.2	1	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2
2.1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2
3	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	4	1	4	1
3.2	0	1	1	1	2	0	2	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	4	1	4	1
3.1	0	1	1	1	2	0	2	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	4	1	4	1
4	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	4	1	4	1
5	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
6.1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
6	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	2	1	2
7	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
8	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	2	0
9	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12.2	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
12.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
12	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
13	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
14	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
15	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
16	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
17	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
18	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
19	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	2	0	4	1	8	2
20	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	2	1	2	1
21	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	2	2	2	4	4
22	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	2	1	4	2	8
23	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	0	2	1	4	1	4
23.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	2	1	4	2	8
24	0	1	1	1	1	0	1	0	1	2	2	0	2	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
25	0	1	1	1	2	0	2	0	1	2	2	0	2	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	2	1	2
26	0	1	1	1	2	0	2	0	1	2	2	0	2	1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	2	0
27	0	1	1	1	2	0	2	0	1	2	2	0	2	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	2	0	2
28	0	1	1	1	1	0	1	0	1	2	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
29	1	1	1	1	2	2	2	0	1	2	2	0	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
30	1	1	1	1	2	2	2	0	1	2	2	0	2	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	2	0	2
31	1	1	1	1	2	2	2	0	0	2	2	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	2	1	2
32.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
32	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
33	1	0	1	1	2	2	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	2	1	2	1
34.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
34	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
35.1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	2	1	2	1
35	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
36	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	2	1	2
37	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	2	0
37.2	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	2	0
37.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	2	0	2	0	1	0	0	2	0	4	0
38	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2

表 4-27　朴子溪及牛稠溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
39	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
40	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
41	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
41.2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	2	1	2	2	4
41.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
42	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
43	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
44	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
44.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
44. 1. 1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
44.2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
44. 2. 1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
44.3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
44. 3. 1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
45	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2
46.1	2	2	1	1	1	2	2	0	0	2	2	0	0	1	1	2	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2
46	2	2	1	1	1	2	2	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
47	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0
48	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
49	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
50	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
50.2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
50.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
51	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
52.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	2	1	2
52	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
53	1	2	2	2	1	2	4	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	1	0	2	1	4	2
53.1	2	2	1	1	3	6	6	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2	1	2	0	0	2	0	4	0	8	0
53.2	2	2	1	1	3	6	6	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2	1	2	0	0	2	0	4	0	8	0
54	2	1	2	2	2	8	4	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55.1	2	2	2	2	3	12	12	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	2	2	2	2	3	12	12	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	2	2	2	2	2	8	8	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	1	0	0	2	2	2	2
57	2	2	2	2	2	8	8	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
58	2	2	2	2	1	4	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	0	2	1	0	0	2	2	4	4
59	0	2	2	2	1	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	0	0	2	0	4	0	8	0
60	0	2	2	2	2	0	8	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0	1	0	2	0	2	0
60.2	2	2	2	2	1	4	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	0	1	1	0	2	2	4	4
60.1	2	2	2	2	2	8	8	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	1	1	0	2	2	2	2
61	1	2	2	2	1	2	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	2	0	0	2	0	4	0	8	0
62	1	1	2	2	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
63.1	0	0	2	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
63	2	0	1	1	2	4	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
64	2	2	2	2	1	4	4	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	4
65	0	2	2	2	1	0	4	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
66	0	1	2	2	2	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
67	0	2	2	2	2	0	8	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	2	1	2	1
68	1	2	2	2	1	2	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
70	0	0	2	2	2	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
71	2	0	2	2	2	8	0	1	1	0	2	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4-27　朴子溪及牛稠溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
72	0	0	2	2	2	0	0	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
72.2	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
72.1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	2	2	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2
74	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
74.1	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
74.2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
75.1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
75	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
76	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
77	0	1	2	2	2	0	4	0	1	1	1	0	1	2	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
78	0	0	2	2	2	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	2	0	2
79	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	2	0	2	1	2	1
80	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
81.1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
81	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	2	1	2	1
83	0	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
84	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
85	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2
85.2	2	2	2	2	1	4	4	1	1	1	0	1	0	1	1	2	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2
85.1	2	2	2	2	1	4	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	2	0	1	0	0	2	0	4	0
86	1	0	2	2	1	2	0	1	1	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87.5	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
87.4	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
87.3	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
87.2	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
87.1	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
87	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0	0	2	1	0	2	0	4	0	12
88	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2
89	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
90	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	1	2	0	2	1	4	2
91	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
92	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3	3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
92.1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	3	1	0	0	1	2	0	2	1	6	3
92.2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	1	0	0	1	2	2	2	2	6	6
93	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	1	1	0	1	1	2	2
94	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	0	1	2	0	2	1	4	2
95.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	0	1	2	0	2	1	4	2
95	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	2	0	1	2	0	4	1	8	2
96	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	3	1	0	0	1	0	1	1	1	3	3
96.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	1	0	0	1	0	1	1	1	3	3
96.2	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	1	0	0	1	2	2	2	2	6	6
97	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	2	2	1	2	2	4	4
97.1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2
98	1	1	1	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	1	0	2	1	2	2	4
99	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	1	0	2	1	2	2	4
100	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	2	0	1	0	0	2	1	4	2
101	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	1	0	1	1	0	1	1	1	3	3
102	0	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	2	1	0	0	0	2	0	4
103.1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	0	0	2	1	2	0	0	2	0	6

表 4-27　朴子溪及牛稠溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
103	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
104	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	2	1	0	0	0	2	0	4
105	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0	2	0	1	2	0	4	0	8	0
106	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
107.2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
107	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
107.3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
108.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
108	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
109.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
109	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
110	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
111	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
112	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
112.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
113	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2
114	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
115	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	2	1	0	0	0	2	0	4
116	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
116.1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
116.2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
117	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	1	1	2	0	0	1	0	2
118	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
119	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	2	2	0	2	0	4	0	8
120	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
121	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	1	0	2	0	0	2	0	4	0
122	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
123	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	3	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
124	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
125	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
125.1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
126	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	0	0	1	1	0	2	0	2	0	6
127	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	1	0	1	2	0	2	0	6	0
128	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
129	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	1	0	2	0	0	2	0	6	0
130	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	1	1	0	2	0	2	0	4
131	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
132	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	1	1	0	2	1	2	2	4
133	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	1	0	1	1	0	0	1	1	3	3
133.1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	3	1	0	1	0	2	2	2	2	6	6
134	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4

表 4-28　獅子頭溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
1	2	0	1	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
2	2	0	1	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3.1	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
3	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
4	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
5	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0
6	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
7.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	2	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
7	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
8.4	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
8.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
8.5	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8.2	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8.6	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
8.3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
9	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
10.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
10	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
11	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
12	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0
12.2	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0
12.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
13	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
15	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
16.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
16	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
17	0	1	1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
18.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
18	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
20.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	2	4
20	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	2	4
21	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
22.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
22	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
23	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	4	0	4
24.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	0	0	2	1	4	2	4	2
24	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	0	0	2	1	4	2	8	4
25	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	0	0	0	1	2	2	4	2	4
26	1	0	1	1	1	1	0	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	2	4	4	8	8
27	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
29.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2

表 4-28　獅子頭溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
29	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
30	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
31.1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	2	2	2	1	0	0	1	2	2	2	2	4	4
32.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	2	2	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
32	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
33.1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
34.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	2	1	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
36.1	2	2	1	1	2	4	4	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
36	2	2	1	1	2	4	4	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
37	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	2	0	2	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
38	2	2	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	1	0	0	2	2	4	4	8	8
39.1	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	2	2	4	4	4	4
39	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	2	4	4	8	8
40.1	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	2	2	4	4	4	4
40	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	2	2	4	4	4	4
41	1	2	1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	0	0	0	2	2	4	4	8	8
41.1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	2	0	2	2	4	4	8	8
42.3	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	0	2	0	2	2	4	4	8	8
42	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	2	4	4	4	4
42.4	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	2	4	4	4	4
42.1	2	2	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	2	2	4	4	4	4
42.2	2	2	1	1	3	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	2	2	4	4	4	4
43	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	1	0	2	2	4	4	8	8
44.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
44	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0

表 4-29　濁水溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	3	1	3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
2.1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	1	2	0	2	1	4	2
2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	2
3.1	0	1	1	1	2	0	2	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
3	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
4	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	2	2	2	2
5	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	2	0	1	2	1	0	4	4	8	8
6	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	2	2	2	2
7	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	0	2	0	1	1	2	2	2	0	2	1	0	0	2	2	4	4
8	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	2	0	2	2	2	1	2	2	1	0	1	2	1	4	2	8	4
9	0	1	1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	2
10	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	1	0	1	1	1	2	2
11.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
11	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
12	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	0	1	1	2	2	2	0	0	0	1	2	2	4	4	8
14	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	2	1	0	0	2	0	4	0	8	0
15	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	1	2	0	4	2	4	2
16.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
16	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
17	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
18	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	0	2	1	1	1	2	2	4	4
20.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	0	0	2	1	4	2	4	2
20	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0	2	1	4	2	4	2
21	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	2	2
22	0	1	1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
23	2	2	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0
24	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	1	1	1	2	1	2	2	4
25	1	2	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	2	2	2	2	4	4
26.4	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
26	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
27	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
28	1	0	1	1	2	2	0	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0	0	0	1	2	1	2	2	4
29	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
30.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
30	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
31.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	3	3	1	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
31.2	0	0	1	1	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
31	2	2	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
32.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
32	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
34.2	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	1	2	3	1	3	1	0	0	0	2	2	2	2	6	6
34	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	3	2	3	1	0	0	0	1	2	1	2	3	6
34.1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	1	1	2	1	2	2	4
35	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
36.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
36	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0

表 4-30　清水溪危險因子評分總表

斷面編號	出水高分數		水位變動分數		淤積深度	指標 A		待建堤防		災損次數		指標 B		流速分數	福祿數分數	沖刷深度	指標 C1	蜿蜒度	曲率		寬深比	灘地寬度		指標 C2		指標 C	
	左岸	右岸	左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸						左岸	右岸		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	2	0	2	1	2	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
6	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	2	1	2	0	2	0
7	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
7.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
9.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
9	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
10	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	1	0	1	2	1	2	2	4
11	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	2	0	2	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2
12	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	2	0	2	1	2	1	2	1	0	0	0	2	1	2	1	4	2
13	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	2	1	2	1	0	0	0	1	1	1	1	2	2
14	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	1	2	3	1	3	1	0	0	0	2	2	2	2	6	6
14.1	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	1	2	2	2	2	4	4
15	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	2	1	2
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	1	2	1	2	1	4	2
17	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	2	1	2	1
18	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	1	2	1	2	1	0	0	0	0	2	0	2	0	4
19	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	1	2	1	2
20.2	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	2	2	1	2	1	0	0	0	1	2	1	2	2	4
20	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	2	1	2
20.1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	4	4
21	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
22	0	1	1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
23	1	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
24	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
25	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	2	1	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
26.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	2	3	1	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
26	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
27	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	2	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
28	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	2	3	1	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
29.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	2	0	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
29	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
30.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
30	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
31	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	0	0	1	1	2	2	0	2	0	6
32	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
32.1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	1	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
33.1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
33	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0

十、危險度評估

依據前第九節所述三項指標(A)溢淹可能性、(B)現況保護條件及(C)沖刷可能性，綜整其量化模式如下表，取可能性為中等以上之堤段進行危險度評估，因溢淹、沖刷可能性低者，其危險度可視為極低。本計畫將危險度分為低、中、高三個等級，朴子溪及其支流各堤段左右岸危險度評分結果如表 4-32~表 4-39、圖 4-24~圖 4-28 所示，表中所列堤段以指標 A、B、C 含有中等以上者，其餘未列斷面則皆屬於指標 A、B、C 皆為低度者，危險度為低。

表 4-31　危險度量化公式說明表

溢淹可能性	**指標 A = [洪水位] × [水位變動程度] × [淤積深度]** 低度溢淹可能性：A<=4 中度溢淹可能性：4<A<=8 高度溢淹可能性：A>8
現況保護條件	**指標 B = [現況河段是否有保護] × [歷史統計堤防受災程度]** 現況無保護缺口：B=0 現況有保護缺口：B>=1
沖刷可能性	**指標 C =** **指標 C1 [MAX(流速、福祿數、底床沖刷深度)] × 指標 C2 [MAX(蜿蜒度、曲率) × MAX(寬深比、灘地寬度)]** 低度沖刷可能性：C<=4 中度沖刷可能性：4<C<=8 高度沖刷可能性：C>8

(一)朴子溪及牛稠溪

依據指標 A、B、C 的分析結果統整出左、右岸各堤段的溢淹可能性、現況保護條件及沖刷可能性，其中高危險度河段分別有左、右岸斷面 55.1~55，主要為中洋子工業區旁的景象橋，景象橋現況樑底淹沒，影響河道通洪能力，兩岸保護標準不足 100 年重現期，溢淹可能性達高等，故危險度判定為高度。

其餘溢淹可能性及沖刷可能性皆為中等之河段，判斷為危險度等級中度，包含：右岸更寮堤防斷面 22、23.1 沖刷可能性達中度，主要

原因為彎道段受水流衝擊，河道緊鄰岸側灘地保護不足所致。下雙溪堤防斷面 24~30，因堤身本體老舊欠缺養護，歷史兩次災修位置位於斷面 25~26 間，位於與下雙溪與大橋頭堤防交界處，現況大橋頭堤防已完成興建，而下雙溪堤防本身仍須列入後續長期監測對象。右岸斷面 53、56~57 緊鄰中洋子工業區側溢淹可能性為中等(頻率年平均洪水位與兩岸高程差約界於 0.8~1.5 公尺)、沖刷可能性偏低。中洋子工業區上游右岸斷面 60、60.1、67 溢淹可能性為中等(頻率年平均洪水位與兩岸高程差約界於 0.5~1.5 公尺)。上游斷面 96.2 位於跌水工上游、攔河堰下游受結構物影響，沖刷可能性達中等。

左岸則有朴子堤防斷面 19~21、24 鄰朴子市區，沖刷可能性中等，曲率小於 3 且幾乎無灘地保護，左岸斷面 53、54 鄰麻魚寮社區，斷面 53 為沖刷可能性中等，曲率小於 3，岸側沖刷可能性達中等，灘地寬度 10 公尺，斷面 54 為溢淹可能中等，頻率年平均洪水位高於堤防 1.1m，出水高標準差達 1.9m，現況過溝堤防(斷面 53)及麻魚寮堤防(斷面 54)已列入待建項目。其餘左岸斷面 56~57、60.1、71 皆為溢淹可能性中等，頻率年平均洪水位高於左岸 0.6~2.6 公尺，且有底床淤積現象。斷面 59、61 沖刷可能性中等，主要原因皆為曲率過小，彎道段水流直沖岸邊所致。盧山橋 85.2~85.1 現況樑底淹沒但兩岸保護標準已達 100 年重現期，故橋梁影響河道通洪能力，溢淹可能性中等。左岸斷面 92.1~92.2、95、96.2 沖刷可能性為中等，此段主要為中興攔河堰下游此河段有數組固床工及攔河堰，攔河堰底床高低差大，若攔河堰(或其餘固床工)遭沖毀，兩岸易受侵蝕，河段上之數組固床工功能為穩定下刷河床，主要保護目標為義仁橋橋墩，現況河段穩定，惟固床工破壞立即有沖刷之疑慮，此外左岸的沖刷可能性高於右岸，主要原因為左岸斷面 95 為彎道段，深槽近岸邊，且流速高，本段並無溢淹可能，其餘段皆為沖刷潛勢。

上述兩岸溢淹可能性達中等及以上者，其通洪能力亦未達 100 年重現期為重要危險河段。此外上游之河段因坡陡，流速、福祿數較高故被模式判定為沖刷可能性中等，惟上游河川山區地形兩岸多為岩盤實則並無基腳掏刷之疑慮，故雖沖刷可能性計算結果為中等，但由人為檢

視將危險度降為低度等級，分別有右岸斷面 92.2、103.1、119、126、133.1，左岸斷面 127、129、133.1。

其於溢淹可能性及沖刷可能性皆為低等之河段則判定為危險度低，或現況保護條件(歷史致災頻率及是否為保護缺口)為中等但無溢淹及沖刷風險者，則判斷為危險度等級低，如右岸斷面 70~72 為保護缺口但本段地勢為一高崁故受災機率較低，並治理計畫已列福興護岸為待建項目，斷面 77~78 為保護缺口，此段治理計畫亦已列民雄堤防為待建項目。

當河段只有溢淹可能性則判定為危險度中等以上者，為該段堤防高度不足或有橋梁樑底淹沒之問題，危險因子出水高(洪水位與現況兩岸高程差)即反應該河段之保護標準。主要為橋梁樑底淹沒段有斷面 55.1~55 景象橋、85.2~85.1 盧山橋；洪水位可能高於兩岸者有右岸斷面 53、56~57、60~60.1、67、左岸斷面 54、56~57、60.1、71。其中於下雙溪堤防段 24~30，雖灘地寬度達 500 公尺以上，但因堤防本體老舊，現況亦無腹地可供堤防改建加厚，故堤防本身恐無法長期抵禦洪水的侵襲，故危險度達中等。

另外當河段只有沖刷可能性而無溢淹可能性時，進一步以人為檢視各因子數據判斷，若該河段無彎道沖刷影響，係因坡度較陡流速較高使沖刷可能性升高，或因上游因河道特性兩岸皆為岩壁，灘地寬度亦有可能不足造成同樣效果，故河段若非彎道段且只有沖刷可能性而無溢淹可能性時，則判斷危險度較低(右岸斷面 92.2、103.1、119、126、133.1，左岸斷面 127、129、133.1)，若為彎道水流直沖段、深槽靠近岸邊則依據現況兩岸有無保護工程進行判斷，沖刷可能性中等者判定為危險度中度(右岸斷面 22、23.1、96.2、左岸斷面 19~21、24、53、59、61、92.1~92.2、95、96.2)。

(二)獅子頭溪、濁水溪及清水溪

由分析結果顯示，獅子頭溪、濁水溪及清水溪危險度皆為中度等級以下。獅子頭溪整體溪流溢淹可能性皆屬於低度等級，僅有斷面 42.2 溢淹危險達中度，斷面 1~7 右岸為林仔尾堤防，有 1 次災修紀錄，其

餘構造物皆屬護岸。而在上游有部分斷面因河道彎曲而列為中度危險度，包含：斷面 24、26、38、39、41~42.3、43 等，另一方面以斷面 18 為界，以下平均洪水位與兩岸高程差界於-18 公尺~2.5 公尺(左岸溢淹可能性大於右岸)、流速平均界於 1.1~3.3m/s；斷面 18 以上則洪水位與兩岸高程差界於-5 公尺~1.8 公尺(左岸溢淹可能性大於右岸)、流速平均界於 1.5~5.6m/s，故上游危險度因沖刷可能性高，使危險度大於下游。

濁水溪及清水溪則於匯流口處危險度較高，整體溪流溢淹可能性皆屬於低度等級，而濁水溪斷面 5 左岸及右岸皆有沖刷可能性達中等，斷面 8 左岸沖刷可能達中度等級，主要因素為流速偏高(流速平均界於 1~6m/s)且蜿蜒度大，斷面 13、14 亦為蜿蜒段，模式平均沖刷深度近一公尺；清水溪於斷面 25~31 左岸為菜公店堤防，有 2 次災修紀錄，其餘構造物皆屬護岸，故列入觀察對象。濁水溪與清水溪匯流後，水流壅高，增加沖刷的危險，使匯流口危險度高於其他河段。

表 4-32　朴子溪、牛稠溪右岸危險度評估成果

斷面	堤防	跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	說明	危險度
22	更寮堤防	-	低	低	中	曲率小於 3 且幾乎無灘地保護，水面緊鄰堤防基腳，沖刷可能性達中度等級	中
23.1	更寮堤防	朴子溪橋	低	低	中	曲率小於 3 且幾乎無灘地保護，水面緊鄰堤防基腳，沖刷可能性達中度等級	中
24~30	下雙溪堤防	-	低	中	低	防水堤本身老舊欠缺養護，歷史兩次災修位置位於斷面 25~26 間，位於與下雙溪與大橋頭堤防交界處，現大橋頭堤防已完成建置	中
52.1~52	月眉堤防(待)	-	低	中	低	月眉堤防待建	低
53	-	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 10 年，頻率年平均洪水位高於堤防 1.55m，平均淤積深度大於 3m	低
55.1~55	-	景象橋	高	低	低	現況右岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.54m，出水高標準差達 1.6m，平均淤積深度大於 3m、景象橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	高*
56~57	-	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.83m，出水高標準差達 2.3m，平均淤積深度約 0.75m	中
60	中洋子堤防(待)	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 2 年，頻率年平均洪水位高於堤防 1.1m，出水高標準差達 2m，平均淤積深度約 0.55m	中
60.1	中洋子堤防(待)	無名橋	中	低	低	現況右岸保護標準為 2 年，頻率年平均洪水位高於堤防 1.5m，出水高標準差達 1.9m，平均淤積深度約 0.1m、無名橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	中
67	山中堤防(待)	-	中	低	低	現況右岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.5m，出水高標準差達 1.6m，平均淤積深度約 0.5m	中
70~72	福興護岸(待)	-	低	中	低	本段溢淹、沖刷可能性低，但現況無堤防保護為一缺口，108 年已有福興護岸列入治理計畫代建項目。	低
77~78	民雄堤防(待)	-	低	中	低	本段位於彎道凹岸，洪水 100 年重現期下有溢淹可能，現況無堤防保護為一缺口，108 年已有民雄堤防列入治理計畫代建項目。	低
85.2~85.1	林仔尾堤防	盧山橋	中	低	低	盧山橋現況樑底淹沒	中
92.2	-	-	低	低	中	深槽緊鄰右岸、平均沖刷深度大於 3m	低
96.2	-	跌水工	低	低	中	深槽緊鄰右岸、流速及福祿數偏高	中
103.1	-	永順橋	低	低	中	流速及福祿數偏高、曲率小於 3	低
119	-	-	低	低	中	曲率小於 3、深槽緊鄰右岸、流速及福祿數中等	低
126	覆鼎金護岸	金龍橋	低	低	中	深槽緊鄰右岸、平均沖刷深度大於 3m、流速及福祿數中等	低
133.1	-	金福橋	低	低	中	深槽緊鄰右岸、流速偏高、福祿數中等	低

註：堤防(待)為待建項目；未列於上述堤段危險度皆為低度

表 4-33　朴子溪、牛稠溪左岸危險度評估成果

斷面	堤防	跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	說明	危險度
19~21、24	朴子堤防	-	低	低	中	曲率小於 3 且斷面 19 幾乎無灘地保護，斷面 21、24 攤寬小於 100 公尺，水面緊鄰堤防基腳，沖刷可能性達中度等級	中
53	過溝堤防(待)	-	低	低	中	現況左岸保護標準為 50 年，曲率小於 3、灘地寬度 10 公尺，為彎道直沖處，沖刷可能性達中等，現況過溝堤防已列入待建項目	中
54	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	現況左岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於左岸 1.1m，出水高標準差達 1.9m，溢淹可能性達中等，現況麻魚寮堤防已列入待建項目	中
55.1~55	麻魚寮堤防(待)	景象橋	高	低	低	現況左岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.65m，出水高標準差達 1.6m，平均淤積深度約 6.0m，景象橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	高*
56~57	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	現況左岸保護標準為 2~5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 2.6m，出水高標準差達 2.25m，平均淤積深度約 0.75m	中
59	麻魚寮堤防(待)	-	低	低	中	蜿蜒度大於 2 曲率小於 3、灘地寬度 7 公尺、深槽緊鄰左岸、平均沖刷深度約 0.55m	中
60.1	新廊護岸(待)	無名橋	中	低	低	出水高標準差達 1.9m，平均淤積深度約 0.12m、無名橋現況樑底淹沒屬於優先改建對象	中
61	新廊提防(待)	-	低	低	中	曲率小於 3、深槽緊鄰右岸、幾乎無灘地、平均沖刷深度約 0.4m	中
71	許厝堤防(待)	-	中	低	低	現況左岸保護標準為 5 年，頻率年平均洪水位高於堤防 0.01m，出水高標準差達 1.75m，平均淤積深度約 2.3m	中
85.2~85.1	盧厝堤防	盧山橋	中	低	低	盧山橋現況樑底淹沒	中
92.1~92.2	-	-	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速中等、平均沖刷深度約 3~6m	中
95	灣橋護岸	義仁橋	低	低	中	曲率小於 3、深槽緊鄰左岸、流速中等	中
96.2	-	跌水工	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速及福祿數偏高	中
127	-	-	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速及福祿數偏高、平均沖刷深度約 2.6m	低
129	-	-	低	低	中	流速及福祿數偏高、寬深比大於 40、平均沖刷深度約 1.4m	低
133.1	-	金福橋	低	低	中	深槽緊鄰左岸、流速偏高、福祿數中等	低

註：堤防(待)為待建項目；未列於上述堤段危險度皆為低度

表 4-34　獅子頭溪右岸危險度評估成果

斷面	堤防	主要跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	危險度
1~7	林仔尾堤防	無名橋/仁弘橋	-	中	-	中
26	許厝一號護岸	-	-	-	中	中
38	-	-	-	-	中	中
39	金谷橋護岸	金谷橋	-	-	中	中
41~42.3	金谷橋護岸	民意橋	-	-	中	中
42.2	金谷橋護岸	-	中	-	-	中
43	金谷橋護岸	-	-	-	中	中

表 4-35　獅子頭溪左岸危險度評估成果

斷面	堤防	主要跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	危險度
3.1~3	溪仔尾堤防	無名橋	-	中	-	中
24	林厝一號護岸	善安橋	-	-	中	中
26	林厝一號護岸	-	-	-	中	中
38	-	-	-	-	中	中
39	金谷橋護岸	金谷橋	-	-	中	中
41~42.3	金谷橋護岸	民意橋	-	-	中	中
42.2	金谷橋護岸	-	中	-	-	中
43	金谷橋護岸	-	-	-	中	中

表 4-36　濁水溪右岸危險度評估成果

斷面	堤防	主要跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	危險度
5	-	-	-	-	中	中
8	下溪心堤防	-	-	高	-	中
13	-	-	-	-	中	中
34.2~34	溪坪二號護岸	東安橋	-	中	中	中

表 4-37　濁水溪左岸危險度評估成果

斷面	堤防	主要跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	危險度
5	-	-	-	-	中	中
8	鹿滿三號護岸	-	-	-	中	中
14	鹿滿一號護岸	-	-	-	中	中
34.2	-	東安橋	-	-	中	中

表 4-38　清水溪右岸危險度評估成果

斷面	堤防	主要跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	危險度
13	坑口堤防	-	-	中	-	中
14	坑口堤防	-	-	中	中	中
31	頂埔護岸	-	-	-	中	中

表 4-39　清水溪左岸危險度評估成果

斷面	堤防	主要跨河構造物	溢淹可能性	現況保護狀況	沖刷可能性	危險度
14	-	-	-	-	中	中
25~29	菜公店堤防	輝和橋/自強橋	-	高	-	中

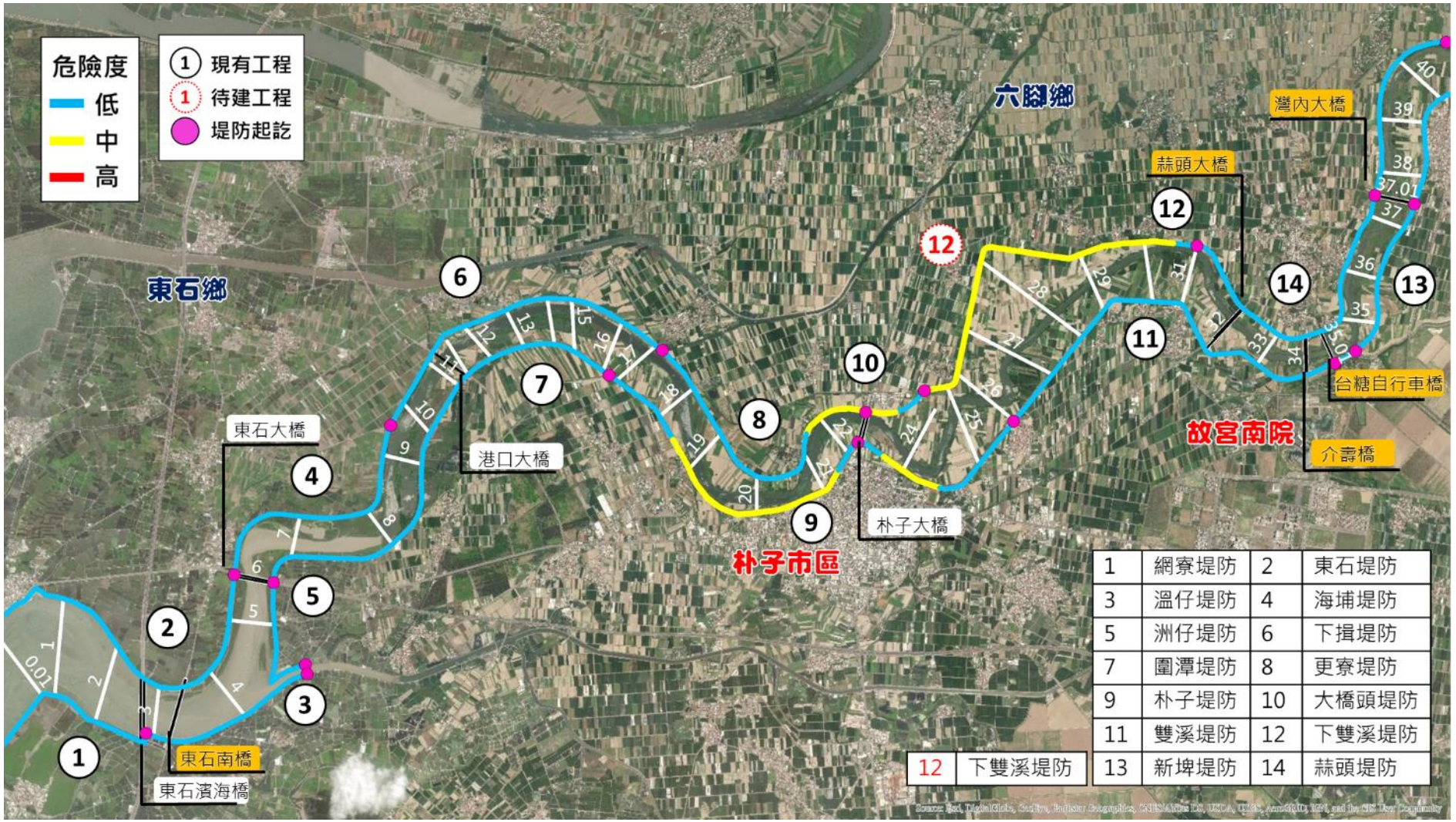


圖 4-24　朴子溪危險度地圖

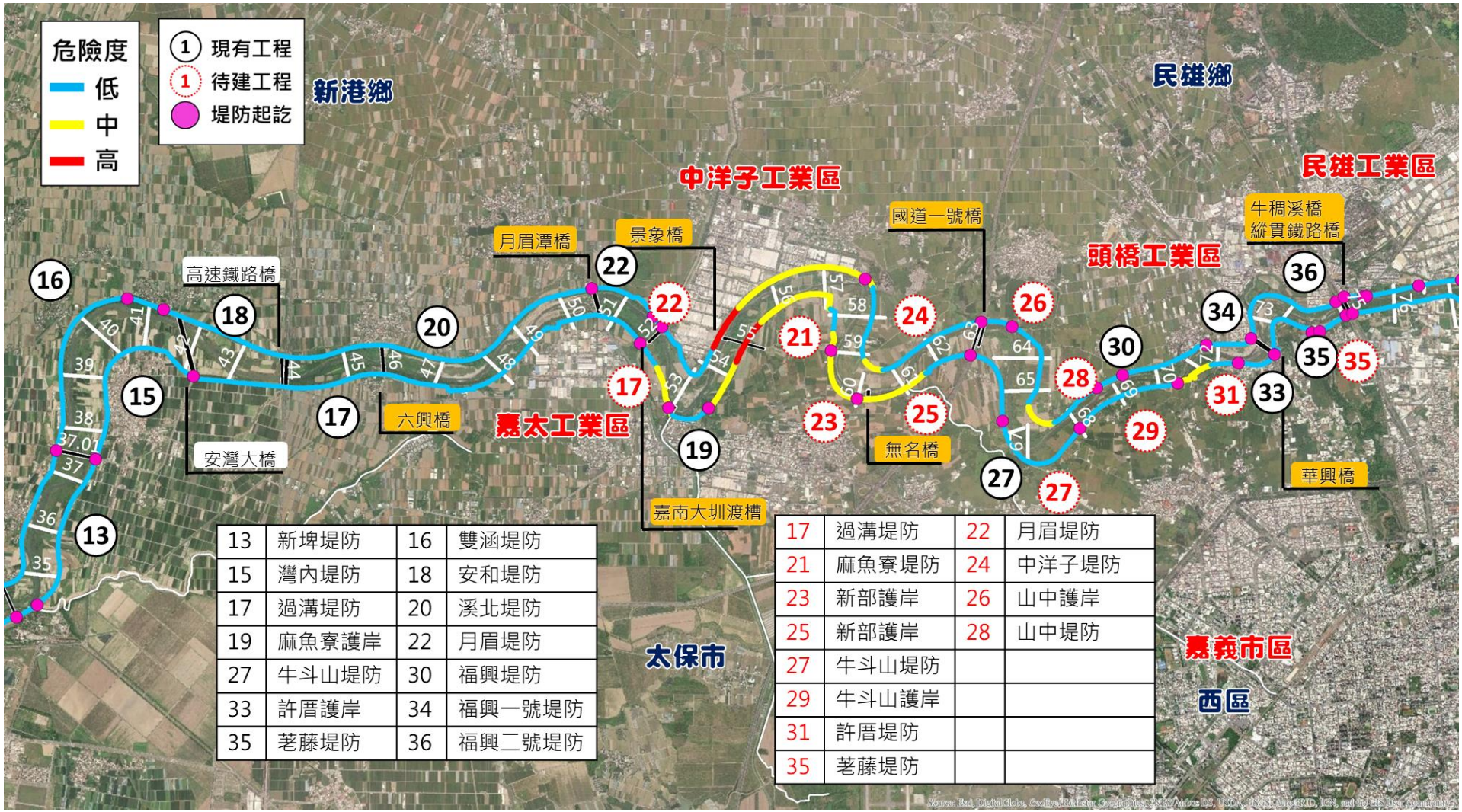


圖 4-25　朴子溪危險度地圖

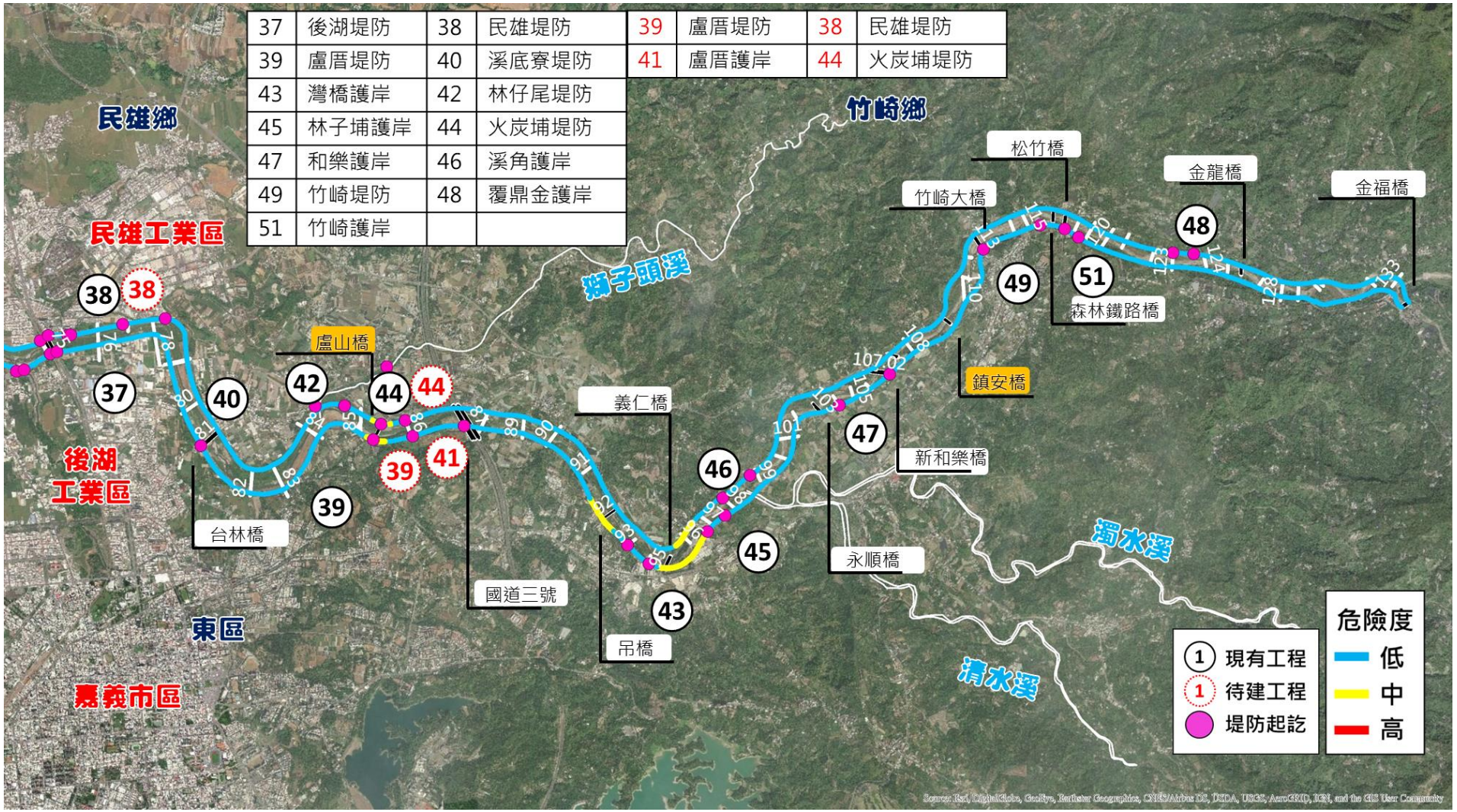


圖 4-26　牛稠溪危險度地圖

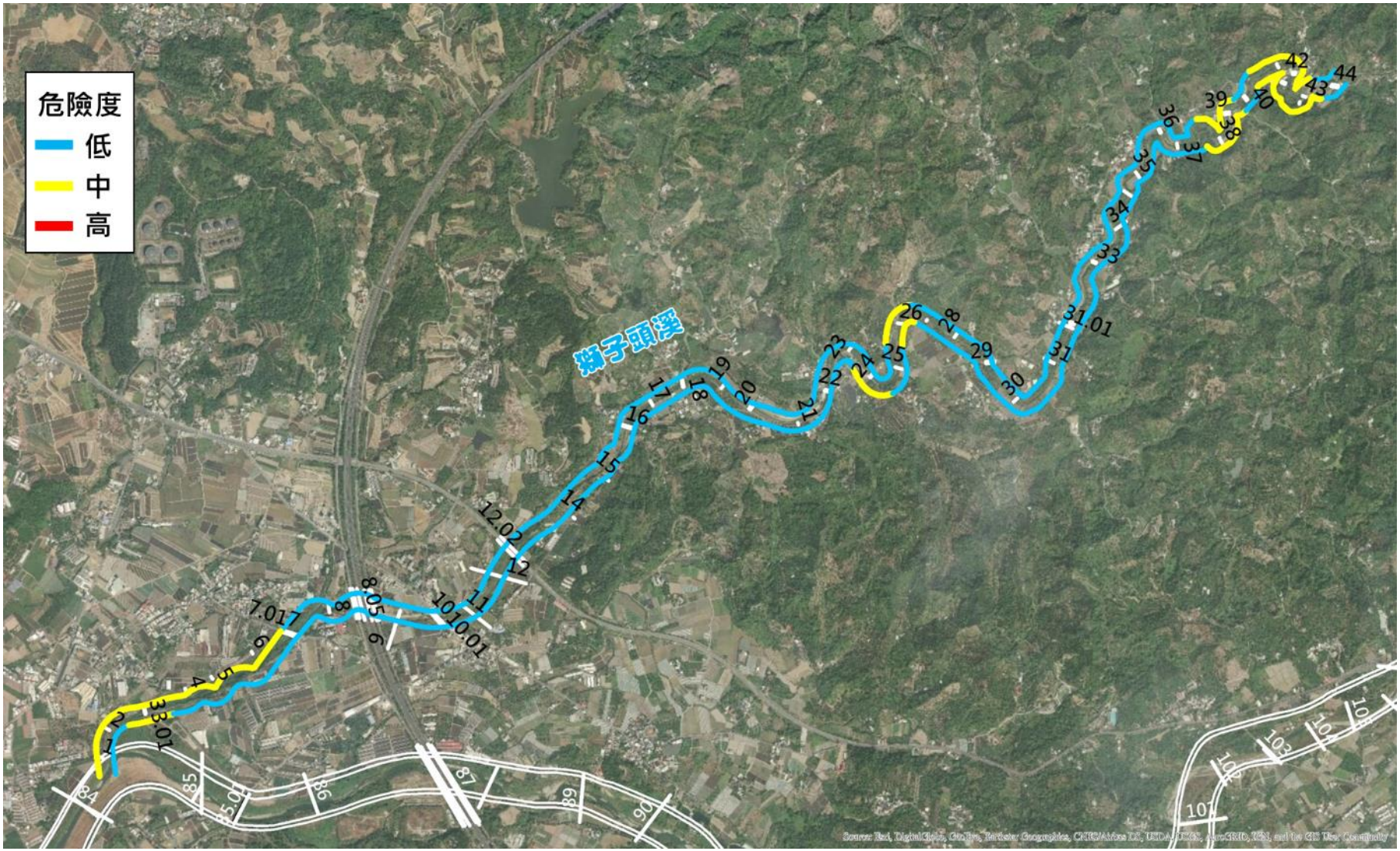


圖 4-27　獅子頭溪危險度地圖

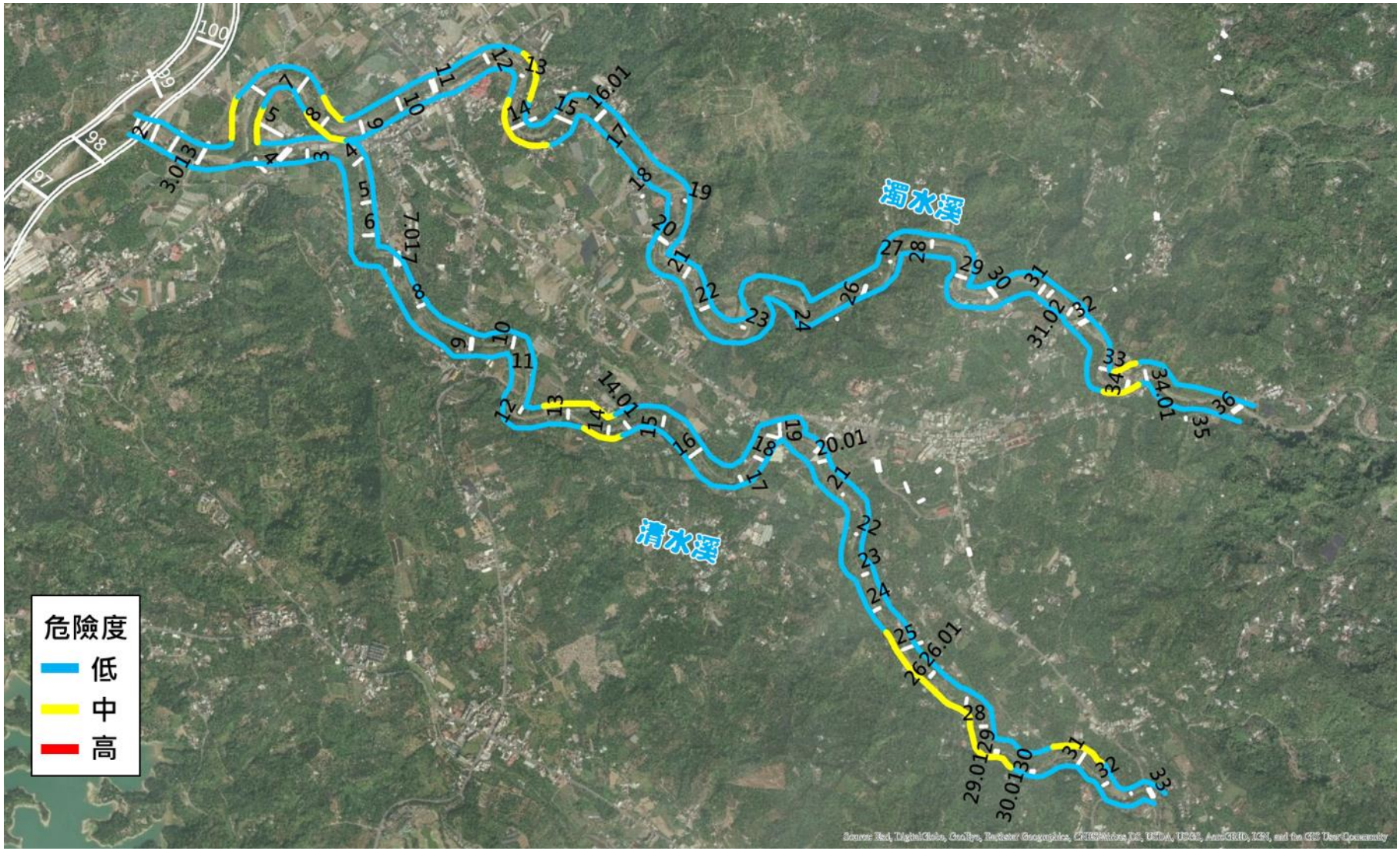


圖 4-28　濁水溪及清水溪危險度地圖

4.4 風險分析－脆弱度

脆弱度主要參考因子為社會經濟及防災應變能力兩種面向，如風險辨識章節表 3-11 所示，本計畫脆弱度之評估依據危險度較高之河段進行探討，計畫根據不同河段之危險度分析不同之溢堤點及破堤點之影響,採用 100 年頻率洪水情境進行分析探討，以二維洪泛模式，分析出可能造成之淹水面積，以面積為基礎，依據淹水範圍內之相關社經資料計算相關脆弱度因子(如對應之脆弱人口、工業區等)作為分析參考。

一、河道沖淤及洪氾潰堤模擬

(一)河道沖淤模擬

河道沖淤以 SRH2D 二維水理輸砂模式進行模擬，主要探討特定河段的細部沖淤趨勢，地形資料係根據內政部 5 公尺的數值高程資料，河道及高灘地糙度係數資料係根據 104 年規劃報告一維水理模式設定值，研究河段分別於獅子頭溪匯流口(斷面 85)~牛稠溪橋(斷面 75)、斷面 59~斷面 51(中洋子工業區上下游)等二段,計算網格數分別為 10 千、9.8 千。邊界條件設定為上游控制點 100、50、25 年重現期流量，下游邊界為水位流量率定曲線設定。

1.斷面 59~斷面 51(中洋子工業區上下游)

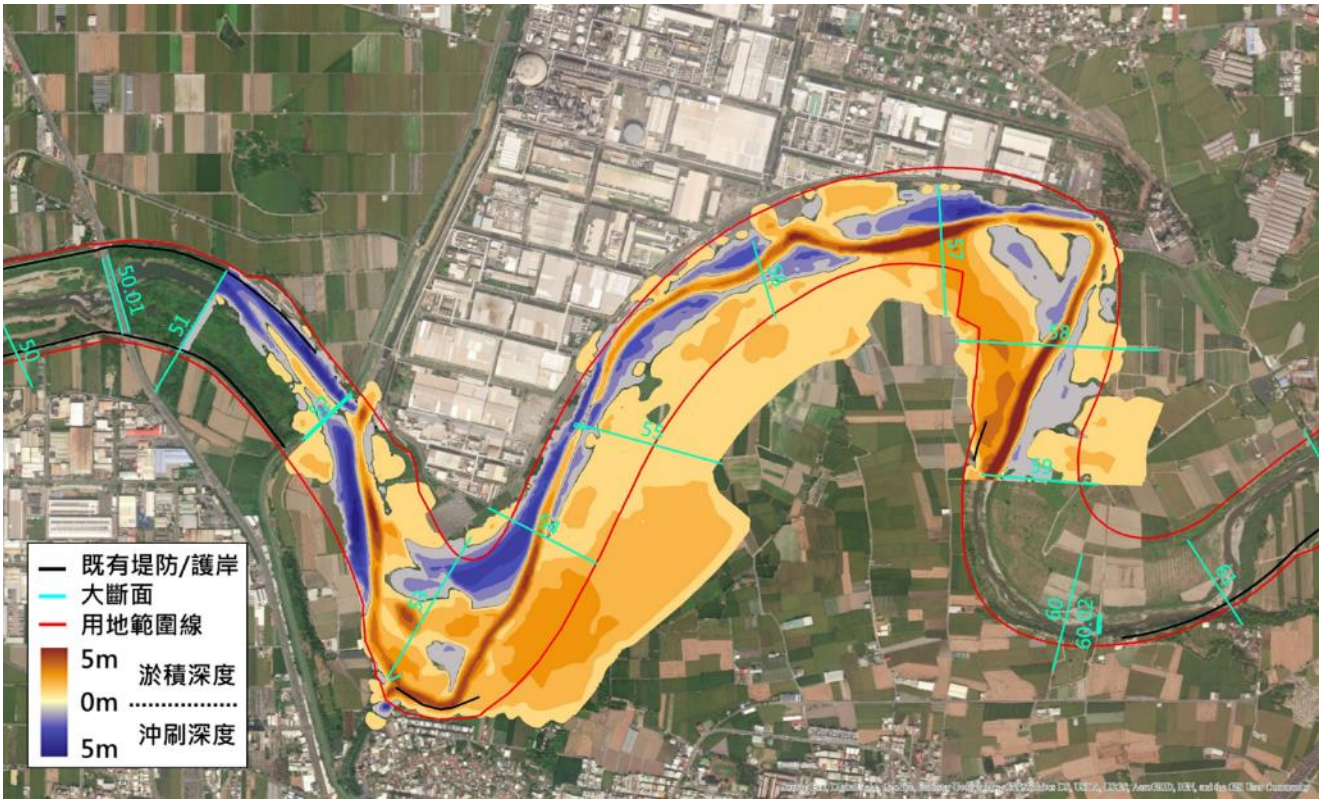
本段主要目標為分析中洋子工業區上下游河道變動及兩岸的沖刷趨勢，是否影響工業區本身安全。由分析結果圖 4-30~圖 顯示，深槽部分為淤積,兩岸為沖刷,現況兩岸通洪能力不足 5 年,流速界於 2~6m/s,且尚未設置堤防屬於高風險河段。於斷面 57~58 間灘地寬度最小不足 50 公尺，河道深槽最接近工業區，現況河道上已有佈置導流工避免彎道直沖造成右岸沖刷,其導流工後續維護、損害後重新建置為本段重要處理措施。於斷面 55~56 間主深槽靠右岸且有淤積趨勢，故於洪氾期間可能有溢淹之潛在風險。另外於斷面 53~54 間，左岸於麻魚寮排水口處為淤積趨勢，右岸為沖刷趨勢，而至斷面 53 處又呈沖刷趨勢(彎道攻擊岸)，現況有 600 公尺以上高灘地做為緩衝帶保護工業區，故本段風險為當左岸淤積嚴重時，斷面 54 可能存在溢淹風險。

2.獅子頭溪匯流口(斷面 85)~牛稠溪橋(斷面 75)

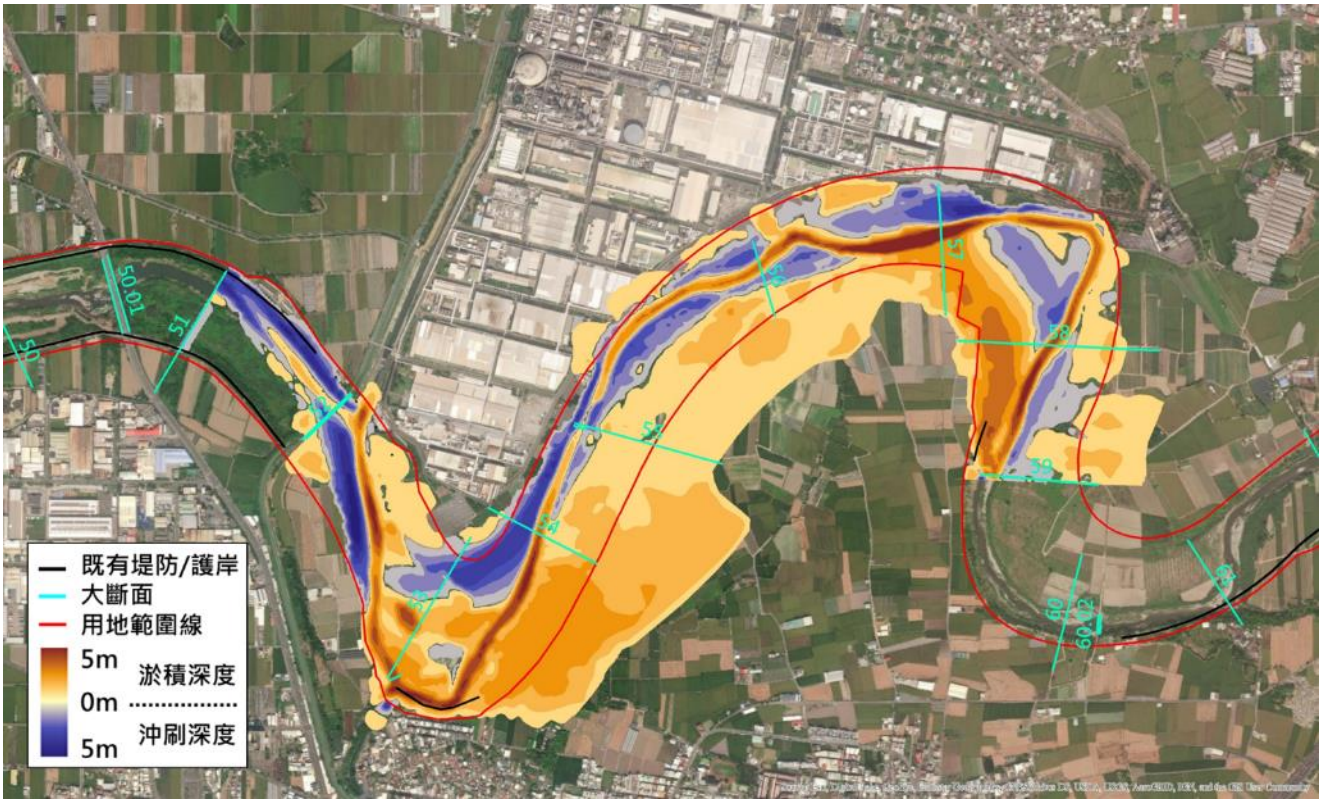
本段主要目標為分析台林橋(斷面 81)下游右岸溪底寮堤防(斷面 79~84 為溪底寮堤防)是否有沖刷潛勢，因本段右岸社區地勢低窪，若發生洪水漫淹或潰堤機會造成嚴重損害，加上溪底寮堤防曾經補強加高，於堤防頂存在一脆弱面，如圖 4-29 所示。

由分析結果圖 ~圖 顯示，台林橋下游右岸為沖刷趨勢，於斷面 79~81 沖刷深度較高，於規劃報告水理分析上本段堤防保護標準階達 200 年重現期，流速亦不高(1.6~3.4m/s)，但由於存在沖刷潛勢，故本段仍不排除溪底寮堤防於洪災事件下有受損之風險。此外再往下游則為彎道直沖斷(斷面 78)沖刷深度為最高，現第五河川局以於 108 年治理基本計畫中提出該段將佈設民雄堤防加強保護後方之民雄工業區，故本段現況災害危險度較低，後續可配合加強本段堤防監測或設置即時水位流量站等措施，以利業務單位能即時掌握堤坊狀態。

圖 4-29　溪底寮堤防現況

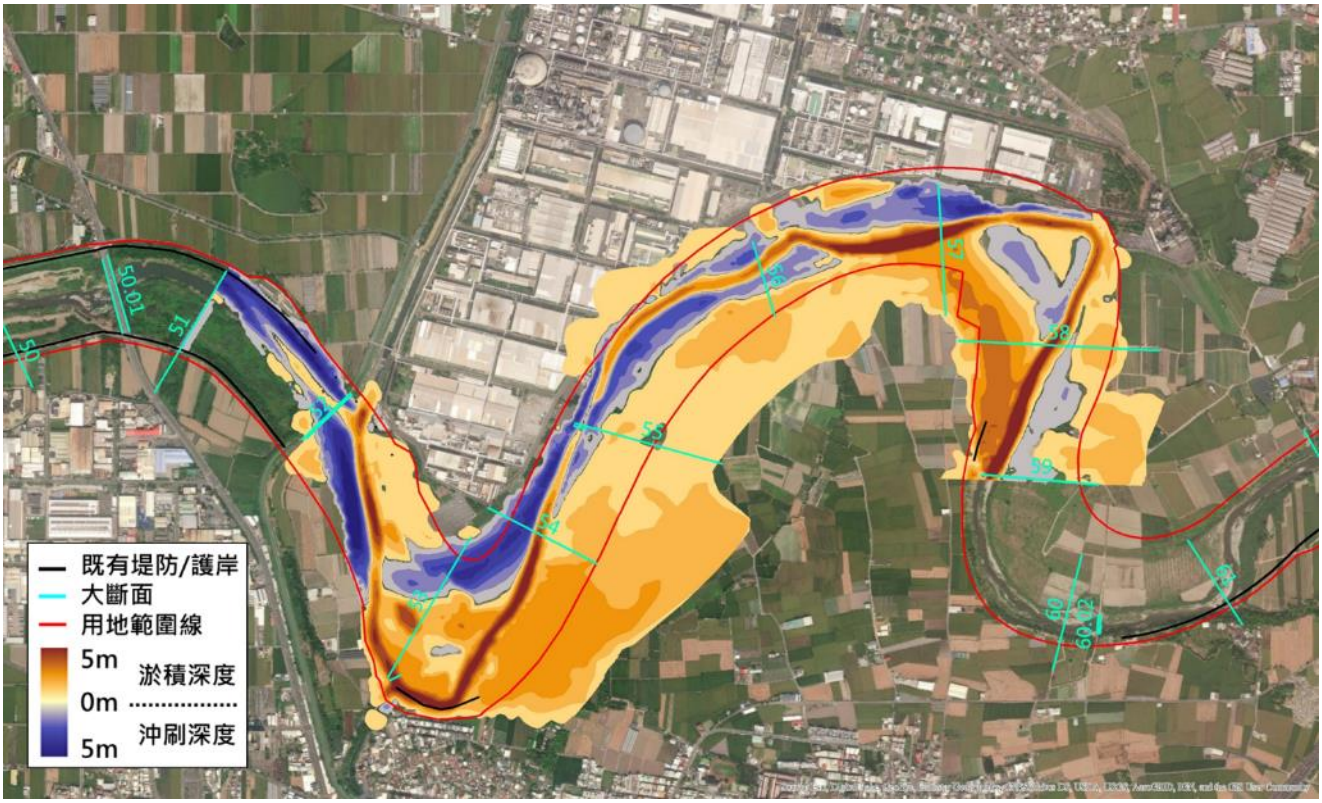


(A) (25 年洪水)

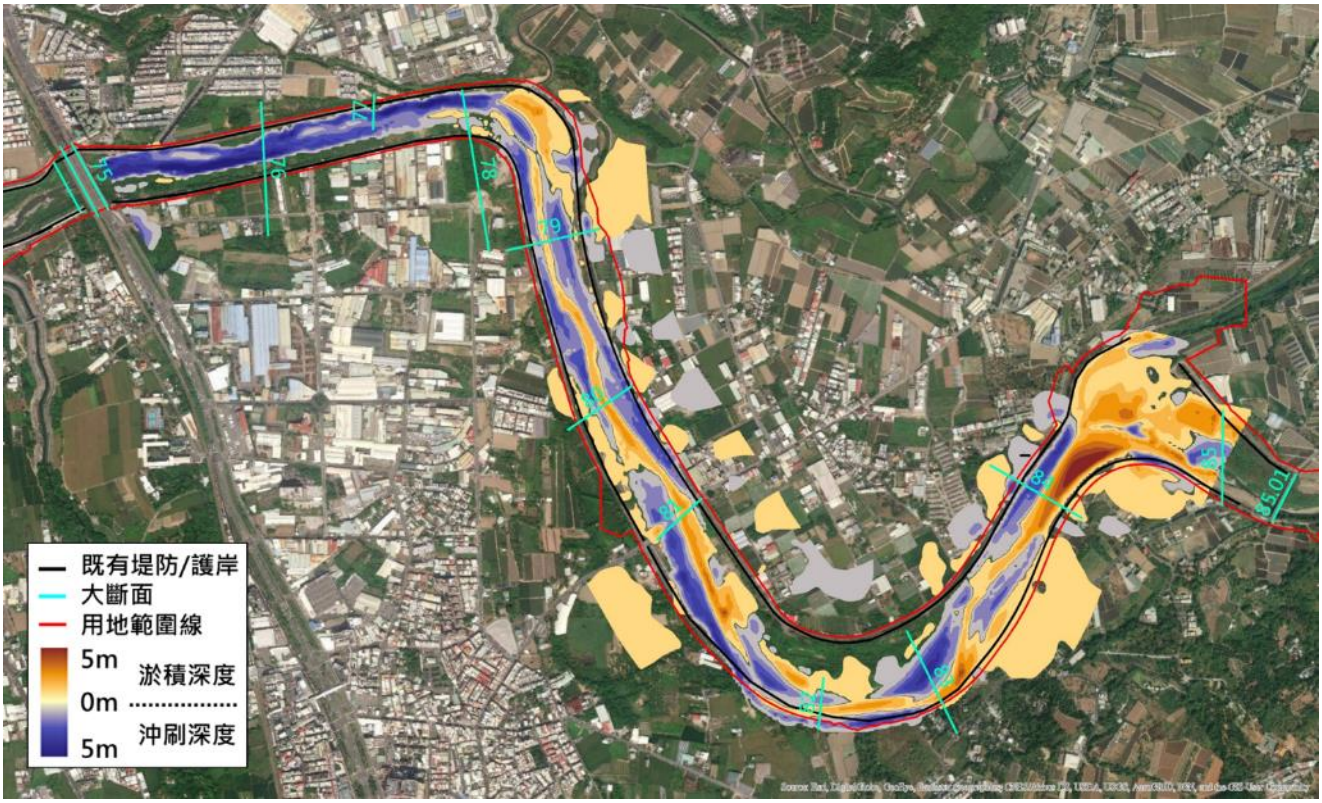


(B) (50 年洪水)

圖 4-30　河道沖淤模擬成果(1/3)

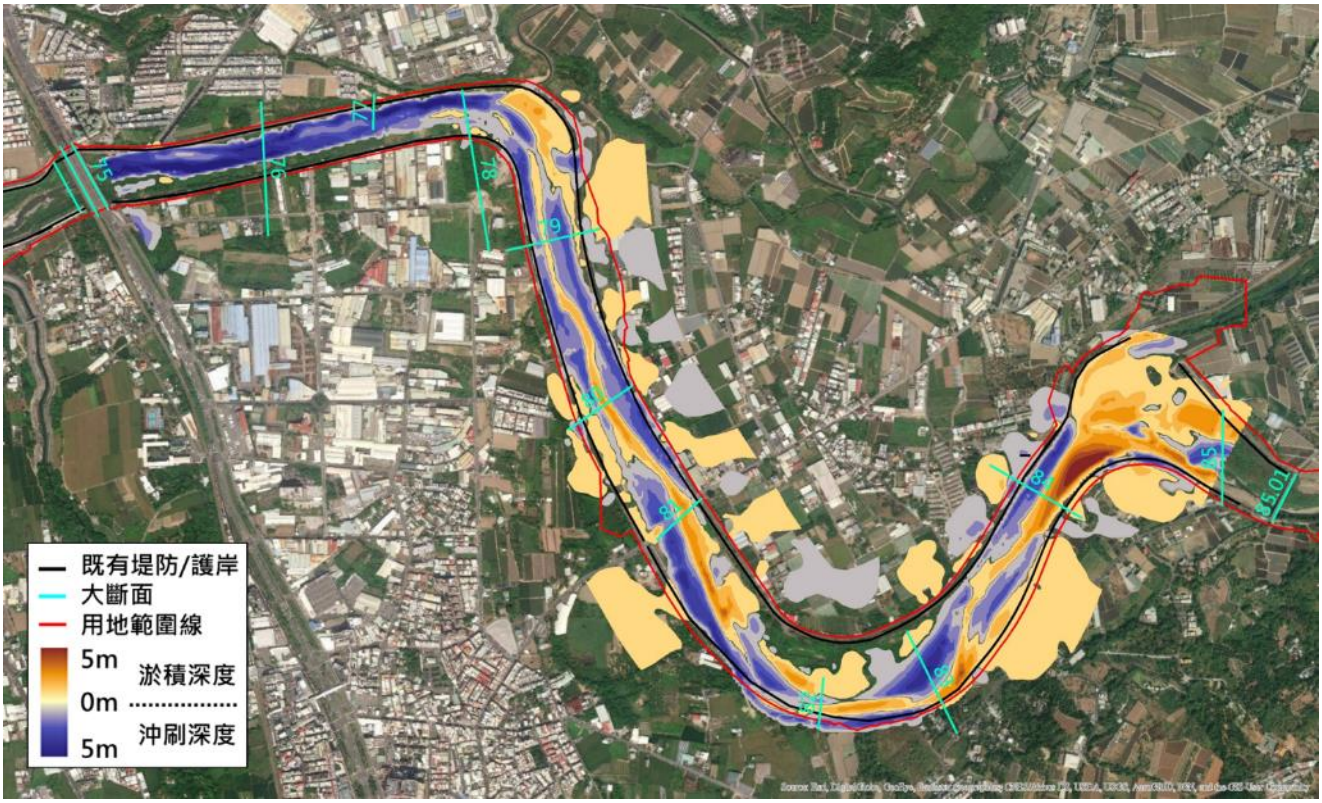


(A) (100 年洪水)

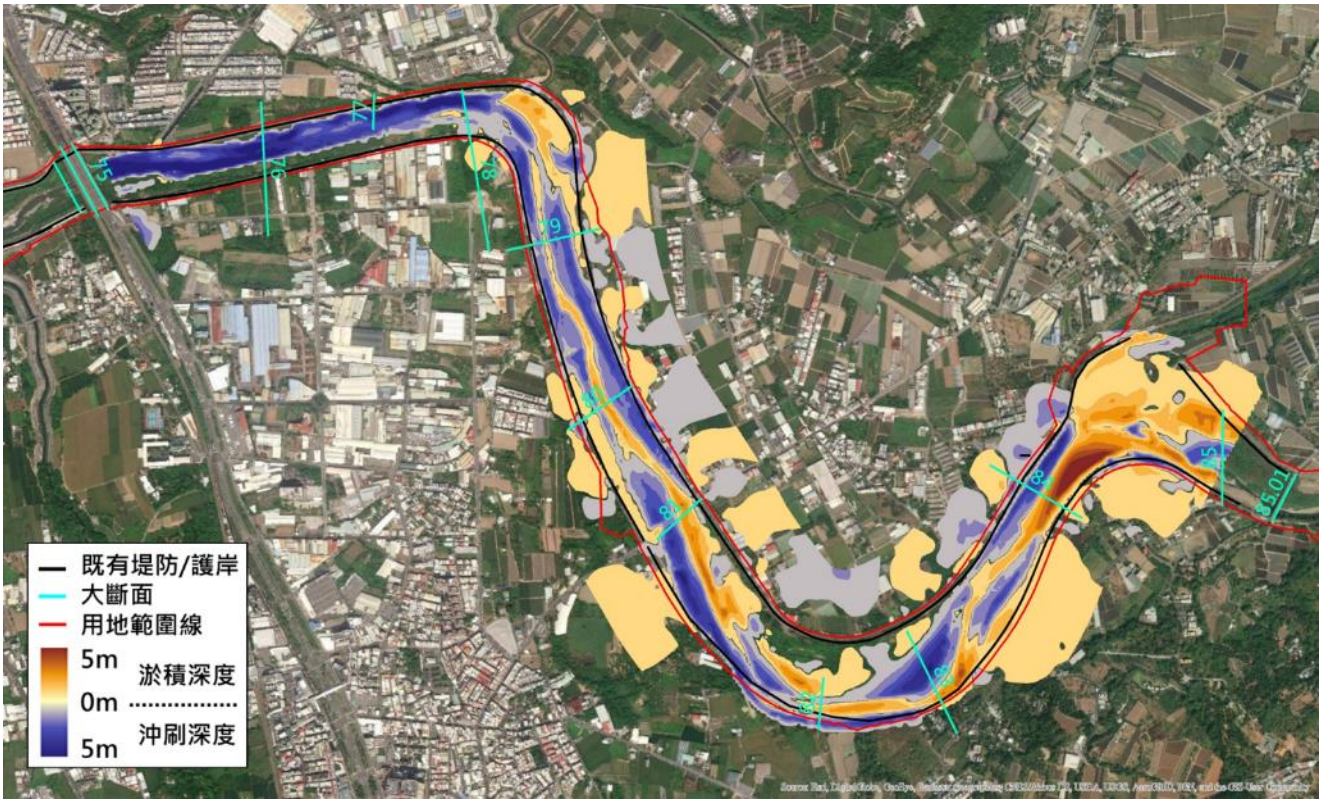


(B) (25 年洪水)

圖 4-30　河道沖淤模擬成果(2/3)



(A) (50 年洪水)



(B) (100 年洪水)

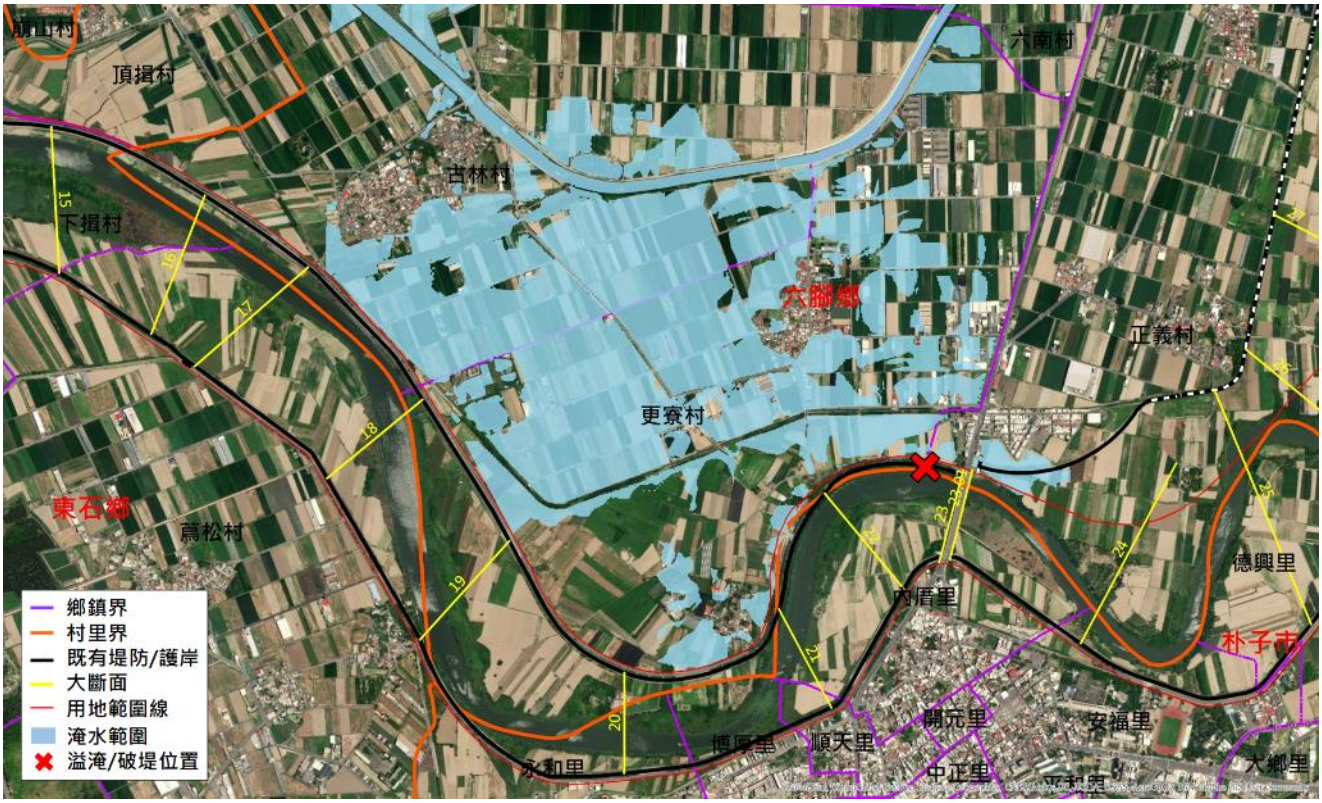
圖 4-30　河道沖淤模擬成果(3/3)

(二)洪氾潰堤模擬

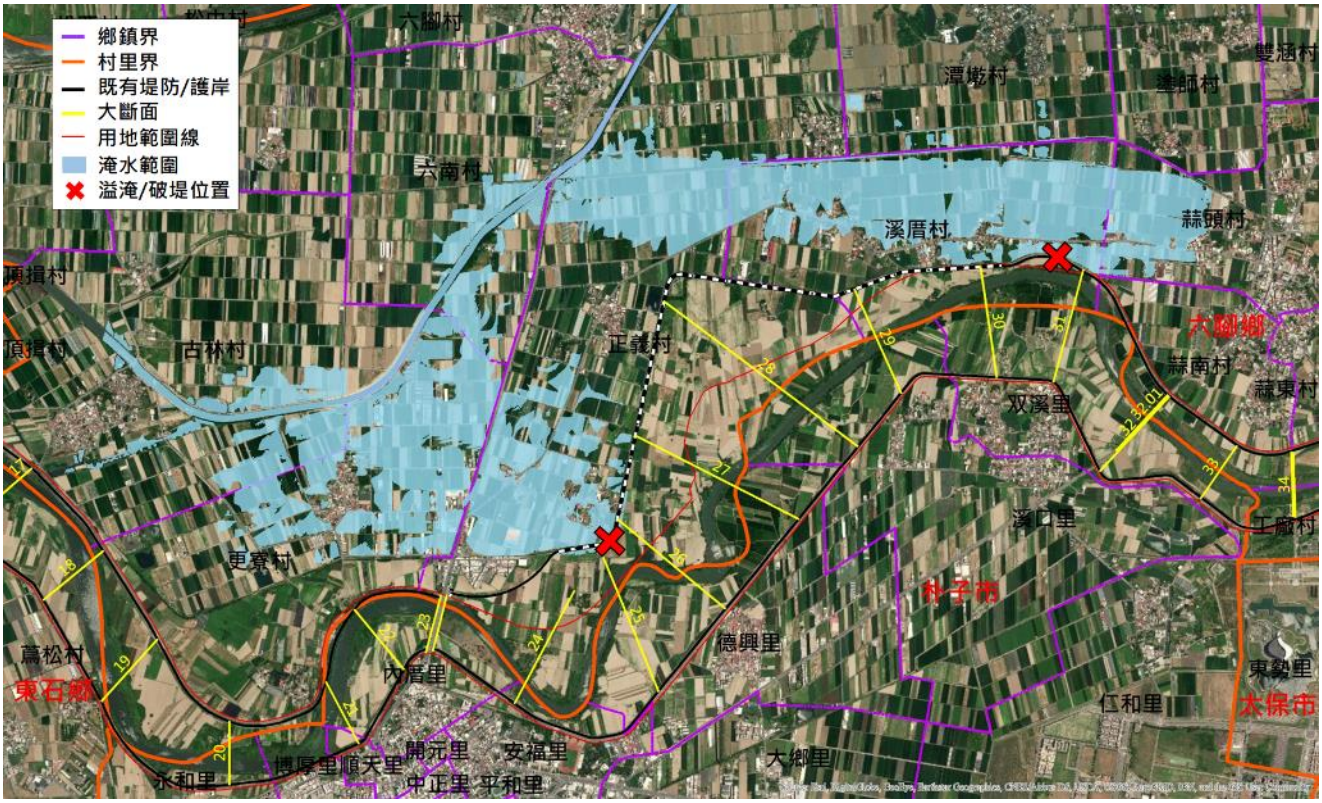
洪氾潰堤以 HEC-RAS 二維模組進行模擬，主要目標為假設於洪峰時潰堤後，其可能的淹水範圍。地形資料係根據內政部 5 公尺的數值高程資料，地表糙度係數資料係根據土地利用資料，研究河段主要挑選危險度分析結果為中度及高度等級段，網格設定為 50╳50 公尺。邊界條件設定為上游控制點 100 年重現期流量，下游邊界為正常水深設定。堤防潰決假設發生於洪峰前 1.5 小時，研究河段完全潰決情況下進行河道洪水潰堤演算。主要潛勢潰堤點篩選如表 4-40 所示，除了有溢淹及沖刷可能性的堤段選入外，堤後有重要保護標的者亦選入，模擬結果如圖 4-31 淹水面積及影響村里統整於後節脆弱度評估結果(表 4-42)。

表 4-40　洪氾潰堤模擬堤段篩選

岸別	斷面	堤防	橋樑	溢淹可能性	歷史災害	沖刷可能性	危險度	重要保護對象
右岸	22	更寮堤防	-	-	-	中	中	
	23.1	更寮堤防	朴子溪橋	-	-	中	中	大橋頭社區
	24~30	下雙溪堤防	-	-	高	-	中	
	52.1~52	-	嘉南大圳渡槽	-	-	-	低	中洋子工業區
	53	-	-	中	-	-	中	
	54	-	-	-	-	-	低	
	55.1~55	-	景象橋	高	-	-	高	
	56~57	-	-	中	-	-	中	
	60	中洋子堤防(待)	-	中	-	-	中	
	60.1	中洋子堤防(待)	無名橋	中	-	-	中	
	67	山中堤防(待)	-	中	-	-	中	
	70~72	福興護岸(待)	-	-	中	-	中	福興村
	73~75	福興二號堤防	-	-	-	-	低	頭橋工業區
	75~77	民雄堤防	-	-	-	-	低	民雄工業區
	77~78	民雄堤防(待)	-	-	中	-	中	
	80	溪底寮堤防	-	-	-	-	低	溪底寮社區
	85.2~85.1	林仔尾堤防	盧山橋	中	-	-	中	
左岸	19~21、24	朴子堤防	-	-	-	中	中	朴子市區
	34.1~35	雙溪堤防	介壽橋	-	-	-	低	故宮南院
	51	過溝堤防	-	-	-	-	低	嘉太工業區
	53	過溝堤防(待)	-	-	-	中	中	
	54	麻魚寮堤防(待)	-	中	-	-	中	麻魚寮社區
	55.1~55	麻魚寮堤防(待)	景象橋	高	-	-	高	
	56~57	麻魚寮堤防(待)	-	中	-	-	中	
	59	麻魚寮堤防(待)	-	-	-	中	中	
	60.1	新廍護岸(待)	無名橋	中	-	-	中	南新里
	61	新廍提防(待)	-	-	-	中	中	
	71	許厝堤防(待)	-	中	-	-	中	
	77~79	後湖堤防	-	-	-	-	低	後湖工業區
	85.2~85.1	盧厝堤防	盧山橋	中	-	-	中	
	92.1~92.2	-	-	-	-	中	中	
	95	灣橋護岸	義仁橋	-	-	中	中	灣橋社區
	96.2	-	跌水工	-	-	中	中	灣橋社區

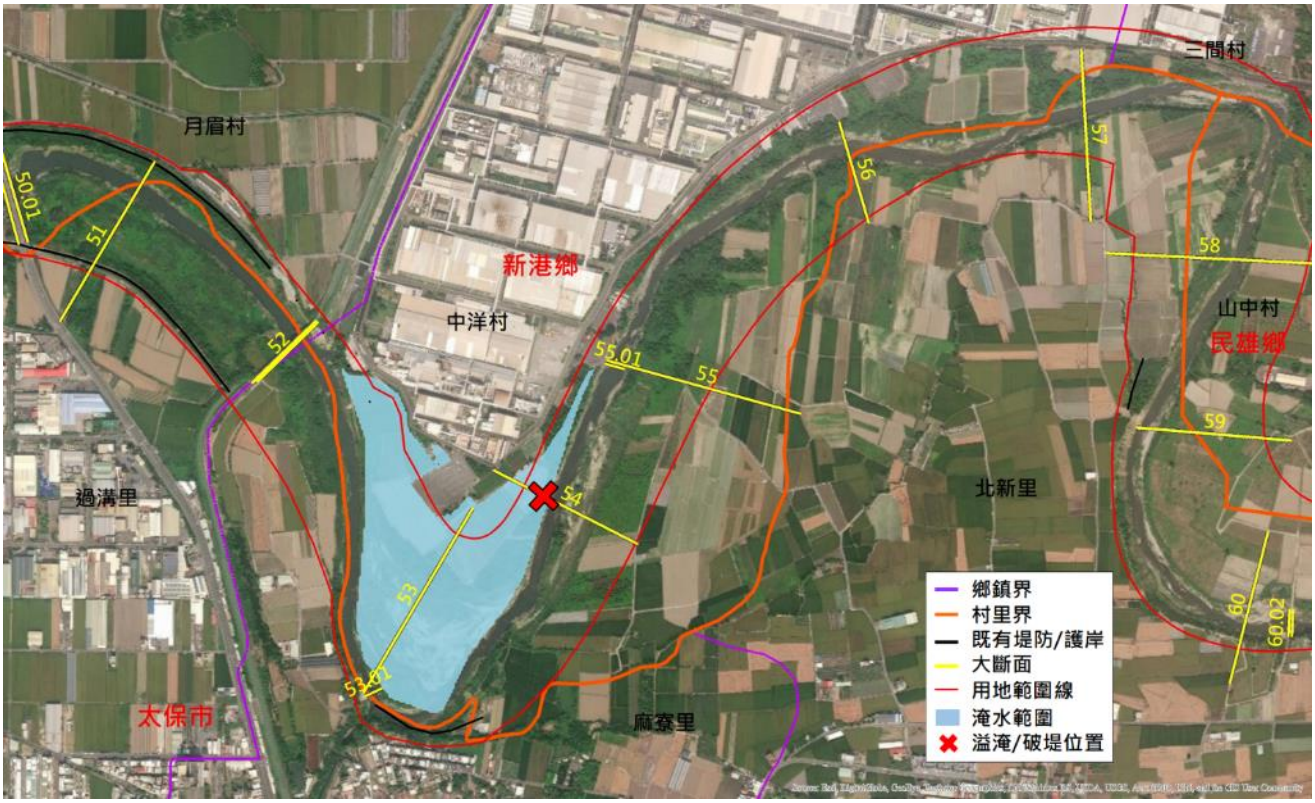


(A)更寮堤防(右岸斷面 22、23.1)

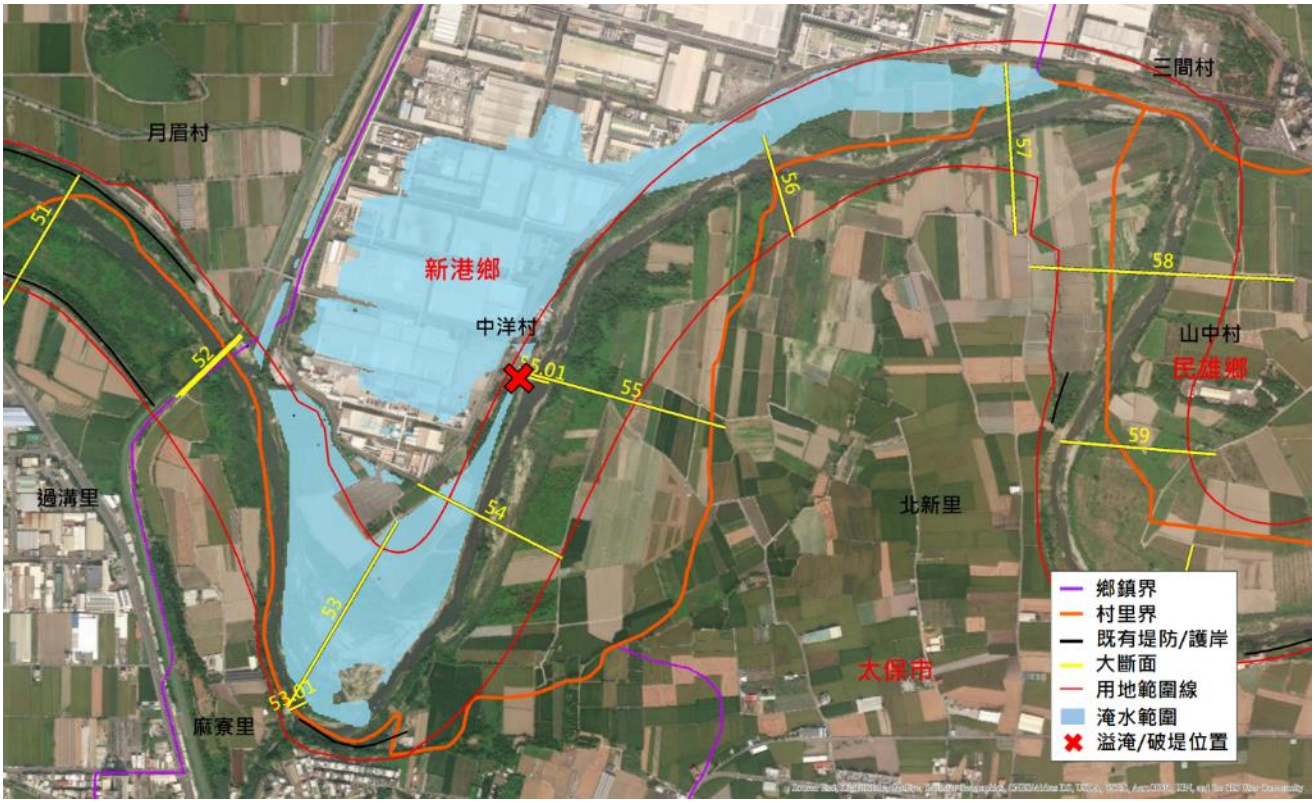


(B)下雙溪堤防(右岸斷面 24~30)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(1/12)

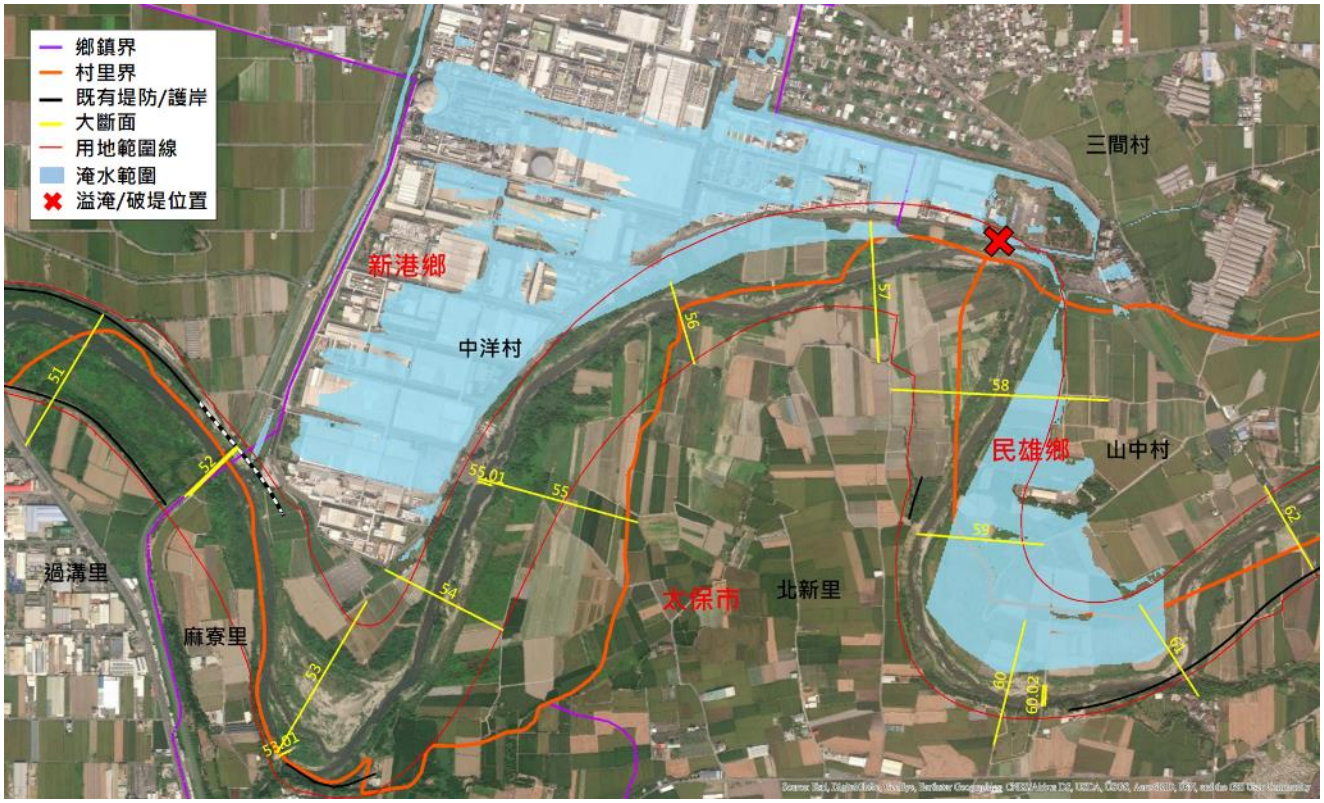


(C)中洋子工業區(右岸斷面 52.1~52、53、54)

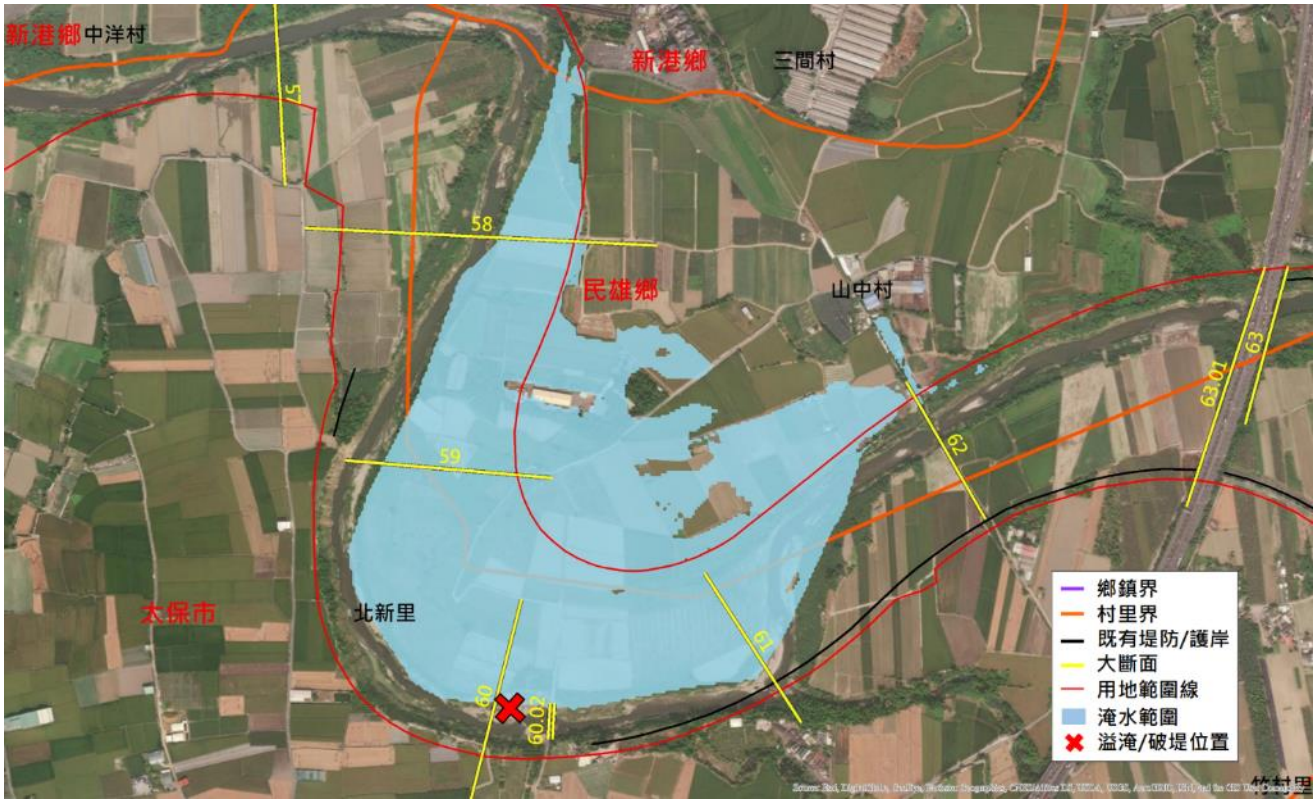


(D)中洋子工業區(右岸斷面 55.1~55)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(2/12)

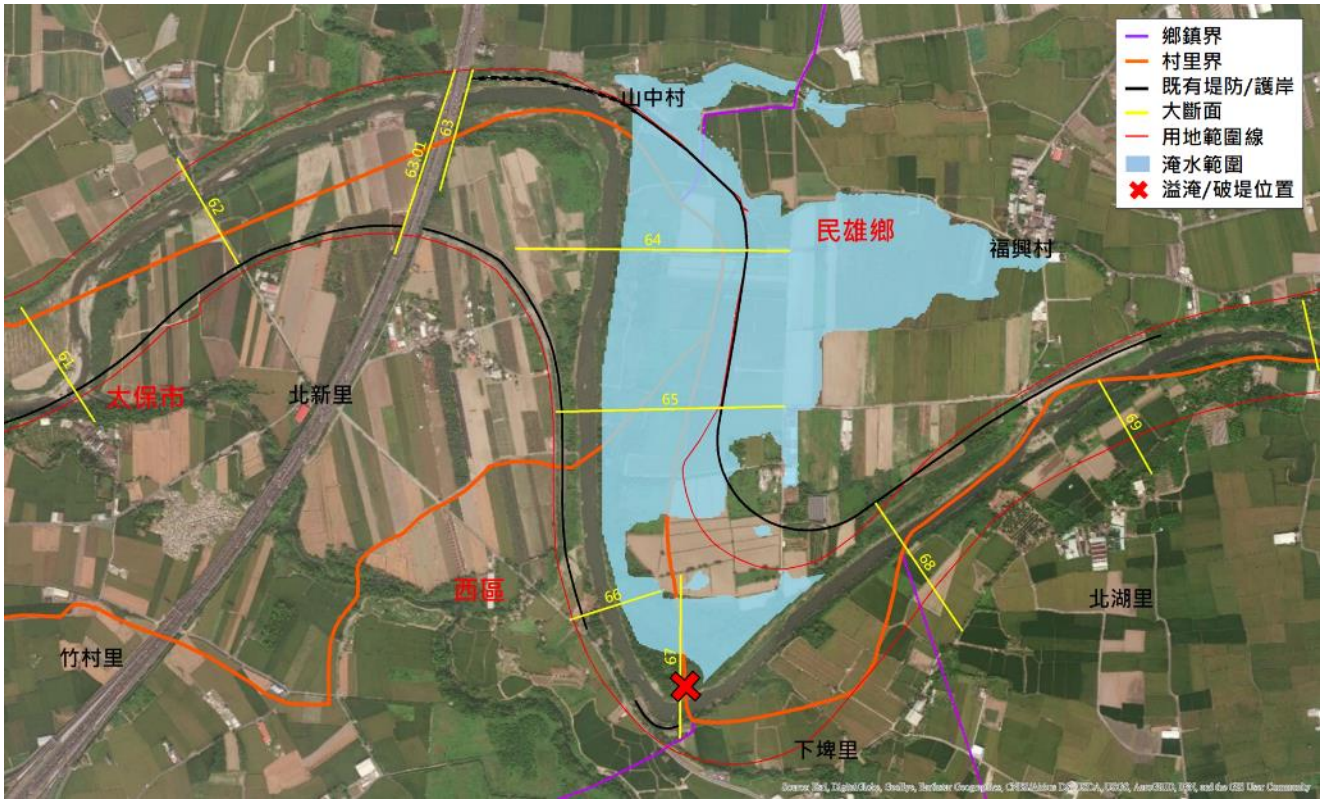


(E)中洋子工業區(右岸斷面 56~57)

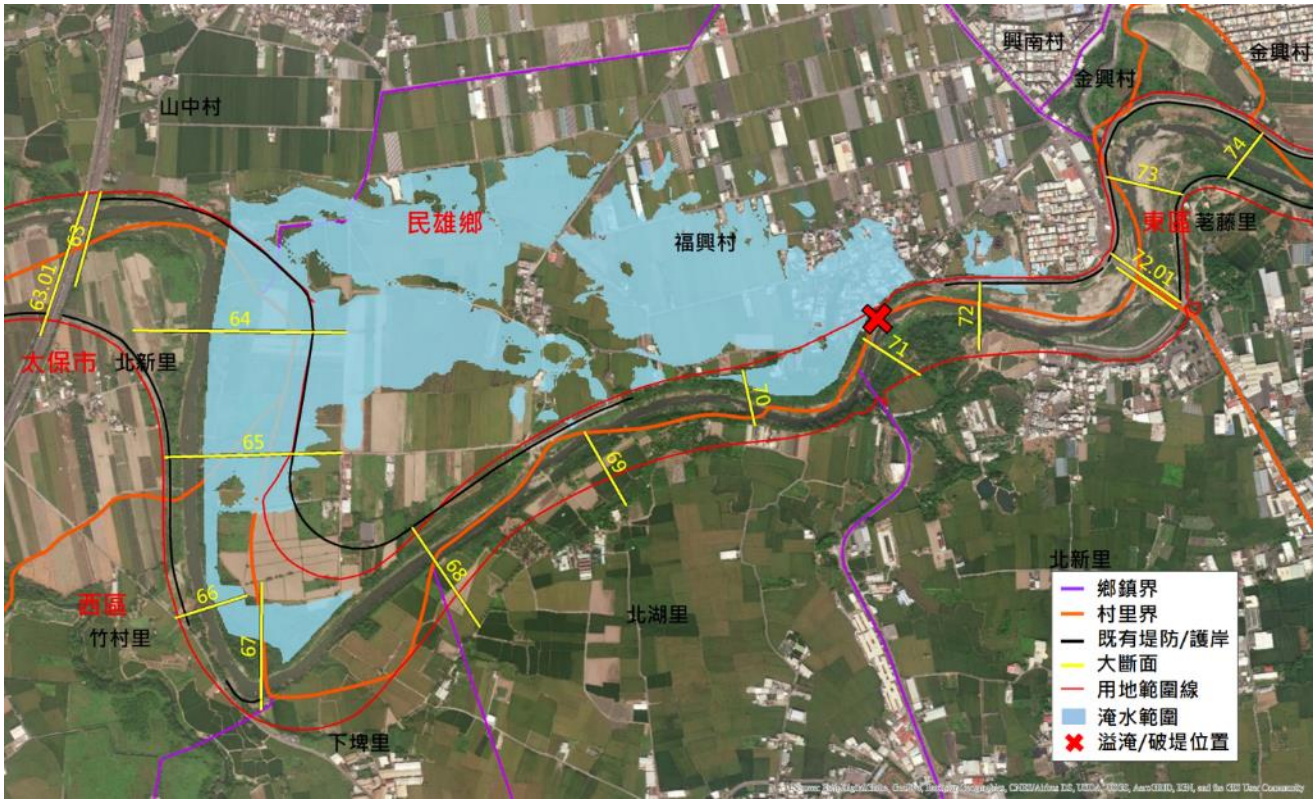


(F)(右岸斷面 60、60.1)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(3/12)



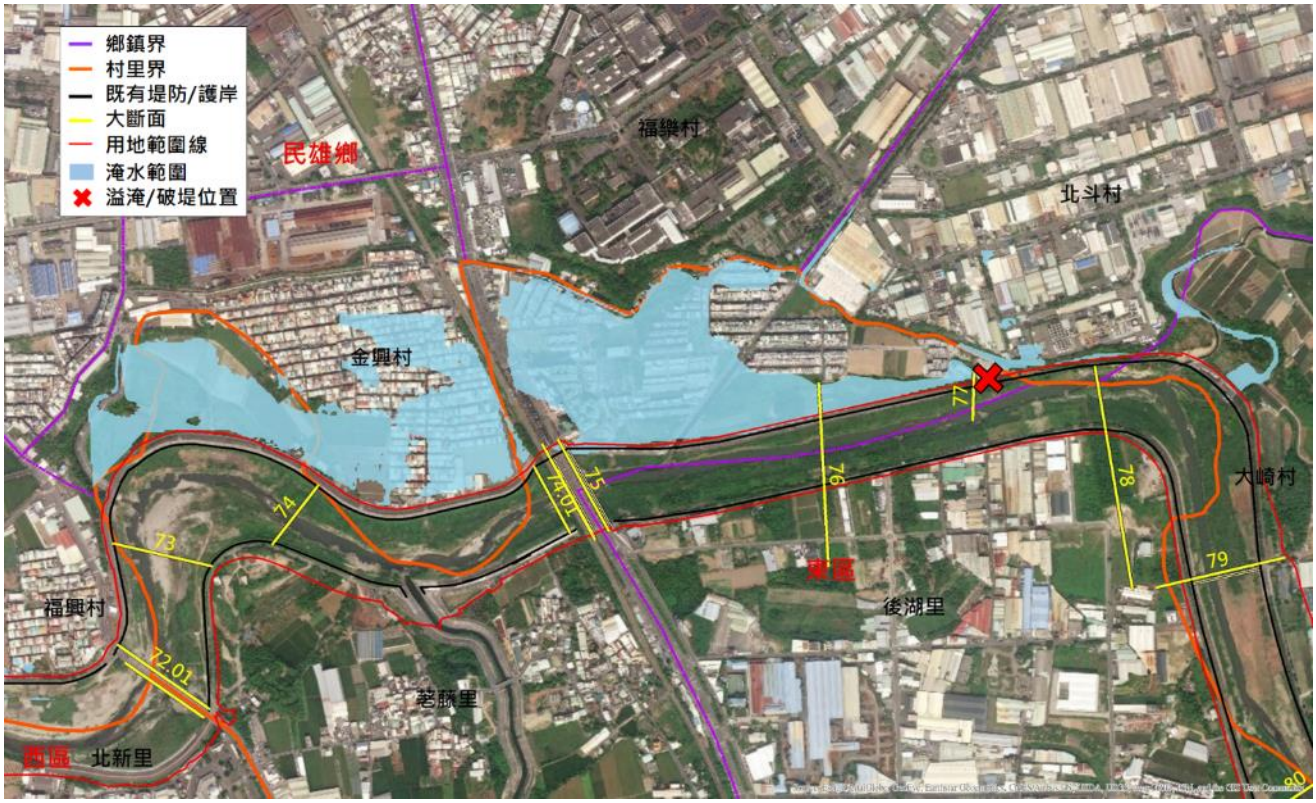
(G)(右岸斷面 67)



(H)福興護岸(右岸斷面 70~72)

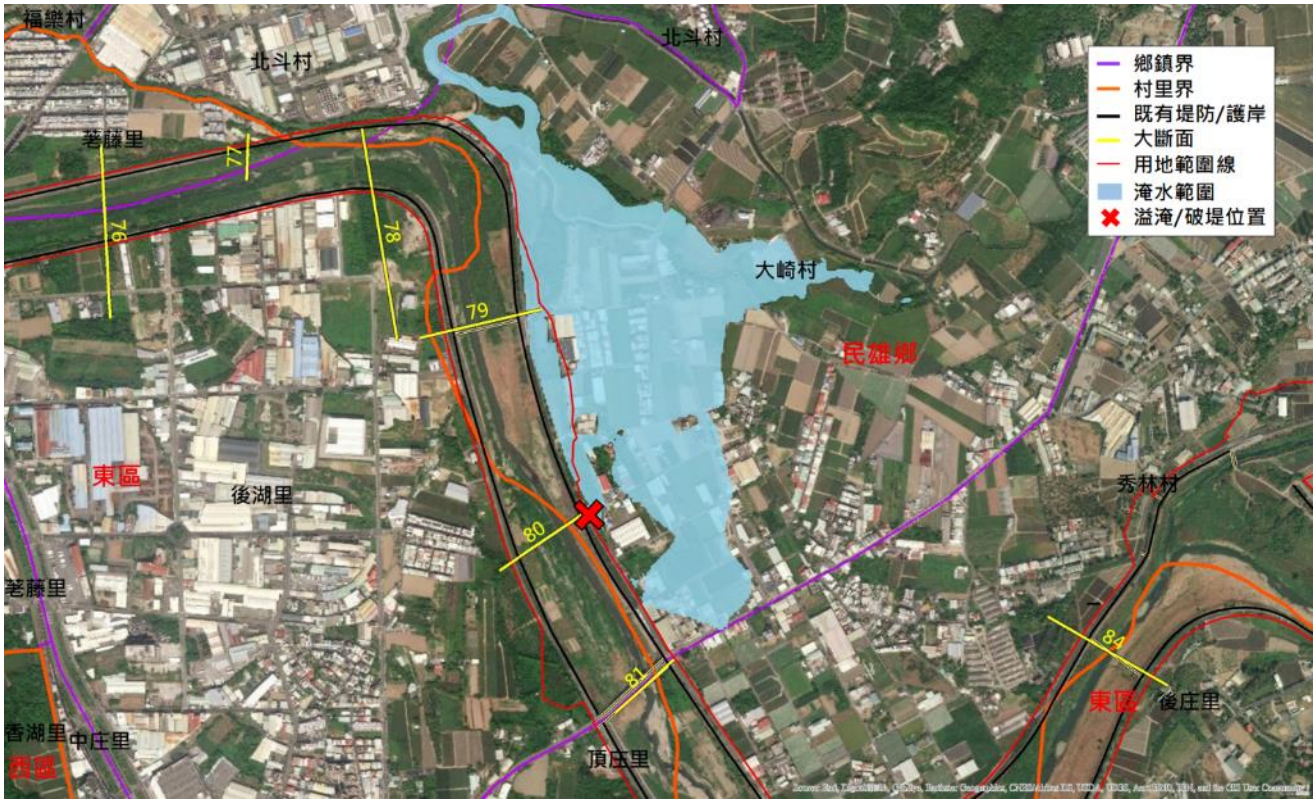
圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(4/12)

(I)福興二號堤防(右岸斷面 73~75)

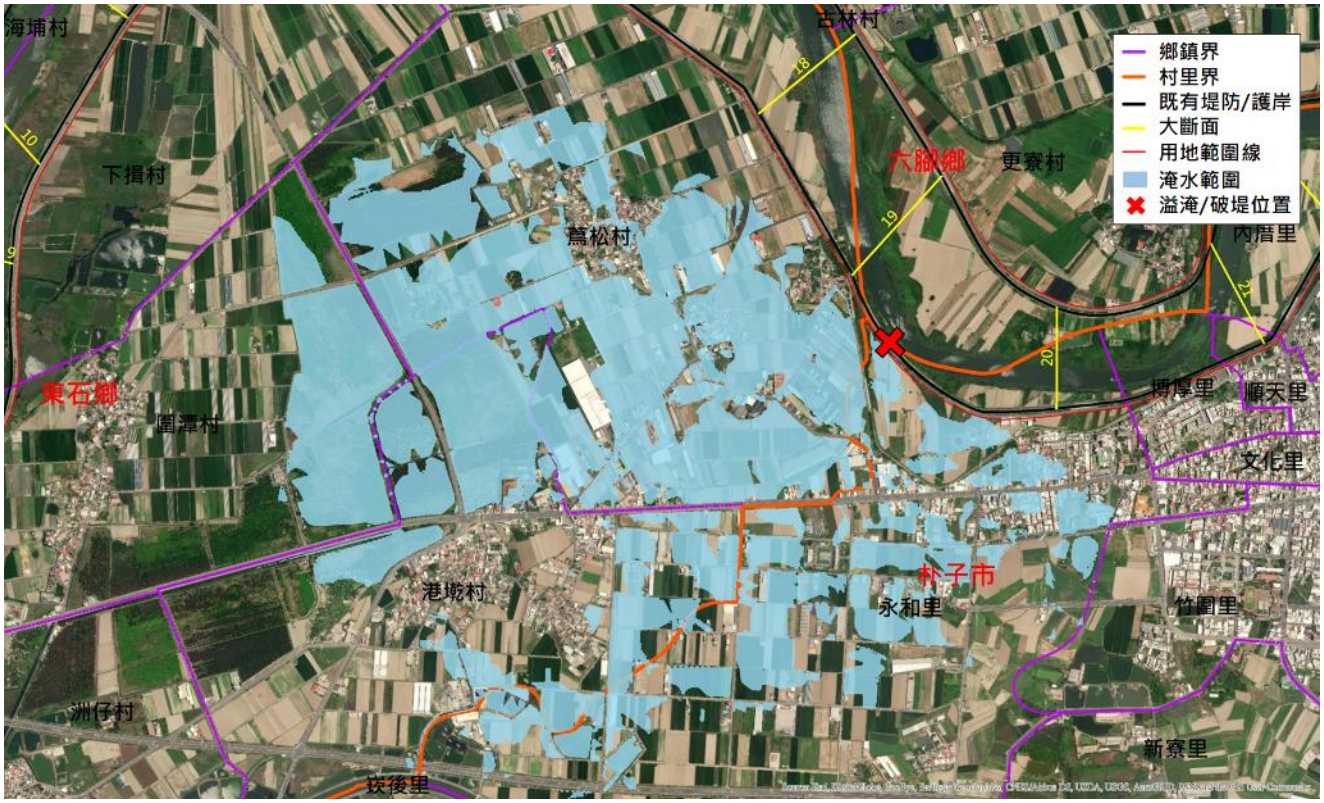


(J)民雄堤防(右岸斷面 75~77、77~78)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(5/12)

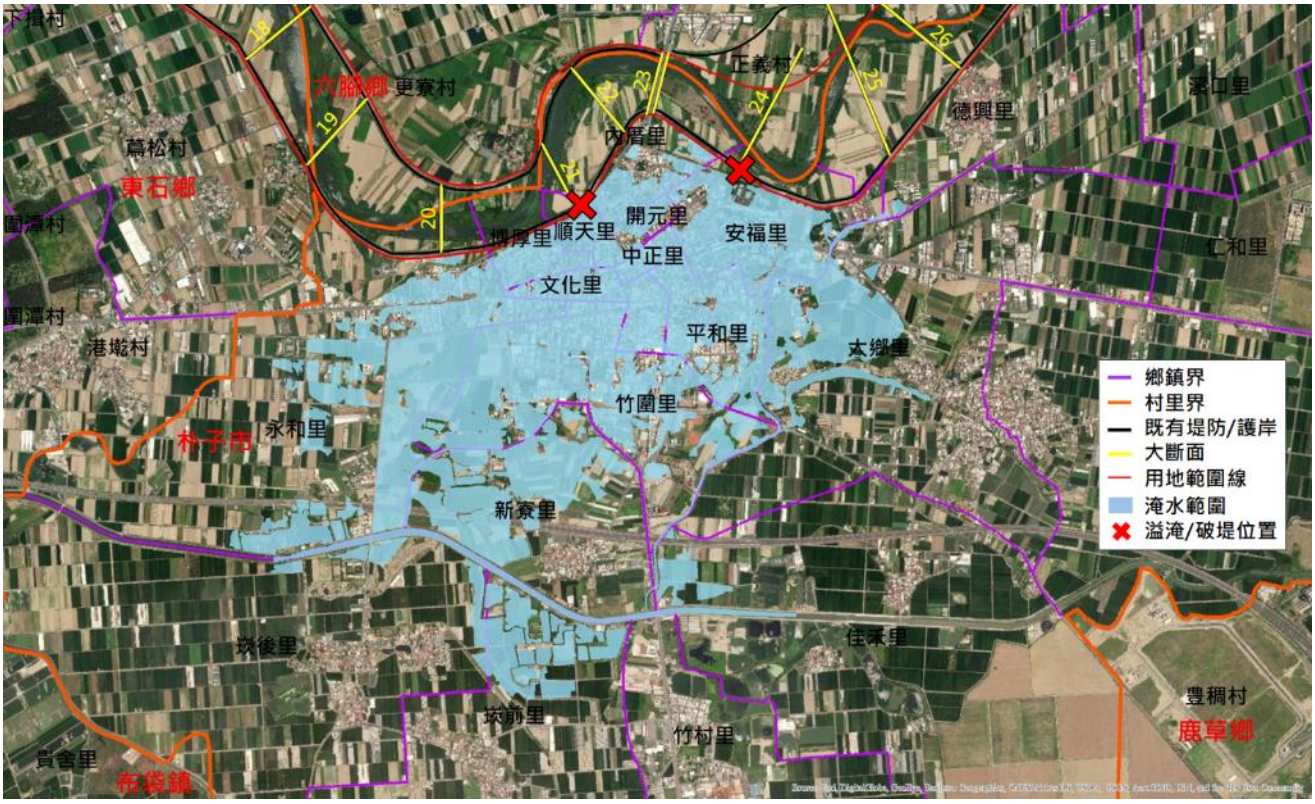


(L)溪底寮堤防(右岸斷面 80)

