



山腳排水上游延伸段治理工程
(南 0K+000-南 1K+809)

基本設計報告
修正本



經濟部水利署第三河川局
中華民國 106 年 7 月

山腳排水上游延伸段治理工程
(南 0K+000-南 1K+809)

基本設計報告
修正本

主辦機關：經濟部水利署第三河川局
設計單位：黎明工程顧問股份有限公司
中 華 民 國 106 年 7 月

公 共 工 程 專 業 技 師 簽 證 報 告

一	案 名	名 稱：山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809) 案 號：105-B-48-03-2-002-00-1	
二	簽 證 技 師	姓名：張慶武 科別：水利工程科 執業執照字號：技執字第 004349 號 社團法人台灣省水利技師公會第 195 號	
三	簽證法令依據	1. 公共工程專業技師簽證規則 2. 技師法	
四	委 託 者	名稱：經濟部水利署第三河川局 地址：台中市霧峰區吉峰里峰堤路 191 號 電話：04-23317588 傳真：04-23302804	
五	委 託 事 項	工程設計及施工諮詢	委託日期：106 年 1 月 12 日
六	受 委 託 廠 商	名稱：黎明工程顧問股份有限公司 地址：台中市南屯區大墩十七街 137 號三樓 電話：04-23208051 傳真：04-23208025	
七	簽 證 說 明	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> 簽證範圍：依「委託事項」辦理之相關成果 簽證項目：<input checked="" type="checkbox"/>設計 <input type="checkbox"/>監造 <input type="checkbox"/>其他 </div> <div style="width: 35%; vertical-align: top;"> 執業圖記： </div> </div> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; margin-top: 5px;"></div> <div style="margin-top: 5px;"> 簽證內容：本工程相關書圖與計算表 簽證意見：本工程所有簽證項目均符合契約工作規範之各項要求 </div>	
八	日 期	中華民國 106 年 7 月 4 日	技師簽署：
備 註	1. 公共工程於發包施工前，應檢附該工程委託相關科別技師辦理設計之簽證報告 2. 公共工程於施工廠商之各期計價、驗收(包括部分驗收)前及招標文件另有規定時，應檢附該工程委託相關科別技師辦理監造之簽證報告 3. 本表格如不敷使用，得以附件方式表達。		

基本設計成果重要數據

1.計畫位置：	台中市龍井區、沙鹿區
2.設計洪水量：	113~188cms
3.保護標準：	10 年重現期距洪水位加 1 公尺出水高 (設計堤頂高大於計畫堤頂高)
4.分標工程內容概述：	<p>第一標(0K+000~0K+348)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.直立式 RC 護岸 585m 2.懸伸護岸 56m 3.階梯式跌水工 1 座 4.匯流護坦工 1 座 5.固床工 10 座、集水井 8 座 6.加勁擋土牆 102m 7.新設雙孔箱涵 89m <p>第二標(0K+348~1K+020)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.直立式護岸 142m 2.半重力式護岸 55m 3.混凝土格框護岸 693m 4.固床工 17 座、集水井 14 座 5.加勁擋土牆 275.43m² 6.新設單孔箱涵 125m <p>第三標(1K+020~1K+360)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.直立式 RC 護岸 378.8m 2.新設水防道路附屬設施 1 座 3.新設固床工 4 座、新設集水井 4 座 4.加勁擋土牆 42.4m 5.新設四孔箱涵 110.5m 6.孔口分流工 1 座(含橋梁) <p>第四標(1K+360~1K+830)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.直立式 RC 護岸 300m 2.漿砌石與格框護岸 296.8m 5.固床工 9 座、新設集水井 8 座 4.加勁擋土牆 66m 5.新設四孔箱涵 132.3m
5.工作期限：	<p>第一標(0K+000~0K+348)：720 日曆天</p> <p>第二標(0K+348~1K+020)：660 日曆天</p> <p>第三標(1K+020~1K+360)：720 日曆天</p> <p>第四標(1K+360~1K+830)：720 日曆天</p>
6.工程費：	<p>第一標(0K+000~0K+485)：1.96 億元</p> <p>第二標(0K+520~1K+084)：1.78 億元</p> <p>第三標(1K+146~0K+520)：1.95 億元</p> <p>第四標(1K+520~1K+830)：1.99 億元</p>

目 錄

第一章 工程目的.....	1
1-1 計畫緣起	1
1-2 工作範圍	1
1-3 保護基準與工程目的	2
第二章 基地及周圍環境分析	4
2-1 計畫區域基本資料	4
2-1-1 地理位置	4
2-1-2 地形地勢	4
2-1-3 區域地質與土壤	5
2-1-4 水質與環境生態調查	7
2-2 相關計畫	9
2-2-1 「易淹水地區水患治理計畫」台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造 規劃	9
2-2-2 台中市管區排山腳排水治理計畫	13
2-2-3 上游坡地水土保持規劃.....	15
2-2-4 龍井區山腳排水 4K+715 橋梁改建工程.....	16
2-2-5 台中市南勢坑溪水域環境營造計畫.....	17
2-2-6 北勢溪、南勢溪及竹林北溪市管區域排水治理計畫.....	17
2-3 計畫區現況調查.....	20
2-4 地形測量	27
2-5 地質鑽探	31
2-6 粒徑分析	43
2-7 管線調查	51
第三章 用地取得情形及相關法令分析.....	53
3-1 用地調查與地籍套繪	53
3-2 相關法令	53
第四章 原規劃方案檢討	57

4-1 原規劃方案.....	57
4-2 原規劃方案檢討.....	57
4-2-1 山腳排水上游延伸段匯流口檢討	59
4-2-2 原規劃分流工配置檢核.....	59
4-2-3 土丘及台地段斷面檢核.....	61
第五章 基本設計理念、原則與條件	63
5-1 相關技術規範及文獻	63
5-2 設計條件評析	64
5-2-1 設計地震	64
5-2-2 設計洪水	67
5-3 基本設計準則	68
5-3-1 結構物安定分析準則	68
5-3-2 大地工程安定分析準則.....	70
5-3-3 護岸設計準則	73
5-4 其他處理原則	74
第六章 工程方案選擇與評估	75
6-1 排水斷面及護岸型式	75
6-2 南勢坑溪匯流口.....	77
6-3 分流工配置.....	87
6-3-1 分流工設計準則	87
6-3-2 分流工方案	87
6-3-3 分流工方案擇定	100
6-3-4 分流工施工規劃	103
6-4 穿越台地段.....	106
6-5 水防道路及橋梁.....	120
6-6 北勢溪以上渠段未來推動建議施工方案及策略	122
6-6-1 面對課題	122
6-6-2 建議方案	123
6-6-3 建議施工策略.....	127
第七章 基本設計成果與檢核	128

7-1 工程整體佈置	128
7-1-1 設計單元概述	128
7-1-2 工程佈置	128
7-2 一維水力分析成果	148
7-3 檢核與分析	152
7-3-1 其他水力相關檢核	152
7-3-2 工程結構穩定分析	158
第八章 綠色內涵之設計規劃	166
第九章 施工進度安排與工期分析	168
9-1 施工規劃	168
9-2 土石方處理	170
9-3 工期分析	171
第十章 工程費估算與分年經費需求分析	174
第十一章 分標方式與採購策略	178
11-1 分標方式	178
11-1-1 分標原則	178
11-1-2 各標說明	178
11-2 採購策略	179
附錄一 歷次審查意見處理情形	
附錄二 相關核示公文	
附錄三 設計計算書	
附冊 基本設計圖	

表目錄

表 2-1-1 山腳排水集水區水質調查結果.....	7
表 2-2-1 山腳排水上游延伸段計畫水理因素表.....	9
表 2-2-2 渠道斷面型式統計表.....	9
表 2-2-3 計畫區上游坡地分年分期治理計畫一覽表.....	15
表 2-4-1 工作內容及數量統計表.....	27
表 2-4-2 水泥固定樁埋設成果表.....	27
表 2-4-3 已知控制點一覽表.....	29
表 2-4-4 已知平面控制點座標檢測成果表.....	29
表 2-4-5 已知平面控制點邊長角度檢測成果表.....	29
表 2-4-6 已知高程控制點檢測精度表.....	30
表 2-5-1 鑽探成果數量統計表.....	32
表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(1/5)	35
表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(2/5)	36
表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(3/5)	37
表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(4/5)	38
表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(5/5)	39
表 2-5-3 地下水位觀測表.....	42
表 2-6-1 土樣平均粒徑及代表粒徑分析成果表(挖方土樣估算).....	49
表 2-6-2 土樣平均粒徑及代表粒徑分析成果表(卵礫石層).....	49
表 2-6-3 礫石重量百分比.....	50
表 2-6-4 卵礫石 200 MM 以上含量百分比	50
表 5-2-1 台中市龍井區地震係數 KH 及 Kv 計算表(屯子腳斷層).....	65
表 5-2-2 台中市龍井區地震係數 KH 及 Kv 計算表(大甲斷層).....	66
表 5-2-3 山腳排水上游延伸段設計洪峰流量資料表.....	67
表 5-2-4 山腳排水上游延伸段各分流工設計流量資料表.....	67
表 5-2-5 本工程一日暴雨頻率分析成果.....	67
表 5-2-6 本工程一日暴雨頻率分析與原規劃成果比較表.....	68
表 5-3-1 簡化土層力學參數建議表：	71
表 6-1-1 護岸斷面型式比較.....	76
表 6-2-1 10 年重現期距洪峰流量護坦工長度計算表	78
表 6-2-1 明潭吻蝦虎基本資料.....	80
表 6-2-2 魚種較佳水深、流速適合度區間與棲地類型表.....	80
表 6-2-3 水理相關參數設定	84
表 6-3-1 南勢溪孔口分流工各重現期距一維水理分流量成果表.....	97
表 6-3-2 北勢溪孔口分流工各重現期距一維水理分流量成果表.....	100
表 6-3-3 分流工方案比較表.....	101

表 6-4-1 方案及斷面型式.....	109
表 6-4-2 方案一預估工期進度表.....	110
表 6-4-3 方案一預估經費表.....	111
表 6-4-4 施工能量市場調查表.....	111
表 6-4-5 方案二預估工期進度表.....	112
表 6-4-6 方案二預估經費表.....	113
表 6-4-7 方案三預估工期進度表.....	115
表 6-4-8 方案三預估經費表.....	115
表 6-4-9 方案四預估工期進度表.....	117
表 6-4-10 方案四預估經費表	117
表 6-4-10 方案綜合評估表	119
表 6-5-1 穿越台地段水防道路方案評估.....	120
表 6-6-1 北勢溪以上渠段初步設計水理成果表.....	126
表 7-2-1 本工程設計方案水理分析檢討表(治理計畫起算水位).....	149
表 7-2-2 本工程設計方案水理分析檢討表(設計起算水位).....	150
表 7-2-3 本工程設計方案水理分析檢討表(正常水深起算水位).....	151
表 7-3-1 冲刷經驗公式推估分析.....	153
表 7-3-2 泥砂啟動臨界流速與泥砂最小粒徑關係表.....	154
表 7-3-3 山腳排水上游延伸段泥砂啟動臨界流速.....	154
表 7-3-4 彎曲河道凹岸增高幅度計算成果表.....	155
表 7-3-5 萊因氏權重緩流比.....	155
表 7-3-6 基礎液化潛能評估(最大地震)表	158
表 7-3-7 直立式 RC 護岸安定性分析成果表.....	159
表 7-3-8 直立式 RC 護岸(懸伸版)安定性分析成果表	159
表 7-3-9 格框護岸安定性分析成果表.....	159
表 7-3-9 含砂水流衝擊力計算表.....	165
表 7-3-10 分水牆安定性分析成果表	165
表 9-2-1 鄰近工區營運中土石收容處理場所一覽表.....	170
表 9-3-1 第一標(0K+000~0K+348)工期概估表	172
表 9-3-2 第二標(0K+348~1K+020)工期概估表	172
表 9-3-3 第三標(1K+020~1K+360)工期概估表	173
表 9-3-4 第四標(1K+360~1K+830)工期概估表	173
表 10-1-1 第一標(0K+000~0K+348)工程經費概估表	175
表 10-1-2 第二標(0K+348~1K+020)工程經費概估表	176
表 10-1-3 第三標(1K+020~1K+360)工程經費概估表	176
表 10-1-4 第四標(1K+360~1K+830)工程經費概估表	177
表 11-1-1 本工程分標原則	179
表 11-2-1 工程採購決標方式一覽表.....	180

圖目錄

圖 1-2-1 本工程範圍示意圖.....	2
圖 1-4-1 台中港特定區(中棲路以南)計畫流量分配圖	3
圖 2-1-1 計畫區域地理位置圖.....	4
圖 2-1-2 計畫區域地形圖.....	5
圖 2-1-3 計畫區域地質圖.....	6
圖 2-1-4 計畫區域土壤分布圖.....	6
圖 2-2-1 山腳排水上游延伸段工程佈置圖.....	10
圖 2-2-2 山腳排水上游延伸段渠道 T6 斷面型式	10
圖 2-2-3 山腳排水上游延伸段渠道 T7 斷面型式	11
圖 2-2-4 山腳排水上游延伸段渠道 T8 斷面型式	11
圖 2-2-5 山腳排水上游延伸段渠道 T9 斷面型式	11
圖 2-2-6 山腳排水上游延伸段流入工規劃示意圖.....	12
圖 2-2-7 山腳排水上游延伸段流出工規劃示意圖.....	12
圖 2-2-8 山腳排水上游延伸段計畫工程位置圖.....	14
圖 2-2-9 山腳排水上游延伸段計畫橫斷面圖.....	14
圖 2-2-10 鷺山橋改建工程平面圖	16
圖 2-2-11 鷺山橋改建工程縱斷面圖.....	16
圖 2-2-12 南勢坑溪水域環境營造計畫位置圖	17
圖 2-2-13 北勢溪用地範圍線位置圖	18
圖 2-2-14 南勢溪用地範圍線位置圖	19
圖 2-3-1 施工方案研擬及諮詢渠段現況調查位置圖.....	24
圖 2-4-1 山腳排水上游延伸段測量範圍圖.....	28
圖 2-5-1 鑽探孔位配置圖.....	31
圖 2-5-2 基地地層剖面圖(鑽探孔 HB-1~HB-11).....	40
圖 2-5-3 基地地層剖面圖(鑽探孔 HB-12~HB-20)	41
圖 2-5-4 本工程地下水位縱斷面圖.....	43
圖 2-6-1 採樣孔位置圖.....	44
圖 2-6-2 野外採樣篩分析試驗過程.....	45
圖 2-6-3 野外各採樣點範圍大小.....	45
圖 2-6-4 野外各採樣點深度.....	46
圖 2-6-5 室內篩分析試驗過程.....	47
圖 2-6-6 樣點 A 土樣粒徑累積曲線圖	47
圖 2-6-7 樣點 B 土樣粒徑累積曲線圖	48
圖 2-6-8 樣點 C 土樣粒徑累積曲線圖.....	48
圖 2-6-9 樣點 D 土樣粒徑累積曲線圖.....	48
圖 2-7-1 管線調查成果圖(一).....	51

圖 2-7-2 管線調查成果圖(二).....	52
圖 3-3-1 本工程範圍地籍套繪圖.....	53
圖 4-1-1 原規劃方案平面配置及標準斷面圖.....	58
圖 4-2-1 原規劃山腳排水上游延伸段出口二維分析模擬圖.....	59
圖 4-2-2 原規劃山腳排水上游延伸段分流工設計示意圖.....	60
圖 4-2-3 原規劃南勢溪分流工二維水力分析模擬圖.....	60
圖 4-2-4 原規劃北勢溪分流工二維水力分析模擬圖.....	61
圖 4-2-5 原規劃土丘段斷面示意圖.....	62
圖 4-2-6 原規劃台地段斷面示意圖.....	62
圖 5-3-1 開挖面穩定分析範例圖.....	72
圖 6-2-1 山腳排水上游延伸段出口斷面示意圖.....	77
圖 6-2-2 南勢坑溪-階梯式消能工平面示意圖.....	79
圖 6-2-3 南勢坑溪-階梯式消能工縱斷面示意圖.....	79
圖 6-2-4 南勢坑溪匯流處施設護坦工示意圖.....	79
圖 6-2-5 斜坡式魚道與新設護岸基礎共構示意圖.....	82
圖 6-2-6 南勢坑溪匯流段起算水位圖.....	83
圖 6-2-7 南勢坑溪匯流段水位變化圖.....	85
圖 6-2-8 南勢坑溪匯流段流速變化圖.....	85
圖 6-2-9 不均勻降雨流速變化圖(延伸段發生計畫流量、支流低流量).....	86
圖 6-2-10 不均勻降雨流速變化圖(南勢坑溪發生計畫流量、主流為低流量).....	86
圖 6-3-1 南勢溪急流分流工設計平面圖(方案一).....	89
圖 6-3-2 南勢溪急流分流工設計縱斷面圖(方案一).....	90
圖 6-3-3 南勢溪急流分流工一維水力縱斷面圖(方案一).....	90
圖 6-3-4 北勢溪急流分流工設計平面圖(方案一).....	92
圖 6-3-5 北勢溪急流分流工設計縱斷面圖(方案一).....	93
圖 6-3-6 北勢溪急流分流工一維水力縱斷面圖(方案一).....	93
圖 6-3-7 北勢溪消能池設計圖.....	94
圖 6-3-8 南勢溪孔口分流工設計平面圖(方案二).....	96
圖 6-3-9 南勢溪孔口分流工設計縱斷面圖(方案二).....	97
圖 6-3-10 南勢溪孔口分流工一維水力縱斷面圖(方案二).....	97
圖 6-3-11 北勢溪孔口分流工設計平面圖(方案二).....	98
圖 6-3-12 北勢溪孔口分流工設計縱斷面圖(方案二).....	99
圖 6-3-13 北勢溪孔口分流工一維水力縱斷面圖(方案二).....	99
圖 6-3-14 南勢溪孔口分流工不均勻降雨時二維水力分析成果圖.....	102
圖 6-3-14 南勢溪孔口分流工不均勻降雨時二維水力分析成果圖.....	102
圖 6-3-15 北勢溪未改善前施工規劃平面及剖面圖(一).....	104
圖 6-3-16 北勢溪未改善前施工規劃平面及剖面圖(二).....	105
圖 6-4-1 南 0K+160~南 0K+240 斷面示意圖(一).....	106