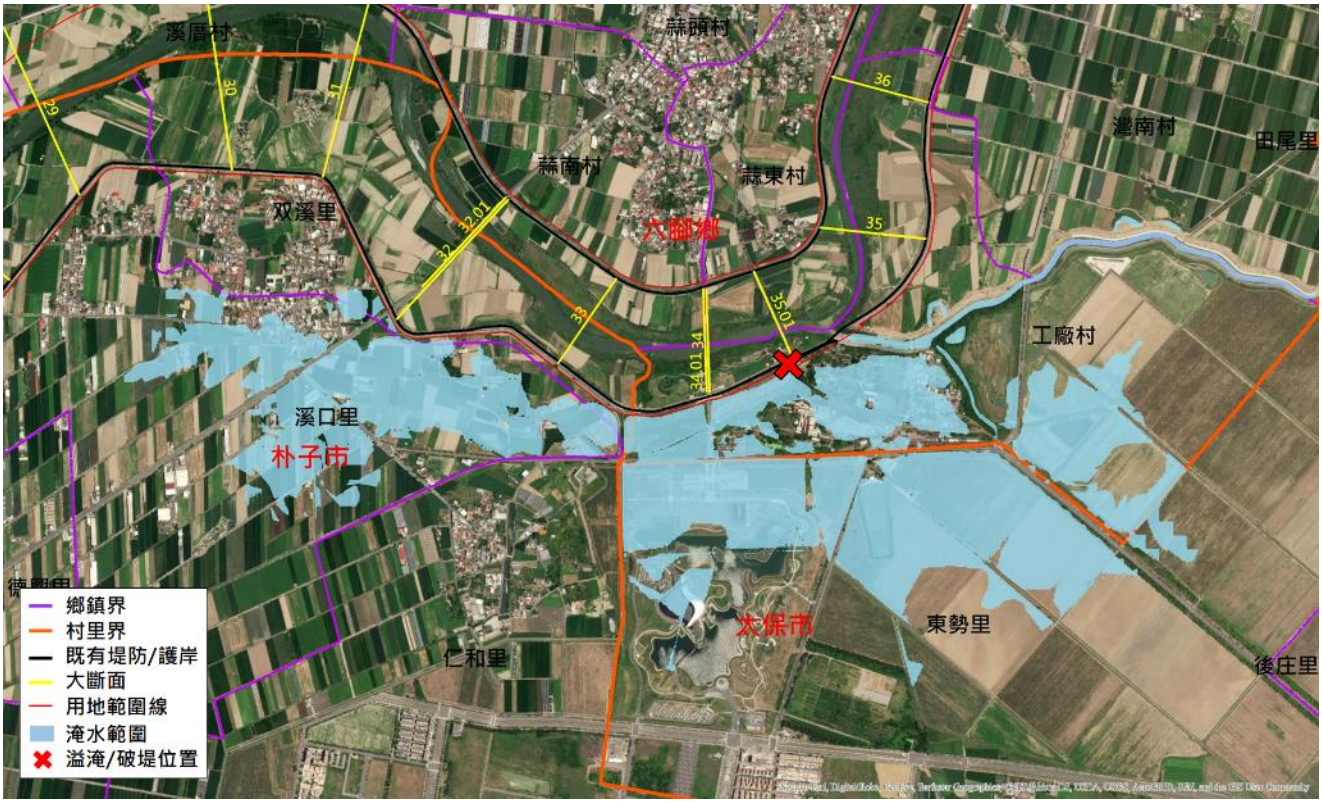


(M)朴子堤防(左岸斷面 19)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(6/12)

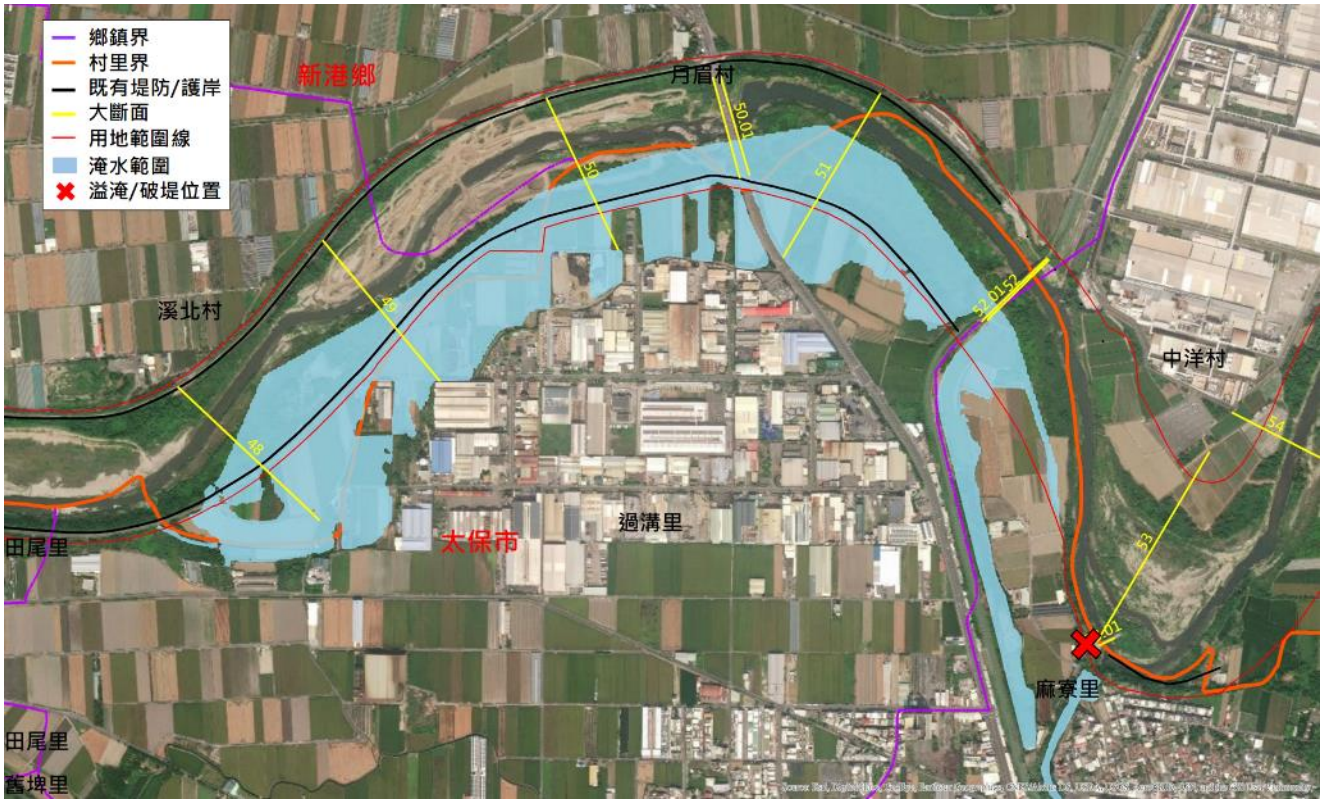


(N)朴子堤防(左岸斷面 21、24)

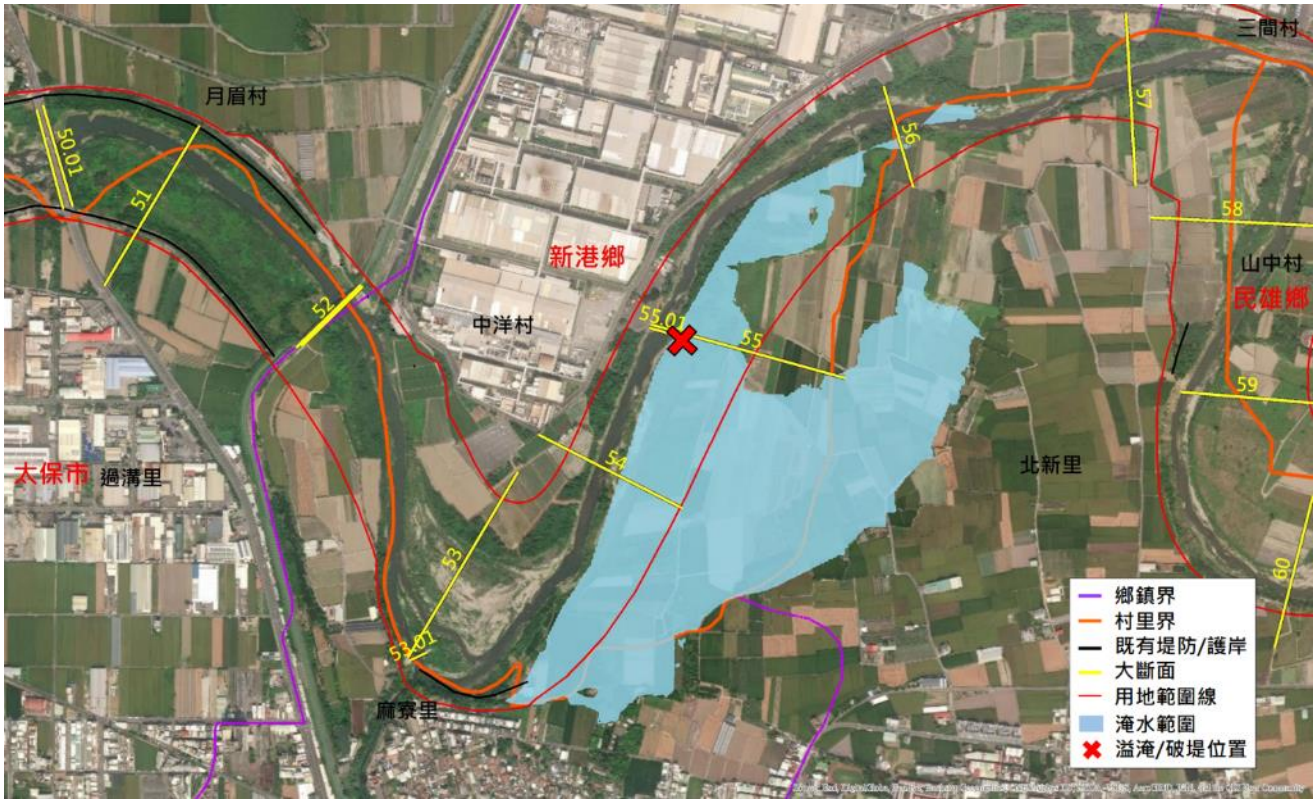


(O)雙溪堤防(左岸斷面 34.1~35)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(7/12)

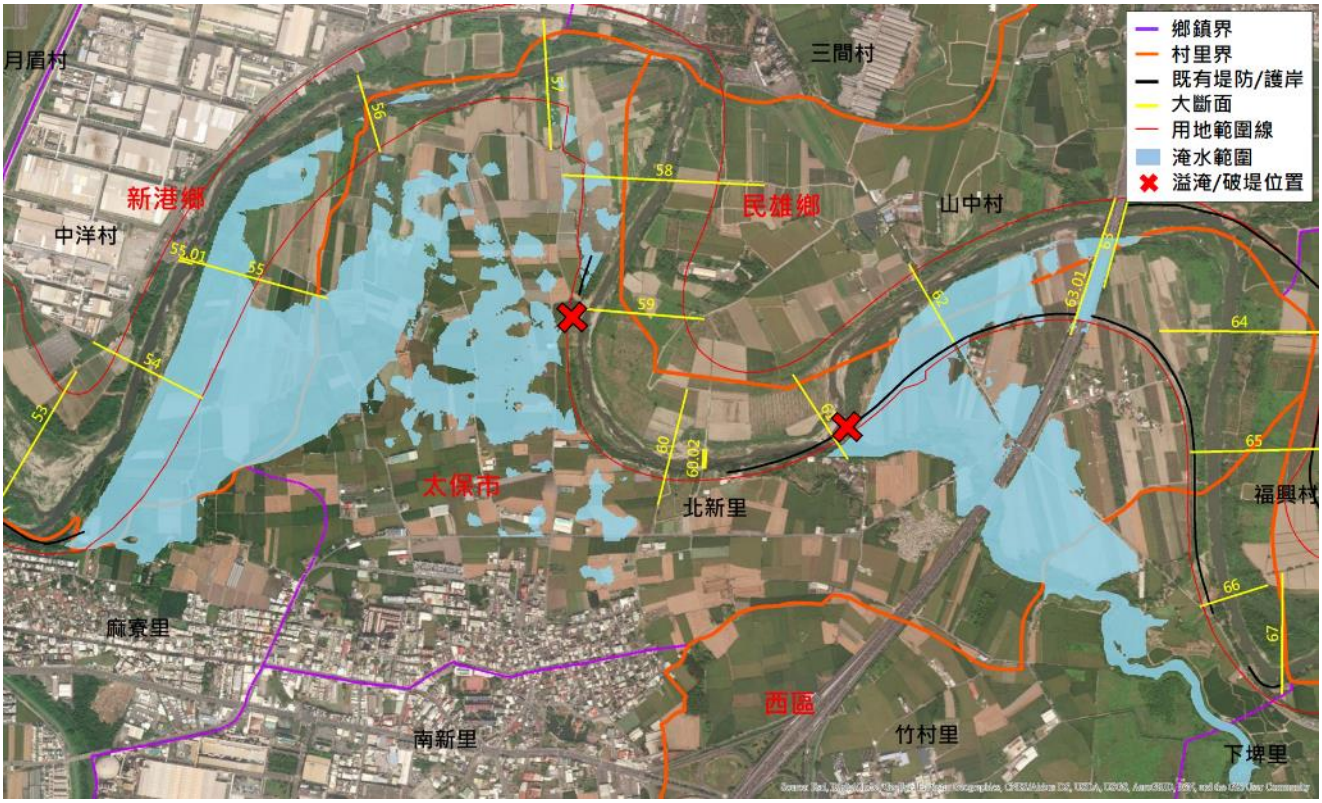


(P)過溝堤防(左岸斷面 51)、(左岸斷面 53)

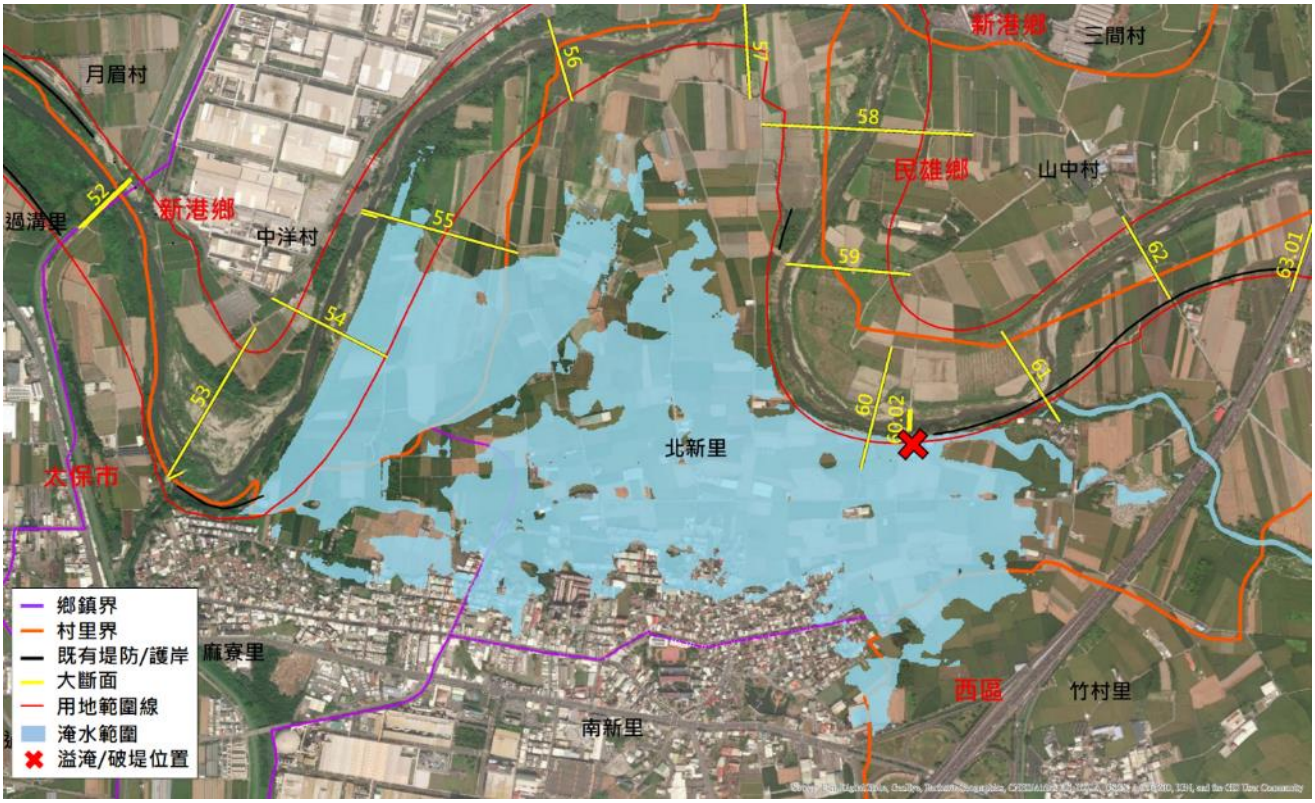


(Q)(左岸斷面 54、55.1~55、56~57)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(8/12)

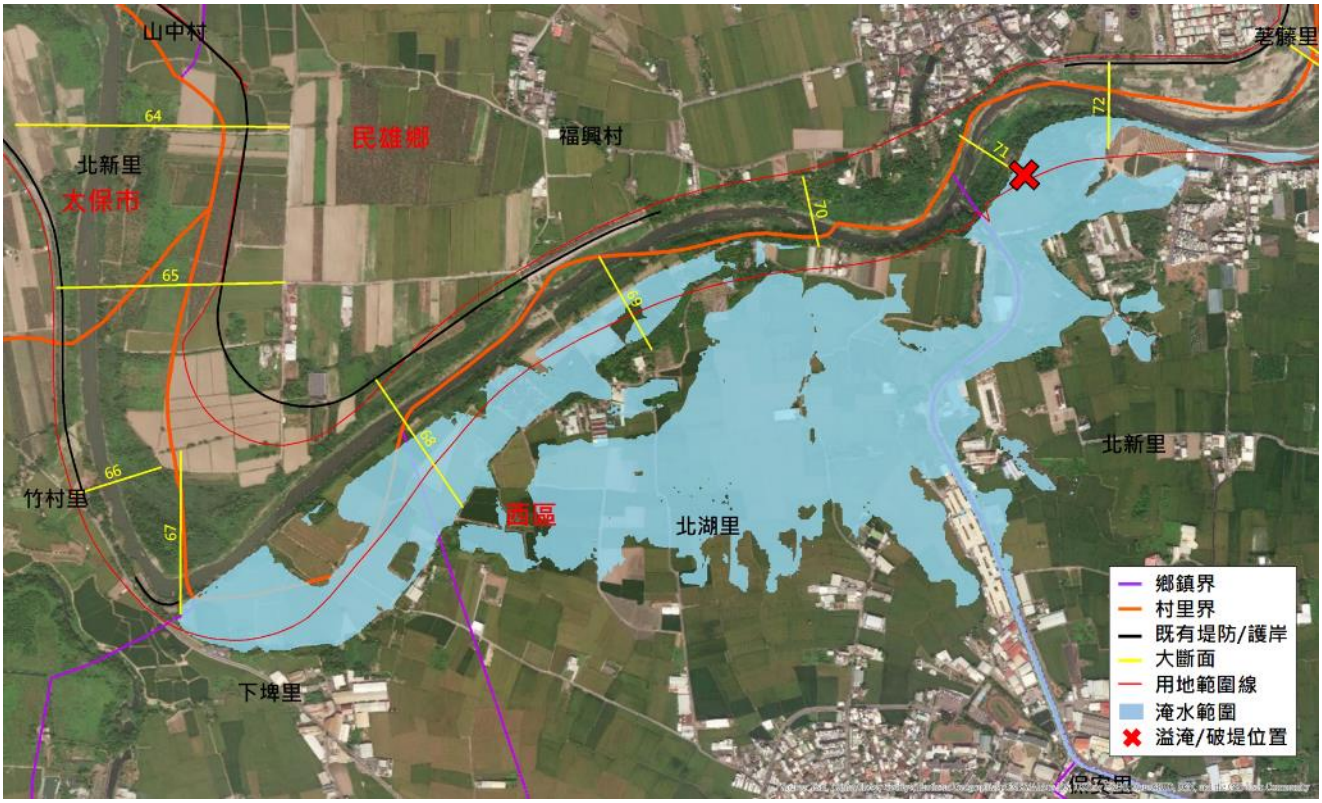


(R)(左岸斷面 59、61)

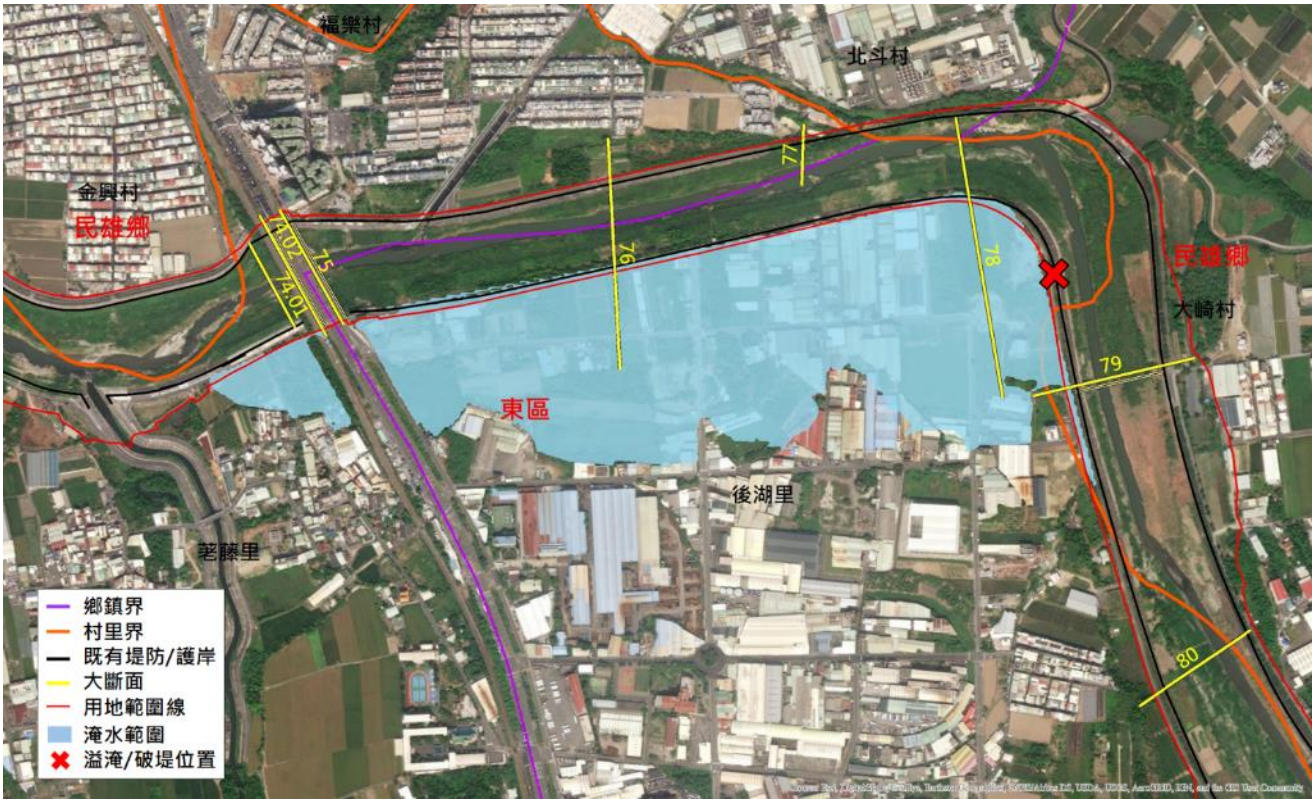


(S)(左岸斷面 60.1)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(9/12)

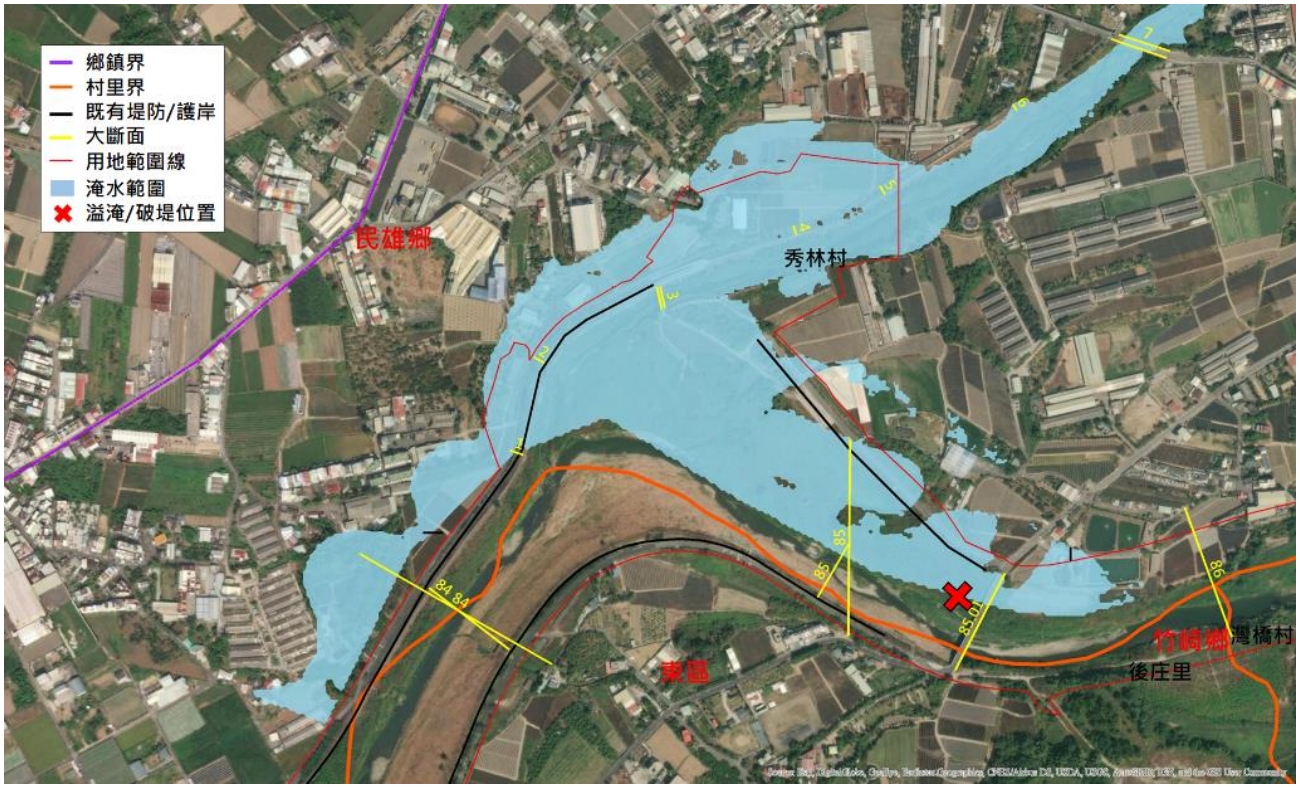


(T) (左岸斷面 71)

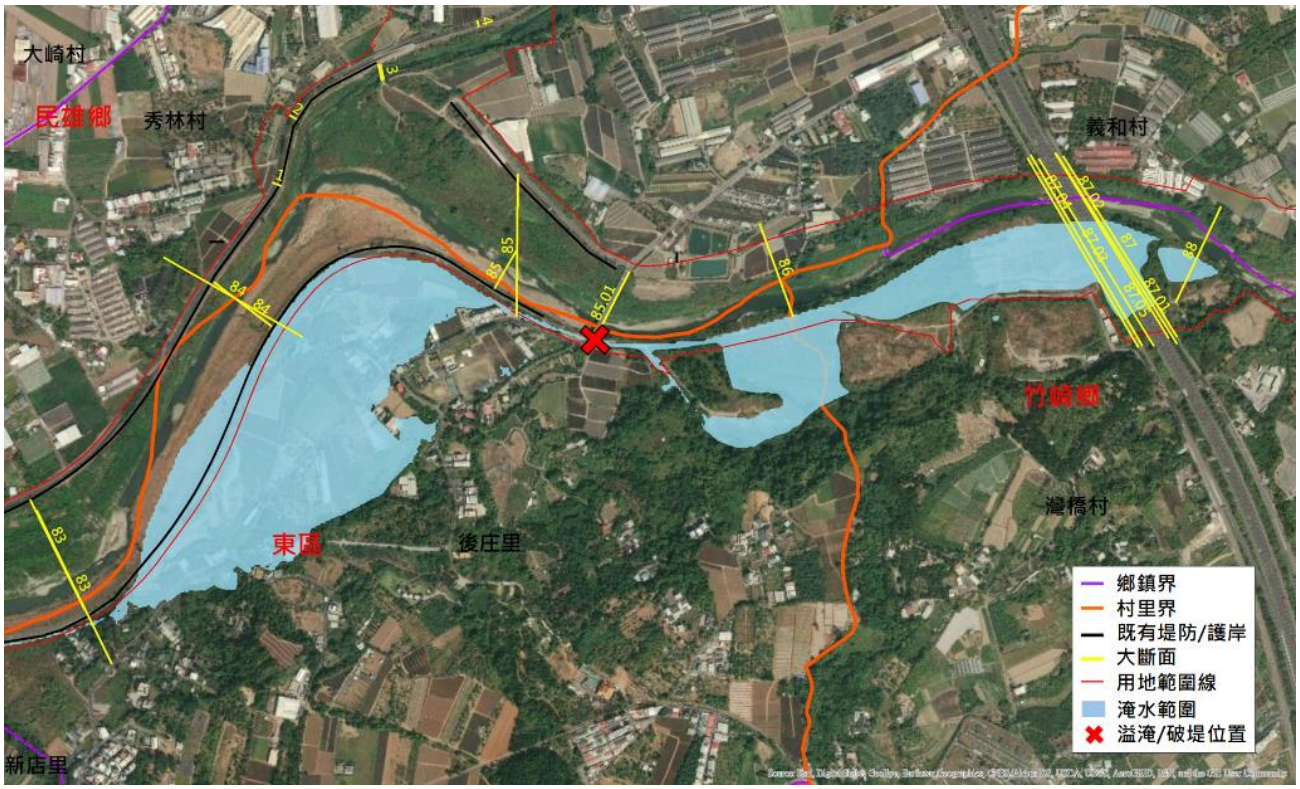


(U)後湖堤防(斷面 77~79)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(10/12)

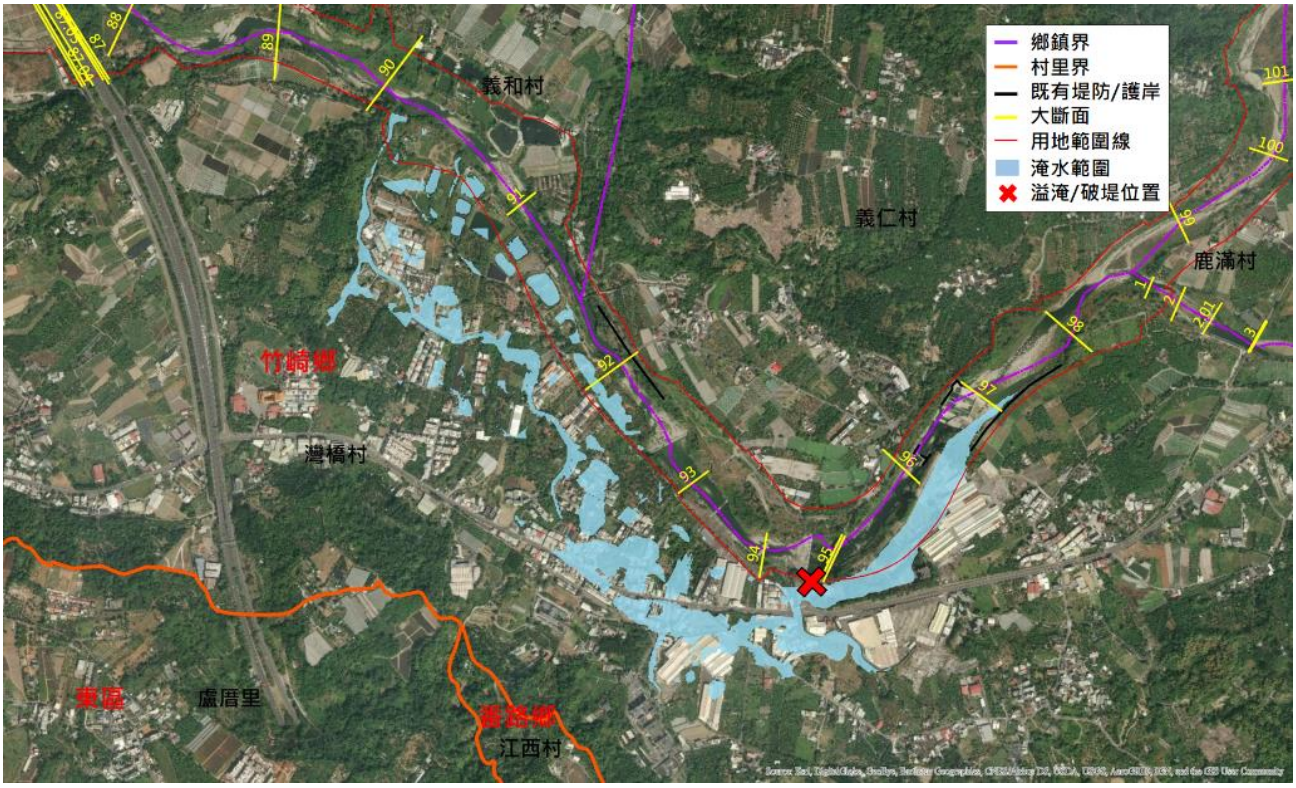


(V)林仔尾堤防(斷面 85.2~85.1)



(W)盧厝堤防(斷面 85.2~85.1)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(11/12)



(X)灣橋護岸(斷面 95、96.2)

圖 4-31　洪氾潰堤模擬成果(11/12)

二、脆弱因子分析方法

(一) 社會經濟相關因子

1、人口數、脆弱人口數：

人口密度越高之地區，當災害發生時，傷亡、影響人數可能較多，其脆弱度相對較高，然而人命損失脆弱度不易定義，一般可採相對脆弱度的方式進行計算。本計畫採用嘉義縣戶政事務所所公佈之 108 年 9 月各村里人口數資料進行分析，以面積比的概念，假設潰堤淹水面積與村里面積比乘上村里人口數後，為受淹水影響之人口數，脆弱人口則依照戶政事務所統計年齡 14 歲以下及 65 以上者，同樣按淹水面積比例計算。

2、重要設施、經濟產業/重要產業損失：

本計畫將水利設施、重要交通道路、發電廠、醫院及工業區列為關鍵基礎設施，關鍵基礎設施例如攔河堰、引水管路及聯絡渠道等，洪災期間如設施有損壞、喪失機能情形，將對民生、工業及農業用水以及防洪安全造成影響。本區重要工業區有中洋子工業區、民雄工業區、頭橋工業區、嘉太工業區及後湖工業區，重要人文資產有故宮南院等皆為重要保護對象。

(二) 防災應變能力相關因子

1、避難場所：

依據嘉義各鄉鎮公所提供災民收容所清冊，針對本縣村里指定優先開設之緊急安置所進行檢討，以潰堤淹水潛勢模擬結果及分析資料重新套疊後，檢討避難場所的指定是否於災害時期發揮作用，並以選擇距離災害發生地較近之學校、廟宇、村里民活動中心等公共建物為主要評估依據。

2、預警制度：

依據嘉義縣地區災害防救計畫，為降低天然災害來臨時所造成的損失，對於易發生積水、崩坍、危險坡地聚落及土石流危險溪流等區域，設置監測裝置及設備，以確保颱洪災害來臨時即時災情之掌控，災時將現場監測資料自動傳輸回業務單位，經分析認為有危險時，即時透過災

害通報系統發布疏散。以縣市及鄉鎮間有無建置即時水情通報系統者為脆弱度評估依據。

3、撤離計畫：

依據嘉義縣地區災害防救計畫，撤離計畫主要工作要項為建置避難救災路徑圖、研擬防救災道路劃設準則及依據、替代路徑之規劃及設定。運用各類災害潛勢模擬分析及資料套疊各村、里之現況圖，劃設適當之避難救災路徑，並完成相關避難圖說，以作為災時災區民眾進行自發性避難行為時之依據。以村里有無繪製水災防災避難地圖者為脆弱度評估依據。

4、防災自主能力：

依據經濟部水利署防災資訊網，民政處辦理災民集結點避難引導及社會處辦理收容所設置等規劃與整備事宜，並定期進行防災演練，規劃辦理年度防災訓練及宣導，並參與協助地區防災演練。由防災演練紀錄來推斷易受災地區面對淹水的整備能力，以村里有無辦理過水患自主防災社區者為脆弱度評估依據。

5、淹水狀況掌握：

鑑於仍有可能發生超過保護標準或兩岸高程之洪水事件，因此仍須制訂相關淹水預警措施，提供民眾執行疏散避難之依據。水利署第五河川目前於朴子溪水系多處設置有水位監測站，故嘉義縣政府於颱洪期間，可配合水利署第五河川局之水位觀測，作為疏散與否之依據，並進行計畫區內民眾、車輛及相關重要道路與橋梁之管制工作。

三、朴子溪、牛稠溪脆弱度評估結果

朴子溪及牛稠溪脆弱度分析結果如表 4-42、圖 4-32~圖 4-34 所示。本計畫將脆弱度分為三等級：高、中、低，分別以脆弱因子之受影響總人口、脆弱人口、重要設施、經濟產業、避難場所、預警系統、撤離計畫、防災自主能力及淹水狀況掌握等加以分級成上代表權重計算得之。其中預警制度及撤離計畫各村里條件相同，故此兩因子不列入分級模式計算。分級模式以 1 為總分，脆弱因子之人口、重要設施、經濟產業、避難場所(含防災自主能力)及淹水狀況掌握權重及公式分別為說明如下：

表 4-41　脆弱因子計算模式說明表

因子	總人口		脆弱人口		重要設施		經濟產業		避難場所		淹水狀況掌握	
權重	0.3		0.1		0.2		0.2		0.1		0.1	
分數	>400 人	0.5	>200 人	0.5	無	-	無	-	無	-	無	-
	>1000 人	1	>400 人	1	有	1	有	1	有	1	有	1

脆弱度 = 0.3×[總人口] + 0.1×[脆弱人口] + 0.2×[重要設施] + 0.2×[經濟產業]

+ 0.1×[避難場所]+ 0.1×[淹水狀況掌握]

低度：脆弱度分數<0.33

中度：0.33≦脆弱度分數<0.67

高度：0.67≦脆弱度分數

低度脆弱係代表無潰堤潛勢的堤段故無進行潰堤淹水模擬，或經潰堤演算後結果顯示影響範圍層面較小者(如漫淹範圍大多為農田)、中度脆弱代表有淹水潛勢的堤段，經潰堤模擬演算結果顯示周圍地區有受影響，但影響人口/重要產業較少或社區有配合建置避難地點、防災自主訓練等之堤段，高度脆弱係代表影響人口多，且有影響重要產業區，或無較佳避難地點社區之堤段。脆弱度統計結果如表 4-42，朴子溪兩岸脆弱度大部分屬於中等及以下，僅有緊鄰朴子市區之左岸：朴子堤防(19~21、24)脆弱度為高度，脆弱度為中等的堤段分別為右岸：更寮堤防(22、23.1)、下雙溪堤防(24~30)、中洋子工業區(55.1~55、56~57)、斷面 70~72、福興二號堤防(73~75)、民雄堤防(75~77)、斷面 77~78；左岸：斷面 34.1~35、斷面 51、斷面 77~79。

由此可見於社會經濟面向分析上，潰堤淹水範圍若影響與堤邊相鄰之市區聚落、工業區，或受淹水影響人口數較多者，量化模式會判定為脆弱度較高，但若淹水範圍內的村里有配合設置避難場所，且避難場所不受淹水影響，則判斷會降低脆弱度，若曾辦理水患自主防災社區亦同。

於防災應變能力面向上分析結果顯示嘉義縣市政府已建立水情系統，系統內包含即時雨量站、區排水位站及部分 CCTV 監視畫面，並全鄉鎮皆已製作鄉鎮水災防災地圖，包含溢淹潛勢區、避難地點即撤離路線等供民眾參考，故預警制度及撤離計畫兩因子於本區差異不大；另外防災自主能力上由於在本計畫潰堤淹水潛勢範圍內，辦理過水患自主防災社區的村里分別為新港鄉溪北村、民雄鄉金興村及秀林村、東區茗藤里、東石鄉塭仔村、掌潭村、港墘村及圍潭村、太保市後庄里、西區北湖里、香湖里，其餘未辦理的村里為脆弱潛勢區；淹水狀況掌握主要以水利署水情資訊系統的即時水位流量站為重點，朴子溪流域由下游往上游設有東石大橋、蒜頭、灣內橋、麻魚寮橋及牛稠溪橋等站，再上游則無設站，故牛稠溪橋以上游的河段淹水狀況掌握能力恐較差，但仍可以水情系統內之即時雨量站之降雨量作為防災應變之參考。

四、獅子頭溪、濁水溪及清水溪等支流脆弱度評估結果

獅子頭溪、濁水溪及清水溪等支流兩岸多以農村聚落為主，無大型工業園區、都市計畫區，流域範圍大多位於竹崎鄉內，獅子頭溪流經民雄鄉秀林村、大崎村，竹崎鄉獅埕村、沙坑村、坑頭村，濁水溪溪流經竹崎鄉鹿滿村、義隆村、塘興村、灣橋村、紫雲村、內埔村，清水溪溪流經竹崎鄉灣橋村、紫雲村、昇平村、番路村，各村里皆有配置避難場所及避難地圖，並有樟腦寮、大湖、石磐龍等雨量即時監測站，其支流的脆弱度條件差異不大，故皆設定為中度等級以下，並於兩岸無人居住段設為低度(獅子頭溪右岸斷面 26、41~42.3、左岸斷面 26、38、42.2、43；濁水溪右岸斷面 8；清水溪右岸斷面 31、左岸斷面 14)，如表 4-43~表 4-45、圖 4-35~圖 4-36 所示。

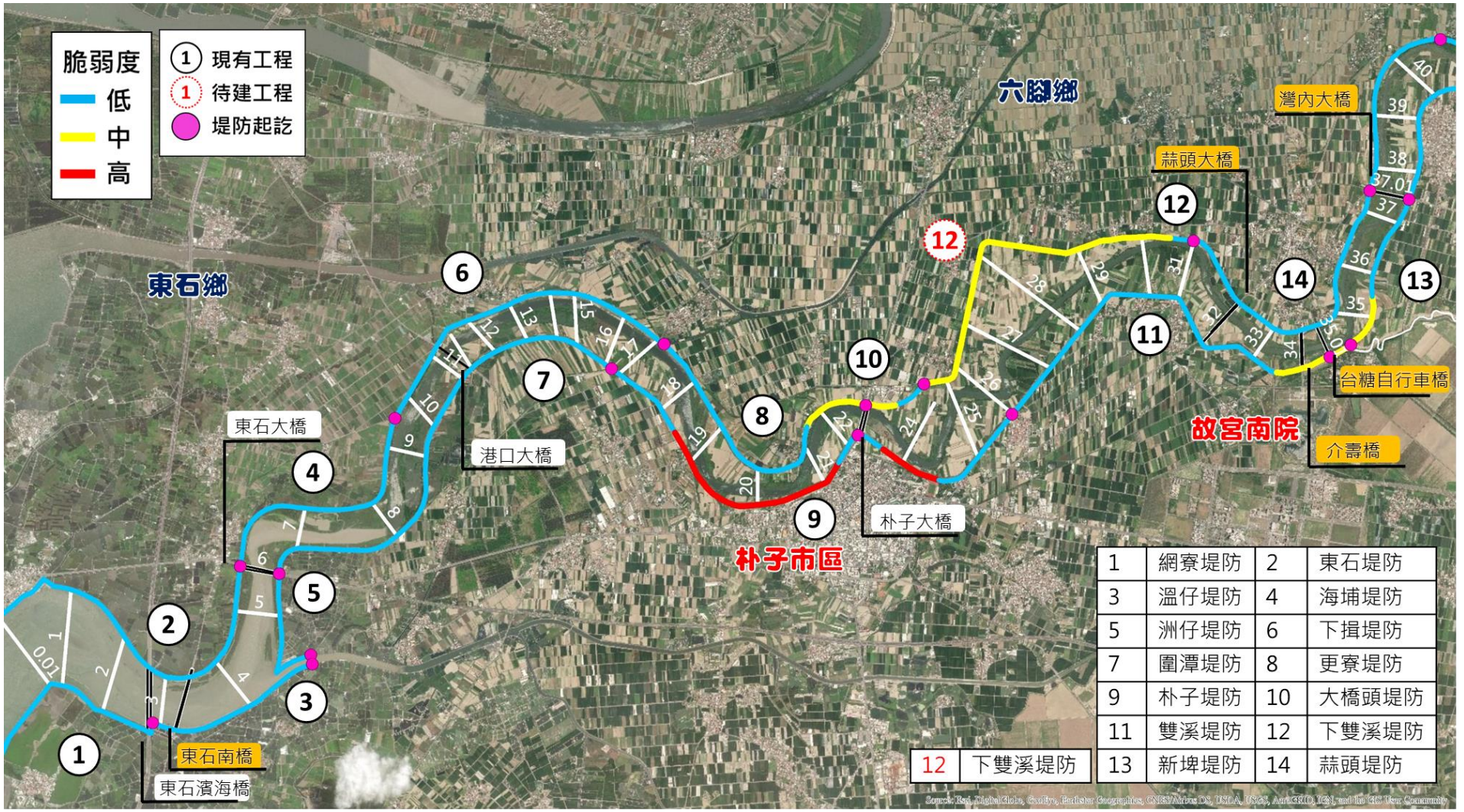


圖 4-32　朴子溪脆弱度地圖

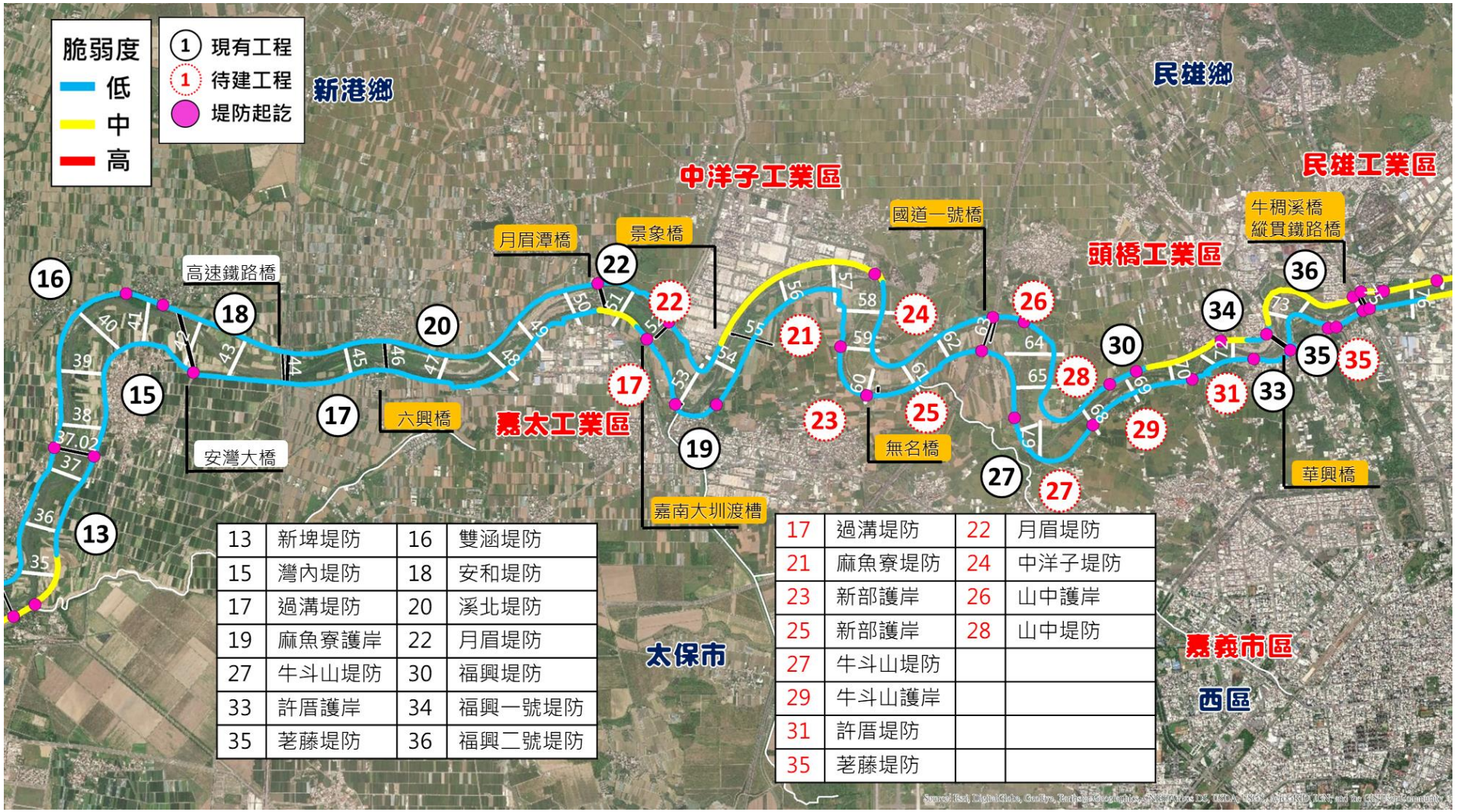


圖 4-33　朴子溪脆弱度地圖

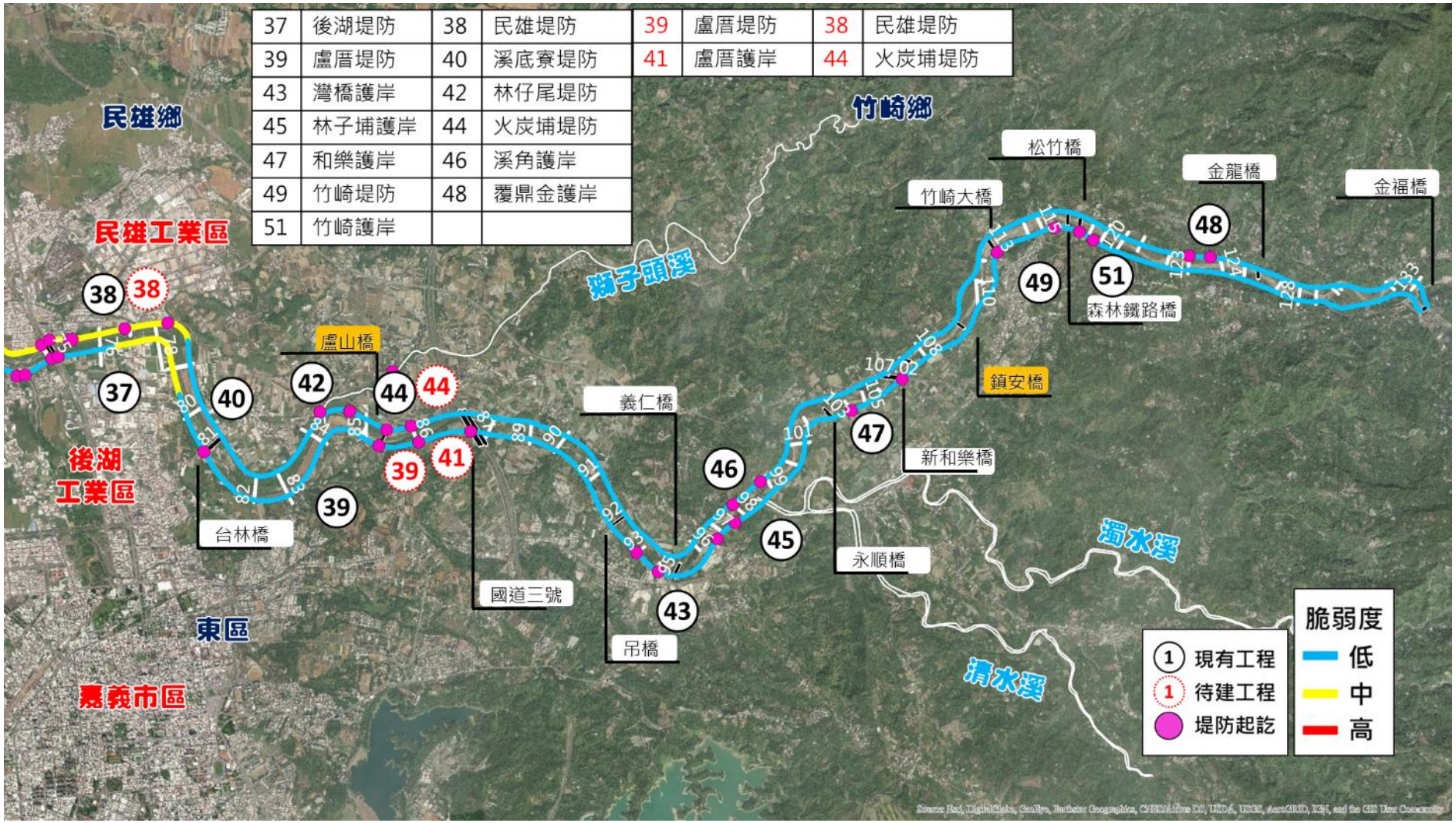


圖 4-34　牛稠溪脆弱度地圖

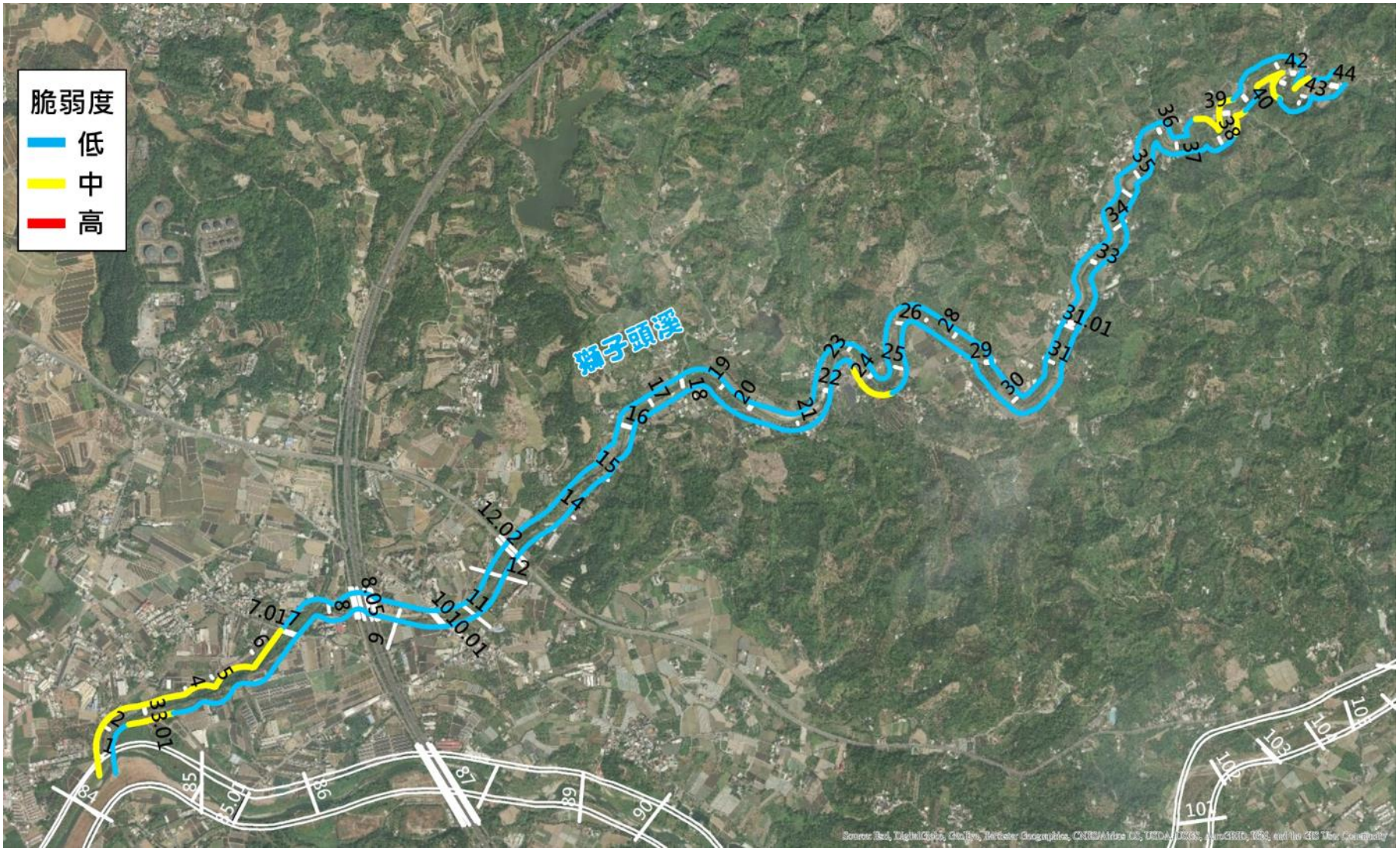


圖 4-35　獅子頭溪脆弱度地圖

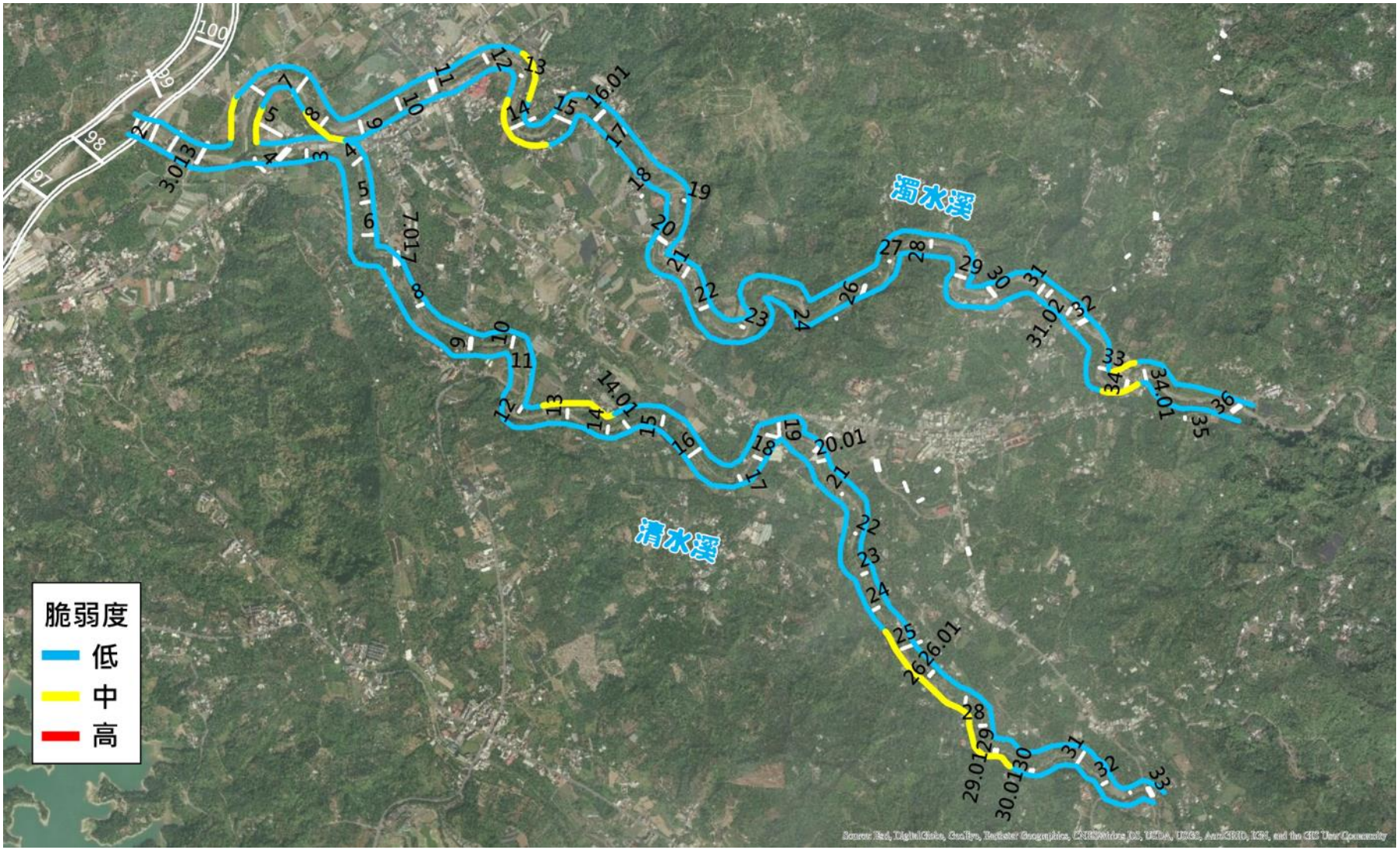


圖 4-36　濁水溪及清水溪脆弱度地圖

表 4-42　朴子溪及牛稠溪脆弱因子評估總表

岸別	斷面	堤防	淹水受影響村里					社會經濟						防災應變能力			脆弱度分級	備註
			鄉鎮	村里	村里面積	淹水面積	人口數	淹水受影響人數	加總	脆弱人口數	加總	重要設施	經濟產業/重要產業損失	避難場所	防災自主能力	淹水狀況掌握		
右	22、23.1	更寮堤防	朴子市	內厝里	726,545	300	1312	1	440	0	141	-	-	朴子配天宮	-	有水位即時監測站(蒜頭)	中	堤後緊鄰大橋頭社區故列入重要聚落
			六腳鄉	更寮村	2,962,665	1,115,282	620	233		75		-	-	更寮國小(淹水範圍)	-			
			六腳鄉	古林村	3,622,848	931,400	725	186		60		-	-	更寮國小(淹水範圍)	-			
			六腳鄉	六南村	2,064,198	33,004	595	10		3		-	-	六腳國小	-			
			六腳鄉	正義村	5,730,034	39,899	1494	10		3		大橋頭社區	-	更寮國小(淹水範圍)	-			
右	24~30	下雙溪堤防	六腳鄉	更寮村	2,962,665	870,742	620	182	1197	58	383	-	-	更寮國小(淹水範圍)	-	有水位即時監測站(蒜頭)	中	
			六腳鄉	古林村	3,622,848	411,286	725	82		26		-	-	更寮國小(淹水範圍)	-			
			六腳鄉	溪厝村	1,967,948	991,145	646	325		104		-	-	六嘉國中	-			
			六腳鄉	蒜頭村	1,573,079	271,907	1306	226		72		-	-	六嘉國中	-			
			六腳鄉	六南村	2,064,198	267,801	595	77		25		-	-	六腳國小	-			
			六腳鄉	塗師村	1,598,835	298	690	0		0		-	-	六嘉國中	-			
			六腳鄉	正義村	5,730,034	1,095,129	1494	286		91		-	-	更寮國小(淹水範圍)	-			
			六腳鄉	潭墘村	3,545,364	35,030	959	10		3		-	-	六嘉國中	-			
			六腳鄉	魚寮村	3,021,351	886	657	0		0		-	-	六腳國小	-			
			六腳鄉	六腳村	2,063,842	21,755	815	9		3		-	-	六腳國小	-			
右	52.1~52	-	新港鄉	中洋村	5,503,100	258,948	1163	55	55	17	17	-	中洋子工業區	月眉國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	低	
	53																低	
	54																低	
右	55.1~55	-	新港鄉	中洋村	5,503,100	635,002	1163	134	134	42	42	-	中洋子工業區	月眉國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	中	
右	56~57	-	新港鄉	月眉村	2,975,268	7,084	1867	4	533	1	149	-	中洋子工業區	月眉國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	中	
			新港鄉	中洋村	5,503,100	752,060	1163	159		49		-		月眉國小	-			
			新港鄉	三間村	2,785,083	69,152	1716	43		13		-		興中國小	-			
			民雄鄉	山中村	4,206,036	195,757	4173	194		51		-		興中國小	-			
			太保市	北新里	3,572,402	128,562	3691	133		35		-		南新國小	-			
右	60、60.1	中洋子堤防(待)	民雄鄉	山中村	4,206,036	332,192	4173	330	524	86	136	-		興中國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	低	
			新港鄉	三間村	2,785,083	1,492	1716	1		0		-		興中國小	-			
			太保市	北新里	3,572,402	187,682	3691	194		50		-	-	南新國小	-			
右	67	山中堤防(待)	民雄鄉	山中村	4,206,036	46,789	4173	46	454	12	119	-	-	興中國小	-	有水位即時監測站(牛稠溪橋)	低	
			太保市	北新里	3,572,402	107,462	3691	111		29		-	-	南新國小	-			
			民雄鄉	福興村	3,013,449	332,306	2254	249		65		福興村	-	福興村廣興宮	-			
			西區	竹村里	2,112,676	77,171	1314	48		13		-	-	南新國小	-			
右	70~72	福興護岸(待)	民雄鄉	山中村	4,206,036	48,854	4173	49	880	13	229	-	-	興中國小	-	有水位即時監測站(牛稠溪橋)	中	堤後緊鄰福興村故列入重要聚落
			太保市	北新里	3,572,402	107,368	3691	111		29		-	-	南新國小	-			
			民雄鄉	福興村	3,013,449	915,599	2254	685		178		-	-	福興村廣興宮(淹水範圍)	-			
			西區	竹村里	2,112,676	57,182	1314	36		10		-	-	南新國小	-			
右	73~75	福興二號堤防	民雄鄉	金興村	528,922	244,535	3300	1526	1822	397	483	-	頭橋工業區/民雄工業區	福樂村辦公處暨社區活動中心	水患自主防災社區	有水位即時監測站(牛稠溪橋)	中	
			民雄鄉	福興村	3,013,449	2,595	2254	2		1		-		福樂村辦公處暨社區活動中心	-			
			東區	茖藤里	1,849,507	94,703	5753	295		85		-		福樂村辦公處暨社區活動中心	水患自主防災社區			
右	75~77 77~78	民雄堤防 民雄堤郎(待)	民雄鄉	大崎村	7,308,666	7,960	2654	3	1693	1	465	-	民雄工業區	大崎國小	水患自主防災社區	有水位即時監測站(牛稠溪橋)	中	
			民雄鄉	北斗村	4,127,124	12,377	6223	19		5		-		福樂國小	-			
			民雄鄉	金興村	528,922	136,228	3300	850		221		-		福樂村辦公處暨社區活動中心	水患自主防災社區			

表 4-42　朴子溪及牛稠溪脆弱因子評估總表

岸別	斷面	堤防	淹水受影響村里					社會經濟						防災應變能力			脆弱度分級	備註
			鄉鎮	村里	村里面積	淹水面積	人口數	淹水受影響人數	加總	脆弱人口數	加總	重要設施	經濟產業/重要產業損失	避難場所	防災自主能力	淹水狀況掌握		
			東區	苎藤里	1,849,507	263,935	5753	821		238		-		福樂村辦公處暨社區活動中心	水患自主防災社區			
右	80~81	溪底寮堤防	民雄鄉	大崎村	7,308,666	425,586	2654	155	161	40	42	-	-	大崎國小	水患自主防災社區	-	低	
			民雄鄉	北斗村	4,127,124	4,077	6223	6		2		-	-	福樂國小	-	-		
右	85.2~85.1	林仔尾堤防	民雄鄉	秀林村	3,122,544	324,831	2851	297	297	77	77	-	-	大吉國中	水患自主防災社區	-	低	
右	92.2	-	竹崎鄉	義仁村	4,565,065	-	1165	-	-	-	-	-	-	義仁社區活動中心	-	-	低	
右	96.2	-	竹崎鄉	義仁村	4,565,065	-	1165	-	-	-	-	-	-	義仁社區活動中心	-	-	低	
右	103.1	-	竹崎鄉	義仁村	4,565,065	-	1165	-	-	-	-	-	-	竹崎高中	-	-	低	
右	119	-	竹崎鄉	復金村	7,776,980	-	2153	-	-	-	-	-	-	復金社區活動中心	-	-	低	
右	126	覆鼎金護岸	竹崎鄉	復金村	7,776,980	-	2153	-	-	-	-	-	-	復金社區活動中心	-	-	低	
右	133.1	-	竹崎鄉	緞繻村	8,732,039	-	1017	-	-	-	-	-	-	金獅社區活動中心	-	-	低	
左	19~21、24	朴子堤防	東石鄉	港墘村	1,791,428	545,623	1360	414	14609	128	4529	衛生福利部朴子醫院	-	朴子配天宮、朴子市公所(淹水範圍)	水患自主防災社區	有水位即時監測站(蒜頭)	高	
			東石鄉	圍潭村	1,953,506	304,733	733	114		35			-		水患自主防災社區			
			東石鄉	蔦松村	3,315,432	1,267,669	937	358		111			-		-			
			朴子市	竹圍里	1,086,310	752,192	5184	3590		1113			-		-			
			朴子市	永和里	2,717,417	1,160,928	3048	1302		404			-		-			
			朴子市	竹村里	4,410,173	4,820	1229	1		0			-		-			
			朴子市	崁前里	1,962,545	235,919	995	120		37			-		-			
			朴子市	崁後里	3,340,205	103,175	786	24		8			-		-			
			朴子市	佳禾里	3,340,966	78,632	891	21		7			-		-			
			朴子市	新寮里	1,041,687	440,835	790	334		104			-		-			
			朴子市	文化里	188,441	179,369	2018	1921		595			-		-			
			朴子市	平和里	375,079	307,057	2844	2328		722			-		-			
			朴子市	中正里	53,422	50,299	723	681		211			-		-			
			朴子市	開元里	33,270	21,405	433	279		86			-		-			
			朴子市	順天里	126,552	85,406	731	493		153			-		-			
			朴子市	博厚里	217,729	106,911	1049	515		160			-		-			
			朴子市	大鄉里	2,859,289	364,089	3706	472		146			-		-			
			朴子市	安福里	600,181	366,078	2331	1422		441			-		-			
			朴子市	內厝里	726,545	119,442	1312	216		67			-		-			
			朴子市	德興里	1,850,214	6,187	1191	4		1			-		-			
左	34.1~35	雙溪堤防	朴子市	仁和里	2,775,993	20	2214	0	570	0	161	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	故宮南院	永慶高中	-	有水位即時監測站(蒜頭)	中	
			朴子市	溪口里	2,762,699	516,813	897	168		52				永慶高中	-			
			朴子市	双溪里	1,154,181	17,919	689	11		3				永慶高中	-			
			太保市	東勢里	4,777,471	693,495	2254	327		85				永慶高中	-			
			太保市	後庄里	2,228,430	438	554	0		0				新埤國小	水患自主防災社區			
			太保市	舊埤里	2,157,002	509	2865	1		0				新埤國小	-			
			太保市	田尾里	3,790,688	50	818	0		0				新埤國小	-			
			六腳鄉	工廠村	1,829,725	464,376	219	56		18				永慶高中	-			
			六腳鄉	灣南村	3,083,409	18,194	1334	8		3				六腳鄉老人文康中心	-			
左	51、53、54	過溝堤防 過溝堤防	太保市	港尾里	8,131,138	2,446	608	0	636	0	169	- -	嘉太工業區	新埤國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	中	
			太保市	埤鄉里	5,102,565	1,051	795	0		0				新埤國小	-			

表 4-42　朴子溪及牛稠溪脆弱因子評估總表

岸別	斷面	堤防	淹水受影響村里					社會經濟						防災應變能力			脆弱度分級	備註
			鄉鎮	村里	村里面積	淹水面積	人口數	淹水受影響人數	加總	脆弱人口數	加總	重要設施	經濟產業/重要產業損失	避難場所	防災自主能力	淹水狀況掌握		
		(待) 麻魚寮堤防(待)	太保市	南新里	2,259,889	15,350	2179	15		4		-		嘉新國中/南新國小	-			
			太保市	麻寮里	1,781,969	93,559	5576	293		76		-		麻寮古恩宮集會所	-			
			太保市	過溝里	5,115,328	321,159	4089	257		67		-		過溝社區活動中心	-			
			新港鄉	月眉村	2,975,268	20,478	1867	13		4		-		月眉國小	-			
			新港鄉	溪北村	4,191,006	162,809	1514	59		18		-		月眉國小	水患自主防災社區			
左	55.1~55 56~57	麻魚寮堤防(待)	新港鄉	中洋村	5,503,100	378,882	1163	80		25		-	-	月眉國小	-			
			太保市	麻寮里	1,781,969	31,857	5576	100	339	26	92	-	-	麻寮古恩宮集會所	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	低	
			太保市	北新里	3,572,402	153,788	3691	159		41		-	-	嘉新國中/南新國小	-			
左	59	麻魚寮堤防(待)	新港鄉	中洋村	5,503,100	357,500	1163	76		23		-	-	月眉國小	-			
			太保市	麻寮里	1,781,969	32,206	5576	101	613	26	163	-	-	麻寮古恩宮集會所	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	低	
			太保市	北新里	3,572,402	422,448	3691	437		114		-	-	嘉新國中/南新國小	-			
左	60.1	新廊護岸(待)	新港鄉	中洋村	5,503,100	290,778	1163	62		19		-	-	月眉國小	-			由衛星圖，淹水範圍大部分屬於農業用地，故人口因子降低分數比例
			太保市	南新里	2,259,889	18,793	2179	18		5		-	-	嘉新國中/南新國小	-			
			太保市	麻寮里	1,781,969	125,378	5576	392		102		-	-	麻寮古恩宮集會所	-			
			太保市	北新里	3,572,402	1,077,603	3691	1113	1630	290	428	-	-	嘉新國中/南新國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	低	
			西區	下埤里	1,409,052	2,087	1833	3		1		-	-	北園國中/世賢國小	-			
			西區	竹村里	2,112,676	66,763	1314	42		12		-	-	嘉新國中/南新國小	-			
左	61	新廊提防(待)	民雄鄉	山中村	4,206,036	47,356	4173	47		12		-	-	興中國小	-			
			太保市	北新里	3,572,402	309,839	3691	320		83		-	-	嘉新國中/南新國小	-			
			西區	下埤里	1,409,052	9,348	1833	12	431	3	113	-	-	北園國中/世賢國小	-	有水位即時監測站(麻魚寮橋)	低	
			西區	竹村里	2,112,676	83,786	1314	52		15		-	-	嘉新國中/南新國小	-			
左	71	許厝堤防(待)	西區	北新里	2,151,210	161,924	1343	101		28		戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	-	茗藤社區活動中心	-			由衛星圖，淹水範圍大部分屬於農業用地，故人口因子降低分數比例
			西區	保安里	325,801	1,762	3842	21		6			-	北園國中/世賢國小	-			
			西區	下埤里	1,409,052	88,586	1833	115		32			-	北園國中/世賢國小	-			
			西區	北湖里	2,510,110	578,981	3525	813	1074	228	300		-	北園國中/世賢國小	水患自主防災社區	有水位即時監測站(牛稠溪橋)	低	
			西區	竹村里	2,112,676	697	1314	0		0			-	嘉新國中/南新國小	-			
			民雄鄉	福興村	3,013,449	31,457	2254	24		6			-	福樂村辦公處暨社區活動中心	-			
左	77~79	後湖堤防	民雄鄉	大崎村	7,308,666	6,200	2654	2		1		-	後湖工業區	後湖社區活動中心	水患自主防災社區	-	中	
			東區	後湖里	1,953,833	388,894	4134	823		239		-		後湖社區活動中心	-	-		
			西區	香湖里	836,421	293	964	0	984	0	285	-		博愛國小	水患自主防災社區	-		
			東區	茗藤里	1,849,507	50,872	5753	158		46		-		茗藤社區活動中心	水患自主防災社區	-		
左	85.2~85.1	盧厝堤防	東區	後庄里	2,127,464	290,476	4715	644		187		-	-	精忠社區活動中心	水患自主防災社區	-	低	
			東區	新店里	726,353	315	4886	2	712	1	207	-	-			-		
			竹崎鄉	灣橋村	8,028,267	90,188	5907	66		19		-	-			-		
左	92.1~92.2	-	竹崎鄉	灣橋村	8,028,267	-	5907	-	-	-	-	-	-	精忠社區活動中心	-	-	低	
左	95	-	竹崎鄉	灣橋村	8,028,267	294,168	5907	216	216	63	63	臺中榮民總醫院灣橋分院	-	灣橋社區活動中心	-	-	低	
左	96.2	-															低	
左	105	和樂護岸	竹崎鄉	鹿滿村	2,707,457	-	1608	-	-	-	-	-	-	鹿滿社區活動中心	-	-	低	
左	127	-	竹崎鄉	龍山村	5,690,444	-	2022	-	-	-	-	-	-	竹崎高中活動中心	-	-	低	
左	129	-	竹崎鄉	龍山村	5,690,444	-	2022	-	-	-	-	-	-	竹崎高中活動中心	-	-	低	
左	133.1	-	竹崎鄉	龍山村	5,690,444	-	2022	-	-	-	-	-	-	金獅社區活動中心	-	-	低	

表 4-43　獅子頭溪脆弱度評估成果

岸別	斷面	堤防	主要跨河構造物	脆弱度
右岸	1~7	林仔尾堤防	無名橋/仁弘橋	中
	26	許厝一號護岸	-	低
	38	-	-	中
	39	金谷橋護岸	金谷橋	中
	41~42.3	金谷橋護岸	民意橋	低
	42.2	金谷橋護岸	-	中
	43	金谷橋護岸	-	中
左岸	3.1~3	溪仔尾堤防	無名橋	中
	24	林厝一號護岸	善安橋	中
	26	林厝一號護岸	-	低
	38	-	-	低
	39	金谷橋護岸	金谷橋	中
	41~42.3	金谷橋護岸	民意橋	中
	42.2	金谷橋護岸	-	低
	43	金谷橋護岸	-	低

表 4-44　濁水溪脆弱度評估成果

岸別	斷面	堤防	主要跨河構造物	脆弱度
右岸	5	-	-	中
	8	下溪心堤防	-	低
	13	-	-	中
	34.2~34	溪坪二號護岸	東安橋	中
左岸	5	-	-	中
	8	鹿滿三號護岸	-	中
	14	鹿滿一號護岸	-	中
	34.2	-	東安橋	中

表 4-45　清水溪脆弱度評估成果

岸別	斷面	堤防	主要跨河構造物	脆弱度
右岸	13	坑口堤防	-	中
	14	坑口堤防	-	中
	31	頂埔護岸	-	低
左岸	14	-	-	低
	25~29	菜公店堤防	輝和橋/自強橋	中

第五章 風險評量

5.1 風險矩陣訂定

本計畫參考行政院「風險管理及危機處理作業手冊」與行政院「各類災害警戒顏色燈號訂定原則」，訂定風險矩陣，訂定構想說明如后。依據風險之定義為危險度乘上脆弱度，故風險分布可由危險度和脆弱度組成之矩陣表示，其中危險度和脆弱度矩陣如圖 5-1 所示。

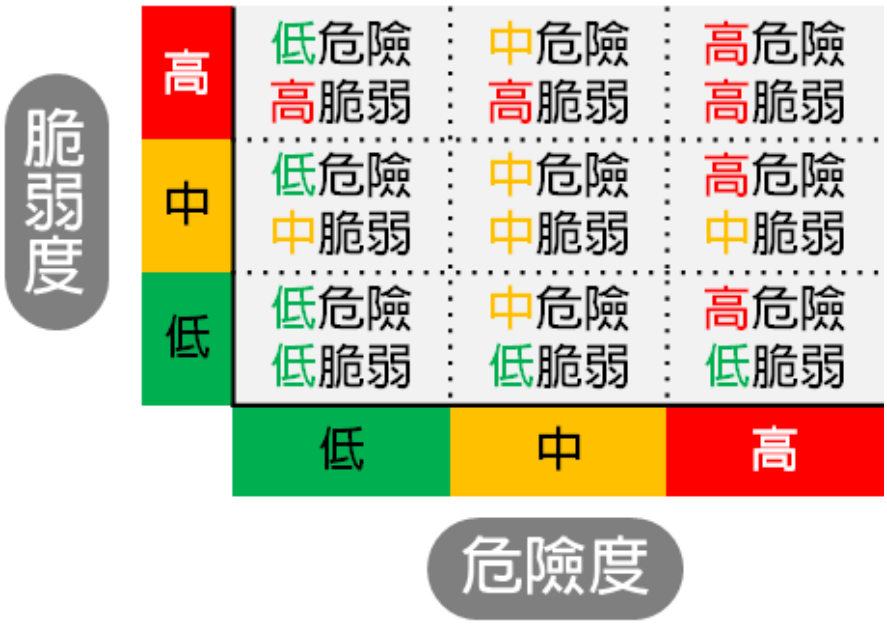


圖 5-1 危險度和脆弱度矩陣

定性分析討論中，可將危險度和脆弱度等級之低、中、高程度以等差數列或等比數列數值化，計算得危險度和脆弱度矩陣中之數值化風險值。進一步將風險值分類為極低風險、低風險、中風險、高風險和極高風險等 5 等級，可得風險分布矩陣。若採等差數列作為數值化方式，中度危險與中度脆弱之情境屬於高度風險，而高度危險與低度脆弱之情境屬於中度風險；若採等比數列作為數值化方式，則上述兩情境皆為中度風險，以河川局角度而言，後者分析結果與河川防洪治理較為相符，故本計畫建議採等比數列方式數值化危險度和脆弱度等級。以等比數列數值化之定性風險值矩陣和風險分布矩陣如表 5-1 所示。

此外，因 5 個風險等級於風險矩陣中存在相同等級之風險，為利於輔助河川局決策風險對策處理順序，本計畫期望能進一步區分風險矩陣上相

同等級之順序。並且考量危險度和脆弱度兩者權重不盡相同，以治理角度而言，危險度處理順序應優先於脆弱度，故危險度之權重應大於脆弱度。經調整危險度和脆弱度之權重後，雖數值化風險值整體下降且其趨勢不變，惟其位置與原點之距離已不相同，故建議風險等級之分布第一層判讀為數值化風險值，當數值化風險值相當時，則以進行第二層判讀；第二層判讀將風險矩陣轉換為以危險度(X 座標)及脆弱度(Y 座標)之座標系統以各情境位置與原點之距離裁定治理優先順序，如表 5-2 所示，差異在於中度風險 II 和中度風險 III 之位置不同，後者中危險處理順序優先於低危險，較符合治理角度，故建議以該分配之風險等級分布作為後續決策風險對策之參考。

風險評量執行步驟如下：

一、依風險分析結果繪製計畫範圍之風險地圖與風險矩陣。

二、整理高風險區域之風險主因及程度，分別標示危險度與脆弱度較高河段之結構性因素以及保全對象。

三、以紅🔴、橙🟠、黃🟡、綠🟢及藍🔵表示，提出風險評量總表，列出依現況風險所擬定之處理方向以及預期處理後之殘餘風險，此階段處理方向僅為原則性，殘餘風險則僅為初步預期，具體對策與風險變化將於風險處理對策工作中探討。

本計畫先界定朴子溪河段溢淹、沖刷可能性後評估出危險度及脆弱度，並利用前述風險矩陣概念，將危險度、脆弱度組合為 3╳3 矩陣，綜合評估風險因子間交互作用而產生之風險，並參考「行政院各類災害警戒顏色燈號訂定原則」，原風險由極低至極高分為五級，並依序對應藍、綠、黃、橙與紅等不同顏色之燈號，分別代表極低風險(藍燈)、低度風險(綠燈)、中度風險(黃燈)、高度風險(橙燈)及極高風險(紅燈)，將以五種顏色表示風險程度，以制定風險矩陣及風險地圖。

一、極低風險(藍燈)：極低危險的風險，可有效且容易的執行風險處理。

二、低度風險(綠燈)：低度危險的風險，以一般步驟處理。

三、中度風險(黃燈)：中度危險的風險，必須明訂管理階層的責任範圍。

四、高度風險(橙燈)：高度危險的風險，管理階層須督導計畫並提供資源。

五、極高風險(紅燈)：極度危險的風險，須立即採取行動。

表 5-1　定性風險分布分析表

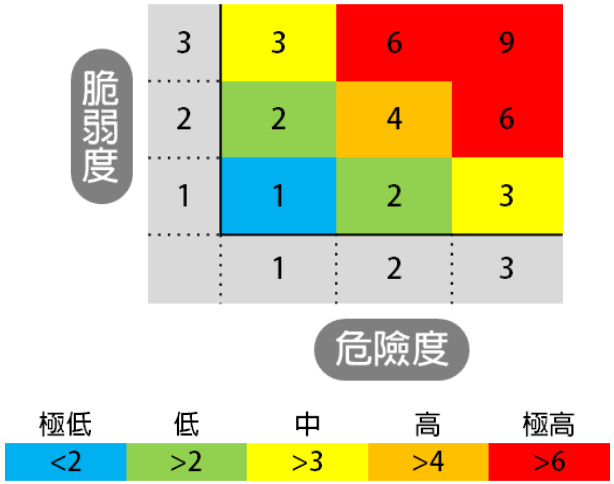
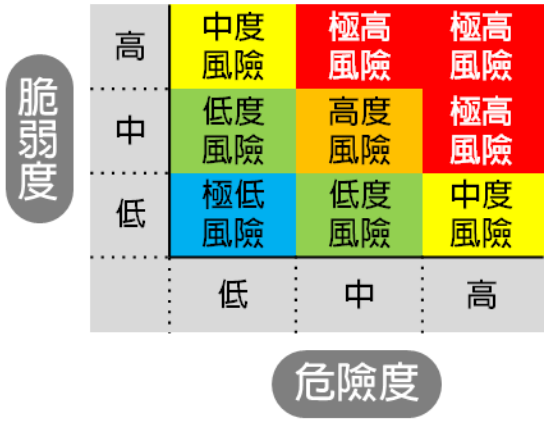
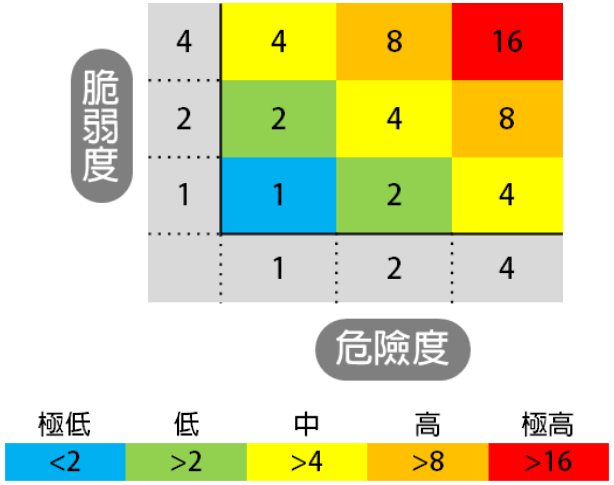
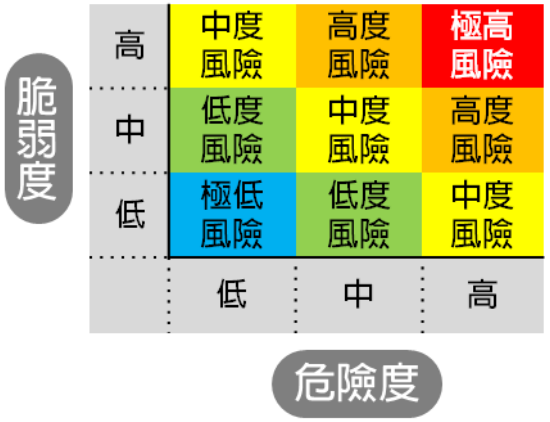
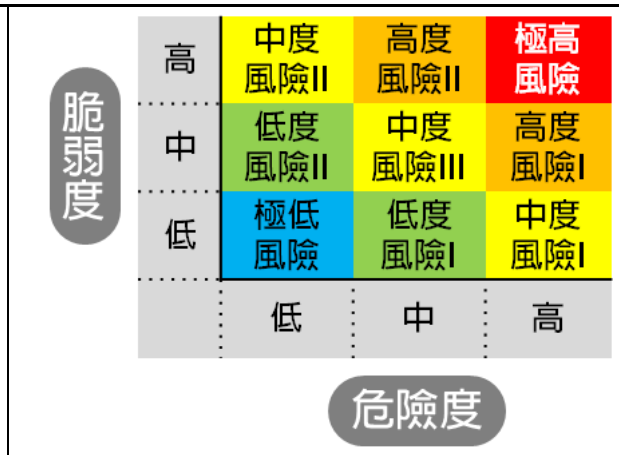
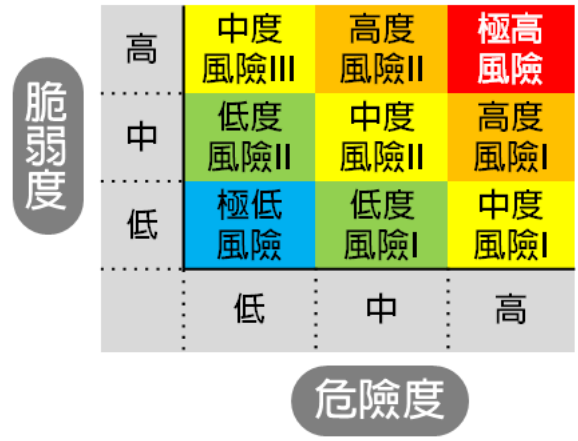
數值化方式	數值化定性風險值	風險等級分布	備註
等差數列			不採用
等比數列			○ 採用

表 5-2　風險分布分析表(調整順序)

風險等級分佈		
		
	不採用	◯採用

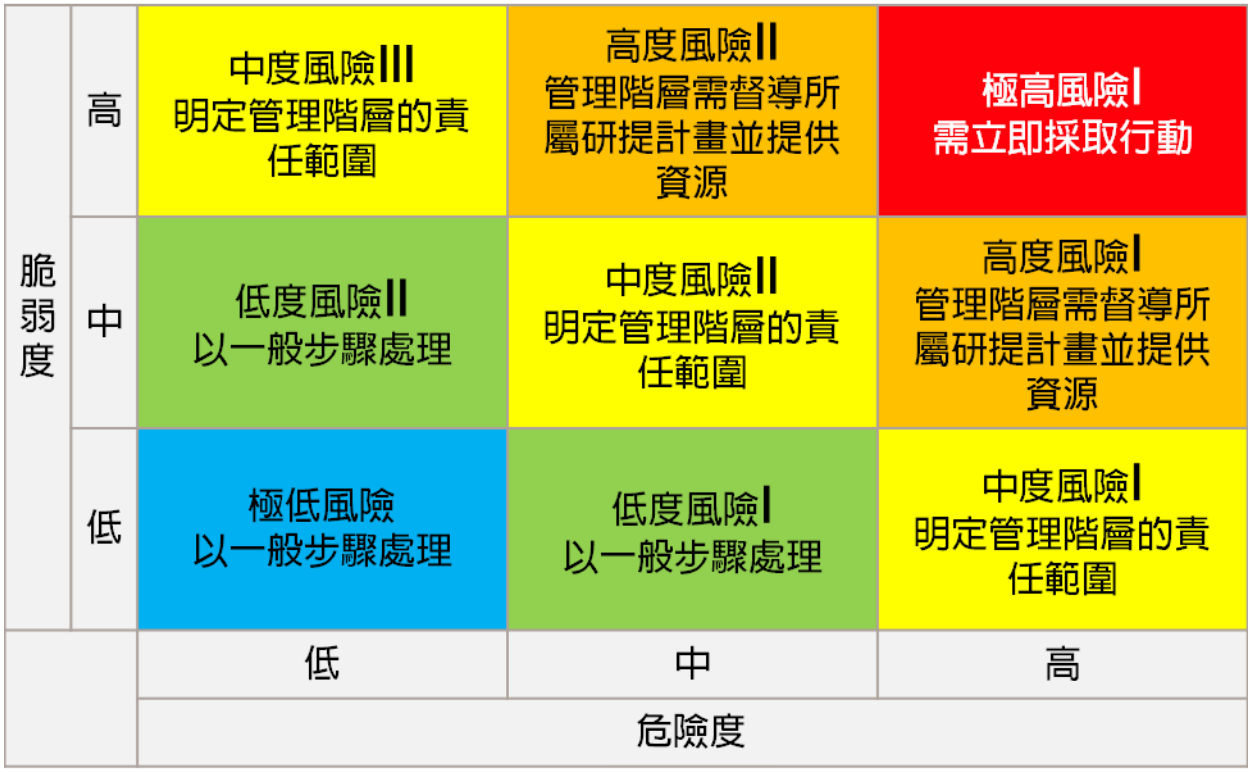


圖 5-2　本計畫洪水風險等級分布矩陣圖

並按上圖風險矩陣，建議工程施作順序為：極高風險 I→高度風險 I→高度風險 II→中度風險 II→中度風險 I→中度風險 III→低度風險 I→低度風險 II→級低風險。

5.2 風險評量結果

將危險度等級乘上脆弱度等級，即可得風險度等級，本計畫各河段之風險度評估分析成果：風險矩陣及風險地圖如圖 5-5~圖 5-13。造成風險主要原因有都市計畫區及工業區緊鄰堤防、流路直沖、堤高不足等情況，各溪段風險評量之成果說明如後：

一、朴子溪及牛稠溪

依據風險評量結果，朴子溪及牛稠溪兩岸(兩岸總長約 142 公里)計有 0 個河段評估為極高險河段，2 個(共 3.7 公里)河段評估為高風險河段，5 個(共 7.5 公里)河段評估為中度風險河段，22 個(共 14.3 公里)河段評估為低度風險河段，其餘河段評估為極低風險河段，統計各風險等級數量及比例分別如圖 5-3。造成風險主要原因有都市計畫區及工業區緊鄰堤防、流路直沖、堤高不足等情況。

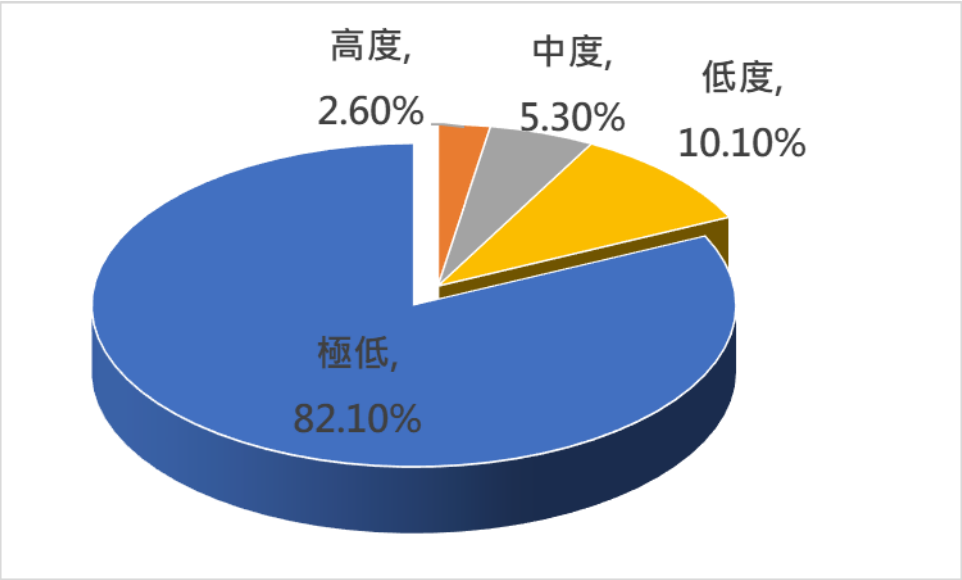


圖 5-3　朴子溪、牛稠溪風險等級比例圖

(一)中下游段

朴子溪主流中下游段評估範圍為 0K+000m~42K+573m (斷面 75)，根據風險度地圖，右岸分布情形為極高風險 0 處、高度風險 1 處、中度風險 4 處、低度風險 5 處，其餘為極低風險；左岸分布情形為極高風險 0 處、高度風險 1 處、中度風險 1 處、低度風險 9 處，其餘為極低風險。

朴子溪主流中下游主要有建置結構物之高度風險堤段有左岸朴子堤防(19~21、24)，景象橋右岸斷面 55.1~55；中度風險有右岸更寮堤防(22、23.1)、下雙溪堤防(24~30)、斷面 56~57、景象橋左岸斷面 55.1~55；低度風險以左岸斷面 60、60.1、67、70~72、福興二號堤防(73~75)、民雄堤防(75~77)、77~78、96.2，右岸雙溪堤防(34.1~35)、過溝堤防(51)、斷面 53、54、56~57、59、60.1、61、71、後湖堤防(77~79)、盧山橋(85.2~85.1)、92.1~92.2、灣橋護岸(95)、96.2 為主。

以危險度而言，多數堤段之灘地寬度現況評估多屬足夠，但部分彎道段有流路直沖、深槽近岸邊、河床沖淤深度大於均值及頻率年平均洪水位之出水高有不足 1.5m 等情形，以致有少數斷面危險度等級達到中度以上，多數堤段則以低度等級為主；最主要有朴子堤防(19~21、24)及中洋子工業區段(55.1~55、56~57)，其中左岸朴子堤防位於彎道凹岸有沖刷可能，危險度中度，且緊鄰朴子市區脆弱度高，淹水範圍內影響人口數眾多，又幾乎無灘地保護，故脆弱度為高度，使風險等級提高為高度。而中洋子工業區段現況無保護工程，工業區本身僅有部分廠區有興建新的混凝土圍牆(斷面 54~56，其餘為紅磚牆)，溢淹風險中等，且河道彎曲有直沖危險(斷面 57)，且景象橋樑底淹沒故橋樑斷面 55.1~55 危險度兩岸為高度、斷面 56~57 危險度中度，而本段右岸有中洋子工業區，為重要保護對象，但此區左岸為農田並無主要民生聚落，故淹水範圍內影響人口不多，脆弱度等級為右岸中等、左岸偏低，故右岸風險中(56~57)至高度(55.1~55)，左岸風險中度(55.1~55)。。

風險等級為中度以上者，包含下雙溪堤防段(24~30)，雖本段現況灘地寬度相當足夠，但因堤防本體老舊，現況亦無腹地可供堤防改建加厚，故堤防本身恐無法長期抵禦洪水的侵襲，有改建加強之必要性，本段危險度中等、脆弱度中等、風險中度。其次為流路直沖、深槽近岸邊者包含有右岸更寮堤防(22~23.1)，淹水潛勢範圍影響居民避難場所，故危險度中等、脆弱度中等、風險中度。

另外風險低度但有重要保護對象者，包含：雙溪堤防(34.1~35)危險度低等，後方社區居住人口較少，但緊臨重要文化財產故宮南院故脆弱度高度，使風險達中度等級；過溝堤防(51)危險度低，但鄰近後方的嘉

太工業區，脆弱度中等、風險低度；斷面 70~72 後方緊鄰福興村，故脆弱度為中度；左岸福興二號堤防(73~75)鄰後方的頭橋工業區，脆弱度中等、風險低度；民雄堤防(75~77、77~78)：危險度低，但鄰近後方的民雄工業區，脆弱度中等、風險低度；後湖堤防(77~79)：危險度低，但鄰近後方的後湖工業區，脆弱度中等、風險低度。

其餘有溢淹風險但脆弱度為低者，盧山橋(85.2~85.1)係現況橋樑樑底淹沒，危險度中，但淹水影響範圍較小，脆弱度低，風險低度；主要皆因淹水範圍大多屬於農田，對聚落損害有限者，如右岸 60~60.1、67，左岸 54、56~57、60.1、71 等，危險度中等但脆弱度為低。位於彎道凹岸有沖刷風險，危險度為中但脆弱度亦為低度者，如左岸 53、59、61、95，風險低度。而位於上游因地形導致流速偏高，有底床沖刷潛勢者有斷面左岸 92.1~92.2、兩岸 96.2，實則洪水不會漫淹至兩岸脆弱度低，風險低度。

整體而言朴子溪中下游為重點防災區域，受淹水潛勢影響人口數以朴子市永和里、太保市北新里、東區茗藤里等村里為較多，部分社區已有辦理防災自主訓練，但仍稍嫌不足；而重要產業亦集中於中下游且皆緊鄰河川，包含有中洋子工業區、頭橋工業區、嘉太工業區等，重要人文資產有故宮南院等皆為重要保護對象。

(二)上游

朴子溪主流上游段評估範圍為 42K+573m~62K+555m (斷面 134)，根據風險度地圖，右岸分布情形為極高風險 0 處、高度風險 0 處、中度風險 0 處、低度風險 3 處，其餘為極低風險；左岸分布情形為極高風險 0 處、高度風險 0 處、中度風險 0 處、低度風險 5 處，其餘為極低風險。朴子溪主流上游即牛稠溪主要有建置結構物之低度風險堤段集中於中興圳攔河堰下游左岸。

左岸後湖堤防斷面 77~79，則因有後湖工業區故脆弱度提高為中度，但後湖堤防本身不會溢淹亦無沖刷疑慮，故危險度為低度，整體風險為低。右岸民雄堤防斷面 75~78，亦因堤後有民雄工業區故脆弱度提高為中度，危險度為低度，整體風險為低度等級。盧山橋斷面 85.2~85.1 現

況樑底淹沒危險度為中等，兩岸淹水影響人口較少脆弱度低度，故風險低度；以危險度而言，中興攔河堰下游出現中度等級，原因為右岸 92.2、左岸斷面 96.2 皆跌水工影響，流速較高、斷面 95 為彎道段，深槽近岸邊，且流速高，沖刷潛勢高，而左岸緊臨灣橋社區，但淹水影響人口較少，脆弱度低，故風險為低度。

二、獅子頭溪、濁水溪及清水溪

獅子頭溪、濁水溪及清水溪兩岸(兩岸總長約 51 公里)計有 0 個河段評估為極高險河段，0 個河段評估為高風險河段，19 個(約共 5.5 公里)河段評估為中度風險河段，9 個(約共 1.8 公里)河段評估為低度風險河段，其餘河段評估為極低風險河段，統計各風險等級數量及比例分別如圖 5-4。

獅子頭溪、濁水溪及清水溪兩岸多以護岸為主，獅子頭溪在與朴子溪主流匯流處才有堤防構造建置(林仔尾堤防、溪仔尾堤防)，濁水溪下游有下溪心堤防，清水溪在上游有菜公店堤防，三條支流中上游過去亦較無嚴重淹水災害，故三條溪危險度都較低。

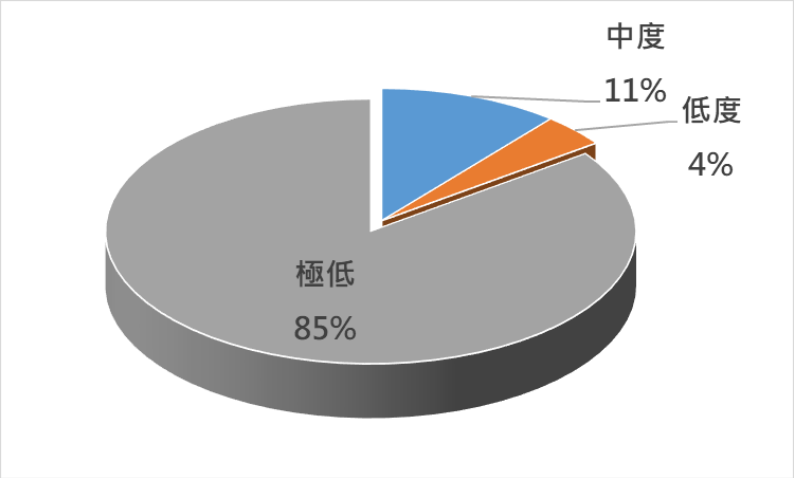


圖 5-4　獅子頭溪、濁水溪及清水溪風險等級比例圖

(一)獅子頭溪

獅子頭溪之風險評量成果詳圖 5-6、圖 5-12，根據風險評量成果顯示，本次評估獅子頭溪河段之風險度等級居多為低度、極低等級，上游有部分為中度等級，以危險度而言斷面 24、26、38、39、41~43 處風險為中度等級，其原因包含灘地寬度不足、流路直沖、流速福祿數高、河床沖淤深度大於均值、通洪能力不足等，以致其危險度達中度等級，

並集中於斷面 18 以上，其餘斷面 18 以下多數河段則以極低~低度等級為主，斷面 1~7 林仔尾堤防則因有災修紀錄且為獅子頭溪的堤防構造物，故列入中風險；脆弱度方面，由於獅子頭溪整體人口密度偏低，以致脆弱度為低脆弱等級，部分無人居住河段為低度等級。

(二)濁水溪及清水溪

濁水溪及清水溪之風險評量成果詳圖 5-7、圖 5-8、圖 5-13，根據風險評量成果顯示，本次評估濁水溪及清水溪河段之風險度等級居多為低度、極低等級，以危險度而言斷面 5、8、14、34.2~34 處為中度等級，其原因包含洪水位之出水高有不足 1.5m 等情形，現況有流路直沖，以致其危險度等級達中度等級，其餘多河段則以極低~低度等級為主；脆弱度方面，由於濁水溪及清水溪溪整體人口密度偏低，以致脆弱度為低脆弱等級，部分無人居住河段為零脆弱等級。

表 5-3　朴子溪、牛稠溪風險評量結果表

岸別	斷面	堤防	跨河構造物	危險度	脆弱度	風險	重要保護對象
右岸	22	更寮堤防	-	中	中	中	
	23.1	更寮堤防	朴子溪橋	中	中	中	大橋頭社區
	24~30	下雙溪堤防	-	中	中	中	
	52.1~52	-	嘉南大圳渡槽	低	低	極低	中洋子工業區
	53	-	-	低	低	極低	中洋子工業區
	54	-	-	低	低	極低	中洋子工業區
	55.1~55	-	景象橋	高	中	高	中洋子工業區
	56~57	-	-	中	中	中	中洋子工業區
	60	中洋子堤防(待)	-	中	低	低	
	60.1	中洋子堤防(待)	無名橋	中	低	低	
	67	山中堤防(待)	-	中	低	低	
	70~72	福興護岸(待)	-	低	中	低	福興村
	73~75	福興二號堤防	-	低	中	低	頭橋工業區
	75~77	民雄堤防	-	低	中	低	民雄工業區
	77~78	民雄堤防(待)	-	低	中	低	民雄工業區
	80~81	溪底寮堤防	-	低	低	極低	溪底寮社區
	85.2~85.1	林仔尾堤防	盧山橋	中	低	低	
	92.2	-	-	低	低	極低	
	96.2	-	跌水工	中	低	低	
	103.1	-	永順橋	低	低	極低	
	119	-	-	低	低	極低	
	126	覆鼎金護岸	金龍橋	低	低	極低	
	133.1	-	金福橋	低	低	極低	
左岸	19~21、24	朴子堤防	-	中	高	高	朴子市區
	34.1~35	雙溪堤防	介壽橋	低	中	低	故宮南院
	51	過溝堤防	-	低	中	低	嘉太工業區
	53	過溝堤防(待)	-	中	低	低	
	54	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	麻魚寮社區
	55.1~55	麻魚寮堤防(待)	景象橋	高	低	中	
	56~57	麻魚寮堤防(待)	-	中	低	低	
	59	新廊護岸(待)	-	中	低	低	
	60.1	新廊護岸(待)	無名橋	中	低	低	
	61	新廊堤防(待)	-	中	低	低	
	71	許厝堤防(待)	-	中	低	低	
	77~79	後湖堤防	-	低	中	低	後湖工業區
	85.2~85.1	盧厝堤防	盧山橋	中	低	低	
	92.1~92.2	-	-	中	低	低	
	95	灣橋護岸	義仁橋	中	低	低	灣橋社區&醫院
	96.2	-	跌水工	中	低	低	灣橋社區&醫院
	127	-	-	低	低	極低	
	129	-	-	低	低	極低	
	133.1	-	金福橋	低	低	極低	

表 5-4　獅子頭溪風險評量結果表

岸別	斷面	堤防	主要跨河構造物	危險度	脆弱度	風險
右岸	1~7	林仔尾堤防	無名橋/仁弘橋	中	中	中
	26	許厝一號護岸	-	中	低	低
	38	-	-	中	中	中
	39	金谷橋護岸	金谷橋	中	中	中
	41~42.3	金谷橋護岸	民意橋	中	低	低
	42.2	金谷橋護岸	-	中	中	中
	43	金谷橋護岸	-	中	中	中
左岸	3.1~3	溪仔尾堤防	無名橋	中	中	中
	24	林厝一號護岸	善安橋	中	中	中
	26	林厝一號護岸	-	中	低	低
	38	-	-	中	低	低
	39	金谷橋護岸	金谷橋	中	中	中
	41~42.3	金谷橋護岸	民意橋	中	中	中
	42.2	金谷橋護岸	-	中	低	低
	43	金谷橋護岸	-	中	低	低

表 5-5　濁水溪風險評量結果表

岸別	斷面	堤防	主要跨河構造物	危險度	脆弱度	風險
右岸	5	-	-	中	中	中
	8	下溪心堤防	-	中	低	低
	13	-	-	中	中	中
	34.2~34	溪坪二號護岸	東安橋	中	中	中
左岸	5	-	-	中	中	中
	8	鹿滿三號護岸	-	中	中	中
	14	鹿滿一號護岸	-	中	中	中
	34.2	-	東安橋	中	中	中

表 5-6　清水溪風險評量結果表

岸別	斷面	堤防	主要跨河構造物	危險度	脆弱度	風險
右岸	13	坑口堤防	-	中	中	中
	14	坑口堤防	-	中	中	中
	31	頂埔護岸	-	中	低	低
左岸	14	-	-	中	低	低
	25~29	菜公店堤防	輝和橋/自強橋	中	中	中

<table>
<tr><td>脆弱度</td><td colspan="6">風險分布</td></tr>
<tr><td rowspan="2">高</td><td colspan="2">中度風險 III</td><td colspan="2">高度風險 II</td><td colspan="2">極高風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
朴子堤防 19~21、24</td><td>右岸</td><td>左岸</td><td>右岸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中</td><td colspan="2">低度風險 II</td><td colspan="2">中度風險 II</td><td colspan="2">高度風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
雙溪堤防 34.1~35
過溝堤防 51
後湖堤防 77~79</td><td>右岸
斷面 70~72
斷面 73~75
斷面 75~77
斷面 77~78</td><td>左岸
-</td><td>右岸
更寮堤防 22、23.1
下雙溪堤防 24~30
斷面 56~57</td><td>左岸
-</td><td>右岸
斷面 55.1~55</td></tr>
<tr><td rowspan="2">低</td><td colspan="2">極低風險</td><td colspan="2">低度風險 I</td><td colspan="2">中度風險 I</td></tr>
<tr><td colspan="2">其餘未註明河段</td><td>左岸
斷面 53、54
斷面 56~57
斷面 59
斷面 60.1
斷面 61
斷面 71
斷面 85.2~85.1
斷面 92.1~92.2
斷面 95
斷面 96.2</td><td>右岸
斷面 60
斷面 60.1
斷面 67
斷面 85.2~85.1
斷面 96.2</td><td>左岸
斷面 55.1~55</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">低</td><td colspan="2">中</td><td colspan="2">高</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="6">危險度</td></tr>
</table>

註：建議工程施作順序為 極高風險 I→高度風險 I→高度風險 II→中度風險 II→中度風險 I→中度風險 III→低度風險 I→低度風險 II→級低風險

圖 5-5　朴子溪、牛稠溪整體風險矩陣圖

<table>
<tr><td>脆弱度</td><td colspan="6">風險分布</td></tr>
<tr><td rowspan="2">高</td><td colspan="2">中度風險 III</td><td colspan="2">高度風險 II</td><td colspan="2">極高風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中</td><td colspan="2">低度風險 II</td><td colspan="2">中度風險 II</td><td colspan="2">高度風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
溪仔尾堤防 3.1 至 3
林厝一號護岸 24
金谷橋護岸 39、41 至 42.3</td><td>右岸
林仔尾堤防 1 至 7
斷面 38
金谷橋護岸 39、42.2、43</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">低</td><td colspan="2">極低風險</td><td colspan="2">低度風險 I</td><td colspan="2">中度風險 I</td></tr>
<tr><td colspan="2">其餘未註明河段</td><td>左岸
林厝一號護岸 26
斷面 38
金谷橋護岸 42.2、43</td><td>右岸
許厝一號護岸 26
金谷橋護岸 41 至 42.3</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">低</td><td colspan="2">中</td><td colspan="2">高</td></tr>
<tr><td colspan="6">危險度</td></tr>
</table>

圖 5-6　獅子頭溪整體風險矩陣圖

<table>
<tr><td>脆弱度</td><td colspan="6">風險分布</td></tr>
<tr><td rowspan="2">高</td><td colspan="2">中度風險 III</td><td colspan="2">高度風險 II</td><td colspan="2">極高風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中</td><td colspan="2">低度風險 II</td><td colspan="2">中度風險 II</td><td colspan="2">高度風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
斷面 5
鹿滿三號護岸 8
鹿滿一號護岸 14
斷面 34.2</td><td>右岸
斷面 5
斷面 13
溪坪二號護岸 34.2 至 34</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">低</td><td colspan="2">極低風險</td><td colspan="2">低度風險 I</td><td colspan="2">中度風險 I</td></tr>
<tr><td colspan="2">其餘未註明河段</td><td>左岸
-</td><td>右岸
下溪心堤防 8</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">低</td><td colspan="2">中</td><td colspan="2">高</td></tr>
<tr><td colspan="6">危險度</td></tr>
</table>

圖 5-7　濁水溪整體風險矩陣圖

<table>
<tr><td>脆弱度</td><td colspan="6">風險分布</td></tr>
<tr><td rowspan="2">高</td><td colspan="2">中度風險 III</td><td colspan="2">高度風險 II</td><td colspan="2">極高風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中</td><td colspan="2">低度風險 II</td><td colspan="2">中度風險 II</td><td colspan="2">高度風險 I</td></tr>
<tr><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td><td>左岸
菜公店堤防 25 至 29</td><td>右岸
坑口堤防 13、14</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">低</td><td colspan="2">極低風險</td><td colspan="2">低度風險 I</td><td colspan="2">中度風險 I</td></tr>
<tr><td colspan="2">其餘未註明河段</td><td>左岸
斷面 14</td><td>右岸
頂埔護岸 31</td><td>左岸
-</td><td>右岸
-</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">低</td><td colspan="2">中</td><td colspan="2">高</td></tr>
<tr><td colspan="6">危險度</td></tr>
</table>

圖 5-8　清水溪整體風險矩陣圖

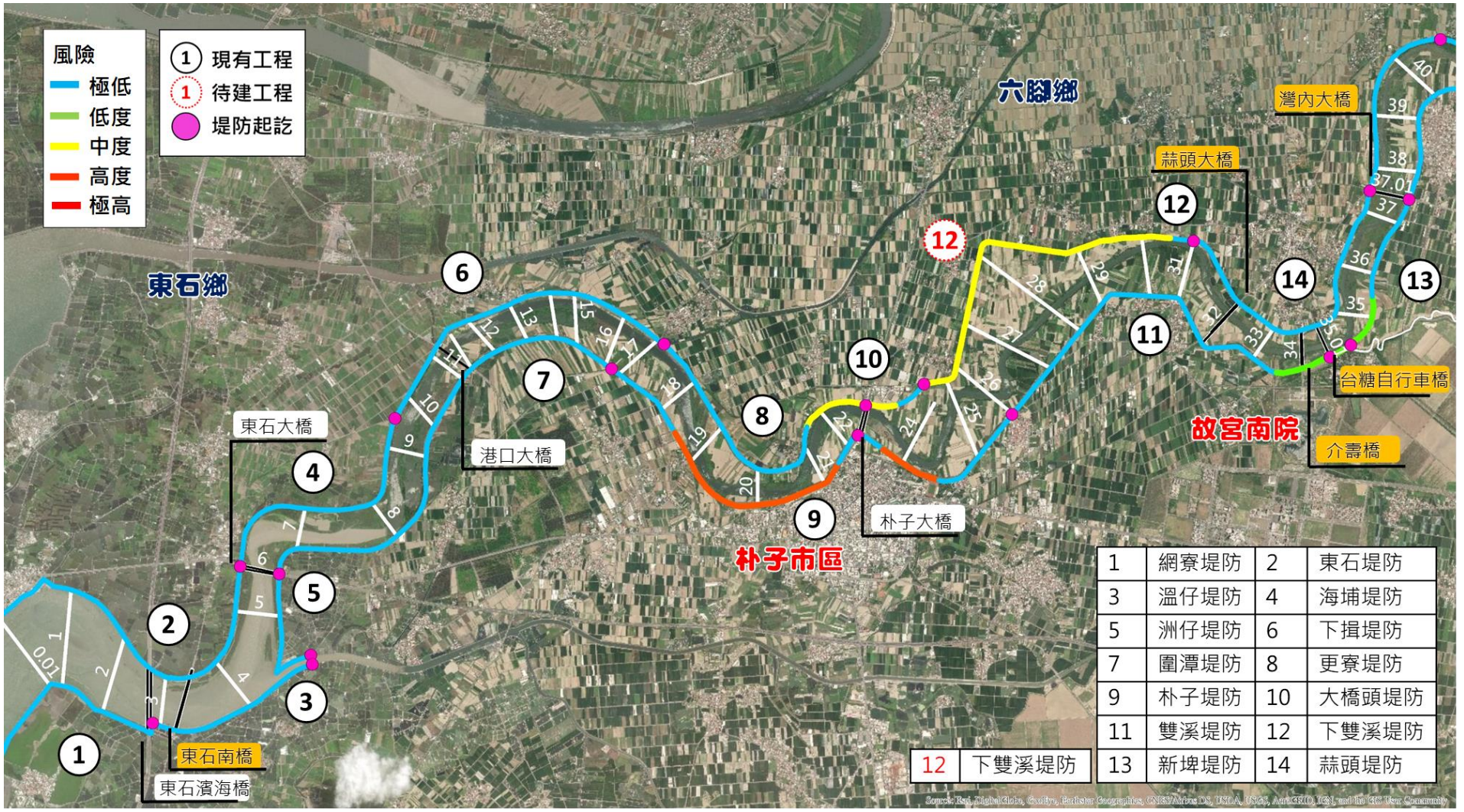
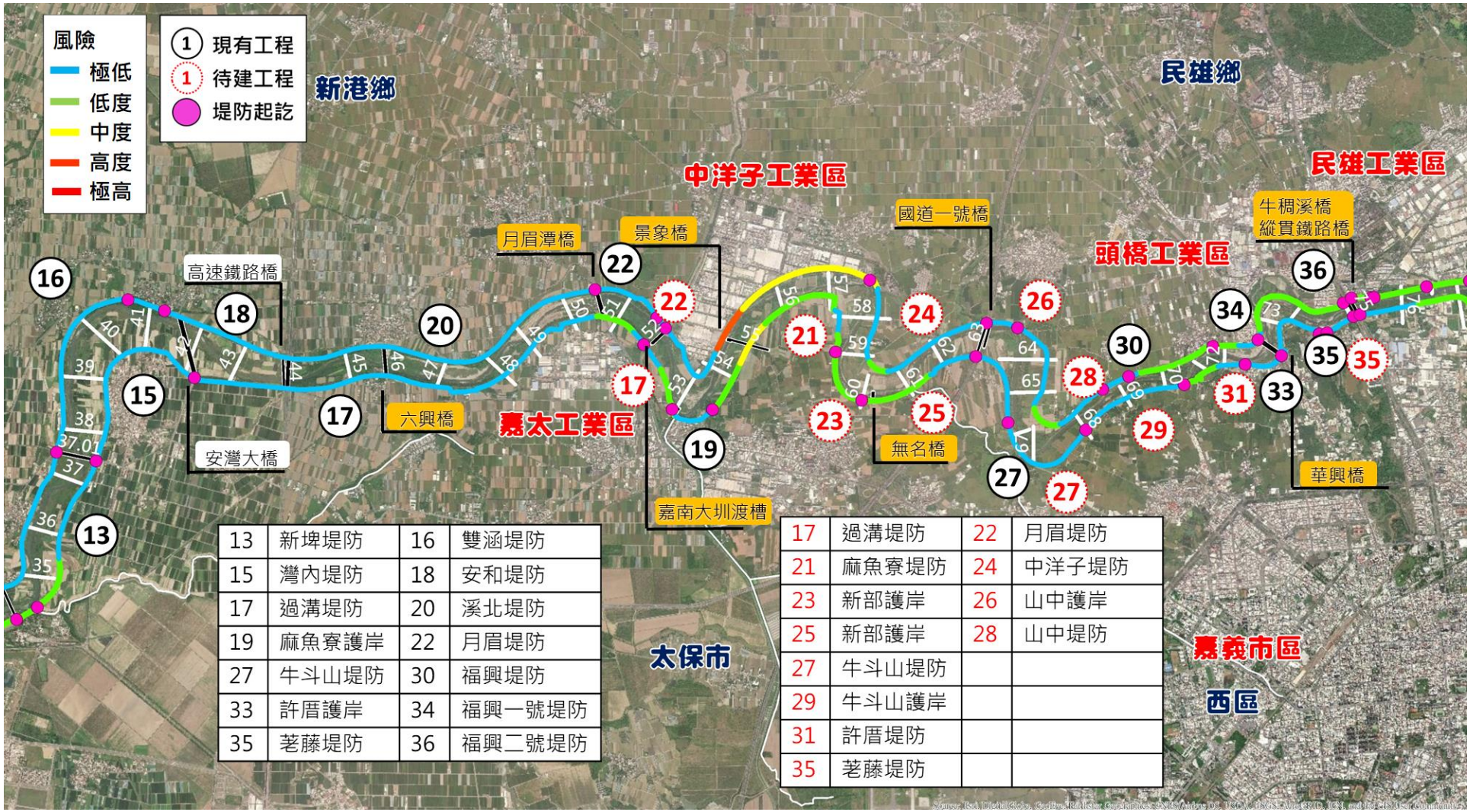

風險
極低
低度
中度
高度
極高
現有工程
待建工程
堤防起訖
東石鄉
六腳鄉
朴子市區
故宮南院
東石大橋
港口大橋
朴子大橋
蒜頭大橋
灣內大橋
台糖自行車橋
介壽橋
東石南橋
東石濱海橋
1 網寮堤防
2 東石堤防
3 溫仔堤防
4 海埔堤防
5 洲仔堤防
6 下揖堤防
7 圍潭堤防
8 更寮堤防
9 朴子堤防
10 大橋頭堤防
11 雙溪堤防
12 下雙溪堤防
13 新埤堤防
14 蒜頭堤防

圖 5-9　朴子溪風險地圖



13	新埤堤防	16	雙涵堤防
15	灣內堤防	18	安和堤防
17	過溝堤防	20	溪北堤防
19	麻魚寮護岸	22	月眉堤防
27	牛斗山堤防	30	福興堤防
33	許厝護岸	34	福興一號堤防
35	茗藤堤防	36	福興二號堤防

17	過溝堤防	22	月眉堤防
21	麻魚寮堤防	24	中洋子堤防
23	新部護岸	26	山中護岸
25	新部護岸	28	山中堤防
27	牛斗山堤防		
29	牛斗山護岸		
31	許厝堤防		
35	茗藤堤防		

圖 5-10　朴子溪風險地圖

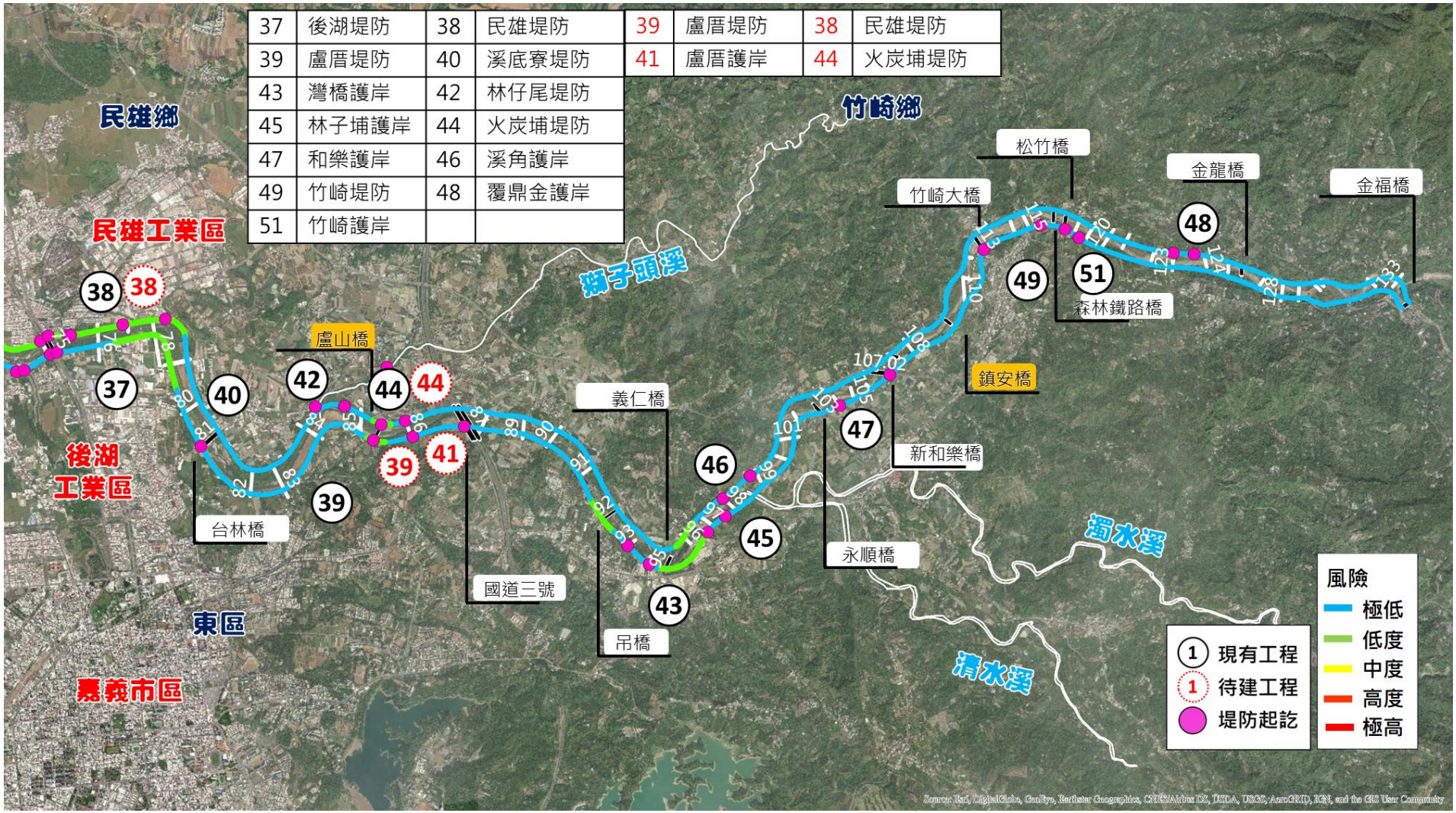


圖 5-11　牛稠溪風險地圖

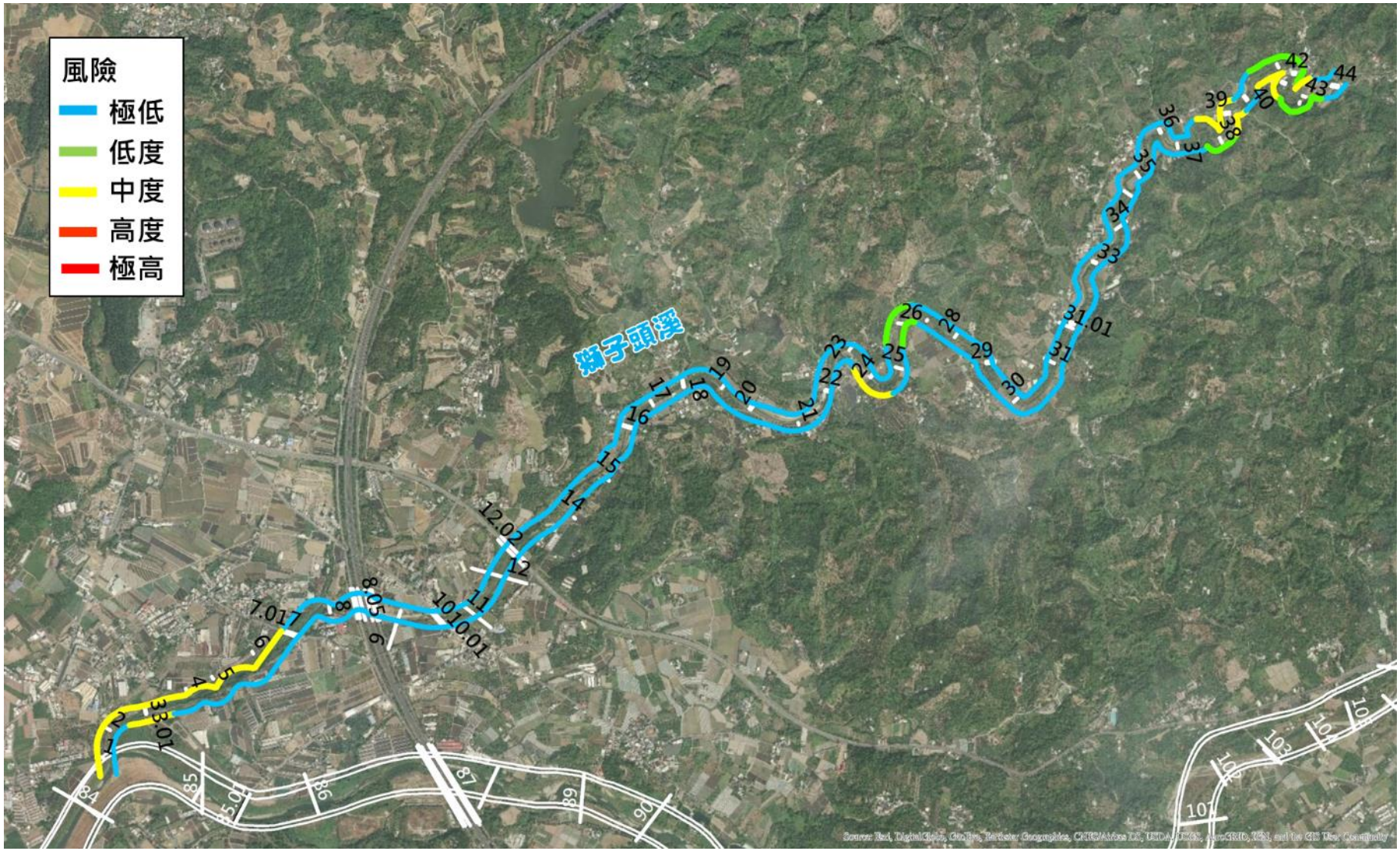


圖 5-12　獅子頭溪風險地圖

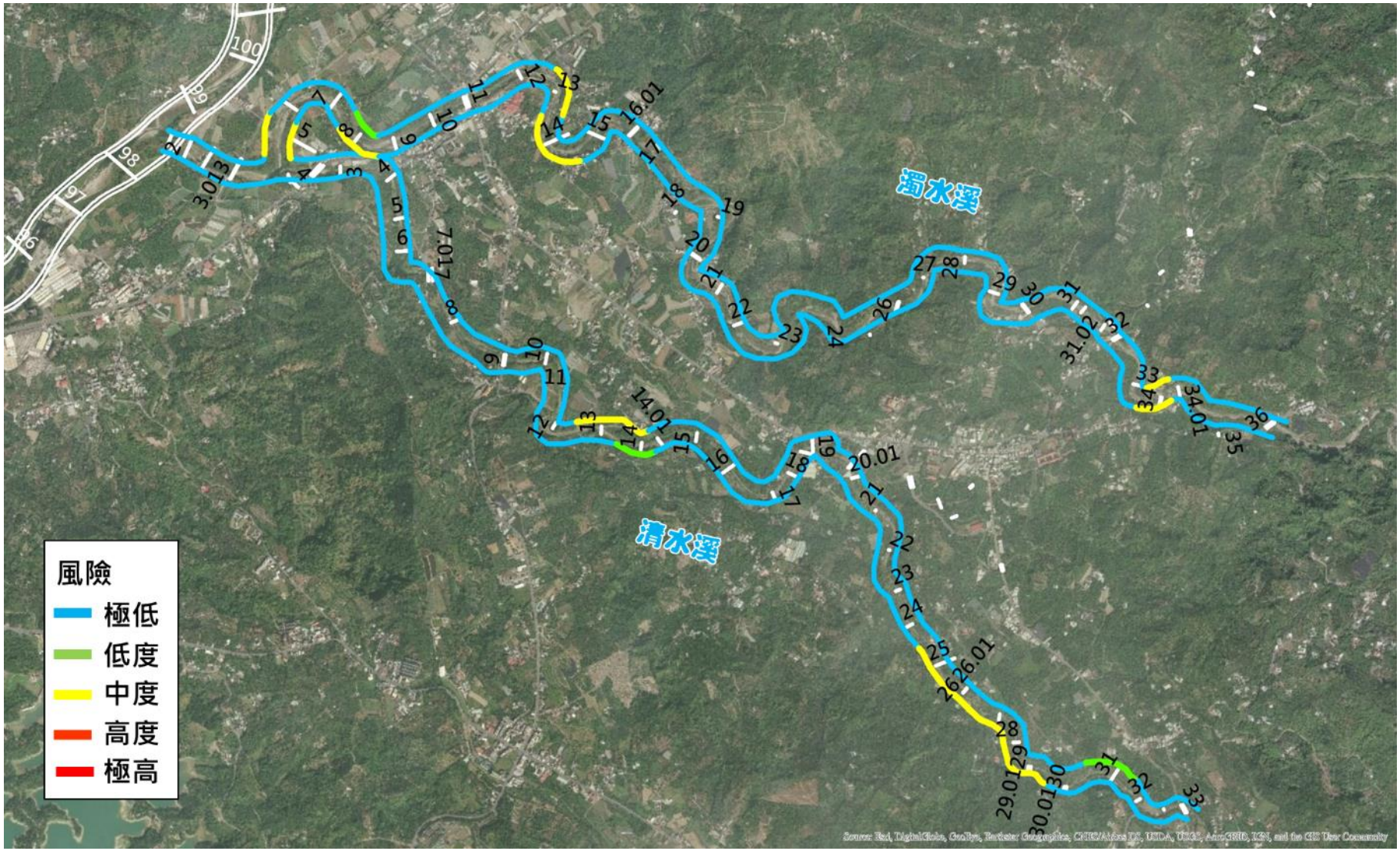


圖 5-13　濁水溪及清水溪風險地圖

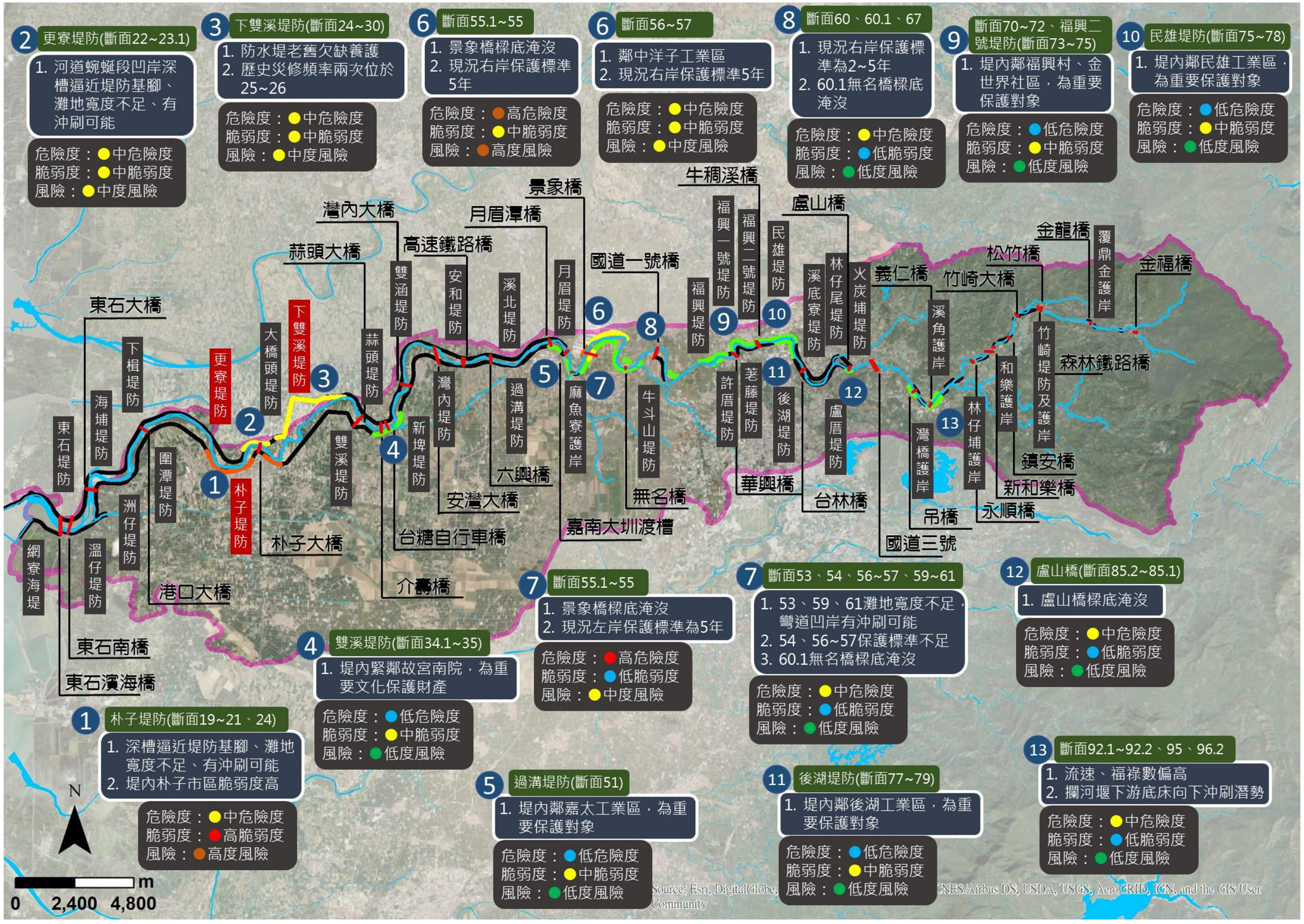


圖 5-14　朴子溪及牛稠溪風險地圖

第六章 風險處理與對策

經由風險評量決定待處理的風險項目和優先順序，之後風險處理(Risk Treatment)就是應用相關風險處理方法，針對可能發生且會造成一定影響程度的風險，擬定應對策略。對策包括風險承擔(Risk Retention)、風險迴避(Risk Avoidance)、風險降低(Risk Abatement)及風險移轉(Risk Transfer)等四個面向，故就風險評量之結果，針對不同的風險綜合運用各種處置方法進行處理，管理者必須根據風險的降低程度、所需成本及可創造利益及機會來評估各種方案實施成效。而風險承擔、風險迴避、風險降低及風險移轉等四個面向之處理對策說明如下：

一、風險承擔：採取某種風險對策，其費用大於風險損失；或是風險損失小，發生頻率高等經風險評估為可承擔之風險，管理者可訂定計畫管理這些風險，確保風險於可接受的範圍。其可分為主動或被動承擔，主動承擔是準備一定數量的時間、金錢或資源以為應變儲備。然要風險承擔前，需能夠深入分析瞭解風險發生的機率、風險可能產生之損失程度及是否具備承擔該風險的能力等，以避免採取風險保留後產生額外或重大的損失。

二、風險迴避：是指「迴避風險發生的可能性」，一般是用在特定風險損失頻率及損失嚴重性高時，或他種風險處理對策成本超過其效益時。它是一種最徹底的風險處置策略，徹底迴避風險，即斷絕風險的來源，例如採移除脆弱因子的方式，將受潮位影響易發生嚴重洪氾地之聚落遷村安置。

三、風險降低：當可預知的風險無法避免時，設法將降低致災機率，或是對被保護對象的影響降低至可接受的門檻範圍。

四、風險移轉：將可能面臨的風險全部或部份轉移給他人承擔或其它地方，以降低風險損失，例如透過洪災保險的方式；而將風險轉移給他人或其

他地方之作法，可降低風險對管理者的影響，但風險並未消除，所以在實務執行上，風險轉移因受限於法律及合約訂定雙方的默契等因素，只能進行部分風險轉移。因此在進行風險轉移時，需徹底了解風險發生的機率是否能降至最低、所分配到的風險是否與保險費相當等。

6.1 風險處理對策

一、風險處理對策各項措施說明

影響流域「洪災」風險最重要之原因為堤岸溢、潰堤所引致之淹水災害，故水系風險評估之危險度即以是否造成堤岸溢、潰堤為主，一般而言，風險處理對策可採降低危險因子，包含流域土砂綜合治理(即改善流域特性)與河道治理(即改善河道特性)；另可採移除或強化脆弱因子，包含強化保全對象抗災能力、洪災保險及遷移保全對象等；上述處理對策對於不同類型河段，則應有不同類型及強度之治理措施以因應，如圖 6-1 所示，針對各項風險處理各項措施說明如下。

圖 6-1　風險處理對策對應措施示意圖

(一) 降低危險因子工程措施部分

1. 河道防洪治理

強化防洪設施防洪能力之處理對策，包括既有防洪缺口封堵，加強高風險河段防洪設施之保護，如新設護岸堤防，以及防洪設施加高、加強或培厚等，確保後方需保護標的與聚落之安全。

2. 河道沖淤防治對策

朴子溪水系河川型態上屬於蜿蜒河川，整體流路尚屬穩定，深槽明顯且變化不大，凹岸處水流攻擊堤防護岸基腳，易導致防洪設施毀損。上游河段屬泥岩地質，其特性較脆弱易沖刷崩塌，為河道主要淤積土砂來源之一，中下游河段屬沖積平原，河道坡度較緩，部分河段為淤積潛勢，河道通洪斷面減少，導致溢堤風險增加，故河道通洪能力維持及土砂管理為重要且必須之策略，治理重點在於河道沖淤控制及維持河道通洪空間，其相關措施如下：

(1) 淤積河道之處理對策包括疏浚、中上游河段增設囚砂區，以確保河道通洪順暢且通洪空間足夠。
(2) 沖刷河道之處理對策包括增設固床工、潛壩及調整河道坡度，避免沖刷加劇，或是河床料補充。
(3) 降低水力沖刷及設施基礎安全性之處理對策，包括透過河道整理培厚灘地、加強護岸或堤腳基礎保護、設置丁壩挑流等，避免水流直沖。
(4) 強化設施防洪能力之處理對策包括加強高風險河段防洪設施之保護，如新設護岸堤防，以及防洪設施加高、加強或培厚等，確保後方保護聚落之安全。

3. 流域土砂綜合治理

流域土砂綜合治理之主要目的為降低土砂進入河道之總量，其需藉由協商流域內林管、水保相關機關加強造林及森林撫育、林坡地覆被改善與崩塌地處理、土石流治理及水土保持相關工程等，以抑制土砂之生產，且藉由野溪改善與治理管制土砂之輸出量。

(二) 降低危險因子非工程措施部分

1. 適度放寬水道治理計畫線及用地範圍線劃設

針對滯洪囚砂河段或單寬流速較高河段，適度放寬該河段水道治理計畫線及用地範圍線劃設寬度,配合定期河道疏濬與河道整理,以收滯洪囚砂及降低單寬流速之效。

2. 導入逕流分擔措施

依據水利法 83-2 條,為因應氣候變遷及確保既有防洪設施功效,中央主管機關得視淹水潛勢、都市發展程度及重大建設,公告特定河川流域為逕流分擔實施範圍,盤點流域內土地作為分擔洪水之空間,提升區域保護標準,降低致災之可能。此項措施可減少主流河道之超額逕流量，可降低洪水溢潰堤之風險，亦可減少內水之積淹。

3. 加強河防建造物監控基礎沖刷與安全檢測計畫

應透過平時監控河防建造物與跨河構造物基礎沖刷，及辦理水利建造物安全性檢測計畫等,並有系統的進行安全性評估,如堤防定期安全檢查。

4. 計畫洪水到達區域土地利用管理

洪水到達區域之土地應有一定管制,避免高度利用,以降低危險度。

5. 配合高程管理訂定洪水基準線

都市計畫區配合土地高程管理訂定洪水基準線，以做為都市訂定建築設計基準線之依據，以提高城市防洪韌性。

6. 可移動拆卸式檔水設施

目前國外已開發多款可移動拆卸式檔水設施，可做低地聚落村落圍堤之用，提高可行性。

(三) 移除或強化脆弱因子部分

1. 洪水預警報系統建立

洪水預警報系統應包含：水災危險潛勢區域之劃定、警戒水位訂定與監測、警戒雨量訂定與監測、洪災預警報系統硬體建置(如 CCTV 監視器)。

2. 疏散救災系統建立

疏散救災系統建立相關工作應包含：災情通報流程建立、防汛器材運送流程、移動式抽水機運用流程、易致災聚落之疏散撤離及安置、避難路線及避難場所之建立。

3. 防災社區推動與教育宣導

對防災社區推動積極性預防管理及在地化自我管理，以提升社區民眾自主防災之整體應對能力。

茲就危險度及脆弱度之風險因子，將風險處理對策，分別以風險承擔、風險迴避、風險降低及風險移轉等四個面向對應，如表 6-1 所示。後續章節將就朴子溪水系面臨之風險，分別擬定處理對策進行說明。

表 6-1　水系風險與相關措施一覽表

處理對策	作法	類別	風險因子	工程措施	非工程措施
風險降低	降低危險因子	水文特性	洪水位	1.河道疏浚 2.防洪設施加高加強、培厚 3.第二道防線建立	1.適度放寬水道治理計畫線及用地範圍線劃設 2.洪水平原之土地管制(限制高強度使用) 3.導入逕流分擔措施
			水力沖刷	1.堤防坡面改良 2.增設固床工河道坡度 3.河道整理-增加堤前灘地寬度 4.設置丁壩工掛淤造灘-增加堤前灘地寬度 5.河道疏浚 6.中上游河段增設囚砂區 7.流域土砂綜合治理 8.加強防洪設施基礎保護(基礎覆土深度加深、設置護坦工)	-
			河道特性	灘地寬度	
				流路特性	
				河床沖淤	
				深槽高程	
				河川坡度	
		流域特性	土壤液化	加強堤身及堤後排水、基礎加深、堤體回填材料置換、坡面培厚	監測系統設置、地震後巡檢機制建立
			土砂影響	設置水土保持措施、土砂治理	落實水土保持計畫、崩塌地監測
		建造物特性	堤防妥善率	老舊堤防增加維護頻率、分段改善	定期辦理建造物檢測計畫
			基礎安全性	堤前覆土培厚、基礎加深	加強河防建造物監控基礎沖刷計畫
	強化脆弱因子	防災應變能力	避難場所	-	社區避難處所建置、避難路線劃設
			預警制度	-	洪災危險潛勢區域之劃定、警戒水位訂定與監測、警戒雨量訂定與監測、洪災預警報系統硬體建置
			防災自主能力	-	自主防災社區、教育宣導、防災演練
			淹水狀況掌握	-	佈設電子水尺、災情通報系統
風險迴避	移除脆弱因子	防災應變能力	撤離計畫	-	保全聚落撤離、遷移、安置
風險轉移	降低危險因子	水文特性	洪水位	公設用地設置逕流分擔設施	
	降低脆弱因子	社會經濟	-	-	洪災保險、落實土地利用管理
風險承擔	承擔損失	水文特性	洪水位	-	1.可移動拆卸式檔水設施 2.訂定洪水基準線
		建造物特性	堤防妥善率	-	水利建造物定期檢測、安全評估辦法建立

二、朴子溪水系風險特性與處理原則

朴子溪水系上游屬於山區型河川，中、下游屬於平原型河川，下游河段坡度甚緩易淤積，且出口因受感潮影響，又屬嚴重地層下陷區域，洪水更加宣洩不易，加上聚落及主要農墾區域多沿河岸分佈，逢颱風豪雨易淹水成災，而中游河段較為蜿蜒凹岸處易受水流衝擊。本計畫針對朴子溪流域特性與風險評量成果(詳第六章)提出風險處理原則方向，並分段說明如下：

(一) 河口(斷面 0)~月眉潭橋(斷面 50)

本河段自河口至斷面 23 為感潮河段，且屬地層下陷區域，雖不影響主河道通洪，惟地表坡降平緩，兩岸匯入排水條件不良，常致低窪地區淹水，建議應妥善處理區域排水匯入處頂托問題，採用滯洪減緩洪峰，或利用機械抽排方式因應外水升高無法重力排洪，並著重現有兩岸防洪設施平時檢查、養護等工作。

就河道水理特性而言，本河段略呈沖刷趨勢，兩岸保護設施除東石濱海橋(斷面 3)下游至塭仔堤防(斷面 0)左岸尚未興建外，其餘河段兩岸防洪設施大致完備，通洪能力可滿足 100 年重現期保護標準，僅下雙溪堤段(斷面 25~30)未達防洪標準。本河段過往高灘地易受洪水漫淹與侵蝕，既有之防水堤尚待整治加強，應布設堤防與基礎保護措施，配合持續觀察河道沖淤與深槽變化情形。

(二) 月眉潭橋(斷面 50)~華興橋(斷面 72)

本河段坡降較緩且河道蜿蜒曲折，上游山谷段沖刷之土砂及支流來砂多淤積於此河段，長期呈淤積狀態，近年已多次辦理疏濬工程。本河段除除斷面 50~52 兩岸、斷面 63~66 左岸及斷面 66~68 下游左岸河段有布設堤防護岸保護外，其餘皆尚未整治，且本段河道內高灘地高莖農作物及雜草叢生，洪水發生時易阻礙水流，影響洪水宣洩，就現況岸高而言有溢淹風險。

本河段逐漸進入人口密度、工商發展較高之區域，其中嘉南大圳渡槽處(斷面 52)岸高不足且流路深槽逼近右岸月眉堤防；斷面 53 至 69 河段蜿蜒且兩岸地勢低窪，內水排出不易，中洋子工業區緊鄰河道(斷面

52~58)右岸邊緣，防洪設施強度仍有不足，斷面 53 則有深槽流路逼近左岸麻魚寮護岸。整體而言，應於鄰近聚落處布設防洪設施，配合疏濬、河道整理等手段放寬河道，增加通洪能力，配合加強高灘地管理，疏伐阻水作物，並於凹岸易沖刷處布設挑流工與基礎保護措施。另可考量運用過往洪水平原作為滯洪區，減緩兩岸排水溢淹風險。

(三) 華興橋(斷面 72)~第二高速公路橋(斷面 87)

本河段屬牛稠溪，為朴子溪水系人口密度、工商發展高之區域，由於河寬受防洪設施束縛而窄縮，加上泥砂易淤積於此河段，導致河床淤高、通水面積減少，為本溪瓶頸河段，雖大部分河段兩岸已建堤禦洪且通洪能力可滿足 100 年重現期保護標準，然河道彎曲段易受洪水沖擊，仍有潰堤潛在風險，應於水流沖刷河段布設防洪設施，配合疏濬及河道整理放寬河道增加通洪，預留河道囚砂滯洪空間，並強化既有防洪構造物與基礎，減少洪水沖刷破壞能力。由於堤後脆弱度較高，應加強非工程措施層面，導入智慧河川計畫，透過警戒警報系統強化緊急應變計畫、設置河堤安全監測系統即時掌握防汛資訊。

(四) 第二高速公路橋(斷面 87)~治理起點金福橋(斷面 133-1)

本河段屬山谷型河川，河道順山谷而下，坡陡流急，泥岩地質易受沖刷，河道輸砂量大，有多條土石流潛勢溪流，挾帶土石之洪流易衝擊河防構造物，應增強河防構造物基礎穩定、坡面本身結構強度，雖部分河段通洪能力未能達 100 年重現期距保護標準，但因山區地勢，洪水對鄰近聚落影響不大。

斷面 97 設有中興圳攔河堰，下游因跌水效應，河道縱向刷深嚴重，增加下游橋梁基礎沖刷風險，應維持固床工穩定縱向河床，設置消能設施，並定期檢視河段沖刷情形，酌予橋梁基腳與兩岸防洪設施加強保護。此外，建議管理機關評估將攔河堰上游疏濬之粗粒料投於下游，使投回之粗粒料順利重建河床護甲層以穩定河道。

(五) 其餘支流

朴子溪水系支流除牛稠溪外，尚包含有獅子頭溪、阿拔泉溪、清水溪、濁水溪、白樹腳溪、東廣寮溪、番子路科溪、頂埔溪，多屬山谷型

河川，河道本身坡陡流急，野性極強，水流高衝擊力帶來堤防破損與基礎掏刷之風險，建議應加強有保全對象處防洪設施之坡面強度及基腳之保護，重要聚落處應建置監測系統；無保護對象河段應考量以管理取代治理，定期注意河道變遷狀況。此外，水保與林務單位應加強抑制土砂措施與管理集水區土地利用。

三、朴子溪水系風險處理對策

依據朴子溪水系特性擬定各河段之處理原則，繪製水系分段風險處理對策如圖 6-2 與圖 6-3 所示，說明如下：

(一) 朴子溪中下游兩岸地勢低窪導致排水不良，應加強高低地分流，配合國土規劃擬定逕流分擔區域，增加土地蓄洪空間，人口密集聚落未來可就洪水到達區域、高程擬定洪災保險策略，分攤轉移洪水帶來之損失。

(二) 朴子溪中游因流路蜿蜒，河道深槽明顯且穩定，部分河段於凹岸處、斜向流直衝之堤防，應加深加強堤防坡面與基腳保護措施，防止灘地沖失；河道蜿蜒造成堤防受衝擊段，應設置挑流工，水流導向河心並經由河道整理營造灘地。

(三) 朴子溪中游河段兩岸防洪設施尚未完備。以防洪安全為主，改善現有構造物高度及強度不足之處，定期檢視河床變化，淤積嚴重河段，應適時疏濬，以減輕對河道通洪能力影響；危險程度較高及人口密集聚落區以外之河段，儘量放寬河道空間，增加容洪、囚砂空間，降低溢淹風險。

(四) 朴子溪水系上游山區由於高流速與土石之威脅，既有防洪設施本身與坡面結構性應有適當之增強，並透過土砂抑制、保育措施控制集水區土砂下移量。

(五) 朴子溪兩岸水災風險高，應視兩岸堤後保護目標，強化警戒機制、緊急應變計畫，建置河堤安全監測系統，並於較高災害潛勢聚落推動防災社區。

經評估朴子溪流域現況之河道通洪能力、水理特性與兩岸土地利用情形，各風險堤段處理對策列如圖 6-4 及表 6-2 所示。

溢淹風險分析成果顯示，各河段多屬低度~中度風險，朴子溪中游段兩岸防洪設施尚有缺口或仍待加強，故風險處理對策建議應定期辦理淤積河段之河道疏濬，並以防洪瓶頸段為優先 (斷面 72~85)；治理工程應依

照甫於 108 年完成之「朴子溪主流及其支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)」布設防洪設施，並針對老舊、脆弱堤防(下雙溪、溪底寮堤防)應修補或加高加強提升其穩定性，如圖 6-5 所示。

其中，朴子溪斷面 54~57 河段右岸緊鄰中洋子工業區，目前係以南亞塑膠工業股份有限公司新港廠房之事業圍牆(圍堤)為保護，108 年治理計畫中於其他配合事項中已載明，該圍牆應屬事業性防水設施，南亞塑膠公司應自行負責維護及管理該防水設施及河床便道，並提送維護及管理計畫送河川管理機關審查核定許可及據以執行，以確保防洪設施及人員之安全；基此，該處僅建議應就目前保護強度可能不足堤段設置防洪設施保護，以降低風險，惟其權責則屬南亞塑膠工業股份有限公司；現況中洋子工業區周圍係以事業圍牆(圍堤)保護，但斷面 56~57 處仍為舊式圍牆，建議南亞塑膠公司儘速改建累距 33K+400+33K+900 堤段現有擋牆，以降低潰堤及溢淹潛勢。此外，中下游河段受限於私有地徵收問題，致部分堤防工程及河道疏浚、河道整理工作執行不易，惟治理工作仍應依治理計畫持續辦理，但已依據治理計畫於報告中說明在尚未完成前，僅能依據水利法就用地範圍線範圍內進行土地利用管制，並加強防災預警系統建置因應。

朴子溪流路蜿蜒，河道凹岸段沖刷風險高，如右岸斷面 14~18、21~23、30~32、40~42、52、58、60.2、63、72~73、78~79、115、126，左岸斷面 19~21、29~35、43~44、53、59~61、66~67；其中尤以現況灘地不足致深槽逼近堤防之河段風險最高，具有沖刷風險，由於朴子溪河寬大多受限兩岸防洪設施，採培厚灘地之治理方式可能導致河寬過窄影響通洪之情形，故應以河道整理為主，並搭配該河段之基腳、護坦及挑流丁壩群保護，以確保河段安全，相對較為妥適，如圖 6-6 所示。

圖 6-2　朴子溪水系(主流、牛稠溪)風險對策示意圖

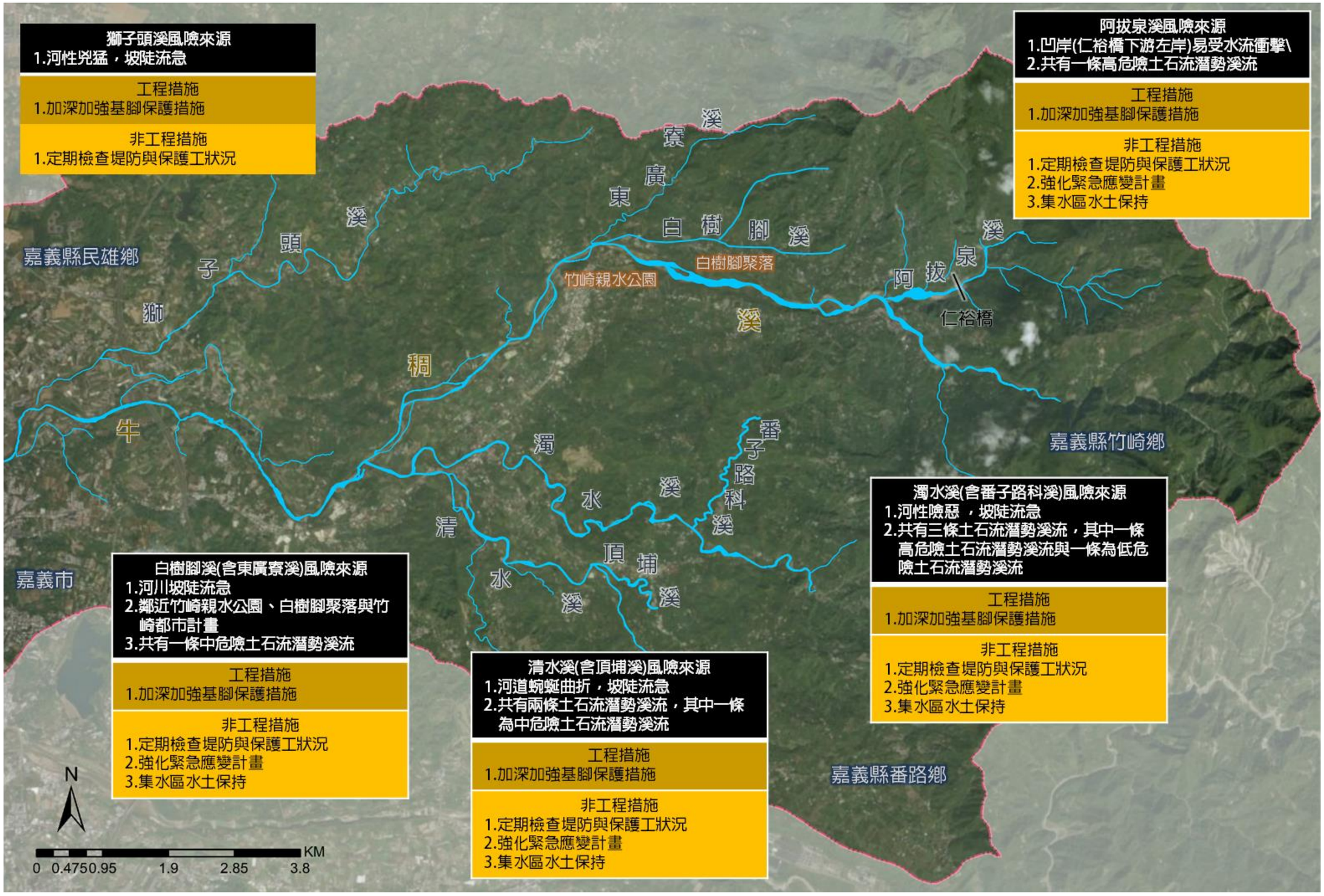


圖 6-3　朴子溪水系(支流)風險對策示意圖

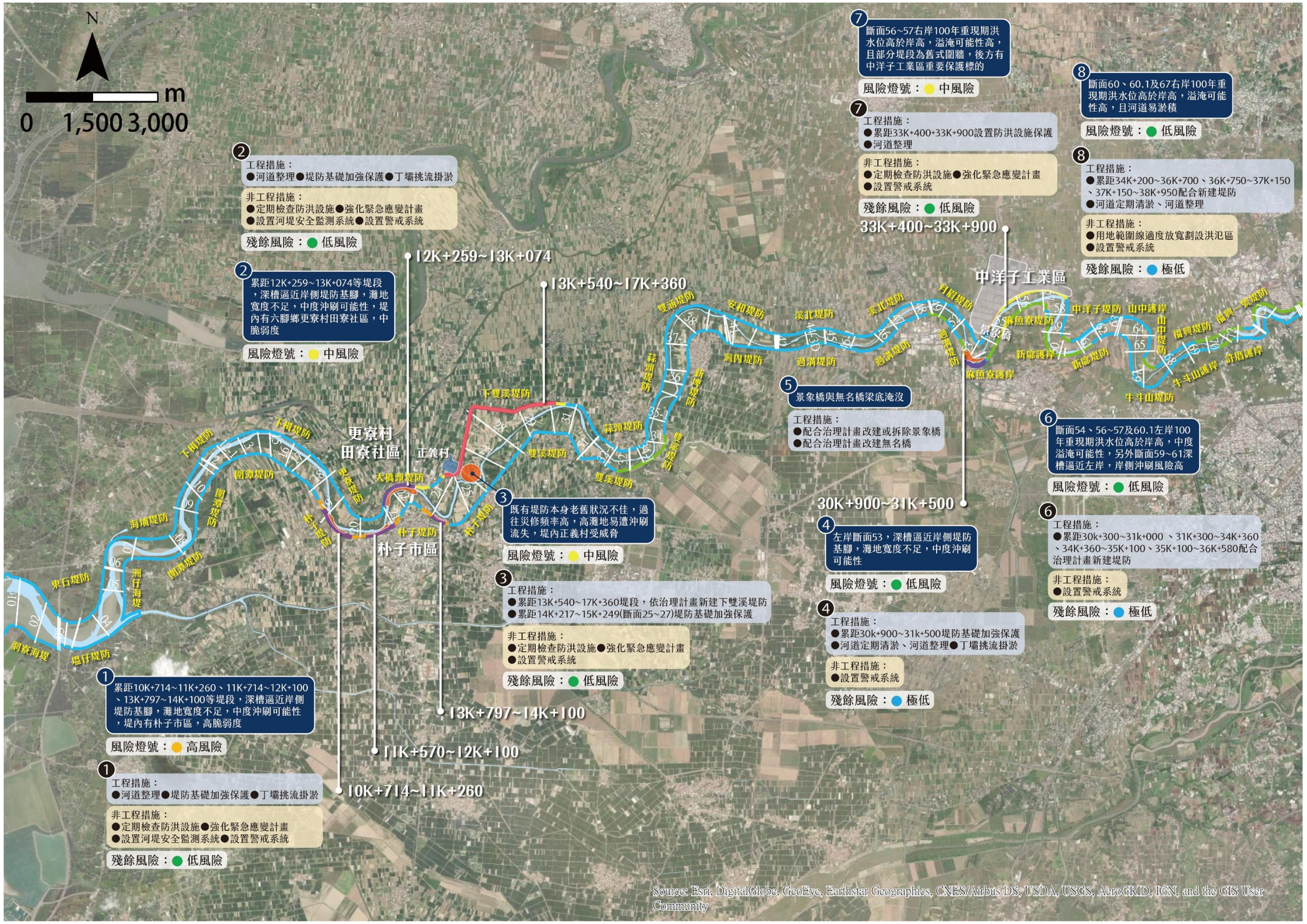


圖 6-4　朴子溪水系風險處理對策一覽圖(1/2)

圖 6-4　朴子溪水系風險處理對策一覽圖(2/2)

表 6-2　朴子溪水系風險處理對策一覽表(1/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
右岸： 更寮堤防 (斷面 22~23.1)	中	✚斷面 22~23.1 右岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度沖刷可能性 ✚堤內為六腳鄉更寮村田寮社區，中脆弱度	累距 12K+295~13K+074 堤段： 1.河道整理(短期) 2.堤防基礎加強保護(中長期) 3.丁壩挑流掛淤(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置河堤安全監測系統 3.強化洪災緊急應變計畫 4.設置警戒系統	低	
左岸： 朴子堤防 (斷面 19~21、24)	高	✚斷面 19、21、24 左岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度沖刷可能性 ✚斷面 21、24 堤內為朴子市區，高脆弱度	累距 10K+714~11K+260、累距 11K+570~12K+100 及累距 13K+797~14K+100 等堤段： 1.河道整理(短期) 2.堤防基礎加強保護(中長期) 3.丁壩挑流掛淤(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置河堤安全監測系統 3.強化洪災緊急應變計畫 4.設置警戒系統	低	
右岸： 下雙溪堤防 (斷面 24~30)	中	✚既有防水堤本身老舊，狀況不佳，過往災修頻率較高，納莉及桃芝颱風過後均有損壞情形，導致堤內六腳鄉正義村淹水 ✚斷面 26 處高灘地易遭沖刷流失	1.累距 13K+540~17K+360 堤段，依治理計畫新建下雙溪堤防(中長期) 2.累距 14K+217~15K+249 堤段，堤防基礎加強保護(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化洪災緊急應變計畫 3.設置警戒系統設置 4.河堤安全監測系統	低	

表 6-2 朴子溪水系風險處理對策一覽表(2/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
右岸：景象橋(斷面55.1~55)	高	景象橋梁底淹沒	1.景象橋改建或拆除(中長期)	-	低	
右岸：中洋子工業區(護岸、擋牆)(斷面56~57)	中	現況中洋子工業區周圍係以事業圍牆(圍堤)保護，但斷面56~57處仍為舊式圍牆，100年重現期平均洪水位高於岸高，中度溢淹可能	1.中洋子工業區累距 33K+400 ~ 33K+900 堤段設置防洪設施保護(短期) 2.河道整理(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化緊急應變計畫 3.設置警戒系統 4.設置河堤安全監測系統	低	
右岸：無名橋(斷面 60、60.1、67)	低	斷面 60、60.1、67 之 100 年重現期洪水位高於岸高，中度溢淹可能性 河道長期呈淤積型態	1.依治理計畫放寬河道、右岸新建中洋子堤防(累距 34K+200 ~ 36K+700)、山中護岸(累距 36K+750~37K +150)及山中堤防(累距 37K+150~38K+950)(中長期) 2.河道整理、河道定期清淤(短期) 3.無名橋改建(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化緊急應變計畫 3.設置警戒系統 4.用地範圍線適度放寬劃設洪氾區	極低	
左岸：(斷面53、54)	低	斷面 53 左岸位處河道凹岸，中度沖刷可能 斷面 54 之 100 年重現期洪水位高於岸高，中度溢淹可能性	1. 左岸新建過溝堤防(累距 30K+300~31K+000)、麻魚寮堤防(累距 31K+300~34K+360)(中長期) 2.累距 30K+900~31K+500 河道整理(短期)、加強堤防基腳保護、丁壩挑流掛淤(中長期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置警戒系統 3.設置河堤安全監測系統	極低	
左岸：景象橋(斷面55.1~55)	中	景象橋梁底淹沒	1.景象橋改建或拆除(中長期)	-	低	
左岸：無名橋(斷面56~57、59、60.1、61)	低	斷面 56~57 及 60.1 之 100 年重現期洪水位高於岸高，中度溢淹可能性 斷面 59~61 左岸位處河道凹岸，中度沖刷可能 河道長期呈淤積型態	1.依治理計畫放寬河道、左岸新建麻魚寮堤防(累距 31K+300~34K+360)、新廊護岸(累距 34K+360 ~35K+100)及新廊堤防(累距 35K+100~36K+580)(中長期) 2.河道整理、河道定期清淤(中長期) 3.無名橋改建(中長期)	1.設置警戒系統 2.強化緊急應變計畫 3.用地範圍線適度放寬劃設洪氾區	極低	

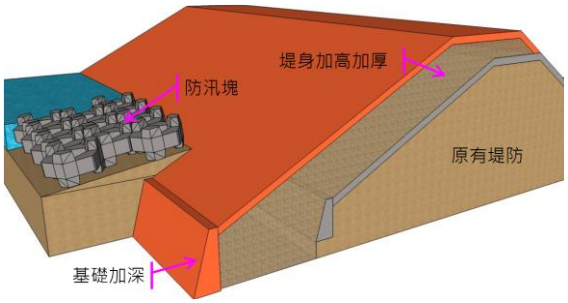
表 6-2 朴子溪水系風險處理對策一覽表(3/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
右岸： 斷面 70~72、73-75、75-77、77-78 左岸： 斷面 71	低	福興護岸、民雄堤防部分堤段及許厝堤防尚未興建，後方分別有福興社區、民雄工業區等保護標的 斷面 70-72、73-75、76-78 堤段之河道長期呈淤積型態 斷面 71 左岸 100 年重現期洪水位高於岸高，溢淹可能性高 鐵路橋及牛稠溪橋出水高不足	1.配合治理計畫右岸新建福興護岸(累距 39K+630~40K+630)、民雄堤防(累距 43K+450~43K+980)及左岸許厝堤防(累距 40K+250~40K+860)，並拆除新建苎藤堤防(苎藤堤防拆除並依公告治理計畫堤線辦理整建)(中長期) 2.改建鐵路橋及牛稠溪橋 3.河道整理(短期) 4.河道定期清淤(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.強化洪災緊急應變計畫 3.設置警戒系統	極低	
右岸： 溪底寮堤防 (斷面 80~81)	極低	溪底寮堤防老舊、狀況不佳 斷面 80~81 深槽流路逼近右岸，灘地寬度不足，沖刷風險較高 右岸為溪底寮社區，中度脆弱度	1.累距 44K+800~45K+150 加強堤防坡面、基礎保護(中長期) 2.河道整理(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.設置警戒系統 3.設置河堤安全監測系統	極低	
左右岸： 盧山橋 (斷面 85.2~85.1)	低	盧山橋梁底淹沒	1.盧山橋改建(中長期)	-	極低	

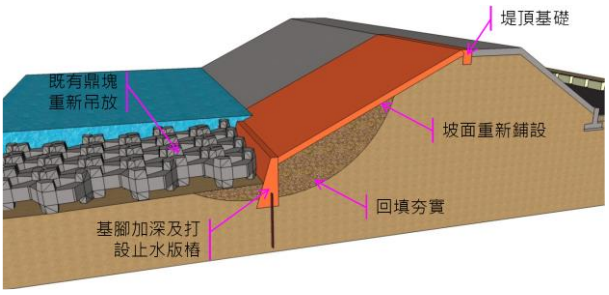
表 6-2 朴子溪水系風險處理對策一覽表(4/4)

風險堤段	風險燈號	風險原因	風險處理對策		殘餘風險	風險處理對策分幅圖
			工程措施	非工程措施(中長期)		
左岸：灣橋護岸(斷面92~95) 兩岸：(斷面 96.2)	● 低	此河段斷面 92~96.2 位於中興圳攔河堰下游，現河道雖有固床工，高低落差大導致流速達 7~16m/s，水流沖刷力強，對防洪設施與橋梁形成威脅 左岸斷面 93~95 位處河道凹岸，深槽逼近灣橋護岸基腳，灘地寬度不足，屬中度沖刷可能	1.攔河堰下游設置消能設施(中長期) 2.堰上游粗粒料回歸河道(中長期) 3. 累距 54K+950 ~ 55K+150 堤防基礎保護，河道整理(短期)	1.定期檢查防洪設施 2.橋梁橋墩與固床工相關水利建造物定期檢查 3.設置河堤安全監測系統	● 極低	

非工程措施部分建議定期檢查維護防洪設施，特別針對感潮段、高土壤液化潛勢範圍內之堤防應加強辦理，並強化河川使用行為管理、警戒機制與應變計畫，配合智慧河川針對風險堤段設置河堤安全監測系統。



堤身加高培厚



堤前坡面開裂修復

圖 6-5　堤防加強示意圖

格框護坦工

異型塊

圖 6-6　堤防基礎保護示意圖

四、朴子溪水系現況中高風險堤段處理對策與分年分期計畫

本計畫將依據朴子溪水系現階段不同堤段風險等級之高低，擬定處理對策之優先順序與分年分期計畫，分期原則將以朴子溪水系經本次風險分析，屬中高風險堤段且可先行辦理之措施列為短期(1~2 年內)優先推動，其中又以風險等級較高堤段優先，風險等級相同者則以危險度較高者優先；其餘措施列為中長期(2 年以上)，可視短期策略成效配合經費籌措接續推動，本計畫所編列之相關工程預算參考經濟部水利署 108 年「朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討」及其他相關資料整理，其中河道整理(含近運或培厚)以 60 元/立方公尺計、河道清淤以 600 元/立方公尺計、基礎加深(深 2 公尺)以 18,000 元/公尺計、丁壩工以 80,000 元/立方公

尺、待建堤防工程以 83,000 元/公尺計、待建護岸工程以 42,000 元/公尺計、防洪設施穩定性(構造物檢測及修補以待建堤防工程經費 10%估算)8,300 元/公尺計算，上述金額為工程建造費，未包含用地取得費用。

短期措施一般為常態性之河道整理，可透過河道整理、河道清淤、灘地培厚、調整流路，配合加強基礎保護與構造物檢測(應包含透地雷達、非破壞性檢測與混凝土抗壓強度測定)增加堤防穩定性，降低設施基礎毀損機率，惟短期對策尚無法改變整體河段特性，若遭逢較高重現期洪水事件，高於河道建槽之流量，斜向流洪水沖刷力與土砂衝擊仍將增加整體水系風險，故建議中長期應設置丁壩挑流、配合用地範圍線劃設放寬河道等方式，平衡河床沖淤與穩定流路。此外，建議以設置河堤安全監測與強化緊急應變計畫為降低風險、短時間復原之主要手段。

整體而言，朴子溪之風險堤段之風險處理對策完成後，其殘餘風險燈號均降至低風險或極低風險(殘餘風險之定義係指在完成風險處理對策後依然存在的風險，乃是可接受風險與未識別風險之總和)。

建議應定期觀察歷年流路與灘地變化，配合滾動式檢討風險評估成果，視需求辦理，有效降低危險因子。茲說明朴子溪水系處理對策之分期計畫與配合機關如表 6-3 所示。

表 6-3　朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(1/3)

局別	流域	位置(斷面)	堤防名稱	風險度(燈號)	風險概要說明(原因)	改善對策							
						短期目標 (109 年~111 年)				中長期目標 (112 年~)			
						策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)	策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)
五	朴子溪	右斷面 22~23.1	更寮堤防	中度風險	1.斷面 22~23.1 右岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度潰堤潛勢。 2.堤內為六腳鄉更寮村田寮社區，一旦潰堤淹水範圍約達 200 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	6,500	1.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降持低潰堤潛勢。 2.藉由河道整理營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度。 3.溢淹範圍廣大，且集中於更寮村，應接續強化應變與預警能力以即早應變避難。	中度風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	3,500	1.持續灘地管理作業。 2.藉由建構堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化堤防安全保護 4.風險可由中度降為低度。	低度風險
										1.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	4,000		
						降低潰堤潛勢(斷面 22~23.1 河道整理)	2,800			降低潰堤潛勢(斷面 22~23.設置基礎保護工及挑流丁壩)	62,500		
五	朴子溪	左斷面 19、21、24	朴子堤防	高度風險	1.斷面 19、21、24 左岸為河道凹岸，深槽逼近堤防基腳，灘地寬度不足，中度潰堤潛勢。 2.斷面 21、24 堤內為朴子市區，一旦潰堤淹水範圍約達 650 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	11,500	1.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降低潰堤潛勢。 2.藉由河道整理與灘地培厚等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度。 3.溢淹範圍廣大，且集中於朴子市，應接續強化應變與預警能力以即早應變避難。	中度風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-	1.持續灘地管理作業。 2.藉由建構堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化堤防安全保護 4.風險可由中度降為低度。	低度風險
										1.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
						降低潰堤潛勢(斷面 19、21、24 河道整理)	5,000			降低破堤潛勢(1.斷面 19、21、24.設置基礎保護工及挑流丁壩)	110,500		
五	朴子溪	右斷面 24~30	下雙溪堤防	中度風險	1.既有防水堤本身老舊，狀況不佳，過往災修頻率較高，尤其斷面 25~27 屬直沖段，中度潰堤潛勢，納莉及桃芝颱風過後均有損壞情形，導致堤內六腳鄉正義村淹水斷面，過往為明星淹水災區。 2.斷面 23~27 堤內為六腳鄉正義村及大橋頭社區，一旦潰堤淹水範圍約達 396 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	8,500	1.藉由堤防基礎加強保護、堤防安全檢測、高灘地持續維護管理以降低潰堤潛勢。 2.溢淹範圍廣大，且後方正義村為明星災區，應接續強化應變與預警能力以即早應變避難。	中度風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-	1.持續灘地管理作業。 2.新建堤防並配合堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化堤防安全保護 4.風險可由中度降為低度。	低度風險
										1.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
						降低潰堤潛勢(累距 14K+217~15K+249 堤防基礎加強保護)	19,000			降低破堤及溢淹潛勢，累距 13K+540~17K+360 堤段，依治理計畫新建下雙溪堤防	86,000		

表 6-3 朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(2/3)

局別	流域	位置(斷面)	堤防名稱	風險度(燈號)	風險概要說明(原因)	改善對策							
						短期目標 (109 年~111 年)				中長期目標 (112 年~)			
						策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)	策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)
五	朴子溪	右斷面 55.1~55 左斷面 55.1~55	-	高度風險 中度風險	1.景象橋(為過水路橋)梁底淹沒阻水，加高上游溢淹潛勢	-	-	-	高度風險 中度風險	景象橋改建或拆除維持河道防洪能力	60,000	1.完成景象橋改建可維持河道通洪能力。	低度風險
五	朴子溪	右斷面 56~57	中洋子工業區護岸、擋牆	中度風險	1.現況中洋子工業區周圍係以事業圍牆(圍堤)保護，但斷面 56~57 處仍為舊式圍牆，100 年重現期平均洪水位高於岸高，中度溢淹可能 2.景象橋梁底淹沒，阻水加高上游溢淹潛勢 3.堤前灘地小，水流直接沖擊堤腳，一旦潰堤淹水範圍約達 115 公頃，中脆弱度。	增加防洪設施穩定性(水利構造物檢測及修補)	-	1.南亞塑膠公司應盡速完成擋牆改建，並提送維護及管理計畫送河川管理機關審查核定許可及據以執行。 2.藉由河道整理與灘地培厚等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度，並調整流路改善水流沖擊問題。 3.潰堤潛勢降為低度，但因自然條件不佳且保護標的重要，應設置監測系統以強化應變能力。	低度風險	增加應變能力(建議南亞塑膠公司設置河堤安全監測系統及強化緊急應變計畫)	-	1.短期措施完成後已將潰堤潛勢降為低度，並持續灘地管理作業。 2.藉由建構堤防安全監測系統掌握堤防搶險時機。 3.強化堤防安全保護	低度風險
						降低潰堤及溢淹潛勢，累距 33K+400~33K+900 堤段，改建現有擋牆	42,000						
						降低潰堤潛勢(斷面 56~57 河道整理並培厚堤前灘地)	1,800			增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
五	朴子溪	右斷面 60、60.1、67	-	低度風險	1.中度溢淹潛勢。 2.一旦潰堤淹水範圍達 100 公頃，但多為農田屬低脆弱度。	-	-	目前風險等級為低，惟溢淹危險度仍為中度，建議定期觀察	低度風險	1.降低溢淹潛勢，依治理計畫新建中洋子堤防(累距 34K+200~36K+750)、山中護岸(累距 36K+750~37K+150)及山中堤防(累距 37K+150~38K+950) 2.河道整理、河道定期清淤 3.強化預警作業	394,000	1.持續用地範圍線範圍內管理作業。 2.藉由新建堤防降低溢淹危險度。 3.強化水情預報，掌握避災時機。 4.預期可由低度風險降為極低風險。	極低風險
五	朴子溪	左斷面 53~54、56~57、59、60.1、60)	-	低度風險	1.斷面 54、56~57、60.1 為中度溢淹潛勢。 2.一旦潰堤淹水範圍達 275 公頃，但多為農田屬低脆弱度。 3.斷面 53、59~61 位處河道凹岸，中度沖刷可能	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	5,000	1.目前風險等級為低，惟溢淹危險度仍為中度，建議定期觀察 2.麻魚寮護岸藉由河道整理與灘地培厚等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度。 3.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降低潰堤潛勢。	低度風險	1.降低溢淹潛勢，依治理計畫新建過溝堤防(累距 30K+300~31K+000)、麻魚寮堤防(累距 31K+300~34K+360)、新廊護岸(累距 34K+360~35K+100)及新廊堤防(累距 35K+100~36K+580) 2.河道整理、河道定期清淤	496,000	1.持續用地範圍線範圍內管理作業。 2.新建堤防並配合堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化水情預報，掌握避災時機。 4.預期可由低度風險降為極低風險。 5.完成無名橋改建可維持河道通洪能力。	極低風險
						-	-			無名橋改建維持河道防洪能力	57,000		
						降低潰堤潛勢(斷面 53~54 河道整理並培厚堤前灘地)	2,500			1.累距 30K+900~31K+500 加強堤防基腳保護、丁壩挑流掛淤 2.增加應變能力(麻魚寮護岸設置河堤安全監測系統)及強化預警作業	48,000		

表 6-3 朴子溪水系風險處理對策分年分期計畫一覽表(3/3)

局別	流域	位置(斷面)	堤防名稱	風險度(燈號)	風險概要說明(原因)	改善對策							
						短期目標 (109 年~111 年)				中長期目標 (112 年~)			
						策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)	策略	經費(千元)	效益與殘餘風險	殘餘風險度(燈號)
五	朴子溪	右斷面 70~72、73~75、75~77、77~78	-	低度風險	1.福興護岸、民雄堤防部分堤段及許厝堤防尚未興建，後方分別有福興社區、民雄工業區等保護標的，屬中脆弱度 2.斷面 70-72、73-75、76-78 堤段之河道長期呈淤積型態 3.鐵路橋及牛稠溪橋出水高不足	降低溢淹潛勢(斷面 70-72、74-74.2、76-78 堤段河道疏濬)	7,700	目前風險等級為低，惟脆弱度仍為中度，建議配合疏濬，定期觀察	低度風險	降低溢淹潛勢，依治理計畫新建福興護岸(累距 39K+630~40K+630)、民雄堤防(累距 43K+450~43K+980)及左岸許厝堤防(累距 40K+250~40K+860)	136,000	1.持續用地範圍線範圍內管理作業。 2.新建堤防並配合堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 3.強化水情預報，掌握避災時機。 4.完成鐵路橋及牛稠溪橋改建可維持河道通洪能力。 5.預期可由低度風險降為極低風險。	極低風險
										增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-		
										鐵路橋與牛稠溪橋改建維持河道防洪能力	-		
五	朴子溪	右斷面 80~81	溪底寮堤防	極低風險	1.右岸為溪底寮社區，中度脆弱度 2.斷面 80~81 深槽流路逼近右岸，灘地寬度不足，沖刷風險較高 3.溪底寮堤防老舊、狀況不佳，潰堤淹水面積達 45 公頃	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	2,900	目前風險等級為低，惟潰堤危險度仍為中度，建議定期觀察	極低風險	增加應變能力(建議嘉義政府強化緊急應變計畫)	-	1.藉堤防安全監測系統與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機，並增加堤後保全對象應變能力與時間。 2.強化水情預報，掌握避災時機。 3.配合強化堤身坡面工及基礎保護工程後，預期可由低度風險降為極低風險。	極低風險
										增加防洪能力與加強維護管理工作	-		
						降低潰堤潛勢 (累距 44K+800~45K+150 河道整理)	1,300			1.降低潰堤潛勢(累距 44K+800~45K+150 設置基礎保護工及強化坡面工保護) 2.增加應變能力(河川局設置河堤安全監測系統) 2.增加防洪能力與加強維護管理工作	28,000		
五	朴子溪	左右斷面 85.2~85.1	-	低度風險	1.盧山橋梁底淹沒	-	-	-	低度風險	盧山橋改建維持河道防洪能力	86,000	1.完成盧山橋改建可維持河道通洪能力。	極低風險
五	朴子溪	左斷面 92~96.2	灣橋護岸	低度風險	1.此河段斷面 92~96.2 位於中興圳攔河堰下游，現河道雖有固床工，高低落差大導致流速達 7~16m/s，水流沖刷力強，對防洪設施與橋梁形成威脅 2.左岸斷面 93~95 位處河道凹岸，深槽逼近灣橋護岸基腳，灘地寬度不足，加上高流速，屬中度沖刷可能	增加防洪設施穩定性(整體朴子溪水系水利構造物檢測及修補)	1,700	1.藉由堤防安全檢測與高灘地持續維護管理以降持低潰堤潛勢。 2.藉由河道整理、強化基礎等策略營造灘地緩衝與增加基礎覆土深度，降低潰堤風險。 3.中興圳攔河堰為潛在影響護岸安全因素。	低度風險	加強維護管理工作(建議嘉義縣政府定期檢視義仁橋橋基與下游固床工)	-	1.藉由建構堤防安全監測系統、固床工及橋梁等定期監測檢查與強化水情預報，除掌握堤防搶險時機。 2.後續應持續評估中興圳攔河堰對本段流況之影響	極低風險
										降低河床沖刷力(建議嘉南農田水利會強化中興圳攔河堰下游消能設施)	-		

6.2 現有警戒、警報系統及應變計畫之強化

本計畫檢視風險評量成果，就既有警戒、警報系統及應變計畫等進行檢視。其以朴子溪水系沿岸都市計畫人口密集處為優先考量，朴子溪流域內都市計畫位置如圖 6-7 所示。依據本計畫洪水溢淹分析結果，緊鄰河道之都市計畫有部分區域在洪水到達範圍內，如朴子都市計畫、六腳(蒜頭地區)都市計畫、嘉義交流道附近特定區、嘉義市都市計畫及民雄(頭橋地區)都市計畫，而其餘都市計畫包括嘉義縣治所在地都市計畫、擴大嘉義縣治所在地都市計畫、高鐵嘉義車站特定區、太保都市計畫、鹿草都市計畫、水上(北回地區)都市計畫及竹崎都市計畫等則因距離朴子溪河岸距離較遠或所在地勢較高，其都市計畫區均無洪水到達範圍。茲針對現有警戒、警報系統及應變計畫之強化建議分項說明如下：

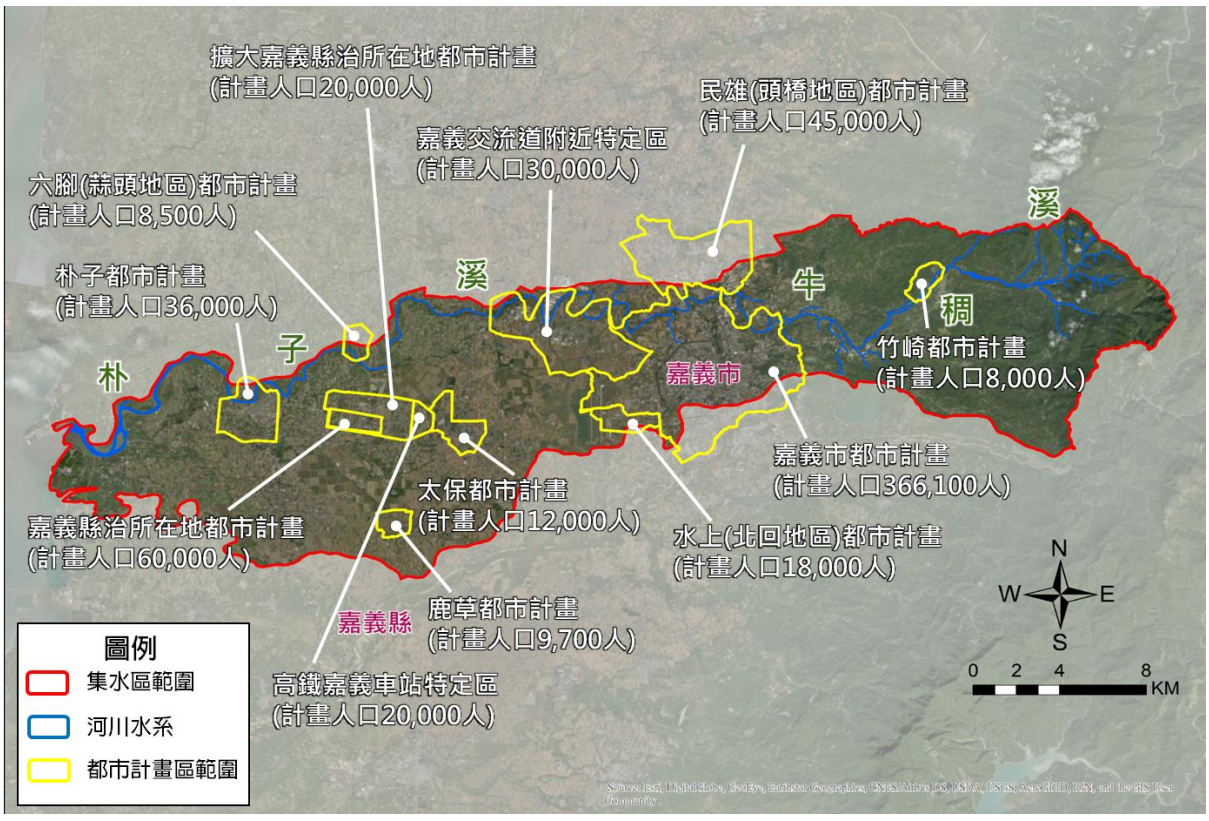


圖 6-7　朴子溪水系都市計畫位置分布圖

一、洪水預警系統

(一) 水災預警

據民國 100 年經濟部「水災防救災害計畫」，配合洪水預警系統之建置，河川局應建立洪水預警報標準作業程序，以資相關作業遵循。參

考「107 年度五河局轄區洪水預警及防汛整合作業」，朴子溪已建置完成朴子溪流域洪水預報系統，包含洪水預報系統、防汛系統、決策支援系統、連續性即時演算系統。透過預報系統依情境可能發生之災情加強防汛整備措施，於颱洪事件中即時提供朴子溪可能淹水情形，提供防汛人員於災前預先瞭解及掌握可能致災位置，加強防汛整備確認及重點防汛之複查，以提早採取相關應變作為；防汛時期提供水情研判資訊及技術支援，加強防災作為及搶救災計畫。

朴子溪流域內之現有安全監測站網詳 2.2.7 節，警戒水位與警戒雨量詳 2.2.8 節，目前朴子溪水系雨量站網密度尚稱足夠，上、中、下游且人口密度高之區域中央氣象局或水利署均設有雨量站；水位站部分經本計畫評估，朴子溪中游斷面 55.1~60 河道蜿蜒狹窄，右岸中洋子工業區與左岸目前溢淹風險較高(左岸 108 年治理計畫有待建堤防)，考量朴子溪現況主流中游段尚缺乏適宜水位站，因此建議於景象橋(斷面 55)設置一水位站，並訂定其警戒水位，做為防災應變之依據，並可配合設置監視系統，包括 CCTV(Closed Circuit Television，監視攝影機)、自動化淹水感測等裝備，作為輔助發佈警戒決策之重要依據，除可在颱風及夜間時確實且有效監控河川之狀況，並對河川日常維護管理也有極大助益。由於河道地形仍將隨時空環境改變，氣候變遷帶來之降雨型態改變亦將產生威脅，建議應持續進行預警系統維護管理更新工作，並定期滾動檢討警戒水位之設定與配合洪水預報績效評估方法檢視流域預報模式之準確性。

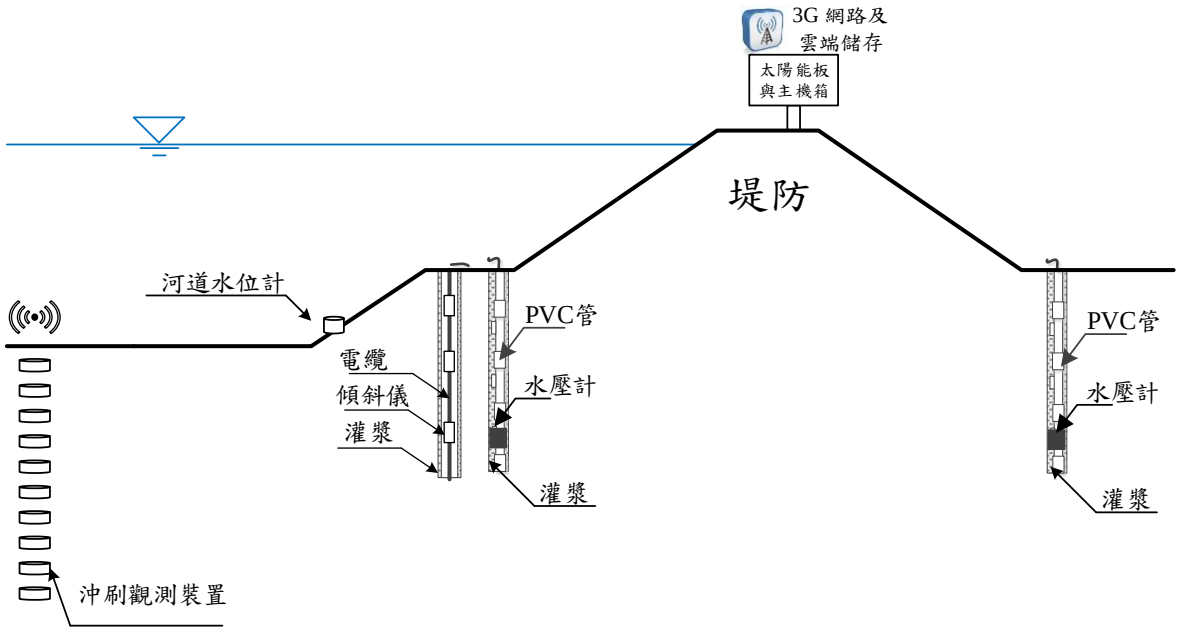
(二) 河堤安全監測與預警

堤防主要破壞原因為基腳沖刷最主要驅動因子，因此在堤防安全監測方面則多著重於沖刷量，一般運用於河川沖刷觀測之技術，包含有沖刷磚塊、表面型重錘、重力式鋼棒、埋入型物理感測元件、沖刷測深計，台灣河川受地形影響，洪流具有強大沖刷能力，傳統河川底床沖刷監測由於受制於固定附著物橋基、堤基、易受漂流木雜草破壞，常採用沖刷磚法，缺點是時效性則較為不足。

水利規劃試驗所於 106 年發展出無線追蹤粒子系統，運用主動式無線電射頻身份識別(RFID)與即時數據傳輸等資通訊技術，並將無線

追蹤粒子預先分層垂直埋設在河床裡，當洪水沖走無線追蹤粒子時，則可以在第一時間偵測被洪水刷出的粒子編碼，並透過傳輸系統，即可遠端得知河床沖刷深度。106 至 107 年間，水利規劃試驗所在大安溪水尾堤防與大甲溪豐洲堤防進行無線追蹤粒子系統性能測試，成功於尼莎、海棠及瑪莉亞颱洪期間，獲得河床沖刷動態歷程，並藉由遠端監控界面可以清楚展示不同地點之沖刷深度，透過此系統可有效即時掌握動態沖刷歷程。監測資料除做為河床動態變化特性研究外，亦可以做為緊急搶險與應變使用，確保堤防與民眾生命財產安全。後續此無線追蹤粒子系統也將提供水利署各河川局建置智慧河川系統時參考，進而落實智慧水管理的理念。

經濟部水利署水利規劃試驗所發展適用於台灣河堤之監測系統如圖 6-8 所示，並安裝於大甲溪舊社堤防與朴子溪福興二號堤防，目前此二處監測系統仍持續運作中。



圖片來源：經濟部水利署水利規劃試驗所。

圖 6-8　河堤安全監測系統示意圖

本計畫風險分析顯示朴子溪主流沖刷危險達中度以上堤段之共同特性為河道凹岸處有深槽逼近且灘地寬度不足之情形，考量潰堤主要潛在因素係為河道凹岸處深槽逼近引發之橫向與垂向淘刷，進一步造

成基礎裸露與傾倒，加上朴子溪河道蜿蜒，多處沖刷危險河段緊鄰市區聚落，故以下提出智慧河川監測建議。

1. 針對沖刷與高灘地退縮引發之河堤破壞機制，建議優先進行即時沖刷監測，以利颱洪期間確實掌握高灘地退縮與河床下刷之進程；針對重要堤段可再搭配監測堤前水位以及護坦與堤身之變形位移，作為具體研判構造物是否發生破損之依據。
2. 建議優先針對沖刷程度為中度風險且堤後鄰近人口密集區之堤段進行監測網之細部規劃與建置，如朴子溪福興二號堤防可介接既有完成之系統，接續可再針對溪底寮堤防段進行建置。
3. 除上述優先順序之原則外，建議亦應考量近期是否有復建或改建加強工程，若監測系統安裝作業能與堤防復建工程同步，則將顯著降低監測設備安裝之困難度與成本。

二、朴子溪流域緊急應變計畫

各直轄市、縣(市)政府依「災害防救法」第 20 條第 1 項規定，已依地區災害潛勢特性訂有地區災害防救業務計畫，包括減災、整備、應變及復建等防救災等各階段計畫重點工作。而依據中華民國 103 年 1 月 29 日總統華總一義字第 10300013721 號令制定公布「流域綜合治理特別條例」第 11 條第 1 項規定，各該地方目的事業主管為防範氣候變遷導致之災害，應訂定防災應變計畫。嘉義縣、市政府於民國 108 年分別訂有「嘉義市水災危險潛勢地區保全計畫」、「嘉義縣水災危險潛勢地區保全計畫」，包含其轄下各區(鄉、鎮、市)公所之機關緊急應變流程與應變措施。建議未來針對下列幾點進行加強：

(一) 政府現行公告之淹水潛勢範圍係以河川溢堤或未築堤之風險進行考量，朴子溪水系經本次風險評量結果，有幾處中高溢淹、沖刷危險河段，且潰堤後洪水漫淹範圍將威脅鄰近村里或部落，如表 8-3 所示，該類地區之水災保全計畫應參考水系風險評估計畫成果，將河川風險堤段、破堤後淹水範圍等資訊納入，並加強相關村里之水災應變機制與作為。

(二) 加強避洪減災等非工程措施，落實全民自主防災行動，持續推動輔導水患自主防災社區，透過每年的防災演練與滾動式檢討防災警戒機制，提醒民眾「自助」優先於「互助」，更優先於「公助」。建議可參考表 6-4，於危險堤段影響範圍內之村落，加強既有防災社區之宣導與推動，尚無防災社區村落應輔導推動，訂定相關警戒避災撤離標準、程序與路線。

(三) 建構完整之洪災救護資料庫，妥善規劃淹水區域管制、疏散及避難計畫，並建置救災人力及機具設備資料庫及徵用程序等機制，盤點流域內防災救災資源，以及擴增移動式抽水機，提升防救災能量。

(四) 發展智慧防災產業，應用人工智慧(Artificial intelligence, AI)與物聯網(Internet of Things, IoT)等技術，透過物聯網感測器、自動監測系統之佈建，可以將過去單點式的環境資訊觀測或防災監測，轉變成為全面式之感測網絡，快速將資料整合至資訊平台供智慧決策，災前規劃減災措施，災中可以緊急應變，災後可以快速復原運作。

(五) 緊急應變作為與資源運用管理上需建立良好之橫向溝通管道，增加減災、防災、避災之效率。

表 6-4　朴子溪水系漫淹範圍影響行政區一覽表

行政區	危險堤段名稱	溢淹可能性等級	沖刷可能性等級	現有防災社區
嘉義縣東石鄉永屯村	東石堤防(斷面 02~03-2)	中	-	-
嘉義縣東石鄉塭仔村	塭仔堤防(斷面 02~04)	中	中	v
嘉義縣六腳鄉更寮村	更寮堤防(斷面 21~23)	中	中	-
嘉義縣六腳鄉正義村 嘉義縣六腳鄉溪厝村	下雙溪堤防(斷面 24~31)	中	-	-
嘉義縣六腳鄉蒜東村 嘉義縣六腳鄉蒜南村 嘉義縣六腳鄉蒜頭村	蒜頭堤防(斷面 34-1~35)	中	-	-
嘉義市東區茗藤里 嘉義市東區後湖里	許厝堤防~茗藤堤防左岸 (斷面 71~75)	中、高	-	v
嘉義縣民雄鄉金興村	福興二號堤防~民雄堤防右岸 (斷面 74-1~78)	中、高	-	v
嘉義市東區後庄里	盧厝堤防(斷面 85-2~86)	中	中	v

6.3 短時間復原方式評估

河川水系以堤防或護岸作為第一道防線，短時間復原方法之評估需先界定構造物重要性後，針對重要地區且高風險潰堤河段之淹水範圍提出第二道防線布置，如區域低窪地區之道路加高堤隔絕洪水之可行性、利用現有排水路加速排水等，以將洪水阻絕於兩道防線之間，避免災害擴大，保護區域外市鎮聚落及重要產業，達成區域防洪目標。於規劃上應儘量選用既有之公共設施或排水路，加強工程設施作為第二道防線，避免用地徵收方式所需之高昂費用。

朴子溪月眉潭橋到華興橋間河段，除斷面 53 設置麻魚寮護岸、斷面 63~66 設置牛斗山堤防與斷面 69 設置福興堤防外，並無設置其他堤防，而沿岸鄰近較大之都市計畫區為嘉義交流道附近特定區與嘉義市都市計畫，依據 108 年治理計畫之計畫洪水到達區域範圍圖，顯示斷面 54 至斷面 69 河段兩岸由於地勢低窪，治理計畫完成待建設施後，堤後低地仍將難以重力排水，如圖 6-9 所示，由於溢淹範圍主要為私有農地或住家，故應採洪水到達地區土地進行管理，維持低度利用，而針對斷面 61~63 左岸之洪氾區域，建議可以嘉義排水下游左岸護岸加高加強方式，配合東側國道一號既有路堤，做為第二道防線之選擇，國道一號橋下涵洞裝置拆卸式擋水閘門，使洪水侷限在堤防及路堤間之洪氾區域內，嘉義排水則作退水時導排洪水使用，保護區域外市鎮聚落及重要產業，達成區域防洪目標，如圖 6-10 所示，另短期策略建議可採用非工程手段如水位監測預警、強化緊急應變計畫、推動防災社區作為短時間復原方式，保障人民生命財產安全。

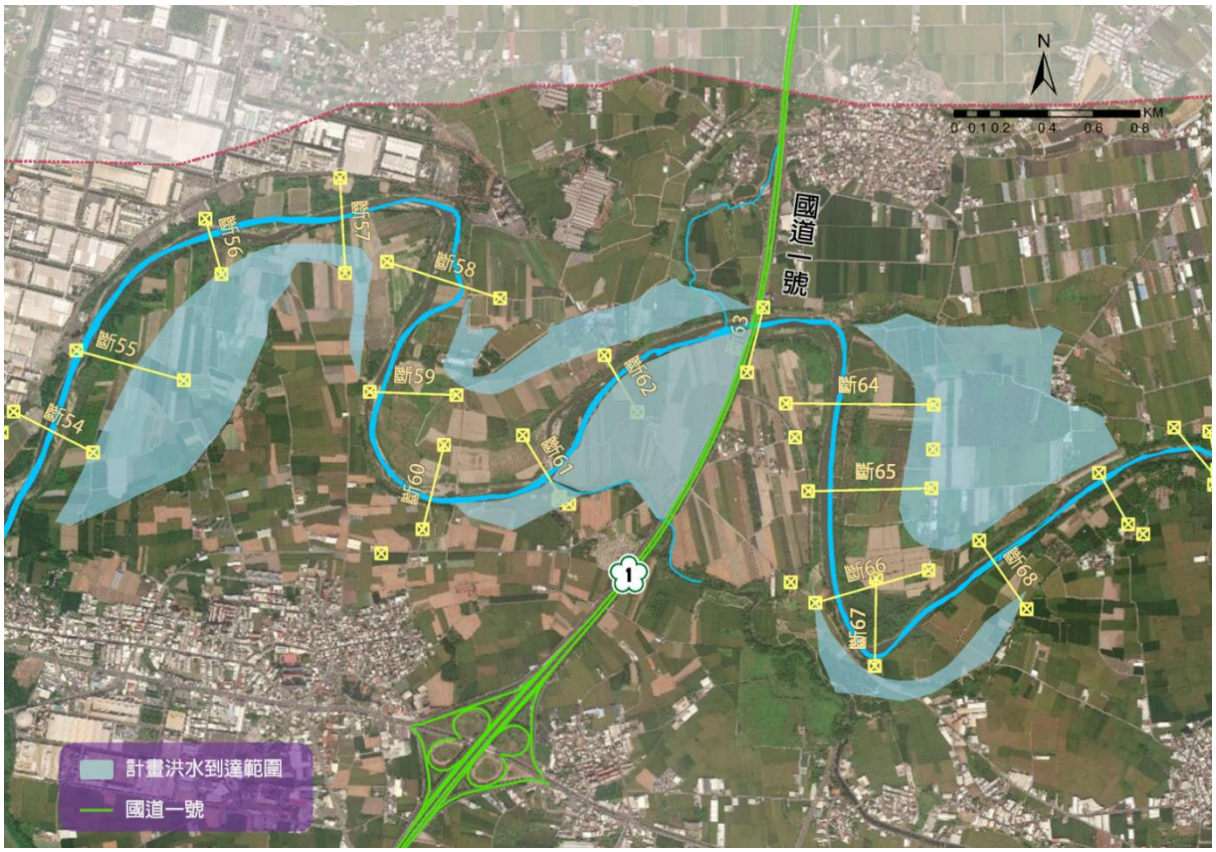


圖 6-9　斷面 54 至斷面 69 河段左右岸洪水到達範圍示意圖

圖 6-10　國道 1 號、嘉義大排第二道防線選擇示意圖

第七章 參考文獻

1. Hammer, W. (1972). Handbook of system and product safety, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
2. Lee, B. S., & You, G. J. Y. (2013). An assessment of long-term overtopping risk and optimal termination time of dam under climate change. *Journal of environmental management*, *121*, 57-71.
3. Schiereck, G. J. (1998). Fundamentals on Water Defences.
4. Tsai, T. L. and Yang, J. C. (2006). "Modeling of Rainfall-Triggered Shallow Landslide," *Environmental Geology*, 50(4): 525-534.
5. van Westen, C. J., Rengers, N., Terlien, M. T. J. and Soeters, R. (1997). "Prediction of the Occurrence of Slope Instability Phenomena Through GIS-Based Hazard Zonation," *Geologische Rundschau*, 86(2): 404-414.
6. Wang, Y-H, Chu C-H. & You, G.J.Y, Evaluating uncertainty in Fluvial Geomorphic Responses to Dam Removal
7. 經濟部水利規劃試驗所,(2014b),「都會區洪水災害損失調查分析(2/2)」。
8. 經濟部水利署,(2008),「石門水庫集水區崩塌與庫區淤積風險評估研究(3/3)」。
9. 經濟部水利署，(2010)，「脆弱度及風險地圖分析方法之研究」。
10. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2013)，「水資源規劃經濟效益分析與評估」，游景雲編著。
11. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2015)，「排水規劃設計風險及不確定性因子之探討」，游景雲編著。
12. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2016)，「排水規劃納入風險分析可行性評估」，游景雲編著。
13. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2016)，「經濟部水利署水利規劃試驗所(2016)，「排水規劃納入風險分析可行性評估」，游景雲編著。
14. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2015),「大甲溪流域因應氣候變遷防洪及土砂研究計畫總報告」。
15. 經濟部水利署南區水資源局，(2017),「曾文水庫集水區坡地崩塌風險與治理成效評估」。
16. 經濟部水利署第三河川局，(2018),「大甲溪流域水系風險評估及水利構造物安全性檢測計畫」。
17. 經濟部水利署第五河川局，(2011),「朴子溪堤防安全性評估分析研究計畫」。
18. 經濟部水利署第五河川局，(2015)，「朴子溪規劃補充調查及大斷面測量」。

19. 經濟部水利署第五河川局，(2019)，「朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫（第三次修正）」。
20. 經濟部水利署第五河川局，(2019)，「朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討」。
21. 經濟部水利署第五河川局，(2015-2019)，「朴子溪水系河堤定期檢查表」。
22. 經濟部水利署第五河川局，(2016)，「朴子溪水系牛稠溪支流白樹腳溪(含支流東廣寮溪)治理規劃報告」。
23. 經濟部水利署第五河川局，(2013)，「朴子溪水系牛稠溪支流阿拔泉溪治理規劃報告」。
24. 經濟部水利署第五河川局，(2012)，「朴子溪下雙溪堤段提線檢討」。
25. 經濟部水利處水利規劃試驗所，民國 88 年 12 月，「朴子溪低水治理規劃報告」
26. 台灣省水利局，民國 86 年 1 月，「朴子溪(含牛稠溪)治理基本計畫(高速公路橋至河口) 第一次修訂」
27. 台灣省水利局，民國 85 年 11 月，「朴子溪治理規劃檢討報告(高速公路橋下游河段)」
28. 台灣省政府水利處，民國 87 年 9 月，「朴子溪(含牛稠溪)治理基本計畫第二次修訂(高速公路橋上游段)」
29. 台灣省政府水利處，民國 87 年 9 月，「朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討報告(高速公路橋上游段) 」
30. 嘉義縣政府，民國 82 年 12 月，「濁水溪(含番子路科溪)治理基本計畫」
31. 台灣省水利局，民國 82 年 12 月，「嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告」
32. 嘉義縣政府，民國 82 年 12 月，「獅子頭溪治理基本計畫」
33. 台灣省水利局，民國 82 年 12 月，「嘉義縣朴子溪支流獅子頭溪治理規劃報告」
34. 嘉義縣政府，民國 81 年 8 月，「朴子溪水系清水溪治理基本計畫(含頂埔溪) 」
35. 嘉義縣政府，民國 81 年 5 月，「清水溪河川治理規劃報告」
36. 台灣省水利局，民國 82 年 12 月，「嘉義縣朴子溪支流濁水溪(含番子路科溪)治理規劃報告」
37. 嘉義縣政府，民國 82 年 12 月，「濁水溪(含番子路科溪)治理基本計畫」
38. 台灣省水利局，民國 78 年 5 月，「朴子溪(含牛稠溪)治理規劃報告」

附錄一 風險因子資料庫

附表一 風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
水文特性	洪水位	發生溢堤之可能性，例如斷面通洪能力不足或抽水站同時運轉影響	1.出水高 2.抽水站容量/洪水量	治理規劃報告或一維水理演算	以治理規劃(或規劃檢討)報告水理分析成果判斷洪水位與堤岸高度之關係，另檢討沿線額外抽放水量(抽水站容量)對洪水位抬昇影響。
	濁度	高含砂水流會增加水位與水流剪力，影響河防安全	水流含砂濃度	1. 泥砂濃度觀測資料 2. 泥砂濃度率定曲線 3. 相關經驗公式或數值模式	藉由含砂量觀測值分析洪水位抬升影響，另檢討含砂量水流對堤岸沖蝕及通洪斷面影響。
	水力沖刷	水流對堤坡及基礎河床之沖刷能力	1.福祿數 2.單寬流量 3.流速	治理規劃報告或一維水理演算	藉由流速流量分析河段流路沖刷(或掃流力)，並檢討沖刷對堤防基礎及坡面工可能造成之影響。
	降雨影響	考量氣候變遷下所增加降雨強度及累積雨量對河防安全之影響	1.累積降雨量 2.降雨強度	1.自記式雨量站或 QPESUMS 2.水文年報、氣象局開放資料	藉由降雨量(降雨強度)分析流域流量及洪水位變化，並檢討氣候變遷下洪水位變化之影響。
流域特性	地層下陷	反應堤防受地層下陷影響出水高減少；另一方面亦可能導致堤內填土出現孔洞與陷落情形	年下陷速率	河川局	依地層下陷速率及範圍分佈推估堤防新建後至今下陷情況，並與計畫堤頂高比對，掌握堤防防洪高度。
	土砂影響	反應河川上游土石流下移造成河道淤積的影響程度	1.土石流潛勢溪流 2.集水區崩塌地面積 3.集水區崩塌率	潛勢溪流：水保局開放資料 崩塌地面積與崩塌率：正射影像判釋	依土石流潛勢及崩塌地面積判斷土石下移量，並掌握土砂下移對河道流路之影響。
	斷層分布	堤防位於活動斷層上，則堤防因地震而產生裂縫、沉陷或斷裂等之可能性將有增加情形	與活動斷層距離	地調所開放資料	依活動斷層特性判斷斷層可能對鄰近堤防造成之破壞。

附表一 風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
	歷史震度	堤防所在地區歷史最大震度，分析斷層錯動及土壤液化之可能性	歷史最大震度	氣象局開放資料	藉由歷年地震震度最大分佈，可掌握地層傳遞地動加速度狀況，並配合斷層位置、土壤液化潛勢推估地震對鄰近堤防影響。
	土壤液化	土壤液化將造成大範圍堤防沉陷	土壤液化潛勢指標	地調所開放資料	藉由土壤液化潛勢判斷堤防可能因液化受損之影響。
	水庫堰壩	反應潰壩時瞬時排放之流量影響	1.有效庫容 2.壩高	水利署開放資料	藉由有效庫容及壩高推算潰壩時流量歷線，並以數值模擬潰壩範圍及影響。
	堰塞湖潛勢	河道內若存在堰塞湖形成的潛勢，對於通洪斷面的減縮及堰塞湖潰壩形成的風險應予考慮	1.河道位置及現況(位處土石流潛勢溪流旁，現況河寬較窄) 2.崩落土體量大於河道截面積	潛勢溪流：水保局開放資料 崩塌地面積與崩塌率：正射影像判釋	依土石流潛勢及崩塌地面積判斷土石下移量，並分析下移土石量對河道流路之影響。
	歷史洪水事件	藉歷史事件印證治理規劃(計畫)與現況的合宜性並掌握易致災地點	同一堤防(區域)發生災損事件的次數	河川局	藉由歷史洪水事件掌握致災水文量及重覆致災區域，評估堤防致災因素。
	上游水庫洩洪影響	水庫洩洪對河道之影響	過去水庫洩洪後對河防安全影響的歷史紀錄	河川局	藉由歷史洩洪事件河道流量及水位及建造物變化，推測水庫洩洪對下游河道的影響。
河道特性	灘地寬度	考量堤前是否有足夠灘地可抵抗近岸沖刷提供緩衝保護	1.堤前灘地寬 2.堤前灘地寬度除河寬	正射影像、大斷面	藉由歷年航照掌握灘線變化趨勢，並可藉由實測大斷面資料進行比對灘地退縮或延伸距離，了解流路擺盪情形。
	彎道影響	凹岸發生顯著沖刷，且水位會有超高現象；凸岸	1.蜿蜒度 2.曲率半徑	正射影像	利用彎道角度及流量流速等參數分析流路沖刷或掃流力大小，並掌握流路可能沖刷範圍。

附表一 風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
		進彎處亦有額外沖刷	3.二次流強度指標		
	流路特性	流路攻角影響	1.是否位於流路直沖段 2.流路與堤線夾角	正射影像	依流線切線判斷流路直沖堤岸位置，分析直沖段流路對堤岸之影響。
	河床沖淤	反應未來短中時間尺度河床呈淤高或刷深之趨勢，代表溢堤與潰堤之可能性將隨時間而增加	近五年平均河床高變化量	大斷面測量報告	藉由歷年大斷面成果掌握河床沖淤變化，分析河川持續沖刷或淤積段對堤岸影響。
	深槽高程	若深槽鄰近堤腳，則深槽越低對堤腳之危害越大	1.堤前灘地寬度除以堤防基礎與深槽高程差 2.河槽寬深比	大斷面測量報告與堤防竣工圖	藉由最新大斷面測量報告掌握河道深槽高程，並與堤防竣工圖之基礎底高程比對，判斷堤防基礎受流路淘刷情況。
	河川坡度	坡度影響水流速度與河川沖淤情形	河川平均坡度	大斷面測量報告	藉由最新大斷面測量報告掌握河川坡度變化，判斷流況(超臨界流或亞臨界流)及沖淤趨勢。
	匯流口影響	支流匯入主流後，有可能產生水流直沖或迴水效應，影響到河防安全	1.主支流交匯夾角與流量分配 2.二維流場分佈	正射影像 相關經驗公式或數值模式	利用正射影像分析主支流交匯夾角，並以兩者匯流流量判斷匯流後流路攻角或局部迴水、渦流等情況。
建造物特性	建造物本體現況	現況堤防與護岸本體是否老舊、破損，或其功能、耐受性是否符合原先設計標準	檢查結果與結構安全相對應之指標	歷次建造物檢查結果或安全檢測計畫成果	藉由近期堤防護岸檢查成果，評估堤防防洪功能衰減情況。
	災修頻率	反應堤防或護岸過去是否經常發	搶修應急與災害復	防洪記載表	藉由歷年開口工程搶修、搶險、應急工程資訊及防洪記載表災害復建

附表一 風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
		生損害	建工程數		工程內容，掌握河段易災損區域。
	基礎安全性	反應基礎穩定性受河床沖刷影響之程度	基礎覆土深度	大斷面測量報告與堤防竣工圖	藉由堤防基礎覆土深度判斷堤防穩定性及耐沖刷能力。
	堤岸形式	堤岸因本身形式之不同而在功能及耐受力上可能之差異	構造物屬於防洪牆/石籠/漿砌塊石/混凝土坡面工	河川局建造物管理清冊	以構造物型式差異判斷其對流路沖刷抵禦能力強弱。
	堤防護岸現況高度	堤防護岸現況高度有無達到治理計畫高度	建造物現況高	河川局(堤防竣工圖、大斷面測量成果)	依治理規劃(規劃檢討)報告計畫堤頂高度比對現況堤頂高，掌握防洪不足區段。
	待建建造物	堤後存在保護標的，而尚未佈設或興辦建造物	建造物佈設現況	河川局	依治理規劃(規劃檢討)報告計畫堤頂高度比對現況岸高，掌握防洪缺口區段。
附屬設施	水門現況	反應水門發生問題的可能性	維護與運轉測試紀錄及督導結果	管理單位	藉由最新維護運轉測試記錄掌握水門元件及其功能健全度。
	抽水站現況	反應抽水站發生問題的可能性	維護與運轉測試紀錄及督導結果	管理單位	藉由近期維護運轉記錄及年度檢查成果，掌握抽水機組使用情形。
	附屬保護工現況	堤防前是否有附屬保護工(如丁壩、護坦、固床工)作為堤身第一道防線	依河性檢視保護工佈設的必要性及原則，再依現況檢視保護工狀況。	河川局	利用工程竣工圖檢視保護工佈設狀況，並比對河段特性及流路沖刷作用，分析保護工目前堤基效果。
河川使用行為	高灘地利用	反應高灘地利用情形對通洪之影響	高灘地利用面積比率	1.正射影像判釋 2.公共設施管線資料庫網站(營建署) 3.臺灣地區橋樑管理資訊系統(交通部運研所)	藉由高灘地利用面積比率改變河道曼寧係數及通水斷面，造成流速及水位變化。

附表一 風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
				4.管理單位索取	
	結構物共構	反應結構物與堤防共構對堤防安全之影響	1.是否與其他構造物共構 2.地底是否有管線(中油、台電...)穿越	1.正射影像判釋 2.公共設施管線資料庫網站(營建署) 3.臺灣地區橋樑管理資訊系統(交通部運研所) 4.管理單位索取	藉由共構面積分佈位置及密度，推估堤防防洪結構弱面及影響河道通洪斷面。
	跨河構造物	反應跨河構造物對通洪與堤防安全之影響	1.橋墩總截面積與河寬比率 2.樑底高與堤頂(或洪水位)距離 3.是否落墩於堤身或堤前保護工	1.正射影像判釋 2.公共設施管線資料庫網站(營建署) 3.臺灣地區橋樑管理資訊系統(交通部運研所) 4.管理單位索取	藉由河槽阻水面積推估洪水通過造成水位(流速)之影響。
	破堤施工(防汛缺口)	反應破堤期間對河防安全之影響	破堤施工計畫書內容及現況	河川局管理課	藉由破堤計畫內容分析破堤地點及汛期應變方案對整體防洪功能之影響。
	其它	除上述提及之高灘地利用、結構物共構及跨河構造物因子外，其它尚未列入之影響因子	依需求自訂	依需求自訂	
其它法令影響	法令競合	如原民法、濕地法及風景特定區管理規則，影響建造物在新建或維護管理上所產	○○法(規則)公告區域	比對○○法(規則)公告適用區域與河川區域	評估流域內特定法令限制對防洪工程或維護進行的影響程度。

附表一 風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
		生的不便程度			

附表二 風險因子資料庫(脆弱度)

以下各因子皆侷限於淹水模擬結果顯示會淹水之範圍

類別	風險因子(脆弱度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
社會經濟	人口數	淹水範圍內人口數與損失(生命與財產)應呈正相關	淹水範圍內人口數	縣市政府	依流域範圍內各村里人口統計
	脆弱人口	14 歲以下、65 歲以上、身心障礙人士	脆弱人口數	縣市政府	依流域範圍內各村里人口結構比例
	公共設施	淹水範圍內是否有關鍵基礎設施受影響	1.淹水範圍內是否有關鍵基礎設施 2.設施淹沒影響範圍/淹水範圍	各相關單位	需定義風險評估基礎設施涵蓋種類
	經濟產業	淹水範圍內是否有工業、科學等事業園區	1.淹水範圍內是否有工業、科學等事業園區 2.各經濟產業災損函數推估淹水損失	經濟部	需定義高產值事業區涵蓋種類
	重要產業損失	檢視淹水範圍內(或鄰近)非屬園區之個別高資本產業，一旦受災，災損將遠大於一般傳統產業，且復原時程較長。	各類產業淹水後停工時間x平均產值	縣市政府	需定義個別產業日產值、月產值或年產值達一定金額之門檻(如：受災後，機器設備及停工期間的生產損失達十億以上)
	土地利用	淹水範圍內檢視各類土地利用的情形，以推估災損金額。	各土地利用類別面積佔淹水面積比率	縣市政府	藉由二維水理分析堤防保護範圍內土地利用情況(住宅、工廠、農牧漁等面積)，並依淹水時間、深度推估災害損失金額。
防災應變能力	避難場所	淹水範圍內(或鄰近)是否有避難場所及其數量	是否有完整規劃避難處所及其數量	縣市政府	事前若已規劃設置避難處所，可降低脆弱度高地區之風險。
	預警制度	淹水範圍內(或鄰近)是否設有預警設施及作業程序	是否有完整之預警制度	縣市政府	事前若已制定預警制度，可降低脆弱度高地區之風險。
—	撤離計畫	淹水範圍內(或鄰近)是否制定撤離計畫	是否有規劃完整撤離計畫	縣市政府	事前若已規劃撤離計畫，可降低脆弱度高地區之風險。
	防災自	由防災演練紀錄來	1.是否有推動防災	縣市政	防汛志工人員數較多地

附表二 風險因子資料庫(脆弱度)

以下各因子皆侷限於淹水模擬結果顯示會淹水之範圍

類別	風險因子(脆弱度)	代表意義	參考指標	獲取方法	指標分析說明
	主能力	推斷易受災地區面對淹水的整備能力	社區 2.教育宣導演練數	府	區，其防災自主能力相對較高，脆弱度亦較低。社區防災教育宣導次數、演練有助於民眾災後的復原力，故宣導及演練次數之多寡有助於降低脆弱度。
	淹水狀況掌握	即時掌握淹水狀況以利及早動員機具人員投入救災	1.是否有即時監測水尺 2.災情通報方式(如電話、LINE、自有資訊系統、社群媒體等)	縣市政府	已佈設電子水尺之區域，及災情通報程度多元化程度越高，越易掌握淹水狀況

附錄二 風險因子篩選—調查問卷

朴子溪水系風險評估

風險因子篩選—問卷調查

主辦機關：經濟部水利署第五河川局

執行單位：國立臺灣大學

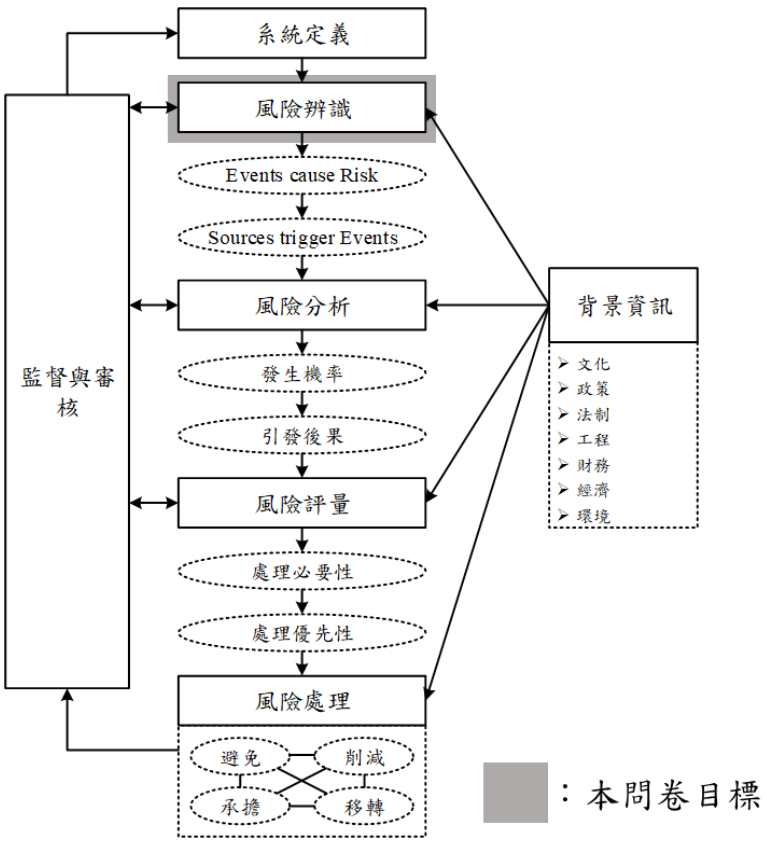
第一部分 問卷內容與填寫說明

您好，我們是國立臺灣大學水工試驗所研究團隊，目前正執行經濟部水利署第五河川局「朴子溪水系風險評估」計畫，以釐清朴子溪所面臨洪水風險之程度。

經濟部水利署於 107 年 6 月 20 日招開「研商河川水系風險評估相關事宜」會議，建立了可能導致洪水災害事件之風險因子資料庫。本計畫將依據朴子溪特性從中進行篩選，然各風險因子其對洪水風險之貢獻程度或不盡相同，因此本計畫擬參考水利署風險因子資料庫，藉由本問卷了解各填答專家學者逐項檢視對於所風險因子其重要性之高低，藉以作為朴子溪流域之風險因子(危險度極脆弱度)篩選標準。感謝您在百忙中給予協助指導，以下將說明本計畫風險分析方法、因子之定義以及問卷填寫方法。

一、風險分析方法概述

下圖為本計畫之風險分析流程，茲說明如下：



(一) 風險相關名詞定義

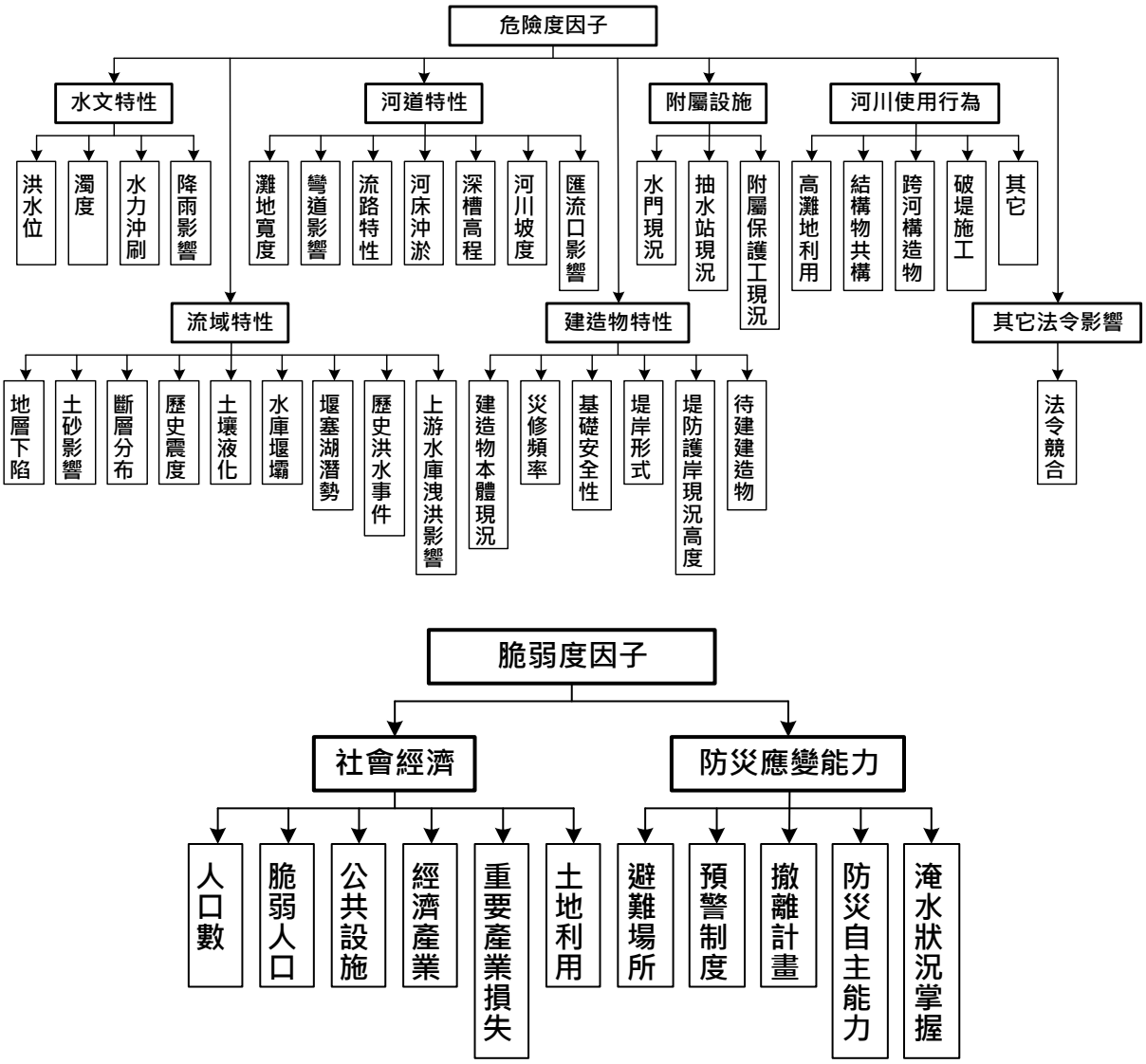
「研商河川水系風險評估相關事宜」會議定義洪水風險為洪水危險度×洪水脆弱度，其中洪水危險度定義為發生**外水入侵**之潛勢，而朴子溪外水入侵可能風險危害包含中下游之溢堤與潰堤，與上游之土砂災害，故洪水危險度即為發生溢堤、潰堤或土砂災害之潛勢；而洪水脆弱度之定義則為朴子溪一旦發生外水入侵後，可能造成之災害或損失規模。由以上說明可知洪水風險分析之目的在探討各河段發生溢潰堤之潛勢以及一旦溢潰堤發生所導致之災害規模，以評量面臨之洪水風險高低。