圖 6-4-2 南 0K+160~南 0K+240 斷面示意圖(二).....	106
圖 6-4-3 南 0K+160~南 0K+240 斷面示意圖(三).....	107
圖 6-4-4 南 0K+400~南 0K+480 斷面示意圖(一).....	107
圖 6-4-5 南 0K+400~南 0K+480 斷面示意圖(二).....	108
圖 6-4-6 南 0K+400~南 0K+480 斷面示意圖(三).....	108
圖 6-4-5 方案一施工順序示意圖.....	110
圖 6-4-6 方案二施工順序示意圖.....	112
圖 6-4-7 隧道施工狀況案例圖.....	114
圖 6-4-8 方案三隧道開挖支撐及標準斷面圖.....	114
圖 6-4-9 TBM 工法施工狀況案例圖.....	116
圖 6-4-10 TBM 隧道斷面示意圖.....	116
圖 6-4-11 各方案 Q10 水理演算表.....	118
圖 6-5-1 計畫區新建橋梁位置示意圖.....	121
圖 6-6-1 北勢溪以上渠段原治理計畫縱斷面圖.....	122
圖 6-6-2 南 4K+115~南 4K+700 原治理計畫橫斷面圖.....	123
圖 6-6-3 北勢溪以上建議整治方案平面圖.....	124
圖 6-6-4 北勢溪以上建議整治斷面及縱坡調整圖.....	125
圖 6-6-5 北勢溪以上暗渠建議整治斷面示意圖.....	125
圖 7-1-1 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)平面佈置圖.....	130
圖 7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)縱斷面圖(1/6).....	131
圖 7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)縱斷面圖(2/6).....	132
圖 7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)縱斷面圖(3/6).....	133
圖 7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)縱斷面圖(4/6).....	134
圖 7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)縱斷面圖(5/6).....	135
圖 7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)縱斷面圖(6/6).....	136
圖 7-1-3 混排塊石+格框護岸標準圖.....	137
圖 7-1-4 直立式 RC 護岸(懸伸版)標準圖.....	137
圖 7-1-5 直立式 RC 護岸標準圖.....	137
圖 7-1-6 格框護岸段之固床工標準圖.....	138
圖 7-1-7 直立式 RC 護岸段之固床工標準圖.....	138
圖 7-1-8 南勢坑溪匯流口平面佈置圖.....	139
圖 7-1-9 山腳排水上游延伸段匯流處左岸-直立式 RC 護岸標準圖.....	139
圖 7-1-10 山腳排水上游延伸段匯流處右岸-懸伸版 RC 護岸標準圖.....	140
圖 7-1-11 南勢坑溪-階梯式消能工縱斷面示意圖.....	140
圖 7-1-12 南勢坑溪-直立式兼魚道 RC 護岸標準圖.....	140
圖 7-1-13 南勢坑溪上游固床工示意圖.....	141
圖 7-1-14 南勢溪分流工平面配置圖.....	141
圖 7-1-15 分流工渠道斷面標準圖(A-A').....	142

圖 7-1-15 南勢溪(向上路以上)跌水工平面配置圖	142
圖 7-1-16 南勢溪(向上路以上)縱斷面圖	142
圖 7-1-17 渡槽斷面圖	143
圖 7-1-18 美國賓州 LEHIGH UNIVERSITY 並列式箱型梁橋實體載重測試斷面	144
圖 7-1-19 南勢溪水防道路銜接橋梁平面圖	145
圖 7-1-20 南勢溪水防道路銜接橋梁縱斷面圖	145
圖 7-1-21 南勢溪水防道路銜接橋梁結構設計圖	145
圖 7-1-22 穿越台地段平面佈置圖	146
圖 7-1-23 穿越段箱涵(W5.5M*H3.5M)標準示意圖	146
圖 7-1-24 加勁擋土牆示意圖	147
圖 7-3-1 滲流距計算示意圖(無止水樁)	156
圖 7-3-2 滲流距計算示意圖(CCP 水樁)	157
圖 7-3-3 滲流距計算示意圖(階梯式消能工)	157
圖 7-3-3 平時模式穩定分析結果(格框混合式護岸)	160
圖 7-3-4 地震模式穩定分析結果(格框混合式護岸)	160
圖 7-3-5 暴雨模式穩定分析結果(格框混合式護岸)	160
圖 7-3-6 平時模式穩定分析結果(穿越段加勁擋土牆)	161
圖 7-3-7 地震模式穩定分析結果(穿越段加勁擋土牆)	161
圖 7-3-8 暴雨模式穩定分析結果(穿越段加勁擋土牆)	162
圖 7-3-9 平時模式穩定分析結果(土丘段加勁擋土牆)	162
圖 7-3-10 地震模式穩定分析結果(土丘段加勁擋土牆)	163
圖 7-3-11 暴雨模式穩定分析結果(土丘段加勁擋土牆)	163
圖 7-3-12 TORSO 分析成果圖(台地段之支撐開挖工法段)	164
圖 7-3-10 分水牆採獨立結構設計	165
圖 9-1-1 施工佈置平面圖	169

第一章 工程目的

1-1 計畫緣起

台中港特定區(臺灣大道以南)區域排水系統及其集水區橫跨台中市梧棲區、沙鹿區及龍井區，其山區坡陡，每逢暴雨山洪迅速流入平原，而平原地區地勢低窪，坡降平緩，受潮位頂托影響，排水頗為困難，經常浸水成災。過去計畫區主要淹水事件為2001年桃芝颱風、2007年68水災、2012年蘇拉颱風、2013年潭美、康芮颱風等。

為有效解決台中市海線地區整體排水問題，經濟部水利署水利規劃試驗所於101年完成「易淹水地區水患治理計畫－台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃報告」，並於民國100年12月29日業經濟部經授水字第10020215550 號函同意通過，另內政部都委會於102年12月24日第818次大會審決通過南山截水溝^註(含山腳排水)都市計畫變更，103年3月11日發布實施生效。台中市政府於104年3月30日府授水規字第1040067469號函核定市管區域排水山腳排水治理計畫及核可市管區域排水山腳排水用地範圍線圖。經濟部於104年4月23日經授水字第10420205750 號函核定山腳排水用地範圍線圖(含上游延伸段)，並於104年7月28日經授水字第10420210030號辦理公告事宜。為延續前期辦理之山腳排水治理工程，以減輕台中市沙鹿、梧棲、龍井等海線地區淹水清況，整治後可使排水路達保護標準，並儘早完成山腳排水上游延伸段(含山腳排水)治理工程以改善淹水清況，水利署第三河川局爰擬定執行「山腳排水上游延伸段治理工程(南0+000~南1K+809)」委託測量、設計及施工諮詢計畫(以下簡稱本工程)，冀以降低台中市海線地區災害風險且減輕人民財產損失。

1-2 工作範圍

本工程位置位於台中市龍井區與沙鹿區，整體排水渠段總長度約4,700公尺，本次預計改善長度約1,809公尺，治理工程範圍為山腳排水上游延伸段南0K+000(鷺山橋)至南1K+809(北勢溪)，排水路寬度約25~40公尺，含水防道路用地寬度共需35~50公尺，並於北勢溪及南勢溪銜接點，需配合設置流出、流入工，而渠道穿越多條既有道路需新建橋梁則由台中市政府另案辦理，詳圖1-2-1所示。另在基本設計階段將針對北勢溪以上渠段南1K+809(北勢溪)至南4K+700(竹林北溪)則提供未來推動建議施工方案及策略。

註：前台灣省建設廳公共工程局於民國 64 年完成「台中港特定區雨水及污水下水道系統規劃報告」，於報告內建議闢建截水溝，截流沙鹿與龍井間台一線東側大肚山高地之雨水排入烏溪下游出海口，名為「南山截水溝」；台中市政府後於民國 104 年辦理治理計畫時將原南山截水溝改名為「山腳排水上游延伸段」。



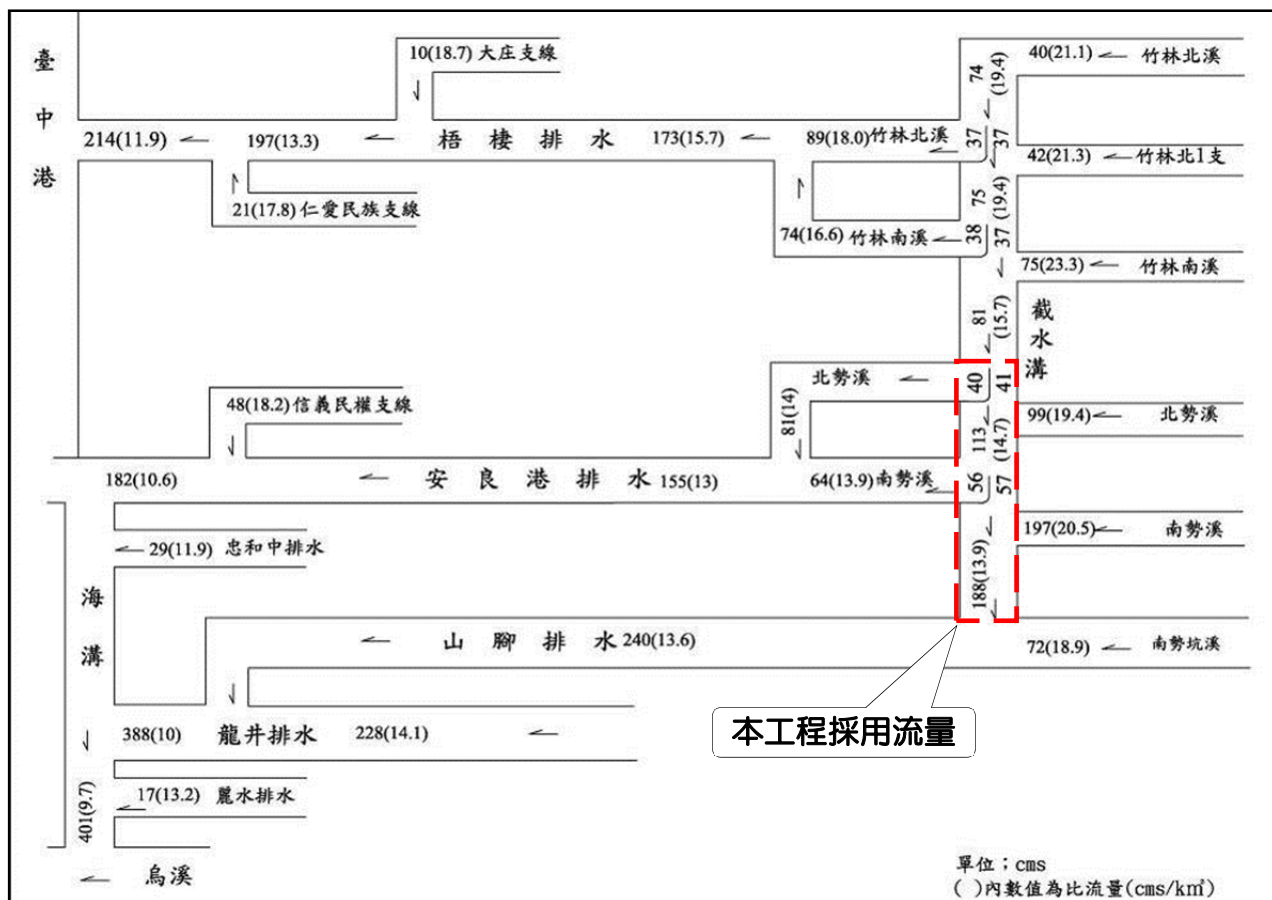
圖1-2-1 本工程範圍示意圖

1-3 保護基準與工程目的

山腳排水幹線流經沙鹿區及龍井區，原集水面積約9.03平方公里，長度約4.7公里，經治理計畫延伸排水路(山腳排水上游延伸段)後總長度增至**9.4公里**，集水面積增至**34.98平方公里**。排水幹線於海線縱貫鐵路附近斷面嚴重束縮，影響通水能力，且上游集水區大部份屬山坡地，山洪挾帶土石而下，造成下游土砂淤積問題。

本工程為山腳排水上游延伸段，為新闢渠道，依「易淹水地區水患治理計畫—台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃」(水規所，101.03)及「台中市管區排山腳排水治理計畫」(台中市政府，103.11)，洪水量以降雨公式Horner兩型配合三角形單位歷線法推估，計畫保護標準採**10年重現期洪峰流量**，**25年不溢堤之保護標準**，排水幹線**出水高採1.0m**。上述原規劃及治理計畫配合上游截流工程，山腳排水上游延伸段排水流量分配如圖1-4-1，故本工程於水理分析及後續設計時，**流量將採113~188cms**進行分析及設計。

本次擬辦工程位置係依據治理計畫辦理山腳排水上游延伸段新闢渠道工程，本延伸段係為台中港特定區(臺灣大道以南)區域排水系統整治中重要的一環，後續整體改善完成後，可有效解決台中市海線地區整體排水問題。



資料來源：「台中市管區排山腳排水治理計畫」(台中市政府，103.11)

圖1-4-1 台中港特定區(中棲路以南)計畫流量分配圖

第二章 基地及周圍環境分析

2-1 計畫區域基本資料

2-1-1 地理位置

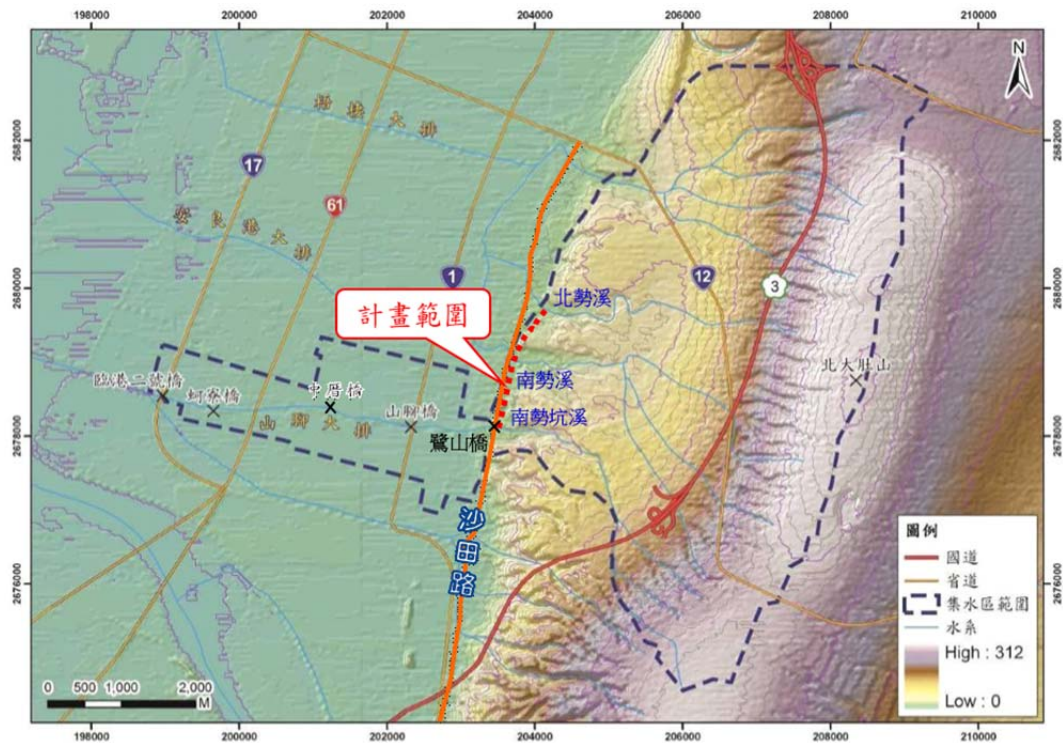
計畫區位於**龍井區**與**沙鹿區**屬台中市西南部，清水海岸隆起平原南端，大肚溪口之北(詳圖 2-1-1)。東背大肚山與台中市大雅區、西屯區相隔，西臨梧棲區與臺灣海峽，南與大肚區連接，並隔大肚溪與彰化縣之伸港鄉相望，北鄰沙鹿、梧棲兩區。



圖2-1-1 計畫區域地理位置圖

2-1-2 地形地勢

計畫區域位於大肚台地及以西之清水隆起**海岸平原地區**，如圖 2-1-2 所示，台地與平原地形大致以沙田路為界，在地質構造上則是以彰化斷層為界線。沙田路以東為大肚台地及山麓地帶，地勢由東向西急降，最高北大肚山標高約 310 公尺，地勢向西下降至沙田路附近地面標高約在 5~7 公尺之間，平均坡度約 1/19；沙田路以西至海岸間為清水平原地帶，地勢較低(地面標高大部分在 2~4 公尺之間)、坡度較緩(平均坡度約 1/900)。由於平原地帶地勢低、坡降緩，而台中港附近 7~10 月大潮平均高潮位高達 EL+2.55 公尺，遇大潮時，平原地區幾無落差可供排水，甚至常有海水倒灌之虞。