(二) 風險因子資料庫與風險因子篩選

「研商河川水系風險評估相關事宜」會議集合專家學者建立了可能導致洪水災害事件之風險因子資料庫，如下圖所示。依據風險定義，風險因子可分為危險度因子與脆弱度因子兩大區塊，其中危險度因子包含七大類共 35 項，而脆弱度因子則包含兩大類共 11 項。

本計畫依據朴子溪之河性，將其分為上中下游三段，其中上游為治理界點金福橋(斷 134)至廬山橋(斷 85)、中游為廬山橋至嘉南大圳渡槽(斷 52)、下游則為嘉南大圳渡槽至河口，包含支流：獅子頭溪、濁水溪及清水溪，並分別針對上中下游三段由篩選出對應河道特性之風險因子，而因子篩選原則除了依據流域洪水災害成因特性外，尚需綜合考量分析性與獨立性，其中分析性代表所選因子是可被進一步詳細分析或有資料可供查找，否則即使該因子具有顯著重要性，在無法被分析或無資料可引用下亦不宜挑選之，至於獨立性則是篩選出之因子彼此間應盡量不具有相依性，否則會有重複選取之疑慮，並對後續分析造成偏差。

關於本計畫蒐集朴子溪流域之基本資料，及其相對應之風險因子詳述如後。



(三) 各風險因子重要性

本計畫擬將各風險因子重要性分為五級：絕對重要、極重要、頗重要、稍重要、不重要，即各因子對影響洪水風險程度之重要性排序，在分析中將重要性高低之評估尺度分為 5 級，各級數字意義如下表所示：

評估尺度	定義	說明
1	不重要	風險因子貢獻程度較不具代表性
2	稍重要	經驗與判斷稍需要重視某一風險因子
3	重要	經驗與判斷需要重視某一風險因子
4	極重要	顯示強烈需要重視某一風險因子
5	絕對重要	有足夠的證據重視某一風險因子

二、朴子溪基本背景資料及對應風險因子之意義

(一) 朴子溪基本背景資料

1. 流域地文

朴子溪流域位於嘉南平原北部，發源於阿里山山脈芋菜坑(主峰標高1,421 m)，北臨北港溪流域，南接八掌溪流域。牛稠溪橋(臺 1 線)上游稱牛稠溪，流經嘉義縣竹崎鄉、民雄鄉，於嘉義市北方經過牛稠溪橋(臺 1 線)始稱朴子溪，再流經嘉義縣太保市、新港鄉、六腳鄉、朴子市等地，於東石鄉附近流入臺灣海峽，流域面積 426.6km^2，流長約 75.07km，屬中央管河川，流域概況如圖 1。

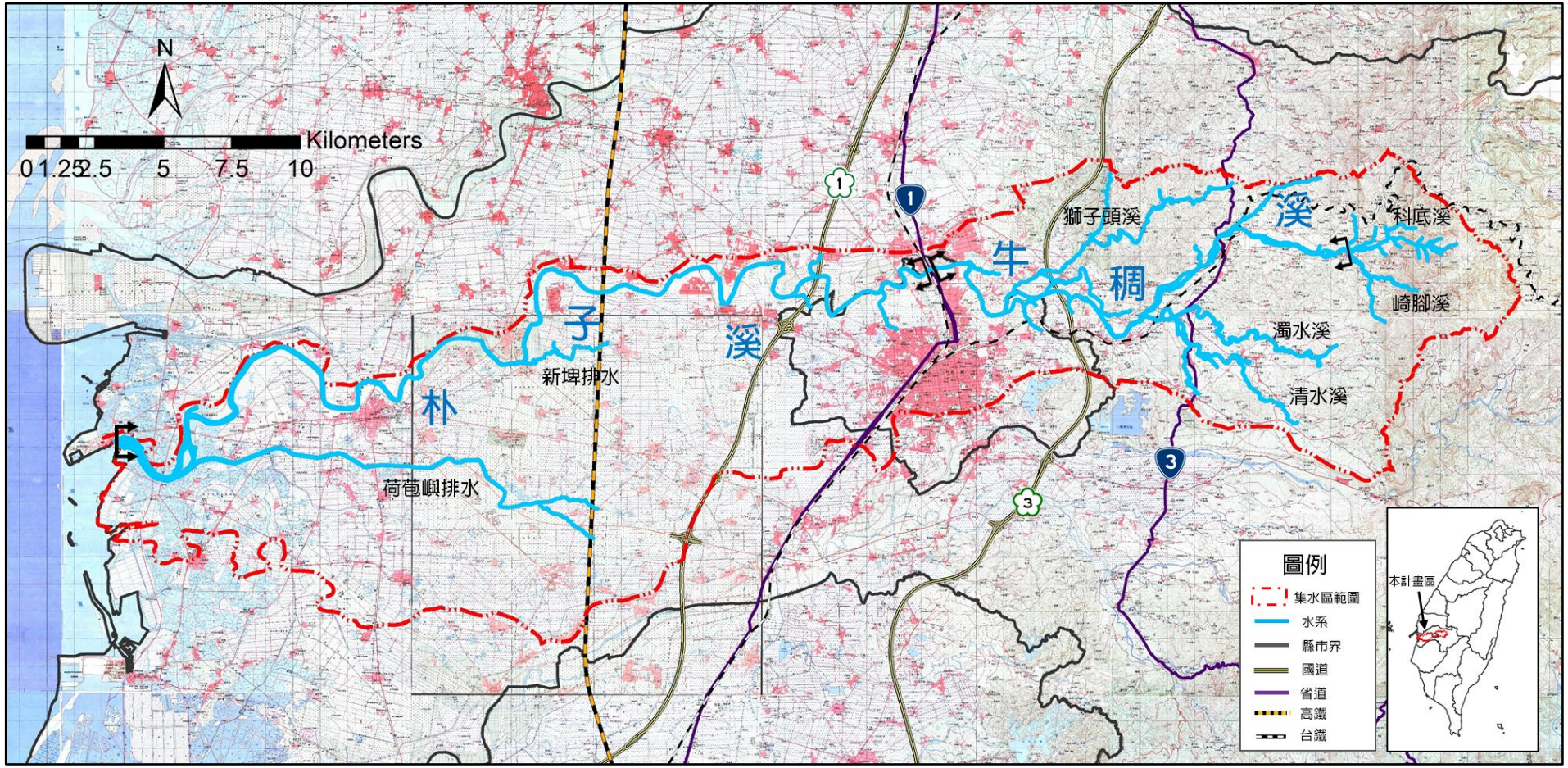
2. 地形地勢

流域地勢由東向西傾斜，河道平均坡降約為 1/53，海拔高程介於 EL.5～1,500m 之間，地形分為平原區(佔流域面積 67%)、丘陵與山地區(佔流域面積 33%)，流域內一級坡最多佔 74.85%，主要分布於獅子頭溪匯流口下游，自獅子頭溪匯流口往上游至科底溪及崎腳溪匯流口為二至三級坡分布，科底溪及崎腳溪匯流口以上則為四至六級坡。

3. 地質

朴子溪地質特性在平原區部分(牛稠溪橋下游至河口)，地質為全新世沖積層及更新世台地堆積層，其組成以礫石、砂及泥土為主，內部膠結疏鬆，易因地下水超抽而導致地盤下陷。在丘陵區部分(牛稠溪上游至竹崎大橋下游)，地質由上新世卓蘭層及更新世頭嵙山層構成主體，其組成為砂、頁岩互層，因岩性軟、硬相間，在差異性之侵蝕作用下形成層階地形，順向坡發達，。而山地區部分(竹崎大橋上游)，地質為中新世桂竹林層及上新世錦水頁岩構成主體，其組成為砂、頁岩互層，此區域由於有斷層通過，岩體構造複雜且較為破碎，常發生崩塌、地震等災害。

通過本流域之斷層為觸口斷層。是一由東向西上衝之第四紀逆斷層，向北與車籠埔、三義等斷層相連接，斷層之層位落差在 1,500 m 以上。本斷層自民國 53 年地震以來，未有較大之地震發生。



資料來源：本計畫重新繪製。

圖 1　朴子溪流域概況圖

4. 土地利用及集水區保育概況

(1) 土地利用情況

朴子溪流域土地利用型態以農業為主，面積總計 269.95 km^2，佔全流域之 63.13%，其中以水田面積為最大，其次為農場、果園；而森林用地佔全流域之 9.79%，為第二大類型。此外，建築用地(都市內建築區、都市邊緣建築區、郊區建築區)則佔 8.63%。

(2) 集水區保育情形

集水區內之山地區主要分布於獅子頭溪匯流口上游區域，此區域之地質主要為頭嵙山層，因頭嵙山層下部常為泥岩地質，加上地勢陡峭，易被淘刷剝離或溶解，造成土壤沖蝕及坡面崩塌情形。依據農委會水土保持局統計資料，本流域內計有 10 條土石流潛勢溪流，其中高危險度 4 條，中危險度 6 條。

5. 地層下陷概況

嘉義海岸平原為地面水缺乏地區，早期就開始抽取地下水使用，導致嚴重地層下陷問題。嘉義地區於民國 80 年~106 年下陷面積分析資料顯示，嘉義地區 26 年來總下陷量在 60 公分以上之下陷區，涵蓋有東石鄉、布袋鎮、朴子市、義竹鄉與六腳鄉等鄉鎮；期間最大年平均下陷速率為 80 年~81 年的每年 21cm，而歷年下陷發生地點多位於東石鄉及布袋鎮等地，且近年下陷面積有減小趨勢。嘉義過去 16 年主要下陷區域主要以省道臺 19 線以西為主(朴子市以西)，依據水利署委託國立成功大學分析成果，近 8 年來(民國 93 至 101 年)嘉義地區下陷趨勢，已大幅縮小至臺 17 線以西，而嘉義高速鐵路位置主要是在朴子市東側(行經新港鄉、太保市與鹿草鄉)，過去下陷的區域則集中在朴子市西側。

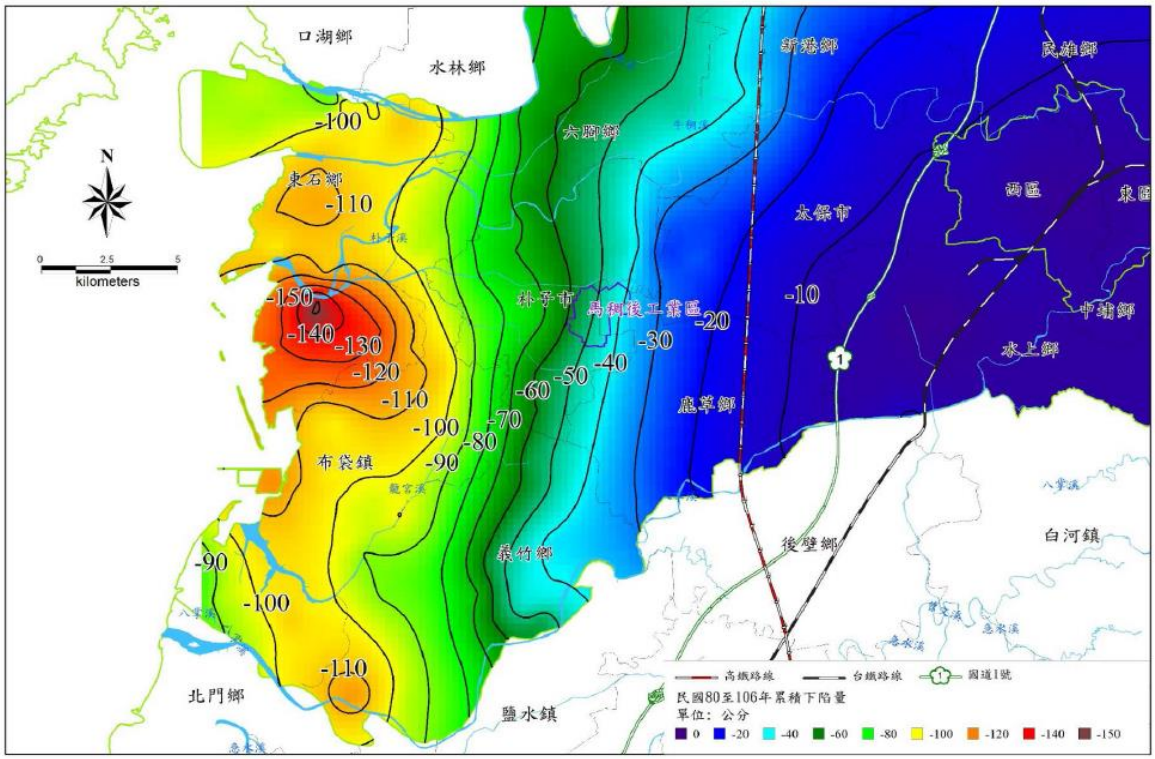


圖 2　嘉義地區民國 80 至 106 年累積下陷量圖

6. 雨量及水文變化

(1)　雨量變化說明

民國 105 年之「朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告」(簡稱 105 年治理規劃檢討報告)除沿用民國 96 年水文分析成果之民國 44~93 年暴雨量外，再增補 94~102 年降雨資料進行分析。由表 1 可知，105 年分析之暴雨量較 96 年水文分析報告之暴雨量為大。

表 1　朴子溪流域歷次水文分析降雨頻率分析結果比較表

單位：mm

控制站	重現期(年)	1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
河口	民國 105 年分析(48 小時)	132	247	356	428	497	519	586	653	720
	民國 96 年分析(二日)	131	224	321	387	451	472	537	604	672
	民國 85 年分析(二日)	131	234	336	401	—	482	540	598	654
朴子橋	民國 105 年分析(48 小時)	131	260	381	461	538	562	638	712	787
	民國 96 年分析(二日)	112	202	297	363	429	450	517	586	657
	民國 85 年分析(二日)	104	204	307	376	—	462	525	586	647
新埤排水合流前	民國 105 年分析(48 小時)	130	277	416	507	595	623	709	795	880
	民國 96 年分析(二日)	128	239	359	445	530	558	645	736	831
	民國 85 年分析(二日)	104	204	307	376	—	462	525	586	647
麻魚寮排水合流前	民國 105 年分析(48 小時)	127	290	444	547	644	675	771	866	961
牛稠溪橋	民國 105 年分析(48 小時)	120	306	481	598	709	744	853	962	1,069
	民國 96 年分析(二日)	120	262	422	536	650	687	803	921	1,042
	民國 85 年分析(二日)	156	279	406	492	—	601	682	763	844
獅子頭溪合流前	民國 105 年分析(48 小時)	119	310	489	608	723	759	870	981	1,092
	民國 85 年分析(二日)	159	301	447	544	—	664	752	838	923
濁水溪合流前	民國 105 年分析(48 小時)	117	322	515	643	766	805	924	1,043	1,162
	民國 96 年分析(二日)	119	275	457	589	722	766	904	1,046	1,192
	民國 85 年分析(二日)	162	321	484	592	—	724	820	913	1,005

資料來源：1.朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討報告(高速公路橋下游段)，前台灣省水利局，民國 85。
2.朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討水文分析報告，水利署第五河川局，民國 96 年。
3.朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。

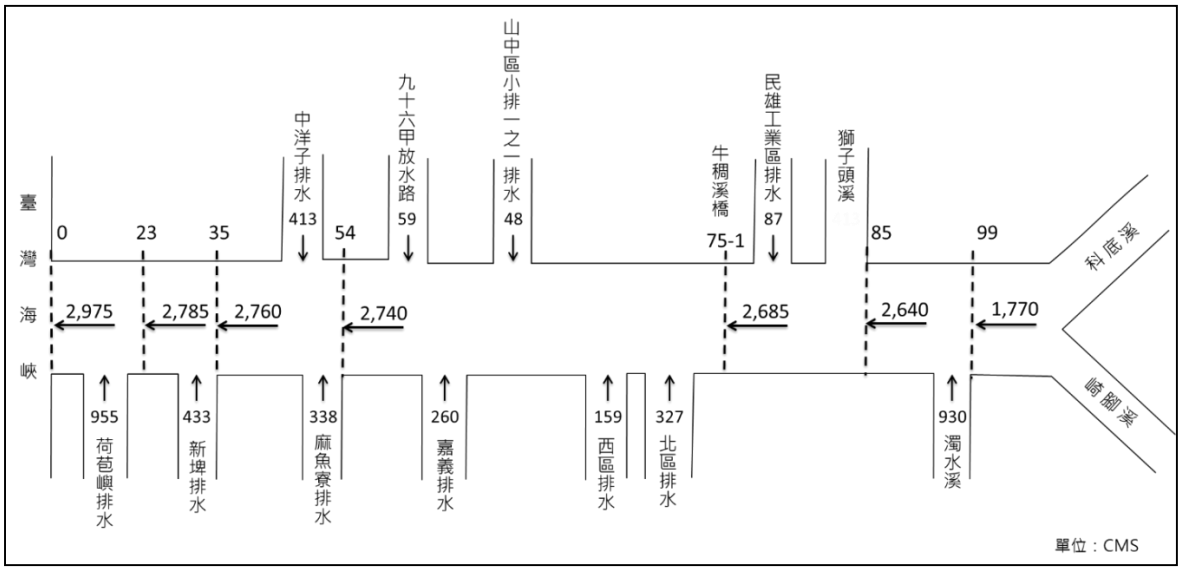
(2) 計畫流量變化

朴子溪流域於民國 79 年規劃報告、85 年及 87 年之第一次治理規劃檢討報告、96 年之水文分析報告及 105 年治理規劃檢討報告均曾辦理水文分析， 105 年治理規劃檢討報告分析之各重現期距洪峰流量皆大於民國 96 年核定成果，也與實測流量分析成果相近，分析成果如表 2 所示，計畫洪峰流量分配圖，如圖 3 所示。其中朴子溪河口之 100 年重現期距洪峰流量為 2,975cms。

表 2　朴子溪民國 105 年規劃檢討報告洪峰流量採用值綜整表

控制站	集水面積 (km^2)	項目	重現期(年)						
			2	5	10	25	50	100	200
河口	427.60	洪峰流量	837	1,368	1,742	2,219	2,592	2,975	3,366
		比流量	1.96	3.20	4.07	5.19	6.06	6.96	7.87
朴子橋	285.73	洪峰流量	773	1,269	1,616	2,069	2,427	2,785	3,151
		比流量	2.71	4.44	5.66	7.24	8.49	9.75	11.03
新埤排水合流前	244.60	洪峰流量	714	1,205	1,560	2,024	2,383	2,760	3,148
		比流量	2.92	4.92	6.38	8.27	9.74	11.28	12.87
麻魚寮排水合流前	192.50	洪峰流量	701	1,176	1,531	2,003	2,366	2,740	3,117
		比流量	3.64	6.11	7.95	10.40	12.29	14.23	16.19
牛稠溪橋	151.20	洪峰流量	696	1,173	1,514	1,965	2,315	2,685	3,072
		比流量	4.60	7.76	10.01	12.99	15.31	17.76	20.32
獅子頭溪合流前	139.10	洪峰流量	673	1,158	1,499	1,941	2,286	2,640	2,995
		比流量	4.84	8.33	10.78	13.96	16.44	18.98	21.53
濁水溪合流前	94.30	洪峰流量	435	729	958	1,271	1,520	1,770	2,028
		比流量	4.62	7.73	10.15	13.48	16.12	18.77	21.51

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。



資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。

圖 3　朴子溪現況 100 年重現期距洪峰流量分配圖

7. 歷年河性、沖淤及水理變化

民國 105 年之「朴子溪治理規劃檢討報告」針對朴子溪主流之河性、沖淤及水理變化已進行相關分析，茲說明如下：

(1) 歷年河道沖淤變化

民國 105 年治理規劃檢討報告係以第五河川局民國 64 年、71 年、85 年、89 年、90 年、94 年、99 年及 103 年之斷面測量成果進行歷年河道沖淤變化分析，整體顯示歷年河道沖淤約以民國 94 年為界，94 年以前朴子溪主流河道多呈現沖刷狀態，近年則有回淤情形。茲就各河段分述如下：

A. 下游段(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0 至 52)

朴子溪下游段河口至蒜頭大橋(斷面 32)，64 年至 85 年間因受地盤下陷影響，河床略有下陷，但各年間河道沖淤變化大致為沖淤互現。以民國 64、71 年與 94 年之平均河床高進行比較，除斷面 7 以下河口段呈淤積狀態外，其餘河段均呈沖刷狀態，平均沖刷深度 2.58 m。民國 94 年與 103 年平均河床高進行比較，其中僅斷面 2~4、10~15 及斷面 19 為沖刷河段，其餘斷面屬淤積情形，9 年間平均淤積深度 1.33 m，顯示本河段近年已有回淤情形。

B. 中游段(嘉南大圳渡槽至盧山橋，斷面 52 至 85)

以民國 64、71 年與 94 年之平均河床高進行比較，朴子溪中游段河道均呈沖刷狀態，平均沖刷深度 2.51 m；惟民國 85 年賀伯颱風後本河段曾辦理疏濬工程。另以民國 94 年與 103 年之平均河床高進行比較，則呈淤積狀態，平均淤積深度 0.40m，顯示本河段近年亦有回淤情形。

C. 上游段(盧山橋至金福橋，斷面 85 至 134)

朴子溪上游段因屬泥岩地形，沖刷狀態較顯著，以民國 64、71 年與 94 年之平均河床高進行比較，平均沖刷深度約 2.82 m，其中又以永順橋至鎮安橋間河段沖刷最為劇烈，平均沖刷深度達 4.48m。另以民國 94 年

與 103 年之平均河床高進行比較，仍呈沖刷狀態，平均沖刷深度 2.02 m。上游段僅中興圳攔河堰上游渠段之沖刷較少。

由上述各河段沖淤變化分析可知，目前朴子溪主流之中、下游河段早年雖有沖刷情形，但近年已逐漸回淤，故河道呈現沖淤互現之情形；而上游河段之沖刷趨勢雖有減緩，但仍坡陡流急，河道仍屬沖刷型態。

(2) 歷年河性說明

民國 105 年治理規劃檢討報告之朴子溪主流流路變遷係採用水利署地理資訊倉儲中心提供之民國 76 年、85 年、98 年及 102 年經建版地形圖及衛星影像圖為分析依據，了解河道變遷情況。

A. 下游(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0~52)

下游河段自河口至嘉南大圳渡槽位於沖積平原，地勢平坦，且兩岸大多已築堤束洪，變遷幅度小，僅有東石大橋下游附近、灣內大橋附近及月眉潭橋下游流路稍有變化，其餘無太大變動。

B. 中游段(嘉南大圳渡槽至盧山橋，斷面 52 至 85)

中游河段自嘉南大圳渡槽至盧山橋，河寬往上游漸漸變小，此段流路以華興橋至盧山橋河段流路稍有變化，其餘並無太大變動，流路尚屬穩定。

C. 上游段(盧山橋至金福橋，斷面 85 至 134)

上游河段自盧山橋至治理起點金福橋，屬於山區地勢，坡度更趨陡峻，河道深槽受地形束縮，河寬縮小，流路集中，各年流路相近，變遷幅度小。

經比較歷年流路變化，朴子溪主流歷年河道無太大變動情形，僅有微幅偏移，大致流路集中，各年流路相近；流路微幅偏移部分，如東石大橋下游附近、灣內大橋附近、月眉潭橋下游及華興橋至盧山橋河段等。

(3) 現況水理分析

朴子溪屬中央管河川，以 100 年重現期距為保護標準。105 年規劃報告水理分析成果詳如下：

A. 下游(河口至嘉南大圳渡槽，斷面 0~52)

本河段河槽平均寬度約 200~1400 公尺，平均坡度約 0.047%，全段 100 年重現期距之流況皆屬亞臨界流，福祿數介於 0.14~0.45，平均流速每秒 1.67 公尺，洪水位介於 EL.2.60~15.82 公尺。本河段屬於沖積平原，河道蜿蜒、流路深槽明顯，通洪能力大多可達 100 年重現期距保護標準；斷面 0~斷面 23 左右岸堤防皆已完備，且具 100 年重現期通洪能力。河道內灘地多為魚塭及農地使用，本河段因受區域地下水超抽影響，有地層下陷問題，惟尚不影響河道通洪；斷面 24 下雙溪堤段，河道左岸已築堤禦洪，達 100 年重現期距通洪能力。右岸有大橋頭聚落，約有 200 戶住家：斷面 25~30 右岸為舊防水堤出水高度不足，洪水易漫溢於灘地間農地。斷面 32~斷面 52 左右兩岸已建堤禦洪，具 100 年重現期距通洪能力。

B. 中游(嘉南大圳渡槽～盧山橋，斷面 52~85)

本河段河槽平均寬度約 40~570 公尺，平均坡度約 0.100%，全段 100 年重現期距之流況皆屬亞臨界流，福祿數介於 0.15~0.62，平均流速每秒 2.63 公尺，洪水位介於 EL.15.82~30.12 公尺。本河段河道蜿蜒、流路深槽明顯，河道內高灘地大部分為農作，右岸為中洋子工業區，其用地緊鄰河道邊緣，斷面 63~66 左岸已建堤禦洪，及斷面 66~68 下游左岸有護岸保護外，餘未整治。斷面 53~59、61~62、64、68 兩岸、斷面 60~60.1 及 65~67、77 右岸、斷面 63、71 左岸因地勢平緩，洪水易漫溢於高灘地。其餘斷面通洪能力可達 100 年重現期距保護標準。

C. 上游(盧山橋至金福橋，斷面 85~134)

本河段河槽平均寬度約 40~400 公尺，平均坡度約 1.282%，全段 100 年重現期距之流況大多屬亞臨界流，部分斷面為臨界流，福祿數介於 0.24~3.73，平均流速每秒 5.78 公尺，洪水位介於 EL.30.12~216.48 公尺。本河段河道較中下游順直、越往上游屬山區地形，坡度較陡，流路深槽明顯，通洪能力大多可達 100 年重現期距保護標準，僅斷面 86、100 左岸及斷面 104、110 右岸及斷面 112 兩岸保護標準只達 50 年重現期距。

但其中斷面 72~85 為本溪瓶頸段，又上游河段坡度急陡，進入本河段後坡度變緩而流速減小，所挾帶之泥砂易淤積於此河段，導致河床淤高、通水面積減少。雖目前通洪能力足夠 100 年重現期距保護標準，但下游彎曲段易受洪水沖擊，有潰堤之潛在風險。87 斷面上游坡陡流急，中興圳攔河堰下游義仁橋有基礎沖刷之虞。

(4) 橋梁通洪能力檢討

經檢討各橋梁之通洪能力，共計有 9 座橋梁橋長不足，分別為蒜頭大橋、月眉潭橋、嘉南大圳渡槽、景象橋、無名橋、永順橋、鎮安橋、松竹橋及金龍橋；另梁底高程未達計畫堤頂高程計有 15 座，分別為東石南橋、介壽橋、台糖自行車橋、灣內大橋、六興橋、月眉潭橋、嘉南大圳渡槽、景象橋、無名橋、國道 1 號橋、華興橋、縱貫鐵路橋、牛稠溪橋、盧山橋及鎮安橋；其中六興橋、景象橋、無名橋、華興橋及盧山橋等 5 座，因梁底淹沒，洪水有溢淹現象，建議橋梁所屬權責單位應配合本計畫優先辦理改建，其餘橋梁由於未有安全性之顧慮，因此無立即改建之必要。

表 3　朴子溪治理河段橋梁通洪能力檢討表

橋名	里程	現況		計畫			橋梁檢討	改善方式建議	權責單位
		梁底高(m)	橋長(m)	計畫洪水位(m)	計畫堤頂高(m)	計畫河寬(m)			
東石濱海橋	1k+067	5.30	780	2.70	4.20	400			公路總局
東石南橋	1k+465	4.20	690	2.88	4.38	400	出水高不足	日後改建應配合本計畫辦理	公路總局
東石大橋	3k+337	6.39	400	3.43	4.93	400			公路總局
港口大橋	7k+235	8.00	580	5.04	6.54	400			嘉義縣政府
朴子大橋	13k+074	8.94	400	7.23	8.73	400			公路總局
蒜頭大橋	18k+507	13.20	385	9.79	11.29	400	橋長不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
介壽橋	19k+477	11.40	370	10.46	11.96	400	出水高不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
台糖自行車橋	20k+252	13.00	400	11.25	12.75	400	出水高不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
灣內大橋	21k+702	13.24	420	11.81	13.31	400	出水高不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
安灣橋	24k+088	15.08	670	13.07	14.57	400			嘉義縣政府
高速鐵路橋	25k+487	18.00	260	13.77	15.27	250			高鐵公司
六興橋	26k+648	14.00	314	14.33	15.83	250	梁底淹沒	優先改建	嘉義縣政府
月眉潭橋	29k+383	16.46	180	15.61	17.11	250	出水高不足 橋長不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
嘉南大圳渡槽	30k+278	16.68	200	15.80	17.30	250	出水高不足 橋長不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉南農田水利
景象橋	32k+148	12.63	40	18.37	19.87	230	梁底淹沒 橋長不足	優先改建	嘉義縣政府
無名橋	35k+323	11.76	22	20.63	22.13	230	梁底淹沒 橋長不足	優先改建	嘉義縣政府
國道 1 號橋	36k+823	21.85	453	20.90	22.40	230	出水高不足	日後改建應配合本計畫辦理	高公局
華興橋	41k+178	23.37	210	24.79	26.29	170	梁底淹沒	優先改建	嘉義市政府
縱貫鐵路橋	42k+478	26.58	224	25.57	27.07	170	出水高不足	日後改建應配合本計畫辦理	臺灣鐵路管理局
牛稠溪橋	42k+528	26.43	238	25.73	27.23	170	出水高不足		公路總局
台林橋	45k+223	29.83	240	28.34	29.84	150			嘉義市政府
盧山橋	47k+803	28.74	150	30.62	32.12	150	梁底淹沒	優先改建	嘉義市政府
義仁橋	51k+968	57.90	150	44.59	46.09	150			嘉義縣政府
永順橋	54k+510	81.28	60	78.46	79.96	120	橋長不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
新和樂橋	55k+365	93.34	150	84.96	86.46	120			嘉義縣政府
鎮安橋	56k+322	102.88	90	101.94	103.44	120	出水高不足 橋長不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
竹崎大橋	57k+302	118.63	120	115.24	116.74	120			公路總局
森林鐵路橋	58k+253	130.45	135	128.40	129.90	120			臺灣鐵路管理局
松竹橋	58k+393	133.24	106	130.08	131.58	120	橋長不足	日後改建應配合本計畫辦理	嘉義縣政府
金龍橋	60k+410	168.33	90	164.75	166.25	120	橋長不足		嘉義縣政府
金福橋	62k+537	220.26	48	215.76	217.26	45			嘉義縣政府

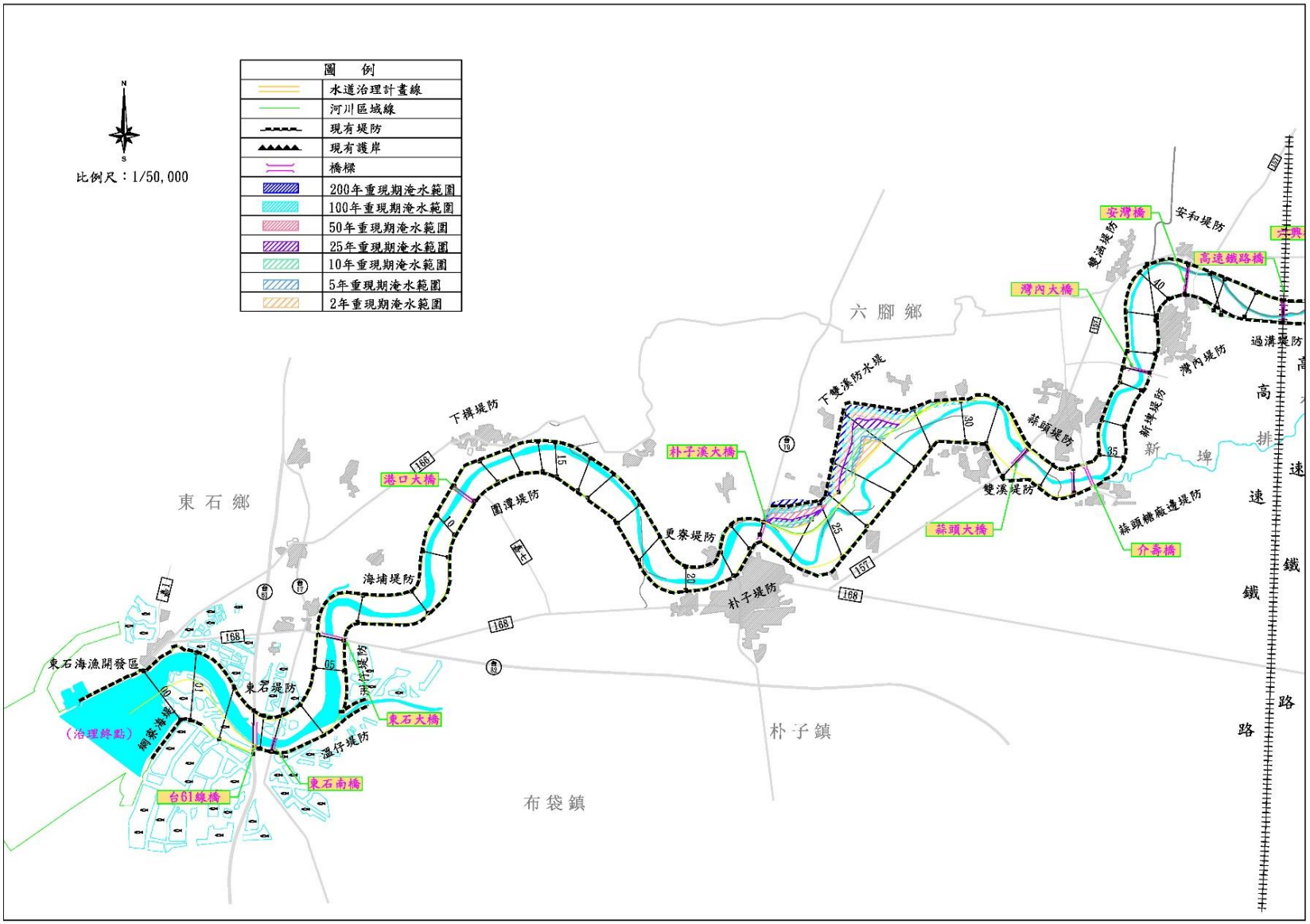


圖 4　朴子溪現況洪水到達範圍示意圖

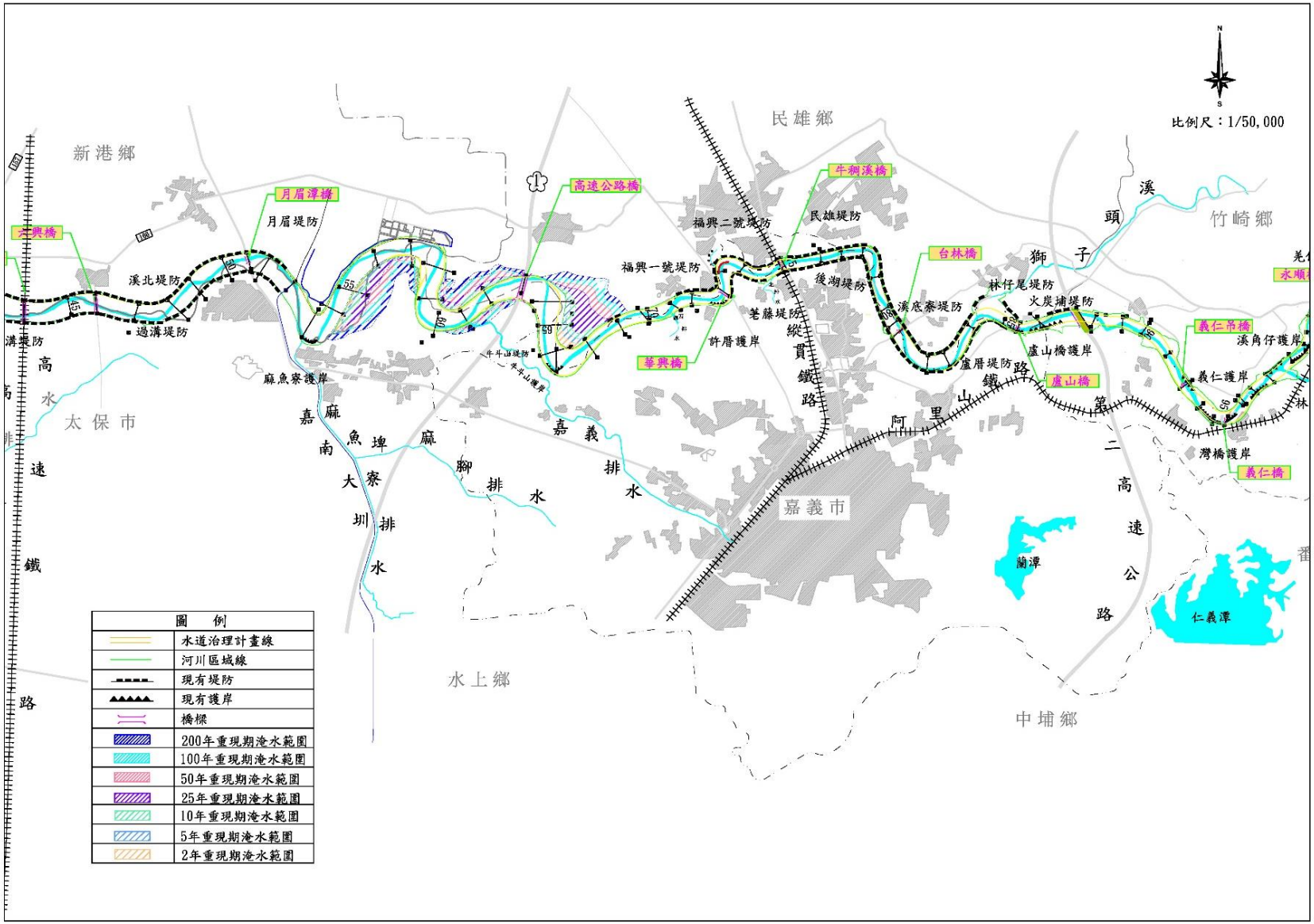


圖 5　朴子溪現況洪水到達範圍示意圖(續 1)

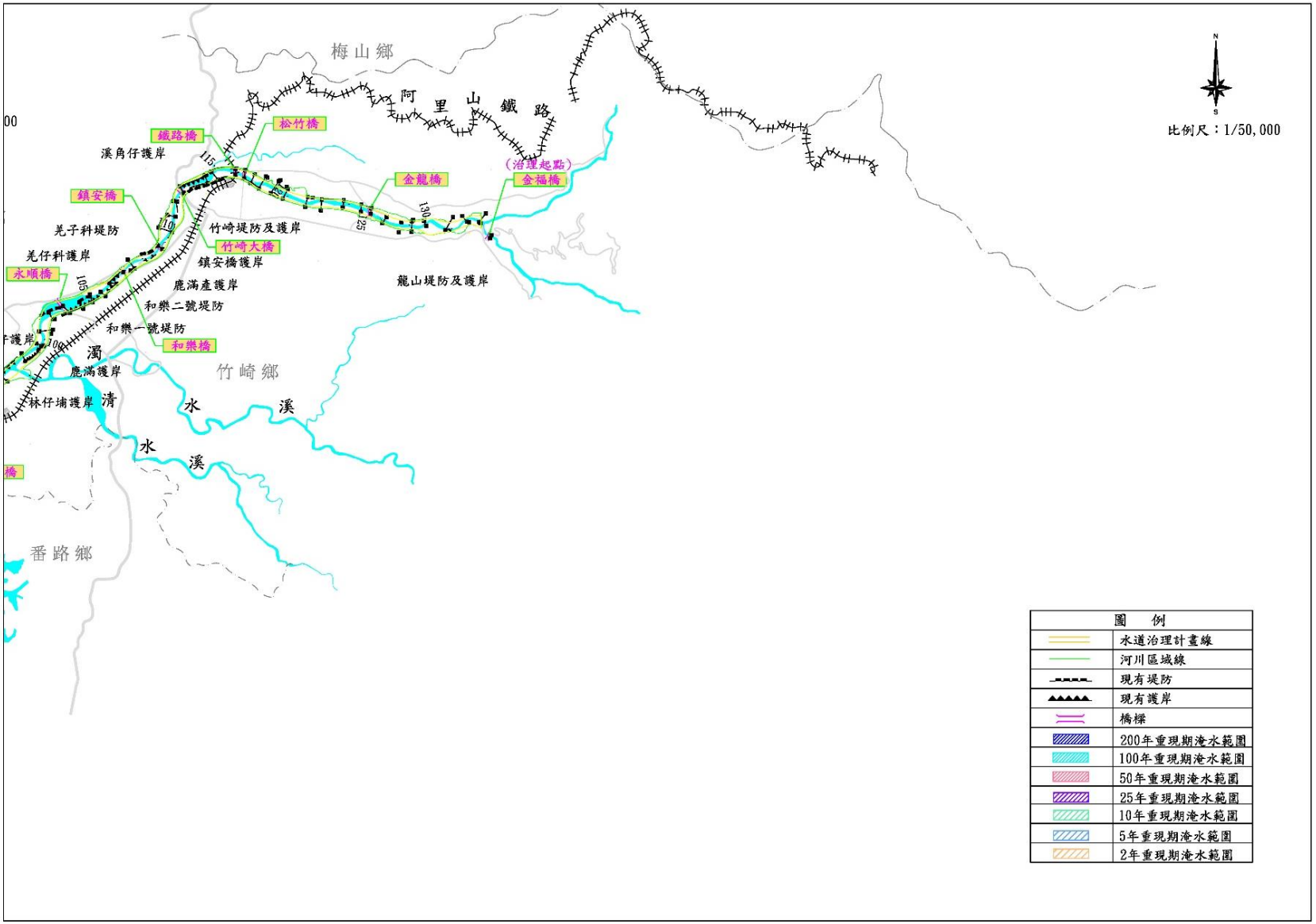


圖 6　朴子溪現況洪水到達範圍示意圖(續 2)

8. 歷年洪災及災損資料

(1) 歷年洪災資料

民國 105 年之「朴子溪治理規劃檢討報告」蒐集過去重大颱洪事件在本流域內所造成的災情，其中較具規模之淹水事件包括民國 85 年賀伯颱風、89 年碧利斯颱風、90 年桃芝颱風、90 年納莉颱風、93 年敏督利颱風、94 年 0612 豪雨、97 年卡玫基颱風、98 年莫拉克颱風及 102 年康芮颱風等，相關災害情形如表 4：

表 4　朴子溪流域歷年颱風洪災資料一覽表

颱風名稱	縣市別	鄉鎮別	位置	淹水面積(公頃)	淹水深度(公分)	淹水原因
賀伯	嘉義縣	東石鄉	-	358	30~60	地勢低窪 溪水溢淹 內水宣洩不及
		布袋鎮	-			
		民雄鄉	-			
		竹崎鄉	-			
碧利斯	嘉義縣	東石鄉	-	25	20~60	地勢低窪
桃芝	嘉義縣	太保市	-	650	50~200	降雨集中 地勢低窪
		民雄鄉	-			
	嘉義市	西區	湖內里			
納莉	嘉義縣	朴子市	-	5,348	15~300	大排潰堤 排水不良 堤防溢流
		太保市	-	2,348	30~180	
		東石鄉	-	1,669	20~170	
		新港鄉	-	875	100~100	
		民雄鄉	-	154	400	
		六腳鄉	-	4,930	20~300	
	嘉義市	東區	後湖里	44	100	降雨量過大 內水宣洩不及
敏督利	嘉義縣	太保市	-	10,921	10~150	地勢低窪 排水不良 降雨集中
		朴子市	-			
		東石鄉	-			
		布袋鎮	-			
	嘉義市	東區	後湖里			
0612豪雨	嘉義縣	太保市	麻寮、過溝、新埤、南新、溪南、春珠等里	1,726	30~100	地勢低窪 排水不良
		朴子市	新寮、崁前、太和、崁後、竹村、順安、大鄉等里	1,561		
		東石鄉	全鄉	8,200		
		布袋鎮	全鎮	5,900		
		六腳鄉	古林、六腳、更寮、六美、六合、新厝、頂寮、港後、魚寮、下雙溪等村里	2,248		
卡玫基	嘉義縣	太保市	溪底寮部落	2.5	40	地勢低窪 排水溢堤
		朴子市	永和里福山社區、竹山里過埤仔	9.0	30~60	
		六腳鄉	灣內大橋附近、古林村、六斗村	5.6	30~60	
		民雄鄉	西昌村、大崎村(十四甲聚落)、秀林村	125	30~100	降雨量過大 溪水暴漲 排水不良 地勢低窪
	嘉義市	東區	後湖里、東義路	3.0	10~50	內水宣洩不及

表 5　朴子溪流域歷年颱風洪災資料一覽表(續)

颱風名稱	縣市別	鄉鎮別	位置	淹水面積(公頃)	淹水深度(公分)	淹水原因
莫拉克	嘉義縣	太保市	-	20,940	120	降雨集中 溪水暴漲溢淹 堤防潰堤 排水不良 地勢低窪
		朴子市	-			
		東石鄉	-			
		新港鄉	-			
		民雄鄉	-			
		布袋鎮	-			
		六腳鄉	-			
	嘉義市	東區西區	-			
康芮	嘉義市	西區	湖內里	85	30~120	地勢低窪 降雨集中
	嘉義縣	民雄鄉	-			

(2) 歷年洪災災損資料

朴子溪流域內洪災地點多為朴子溪兩岸河階地及鄰近聚落，如下游出海口東石鄉附近及朴子市、太保市、民雄鄉、六腳鄉等地，依據水利署 103 年防洪工程記載表資料，朴子溪防洪構造物受災情形統計整理如表 6 所示，其位置分布如圖 7 所示，流域內各次颱風洪災損失情形如表 8，全流域之年平均洪災損失約 4.1 億元。易致災堤段說明如下：

A. 易淹段堤防：蒐集朴子溪相關溢堤資訊，整理朴子溪堤防沿岸因洪水溢堤而發生淹水段，如曾於莫拉克颱風漫淹過堤頂之福興二號堤防。

B. 損害重複性高之堤段：依據水利署防洪工程記載表資料統計而得，本溪損害重複性高之堤段為朴子溪左岸朴子堤防、過溝堤防、右岸下楫堤防、下雙溪防水堤、安和堤防及福興一號、二號堤防；牛稠溪左岸為和樂堤防及護岸、右岸溪底寮堤防。當中以安和堤防重複性最高，共計執行四次災害維護作業；本堤段因河道彎曲、流路直沖，且深槽逼近堤趾，故為易致災堤段。

表 6　朴子溪搶險災復防洪記載統計表

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	加強加高(年份)		合計	災害復建(年份)			合計	搶修搶險(年份)		合計	總計
朴子溪	左岸	1	塭仔堤防			0				0	93		1	1
		5	圍潭堤防			0	94			1			0	1
		7	朴子堤防			0	88	91	95	3			0	3
		9	雙溪堤防	91		1	98			1			0	2

表 7　朴子溪搶險災復防洪記載統計表(續)

河川名稱	岸別	編號	工程名稱	加強加高(年份)		合計	災害復建(年份)			合計	搶修搶險(年份)		合計	總計
朴子溪	左岸	13	灣內堤防			0	91			1			0	1
		15	過溝堤防	88		1	91	99		2			0	3
		23	許厝護岸			0	95			1			0	1
		25	茗藤堤防			0	98			1			0	1
	小計					2				10			1	13
	右岸	2	東石堤防			0	82	98		2			0	2
		6	下楫堤防	87		1	94	98		2			0	3
		8	更寮堤防			0	91			1			0	1
		10	下雙溪防水堤	91		1				0	90	91	2	3
		12	蒜頭堤防			0	96			1			0	1
		14	雙涵堤防			0	100			1			0	1
		16	安和堤防	83	87	2	86	98		2			0	4
		18	溪北堤防			0				0	90		1	1
		20	月眉堤防			0	98			1			0	1
		22	福興一號堤防			0	91	100		2	90		1	3
		24	福興二號堤防			0	82			1	90	98	2	3
	小計					4				13			6	23
牛稠溪	左岸	27	後湖堤防			0	91			1			0	1
		31	盧山橋護岸			0	82			1			0	1
		33	灣橋護岸			0	97			1			0	1
		37	鹿滿堤防			0	99			1			0	1
		39	和樂一號護岸			0	94			1			0	1
		41	和樂堤防及護岸			0	82	95	97	3			0	3
		43	鹿麻產堤防			0	95	96		2			0	2
		45	鎮安橋護岸	81		1				0			0	1
		47	竹崎堤防及護岸			0	97			1			0	1
		49	龍山堤防及護岸			0	82	95	97	3			0	3
	小計					1				14			0	15
	右岸	28	溪底寮堤防			0	91	91	99	3			0	3
		34	義仁護岸			0	98	99		2			0	2
		38	羌子科護岸			0	99			1			0	1
		40	羌子科堤防	81		1				0			0	1
		42	溪角仔護岸			0	95			1			0	1
	小計					1				7			0	8

資料來源：朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討報告，水利署第五河川局，民國 105 年。

表 8　朴子溪流域各次颱風洪災損失表

颱風名稱	日期	受災情形				總損失金額(億元)
		堤防(m)	護岸(m)	制水門(座)	其他(處)	
賀伯颱風	民國 85 年	1,025	997	0	12	2.0
碧利斯颱風	民國 89 年	0	0	0	2	1.0
桃芝颱風	民國 90 年	74	763	0	0	2.5
納莉颱風	民國 90 年	1,190	170	0	1	4.3
敏督利颱風	民國 93 年	600	3,350	0	1	1.5
0612 豪雨	民國 94 年	0	100	0	1	0.8
卡玫基颱風	民國 97 年	0	2,545	0	3	0.5
莫拉克颱風	民國 98 年	1,230	180	0	5	23.9
康芮颱風	民國 102 年	0	0	0	1	0.5

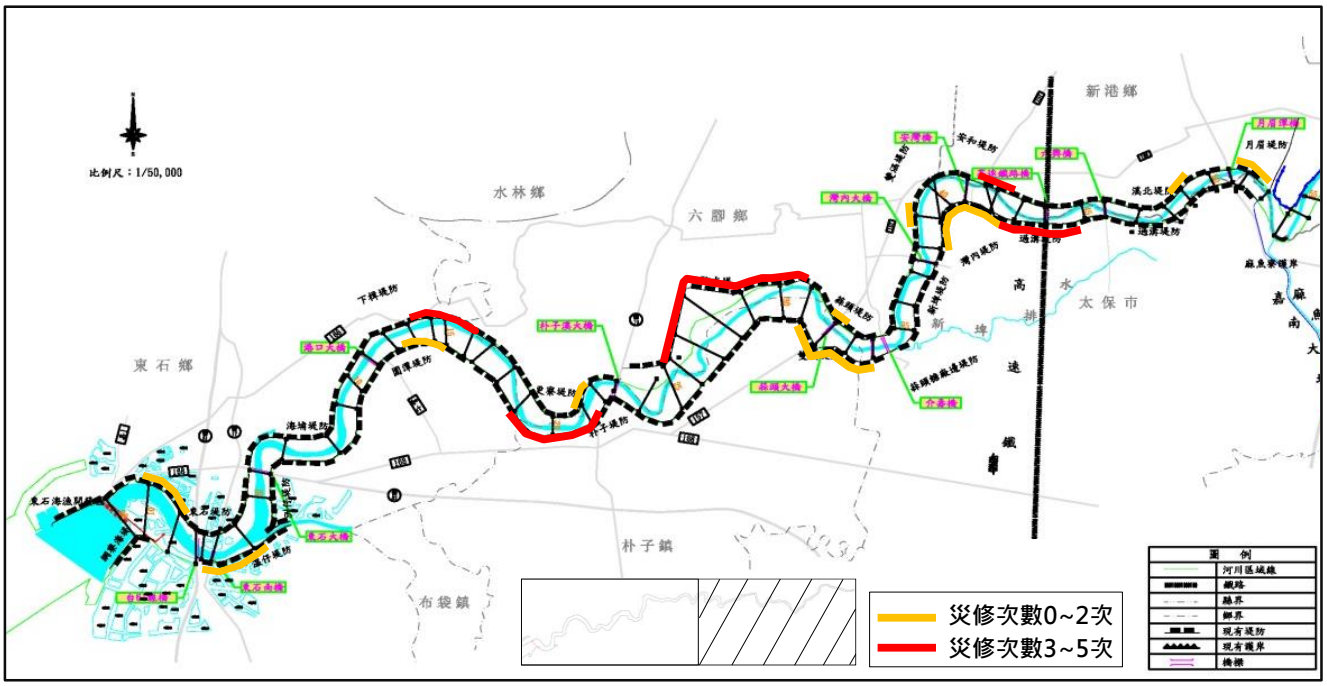


圖 7　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(1/2)

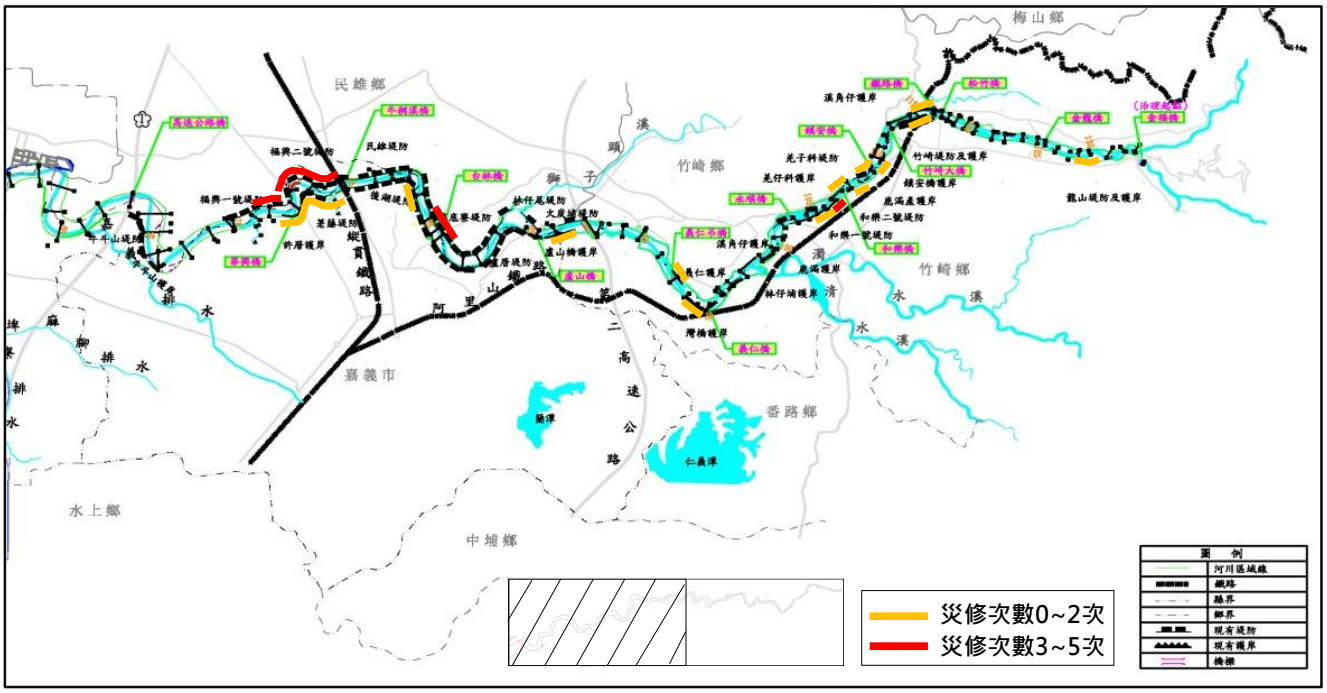


圖 8　朴子溪歷年搶險災復工程位置圖(2/2)

(3) 洪災原因分析

依據歷年洪災調查事件，檢討其致災成因可概略歸納如下：

A. 河道蜿蜒彎曲

朴子溪為一蜿蜒河川，中、下游河段坡度甚緩且受感潮影響，造成水流流速緩慢洪水宣洩不易，加上聚落及主要農墾區域多沿河岸分佈，因此逢颱風豪雨易淹水成災,如嘉南大圳渡槽(斷面 52)至西排水(斷面 71)河道蜿蜒、狹窄，加上低勢低窪，兩岸大部分未施設防洪構造物，颱風豪雨來臨時常造成淹水。此外，因河道蜿蜒，河道凹岸易受水流衝擊，中、下游河段主河道防洪設施堤腳多已設置保護工，但上游河段，坡度較陡、流速較大，泥岩地質易受沖刷，凹岸保護工易受洪水破壞，如納莉颱風時義仁橋(斷面 95)及松竹橋(斷面 118)處受中興圳攔河堰跌水影響，均發生凹岸護岸遭沖刷受損情形。

B. 河道淤積

朴子溪於華興橋(約斷面 72)至盧山橋(斷面 85)間，為嘉義縣市人口及產業密集地區，但此河段位於陡坡與緩坡河段交界處，且上游盧山橋至義仁橋間部分河道為泥岩地質易受沖刷，逢颱風豪雨水流夾帶泥沙而下於此河段淤積，易造成出水高不足，進而發生淹水災情，如納莉颱風時本河段福興二號堤防、溪底寮及後湖堤防均發生溢堤，盧山橋、台林橋(95 年完成改建)及華興橋也發生洪水溢淹至橋面之情況。

C. 感潮河川及地層下陷之影響

嘉義縣地下水超抽情形嚴重，因此下游排水系統如荷苞嶼排水，受感潮及地層下陷影響，排洪功能已日益降低，嘉義縣政府已持續辦理改建防潮閘門、抽水站及排水路，以改善排水不良情形。如朴子大橋(斷面 23)至蒜頭大橋下游(斷面 30)間右岸未施設防洪構造物，大雨來時常造成淹水。

D. 降雨量過大

近年極端降雨影響，有降雨量過大或降雨集中情形，造成洪水宣洩不及，而導致部份區段溢堤或潰堤；此外，地勢低窪地區也因重力排水不易而積淹水。

9. 易致災段綜合分析

朴子溪治理起點為嘉義縣竹崎鄉之金福橋，終點至朴子溪出海口止，治理保護標準為 100 年重現期計畫洪水位加出水高 1.5 公尺，參考民國 105 年朴子溪治理規劃檢討報告之水理分析成果，可彙整出朴子溪主流最大通洪流量與計畫流量比較圖，如圖 9 所示。該圖顯示若最大通洪流量低於計畫流量，則代表該斷面出水高不足 1.5 公尺，顯示其具有較高之外水溢淹潛勢，亦為易致災河段；以累距 30km 至 40km 區段為例，可看出因屬於待建堤防段，幾乎全河段都有出水高不足 1.5 公尺的問題，而河道右岸約累距 15km 處亦有相同現象。

另檢視水理計算成果流速分布，顯示朴子溪大部分河段流速小於 5m/s，上游因坡降較劇烈斷面流速大，於斷面 133、斷面 131、斷面 129 及斷面 111 等處流速甚至大於 8m/s，而斷面 96 因位於仁義橋下游凹岸，流速也有明顯的加快，如圖 10 所示。將流速分布對應歷年災害易受損堤防、蜿蜒流路凹岸水流直衝處等處，如塭仔堤防、下雙溪堤防、麻魚寮堤防、福興二號堤防、灣橋護岸等，由該圖之流速與岸側受水流直衝在空間上的疊合可以初步顯示易受到高流速水流衝擊之防洪設施，具有較高破壞之潛勢，即為較易致災河段，如麻魚寮堤防面臨流速高且流路逼近河岸，其致災潛勢高於其他堤防。

而河道變遷較明顯的河段也具有較高致災潛勢，藉由觀察河道的縱橫向變遷情形可強化致災潛勢判斷。以月眉潭橋鄰近河段為例，依歷年河道大斷面測量資料其縱斷面套繪成果，如圖 11 所示，民國 64 年至 89 年此河段明顯呈現沖刷情形，雖 89 年至 95 年整體河段有回淤現象，但 98 年又向下沖刷，最大幅度差距高達 6 公尺，當河道淤積嚴重，因通洪斷面減少，洪水來臨時易造成溢堤危險，而沖刷幅度較大的河段則容易破壞堤岸基腳穩定，增加潰堤風險。同時配合歷年衛星影像估算河道深槽橫向擺盪幅度，由 2002 年的衛星影像可以看到月眉潭橋下游的堤防尚未修建，而堤防修建後河道主深槽逐漸往河心內縮、擺盪幅度小，如圖 12 中 A 河段；然上游未修建堤防處河道主深槽變遷明顯，如圖 12 中 B 河段，因此 B 河段之危險度將比 A 河段高。

此外，經統計朴子溪流域防洪構造物歷年維修次數，以朴子堤防 16 次最多，其次為圍潭堤防 14 次、灣橋護岸及鹿滿堤防 13 次，東石堤防與溪底寮堤防 12 次，下雙溪與雙溪堤防之為 11 次，龍山堤防、護岸、溪北堤防與過溝堤防為 10 次，總計有 11 座堤防及護岸維修次數超過 10 次，綜觀朴子溪水利建造物維修次數統計資料可以發現，維修次數較多之結構物通常具有以下特性，這些特性包含：凹岸或攻擊坡、地形變化劇烈河段、有重要保護標地，如城鎮聚落、位於河道束縮地區、河道蜿蜒區段、臨海受潮汐影響段、早期興建堤段，上述均為本計畫後續評估堤防溢潰堤之重要風險因素。

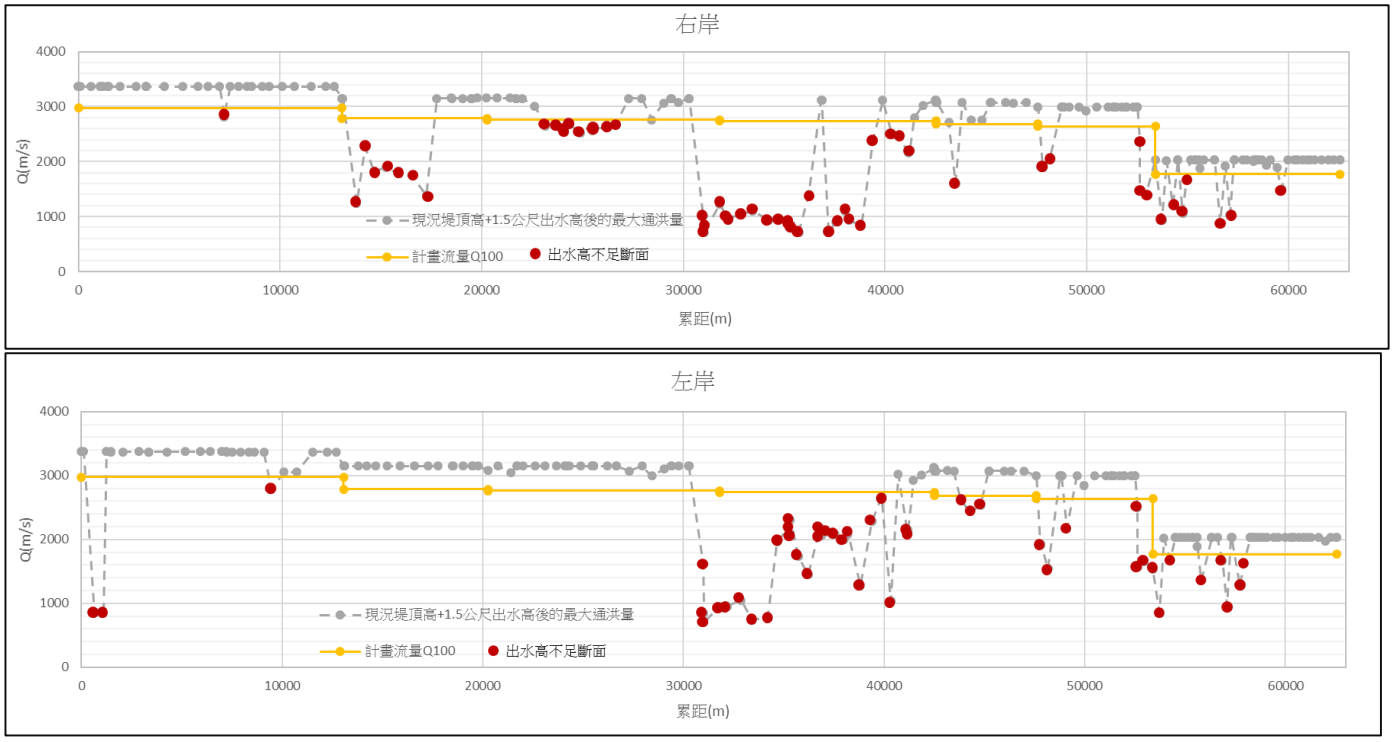


圖 9　朴子溪主流最大通洪流量與計畫流量之比較

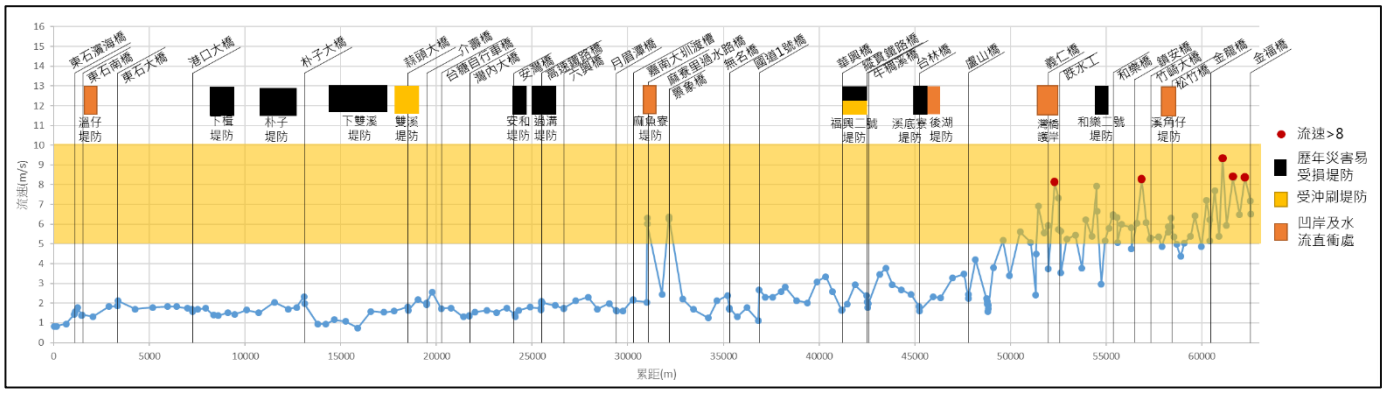
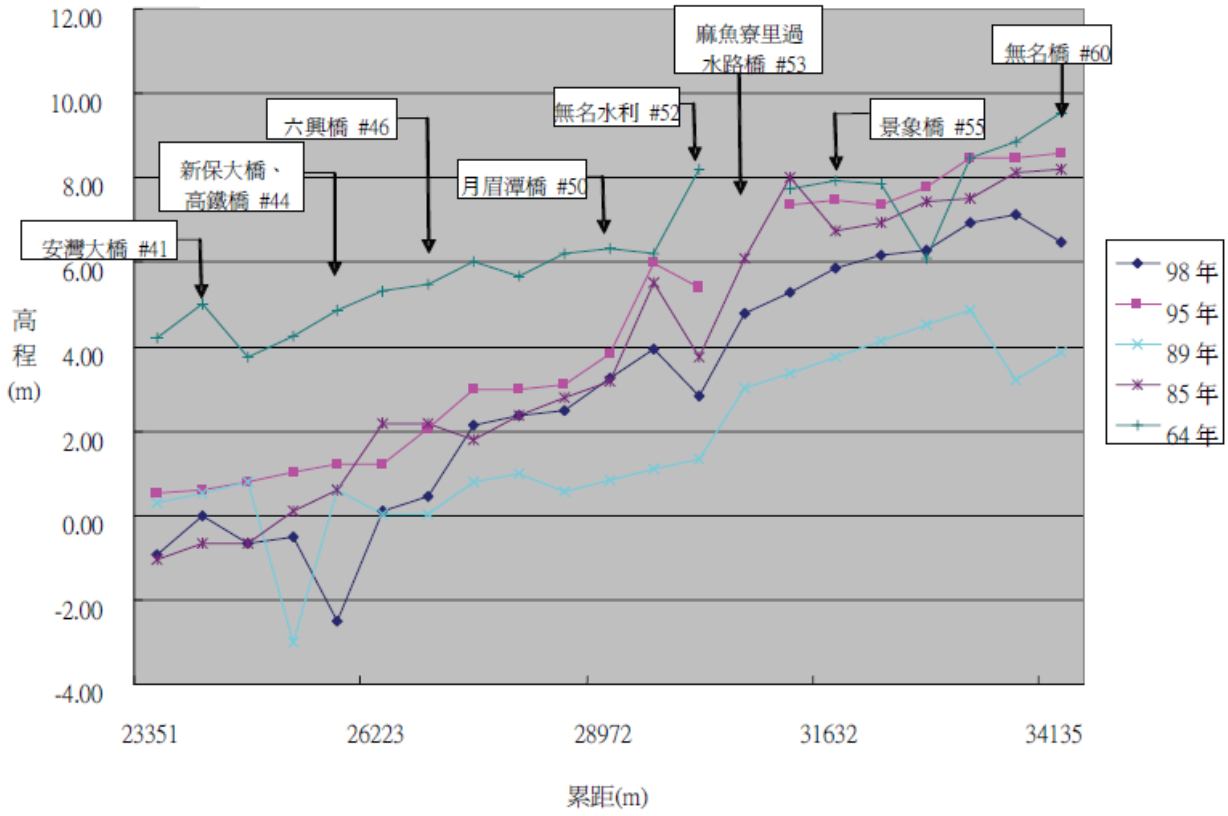
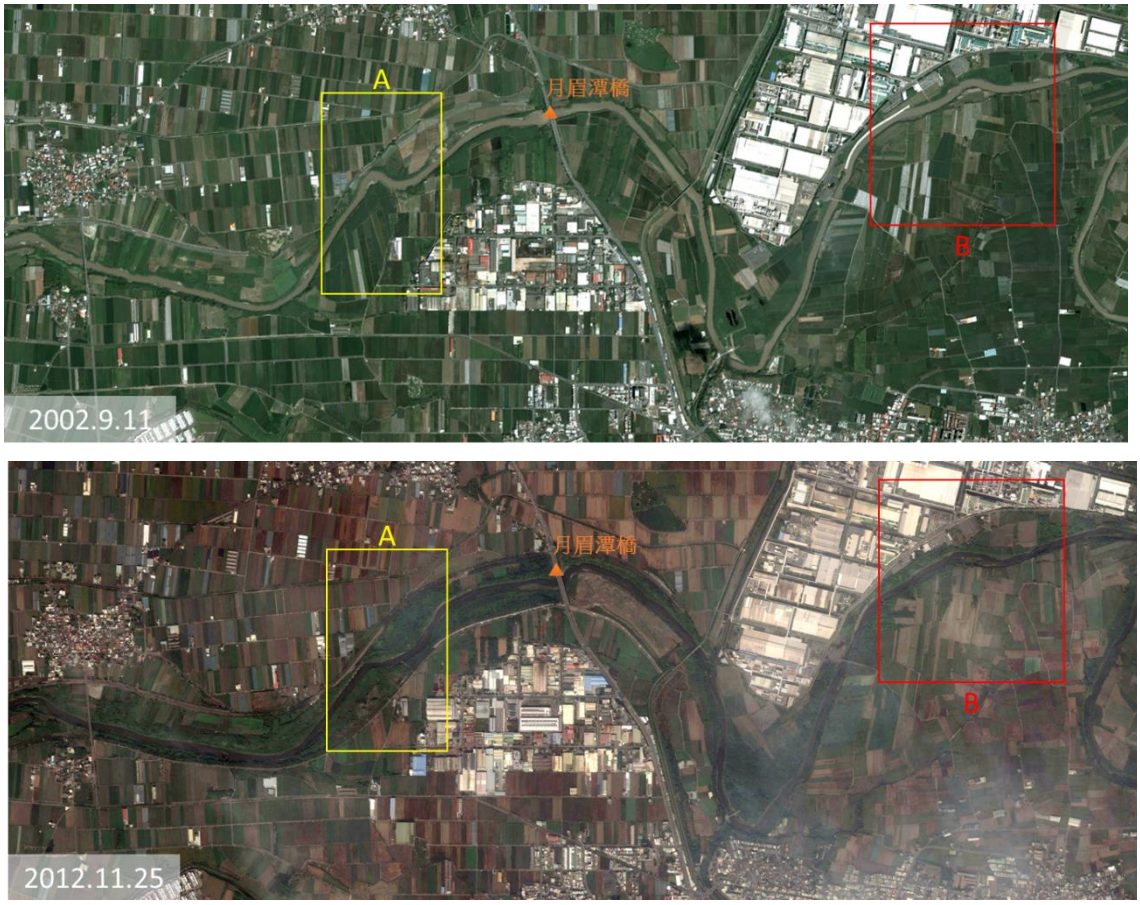


圖 10　朴子溪主流斷面平均流速與水流直衝河岸彙整圖



資料來源: 朴子溪堤防安全性評估分析研究計畫，民國 100 年。

圖 11　月眉潭橋河段歷年河道縱斷面比較圖



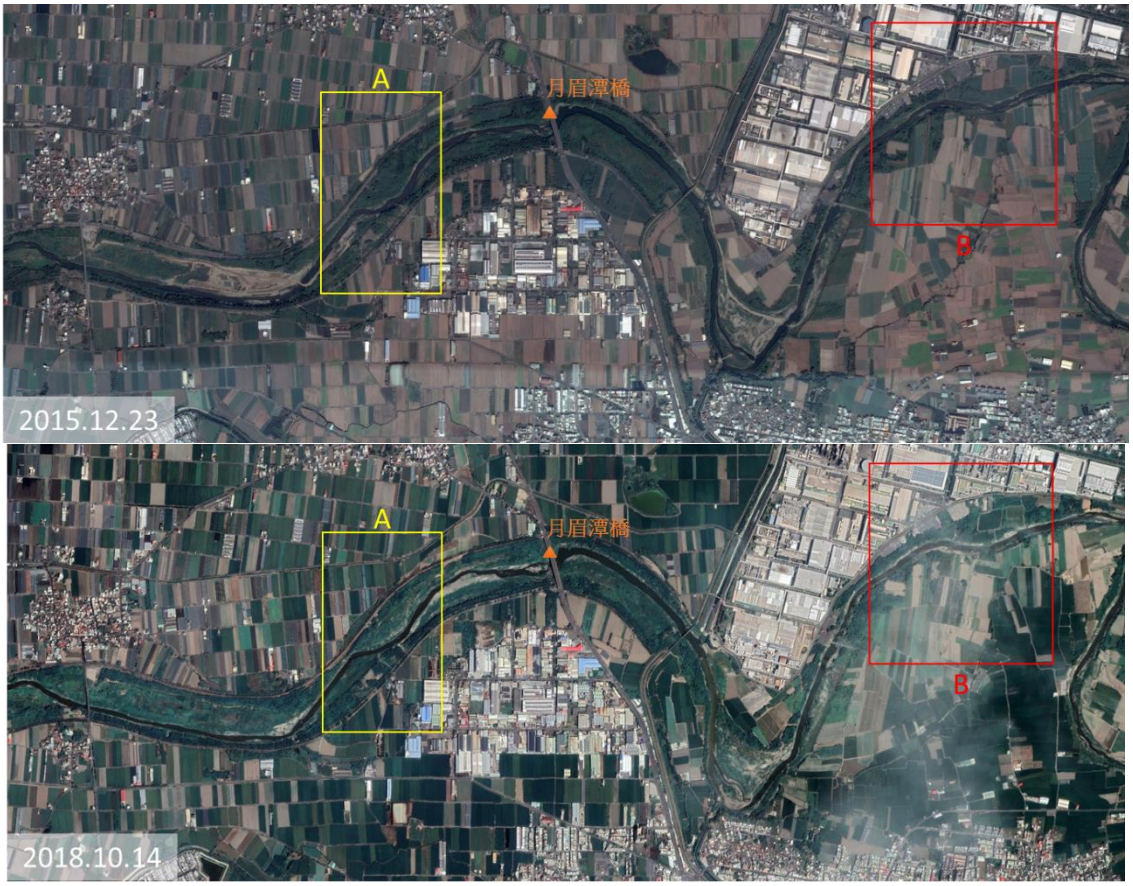


圖 12　月眉潭橋段歷年衛星影像

10.現有警戒、警報系統及緊急應變計畫

(1)　現有警戒、警報系統

參考經濟部水利署防災資訊網，朴子溪流域內現有之警戒、警報系統包含警戒水位、警戒雨量和上游水庫警報等三項；另有五河局轄內洪水預報系統。朴子溪流域內主要警戒水位參考之水位站為仁弘橋站、北港(2)站、灣內橋站和蒜頭站等四站，其警戒水位如表 9 所示。

表 9　朴子溪流域內警戒水位一覽表

流域	站　名	所在縣市	所在鄉鎮	三級警戒水位(m)	二級警戒水位(m)	一級警戒水位(m)	堤頂高(m)
朴子溪	仁弘橋	嘉義縣	竹崎鄉	-	30.5	31.3	33.96
	北港(2)	嘉義縣	新港鄉	5.6	10	11	13.1
	灣內橋	嘉義縣	六腳鄉	9	10.2	11.3	15.62
	蒜頭	嘉義縣	六腳鄉	-	7.3	8.9	11.33

朴子溪流域內之參考雨量站包含沙坑站(竹崎鄉)、竹崎站(竹崎鄉)、嘉義站(民雄鄉)、民雄站(民雄鄉)、太保站(太保市)、六腳站(太保市)、新港站(新港鄉)、六腳站(六腳鄉)、朴子站(朴子市)、六腳站(朴子市)等 10 站，其警戒雨量如表 10 所示。另朴子溪流域之水庫警戒參考湖山水庫，其滿水位為 211.5 公尺。

表 10　朴子溪流域內警戒雨量一覽表

雨量站	1 小時雨量 (mm)		3 小時雨量 (mm)		6 小時雨量 (mm)		影響範圍
	二級	一級	二級	一級	二級	一級	
沙坑站 (竹崎鄉)	70	80	140	150	200	220	竹崎鄉-義仁村、鹿滿村台三線、復金村、紫雲村、內埔村、灣橋村
竹崎站 (竹崎鄉)	70	80	140	150	200	220	竹崎鄉-義仁村、鹿滿村台三線、復金村、紫雲村、內埔村、灣橋村
嘉義站 (民雄鄉)	50	60	100	110	130	150	民雄鄉-大崎村、西昌村、秀林村(溪底寮、十四甲部落)、東湖村、福樂村、金興村、福興村、平河村、北斗村
民雄站 (民雄鄉)	50	60	100	110	130	150	民雄鄉-大崎村、西昌村、秀林村(溪底寮、十四甲部落)、東湖村、福樂村、金興村、福興村、平河村、北斗村
太保站 (太保市)	50	60	100	110	130	150	太保市-舊埤里、北新里(溪底寮)、安仁里(三塊厝)、過溝里、南新里、麻寮里、田尾里、新碑里
六腳站 (太保市)	50	60	100	110	130	150	太保市-舊埤里、北新里(溪底寮)、安仁里(三塊厝)、過溝里、南新里、麻寮里、田尾里、新碑里
新港站 (新港鄉)	40	50	100	110	130	150	新港鄉-南崙村、北崙村、埤子村、海瀛村、溪北村、南港村、共和村、宮前村、西庄村、海瀛村
六腳站 (六腳鄉)	50	60	110	120	150	170	六腳鄉-塗師村、六腳村、六南村、雙涵村、港美村、豐美村、古林村、工廠村、六斗村、灣南村、灣北村、正義村、永賢村、崩山村
朴子站 (朴子市)	40	50	90	100	130	150	朴子市-德興里、新寮里、永和里(福山社區)、竹村里、崁後里、新寮里、大鄉里、安福里
六腳站 (朴子市)	40	50	90	100	130	150	朴子市-德興里、新寮里、永和里(福山社區)、竹村里、崁後里、新寮里、大鄉里、安福里

「五河局轄內洪水預報系統」整合台灣降雨預報最新技術，如氣候法颱風定量降雨預報模式、QPESUMS，預報颱風豪雨期間雨量空間分佈與變化趨勢，並藉由國人自行開發之地貌型逕流模式演算集水區逕流，以 NewC 河

川模式預報河川水位及流量，提供未來可能的降雨情勢與水情變化，透過防汛人員專業水文氣象知識，判斷洪水期間轄區內各鄉鎮村里可能淹水機率，提前進行洪水預警，以協助相關單位進行可能致災區域之疏散撤離作業。

(2) 緊急應變計畫

嘉義縣、市政府分別已完成「嘉義縣災害防救深耕第 3 期計畫」及「嘉義市災害防救深耕第 3 期計畫」其係依據「災害防救法」暨中央災害防救會報訂定之「災害防救基本計畫」，並參照嘉義縣、市政府災害防救會報各指定行政機關、公共事業等相關單位所制定之災害防救業務計畫主要內容所訂定，後續計畫執行時應以此做為緊急應變計畫之參考。

此外，配合「五河局轄內洪水預報系統」洪水預警作業後，各單位應依經濟部民國 99 年 5 月 5 日函頒水災危險潛勢地區疏散撤離標準作業程序權責分工事項辦理，嘉義縣、市政府及流域內各行政區公所接獲水利主管機關通報水情資訊後，採取對應之疏散撤離作業，及時有效疏散撤離危險地區居民至安全避難處所，並應於颱風豪雨時期對避難地點充實必要物資及辦理相關救助，同時由警消單位協助救災工作與其他應變措施之進行，以保障居民生命財產安全。

(3) 防洪保全主要對象調查

A. 市鎮聚落保護

治理河段重要保全聚落，下游段為嘉義縣東石鄉、朴子市、太保市兩岸村里，雖已有堤防保護，然因地勢低窪，且需引入海水及抽取地下水作為養殖用水，地層下陷，又颱風期間雨水豐沛，造成河川、海水暴漲及內水無法外排，致發生水災，淹沒道路、農作及漁塭。

中游段國道三下游有嘉義市鄰近朴子溪南岸及民雄鄉、新港鄉與太保市為本流域人口高密度發展之區域，及後湖與中洋子工業區。斷面 52~72 除牛斗山堤防外，未有防洪構造物外，餘上游皆已興建堤防。然因地勢平坦，若遇極端暴雨，易因溪水暴漲，內水下游段不易外排而造成鄰溪部落淹水。

竹崎鄉位於上游段山區，鄰溪聚落有竹崎村、內埔村、義仁村等社區，兩岸僅有零星護岸保護。因位處山區多為山坡地，鄉內共有 10 條土石流潛勢溪流，若發生土石流及坍方，易造成鄰近地區聯外交通中斷。

B. 交通建設保護

本計畫範圍內之橋梁經現況水理分析，未達 100 年重現期距保護標準有六興橋、景象橋、無名橋、華興橋及盧山橋等 5 座橋，梁底高程不足，有阻水之虞；另有東石南橋、介壽橋、台糖自行車橋、灣內橋、月眉潭橋、嘉南大圳渡槽、縱貫鐵路橋、牛稠溪橋及鎮安橋等 9 座，橋梁出水高不足。另位於蜿蜒河道之橋梁，凹岸位處水流攻擊面，基礎易遭水流衝擊淘刷者，有上游段義仁橋等。

C. 維生設施保護

電信線路、輸水線路及油管埋設於道路或附掛於跨河橋梁，其安全之維護皆與河床高程維持及橋梁安全息息相關。現況跨越朴子溪之輸水線路(水管橋)為嘉南大圳渡槽(斷面 52)，可通過 100 年重現期現況洪水位，但有出水高不足問題。

而重要保全之產業除農業活動外，位於中下游有朴子工業區、嘉太工業區、中洋子工業區、頭橋工業區及民雄工業區等；維生設施則包含農業灌溉圳路等。

(二) 危險度及脆弱度因子

參考水利署風險因子資料庫，本計畫按前述蒐集之基本資料，逐條摘列出朴子溪流域各風險因子對應之需特別注意之條件內容。

表 11　風險因子資料庫(危險度)

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
水文特性	洪水位	發生溢堤之可能性，例如斷面通洪能力不足或抽水站同時運轉影響	1.出水高 2.抽水站容量/洪水量	以治理規劃(或規劃檢討)報告水理分析成果判斷洪水位與堤岸高度之關係，另檢討沿線額外抽放水量(抽水站容量)對洪水位抬昇影響。	100 年重現期洪水條件下，下游段洪水位介於 EL.2.60~15.82 公尺；中游洪水位介於 EL.15.82~30.12 公尺；上游洪水位介於 EL.30.12~216.48 公尺。下游段局部堤頂出水高不足，而中游局部淹水至高灘地，上游部分斷面保護標準只達 50 年重現期距。
	濁度	高含砂水流會增加水位與水流剪力，影響河防安全	水流含砂濃度	藉由含砂量觀測值分析洪水位抬升影響，另檢討含砂量水流對堤岸沖蝕及通洪斷面影響。	中下游河床質以砂質粒徑為主，上游為礫石及卵石，朴子溪除盧山橋~中興圳攔河堰(斷 85~斷 97)河段為沖刷狀態外，其餘河段均為淤積狀態。
	水力沖刷	水流對堤坡及基礎河床之沖刷能力	1.福祿數 2.單寬流量 3.流速	藉由流速流量分析河段流路沖刷(或掃流力)，並檢討沖刷對堤防基礎及坡面工可能造成之影響。	下游段 100 年重現期距流況為亞臨界流，福祿數介於 0.14~0.45，平均流速 1.67m/s；中游段流況為亞臨界流，福祿數介於 0.15~0.62，平均流速 2.63m/s；上游段流況為亞臨界流，福祿數介於 0.24~3.73，平均流速 5.78m/s。
	降雨影響	考量氣候變遷下所增加降雨強度及累積雨量對河防安全之影響	1.累積降雨量 2.降雨強度	藉由降雨量(降雨強度)分析流域流量及洪水位變化，並檢討氣候變遷下洪水位變化之影響。	計畫區年平均降雨量為 1937mm，並根據 105 年最新暴雨頻率分析結果，若以民國 96 年水文分析報告與民國 85 年規劃檢討分析之最大二日暴雨量進行比較，以 100 年重現期距暴雨量而言，其增幅約為 1.0~25.6%。

類別	風險因子（危險度）	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
流域特性	地層下陷	反應堤防受地層下陷影響出水高減少；另一方面亦可能導致堤內填土出現孔洞與陷落情形	年下陷速率	依地層下陷速率及範圍分佈推估堤防新建後至今下陷情況，並與計畫堤頂高比對，掌握堤防防洪高度。	嘉義地區民國 80 年~106 年間，主要的下陷中心為東石鄉與布袋鎮，位於朴子市西側沿海地區，影響範圍為朴子溪出海口河段。
	土砂影響	反應河川上游土石流下移造成河道淤積的影響程度	1.土石流潛勢溪流 2.集水區崩塌地面積 3.集水區崩塌率	依土石流潛勢及崩塌地面積判斷土石下移量，並掌握土砂下移對河道流路之影響。	流域山地面積約佔 30%，主要分布於竹崎鄉，土地利用以天然林及人工闊葉林為主，佔總面積 10%，私有地以果園為主，上游山區共計有 10 條土石流潛勢溪流，另有 90 處崩塌地，大多位於阿里山森林鐵路沿線。
	斷層分布	堤防位於活動斷層上，則堤防因地震而產生裂縫、沉陷或斷裂等之可能性將有增加情形	與活動斷層距離	依活動斷層特性判斷斷層可能對鄰近堤防造成之破壞。	通過本流域之斷層為觸口斷層。本斷層自民國 53 年地震以來，未有較大之地震發生。
	歷史震度	堤防所在地區歷史最大震度，分析斷層錯動及土壤液化之可能性	歷史最大震度	藉由歷年地震震度最大分佈，可掌握地層傳遞地動加速度狀況，並配合斷層位置、土壤液化潛勢推估地震對鄰近堤防影響。	嘉義地區歷史災害性地震最大規模為 7.1 分別發生於 1906 及 1941 年民雄及中埔一帶，近年記錄則為 1999 年規模 6.4 之嘉義地震。
	土壤液化	土壤液化將造成大範圍堤防沉陷	土壤液化潛勢指標	藉由土壤液化潛勢判斷堤防可能因液化受損之影響。	由地調所公布資料顯示，嘉義地區土壤液化高潛勢區位於東石鄉及布袋鎮，可能影響範圍為朴子溪出海口段。
	水庫堰壩	反應潰壩時瞬時排放之流量影響	1.有效庫容 2.壩高	藉由有效庫容及壩高推算潰壩時流量歷線，並以數值模擬潰壩範圍及影響。	流域內現有水源設施為內埔子水庫，位於支流獅子頭溪，計畫總蓄水量 91 萬 m^3，現存有效容量 50 萬 m^3。

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
	堰塞湖潛勢	河道內若存在堰塞湖形成的潛勢，對於通洪斷面的減縮及堰塞湖潰壩形成的風險應予考慮	1.河道位置及現況(位處土石流潛勢溪流旁，現況河寬較窄) 2.崩落土體量大於河道截面積	依土石流潛勢及崩塌地面積判斷土石下移量，並分析下移土石量對河道流路之影響。	上游竹崎鄉山坡地有崩坍之潛勢，但較無形成堰塞湖之潛勢。
	歷史洪水事件	藉歷史事件印證治理規劃(計畫)與現況的合宜性並掌握易致災地點	同一堤防(區域)發生災損事件的次數	藉由歷史洪水事件掌握致災水文量及重覆致災區域，評估堤防致災因素。	規劃報告顯示本流域較具規模之淹水事件包括民國 85 年賀伯颱風、89 年碧利斯颱風、90 年桃芝颱風、90 年納莉颱風、93 年敏督利颱風、94 年 0612 豪雨、97 年卡玫基颱風、98 年莫拉克颱風及 102 年康芮颱風等，其中易淹段堤防如後建造物特性之災修頻率項目所述。
	上游水庫洩洪影響	水庫洩洪對河道之影響	過去水庫洩洪後對河防安全影響的歷史紀錄	藉由歷史洩洪事件河道流量及水位及建造物變化，推測水庫洩洪對下游河道的影響。	參考「水利建造物檢查及安全評估技術規範蓄水與引水篇」顯示內埔子水庫安全評估下災害潛勢程度為輕微，且歷史上無洩洪造成嚴重災害之記錄。
河道特性	灘地寬度	考量堤前是否有足夠灘地可抵抗近岸沖刷提供緩衝保護	1.堤前灘地寬 2.堤前灘地寬度除河寬	藉由歷年航照掌握灘線變化趨勢，並可藉由實測大斷面資料進行比對灘地退縮或延伸距離，了解流路擺盪情形。	比較歷年流路變化，朴子溪主流歷年河道無太大變動情形，僅有微幅偏移，大致流路集中，各年流路相近。而中下游高灘地平坦且寬廣，多為雜林及農地。
	彎道影響	凹岸發生顯著沖刷，且水位會有超高現象；凸岸進彎處亦有額外沖刷	1.蜿蜒度 2.曲率半徑 3.二次流強度	利用彎道角度及流量流速等參數分析流路沖刷或掃流力大小，並掌握流路可	朴子溪各河段之蜿蜒度介於 1.12~1.51 之間，除上游牛稠溪橋至治理起點金福橋(斷面 74~134)河段為順直河川外，其

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
			指標	能沖刷範圍。	餘河段皆屬蜿蜒河川。其中月眉潭橋(斷面 50-1)至西排水(斷面 71)河道蜿蜒、狹窄，加上低勢低窪，雨岸大部分未施設防洪構造物，颱風豪雨來臨時常造成淹水。
	流路特性	流路攻角影響	1.是否位於流路直沖段 2.流路與堤線夾角	依流線切線判斷流路直沖堤岸位置，分析直沖段流路對堤岸之影響。	於上游河段納莉颱風時義仁橋(斷面 95)及松竹橋(斷面 118)處均發生凹岸護岸遭沖刷受損情形。
	河床沖淤	反應未來短中時間尺度河床呈淤高或刷深之趨勢，代表溢堤與潰堤之可能性將隨時間而增加	近五年平均河床高變化量	藉由歷年大斷面成果掌握河床沖淤變化，分析河川持續沖刷或淤積段對堤岸影響。	下游河段(斷面 0~32)受地盤下陷影響，平均河床高程降低，(斷面 32~52)則呈沖淤互現；中游河段大部分屬於沖刷狀態，部分斷面(65~67、72)為淤高河段；上游河段(斷面 85~134)屬於沖淤互現狀態。
	深槽高程	若深槽鄰近堤腳，則深槽越低對堤腳之危害越大	1.堤前灘地寬度除以堤防基礎與深槽高程差 2.河槽寬深比	藉由最新大斷面測量報告掌握河道深槽高程，並與堤防竣工圖之基礎底高程比對，判斷堤防基礎受流路淘刷情況。	根據規劃報告顯示朴子溪平均河槽寬深比為 18.33，屬於懸移載之河槽類型，具有輕微侵蝕且範圍明確的蜿蜒河道。且河床谿線高程之沖刷深度較平均河床高程大，淤積深度較小，故深槽高程大抵呈沖刷現象。
	河川坡度	坡度影響水流速度與河川沖淤情形	河川平均坡度	藉由最新大斷面測量報告掌握河川坡度變化，判斷流況(超臨界流或亞臨界流)及沖淤趨勢。	下游由河口至嘉南大圳渡槽，河床平均縱坡降介於 1/3,200 至 1/1600 之間，屬緩流河段。中游（斷面 52 至 85）縱坡降為 1/1,000，河道蜿蜒，深水槽頗深。上游縱坡降介於 1/260 至 1/47，屬山區河川。其中華興橋(約斷面 72)至盧

類別	風險因子（危險度）	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
					山橋(斷面 85)，為嘉義縣市人口及產業密集地區，此河段位於陡坡與緩坡河段交界，河道淤積易造成出水高不足，發生淹水災情。
	匯流口影響	支流匯入主流後，有可能產生水流直沖或迴水效應，影響到河防安全	1.主支流交匯夾角與流量分配 2.二維流場分佈	利用正射影像分析主支流交匯夾角，並以兩者匯流流量判斷匯流後流路攻角或局部迴水、渦流等情況。	依據歷史紀錄及規劃報告分析顯示，朴子溪支流多於上游即與主流合流，故而帶來的流量相對較少，朴子溪主要溢淹災害與支流匯流較無直接關聯。
建造物特性	建造物本體現況	現況堤防與護岸本體是否老舊、破損，或其功能、耐受性是否符合原先設計標準	檢查結果與結構安全相對應之指標	藉由近期堤防護岸檢查成果，評估堤防防洪功能衰減情況。	依據 108 年度水利建造物定期檢查表，既有堤防本體現無嚴重破損處，唯幾處斷面經水理檢討顯示通洪能力不足需行治理措施。
	災修頻率	反應堤防或護岸過去是否經常發生損害	搶修應急與災害復建工程數	藉由歷年開口工程搶修、搶險、應急工程資訊及防洪記載表災害復建工程內容，掌握河段易災損區域。	損害重複性高之堤段為朴子溪左岸朴子堤防、過溝堤防、右岸下楫堤防、下雙溪防水堤、安和堤防及福興一號、二號堤防；牛稠溪左岸為和樂堤防及護岸、右岸溪底寮堤防。當中以安和堤防重複性最高，共計執行四次災害維護作業；本堤段因河道彎曲、流路直沖，且深槽逼近堤趾，故為易致災堤段。
	基礎安全性	反應基礎穩定性受河床沖刷影響之程度	基礎覆土深度	藉由堤防基礎覆土深度判斷堤防穩定性及耐沖刷能力。	—
	堤岸形式	堤岸因本身形式之不同而在功能及耐受力上可能之差異	構造物屬於防洪牆/石籠/漿砌塊石/混凝土	以構造物型式差異判斷其對流路沖刷抵禦能力強弱。	參考民國 105 年治理規劃檢討報告之防洪構造物調查，現有朴子溪計有堤防 70,873 m 及護岸 6,296 m，形式多為混

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
			坡面工		凝土坡面工。
	堤防護岸現況高度	堤防護岸現況高度有無達到治理計畫高度	建造物現況高	依治理規劃(規劃檢討)報告計畫堤頂高度比對現況堤頂高，掌握防洪不足區段。	蒐集 108 年度朴子溪治理基本計畫，已羅列流域內堤防護岸高度不足及未設堤防共計 8 處，護岸總長 250 公尺，堤防總長 8860 公尺。
	待建建造物	堤後存在保護標的，而尚未佈設或興辦建造物	建造物佈設現況	依治理規劃(規劃檢討)報告計畫堤頂高度比對現況岸高，掌握防洪缺口區段。	如上述。
附屬設施	水門現況	反應水門發生問題的可能性	維護與運轉測試紀錄及督導結果	藉由最新維護運轉測試記錄掌握水門元件及其功能健全度。	依據 108 年度水利建造物定期檢查表，朴子溪共計 112 處水門，檢查結果皆為正常運作。
	抽水站現況	反應抽水站發生問題的可能性	維護與運轉測試紀錄及督導結果	藉由近期維護運轉記錄及年度檢查成果，掌握抽水機組使用情形。	初步蒐集嘉義市政府朴子溪流域抽水站設置(不含排水)總計 23 處。
	附屬保護工現況	堤防前是否有附屬保護工(如丁壩、護坦、固床工)作為堤身第一道防線	依河性檢視保護工佈設的必要性及原則，再依現況檢視保護工狀況。	利用工程竣工圖檢視保護工佈設狀況，並比對河段特性及流路沖刷作用，分析保護工目前堤基效果。	流域內部分受水流衝擊堤防段有增設基腳保護工之必要，包含：福興二號堤防(72~75)、義仁橋(95)及松竹橋(118)等斷面。
河川使用行為	高灘地利用	反應高灘地利用情形對通洪之影響	高灘地利用面積比率	藉由高灘地利用面積比率改變河道曼寧係數及通水斷面，造成流速及水位變化。	本流域水道治理計畫用地範圍內私有地佔 49.49%，河道內之高灘地多為私有地，主要做為農業使用。

類別	風險因子(危險度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
	結構物共構	反應結構物與堤防共構對堤防安全之影響	1.是否與其他構造物共構 2.地底是否有管線(中油、台電...)穿越	藉由共構面積分佈位置及密度，推估堤防防洪結構弱面及影響河道通洪斷面。	由朴子溪堤防安全性評估分析研究計畫結果顯示，溪北堤防有2處與橋梁橋墩共構處所產生之縱向裂縫現象；東石堤防2處。
	跨河構造物	反應跨河構造物對通洪與堤防安全之影響	1.橋墩總截面積與河寬比率 2.樑底高與堤頂(或洪水位)距離 3.是否落墩於堤身或堤前保護工	藉由河槽阻水面積推估洪水通過造成水位(流速)之影響。	根據最新規劃報告分析顯示，以Q100檢討現有橋梁安全性，共計9座橋梁長度不足、樑底高未達計畫堤頂高程計有15座，其中5座樑底淹沒，有洪水溢淹現象，為需優先改建目標。
	破堤施工(防汛缺口)	反應破堤期間對河防安全之影響	破堤施工計畫書內容及現況	藉由破堤計畫內容分析破堤地點及汛期應變方案對整體防洪功能之影響。	—
	其它	除上述提及之高灘地利用、結構物共構及跨河構造物因子外，其它尚未列入之影響因子	依需求自訂		—
其它法令影響	法令競合	如原民法、濕地法及風景特定區管理規則，影響建造物在新建或維護管理上所產生的不便程度	○○法(規則)公告區域	評估流域內特定法令限制對防洪工程或維護進行的影響程度。	—

表 12　風險因子資料庫(脆弱度)

以下各因子皆侷限於淹水模擬結果顯示會淹水之範圍

類別	風險因子(脆弱度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
社會經濟	人口數	淹水範圍內人口數與損失(生命與財產)應呈正相關	淹水範圍內人口數	依流域範圍內各村里人口統計	本流域主要保全聚落位於朴子溪中下游地區，包含嘉義市、朴子市、太保市、東石鄉、六腳鄉、新港鄉及民雄鄉等，另有上游段包含竹崎鄉及番路鄉等。其中以嘉義市人口密度最高。
	脆弱人口	14 歲以下、65 歲以上、身心障礙人士	脆弱人口數	依流域範圍內各村里人口結構比例	—
	公共設施	淹水範圍內是否有關鍵基礎設施受影響	1. 淹水範圍內是否有關鍵基礎設施 2. 設施淹沒影響範圍/淹水範圍	需定義風險評估基礎設施涵蓋種類	—
	經濟產業	淹水範圍內是否有工業、科學等事業園區	1. 淹水範圍內是否有工業、科學等事業園區 2. 各經濟產業災損函數推估淹水損失	需定義高產值事業區涵蓋種類	位於中下游有朴子工業區、嘉太工業區、中洋子工業區、頭橋工業區及民雄工業區等。
	重要產業損失	檢視淹水範圍內(或鄰近)非屬園區之個別高資本產業，一旦受災，災損將遠大於一般傳統產業，且復原時程較長。	各類產業淹水後停工時間x平均產值	需定義個別產業日產值、月產值或年產值達一定金額之門檻(如：受災後，機器設備及停工期間的生產損失達十億以上)	—

類別	風險因子(脆弱度)	代表意義	參考指標	備註	朴子溪需特別注意之條件
	土地利用	淹水範圍內檢視各類土地利用的情形，以推估災損金額。	各土地利用類別面積佔淹水面積比率	藉由二維水理分析堤防保護範圍內土地利用情況(住宅、工廠、農牧漁等面積)，並依淹水時間、深度推估災害損失金額。	流域內主要土地利用為農業佔63.13%，森林佔9.79%，其餘建築用地佔8.63%。以100年重現期洪水推估計畫洪水到達區域主要為農業區，此外淹水區域包含在中洋子工業區未築堤段，斷面53~77間。
防災應變能力	避難場所	淹水範圍內(或鄰近)是否有避難場所及其數量	是否有完整規劃避難處所及其數量	事前若已規劃設置避難處所，可降低脆弱度高地區之風險。	—
	預警制度	淹水範圍內(或鄰近)是否設有預警設施及作業程序	是否有完整之預警制度	事前若已制定預警制度，可降低脆弱度高地區之風險。	—
	撤離計畫	淹水範圍內(或鄰近)是否制定撤離計畫	是否有規劃完整撤離計畫	事前若已規劃撤離計畫，可降低脆弱度高地區之風險。	—
	防災自主能力	由防災演練紀錄來推斷易受災地區面對淹水的整備能力	1.是否有推動防災社區 2.教育宣導演練數	防汛志工人員數較多地區，其防災自主能力相對較高，脆弱度亦較低。社區防災教育宣導次數、演練有助於民眾災後的復原力，故宣導及演練次數之多寡有助於降低脆弱度。	—
	淹水狀況掌握	即時掌握淹水狀況以利及早動員機具人員投入救災	1.是否有即時監測水尺 2.災情通報方式(如電話、LINE、自有資訊系統、社群媒體等)	已佈設電子水尺之區域，及災情通報程度多元化程度越高，越易掌握淹水狀況	—

第二部分 本問卷開始

姓名(本欄可不填)：_____

服務單位：_____ 相關經驗年資：_____

一、洪水危險度

各風險因子分別造成溢淹、潰堤及土砂災害等三方面災害之危險度評估。

(一) 水文特性類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
洪水位	上游															
	中游															
	下游															
濁度	上游															
	中游															
	下游															
水力沖刷	上游															
	中游															
	下游															
降雨影響	上游															
	中游															
	下游															

(二) 流域特性類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
地層下陷	上游															
	中游															
	下游															
土砂影響	上游															
	中游															
	下游															

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
斷層分布	上游															
	中游															
	下游															
歷史震度	上游															
	中游															
	下游															
土壤液化	上游															
	中游															
	下游															
水庫堰壩	上游															
	中游															
	下游															
堰塞湖潛勢	上游															
	中游															
	下游															
歷史洪水事件	上游															
	中游															
	下游															
上游水庫洩洪影響	上游															
	中游															
	下游															

(三) 河道特性類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
灘地寬度	上游															
	中游															
	下游															
彎道影響	上游															
	中游															
	下游															
流路特性	上游															
	中游															
	下游															

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
河床沖淤	上游															
	中游															
	下游															
深槽高程	上游															
	中游															
	下游															
河川坡度	上游															
	中游															
	下游															
匯流口影響	上游															
	中游															
	下游															

(四) 建造物特性類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
建造物本體現況	上游															
	中游															
	下游															
災修頻率	上游															
	中游															
	下游															
基礎安全性	上游															
	中游															
	下游															
堤岸形式	上游															
	中游															
	下游															
堤防護岸現況高度	上游															
	中游															
	下游															
待建建造物	上游															
	中游															
	下游															

(五) 附屬設施類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
水門現況	上游															
	中游															
	下游															
抽水站現況	上游															
	中游															
	下游															
附屬保護工現況	上游															
	中游															
	下游															

(六) 河川使用行為類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
高灘地利用	上游															
	中游															
	下游															
結構物共構	上游															
	中游															
	下游															
跨河構造物	上游															
	中游															
	下游															
破堤施工(防汛缺口)	上游															
	中游															
	下游															
其它	上游															
	中游															
	下游															

(七) 其他法令影響類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
法令競合	上游															
	中游															
	下游															

二、洪水脆弱度(生命傷亡)

由於上中下游人口組成與相關防救災特性等有所差異，脆弱度因子篩選雖不區分河段而採用相同因子，但因子彼此間之重要性可能會隨河段而有變化，故問卷填寫時仍依上中下游河段分別評析其重要性。

(一) 社會經濟類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
人口數	上游															
	中游															
	下游															
脆弱人口	上游															
	中游															
	下游															
公共設施	上游															
	中游															
	下游															
經濟產業	上游															
	中游															
	下游															
重要產業損失	上游															
	中游															
	下游															
土地利用	上游															
	中游															
	下游															

(二) 防災應變能力類別之指標，何者應篩選為重要因子，又其重要性為何？

風險災害		溢淹					潰堤					土砂災害				
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
避難場所	上游															
	中游															
	下游															
預警制度	上游															
	中游															
	下游															
撤離計畫	上游															
	中游															
	下游															
防災自主能力	上游															
	中游															
	下游															
淹水狀況掌握	上游															
	中游															
	下游															

問卷到此已全部結束，煩請檢查有無漏答之處。

感謝您的熱心協助。

風險災害		溢淹						潰堤						土砂災害					
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分
		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1	
洪水位	上游		1	2	4	1	19			4	2	1	17		5	2	1		28
	中游	3	3	2			33	4	1	3			33		5	2	1		28
	下游	5	3				37	5	2	1			36		3	1	3		21
濁度	上游			1	5	2	15			1	4	3	14		1	3		4	17
	中游			1	5	2	15				6	2	14			5		3	18
	下游			1	5	2	15				6	2	14		1	5		2	21
水力沖刷	上游	1	5		2		29	1	6	1			32	5	1	1	1		34
	中游	3	3		2		31	3	5				35	1	5	1	1		30
	下游	3	2	1	2		30	1	5	2			31		4	3	1		27
降雨影響	上游	5		1	2		32	3	2	2	1		31	3	3	1	1		32
	中游	4	2	1	1		33	3	2	3			32	1	4	2	1		29
	下游	5	2		1		35	2	3	2			28	1	4	2	1		29
地層下陷	上游			2	1	5	13			2	1	5	13			2	1	5	13
	中游		4	1	2	1	24		2	3	2	1	22		1	3	3	1	20
	下游	4	2	1	1		33	3	2	3			32	2		3	2	1	24
土砂影響	上游	1	3	2	1	1	26	1	3	1	3		26	1	3	3	1		28
	中游	2	2	3	1		29	1	2	4	1		27	1	2	5			28
	下游	1	2	3	2		26	1	2	4	1		27	1	2	2	3		25
斷層分布	上游				6	2	14			1	7		17		2	1	4	1	20
	中游			1	5	2	15			3	5		19		2	1	4	1	20
	下游			1	5	2	15			2	6		18		2		5	1	19
歷史震度	上游				5	3	13				6	2	14			4	3	1	19
	中游			2	4	2	16			2	5	1	17			2	5	1	17
	下游		1		5	2	16		1		6	1	17			1	5	2	15
土壤液化	上游			1	4	3	14			1	5	2	15			2	3	3	15
	中游		1	2	3	2	18		1	3	4		21			2	4	2	16
	下游	1	1	1	3	2	20	1	1	3	3		24			2	4	2	16
水庫堰壩	上游	1		3	2	2	20	1	2	1	1	3	21	1	2	2	1	2	23
	中游		1	2	3	2	18		3	1	1	3	20		2	3	1	2	21
	下游			2	4	2	16		1	2	2	3	17			4	2	2	18

風險災害		溢淹						潰堤						土砂災害					
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分
		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1	
堰塞湖潛勢	上游	1	2	3	2		26	1	1	4		1	22	1	1	4	1	1	24
	中游	1		2	5		21	1		2	3	1	18	1	1	2	3	1	22
	下游	1		2	4	1	20	1		2	2	2	17		1	3	2	2	19
歷史洪水事件	上游		4	2	2		26		4	3	1		27		6	1	1		29
	中游	1	4	1	2		28	1	4	2	1		29		4	3	1		27
	下游	1	4	1	2		28	1	4	2	1		29		4	3	1		27
上游水庫洩洪影響	上游		2	2	3	1	21		2	3	2	1	22	1	3		2	2	23
	中游	1	2	1	3	1	23	1	2	2	2	1	24	1	2	1	2	2	22
	下游	1	1	1	4	1	21	1	1	3	2	1	23	1	1	2	2	2	21
灘地寬度	上游		1	5	1	1	22	1	2	4	1		8	1	1	3	2	1	8
	中游	2	1	4		1	27	3	4		1		33	1	1	3	2	1	23
	下游	2	1	4		1	27	3	2	1	1		28	1	1	3	2	1	23
彎道影響	上游	1	3	2		1	24	3	2	1	1	1	29	1	1	2	3	1	22
	中游	3	1	2	1		27	4	1	1	2		31		2	3	2	1	22
	下游	2	1	3	1		25	4	1	1	2		31		1	4	2	1	21
流路特性	上游		4	2		1	23	1	3	2		1	24	1	1	3	1	1	21
	中游	1	3	2	1		25	3	2	2	1		31		1	4	1	1	19
	下游	1	3	2	1		25	2	2	2	1		26		1	3	2	1	18
河床沖淤	上游		2	4	2		24		4	4			28	1	4	2	1		29
	中游	3	3	2			33	2	3	3			31	1	3	3	1		28
	下游	3	1	4			31	3	1	4			31	1	4	2	1		29
深槽高程	上游	1	3	3	1		28		4	4			28		1	6	1		24
	中游	2	3	3			31	3	2	3			32	1	1	5	1		26
	下游	3	1	3	1		30	2	2	4			30	1	1	4	2		25
河川坡度	上游		2	5	1		25		2	4	2		24		3	4		1	25
	中游	2	1	5			29	2	1	4	1		28	1	2	4		1	26
	下游	1	3	3	1		28	1		5	2		24		2	5		1	24
匯流口影響	上游		1	4		3	19			4	2	2	18			4	2	2	18
	中游	1	2	3	1	1	25		2	4	1	1	23	1	1	3	2	1	23
	下游		6	2			30	1	2	5			28		3	3	2		25

風險災害		溢淹						潰堤						土砂災害					
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分
		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1	
建造物本體現況	上游	3	1	2		1	26	4	3	1			35	1	1	4		1	22
	中游	3	4			1	32	4	4				36	1	3	2		1	24
	下游	4	3			1	33	4	4				36	2	1	1	2	1	22
災修頻率	上游	3	1	4			31	4	3	1			35	2	2	4			30
	中游	3	2	3			32	4	3	1			35	2	2	4			30
	下游	4	2	2			34	4	4				36	3	1	2	2		29
基礎安全性	上游	3	2	2	1		31	5	2	1			36	1	2	3	1	1	25
	中游	3	2	3			32	5	2	1			36	1	2	3	1	1	25
	下游	4	2	2			34	5	2				33	1	3	2	1	1	26
堤岸形式	上游	1	1	4	1	1	24	1	2	4		1	26	1	1	4		2	23
	中游	1	2	4		1	26	1	3	3		1	27	1	2	2	1	2	23
	下游	2	1	4		1	27	2	2	3		1	28	2	1	2	1	2	24
堤防護岸現況高度	上游	4	1	2	1		32	2	4	2			32	1		5	2		24
	中游	5	1	2			35	3	4	1			34	1	2	4	1		27
	下游	6	1	1			37	4	3	1			35	2	1	4	1		28
待建建造物	上游	3	2	2	1		31	2	2	3	1		29	1	1	4	2		25
	中游	3	3	2			33	2	3	3			31	1	2	3	2		26
	下游	4	2	2			34	3	2	3			32	2	1	3	2		27
水門現況	上游	1	4	2	1		29	1	3	2	1	1	26		3	3	1	1	24
	中游	2	6				34	1	5	1		1	29		3	4	1		26
	下游	4	4				36	3	3	1		1	31		3	4	1		26
抽水站現況	上游		5	1		2	25		3	3		2	23		2	2	2	2	20
	中游	1	6		1		31	1	5	1		1	29		2	1	3	2	19
	下游	2	6				34	2	4	1		1	30		2	1	3	2	19
附屬保護工現況	上游	1	5	2			31	1	4	3			30		2	3	1	2	21
	中游	1	6	1			32	1	6	1			32		2	4	1	1	23
	下游	1	6	1			32	2	5	1			33		2	3	2	1	22
高灘地利用	上游	1	1	3	3		24	1		4	3		23		2	2	3	1	21
	中游	2	2	1	3		27	2	1	2	3		26		2	3	2	1	22
	下游	2	2	1	3		27	2	1	2	3		26		2	3	2	1	22

風險災害		溢淹						潰堤						土砂災害					
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分
		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1	
結構物共構	上游	1	2	3	2		26	1	1	5	1		26		2	2	3	1	21
	中游	1	2	3	2		26	1	1	5	1		26	1	1	2	3	1	22
	下游	1	2	3	2		26	1	1	5	1		26		2	2	3	1	21
跨河構造物	上游	2	4	2			32	1	5	2			31		2	4	1	1	23
	中游	4	3	1			35	4	3	1			35	1	1	4	1	1	24
	下游	4	3	1			35	3	4	1			34	1	1	4	1	1	24
破堤施工(防汛缺口)	上游	5	3				37	4	3		1		34	1	2	2	2	1	24
	中游	5	3				37	4	3		1		34	1	2	2	2	1	24
	下游	5	3				37	4	3		1		34	1	2	2	2	1	24
其它	上游		1	3	1		15		2	2	1		16		2	1	2		15
	中游		1	3	1		15		2	2	1		16		2	1	2		15
	下游		1	3	1		15		2	2	1		16		2	1	2		15
法令競合	上游	1	2	2	2		23	1	2	2	2		23	1	2	1	3		22
	中游	1	3	1	2		24	1	3	1	2		24	1	2	1	3		22
	下游	2	3		2		26	2	3		2		26	2	2	1	2		25
人口數	上游	2	1	3	1		25	1	3	2	1		25	1	4	2			27
	中游	4	2	1			31	3	4				31	1	4	2			27
	下游	4	2	1			31	3	4				31	2	2	3			27
脆弱人口	上游	1	1	4	1		23	1	1	4	1		23	2	1	4			26
	中游	2	3	2			28	2	3	2			28	1	1	5			24
	下游	3	1	3			28	3	1	3			28	2		4	1		24
公共設施	上游		3	3	1		23		3	3	1		23	1	3	3			26
	中游		4	3			25		4	3			25		2	5			23
	下游	1	3	3			26	1	3	3			26	1	1	4	1		23
經濟產業	上游		4	2	1		24		4	2	1		24		3	3			21
	中游	3	3	1			30	3	3	1			30	1	3	2	1		25
	下游	1	5	1			28	2	4	1			29	1	2	2	2		23
重要產業損失	上游		3	3	1		23		3	2	1		20		3	1	2		19
	中游	3	2	2			29	3	2	1			26		2	3	1		19
	下游	2	3	2			28	2	3	1			25		2	3	1		19

風險災害		溢淹						潰堤						土砂災害					
尺度項目		絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	不重要	總分
		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1		5	4	3	2	1	
土地利用	上游		2	4	1		22		3	3	1		23		3	3	1		23
	中游	1	3	3			26	1	4	2			27	1	2	2	2		23
	下游	2	1	4			26	2	2	3			27	2	1	2	2		24
避難場所	上游	3	1	3			28	3	3	1			30	3	2	2			29
	中游	3	2	2			29	3	4				31	3	2	1	1		28
	下游	3	2	2			29	3	4				31	3	2	1	1		28
預警制度	上游	3	3	1			30	3	3	1			30	3	3	1			30
	中游	3	3	1			30	3	4				31	3	3		1		29
	下游	3	3	1			30	3	4				31	3	3		1		29
撤離計畫	上游	3		4			27	3	1	3			28	3	1	3			28
	中游	3	1	3			28	3	2	2			29	3	1	2	1		27
	下游	3		4			27	3	1	3			28	3	1	2	1		27
防災自主能力	上游	2	4	1			29	2	5				30	2	5				30
	中游	2	4	1			29	2	5				30	2	4	1			29
	下游	2	4	1			29	2	5				30	2	4	1			29
淹水狀況掌握	上游	2	2	3			27	2	3	2			28	2	3	2			28
	中游	2	3	2			28	2	4	1			29	2	3	1	1		27
	下游	2	3	2			28	2	4	1			29	2	3	1	1		27

附錄三 一維水理演算結果

附表 1　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q2、Q5、Q10)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
1	0K+000	-5.13	4.57	4.81	2.6	0.23	3605.33	0.04	-1.97	-2.21	2.6	0.34	3605.33	0.06	-1.97	-2.21	2.6	0.42	3605.33	0.07	-1.97	-2.21
2	0K+627	-4.61	2.87	4.85	2.61	0.26	3127.13	0.04	-0.26	-2.24	2.61	0.39	3132.58	0.07	-0.26	-2.24	2.62	0.48	3137.71	0.08	-0.25	-2.23
2. 2	1K+067	-5.07	3.58	4.7	2.61	0.4	2034.99	0.07	-0.97	-2.09	2.62	0.6	2041.11	0.1	-0.96	-2.08	2.63	0.74	2046.85	0.12	-0.95	-2.07
2. 1	1K+112	-4.56	3.47	4.59	2.61	0.44	1858.48	0.08	-0.86	-1.98	2.62	0.66	1864.6	0.11	-0.85	-1.97	2.63	0.81	1870.35	0.14	-0.84	-1.96
3	1K+242	-3.39	4.94	4.75	2.61	0.51	1604.21	0.09	-2.33	-2.14	2.63	0.76	1611.78	0.14	-2.31	-2.12	2.64	0.94	1618.88	0.17	-2.3	-2.11
3. 2	1K+465	-8.79	5.06	4.71	2.63	0.41	2014.91	0.07	-2.43	-2.08	2.66	0.61	2032.31	0.1	-2.4	-2.05	2.69	0.74	2048.49	0.12	-2.37	-2.02
3. 1	1K+477	-8.87	5.06	4.71	2.63	0.42	1968.35	0.07	-2.43	-2.08	2.66	0.62	1986.01	0.11	-2.4	-2.05	2.69	0.76	2002.44	0.13	-2.37	-2.02
4	2K+057	-3.25	5.14	5	2.64	0.4	2031.71	0.07	-2.5	-2.36	2.69	0.6	2061.57	0.1	-2.45	-2.31	2.74	0.73	2088.87	0.12	-2.4	-2.26
5	2K+867	-2.52	5.53	5.51	2.67	0.6	1370.58	0.11	-2.86	-2.84	2.75	0.87	1408.29	0.16	-2.78	-2.76	2.83	1.05	1441.76	0.19	-2.7	-2.68
6. 1	3K+337	-9.39	7.44	8.19	2.7	0.63	1308.04	0.11	-4.74	-5.49	2.82	0.91	1355.26	0.16	-4.62	-5.37	2.92	1.09	1395.77	0.19	-4.52	-5.27
6	3K+367	-6.44	7.42	7.38	2.7	0.73	1122.91	0.14	-4.72	-4.68	2.82	1.05	1169.11	0.2	-4.6	-4.56	2.92	1.26	1208.77	0.23	-4.5	-4.46
7	4K+253	-2.27	5.91	6.53	2.8	0.63	1296.74	0.11	-3.11	-3.73	3	0.89	1380.44	0.16	-2.91	-3.53	3.16	1.05	1447.65	0.18	-2.75	-3.37
8	5K+173	-7.6	6.3	6.6	2.88	0.75	1100.56	0.15	-3.42	-3.72	3.15	1.01	1212.08	0.19	-3.15	-3.45	3.36	1.17	1296.73	0.21	-2.94	-3.24
9	5K+933	-7.67	6.8	6.76	2.99	0.8	1021.99	0.16	-3.81	-3.77	3.33	1.07	1150.6	0.2	-3.47	-3.43	3.57	1.22	1244.01	0.22	-3.23	-3.19
10	6K+423	-2.46	6.86	7.01	3.07	0.82	998.46	0.16	-3.79	-3.94	3.45	1.08	1138.67	0.2	-3.41	-3.56	3.71	1.23	1237.91	0.22	-3.15	-3.3
11	6K+993	-6.28	7.26	7.07	3.16	0.79	1044.23	0.15	-4.1	-3.91	3.58	1.03	1197	0.18	-3.68	-3.49	3.86	1.17	1302.19	0.2	-3.4	-3.21
12. 2	7K+235	-4.62	7.07	6.42	3.2	0.81	1017.25	0.16	-3.87	-3.22	3.63	1.04	1187.29	0.19	-3.44	-2.79	3.92	1.17	1303.32	0.21	-3.15	-2.5
12. 1	7K+253	-4.18	7.08	6.49	3.21	0.71	1148.32	0.13	-3.87	-3.28	3.64	0.93	1322.18	0.16	-3.44	-2.85	3.94	1.05	1440.66	0.18	-3.14	-2.55
12	7K+523	-2.2	7.61	7.5	3.24	0.84	978.74	0.17	-4.37	-4.26	3.69	1.06	1159.94	0.2	-3.92	-3.81	3.99	1.18	1282.37	0.21	-3.62	-3.51
13	7K+943	-2.77	7.68	7.66	3.32	0.86	957.52	0.17	-4.36	-4.34	3.79	1.08	1138.13	0.2	-3.89	-3.87	4.1	1.21	1258.14	0.21	-3.58	-3.56
14	8K+353	-2.81	7.89	7.68	3.4	0.68	1209.18	0.13	-4.49	-4.28	3.89	0.86	1430.7	0.15	-4	-3.79	4.22	0.96	1576.33	0.16	-3.67	-3.46
15	8K+597	-3.87	7.96	7.77	3.43	0.72	1136.9	0.15	-4.53	-4.34	3.93	0.88	1393.55	0.17	-4.03	-3.84	4.26	0.97	1561.58	0.18	-3.7	-3.51
16	9K+097	-1.48	7.88	7.85	3.53	0.95	865.18	0.23	-4.35	-4.32	4.05	1.09	1127.83	0.24	-3.83	-3.8	4.38	1.17	1298.36	0.24	-3.5	-3.47
17	9K+457	-1.95	7.07	8.01	3.67	0.84	975.48	0.2	-3.4	-4.34	4.17	0.99	1242.35	0.21	-2.9	-3.84	4.5	1.07	1415.18	0.21	-2.57	-3.51
18	10K+089	-0.92	7.45	8.08	3.84	0.91	905.44	0.2	-3.61	-4.24	4.35	1.09	1127.92	0.22	-3.1	-3.73	4.68	1.2	1270.25	0.22	-2.77	-3.4
19	10K+714	-2.76	7.67	8.08	4	0.83	989.67	0.18	-3.67	-4.08	4.53	1	1233.51	0.19	-3.14	-3.55	4.87	1.09	1388.03	0.2	-2.8	-3.21
20	11K+524	-3.47	8.45	8.31	4.2	1.16	709.78	0.25	-4.25	-4.11	4.76	1.37	898.54	0.27	-3.69	-3.55	5.09	1.5	1015.68	0.28	-3.36	-3.22
21	12K+259	-2.23	9.07	9.03	4.46	0.95	860.23	0.2	-4.61	-4.57	5.05	1.13	1084.47	0.22	-4.02	-3.98	5.4	1.25	1219.31	0.22	-3.67	-3.63
22	12K+684	-6.46	9.43	9.25	4.54	1.17	698.01	0.18	-4.89	-4.71	5.2	1.35	911.05	0.3	-4.23	-4.05	5.55	1.43	1061.46	0.29	-3.88	-3.7
23	13K+074	-4.35	9.32	10.38	4.65	1.32	622.15	0.25	-4.67	-5.73	5.41	1.54	800.07	0.27	-3.91	-4.97	5.76	1.71	886.92	0.29	-3.56	-4.62
23. 1	13K+114	-3.19	10.47	10.58	4.67	1.28	620.75	0.26	-5.8	-5.91	5.45	1.36	846.55	0.26	-5.02	-5.13	5.82	1.51	954.23	0.27	-4.65	-4.76
24	13K+797	-2.85	9.97	7.56	4.94	1.3	612.11	0.24	-5.03	-2.62	5.9	1.07	1082.87	0.33	-4.07	-1.66	6.24	1.01	1418.91	0.27	-3.73	-1.32
25	14K+217	-5.01	9.9	8.84	5.23	0.83	959.69	0.14	-4.67	-3.61	6.43	0.68	1687.62	0.16	-3.47	-2.41	6.64	0.76	1885.72	0.17	-3.26	-2.2
26	14K+667	-2.55	9.95	8.54	5.96	0.9	880.53	0.24	-3.99	-2.58	7.02	0.7	1652.34	0.16	-2.93	-1.52	7.28	0.77	1857.58	0.16	-2.67	-1.26
27	15K+249	-1.67	10.38	8.93	7.12	0.53	1484.26	0.14	-3.26	-1.81	7.66	0.56	2047.5	0.13	-2.72	-1.27	7.93	0.61	2336.77	0.13	-2.45	-1
28	15K+891	-2.03	10.69	9.09	7.46	0.32	2485.01	0.08	-3.23	-1.63	7.95	0.36	3175.91	0.08	-2.74	-1.14	8.24	0.4	3573.14	0.08	-2.45	-0.85
29	16K+579	-2.38	10.67	9.26	7.75	0.62	1277.51	0.14	-2.92	-1.51	8.24	0.73	1590.09	0.15	-2.43	-1.02	8.53	0.81	1783.14	0.16	-2.14	-0.73
30	17K+259	-2.14	10.78	9.51	8.29	0.58	1371.71	0.13	-2.49	-1.22	8.79	0.68	1695.59	0.13	-1.99	-0.72	9.12	0.75	1905.67	0.14	-1.66	-0.39
31	17K+777	-1.97	11.07	11.48	8.66	0.61	1291.95	0.14	-2.41	-2.82	9.17	0.71	1628.31	0.14	-1.9	-2.31	9.51	0.78	1851.53	0.15	-1.56	-1.97
32. 1	18K+507	-3.45	14.06	14.44	8.8	0.68	1172.66	0.12	-5.26	-5.64	9.34	0.84	1370.5	0.14	-4.72	-5.1	9.69	0.96	1501.7	0.15	-4.37	-4.75
32	18K+522	-4.05	14.05	14.03	8.81	0.59	1345.56	0.1	-5.24	-5.22	9.35	0.75	1543.71	0.12	-4.7	-4.68	9.7	0.86	1675.2	0.13	-4.35	-4.33

附表 1　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q2、Q5、Q10)																							
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
33	19K+032	-0.65	12.08	12.51	8.86	0.93	855.15	0.18	-3.22	-3.65	9.41	1.1	1046.76	0.21	-2.67	-3.1	9.78	1.22	1176.23	0.21	-2.3	-2.73
34. 1	19K+477	-2.75	13.22	13.49	9.01	0.87	911.37	0.18	-4.21	-4.48	9.58	1.03	1122.94	0.19	-3.64	-3.91	9.96	1.14	1261.54	0.2	-3.26	-3.53
34	19K+492	-2.76	13.24	13.48	9.01	0.94	844.69	0.2	-4.23	-4.47	9.58	1.09	1056.79	0.21	-3.66	-3.9	9.96	1.2	1195.32	0.21	-3.28	-3.52
35. 1	19K+772	-0.58	12.91	13.14	9.04	1.21	653.54	0.16	-3.87	-4.1	9.64	1.52	759.68	0.28	-3.27	-3.5	10.03	1.64	874.58	0.32	-2.88	-3.11
35	20K+252	-1	12.99	13.22	9.16	0.89	822.46	0.18	-3.83	-4.06	9.87	1.07	1077.56	0.2	-3.12	-3.35	10.29	1.16	1233.43	0.2	-2.7	-2.93
36	20K+762	-0.83	13.3	13.35	9.29	0.88	829.72	0.14	-4.01	-4.06	10.07	1.08	1062.7	0.19	-3.23	-3.28	10.49	1.18	1209.13	0.2	-2.81	-2.86
37	21K+412	-2.85	13.48	13.57	9.41	0.53	1367.05	0.07	-4.07	-4.16	10.28	0.72	1603.63	0.1	-3.2	-3.29	10.74	0.82	1751.04	0.12	-2.74	-2.83
37. 2	21K+702	-1.96	15.57	15.67	9.43	0.59	1225.25	0.08	-6.14	-6.24	10.32	0.8	1444.93	0.11	-5.25	-5.35	10.81	0.89	1608.92	0.14	-4.76	-4.86
37. 1	21K+717	-2.23	15.61	15.65	9.43	0.59	1241.96	0.08	-6.18	-6.22	10.32	0.78	1468.24	0.11	-5.29	-5.33	10.81	0.88	1632.51	0.14	-4.8	-4.84
38	22K+007	-0.36	15.93	14.12	9.44	0.92	793.55	0.2	-6.49	-4.68	10.34	1	1144.73	0.19	-5.59	-3.78	10.85	1.06	1355.08	0.19	-5.08	-3.27
39	22K+633	-0.08	14.89	13.86	9.59	1.14	637.86	0.17	-5.3	-4.27	10.58	1.2	957.74	0.26	-4.31	-3.28	11.05	1.22	1173.94	0.24	-3.84	-2.81
40	23K+128	-1.12	15.1	13.85	9.76	1.46	497.22	0.25	-5.34	-4.09	11.01	1.17	982.88	0.26	-4.09	-2.84	11.44	1.18	1210.78	0.26	-3.66	-2.41
41	23K+668	-0.72	15.21	14.2	10.04	1.18	615.63	0.18	-5.17	-4.16	11.42	1.18	972.37	0.24	-3.79	-2.78	11.86	1.23	1162.5	0.25	-3.35	-2.34
41. 2	24K+088	-0.18	15.16	14.42	10.2	1.12	647.96	0.21	-4.96	-4.22	11.7	1.08	1060.53	0.25	-3.46	-2.72	12.14	1.1	1304.71	0.24	-3.02	-2.28
41. 1	24K+113	-0.63	15.26	14.41	10.23	0.94	776.99	0.16	-5.03	-4.18	11.73	0.95	1214.92	0.21	-3.53	-2.68	12.16	0.97	1477.4	0.21	-3.1	-2.25
42	24K+313	0.03	15.41	14.61	10.26	1.11	654.42	0.19	-5.15	-4.35	11.8	1.14	1012.61	0.23	-3.61	-2.81	12.24	1.18	1213.4	0.24	-3.17	-2.37
43	24K+883	-0.25	15.73	14.81	10.46	1.32	551.18	0.25	-5.27	-4.35	12.05	1.18	977.32	0.22	-3.68	-2.76	12.52	1.25	1139.94	0.23	-3.21	-2.29
44	25K+451	-0.98	15.85	15.16	10.65	0.93	783.8	0.13	-5.2	-4.51	12.22	1	1146.66	0.16	-3.63	-2.94	12.7	1.12	1279.94	0.17	-3.15	-2.46
44. 1	25K+463	-0.11	15.65	15.12	10.66	0.86	842.6	0.14	-4.99	-4.46	12.23	0.93	1231	0.14	-3.42	-2.89	12.71	1.05	1360.43	0.15	-2.94	-2.41
44. 1. 1	25K+481	-1.38	15.66	15.13	10.64	1.19	610.08	0.22	-5.02	-4.49	12.22	1.17	980.69	0.2	-3.44	-2.91	12.7	1.29	1109.21	0.2	-2.96	-2.43
44. 2	25K+487	-0.92	15.61	15.13	10.63	1.29	563.21	0.25	-4.98	-4.5	12.22	1.23	935.96	0.21	-3.39	-2.91	12.69	1.34	1064	0.22	-2.92	-2.44
44. 2. 1	25K+500	-0.17	15.68	15.13	10.63	1.37	530.34	0.27	-5.05	-4.5	12.22	1.27	902.08	0.22	-3.46	-2.91	12.7	1.39	1029.98	0.23	-2.98	-2.43
44. 3	25K+505	-0.15	15.71	15.12	10.65	1.26	578.07	0.24	-5.06	-4.47	12.23	1.22	939.48	0.21	-3.48	-2.89	12.7	1.34	1066.91	0.22	-3.01	-2.42
44. 3. 1	25K+524	-0.36	15.71	15.15	10.67	1.18	617.04	0.21	-5.04	-4.48	12.23	1.21	952.05	0.19	-3.48	-2.92	12.71	1.34	1068.25	0.21	-3	-2.44
45	26K+198	0.64	16.11	15.51	10.83	0.92	788.25	0.13	-5.28	-4.68	12.39	1.09	1059.76	0.15	-3.72	-3.12	12.9	1.23	1166.05	0.17	-3.21	-2.61
46. 1	26K+648	-0.02	16.28	15.77	10.89	1	730.14	0.16	-5.39	-4.88	12.48	1.04	1100.49	0.16	-3.8	-3.29	13	1.15	1240.9	0.17	-3.28	-2.77
46	26K+660	1.47	16.21	15.76	10.89	0.95	766.54	0.13	-5.32	-4.87	12.48	1.07	1073	0.17	-3.73	-3.28	13	1.18	1214.78	0.18	-3.21	-2.76
47	27K+282	1.59	16.33	16.56	10.97	1.3	559.49	0.19	-5.36	-5.59	12.65	1.37	841.48	0.23	-3.68	-3.91	13.17	1.48	967.67	0.24	-3.16	-3.39
48	27K+932	1.95	16.81	16.86	11.16	1.54	473.3	0.22	-5.65	-5.7	12.96	1.54	745.65	0.27	-3.85	-3.9	13.48	1.66	860.2	0.27	-3.33	-3.38
49	28K+423	1.71	17	16.75	11.37	1.01	723.05	0.17	-5.63	-5.38	13.17	1.03	1114.6	0.15	-3.83	-3.58	13.71	1.15	1242.68	0.16	-3.29	-3.04
50	29K+023	2.48	17.28	17.24	11.48	1.2	605.31	0.18	-5.8	-5.76	13.27	1.28	897.11	0.2	-4.01	-3.97	13.81	1.41	1015.77	0.21	-3.47	-3.43
50. 2	29K+383	3.57	18.61	18.34	11.56	0.96	755.14	0.15	-7.05	-6.78	13.36	1.04	1107.95	0.15	-5.25	-4.98	13.91	1.16	1235.38	0.16	-4.7	-4.43
50. 1	29K+408	3.74	18.58	18.36	11.56	0.96	761.81	0.15	-7.02	-6.8	13.36	1.02	1126.82	0.15	-5.22	-5	13.92	1.13	1265.8	0.16	-4.66	-4.44
51	29K+748	3.02	18.05	17.56	11.62	0.99	735.69	0.17	-6.43	-5.94	13.41	1.01	1135.16	0.15	-4.64	-4.15	13.98	1.12	1273.27	0.16	-4.07	-3.58
52. 1	30K+278	1.98	19.92	19.45	11.72	1.38	527.45	0.22	-8.2	-7.73	13.48	1.39	828.42	0.21	-6.44	-5.97	14.05	1.54	931.26	0.22	-5.87	-5.4
52	30K+288	0.85	19.96	19.45	11.73	1.34	543.84	0.21	-8.23	-7.72	13.49	1.35	849.63	0.2	-6.47	-5.96	14.06	1.5	953.63	0.21	-5.9	-5.39
53	30K+988	3.85	15.78	14.19	11.92	1.99	365.66	0.29	-3.86	-2.27	13.74	1.92	600.02	0.37	-2.04	-0.45	14.35	1.87	763.15	0.38	-1.43	0.16
53. 1	31K+018	1.97	12.71	12.69	11.89	2.32	313.85	0.26	-0.82	-0.8	13.57	3.02	381.39	0.31	0.86	0.88	14.06	3.57	400.75	0.36	1.35	1.37
53. 2	31K+024	1.73	12.71	12.71	11.91	2.23	326.02	0.25	-0.8	-0.8	13.61	2.92	394.06	0.3	0.9	0.9	14.11	3.45	413.99	0.34	1.4	1.4
54	31K+798	5.26	14.74	16.15	12.33	2.3	316.17	0.32	-2.41	-3.82	14.28	2.58	446.25	0.36	-0.46	-1.87	15.31	2.34	612.36	0.43	0.57	-0.84
55. 1	32K+148	5.35	15.08	15.16	12.51	2.79	247.96	0.35	-2.57	-2.65	14.43	3.47	324.57	0.39	-0.65	-0.73	15.43	3.88	364.53	0.41	0.35	0.27

附表 1　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q2、Q5、Q10)																							
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
55	32K+163	5.16	15.03	15.14	12.53	2.75	251.43	0.34	-2.5	-2.61	14.46	3.43	328.38	0.38	-0.57	-0.68	15.47	3.83	368.52	0.4	0.44	0.33
56	32K+863	4.88	16.52	16.42	13.18	1.74	397.8	0.24	-3.34	-3.24	15.44	1.89	596.41	0.28	-1.08	-0.98	16.59	1.86	759.39	0.27	0.07	0.17
57	33K+423	5.8	14.93	17.18	13.36	2.17	318.34	0.29	-1.57	-3.82	15.83	1.85	608.22	0.38	0.9	-1.35	16.91	1.62	871.53	0.28	1.98	-0.27
58	34K+223	5.49	15.75	16.72	13.88	1.87	368.99	0.3	-1.87	-2.84	16.46	1.24	908.13	0.24	0.71	-0.26	17.28	1.19	1184.05	0.2	1.53	0.56
59	34K+663	5.9	20.09	16.99	14.12	1.82	380.51	0.27	-5.97	-2.87	16.62	1.68	669.75	0.27	-3.47	-0.37	17.37	1.77	799.02	0.26	-2.72	0.38
60	35K+213	6.17	20.79	17.15	14.34	2.11	327.61	0.29	-6.45	-2.81	16.93	2.21	509.99	0.39	-3.86	-0.22	17.65	2.21	638.3	0.38	-3.14	0.5
60. 2	35K+313	8.48	20.81	16.93	14.58	4.02	171.93	1	-6.23	-2.35	17.14	1.75	644.29	0.36	-3.67	0.21	17.85	1.68	839.9	0.31	-2.96	0.92
60. 1	35K+323	8.47	21.25	16.96	14.99	3.12	221.67	0.77	-6.26	-1.97	17.15	1.77	635.68	0.36	-4.1	0.19	17.85	1.72	819.45	0.31	-3.4	0.89
61	35K+723	7.35	20.31	16.81	15.71	1.08	638.16	0.18	-4.6	-1.1	17.43	1.08	1042.71	0.19	-2.88	0.62	18.1	1.13	1245.35	0.18	-2.21	1.29
62	36K+223	8.15	19.84	19.74	15.78	2.21	313.37	0.37	-4.06	-3.96	17.58	1.79	629.58	0.38	-2.26	-2.16	18.22	1.75	806.42	0.33	-1.62	-1.52
63. 1	36K+823	10.25	21.38	23.82	16.53	1.35	512.71	0.33	-4.85	-7.29	18.02	1.03	1095.27	0.2	-3.36	-5.8	18.58	1.06	1335.23	0.19	-2.8	-5.24
63	36K+873	10.56	18.02	24.75	16.54	1.51	457.19	0.23	-1.48	-8.21	17.96	1.84	612.79	0.26	-0.06	-6.79	18.48	2.08	680.28	0.29	0.46	-6.27
64	37K+193	9.65	19.23	17.82	16.66	1.89	365.14	0.34	-2.57	-1.16	18.12	1.97	572.58	0.35	-1.11	0.3	18.69	2.09	676.81	0.35	-0.54	0.87
65	37K+571	9.88	21.86	19.18	16.89	2.21	313.29	0.32	-4.97	-2.29	18.35	2.68	419.85	0.39	-3.51	-0.83	18.95	2.94	480.99	0.47	-2.91	-0.23
66	38K+013	9.86	22.37	20.37	17.17	2.36	293.15	0.33	-5.2	-3.2	18.92	2.55	442.4	0.47	-3.45	-1.45	19.68	2.52	560.33	0.43	-2.69	-0.69
67	38K+213	9.92	22.71	19.9	17.36	2.07	334.58	0.28	-5.35	-2.54	19.11	2.53	445.69	0.31	-3.6	-0.79	19.8	2.87	493.11	0.35	-2.91	-0.1
68	38K+813	9.61	21.95	19.9	17.65	2.57	269.08	0.36	-4.3	-2.25	19.73	2.71	416.19	0.59	-2.22	-0.17	20.61	2.21	639.43	0.47	-1.34	0.71
69	39K+393	10.36	24.21	24.33	18.18	1.6	431.95	0.24	-6.03	-6.15	20.36	1.74	648.93	0.22	-3.85	-3.97	21.27	1.69	834.7	0.29	-2.94	-3.06
70	39K+883	11.32	24.82	25.63	18.34	1.96	352.44	0.28	-6.48	-7.29	20.48	2.17	518.79	0.28	-4.34	-5.15	21.48	2.3	614.93	0.32	-3.34	-4.15
71	40K+348	10.43	22.03	25.01	18.59	2.04	339.1	0.31	-3.44	-6.42	20.7	2.17	518.41	0.29	-1.33	-4.31	21.74	2.3	613.51	0.29	-0.29	-3.27
72	40K+698	11.36	26.25	25.49	18.85	1.96	352.89	0.31	-7.4	-6.64	20.92	2.06	546.72	0.29	-5.33	-4.57	21.97	2.1	671.74	0.29	-4.28	-3.52
72. 2	41K+178	12.39	25.33	25.4	19.18	1.12	614.31	0.18	-6.15	-6.22	21.22	1.17	966.39	0.16	-4.11	-4.18	22.28	1.21	1166.14	0.16	-3.05	-3.12
72. 1	41K+203	12.26	25.41	25.45	19.18	1.18	587.7	0.19	-6.23	-6.27	21.23	1.21	927.9	0.18	-4.18	-4.22	22.28	1.24	1139.07	0.17	-3.13	-3.17
73	41K+458	12.26	26.59	26.41	19.24	1.69	408.62	0.33	-7.35	-7.17	21.27	1.52	743.12	0.23	-5.32	-5.14	22.31	1.52	927.47	0.21	-4.28	-4.1
74	41K+878	12.98	26.77	26.8	19.61	2.51	274.88	0.45	-7.16	-7.19	21.41	2.41	467.81	0.39	-5.36	-5.39	22.4	2.4	589.63	0.36	-4.37	-4.4
74. 1	42K+478	14.88	29.59	29.69	20.64	2.35	294.28	0.44	-8.95	-9.05	22.16	2.27	496.18	0.4	-7.43	-7.53	23.01	2.24	630.53	0.36	-6.58	-6.68
74. 2	42K+523	14.8	29.6	29.7	20.76	2.13	325	0.42	-8.84	-8.94	22.3	1.87	601.23	0.35	-7.3	-7.4	23.14	1.82	775.06	0.3	-6.46	-6.56
75. 1	42K+528	15.07	28.74	28.93	20.91	1.42	485.48	0.29	-7.83	-8.02	22.39	1.43	788.16	0.24	-6.35	-6.54	23.21	1.46	968.41	0.22	-5.53	-5.72
75	42K+573	14.98	28.65	28.95	20.92	1.61	421.68	0.31	-7.73	-8.03	22.38	1.67	661.12	0.28	-6.27	-6.57	23.2	1.69	813.54	0.26	-5.45	-5.75
76	43K+158	15.07	27.99	27.42	21.37	2.29	296.85	0.38	-6.62	-6.05	22.71	2.66	414.07	0.41	-5.28	-4.71	23.44	2.84	484.93	0.41	-4.55	-3.98
77	43K+493	15.21	28.35	25.94	21.72	2.4	283.13	0.39	-6.63	-4.22	23.09	2.83	388.37	0.42	-5.26	-2.85	23.81	3.06	450.47	0.43	-4.54	-2.13
78	43K+832	15.18	28.49	32.77	22.15	2.05	332.23	0.34	-6.34	-10.62	23.6	2.36	467.09	0.36	-4.89	-9.17	24.38	2.46	559.09	0.37	-4.11	-8.39
79	44K+283	16.14	28.66	29.15	22.66	2.17	313.43	0.42	-6	-6.49	24.08	2.24	490.7	0.37	-4.58	-5.07	24.84	2.34	588.91	0.35	-3.82	-4.31
80	44K+813	15.88	29.27	29.62	23.31	1.75	389.66	0.31	-5.96	-6.31	24.58	2.01	548.21	0.31	-4.69	-5.04	25.34	2.12	649.15	0.33	-3.93	-4.28
81. 1	45K+223	16.52	31.98	31.16	23.58	1.15	588.97	0.19	-8.4	-7.58	24.88	1.38	798.63	0.2	-7.1	-6.28	25.66	1.47	934.95	0.21	-6.32	-5.5
81	45K+243	16.49	31.94	30.79	23.61	0.94	724.26	0.15	-8.33	-7.18	24.91	1.14	968.79	0.16	-7.03	-5.88	25.7	1.23	1122.38	0.16	-6.24	-5.09
82	45K+973	17.16	31.05	30.67	23.76	2.22	306.48	0.45	-7.29	-6.91	25.07	2.19	501.91	0.4	-5.98	-5.6	25.85	2.17	635.2	0.37	-5.2	-4.82
83	46K+343	17.5	31.56	30.89	24.38	1.81	375.05	0.37	-7.18	-6.51	25.52	1.96	561.86	0.34	-6.04	-5.37	26.21	2.03	678.43	0.33	-5.35	-4.68
84	46K+983	18.41	32.1	32.09	24.99	1.95	348.71	0.32	-7.11	-7.1	26.08	2.42	455.17	0.37	-6.02	-6.01	26.71	2.63	523.53	0.39	-5.39	-5.38
85	47K+583	19.73	32.22	32.2	25.54	2.51	270.55	0.41	-6.68	-6.66	26.73	3.05	360.93	0.46	-5.49	-5.47	27.43	3.26	422.18	0.49	-4.79	-4.77
85. 2	47K+803	18.13	30.84	30.81	25.94	1.31	473.86	0.22	-4.9	-4.87	27.27	1.51	663.41	0.23	-3.57	-3.54	28.04	1.57	777.49	0.22	-2.8	-2.77

附表 1　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q2、Q5、Q10)																							
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
85. 1	47K+818	20.35	30.88	30.79	25.91	1.64	380.97	0.31	-4.97	-4.88	27.25	1.75	573.24	0.28	-3.63	-3.54	28.02	1.79	685.44	0.26	-2.86	-2.77
86	48K+178	19.4	30.06	31.15	26.13	2.33	267.87	0.35	-3.93	-5.02	27.37	2.86	349.91	0.42	-2.69	-3.78	28.08	3.03	403.96	0.43	-1.98	-3.07
87. 5	48K+758	21.97	39.72	38.17	26.86	2.73	228.6	0.51	-12.86	-11.31	28.24	2.85	350.89	0.48	-11.48	-9.93	28.95	2.9	421.4	0.46	-10.77	-9.22
87. 4	48K+778	21.63	39.89	38.43	26.95	2.54	245	0.46	-12.94	-11.48	28.28	2.82	354.68	0.44	-11.61	-10.15	28.97	2.94	415.91	0.45	-10.92	-9.46
87. 3	48K+788	21.09	46.76	42.55	27.06	2.2	282.62	0.4	-19.7	-15.49	28.41	2.39	418.47	0.39	-18.35	-14.14	29.13	2.44	500.82	0.38	-17.63	-13.42
87. 2	48K+828	20.53	42.02	41.97	27.25	1.4	445.61	0.24	-14.77	-14.72	28.63	1.54	647.96	0.25	-13.39	-13.34	29.35	1.59	771.97	0.24	-12.67	-12.62
87. 1	48K+838	21.09	37.67	37.85	27.22	1.67	372.65	0.29	-10.45	-10.63	28.6	1.8	555.23	0.29	-9.07	-9.25	29.32	1.85	660.27	0.28	-8.35	-8.53
87	48K+858	22.24	36.58	36.85	27.22	1.81	344.67	0.32	-9.36	-9.63	28.59	2.02	494.9	0.31	-7.99	-8.26	29.3	2.13	575.99	0.31	-7.28	-7.55
88	49K+108	22.11	33.36	35.99	27.28	3.45	180.45	0.65	-6.08	-8.71	28.52	3.82	262.02	0.62	-4.84	-7.47	29.19	3.96	308.97	0.61	-4.17	-6.8
89	49K+618	23.82	36.36	36.77	29.08	3.76	165.88	0.68	-7.28	-7.69	30.15	4.39	228.17	0.74	-6.21	-6.62	30.74	4.58	267.31	0.75	-5.62	-6.03
90	49K+963	25.69	37.52	37.7	30.47	4.09	152.48	0.76	-7.05	-7.23	31.67	4.52	221.62	0.78	-5.85	-6.03	32.27	4.66	262.56	0.78	-5.25	-5.43
91	50K+503	28.38	44.13	44.33	33.13	3.1	201.03	0.59	-11	-11.2	34.26	3.53	283.74	0.58	-9.87	-10.07	34.78	3.77	324.45	0.59	-9.35	-9.55
92	51K+058	27.88	51.37	51.37	34.6	2.56	243.55	0.41	-16.77	-16.77	35.75	3.19	314.11	0.45	-15.62	-15.62	36.31	3.5	349.25	0.48	-15.06	-15.06
92. 1	51K+333	31.53	54.22	50.49	33.01	9.17	67.95	3.41	-21.21	-17.48	36.46	1.93	517.89	0.31	-17.76	-14.03	37.11	2.02	605.01	0.3	-17.11	-13.38
92. 2	51K+334	35.55	50.49	50.49	37.04	3.58	173.99	1	-13.45	-13.45	37.54	4.15	241.15	1	-12.95	-12.95	37.81	4.38	279.25	1	-12.68	-12.68
93	51K+458	33.51	49.45	49.45	37.91	2.64	236.4	0.46	-11.54	-11.54	38.5	3.59	278.75	0.59	-10.95	-10.95	38.74	4.13	296.67	0.66	-10.71	-10.71
94	51K+758	34.54	51.93	51.74	38.56	4.77	130.64	1.14	-13.37	-13.18	39.2	5.64	177.52	1.17	-12.73	-12.54	40.2	4.81	254.43	0.85	-11.73	-11.54
95. 1	51K+968	39.08	59.91	59.8	41.91	4.02	154.95	1	-18	-17.89	42.54	4.64	215.54	1	-17.37	-17.26	42.89	4.89	250.08	1	-17.02	-16.91
95	51K+980	38.37	59.94	59.81	42.63	2	311.99	0.39	-17.31	-17.18	43.46	2.43	412.2	0.42	-16.48	-16.35	43.88	2.64	463.96	0.43	-16.06	-15.93
96	52K+320	39.24	56.81	59.88	43.09	5.42	115.04	1.03	-13.72	-16.79	44.09	6.36	157.45	1.07	-12.72	-15.79	44.61	6.77	180.8	1.09	-12.2	-15.27
96. 1	52K+514	42.13	61.3	55.56	42.92	15.43	40.37	5.91	-18.38	-12.64	43.29	16.09	62.2	5.05	-18.01	-12.27	43.5	16.34	74.93	4.73	-17.8	-12.06
96. 2	52K+515	42.13	61.3	55.56	44.56	14.7	42.39	4.41	-16.74	-11	45.18	15.16	66.03	3.69	-16.12	-10.38	45.55	15.3	80	3.41	-15.75	-10.01
97	52K+630	58.82	63.59	63.47	60.17	3.51	177.48	1	-3.42	-3.3	60.64	4.1	244.34	1	-2.95	-2.83	60.88	4.39	278.57	1	-2.71	-2.59
97. 1	52K+631	56.03	63.59	63.47	60.71	1.67	372.35	0.33	-2.88	-2.76	61.32	2.18	459.64	0.39	-2.27	-2.15	61.64	2.42	505.21	0.41	-1.95	-1.83
98	52K+945	58.62	64.81	64.42	61.64	4.14	150.39	1	-3.17	-2.78	62.35	4.44	225.35	1	-2.46	-2.07	62.65	4.72	259.34	1	-2.16	-1.77
99	53K+395	62.28	69.43	72.46	65.64	3.37	185.07	0.73	-3.79	-6.82	66.55	3.63	275.71	0.77	-2.88	-5.91	66.85	3.92	312.63	0.79	-2.58	-5.61
100	53K+735	64.41	70.7	70.9	67.88	2.81	149.72	0.7	-2.82	-3.02	68.61	2.6	218.02	0.55	-2.09	-2.29	69	2.74	256.58	0.55	-1.7	-1.9
101	53K+945	66.92	72.89	72.89	69.06	4.42	95.35	1.21	-3.83	-3.83	69.33	4.95	114.27	1.25	-3.56	-3.56	69.58	5.32	132.37	1.25	-3.31	-3.31
102	54K+250	70.74	77.63	77.15	74.2	3.76	111.96	1	-3.43	-2.95	74.58	3.97	142.44	1	-3.05	-2.57	74.92	3.99	176.33	1	-2.71	-2.23
103. 1	54K+510	72.62	83.29	83.09	76.72	3.46	121.7	0.75	-6.57	-6.37	76.34	5.61	100.86	1.31	-6.95	-6.75	76.65	5.98	117.71	1.31	-6.64	-6.44
103	54K+525	71.7	83.34	83.1	76.69	4.28	98.4	1	-6.65	-6.41	77.1	4.7	120.41	1	-6.24	-6	77.46	5.05	139.54	1	-5.88	-5.64
104	54K+755	74.66	85.02	82.4	78.95	2.72	154.57	0.62	-6.07	-3.45	79.43	2.91	194.59	0.62	-5.59	-2.97	80.05	2.73	258.14	0.62	-4.97	-2.35
105	54K+945	75.73	85.31	84.82	79.87	4.49	93.7	1	-5.44	-4.95	80.4	4.73	119.54	1	-4.91	-4.42	80.79	5.01	140.54	1	-4.52	-4.03
106	55K+145	79.02	87.25	85.97	82.4	3.66	115.03	0.89	-4.85	-3.57	82.79	4	141.61	0.89	-4.46	-3.18	83.13	4.27	164.81	0.89	-4.12	-2.84
107. 2	55K+365	78.83	89.58	89.32	81.11	9.1	46.26	2.21	-8.47	-8.21	81.61	9.43	60.04	2.08	-7.97	-7.71	82.01	9.68	72.76	2.27	-7.57	-7.31
107	55K+367	81.55	89.4	89.22	83.29	6.8	61.9	2.1	-6.11	-5.93	83.51	7.54	75.03	2.14	-5.89	-5.71	83.71	8.1	86.96	2.16	-5.69	-5.51
107. 3	55K+587	87.96	95.76	95.68	90.31	4.11	102.45	1	-5.45	-5.37	90.7	4.5	125.7	1	-5.06	-4.98	91.03	4.81	146.31	1	-4.73	-4.65
108. 1	55K+602	88.01	95.72	95.7	90.87	2.97	141.99	0.63	-4.85	-4.83	91.32	3.32	170.26	0.65	-4.4	-4.38	91.71	3.61	195.25	0.66	-4.01	-3.99
108	55K+802	89.61	96.32	98	92.68	4.45	94.59	1.01	-3.64	-5.32	93.11	4.88	116.07	1.05	-3.21	-4.89	93.41	5.33	132.08	1.08	-2.91	-4.59
109. 1	56K+322	96.13	105	105.05	98.94	4.34	97	1	-6.06	-6.11	99.38	4.71	120.14	1	-5.62	-5.67	99.76	5	140.71	1	-5.24	-5.29
109	56K+332	96.1	105	105.06	99.52	3.09	136.06	0.63	-5.48	-5.54	100.05	3.4	166.44	0.65	-4.95	-5.01	100.51	3.6	195.56	0.7	-4.49	-4.55

附表 1　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q2、Q5、Q10)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
110	56K+612	99.63	108.17	105.36	102.53	4.26	98.77	1	-5.64	-2.83	102.93	4.69	120.61	1	-5.24	-2.43	103.29	5.05	139.5	1	-4.88	-2.07
111	56K+862	100.98	108.02	108.26	104.07	6.04	69.75	1.33	-3.95	-4.19	104.62	6.39	88.59	1.31	-3.4	-3.64	105.08	6.6	106.64	1.31	-2.94	-3.18
112	57K+102	107.06	112.1	112.28	109.43	4.24	99.28	1.07	-2.67	-2.85	109.77	4.73	119.7	1.08	-2.33	-2.51	110.07	5.08	138.64	1.08	-2.03	-2.21
112. 1	57K+302	110.91	119.87	119.88	112.92	3.68	114.35	1	-6.95	-6.96	113.24	3.99	141.97	1	-6.63	-6.64	113.51	4.24	165.9	1	-6.36	-6.37
113	57K+322	111.24	119.87	119.84	113.39	3.09	136.25	0.78	-6.48	-6.45	113.7	3.48	162.76	0.81	-6.17	-6.14	113.94	3.83	183.63	0.84	-5.93	-5.9
114	57K+743	115.36	121.79	124.44	118.48	4.53	93.04	1	-3.31	-5.96	119.16	4.21	134.35	1	-2.63	-5.28	119.6	4.12	170.85	1	-2.19	-4.84
115	57K+913	117.16	125.14	126.44	120.86	4.1	102.63	0.92	-4.28	-5.58	121.31	4.49	126.16	0.94	-3.83	-5.13	121.67	4.81	146.46	0.97	-3.47	-4.77
116	58K+253	123.54	130.47	130.57	126.23	4.2	100.32	1.04	-4.24	-4.34	126.78	3.95	143.27	1.03	-3.69	-3.79	126.98	4.33	162.43	1.07	-3.49	-3.59
116. 1	58K+263	123.59	130.66	130.59	126.6	3.72	113.25	1	-4.06	-3.99	126.96	3.9	145.21	1	-3.7	-3.63	127.21	4.16	169.06	1	-3.45	-3.38
116. 2	58K+393	126.1	135.74	135.71	128.4	3.9	107.84	1.21	-7.34	-7.31	128.62	4.33	130.59	1.22	-7.12	-7.09	128.82	4.66	151.19	1.22	-6.92	-6.89
117	58K+405	126.26	135.74	135.7	128.71	3.8	110.68	1.12	-7.03	-6.99	129.05	3.93	144.09	1.05	-6.69	-6.65	129.15	4.56	154.53	1.18	-6.59	-6.55
118	58K+540	128.16	135.21	135.2	131.53	3.2	131.39	1	-3.68	-3.67	131.68	3.78	149.59	1.11	-3.53	-3.52	131.97	3.78	186.38	1	-3.24	-3.23
119	58K+695	132.07	137.75	137.77	134.22	3.43	122.9	1.04	-3.53	-3.55	134.4	3.98	142.37	1.13	-3.35	-3.37	134.54	4.45	158.34	1.2	-3.21	-3.23
120	58K+895	135.2	141.54	141.34	137.52	3.74	112.61	1	-4.02	-3.82	137.83	4.11	137.7	1	-3.71	-3.51	138.12	4.38	160.62	1	-3.42	-3.22
121	59K+085	137.44	144.31	144.5	140.29	3.47	121.46	0.9	-4.02	-4.21	140.65	3.69	153.52	0.92	-3.66	-3.85	141.13	3.37	208.65	0.9	-3.18	-3.37
122	59K+425	142.21	151.58	148.9	144.87	3.9	107.97	1	-6.71	-4.03	145.22	4.27	132.64	1	-6.36	-3.68	145.57	4.43	159.04	1	-6.01	-3.33
123	59K+650	146.7	152.49	151.95	148.69	4.41	95.44	1.21	-3.8	-3.26	148.95	4.95	114.32	1.26	-3.54	-3	149.18	5.36	131.27	1.29	-3.31	-2.77
124	59K+980	153.14	163.1	163.27	155.45	3.64	115.52	1	-7.65	-7.82	155.74	4.02	140.95	1	-7.36	-7.53	156.04	4.23	166.58	1	-7.06	-7.23
125	60K+255	157.2	164.04	163.8	159.96	3.49	120.54	0.99	-4.08	-3.84	160.2	3.9	145.03	1.07	-3.84	-3.6	160.34	4.41	159.8	1.17	-3.7	-3.46
125. 1	60K+410	159.34	169.97	169.98	162.1	4.09	102.89	0.97	-7.87	-7.88	162.48	4.55	124.49	1	-7.49	-7.5	162.9	4.63	152.03	1	-7.07	-7.08
126	60K+422	159.43	169.96	170.2	162.43	3.66	115.09	0.83	-7.53	-7.77	162.96	3.82	148.23	0.83	-7	-7.24	163.29	4.1	171.7	0.84	-6.67	-6.91
127	60K+682	163.4	171.35	171.36	165.7	5.68	74.17	1.46	-5.65	-5.66	166.02	6.29	89.94	1.49	-5.33	-5.34	166.31	6.74	104.47	1.5	-5.04	-5.05
128	60K+912	167.96	179.12	176.2	171.72	3.95	106.65	1	-7.4	-4.48	172.07	4.34	130.49	1	-7.05	-4.13	172.37	4.66	151.08	1	-6.75	-3.83
129	61K+087	171.8	187.09	187.64	173.88	6.97	60.42	1.84	-13.21	-13.76	174.25	7.46	75.87	1.77	-12.84	-13.39	174.67	7.22	97.5	1.88	-12.42	-12.97
130	61K+287	177	185.62	185.64	180.34	4.69	89.81	1	-5.28	-5.3	181.08	4.42	127.94	1	-4.54	-4.56	181.49	4.53	155.52	1	-4.13	-4.15
131	61K+637	176.83	185.25	185.24	179.53	11.07	38.02	2.71	-5.72	-5.71	179.91	12.15	46.57	2.75	-5.34	-5.33	180.36	12.07	58.3	2.78	-4.89	-4.88
132	61K+977	194.11	202.12	204.84	197.88	5.05	83.38	1.14	-4.24	-6.96	198.81	4.33	130.67	1.04	-3.31	-6.03	199.18	4.38	160.84	1.05	-2.94	-5.66
133	62K+252	201.85	209.75	210.05	204.61	5.45	77.21	1.49	-5.14	-5.44	204.81	6.37	88.79	1.65	-4.94	-5.24	205	7.04	100.04	1.73	-4.75	-5.05
133. 1	62K+537	209.09	220.24	221.29	212.14	5.15	81.79	1.14	-8.1	-9.15	212.78	5.23	108.28	1.08	-7.46	-8.51	213.19	5.55	126.77	1.07	-7.05	-8.1
134	62K+555	210.05	220.22	221.28	212.82	4.43	94.98	1	-7.4	-8.46	213.26	4.86	116.43	1	-6.96	-8.02	213.64	5.23	134.6	1	-6.58	-7.64

附表 2　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
1	0K+000	-5.13	4.57	4.81	2.6	0.53	3605.33	0.09	-1.97	-2.21	2.6	0.6	3605.33	0.1	-1.97	-2.21	2.6	0.68	3605.33	0.12	-1.97	-2.21
2	0K+627	-4.61	2.87	4.85	2.63	0.6	3145.99	0.1	-0.24	-2.22	2.64	0.69	3153.24	0.11	-0.23	-2.21	2.65	0.78	3161.49	0.13	-0.22	-2.2
2. 2	1K+067	-5.07	3.58	4.7	2.65	0.92	2056.05	0.15	-0.93	-2.05	2.66	1.05	2064.07	0.17	-0.92	-2.04	2.68	1.18	2073.11	0.2	-0.9	-2.02
2. 1	1K+112	-4.56	3.47	4.59	2.65	1.01	1879.54	0.17	-0.82	-1.94	2.66	1.15	1887.56	0.2	-0.81	-1.93	2.68	1.29	1896.59	0.22	-0.79	-1.91
3	1K+242	-3.39	4.94	4.75	2.66	1.16	1630.2	0.21	-2.28	-2.09	2.68	1.32	1640.02	0.24	-2.26	-2.07	2.7	1.48	1651.05	0.26	-2.24	-2.05
3. 2	1K+465	-8.79	5.06	4.71	2.73	0.91	2074.1	0.15	-2.33	-1.98	2.77	1.04	2096.12	0.17	-2.29	-1.94	2.82	1.16	2120.65	0.19	-2.24	-1.89
3. 1	1K+477	-8.87	5.06	4.71	2.73	0.93	2028.44	0.16	-2.33	-1.98	2.77	1.06	2050.81	0.18	-2.29	-1.94	2.82	1.18	2075.72	0.2	-2.24	-1.89
4	2K+057	-3.25	5.14	5	2.81	0.89	2131.23	0.15	-2.33	-2.19	2.88	1	2166.92	0.17	-2.26	-2.12	2.94	1.11	2205.85	0.18	-2.2	-2.06
5	2K+867	-2.52	5.53	5.51	2.94	1.27	1492.02	0.22	-2.59	-2.57	3.03	1.42	1532.97	0.25	-2.5	-2.48	3.12	1.55	1576.38	0.27	-2.41	-2.39
6. 1	3K+337	-9.39	7.44	8.19	3.07	1.3	1454.76	0.22	-4.37	-5.12	3.19	1.45	1501.43	0.24	-4.25	-5	3.31	1.58	1549.76	0.26	-4.13	-4.88
6	3K+367	-6.44	7.42	7.38	3.06	1.5	1266.58	0.27	-4.36	-4.32	3.17	1.66	1312.36	0.29	-4.25	-4.21	3.29	1.8	1359.8	0.31	-4.13	-4.09
7	4K+253	-2.27	5.91	6.53	3.38	1.23	1539.8	0.2	-2.53	-3.15	3.55	1.35	1609.34	0.22	-2.36	-2.98	3.72	1.46	1678.92	0.23	-2.19	-2.81
8	5K+173	-7.6	6.3	6.6	3.63	1.35	1408.6	0.23	-2.67	-2.97	3.83	1.46	1490.39	0.25	-2.47	-2.77	4.02	1.56	1570.65	0.26	-2.28	-2.58
9	5K+933	-7.67	6.8	6.76	3.88	1.39	1364.21	0.24	-2.92	-2.88	4.1	1.5	1449.96	0.25	-2.7	-2.66	4.31	1.6	1532.97	0.26	-2.49	-2.45
10	6K+423	-2.46	6.86	7.01	4.04	1.39	1363.45	0.24	-2.82	-2.97	4.27	1.5	1451.99	0.25	-2.59	-2.74	4.49	1.59	1537.79	0.26	-2.37	-2.52
11	6K+993	-6.28	7.26	7.07	4.22	1.32	1432.61	0.22	-3.04	-2.85	4.46	1.43	1523.41	0.23	-2.8	-2.61	4.69	1.52	1610.82	0.23	-2.57	-2.38
12. 2	7K+235	-4.62	7.07	6.42	4.28	1.31	1446.64	0.22	-2.79	-2.14	4.53	1.41	1546.19	0.23	-2.54	-1.89	4.77	1.49	1641.79	0.24	-2.3	-1.65
12. 1	7K+253	-4.18	7.08	6.49	4.3	1.19	1586.93	0.19	-2.78	-2.19	4.56	1.29	1688.54	0.2	-2.52	-1.93	4.8	1.37	1786.13	0.21	-2.28	-1.69
12	7K+523	-2.2	7.61	7.5	4.36	1.32	1432.84	0.23	-3.25	-3.14	4.61	1.41	1537.1	0.23	-3	-2.89	4.86	1.5	1637.3	0.24	-2.75	-2.64
13	7K+943	-2.77	7.68	7.66	4.48	1.35	1404.51	0.23	-3.2	-3.18	4.74	1.44	1505.61	0.23	-2.94	-2.92	4.99	1.53	1603.03	0.24	-2.69	-2.67
14	8K+353	-2.81	7.89	7.68	4.61	1.08	1753.09	0.17	-3.28	-3.07	4.88	1.16	1874.93	0.18	-3.01	-2.8	5.14	1.23	1991.92	0.19	-2.75	-2.54
15	8K+597	-3.87	7.96	7.77	4.66	1.07	1765.39	0.18	-3.3	-3.11	4.93	1.14	1905.92	0.19	-3.03	-2.84	5.19	1.2	2040.75	0.19	-2.77	-2.58
16	9K+097	-1.48	7.88	7.85	4.77	1.26	1506.04	0.24	-3.11	-3.08	5.05	1.32	1649.02	0.24	-2.83	-2.8	5.31	1.37	1786.09	0.24	-2.57	-2.54
17	9K+457	-1.95	7.07	8.01	4.9	1.17	1625.42	0.21	-2.17	-3.11	5.17	1.23	1770.26	0.22	-1.9	-2.84	5.43	1.28	1909.12	0.22	-1.64	-2.58
18	10K+089	-0.92	7.45	8.08	5.07	1.31	1441.89	0.23	-2.38	-3.01	5.34	1.39	1559.89	0.24	-2.11	-2.74	5.6	1.47	1672.88	0.24	-1.85	-2.48
19	10K+714	-2.76	7.67	8.08	5.27	1.2	1575.92	0.21	-2.4	-2.81	5.55	1.27	1705.21	0.21	-2.12	-2.53	5.81	1.34	1828.73	0.22	-1.86	-2.27
20	11K+524	-3.47	8.45	8.31	5.5	1.64	1156.97	0.29	-2.95	-2.81	5.77	1.73	1253.04	0.29	-2.68	-2.54	6.03	1.82	1344.56	0.3	-2.42	-2.28
21	12K+259	-2.23	9.07	9.03	5.81	1.37	1381.11	0.23	-3.26	-3.22	6.1	1.46	1491.42	0.24	-2.97	-2.93	6.37	1.54	1596.33	0.24	-2.7	-2.66
22	12K+684	-6.46	9.43	9.25	5.97	1.53	1242.1	0.29	-3.46	-3.28	6.25	1.59	1365.51	0.29	-3.18	-3	6.52	1.65	1482.87	0.29	-2.91	-2.73
23	13K+074	-4.35	9.32	10.38	6.18	1.91	993.57	0.31	-3.14	-4.2	6.47	2.03	1068.14	0.32	-2.85	-3.91	6.74	2.15	1140.27	0.33	-2.58	-3.64
23. 1	13K+114	-3.19	10.47	10.58	6.25	1.66	1082.82	0.28	-4.22	-4.33	6.55	1.77	1170.48	0.29	-3.92	-4.03	6.82	1.87	1254.18	0.29	-3.65	-3.76
24	13K+797	-2.85	9.97	7.56	6.64	0.98	1831.84	0.23	-3.33	-0.92	6.93	0.98	2123.3	0.22	-3.04	-0.63	7.21	0.97	2404.87	0.2	-2.76	-0.35
25	14K+217	-5.01	9.9	8.84	6.96	0.83	2168.37	0.17	-2.94	-1.88	7.2	0.87	2387.72	0.17	-2.7	-1.64	7.44	0.9	2608.97	0.17	-2.46	-1.4
26	14K+667	-2.55	9.95	8.54	7.6	0.85	2112.14	0.17	-2.35	-0.94	7.82	0.9	2295.64	0.17	-2.13	-0.72	8.05	0.95	2476.72	0.17	-1.9	-0.49
27	15K+249	-1.67	10.38	8.93	8.25	0.67	2677.54	0.13	-2.13	-0.68	8.49	0.71	2921.91	0.14	-1.89	-0.44	8.71	0.74	3154.09	0.14	-1.67	-0.22
28	15K+891	-2.03	10.69	9.09	8.57	0.45	4039.67	0.08	-2.12	-0.52	8.8	0.47	4369.54	0.09	-1.89	-0.29	9.03	0.5	4680.78	0.09	-1.66	-0.06
29	16K+579	-2.38	10.67	9.26	8.88	0.9	2008.65	0.16	-1.79	-0.38	9.12	0.96	2166.1	0.17	-1.55	-0.14	9.34	1.01	2313.58	0.17	-1.33	0.08
30	17K+259	-2.14	10.78	9.51	9.5	0.84	2149.9	0.15	-1.28	-0.01	9.76	0.89	2318.05	0.15	-1.02	0.25	10	0.95	2474.09	0.15	-0.78	0.49
31	17K+777	-1.97	11.07	11.48	9.9	0.85	2112.88	0.15	-1.17	-1.58	10.17	0.91	2291.69	0.16	-0.9	-1.31	10.42	0.95	2457.43	0.16	-0.65	-1.06
32. 1	18K+507	-3.45	14.06	14.44	10.1	1.09	1654.52	0.17	-3.96	-4.34	10.38	1.18	1758.7	0.17	-3.68	-4.06	10.64	1.26	1854.95	0.18	-3.42	-3.8
32	18K+522	-4.05	14.05	14.03	10.11	0.99	1828.42	0.14	-3.94	-3.92	10.39	1.07	1932.99	0.15	-3.66	-3.64	10.65	1.15	2029.72	0.16	-3.4	-3.38

附表 2　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
33	19K+032	-0.65	12.08	12.51	10.2	1.36	1326.8	0.22	-1.88	-2.31	10.49	1.45	1429.45	0.23	-1.59	-2.02	10.76	1.54	1524.23	0.24	-1.32	-1.75
34. 1	19K+477	-2.75	13.22	13.49	10.4	1.27	1422.5	0.21	-2.82	-3.09	10.69	1.35	1532.03	0.21	-2.53	-2.8	10.97	1.43	1632.99	0.22	-2.25	-2.52
34	19K+492	-2.76	13.24	13.48	10.39	1.33	1356.2	0.22	-2.85	-3.09	10.69	1.42	1465.69	0.23	-2.55	-2.79	10.97	1.49	1566.61	0.23	-2.27	-2.51
35. 1	19K+772	-0.58	12.91	13.14	10.46	1.77	1019.36	0.32	-2.45	-2.68	10.76	1.85	1118.66	0.33	-2.15	-2.38	11.03	1.93	1210.55	0.33	-1.88	-2.11
35	20K+252	-1	12.99	13.22	10.74	1.27	1400.39	0.21	-2.25	-2.48	11.04	1.36	1513.86	0.22	-1.95	-2.18	11.32	1.43	1619.07	0.22	-1.67	-1.9
36	20K+762	-0.83	13.3	13.35	10.94	1.3	1368.62	0.21	-2.36	-2.41	11.25	1.39	1478.38	0.22	-2.05	-2.1	11.53	1.46	1578.7	0.22	-1.77	-1.82
37	21K+412	-2.85	13.48	13.57	11.23	0.93	1917.83	0.13	-2.25	-2.34	11.56	1.01	2031.89	0.13	-1.92	-2.01	11.86	1.08	2134.92	0.14	-1.62	-1.71
37. 2	21K+702	-1.96	15.57	15.67	11.3	0.99	1808.85	0.15	-4.27	-4.37	11.64	1.06	1945.63	0.15	-3.93	-4.03	11.94	1.12	2068.78	0.16	-3.63	-3.73
37. 1	21K+717	-2.23	15.61	15.65	11.31	0.97	1833.05	0.15	-4.3	-4.34	11.65	1.04	1970.27	0.15	-3.96	-4	11.95	1.1	2093.81	0.16	-3.66	-3.7
38	22K+007	-0.36	15.93	14.12	11.34	1.14	1561.71	0.19	-4.59	-2.78	11.68	1.21	1703.37	0.19	-4.25	-2.44	11.98	1.26	1830.86	0.19	-3.95	-2.14
39	22K+633	-0.08	14.89	13.86	11.54	1.28	1395.21	0.23	-3.35	-2.32	11.87	1.33	1548.82	0.23	-3.02	-1.99	12.17	1.37	1686.69	0.23	-2.72	-1.69
40	23K+128	-1.12	15.1	13.85	11.87	1.21	1468.56	0.25	-3.23	-1.98	12.18	1.24	1654.58	0.24	-2.92	-1.67	12.46	1.27	1823.15	0.23	-2.64	-1.39
41	23K+668	-0.72	15.21	14.2	12.24	1.33	1337.59	0.25	-2.97	-1.96	12.53	1.4	1467.65	0.25	-2.68	-1.67	12.78	1.46	1585.99	0.25	-2.43	-1.42
41. 2	24K+088	-0.18	15.16	14.42	12.52	1.15	1553.4	0.24	-2.64	-1.9	12.79	1.19	1735.23	0.23	-2.37	-1.63	13.05	1.22	1900.6	0.23	-2.11	-1.37
41. 1	24K+113	-0.63	15.26	14.41	12.54	1.03	1725.18	0.2	-2.72	-1.87	12.82	1.08	1906.06	0.2	-2.44	-1.59	13.07	1.12	2070.58	0.2	-2.19	-1.34
42	24K+313	0.03	15.41	14.61	12.61	1.27	1402.83	0.25	-2.8	-2	12.88	1.34	1541.43	0.25	-2.53	-1.73	13.13	1.39	1667.52	0.25	-2.28	-1.48
43	24K+883	-0.25	15.73	14.81	12.9	1.38	1290.18	0.25	-2.83	-1.91	13.16	1.47	1397.97	0.25	-2.57	-1.65	13.4	1.54	1496.41	0.26	-2.33	-1.41
44	25K+451	-0.98	15.85	15.16	13.11	1.28	1395.83	0.19	-2.74	-2.05	13.39	1.39	1476.55	0.2	-2.46	-1.77	13.64	1.49	1548.64	0.21	-2.21	-1.52
44. 1	25K+463	-0.11	15.65	15.12	13.12	1.21	1473.9	0.17	-2.53	-2	13.4	1.33	1552.92	0.18	-2.25	-1.72	13.65	1.42	1623.44	0.19	-2	-1.47
44. 1. 1	25K+481	-1.38	15.66	15.13	13.1	1.46	1221.02	0.22	-2.56	-2.03	13.38	1.58	1298.57	0.23	-2.28	-1.75	13.63	1.69	1367.84	0.24	-2.03	-1.5
44. 2	25K+487	-0.92	15.61	15.13	13.1	1.52	1175.14	0.24	-2.51	-2.03	13.38	1.64	1252.31	0.25	-2.23	-1.75	13.62	1.75	1321.3	0.26	-1.99	-1.51
44. 2. 1	25K+500	-0.17	15.68	15.13	13.1	1.56	1140.28	0.25	-2.58	-2.03	13.38	1.69	1216.91	0.26	-2.3	-1.75	13.62	1.8	1285.45	0.27	-2.06	-1.51
44. 3	25K+505	-0.15	15.71	15.12	13.11	1.52	1177.52	0.23	-2.6	-2.01	13.39	1.64	1254.7	0.25	-2.32	-1.73	13.64	1.75	1323.66	0.26	-2.07	-1.48
44. 3. 1	25K+524	-0.36	15.71	15.15	13.12	1.51	1178.15	0.23	-2.59	-2.03	13.4	1.64	1255.53	0.25	-2.31	-1.75	13.65	1.74	1324.71	0.26	-2.06	-1.5
45	26K+198	0.64	16.11	15.51	13.35	1.41	1262.36	0.19	-2.76	-2.16	13.67	1.54	1338.49	0.22	-2.44	-1.84	13.95	1.64	1409.39	0.23	-2.16	-1.56
46. 1	26K+648	-0.02	16.28	15.77	13.47	1.3	1368.19	0.19	-2.81	-2.3	13.83	1.41	1464.5	0.19	-2.45	-1.94	14.11	1.5	1541.5	0.2	-2.17	-1.66
46	26K+660	1.47	16.21	15.76	13.47	1.33	1343.63	0.19	-2.74	-2.29	13.83	1.43	1441.13	0.2	-2.38	-1.93	14.11	1.52	1519.08	0.21	-2.1	-1.65
47	27K+282	1.59	16.33	16.56	13.66	1.64	1087.63	0.25	-2.67	-2.9	14.02	1.75	1178.34	0.26	-2.31	-2.54	14.31	1.84	1252.22	0.26	-2.02	-2.25
48	27K+932	1.95	16.81	16.86	13.99	1.83	976.3	0.29	-2.82	-2.87	14.36	1.93	1064.79	0.29	-2.45	-2.5	14.67	2.03	1138.52	0.3	-2.14	-2.19
49	28K+423	1.71	17	16.75	14.25	1.3	1371.71	0.17	-2.75	-2.5	14.64	1.4	1468.96	0.18	-2.36	-2.11	14.96	1.49	1548.49	0.19	-2.04	-1.79
50	29K+023	2.48	17.28	17.24	14.36	1.57	1138.51	0.22	-2.92	-2.88	14.76	1.67	1231.02	0.23	-2.52	-2.48	15.09	1.77	1306.62	0.24	-2.19	-2.15
50. 2	29K+383	3.57	18.61	18.34	14.48	1.29	1382.35	0.18	-4.13	-3.86	14.89	1.38	1493.37	0.19	-3.72	-3.45	15.23	1.46	1584.38	0.19	-3.38	-3.11
50. 1	29K+408	3.74	18.58	18.36	14.49	1.26	1419.61	0.18	-4.09	-3.87	14.9	1.34	1534.99	0.18	-3.68	-3.46	15.24	1.42	1629.51	0.19	-3.34	-3.12
51	29K+748	3.02	18.05	17.56	14.55	1.26	1415.2	0.17	-3.5	-3.01	14.97	1.35	1521.89	0.18	-3.08	-2.59	15.31	1.43	1611.74	0.19	-2.74	-2.25
52. 1	30K+278	1.98	19.92	19.45	14.62	1.72	1037.1	0.23	-5.3	-4.83	15.05	1.84	1115.66	0.24	-4.87	-4.4	15.39	1.96	1179.45	0.25	-4.53	-4.06
52	30K+288	0.85	19.96	19.45	14.63	1.68	1062.27	0.23	-5.33	-4.82	15.06	1.8	1142.88	0.23	-4.9	-4.39	15.4	1.91	1208.43	0.24	-4.56	-4.05
53	30K+988	3.85	15.78	14.19	14.95	1.89	945.39	0.35	-0.83	0.76	15.38	1.91	1079.3	0.33	-0.4	1.19	15.73	1.94	1190.06	0.32	-0.05	1.54
53. 1	31K+018	1.97	12.71	12.69	14.45	4.28	416.6	0.42	1.74	1.76	14.71	4.82	426.95	0.47	2	2.02	14.89	5.32	434.01	0.52	2.18	2.2
53. 2	31K+024	1.73	12.71	12.71	14.53	4.14	430.81	0.4	1.82	1.82	14.81	4.66	442.09	0.45	2.1	2.1	15.01	5.13	450.22	0.49	2.3	2.3
54	31K+798	5.26	14.74	16.15	16.05	2.34	761.69	0.39	1.31	-0.1	16.59	2.36	870.96	0.36	1.85	0.44	17.05	2.39	965.37	0.35	2.31	0.9
55. 1	32K+148	5.35	15.08	15.16	15.95	4.56	385.5	0.47	0.87	0.79	16.3	5.13	399.16	0.52	1.22	1.14	16.62	5.47	412.22	0.54	1.54	1.46

附表 2　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
55	32K+163	5.16	15.03	15.14	16.01	4.51	390.18	0.46	0.98	0.87	16.37	5.07	404.52	0.51	1.34	1.23	16.71	5.4	418.01	0.53	1.68	1.57
56	32K+863	4.88	16.52	16.42	17.45	1.98	889.47	0.26	0.93	1.03	18.11	2.07	989.28	0.26	1.59	1.69	18.62	2.11	1067.98	0.25	2.1	2.2
57	33K+423	5.8	14.93	17.18	17.74	1.63	1078.03	0.25	2.81	0.56	18.4	1.65	1238.97	0.24	3.47	1.22	18.91	1.65	1364.59	0.22	3.98	1.73
58	34K+223	5.49	15.75	16.72	18.05	1.22	1446.61	0.19	2.3	1.33	18.67	1.24	1657.9	0.18	2.92	1.95	19.15	1.24	1823.02	0.17	3.4	2.43
59	34K+663	5.9	20.09	16.99	18.11	1.9	927.51	0.26	-1.98	1.12	18.7	1.98	1032.28	0.26	-1.39	1.71	19.17	2.02	1114.58	0.26	-0.92	2.18
60	35K+213	6.17	20.79	17.15	18.36	2.29	766.77	0.36	-2.43	1.21	18.94	2.35	871.95	0.34	-1.85	1.79	19.39	2.36	954.37	0.33	-1.4	2.24
60. 2	35K+313	8.48	20.81	16.93	18.55	1.7	1037.52	0.28	-2.26	1.62	19.14	1.71	1200.97	0.26	-1.67	2.21	19.59	1.7	1328.7	0.25	-1.22	2.66
60. 1	35K+323	8.47	21.25	16.96	18.56	1.75	1005.8	0.29	-2.69	1.6	19.14	1.77	1160.11	0.27	-2.11	2.18	19.59	1.76	1280.55	0.26	-1.66	2.63
61	35K+723	7.35	20.31	16.81	18.78	1.2	1461.47	0.18	-1.53	1.97	19.35	1.25	1641.16	0.18	-0.96	2.54	19.78	1.27	1780.66	0.17	-0.53	2.97
62	36K+223	8.15	19.84	19.74	18.88	1.77	992.32	0.3	-0.96	-0.86	19.43	1.79	1146.59	0.28	-0.41	-0.31	19.86	1.78	1265.81	0.27	0.02	0.12
63. 1	36K+823	10.25	21.38	23.82	19.2	1.1	1606.06	0.18	-2.18	-4.62	19.72	1.12	1835.67	0.17	-1.66	-4.1	20.13	1.12	2014.16	0.17	-1.25	-3.69
63	36K+873	10.56	18.02	24.75	19.07	2.32	759.52	0.32	1.05	-5.68	19.57	2.47	829.96	0.33	1.55	-5.18	19.95	2.55	885.82	0.33	1.93	-4.8
64	37K+193	9.65	19.23	17.82	19.33	2.19	803.68	0.36	0.1	1.51	19.84	2.25	911.07	0.34	0.61	2.02	20.24	2.27	993.14	0.33	1.01	2.42
65	37K+571	9.88	21.86	19.18	19.75	2.59	678	0.54	-2.11	0.57	20.21	2.52	812.37	0.48	-1.65	1.03	20.57	2.46	917.06	0.44	-1.29	1.39
66	38K+013	9.86	22.37	20.37	20.54	2.34	751	0.42	-1.83	0.17	20.86	2.49	824.54	0.42	-1.51	0.49	21.12	2.55	885.33	0.42	-1.25	0.75
67	38K+213	9.92	22.71	19.9	20.79	2.63	669.2	0.49	-1.92	0.89	21.1	2.76	741.84	0.5	-1.61	1.2	21.34	2.82	799.63	0.49	-1.37	1.44
68	38K+813	9.61	21.95	19.9	21.66	1.87	939.48	0.33	-0.29	1.76	21.98	1.98	1032.62	0.34	0.03	2.08	22.21	2.05	1099.93	0.34	0.26	2.31
69	39K+393	10.36	24.21	24.33	22.04	1.71	1029.03	0.27	-2.17	-2.29	22.39	1.83	1120.99	0.29	-1.82	-1.94	22.62	1.9	1186.39	0.3	-1.59	-1.71
70	39K+883	11.32	24.82	25.63	22.23	2.46	714.91	0.36	-2.59	-3.4	22.58	2.67	766.69	0.37	-2.24	-3.05	22.81	2.82	800.38	0.39	-2.01	-2.82
71	40K+348	10.43	22.03	25.01	22.51	2.55	690	0.31	0.48	-2.5	22.89	2.82	727.88	0.33	0.86	-2.12	23.14	3	752.65	0.35	1.11	-1.87
72	40K+698	11.36	26.25	25.49	22.8	2.25	780.73	0.31	-3.45	-2.69	23.25	2.42	847.19	0.33	-3	-2.24	23.57	2.5	901.26	0.37	-2.68	-1.92
72. 2	41K+178	12.39	25.33	25.4	23.14	1.31	1343.21	0.16	-2.19	-2.26	23.62	1.42	1445.32	0.17	-1.71	-1.78	23.98	1.48	1519.32	0.18	-1.35	-1.42
72. 1	41K+203	12.26	25.41	25.45	23.14	1.34	1317.41	0.17	-2.27	-2.31	23.63	1.44	1419.65	0.18	-1.78	-1.82	23.98	1.51	1493.62	0.18	-1.43	-1.47
73	41K+458	12.26	26.59	26.41	23.17	1.63	1081.62	0.21	-3.42	-3.24	23.66	1.75	1171.41	0.22	-2.93	-2.75	24.01	1.82	1236.64	0.23	-2.58	-2.4
74	41K+878	12.98	26.77	26.8	23.23	2.51	700.91	0.35	-3.54	-3.57	23.72	2.67	767.04	0.36	-3.05	-3.08	24.06	2.77	815.19	0.37	-2.71	-2.74
74. 1	42K+478	14.88	29.59	29.69	23.85	2.25	783.17	0.36	-5.74	-5.84	24.36	2.3	889.56	0.36	-5.23	-5.33	24.71	2.34	964.24	0.35	-4.88	-4.98
74. 2	42K+523	14.8	29.6	29.7	23.97	1.84	955.07	0.28	-5.63	-5.73	24.48	1.92	1066.92	0.28	-5.12	-5.22	24.83	1.97	1143.8	0.28	-4.77	-4.87
75. 1	42K+528	15.07	28.74	28.93	24.03	1.53	1151.57	0.21	-4.71	-4.9	24.54	1.62	1264.05	0.22	-4.2	-4.39	24.89	1.68	1341.04	0.22	-3.85	-4.04
75	42K+573	14.98	28.65	28.95	24.02	1.78	972.77	0.27	-4.63	-4.93	24.53	1.84	1085.55	0.27	-4.12	-4.42	24.88	1.92	1161.6	0.27	-3.77	-4.07
76	43K+158	15.07	27.99	27.42	24.26	3.04	569.38	0.43	-3.73	-3.16	24.75	3.19	625.41	0.45	-3.24	-2.67	25.07	3.35	666.28	0.47	-2.92	-2.35
77	43K+493	15.21	28.35	25.94	24.63	3.3	524.08	0.44	-3.72	-1.31	25.16	3.47	574.73	0.46	-3.19	-0.78	25.55	3.61	617.47	0.51	-2.8	-0.39
78	43K+832	15.18	28.49	32.77	25.24	2.59	669.69	0.36	-3.25	-7.53	25.81	2.68	744.08	0.36	-2.68	-6.96	26.26	2.78	803.85	0.36	-2.23	-6.51
79	44K+283	16.14	28.66	29.15	25.71	2.45	708.36	0.37	-2.95	-3.44	26.26	2.51	795.69	0.36	-2.4	-2.89	26.71	2.58	866.74	0.35	-1.95	-2.44
80	44K+813	15.88	29.27	29.62	26.22	2.18	793.21	0.32	-3.05	-3.4	26.75	2.26	881.69	0.32	-2.52	-2.87	27.18	2.34	955.24	0.32	-2.09	-2.44
81. 1	45K+223	16.52	31.98	31.16	26.53	1.58	1096.08	0.21	-5.45	-4.63	27.06	1.66	1205.14	0.22	-4.92	-4.1	27.5	1.72	1295.91	0.22	-4.48	-3.66
81	45K+243	16.49	31.94	30.79	26.58	1.33	1298.39	0.17	-5.36	-4.21	27.11	1.42	1407.23	0.17	-4.83	-3.68	27.54	1.49	1497.78	0.18	-4.4	-3.25
82	45K+973	17.16	31.05	30.67	26.72	2.18	793.37	0.34	-4.33	-3.95	27.25	2.23	893.74	0.33	-3.8	-3.42	27.69	2.28	977.68	0.33	-3.36	-2.98
83	46K+343	17.5	31.56	30.89	27.02	2.11	822.69	0.32	-4.54	-3.87	27.53	2.18	916.43	0.31	-4.03	-3.36	27.97	2.23	999.93	0.32	-3.59	-2.92
84	46K+983	18.41	32.1	32.09	27.46	2.85	607.92	0.4	-4.64	-4.63	27.94	3.01	663.02	0.4	-4.16	-4.15	28.38	3.12	715.72	0.41	-3.72	-3.71
85	47K+583	19.73	32.22	32.2	28.18	3.49	496.89	0.51	-4.04	-4.02	28.69	3.62	551.32	0.52	-3.53	-3.51	29.21	3.6	619.5	0.55	-3.01	-2.99
85. 2	47K+803	18.13	30.84	30.81	28.85	1.78	897.25	0.23	-1.99	-1.96	29.38	1.92	977.85	0.24	-1.46	-1.43	29.88	2.05	1052.39	0.25	-0.96	-0.93

附表 2　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
85. 1	47K+818	20.35	30.88	30.79	28.82	1.99	803.72	0.27	-2.06	-1.97	29.36	2.12	884.06	0.28	-1.52	-1.43	29.86	2.25	958.36	0.28	-1.02	-0.93
86	48K+178	19.4	30.06	31.15	28.84	3.44	464.05	0.46	-1.22	-2.31	29.34	3.71	505.98	0.49	-0.72	-1.81	29.82	3.92	550.14	0.52	-0.24	-1.33
87. 5	48K+758	21.97	39.72	38.17	29.84	3.07	519.41	0.47	-9.88	-8.33	30.84	2.73	685.9	0.54	-8.88	-7.33	31.49	2.42	890.12	0.49	-8.23	-6.68
87. 4	48K+778	21.63	39.89	38.43	29.86	3.15	507.62	0.47	-10.03	-8.57	30.97	2.44	767.11	0.5	-8.92	-7.46	31.58	2.2	980.7	0.43	-8.31	-6.85
87. 3	48K+788	21.09	46.76	42.55	30.06	2.58	618.54	0.4	-16.7	-12.49	31.06	2.17	862.85	0.42	-15.7	-11.49	31.64	2.02	1066.15	0.38	-15.12	-10.91
87. 2	48K+828	20.53	42.02	41.97	30.3	1.67	957.38	0.25	-11.72	-11.67	31.22	1.53	1228.95	0.25	-10.8	-10.75	31.76	1.52	1414.44	0.24	-10.26	-10.21
87. 1	48K+838	21.09	37.67	37.85	30.27	1.96	815.47	0.29	-7.4	-7.58	31.2	1.74	1078.01	0.31	-6.47	-6.65	31.75	1.7	1266.09	0.29	-5.92	-6.1
87	48K+858	22.24	36.58	36.85	30.23	2.3	695.44	0.34	-6.35	-6.62	31.18	2.06	910.03	0.39	-5.4	-5.67	31.73	1.95	1104.76	0.36	-4.85	-5.12
88	49K+108	22.11	33.36	35.99	30.1	4.25	375.71	0.61	-3.26	-5.89	31.29	3.95	474.55	0.71	-2.07	-4.7	31.8	3.82	564.38	0.71	-1.56	-4.19
89	49K+618	23.82	36.36	36.77	31.57	4.81	331.68	0.75	-4.79	-5.2	32.81	4.35	431.39	0.61	-3.55	-3.96	33.23	4.62	466.55	0.62	-3.13	-3.54
90	49K+963	25.69	37.52	37.7	33.69	3.83	417.51	0.78	-3.83	-4.01	34.27	3.6	520.83	0.71	-3.25	-3.43	34.76	3.48	618.26	0.63	-2.76	-2.94
91	50K+503	28.38	44.13	44.33	35.73	4.01	398.6	0.57	-8.4	-8.6	36.05	4.42	424.27	0.61	-8.08	-8.28	36.24	4.9	439.85	0.67	-7.89	-8.09
92	51K+058	27.88	51.37	51.37	37.17	3.96	403.77	0.5	-14.2	-14.2	37.68	4.29	436.99	0.53	-13.69	-13.69	38.16	4.6	467.81	0.55	-13.21	-13.21
92. 1	51K+333	31.53	54.22	50.49	38.13	2.14	746.81	0.3	-16.09	-12.36	38.78	2.23	841.78	0.3	-15.44	-11.71	39.39	2.31	933.37	0.3	-14.83	-11.1
92. 2	51K+334	35.55	50.49	50.49	38.2	4.76	335.79	1	-12.29	-12.29	38.47	5.02	373.8	1	-12.02	-12.02	38.73	5.22	412.34	1	-11.76	-11.76
93	51K+458	33.51	49.45	49.45	39.07	4.97	321.16	0.77	-10.38	-10.38	39.29	5.55	337.74	0.84	-10.16	-10.16	39.46	6.14	350.65	0.92	-9.99	-9.99
94	51K+758	34.54	51.93	51.74	40.9	5.15	310.02	0.84	-11.03	-10.84	41.42	5.32	352.55	0.82	-10.51	-10.32	41.98	5.39	399.38	0.79	-9.95	-9.76
95. 1	51K+968	39.08	59.91	59.8	43.41	5.23	305.28	1	-16.5	-16.39	43.77	5.42	345.97	1	-16.14	-16.03	44.11	5.57	386.7	1	-15.8	-15.69
95	51K+980	38.37	59.94	59.81	44.5	2.96	539.83	0.45	-15.44	-15.31	44.89	3.18	589.24	0.47	-15.05	-14.92	45.25	3.4	633.72	0.48	-14.69	-14.56
96	52K+320	39.24	56.81	59.88	45.39	7.36	217.02	1.09	-11.42	-14.49	45.93	7.73	242.7	1.1	-10.88	-13.95	46.48	8	269.13	1.09	-10.33	-13.4
96. 1	52K+514	42.13	61.3	55.56	43.83	16.67	95.79	4.38	-17.47	-11.73	44.07	16.89	111.05	4.16	-17.23	-11.49	44.29	17.06	126.27	3.98	-17.01	-11.27
96. 2	52K+515	42.13	61.3	55.56	46.13	15.49	103.12	3.07	-15.17	-9.43	46.56	15.59	120.27	2.88	-14.74	-9	46.99	15.65	137.59	2.71	-14.31	-8.57
97	52K+630	58.82	63.59	63.47	61.26	4.8	332.92	1	-2.33	-2.21	61.53	5.05	371.38	1	-2.06	-1.94	61.79	5.29	407.53	1	-1.8	-1.68
97. 1	52K+631	56.03	63.59	63.47	62.12	2.78	574.74	0.45	-1.47	-1.35	62.46	3.01	622.99	0.46	-1.13	-1.01	62.77	3.22	668.85	0.48	-0.82	-0.7
98	52K+945	58.62	64.81	64.42	63.18	4.91	325.21	1	-1.63	-1.24	63.67	4.7	398.61	1	-1.14	-0.75	63.9	4.91	438.68	1	-0.91	-0.52
99	53K+395	62.28	69.43	72.46	67.29	4.33	368.94	0.82	-2.14	-5.17	67.57	4.61	406.33	0.83	-1.86	-4.89	67.8	4.94	435.85	0.86	-1.63	-4.66
100	53K+735	64.41	70.7	70.9	69.56	2.69	316.86	0.52	-1.14	-1.34	69.92	2.84	358.22	0.52	-0.78	-0.98	70.27	2.85	399.71	0.49	-0.43	-0.63
101	53K+945	66.92	72.89	72.89	69.84	5.64	151.19	1.25	-3.05	-3.05	70.11	5.93	171.42	1.25	-2.78	-2.78	70.56	5.43	209.99	1.27	-2.33	-2.33
102	54K+250	70.74	77.63	77.15	75.18	4.15	205.43	1	-2.45	-1.97	75.41	4.37	232.54	1	-2.22	-1.74	75.57	4.53	251.75	1	-2.06	-1.58
103. 1	54K+510	72.62	83.29	83.09	76.93	6.37	133.94	1.33	-6.36	-6.16	77.23	6.74	150.87	1.34	-6.06	-5.86	77.44	6.99	163.26	1.34	-5.85	-5.65
103	54K+525	71.7	83.34	83.1	77.82	5.37	158.9	1	-5.52	-5.28	78.22	5.63	180.56	1	-5.12	-4.88	78.49	5.83	195.83	1	-4.85	-4.61
104	54K+755	74.66	85.02	82.4	80.41	2.79	305.78	0.58	-4.61	-1.99	80.81	2.84	357.87	0.55	-4.21	-1.59	81.1	2.87	397.26	0.53	-3.92	-1.3
105	54K+945	75.73	85.31	84.82	81.16	5.29	161.12	1	-4.15	-3.66	81.54	5.56	182.86	1	-3.77	-3.28	81.81	5.74	198.68	1	-3.5	-3.01
106	55K+145	79.02	87.25	85.97	83.47	4.53	188.45	0.88	-3.78	-2.5	83.81	4.78	212.94	0.88	-3.44	-2.16	84.07	4.94	231	0.88	-3.18	-1.9
107. 2	55K+365	78.83	89.58	89.32	82.28	10.03	85.04	2.46	-7.3	-7.04	82.53	10.39	97.91	2.44	-7.05	-6.79	82.71	10.6	107.65	2.41	-6.87	-6.61
107	55K+367	81.55	89.4	89.22	83.91	8.59	99.25	2.17	-5.49	-5.31	84.12	9.05	112.37	2.17	-5.28	-5.1	84.28	9.31	122.54	2.16	-5.12	-4.94
107. 3	55K+587	87.96	95.76	95.68	91.37	5.09	167.44	1	-4.39	-4.31	91.71	5.38	189.05	1	-4.05	-3.97	91.95	5.59	204.21	1	-3.81	-3.73
108. 1	55K+602	88.01	95.72	95.7	92.09	3.88	219.91	0.67	-3.63	-3.61	92.47	4.15	245.35	0.69	-3.25	-3.23	92.75	4.33	263.66	0.69	-2.97	-2.95
108	55K+802	89.61	96.32	98	93.81	5.54	153.9	1.09	-2.51	-4.19	94.21	5.72	177.67	1.1	-2.11	-3.79	94.44	5.93	192.41	1.09	-1.88	-3.56
109. 1	56K+322	96.13	105	105.05	100.24	5.04	169.36	1	-4.76	-4.81	100.62	5.21	195.13	1	-4.38	-4.43	100.94	5.22	218.76	1	-4.06	-4.11
109	56K+332	96.1	105	105.06	100.96	3.72	229.4	0.69	-4.04	-4.1	101.36	3.9	260.64	0.68	-3.64	-3.7	101.61	4.07	280.48	0.71	-3.39	-3.45

附表 2　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q25、Q50、Q100)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
110	56K+612	99.63	108.17	105.36	103.82	4.89	174.61	1	-4.35	-1.54	104.12	5.17	196.71	1	-4.05	-1.24	104.34	5.37	212.52	1	-3.83	-1.02
111	56K+862	100.98	108.02	108.26	105.68	6.03	141.57	1.4	-2.34	-2.58	105.87	6.53	155.8	1.46	-2.15	-2.39	106.02	6.84	166.89	1.49	-2	-2.24
112	57K+102	107.06	112.1	112.28	110.39	5.39	158.36	1.07	-1.71	-1.89	110.74	5.65	179.9	1.06	-1.36	-1.54	111.06	5.69	200.42	1.05	-1.04	-1.22
112. 1	57K+302	110.91	119.87	119.88	113.77	4.5	189.47	1	-6.1	-6.11	114.04	4.73	214.9	1	-5.83	-5.84	114.23	4.91	232.42	1	-5.64	-5.65
113	57K+322	111.24	119.87	119.84	114.17	4.19	203.68	0.88	-5.7	-5.67	114.37	4.59	221.72	0.93	-5.5	-5.47	114.53	4.83	236.16	0.95	-5.34	-5.31
114	57K+743	115.36	121.79	124.44	119.89	4.18	204.24	1.03	-1.9	-4.55	120.02	4.64	219.14	1.11	-1.77	-4.42	120.13	4.89	233.3	1.13	-1.66	-4.31
115	57K+913	117.16	125.14	126.44	122.05	5.01	170.28	1	-3.09	-4.39	122.56	4.8	211.72	1	-2.58	-3.88	122.76	4.97	229.68	1.02	-2.38	-3.68
116	58K+253	123.54	130.47	130.57	127.21	4.62	184.77	1.07	-3.26	-3.36	127.43	4.95	205.53	1.08	-3.04	-3.14	127.6	5.13	222.4	1.08	-2.87	-2.97
116. 1	58K+263	123.59	130.66	130.59	127.46	4.43	192.57	1	-3.2	-3.13	127.72	4.67	217.57	1	-2.94	-2.87	127.9	4.85	235.13	1	-2.76	-2.69
116. 2	58K+393	126.1	135.74	135.71	129	5.03	169.42	1.25	-6.74	-6.71	129.22	5.29	192.37	1.23	-6.52	-6.49	129.37	5.49	207.73	1.23	-6.37	-6.34
117	58K+405	126.26	135.74	135.7	129.38	4.81	177.49	1.16	-6.36	-6.32	129.62	5.05	201.49	1.14	-6.12	-6.08	129.79	5.2	219.52	1.13	-5.95	-5.91
118	58K+540	128.16	135.21	135.2	132.14	4.1	207.9	1.03	-3.07	-3.06	132.31	4.42	229.92	1.06	-2.9	-2.89	132.46	4.57	249.92	1.07	-2.75	-2.74
119	58K+695	132.07	137.75	137.77	134.76	4.64	183.85	1.17	-2.99	-3.01	134.95	4.94	205.99	1.18	-2.8	-2.82	135.1	5.11	223.11	1.19	-2.65	-2.67
120	58K+895	135.2	141.54	141.34	138.63	3.94	216.6	1	-2.91	-2.71	138.86	4.08	249.16	1	-2.68	-2.48	139.02	4.17	273.95	1	-2.52	-2.32
121	59K+085	137.44	144.31	144.5	141.45	3.29	259.42	0.87	-2.86	-3.05	141.62	3.49	291.39	0.88	-2.69	-2.88	141.74	3.65	312.67	0.89	-2.57	-2.76
122	59K+425	142.21	151.58	148.9	145.92	4.53	188.25	1	-5.66	-2.98	146.2	4.72	215.62	1.02	-5.38	-2.7	146.39	4.87	234.51	1.03	-5.19	-2.51
123	59K+650	146.7	152.49	151.95	149.4	5.76	148.11	1.32	-3.09	-2.55	149.73	5.84	174.18	1.3	-2.76	-2.22	149.99	5.74	198.84	1.31	-2.5	-1.96
124	59K+980	153.14	163.1	163.27	156.3	4.46	191.28	1	-6.8	-6.97	156.75	4.23	240.37	1	-6.35	-6.52	156.96	4.23	269.52	1	-6.14	-6.31
125	60K+255	157.2	164.04	163.8	160.45	4.94	172.59	1.27	-3.59	-3.35	160.59	5.42	187.57	1.33	-3.45	-3.21	160.68	5.78	197.49	1.39	-3.36	-3.12
125. 1	60K+410	159.34	169.97	169.98	163.21	4.91	173.78	1	-6.76	-6.77	163.52	5.18	196.17	1	-6.45	-6.46	163.75	5.37	212.59	1	-6.22	-6.23
126	60K+422	159.43	169.96	170.2	163.63	4.35	195.92	0.85	-6.33	-6.57	163.98	4.58	222.05	0.85	-5.98	-6.22	164.23	4.73	241.23	0.85	-5.73	-5.97
127	60K+682	163.4	171.35	171.36	166.6	7.16	119.2	1.51	-4.75	-4.76	166.89	7.54	134.83	1.51	-4.46	-4.47	167.23	7.42	153.68	1.5	-4.12	-4.13
128	60K+912	167.96	179.12	176.2	172.68	4.95	172.44	1	-6.44	-3.52	173.03	5.17	196.73	1	-6.09	-3.17	173.55	4.76	239.82	1	-5.57	-2.65
129	61K+087	171.8	187.09	187.64	174.9	7.51	113.62	1.92	-12.19	-12.74	175.12	7.83	129.85	1.96	-11.97	-12.52	175.26	8.07	141.35	1.99	-11.83	-12.38
130	61K+287	177	185.62	185.64	181.81	4.72	180.76	1	-3.81	-3.83	182.1	4.99	203.84	1	-3.52	-3.54	182.3	5.17	220.64	1	-3.32	-3.34
131	61K+637	176.83	185.25	185.24	180.74	11.89	71.74	2.91	-4.51	-4.5	181.01	12.05	84.39	2.92	-4.24	-4.23	181.23	11.94	95.55	2.92	-4.02	-4.01
132	61K+977	194.11	202.12	204.84	199.41	4.69	181.83	1.06	-2.71	-5.43	199.65	5	203.2	1.07	-2.47	-5.19	199.79	5.27	216.42	1.09	-2.33	-5.05
133	62K+252	201.85	209.75	210.05	205.2	7.61	112.03	1.82	-4.55	-4.85	205.33	8.45	120.36	1.95	-4.42	-4.72	205.47	8.81	129.44	1.97	-4.28	-4.58
133. 1	62K+537	209.09	220.24	221.29	213.6	5.85	145.88	1.05	-6.64	-7.69	214.12	6	169.61	1	-6.12	-7.17	214.41	6.24	182.98	1	-5.83	-6.88
134	62K+555	210.05	220.22	221.28	214.02	5.58	152.81	1	-6.2	-7.26	214.42	5.91	172.06	1	-5.8	-6.86	214.81	5.97	191.01	0.96	-5.41	-6.47

附表 3　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q200)																					
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
1	0K+000	-5.13	4.57	4.81	2.6	0.76	3605.33	0.13	-1.97	-2.21	-1.970	-2.210	2.40E-16	0	0.087	0.033	0.509	0.189	200	200
2	0K+627	-4.61	2.87	4.85	2.66	0.86	3170.56	0.14	-0.21	-2.19	-0.239	-2.219	0.020	0.020	0.096	0.035	0.580	0.216	200	200
2. 2	1K+067	-5.07	3.58	4.7	2.7	1.31	2083	0.22	-0.88	-2	-0.930	-2.050	0.033	0.033	0.147	0.054	0.886	0.325	200	200
2. 1	1K+112	-4.56	3.47	4.59	2.7	1.43	1906.46	0.24	-0.77	-1.89	-0.820	-1.940	0.033	0.033	0.166	0.059	0.970	0.354	200	200
3	1K+242	-3.39	4.94	4.75	2.73	1.64	1663.06	0.29	-2.21	-2.02	-2.276	-2.086	0.042	0.042	0.200	0.071	1.116	0.403	200	200
3. 2	1K+465	-8.79	5.06	4.71	2.86	1.27	2147.09	0.21	-2.2	-1.85	-2.323	-1.973	0.084	0.084	0.144	0.050	0.877	0.308	200	200
3. 1	1K+477	-8.87	5.06	4.71	2.86	1.3	2102.6	0.21	-2.2	-1.85	-2.323	-1.973	0.084	0.084	0.151	0.051	0.896	0.314	200	200
4	2K+057	-3.25	5.14	5	3.01	1.21	2246.94	0.2	-2.13	-1.99	-2.324	-2.184	0.135	0.135	0.141	0.047	0.849	0.289	200	200
5	2K+867	-2.52	5.53	5.51	3.22	1.68	1621.02	0.29	-2.31	-2.29	-2.593	-2.573	0.200	0.200	0.213	0.064	1.206	0.387	200	200
6. 1	3K+337	-9.39	7.44	8.19	3.43	1.71	1598.48	0.27	-4.01	-4.76	-4.377	-5.127	0.266	0.266	0.207	0.058	1.239	0.385	200	200
6	3K+367	-6.44	7.42	7.38	3.41	1.94	1407.63	0.33	-4.01	-3.97	-4.367	-4.327	0.256	0.256	0.253	0.067	1.420	0.432	200	200
7	4K+253	-2.27	5.91	6.53	3.88	1.56	1747.13	0.24	-2.03	-2.65	-2.554	-3.174	0.391	0.391	0.191	0.046	1.167	0.331	200	200
8	5K+173	-7.6	6.3	6.6	4.2	1.65	1648.19	0.27	-2.1	-2.4	-2.719	-3.019	0.477	0.477	0.223	0.043	1.279	0.321	200	200
9	5K+933	-7.67	6.8	6.76	4.51	1.69	1612.38	0.27	-2.29	-2.25	-2.987	-2.947	0.546	0.546	0.229	0.038	1.324	0.315	200	200
10	6K+423	-2.46	6.86	7.01	4.7	1.68	1619.48	0.26	-2.16	-2.31	-2.899	-3.049	0.584	0.584	0.227	0.037	1.327	0.304	200	200
11	6K+993	-6.28	7.26	7.07	4.91	1.61	1693.26	0.24	-2.35	-2.16	-3.134	-2.944	0.627	0.627	0.207	0.033	1.267	0.290	200	200
12. 2	7K+235	-4.62	7.07	6.42	5	1.57	1731.87	0.24	-2.07	-1.42	-2.880	-2.230	0.643	0.643	0.213	0.029	1.257	0.269	200	200
12. 1	7K+253	-4.18	7.08	6.49	5.02	1.45	1878.12	0.22	-2.06	-1.47	-2.870	-2.280	0.650	0.650	0.184	0.031	1.141	0.262	200	200
12	7K+523	-2.2	7.61	7.5	5.09	1.57	1732.11	0.25	-2.52	-2.41	-3.347	-3.237	0.661	0.661	0.219	0.027	1.269	0.259	200	200
13	7K+943	-2.77	7.68	7.66	5.23	1.61	1694.65	0.25	-2.45	-2.43	-3.301	-3.281	0.681	0.681	0.219	0.027	1.297	0.265	200	200
14	8K+353	-2.81	7.89	7.68	5.38	1.3	2101.25	0.19	-2.51	-2.3	-3.387	-3.177	0.707	0.707	0.167	0.022	1.039	0.219	200	200
15	8K+597	-3.87	7.96	7.77	5.44	1.26	2166.8	0.2	-2.52	-2.33	-3.411	-3.221	0.717	0.717	0.180	0.016	1.034	0.190	200	200
16	9K+097	-1.48	7.88	7.85	5.55	1.42	1914.38	0.24	-2.33	-2.3	-3.217	-3.187	0.720	0.720	0.239	0.004	1.226	0.166	200	200
17	9K+457	-1.95	7.07	8.01	5.67	1.34	2039.32	0.22	-1.4	-2.34	-2.283	-3.223	0.715	0.715	0.213	0.008	1.131	0.176	200	200
18	10K+089	-0.92	7.45	8.08	5.84	1.53	1779.02	0.24	-1.61	-2.24	-2.490	-3.120	0.712	0.712	0.227	0.015	1.271	0.220	200	200
19	10K+714	-2.76	7.67	8.08	6.05	1.4	1944.81	0.22	-1.62	-2.03	-2.516	-2.926	0.731	0.731	0.204	0.015	1.161	0.201	200	200
20	11K+524	-3.47	8.45	8.31	6.27	1.91	1430.64	0.3	-2.18	-2.04	-3.076	-2.936	0.735	0.735	0.283	0.018	1.590	0.264	200	200
21	12K+259	-2.23	9.07	9.03	6.62	1.61	1695.1	0.25	-2.45	-2.41	-3.383	-3.343	0.766	0.766	0.229	0.017	1.330	0.235	200	200
22	12K+684	-6.46	9.43	9.25	6.78	1.71	1593.41	0.29	-2.65	-2.47	-3.600	-3.420	0.787	0.787	0.276	0.042	1.490	0.188	200	200
23	13K+074	-4.35	9.32	10.38	7	2.25	1210.49	0.35	-2.32	-3.38	-3.290	-4.350	0.819	0.819	0.303	0.035	1.844	0.337	200	200
23. 1	13K+114	-3.19	10.47	10.58	7.09	1.96	1333.51	0.3	-3.38	-3.49	-4.377	-4.487	0.843	0.843	0.279	0.016	1.630	0.257	200	200
24	13K+797	-2.85	9.97	7.56	7.48	0.98	2677.28	0.19	-2.49	-0.08	-3.493	-1.083	0.869	0.869	0.240	0.048	1.041	0.119	200	200
25	14K+217	-5.01	9.9	8.84	7.68	0.92	2829.13	0.17	-2.22	-1.16	-3.103	-2.043	0.816	0.816	0.164	0.011	0.827	0.084	200	200
26	14K+667	-2.55	9.95	8.54	8.27	0.98	2656.22	0.17	-1.68	-0.27	-2.521	-1.111	0.777	0.777	0.177	0.028	0.864	0.099	200	200
27	15K+249	-1.67	10.38	8.93	8.92	0.77	3382.17	0.14	-1.46	-0.01	-2.226	-0.776	0.630	0.630	0.136	0.005	0.656	0.092	200	200
28	15K+891	-2.03	10.69	9.09	9.24	0.52	4984.91	0.09	-1.45	0.15	-2.220	-0.620	0.628	0.628	0.084	0.005	0.431	0.074	200	100
29	16K+579	-2.38	10.67	9.26	9.56	1.06	2456.8	0.18	-1.11	0.3	-1.896	-0.486	0.641	0.641	0.161	0.013	0.870	0.158	200	50
30	17K+259	-2.14	10.78	9.51	10.23	0.99	2624.41	0.16	-0.55	0.72	-1.396	-0.126	0.692	0.692	0.144	0.011	0.811	0.149	200	25
31	17K+777	-1.97	11.07	11.48	10.67	1	2617.95	0.16	-0.4	-0.81	-1.284	-1.694	0.715	0.715	0.151	0.009	0.830	0.139	200	200
32. 1	18K+507	-3.45	14.06	14.44	10.89	1.34	1948.09	0.19	-3.17	-3.55	-4.083	-4.463	0.744	0.744	0.160	0.024	1.050	0.237	200	200
32	18K+522	-4.05	14.05	14.03	10.9	1.23	2123.47	0.17	-3.15	-3.13	-4.063	-4.043	0.744	0.744	0.139	0.024	0.949	0.228	200	200

附表 3　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
33	19K+032	-0.65	12.08	12.51	11.01	1.62	1615.74	0.24	-1.07	-1.5	-2.007	-2.437	0.768	0.768	0.219	0.021	1.317	0.247	200	200
34. 1	19K+477	-2.75	13.22	13.49	11.23	1.51	1730.21	0.22	-1.99	-2.26	-2.957	-3.227	0.792	0.792	0.204	0.015	1.229	0.228	200	200
34	19K+492	-2.76	13.24	13.48	11.23	1.57	1663.78	0.24	-2.01	-2.25	-2.979	-3.219	0.792	0.792	0.220	0.014	1.291	0.226	200	200
35. 1	19K+772	-0.58	12.91	13.14	11.29	2.01	1299.3	0.33	-1.62	-1.85	-2.589	-2.819	0.800	0.800	0.296	0.062	1.704	0.275	200	200
35	20K+252	-1	12.99	13.22	11.58	1.5	1720.61	0.22	-1.41	-1.64	-2.419	-2.649	0.855	0.855	0.207	0.015	1.240	0.215	200	200
36	20K+762	-0.83	13.3	13.35	11.8	1.54	1676.17	0.23	-1.5	-1.55	-2.533	-2.583	0.881	0.881	0.201	0.030	1.261	0.231	200	200
37	21K+412	-2.85	13.48	13.57	12.15	1.15	2235.78	0.15	-1.33	-1.42	-2.447	-2.537	0.960	0.960	0.120	0.027	0.891	0.217	200	200
37. 2	21K+702	-1.96	15.57	15.67	12.24	1.18	2189.49	0.16	-3.33	-3.43	-4.473	-4.573	0.985	0.985	0.136	0.030	0.947	0.205	200	200
37. 1	21K+717	-2.23	15.61	15.65	12.24	1.16	2214.91	0.16	-3.37	-3.41	-4.509	-4.549	0.987	0.987	0.136	0.030	0.931	0.198	200	200
38	22K+007	-0.36	15.93	14.12	12.28	1.32	1956.01	0.2	-3.65	-1.84	-4.800	-2.990	0.996	0.996	0.193	0.005	1.130	0.145	200	200
39	22K+633	-0.08	14.89	13.86	12.46	1.41	1822.57	0.23	-2.43	-1.4	-3.567	-2.537	0.999	0.999	0.227	0.028	1.279	0.098	200	200
40	23K+128	-1.12	15.1	13.85	12.75	1.29	1992.3	0.23	-2.35	-1.1	-3.461	-2.211	1.018	1.018	0.246	0.013	1.260	0.099	200	200
41	23K+668	-0.72	15.21	14.2	13.05	1.51	1706.67	0.25	-2.16	-1.15	-3.221	-2.211	1.020	1.020	0.239	0.026	1.327	0.135	200	200
41. 2	24K+088	-0.18	15.16	14.42	13.3	1.24	2070.28	0.22	-1.86	-1.12	-2.917	-2.177	1.051	1.051	0.231	0.013	1.157	0.061	200	200
41. 1	24K+113	-0.63	15.26	14.41	13.33	1.15	2239.49	0.2	-1.93	-1.08	-2.991	-2.141	1.049	1.049	0.197	0.017	1.034	0.085	200	200
42	24K+313	0.03	15.41	14.61	13.38	1.43	1797.18	0.25	-2.03	-1.23	-3.081	-2.281	1.057	1.057	0.237	0.022	1.266	0.126	200	200
43	24K+883	-0.25	15.73	14.81	13.65	1.61	1597.36	0.26	-2.08	-1.16	-3.139	-2.219	1.083	1.083	0.246	0.015	1.393	0.156	200	200
44	25K+451	-0.98	15.85	15.16	13.89	1.59	1621.9	0.22	-1.96	-1.27	-3.050	-2.360	1.104	1.104	0.183	0.031	1.257	0.250	200	200
44. 1	25K+463	-0.11	15.65	15.12	13.9	1.52	1695.09	0.2	-1.75	-1.22	-2.840	-2.310	1.104	1.104	0.167	0.024	1.189	0.251	200	200
44. 1. 1	25K+481	-1.38	15.66	15.13	13.88	1.79	1438.26	0.25	-1.78	-1.25	-2.867	-2.337	1.103	1.103	0.223	0.019	1.453	0.246	200	200
44. 2	25K+487	-0.92	15.61	15.13	13.87	1.85	1391.47	0.27	-1.74	-1.26	-2.823	-2.343	1.103	1.103	0.243	0.021	1.517	0.240	200	200
44. 2. 1	25K+500	-0.17	15.68	15.13	13.87	1.9	1355.21	0.28	-1.81	-1.26	-2.891	-2.341	1.103	1.103	0.254	0.022	1.569	0.238	200	200
44. 3	25K+505	-0.15	15.71	15.12	13.89	1.85	1393.82	0.27	-1.82	-1.23	-2.909	-2.319	1.103	1.103	0.240	0.022	1.511	0.247	200	200
44. 3. 1	25K+524	-0.36	15.71	15.15	13.9	1.85	1395.04	0.26	-1.81	-1.25	-2.899	-2.339	1.100	1.100	0.230	0.028	1.496	0.262	200	200
45	26K+198	0.64	16.11	15.51	14.22	1.74	1481.02	0.24	-1.89	-1.29	-3.066	-2.466	1.158	1.158	0.190	0.042	1.367	0.300	200	200
46. 1	26K+648	-0.02	16.28	15.77	14.39	1.59	1617.92	0.21	-1.89	-1.38	-3.113	-2.603	1.197	1.197	0.183	0.020	1.284	0.229	200	200
46	26K+660	1.47	16.21	15.76	14.4	1.61	1596.43	0.21	-1.81	-1.36	-3.041	-2.591	1.199	1.199	0.184	0.028	1.299	0.242	200	200
47	27K+282	1.59	16.33	16.56	14.6	1.94	1326.11	0.27	-1.73	-1.96	-2.990	-3.220	1.239	1.239	0.243	0.027	1.617	0.242	200	200
48	27K+932	1.95	16.81	16.86	14.97	2.12	1212.74	0.31	-1.84	-1.89	-3.154	-3.204	1.298	1.298	0.279	0.030	1.807	0.234	200	200
49	28K+423	1.71	17	16.75	15.28	1.58	1628.11	0.2	-1.72	-1.47	-3.089	-2.839	1.333	1.333	0.174	0.017	1.280	0.224	200	200
50	29K+023	2.48	17.28	17.24	15.41	1.86	1382.8	0.25	-1.87	-1.83	-3.254	-3.214	1.342	1.342	0.219	0.024	1.537	0.249	200	200
50. 2	29K+383	3.57	18.61	18.34	15.56	1.54	1675.83	0.2	-3.05	-2.78	-4.469	-4.199	1.366	1.366	0.174	0.021	1.261	0.217	200	200
50. 1	29K+408	3.74	18.58	18.36	15.57	1.49	1724.27	0.19	-3.01	-2.79	-4.431	-4.211	1.370	1.370	0.171	0.018	1.231	0.202	200	200
51	29K+748	3.02	18.05	17.56	15.65	1.51	1701.96	0.19	-2.4	-1.91	-3.837	-3.347	1.377	1.377	0.173	0.015	1.239	0.205	200	200
52. 1	30K+278	1.98	19.92	19.45	15.72	2.07	1243.5	0.26	-4.2	-3.73	-5.630	-5.160	1.370	1.370	0.233	0.018	1.700	0.273	200	200
52	30K+288	0.85	19.96	19.45	15.74	2.02	1274	0.25	-4.22	-3.71	-5.659	-5.149	1.372	1.372	0.224	0.018	1.657	0.270	200	200
53	30K+988	3.85	15.78	14.19	16.08	1.98	1301.31	0.31	0.3	1.89	-1.187	0.403	1.425	1.425	0.336	0.033	1.929	0.045	100	5
53. 1	31K+018	1.97	12.71	12.69	15.03	5.86	439.68	0.57	2.32	2.34	1.376	1.396	1.092	1.092	0.416	0.113	4.170	1.273	2	2
53. 2	31K+024	1.73	12.71	12.71	15.19	5.63	457.33	0.53	2.48	2.48	1.457	1.457	1.134	1.134	0.394	0.103	4.023	1.224	2	2
54	31K+798	5.26	14.74	16.15	17.53	2.43	1062.48	0.34	2.79	1.38	0.851	-0.559	1.804	1.804	0.364	0.036	2.391	0.093	5	25
55. 1	32K+148	5.35	15.08	15.16	16.89	5.99	423.03	0.59	1.81	1.73	0.367	0.287	1.533	1.533	0.467	0.088	4.470	1.149	5	5