資料來源：本工程蒐集

圖2-1-2 計畫區域地形圖

2-1-3 區域地質與土壤

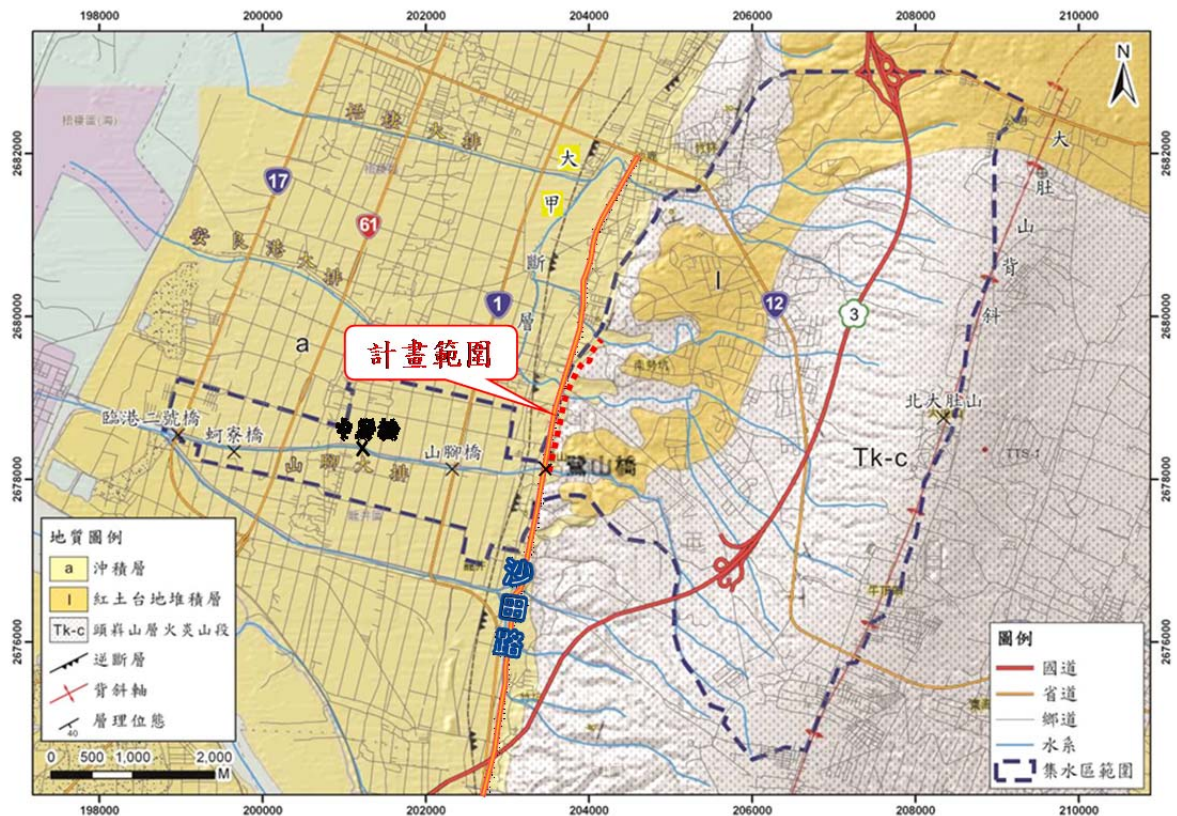
一、區域地質

(一)地層

計畫區域位於台灣西部麓山帶地質區最前緣以及西部濱海平原地質區，地層分別以地形特徵做劃分，如圖 2-1-3 所示，本工程位於大肚台地屬於同為更新世之紅土台地礫石層及頭嵙山層火炎山段，以卵礫石為主。而西部濱海平原區域則廣泛地為厚層現代沖積層所覆蓋，以砂及礫石為主。

(二)地質構造

計畫區域位於台灣西部麓山帶前緣地帶，地質構造發育造就地形上明顯的變化，地質構造大致呈北北東走向，包括大甲斷層(清水斷層)及大肚山背斜。彰化斷層為一逆移斷層，在大肚台地西緣有明顯的斷層線狀崖，但是野外尚未發現斷層露頭，為中央地質調查所暫列為第一類活動斷層。計畫區域內另一地質構造為大肚山背斜，因褶皺作用所形成大肚台地，呈現東斜面坡度較緩之非對稱性開放型背斜，背斜軸呈南北或北北東走向。



資料來源：五萬分之一台灣地質圖(台中圖幅、鹿港圖幅)，中央地質調查所

圖2-1-3 計畫區域地質圖

二、土壤

計畫區域土壤分布與地形分布密切相關，在大肚台地係以紅壤為主要土壤，而清水平原區域則幾乎全為沖積土所覆蓋，土壤分布情形如圖 2-1-4 所示。



資料來源：本工程蒐集

圖2-1-4 計畫區域土壤分布圖

2-1-4 水質與環境生態調查

參照「易淹水地區水患治理計畫—台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃」(水規所，101.03)，山腳排水共有 3 處水質及生態測站，其觀測結果說明如下。

一、水質調查

如表 2-1-1 所示，本工程位於中華路上游，依據檢測結果水質狀況屬於中度污染。

表 2-1-1 山腳排水集水區水質調查結果

測站名稱	採樣日期	水溫(°C)	pH	導電度(μmho/cm)	SS(mg/L)	BOD(mg/L)	DO(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	濁度(NTU)	RPI	評定結果
山腳排水與中華路交會(13)	98.04	20.8	7.0	381	14.8	4.5	6.1	1.87	17	3.25	中度
	98.07	31.0	7.6	409	13.2	8.3	6.3	1.83	12	4.00	中度
山腳排水與中央路交會(12)	98.04	20.6	7.0	460	11.6	6.7	3.9	5.06	15	5.75	中度
	98.07	31.4	7.9	442	25.0	15.4	2.9	3.80	19	7.25	嚴重
山腳排水下游閘門(11)	98.04	20.7	7.2	566	13.2	2.3	2.3	5.84	14	5.75	中度
	98.07	31.1	7.8	2080	30.4	15.7	2.2	1.30	30	6.25	嚴重

資料來源：「易淹水地區水患治理計畫—台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃」(水規所，101.03)

一、環境生態

(一)水、陸域植物

調查範圍內有不少綠美化景觀樹木及蔬果，包括芒果、軟枝黃蟬、黑板樹、夾竹桃、日日春、茼蒿、木棉、馬拉巴栗、蘿蔔、木麻黃、千頭木麻黃、蕹菜、番薯、南瓜、樹薯、阿勃勒、朱槿、桑樹、九重葛、桂花、柚、柑橘、龍眼樹、荔枝、番茄、檳榔、蔥、綠竹、稻、甘蔗、玉蜀黍等。

(二)陸域動物

1. 哺乳類臭鼬及鼠科小獸類均出現在於農耕地、草生地及人工建築物周圍。
2. 鳥類皆為西部平原地區普遍常見鳥種。由於調查範圍內有排水圳路、水塘及休耕農地積水等水域環境，故除了陸生性鳥類外，另發現了黃頭鷺、小白鷺、黃小鷺、夜鷺、白腹秧雞、紅冠水雞、緋秧雞、小環頸鴿、磯鶇、翠鳥等水鳥。
3. 兩棲爬蟲類之蛙類，主要出現於農耕地、溝渠，爬蟲類則多分佈於草灌叢、農耕地及人工建物周圍，以中國石龍子較稀有；紅耳泥龜數量較不普遍。
4. 蝴蝶類物種均為西部平原農村普遍常見物種。
5. 以調查結果看來，本區域較優勢之地棲哺乳類以臭鼬最為優勢。而鳥類之優勢族群依序為麻雀、紅鳩、斑頸鳩等，麻雀及家燕於各類環境包括人工建物附近都可發現，而紅鳩、斑頸鳩、黃頭鷺則多分佈於排水圳路周圍農耕地。兩棲類動物以澤蛙、黑眶蟾蜍之數量較多；爬蟲類動物則以蜥虎、鉛

山壁虎較為優勢，大致以人工建物為主要活動棲地。蝴蝶類則以藍灰蝶、白粉蝶等為此處的優勢物種。

(三)水域生態

- 1.此區域內水質狀況相當污濁，調查結果之魚類皆為**高耐污性魚類**，分別為雜交吳郭魚以及琵琶鼠，其中又以雜交吳郭魚為優勢物種。**南勢坑溪**測站調查結果發現 2 種魚類，分別為雜交尼羅魚、**明潭吻鰕虎**；**南勢溪**測站調查結果僅 2 種魚類，分別為大肚魚、**粗首鱖**，其中又以大肚魚為優勢物種；北勢溪測站調查結果魚類相當貧乏，僅發現 1 種魚類(雜交尼羅魚)，數量相當龐大。因工區內發現 2 種特有物種魚類(**南勢溪-粗首鱖**、**南勢坑溪-明潭吻鰕虎**)，故後續需考量魚類生存特性進行工程配置。
- 2.底棲生物皆為高耐污性物種，分別為顫蚓以及福壽螺，其中又以福壽螺為優勢物種。
- 3.水生昆蟲在數量上，以雙翅目最為優勢。就個別物種來看，搖蚊科幼蟲在數量上最為優勢。
- 4.浮游植物數量及種類以綠藻與矽藻類居多。
- 5.浮游動物有原生動物門的綠草履蟲、鐘形蟲、棘匡蟲，線形動物門的線蟲，輪蟲動物門的臂尾輪蟲、長尾狹甲輪蟲、單趾輪蟲，數量相當稀少。

2-2 相關計畫

2-2-1 「易淹水地區水患治理計畫」台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃

該規劃計畫沿大肚山西麓新關山腳排水上游延伸段，將竹林北溪、竹林南溪、北勢溪、南勢溪部份流量排入山腳排水，山腳排水上游延伸段擬定其 10 年重現期距計畫洪水量為 188cms，改善長度約 4,700m，改善方式採開闢渠道方式進行，以截流方式降低台中港特定區(中棲路以南)排水中下游各排水路之流量負擔，可有效減輕竹林北溪與竹林南溪附近沙鹿市區、北勢溪及南勢溪下游段沙田路附近等地區之淹水災害。

一、規劃水理因素

該規劃檢算水理因素成果如表 2-2-1 所示，在本渠段內底寬僅 10~26M 之間，流速介於 1.80~5.31m/s，水深則介於 1.84~3.69m 之間。

表 2-2-1 山腳排水上游延伸段計畫水理因素表

樁號	流量 Q (cms)	坡度 S (%)	n 值	面積 A (m ²)	流速 V (m/s)	底寬 B (m)	水面高 (m)	渠底 (m)	水深 d(m)	渠深 H (m)	側坡 Z	路寬 W	路側 坡寬	用地寬 (m)
南 0K+000~0K+104	188	0.060	0.020	52.77	4.52	26.0	9.69	7.85	1.84	2.34	0.3	3	1	34.9
南 0K+104~0K+225	188	0.060	0.020	46.22	4.15	16.0	10.81	8.07	2.75	3.25	0.3	5	1	30.9
南 0K+225~0K+693	188	0.060	0.020	55.97	3.36	16.0	12.15	8.85	3.30	3.80	0.3	5	1	31.3
南 0K+693~0K+993	188	0.060	0.020	44.52	5.31	16.0	12.20	9.57	2.63	3.13	0.3	5	1	30.9
南 0K+993~1K+089	113	0.060	0.020	63.04	1.80	16.0	13.60	9.91	3.69	4.19	0.3	5	1	30.8
南 1K+089~1K+200	113	0.087	0.020	32.39	3.57	16.0	12.33	10.38	1.95	2.45	0.3	5	1	30.5
南 1K+200~1K+605	113	0.087	0.020	32.46	3.49	13.0	14.51	12.14	2.37	2.87	0.3	5	1	27.7
南 1K+605~2K+395	81	0.087	0.020	27.10	3.07	10.0	16.04	13.52	2.52	3.02	0.3	5	1	24.8
南 2K+395~2K+570	81	0.087	0.020	21.54	3.83	10.0	17.38	15.35	2.03	2.53	0.3	5	1	24.5
南 2K+570~2K+650	81	0.087	0.020	21.81	3.76	10.0	18.30	16.25	2.06	2.56	0.3	5	1	24.5
南 2K+650~2K+850	81	0.087	0.020	21.30	3.84	10.0	19.48	17.47	2.01	2.51	0.3	5	1	24.5
南 2K+850~3K+130	81	0.087	0.020	21.42	3.80	10.0	21.11	19.09	2.02	2.52	0.3	5	1	24.5
南 3K+390~3K+870	81	0.087	0.020	29.30	2.77	10.0	23.79	21.08	2.71	3.21	0.3	5	1	24.5
南 3K+870~4K+310	75	0.087	0.020	20.04	3.84	7.0	25.10	22.53	2.57	3.07	0.3	5	1	21.8
南 4K+310~4K+700	74	0.087	0.020	18.36	4.06	7.0	27.56	25.18	2.38	2.88	0.3	5	1	21.7

計畫工區

資料來源：「易淹水地區水患治理計畫—台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃」(水規所，101.03)

二、渠道斷面型式

依據該規劃報告，本工區內渠道採箱涵或直立式 RC 護岸方式為原則，對照規劃報告為樁號 0~1809 (如表 2-2-2)，其規劃斷面型式詳圖 2-2-1~2-2-5。

表 2-2-2 渠道斷面型式統計表

樁號	底寬 B(m)	渠深 H(m)	斷面型式
0~104	26	2.34	T6
104~1200	16	2.45~3.80	T8
1200~1605	13	2.87	T8
1605~1809	10	3.02	T9
1809~2395	10	3.02	T9
2395~3870	10	2.51~3.21	T7
3870~4700	7	2.88~3.07	T7