附表 3　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
55	32K+163	5.16	15.03	15.14	17	5.89	429.67	0.57	1.97	1.86	0.477	0.367	1.562	1.562	0.456	0.085	4.411	1.131	5	5
56	32K+863	4.88	16.52	16.42	19.22	2.18	1159.04	0.25	2.7	2.8	0.424	0.524	2.088	2.088	0.259	0.013	1.976	0.155	5	5
57	33K+423	5.8	14.93	17.18	19.51	1.67	1512.35	0.22	4.58	2.33	2.307	0.057	2.109	2.109	0.269	0.056	1.749	0.202	2	10
58	34K+223	5.49	15.75	16.72	19.74	1.25	2021.09	0.16	3.99	3.02	1.854	0.884	1.982	1.982	0.206	0.049	1.321	0.243	2	5
59	34K+663	5.9	20.09	16.99	19.74	2.09	1213.93	0.25	-0.35	2.75	-2.400	0.700	1.897	1.897	0.261	0.007	1.894	0.146	200	5
60	35K+213	6.17	20.79	17.15	19.95	2.4	1056.06	0.32	-0.84	2.8	-2.853	0.787	1.888	1.888	0.344	0.035	2.276	0.104	200	5
60. 2	35K+313	8.48	20.81	16.93	20.14	1.7	1487.84	0.24	-0.67	3.21	-2.669	1.211	1.872	1.872	0.386	0.274	2.037	0.875	200	2
60. 1	35K+323	8.47	21.25	16.96	20.14	1.77	1430.16	0.25	-1.11	3.18	-3.047	1.243	1.743	1.743	0.359	0.185	1.951	0.516	200	2
61	35K+723	7.35	20.31	16.81	20.32	1.29	1955.42	0.17	0.01	3.51	-1.814	1.686	1.573	1.573	0.179	0.007	1.186	0.089	100	2
62	36K+223	8.15	19.84	19.74	20.39	1.79	1415.81	0.25	0.55	0.65	-1.249	-1.149	1.565	1.565	0.311	0.050	1.840	0.164	50	50
63. 1	36K+823	10.25	21.38	23.82	20.64	1.13	2241.5	0.16	-0.74	-3.18	-2.406	-4.846	1.400	1.400	0.200	0.059	1.130	0.104	200	200
63	36K+873	10.56	18.02	24.75	20.45	2.64	957.36	0.33	2.43	-4.3	0.840	-5.890	1.329	1.329	0.299	0.040	2.201	0.413	5	200
64	37K+193	9.65	19.23	17.82	20.74	2.31	1097.54	0.32	1.51	2.92	-0.141	1.269	1.395	1.395	0.341	0.013	2.139	0.160	10	2
65	37K+571	9.88	21.86	19.18	21.04	2.4	1054.78	0.41	-0.82	1.86	-2.466	0.214	1.440	1.440	0.436	0.071	2.543	0.230	200	10
66	38K+013	9.86	22.37	20.37	21.49	2.61	971.9	0.41	-0.88	1.12	-2.401	-0.401	1.515	1.515	0.414	0.042	2.489	0.102	200	10
67	38K+213	9.92	22.71	19.9	21.69	2.87	881.3	0.47	-1.02	1.79	-2.540	0.270	1.532	1.532	0.413	0.096	2.650	0.285	200	10
68	38K+813	9.61	21.95	19.9	22.52	2.13	1190.71	0.34	0.57	2.62	-1.041	1.009	1.737	1.737	0.396	0.098	2.217	0.311	25	5
69	39K+393	10.36	24.21	24.33	22.93	1.99	1272.68	0.3	-1.28	-1.4	-2.811	-2.931	1.668	1.668	0.273	0.031	1.780	0.134	200	200
70	39K+883	11.32	24.82	25.63	23.1	3	843.52	0.4	-1.72	-2.53	-3.246	-4.056	1.681	1.681	0.343	0.050	2.483	0.370	200	200
71	40K+348	10.43	22.03	25.01	23.45	3.23	784.04	0.37	1.42	-1.56	-0.170	-3.150	1.718	1.718	0.321	0.030	2.587	0.446	10	200
72	40K+698	11.36	26.25	25.49	23.95	2.6	974.35	0.37	-2.3	-1.54	-4.063	-3.303	1.794	1.794	0.324	0.034	2.270	0.243	200	200
72. 2	41K+178	12.39	25.33	25.4	24.38	1.58	1602.98	0.18	-0.95	-1.02	-2.787	-2.857	1.830	1.830	0.170	0.010	1.327	0.172	200	200
72. 1	41K+203	12.26	25.41	25.45	24.38	1.61	1577.29	0.19	-1.03	-1.07	-2.864	-2.904	1.829	1.829	0.180	0.008	1.361	0.164	200	200
73	41K+458	12.26	26.59	26.41	24.41	1.93	1314.07	0.24	-2.18	-2	-4.009	-3.829	1.819	1.819	0.239	0.042	1.694	0.152	200	200
74	41K+878	12.98	26.77	26.8	24.48	2.89	875.6	0.38	-2.29	-2.32	-4.069	-4.099	1.715	1.715	0.380	0.034	2.594	0.187	200	200
74. 1	42K+478	14.88	29.59	29.69	25.15	2.39	1057.95	0.34	-4.44	-4.54	-6.179	-6.279	1.592	1.592	0.373	0.035	2.306	0.056	200	200
74. 2	42K+523	14.8	29.6	29.7	25.26	2.04	1240.13	0.28	-4.34	-4.44	-6.066	-6.166	1.587	1.587	0.313	0.054	1.941	0.113	200	200
75. 1	42K+528	15.07	28.74	28.93	25.33	1.76	1437.6	0.22	-3.41	-3.6	-5.126	-5.316	1.559	1.559	0.231	0.027	1.557	0.133	200	200
75	42K+573	14.98	28.65	28.95	25.32	1.92	1259.97	0.26	-3.33	-3.63	-5.043	-5.343	1.553	1.553	0.274	0.017	1.776	0.124	200	200
76	43K+158	15.07	27.99	27.42	25.48	3.36	719.32	0.47	-2.51	-1.94	-4.121	-3.551	1.457	1.457	0.431	0.034	2.961	0.393	200	200
77	43K+493	15.21	28.35	25.94	25.93	3.65	663.66	0.5	-2.42	-0.01	-4.080	-1.670	1.496	1.496	0.450	0.043	3.189	0.456	200	200
78	43K+832	15.18	28.49	32.77	26.62	2.84	852.25	0.36	-1.87	-6.15	-3.624	-7.904	1.595	1.595	0.359	0.009	2.537	0.273	200	200
79	44K+283	16.14	28.66	29.15	27.07	2.62	923.73	0.35	-1.59	-2.08	-3.327	-3.817	1.574	1.574	0.367	0.025	2.416	0.171	200	200
80	44K+813	15.88	29.27	29.62	27.52	2.39	1014.34	0.31	-1.75	-2.1	-3.427	-3.777	1.518	1.518	0.317	0.008	2.150	0.219	200	200
81. 1	45K+223	16.52	31.98	31.16	27.84	1.77	1368.24	0.22	-4.14	-3.32	-5.830	-5.010	1.533	1.533	0.210	0.012	1.533	0.217	200	200
81	45K+243	16.49	31.94	30.79	27.89	1.54	1570.41	0.18	-4.05	-2.9	-5.749	-4.599	1.541	1.541	0.167	0.011	1.299	0.212	200	200
82	45K+973	17.16	31.05	30.67	28.03	2.31	1046.5	0.32	-3.02	-2.64	-4.711	-4.331	1.536	1.536	0.363	0.048	2.226	0.053	200	200
83	46K+343	17.5	31.56	30.89	28.32	2.25	1076.06	0.33	-3.24	-2.57	-4.853	-4.183	1.417	1.417	0.331	0.020	2.081	0.159	200	200
84	46K+983	18.41	32.1	32.09	28.72	3.19	758.06	0.41	-3.38	-3.37	-4.917	-4.907	1.335	1.335	0.386	0.032	2.739	0.442	200	200
85	47K+583	19.73	32.22	32.2	29.63	3.54	683.91	0.57	-2.59	-2.57	-4.304	-4.284	1.447	1.447	0.501	0.054	3.296	0.403	200	200
85. 2	47K+803	18.13	30.84	30.81	30.27	2.05	1110.26	0.24	-0.57	-0.54	-2.321	-2.291	1.539	1.539	0.233	0.011	1.741	0.287	200	200

附表 3　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
85. 1	47K+818	20.35	30.88	30.79	30.24	2.24	1016.46	0.27	-0.64	-0.55	-2.386	-2.296	1.539	1.539	0.279	0.016	1.969	0.246	200	200
86	48K+178	19.4	30.06	31.15	30.19	3.89	586.51	0.51	0.13	-0.96	-1.521	-2.611	1.442	1.442	0.454	0.060	3.311	0.595	100	200
87. 5	48K+758	21.97	39.72	38.17	31.73	2.33	976.83	0.45	-7.99	-6.44	-10.013	-8.463	1.798	1.798	0.486	0.031	2.719	0.263	200	200
87. 4	48K+778	21.63	39.89	38.43	31.81	2.14	1064.1	0.4	-8.08	-6.62	-10.116	-8.656	1.812	1.812	0.450	0.032	2.604	0.380	200	200
87. 3	48K+788	21.09	46.76	42.55	31.86	1.99	1146.96	0.36	-14.9	-10.69	-16.871	-12.661	1.785	1.785	0.390	0.019	2.256	0.221	200	200
87. 2	48K+828	20.53	42.02	41.97	31.97	1.53	1491.17	0.24	-10.05	-10	-11.951	-11.901	1.751	1.751	0.244	0.005	1.540	0.081	200	200
87. 1	48K+838	21.09	37.67	37.85	31.96	1.7	1343.08	0.29	-5.71	-5.89	-7.624	-7.804	1.758	1.758	0.291	0.009	1.774	0.103	200	200
87	48K+858	22.24	36.58	36.85	31.95	1.93	1183.52	0.35	-4.63	-4.9	-6.551	-6.821	1.753	1.753	0.340	0.029	2.029	0.157	200	200
88	49K+108	22.11	33.36	35.99	31.98	3.81	598.26	0.69	-1.38	-4.01	-3.337	-5.967	1.783	1.783	0.657	0.046	3.866	0.239	200	200
89	49K+618	23.82	36.36	36.77	33.35	4.78	476.35	0.64	-3.01	-3.42	-4.799	-5.209	1.652	1.652	0.684	0.062	4.470	0.359	200	200
90	49K+963	25.69	37.52	37.7	34.95	3.47	657.3	0.61	-2.57	-2.75	-4.366	-4.546	1.709	1.709	0.721	0.074	3.950	0.489	200	200
91	50K+503	28.38	44.13	44.33	36.33	5.1	446.96	0.69	-7.8	-8	-8.913	-9.113	1.204	1.204	0.614	0.047	4.119	0.728	200	200
92	51K+058	27.88	51.37	51.37	38.37	4.73	481.44	0.56	-13	-13	-14.507	-14.507	1.377	1.377	0.497	0.055	3.833	0.792	200	200
92. 1	51K+333	31.53	54.22	50.49	39.66	2.34	974.09	0.3	-14.56	-10.83	-16.714	-12.984	2.297	2.297	0.746	1.175	3.163	2.653	200	200
92. 2	51K+334	35.55	50.49	50.49	38.87	5.25	434.02	0.98	-11.62	-11.62	-12.396	-12.396	0.666	0.666	0.997	0.008	4.623	0.619	200	200
93	51K+458	33.51	49.45	49.45	39.51	6.43	354.33	0.96	-9.94	-9.94	-10.524	-10.524	0.581	0.581	0.743	0.182	4.779	1.392	200	200
94	51K+758	34.54	51.93	51.74	42.24	5.4	421.66	0.78	-9.69	-9.5	-11.287	-11.097	1.392	1.392	0.913	0.168	5.211	0.322	200	200
95. 1	51K+968	39.08	59.91	59.8	44.23	5.67	401.68	1	-15.68	-15.57	-16.644	-16.534	0.859	0.859	1.000	0.000	5.063	0.588	200	200
95	51K+980	38.37	59.94	59.81	45.4	3.49	652.72	0.49	-14.54	-14.41	-15.653	-15.523	1.014	1.014	0.447	0.036	2.871	0.544	200	200
96	52K+320	39.24	56.81	59.88	46.72	8.1	281.26	1.09	-10.09	-13.16	-11.623	-14.693	1.326	1.326	1.080	0.024	7.106	0.979	200	200
96. 1	52K+514	42.13	61.3	55.56	44.39	17.12	133.08	3.91	-16.91	-11.17	-17.544	-11.804	0.544	0.544	4.589	0.711	16.514	0.608	200	200
96. 2	52K+515	42.13	61.3	55.56	47.19	15.67	145.42	2.64	-14.11	-8.37	-15.277	-9.537	0.972	0.972	3.259	0.632	15.366	0.349	200	200
97	52K+630	58.82	63.59	63.47	61.89	5.39	422.77	1	-1.7	-1.58	-2.424	-2.304	0.633	0.633	1.000	0.000	4.647	0.684	200	200
97. 1	52K+631	56.03	63.59	63.47	62.91	3.31	688.72	0.49	-0.68	-0.56	-1.600	-1.480	0.806	0.806	0.430	0.057	2.656	0.597	200	200
98	52K+945	58.62	64.81	64.42	63.99	4.99	456.48	1	-0.82	-0.43	-1.756	-1.366	0.880	0.880	1.000	0.000	4.687	0.304	200	200
99	53K+395	62.28	69.43	72.46	67.9	5.07	449.25	0.87	-1.53	-4.56	-2.344	-5.374	0.804	0.804	0.810	0.050	4.267	0.652	200	200
100	53K+735	64.41	70.7	70.9	70.43	2.87	417.87	0.49	-0.27	-0.47	-1.319	-1.519	0.931	0.931	0.546	0.072	2.771	0.099	200	200
101	53K+945	66.92	72.89	72.89	70.64	5.47	219.43	1.28	-2.25	-2.25	-3.016	-3.016	0.600	0.600	1.251	0.022	5.309	0.492	200	200
102	54K+250	70.74	77.63	77.15	75.64	4.61	260.48	1	-1.99	-1.51	-2.559	-2.079	0.536	0.536	1.000	0.000	4.197	0.316	200	200
103. 1	54K+510	72.62	83.29	83.09	77.54	7.1	169.16	1.33	-5.75	-5.55	-6.311	-6.111	0.443	0.443	1.244	0.218	6.036	1.256	200	200
103	54K+525	71.7	83.34	83.1	78.61	5.92	202.74	1	-4.73	-4.49	-5.570	-5.330	0.723	0.723	1.000	0.000	5.254	0.609	200	200
104	54K+755	74.66	85.02	82.4	81.25	2.88	416.54	0.52	-3.77	-1.15	-4.734	-2.114	0.862	0.862	0.577	0.044	2.820	0.075	200	200
105	54K+945	75.73	85.31	84.82	81.93	5.83	205.95	1	-3.38	-2.89	-4.239	-3.749	0.762	0.762	1.000	0.000	5.236	0.513	200	200
106	55K+145	79.02	87.25	85.97	84.19	5.01	239.82	0.88	-3.06	-1.78	-3.841	-2.561	0.670	0.670	0.884	0.005	4.456	0.505	200	200
107. 2	55K+365	78.83	89.58	89.32	82.79	10.73	111.97	2.41	-6.79	-6.53	-7.431	-7.171	0.616	0.616	2.326	0.143	9.994	0.617	200	200
107	55K+367	81.55	89.4	89.22	84.35	9.46	127	2.17	-5.05	-4.87	-5.519	-5.339	0.399	0.399	2.153	0.026	8.407	0.983	200	200
107. 3	55K+587	87.96	95.76	95.68	92.07	5.66	212.27	1	-3.69	-3.61	-4.454	-4.374	0.658	0.658	1.000	0.000	5.020	0.579	200	200
108. 1	55K+602	88.01	95.72	95.7	92.88	4.42	272.02	0.7	-2.84	-2.82	-3.707	-3.687	0.751	0.751	0.670	0.025	3.811	0.540	200	200
108	55K+802	89.61	96.32	98	94.53	6.06	198.11	1.1	-1.79	-3.47	-2.579	-4.259	0.703	0.703	1.074	0.033	5.416	0.579	200	200
109. 1	56K+322	96.13	105	105.05	101.05	5.28	227.44	1	-3.95	-4	-4.867	-4.917	0.803	0.803	1.000	0.000	4.971	0.338	200	200
109	56K+332	96.1	105	105.06	101.73	4.13	291.07	0.72	-3.27	-3.33	-4.180	-4.240	0.831	0.831	0.683	0.033	3.701	0.373	200	200

附表 3　朴子溪現況河道水理因素表(24 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
110	56K+612	99.63	108.17	105.36	104.45	5.45	220.26	1	-3.72	-0.91	-4.530	-1.720	0.738	0.738	1.000	0.000	4.983	0.413	200	200
111	56K+862	100.98	108.02	108.26	106.08	6.99	171.91	1.5	-1.94	-2.18	-2.674	-2.914	0.775	0.775	1.400	0.084	6.489	0.367	200	200
112	57K+102	107.06	112.1	112.28	111.17	5.78	207.93	1.05	-0.93	-1.11	-1.724	-1.904	0.657	0.657	1.066	0.013	5.223	0.573	200	200
112. 1	57K+302	110.91	119.87	119.88	114.31	4.99	240.73	1	-5.56	-5.57	-6.153	-6.163	0.521	0.521	1.000	0.000	4.434	0.488	200	200
113	57K+322	111.24	119.87	119.84	114.58	5	240.43	0.98	-5.29	-5.26	-5.773	-5.743	0.444	0.444	0.881	0.075	4.144	0.714	200	200
114	57K+743	115.36	121.79	124.44	120.19	5	240.4	1.14	-1.6	-4.25	-2.151	-4.801	0.623	0.623	1.059	0.065	4.510	0.354	200	200
115	57K+913	117.16	125.14	126.44	123.01	4.7	255.38	1	-2.13	-3.43	-3.109	-4.409	0.795	0.795	0.979	0.037	4.697	0.315	200	200
116	58K+253	123.54	130.47	130.57	127.69	5.21	230.45	1.08	-2.78	-2.88	-3.339	-3.439	0.514	0.514	1.064	0.021	4.627	0.488	200	200
116. 1	58K+263	123.59	130.66	130.59	127.98	4.93	243.56	1	-2.68	-2.61	-3.256	-3.186	0.510	0.510	1.000	0.000	4.380	0.470	200	200
116. 2	58K+393	126.1	135.74	135.71	129.45	5.58	215.08	1.23	-6.29	-6.26	-6.757	-6.727	0.392	0.392	1.227	0.013	4.897	0.627	200	200
117	58K+405	126.26	135.74	135.7	129.88	5.26	228.24	1.12	-5.86	-5.82	-6.371	-6.331	0.425	0.425	1.129	0.041	4.659	0.593	200	200
118	58K+540	128.16	135.21	135.2	132.51	4.67	257.15	1.08	-2.7	-2.69	-3.124	-3.114	0.379	0.379	1.050	0.042	4.074	0.526	200	200
119	58K+695	132.07	137.75	137.77	135.17	5.18	231.79	1.19	-2.58	-2.6	-3.016	-3.036	0.362	0.362	1.157	0.056	4.533	0.640	200	200
120	58K+895	135.2	141.54	141.34	139.1	4.2	285.94	1	-2.44	-2.24	-3.100	-2.900	0.620	0.620	1.000	0.000	4.089	0.203	200	200
121	59K+085	137.44	144.31	144.5	141.8	3.72	322.78	0.89	-2.51	-2.7	-3.070	-3.260	0.579	0.579	0.893	0.016	3.526	0.166	200	200
122	59K+425	142.21	151.58	148.9	146.51	4.87	246.54	1.01	-5.07	-2.39	-5.769	-3.089	0.616	0.616	1.009	0.012	4.513	0.351	200	200
123	59K+650	146.7	152.49	151.95	150.07	5.8	206.92	1.3	-2.42	-1.88	-3.060	-2.520	0.525	0.525	1.284	0.038	5.409	0.545	200	200
124	59K+980	153.14	163.1	163.27	157.02	4.32	278.24	1	-6.08	-6.25	-6.777	-6.947	0.613	0.613	1.000	0.000	4.161	0.265	200	200
125	60K+255	157.2	164.04	163.8	160.72	5.93	202.38	1.41	-3.32	-3.08	-3.620	-3.380	0.275	0.275	1.233	0.161	4.839	0.941	200	200
125. 1	60K+410	159.34	169.97	169.98	163.85	5.46	219.96	1	-6.12	-6.13	-6.854	-6.864	0.658	0.658	0.996	0.011	4.884	0.494	200	200
126	60K+422	159.43	169.96	170.2	164.36	4.78	251.01	0.85	-5.6	-5.84	-6.406	-6.646	0.705	0.705	0.843	0.010	4.289	0.443	200	200
127	60K+682	163.4	171.35	171.36	167.37	7.4	162.31	1.5	-3.98	-3.99	-4.761	-4.771	0.620	0.620	1.496	0.017	6.890	0.693	200	200
128	60K+912	167.96	179.12	176.2	173.66	4.77	252.01	1	-5.46	-2.54	-6.394	-3.474	0.732	0.732	1.000	0.000	4.657	0.403	200	200
129	61K+087	171.8	187.09	187.64	175.32	8.19	146.7	2	-11.77	-12.32	-12.319	-12.869	0.541	0.541	1.909	0.084	7.607	0.445	200	200
130	61K+287	177	185.62	185.64	182.4	5.25	228.61	1	-3.22	-3.24	-3.974	-3.994	0.739	0.739	1.000	0.000	4.824	0.318	200	200
131	61K+637	176.83	185.25	185.24	181.32	11.9	100.97	2.91	-3.93	-3.92	-4.664	-4.654	0.681	0.681	2.843	0.092	11.867	0.364	200	200
132	61K+977	194.11	202.12	204.84	199.86	5.4	222.55	1.11	-2.26	-4.98	-2.894	-5.614	0.698	0.698	1.080	0.036	4.874	0.419	200	200
133	62K+252	201.85	209.75	210.05	205.54	9	133.38	1.98	-4.21	-4.51	-4.613	-4.913	0.346	0.346	1.799	0.186	7.533	1.327	200	200
133. 1	62K+537	209.09	220.24	221.29	214.55	6.33	189.79	1	-5.69	-6.74	-6.699	-7.749	0.892	0.892	1.049	0.053	5.764	0.469	200	200
134	62K+555	210.05	220.22	221.28	215.03	5.96	201.44	0.93	-5.19	-6.25	-6.220	-7.280	0.813	0.813	0.984	0.028	5.420	0.604	200	200

附表 4　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q2、Q5、Q10)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
1	0K+000	-5.13	4.57	4.81	2.6	0.23	3605.33	0.04	-1.97	-2.21	2.6	0.38	3605.33	0.07	-1.97	-2.21	2.6	0.48	3605.33	0.08	-1.97	-2.21
2	0K+627	-4.61	2.87	4.85	2.61	0.27	3127.31	0.04	-0.26	-2.24	2.61	0.44	3134.9	0.07	-0.26	-2.24	2.62	0.55	3142.41	0.09	-0.25	-2.23
2. 2	1K+067	-5.07	3.58	4.7	2.61	0.41	2035.2	0.07	-0.97	-2.09	2.62	0.67	2043.71	0.11	-0.96	-2.08	2.64	0.85	2052.08	0.14	-0.94	-2.06
2. 1	1K+112	-4.56	3.47	4.59	2.61	0.45	1858.68	0.08	-0.86	-1.98	2.63	0.73	1867.2	0.13	-0.84	-1.96	2.64	0.93	1875.58	0.16	-0.83	-1.95
3	1K+242	-3.39	4.94	4.75	2.61	0.52	1604.46	0.09	-2.33	-2.14	2.63	0.85	1615	0.15	-2.31	-2.12	2.65	1.07	1625.32	0.19	-2.29	-2.1
3. 2	1K+465	-8.79	5.06	4.71	2.63	0.42	2015.5	0.07	-2.43	-2.08	2.67	0.67	2039.65	0.11	-2.39	-2.04	2.71	0.84	2063.08	0.14	-2.35	-2
3. 1	1K+477	-8.87	5.06	4.71	2.63	0.43	1968.95	0.07	-2.43	-2.08	2.67	0.69	1993.46	0.12	-2.39	-2.04	2.71	0.86	2017.25	0.15	-2.35	-2
4	2K+057	-3.25	5.14	5	2.64	0.41	2032.73	0.07	-2.5	-2.36	2.72	0.66	2074	0.11	-2.42	-2.28	2.78	0.82	2113.13	0.14	-2.36	-2.22
5	2K+867	-2.52	5.53	5.51	2.67	0.61	1371.89	0.11	-2.86	-2.84	2.79	0.96	1423.65	0.17	-2.74	-2.72	2.89	1.18	1470.78	0.21	-2.64	-2.62
6. 1	3K+337	-9.39	7.44	8.19	2.71	0.64	1309.7	0.11	-4.73	-5.48	2.87	1	1374.03	0.17	-4.57	-5.32	3.01	1.22	1430.07	0.21	-4.43	-5.18
6	3K+367	-6.44	7.42	7.38	2.71	0.74	1124.55	0.14	-4.71	-4.67	2.86	1.15	1187.49	0.21	-4.56	-4.52	3	1.4	1242.39	0.25	-4.42	-4.38
7	4K+253	-2.27	5.91	6.53	2.8	0.64	1299.81	0.12	-3.11	-3.73	3.07	0.97	1411.99	0.17	-2.84	-3.46	3.29	1.16	1501.86	0.19	-2.62	-3.24
8	5K+173	-7.6	6.3	6.6	2.89	0.76	1104.8	0.15	-3.41	-3.71	3.25	1.09	1252.23	0.2	-3.05	-3.35	3.52	1.28	1363.17	0.22	-2.78	-3.08
9	5K+933	-7.67	6.8	6.76	3.01	0.81	1027.08	0.16	-3.79	-3.75	3.44	1.14	1195.02	0.21	-3.36	-3.32	3.75	1.32	1315.78	0.23	-3.05	-3.01
10	6K+423	-2.46	6.86	7.01	3.09	0.83	1004.12	0.16	-3.77	-3.92	3.57	1.15	1186.09	0.21	-3.29	-3.44	3.91	1.33	1313.16	0.23	-2.95	-3.1
11	6K+993	-6.28	7.26	7.07	3.18	0.8	1050.54	0.15	-4.08	-3.89	3.72	1.1	1247.47	0.19	-3.54	-3.35	4.08	1.26	1380.64	0.21	-3.18	-2.99
12. 2	7K+235	-4.62	7.07	6.42	3.22	0.82	1024.32	0.16	-3.85	-3.2	3.77	1.1	1243.05	0.2	-3.3	-2.65	4.14	1.25	1389.59	0.21	-2.93	-2.28
12. 1	7K+253	-4.18	7.08	6.49	3.23	0.72	1155.56	0.14	-3.85	-3.26	3.79	0.99	1379.13	0.17	-3.29	-2.7	4.16	1.14	1528.69	0.19	-2.92	-2.33
12	7K+523	-2.2	7.61	7.5	3.26	0.85	986.34	0.17	-4.35	-4.24	3.83	1.12	1218.88	0.21	-3.78	-3.67	4.21	1.27	1372.99	0.22	-3.4	-3.29
13	7K+943	-2.77	7.68	7.66	3.34	0.87	965.2	0.17	-4.34	-4.32	3.94	1.14	1196.07	0.21	-3.74	-3.72	4.33	1.29	1346.38	0.22	-3.35	-3.33
14	8K+353	-2.81	7.89	7.68	3.42	0.69	1218.68	0.13	-4.47	-4.26	4.05	0.91	1501.14	0.16	-3.84	-3.63	4.46	1.04	1682.94	0.17	-3.43	-3.22
15	8K+597	-3.87	7.96	7.77	3.45	0.73	1147.94	0.15	-4.51	-4.32	4.09	0.93	1474.88	0.17	-3.87	-3.68	4.5	1.03	1684.47	0.18	-3.46	-3.27
16	9K+097	-1.48	7.88	7.85	3.56	0.95	876.61	0.23	-4.32	-4.29	4.21	1.13	1210.39	0.24	-3.67	-3.64	4.62	1.22	1423.57	0.24	-3.26	-3.23
17	9K+457	-1.95	7.07	8.01	3.69	0.85	987.14	0.2	-3.38	-4.32	4.33	1.03	1326.11	0.21	-2.74	-3.68	4.74	1.13	1541.98	0.21	-2.33	-3.27
18	10K+089	-0.92	7.45	8.08	3.86	0.91	915.32	0.2	-3.59	-4.22	4.51	1.14	1196.98	0.22	-2.94	-3.57	4.92	1.27	1373.95	0.23	-2.53	-3.16
19	10K+714	-2.76	7.67	8.08	4.02	0.84	1000.47	0.18	-3.65	-4.06	4.7	1.05	1308.61	0.2	-2.97	-3.38	5.11	1.16	1501.53	0.21	-2.56	-2.97
20	11K+524	-3.47	8.45	8.31	4.23	1.17	718.18	0.25	-4.22	-4.08	4.92	1.43	955.54	0.28	-3.53	-3.39	5.34	1.58	1101.78	0.28	-3.11	-2.97
21	12K+259	-2.23	9.07	9.03	4.49	0.96	871.2	0.2	-4.58	-4.54	5.22	1.19	1150.17	0.22	-3.85	-3.81	5.65	1.32	1317.64	0.23	-3.42	-3.38
22	12K+684	-6.46	9.43	9.25	4.57	1.19	702.89	0.18	-4.86	-4.68	5.37	1.39	984.3	0.29	-4.06	-3.88	5.81	1.49	1171.11	0.29	-3.62	-3.44
23	13K+074	-4.35	9.32	10.38	4.68	1.33	629.66	0.25	-4.64	-5.7	5.58	1.62	842.16	0.28	-3.74	-4.8	6.02	1.83	951.26	0.3	-3.3	-4.36
23. 1	13K+114	-3.19	10.47	10.58	4.71	1.22	631.8	0.25	-5.76	-5.87	5.63	1.41	900.13	0.26	-4.84	-4.95	6.09	1.56	1034.14	0.27	-4.38	-4.49
24	13K+797	-2.85	9.97	7.56	4.97	1.25	617.15	0.23	-5	-2.59	6.06	1.02	1238.06	0.3	-3.91	-1.5	6.47	0.98	1655.95	0.24	-3.5	-1.09
25	14K+217	-5.01	9.9	8.84	5.24	0.8	961.26	0.14	-4.66	-3.6	6.51	0.72	1768.11	0.16	-3.39	-2.33	6.81	0.79	2033.84	0.17	-3.09	-2.03
26	14K+667	-2.55	9.95	8.54	5.94	0.89	868.11	0.24	-4.01	-2.6	7.13	0.73	1737.54	0.16	-2.82	-1.41	7.44	0.81	1987.46	0.17	-2.51	-1.1
27	15K+249	-1.67	10.38	8.93	7.1	0.53	1461.95	0.14	-3.28	-1.83	7.77	0.58	2170.93	0.13	-2.61	-1.16	8.09	0.64	2508.58	0.13	-2.29	-0.84
28	15K+891	-2.03	10.69	9.09	7.43	0.32	2452.1	0.08	-3.26	-1.66	8.07	0.38	3343.9	0.08	-2.62	-1.02	8.4	0.42	3808.22	0.08	-2.29	-0.69
29	16K+579	-2.38	10.67	9.26	7.73	0.61	1260.93	0.14	-2.94	-1.53	8.36	0.76	1671.35	0.15	-2.31	-0.9	8.7	0.85	1896.84	0.16	-1.97	-0.56
30	17K+259	-2.14	10.78	9.51	8.26	0.57	1352.91	0.13	-2.52	-1.25	8.93	0.71	1783.61	0.14	-1.85	-0.58	9.31	0.8	2028.86	0.14	-1.47	-0.2
31	17K+777	-1.97	11.07	11.48	8.63	0.61	1272.09	0.14	-2.44	-2.85	9.31	0.74	1721.61	0.15	-1.76	-2.17	9.71	0.81	1983.85	0.15	-1.36	-1.77
32. 1	18K+507	-3.45	14.06	14.44	8.77	0.67	1160.86	0.12	-5.29	-5.67	9.48	0.89	1425.37	0.15	-4.58	-4.96	9.9	1.02	1579.08	0.16	-4.16	-4.54
32	18K+522	-4.05	14.05	14.03	8.78	0.58	1333.75	0.1	-5.27	-5.25	9.49	0.79	1598.69	0.12	-4.56	-4.54	9.91	0.92	1752.77	0.14	-4.14	-4.12

附表 4　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q2、Q5、Q10)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
33	19K+032	-0.65	12.08	12.51	8.82	0.92	844.49	0.18	-3.26	-3.69	9.56	1.15	1100.94	0.21	-2.52	-2.95	9.99	1.29	1252.45	0.22	-2.09	-2.52
34. 1	19K+477	-2.75	13.22	13.49	8.97	0.86	898.38	0.17	-4.25	-4.52	9.74	1.07	1180.91	0.19	-3.48	-3.75	10.18	1.2	1343.02	0.2	-3.04	-3.31
34	19K+492	-2.76	13.24	13.48	8.97	0.93	831.78	0.2	-4.27	-4.51	9.74	1.14	1114.73	0.21	-3.5	-3.74	10.18	1.27	1276.77	0.22	-3.06	-3.3
35. 1	19K+772	-0.58	12.91	13.14	9	1.19	649.33	0.16	-3.91	-4.14	9.81	1.58	804.37	0.31	-3.1	-3.33	10.25	1.71	947.57	0.32	-2.66	-2.89
35	20K+252	-1	12.99	13.22	9.12	0.88	809.19	0.18	-3.87	-4.1	10.06	1.05	1146.06	0.19	-2.93	-3.16	10.52	1.18	1318.21	0.2	-2.47	-2.7
36	20K+762	-0.83	13.3	13.35	9.25	0.87	821.14	0.14	-4.05	-4.1	10.24	1.08	1120.53	0.19	-3.06	-3.11	10.71	1.21	1285.73	0.2	-2.59	-2.64
37	21K+412	-2.85	13.48	13.57	9.37	0.53	1356.15	0.07	-4.11	-4.2	10.44	0.73	1652.53	0.1	-3.04	-3.13	10.97	0.85	1827.59	0.12	-2.51	-2.6
37. 2	21K+702	-1.96	15.57	15.67	9.39	0.59	1215.51	0.08	-6.18	-6.28	10.48	0.81	1489.18	0.11	-5.09	-5.19	11.04	0.92	1699.87	0.14	-4.53	-4.63
37. 1	21K+717	-2.23	15.61	15.65	9.39	0.58	1232.42	0.08	-6.22	-6.26	10.48	0.79	1519.37	0.12	-5.13	-5.17	11.04	0.91	1723.68	0.14	-4.57	-4.61
38	22K+007	-0.36	15.93	14.12	9.39	0.92	777.02	0.2	-6.54	-4.73	10.5	0.99	1213.35	0.19	-5.43	-3.62	11.07	1.08	1448.57	0.18	-4.86	-3.05
39	22K+633	-0.08	14.89	13.86	9.55	1.13	631.83	0.16	-5.34	-4.31	10.72	1.18	1023.28	0.25	-4.17	-3.14	11.26	1.23	1270.96	0.24	-3.63	-2.6
40	23K+128	-1.12	15.1	13.85	9.7	1.46	489.99	0.24	-5.4	-4.15	11.13	1.16	1040	0.26	-3.97	-2.72	11.62	1.18	1317.79	0.25	-3.48	-2.23
41	23K+668	-0.72	15.21	14.2	9.98	1.17	607.89	0.18	-5.23	-4.22	11.54	1.18	1021.52	0.24	-3.67	-2.66	12.01	1.27	1231.22	0.25	-3.2	-2.19
41. 2	24K+088	-0.18	15.16	14.42	10.14	1.12	635.08	0.21	-5.02	-4.28	11.82	1.07	1124.51	0.24	-3.34	-2.6	12.29	1.11	1403.84	0.24	-2.87	-2.13
41. 1	24K+113	-0.63	15.26	14.41	10.17	0.93	765.37	0.15	-5.09	-4.24	11.85	0.94	1281.67	0.2	-3.41	-2.56	12.31	0.99	1576.34	0.2	-2.95	-2.1
42	24K+313	0.03	15.41	14.61	10.2	1.11	643.71	0.19	-5.21	-4.41	11.92	1.14	1059.9	0.23	-3.49	-2.69	12.39	1.21	1288.64	0.24	-3.02	-2.22
43	24K+883	-0.25	15.73	14.81	10.41	1.32	540.77	0.25	-5.32	-4.4	12.17	1.18	1017.34	0.22	-3.56	-2.64	12.67	1.3	1199.24	0.24	-3.06	-2.14
44	25K+451	-0.98	15.85	15.16	10.6	0.92	775.25	0.13	-5.25	-4.56	12.34	1.02	1178.36	0.16	-3.51	-2.82	12.87	1.18	1326.43	0.17	-2.98	-2.29
44. 1	25K+463	-0.11	15.65	15.12	10.6	0.86	831.4	0.14	-5.05	-4.52	12.35	0.95	1261.87	0.14	-3.3	-2.77	12.88	1.11	1405.8	0.16	-2.77	-2.24
44. 1. 1	25K+481	-1.38	15.66	15.13	10.58	1.19	598.92	0.22	-5.08	-4.55	12.34	1.19	1011.57	0.2	-3.32	-2.79	12.86	1.35	1154.1	0.21	-2.8	-2.27
44. 2	25K+487	-0.92	15.61	15.13	10.58	1.29	552.26	0.25	-5.03	-4.55	12.33	1.25	966.66	0.21	-3.28	-2.8	12.86	1.41	1108.46	0.22	-2.75	-2.27
44. 2. 1	25K+500	-0.17	15.68	15.13	10.58	1.37	519.72	0.27	-5.1	-4.55	12.33	1.29	932.76	0.22	-3.35	-2.8	12.86	1.45	1074.13	0.23	-2.82	-2.27
44. 3	25K+505	-0.15	15.71	15.12	10.6	1.26	567.44	0.24	-5.11	-4.52	12.34	1.24	969.93	0.21	-3.37	-2.78	12.87	1.4	1111.17	0.22	-2.84	-2.25
44. 3. 1	25K+524	-0.36	15.71	15.15	10.62	1.18	607.08	0.21	-5.09	-4.53	12.35	1.23	978.62	0.19	-3.36	-2.8	12.88	1.4	1111.87	0.22	-2.83	-2.27
45	26K+198	0.64	16.11	15.51	10.77	0.91	780.59	0.13	-5.34	-4.74	12.51	1.11	1084.49	0.16	-3.6	-3	13.08	1.3	1204.34	0.17	-3.03	-2.43
46. 1	26K+648	-0.02	16.28	15.77	10.83	0.99	720.42	0.16	-5.45	-4.94	12.6	1.06	1133.02	0.17	-3.68	-3.17	13.19	1.21	1291.66	0.18	-3.09	-2.58
46	26K+660	1.47	16.21	15.76	10.84	0.94	759.07	0.13	-5.37	-4.92	12.6	1.09	1105.82	0.17	-3.61	-3.16	13.19	1.23	1266.16	0.18	-3.02	-2.57
47	27K+282	1.59	16.33	16.56	10.92	1.29	553.07	0.19	-5.41	-5.64	12.77	1.39	870.01	0.23	-3.56	-3.79	13.37	1.54	1015.01	0.24	-2.96	-3.19
48	27K+932	1.95	16.81	16.86	11.1	1.53	468.01	0.22	-5.71	-5.76	13.07	1.56	770.72	0.27	-3.74	-3.79	13.68	1.72	905.36	0.28	-3.13	-3.18
49	28K+423	1.71	17	16.75	11.31	1	712.07	0.17	-5.69	-5.44	13.29	1.05	1142.39	0.15	-3.71	-3.46	13.92	1.21	1293.2	0.17	-3.08	-2.83
50	29K+023	2.48	17.28	17.24	11.42	1.19	597.51	0.18	-5.86	-5.82	13.39	1.31	922.74	0.2	-3.89	-3.85	14.03	1.47	1063.31	0.21	-3.25	-3.21
50. 2	29K+383	3.57	18.61	18.34	11.5	0.96	745.42	0.15	-7.11	-6.84	13.48	1.06	1134.74	0.15	-5.13	-4.86	14.14	1.21	1291.25	0.17	-4.47	-4.2
50. 1	29K+408	3.74	18.58	18.36	11.51	0.95	751.86	0.15	-7.07	-6.85	13.48	1.04	1155.61	0.15	-5.1	-4.88	14.14	1.18	1325.22	0.17	-4.44	-4.22
51	29K+748	3.02	18.05	17.56	11.56	0.99	723.27	0.17	-6.49	-6	13.54	1.03	1164.87	0.15	-4.51	-4.02	14.21	1.17	1328.91	0.16	-3.84	-3.35
52. 1	30K+278	1.98	19.92	19.45	11.66	1.37	520.3	0.22	-8.26	-7.79	13.6	1.42	850.62	0.21	-6.32	-5.85	14.27	1.6	972.71	0.22	-5.65	-5.18
52	30K+288	0.85	19.96	19.45	11.67	1.33	536.82	0.2	-8.29	-7.78	13.61	1.38	871.93	0.2	-6.35	-5.84	14.28	1.57	995.96	0.22	-5.68	-5.17
53	30K+988	3.85	15.78	14.19	11.86	1.98	360.96	0.29	-3.92	-2.33	13.87	1.91	630.43	0.37	-1.91	-0.32	14.59	1.87	834.15	0.36	-1.19	0.4
53. 1	31K+018	1.97	12.71	12.69	11.83	2.29	311.42	0.26	-0.88	-0.86	13.68	3.12	385.84	0.32	0.97	0.99	14.22	3.83	407.28	0.38	1.51	1.53
53. 2	31K+024	1.73	12.71	12.71	11.85	2.21	323.58	0.25	-0.86	-0.86	13.72	3.02	398.6	0.31	1.01	1.01	14.28	3.71	420.85	0.37	1.57	1.57
54	31K+798	5.26	14.74	16.15	12.26	2.29	312.16	0.32	-2.48	-3.89	14.68	2.45	492.51	0.46	-0.06	-1.47	15.59	2.33	669.51	0.41	0.85	-0.56
55. 1	32K+148	5.35	15.08	15.16	12.43	2.86	245.06	0.36	-2.65	-2.73	14.93	3.41	344.46	0.37	-0.15	-0.23	15.64	4.11	372.93	0.43	0.56	0.48

附表 4　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q2、Q5、Q10)																							
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
55	32K+163	5.16	15.03	15.14	12.46	2.82	248.57	0.35	-2.57	-2.68	14.96	3.38	348.12	0.37	-0.07	-0.18	15.68	4.06	377.09	0.42	0.65	0.54
56	32K+863	4.88	16.52	16.42	13.14	1.77	394.94	0.25	-3.38	-3.28	15.87	1.8	654.9	0.26	-0.65	-0.55	16.91	1.9	806.73	0.26	0.39	0.49
57	33K+423	5.8	14.93	17.18	13.34	2.21	316.79	0.3	-1.59	-3.84	16.21	1.68	699.71	0.32	1.28	-0.97	17.21	1.62	945.75	0.26	2.28	0.03
58	34K+223	5.49	15.75	16.72	13.87	1.9	368.39	0.31	-1.88	-2.85	16.69	1.19	984.85	0.22	0.94	-0.03	17.55	1.2	1276.58	0.2	1.8	0.83
59	34K+663	5.9	20.09	16.99	14.12	1.84	380.65	0.27	-5.97	-2.87	16.82	1.67	703.82	0.26	-3.27	-0.17	17.63	1.81	844	0.26	-2.46	0.64
60	35K+213	6.17	20.79	17.15	14.35	2.14	328.08	0.29	-6.44	-2.8	17.13	2.16	544.01	0.4	-3.66	-0.02	17.9	2.24	683.13	0.37	-2.89	0.75
60. 2	35K+313	8.48	20.81	16.93	14.61	4	175.38	1	-6.2	-2.32	17.33	1.69	697.51	0.34	-3.48	0.4	18.09	1.69	908.43	0.3	-2.72	1.16
60. 1	35K+323	8.47	21.25	16.96	15.01	3.12	224.34	0.77	-6.24	-1.95	17.34	1.72	685.47	0.34	-3.91	0.38	18.1	1.73	884.04	0.3	-3.15	1.14
61	35K+723	7.35	20.31	16.81	15.74	1.09	642.39	0.18	-4.57	-1.07	17.6	1.08	1092.8	0.18	-2.71	0.79	18.33	1.16	1320.11	0.18	-1.98	1.52
62	36K+223	8.15	19.84	19.74	15.81	2.22	315.77	0.38	-4.03	-3.93	17.74	1.75	672.45	0.36	-2.1	-2	18.45	1.76	870.64	0.32	-1.39	-1.29
63. 1	36K+823	10.25	21.38	23.82	16.58	1.33	528.14	0.34	-4.8	-7.24	18.15	1.03	1146.99	0.2	-3.23	-5.67	18.79	1.07	1428.03	0.19	-2.59	-5.03
63	36K+873	10.56	18.02	24.75	16.59	1.52	462.07	0.23	-1.43	-8.16	18.08	1.87	627.24	0.27	0.06	-6.67	18.68	2.17	706.82	0.3	0.66	-6.07
64	37K+193	9.65	19.23	17.82	16.7	1.89	370.49	0.34	-2.53	-1.12	18.25	1.97	596.49	0.35	-0.98	0.43	18.91	2.13	718.94	0.35	-0.32	1.09
65	37K+571	9.88	21.86	19.18	16.94	2.22	316.11	0.32	-4.92	-2.24	18.48	2.73	431.23	0.4	-3.38	-0.7	19.37	2.7	566.69	0.62	-2.49	0.19
66	38K+013	9.86	22.37	20.37	17.21	2.37	295.65	0.33	-5.16	-3.16	19.09	2.51	468.04	0.46	-3.28	-1.28	20.31	2.2	696.24	0.4	-2.06	-0.06
67	38K+213	9.92	22.71	19.9	17.4	2.08	337.33	0.28	-5.31	-2.5	19.26	2.58	456.14	0.32	-3.45	-0.64	20.54	2.5	612.63	0.48	-2.17	0.64
68	38K+813	9.61	21.95	19.9	17.7	2.58	271.51	0.36	-4.25	-2.2	19.93	2.58	454.95	0.58	-2.02	0.03	21.39	1.78	861.79	0.33	-0.56	1.49
69	39K+393	10.36	24.21	24.33	18.23	1.61	436.55	0.24	-5.98	-6.1	20.51	1.77	664.8	0.23	-3.7	-3.82	21.77	1.6	958.99	0.26	-2.44	-2.56
70	39K+883	11.32	24.82	25.63	18.39	1.97	355.92	0.28	-6.43	-7.24	20.63	2.21	531.97	0.29	-4.19	-5	21.94	2.27	673.83	0.33	-2.88	-3.69
71	40K+348	10.43	22.03	25.01	18.64	2.04	343.05	0.32	-3.39	-6.37	20.86	2.21	532.19	0.29	-1.17	-4.15	22.2	2.32	658.62	0.29	0.17	-2.81
72	40K+698	11.36	26.25	25.49	18.9	1.96	357.23	0.31	-7.35	-6.59	21.08	2.09	563.56	0.29	-5.17	-4.41	22.43	2.1	730.12	0.28	-3.82	-3.06
72. 2	41K+178	12.39	25.33	25.4	19.23	1.13	622.05	0.18	-6.1	-6.17	21.39	1.18	995.56	0.16	-3.94	-4.01	22.73	1.22	1259.01	0.16	-2.6	-2.67
72. 1	41K+203	12.26	25.41	25.45	19.23	1.18	595.05	0.19	-6.18	-6.22	21.39	1.23	958.55	0.17	-4.02	-4.06	22.73	1.24	1233.05	0.16	-2.68	-2.72
73	41K+458	12.26	26.59	26.41	19.29	1.68	416.32	0.32	-7.3	-7.12	21.43	1.53	771.05	0.23	-5.16	-4.98	22.76	1.52	1007.85	0.21	-3.83	-3.65
74	41K+878	12.98	26.77	26.8	19.65	2.52	278.5	0.45	-7.12	-7.15	21.56	2.42	485.8	0.38	-5.21	-5.24	22.83	2.37	646.73	0.34	-3.94	-3.97
74. 1	42K+478	14.88	29.59	29.69	20.68	2.35	298.43	0.44	-8.91	-9.01	22.29	2.28	516.45	0.4	-7.3	-7.4	23.4	2.2	697.25	0.36	-6.19	-6.29
74. 2	42K+523	14.8	29.6	29.7	20.81	2.12	330.22	0.42	-8.79	-8.89	22.43	1.87	628.12	0.34	-7.17	-7.27	23.53	1.78	858.19	0.29	-6.07	-6.17
75. 1	42K+528	15.07	28.74	28.93	20.95	1.42	493.45	0.29	-7.79	-7.98	22.52	1.44	815.71	0.24	-6.22	-6.41	23.59	1.45	1052.71	0.21	-5.15	-5.34
75	42K+573	14.98	28.65	28.95	20.96	1.63	427.48	0.31	-7.69	-7.99	22.51	1.72	683.6	0.28	-6.14	-6.44	23.58	1.71	884.93	0.25	-5.07	-5.37
76	43K+158	15.07	27.99	27.42	21.41	2.32	300.03	0.38	-6.58	-6.01	22.84	2.75	426.28	0.42	-5.15	-4.58	23.78	2.92	518.8	0.41	-4.21	-3.64
77	43K+493	15.21	28.35	25.94	21.77	2.43	286.46	0.39	-6.58	-4.17	23.23	2.93	400.47	0.43	-5.12	-2.71	24.14	3.16	479.8	0.43	-4.21	-1.8
78	43K+832	15.18	28.49	32.77	22.21	2.07	336.82	0.34	-6.28	-10.56	23.78	2.41	486.71	0.37	-4.71	-8.99	24.72	2.51	602.45	0.37	-3.77	-8.05
79	44K+283	16.14	28.66	29.15	22.71	2.18	319.51	0.42	-5.95	-6.44	24.27	2.28	514.46	0.36	-4.39	-4.88	25.17	2.39	632.52	0.35	-3.49	-3.98
80	44K+813	15.88	29.27	29.62	23.36	1.76	395.72	0.31	-5.91	-6.26	24.76	2.05	571.1	0.31	-4.51	-4.86	25.67	2.16	701.77	0.33	-3.6	-3.95
81. 1	45K+223	16.52	31.98	31.16	23.63	1.17	596.89	0.19	-8.35	-7.53	25.06	1.41	830.08	0.2	-6.92	-6.1	25.99	1.52	994.6	0.21	-5.99	-5.17
81	45K+243	16.49	31.94	30.79	23.66	0.95	733.76	0.15	-8.28	-7.13	25.1	1.17	1005.22	0.16	-6.84	-5.69	26.03	1.27	1188.23	0.17	-5.91	-4.76
82	45K+973	17.16	31.05	30.67	23.81	2.22	313.52	0.46	-7.24	-6.86	25.26	2.2	533.5	0.39	-5.79	-5.41	26.18	2.18	694.05	0.35	-4.87	-4.49
83	46K+343	17.5	31.56	30.89	24.44	1.81	384.35	0.37	-7.12	-6.45	25.69	1.99	590.63	0.34	-5.87	-5.2	26.52	2.07	732.38	0.33	-5.04	-4.37
84	46K+983	18.41	32.1	32.09	25.05	1.96	354.3	0.32	-7.05	-7.04	26.24	2.48	472.3	0.38	-5.86	-5.85	27.01	2.72	556.6	0.39	-5.09	-5.08
85	47K+583	19.73	32.22	32.2	25.59	2.53	274.59	0.41	-6.63	-6.61	26.91	3.12	375.5	0.47	-5.31	-5.29	27.73	3.36	451.08	0.5	-4.49	-4.47
85. 2	47K+803	18.13	30.84	30.81	26	1.4	481.67	0.24	-4.84	-4.81	27.46	1.67	691.78	0.25	-3.38	-3.35	28.34	1.82	822.52	0.25	-2.5	-2.47

附表 4　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q2、Q5、Q10)																							
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
85. 1	47K+818	20.35	30.88	30.79	25.97	1.73	388.56	0.33	-4.91	-4.82	27.44	1.93	600.53	0.3	-3.44	-3.35	28.32	2.06	728.98	0.29	-2.56	-2.47
86	48K+178	19.4	30.06	31.15	26.21	2.47	272.69	0.37	-3.85	-4.94	27.57	3.18	364.46	0.46	-2.49	-3.58	28.37	3.51	426.86	0.48	-1.69	-2.78
87. 5	48K+758	21.97	39.72	38.17	27	2.8	240.01	0.52	-12.72	-11.17	28.59	3	385.4	0.49	-11.13	-9.58	29.48	3.14	477.75	0.48	-10.24	-8.69
87. 4	48K+778	21.63	39.89	38.43	27.1	2.62	256.67	0.47	-12.79	-11.33	28.62	3.01	384.33	0.46	-11.27	-9.81	29.5	3.2	468.26	0.48	-10.39	-8.93
87. 3	48K+788	21.09	46.76	42.55	27.21	2.27	296.46	0.4	-19.55	-15.34	28.79	2.51	460.8	0.4	-17.97	-13.76	29.7	2.63	570.14	0.4	-17.06	-12.85
87. 2	48K+828	20.53	42.02	41.97	27.41	1.44	466.25	0.24	-14.61	-14.56	29.02	1.62	714.4	0.25	-13	-12.95	29.95	1.69	886.4	0.26	-12.07	-12.02
87. 1	48K+838	21.09	37.67	37.85	27.38	1.73	390.09	0.29	-10.29	-10.47	29	1.89	611.46	0.3	-8.67	-8.85	29.92	1.98	755.93	0.3	-7.75	-7.93
87	48K+858	22.24	36.58	36.85	27.38	1.86	361.82	0.32	-9.2	-9.47	28.97	2.15	538.45	0.32	-7.61	-7.88	29.88	2.31	648	0.33	-6.7	-6.97
88	49K+108	22.11	33.36	35.99	27.43	3.55	189.67	0.66	-5.93	-8.56	28.87	4.04	286.32	0.64	-4.49	-7.12	29.74	4.3	348.7	0.63	-3.62	-6.25
89	49K+618	23.82	36.36	36.77	29.23	3.86	174.36	0.69	-7.13	-7.54	30.55	4.55	254.23	0.75	-5.81	-6.22	31.36	4.76	314.84	0.76	-5	-5.41
90	49K+963	25.69	37.52	37.7	30.64	4.17	161.36	0.77	-6.88	-7.06	32.09	4.64	249.45	0.78	-5.43	-5.61	32.87	4.88	307.27	0.78	-4.65	-4.83
91	50K+503	28.38	44.13	44.33	33.3	3.16	212.73	0.59	-10.83	-11.03	34.64	3.7	313.04	0.59	-9.49	-9.69	35.37	4.05	370.09	0.6	-8.76	-8.96
92	51K+058	27.88	51.37	51.37	34.77	2.65	254.06	0.41	-16.6	-16.6	36.15	3.41	339.24	0.47	-15.22	-15.22	36.93	3.86	388.61	0.5	-14.44	-14.44
92. 1	51K+333	31.53	54.22	50.49	33.06	9.23	72.89	3.38	-21.16	-17.43	36.93	2	579.99	0.31	-17.29	-13.56	37.86	2.12	708.17	0.3	-16.36	-12.63
92. 2	51K+334	35.55	50.49	50.49	37.12	3.66	184.13	1	-13.37	-13.37	37.74	4.31	268.69	1	-12.75	-12.75	38.1	4.67	320.92	1	-12.39	-12.39
93	51K+458	33.51	49.45	49.45	38	2.78	242.5	0.48	-11.45	-11.45	38.68	3.97	291.75	0.64	-10.77	-10.77	38.98	4.76	314.63	0.74	-10.47	-10.47
94	51K+758	34.54	51.93	51.74	38.65	4.9	137.29	1.14	-13.28	-13.09	40.07	4.74	244.1	0.86	-11.86	-11.67	40.72	5.07	295.88	0.84	-11.21	-11.02
95. 1	51K+968	39.08	59.91	59.8	42	4.12	163.29	1	-17.91	-17.8	42.78	4.84	239.35	1	-17.13	-17.02	43.28	5.15	291.18	1	-16.63	-16.52
95	51K+980	38.37	59.94	59.81	42.75	2.06	326.21	0.4	-17.19	-17.06	43.76	2.58	449.19	0.43	-16.18	-16.05	44.34	2.88	520.89	0.45	-15.6	-15.47
96	52K+320	39.24	56.81	59.88	43.22	5.58	120.64	1.04	-13.59	-16.66	44.46	6.66	173.92	1.08	-12.35	-15.42	45.19	7.22	207.51	1.09	-11.62	-14.69
96. 1	52K+514	42.13	61.3	55.56	42.97	15.55	43.27	5.76	-18.33	-12.59	43.44	16.29	71.11	4.82	-17.86	-12.12	43.75	16.61	90.25	4.46	-17.55	-11.81
96. 2	52K+515	42.13	61.3	55.56	44.64	14.79	45.51	4.29	-16.66	-10.92	45.44	15.28	75.8	3.49	-15.86	-10.12	45.98	15.46	96.96	3.15	-15.32	-9.58
97	52K+630	58.82	63.59	63.47	60.24	3.6	187.07	1	-3.35	-3.23	60.81	4.31	268.91	1	-2.78	-2.66	61.17	4.69	319.37	1	-2.42	-2.3
97. 1	52K+631	56.03	63.59	63.47	60.79	1.75	384.8	0.34	-2.8	-2.68	61.55	2.35	491.95	0.4	-2.04	-1.92	62	2.69	556.97	0.44	-1.59	-1.47
98	52K+945	58.62	64.81	64.42	61.78	4.13	163.09	1	-3.03	-2.64	62.56	4.64	249.35	1	-2.25	-1.86	63.08	4.82	311.11	1	-1.73	-1.34
99	53K+395	62.28	69.43	72.46	65.75	3.47	194.23	0.73	-3.68	-6.71	66.76	3.84	301.34	0.79	-2.67	-5.7	67.19	4.21	355.94	0.81	-2.24	-5.27
100	53K+735	64.41	70.7	70.9	67.97	2.76	157.86	0.67	-2.73	-2.93	68.92	2.94	247.81	0.6	-1.78	-1.98	69.46	3.14	305.19	0.61	-1.24	-1.44
101	53K+945	66.92	72.89	72.89	69.08	4.48	97.01	1.22	-3.81	-3.81	69.63	5.36	136.05	1.24	-3.26	-3.26	70.02	5.84	164.01	1.25	-2.87	-2.87
102	54K+250	70.74	77.63	77.15	74.24	3.79	114.86	1	-3.39	-2.91	74.97	4	182.15	1	-2.66	-2.18	75.33	4.29	223.5	1	-2.3	-1.82
103. 1	54K+510	72.62	83.29	83.09	76.76	3.51	123.77	0.76	-6.53	-6.33	76.7	6.04	120.68	1.31	-6.59	-6.39	77.12	6.62	144.76	1.34	-6.17	-5.97
103	54K+525	71.7	83.34	83.1	76.73	4.33	100.43	1	-6.61	-6.37	77.52	5.1	142.85	1	-5.82	-5.58	78.07	5.56	172.37	1	-5.27	-5.03
104	54K+755	74.66	85.02	82.4	79	2.74	158.57	0.62	-6.02	-3.4	80.11	2.74	266.51	0.61	-4.91	-2.29	80.66	2.83	338.96	0.56	-4.36	-1.74
105	54K+945	75.73	85.31	84.82	79.92	4.53	96.02	1	-5.39	-4.9	80.85	5.06	143.97	1	-4.46	-3.97	81.4	5.48	174.88	1	-3.91	-3.42
106	55K+145	79.02	87.25	85.97	82.44	3.69	117.92	0.89	-4.81	-3.53	83.19	4.32	168.9	0.89	-4.06	-2.78	83.69	4.69	204.46	0.88	-3.56	-2.28
107. 2	55K+365	78.83	89.58	89.32	81.16	9.13	47.63	2.19	-8.42	-8.16	82.06	9.72	74.96	2.34	-7.52	-7.26	82.44	10.26	93.41	2.44	-7.14	-6.88
107	55K+367	81.55	89.4	89.22	83.31	6.88	63.23	2.1	-6.09	-5.91	83.75	8.18	89.14	2.16	-5.65	-5.47	84.05	8.88	107.94	2.16	-5.35	-5.17
107. 3	55K+587	87.96	95.76	95.68	90.35	4.15	104.75	1	-5.41	-5.33	91.09	4.87	149.77	1	-4.67	-4.59	91.59	5.29	180.95	1	-4.17	-4.09
108. 1	55K+602	88.01	95.72	95.7	90.91	3	144.84	0.63	-4.81	-4.79	91.77	3.65	199.51	0.66	-3.95	-3.93	92.34	4.05	236.45	0.68	-3.38	-3.36
108	55K+802	89.61	96.32	98	92.71	4.52	96.31	1.02	-3.61	-5.29	93.47	5.39	135.16	1.08	-2.85	-4.53	94.04	5.73	167.08	1.09	-2.28	-3.96
109. 1	56K+322	96.13	105	105.05	98.99	4.38	99.4	1	-6.01	-6.06	99.84	5.03	144.85	1	-5.16	-5.21	100.49	5.16	185.8	1	-4.51	-4.56
109	56K+332	96.1	105	105.06	99.57	3.14	138.53	0.63	-5.43	-5.49	100.6	3.61	201.97	0.7	-4.4	-4.46	101.22	3.84	249.72	0.69	-3.78	-3.84

附表 4　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q2、Q5、Q10)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q2 水理因素						Q5 水理因素						Q10 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
110	56K+612	99.63	108.17	105.36	102.57	4.3	101.25	1	-5.6	-2.79	103.53	4.73	154.25	1	-4.64	-1.83	104.01	5.08	188.76	1	-4.16	-1.35
111	56K+862	100.98	108.02	108.26	104.13	6.06	71.8	1.32	-3.89	-4.13	105.46	5.81	125.53	1.34	-2.56	-2.8	105.81	6.35	150.88	1.44	-2.21	-2.45
112	57K+102	107.06	112.1	112.28	109.46	4.31	100.95	1.08	-2.64	-2.82	110.12	5.14	141.81	1.08	-1.98	-2.16	110.61	5.57	172.04	1.06	-1.49	-1.67
112. 1	57K+302	110.91	119.87	119.88	112.96	3.7	117.47	1	-6.91	-6.92	113.56	4.28	170.13	1	-6.31	-6.32	113.95	4.65	206.15	1	-5.92	-5.93
113	57K+322	111.24	119.87	119.84	113.41	3.14	138.67	0.78	-6.46	-6.43	113.98	3.9	186.95	0.85	-5.89	-5.86	114.28	4.48	213.98	0.92	-5.59	-5.56
114	57K+743	115.36	121.79	124.44	118.58	4.45	97.8	1	-3.21	-5.86	119.69	4.05	179.87	1	-2.1	-4.75	119.98	4.47	214.22	1.08	-1.81	-4.46
115	57K+913	117.16	125.14	126.44	120.9	4.14	104.98	0.92	-4.24	-5.54	121.74	4.84	150.75	0.97	-3.4	-4.7	122.47	4.72	202.8	1	-2.67	-3.97
116	58K+253	123.54	130.47	130.57	126.31	4.13	105.36	1.03	-4.16	-4.26	127.02	4.4	165.69	1.07	-3.45	-3.55	127.34	4.85	197.37	1.08	-3.13	-3.23
116. 1	58K+263	123.59	130.66	130.59	126.65	3.71	117.13	1	-4.01	-3.94	127.25	4.22	172.87	1	-3.41	-3.34	127.63	4.59	208.84	1	-3.03	-2.96
116. 2	58K+393	126.1	135.74	135.71	128.42	3.93	110.57	1.21	-7.32	-7.29	128.84	4.75	153.43	1.24	-6.9	-6.87	129.15	5.18	185.11	1.23	-6.59	-6.56
117	58K+405	126.26	135.74	135.7	128.79	3.68	118.19	1.08	-6.95	-6.91	129.19	4.61	158.12	1.18	-6.55	-6.51	129.53	4.97	192.87	1.15	-6.21	-6.17
118	58K+540	128.16	135.21	135.2	131.53	3.33	130.64	1.04	-3.68	-3.67	132	3.83	190.58	1	-3.21	-3.2	132.25	4.31	222.34	1.04	-2.96	-2.95
119	58K+695	132.07	137.75	137.77	134.25	3.47	125.5	1.05	-3.5	-3.52	134.57	4.52	161.34	1.21	-3.18	-3.2	134.88	4.85	197.44	1.18	-2.87	-2.89
120	58K+895	135.2	141.54	141.34	137.55	3.78	114.98	1	-3.99	-3.79	138.16	4.43	164.43	1	-3.38	-3.18	138.78	4.02	238.35	1	-2.76	-2.56
121	59K+085	137.44	144.31	144.5	140.33	3.49	124.74	0.9	-3.98	-4.17	141.17	3.39	214.86	0.9	-3.14	-3.33	141.56	3.42	279.85	0.88	-2.75	-2.94
122	59K+425	142.21	151.58	148.9	144.9	3.95	110.03	1	-6.68	-4	145.63	4.45	163.72	1	-5.95	-3.27	146.14	4.58	209.23	1	-5.44	-2.76
123	59K+650	146.7	152.49	151.95	148.71	4.48	97.21	1.22	-3.78	-3.24	149.22	5.44	134.01	1.3	-3.27	-2.73	149.57	5.95	161.13	1.32	-2.92	-2.38
124	59K+980	153.14	163.1	163.27	155.48	3.68	118.22	1	-7.62	-7.79	156.08	4.26	170.98	1	-7.02	-7.19	156.52	4.49	213.27	1	-6.58	-6.75
125	60K+255	157.2	164.04	163.8	160	3.51	123.98	1	-4.04	-3.8	160.37	4.46	163.36	1.17	-3.67	-3.43	160.53	5.27	181.87	1.31	-3.51	-3.27
125. 1	60K+410	159.34	169.97	169.98	162.14	4.14	105.14	0.98	-7.83	-7.84	162.94	4.71	154.84	1.01	-7.03	-7.04	163.42	5.07	189.07	1	-6.55	-6.56
126	60K+422	159.43	169.96	170.2	162.47	3.7	117.71	0.83	-7.49	-7.73	163.35	4.14	175.89	0.84	-6.61	-6.85	163.83	4.55	210.76	0.86	-6.13	-6.37
127	60K+682	163.4	171.35	171.36	165.73	5.76	75.58	1.47	-5.62	-5.63	166.35	6.84	106.61	1.51	-5	-5.01	166.78	7.43	128.85	1.52	-4.57	-4.58
128	60K+912	167.96	179.12	176.2	171.76	3.98	109.28	1	-7.36	-4.44	172.43	4.7	155.26	1	-6.69	-3.77	172.91	5.09	188.2	1	-6.21	-3.29
129	61K+087	171.8	187.09	187.64	173.91	7.05	61.74	1.84	-13.18	-13.73	174.71	7.26	100.45	1.88	-12.38	-12.93	175.05	7.7	124.43	1.94	-12.04	-12.59
130	61K+287	177	185.62	185.64	180.39	4.73	92.04	1	-5.23	-5.25	181.57	4.5	161.92	1	-4.05	-4.07	181.99	4.91	195.17	1	-3.63	-3.65
131	61K+637	176.83	185.25	185.24	179.56	11.25	38.67	2.73	-5.69	-5.68	180.43	12.03	60.61	2.82	-4.82	-4.81	180.93	11.86	80.77	2.92	-4.32	-4.31
132	61K+977	194.11	202.12	204.84	197.94	5.07	85.86	1.13	-4.18	-6.9	199.22	4.43	164.73	1.04	-2.9	-5.62	199.55	4.92	194.69	1.07	-2.57	-5.29
133	62K+252	201.85	209.75	210.05	204.63	5.56	78.29	1.52	-5.12	-5.42	205.04	7.11	102.57	1.75	-4.71	-5.01	205.31	8.04	119.11	1.87	-4.44	-4.74
133. 1	62K+537	209.09	220.24	221.29	212.2	5.17	84.12	1.13	-8.04	-9.09	213.26	5.61	130	1.06	-6.98	-8.03	213.89	6.03	158.86	1.04	-6.35	-7.4
134	62K+555	210.05	220.22	221.28	212.86	4.47	97.21	1	-7.36	-8.42	213.71	5.3	137.65	1	-6.51	-7.57	214.28	5.8	165.14	1	-5.94	-7

附表 5　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
1	0K+000	-5.13	4.57	4.81	2.6	0.62	3605.33	0.11	-1.97	-2.21	2.6	0.72	3605.33	0.12	-1.97	-2.21	2.6	0.83	3605.33	0.14	-1.97	-2.21
2	0K+627	-4.61	2.87	4.85	2.64	0.7	3154.54	0.12	-0.23	-2.21	2.65	0.82	3166.03	0.13	-0.22	-2.2	2.67	0.94	3179.59	0.15	-0.2	-2.18
2. 2	1K+067	-5.07	3.58	4.7	2.66	1.07	2065.51	0.18	-0.92	-2.04	2.69	1.25	2078.08	0.21	-0.89	-2.01	2.71	1.42	2092.78	0.23	-0.87	-1.99
2. 1	1K+112	-4.56	3.47	4.59	2.67	1.17	1889	0.2	-0.8	-1.92	2.69	1.36	1901.56	0.23	-0.78	-1.9	2.72	1.55	1916.22	0.26	-0.75	-1.87
3	1K+242	-3.39	4.94	4.75	2.69	1.35	1641.79	0.24	-2.25	-2.06	2.72	1.56	1657.1	0.28	-2.22	-2.03	2.75	1.78	1674.88	0.31	-2.19	-2
3. 2	1K+465	-8.79	5.06	4.71	2.78	1.06	2100.01	0.17	-2.28	-1.93	2.84	1.21	2133.94	0.2	-2.22	-1.87	2.91	1.37	2172.81	0.22	-2.15	-1.8
3. 1	1K+477	-8.87	5.06	4.71	2.78	1.08	2054.76	0.18	-2.28	-1.93	2.84	1.24	2089.24	0.21	-2.22	-1.87	2.91	1.4	2128.74	0.23	-2.15	-1.8
4	2K+057	-3.25	5.14	5	2.89	1.02	2173.14	0.17	-2.25	-2.11	2.98	1.16	2226.67	0.19	-2.16	-2.02	3.08	1.3	2286.22	0.21	-2.06	-1.92
5	2K+867	-2.52	5.53	5.51	3.04	1.44	1540.01	0.25	-2.49	-2.47	3.17	1.62	1599.14	0.28	-2.36	-2.34	3.31	1.79	1662.64	0.3	-2.22	-2.2
6. 1	3K+337	-9.39	7.44	8.19	3.21	1.47	1509.34	0.24	-4.23	-4.98	3.37	1.65	1574.69	0.27	-4.07	-4.82	3.54	1.81	1643.08	0.29	-3.9	-4.65
6	3K+367	-6.44	7.42	7.38	3.19	1.68	1320.13	0.3	-4.23	-4.19	3.35	1.87	1384.28	0.32	-4.07	-4.03	3.52	2.05	1451.46	0.34	-3.9	-3.86
7	4K+253	-2.27	5.91	6.53	3.58	1.37	1620.87	0.22	-2.33	-2.95	3.8	1.51	1714	0.24	-2.11	-2.73	4.03	1.65	1808.12	0.25	-1.88	-2.5
8	5K+173	-7.6	6.3	6.6	3.86	1.48	1503.79	0.25	-2.44	-2.74	4.11	1.61	1610.66	0.26	-2.19	-2.49	4.37	1.73	1716.75	0.27	-1.93	-2.23
9	5K+933	-7.67	6.8	6.76	4.13	1.52	1463.89	0.25	-2.67	-2.63	4.41	1.65	1574.03	0.26	-2.39	-2.35	4.68	1.77	1682.09	0.27	-2.12	-2.08
10	6K+423	-2.46	6.86	7.01	4.31	1.51	1466.3	0.25	-2.55	-2.7	4.6	1.64	1580.06	0.26	-2.26	-2.41	4.89	1.76	1690.94	0.27	-1.97	-2.12
11	6K+993	-6.28	7.26	7.07	4.5	1.44	1538.04	0.23	-2.76	-2.57	4.81	1.57	1653.5	0.24	-2.45	-2.26	5.11	1.69	1765.23	0.25	-2.15	-1.96
12. 2	7K+235	-4.62	7.07	6.42	4.57	1.42	1562.21	0.23	-2.5	-1.85	4.89	1.54	1688.43	0.24	-2.18	-1.53	5.19	1.64	1810.43	0.25	-1.88	-1.23
12. 1	7K+253	-4.18	7.08	6.49	4.6	1.3	1704.89	0.2	-2.48	-1.89	4.92	1.41	1833.75	0.21	-2.16	-1.57	5.22	1.52	1958.34	0.22	-1.86	-1.27
12	7K+523	-2.2	7.61	7.5	4.66	1.43	1553.87	0.23	-2.95	-2.84	4.98	1.54	1686.42	0.24	-2.63	-2.52	5.29	1.64	1814.69	0.25	-2.32	-2.21
13	7K+943	-2.77	7.68	7.66	4.79	1.46	1521.85	0.24	-2.89	-2.87	5.11	1.57	1650.53	0.24	-2.57	-2.55	5.43	1.68	1774.33	0.25	-2.25	-2.23
14	8K+353	-2.81	7.89	7.68	4.93	1.17	1894.47	0.18	-2.96	-2.75	5.27	1.27	2048.59	0.19	-2.62	-2.41	5.59	1.35	2196.26	0.2	-2.3	-2.09
15	8K+597	-3.87	7.96	7.77	4.98	1.15	1928.45	0.19	-2.98	-2.79	5.32	1.23	2106.08	0.19	-2.64	-2.45	5.65	1.31	2276.35	0.2	-2.31	-2.12
16	9K+097	-1.48	7.88	7.85	5.09	1.33	1671.95	0.24	-2.79	-2.76	5.44	1.4	1852.58	0.24	-2.44	-2.41	5.77	1.47	2025.9	0.24	-2.11	-2.08
17	9K+457	-1.95	7.07	8.01	5.21	1.24	1793.51	0.22	-1.86	-2.8	5.56	1.31	1976.59	0.22	-1.51	-2.45	5.89	1.38	2152.57	0.22	-1.18	-2.12
18	10K+089	-0.92	7.45	8.08	5.39	1.41	1578.83	0.24	-2.06	-2.69	5.73	1.5	1727.88	0.24	-1.72	-2.35	6.05	1.59	1871.39	0.25	-1.4	-2.03
19	10K+714	-2.76	7.67	8.08	5.59	1.29	1725.94	0.21	-2.08	-2.49	5.94	1.37	1888.88	0.22	-1.73	-2.14	6.27	1.45	2045.8	0.22	-1.4	-1.81
20	11K+524	-3.47	8.45	8.31	5.82	1.75	1268.43	0.29	-2.63	-2.49	6.16	1.87	1389.18	0.3	-2.29	-2.15	6.49	1.98	1505.55	0.31	-1.96	-1.82
21	12K+259	-2.23	9.07	9.03	6.14	1.47	1509.07	0.24	-2.93	-2.89	6.5	1.57	1647.51	0.24	-2.57	-2.53	6.84	1.67	1781.01	0.25	-2.23	-2.19
22	12K+684	-6.46	9.43	9.25	6.3	1.6	1385.27	0.29	-3.13	-2.95	6.65	1.68	1540.16	0.29	-2.78	-2.6	7	1.76	1689.57	0.29	-2.43	-2.25
23	13K+074	-4.35	9.32	10.38	6.51	2.05	1080.21	0.32	-2.81	-3.87	6.87	2.2	1176.24	0.34	-2.45	-3.51	7.22	2.34	1273.96	0.36	-2.1	-3.16
23. 1	13K+114	-3.19	10.47	10.58	6.6	1.74	1187.05	0.28	-3.87	-3.98	6.97	1.87	1297.86	0.29	-3.5	-3.61	7.33	1.98	1405.73	0.29	-3.14	-3.25
24	13K+797	-2.85	9.97	7.56	6.97	0.96	2160.55	0.21	-3	-0.59	7.34	0.96	2536.98	0.19	-2.63	-0.22	7.7	0.96	2906.63	0.18	-2.27	0.14
25	14K+217	-5.01	9.9	8.84	7.22	0.86	2408.17	0.17	-2.68	-1.62	7.55	0.9	2708.51	0.17	-2.35	-1.29	7.88	0.93	3009.77	0.16	-2.02	-0.96
26	14K+667	-2.55	9.95	8.54	7.83	0.9	2301.99	0.17	-2.12	-0.71	8.14	0.95	2547.22	0.17	-1.81	-0.4	8.44	1	2790.27	0.17	-1.51	-0.1
27	15K+249	-1.67	10.38	8.93	8.49	0.71	2923.23	0.14	-1.89	-0.44	8.78	0.75	3235.73	0.14	-1.6	-0.15	9.07	0.79	3540.07	0.14	-1.31	0.14
28	15K+891	-2.03	10.69	9.09	8.8	0.47	4368.96	0.09	-1.89	-0.29	9.1	0.51	4786.72	0.09	-1.59	0.01	9.39	0.54	5189.89	0.09	-1.3	0.3
29	16K+579	-2.38	10.67	9.26	9.11	0.96	2165.03	0.17	-1.56	-0.15	9.42	1.03	2362.48	0.17	-1.25	0.16	9.7	1.09	2550.86	0.18	-0.97	0.44
30	17K+259	-2.14	10.78	9.51	9.76	0.89	2315.95	0.15	-1.02	0.25	10.08	0.96	2524.13	0.16	-0.7	0.57	10.38	1.02	2720.35	0.16	-0.4	0.87
31	17K+777	-1.97	11.07	11.48	10.17	0.9	2289.12	0.16	-0.9	-1.31	10.5	0.97	2510.04	0.16	-0.57	-0.98	10.82	1.02	2719.24	0.16	-0.25	-0.66
32. 1	18K+507	-3.45	14.06	14.44	10.38	1.18	1757.14	0.17	-3.68	-4.06	10.72	1.29	1885.36	0.18	-3.34	-3.72	11.04	1.39	2006.26	0.19	-3.02	-3.4
32	18K+522	-4.05	14.05	14.03	10.39	1.07	1931.42	0.15	-3.66	-3.64	10.74	1.18	2060.32	0.16	-3.31	-3.29	11.06	1.28	2182.03	0.17	-2.99	-2.97

附表 5　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
33	19K+032	-0.65	12.08	12.51	10.49	1.45	1427.89	0.23	-1.59	-2.02	10.84	1.56	1554.12	0.24	-1.24	-1.67	11.17	1.66	1672.76	0.25	-0.91	-1.34
34. 1	19K+477	-2.75	13.22	13.49	10.69	1.35	1530.31	0.21	-2.53	-2.8	11.05	1.46	1664.71	0.22	-2.17	-2.44	11.39	1.56	1790.63	0.23	-1.83	-2.1
34	19K+492	-2.76	13.24	13.48	10.69	1.41	1463.97	0.23	-2.55	-2.79	11.05	1.52	1598.31	0.23	-2.19	-2.43	11.39	1.62	1724.18	0.24	-1.85	-2.09
35. 1	19K+772	-0.58	12.91	13.14	10.75	1.85	1117.11	0.32	-2.16	-2.39	11.12	1.96	1239.48	0.33	-1.79	-2.02	11.45	2.06	1354.62	0.33	-1.46	-1.69
35	20K+252	-1	12.99	13.22	11.03	1.34	1512.09	0.21	-1.96	-2.19	11.4	1.44	1652.17	0.22	-1.59	-1.82	11.75	1.55	1783.71	0.23	-1.24	-1.47
36	20K+762	-0.83	13.3	13.35	11.24	1.37	1474.55	0.22	-2.06	-2.11	11.61	1.48	1609.71	0.22	-1.69	-1.74	11.97	1.59	1737.26	0.23	-1.33	-1.38
37	21K+412	-2.85	13.48	13.57	11.54	1	2025.54	0.13	-1.94	-2.03	11.95	1.1	2166.05	0.14	-1.53	-1.62	12.33	1.2	2300.57	0.15	-1.15	-1.24
37. 2	21K+702	-1.96	15.57	15.67	11.62	1.04	1937.42	0.15	-3.95	-4.05	12.03	1.13	2105.8	0.16	-3.54	-3.64	12.43	1.22	2267.16	0.17	-3.14	-3.24
37. 1	21K+717	-2.23	15.61	15.65	11.63	1.03	1962.01	0.15	-3.98	-4.02	12.04	1.12	2130.94	0.16	-3.57	-3.61	12.43	1.2	2292.83	0.16	-3.18	-3.22
38	22K+007	-0.36	15.93	14.12	11.66	1.19	1694.61	0.19	-4.27	-2.46	12.07	1.27	1869.14	0.19	-3.86	-2.05	12.47	1.36	2036.62	0.2	-3.46	-1.65
39	22K+633	-0.08	14.89	13.86	11.85	1.32	1537.94	0.23	-3.04	-2.01	12.26	1.38	1727.74	0.23	-2.63	-1.6	12.65	1.44	1910.39	0.23	-2.24	-1.21
40	23K+128	-1.12	15.1	13.85	12.16	1.23	1638.96	0.24	-2.94	-1.69	12.55	1.27	1873.2	0.23	-2.55	-1.3	12.93	1.31	2102.96	0.22	-2.17	-0.92
41	23K+668	-0.72	15.21	14.2	12.5	1.39	1455.27	0.25	-2.71	-1.7	12.86	1.47	1621.03	0.25	-2.35	-1.34	13.22	1.54	1786.54	0.25	-1.99	-0.98
41. 2	24K+088	-0.18	15.16	14.42	12.77	1.18	1716.68	0.23	-2.39	-1.65	13.12	1.22	1949.29	0.23	-2.04	-1.3	13.48	1.26	2183.11	0.22	-1.68	-0.94
41. 1	24K+113	-0.63	15.26	14.41	12.79	1.07	1887.51	0.2	-2.47	-1.62	13.14	1.12	2119	0.2	-2.12	-1.27	13.5	1.17	2351.88	0.2	-1.76	-0.91
42	24K+313	0.03	15.41	14.61	12.85	1.33	1527.05	0.25	-2.56	-1.76	13.2	1.4	1704.61	0.25	-2.21	-1.41	13.54	1.47	1883.59	0.24	-1.87	-1.07
43	24K+883	-0.25	15.73	14.81	13.13	1.46	1386.08	0.25	-2.6	-1.68	13.47	1.56	1525.09	0.26	-2.26	-1.34	13.81	1.66	1664.71	0.26	-1.92	-1
44	25K+451	-0.98	15.85	15.16	13.36	1.38	1467.45	0.2	-2.49	-1.8	13.71	1.52	1569.42	0.21	-2.14	-1.45	14.05	1.65	1670.52	0.22	-1.8	-1.11
44. 1	25K+463	-0.11	15.65	15.12	13.37	1.31	1544	0.18	-2.28	-1.75	13.72	1.45	1643.75	0.19	-1.93	-1.4	14.07	1.58	1742.64	0.2	-1.58	-1.05
44. 1. 1	25K+481	-1.38	15.66	15.13	13.35	1.57	1289.83	0.23	-2.31	-1.78	13.7	1.72	1387.81	0.25	-1.96	-1.43	14.04	1.86	1484.88	0.26	-1.62	-1.09
44. 2	25K+487	-0.92	15.61	15.13	13.35	1.63	1243.62	0.25	-2.26	-1.78	13.69	1.78	1341.21	0.26	-1.92	-1.44	14.04	1.92	1437.93	0.27	-1.57	-1.09
44. 2. 1	25K+500	-0.17	15.68	15.13	13.35	1.68	1208.28	0.26	-2.33	-1.78	13.69	1.83	1305.24	0.27	-1.99	-1.44	14.04	1.97	1401.43	0.28	-1.64	-1.09
44. 3	25K+505	-0.15	15.71	15.12	13.36	1.62	1246	0.24	-2.35	-1.76	13.71	1.77	1343.55	0.26	-2	-1.41	14.05	1.92	1440.29	0.27	-1.66	-1.07
44. 3. 1	25K+524	-0.36	15.71	15.15	13.37	1.62	1246.79	0.24	-2.34	-1.78	13.72	1.77	1344.65	0.26	-1.99	-1.43	14.06	1.91	1441.6	0.27	-1.65	-1.09
45	26K+198	0.64	16.11	15.51	13.64	1.52	1328.57	0.21	-2.47	-1.87	14.02	1.67	1429.72	0.23	-2.09	-1.49	14.39	1.81	1528.25	0.24	-1.72	-1.12
46. 1	26K+648	-0.02	16.28	15.77	13.79	1.39	1452.88	0.19	-2.49	-1.98	14.19	1.52	1563.23	0.2	-2.09	-1.58	14.58	1.65	1668.02	0.21	-1.7	-1.19
46	26K+660	1.47	16.21	15.76	13.79	1.42	1429.36	0.2	-2.42	-1.97	14.19	1.55	1541.08	0.21	-2.02	-1.57	14.58	1.68	1647.28	0.22	-1.63	-1.18
47	27K+282	1.59	16.33	16.56	13.98	1.73	1167.36	0.26	-2.35	-2.58	14.4	1.87	1273.14	0.27	-1.93	-2.16	14.8	2.01	1374.97	0.28	-1.53	-1.76
48	27K+932	1.95	16.81	16.86	14.32	1.92	1054.04	0.29	-2.49	-2.54	14.75	2.06	1159.43	0.3	-2.06	-2.11	15.17	2.19	1261.76	0.31	-1.64	-1.69
49	28K+423	1.71	17	16.75	14.59	1.39	1457.42	0.18	-2.41	-2.16	15.05	1.52	1570.89	0.19	-1.95	-1.7	15.48	1.64	1680.47	0.2	-1.52	-1.27
50	29K+023	2.48	17.28	17.24	14.72	1.66	1220.14	0.23	-2.56	-2.52	15.18	1.79	1328	0.24	-2.1	-2.06	15.62	1.93	1433.18	0.25	-1.66	-1.62
50. 2	29K+383	3.57	18.61	18.34	14.84	1.37	1480.29	0.19	-3.77	-3.5	15.32	1.48	1610.04	0.19	-3.29	-3.02	15.78	1.59	1736.31	0.2	-2.83	-2.56
50. 1	29K+408	3.74	18.58	18.36	14.85	1.33	1521.39	0.18	-3.73	-3.51	15.33	1.44	1656.11	0.19	-3.25	-3.03	15.79	1.54	1786.94	0.2	-2.79	-2.57
51	29K+748	3.02	18.05	17.56	14.92	1.34	1509.03	0.18	-3.13	-2.64	15.41	1.46	1637.03	0.19	-2.64	-2.15	15.87	1.57	1761.44	0.2	-2.18	-1.69
52. 1	30K+278	1.98	19.92	19.45	15	1.83	1106.46	0.24	-4.92	-4.45	15.48	1.99	1197.4	0.25	-4.44	-3.97	15.94	2.15	1285.91	0.27	-3.98	-3.51
52	30K+288	0.85	19.96	19.45	15.01	1.79	1133.46	0.23	-4.95	-4.44	15.49	1.94	1226.83	0.25	-4.47	-3.96	15.96	2.1	1317.19	0.26	-4	-3.49
53	30K+988	3.85	15.78	14.19	15.33	1.9	1063.51	0.33	-0.45	1.14	15.83	1.95	1221.01	0.32	0.05	1.64	16.31	2.01	1374.8	0.31	0.53	2.12
53. 1	31K+018	1.97	12.71	12.69	14.68	4.75	425.85	0.47	1.97	1.99	14.93	5.47	435.79	0.53	2.22	2.24	15.1	6.23	442.75	0.6	2.39	2.41
53. 2	31K+024	1.73	12.71	12.71	14.78	4.59	440.85	0.44	2.07	2.07	15.06	5.27	452.35	0.5	2.35	2.35	15.29	5.98	461.62	0.56	2.58	2.58
54	31K+798	5.26	14.74	16.15	16.52	2.36	857.78	0.37	1.78	0.37	17.18	2.4	992.1	0.35	2.44	1.03	17.86	2.45	1128.58	0.33	3.12	1.71
55. 1	32K+148	5.35	15.08	15.16	16.27	5.03	397.91	0.51	1.19	1.11	16.67	5.71	414.02	0.57	1.59	1.51	17.05	6.38	429.2	0.62	1.97	1.89

附表 5　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
55	32K+163	5.16	15.03	15.14	16.33	4.97	403.13	0.5	1.3	1.19	16.76	5.63	420.23	0.55	1.73	1.62	17.17	6.27	436.69	0.61	2.14	2.03
56	32K+863	4.88	16.52	16.42	18.01	2.05	975.34	0.26	1.49	1.59	18.82	2.15	1098.78	0.26	2.3	2.4	19.65	2.24	1224.43	0.25	3.13	3.23
57	33K+423	5.8	14.93	17.18	18.3	1.65	1216.08	0.24	3.37	1.12	19.11	1.67	1415.55	0.22	4.18	1.93	19.94	1.69	1618.91	0.21	5.01	2.76
58	34K+223	5.49	15.75	16.72	18.58	1.23	1627.25	0.18	2.83	1.86	19.36	1.25	1892.2	0.17	3.61	2.64	20.16	1.27	2164.99	0.16	4.41	3.44
59	34K+663	5.9	20.09	16.99	18.62	1.97	1017.03	0.26	-1.47	1.63	19.37	2.06	1149.27	0.26	-0.72	2.38	20.15	2.13	1287.43	0.25	0.06	3.16
60	35K+213	6.17	20.79	17.15	18.86	2.34	856.44	0.34	-1.93	1.71	19.59	2.39	990.21	0.33	-1.2	2.44	20.35	2.42	1131.84	0.31	-0.44	3.2
60. 2	35K+313	8.48	20.81	16.93	19.05	1.7	1176.61	0.27	-1.76	2.12	19.78	1.71	1385.35	0.25	-1.03	2.85	20.55	1.71	1606.92	0.23	-0.26	3.62
60. 1	35K+323	8.47	21.25	16.96	19.05	1.76	1137.1	0.27	-2.2	2.09	19.79	1.77	1333.87	0.25	-1.46	2.83	20.55	1.78	1541.78	0.24	-0.7	3.59
61	35K+723	7.35	20.31	16.81	19.26	1.24	1614.13	0.18	-1.05	2.45	19.98	1.28	1843.49	0.17	-0.33	3.17	20.73	1.31	2085.91	0.17	0.42	3.92
62	36K+223	8.15	19.84	19.74	19.35	1.78	1123.37	0.28	-0.49	-0.39	20.05	1.79	1320.01	0.26	0.21	0.31	20.79	1.79	1527.42	0.25	0.95	1.05
63. 1	36K+823	10.25	21.38	23.82	19.64	1.11	1800.54	0.18	-1.74	-4.18	20.31	1.13	2096.94	0.17	-1.07	-3.51	21.02	1.14	2412.62	0.16	-0.36	-2.8
63	36K+873	10.56	18.02	24.75	19.49	2.45	819.16	0.33	1.47	-5.26	20.13	2.6	911.58	0.33	2.11	-4.62	20.82	2.71	1011.71	0.33	2.8	-3.93
64	37K+193	9.65	19.23	17.82	19.77	2.24	894.73	0.34	0.54	1.95	20.42	2.29	1031.46	0.33	1.19	2.6	21.12	2.33	1175.82	0.31	1.89	3.3
65	37K+571	9.88	21.86	19.18	20.14	2.53	791.4	0.49	-1.72	0.96	20.74	2.44	967.91	0.43	-1.12	1.56	21.39	2.36	1159.99	0.38	-0.47	2.21
66	38K+013	9.86	22.37	20.37	20.81	2.46	812.65	0.42	-1.56	0.44	21.26	2.58	917.41	0.42	-1.11	0.89	21.78	2.63	1041.18	0.4	-0.59	1.41
67	38K+213	9.92	22.71	19.9	21.05	2.74	730.25	0.5	-1.66	1.15	21.47	2.85	830.18	0.48	-1.24	1.57	21.97	2.89	946.81	0.46	-0.74	2.07
68	38K+813	9.61	21.95	19.9	21.93	1.97	1018.52	0.34	-0.02	2.03	22.33	2.08	1135.28	0.34	0.38	2.43	22.76	2.17	1261.6	0.33	0.81	2.86
69	39K+393	10.36	24.21	24.33	22.34	1.81	1106.88	0.29	-1.87	-1.99	22.74	1.94	1220.27	0.3	-1.47	-1.59	23.16	2.05	1339.24	0.3	-1.05	-1.17
70	39K+883	11.32	24.82	25.63	22.53	2.64	759.13	0.37	-2.29	-3.1	22.92	2.89	817.45	0.39	-1.9	-2.71	23.32	3.13	876.38	0.41	-1.5	-2.31
71	40K+348	10.43	22.03	25.01	22.84	2.77	722.28	0.33	0.81	-2.17	23.26	3.09	765.18	0.36	1.23	-1.75	23.68	3.39	807.45	0.38	1.65	-1.33
72	40K+698	11.36	26.25	25.49	23.18	2.39	836.68	0.33	-3.07	-2.31	23.72	2.54	930.4	0.37	-2.53	-1.77	24.23	2.66	1028.78	0.37	-2.02	-1.26
72. 2	41K+178	12.39	25.33	25.4	23.55	1.4	1429.67	0.17	-1.78	-1.85	24.14	1.52	1553.15	0.18	-1.19	-1.26	24.67	1.65	1663.9	0.19	-0.66	-0.73
72. 1	41K+203	12.26	25.41	25.45	23.55	1.43	1404	0.18	-1.86	-1.9	24.14	1.55	1527.45	0.18	-1.27	-1.31	24.67	1.67	1638.21	0.19	-0.74	-0.78
73	41K+458	12.26	26.59	26.41	23.58	1.73	1157.67	0.22	-3.01	-2.83	24.17	1.87	1266.84	0.23	-2.42	-2.24	24.71	1.99	1378.16	0.25	-1.88	-1.7
74	41K+878	12.98	26.77	26.8	23.64	2.65	756.91	0.36	-3.13	-3.16	24.23	2.82	838.64	0.37	-2.54	-2.57	24.78	2.98	918.66	0.38	-1.99	-2.02
74. 1	42K+478	14.88	29.59	29.69	24.28	2.29	873.41	0.36	-5.31	-5.41	24.89	2.36	1002.52	0.35	-4.7	-4.8	25.45	2.44	1123.39	0.34	-4.14	-4.24
74. 2	42K+523	14.8	29.6	29.7	24.4	1.91	1050.18	0.28	-5.2	-5.3	25.01	2	1183.13	0.28	-4.59	-4.69	25.57	2.1	1307.38	0.28	-4.03	-4.13
75. 1	42K+528	15.07	28.74	28.93	24.47	1.61	1247.25	0.22	-4.27	-4.46	25.07	1.71	1380.44	0.22	-3.67	-3.86	25.63	1.82	1505.11	0.22	-3.11	-3.3
75	42K+573	14.98	28.65	28.95	24.46	1.84	1068.46	0.27	-4.19	-4.49	25.06	1.93	1201.56	0.26	-3.59	-3.89	25.62	2.03	1325.91	0.26	-3.03	-3.33
76	43K+158	15.07	27.99	27.42	24.67	3.19	616.38	0.45	-3.32	-2.75	25.23	3.37	686.84	0.46	-2.76	-2.19	25.77	3.54	758.38	0.48	-2.22	-1.65
77	43K+493	15.21	28.35	25.94	25.08	3.47	566.89	0.46	-3.27	-0.86	25.7	3.64	635.33	0.51	-2.65	-0.24	26.24	3.83	700.29	0.51	-2.11	0.3
78	43K+832	15.18	28.49	32.77	25.73	2.68	733.71	0.36	-2.76	-7.04	26.41	2.81	823.33	0.36	-2.08	-6.36	26.97	2.98	899.7	0.37	-1.52	-5.8
79	44K+283	16.14	28.66	29.15	26.19	2.51	783.94	0.36	-2.47	-2.96	26.86	2.6	890.18	0.35	-1.8	-2.29	27.44	2.73	983.73	0.35	-1.22	-1.71
80	44K+813	15.88	29.27	29.62	26.68	2.26	870.09	0.32	-2.59	-2.94	27.32	2.36	979.92	0.32	-1.95	-2.3	27.9	2.48	1080.83	0.32	-1.37	-1.72
81. 1	45K+223	16.52	31.98	31.16	27	1.65	1191.1	0.22	-4.98	-4.16	27.64	1.75	1326.41	0.22	-4.34	-3.52	28.24	1.85	1452.79	0.23	-3.74	-2.92
81	45K+243	16.49	31.94	30.79	27.04	1.41	1393.28	0.17	-4.9	-3.75	27.69	1.51	1528.35	0.18	-4.25	-3.1	28.29	1.62	1655.48	0.19	-3.65	-2.5
82	45K+973	17.16	31.05	30.67	27.18	2.23	881.01	0.33	-3.87	-3.49	27.83	2.3	1006.61	0.33	-3.22	-2.84	28.44	2.38	1129.09	0.32	-2.61	-2.23
83	46K+343	17.5	31.56	30.89	27.47	2.17	904.62	0.31	-4.09	-3.42	28.12	2.24	1033.04	0.33	-3.44	-2.77	28.72	2.3	1166.08	0.32	-2.84	-2.17
84	46K+983	18.41	32.1	32.09	27.88	2.99	656.2	0.4	-4.22	-4.21	28.54	3.15	736.01	0.41	-3.56	-3.55	29.1	3.34	804.21	0.42	-3	-2.99
85	47K+583	19.73	32.22	32.2	28.62	3.61	543.91	0.52	-3.6	-3.58	29.39	3.59	644.62	0.55	-2.83	-2.81	30.01	3.58	750.58	0.55	-2.21	-2.19
85. 2	47K+803	18.13	30.84	30.81	29.3	2.01	965.49	0.25	-1.54	-1.51	30.03	2.13	1075.49	0.25	-0.81	-0.78	30.62	2.27	1163.14	0.26	-0.22	-0.19

附表 5　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q25、Q50、Q100)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
85. 1	47K+818	20.35	30.88	30.79	29.28	2.23	871.3	0.29	-1.6	-1.51	30.01	2.33	981.24	0.29	-0.87	-0.78	30.59	2.47	1068.63	0.3	-0.29	-0.2
86	48K+178	19.4	30.06	31.15	29.26	3.89	498.91	0.51	-0.8	-1.89	29.96	4.05	564.02	0.54	-0.1	-1.19	30.51	4.27	617.87	0.55	0.45	-0.64
87. 5	48K+758	21.97	39.72	38.17	30.91	2.76	703.52	0.54	-8.81	-7.26	31.67	2.4	954.02	0.47	-8.05	-6.5	32.2	2.3	1147.1	0.42	-7.52	-5.97
87. 4	48K+778	21.63	39.89	38.43	31.04	2.46	790.41	0.5	-8.85	-7.39	31.75	2.19	1043.2	0.42	-8.14	-6.68	32.27	2.14	1234.24	0.38	-7.62	-6.16
87. 3	48K+788	21.09	46.76	42.55	31.13	2.19	885.97	0.43	-15.63	-11.42	31.81	2.03	1127.3	0.37	-14.95	-10.74	32.31	2.01	1316.08	0.35	-14.45	-10.24
87. 2	48K+828	20.53	42.02	41.97	31.3	1.55	1252.92	0.26	-10.72	-10.67	31.93	1.55	1473.9	0.25	-10.09	-10.04	32.41	1.59	1657.73	0.25	-9.61	-9.56
87. 1	48K+838	21.09	37.67	37.85	31.28	1.76	1102.53	0.31	-6.39	-6.57	31.91	1.72	1325.46	0.29	-5.76	-5.94	32.4	1.75	1511.66	0.28	-5.27	-5.45
87	48K+858	22.24	36.58	36.85	31.25	2.08	934.45	0.4	-5.33	-5.6	31.9	1.96	1165.55	0.35	-4.68	-4.95	32.39	1.95	1352.48	0.34	-4.19	-4.46
88	49K+108	22.11	33.36	35.99	31.42	3.92	495.02	0.74	-1.94	-4.57	31.94	3.87	590.79	0.71	-1.42	-4.05	32.37	3.91	675	0.68	-0.99	-3.62
89	49K+618	23.82	36.36	36.77	32.97	4.36	444.94	0.6	-3.39	-3.8	33.36	4.79	477.17	0.64	-3	-3.41	33.67	5.24	503.45	0.69	-2.69	-3.1
90	49K+963	25.69	37.52	37.7	34.4	3.55	547.18	0.68	-3.12	-3.3	34.97	3.47	659.54	0.61	-2.55	-2.73	35.5	3.44	766.97	0.56	-2.02	-2.2
91	50K+503	28.38	44.13	44.33	36.09	4.54	427.65	0.63	-8.04	-8.24	36.34	5.11	447.38	0.69	-7.79	-7.99	36.57	5.66	466.54	0.75	-7.56	-7.76
92	51K+058	27.88	51.37	51.37	37.8	4.37	444.29	0.53	-13.57	-13.57	38.38	4.74	482.19	0.56	-12.99	-12.99	38.96	5.08	520.13	0.58	-12.41	-12.41
92. 1	51K+333	31.53	54.22	50.49	38.92	2.25	863.36	0.3	-15.3	-11.57	39.67	2.34	976.23	0.3	-14.55	-10.82	40.41	2.42	1089.73	0.29	-13.81	-10.08
92. 2	51K+334	35.55	50.49	50.49	38.53	5.07	383.08	1	-11.96	-11.96	38.9	5.22	437.8	0.97	-11.59	-11.59	39.91	4.47	590.38	0.73	-10.58	-10.58
93	51K+458	33.51	49.45	49.45	39.33	5.69	341.12	0.86	-10.12	-10.12	39.5	6.46	354.1	0.96	-9.95	-9.95	39.86	6.92	381.44	1	-9.59	-9.59
94	51K+758	34.54	51.93	51.74	41.55	5.34	363.47	0.81	-10.38	-10.19	42.26	5.4	423.15	0.77	-9.67	-9.48	42.86	5.56	474.95	0.76	-9.07	-8.88
95. 1	51K+968	39.08	59.91	59.8	43.86	5.45	356.35	1	-16.05	-15.94	44.25	5.67	403.46	1	-15.66	-15.55	44.59	5.93	445.52	1	-15.32	-15.21
95	51K+980	38.37	59.94	59.81	44.98	3.24	599.95	0.47	-14.96	-14.83	45.41	3.5	653.49	0.49	-14.53	-14.4	45.82	3.75	704.7	0.5	-14.12	-13.99
96	52K+320	39.24	56.81	59.88	46.06	7.8	248.75	1.09	-10.75	-13.82	46.74	8.11	281.95	1.09	-10.07	-13.14	47.57	8.1	325.85	1.07	-9.24	-12.31
96. 1	52K+514	42.13	61.3	55.56	44.12	16.94	114.59	4.12	-17.18	-11.44	44.4	17.14	133.41	3.91	-16.9	-11.16	44.68	17.32	152.41	3.73	-16.62	-10.88
96. 2	52K+515	42.13	61.3	55.56	46.66	15.61	124.33	2.83	-14.64	-8.9	47.19	15.68	145.8	2.64	-14.11	-8.37	47.74	15.72	167.98	2.47	-13.56	-7.82
97	52K+630	58.82	63.59	63.47	61.59	5.11	379.91	1	-2	-1.88	61.9	5.39	423.75	1	-1.69	-1.57	62.21	5.64	468.24	1	-1.38	-1.26
97. 1	52K+631	56.03	63.59	63.47	62.53	3.06	633.94	0.47	-1.06	-0.94	62.92	3.31	689.65	0.49	-0.67	-0.55	63.28	3.55	743.26	0.5	-0.31	-0.19
98	52K+945	58.62	64.81	64.42	63.72	4.77	406.95	1	-1.09	-0.7	64	5	457.57	1	-0.81	-0.42	64.26	5.23	505.19	1	-0.55	-0.16
99	53K+395	62.28	69.43	72.46	67.64	4.68	414.51	0.84	-1.79	-4.82	67.91	5.08	449.89	0.87	-1.52	-4.55	68.17	5.45	484.21	0.91	-1.26	-4.29
100	53K+735	64.41	70.7	70.9	70.02	3.44	369.83	0.61	-0.68	-0.88	70.45	3.62	420.31	0.61	-0.25	-0.45	70.87	3.77	469.67	0.61	0.17	-0.03
101	53K+945	66.92	72.89	72.89	70.7	5.6	227.14	1.29	-2.19	-2.19	70.91	6.03	251.91	1.32	-1.98	-1.98	71.19	6.22	284.68	1.29	-1.7	-1.7
102	54K+250	70.74	77.63	77.15	75.73	4.69	271.13	1	-1.9	-1.42	76.02	4.96	306.49	1	-1.61	-1.13	76.19	5.4	327.62	1.06	-1.44	-0.96
103. 1	54K+510	72.62	83.29	83.09	77.65	7.22	175.94	1.33	-5.64	-5.44	78.06	7.6	199.93	1.31	-5.23	-5.03	78.46	7.94	223.05	1.3	-4.83	-4.63
103	54K+525	71.7	83.34	83.1	78.75	6.04	210.54	1	-4.59	-4.35	79.26	6.33	240.08	1	-4.08	-3.84	79.69	6.67	265.22	1	-3.65	-3.41
104	54K+755	74.66	85.02	82.4	81.41	2.9	438.41	0.51	-3.61	-0.99	81.99	2.94	516.82	0.48	-3.03	-0.41	82.57	2.97	596.29	0.46	-2.45	0.17
105	54K+945	75.73	85.31	84.82	82.08	5.92	214.8	1	-3.23	-2.74	82.98	5.42	280.66	1	-2.33	-1.84	83.52	5.15	343.95	1	-1.79	-1.3
106	55K+145	79.02	87.25	85.97	84.32	5.1	249.45	0.87	-2.93	-1.65	84.74	5.43	279.8	0.89	-2.51	-1.23	85.09	5.8	305.4	0.91	-2.16	-0.88
107. 2	55K+365	78.83	89.58	89.32	82.88	10.83	117.32	2.4	-6.7	-6.44	83.19	11.22	135.44	2.37	-6.39	-6.13	83.5	11.48	154.23	2.35	-6.08	-5.82
107	55K+367	81.55	89.4	89.22	84.43	9.59	132.58	2.18	-4.97	-4.79	84.7	10.06	151.13	2.18	-4.7	-4.52	84.96	10.39	170.43	2.24	-4.44	-4.26
107. 3	55K+587	87.96	95.76	95.68	92.2	5.76	220.62	1	-3.56	-3.48	92.66	6.07	250.57	1	-3.1	-3.02	93.08	6.34	279.08	1	-2.68	-2.6
108. 1	55K+602	88.01	95.72	95.7	93.02	4.51	281.7	0.7	-2.7	-2.68	93.51	4.84	314.27	0.71	-2.21	-2.19	93.99	5.07	349.31	0.74	-1.73	-1.71
108	55K+802	89.61	96.32	98	94.64	6.19	205.24	1.11	-1.68	-3.36	95.2	6.26	242.63	1.1	-1.12	-2.8	95.77	5.99	295.26	1.13	-0.55	-2.23
109. 1	56K+322	96.13	105	105.05	101.16	5.38	236.32	1	-3.84	-3.89	101.6	5.55	273.96	1	-3.4	-3.45	101.94	5.83	303.84	1	-3.06	-3.11
109	56K+332	96.1	105	105.06	101.86	4.19	303.03	0.72	-3.14	-3.2	102.25	4.5	337.42	0.74	-2.75	-2.81	102.64	4.76	371.85	0.74	-2.36	-2.42

附表 5　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q25、Q50、Q100)																						
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q25 水理因素						Q50 水理因素						Q100 水理因素					
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)
110	56K+612	99.63	108.17	105.36	104.57	5.55	228.81	1	-3.6	-0.79	105	5.84	260.48	1	-3.17	-0.36	105.41	6.05	292.38	1	-2.76	0.05
111	56K+862	100.98	108.02	108.26	106.15	7.16	177.41	1.52	-1.87	-2.11	106.37	7.82	194.41	1.61	-1.65	-1.89	106.62	8.22	215.24	1.62	-1.4	-1.64
112	57K+102	107.06	112.1	112.28	111.31	5.86	216.96	1.04	-0.79	-0.97	111.88	5.93	256.11	1	-0.22	-0.4	112.34	6.09	290.54	1	0.24	0.06
112. 1	57K+302	110.91	119.87	119.88	114.41	5.09	249.95	1	-5.46	-5.47	114.78	5.31	286.2	1.02	-5.09	-5.1	115.24	5.24	337.81	0.98	-4.63	-4.64
113	57K+322	111.24	119.87	119.84	114.65	5.15	246.73	0.99	-5.22	-5.19	115.2	5.05	300.85	1	-4.67	-4.64	115.47	5.31	333.06	1	-4.4	-4.37
114	57K+743	115.36	121.79	124.44	120.29	5.04	252.4	1.12	-1.5	-4.15	120.55	5.34	284.56	1.13	-1.24	-3.89	120.91	5.36	330.42	1.1	-0.88	-3.53
115	57K+913	117.16	125.14	126.44	123.24	4.46	284.9	1	-1.9	-3.2	123.53	4.65	327.12	1	-1.61	-2.91	123.77	4.87	363.1	1.04	-1.37	-2.67
116	58K+253	123.54	130.47	130.57	127.78	5.3	239.7	1.08	-2.69	-2.79	128.1	5.61	271.17	1.08	-2.37	-2.47	128.4	5.88	300.84	1.08	-2.07	-2.17
116. 1	58K+263	123.59	130.66	130.59	128.08	5.02	253.4	1	-2.58	-2.51	128.41	5.32	285.63	1	-2.25	-2.18	128.72	5.58	316.97	1	-1.94	-1.87
116. 2	58K+393	126.1	135.74	135.71	129.53	5.69	223.53	1.23	-6.21	-6.18	129.81	6.02	252.34	1.23	-5.93	-5.9	130.08	6.32	279.9	1.22	-5.66	-5.63
117	58K+405	126.26	135.74	135.7	129.98	5.33	238.27	1.11	-5.76	-5.72	130.34	5.52	275.48	1.07	-5.4	-5.36	130.59	5.88	301.27	1.09	-5.15	-5.11
118	58K+540	128.16	135.21	135.2	132.57	4.79	265.38	1.09	-2.64	-2.63	132.74	5.27	288.31	1.16	-2.47	-2.46	133.05	5.35	330.6	1.1	-2.16	-2.15
119	58K+695	132.07	137.75	137.77	135.25	5.26	241.66	1.19	-2.5	-2.52	135.56	5.43	280.09	1.17	-2.19	-2.21	136.05	4.98	355.51	1.18	-1.7	-1.72
120	58K+895	135.2	141.54	141.34	139.18	4.24	299.48	1	-2.36	-2.16	139.54	4.15	366.14	1	-2	-1.8	139.72	4.37	404.85	1	-1.82	-1.62
121	59K+085	137.44	144.31	144.5	141.86	3.8	334.06	0.9	-2.45	-2.64	141.79	4.73	321.47	1.14	-2.52	-2.71	141.95	5.05	350.65	1.16	-2.36	-2.55
122	59K+425	142.21	151.58	148.9	146.6	4.96	256.48	1.01	-4.98	-2.3	147	5.07	299.94	1	-4.58	-1.9	147.24	5.4	327.87	1.03	-4.34	-1.66
123	59K+650	146.7	152.49	151.95	150.15	5.91	215.09	1.31	-2.34	-1.8	150.48	6.05	251.41	1.34	-2.01	-1.47	150.68	6.42	275.59	1.37	-1.81	-1.27
124	59K+980	153.14	163.1	163.27	157.09	4.4	289.18	1	-6.01	-6.18	157.35	4.65	326.82	1	-5.75	-5.92	157.59	4.88	362.48	1	-5.51	-5.68
125	60K+255	157.2	164.04	163.8	160.77	6.1	208.35	1.42	-3.27	-3.03	160.94	6.7	226.89	1.5	-3.1	-2.86	161.1	7.21	245.43	1.56	-2.94	-2.7
125. 1	60K+410	159.34	169.97	169.98	163.96	5.57	228.04	1	-6.01	-6.02	164.37	5.9	257.65	1	-5.6	-5.61	164.75	6.21	285.13	1	-5.22	-5.23
126	60K+422	159.43	169.96	170.2	164.52	4.83	263.28	0.84	-5.44	-5.68	165.04	5	304.08	0.81	-4.92	-5.16	165.52	5.16	342.84	0.8	-4.44	-4.68
127	60K+682	163.4	171.35	171.36	167.54	7.3	174.19	1.51	-3.81	-3.82	167.92	7.42	204.83	1.56	-3.43	-3.44	168.19	7.71	229.58	1.57	-3.16	-3.17
128	60K+912	167.96	179.12	176.2	173.75	4.86	261.67	1	-5.37	-2.45	174.07	5.13	296.31	1	-5.05	-2.13	174.36	5.38	328.88	1	-4.76	-1.84
129	61K+087	171.8	187.09	187.64	175.39	8.34	152.48	2	-11.7	-12.25	175.61	8.86	171.49	2.02	-11.48	-12.03	175.82	9.29	190.43	2.01	-11.27	-11.82
130	61K+287	177	185.62	185.64	182.51	5.35	237.43	1	-3.11	-3.13	182.9	5.65	269.01	1	-2.72	-2.74	183.25	5.94	298.19	1	-2.37	-2.39
131	61K+637	176.83	185.25	185.24	181.41	11.94	106.49	2.87	-3.84	-3.83	181.72	12.11	125.48	2.74	-3.53	-3.52	182	12.33	143.59	2.63	-3.25	-3.24
132	61K+977	194.11	202.12	204.84	199.93	5.54	229.41	1.12	-2.19	-4.91	200.18	6.02	252.5	1.16	-1.94	-4.66	200.41	6.47	273.64	1.2	-1.71	-4.43
133	62K+252	201.85	209.75	210.05	205.61	9.19	138.26	1.99	-4.14	-4.44	205.88	9.8	155.1	2.01	-3.87	-4.17	206.13	10.34	171.22	2.03	-3.62	-3.92
133. 1	62K+537	209.09	220.24	221.29	214.71	6.45	197.08	1	-5.53	-6.58	215.25	6.84	222.16	1	-4.99	-6.04	215.76	7.19	246.12	1	-4.48	-5.53
134	62K+555	210.05	220.22	221.28	215.22	6.04	210.45	0.92	-5	-6.06	215.85	6.3	241.22	0.9	-4.37	-5.43	216.48	6.52	271.47	0.88	-3.74	-4.8

附表 6　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
1	0K+000	-5.13	4.57	4.81	2.6	0.93	3605.33	0.16	-1.97	-2.21	-1.97	-2.21	2.4E-16	0.000	0.103	0.042	0.599	0.250	200	200
2	0K+627	-4.61	2.87	4.85	2.69	1.05	3195.26	0.17	-0.18	-2.16	-0.23	-2.21	0.031	0.031	0.110	0.046	0.681	0.279	200	200
2. 2	1K+067	-5.07	3.58	4.7	2.74	1.6	2109.57	0.26	-0.84	-1.96	-0.91	-2.03	0.048	0.048	0.171	0.068	1.039	0.423	200	200
2. 1	1K+112	-4.56	3.47	4.59	2.75	1.74	1932.94	0.3	-0.72	-1.84	-0.80	-1.92	0.051	0.051	0.194	0.077	1.133	0.459	200	200
3	1K+242	-3.39	4.94	4.75	2.79	1.99	1695.02	0.35	-2.15	-1.96	-2.25	-2.06	0.066	0.066	0.230	0.092	1.303	0.523	200	200
3. 2	1K+465	-8.79	5.06	4.71	2.99	1.52	2216.3	0.24	-2.07	-1.72	-2.27	-1.92	0.131	0.131	0.164	0.061	1.013	0.393	200	200
3. 1	1K+477	-8.87	5.06	4.71	2.99	1.55	2172.99	0.25	-2.07	-1.72	-2.27	-1.92	0.131	0.131	0.173	0.064	1.036	0.400	200	200
4	2K+057	-3.25	5.14	5	3.19	1.43	2351.18	0.23	-1.95	-1.81	-2.24	-2.10	0.199	0.199	0.160	0.057	0.971	0.363	200	200
5	2K+867	-2.52	5.53	5.51	3.45	1.95	1729.46	0.32	-2.08	-2.06	-2.48	-2.46	0.283	0.283	0.234	0.075	1.364	0.476	200	200
6. 1	3K+337	-9.39	7.44	8.19	3.71	1.96	1713.25	0.3	-3.73	-4.48	-4.24	-4.99	0.363	0.363	0.227	0.069	1.393	0.469	200	200
6	3K+367	-6.44	7.42	7.38	3.69	2.21	1520.44	0.36	-3.73	-3.69	-4.23	-4.19	0.356	0.356	0.274	0.079	1.586	0.522	200	200
7	4K+253	-2.27	5.91	6.53	4.25	1.77	1902.02	0.26	-1.66	-2.28	-2.36	-2.98	0.523	0.523	0.207	0.050	1.296	0.399	200	200
8	5K+173	-7.6	6.3	6.6	4.62	1.85	1821.18	0.28	-1.68	-1.98	-2.50	-2.80	0.620	0.620	0.233	0.046	1.400	0.383	200	200
9	5K+933	-7.67	6.8	6.76	4.95	1.88	1787.57	0.28	-1.85	-1.81	-2.75	-2.71	0.694	0.694	0.237	0.042	1.441	0.377	200	200
10	6K+423	-2.46	6.86	7.01	5.16	1.87	1798.8	0.28	-1.7	-1.85	-2.64	-2.79	0.739	0.739	0.237	0.042	1.441	0.365	200	200
11	6K+993	-6.28	7.26	7.07	5.39	1.8	1873.67	0.26	-1.87	-1.68	-2.86	-2.67	0.787	0.787	0.219	0.038	1.380	0.352	200	200
12. 2	7K+235	-4.62	7.07	6.42	5.49	1.75	1928.65	0.25	-1.58	-0.93	-2.60	-1.95	0.807	0.807	0.220	0.033	1.360	0.326	200	200
12. 1	7K+253	-4.18	7.08	6.49	5.52	1.62	2079.13	0.23	-1.56	-0.97	-2.59	-2.00	0.814	0.814	0.194	0.031	1.243	0.316	200	200
12	7K+523	-2.2	7.61	7.5	5.59	1.74	1938.86	0.26	-2.02	-1.91	-3.06	-2.95	0.829	0.829	0.226	0.030	1.370	0.312	200	200
13	7K+943	-2.77	7.68	7.66	5.73	1.78	1894.03	0.26	-1.95	-1.93	-3.01	-2.99	0.849	0.849	0.227	0.030	1.399	0.320	200	200
14	8K+353	-2.81	7.89	7.68	5.9	1.44	2338.99	0.2	-1.99	-1.78	-3.09	-2.88	0.881	0.881	0.176	0.025	1.124	0.263	200	200
15	8K+597	-3.87	7.96	7.77	5.97	1.38	2440.9	0.2	-1.99	-1.8	-3.11	-2.92	0.894	0.894	0.183	0.018	1.109	0.228	200	200
16	9K+097	-1.48	7.88	7.85	6.08	1.53	2193.44	0.24	-1.8	-1.77	-2.91	-2.88	0.894	0.894	0.239	0.004	1.290	0.204	200	200
17	9K+457	-1.95	7.07	8.01	6.2	1.45	2322.8	0.22	-0.87	-1.81	-1.98	-2.92	0.891	0.891	0.214	0.008	1.199	0.210	200	200
18	10K+089	-0.92	7.45	8.08	6.37	1.67	2010.27	0.25	-1.08	-1.71	-2.19	-2.82	0.888	0.888	0.233	0.018	1.356	0.268	200	200
19	10K+714	-2.76	7.67	8.08	6.59	1.53	2197.6	0.23	-1.08	-1.49	-2.21	-2.62	0.909	0.909	0.210	0.016	1.241	0.242	200	200
20	11K+524	-3.47	8.45	8.31	6.8	2.08	1618.15	0.31	-1.65	-1.51	-2.77	-2.63	0.909	0.909	0.289	0.021	1.694	0.322	200	200
21	12K+259	-2.23	9.07	9.03	7.16	1.76	1910.17	0.26	-1.91	-1.87	-3.07	-3.03	0.943	0.943	0.234	0.020	1.420	0.282	200	200
22	12K+684	-6.46	9.43	9.25	7.32	1.84	1834.1	0.29	-2.11	-1.93	-3.28	-3.10	0.965	0.965	0.274	0.042	1.564	0.225	200	200
23	13K+074	-4.35	9.32	10.38	7.55	2.45	1372.27	0.37	-1.77	-2.83	-2.97	-4.03	0.999	0.999	0.317	0.043	1.974	0.404	200	200
23. 1	13K+114	-3.19	10.47	10.58	7.67	2.09	1508.54	0.3	-2.8	-2.91	-4.04	-4.15	1.031	1.031	0.277	0.018	1.696	0.315	200	200
24	13K+797	-2.85	9.97	7.56	8.05	0.97	3263.93	0.17	-1.92	0.49	-3.18	-0.77	1.057	1.057	0.217	0.045	1.014	0.106	200	50
25	14K+217	-5.01	9.9	8.84	8.21	0.95	3307.31	0.16	-1.69	-0.63	-2.84	-1.78	0.995	0.995	0.161	0.011	0.850	0.084	200	200
26	14K+667	-2.55	9.95	8.54	8.74	1.04	3032.35	0.17	-1.21	0.2	-2.28	-0.87	0.942	0.942	0.179	0.027	0.903	0.107	200	100
27	15K+249	-1.67	10.38	8.93	9.36	0.82	3842.03	0.14	-1.02	0.43	-2.00	-0.55	0.786	0.786	0.137	0.005	0.689	0.109	200	50
28	15K+891	-2.03	10.69	9.09	9.67	0.56	5588.08	0.09	-1.02	0.58	-2.00	-0.40	0.784	0.784	0.086	0.005	0.457	0.088	200	25
29	16K+579	-2.38	10.67	9.26	9.99	1.15	2736.2	0.18	-0.68	0.73	-1.67	-0.26	0.793	0.793	0.164	0.015	0.921	0.192	200	25
30	17K+259	-2.14	10.78	9.51	10.68	1.08	2911.3	0.16	-0.1	1.17	-1.15	0.12	0.852	0.852	0.149	0.012	0.861	0.180	200	10
31	17K+777	-1.97	11.07	11.48	11.12	1.08	2921.73	0.16	0.05	-0.36	-1.03	-1.44	0.879	0.879	0.154	0.008	0.876	0.166	100	200
32. 1	18K+507	-3.45	14.06	14.44	11.35	1.48	2122.67	0.2	-2.71	-3.09	-3.83	-4.21	0.911	0.911	0.167	0.027	1.131	0.289	200	200
32	18K+522	-4.05	14.05	14.03	11.37	1.37	2299.32	0.18	-2.68	-2.66	-3.80	-3.78	0.915	0.915	0.146	0.028	1.027	0.281	200	200

附表 6　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
33	19K+032	-0.65	12.08	12.51	11.49	1.76	1786.69	0.25	-0.59	-1.02	-1.74	-2.17	0.942	0.942	0.226	0.025	1.399	0.297	200	200
34. 1	19K+477	-2.75	13.22	13.49	11.72	1.65	1911.8	0.23	-1.5	-1.77	-2.69	-2.96	0.969	0.969	0.207	0.022	1.307	0.281	200	200
34	19K+492	-2.76	13.24	13.48	11.72	1.71	1845.29	0.24	-1.52	-1.76	-2.71	-2.95	0.969	0.969	0.224	0.015	1.371	0.276	200	200
35. 1	19K+772	-0.58	12.91	13.14	11.78	2.15	1465.72	0.33	-1.13	-1.36	-2.32	-2.55	0.976	0.976	0.300	0.062	1.786	0.328	200	200
35	20K+252	-1	12.99	13.22	12.08	1.65	1910.56	0.23	-0.91	-1.14	-2.14	-2.37	1.031	1.031	0.209	0.020	1.299	0.277	200	200
36	20K+762	-0.83	13.3	13.35	12.31	1.69	1859.99	0.24	-0.99	-1.04	-2.25	-2.30	1.064	1.064	0.206	0.034	1.327	0.291	200	200
37	21K+412	-2.85	13.48	13.57	12.7	1.3	2430.46	0.16	-0.78	-0.87	-2.15	-2.24	1.160	1.160	0.124	0.031	0.959	0.272	200	200
37. 2	21K+702	-1.96	15.57	15.67	12.81	1.3	2423.6	0.17	-2.76	-2.86	-4.17	-4.27	1.191	1.191	0.140	0.034	1.001	0.247	200	200
37. 1	21K+717	-2.23	15.61	15.65	12.81	1.29	2449.42	0.17	-2.8	-2.84	-4.21	-4.25	1.192	1.192	0.140	0.031	0.989	0.247	200	200
38	22K+007	-0.36	15.93	14.12	12.85	1.43	2197.62	0.2	-3.08	-1.27	-4.50	-2.69	1.205	1.205	0.193	0.008	1.177	0.190	200	200
39	22K+633	-0.08	14.89	13.86	13.04	1.51	2086.08	0.23	-1.85	-0.82	-3.27	-2.24	1.209	1.209	0.224	0.029	1.313	0.140	200	200
40	23K+128	-1.12	15.1	13.85	13.3	1.35	2326.29	0.22	-1.8	-0.55	-3.19	-1.94	1.226	1.226	0.237	0.015	1.280	0.104	200	200
41	23K+668	-0.72	15.21	14.2	13.57	1.61	1949.3	0.25	-1.64	-0.63	-2.97	-1.96	1.213	1.213	0.239	0.026	1.376	0.175	200	200
41. 2	24K+088	-0.18	15.16	14.42	13.83	1.3	2414.22	0.22	-1.33	-0.59	-2.67	-1.93	1.242	1.242	0.227	0.011	1.180	0.085	200	200
41. 1	24K+113	-0.63	15.26	14.41	13.85	1.22	2582.23	0.2	-1.41	-0.56	-2.74	-1.89	1.238	1.238	0.193	0.019	1.063	0.114	200	200
42	24K+313	0.03	15.41	14.61	13.89	1.53	2060.94	0.24	-1.52	-0.72	-2.84	-2.04	1.240	1.240	0.234	0.021	1.313	0.164	200	200
43	24K+883	-0.25	15.73	14.81	14.15	1.75	1803.17	0.27	-1.58	-0.66	-2.90	-1.98	1.260	1.260	0.250	0.016	1.461	0.207	200	200
44	25K+451	-0.98	15.85	15.16	14.39	1.78	1770.63	0.23	-1.46	-0.77	-2.80	-2.11	1.282	1.282	0.189	0.036	1.350	0.323	200	200
44. 1	25K+463	-0.11	15.65	15.12	14.41	1.71	1840.52	0.22	-1.24	-0.71	-2.59	-2.06	1.289	1.289	0.176	0.030	1.281	0.321	200	200
44. 1. 1	25K+481	-1.38	15.66	15.13	14.38	1.99	1581.17	0.27	-1.28	-0.75	-2.62	-2.09	1.285	1.285	0.234	0.026	1.553	0.321	200	200
44. 2	25K+487	-0.92	15.61	15.13	14.38	2.05	1533.91	0.28	-1.23	-0.75	-2.58	-2.10	1.285	1.285	0.249	0.025	1.619	0.314	200	200
44. 2. 1	25K+500	-0.17	15.68	15.13	14.38	2.1	1496.95	0.29	-1.3	-0.75	-2.65	-2.10	1.285	1.285	0.260	0.026	1.670	0.312	200	200
44. 3	25K+505	-0.15	15.71	15.12	14.39	2.05	1536.31	0.28	-1.32	-0.73	-2.66	-2.07	1.282	1.282	0.246	0.026	1.609	0.321	200	200
44. 3. 1	25K+524	-0.36	15.71	15.15	14.4	2.05	1537.75	0.28	-1.31	-0.75	-2.65	-2.09	1.279	1.279	0.239	0.033	1.594	0.337	200	200
45	26K+198	0.64	16.11	15.51	14.75	1.94	1625.28	0.25	-1.36	-0.76	-2.80	-2.20	1.354	1.354	0.199	0.046	1.466	0.377	200	200
46. 1	26K+648	-0.02	16.28	15.77	14.96	1.78	1770.26	0.22	-1.32	-0.81	-2.83	-2.32	1.407	1.407	0.190	0.022	1.371	0.299	200	200
46	26K+660	1.47	16.21	15.76	14.96	1.8	1751.05	0.23	-1.25	-0.8	-2.76	-2.31	1.404	1.404	0.191	0.034	1.387	0.315	200	200
47	27K+282	1.59	16.33	16.56	15.18	2.13	1474.77	0.29	-1.15	-1.38	-2.70	-2.93	1.451	1.451	0.251	0.034	1.709	0.316	200	200
48	27K+932	1.95	16.81	16.86	15.57	2.31	1362	0.32	-1.24	-1.29	-2.86	-2.91	1.520	1.520	0.284	0.033	1.899	0.306	200	200
49	28K+423	1.71	17	16.75	15.9	1.76	1786.89	0.21	-1.1	-0.85	-2.78	-2.53	1.563	1.563	0.181	0.020	1.367	0.292	200	200
50	29K+023	2.48	17.28	17.24	16.06	2.04	1539.39	0.26	-1.22	-1.18	-2.93	-2.89	1.580	1.580	0.224	0.029	1.627	0.318	200	200
50. 2	29K+383	3.57	18.61	18.34	16.23	1.69	1860.93	0.21	-2.38	-2.11	-4.14	-3.87	1.612	1.612	0.180	0.024	1.337	0.272	200	200
50. 1	29K+408	3.74	18.58	18.36	16.24	1.64	1915.91	0.2	-2.34	-2.12	-4.10	-3.88	1.613	1.613	0.177	0.021	1.303	0.258	200	200
51	29K+748	3.02	18.05	17.56	16.32	1.67	1883.73	0.2	-1.73	-1.24	-3.50	-3.01	1.624	1.624	0.179	0.020	1.319	0.265	200	200
52. 1	30K+278	1.98	19.92	19.45	16.39	2.29	1373.5	0.28	-3.53	-3.06	-5.30	-4.83	1.617	1.617	0.241	0.027	1.807	0.358	200	200
52	30K+288	0.85	19.96	19.45	16.41	2.24	1405.52	0.27	-3.55	-3.04	-5.33	-4.82	1.620	1.620	0.233	0.028	1.764	0.352	200	200
53	30K+988	3.85	15.78	14.19	16.78	2.07	1524.19	0.3	1	2.59	-0.84	0.75	1.681	1.681	0.326	0.030	1.956	0.070	25	5
53. 1	31K+018	1.97	12.71	12.69	15.2	7.05	446.56	0.67	2.49	2.51	1.52	1.54	1.187	1.187	0.461	0.150	4.677	1.709	2	2
53. 2	31K+024	1.73	12.71	12.71	15.48	6.71	469.13	0.63	2.77	2.77	1.64	1.64	1.258	1.258	0.437	0.137	4.499	1.619	2	2
54	31K+798	5.26	14.74	16.15	18.54	2.48	1268.1	0.32	3.8	2.39	1.35	-0.06	2.138	2.138	0.366	0.053	2.394	0.070	5	10
55. 1	32K+148	5.35	15.08	15.16	17.43	7.02	444.26	0.67	2.35	2.27	0.69	0.61	1.700	1.700	0.504	0.122	4.931	1.547	5	5

附表 6　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
55	32K+163	5.16	15.03	15.14	17.59	6.88	453.33	0.65	2.56	2.45	0.82	0.71	1.739	1.739	0.493	0.117	4.859	1.509	5	5
56	32K+863	4.88	16.52	16.42	20.49	2.31	1351.96	0.25	3.97	4.07	1.04	1.14	2.502	2.502	0.256	0.005	2.031	0.214	5	5
57	33K+423	5.8	14.93	17.18	20.77	1.71	1825.29	0.2	5.84	3.59	2.91	0.66	2.521	2.521	0.250	0.046	1.747	0.206	2	5
58	34K+223	5.49	15.75	16.72	20.98	1.28	2443.41	0.15	5.23	4.26	2.42	1.45	2.398	2.398	0.199	0.055	1.331	0.253	2	5
59	34K+663	5.9	20.09	16.99	20.95	2.18	1431.17	0.25	0.86	3.96	-1.85	1.25	2.301	2.301	0.259	0.007	1.951	0.186	50	5
60	35K+213	6.17	20.79	17.15	21.15	2.42	1288.56	0.31	0.36	4	-2.31	1.33	2.281	2.281	0.336	0.038	2.301	0.121	100	5
60. 2	35K+313	8.48	20.81	16.93	21.34	1.69	1839.48	0.22	0.53	4.41	-2.13	1.75	2.260	2.260	0.373	0.280	2.027	0.870	100	2
60. 1	35K+323	8.47	21.25	16.96	21.34	1.77	1760.29	0.22	0.09	4.38	-2.51	1.78	2.142	2.142	0.341	0.193	1.950	0.516	100	2
61	35K+723	7.35	20.31	16.81	21.5	1.33	2336.2	0.16	1.19	4.69	-1.29	2.21	1.971	1.971	0.174	0.008	1.213	0.103	50	2
62	36K+223	8.15	19.84	19.74	21.55	1.79	1741.78	0.23	1.71	1.81	-0.73	-0.63	1.954	1.954	0.297	0.057	1.840	0.168	25	25
63. 1	36K+823	10.25	21.38	23.82	21.76	1.14	2744.8	0.15	0.38	-2.06	-1.92	-4.36	1.777	1.777	0.199	0.065	1.136	0.095	100	200
63	36K+873	10.56	18.02	24.75	21.54	2.79	1118.53	0.32	3.52	-3.21	1.31	-5.42	1.696	1.696	0.301	0.038	2.301	0.471	2	200
64	37K+193	9.65	19.23	17.82	21.84	2.35	1326.19	0.3	2.61	4.02	0.34	1.75	1.767	1.767	0.331	0.020	2.171	0.181	10	-
65	37K+571	9.88	21.86	19.18	22.09	2.28	1366.3	0.34	0.23	2.91	-1.98	0.70	1.772	1.772	0.426	0.103	2.466	0.198	100	5
66	38K+013	9.86	22.37	20.37	22.38	2.64	1182.58	0.38	0.01	2.01	-1.96	0.04	1.762	1.762	0.401	0.040	2.484	0.158	100	10
67	38K+213	9.92	22.71	19.9	22.53	2.88	1080.6	0.43	-0.18	2.63	-2.11	0.70	1.761	1.761	0.421	0.086	2.646	0.292	200	5
68	38K+813	9.61	21.95	19.9	23.24	2.22	1401.73	0.32	1.29	3.34	-0.62	1.43	1.923	1.923	0.371	0.093	2.197	0.298	25	2
69	39K+393	10.36	24.21	24.33	23.61	2.12	1468.73	0.3	-0.6	-0.72	-2.44	-2.56	1.858	1.858	0.274	0.030	1.843	0.204	200	200
70	39K+883	11.32	24.82	25.63	23.74	3.32	939.28	0.43	-1.08	-1.89	-2.90	-3.71	1.861	1.861	0.357	0.059	2.633	0.506	200	200
71	40K+348	10.43	22.03	25.01	24.1	3.66	850.77	0.41	2.07	-0.91	0.20	-2.78	1.906	1.906	0.340	0.045	2.783	0.623	5	200
72	40K+698	11.36	26.25	25.49	24.74	2.76	1128.36	0.37	-1.51	-0.75	-3.64	-2.88	2.035	2.035	0.331	0.039	2.357	0.312	200	200
72. 2	41K+178	12.39	25.33	25.4	25.19	1.76	1773.7	0.19	-0.14	-0.21	-2.34	-2.41	2.084	2.084	0.176	0.013	1.409	0.245	200	200
72. 1	41K+203	12.26	25.41	25.45	25.19	1.78	1748	0.2	-0.22	-0.26	-2.42	-2.46	2.084	2.084	0.181	0.013	1.440	0.235	200	200
73	41K+458	12.26	26.59	26.41	25.23	2.09	1493.98	0.26	-1.36	-1.18	-3.57	-3.39	2.077	2.077	0.246	0.037	1.773	0.220	200	200
74	41K+878	12.98	26.77	26.8	25.28	3.14	993.42	0.39	-1.49	-1.52	-3.63	-3.66	1.978	1.978	0.381	0.034	2.700	0.291	200	200
74. 1	42K+478	14.88	29.59	29.69	25.98	2.52	1237.55	0.34	-3.61	-3.71	-5.74	-5.84	1.873	1.873	0.370	0.037	2.349	0.107	200	200
74. 2	42K+523	14.8	29.6	29.7	26.1	2.19	1424.23	0.28	-3.5	-3.6	-5.62	-5.72	1.867	1.867	0.310	0.053	1.996	0.149	200	200
75. 1	42K+528	15.07	28.74	28.93	26.16	1.92	1622.43	0.23	-2.58	-2.77	-4.68	-4.87	1.841	1.841	0.233	0.027	1.624	0.200	200	200
75	42K+573	14.98	28.65	28.95	26.15	2.13	1442.62	0.27	-2.5	-2.8	-4.60	-4.90	1.835	1.835	0.271	0.020	1.856	0.183	200	200
76	43K+158	15.07	27.99	27.42	26.27	3.72	826.49	0.49	-1.72	-1.15	-3.71	-3.14	1.722	1.722	0.441	0.040	3.116	0.487	200	200
77	43K+493	15.21	28.35	25.94	26.72	4.05	758.96	0.51	-1.63	0.78	-3.65	-1.24	1.763	1.763	0.463	0.049	3.359	0.559	200	50
78	43K+832	15.18	28.49	32.77	27.5	3.16	971.88	0.38	-0.99	-5.27	-3.16	-7.44	1.881	1.881	0.364	0.013	2.660	0.367	200	200
79	44K+283	16.14	28.66	29.15	27.99	2.86	1072.37	0.35	-0.67	-1.16	-2.86	-3.35	1.873	1.873	0.363	0.026	2.507	0.243	200	200
80	44K+813	15.88	29.27	29.62	28.46	2.61	1177.97	0.32	-0.81	-1.16	-2.96	-3.31	1.818	1.818	0.319	0.007	2.240	0.283	200	200
81. 1	45K+223	16.52	31.98	31.16	28.81	1.95	1575.01	0.23	-3.17	-2.35	-5.36	-4.54	1.843	1.843	0.214	0.015	1.614	0.270	200	200
81	45K+243	16.49	31.94	30.79	28.86	1.73	1777.73	0.19	-3.08	-1.93	-5.27	-4.12	1.850	1.850	0.173	0.015	1.380	0.270	200	200
82	45K+973	17.16	31.05	30.67	29.01	2.46	1248.11	0.32	-2.04	-1.66	-4.23	-3.85	1.847	1.847	0.357	0.052	2.281	0.104	200	200
83	46K+343	17.5	31.56	30.89	29.28	2.37	1295.01	0.32	-2.28	-1.61	-4.38	-3.71	1.728	1.728	0.331	0.020	2.136	0.194	200	200
84	46K+983	18.41	32.1	32.09	29.61	3.53	869.86	0.43	-2.49	-2.48	-4.47	-4.46	1.630	1.630	0.393	0.036	2.881	0.540	200	200
85	47K+583	19.73	32.22	32.2	30.53	3.64	844.55	0.54	-1.69	-1.67	-3.82	-3.80	1.766	1.766	0.506	0.051	3.347	0.406	200	200
85. 2	47K+803	18.13	30.84	30.81	31.13	2.41	1240.36	0.27	0.29	0.32	-1.86	-1.83	1.831	1.831	0.253	0.010	1.959	0.353	100	100

附表 6　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q200)

斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
85. 1	47K+818	20.35	30.88	30.79	31.11	2.61	1145.65	0.3	0.23	0.32	-1.92	-1.83	1.832	1.832	0.300	0.014	2.194	0.309	100	100
86	48K+178	19.4	30.06	31.15	30.99	4.5	665.3	0.56	0.93	-0.16	-1.08	-2.17	1.706	1.706	0.496	0.067	3.696	0.700	50	200
87. 5	48K+758	21.97	39.72	38.17	32.73	2.2	1362.04	0.39	-6.99	-5.44	-9.35	-7.80	2.090	2.090	0.473	0.053	2.657	0.362	200	200
87. 4	48K+778	21.63	39.89	38.43	32.78	2.09	1430.67	0.35	-7.11	-5.65	-9.45	-7.99	2.092	2.092	0.437	0.056	2.530	0.438	200	200
87. 3	48K+788	21.09	46.76	42.55	32.81	1.98	1514.54	0.32	-13.95	-9.74	-16.22	-12.01	2.045	2.045	0.381	0.037	2.231	0.256	200	200
87. 2	48K+828	20.53	42.02	41.97	32.91	1.62	1852.68	0.24	-9.11	-9.06	-11.32	-11.27	1.995	1.995	0.250	0.008	1.580	0.078	200	200
87. 1	48K+838	21.09	37.67	37.85	32.89	1.76	1705.7	0.27	-4.78	-4.96	-6.99	-7.17	2.000	2.000	0.291	0.013	1.799	0.098	200	200
87	48K+858	22.24	36.58	36.85	32.88	1.93	1548.24	0.31	-3.7	-3.97	-5.92	-6.19	2.001	2.001	0.339	0.030	2.034	0.156	200	200
88	49K+108	22.11	33.36	35.99	32.8	3.92	763.06	0.65	-0.56	-3.19	-2.71	-5.34	2.008	2.008	0.673	0.040	3.930	0.223	200	200
89	49K+618	23.82	36.36	36.77	34.59	4.9	610.95	0.84	-1.77	-2.18	-4.11	-4.52	1.917	1.917	0.710	0.080	4.637	0.440	200	200
90	49K+963	25.69	37.52	37.7	36.3	3.22	930.91	0.48	-1.22	-1.4	-3.70	-3.88	2.026	2.026	0.666	0.120	3.910	0.653	200	200
91	50K+503	28.38	44.13	44.33	36.82	6.16	486.48	0.81	-7.31	-7.51	-8.54	-8.74	1.257	1.257	0.666	0.087	4.626	1.080	200	200
92	51K+058	27.88	51.37	51.37	39.52	5.38	557.16	0.59	-11.85	-11.85	-13.87	-13.87	1.667	1.667	0.520	0.065	4.213	0.969	200	200
92. 1	51K+333	31.53	54.22	50.49	41.12	2.49	1201.28	0.29	-13.1	-9.37	-15.94	-12.21	2.714	2.714	0.739	1.165	3.264	2.636	200	200
92. 2	51K+334	35.55	50.49	50.49	40.72	4.18	716.61	0.62	-9.77	-9.77	-11.77	-11.77	1.251	1.251	0.903	0.159	4.511	0.535	200	200
93	51K+458	33.51	49.45	49.45	40.32	7.16	418.27	1	-9.13	-9.13	-10.21	-10.21	0.769	0.769	0.811	0.200	5.391	1.630	200	200
94	51K+758	34.54	51.93	51.74	43.42	5.69	526.52	0.77	-8.51	-8.32	-10.57	-10.38	1.671	1.671	0.850	0.133	5.243	0.350	200	200
95. 1	51K+968	39.08	59.91	59.8	44.9	6.18	484.71	1	-15.01	-14.9	-16.24	-16.13	1.038	1.038	1.000	0.000	5.334	0.701	200	200
95	51K+980	38.37	59.94	59.81	46.21	3.97	753.8	0.52	-13.73	-13.6	-15.19	-15.06	1.219	1.219	0.466	0.042	3.140	0.677	200	200
96	52K+320	39.24	56.81	59.88	48.15	8.35	358.67	1.06	-8.66	-11.73	-10.90	-13.97	1.748	1.748	1.074	0.019	7.403	0.996	200	200
96. 1	52K+514	42.13	61.3	55.56	44.95	17.48	171.34	3.59	-16.35	-10.61	-17.26	-11.52	0.703	0.703	4.341	0.756	16.761	0.673	200	200
96. 2	52K+515	42.13	61.3	55.56	48.29	15.73	190.4	2.33	-13.01	-7.27	-14.74	-9.00	1.295	1.295	3.029	0.684	15.467	0.340	200	200
97	52K+630	58.82	63.59	63.47	62.5	5.87	509.96	1	-1.09	-0.97	-2.10	-1.98	0.800	0.800	1.000	0.000	4.944	0.800	200	200
97. 1	52K+631	56.03	63.59	63.47	63.64	3.76	795.9	0.52	0.05	0.17	-1.20	-1.08	1.006	1.006	0.451	0.063	2.924	0.710	100	100
98	52K+945	58.62	64.81	64.42	64.51	5.45	550.03	1	-0.3	0.09	-1.39	-1.00	0.989	0.989	1.000	0.000	4.863	0.427	200	100
99	53K+395	62.28	69.43	72.46	68.41	5.81	515.46	0.94	-1.02	-4.05	-2.03	-5.06	0.923	0.923	0.841	0.072	4.649	0.858	200	200
100	53K+735	64.41	70.7	70.9	71.27	3.92	517.47	0.6	0.57	0.37	-0.85	-1.05	1.154	1.154	0.616	0.024	3.370	0.436	50	100
101	53K+945	66.92	72.89	72.89	71.4	6.54	310.16	1.3	-1.49	-1.49	-2.47	-2.47	0.861	0.861	1.273	0.036	5.724	0.673	200	200
102	54K+250	70.74	77.63	77.15	76.43	5.67	357.86	1.06	-1.2	-0.72	-2.07	-1.59	0.768	0.768	1.017	0.029	4.686	0.705	200	200
103. 1	54K+510	72.62	83.29	83.09	78.85	8.24	246.03	1.29	-4.44	-4.24	-5.63	-5.43	0.841	0.841	1.234	0.210	6.739	1.612	200	200
103	54K+525	71.7	83.34	83.1	80.13	6.98	290.69	1	-3.21	-2.97	-4.75	-4.51	1.220	1.220	1.000	0.000	5.859	0.928	200	200
104	54K+755	74.66	85.02	82.4	83.14	3	676.35	0.44	-1.88	0.74	-3.75	-1.13	1.449	1.449	0.526	0.072	2.874	0.106	200	50
105	54K+945	75.73	85.31	84.82	83.78	5.39	376.41	1	-1.53	-1.04	-3.23	-2.74	1.438	1.438	1.000	0.000	5.279	0.430	200	200
106	55K+145	79.02	87.25	85.97	85.37	6.2	327.07	0.98	-1.88	-0.6	-3.13	-1.85	1.065	1.065	0.901	0.037	5.033	0.870	200	200
107. 2	55K+365	78.83	89.58	89.32	83.78	11.78	172.22	2.33	-5.8	-5.54	-6.86	-6.60	0.906	0.906	2.346	0.078	10.631	0.970	200	200
107	55K+367	81.55	89.4	89.22	85.19	10.75	188.7	2.27	-4.21	-4.03	-5.06	-4.88	0.675	0.675	2.184	0.056	9.247	1.367	200	200
107. 3	55K+587	87.96	95.76	95.68	93.49	6.59	307.76	1	-2.27	-2.19	-3.69	-3.61	1.122	1.122	1.000	0.000	5.581	0.866	200	200
108. 1	55K+602	88.01	95.72	95.7	94.48	5.27	385.13	0.74	-1.24	-1.22	-2.86	-2.84	1.266	1.266	0.694	0.041	4.341	0.820	200	200
108	55K+802	89.61	96.32	98	96.11	6.07	334.16	1.17	-0.21	-1.89	-1.76	-3.44	1.236	1.236	1.100	0.046	5.736	0.613	200	200
109. 1	56K+322	96.13	105	105.05	102.27	6.1	332.67	1	-2.73	-2.78	-4.10	-4.15	1.187	1.187	1.000	0.000	5.347	0.565	200	200
109	56K+332	96.1	105	105.06	103.02	5	405.31	0.75	-1.98	-2.04	-3.41	-3.47	1.215	1.215	0.710	0.042	4.149	0.662	200	200

附表 6　朴子溪現況河道水理因素表(48 小時 Q200)																					
斷面編號	河道累距(m)	現況河底高程(m)	現況河岸高(m)		Q200 水理因素						洪水位-提岸高差(m)				福祿素		流速(m/s)		通洪能力	
											平均		標準差							
			左岸	右岸	洪水位(m)	流速(m/s)	通水面積(m2)	福祿數	左岸高差(m)	右岸高差(m)	左岸	右岸	左岸	右岸	平均	標準差	平均	標準差	左岸	右岸
110	56K+612	99.63	108.17	105.36	105.76	6.34	319.85	1	-2.41	0.4	-3.76	-0.95	1.119	1.119	1.000	0.000	5.413	0.740	200	50
111	56K+862	100.98	108.02	108.26	106.87	8.61	235.6	1.64	-1.15	-1.39	-2.10	-2.34	0.920	0.920	1.499	0.134	7.147	1.107	200	200
112	57K+102	107.06	112.1	112.28	112.69	6.38	317.8	1	0.59	0.41	-0.90	-1.08	1.193	1.193	1.037	0.037	5.611	0.695	50	50
112. 1	57K+302	110.91	119.87	119.88	115.61	5.34	380.01	0.94	-4.26	-4.27	-5.51	-5.52	0.938	0.938	0.991	0.025	4.801	0.623	200	200
113	57K+322	111.24	119.87	119.84	115.76	5.54	366.37	1	-4.11	-4.08	-5.19	-5.16	0.849	0.849	0.934	0.089	4.653	0.867	200	200
114	57K+743	115.36	121.79	124.44	121.27	5.28	384.03	1.07	-0.52	-3.17	-1.61	-4.26	0.886	0.886	1.071	0.053	4.856	0.527	200	200
115	57K+913	117.16	125.14	126.44	123.89	5.3	382.73	1.1	-1.25	-2.55	-2.35	-3.65	1.133	1.133	1.004	0.056	4.711	0.361	200	200
116	58K+253	123.54	130.47	130.57	128.73	6.08	333.49	1.07	-1.74	-1.84	-2.80	-2.90	0.840	0.840	1.070	0.018	5.179	0.744	200	200
116. 1	58K+263	123.59	130.66	130.59	129.13	5.66	358.07	1	-1.53	-1.46	-2.68	-2.61	0.865	0.865	1.000	0.000	4.871	0.730	200	200
116. 2	58K+393	126.1	135.74	135.71	130.34	6.6	307.43	1.22	-5.4	-5.37	-6.29	-6.26	0.689	0.689	1.226	0.010	5.499	0.942	200	200
117	58K+405	126.26	135.74	135.7	130.89	6.11	331.72	1.09	-4.85	-4.81	-5.84	-5.80	0.767	0.767	1.110	0.040	5.157	0.827	200	200
118	58K+540	128.16	135.21	135.2	133.34	5.47	371.04	1.08	-1.87	-1.86	-2.71	-2.70	0.622	0.622	1.073	0.052	4.621	0.826	200	200
119	58K+695	132.07	137.75	137.77	136.22	5.23	387.94	1.2	-1.53	-1.55	-2.50	-2.52	0.739	0.739	1.169	0.054	4.820	0.667	200	200
120	58K+895	135.2	141.54	141.34	139.91	4.56	444.96	1	-1.63	-1.43	-2.56	-2.36	0.868	0.868	1.000	0.000	4.221	0.265	200	200
121	59K+085	137.44	144.31	144.5	142.02	5.56	364.54	1.26	-2.29	-2.48	-2.78	-2.97	0.600	0.600	1.020	0.160	4.206	0.893	200	200
122	59K+425	142.21	151.58	148.9	147.56	5.55	365.61	1	-4.02	-1.34	-5.14	-2.46	0.944	0.944	1.006	0.011	4.851	0.562	200	200
123	59K+650	146.7	152.49	151.95	150.87	6.76	299.92	1.38	-1.62	-1.08	-2.54	-2.00	0.808	0.808	1.320	0.053	5.859	0.736	200	200
124	59K+980	153.14	163.1	163.27	157.82	5.1	397.29	1	-5.28	-5.45	-6.25	-6.42	0.854	0.854	1.000	0.000	4.494	0.459	200	200
125	60K+255	157.2	164.04	163.8	161.26	7.7	263.31	1.61	-2.78	-2.54	-3.33	-3.09	0.440	0.440	1.367	0.221	5.850	1.517	200	200
125. 1	60K+410	159.34	169.97	169.98	165.13	6.49	312.55	1	-4.84	-4.85	-6.15	-6.16	1.054	1.054	0.999	0.009	5.441	0.845	200	200
126	60K+422	159.43	169.96	170.2	166.03	5.29	383.42	0.78	-3.93	-4.17	-5.57	-5.81	1.257	1.257	0.823	0.028	4.667	0.577	200	200
127	60K+682	163.4	171.35	171.36	168.46	7.89	257.09	1.6	-2.89	-2.9	-4.07	-4.08	1.018	1.018	1.534	0.044	7.193	0.713	200	200
128	60K+912	167.96	179.12	176.2	174.65	5.62	360.66	1	-4.47	-1.55	-5.70	-2.78	1.074	1.074	1.000	0.000	4.966	0.532	200	200
129	61K+087	171.8	187.09	187.64	176.03	9.7	209.16	2.02	-11.06	-11.61	-11.87	-12.42	0.731	0.731	1.959	0.074	8.314	1.021	200	200
130	61K+287	177	185.62	185.64	183.6	6.19	327.67	1	-2.02	-2.04	-3.30	-3.32	1.101	1.101	1.000	0.000	5.324	0.638	200	200
131	61K+637	176.83	185.25	185.24	182.29	12.47	162.63	2.55	-2.96	-2.95	-4.06	-4.05	0.957	0.957	2.751	0.131	11.999	0.393	200	200
132	61K+977	194.11	202.12	204.84	200.68	6.78	299.26	1.24	-1.44	-4.16	-2.42	-5.14	0.922	0.922	1.137	0.070	5.604	0.860	200	200
133	62K+252	201.85	209.75	210.05	206.37	10.81	187.55	2.05	-3.38	-3.68	-4.18	-4.48	0.617	0.617	1.889	0.194	8.693	1.889	200	200
133. 1	62K+537	209.09	220.24	221.29	216.27	7.52	269.71	1	-3.97	-5.02	-5.76	-6.81	1.445	1.445	1.033	0.049	6.401	0.851	200	200
134	62K+555	210.05	220.22	221.28	217.05	6.78	299.1	0.87	-3.17	-4.23	-5.16	-6.22	1.522	1.522	0.939	0.060	5.887	0.791	200	200

附錄四 現地勘查照片

9/3現地勘查成果

◆ 義仁吊橋(斷面92)~中興圳攔河堰(斷面97):

中興圳攔河堰(斷97)	歷經數次整修，故**現狀結構複雜**
義仁橋(斷95)	**現況河床穩定，橋墩無沖刷危險**，若固床工損壞後橋墩有潛在沖刷風險
義仁吊橋(斷92)	吊橋至攔河堰間，為穩定下刷河床，配置有數組河床固床工，**義仁橋為主要保護對象**

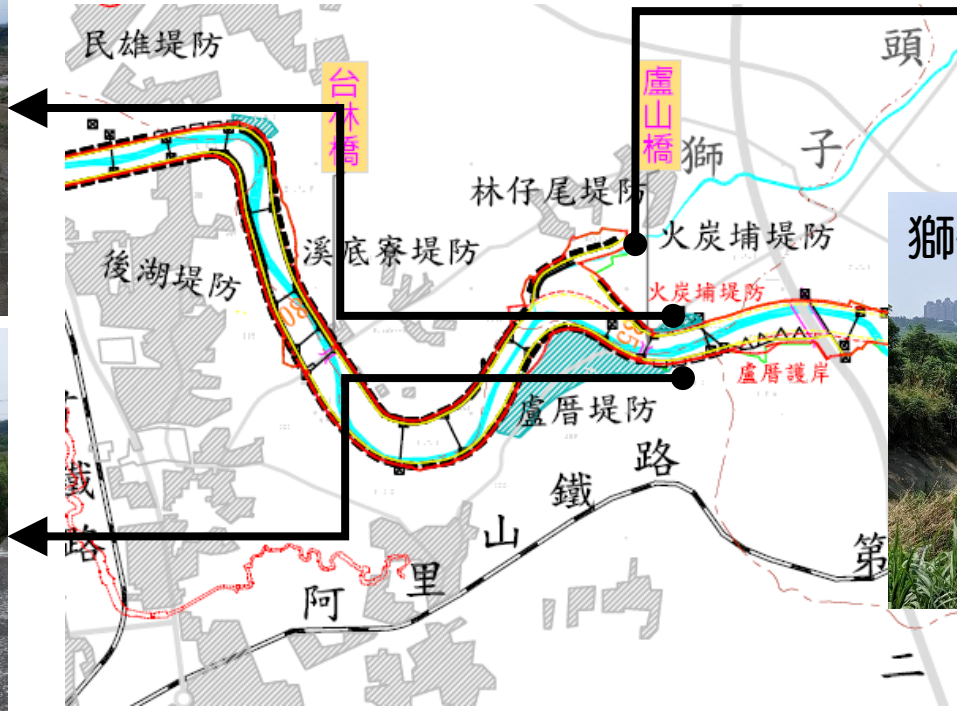
9/3現地勘查成果

◆ 台林橋下游(斷面79)~盧山橋(斷面85):

盧山橋	**連接竹崎與嘉義市區的重要聯絡道路**，右岸堤線曾修改過，增加寬度與獅子頭溪左岸接合，右岸灘地寬且植生密布，**目前上游兩岸新的堤防於興建過程**
獅子頭溪匯流口(無名橋)	右岸溪底寮社區為低窪地區，屬於重點保護對象，無名橋建於堤防內，位於河川行水區內，**現況橋樑樑底淹沒**

火炭埔堤防(興建中)

盧厝護岸(興建中)

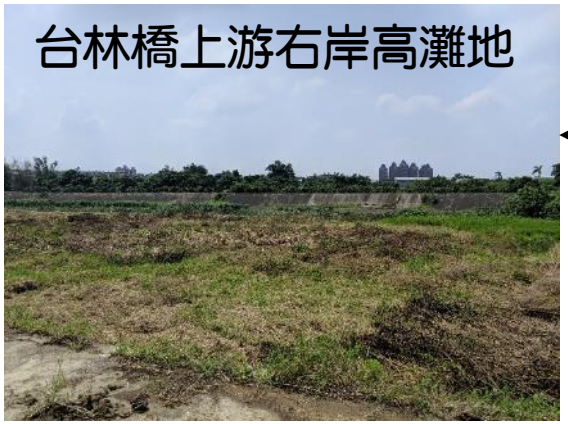


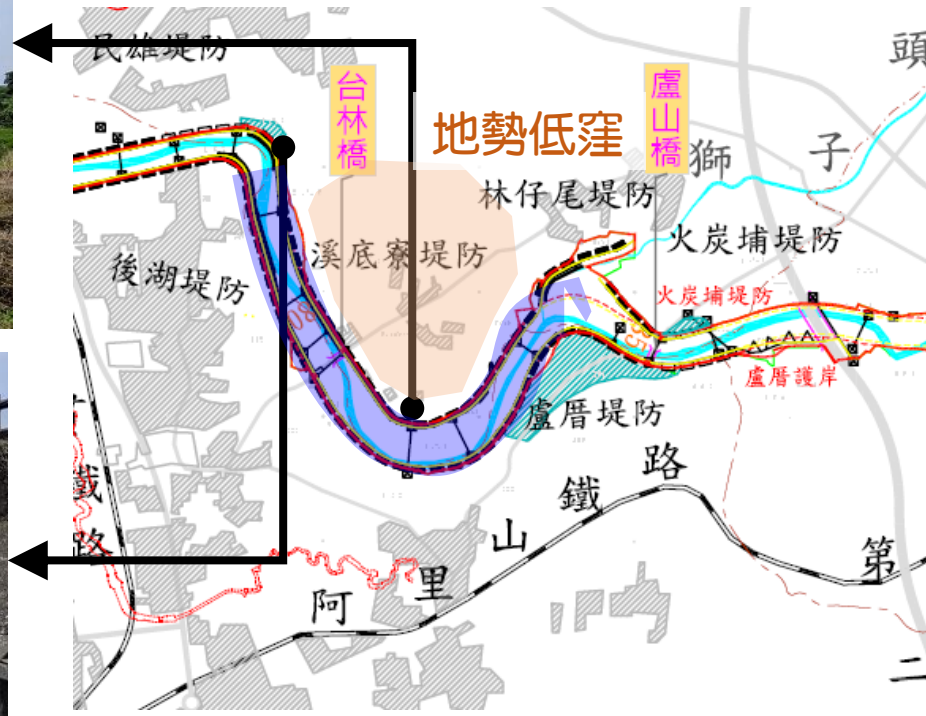
獅子頭溪無名橋

9/3現地勘查成果

◆ 台林橋下游(斷面79)~台林橋上游(斷面83):

溪底寮堤防(台林橋上游)	台林橋上游深槽靠左岸，溪底寮堤防非直衝岸，堤防無加高脆弱面，故**破堤機率較低**，另外水防道路與堤坊間高差約3公尺上下，應具備一定保護能力，惟**社區地勢低窪**，若發生溢堤，則社區淹水問題將會相當嚴重
溪底寮堤防(台林橋下游)	台林橋下游深槽接近右岸，河道無明顯彎道衝擊影響，但**堤防經過一次加高，故結構物本身存在一條脆弱的接縫**，若洪水過高造成掏刷衝擊，堤防極有可能從接縫處開始崩毀，與福興一號堤防潰堤具有相同背景條件，故需視為有潛在潰堤風險的堤段

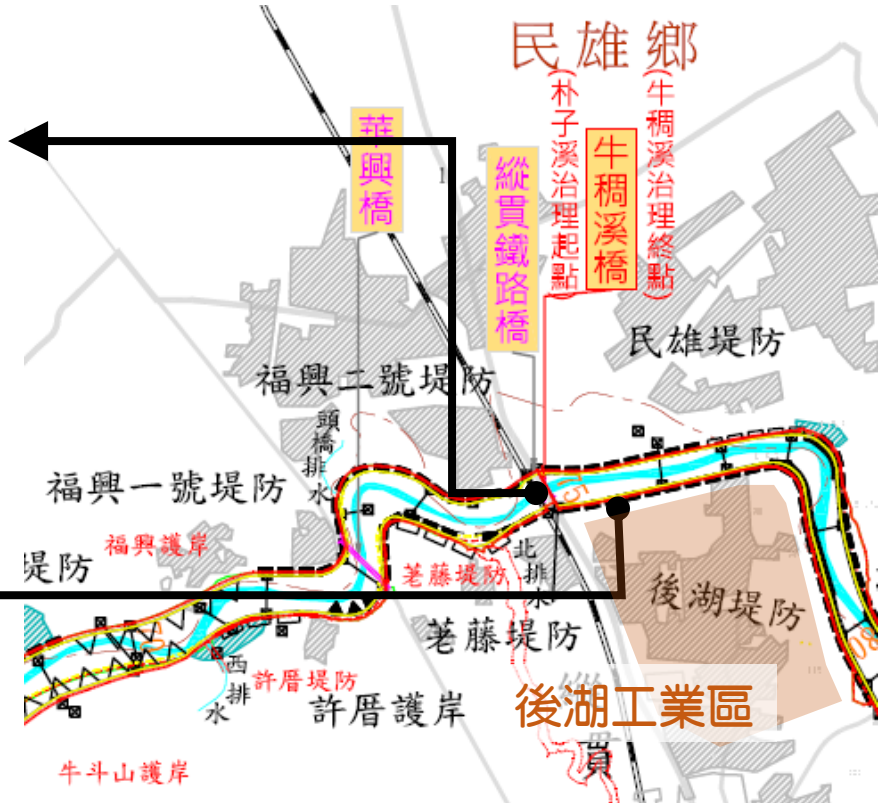




9/3現地勘查成果

◆ 牛稠溪橋(斷面75)~後湖堤防(斷面76~78):

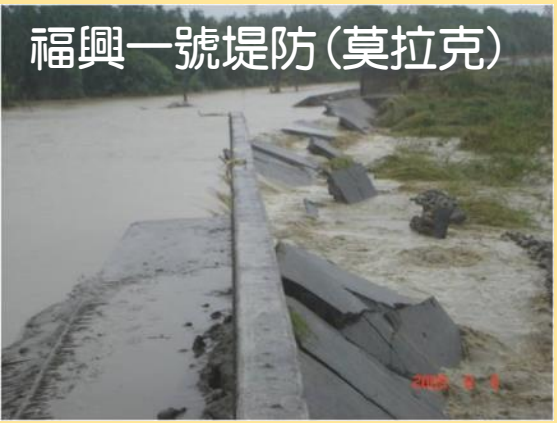
後湖堤防	緊鄰後湖工業區，為**防洪牆構造**，此段堤線早期規劃時往河道內退縮，故現行計畫河道寬度較原始狀態窄
牛稠溪橋(台一線)	為朴子溪及牛稠溪分界點，**現況橋樑出水高不足**

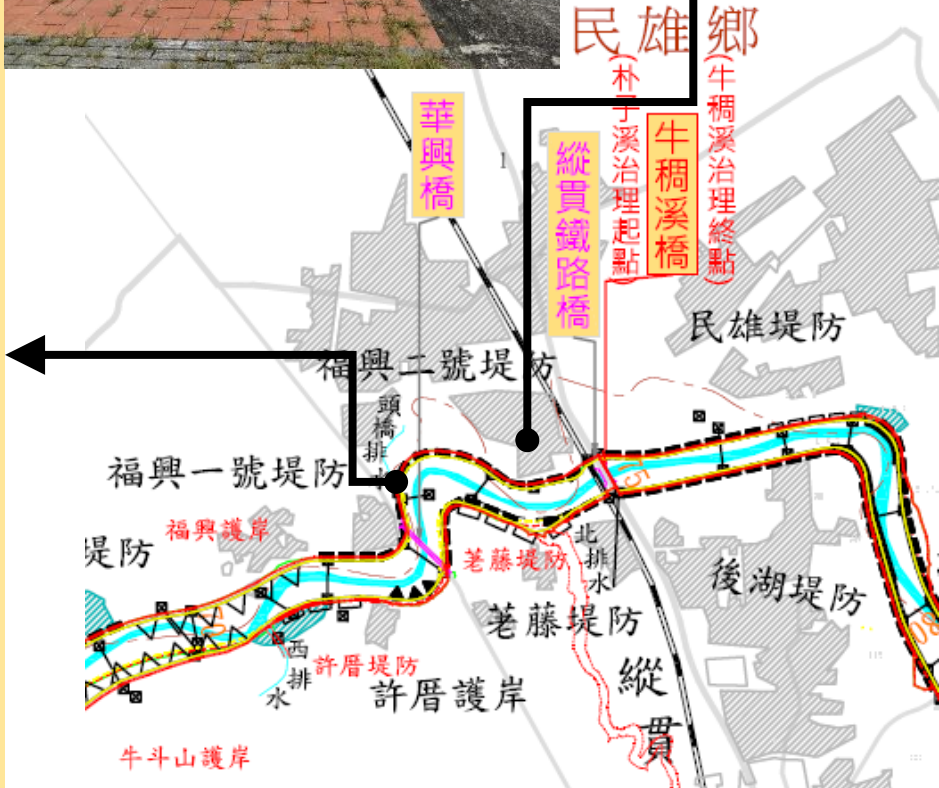


9/3現地勘查成果

◆ 華興橋(斷面72)~牛稠溪橋(斷面75):

福興二號堤防(金世界)	堤防已加厚，**堤防後社區地勢低窪，為重要保護對象**，曾經淹水達一層樓高
福興一號堤防(破堤處)	破堤處已整修，堤防加厚加高，並將**堤後道路高程提高至堤頂**

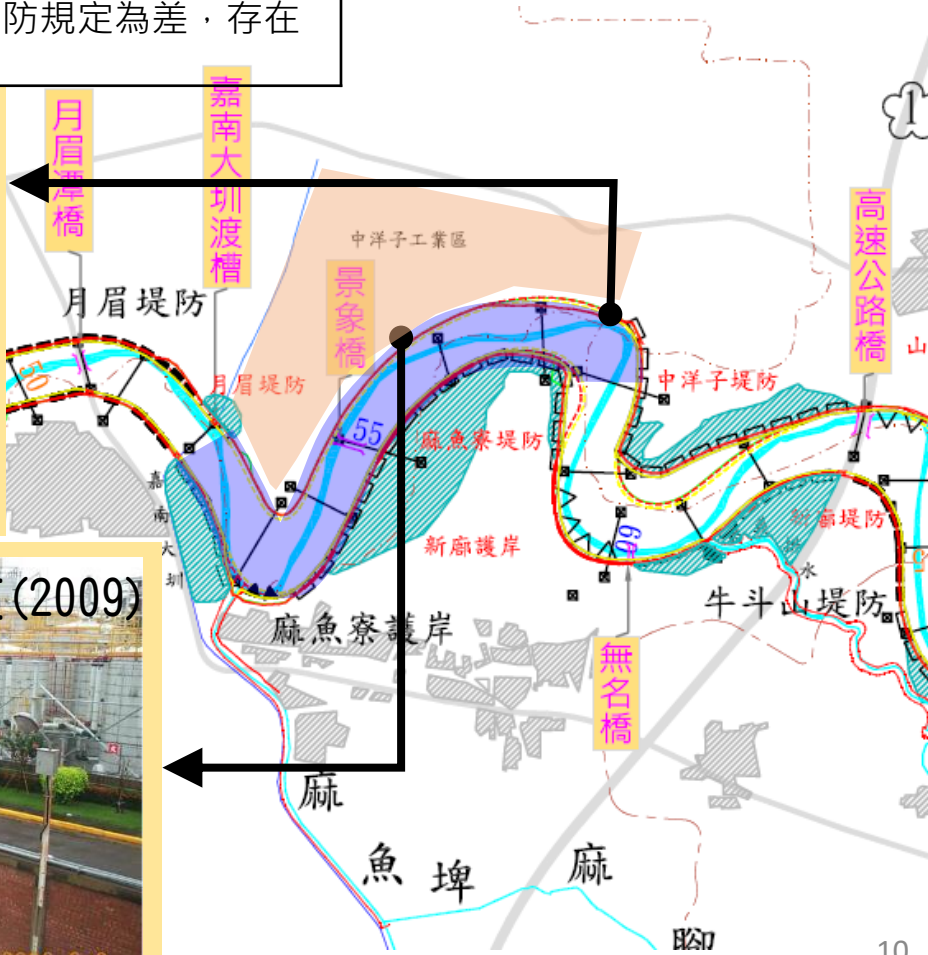




9/3現地勘查成果

◆ 麻魚寮排水匯流(斷面53)~中洋子工業區旁(斷面57):

中洋子工業區(上游、挑流工、舊防洪牆)	本段河道無堤防，**工業區上游側舊防洪牆未改建**，仍為一般紅磚牆，其防洪牆強度可能不足，惟地勢較高，存在積水問題但無嚴重淹水紀錄。惟上游屬於彎道衝擊岸，仍**存在邊坡掏刷之風險**
中洋子工業區(下游、新防洪牆、淹水深度紀錄)	**莫拉克颱風淹水**水位約為一台汽車高度，本段河道無堤防，工業區外牆已改建為新的防洪牆但強度仍教一般堤防規定為差，存在一定淹水風險

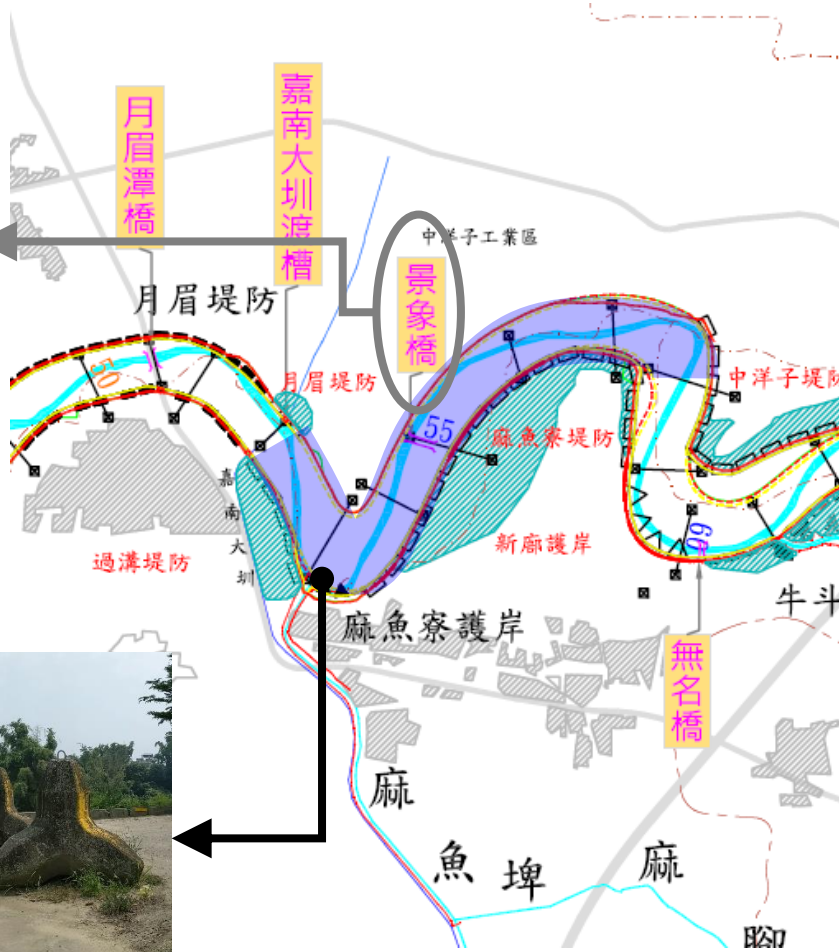


中洋子工業區
莫拉克颱風
淹水深度
約一台車高度

9/3現地勘查成果

◆ 麻魚寮排水匯流(斷面53)~中洋子工業區旁(斷面57):

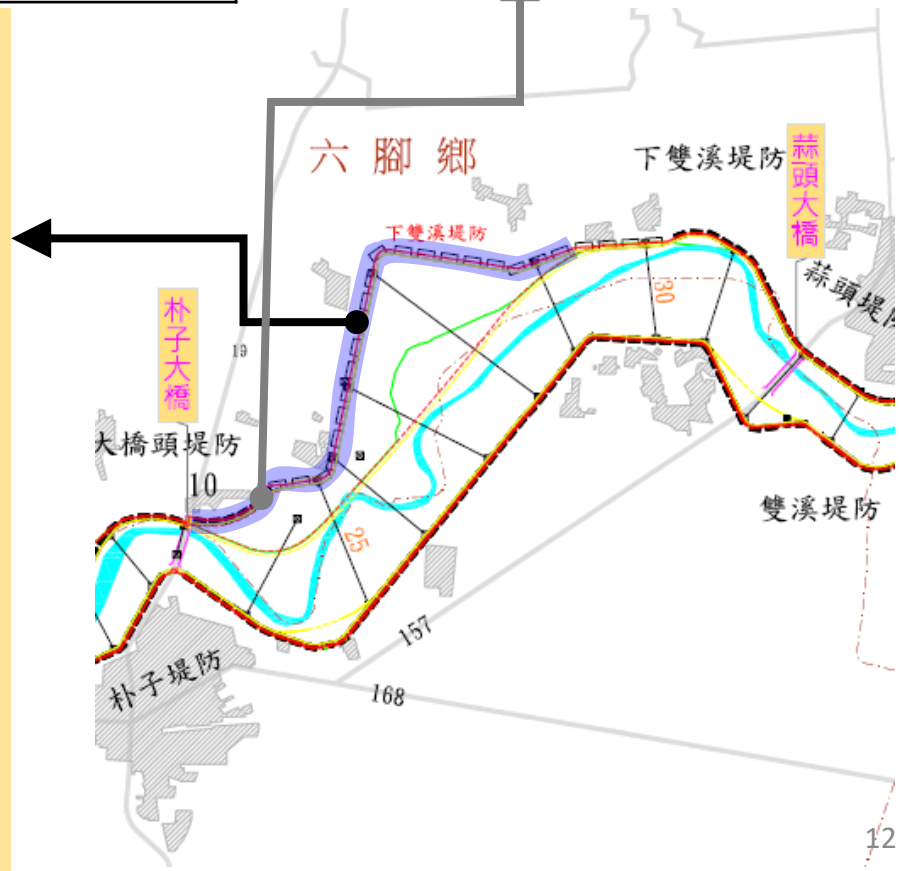
景象橋(斷55)	**景象橋現況樑底淹沒**，已列入治理計畫內首要改善對象
麻魚寮排水匯流口(斷53)	無名橋已沖毀，現況存留舊橋墩立於河床上，間接**形成丁壩的效果**



9/3現地勘查成果

◆ 朴子大橋(斷面23)~下雙溪堤防(斷面30):

下雙溪堤防3+100	蒜頭堤防與下雙溪堤防銜接處約有700公尺為防洪牆構造 下雙溪堤防**現況已無用地可進行改建加寬或加高**，堤防與河道最遠距離1公里左右，平均距離河道約400公尺
大橋頭、下雙溪堤防交界	原下雙溪堤防缺口已興建大橋頭堤防與下雙溪堤坊銜接，用於保護大橋頭社區



附錄五 蜿蜒度及曲率半徑計算說明文獻

River Meanders—Theory of Minimum Variance

GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL PAPER 422-H

River Meanders—Theory of Minimum Variance

By WALTER B. LANGBEIN *and* LUNA B. LEOPOLD

PHYSIOGRAPHIC AND HYDRAULIC STUDIES OF RIVERS

GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL PAPER 422-H

The geometry of a meander is that of a random walk whose most frequent form minimizes the sum of the squares of the changes in direction in each unit length. Changes in direction closely approximate a sine function of channel distance. Depth, velocity, and slope are adjusted so as to decrease the variance of shear and the friction factor in a meander over that in an otherwise comparable straight reach of the same river

UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING OFFICE, WASHINGTON : 1966

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR

WALTER J. HICKEL, *Secretary*

GEOLOGICAL SURVEY

William T. Pecora, *Director*

Library of Congress catalog-card No. 76-605539

First printing 1966
Second printing 1970

CONTENTS

	Page
Abstract	H1
Introduction	1
Meander geometry	2
Path of greatest probability between two points	2
The sine-generated curve	3
Analysis of some field examples	4
Comparison of variances of different meander curves	4
Meander length, sinuosity, and bend radius	5
Meanders compared with straight reaches	H8
Field measurements	9
Reduction of data	9
Comparison of results	11
Interpretive discussion	13
References	15

ILLUSTRATIONS

		Page
FIGURE 1.	Most frequent random walks	H3
2.	Plan view of channel and graph of direction angle ϕ as a function of distance along a meander	3
3.	Maps of meander reaches of several rivers and graphs showing relation between channel direction and channel distance	6
4.	Map of laboratory meander and plot of thalweg direction against distance	8
5.	Comparison of four symmetrical sinuous curves having equal wavelength and sinuosity	9
6.	Plan and profiles of straight and curved reaches, Baldwin Creek near Lander, Wyo	10
7.	Plan and profile of curved and straight reaches of Popo Agie River, ½ mile below Hudson, Wyo	11
8.	Plan and profile of straight and curved reaches on Pole Creek at Clark's Ranch near Pinedale, Wyo	12
9.	Relation of sinuosity to variances of shear and friction factor	14
10.	Relations between velocity, depth, and slope in straight and curved reaches, Pole Creek, near Pinedale, Wyo	14

TABLES

		Page
TABLE 1.	Field data for Pole Creek at Clark's Ranch near Pinedale, Wyo	H13
2.	Comparison between straight and curved reaches in five rivers	14
3.	Comparison of coefficients of correlation	14

SYMBOLS

a	ratio of variances (table 3)
c	a coefficient (equation 1)
k	sinuosity, ratio of path distance to downvalley distance
R	radius of curvature of a bend
r	coefficient of correlation (table 3)
s	unit distance along path
x	a factor or variable
p	probability of a particular direction (equation 1)
σ^2	variance of a particular factor, x
D	water depth
S	energy slope
M	total path distance in a single wavelength
N	number of measurements
v	velocity
α	a constant of integration (equation 2)
γ	unit weight of water
λ	wavelength
π	pi, ratio of circumference to radius
ρ	radius of curvature of path
σ	standard deviation
ϕ	angle that path at a given point makes with mean downpath direction
ω	maximum angle a path makes with mean downpath direction

PHYSIOGRAPHIC AND HYDRAULIC STUDIES OF RIVERS

RIVER MEANDERS—THEORY OF MINIMUM VARIANCE

By WALTER B. LANGBEIN and LUNA B. LEOPOLD

ABSTRACT

Meanders are the result of erosion-deposition processes tending toward the most stable form in which the variability of certain essential properties is minimized. This minimization involves the adjustment of the planimetric geometry and the hydraulic factors of depth, velocity, and local slope.

The planimetric geometry of a meander is that of a random walk whose most frequent form minimizes the sum of the squares of the changes in direction in each successive unit length. The direction angles are then sine functions of channel distance. This yields a meander shape typically present in meandering rivers and has the characteristic that the ratio of meander length to average radius of curvature in the bend is 4.7.

Depth, velocity, and slope are shown by field observations to be adjusted so as to decrease the variance of shear and the friction factor in a meander curve over that in an otherwise comparable straight reach of the same river.

Since theory and observation indicate meanders achieve the minimum variance postulated, it follows that for channels in which alternating pools and riffles occur, meandering is the most probable form of channel geometry and thus is more stable geometry than a straight or nonmeandering alinement.

INTRODUCTION

So ubiquitous are curves in rivers and so common are smooth and regular meander forms, they have attracted the interest of investigators from many disciplines. The widespread geographic distribution of such forms and their occurrence in various settings had hardly been appreciated before air travel became common. Moreover, air travel has emphasized how commonly the form of valleys—not merely the river channels within them—assumes a regular sinuosity which is comparable to meanders in river channels. Also, investigations of the physical characteristics of glaciers and oceans as well as landforms led to the recognition that analogous forms occur in melt-water channels developed on glaciers and even in the currents of the Gulf Stream.

The striking similarity in physical form of curves in these various settings is the result of certain geometric proportions apparently common to all, that is, a nearly constant ratio of radius of curvature to meander length and of radius of curvature to channel width (Leopold and Wolman, 1960, p. 774). This leads to visual similarity regardless of scale. When one looks at a stream on a planimetric map without first glancing at map scale, it is not immediately obvious whether it is a large river or a small stream.

Explanation of river meanders have been varied. It has been suggested that meanders are caused by such processes as—

regular erosion and deposition;
secondary circulation in the cross-sectional plane;
seiche effect analogous to lake seiches.

Attempts, however, to utilize these theories to calculate the forms of meanders have failed.

Although various phenomena—including some of those mentioned above, such as cross circulation—are intimately involved in the deviation of rivers from a straight course, the development of meanders is patently related to the superposition of many diverse effects. Although each of these individual effects is in itself completely deterministic, so many of them occur that they cannot be followed in detail. As postulated in this paper, such effects can be treated as if they were stochastic—that is, as if they occurred in a random fashion.

This paper examines the consequences of this postulate in relation to (1) the planimetric geometry of meanders, and (2) the variations in such hydraulic properties as depth, velocity, and slope in meanders as contrasted with straight reaches.

The second problem required new data. These were obtained during the snowmelt season of high discharge in the years 1959–64 by the junior author with the invaluable and untiring assistance of William W. Emmett and Robert M. Myrick. Leon W. Wiard was with us for some of the work. To each of them, the authors are very grateful for their important contribution, measured in part by the internal consistency of the various field data, and the satisfactory closures of surveys made under difficult conditions.

MEANDER GEOMETRY

Meandering in rivers can be considered in two contexts. the first involves the whole profile from any headwater tributary downstream through the main trunk—that is, the longitudinal profile of the river system. The second context includes a meandering reach of a river in which the channel in its lateral migrations may take various planimetric forms or paths between two points in the valley.

The river network as a whole is an open system tending toward a steady state and within which several hydraulically related factors are mutually interacting and adjusting—specifically, velocity, depth, width, hydraulic resistance, and slope. These adjust to accommodate the discharge and load contributed by the drainage basin. The adjustment takes place not only by erosion and deposition but also by variation in bed forms which affect hydraulic resistance and thus local competence to carry debris. Previous application of the theory of minimum variance to the whole river system shows that downstream change of slope (long profile) is intimately related to downstream changes in other hydraulic variables. Because discharge increases in the downstream direction, minimum variance of power expenditure per unit length leads toward greater concavity in the longitudinal profile. However, greater concavity is opposed by the tendency for uniform power expenditures on each unit of bed area.

In the context of the whole river system, a meandering segment, often but not always concentrated in downstream rather than upstream portions of the system, tends to provide greater concavity by lengthening the downstream portion of the profile. By increasing the concavity of the profile, the product of discharge and slope, or power per unit length becomes more uniform along a stream that increases in flow downstream. Thus the meander decreases the variance of power per unit length. Though the occurrence of meanders affects the stream length and thus the river profile, channel slope in the context of the whole river is one of the adjustable and dependent parameters, being determined by mutual interaction with the other dependent factors.

In the second context of any reach or segment of river length, then, average slope is given, and local changes of channel plan must maintain this average slope. Between any two points on the valley floor, however, a variety of paths are possible, any of which would maintain the same slope and thus the same length. A thesis of the present paper is that the meander form occupies a most probable among all possible paths. This path is defined by a random-walk model.

PATH OF GREATEST PROBABILITY BETWEEN TWO POINTS[1]

The model is a simple one; a river has a finite probability p to deviate by an angle $d\phi$ from its previous direction in progressing an elemental distance ds along its path. The probability distribution as a function of deviation angle may be assumed to be normal (Gaussian) which would be described by

$$dp = c \exp \frac{1}{2}\left(\frac{d\phi/ds}{\sigma}\right)^2 \tag{1}$$

where σ is the standard deviation and where c is defined by the condition that $\int dp = 1.0$.

The actual meander path then corresponds to the most probable river path proceeding between two points A and B, if the direction of flow at the point A and the length of the path between A and B is fixed and the probability of a change in direction per unit river length is given by the probability distribution above. This formulation of the problem of river meanders is identical to that of a class of random-walk problems which have been studied by Von Schelling (1951, 1964). The Von Schelling solution demonstrated that the arc length s is defined by the following elliptic integral:

$$s = \frac{1}{\sigma}\int \frac{d\phi}{\sqrt{2(\alpha - \cos\phi)}} \tag{2}$$

where ϕ is the direction angle measured from the line AB and α is a constant of integration. It is convenient to set

$$\alpha = \cos\omega \tag{3}$$

in which ω becomes the maximum angle the path makes from the origin with the mean direction. Curves for $\omega = 40°$, $90°$, $110°$, which all show patterns characteristically seen in river meanders, are given in figure 1 (after Von Schelling, 1964, p. 8). Von Schelling (1951) showed that a general condition for the most frequent path for a continuous curve of given length between the two points, A and B, is

$$\sum \frac{\Delta s}{\rho^2} = \text{a minimum}, \tag{4}$$

where Δs is a unit distance along the path and ρ is the radius of curvature of the path in that unit distance. But since

$$\rho = \left(\frac{\Delta s}{\Delta\phi}\right) \tag{5}$$

where $\Delta\phi$ is the angle by which direction is changed in distance Δs, therefore,

$$\sum \frac{(\Delta\phi)^2}{\Delta s} = \text{aminimum}. \tag{6}$$

[1] Acknowledgments are due A. E. Scheidegger for his assistance in clarifying the mathematical relationships of this section.

Since the sum of all the directional changes is zero, or

$$\sum \Delta\phi = 0. \tag{7}$$

equation 6 is the most probable condition in which the variance (mean square of deviations in direction) is minimum.

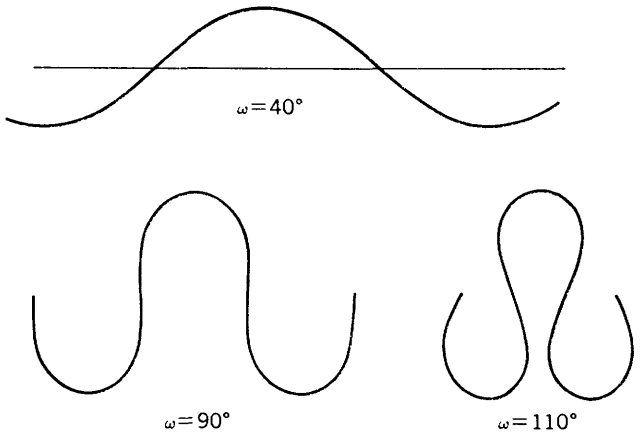


FIGURE 1.—Examples of most frequent random-walk paths of given lengths between two specified points on a plane. Adapted from H. von Schelling.

THE SINE-GENERATED CURVE

For graphing meanders it is easier to make use of the approximation that

$$\frac{d\phi}{ds} = \sigma \sqrt{2(1-\cos\omega)\left[1-\left(\frac{\phi}{\omega}\right)^2\right]} \tag{8a}$$

is a close approximation for

$$\frac{d\phi}{ds} = \sigma \sqrt{2(\cos\phi - \cos\omega)} \tag{8b}$$

where angles ω and ϕ are deviations from the central axis with the downstream direction as zero. With this simplification

$$\phi = \omega \sin \frac{\sigma\sqrt{2(1-\cos\omega)}}{\omega} s \tag{9}$$

or

$$\phi = \omega \sin \frac{s}{M} 2\pi \tag{10}$$

where M is the total path distance along a meander, and where ω is the maximum angle the path makes from the mean downvalley direction. The maximum possible value of ω is 2.2 radians, for at this angle meander limbs intersect. When ω equals 2.2 radians, the pattern is a closed figure "8."

Comparison of equations 9 and 10 indicates that

$$M = \frac{2\pi}{\sigma} \frac{\omega}{\sqrt{2(1-\cos\omega)}} \tag{11}$$

all angles being in radians, as before.

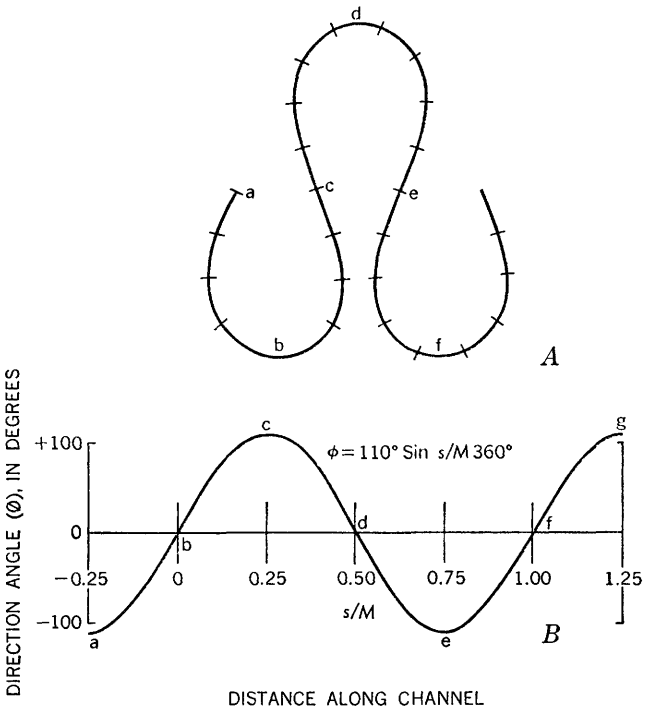


FIGURE 2.—Theoretical meander in plan view (*A*) and a plot of its direction angle ϕ as a function of distance along the channel path (*B*).

Inasmuch as the ratio $\omega/\sqrt{2(1-\cos\omega)}$ is nearly constant (=1.05), over the range of possible values of ω, meander path lengths, M, are inversely proportional to the standard deviation σ; thus, $M=6.6/\sigma$.

Equation 10 defines a curve in which the direction ϕ is a sine function of the distance s along the meander. Figure 2 shows a theoretical meander developed from a sine function. The meander thus is not a sine curve, but will be referred to as a "sine-generated curve."

Thus meander loops are generated by the sine curve defined by equation 10, and the amount of horseshoe looping depends on the value of ω. This means that at relative distance $\frac{s}{M}$ equal to ½ and 1, ϕ has a value of zero or the channel is locally directed in the mean direction. At distance $\frac{s}{M}$ equal to ¼ and ¾ the value of ϕ has its largest value ω, as can be seen in figure 2. The graph on figure 2*A* has been constructed for a value of $\omega=110°$, and corresponds almost exactly to the 110° curve of figure 1 calculated by the exact equations of Von Schelling.

It will be noted that the plan view of the channel (fig. 2*A*) is not sinusoidal; only the channel direction changes as sinusoidal function of distance (fig. 2*B*). The meander itself is more rounded and has a relatively uniform radius of curvature in the bend portion. This can be noted in the fact that a sine curve has quite a straight segment as it crosses the x -axis.

The tangent to the sine function in figure 2*B* at any point is $\Delta\phi/\Delta s$ which is the reciprocal of the local radius of curvature of the meander. The sine curve is nearly straight as it crosses the zero axis. Therefore, the radius of curvature is nearly constant in a meander bend over two portions covering fully a third of the length of each loop.

There are, of course, plenty of irregular meanders but those which are fairly uniform display a close accordance to a true sine curve when channel direction is plotted against distance along the channel, as will be shown.

ANALYSIS OF SOME FIELD EXAMPLES

Some field examples presented in figure 3 will now be discussed briefly with a view to demonstrating that among a variety of meander shapes the sine-generated curve fits the actual shape quite well and better than alternatives.

Figure 3*A*, upper part, shows the famous Greenville bends at Greenville, Miss., before the artificial cutoffs changed the pattern. The crosses in the lower diagram represent values of channel direction, ϕ—relative to a chosen zero azimuth, which for convenience is the mean downstream direction—plotted against channel distance. The full curve in the lower diagram is a sine curve chosen in wavelength and amplitude to approximate the river data. A sine curve that was fitted to the crosses was used to generate a plot of channel direction against distance which has been superimposed on the map of the river as the dashed line in the upper diagram. It can be seen that there is reasonable agreement.

The same technique has been used in the other examples in figure 3 chosen to cover a range in shape from oxbows to flat sinuous form, and including a variety of sizes. Figure 3*B* shows a stream that not only is not as oxbowed as the Greenville bends but also represents a river of much smaller size, the Mississippi River being about three-quarters of a mile wide and Blackrock Creek about 50 feet wide.

Figure 3*C* shows the famous Paw Paw, W. Va., bends of the Potomac River, similar to and in the same area as the great meanders of the tributary Shenandoah River. The curves in these rivers are characterized by being exceptionally elongated in that the amplitude is unusually large for the wavelength and both are large for the river width, characteristics believed to be influenced by elongation along the direction of a fracture system in the rock (Hack and Young, 1959). Despite these peculiarities the sine-generated curve fits the river well.

Figures 3*D* and 3*E* are among the best known incised meanders in the western United States, where the Colorado River and some of its tributaries are a thousand or more feet below the lowest of the surrounding benches, the cliffs rising at very steep angles up from the river's very edge. Even these provide a plot of direction versus length which is closely approximated by a sine curve.

By far the most symmetrical and uniform meander reach we have ever seen in the field is the Popo Agie River near Hudson, Wyo., for which flow data will be discussed later. The relation of channel direction to distance is compared with a sine curve in the lower part of figure 3*F*.

The laboratory experiments conducted by Friedkin (1945) provide an example of near-ideal meanders. The meander shown in figure 4 is one of those that developed greatest sinuosity. The channel shown on figure 4*A* was developed in Mississippi River sand on a "valley" slope of 0.006, by rates of flow that varied from 0.05 to 0.24 cfs over an 18-hour period on a schedule that simulated the fluctuations of discharge on the Mississippi River. The sand bed was homogeneous and the meander mapped by Friedkin is more regular than those usually observed in natural streams.

The direction angles of the thalweg were measured at intervals of 2.5 feet. These direction angles are plotted on the graph, figure 4*B*. Since each meander had a thalweg length of 50 feet, the data for the two meanders are shown on the same graph. Where the two bends had the same direction only one point is plotted. The data correspond closely to the sine curve shown.

COMPARISON OF VARIANCES OF DIFFERENT MEANDER CURVES

As a close approximation to the theoretical minimum, when a meander is such that the direction, ϕ, in a given unit length Δs is a sine function of the distance along the curve, then the sum of squares of changes in direction from the mean direction is less than for any other common curve. In figure 5, four curves are presented. One consists of two portions of circles which have been joined. Another is a pure sine curve. The third is a parabola. A fourth is sine-generated in that, as has been explained, the change of direction bears a sinusoidal relation to distance along the curve. All four have the same wavelength and sinuosity—the ratio of curve length to straight line distance. However, the sums of squares of the changes in direction as measured in degrees over 10 equally spaced lengths along the curves differ greatly as follows:

Curve	$\Sigma(\Delta\phi)^2$
Parabola	5210
Sine curve	5200
Circular curve	4840
Sine-generated curve	3940

The "sine-generated" curve has the least sum of squares. The theoretical minimum curve is identical within practical limits of drawing.

MEANDER LENGTH, SINUOSITY, AND BEND RADIUS

The planimetric geometry of river meanders has been defined as follows

$$\phi=\omega \sin \frac{s}{M} 2\pi \qquad (10)$$

where ϕ equals the direction at location s, ω is the maximum angle the meander takes relative to the general direction of the river, and M is the channel length of a meander. The values of ω and M can be defined further as follows:

The angle ω is a unique function of the sinuosity and is independent of the meander length. It ranges from zero for a straight line path of zero sinuosity to a maximum of 125° for "gooseneck" meanders at point of incipient crossing. The sinuosity, k, equals the average of the values of cos ϕ over the range from $\phi=0$ to $\phi=\omega$. Thus a relationship can be defined between k and ω. An approximate algebraic expression [2] is

$$\omega \text{ (radians)}=2.2\sqrt{\frac{k-1}{k}}$$

or

$$\omega=125°\sqrt{\frac{k-1}{k}}.$$

Sinuosity as measured by parameter k, as explained, is thought to be a consequence of the profile development which is only secondarily influenced by reaction from the meander development.

In the random-walk model, the standard deviation of changes in direction per unit of distance is σ which has the dimension of L^{-1} or the reciprocal of length. As previously shown, σ is inversely proportional to meander length.

Bend radius is related to wave length and is virtually independent of sinuosity. Defined as before, as the average over the ⅙ of channel length for which ϕ is nearly linearly related to channel distance, bend radius R is

$$R=\frac{\frac{1}{6}M}{\Delta\phi}.$$

Since ϕ ranges from $+0.5\omega$ to -0.5ω over this near-linear range, $\Delta\phi=\omega$. Substituting for ω its algebraic equivalent [3] in terms of sinuosity,

$$\omega=2.2\sqrt{\frac{k-1}{k}}$$

and since $M=k\lambda$, bend radius equals

$$R=\frac{\lambda}{13}\frac{k^{3/2}}{\sqrt{k-1}}.$$

Some typical values for bend radius in terms of sinuosity are

k	Bend radius (R)	Ratio $\frac{\text{wavelength}}{\text{bend radius}}$
1.25	0.215λ	4.6
1.5	.20λ	5.0
2.0	.22λ	4.5
2.5	.24λ	4.2

These values agree very closely with those found by measurement of actual meanders. Leopold and Wolman (1960) measured the meander characteristics of 50 samples, including rivers from various parts of the United States, that range in width from a few feet to a mile. For this group, in which sinuosities were dominantly between 1.1 and 2.0, the average ratio of meander length to radius of curvature was 4.7, which is equivalent to .213λ. The agreement with values listed above from the theory is satisfactory.

The curve defined by $\phi=\omega \sin \frac{s}{M} 360°$ is believed to underlie the stable form of meanders. That actual meanders are often irregular is well known, but as observed above, those meanders that are regular in geometry conform to this equation. Deviations (or "noise"), it is surmised, are due to two principal causes: (1) shifts from unstable to a stable form caused by random actions and varying flow, and (2) nonhomogeneities such as rock outcrops, differences in alluvium, or even trees.

The irregularities are more to be observed in "free" (that is, "living") meanders than in incised meanders. During incision, irregularities apparently tend to be

[2] Relation of ω to sinuosity, k.

$$k=\frac{M}{\Sigma \cos \phi \Delta s}$$

where

$$\phi=\omega \sin \frac{s}{M} 2\pi.$$

With an assumed value of ω, values of ϕ at 24 equally spaced intervals of s/M were computed. The reciprocal of the average value of cos ϕ equals the sinuosity, k.

Values of ω and k so computed were as follows:

ω (radians)	k	ω (radians)	k
0.5	1.06	1.5	1.96
1.0	1.30	1.75	2.67

The values of k approximate the following

$$k=4.84/(1.84-\omega^2)$$

or

$$\omega=2.2\sqrt{\frac{k-1}{k}}$$

[3] See footnote 2, this page.

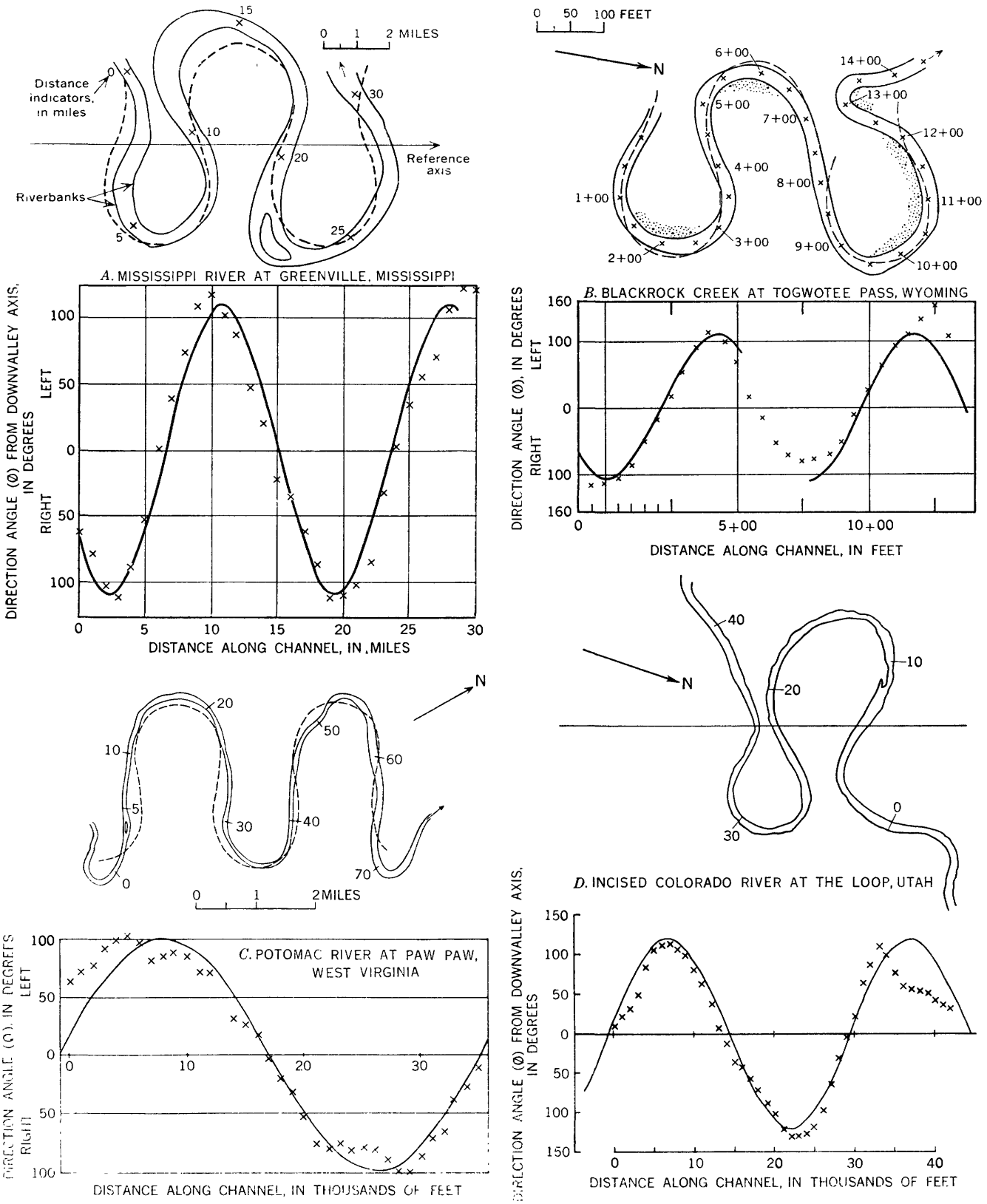
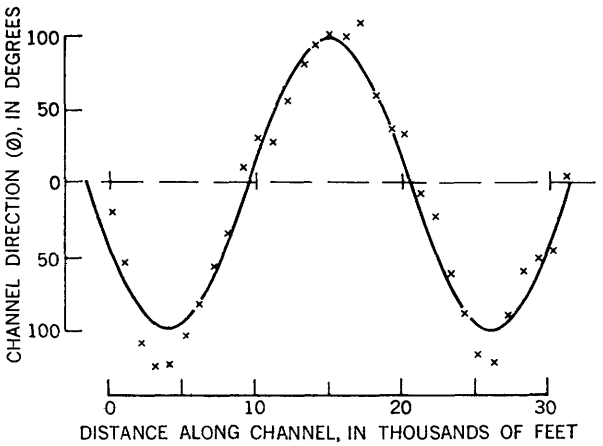
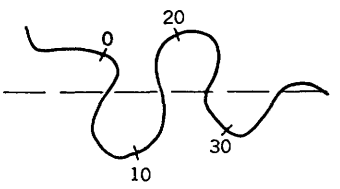


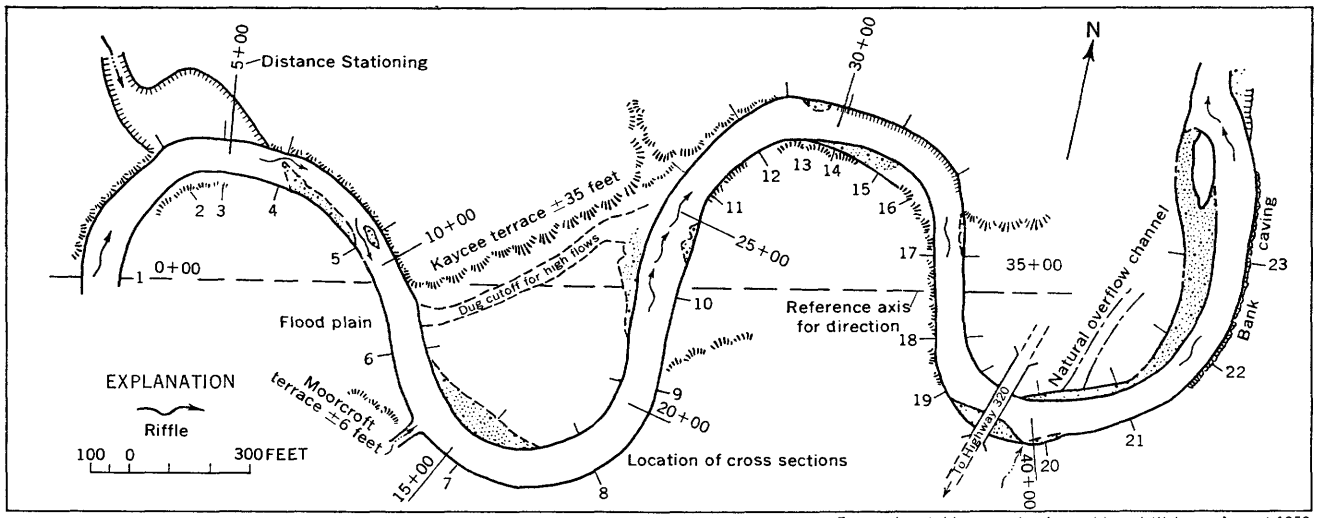
FIGURE 3.—MAPS OF RIVER CHANNELS AND

A, Upper, Map of channel compared to sine-generated curve (dashed); *lower,* plot of actual channel direction against distance (crosses) and a sine curve (full line).
B. Upper, Map of channel compared to sine-generated curve (dashed); *lower,* plot of actual channel direction against distance (crosses) and a sine curve (full line).
C, Upper, Map of channel compared to sine-generated curve (dashed); *lower,* plot of actual channel direction against distance (crosses) and a sine curve (full line).
D, Upper, Planimetric map of river; *lower,* plot of actual channel direction against distance (crosses) and a sine curve (full line).

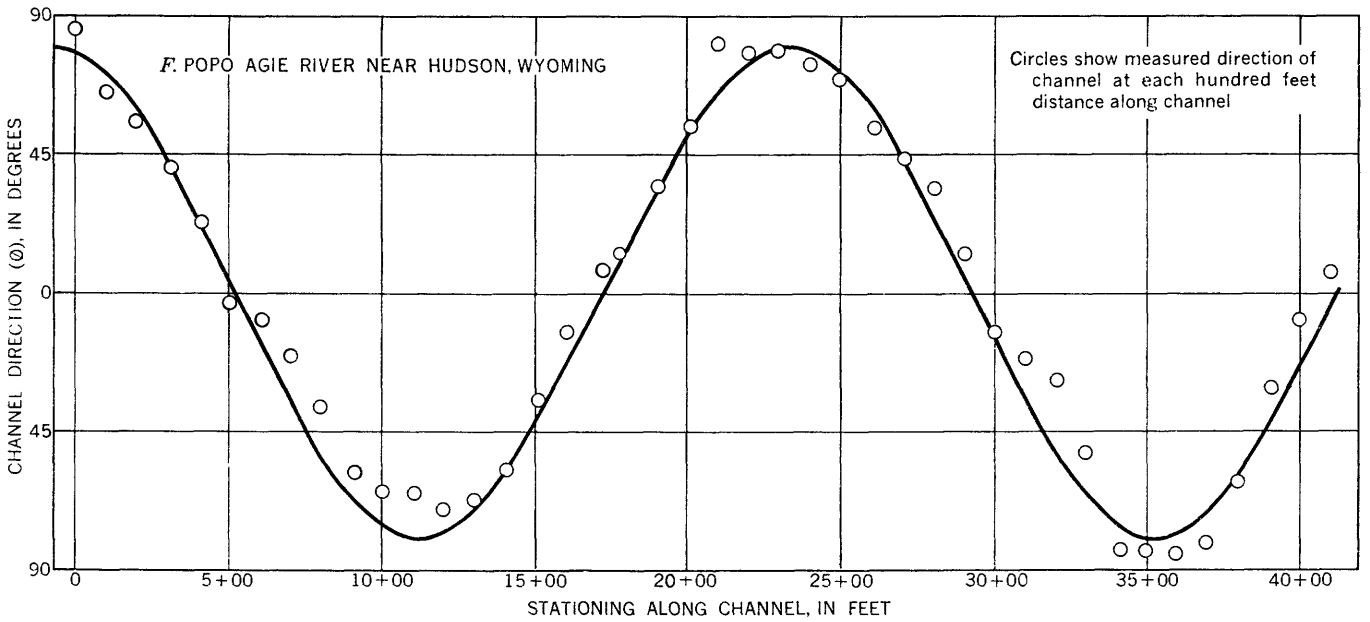




E. INCISED SAN JUAN RIVER AT THE GOOSENECKS, UTAH



From planetable map by Leopold and Wolman, August 1953



PLOTS OF CHANNEL DIRECTION AGAINST DISTANCE

E, Right, Planimetric map of river; *left,* plot of actual channel direction against distance (crosses) and a sine curve (full line). *F, Upper,* Planimetric map of river; *lower,* plot of actual channel direction against distance (crosses) and a sine curve (full line).

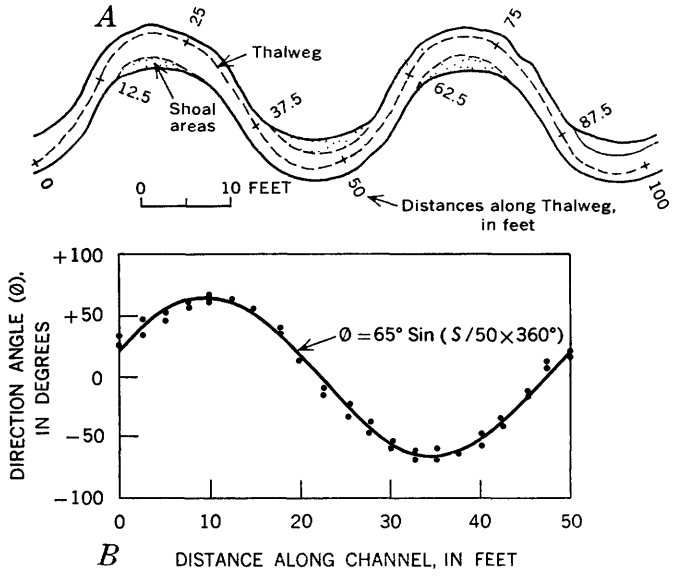


FIGURE 4.—Map of laboratory meander and plot of thalweg direction against distance. *A*, Plan view; *B*, Comparison of direction angles with sine curve.

averaged out and only the regular form is preserved, and where these intrench homogeneous rocks, the result is often a beautiful series of meanders as in the San Juan River or the Colorado River.

MEANDERS COMPARED WITH STRAIGHT REACHES

Meanders are common features of rivers, whereas straight reaches of any length are rare. It may be inferred, therefore, that straightness is a temporary state. As the usual and more stable form, according to the thesis of this report, the meander should be characterized by lower variances of the hydraulic factors, a property shown by Maddock (Written commun., 1965) to prevail in self-formed channels.

The review of the characteristics of meanders and the theories which had been advanced to explain them showed that quantitative data were nearly nonexistent on many aspects of the hydraulics of flow during those high stages or discharges at which channel adjustment actively takes place.

Because there are certain similarities and certain differences between straight segments or reaches of river and meandering reaches, it also seemed logical to devote special attention to comparison of straight and curved segments during channel-altering flow. An initial attempt to obtain such data was made during 1954–58 on a small river in Maryland, near enough to home and office to be reached on short notice during the storm flows of winter. Though something was learned, it became clear that rivers which rise and fall in stage quickly do not allow a two-man team with modest equipment to make the desired observations.

Attention was then devoted to the rivers which drain into the Missouri and Colorado River systems from the Wind River Range in central Wyoming, where good weather for field work generally exists at the base of the mountains during the week or two in late spring or early summer when snowmelt runoff reaches its peak. Some of the smaller streams presented the difficulty that the area of study lay 15 to 20 miles from the farthest watershed divide—a distance sufficient to delay the peak discharge by 9 to 12 hours. Maximum snowmelt in midafternoon caused a diurnal peak flow which reached the study area shortly after midnight and meant surveying and stream gaging by flashlight and lantern illumination of level rod and notebook.

The plan of field work involved the selection of one or more meanders of relatively uniform shape which occurred in the same vicinity with a straight reach of river at least long enough to include two riffles separated by a pool section. No tributaries would enter between the curved and straight reaches so that at any time discharge in the two would be identical. It was assumed and checked visually, that the bed and bank materials were identical in the two reaches as well. Later bed sampling showed that there were some differences in bed-material size which had not been apparent to the eye.

A curve introduces an additional form of energy dissipation not present in a comparable straight reach, an energy loss due to change of flow direction (Leopold and others, 1960). This additional loss is concentrated in the zone of greatest curvature which occurs midway between the riffle bars. The additional loss is at a location where, in a straight reach, energy dissipation is smaller than the average for the whole reach.

The introduction of river bends, then, tends to equalize the energy dissipation through each unit length, but does so at the expense of greater contrasts in bed elevation. Moreover, curvature introduces a certain additional organization into the distribution of channel-bed features. The field measurements were devised to measure and examine the variations in these quantities.

Though more will be said about individual study reaches when the data are discussed, a salient feature was apparent which had not previously been noticed when the first set of such field data was assembled; this feature can be seen in figure 6. Where the profiles of bed and water surface are plotted on the same graph for comparison, it is apparent that at moderately high stage—from three-fourths bankfull to bankfull—the larger-scale undulation of the riverbed caused by pool and shallow has been drowned out, as the streamgager would say, or no longer causes an undulation in the water-surface profile of the meander. In contrast, at the same stage in the straight reach the flat and steep alternations caused by pool and riffle are still discernible.

On the other hand, the profile revealed that the undulation of the bed along the stream length is of larger magnitude in the curved than in the straight reach.

Considering the features exemplified in figure 6, one could reason as follows. In a straight reach of channel the dunes, bars, pools, and riffles form more or less independently of the channel pattern owing to grain interaction. To the occurrence of pool and riffle the channel must adjust. The riffle causes a zone of greater-than-average steepness which is also a zone of greater-than-average energy expenditure. The pool, on the other hand, being relatively free of large gravel on the bed and of larger depth relative to bed roughness elements, offers less resistance to flow and there the energy expenditure is less than average. The result is a stepped water-surface profile—flat over pool and steep over riffle.

Once pools and riffles form with their consequent variations in depth, width remaining relatively uniform, then slopes must vary. If slopes vary so that bed shear remains constant, then slope would vary inversely with depth. However, this result would require that the friction factor vary directly as the square of the depth. If, on the other hand, the friction factor remained uniform and the slope varied accordingly, then bed shear would vary inversely as the square of the depth. Uniformity in bed shear and the friction factor is incompatible, and the slope adjusts so as to accommodate both about equably and minimize their total variance.

FIELD MEASUREMENTS

The general program of field measurements has been described. The main difficulty experienced was that the combination of conditions desired occurs rarely. A straight reach in proximity to a regular meander curve does not have a high probability of occurrence, and to find such a combination, airplane photographic traverses at about 1,000 feet above the ground were flown for some distance along the east front of the Wind River Range.[4] Even after reaches were chosen from the photographs, ground inspection resulted in discard of significant proportions of possible sites.

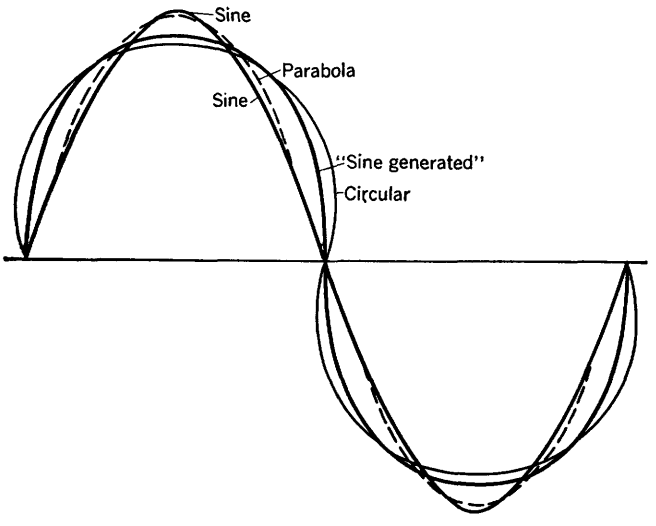


FIGURE 5.—Comparison of four symmetrical sinuous curves having equal wavelength and sinuosity.

When a satisfactory site was located, a continuous water-stage recorder was established; benchmarks and staff gage were installed and the curved and straight reaches mapped by plane table. Cross sections were staked at such a spacing that about seven would be included in a length equal to one pool-and-riffle sequence.

Water-surface profiles were run by leveling at one or more stages of flow. Distances between water-surface shots were equal for a given stream; 10-foot distances were used on small streams having widths of 10 to 20 feet and 25-foot spacing used for streams 50 to 100 feet wide. Usually two rods, one on each streambank, accompanied the instrument. Shots were taken opposite one another along the two banks. Water-surface elevations were read to 0.01 foot on larger rivers, and to 0.001 foot on small ones. For the small rivers an attachment was used on a surveying rod which in construction resembled a standard point gage used in laboratory hydraulic practice for measurement of water-surface elevation.

Velocity measurements by current meter were usually made at various points across the stream at each cross section or at alternate ones. In the small streams these current-meter measurements were made by wading, those in the larger rivers from a canoe. For canoe measurements a tagline had to be stretched across the river at the staked cross sections, an operation fraught with some difficulty where brush lined the banks and when the velocity was high at near-bankfull stage.

Figures 6, 7, and 8 show examples of the planimetric maps and bed and water-surface profiles. The sinusoidal change of channel direction along the stream length for figure 7 was presented in figure 3.

REDUCTION OF DATA

Mean depths and mean velocities were calculated for each cross section. The average slopes of the water surface between the cross sections were also computed from the longitudinal profile. To reduce these quantities to nondimensional form, they were expressed in ratio to the respective means over each reach. The variances of these ratios were computed by the usual formula

[4] The authors acknowledge the assistance of Herbert E. Skibitzke and David E. Jones in the photo reconnaissance.

$$\sigma_x^2=\frac{\Sigma X^2}{N}-\left(\frac{\Sigma X}{N}\right)^2 \qquad (11)$$

where σ_x^2 is the variance of the quantity X and N is number of measurements in each reach.

As shown by Maddock (1965), the behavior of many movable-bed streams can be explained by a tendency toward least variation in bed shear and in the friction factor. Accordingly, the variances of the bed shear

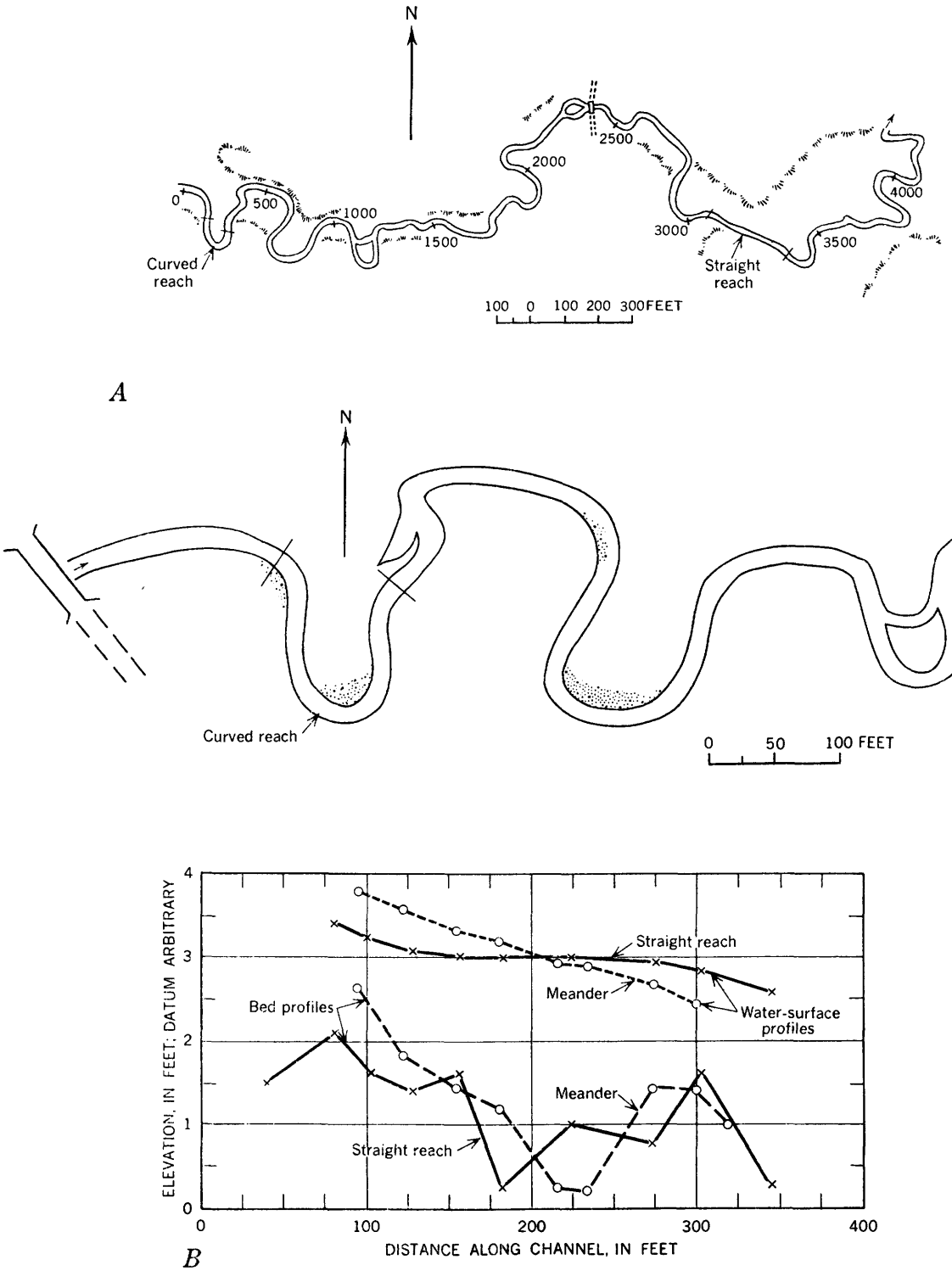


FIGURE 6.—Plan and profiles of straight and curved reaches, Baldwin Creek near Lander, Wyo. *A*, Planimetric map showing location of reaches; *B*, Profiles of centerline of bed and average of water-surface elevations on the two sides of the stream; curved reach is dashed line and straight reach is full line.

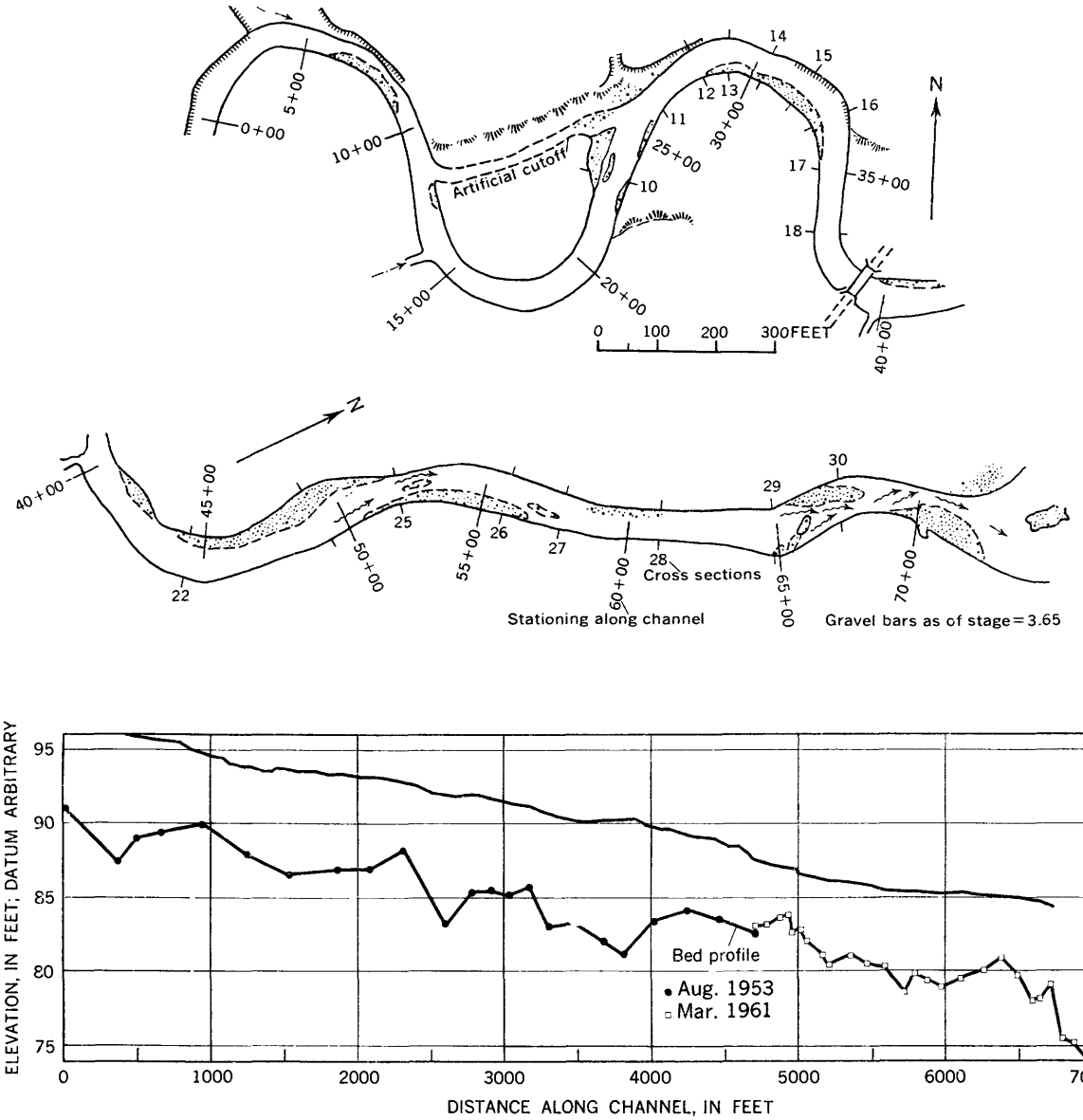


FIGURE 7.—Plan and profile of curved and straight reaches of Popo Agie River, ½ mile below Hudson, Wyo.

and of the friction factor—again considered as ratios to their respective means—were also computed. Bed shear is equal to the product γDS, where γ is the unit weight of water, D is the depth, and S is the slope of the energy profile. The unit weight of water is a constant that may be neglected in this analysis of variances. In this study water-surface slopes will be used in lieu of slopes of the energy profile. This involves an assumption that the velocity head is small relative to the accuracy of measurement of water surface. In any case, where the velocity-head corrections were applied, they were either small or illogical, and so were neglected.