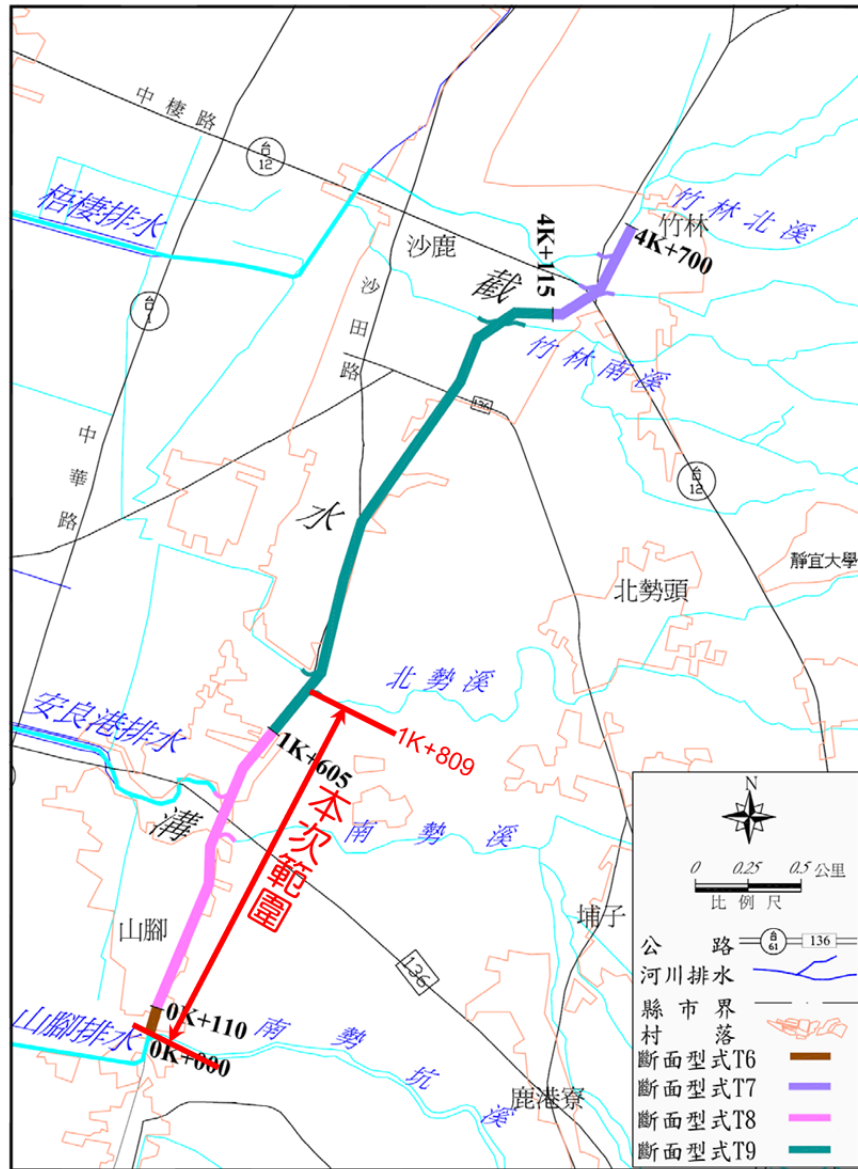


圖2-2-1 山腳排水上游延伸段工程佈置圖

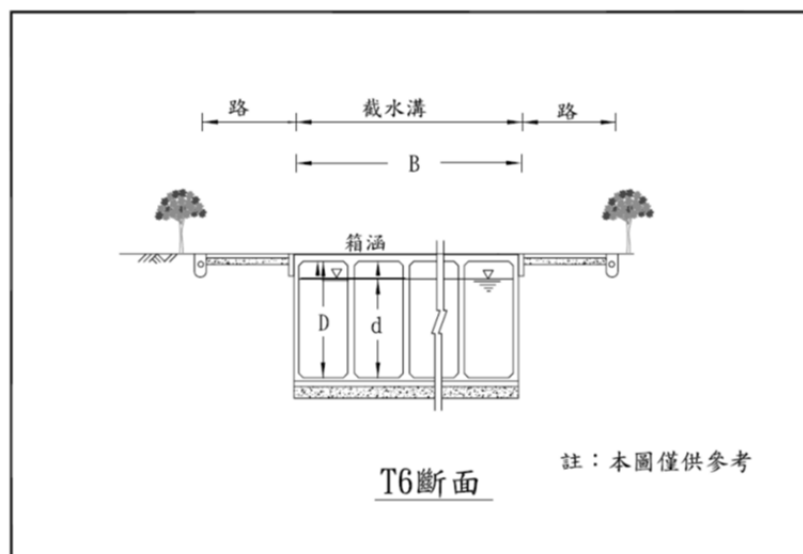


圖2-2-2 山腳排水上游延伸段渠道T6斷面型式

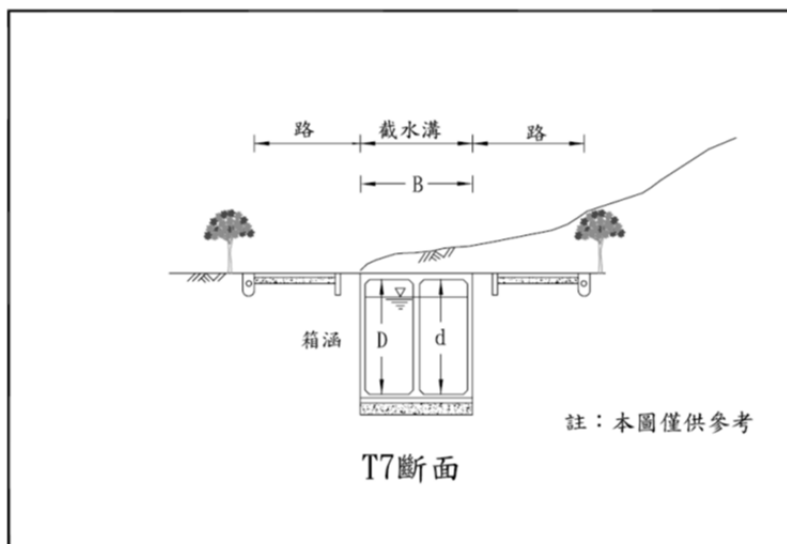


圖2-2-3 山腳排水上游延伸段渠道T7斷面型式

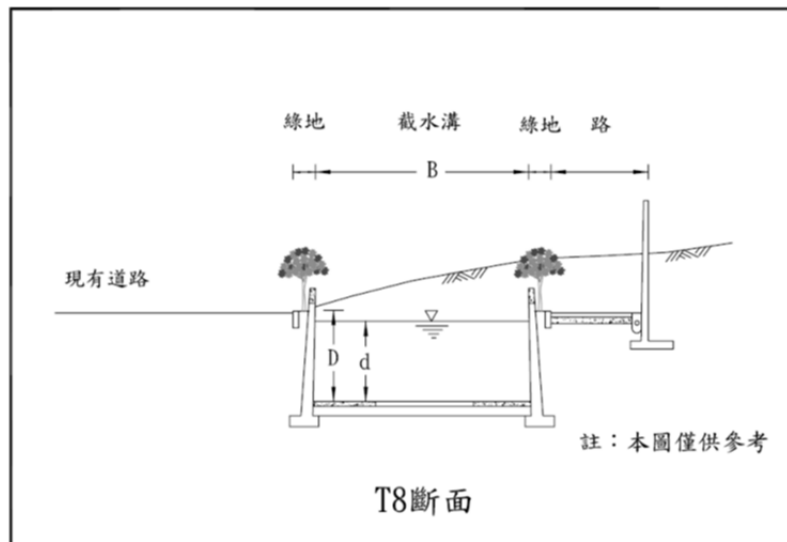


圖2-2-4 山腳排水上游延伸段渠道T8斷面型式

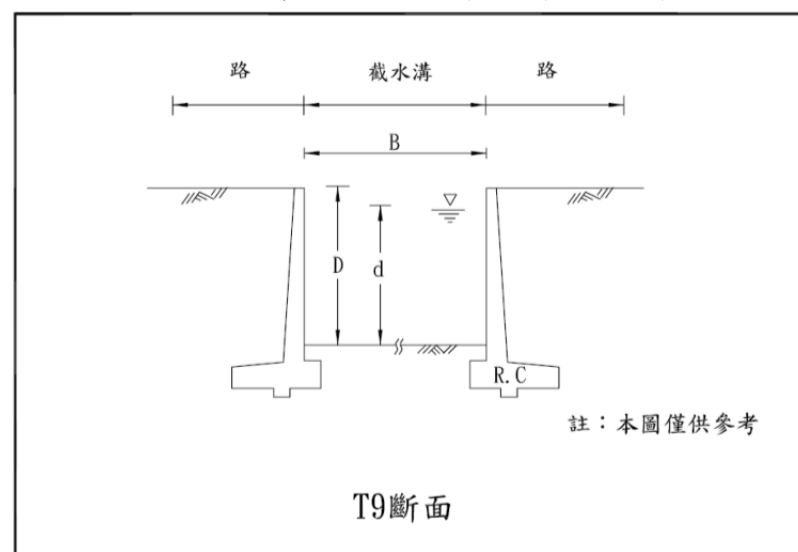


圖2-2-5 山腳排水上游延伸段渠道T9斷面型式

三、流入工及流出工斷面型式

因工程計畫範圍內有多處支流匯入，擬定將上游山洪截流後分流排入梧棲、安良港及山腳排水，可以分擔整體流域之排洪壓力，設置流入及流出工，其平面及剖面圖如圖 2-2-6~2-2-7。

惟本工程受制於用地範圍，無空間可設置沈砂池，故建議由各支流上游設置沈砂設施；另本工程分流工採平均分流方式。

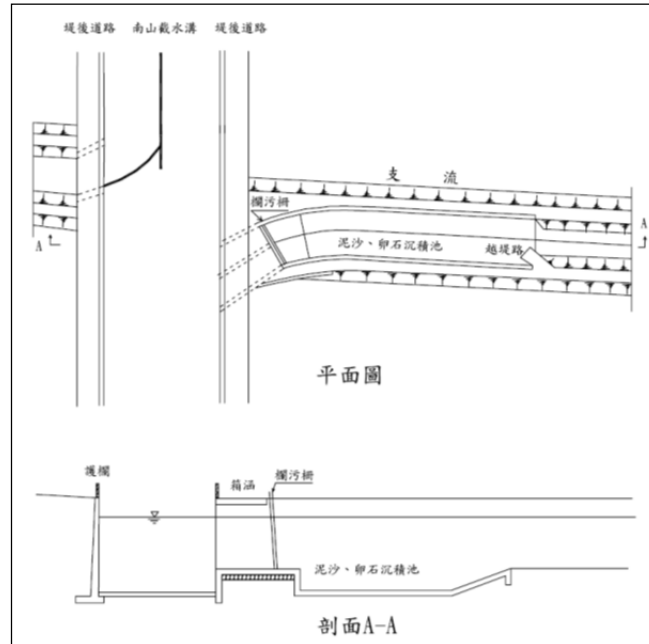


圖2-2-6 山腳排水上游延伸段流入工規劃示意圖

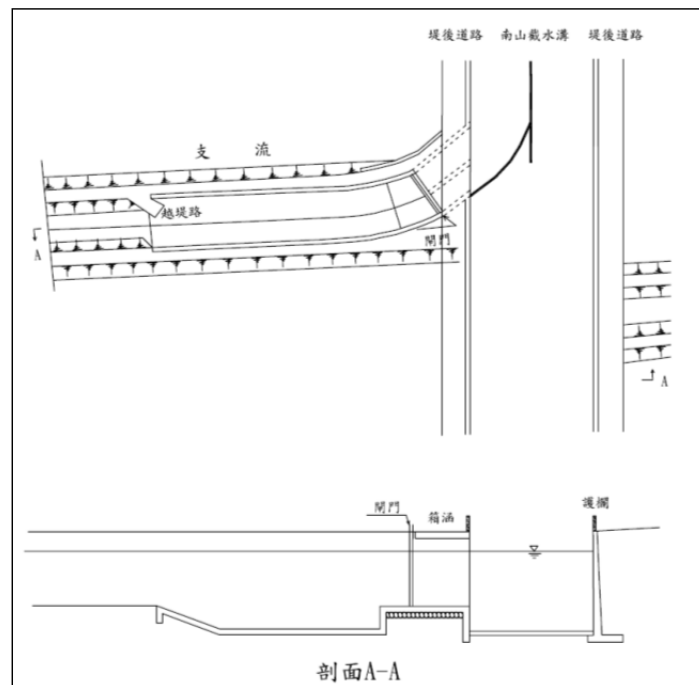


圖2-2-7 山腳排水上游延伸段流出工規劃示意圖

2-2-2 台中市管區排山腳排水治理計畫

山腳排水(含山腳排水上游延伸段)橫跨台中市沙鹿區及龍井區，山腳排水奉經濟部 100 年 2 月 23 日經授水字第 10020201350 號函公告為「縣(市)管區域排水」。依據民國 100 年 12 月 29 日經濟部經授水字第 10020215550 號函核定之「易淹水地區水患治理計畫—台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃報告」，辦理排水治理計畫。

一、淹水原因

於陡緩坡交接地帶，因上游山區坡度較陡，然下游平原區因坡度變緩降低流速，造成低窪地區無法順利排水。主要淹水區域沙田路至中華路附近區域，以山腳排水上游延伸段工程解決陡緩坡交接地帶水路銜接不良之問題。

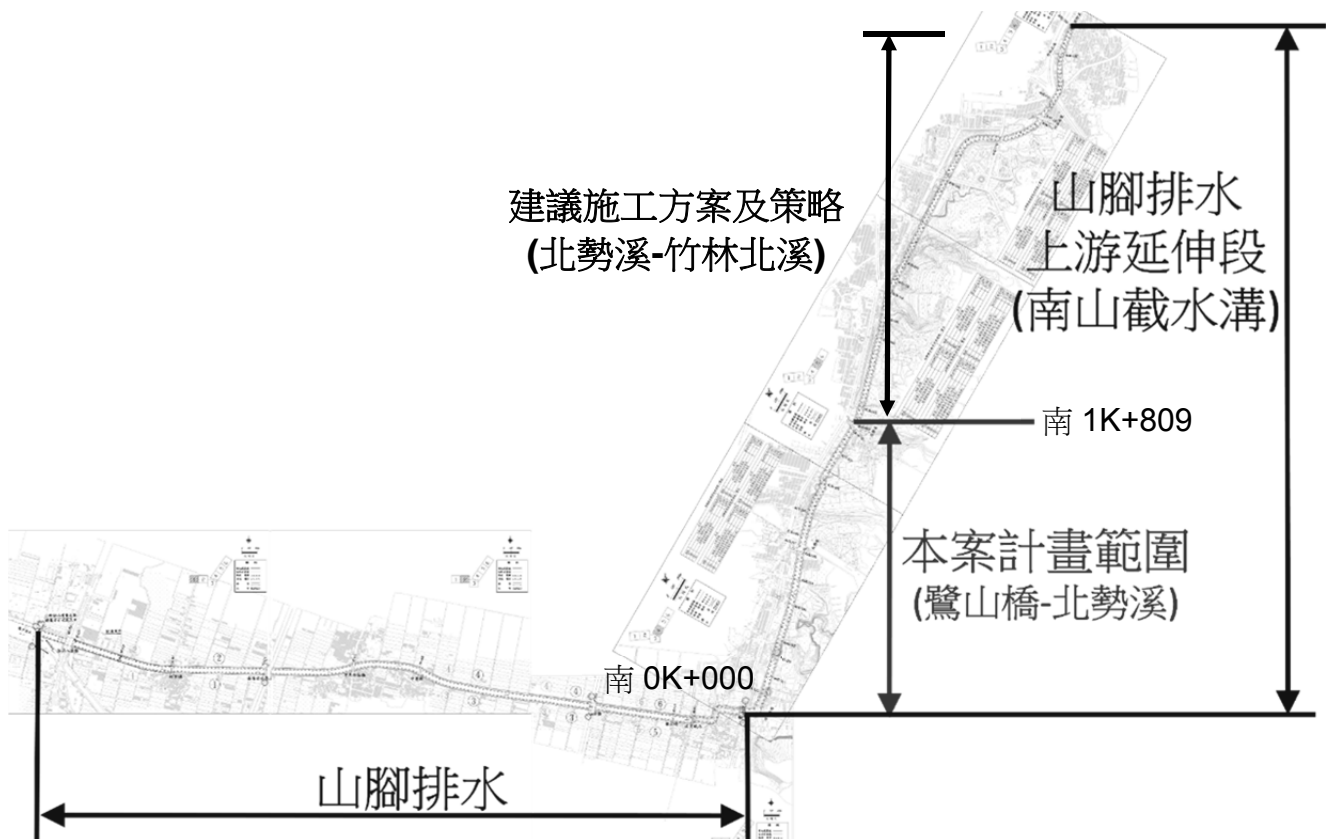
二、改善對策

- (一)截流工程：山地與平原交接地區如沙鹿市區、沙田路附近之排水問題，考量於上游設置山腳排水上游延伸段，以避開建物密集區段，解決市區拓寬困難之問題，山腳排水上游延伸段將上游洪水截流後分別排入梧棲、安良港及山腳排水，梧棲及安良港排水計畫排入台中港，山腳排水則匯入龍井排水，再由烏溪出海口排出。
- (二)排水路整治：排水路用地拓寬無問題者，以拓寬方式改善；整治排水路斷面以暢通水流，增加河槽通水能力及降低洪水位，以滿足保護需求。
- (三)防潮閘門改善：山腳排水下游已設置防潮閘門，以防止海水倒灌，閘門通水斷面太小形成通洪瓶頸，一併辦理改建。

三、排水改善工程概要

山腳排水上游延伸段 188cms(Q₁₀)之流量排入山腳排水，且匯入龍井排水下游段，再匯入海溝，最後由烏溪出海口排出。山腳排水上游延伸段為山腳排水之截流工程，完成後山腳排水出口流量從 123cms(Q₁₀)增加至 240cms(Q₁₀)。**截流工總長為 4700 公尺，排水路寬度與原規劃治理工程不同，放寬至 25~40 公尺**，有關本工區渠段南 0K+000~南 1K+809 排水路計畫平面如圖 2-2-8、計畫斷面如圖 2-2-9 所示。各分流處採平均分流方式，洪水量若超過保護標準，則在山腳排水上游延伸段與竹林北溪、竹林南溪、北勢溪及南勢溪分流處，採平均分配流量辦理

目前鷺山橋以下山腳排水都已進入施工階段，本工程山腳排水上游延伸段尚在設計階段，後續設計時為滿足維護及清淤需求，兩岸多設有 5m 之水防道路，渠道型式則採用明渠護岸型式，除排水順暢外，管理容易且維護成本較低。



資料來源：「台中市管區排山腳排水治理計畫」(台中市政府，103.11)

圖2-2-8 山腳排水上游延伸段計畫工程位置圖

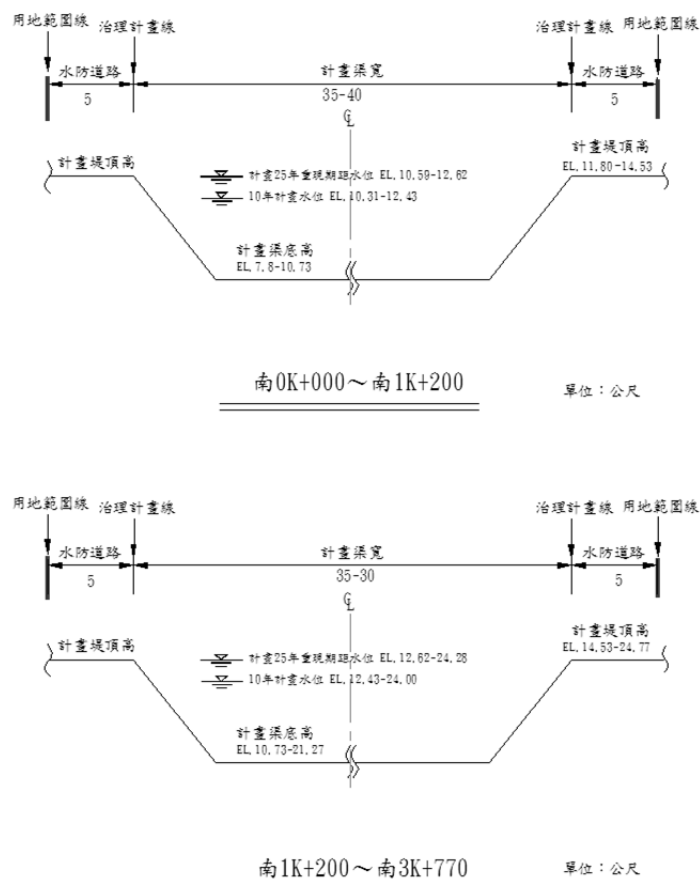


圖2-2-9 山腳排水上游延伸段計畫橫斷面圖

2-2-3 上游坡地水土保持規劃

依據「南山截水溝上游坡地整體調查規劃」(水土保持局台中分局，2014)，針對上游坡地各災害點位共規劃 22 件治理工程，並依治理順序排定依據，編定三期分年分期治理計畫，其中第一期治理工程共 6 件，第二期治理工程共 8 件，第三期治理工程共 8 件分年分期治理計畫如表 2-2-3 所示。