Similarly, the variance of the quantity DS/v^2, which is proportional to the Darcy-Weisbach friction factor, was computed.

Width is not included in the analysis because it is relatively uniform, and has no characteristic that distinguishes it between curved and straight reaches.

Table 1 shows a sample computation for Pole Creek, and table 2 lists a summary for the five streams surveyed.

COMPARISON OF RESULTS

The results are listed in table 2. It will be noticed that the variance of slope in each reach is larger than that of depth or velocity. The contrast, however, is less in the meandering than in the straight reach; this reduction may be noted by the figures in the column headed a, which is the ratio of the variance of slope to the sum of those of depth and velocity. Among the

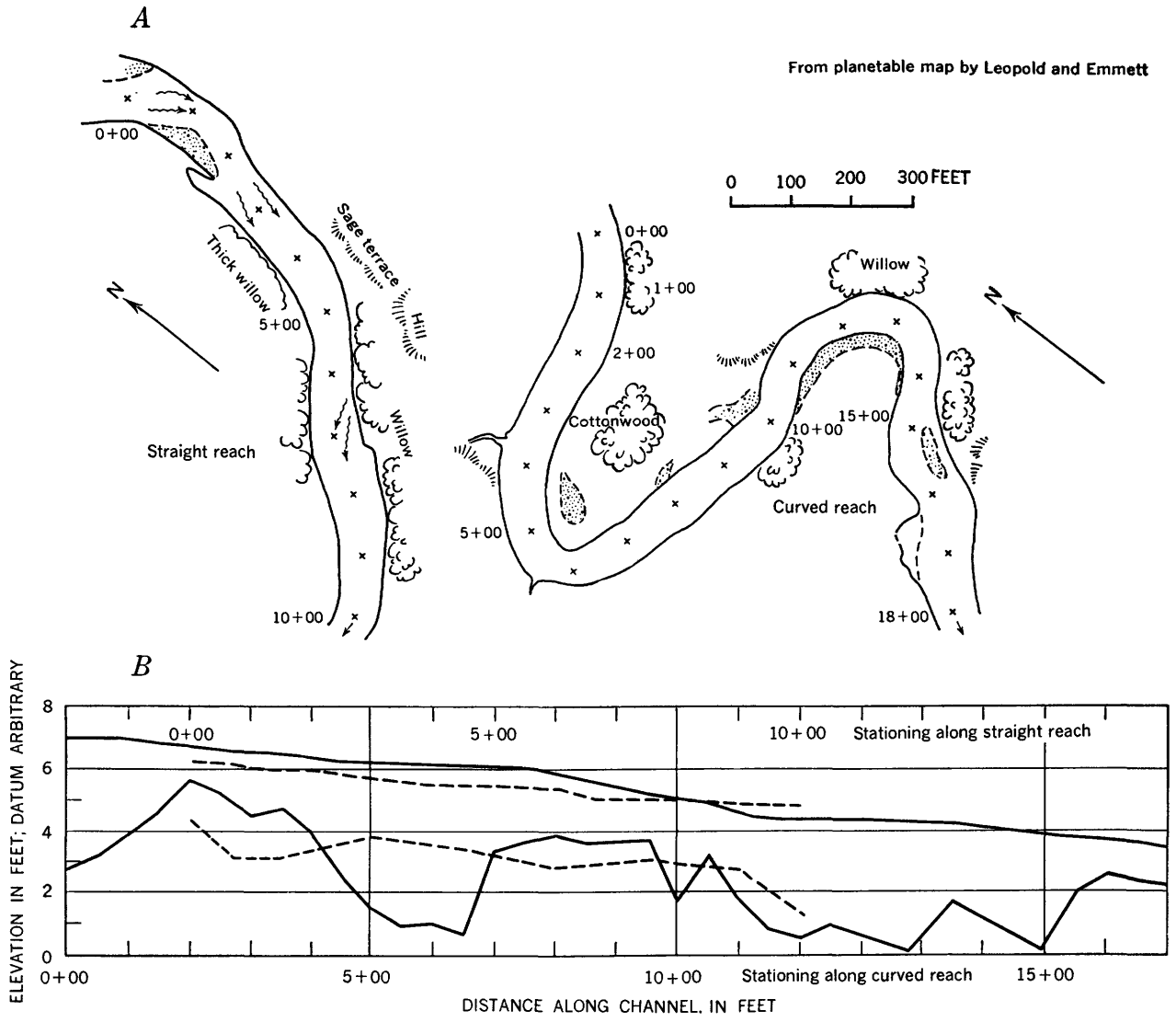


FIGURE 8.—Plan and profile of straight and curved reaches on Pole Creek at Clark's Ranch near Pinedale, Wyo. *A*, Planimetric map showing location of reaches; *B*, Profiles of centerline of bed and average of water-surface elevations on the two sides of the stream; curved reach is dashed line and straight reach is a full line.

five rivers studied, this ratio is uniformly less in the meandering reaches than in the straight reaches.

The data listed in table 2 also show that the variance in bed shear and in the friction factor are uniformly lower in the curved than in the straight reach. The data on table 2 suggest that the decrease in the variance of bed shear and the friction factor is related to the sinuosity. As shown on figure 9, the greater the sinuosity the less the average of these two variances.

When one considers, for example, that the variances of depth and velocity are greater in the curved reach, and even that the variance of slope may be greater (as for example Pole Creek), the fact that the product DS and the ratio DS/V^2 have consistently lower variances must reflect a higher correlation between these variables in the meandered than in the straight reach. This improved correlation is shown in the following tabulation (table 3) of the respective coefficients of determination (= square of the coefficient of correlation.)

Figure 10 shows graphical plots for the Pole Creek data listed in table 2. The graph shows that in the meanders, depths, velocities, and slopes are more systematically organized than in straight reaches.

To summarize, the detailed comparisons of meandering and straight reaches confirm the hypothesis that in a meander curve the hydraulic parameters are so adjusted that greater uniformity (less variability) is established among them. If a river channel is considered in a steady state, then the form achieved should be such as to avoid concentrating variability in one aspect at the expense of another. Particularly a steady-state form minimizes the variations in forces on the boundary—

TABLE 1.—*Field data for Pole Creek at Clark's Ranch near Pinedale, Wyo., June 1964*

[Discharge=350 cfs, ¾ bankfull]

Station (feet)	Depth		Velocity (v)		Mean depth (D) in reach (ratio to mean)	Mean velocity (v) in reach (ratio to mean)	Slope (S) in reach		DS (ratio to mean)	DS/v^2 (ratio to mean)
	Feet	Ratio to mean	Feet per sec.	Ratio to mean			Feet per 1,000 ft.	Ratio to mean		
Straight reach										
0	1. 52	0. 79	3. 67	1. 30						
					0. 98	1. 21	1. 67	1. 20	1. 18	0. 81
150	2. 26	1. 17	3. 26	1. 12						
					1. 08	1. 01	2. 14	1. 55	1. 67	1. 64
300	1. 92	1. 00	2. 44	. 89						
					1. 02	. 88	1. 14	. 83	. 85	1. 10
450	2. 01	1. 05	2. 44	. 87						
					. 99	1. 06	. 80	. 58	. 58	. 52
600	1. 79	. 93	3. 52	1. 25						
					. 90	1. 01	2. 24	1. 62	1. 46	1. 43
750	1. 69	. 88	2. 12	. 76						
					1. 04	. 78	. 30	. 22	. 23	. 38
900	2. 29	1. 19	2. 26	. 80						
Mean	1. 92		2. 81				1. 38			
Variance		. 019		. 042				. 26	. 25	. 21
Curved reach										
0	2. 68	1. 23	2. 24	0. 82						
					1. 06	0. 88	1. 03	0. 50	0. 53	0. 69
150	1. 96	. 90	2. 45	. 90						
					. 78	1. 08	2. 20	1. 07	. 84	. 72
300	1. 44	. 66	3. 46	1. 27						
					. 88	1. 08	2. 00	. 98	. 86	. 74
450	2. 37	1. 09	2. 45	. 90						
					1. 42	. 75	. 70	. 34	. 48	. 85
600	3. 77	1. 74	1. 63	. 60						
					1. 32	. 89	1. 14	. 56	. 74	1. 22
750	1. 95	. 90	2. 62	. 96						
					. 74	1. 23	3. 94	1. 92	1. 42	. 94
900	1. 25	. 58	4. 10	1. 50						
					. 58	1. 49	3. 97	1. 94	1. 13	. 51
1050	1. 25	. 58	4. 02	1. 48						
					. 83	1. 15	3. 17	1. 55	1. 29	. 98
1200	2. 34	1. 08	2. 20	. 81						
					1. 16	. 77	. 27	. 13	. 15	. 25
1350	2. 67	1. 23	1. 98	. 73						
Mean	2. 17		2. 72				2. 05			
Variance		. 067		. 088				. 41	. 15	. 07

that is, the steady-state form tends toward more uniform distribution of both bed stress and the friction factor.

INTERPRETIVE DISCUSSION

After a review of data and theories concerning river meanders Leopold and Wolman (1960) concluded that meander geometry is "related in some unknown manner to a more general mechanical principle" (p. 774). The status of knowledge suggested that the basic reason for meandering is related to energy expenditure, and they concluded (p. 788) as follows. "Perhaps abrupt discontinuities in the rate of energy expenditure in a reach of channel are less compatible with conditions of equilibrium than is a more or less continuous or uniform rate of energy loss."

Subsequent work resulted in the postulate that the behavior of rivers is such as to minimize the variations in their several properties (Leopold and Langbein, 1963), and the present work shows how this postulate applies to river meanders as had been prognosticated.

Total variability cannot be zero. A reduction in the variability in one factor is usually accompanied by an increase in that of another. For example, in the meander, the sine-generated curve has greater variability in changes in direction than the circle. This greater variability in changes in direction is, however, such as to decrease the total angular change. The sine-generated curve, as an approximation to the theoretical curve, minimizes the total effect.

The meandering river has greater changes in bed contours than a straight reach of a river. However,

TABLE 2.—*Sinuosity and variances for straight and curved reaches on five streams*

Sinuosity: ratio of path distance to downvalley distance. Variances: σ_D^2, depth; σ_v^2, velocity; σ_S^2, slope; σ_{DS}^2, bed shear; σ_f^2, Darcy-Weisbach friction factor

$$a=\frac{\sigma_S^2}{\sigma_D^2+\sigma_v^2}$$

Stream	Sinuosity (k)	σ_D^2	σ_v^2	σ_S^2	a	σ_{DS}^2	σ_f^2
Straight reaches							
Pole Creek near Pinedale, Wyo	1.05	0.019	0.042	0.26	4.2	0.25	0.21
Wind River near Dubois, Wyo	1.12	.03	.017	.16	3.4	.14	.11
Baldwin Creek near Lander, Wyo	1.0	.065	.058	.94	7.8	.55	.40
Popo Agie River near Hudson, Wyo	1.02	.026	.017	.70	16.	.46	.30
Mill Creek near Ethete, Wyo	1.02	.053	----------	.28	2.6	.32	----------
Curved reaches							
Pole Creek near Pinedale, Wyo	2.1	0.067	0.088	0.41	2.6	0.15	0.07
Wind River near DuBois, Wyo	2.9	.074	.032	.13	1.2	.06	.073
Baldwin Creek near Lander, Wyo	2.0	.048	.017	.20	3.1	.15	.14
Popo Agie River near Hudson, Wyo	1.65	.044	.029	.38	5.2	.28	.12
Mill Creek near Ethete, Wyo	1.65	.145	----------	.64	2.2	.21	----------

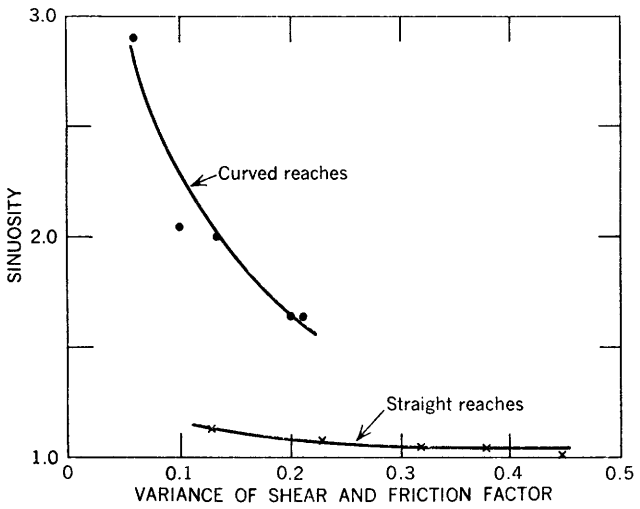


FIGURE 9.—Relation of meander sinuosity to average of variances of friction factor and shear.

TABLE 3.—*Comparison of coefficients of determination*

[r_{DS}^2, coefficient of linear determination between depth and slope; r_{vS}^2, coefficient of linear determination between velocity and slope]

	Straight reach		Curved reach	
	r_{DS}^2	r_{vS}^2	r_{DS}^2	r_{vS}^2
Pole Creek	0.044	0.27	0.72	0.90
Wind River	.072	.062	.55	.42
Baldwin Creek	.56	.28	.42	.73
Popo Agie River	.39	.49	.58	.62
Mill Creek	0	----------	.88	----------

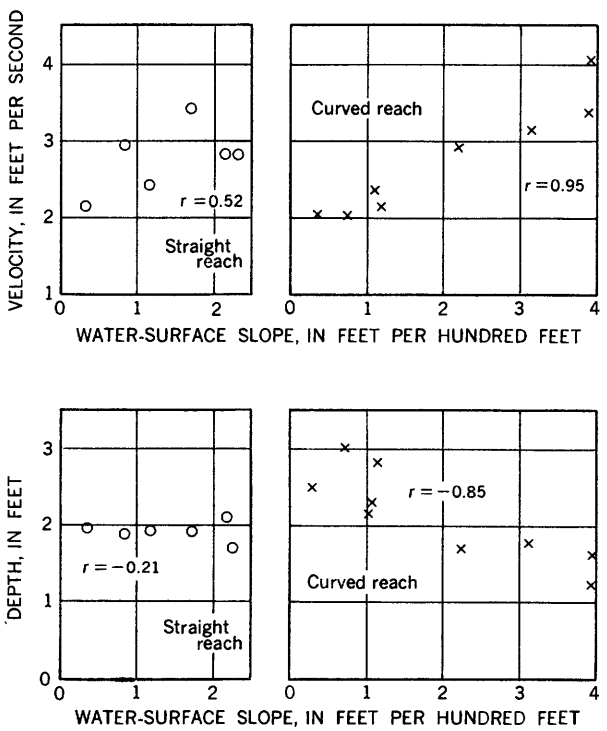


FIGURE 10.—Relations between velocity, depth, and slope, in straight and curved reaches, Pole Creek, near Pinedale, Wyo. r=correlation coefficient.

these changes in depth produce changes in the slope of the water surface and so reduce the variability in bed shear and in the friction factor, as well as to lessen the contrast between the variances of depth and slope.

These considerations lead to the inference that the meandering pattern is more stable than a straight reach in streams otherwise comparable. The meanders themselves shift continuously; the meandering behavior is stable through time.

This discussion concerns the ideal case of uniform lithology. Nature is never so uniform and there are changes in rock hardness, structural controls, and other heterogeneities related to earth history. Yet, despite these natural inhomogeneities, the theoretical forms show clearly.

This does not imply that a change from meandering to straight course does not occur in nature. The inference is that such reversals are likely to be less common than the maintenance of a meandering pattern. The adjustment toward this stable pattern is, as in other geomorphic processes, made by the mechanical effects of erosion and deposition. The theory of minimum variance adjustment describes the net river behavior, not the processes.

REFERENCES

Hack, J. T., and Young, R. S., 1959, Intrenched meanders of the North Fork of the Shenandoah River, Va.: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 354–A, p. 1–10.

Langbein, W. B., 1964, Geometry of river channels: Jour. Hydro. Div., Am. Soc. Civil Engineers, p. 301–312.

Leopold, L. B., Bagnold, R. A., Wolman, M. G., and Brush, L. M., 1960, Flow resistance in sinuous or irregular channels: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 282–D, p. 111–134.

Leopold, L. B., and Langbein, W. B., 1962, The concept of entropy in landscape evolution: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 500–A, 20 p.

Leopold, L. B., and Wolman, M. G., 1957, River channel patterns—braided, meandering, and straight: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 282–B, 84 p.

——— 1960, River meanders: Bull. Geol. Soc. Am., v. 71, p. 769–794.

Von Schelling, Hermann, 1951, Most frequent particle paths in a plane: Am. Geophys. Union Trans., v. 32, p. 222–226.

——— 1964, Most frequent random walks: Gen. Elec. Co. Rept. 64GL92, Schenectady, N.Y.

☆U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1970 O—386-874

United States
Department of
Agriculture

**Natural
Resources
Conservation
Service**

**Part 654 Stream Restoration Design
National Engineering Handbook**

Chapter 12 Channel Alignment and Variability Design

Issued August 2007

Cover photo: Where alteration of a stream or channel is needed, planform may be modified to achieve the designed flow velocities by changing the channel length, as well as the gradient.

Advisory Note

Techniques and approaches contained in this handbook are not all-inclusive, nor universally applicable. Designing stream restorations requires appropriate training and experience, especially to identify conditions where various approaches, tools, and techniques are most applicable, as well as their limitations for design. Note also that product names are included only to show type and availability and do not constitute endorsement for their specific use.

The U.S. Department of Agriculture (USDA) prohibits discrimination in all its programs and activities on the basis of race, color, national origin, age, disability, and where applicable, sex, marital status, familial status, parental status, religion, sexual orientation, genetic information, political beliefs, reprisal, or because all or a part of an individual's income is derived from any public assistance program. (Not all prohibited bases apply to all programs.) Persons with disabilities who require alternative means for communication of program information (Braille, large print, audiotape, etc.) should contact USDA's TARGET Center at (202) 720–2600 (voice and TDD). To file a complaint of discrimination, write to USDA, Director, Office of Civil Rights, 1400 Independence Avenue, SW., Washington, DC 20250–9410, or call (800) 795–3272 (voice) or (202) 720–6382 (TDD). USDA is an equal opportunity provider and employer.

Chapter 12 Channel Alignment and Variability Design

Contents

654.1200	**Purpose**	**12–1**
654.1201	**Introduction**	**12–1**
654.1202	**Planform**	**12–2**
	(a) Hydraulic geometry for meander wavelength	12–2
	(b) Layout and sine-generated curve	12–7
	(c) Radius of curvature	12–13
654.1203	**Natural variability**	**12–14**
	(a) Natural variability in width for gravel-bed rivers	12–14
	(b) Riffle and pool spacing in nearly straight rivers	12–16
	(c) Natural variability around meander bendways	12–16
	(d) Width variability around meander bends	12–19
	(e) Location of the pool in a meander bend	12–22
	(f) Maximum scour in bendways	12–22
654.1204	**Practical channel design equations for meander bend geometry**	**12–24**
654.1205	**Bankline migration**	**12–25**
654.1206	**Conclusion**	**12–31**

Tables

Table 12–1	Research and data sources for meander wavelengths	12–4
Table 12–2	Hydraulic geometry relationships for meander wavelength	12–6
Table 12–3	Output for hydraulic computations using the SAM model	12–9
Table 12–4	Ranges of physical characteristics found in different meander bend types identified from the 1981 Red River hydrographic survey between Index, AR, and Shreveport, LA	12–17
Table 12–5	Constant values used to estimate the mean ratio of bend apex width to inflection point width, W_a/W_i, within confidence bands for different types of meander bends and for sites with sinuosity of at least 1.2. Coefficients pertaining to the 99, 95, and 90 percent confidence limits are given.	12–20

Table 12–6 Constant values used to estimate the mean ratio of pool width (at maximum scour location) to inflection point width, W_p/W_i, within confidence bands for different types of meander bends and for sites with sinuosity of at least 1.2. Coefficients pertaining to the 99, 95, and 90 percent confidence limits are given. 12–21

Table 12–7 Uncertainty, u, in estimates of width variability around meander bends and location of pools. Values refer to confidence limits on the mean response. 12–24

Figures

Figure 12–1 Variables used to describe channel alignment and planform 12–1

Figure 12–2 Planform descriptive variables 12–2

Figure 12–3 Hydraulic geometry relationship for meander wavelength with confidence intervals, $\lambda = 10.23$ W, based on a composite data set of 438 sites in a variety of areas 12–3

Figure 12–4 Planform geometry relationships 12–5

Figure 12–5 Definition of sine-generated curve 12–7

Figure 12–6 Effect of the shape factor on channel sinuosity with the sine-generated curve 12–7

Figure 12–7 Planform layout for one meander wavelength from sine-generated curve for example problem 12–12

Figure 12–8 Cumulative distribution of radius of curvature-to-width ratio derived from a composite data set of 263 sites 12–13

Figure 12–9 Typical British gravel-bed river used in Hey and Thorne (1986) study 12–14

Figure 12–10 Relation between riffle spacing, Z, and bankfull channel width, W 12–15

Figure 12–11 Equiwidth meandering river, Type e (T_e) 12–16

Figure 12–12 Meandering with point bars, Type b (T_b) 12–16

Figure 12–13 Meandering with point bars and chute channels, Type c (T_c) 12–16

Figure 12–14	Meander cross-sectional dimensions for variability design	12–18
Figure 12–15	Ratio of bend apex width to inflection point width, W_a/W_i as a function of meander bend type only, for sinuosities of at least 1.2. Confidence limits of a mean response are shown at the 95 percent level.	12–20
Figure 12–16	Ratio of pool width (at maximum scour location) to inflection point width, W_p/W_i as a function of meander bend type only, for sinuosities of at least 1.2. Confidence limits of a mean response are shown at the 95 percent level.	12–21
Figure 12–17	Cumulative distribution of the pool-offset ratio, $Z_{a\text{-}p}/Z_{a\text{-}i}$, for all types of meander bends studied. Confidence limits on the mean response are shown.	12–22
Figure 12–18	Dimensionless maximum scour depth in meander pools as a function of radius of curvature-to-width ratio	12–23
Figure 12–19	Bank migration rates in gravel-bed rivers	12–25
Figure 12–20	Average bank erosion rate	12–25
Figure 12–21	Modified Brice classification system for estimating bankline migration	12–26
Figure 12–22	Bank line migration—apex movement versus channel width	12–27
Figure 12–23	Cumulative percentage of apex bend movement	12–28

Chapter 12 Channel Alignment and Variability Design

654.1200 Purpose

Natural channel design includes establishment of a stable planform and often the incorporation of variability within the channel. The designer of a channel is also often asked to provide an assessment of natural bankline migration, as well. The purpose of this chapter is to provide systematic hydraulic design methodologies that can be used in the performance of these tasks. A wide variety of sources and techniques are available to the designer to make these assessments. This chapter provides overviews, descriptions, and examples illustrating some of the most common design techniques.

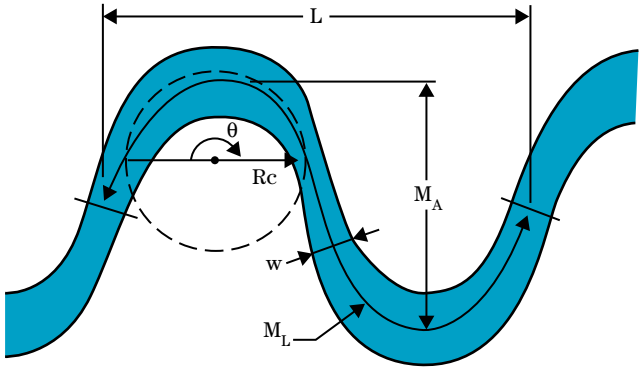
654.1201 Introduction

Natural channels are rarely perfectly linear and straight. While there are exceptions, and while boundary constraints may require a straight constructed channel, most natural channels exhibit at least some degree of sinuosity in their planform. Therefore, the assessment and design of a stable channel planform is an important part of any open channel design.

Planform design parameters include the meander wavelength, radius of curvature, sinuosity, and general alignment. Several of these variables are illustrated in figure 12–1 (Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) 1998). Several techniques that can be used to approximate natural channel alignments are presented in this chapter.

Natural channels rarely exhibit a uniform cross section. In fact, the variability often provides important ecological benefits. Since variability in a channel section is expected in natural channels, the designer of a natural channel restoration project is often asked to incorporate similar variability into the design. Generalized morphologic relationships for channel variability in streams and rivers are described in this chapter. Material from regionally specific studies is presented for illustration.

Figure 12–1 Variables used to describe channel alignment and planform



L Meander wavelength
M_L Meander arc length
w Average width at bankfull discharge
M_A Meander amplitude
Rc Radius of curvature
θ Arc angle

654.1202 Planform

This step in the design process involves laying out a planform after determining a meander wavelength and an appropriate channel length for one meander wavelength. Channel sinuosity is defined as the channel centerline length divided by the length of the valley centerline. It is determined from the calculated channel slope and valley slope. Analogy, hydraulic geometry, and analytical methods are employed to determine both the meander wavelength and a planform.

To apply the analogy method, a reference or control reach is located on either the study stream or another suitable stream. From this reach, a template for the meander planform is developed. This may be problematic due to the nonavailability of a suitable reference reach or subtle, but important fluvial, sedimentary, or morphological differences between a reference reach and the study reach.

Alternatively, meander wavelength can be determined using hydraulic geometry techniques. The most reliable hydraulic geometry relationship is wavelength versus width. As with the determination of channel width, preference is given to wavelength predictors from stable reaches of the existing stream either in the project reach or in reference reaches. The channel trace may also be determined analytically using the sine-generated curve. Finally, a string cut to the appropriate length can be laid on a map and fit to existing constraints and to the proper wavelength to form a meandering planform.

When uncertain about the appropriate technique, many practitioners use both analogy and hydraulic geometry and look for points of convergence in the recommendations. It is also important to note that planform flexibility may be limited by riparian features, infrastructure, land use, or other restrictions on the right-of-way. These factors may preclude the use of meanders with the amplitudes suggested from the described analogy or hydraulic geometry methods.

Braided channel systems are an important exception to much of the material presented in this chapter. Braided stream systems can exist naturally in estuarine, lacustrine, and glacial landscapes and valleys. These systems have depositional requirements and physical characteristics that are very different from single-thread channels. For braided streams, a single or dual thread channel reconstruction may be inappropriate and carry a potentially high risk of failure.

(a) Hydraulic geometry for meander wavelength

A composite relationship has been developed by Thorne and Soar (2001), combining 9 data sets and 438 sites. Their mean linear regression predictor for wavelength is:

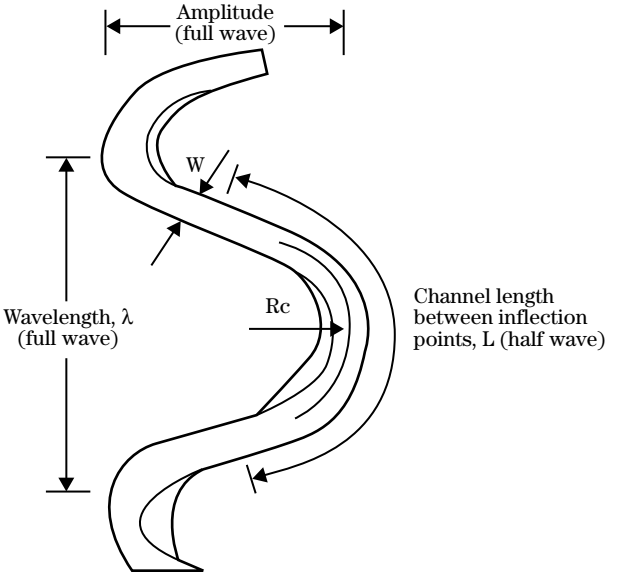
$$\lambda = 10.23W \qquad \text{(eq. 12–1)}$$

where:

λ = meander wavelength
W = channel width in any consistent units of measurement

Definitions of planform descriptive variables are shown in figure 12–2. Confidence bands about this equation are shown in figure 12–3. The r^2 for the

Figure 12–2 Planform descriptive variables



wavelength equation was 0.88 for a linear regression equation, with a variable exponent on W. This exponent was found not to be significantly different from 1.0, so the exponent was fixed at 1.0 for convenience. Only sites with sinuosities of at least 1.2 and bankfull widths between 1 meter and 1,000 meters were used in development of this regression equation. Within these constraints, meander wavelengths range between 10.4 meters and 19,368 meters, and sinuosity values range between 1.2 and 5.3. The equation, corrected for bias, is:

$$\lambda = 11.85W \qquad \text{(eq. 12–2)}$$

An unbiased hydrologic equation for meander wavelength suitable for engineering design, within 95 percent confidence limits on the mean response is:

$$\lambda = (11.26 \text{ to } 12.47)W \qquad \text{(eq. 12–3)}$$

According to Hey (1976) and Thorne (1997), twice the distance between successive riffles (or pools) in a straight channel should equal $4\pi W$, or $12.57W$. This is based on the assumption that the average size of the largest macroturbulent eddies (or helical flow cell) is half the channel width. Equation 12–3 shows that the upper range of stable meander wavelengths is numerically very close to this value and similar to the coefficient of 12.34 given by Richards (1982). This corroborates the assertion by Leopold and Wolman (1957, 1960) that the matching of waveforms in bed topography and planform is related to the mechanics of the flow and, in particular, to the turbulent flow structures responsible for shaping the forms and features of meandering channels.

Table 12–1 shows the data sources (438 sites) used in the development of these equations.

Figure 12–3 Hydraulic geometry relationship for meander wavelength with confidence intervals, λ = 10.23W, based on a composite data set of 438 sites in a variety of areas

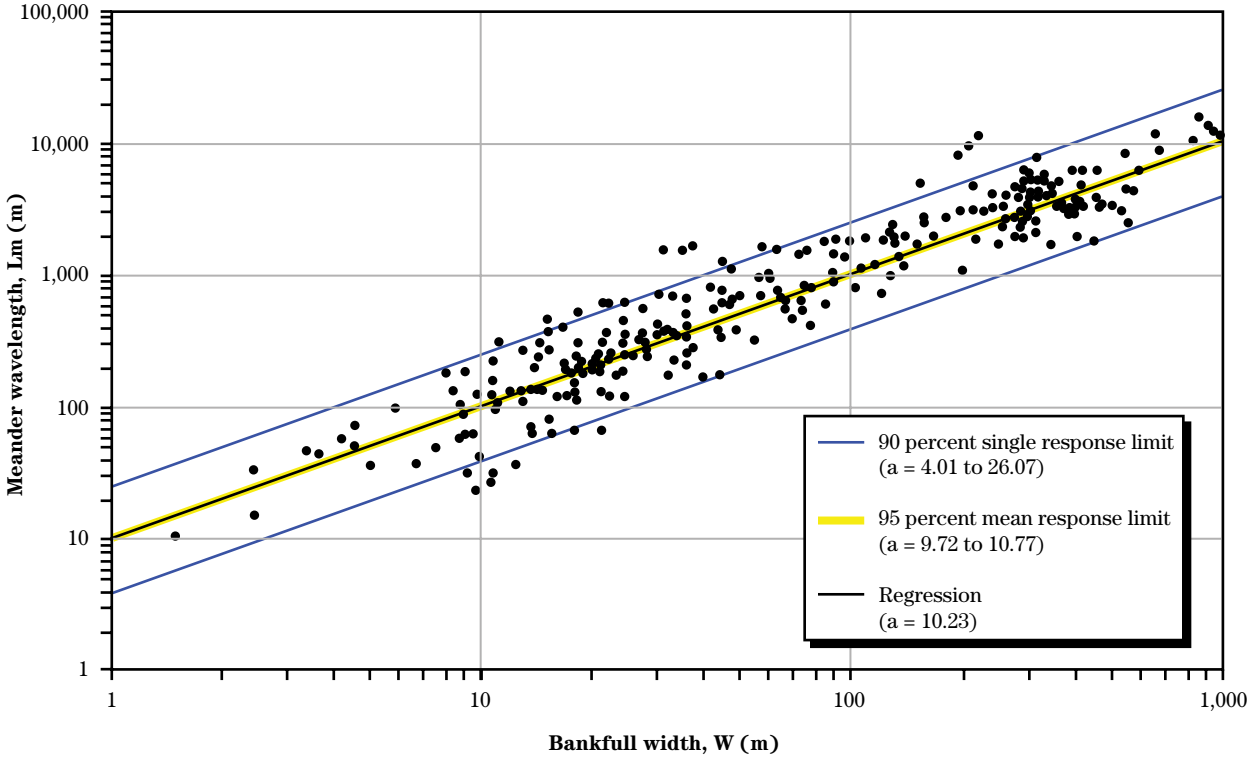


Table 12–1 Research and data sources for meander wavelengths

Researchers	Locations		No. of sites
Leopold and Wolman (1957)	United States rivers		21
Leopold and Wolman (1960)	Various sources	France	1
		United States	34
		Model river	1
		Total	36
Carlston (1965)	United States rivers		29
Schumm (1968)	Midwestern United States rivers		25
Chitale (1970)	Large alluvial rivers	Africa	1
		Canada	1
		India	16
		Pakistan	2
		United States	1
		Total	21
Williams (1986)	Various sources	Australia	2
		Canada	7
		Sweden	17
		Russia	1
		United States	16
		Model river	1
		Total	44
Thorne and Abt (1993)	Red River	1966	35
		1981	39
	Hydrographic surveys between Index, AR, and Shreveport, LA		1
		India	12
		Netherlands	1
		United Kingdom	48
		United States	18
		Total	154
Annable (1996)	Alberta, Canada		30
Cherry, Wilcock, and Wolman (1996)	United States rivers, predominantly sand bed		79

Leopold (1994) provided a hydraulic geometry relationship for meander wavelength as a function of both channel width and mean radius of curvature (fig 12–4 (FISRWG 1998)). His data include measurements from rivers, flumes, the Gulf Stream, and glaciers. He suggested that the relationships could be used to indicate stream instability if meander wavelength for a given stream did not plot closely to the predicted relationship.

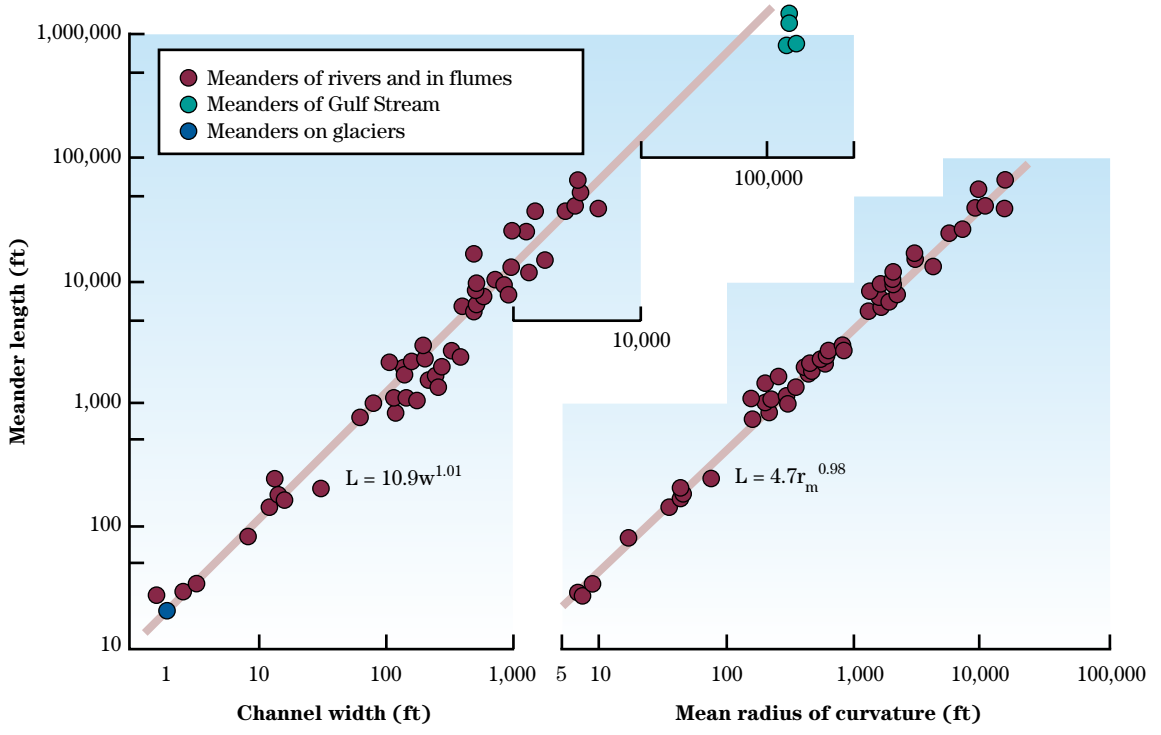
Other hydraulic geometry relationships for meander wavelength from the literature are given in table 12–2.

Additional guidance for determining meander geometry, including wavelength, along channel bend length, meander belt width, radius of curvature, and sinuosity are provided in Leopold (1994).

The channel meander length is simply the meander wavelength times the valley slope divided by the channel slope.

$$\text{channel meander length} = \frac{\text{wavelength} \times \text{valley slope}}{\text{channel slope}} \quad \text{(eq. 12–4)}$$

Figure 12–4 Planform geometry relationships



From Leopold (1994)

Table 12–2 Hydraulic geometry relationships for meander wavelength

Author	Equation	Units
Leopold and Wolman (1960)	$\lambda = 10.9\ W^{1.01}$	ft
Inglis (1941)	$\lambda = 6.06\ W^{0.99}$	ft
Yalin (1992)	$\lambda = 6\ W$	length
Dury (1965)	$\lambda = 30\ Q_{bf}^{0.5}$	ft, ft^3/s
Carlston (1965)	$\lambda = 8.2\ Q_{bf}^{0.62}$	ft, ft^3/s
Carlston (1965)	$\lambda = 106.1\ Q_{ma}^{0.46}$	ft^3/s
Schumm (1967)	$\lambda = 1890\ Q_{ma}^{0.34}\ M^{0.74}$	ft, ft^3/s

Notes: λ = meander wavelength
W = width
Q_{bf} = bankfull discharge
Q_{ma} = mean annual discharge
M = silt-clay factor

(b) Layout and sine-generated curve

Once meander wavelength is determined, planform can be determined using an analogy method or by using the sine-generated curve. Using a reference reach as a guide, planform can be laid on a map with a string cut to the appropriate channel length. Assuming that the planform can be approximated by the sine-generated curve is a more analytical approach and was suggested by Langbein and Leopold (1966). Their theory of minimum variance is based on the hypothesis that the river will seek the most probable path between two fixed points (the path that provides the minimum variance of bed shear stress and friction). The sine-generated curve is defined in figure 12–5 and by the following dimensionless equation:

$$\phi = \omega \cos \frac{2\pi s}{M} \qquad \text{(eq. 12–5)}$$

where:

ϕ = angle of meander path with the mean longitudinal axis (degrees or radians)
ω = maximum angle a path makes with the mean longitudinal axis (degrees or radians)
s = curvilinear coordinate along the meander path (ft or m)
M = meander arc length (ft or m)

The shape parameter, ω, is a function of the channel sinuosity, P, which can be solved by numerical integration, or may be approximated by the following equation (Langbein and Leopold 1966), in which ω is in radians:

$$\omega = 2.2\sqrt{\frac{P-1}{P}} \qquad \text{(eq. 12–6)}$$

The shape parameter of a sine-generated curve defines the shape of the stream as shown in figure 12–6 (Langbein and Leopold 1966).

Calculation of the points on a sine-generated curve is a rather tedious numeric integration for ϕ. However, the integration can be accomplished using a computer program such as the one in the U.S. Army Corps of Engineers (USACE) Hydraulic Design Package: SAM (Thomas, Copeland, and McComas 2003). The sine-generated curve produces a very uniform meander pattern. The alignments of natural channels are rarely perfect sinusoids. Channels that are constructed as such, therefore, appear strange. A combination of the string layout method and the analytical approach would produce a more natural looking planform.

Figure 12–5 Definition of sine-generated curve

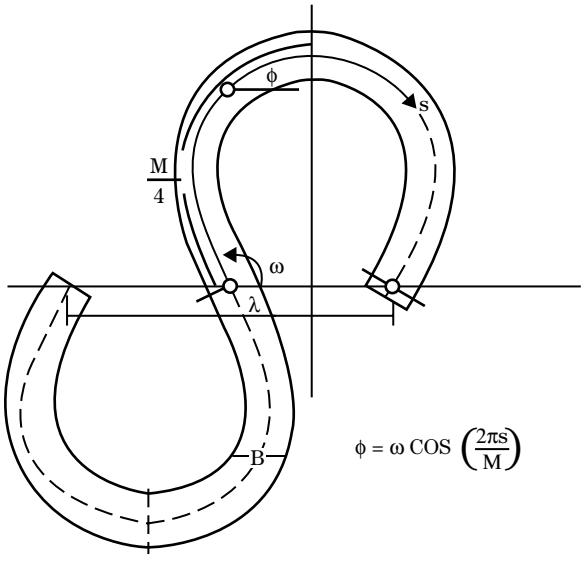
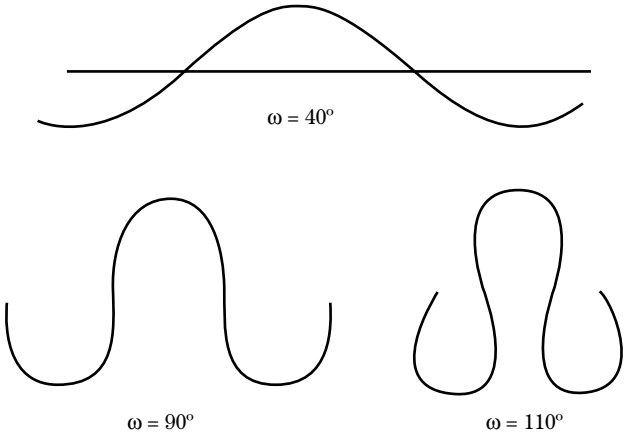


Figure 12–6 Effect of the shape factor on channel sinuosity with the sine-generated curve



Example problem: Channel alignment

Objective: Determine the planform layout for the channel designed in the previous problem. Use the sine-generated curve.

Given:

Base width	=	80 ft
Depth	=	2.9 ft (at channel-forming discharge)
Side slopes	=	1V:2.5H
Channel slope	=	0.0050
Valley slope	=	0.0055

Solution:

Step 1 Calculate the top width of the channel for the channel-forming discharge.

$$TW = 2zy + BW$$

$$TW = (2)(2.5)(2.9) + 80 = 94.5 \text{ say } 95 \text{ ft}$$

Step 2 Determine the meander wavelength directly from figure 12–3 or from the mean regression equation for the meander wavelength (fig. 12–4). If figure 12–3 is used directly, the top width must be converted to meters (95 divided by 3.281 which equals 29 m). If the equations from figure 12–4 are used, the unit conversion is not needed because the regression equation is dimensionless.

$$\lambda = 10.23TW$$

$$\lambda = 10.23(95) = 972 \text{ ft}$$

Step 3 Determine the distance along the channel for one wavelength.

$$M = \frac{\lambda(\text{Valley slope})}{\text{Channel slope}}$$

$$M = \frac{972(0.0055)}{(0.0050)} = 1{,}069 \text{ ft}$$

Step 4 Calculate xy coordinates for the channel using a spreadsheet or the USACE Hydraulic Design Package, SAM (Thomas, Copeland, and McComas 2003). Input is wavelength, λ, and channel length, M. Output is shown in table 12–3. The calculated shape factor, ω, is 34.9 degrees. The calculated planform amplitude is 199 feet. A planform plot developed from the SAM output is shown in figure 12–7. Note that this planform is very regular and does not replicate natural meanders. The designer should use the sine-generated curve layout as a guide and manipulate the actual centerline layout based on site constraints.

Table 12–3 Output for hydraulic computations using the SAM model

```
*****************************************************************
* SAMwin Software Registered to the US Army Corps of Engineers  *
*****************************************************************
*                              HYDRAULIC CALCULATIONS           *
*                                   Version 1.0
* A Product of the Flood Control Channels Research Program      *
* Coastal & Hydraulics Laboratory, USAE Engineer R & D Center   *
*                                in cooperation with
*            Owen Ayres & Associates, Inc., Ft. Collins, CO     *
*****************************************************************
TABLE 1. LIST INPUT DATA.

T1 Gravel bed River Example
T1 Base width 80 ft
T1 Depth 2.9 ft
T1 Side Slopes 1V : 2.5H
T1 Top Width 95 ft
MG  972  1069
$$END

INPUT IS COMPLETE.
   ***********************************************************
   *
   *  PLANFORM GEOMETRY FOR A MEANDERING Sand bed STREAM
   *
   ***********************************************************

                                        MAXIMUM
   WAVE      MEANDER                   DEFLECTION
  LENGTH     LENGTH      SINUOSITY     ANGLE-DEG       AMPLITUDE
  972.00    1069.00        1.10         34.933          198.97

 COORDINATES ALONG ONE MEANDER WAVELENGTH

 ALONG THE       DEFLECTION       PERPENDICULAR TO      ALONG THE
  CHANNEL          ANGLE           VALLEY SLOPE       VALLEY SLOPE
                  DEGREES

     S              THETA              Y                  X

     0.00           34.93              0.00               0.00
    10.69           34.86              6.12               8.77
    21.38           34.66             12.21              17.55
    32.07           34.31             18.26              26.36
    42.76           33.84             24.25              35.22
    53.45           33.22             30.16              44.13
    64.14           32.48             35.96              53.11
```

Table 12–3 Output for hydraulic computations using the SAM model—Continued

S	THETA	Y	X
74.83	31.61	41.63	62.17
85.52	30.61	47.15	71.32
96.21	29.49	52.51	80.58
106.90	28.26	57.67	89.94
117.59	26.92	62.62	99.41
128.28	25.47	67.34	109.00
138.97	23.91	71.80	118.72
149.66	22.27	76.00	128.55
160.35	20.53	79.90	138.50
171.04	18.72	83.49	148.57
181.73	16.83	86.75	158.75
192.42	14.87	89.67	169.03
203.11	12.86	92.23	179.41
213.80	10.79	94.42	189.87
224.49	8.69	96.23	200.41
235.18	6.55	97.65	211.00
245.87	4.38	98.67	221.64
256.56	2.19	99.28	232.31
267.25	0.00	99.48	243.00
277.94	-2.19	99.28	253.69
288.63	-4.38	98.67	264.36
299.32	-6.55	97.65	275.00
310.01	-8.69	96.23	285.59
320.70	-10.79	94.42	296.13
331.39	-12.86	92.23	306.59
342.08	-14.87	89.67	316.97
352.77	-16.83	86.75	327.25
363.46	-18.72	83.49	337.43
374.15	-20.53	79.90	347.50
384.84	-22.27	76.00	357.45
395.53	-23.91	71.80	367.28
406.22	-25.47	67.34	377.00
416.91	-26.92	62.62	386.59
427.60	-28.26	57.67	396.06
438.29	-29.49	52.51	405.42
448.98	-30.61	47.15	414.68
459.67	-31.61	41.63	423.83
470.36	-32.48	35.96	432.89
481.05	-33.22	30.16	441.87
491.74	-33.84	24.25	450.78
502.43	-34.31	18.26	459.64
513.12	-34.66	12.21	468.45
523.81	-34.86	6.12	477.23

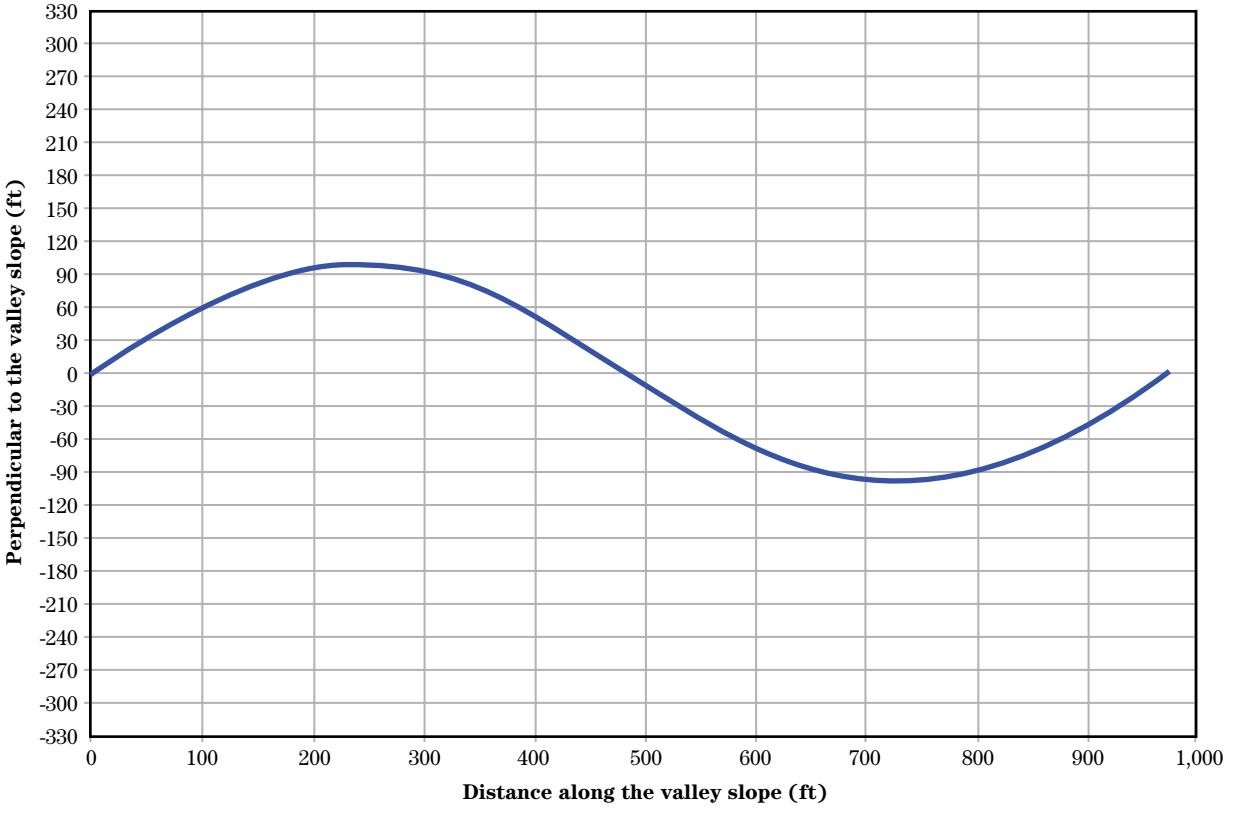
Table 12–3 Output for hydraulic computations using the SAM model—Continued

S	THETA	Y	X
534.50	-34.93	0.00	486.00
545.19	-34.86	-6.12	494.77
555.88	-34.66	-12.21	503.55
566.57	-34.31	-18.26	512.36
577.26	-33.84	-24.25	521.22
587.95	-33.22	-30.16	530.13
598.64	-32.48	-35.96	539.11
609.33	-31.61	-41.63	548.17
620.02	-30.61	-47.15	557.32
630.71	-29.49	-52.51	566.58
641.40	-28.26	-57.67	575.94
652.09	-26.92	-62.62	585.41
662.78	-25.47	-67.34	595.00
673.47	-23.91	-71.80	604.72
684.16	-22.27	-76.00	614.55
694.85	-20.53	-79.90	624.50
705.54	-18.72	-83.49	634.57
716.23	-16.83	-86.75	644.75
726.92	-14.87	-89.67	655.03
737.61	-12.86	-92.23	665.41
748.30	-10.79	-94.42	675.87
758.99	-8.69	-96.23	686.41
769.68	-6.55	-97.65	697.00
780.37	-4.38	-98.67	707.64
791.06	-2.19	-99.28	718.31
801.75	0.00	-99.48	729.00
812.44	2.19	-99.28	739.69
823.13	4.38	-98.67	750.36
833.82	6.55	-97.65	761.00
844.51	8.69	-96.23	771.59
855.20	10.79	-94.42	782.13
865.89	12.86	-92.23	792.59
876.58	14.87	-89.67	802.97
887.27	16.83	-86.75	813.25
897.96	18.72	-83.49	823.43
908.65	20.53	-79.90	833.50
919.34	22.27	-76.00	843.45
930.03	23.91	-71.80	853.28
940.72	25.47	-67.34	863.00
951.41	26.92	-62.62	872.59
962.10	28.26	-57.67	882.06
972.79	29.49	-52.51	891.42
983.48	30.61	-47.15	900.68

Table 12–3 Output for hydraulic computations using the SAM model—Continued

S	THETA	Y	X
994.17	31.61	-41.63	909.83
1004.86	32.48	-35.96	918.89
1015.55	33.22	-30.16	927.87
1026.24	33.84	-24.25	936.78
1036.93	34.31	-18.27	945.64
1047.62	34.66	-12.21	954.45
1058.31	34.86	-6.12	963.23
1069.00	34.93	0.00	972.00

Figure 12–7 Planform layout for one meander wavelength from sine-generated curve for example problem: wavelength = 972 ft; amplitude = 199 ft; sinuosity = 1.1



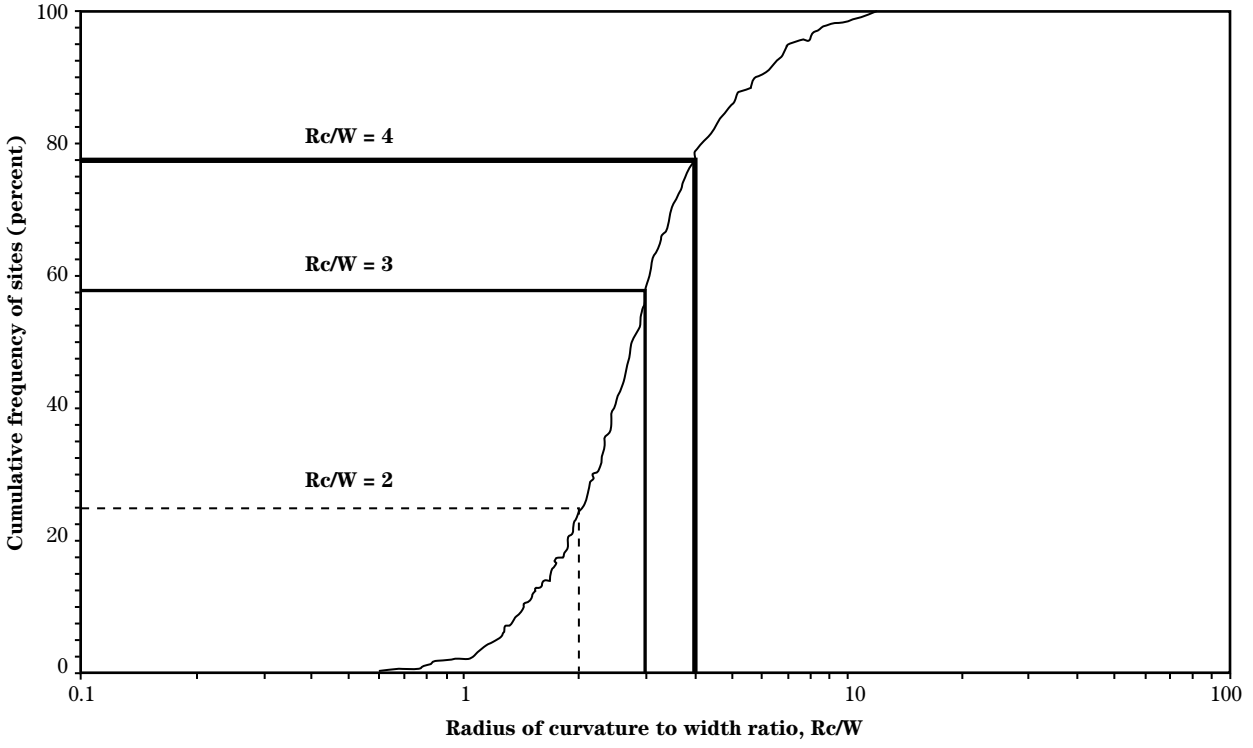
(c) Radius of curvature

The radius of planform curvature is not constant in the sine-generated curve, but ranges from a maximum value at the inflection point to a minimum curvature around the bend apex. The average radius of curvature is centered at the bend apex for a distance of approximately a sixth of the channel meander length.

Most reaches of stable meandering rivers have radius of curvature-to-width ratios between 1.5 and 4.5. Of the 438 sites used to derive the wavelength-width relationship in figure 12–3, radius of curvature is recorded for 263 of the sites. This subset was used to develop a cumulative distribution curve of radius of curvature-to width ratios (fig. 12–8). This figure shows that 33.5 percent, 52.9 percent, and 71.2 percent of the sites have radius of curvature-to-width ratios between 2 and 3, 2 and 4, and 1.5 and 4.5, respectively. The final planform layout should have ratios within the normal range.

If the calculated meander length is too large or if the required meander belt width is unavailable, grade control structures may be required to reduce the channel slope and stabilize the bed elevations.

Figure 12–8 Cumulative distribution of radius of curvature-to-width ratio derived from a composite data set of 263 sites



654.1203 Natural variability

Natural streams and rivers are rarely of uniform depth and width. Variability in channel width and depth can either be allowed to develop naturally or can be part of the project design. Sand-bed streams have the ability to create natural variability in channel form rather quickly because they are characterized by significant bed-material sediment transport. Gravel-bed streams typically adjust much more slowly. Streams with very little bed-material movement may not adjust at all. If variability is to be included in the project design, dimensions for cross sections in riffles and pools can be obtained from stable reaches of the existing stream or from reference reaches.

(a) Natural variability in width for gravel-bed rivers

Gravel-bed rivers are typically characterized by riffles and pools which correspond to bends and crossings in sand-bed rivers. In stable gravel-bed rivers, riffles are wider and shallower than the average channel width, and the pools tend to be deeper and somewhat narrower. In meandering gravel-bed rivers, the pools tend to be in the bends and the riffles at the inflection points. In the design of gravel-bed channels, the natural variability in cross-sectional width can be estimated using hydraulic geometry relationships or reference reaches. As with all hydraulic geometry and analogy methods, the design tools should be developed from physiographically similar watersheds.

Hey and Thorne (1986) developed hydraulic geometry relationships for meandering gravel-bed rivers in the United Kingdom. Their regression equations were based on surveys from 62 stable self-formed channels in erodible material with well-defined flood plains. At most sites, the banks were either cohesive or composite. Composite banks are defined as noncohesive sand and gravel layers overlain by a cohesive layer. These sites include the range of data used in developing the regression equations that are described in more detail in NEH654.09. A typical example of one of the Hey and Thorne rivers is shown in figure 12–9.

Riffle spacing and riffle width are determined from regression equations as a function of the mean channel width. The mean channel width is determined from one of three hydraulic geometry relationships described in NEH654.09. The Hey and Thorne hydraulic geometry relations for mean width consider the density of vegetation along the channel banks. The equations for riffle spacing are applicable for all bank conditions. The riffle spacing is given as a function of mean width:

$$Z = 6.31W \qquad \text{(eq. 12–7)}$$

where:
Z = the riffle spacing
W = the mean channel top width

Most of the data fell between the equations as shown in figure 12–10.

$$Z = 10W \qquad \text{(eq. 12–8)}$$

$$Z = 4W \qquad \text{(eq. 12–9)}$$

Riffle spacing tends to be nearer 4 channel widths on steeper gradients, increasing to 10 channel widths with more gradual slopes.

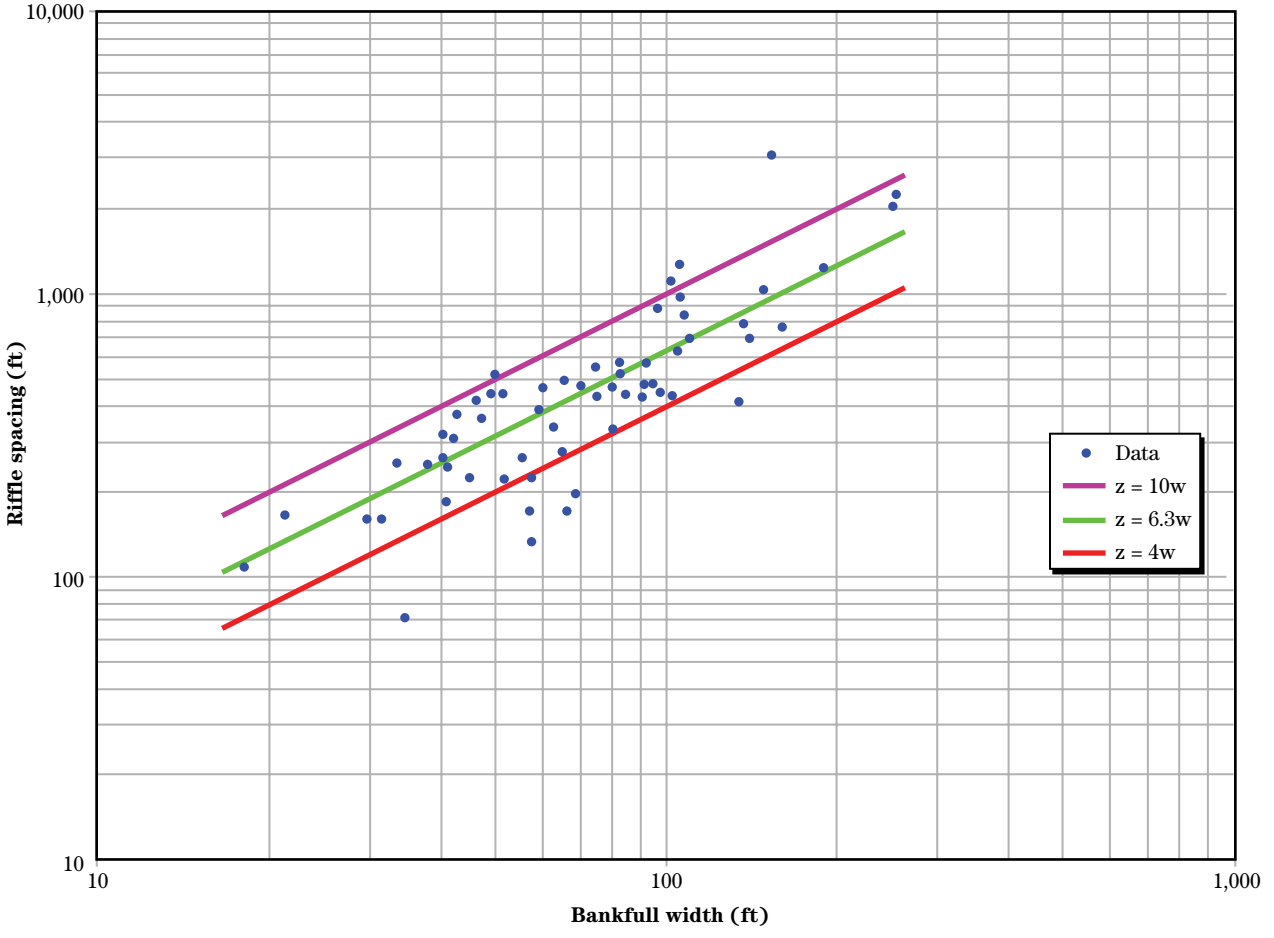
The riffle mean width, RW, was given as:

$$RW = 1.034W \qquad \text{(eq. 12–10)}$$

Hey and Thorne's riffle widths varied between 1.5W and 0.75 W.

Figure 12–9 Typical British gravel-bed river used in Hey and Thorne (1986) study

Figure 12–10 Relation between riffle spacing, Z, and bankfull channel width, W



(b) Riffle and pool spacing in nearly straight rivers

In rivers that are nearly straight (sinuosity less than 1.2), riffle and pool spacing may be set as a function of channel width. The empirical guide of 5 to 7 channel widths applies here (Knighton 1984). Two times this riffle spacing gives the total channel length through one meander pattern.

(c) Natural variability around meander bendways

Thorne (1988) and Thorne and Soar (2001) compiled empirical data sets of cross-sectional and planform dimensions from meander bends in the Red River between Index, Arkansas, and Shreveport, Louisiana. The Red River in this reach is typical of relatively large meandering rivers, with a wide variety of both bend geometries and bank materials. These studies provided a useful baseline database for examining the variability of width around meander bends, location of pools, and maximum pool depths. Equations were developed to define natural variability around the meander bends. Of course, if applied elsewhere, these equations should be used with caution.

The bends in the Red River data set were classified as one of three types based on the Brice (1975) classification system: equiwidth meanders, denoted as Type e (T_e) meanders (fig. 12–11); meanders with point bars, denoted as Type b (T_b) meanders (fig. 12–12); and meanders with point bars and chute channels, denoted as Type c (T_c) meanders (fig. 12–13). The Red River meander bend geometry data set is shown in table 12–4.

- **Equiwidth meandering**—Equiwidth indicates that there is only minor variability in channel width around meander bends. These channels are generally characterized by low width-to-depth ratios, erosion resistant banks, fine-grain bed material (sand or silt), low bed-material load, low velocities, and low stream power. Channel migration rates are relatively low because the banks are naturally stable.
- **Meandering with point bars**—Meandering with point bars refers to channels that are significantly wider at bendways than crossings, with well-developed point bars, but few chute channels. These channels are generally

Figure 12–11 Equiwidth meandering river, Type e (T_e)

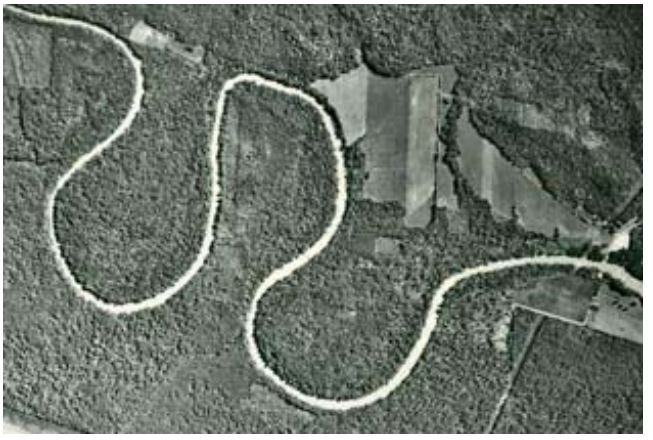


Figure 12–12 Meandering with point bars, Type b (T_b)

Figure 12–13 Meandering with point bars and chute channels, Type c (T_c)

characterized by intermediate width-to-depth ratios, moderately erosion-resistant banks, medium-grained bed material (sand or gravel), medium bed-material load, medium velocities, and medium stream power. Channel migration rates are likely to be moderate unless banks are stabilized.

- **Meandering with point bars and chute channels**—Meandering with point bars and chute channels refers to channels that are much wider at bendways than crossings, with well-developed point bars and frequent chute channels. These channels are generally characterized by moderate to high width-to-depth ratios, highly erodible banks, medium to coarse-grained bed material (sand, gravel and/or cobbles), heavy bed-material load, moderate to high velocities, and moderate to high stream power. Channel migration rates are likely to be moderate to high unless banks are stabilized.

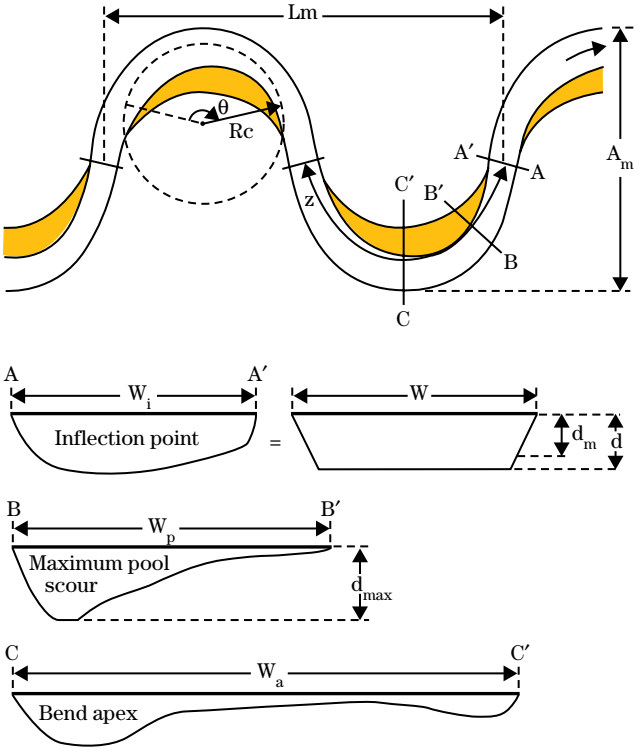
Ranges of physical characteristics pertaining to each of the meander bend types are addressed in more detail in NEH654.09. Figure 12–14 provides a definition sketch for channel cross-sectional geometries and dimensions through a meander.

Table 12–4 Ranges of physical characteristics found in different meander bend types identified from the 1981 Red River hydrographic survey between Index, AR, and Shreveport, LA

	n	S (10^6)	P	W_i / d_m	d_{max} / d_i	Rc / W_i
Type e	20 (8)	65 to 268 (133 to 268)	1.0 to 2.1 (1.2 to 2.1)	34.2 to 74.1 (38.3 to 74.1)	1.6 to 2.4 (1.7 to 2.4)	0.9 to 9.3 (0.9 to 5.2)
Type b	34 (19)	76 to 294 (105 to 294)	1.0 to 2.0 (1.1 to 2.0)	36.8 to 121.0 (36.8 to 102.4)	1.5 to 2.6 (1.7 to 2.6)	1.5 to 9.1 (1.5 to 6.1)
Type c	13 (10)	91 to 201 (91 to 201)	1.1 to 2.3 (1.2 to 2.3)	33.5 to 88.2 (33.5 to 88.2)	1.6 to 2.4 (1.6 to 2.4)	2.2 to 6.8 (2.2 to 5.2)

Note:
n = number of meander bends studied
S = water surface slope
P = sinuosity
W_i / d_m = inflection point width-to-mean depth ratio
d_{max} / d_i = maximum scour depth in pool-to-mean depth at inflection point
Rc / W_i = radius of curvature-to-inflection point width ratio
Values in parentheses refer to meander bends with sinuosity 1.2 or greater.

Figure 12–14 Meander cross-sectional dimensions for variability design



Note: Point bars defined by shaded regions

Lm	=	meander wavelength	Z	=	meander arc length (riffle spacing)
A_m	=	meander belt width	Rc	=	radius of curvature
θ	=	meander arc angle	W	=	reach average bankfull width
d	=	depth of trapezoidal cross section	d_m	=	mean depth (cross-sectional area / W)
d_{max}	=	maximum scour depth in bendway pool	W_i	=	width at meander inflection point
W_p	=	width at maximum scour location	W_a	=	width at meander bend apex

(d) Width variability around meander bends

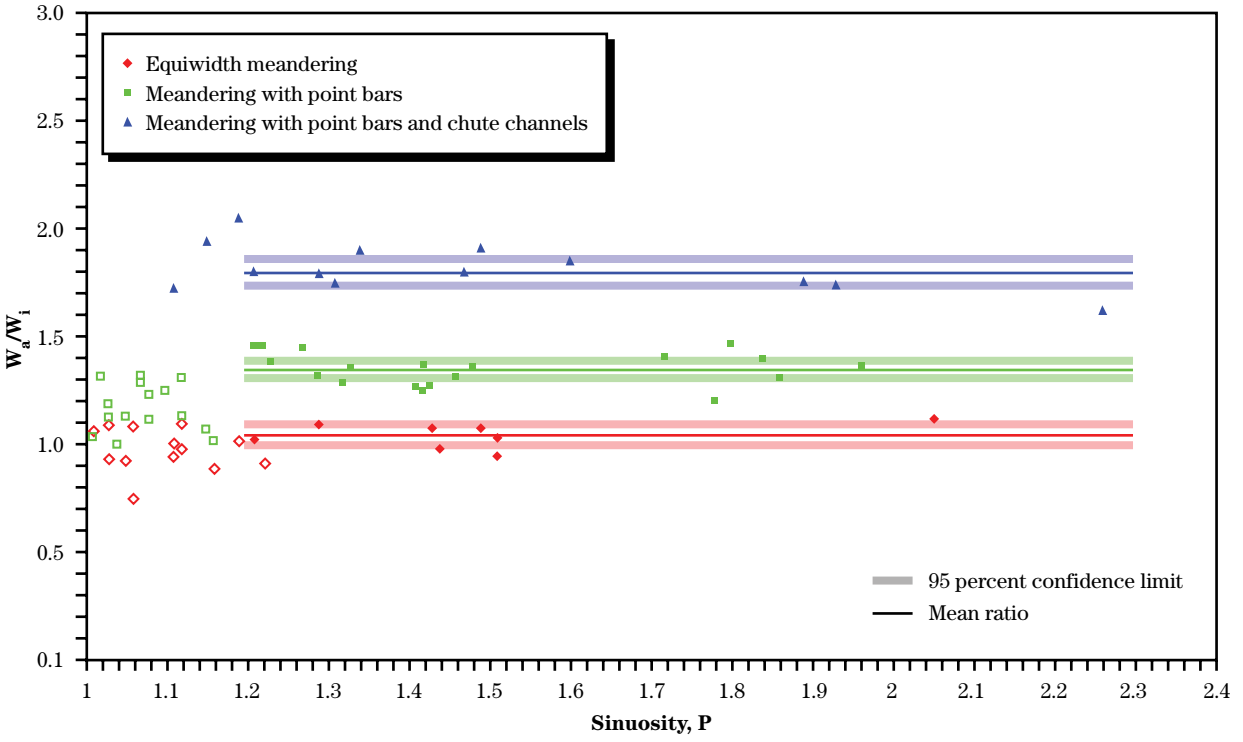
Two dimensionless parameters can be used to describe the width variability around meander bends, based on the enhanced Red River data set. These are the ratio of bend apex width to inflection point width, W_a/W_i, and the ratio of width at the location of maximum bend pool scour to inflection point width, W_p/W_i. Theoretically, these parameters adjust according to the degree of curvature and the type of meander bend. To derive new morphological relationships, sinuosity, P, was preferred as the independent variable, rather than the radius of curvature-to-width ratio. The latter would have resulted in width appearing on both sides of the regression equations.

Morphologic relationships for the width ratios as a function of meander type were developed for channels with sinuosities greater than 1.2. This is a commonly accepted threshold between nearly straight channels with only slight sinuosity and meandering channels with moderate to high sinuosity. The bed apex width to the inflection point width ratio, W_a/W_i, was found to be independent of sinuosity. Data are plotted with confidence limits in figure 12–15. Values for the ratios for each type of meander bend can be determined from table 12–5 and the following equation, where p denotes the level of significance and corresponds to the 100(1–p) percent confidence level.

Morphologic relationships for the width ratios as a function of meander type were developed for the ratio of pool width at the location of maximum scour to inflection point width (W_p/W_i) for channels with sinuosities greater than 1.2. This ratio was also found to be independent of sinuosity. Data and confidence limits are plotted in figure 12–16 (source data: 1981 Red River hydrographic survey). Values for the ratios for each type of meandering river can be determined from the following equation and table 12–6.

$$\left(\frac{W_a}{W_i}\right)_p = a + u_p \qquad \text{(eq. 12–11)}$$

Figure 12–15 Ratio of bend apex width to inflection point width, W_a/W_i as a function of meander bend type only, for sinuosities of at least 1.2. Confidence limits of a mean response are shown at the 95 percent level. (Source data: 1981 Red River hydrographic survey)



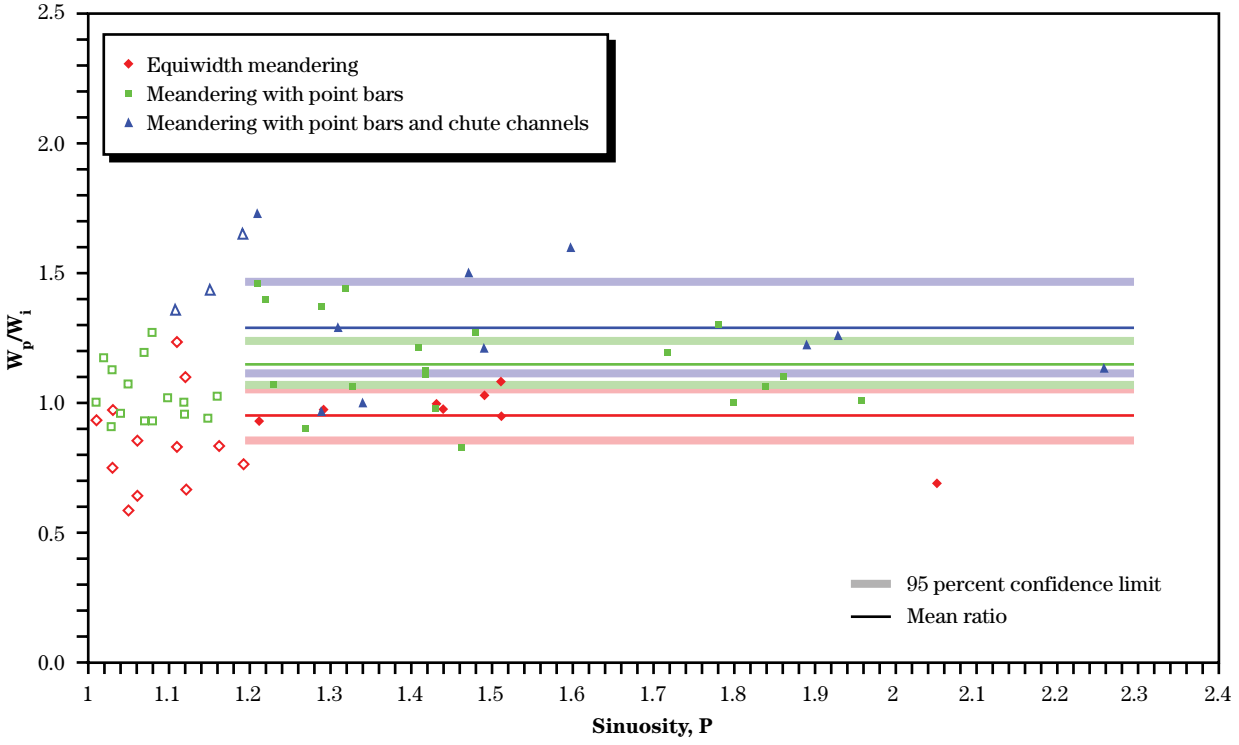
Note: Filled symbols = sinuosity of at least 1.2; empty symbols = sinuosity less than 1.2

Table 12–5 Constant values used to estimate the mean ratio of bend apex width to inflection point width, W_a/W_i, within confidence bands for different types of meander bends and for sites with sinuosity of at least 1.2. Coefficients pertaining to the 99, 95, and 90 percent confidence limits are given.

	a	$u_{0.01}$	$u_{0.05}$	$u_{0.1}$
Type e	1.05	0.08	0.05	0.04
		(0.29)	(0.20)	(0.16)
Type b	1.35	0.05	0.04	0.03
		(0.27)	(0.20)	(0.16)
Type c	1.79	0.09	0.06	0.05
		(0.36)	(0.25)	(0.20)

Note: Values given refer to mean response confidence limits. Values in parentheses are used to calculate single response confidence limits.

Figure 12–16 Ratio of pool width (at maximum scour location) to inflection point width, W_p/W_i as a function of meander bend type only, for sinuosities of at least 1.2. Confidence limits of a mean response are shown at the 95 percent level.



Note: Filled symbols = sinuosity of at least 1.2 empty symbols = sinuosity less than 1.2

Table 12–6 Constant values used to estimate the mean ratio of pool width (at maximum scour location) to inflection point width, W_p/W_i, within confidence bands for different types of meander bends and for sites with sinuosity of at least 1.2. Coefficients pertaining to the 99, 95, and 90 percent confidence limits are given.

	a	$u_{0.01}$	$u_{0.05}$	$u_{0.1}$
Type e	0.95	0.15	0.10	0.08
		(0.56)	(0.38)	(0.30)
Type b	1.15	0.12	0.09	0.07
		(0.64)	(0.47)	(0.39)
Type c	1.29	0.26	0.18	0.14
		(1.07)	(0.74)	(0.60)

Note: Values given refer to mean response confidence limits. Values in parentheses is used to calculate single response confidence limits.

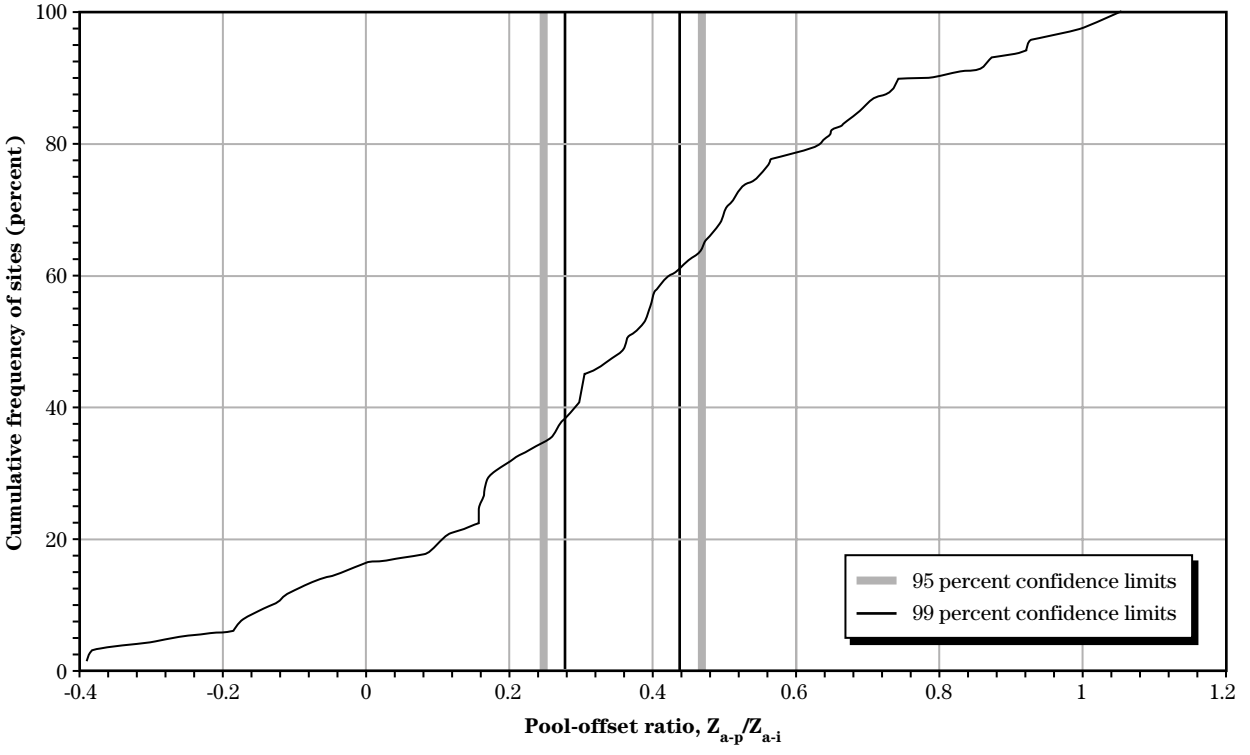
(e) Location of the pool in a meander bend

While the location of meander inflection points and bend apexes are geometrically defined, the location of pools, defined by the position of maximum bend scour, is variable. Pool location is controlled by the meander configuration, complex velocity distribution, and large-scale coherent flow structures which pulse sediment along the channel to form alternate zones of scour and fill. In natural meanders, the deepest pool is usually located downstream from the bend apex. The pool location in a meander bend can be represented empirically by a pool-offset ratio, defined as the ratio of the channel distance between bend apex and maximum scour location to the channel distance between bend apex and downstream inflection point, Z_{a-p} / Z_{a-i}. The pool–offset ratio was found to be independent of sinuosity. Neither was a distinct relationship found for the different meander types. The range and cumulative distribution function for the pool-offset ratio is shown in figure 12–17 (source data: 1981 Red River hydrographic survey). The mean value for the ratio was 0.36 and the range was –0.4 to 1.08.

(f) Maximum scour in bendways

Maximum scour depth is calculated to incorporate deep pools in constructed channels and to estimate required toe depths for bank protection. Data from a wide range of rivers (Thorne and Abt 1993; Maynord 1996) were used to develop morphological equations for the maximum scour depth in pools. These maximum scour depths are based on the surveyed maximum local depth at the bend. The data were divided into two subsets using a width-to-depth threshold value of 60, which is an approximate modal value.

Figure 12–17 Cumulative distribution of the pool-offset ratio, Z_{a-p}/Z_{a-i}, for all types of meander bends studied. Confidence limits on the mean response are shown.



The best-fit morphological relationships are given by Thorne and Soar (2001) as:

$$\frac{W_i}{d_m} < 60 \qquad \text{(eq. 12–12)}$$

$$\frac{d_{max}}{d_m} = 2.14 - 0.19 \ln\left(\frac{Rc}{W_i}\right) \qquad \text{(eq. 12–13)}$$

$$\frac{W_i}{d_m} \geq 60 \qquad \text{(eq. 12–14)}$$

$$\frac{Rc}{W_i} < 10 \qquad \text{(eq. 12–15)}$$

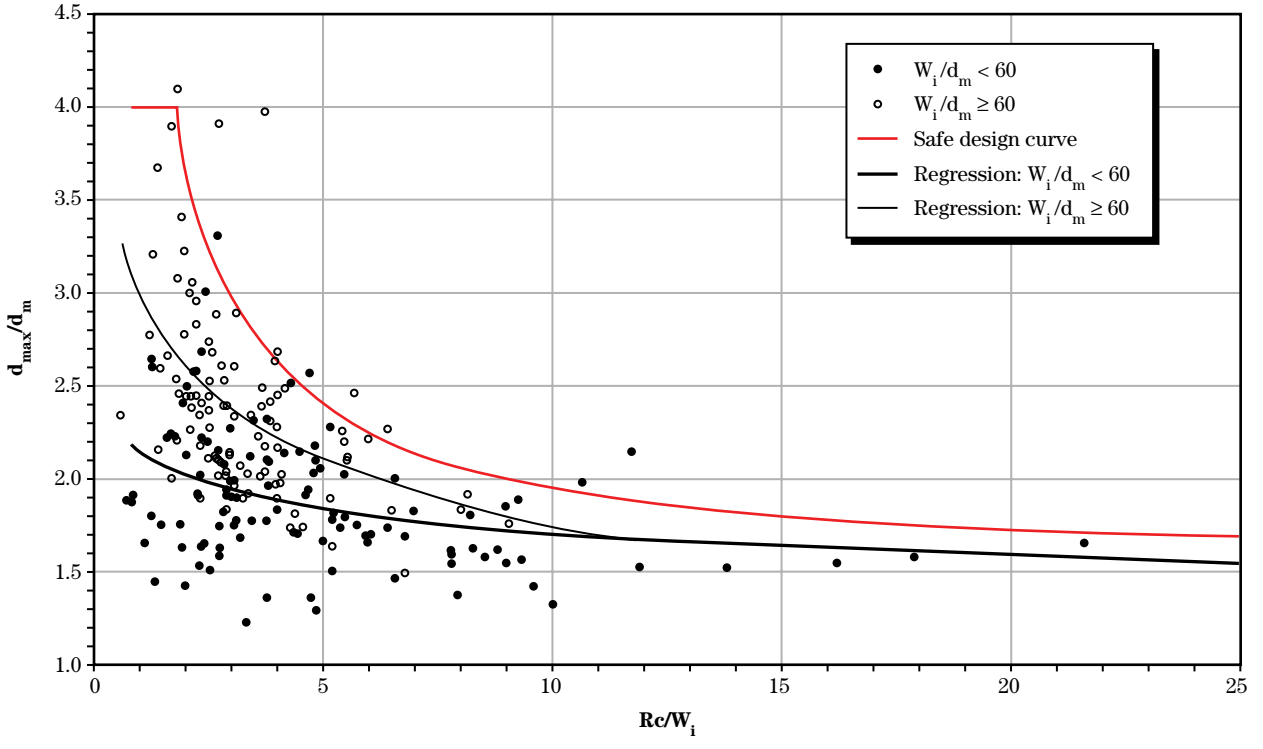
$$\frac{d_{max}}{d_m} = 2.98 - 0.54 \ln\left(\frac{Rc}{W_i}\right) \qquad \text{(eq. 12–16)}$$

A practical, safe design curve may then be defined by considering both equations as:

$$\frac{d_{max}}{d_m} = 1.5 + 4.5\left(\frac{Rc}{W_i}\right)^{-1} \qquad \text{(eq. 12–17)}$$

This equation is an asymptotic relationship with a theoretical minimum d_{max}/d_m of 1.5, representing pool scour depths expected in a straight channel with a pool-riffle bed topography. From this upper-bound relationship, d_{max}/d_m ranges from 4 to 3 for Rc/W_i between 1.8 and 3. For channels with an Rc/W_i less than 1.8, pool depth is independent of bend curvature. The recommended dimensionless scour depth should be 4. All three relationships are portrayed in figure 12–18 (Thorne and Abt 1993; Maynord 1996), which show that this equation is a safe curve for both classes of W_i/d_m. More information on scour and how it relates to specific project features is provided in NEH654.14.

Figure 12–18 Dimensionless maximum scour depth in meander pools as a function of radius of curvature-to-width ratio



654.1204 Practical channel design equations for meander bend geometry

It is possible to derive a mean band of uncertainty, u, suitable for all three types of meander bends and to provide a set of practical design equations. The cumulative effects of Type e, Type b, and Type c bends are represented by the binary parameters, T_e, T_b and T_c, respectively. The value of T_e has a value of 1 for all three types of bend and represents the smallest planform width ratio. If point bars are present, but chute channels are rare, T_b is assigned a value of 1, and T_c is assigned a value of 0. If point bars are present and chute channels are common, both T_b and T_c are assigned values of 1. Obviously T_c can only be given a value of 1 when T_b has a value of 1.

Bend apex ($P \geq 1.2$)

$$\frac{W_a}{W_i} = 1.05T_e + 0.30T_b + 0.44T_c \pm u \qquad \text{(eq. 12–18)}$$

Pool width ($P \geq 1.2$)

$$\frac{W_p}{W_i} = 0.95T_e + 0.20T_b + 0.14T_c \pm u \qquad \text{(eq. 12–19)}$$

For all three bend types and sinuosities greater than 1, the pool offset ratio is given by:

Pool-offset ($P>1.0$)

$$\frac{Z_{a-p}}{Z_{a-i}} = 0.36 \pm u \qquad \text{(eq. 12–20)}$$

Values of u refer to confidence limits on the mean response as given in table 12–7.

A practical design equation for predicting or constructing maximum scour depths at bends is the upper-bound curve in figure 12–17, given by the following equation:

$$\frac{d_{max}}{d_m} = 1.5 + 4.5\left(\frac{R_c}{W_i}\right)^{-1} \qquad \text{(eq. 12–21)}$$

For sites where active meandering is not permitted, bank protection will be required along the outer bank to prevent erosion. In addition, this equation should be used together with bank stability charts to establish whether bank stabilization against mass failure is also necessary.

Table 12–7 Uncertainty, u, in estimates of width variability around meander bends and location of pools. Values refer to confidence limits on the mean response.

Confidence limits %	W_a / W_i	W_p / W_i	Z_{a-p} / Z_{a-i}
99	0.07	0.17	0.11
95	0.05	0.12	0.08
90	0.04	0.10	0.07

654.1205 Bankline migration

Bankline migration is a natural process associated with natural meandering channels. Meander loops tend to move downstream as river processes erode the outside of bends and deposit sediment on point bars. The ability to forecast adjustments in planform is important to the planning and design of any project where highways or structures could be damaged. The rate of bank migration at a given site is a function of erosional forces and resisting forces. The variables affecting erosional forces include discharge, cross-sectional geometry, sediment load, bed roughness, bedforms and bars, and the geometry of the bend itself. The variables affecting resistance forces include bank geometry, the composition of the bank, bank vegetation, pore water pressure, freezing and thawing, and wetting and drying. Due to the wide variability in significant variables, it is difficult to develop an algorithm that can reliably predict bankline migration rates.

Nanson and Hickin (1986) compiled data for 18 gravel-bed rivers in western Canada and reported maximum bankline migration rates at the bend apex (fig. 12–19). Cherry, Wilcock, and Wolman (1996) used 133 data sets from meandering sand-bed rivers collected by James Brice of the USGS to develop an empirical relationship to estimate bankline migration. They related mean annual flow and channel width to the mean erosion rate along the entire length of channel (fig. 12–20). They concluded that the simple correlation was inadequate. However, it does provide an order of magnitude estimate for the mean erosion rate and can be used to estimate a range of probable erosion rates.

Figure 12–19 Bankline migration rates in gravel-bed rivers

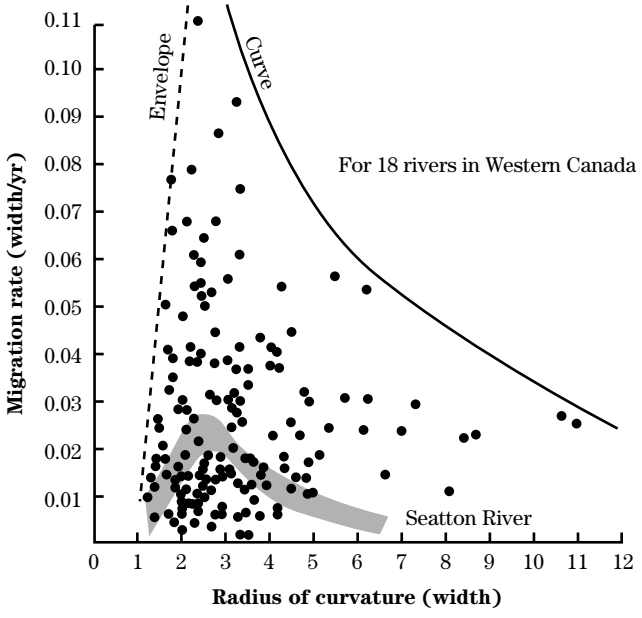


Figure 12–20 Average bank erosion rate

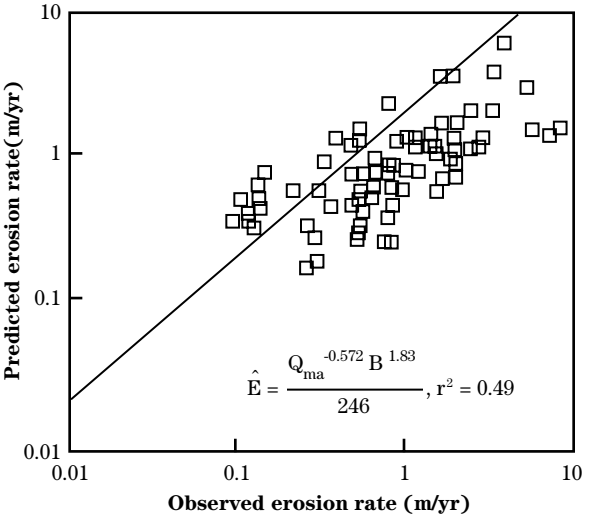
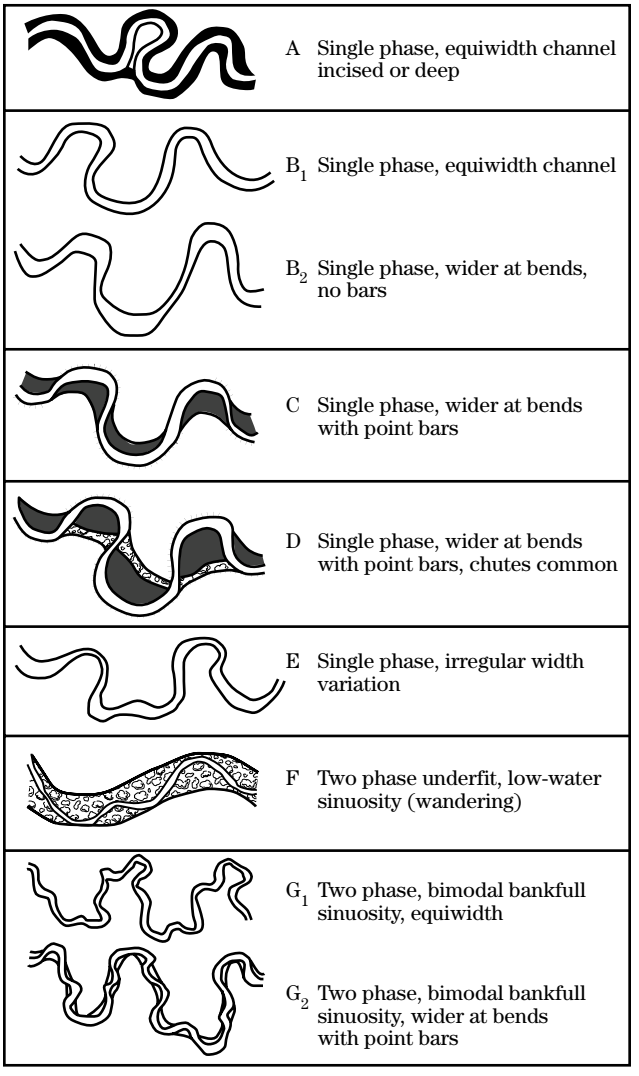


Figure 12–21 Modified Brice classification system for estimating bankline migration



Ayres Associates (2004) used the same data set as Cherry, Wilcock, and Wolman (1996), relating the maximum rate of apex movement to the channel width at the apex. They segregated the data for four channel types: B1–single phase equiwidth, B2–single phase wider at bends, C–single phase with point bars, and A–single phase incised or deep. Their classification is a modification of the Brice (1975) classification system shown in figure 12–21 (Ayers Associates 2004). The scatter in the Ayres data (fig. 12–22 is about the same. Note that the Cherry, Wilcock, and Wolman (1996) data and bank migration rates can only be estimated in an approximate sense. Ayres Associates plotted a cumulative percentage of apex movement curve (fig. 12–23) which provides a useful tool for predicting bankline migration in terms of risk and uncertainty.

Several researchers have developed two-dimensional, depth-averaged numerical models to predict bankline migration. These models are data intensive and should be considered research tools. Garcia, Bittner, and Nino (1994) related the local erosion rate to the difference in the average velocity and the near-bank velocity. Odgaard (1986) related erosion to the difference in average depth and near-bank depth. The models produce relatively accurate velocity distributions in the meandering channel; however, bank resistance coefficients must be empirically determined or calibrated to existing conditions at specific sites. The high degree of variability in bank composition in meandering alluvial systems makes application of these models difficult.

The most reliable method for predicting bankline migration rate is to estimate historical rates from aerial photos of the project river. It must be recognized that rates at a specific site will change as the planform changes. In addition, erosion rates change with cyclic climate changes and changes in the watershed.

Figure 12–22 Bankline migration—apex movement versus channel width

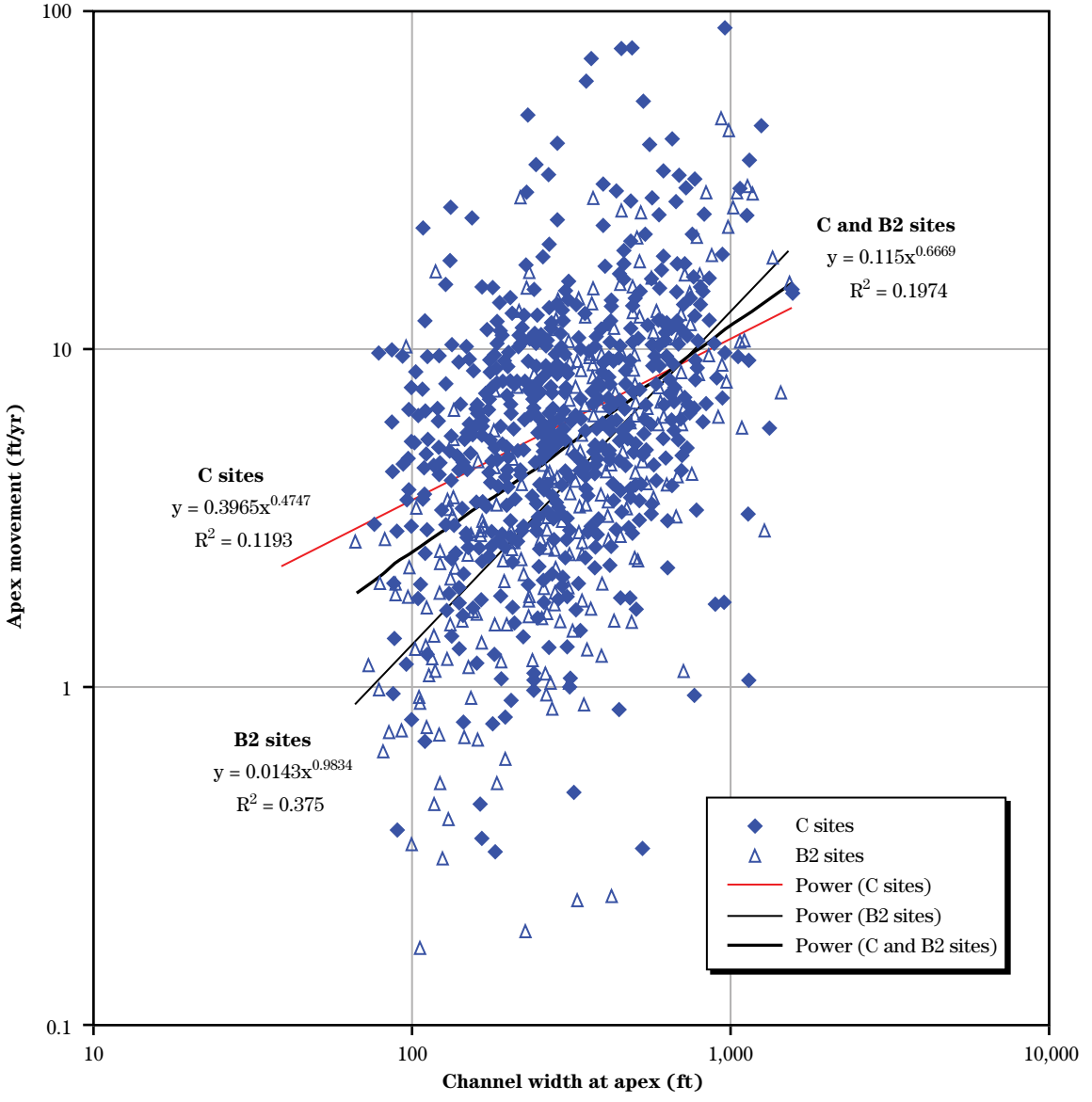
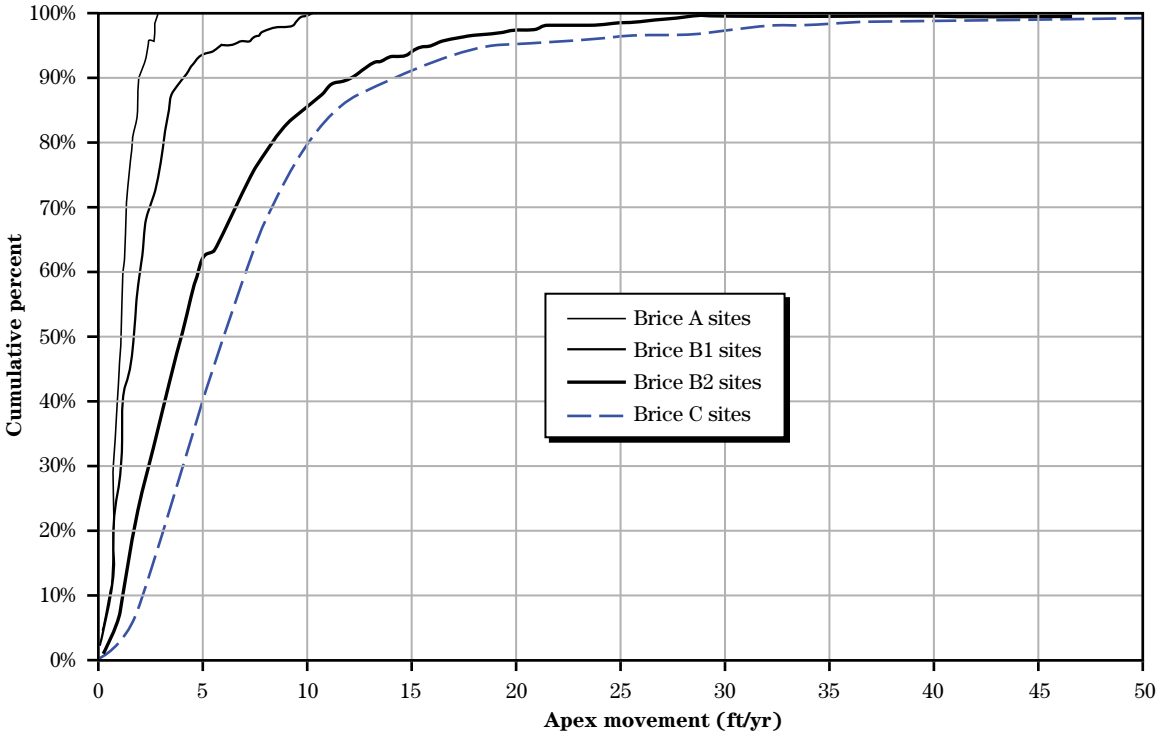


Figure 12–23 Cumulative percentage of apex bend movement



Example problem: Variability in channel planform geometry

Objective: Average channel dimensions for a new meandering sand-bed channel with point bars have been determined. Provide for channel geometry variability so that the new channel will not have excessive adjustments to make as it seeks its new equilibrium condition. Determine the channel width at the bend apex and at the location of the maximum scour. Also, estimate the most probable maximum scour depth and its most probable location. Determine the design depth of the bank protection if it is needed. Estimate the bankline migration rate that might occur if the bank is not protected.

Given: Average channel dimensions at the crossing and the general planform alignment are:

Width = 450 ft
Depth = 25 ft
Channel slope = 0.00030
Valley slope = 0.00049
Meander wavelength = 5,000 ft
Radius of curvature = 2,000 ft
Channel-forming discharge = 50,000 ft^3/s
Mean annual flow = 8,000 ft^3/s

Step 1 Calculate sinuosity

$$P = \frac{\text{Valley slope}}{\text{Channel slope}}$$

$$P = \frac{0.00049}{0.00030} = 1.63$$

Step 2 Calculate the channel distance through one meander wavelength

$$M = P \times \text{ meander wave length}$$

$$M = 1.63 \times 5,000 = 8,150 \text{ ft}$$

Step 3 Calculate the channel width at the bend apex and at the pool using tables 12–5 and 12–6.

This is a type b channel (meandering with point bars)

Width at apex = 1.35 × average channel width

Width at apex = 1.35 × 450 ft

Width at apex = 608 ft

With 90 percent confidence that the width should be between

$$\text{Width at apex} = (1.35 + 0.16)$$

$$\text{and } (1.35 - 0.16) \times 450 = 680 \text{ and } 536 \text{ ft}$$

Width at pool = 1.15 × average channel width

Width at pool = 1.15 × 450 ft

Width at pool = 518 ft

With 90 percent confidence that the width should be between

$$\text{Width at pool} = (1.15 + 0.39)$$

$$\text{and } (1.15 - 0.39) \times 450 = 693 \text{ and } 356 \text{ ft}$$

Step 4 Determine the most probable location of the pool in bend using figure 12–17.

At a cumulative frequency of 50 percent (most probable) the pool-offset ratio is 0.36

$$\frac{Z_{a-p}}{Z_{a-i}} = 0.36$$

The distance to the bend apex from the crossing (inflection point) is one half the channel distance through a meander wavelength.

$$Z_{a-i} = \frac{M}{2} = \frac{8,150}{2} = 4,075 \text{ ft}$$

$$Z_{a-p} = 0.36 \times 4,075 = 1,467 \text{ ft}$$

The location of the pool is then 5,542 feet downstream from the inflection point.

$$4,075 + 1,467 = 5,542 \text{ ft}$$

Step 5 Determine the most probable scour depth and the safe design depth for bank protection using figure 12–18.

$$\frac{\text{Radius of curvature}}{\text{Average width}} = \frac{2,000 \text{ ft}}{450 \text{ ft}} = 4.44$$

$$\frac{\text{Average width}}{\text{Mean depth}} = \frac{450 \text{ ft}}{25 \text{ ft}} = 18$$

Calculate the average depth of scour at the pool.

$$\frac{d_{max}}{d_m} = 2.14 - 0.19 \ln\left(\frac{Rc}{W_i}\right)$$

$$d_{max} = 25\left[2.14 - 0.19 \ln\left(\frac{2{,}000 \text{ ft}}{460 \text{ ft}}\right)\right]$$

$$d_{max} = 46 \text{ ft}$$

Calculate the safe design depth for bank protection.

The mean depth should represent the depth at channel-forming discharge to set an average pool depth for the initial channel geometry, but should represent depth at a design frequency flood peak to set a design depth for bank protection. In this example, a wide flood plain is assumed so that channel-forming and flood depths are similar.

$$\frac{d_{max}}{d_m} = 1.5 + 4.5\left(\frac{Rc}{W_i}\right)^{-1}$$

$$d_{max} = 25 \text{ ft}\left[.5 + 4.5\left(\frac{450 \text{ ft}}{2{,}000 \text{ ft}}\right)\right]$$

$$d_{max} = 63 \text{ ft}$$

Step 6 Estimate bankline migration rate using the Cherry, Wilcock, and Wolman equation (fig. 12–20) and the Ayres Associates graph for a type C channel (fig. 12–21).

$$E = \frac{Q_{ma}^{-0.572} B^{1.83}}{246}, \; r^2 = 0.49$$

$$Q_{ma} = \frac{8{,}000}{35.3} = 227 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$B = \frac{450 \text{ ft}}{3.28 \text{ ft/m}} = 137 \text{ m}$$

$$E \text{ m/yr} = \frac{\left(227^{-0.572} \times 137^{1.83}\right)}{246} = 1.5 \text{ m/yr} = 4.9 \text{ ft/yr}$$

Apex movement (ft/yr)= $0.3965W^{0.4747}$ ft

$$\text{Apex movement} = 0.3965(450)^{0.4747}$$

Apex movement = 7.2 ft/yr

It is not surprising that this analysis indicates such a difference in these estimates, considering the large number of variables that have been ignored. However, this analysis provides an idea of the probable magnitude of the meander migration. It can also be used with additional analysis to assess if bank protection is necessary.

654.1206 Conclusion

In the natural system, there are rarely perfectly linear or straight systems. Natural systems that appear linear typically have some slight sinuosity to them.

Natural channel work requires that the proposed design fits into the natural system within the physical constraints imposed by other project objectives and riparian conditions. Design requires not only channel planform design but also an assessment of natural variability, as well as potential channel movement.

Planform design parameters include sinuosity, meander wavelength, an appropriate channel length for one meander wavelength, and trace of the channel. The approach used to perform this design should be appropriate to the stream conditions. In a threshold channel, planform relates to establishing a maximum slope based on critical stability of the boundary material. In an alluvial channel, planform is a separate dependent variable that must be determined within natural geomorphic limits.

Channel sinuosity is determined from the calculated channel slope and valley slope. To determine other parameters, analogy, hydraulic geometry, and/or analytical methods are employed. To apply the analogy method, a reference reach is located on either the study stream or another suitable stream. From the reference reach a template for the meander planform is developed for the project reach. This may often be problematic due to the nonavailability of a reference reach or subtle, but important fluvial, sedimentary, or morphological differences between it and the study reach.

Alternatively, meander wavelength can be determined using hydraulic geometry techniques. The most reliable hydraulic geometry relationship is wavelength versus width. As with the determination of channel width, preference is given to wavelength predictors from stable reaches of the existing stream either in the project reach or in reference reaches. The channel trace may also be determined analytically using the sine-generated curve. Finally, a string cut to the appropriate length can be laid on a map and fit to existing constraints and to the proper wavelength to form a meandering planform.

The methods used to estimate variability in cross section, as well as potential bank migration, are dependent on site-specific conditions. Some guidance developed for regionally specific studies has been presented. While this material provides a guideline, it should only be used with caution if applied elsewhere.

附錄六 樑底淹沒橋梁現況

依據108年朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫（第三次修正）之跨河構造物檢討成果顯示，現況有六興橋、景象橋、無名橋、盧山橋等四座橋梁樑底淹沒，已於治理計畫中列為需藥優先改建之危險橋梁。橋梁之現況照片及分析資料如附表所示。

附表　朴子溪治理河段橋梁通洪能力檢討表

橋名	斷面編號	里程	現況		計畫			橋梁檢討
			梁底高(m)	橋長(m)	計畫洪水位(m)	計畫堤頂高(m)	計畫河寬(m)	
六興橋	46	26k+648	14.00	314	14.33	15.83	250	梁底淹沒

橋名	斷面編號	里程	現況		計畫			橋梁檢討
			梁底高(m)	橋長(m)	計畫洪水位(m)	計畫堤頂高(m)	計畫河寬(m)	
景象橋	55	32k+148	12.63	40	18.37	19.87	230	梁底淹沒 橋長不足

橋名	斷面編號	里程	現況		計畫			橋梁檢討
			梁底高(m)	橋長(m)	計畫洪水位(m)	計畫堤頂高(m)	計畫河寬(m)	
無名橋	60.1	35k+323	11.76	22	20.63	22.13	230	梁底淹沒 橋長不足

橋名	斷面編號	里程	現況		計畫			橋梁檢討
			梁底高(m)	橋長(m)	計畫洪水位(m)	計畫堤頂高(m)	計畫河寬(m)	
盧山橋	85.1	47k+803	28.74	150	30.62	32.12	150	梁底淹沒

資料來源：朴子溪水系主流及支流牛稠溪治理計畫(第三次修正)，水利署第五河川局，民國 108 年。

經濟部水利署第五河川局出版品版權頁資料

朴子溪水系風險評估

出版機關： 經濟部水利署第五河川局

地址： 嘉義市親水路 123 號

電話： (05) 230-4406

傳真： (05) 230-4421

網址： https://www.wra05.gov.tw

編著者： 國立臺灣大學

出版年月： 108 年 12 月

版次： 初版

定價： 新台幣 1500 元

EBN： 10108H0014

著作權利管理資訊： 經濟部水利署第五河川局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署第五河川局同意或書面授權。

電子出版： 本書製有光碟片

聯絡資訊： 經濟部水利署第五河川局

電　　話： (05) 230-4406

廉潔、效能、便民

經濟部水利署

臺北辦公區

地址：臺北市大安區信義路 3 段 41-3 號 9-12 樓
總機：(02)37073000
傳真：(02)37073166
免費、服務專線：0800-212239

臺中辦公區

地址：臺中市南屯區黎明路 2 段 501 號
總機：(04)22501250
傳真：(04)22501628
免費、服務專線：0800-001250

經濟部水利署第五河川局(出版)

地址：嘉義市東區親水路 123 號
總機：(05)2304406
傳真：(05)2304421
網址：http:// www.wra05.gov.tw/

EBN：10108H0014
定價：新臺幣 1500 元