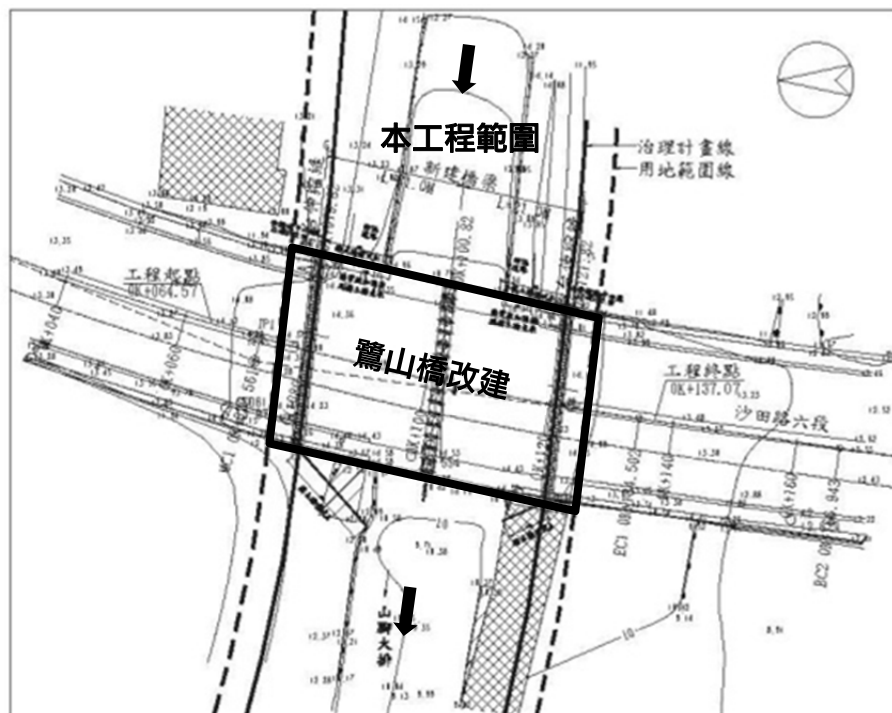
表 2-2-3 計畫區上游坡地分年分期治理計畫一覽表

治理 順序	工程名稱	TWD67		治理措施	預估經費 (仟元)	權責單位	本工程 設計相關
		X	Y				
第一期	南勢坑溪九天堂旁坑溝 整治工程	203993	2677998	1.新設護岸 H=1m,L=150m。 2.新設固床工 5 座。	3,000	水土保持局 台中分局	★
	窯古南溪南側支流野溪 整治工程	206850	2678263	1.新設防砂壩 1 座 H=3m,L=23m。 2.新設護岸 H=3m,L=20m。	2,500	水土保持局 台中分局	
	弘光大學後方南側坑溝 整治工程	207001	2679170	1.矩形溝 H=2m,L=240m。 2.新設節制壩 2 座 H=2m,L=7m。	5,000	台中市政府	★
	竹林南溪中游野溪整治 工程	207103	2681136	1.新設護岸 H=2m,L=185m。 2.新設防砂壩 1 座及固床工 7 座。 3.河道整理乙式。	8,500	台中市政府	
	臺灣大道七段 346 巷 新設箱涵工程	206445	2680803	1.箱涵 L=385m,W=3.0m,H=2.0m。 2.排水路清疏 L=590m,W=2m,H=1m	16,000	台中市政府	
	北勢溪北側支流野溪構 造物維護工程	207486	2680533	新設防砂壩 1 座 H=3m,L=15m。	1,500	國道高速公 路局	★
小計					36,500		
第二期	中龍路加油站旁崩場地 處理工程	205903	2676237	1.新設護岸 H=2m,L=60m。 2.新設固床工 4 座。	3,000	水土保持局 台中分局	
	枇杷崙野溪整治工程	207516	2678525	1.新設護岸 H=1.5m,L=100m。 2.新設固床工 6 座。	2,200	台中市政府	
	臺灣大道中油加油站邊 坡防護工程	206582	2677226	新設箱籠擋土牆 H=2m,L=20 公尺。	500	台中市政府	
	南勢溪六路厝橋下游溪 段野溪整治工程	206474	2677810	1.新設護岸 H=2m,L=180m。 2.新設防砂壩 5 座 H=3m,L=20m。	18,000	水土保持局 台中分局	★
	龍山路野溪整治二期工 程	206819	2680291	1.新設護岸 H=2m,L=180m。 2.新設防砂壩 1 座及固床工 8 座。	12,000	台中市政府	
	竹林南溪上游野溪整治 工程	208385	2680839	新設防砂壩 1 座 H=2.5m,L=20m。	2,000	水土保持局 台中分局	
	竹林南溪南側支流野溪 整治工程	207027	2680895	1.新設箱涵 2 座。 2.新設護岸 H=1.5m,L=80m。	2,000	台中市政府	
	竹林北溪中游野溪維護 工程	206934	2682216	新設固床工 2 座。	500	台中市政府	
小計					40,200		
第三期	南勢坑溪中游野溪維護 工程	205078	2676402	固床工補強 9 座	2,000	水土保持局 台中分局	★
	南勢坑溪下游野溪維護 工程	204371	2677944	固床工補強 7 座	1,500	水土保持局 台中分局	★
	枇杷崙崩場地處理工程	207596	2678544	新設箱籠擋土牆 H=2m,L=50m。	800	水土保持局 台中分局	
	南勢溪上游支流野溪整 治工程	206583	2677076	1.新設護岸 H=2m,L=150m。 2.新設節制壩 2 座 H=2m,L=15m。 3.新設固床工 7 座。	8,000	水土保持局 台中分局	★
	中興路坑溝治理工程	206373	2676062	1.新設節制壩 1 座 H=2m,L=8m。 2.新設靜水池 1 座 H=2m,W=3m。 3.新設箱涵 1 座。	1,500	台中市政府	
	龍山路野溪整治三期工 程	207077	2680481	1.新設防砂壩 1 座 H=3m,L=15m。 2.新設箱涵 1 座。	2,000	台中市政府	
	北勢溪中游野溪維護工 程	206457	2679564	新設固床工 1 座。	200	水土保持局 台中分局	★
	竹林南溪野溪維護工程	205812	2681378	新設固床工 1 座。	300	水土保持局 台中分局	
小計					16,300		
合計					93,000		

資料來源：「南山截水溝上游坡地整體調查規劃」(水土保持局台中分局，2014)

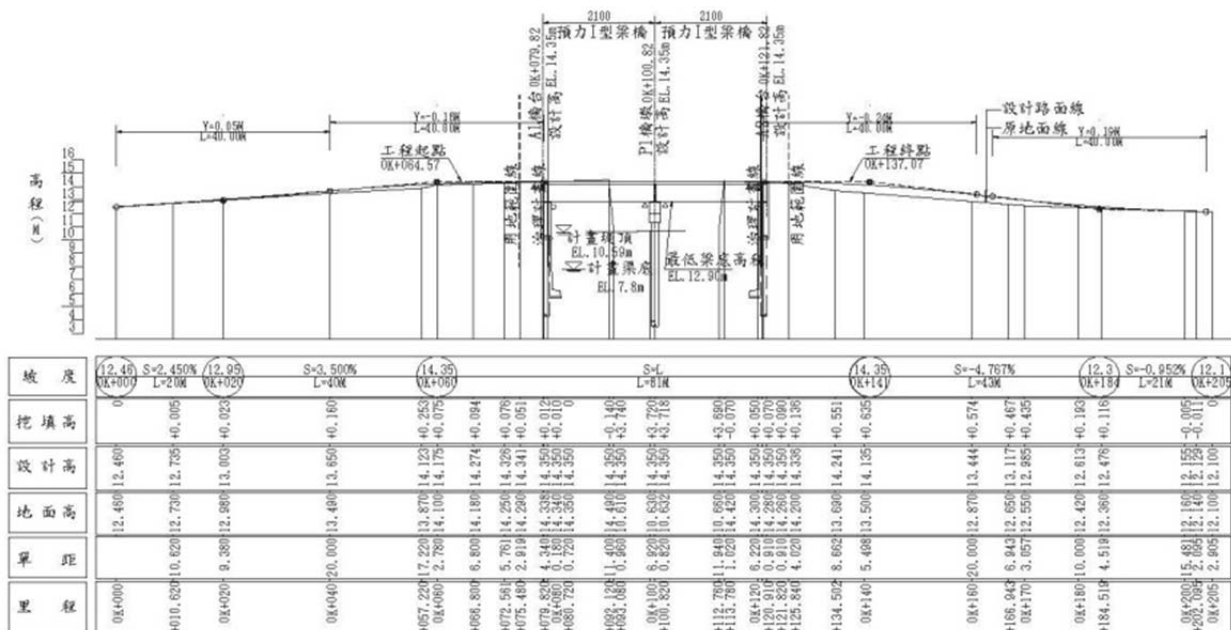
2-2-4 龍井區山腳排水 4K+715 橋梁改建工程

台中市政府水利局依據治理計畫成果已針對山腳排水進行整治，至目前為止該整治工程 0K+600~4K+715 段共分為 8 件護岸標及 7 件橋梁標案進行發包作業，其中與本工程銜接者為「龍井區山腳排水 4K+715 橋梁改建工程」(鷺山橋)，已於 105 年 11 月 21 日開工，預計 107 年 5 月 14 日竣工，主要係採預力 I 型梁橋設計，設計梁底為配合既有沙田路高為 E.L.12.90m，較計畫堤頂 E.L.10.59 為高，其平面配置如下。本工程護岸工程斷面尺寸需配合其上游側橋台，以利道路銜接。



資料來源：「龍井區山腳排水 4K+715 橋梁改建工程」(台中市政府，105.11)

圖2-2-10 鷺山橋改建工程平面圖



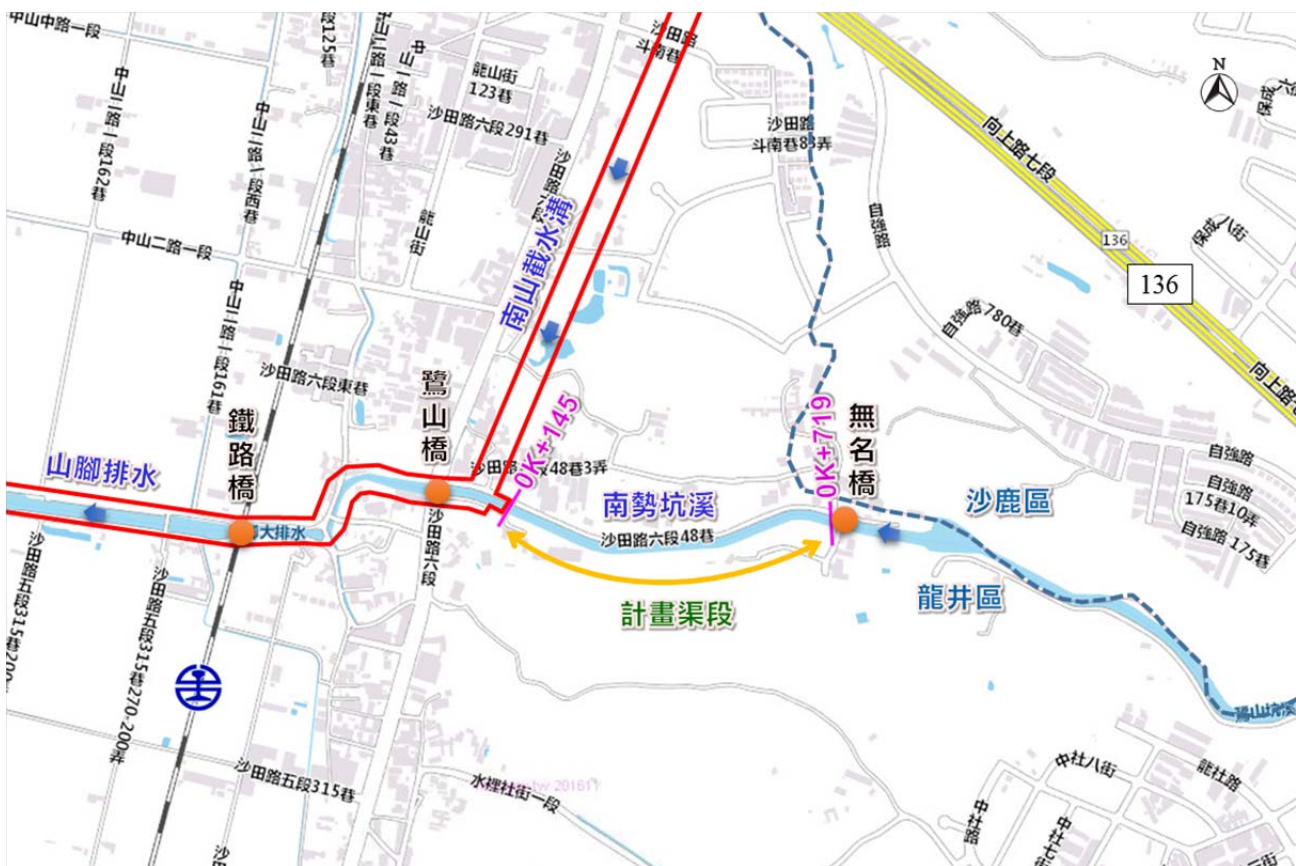
資料來源：「龍井區山腳排水 4K+715 橋梁改建工程」(台中市政府，105.11)

圖2-2-11 鷺山橋改建工程縱斷面圖

2-2-5 台中市南勢坑溪水域環境營造計畫

台中市政府目前正辦理「台中市南勢坑溪水域環境營造計畫」中。南勢坑溪舊名「鷺山坑溪」，以往曾有大量白鷺鸞棲息，現已不復存在，另因渠道現況為三面光型式，湧泉無法天然湧出，且破壞水道視覺景觀及生態環境，因此，期能藉由本案水域環境營造工程，以工程手段恢復南勢坑溪原有風貌，並以鷺鸞返家、民眾近水休憩及湧泉水源利用為目標。

計畫渠段原自山腳排水鷺山橋至南勢坑溪上游無名橋，考量 0K+000~0K+145 渠段屬山腳排水上游延伸段治理計畫及用地範線範圍，因此，規劃設計以水道 0K+145~0K+719 渠段及周邊公有土地為主，計畫範圍如圖 2-2-12 所示，惟該計畫目前尚在規劃設計階段，建議計畫起點仍應依本工程設計成果調整。



資料來源：台中市政府

圖2-2-12 南勢坑溪水域環境營造計畫位置圖

2-2-6 北勢溪、南勢溪及竹林北溪市管區域排水治理計畫

台中市政府目前正辦理「北勢溪、南勢溪及竹林北溪市管區域排水治理計畫」中。竹林北溪、竹林南溪為梧棲排水上游重要支流，北勢溪、南勢溪為安良港排水上游重要支流。配合經濟部水利署水利規劃所 101 年 3 月完成之「易淹水地區水患治理計畫—台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃報告」(業於 100 年 12 月 29 日業經經濟部經授水字第 10020215550 號函同意)，完成北勢溪(長約 4272 公尺)、南勢溪(長約 2957 公尺)、竹林北溪(長約 1280 公尺)等市管區排及竹林南溪(長

約 1734 公尺)之土地異動清冊、水道治理計畫線及堤防預定線套繪，作為未來整治、管理之依據。

該計畫預計於 106 年 12 月 31 日完成，目前則已函檢送安良港排水系統—安良港排水、北勢溪及南勢溪治理計畫及用地範圍線圖提請經濟部水利署召開審議會議，尚未核定。其中與本工程相關者為北、南勢溪匯流處之用地範圍劃設，其用地範圍可直接影響本工程配置，經現地調查及初步工程配置發現，若僅以山腳排水上游延伸段用地佈置，北勢溪有流入工排入線型不佳、南勢溪流出口用地不足問題，故建議北、南勢溪與本工程交匯處應儘量將周邊公有地劃入(詳圖 2-2-13 及圖 2-2-14)，增加本工程用地空間，避免流入、流出工有排水受阻情形。

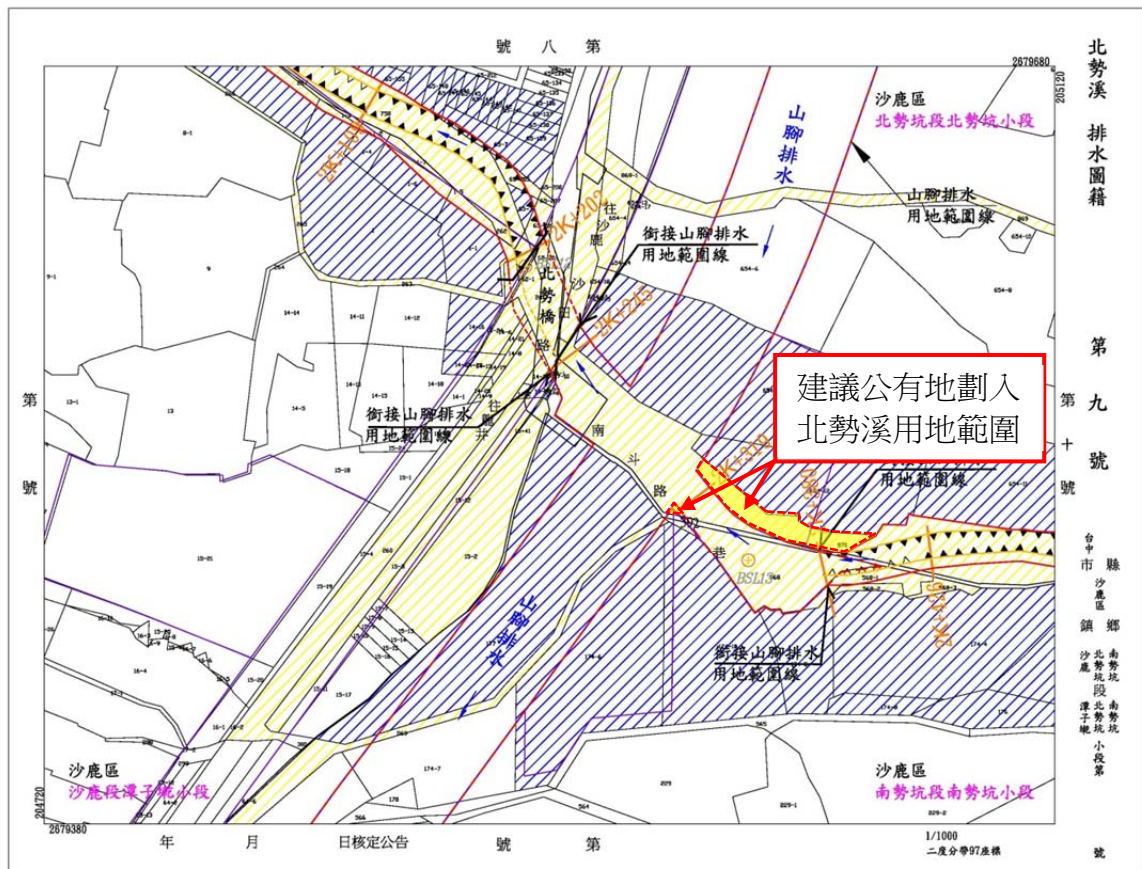


圖2-2-13 北勢溪用地範圍線位置圖

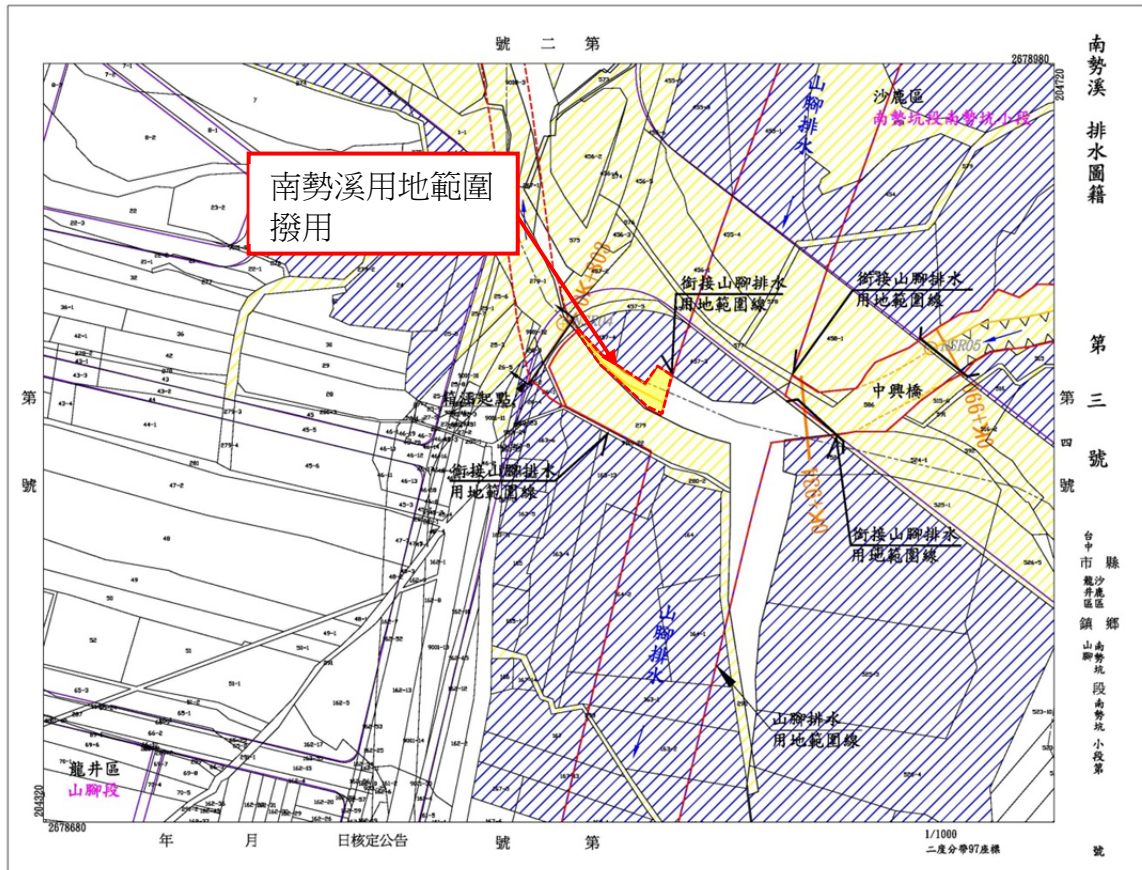


圖2-2-14 南勢溪用地範圍線位置圖

2-3 計畫區現況調查

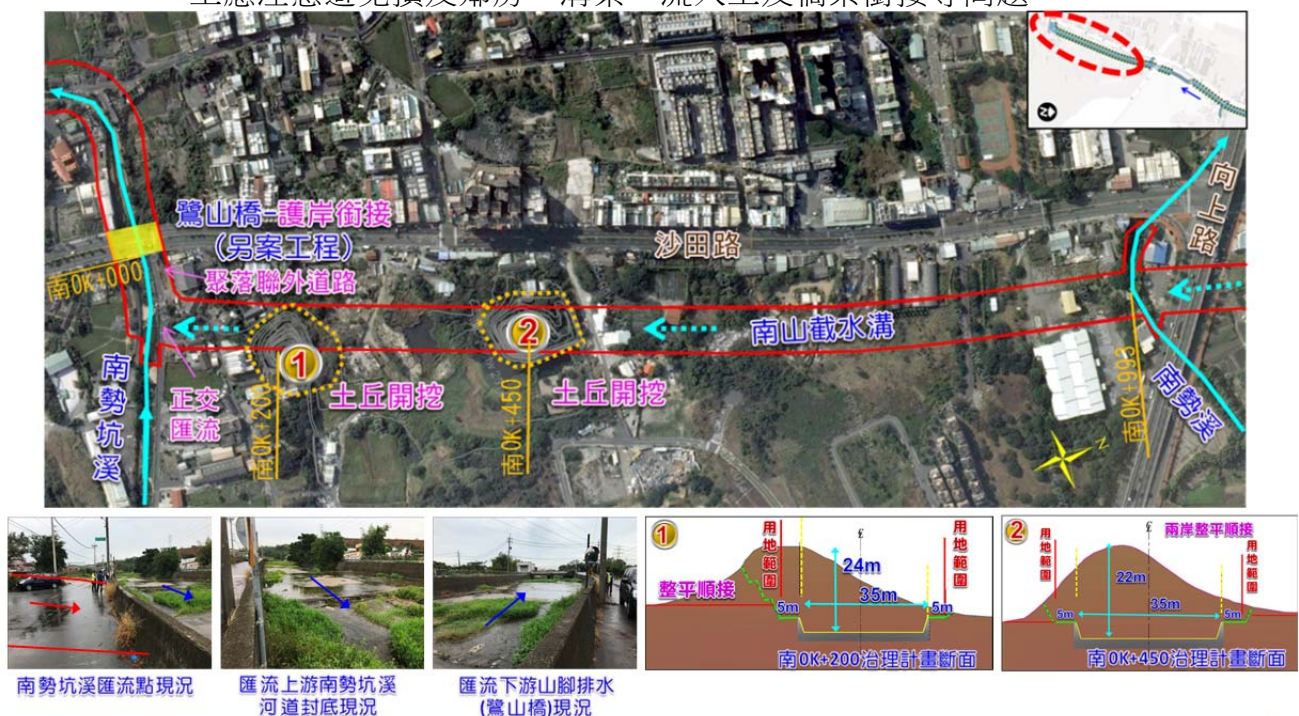
本次計畫範圍為山腳排水上游新闢渠道工程(即山腳排水上游延伸段南0K+000~南4K+700)，係截流大肚山台地逕流後予以分洪，本次基本設計圖將針對工區範圍重新訂定樁號，另詳後續工程計畫內容(設計樁號格式為□K+□□□)，而現況調查部分仍依山腳排水治理計畫之樁號進行說明(治理計畫樁號格式為南□K+□□□)。其中南0K+000~南1K+809為本案規劃設計渠段，南1K+809~南4K+700為後續施工方案研擬及諮詢渠段，茲將現勘分析之成果說明如下：

一、規劃設計渠段現況

(一)南 0K+000~南 0K+993

本渠段治理計畫渠寬 40~35m，渠深為 4m。主要工程為新闢山腳排水上游延伸段出口與南勢坑溪匯流，以及渠段內有 2 座土丘，分述如下：

1. 山腳排水上游延伸段出口左岸匯入之南勢坑溪現況河寬約 16m，兩岸為混凝土護岸(H=2.0m)及封底河道，依據治理計畫山腳排水上游延伸段以近 90° 方式匯入，流況較為複雜，且其計畫渠底約低於現況高程 5.5m，故未來施工完成後，南勢坑溪匯流處將形成陡坡，後續應考量施設消能設施及與既有設施之銜接長度，並建議支流上游「台中市南勢坑溪水環境營造計畫」後續配合本工程調整計畫起點。另現況右岸原有寬約 6m 道路，為上游聚落區主要聯外道路，故後續渠道改建型式需考量維持當地交通需求。
2. 本渠段現況多為荒地及部分耕地與廠房用地，於南 0K+100 有聚落住家，另於南 0K+225、南 0K+455、南 0K+693 及南 0K+910 為道路通過，後續台中市政府將另案辦理新建橋梁銜接；南 0K+200 及南 0K+450 為既有土丘，若依用地範圍線施作開挖，土丘兩側山壁將產生過薄陡峭情形，無法自體穩定，對鄰近民宅亦會有立即災害，因此經實地查訪後，大部分地主皆傾向將其剷平，惟區外為保育區，恐有水保計畫等問題，故後續仍須經主管機關協助取得該區所有權利人同意後，一併納入本案工程施作，另後續施工應注意避免損及鄰房、溝渠、流入工及橋梁銜接等問題，。



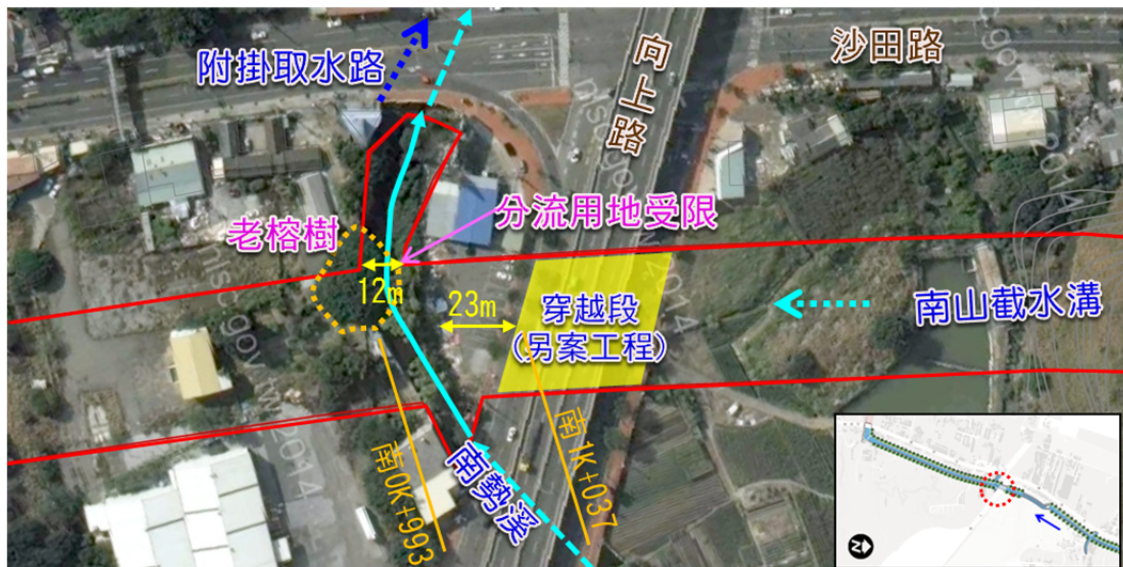
(二)南勢溪分流處(南 0K+993~南 1K+037)現況

南勢溪分流工渠段，南勢溪現況渠寬約 10m，兩岸為混凝土護岸(H=3.5m)，依據調查結果，本渠段分流點距離向上路七段陸橋僅約 23 公尺，向上路新建橋梁另屬台中市政府辦理，為避免不同設計單位斷面銜接問題影響分流功能，建議橋梁設計單位配合本案渠道分流工設計成果配置，以維持整體性。另流出工用地寬度僅約 12 公尺，未來分流工配置時易形成通洪瓶頸。

此外因山腳排水鐵路橋(鷺山橋下游)尚未改建，仍屬通洪瓶頸處，考量下游防洪安全，故在南勢溪分流工設計時，應設置臨時止水設施暫不將上游流量排往山腳排水，待鐵路橋改建完成後再解除。

在南 0K+993 處，現況於南勢溪左岸有一老榕樹，樹冠高約 15M，樹圍約 23.6M，其位置坐落於用地範圍內，此樹雖非屬市府列管之老樹，惟經 2 月 20 日協調會議及與當地景觀協會訪談後，以原地保留為優先處置方案。

另南勢溪下游與沙田路箱涵銜接處有一攔水堰及附掛取水路，經實際進入勘查後，經查該水路尺寸約為(UW55*UH55~ DW55*DH80)，形式為 PC 矩形溝，渠道內間有部分砂石淤積，水深約 30~60 公分，橫越沙田路後於向上路南側人行道旁向左匯出供該區域農地灌溉使用，現況渠底高程為 E.L.9.52m，較治理計畫渠底 E.L.E9.68m 低，後續視分流工水理分析結果評估改建需求；惟後續設計時，平常應保持下游之灌溉水量，經洽詢台中農田水利會無法提供下游水權量，故後續設計儘量維持適當之開孔以保持下游灌溉所需。



南勢溪沙田路橋涵現況



南勢溪向上路橋涵現況



箱涵內灌排起點



箱涵內灌排出口

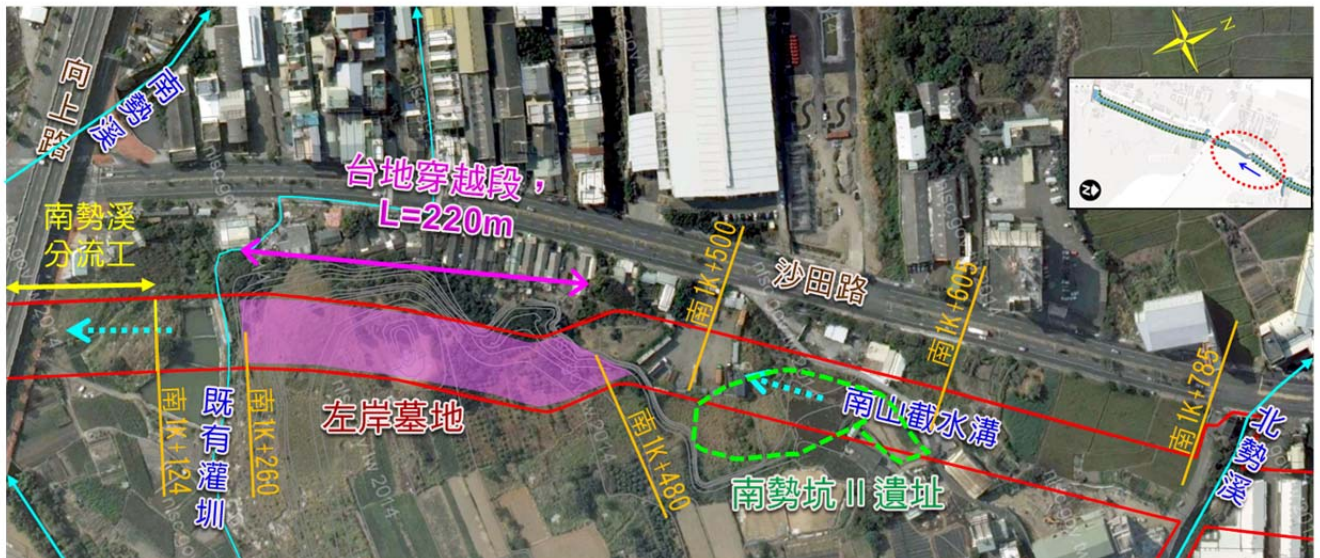


南 0K+993 大榕樹

(三)南 1K+037~南 1K+785

治理計畫渠寬 35~32m，渠深為 4~3.5m，於南 1K+037~南 1K+124 為南勢溪分流工渠段，南 1K+260~南 1K+480 為台地段，其餘現況多為農田及台地。

- 1.於南 1K+037~南 1K+124 為南勢溪分流工渠段，其中南 1K+037~南 1K+089 為向上路穿越段，新建橋梁由台中市政府另案辦理，原毋需多所著墨，惟本新建橋梁位置距離南勢溪僅約 23 公尺，其空間不足以佈設分流工，分水牆需向上游延伸穿越向上路，建議橋梁斷面仍應配合本案護岸位置進行設計。
- 2.於南 1K+260~南 1K+480 為地勢較高之台地，計畫堤頂約於地表下 10~18m 處，此渠段礙於用地範圍之限制以及左岸緊鄰墓地，故後續應考量避免超出用地。
- 3.另外，據台中市政府表示，於北勢溪南方(約樁號南 1K+500~南 1K+605)有疑似文化遺址，惟目前其遺址狀態、範圍、內容、需保護程度均仍未確定，經 2 月 20 日召開協調會議結論，由台中市政府先行調查評估，確認疑似遺址範圍後再研商對本案工程之影響及解決方案。



(四)北勢溪分流處(南 1K+785~南 1K+809)現況

北勢溪流入工、流出工及分流工渠段，現況河寬約 8m，右岸為漿砌石護岸(H=1.5m)，左岸道路側為混凝土護岸(H=2.0m)，為河道封底型式，考量為本期山腳排水上游延伸段設計施工終點且為北勢溪分流工設置點，為避免日後重複施工，本次計畫仍先將分流工列入整體設計配置。

另流入工部份若依據用地範圍及現有渠道佈設，將形成北勢溪往山腳排水上游延伸段上游方向排入的情形，日後恐造成北勢溪倒灌形成災害，故於工程佈置時應慎加考量。

現況北勢溪左岸有一條寬度約 4~6m 之既有道路，為上游聚落區之主要聯外道路，為配合山腳排水上游延伸段之闢建及當地交通需求，建議市政府列入橋梁工程一併辦理。

惟現階段用地問題，已於 4 月 25 日台中市政府公有地撥用研商會議決議，用地尚未取得前暫不施作，故本次工程設計暫不將北勢溪分流工及流入工、流出工部份納入，施工終點更改為 1K+830.78(原計畫南 1K+809 下游約 30 公尺)。



北勢坑溪匯流點現況



匯流上游北勢溪河道現況



匯流下游沙田路橋涵河道現況

二、施工方案研擬及諮詢渠段現況

(一)南 1K+809~南 4K+115

治理計畫渠寬 32~25m，渠深為 3.5m，依現況調查南 1K+809~南 2K+395 多為農田耕作使用、南 2K+395~南 2K+510 為沙鹿區第三公墓、南 2K+510~南 4K+115 多為廠房及荒地；其中南 1K+910~南 2K+395、南 2K+950~南 3K+870 現況為丘陵地形，地勢較高，計畫堤頂高約於地表下 5~12m 處，為後續施工研擬需克服問題；另南 3K+390~南 3K+770 穿越鎮南路二段、鎮政路主要道路及鄰近市立圖書館、沙鹿行政園區及沙鹿公園等人口較密集區域，施工研擬需考量降低空污、噪音及震動等問題。

竹林南溪分流工位於南 4K+115~南 4K+145，竹林南溪現況河寬約 5m，兩岸為混凝土護岸(H=2.5m)，為河道封底型式，依現況調查上游河道施設消能跌水工及攔污柵，下游渠道為加蓋(箱涵型式)道路使用。

(二)南 4K+115~南 4K+700

治理計畫渠寬 25m，渠深為 3.5~3.0m，依現況調查穿越主要道路(台灣大道、中山路)及住宅密集區域，施工研擬需考量降低空污、噪音及震動問題；另依治理計畫，於穿越台灣大道渠段計畫堤頂高需抬昇約 3m，對於該地地形及交通條件來說，實際施行困難度高，且影響鄰近住家進行施工，建議後續研擬降低渠底或其他較為可行之方案，爭取當地居民支持。

工程終點處(南 4K+700)上游野溪河道寬約 12m，兩岸為混凝土護岸(H=3.0m)，施工研擬建議渠寬採漸變型式銜接既有護岸。

竹林北溪分流工於南 4K+537，竹林北溪現況河寬約 12m，兩岸為混凝土護岸(H=2.0m)，匯流範圍內既設雙孔橋涵，後續配合改建。



圖2-3-1 施工方案研擬及諮詢渠段現況調查位置圖

三、各野溪土砂淤積現況調查(南勢坑溪、南勢溪、北勢溪、竹林南、北溪)

為瞭解南勢坑溪、南勢溪、北勢溪、竹林南溪及竹林北溪等各野溪之淤積情況，已於 106 年 6 月 7 日(梅雨季過後)赴現地進行山腳排水上游延伸段橫向之野溪調查，各野溪調查成果如下所述：

(一)南勢坑溪

南勢坑溪與山腳排水交會處上游延伸段匯流處起至上游 0.9km 間，現況已施設系列帶工(@10~20m)且渠底為 RC 封底，經現地土砂淤積調查此段無淤積狀況，現況良好。

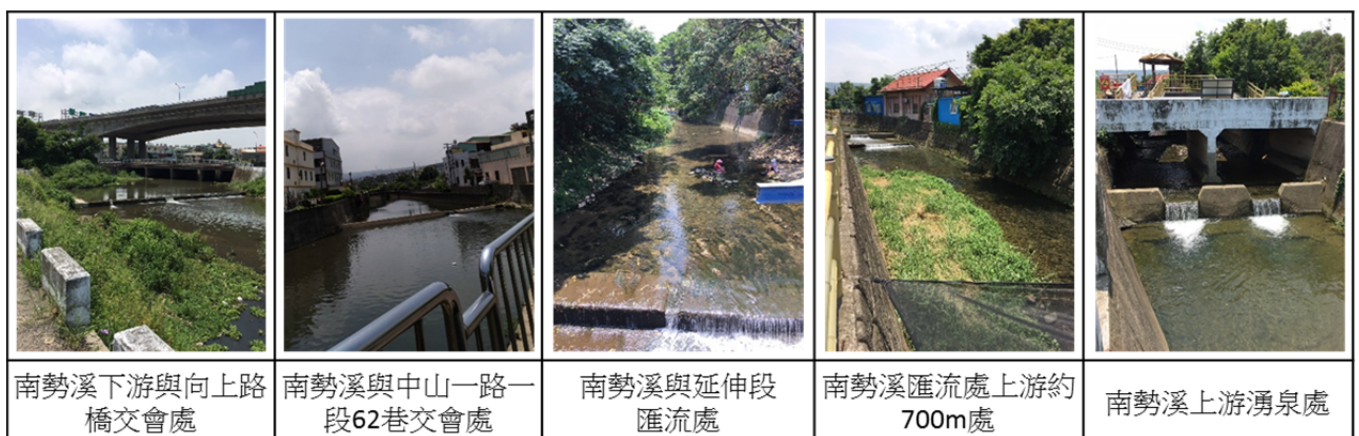
而匯流處上游約 0.9km~2.3km 區間水土保持局已施設系列防砂壩及囚砂空間，其上游系列攔砂設施已完全攔蓄上游之土砂，使土砂未下移淤積之現象，已達相當成效，惟日後建議除定期清淤外，主管單位應於汛期前進行清淤預留囚砂空間。



(二)南勢溪

經現地渠道土砂淤積調查，南勢溪渠道沿線皆已有施設攔砂設施，其河床相當穩定，另由河床礫石觀察其表面佈滿青苔，可見以往無動床之現象，南勢溪渠道至匯流口起至上游 1km 為湧泉區，水質清澈且魚類相當多。

另進行當地居民訪談結果，得知以往曾發生土砂下移之現象且偶有漂流木，但經水土保持局於南勢溪渠道整治改善後，渠道已相當穩定且無土砂下移之現象，亦鮮少漂流木下移，而沙鹿區公所歷年於沙田路之箱涵入口亦曾辦理相關清理作業。



(三)北勢溪

北勢溪匯流處下游為採 RC 護岸，渠底為 RC 封底且為複式斷面，經現地渠道淤積調查，渠道水質相當清澈且無任何土砂淤積，而北勢溪匯流處上游河床亦相當穩定，主要係北勢溪於台灣大道上游處水土保持局已施設系列防砂設施，故無土砂下移之現象，經訪問當地居民得知，以往曾於沙田路下游約 600 公尺處發生渠道淤積約 1/3 之情形，但上游防砂壩施設後渠道已少有淤積情形發生，大約從莫拉克颱風以後就沒有土砂及漂流木下移之情形。



(四)竹林南、北溪

竹林南、北溪渠道皆採 RC 護岸，渠底緊鄰住家處大多為採封底處理，經現地土砂淤積調查，河床無土砂淤積之現象，水質清澈，經訪現地居民得知，近年已有施設護岸及固床工等設施，故河床相當穩定。



2-4 地形測量

本工區地形測量工作包括水準測量、導線測量、地形測量、水泥固定樁埋設等，並依測量成果繪製「施工平面位置圖」、「縱斷面圖」及「橫斷面圖」，整體座標系統採用內政部頒佈之TWD97座標系統，委由「三佳測量工程顧問有限公司」辦理，並已依契約規定提送測量成果。

一、測量範圍

本計畫測量工作範圍以計畫渠道約 4.7 公里範圍為計畫標的，以用地範圍線外左右至少 55 公尺，測量面積約 80 公頃(含支流範圍)，測量範圍如圖 2-4-1 所示。

二、工作項目

本計畫地形測量工作項目如下：(一)水準測量；(二)導線測量；(三)地形測量；(四)水泥固定樁埋設。工作內容及數量如表 2-4-1 所示。

表 2-4-1 工作內容及數量統計表

項次	工作內容	契約數量	實作數量	備註
1	控制樁埋設	20 點	20 點	水泥固定樁
2	直接水準測量	--	8.5 公里	含已知點檢測
3	導線測量	--	53 點	含已知點檢測
4	都計樁檢測	--	24 點	
5	數值地形測量	75 公頃	80 公頃	三次元測量，1/500

三、水泥固定樁埋設

新設水泥固定樁 20 點，埋設時，應露出地面 2~5 公分。樁頂中央柱面頂端鑲鋼標，以便兼做控制點之用，基樁樁位指示圖另詳測量成果報告，成果彙整如下。

表 2-4-2 水泥固定樁埋設成果表

編號	坐標		高程	編號	坐標		高程
	E(m)	N(m)			E(m)	N(m)	
NO01	204181.511	2677947.410	13.954	NO11	205091.742	2680020.605	15.509
NO02	204287.268	2678136.302	12.481	NO12	205173.245	2680294.305	14.071
NO03	204375.397	2678311.180	13.534	NO13	205286.327	2680509.871	17.050
NO04	204421.770	2678572.317	12.550	NO14	205419.298	2680687.303	25.434
NO05	204494.781	2678686.557	13.994	NO15	205610.433	2680929.963	30.714
NO06	204588.732	2678911.286	14.313	NO16	205780.851	2681094.658	33.525
NO07	204626.378	2679177.432	14.157	NO17	205952.857	2681152.693	25.612
NO08	204785.209	2679376.271	14.597	NO18	206254.346	2681353.403	28.051
NO09	204920.736	2679563.318	16.080	NO19	206301.989	2681525.145	29.034
NO10	205022.010	2679856.711	16.507	NO20	206395.871	2681777.555	32.412

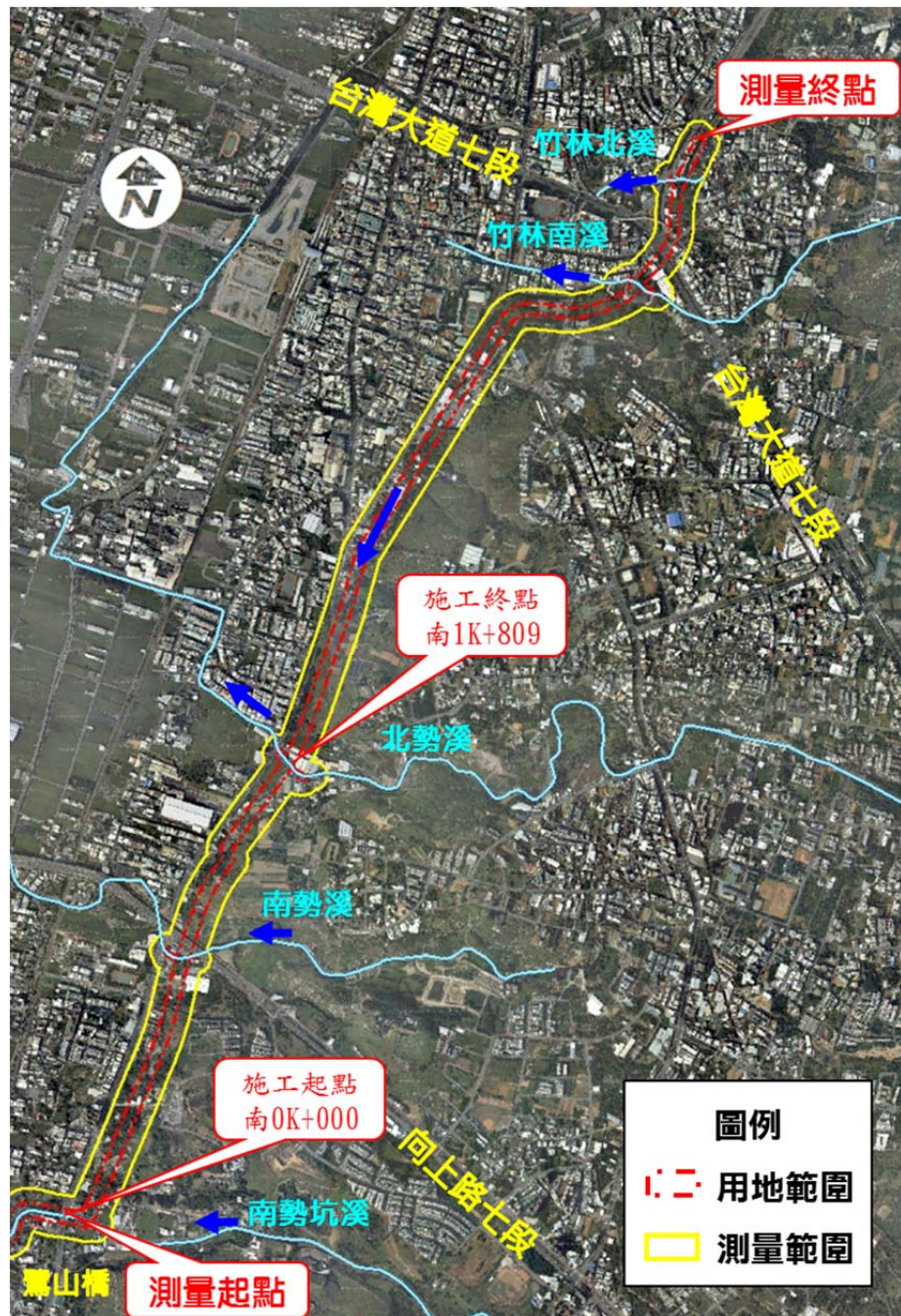


圖2-4-1 山腳排水上游延伸段測量範圍圖

四、控制點檢測

(一)控制點系統

採用內政部公告之一等水準點及台中市精密導點(配合台中市都市計劃樁位系統)。

(二)座標系統

- 1.採用內政部公告之 TWD97 平面基準。
- 2.投影坐標系統：採用經差 2 度分帶之橫麥卡托坐標系統(TM2)，中央子午線為東經 121 度，中央子午線尺度比為 0.9999，中央子午線與赤道之交點西移 250,000m 為坐標原點。

(三)高程系統

採用內政部公告之 TWVD2001 高程基準。

另將引測鄰近區外一等水準點及台中市精密導線點檢核，詳表 2-4-3 所示。

表 2-4-3 已知控制點一覽表

點號	點名	縱坐標(m)	橫坐標(m)	高程(m)	測量模式	備註
1087	長玖加油站	2677488.420	203082.827	4.499	高程控制點	一等水準點
8092	三民公園	2681438.302	206248.424	28.358	高程控制點	一等水準點
4053		2678776.734	204469.151	19.169	平面控制點	精密導線點
CK061		2677952.435	204156.006	13.968	平面控制點	精密導線點
TCK194		2680033.900	205082.943	15.825	平面控制點	精密導線點
TCK600		2679581.947	204931.178	15.956	平面控制點	精密導線點
TCK603		2678881.817	204650.715	15.034	平面控制點	精密導線點
GC01		2680690.598	205415.778	24.583	平面控制點	精密導線點

坐標：二度分帶 TWD97 ； 高程：台灣一等水準點系統(TWVD2001)

(四)平面控制檢測成果

採 GPS 衛星定位方式檢測平面控制點，檢測成果距離精度優於 1/10000，角度較差小於 10 秒(如表 2-4-4、2-4-5 所示)，符合規範要求。

表 2-4-4 已知平面控制點座標檢測成果表

點號	資料值(M)		檢測值(M)最小約制		較差(M)	
	縱坐標	橫坐標	縱坐標	橫坐標	△N	△E
CK061	2677952.435	204156.006	2677952.439	204155.992	0.004	-0.014
4053	2678776.734	204469.151	2678776.734	204469.151	0.000	0.000
TCK603	2678881.817	204650.715	2678881.825	204650.712	0.008	-0.003
TCK600	2679581.947	204931.178	2679581.946	204931.184	-0.001	0.006
TCK194	2680033.900	205082.943	2680033.894	205082.954	-0.006	0.011
GC01	2680690.598	205415.778	2680690.603	205415.762	0.005	-0.016
8092	2681438.302	206248.424	2681438.305	206248.408	0.003	-0.016

表 2-4-5 已知平面控制點邊長角度檢測成果表

點號		資料值		檢測值		較差		距離 精度
FROM	TO	距離(M)	方位角	距離(M)	方位角	距離(M)	角度(秒)	
CK061	4053	881.776	20-48-5.1	881.777	20-48-8.5	0.001	3.4	1/715338
4053	TCK603	209.781	59-56-21.2	209.782	59-56-12.9	0.001	-8.3	1/148672
TCK603	TCK600	754.216	21-49-49.4	754.211	21-49-52.6	-0.005	3.2	1/150609
TCK600	TCK194	476.754	18-33-43.0	476.751	18-33-45.8	-0.003	2.8	1/151437
TCK194	GC01	736.228	26-52-38.3	736.225	26-52-30.2	-0.002	-8.1	1/307545
GC01	8092	1119.089	48-4-35.8	1119.088	48-4-36.1	-0.001	0.3	1/837472

(五)高程控制(直接水準測量)檢測成果

本計畫以高程控制點，乃採用內政部所公佈之一等水準點為高程依據，並施以直接水準檢測，檢測高差另詳測量成果報告，高程檢測閉合誤差小於 $7\text{mm}\sqrt{k}$ 符合測量規範方得採用，檢測結果如表 2-4-6 所示。

表 2-4-6 已知高程控制點檢測精度表

測線	起點		終點		資料高差	觀測高差	較差	測線距離	精度
編號	點 號	高程值	點 號	高程值	(M)	(M)	(mm)	(KM)	mm \sqrt{K}
1	8092	28.35796	1087	4.49913	-23.85883	-23.84883	-10.00	7.57	3.64

五、直接水準測量

檢測無誤之一等水準點 8092 及 1087 為測區高程控制。測量方式採用精密自動水準儀(Zeiss DiNi12)作直接水準測量，測線總長度往返約 8.5 公里。

六、導線測量

依據上述檢測無誤之已知控制點，作為全區平面控制。使用全測站電子測距經緯儀採「測角」、「測距」以「方向組法」方式實施導線測量，其始終點應閉聯於附近新設控制點，水平角以一秒讀經緯儀觀測，邊長以電子測距儀對向量測較差須小於 1 公分取其平均值。方位角閉合差均小於 $\pm 30 \text{ 秒}\sqrt{N}$ (N 為測站數) 秒內，位置閉合差精度需均大於 1/5000，最後將各條導線納入整體平差計算，檢測計算另詳測量成果報告。

七、地形測量

- (一)以上述控制點成果或開放二次以內之圖根點為依據，使用含有記錄器之光波測距經緯儀，實施三次元數值地形測量，將道路高程、人手孔及其他人手孔，以測點方式直接附予編碼記錄、傳輸、計算、展繪於電腦，並經由 Auto CAD 直接處理描繪成地形圖，並經現場調繪整合後成圖。
- (二)圖例、圖層、顏色、線型比例規格……等等有關圖檔之製作，均依相關規定辦理，數值地形圖以 AutoCAD 為圖檔作業系統。
- (三)施工平面位置圖(註明座標及高程引測基準，並標記相關樁位)、縱斷面圖(含地面高、河床高、計畫洪水位及計畫堤頂高)及橫斷面圖(新設水泥固定樁斷面)繪製，成果另詳附冊。

2-5 地質鑽探

地質鑽探目的主要提供工區內的土壤參數，供後續細部設計進行分析所用，其土壤參數分別為土壤之物理性質及強度性質。土壤物理性質與部分強度性質由室內進行土壤一般物理試驗及三軸試驗求取，部分強度性質則由現地標準貫入試驗之N值推求，並依據上述之成果提出相關建議，另將進行地下水位觀測及現場透水試驗以瞭解地下水分佈及特性，供結構基礎設計之參考。

一、地質鑽探點位分佈與工作項目

本調查工作區分佈於台中龍井區與沙鹿區，範圍為山腳排水上游延伸段南 0K+000(鷺山橋)至南 4K+700(竹林北溪)，各鑽探孔位配置圖請參考圖 2-5-1。在現場監督人員指示下，進行孔位測定及鑽探取樣工作，另作現場透水試驗及各孔號地下水位觀測井埋設等。總計完成地質調查共計 20 處：HB-1~HB-20，鑽孔深度 20 公尺至 40 公尺，總鑽探進尺深度為 600 公尺。鑽探工作成果數量詳表 2-5-1 所示。



圖2-5-1 鑽探孔位配置圖

表 2-5-1 鑽探成果數量統計表

現場鑽探工作											室內試驗工作			
鑽探 孔號	孔口 坐標 (TWD-97)	孔口 高程 (m)	回填 層 (m)	一般 土層 (m)	卵礫 石層 (m)	岩層 (m)	總進尺 (m)	水位 觀測井 (孔)	SPT (次)	現地透 水試驗 (組)	土壤一 般物性 試驗 (組)	土壤直 接剪力 試驗 (組)	岩心一 般物性 試驗 (組)	岩心單 軸壓縮 試驗 (組)
HB-1	N : 2677936.668 E : 204219.313	13.262	0.60	0.00	29.40	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-2	N : 2677910.220 E : 204273.224	14.217	1.30	0.95	27.75	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-3	N : 2678051.673 E : 204325.769	18.104	2.00	0.00	18.00	0.00	20.00	1	10	0	0	0	0	0
HB-4	N : 2678306.520 E : 204391.198	13.648	0.00	0.00	30.00	0.00	30.00	1	15	1	0	0	0	0
HB-5	N : 2678501.357 E : 204514.602	14.930	2.10	0.35	27.55	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-6	N : 2678872.275 E : 204575.586	14.044	3.00	0.00	27.00	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-7	N : 2678928.670 E : 204595.162	13.680	1.50	0.00	28.50	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-8	N : 2679096.850 E : 204714.867	29.131	0.00	5.85	34.15	0.00	40.00	1	20	0	2	1	0	0
HB-9	N : 2679268.476 E : 204750.162	14.965	0.60	0.00	29.40	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-10	N : 2679390.613 E : 204880.884	17.627	1.10	0.00	28.90	0.00	30.00	1	15	0	0	0	0	0
HB-11	N : 2679481.503 E : 205003.103	18.043	2.20	0.00	37.80	0.00	40.00	1	20	0	0	0	0	0
HB-12	N : 2679759.145 E : 205080.867	30.854	1.50	10.30	28.20	0.00	40.00	1	20	0	5	1	0	0
HB-13	N : 2680145.865 E : 205202.002	21.479	1.50	8.85	19.65	0.00	30.00	1	15	0	3	1	0	0
HB-14	N : 2680513.516 E : 205389.788	20.496	0.00	2.50	17.50	0.00	20.00	1	10	0	1	1	0	0
HB-15	N : 2680738.237 E : 205530.046	34.232	1.00	14.30	14.70	0.00	30.00	1	15	0	7	1	0	0
HB-16	N : 2681017.320 E : 205712.412	37.143	0.00	14.40	25.60	0.00	40.00	1	20	0	6	1	0	0
HB-17	N : 2681140.300 E : 205941.581	25.854	0.00	7.45	22.55	0.00	30.00	1	15	0	3	1	0	0
HB-18	N : 2681221.069 E : 206220.833	23.995	0.00	0.80	19.20	0.00	20.00	1	10	0	1	0	0	0
HB-19	N : 2681427.157 E : 206347.985	30.318	2.10	2.10	25.80	0.00	30.00	1	15	0	1	1	0	0
HB-20	N : 2681607.658 E : 206356.463	27.983	0.15	0.00	19.85	0.00	20.00	1	10	0	0	0	0	0
合計			20.65	67.85	511.50	0.00	600.00	20 孔	300 次	1 組	29 組	8 組	0 組	0 組

二、地質調查及土壤特性

本工程共設置垂直鑽孔 20 處孔位，簡化地層剖面如圖 2-5-2～圖 2-5-3 所示。根據現場鑽探取樣試驗結果顯示，其中有 5 處(HB-12～HB-13 與 HB-15～HB-17 等)鑽探孔於淺層地層處含粉土質細砂層、砂質粉土層及粉土質黏土層等，但整體各地區地質大致多為卵礫石層夾棕黃色粗中細砂，各鑽孔簡化土層及概況歸納詳如表 2-5-2 所示，供設計參考使用(相關數據並不考慮現地土層因施工擾動而引致之強度折減狀況)。

(一)地質性質

大甲斷層緊鄰本案計畫範圍西側，其斷層地表距離工區約在 70 公尺至 830 公尺之間，斷層走向略與排水渠道平行。為預防大甲斷層錯動、劇烈地震災害發生時，可能直接對結構體造成嚴重破壞，建議可視實際需求，另行對相關水工構造物進行耐震設計。

(二)土壤液化潛能評估

根據現場鑽探取樣試驗結果顯示，地層內大多為卵礫石層，SPT-N 值皆大於 100 共有 15 處，分別為 HB-1～HB-11、HB-14 與 HB-18～HB-20 等處。另 HB-12～HB-13 與 HB-15～HB-17 等 5 處鑽探孔於淺層地層處雖然包含一般砂土層，但上述鑽孔之地下水位深度較深。因此，綜合相關地質與水文資料，於本次最大鑽探深度內，研判各主要地層發生液化之機率不高。

(三)大地與工程地質分析

1.基礎承載力分析

一般而言，基礎之承載力與土壤強度、基礎型式、基礎大小、放置深度及地下水位有關。本計畫若採用淺基礎，則基礎之極限承載力可根據 Meyerhof 公式及採用建築技術規則「建築物基礎構造設計規範(2001)」所建議公式估算：

$$q_a = [(1 + 0.3B/L)CN_c + \gamma_2 D_f N_q + \alpha \gamma_1 B N_\gamma] / F.S.$$

當採方形基腳時， $B/L=1$

$$q_a = (1.3CN_c + \gamma_2 D_f N_q + \alpha \gamma_1 B N_\gamma) / F.S.$$

式中， q_a ：容許承載力(t/m^2)

α ：形狀係數，方形基腳採 0.4，圓形基腳採 0.3

C ：土壤凝聚力(t/m^2)

γ_2 ：基礎面上土壤有效單位重(t/m^3)

γ_1 ：基礎面下土壤浸水單位重(t/m^3)

D_f ：基礎放置深度(m)

B, L ：基礎的寬度與長度(m)

N_c, N_q, N_γ ：承載力因素(詳表 6.1)

$F.S.$ ：安全係數，採用 3

(1)非塑性土層

非塑性土層之土壤凝聚力 C 採用 0，則

$$q_a = (\gamma_2 D_f N_q + \alpha \gamma_1 B N_\gamma) / F.S.$$

式中，以 Dunham 之經驗公式 $\phi = \sqrt{12N} + 15$ 、直接剪力試驗所得結果，或 N 值估算 N_c 、 N_q 、 N_γ 值。

(2)塑性土層

塑性土層之土壤摩擦角 ϕ 採用 0，則

$$N_c=5.4 \cdot N_q=1 \cdot N_\gamma=0$$

$q_u \div N/8$ 或單軸壓縮強度所得結果

$$C=q_u/2$$

$$q_a=(1.3CN_c + \gamma_2 D_f)/F.S.$$

本計畫各鑽探孔位之各項土壤室內試驗成果、無側限壓力與承载力估算結果另詳地質鑽探成果報告書，可供於進行相關大地分析與結構設計時參酌使用。

2. 沉陷量分析

一般沉陷可分為非排水性之瞬時沉陷(彈性沉陷)及排水性之壓密沉陷，非排水性之瞬時沉陷發生極為迅速，乃起因土壤本身之彈性作用，而排水性之壓密沉陷則與土壤壓密時間、透水狀況有密切關係。

(1) 瞬時沉陷

一般瞬時(彈性)沉陷量分析可採下列公式估計：

$$\Delta H = qB \frac{1-\mu^2}{E_s} I\alpha$$

$$I\alpha = 2Iw$$

$$Iw = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{L}{B} \ln \left[\frac{1 + \sqrt{(L/B)^2 + 1}}{L/B} \right] + \ln \left[\frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right] \right\}$$

其中， ΔH ：瞬時沉陷量

Q ：為結構物平均荷重

L, B ：為基礎長度，寬度

Iw ：為影響因子

μ ：柏松比

瞬時沉陷乃因載重作用而立即發生，倘採用順打工法，結構物構築時之重量直接作用於基礎，故隨結構物載重的逐漸增加，此彈性壓縮量即次第產生，當建築物構築完成，此彈性沉陷量大都已完全發生。

(2) 壓密沉陷

結構物構築完成後，由於超額孔隙水壓消散造成的長期壓密沉陷量則可以下式估算：

$$\Delta H_1 = H \cdot \frac{C_r}{1+e_0} \cdot \log \frac{P_0}{P_0 - \Delta P_1} + H \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P_2}{P_0}$$

若考慮黏性土壤開挖解壓後產生之回脹量，其回脹量可依下式估算：

$$\Delta H_2 = H \cdot \frac{C_s}{1+e_0} \cdot \log \frac{P_0}{P_0 - \Delta P_1}$$

式中， ΔH_1 ：長期壓密沉陷量

ΔH_2 ：長期回脹量

H ：可壓密(回脹)土層的厚度

e_0 ：未加載前之初始孔隙比

C_c ：壓縮土層的壓縮指數

C_r ：壓縮土層的再壓縮指數

C_s ：壓縮土層的回脹指數

P_0 ：壓縮土層未開挖時之覆土重

ΔP_1 ：壓縮土層所挖除之覆土重

ΔP_2 ：壓縮土層由結構物載重所引致之應力增量

本工程水利工程之基礎沉陷量，可依實際結構體之型式、配置與荷重，配合上述公式進行估算。

倘若排水設施與結構物之挖除土壤重量大於結構主體重量，且基礎地層未承受額外之應力增量，則初步評估基礎應無總沉陷量過大之問題。

表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(1/5)

層次	HB-1號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~0.6	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色與灰色粗中細砂	Boulder	0.6~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^*\sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^*\sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-2號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、砂土、卵礫石及少量廢棄物等	Back Fill Layer	0.0~1.3	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	1.3~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^*\sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^*\sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-3號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、卵礫石及磚塊等	Back Fill Layer	0.0~2.0	>100	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	2.0~20.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^*\sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^*\sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-4號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	0.0~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^*\sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^*\sim 42^*$ (35*)	0.00443

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-5號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、砂土、磚塊及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~2.1	12	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=27.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	2.1~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^*\sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^*\sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(2/5)

層次	HB-6號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含砂土及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~3.0	18	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=30.0^*$	—
2	卵礫石層夾灰色與棕黃色粗中細砂	Boulder	3.0~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-7號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、卵礫石及少量廢棄物等	Back Fill Layer	0.0~1.5	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾灰色與棕黃色粗中細砂	Boulder	1.5~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-8號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	棕黃色粉土質細砂夾黏土、偶夾礫石	Silty Fine Sand	0.0~3.2	23	—	—	—	$\bar{C}=0.0$	$\bar{\phi}=28.1$	—
2	棕黃色粉土質黏土夾礫石	Silty Clay	3.2~5.85	10	1.96~2.10 (2.03)	18.8~19.7	0.51~0.65	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=28.0^*$	—
3	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂與黏土	Boulder	5.85~40.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-9號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~0.6	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	0.6~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-10號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、砂土及少量廢棄物等	Back Fill Layer	0.0~1.1	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	1.1~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(3/5)

層次	HB-11號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~2.2	27	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=33.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色夾灰色粗中細砂	Boulder	2.2~40.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-12號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、磚塊及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~1.5	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕紅色粗中細砂	Boulder	1.5~5.5	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—
3	棕黃紅色粉土質中細砂偶夾粉土	Silty Fine Sand	5.5~10.9	7~9 (8)	1.60~1.75 (1.67)	10.0~11.2	0.69~0.84	$\bar{C}=0.0$	$\bar{\phi}=22.9$	—
4	青灰色至灰色粉土質黏土含砂質粉土及細砂、偶夾風化岩礫	Silty Clay	10.9~15.8	10~11 (11)	2.01~2.04 (2.03)	19.9~20.0	0.57~0.61	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=29.0^*$	—
5	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	15.8~40.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-13號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土、磚塊、卵礫石及混凝土塊等	Back Fill Layer	0.0~1.5	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=35.0^*$	—
2	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	1.5~3.8	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—
3	棕黃色粉土質細砂夾粉土	Silty Fine Sand	3.8~5.5	12*	—	—	—	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=27.0^*$	—
4	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	5.5~5.85	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—
5	灰色粉土質黏土含砂質粉土、夾細砂	Silty Clay	5.85~9.0	6	2.00	19.9	0.61	$\bar{C}=0.01$	$\bar{\phi}=27.7$	—
6	棕黃灰色砂質粉土夾黏土與細砂	Sandy Silt	9.0~13.0	7~13 (10)	1.99~2.08 (2.04)	18.0~19.0	0.53~0.59	$\bar{C}=0.0^*$	$\bar{\phi}=26.0^*$	—
7	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	13.0~30.0	>100	—	—	—	$C_r=0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r=25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(4/5)

層次	HB-14號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	卵礫石層夾灰棕色粗中細砂	Boulder	0.0~4.8	>100	—	—	—	$C_r =$ 0.0*~0.4* (0.0*)	$\phi_r =$ 25*~42* (35*)	—
2	棕黃色砂質粉土夾棕灰色粉土質中細砂、偶夾砂質黏土	Sandy Silt	4.8~6.0	12*	—	—	—	$\bar{C}=0.0$	$\bar{\phi}=27.3$	—
3	棕黃色粉土質細砂夾砂質粉土及黏土	Silty Fine Sand	6.0~7.3	19	2.15	15.1	0.45	$\bar{C}=0.0*$	$\bar{\phi}=30.0*$	—
4	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	7.3~20.0	>100	—	—	—	$C_r =$ 0.0*~0.4* (0.0*)	$\phi_r =$ 25*~42* (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-15號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~1.0	50*	—	—	—	$\bar{C}=0.0*$	$\bar{\phi}=35.0*$	—
2	棕黃色粉土質細砂夾砂質粉土及黏土、偶夾卵礫石	Silty Fine Sand	1.0~8.8	9~23 (13)	1.44~1.88 (1.62)	9.9~14.1	0.60~1.11	$\bar{C}=0.0$	$\bar{\phi}=23.1$	—
3	黃灰色砂質粉土夾細砂及黏土	Sandy Silt	8.8~15.3	7~9 (8)	1.97~2.09 (2.01)	18.6~20.3	0.54~0.65	$\bar{C}=0.0*$	$\bar{\phi}=25.0*$	—
4	卵礫石層夾棕黃色粗中細砂	Boulder	15.3~30.0	>100	—	—	—	$C_r =$ 0.0*~0.4* (0.0*)	$\phi_r =$ 25*~42* (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-16號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	卵礫石層夾黃紅色中細砂	Boulder	0.0~8.8	>100	—	—	—	$C_r =$ 0.0*~0.4* (0.0*)	$\phi_r =$ 25*~42* (35*)	—
2	棕黃紅色粉土質中細砂夾粉土、偶夾卵礫石及黏土	Silty Fine Sand	8.8~14.3	12~18 (16)	1.54~1.70 (1.60)	8.8~10.6	0.75~0.88	$\bar{C}=0.0$	$\bar{\phi}=28.1$	—
3	黃灰色砂質粉土含黏土、夾細砂及卵礫石	Sandy Silt	14.3~23.2	9~11 (10)	2.03~2.05 (2.04)	21.6~22.0	0.62~0.63	$\bar{C}=0.0*$	$\bar{\phi}=26.0*$	—
4	卵礫石層夾灰色與棕黃色粗中細砂	Boulder	23.2~40.0	>100	—	—	—	$C_r =$ 0.0*~0.4* (0.0*)	$\phi_r =$ 25*~42* (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

表 2-5-2 鑽探孔簡化土層表及大地工程參數表(5/5)

層次	HB-17號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	卵礫石層夾棕黃色粉土質黏土	Boulder	0.0~5.75	>100	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—
2	棕黃色粉土質細砂夾礫石	Silty Fine Sand	5.75~13.2	22~32 (28)	1.86~1.98 (1.92)	22.7~24.8	0.68~0.76	$\bar{C} = 0.0$	$\bar{\phi} = 32.1$	—
3	卵礫石層夾棕黃色細砂	Boulder	13.2~30.0	>100	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-18號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	卵礫石層夾棕黃色粉土質粗中細砂及礫石、偶夾黏土	Boulder	0.0~19.2	>100	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—
2	棕黃色粉土質粗中細砂	Silty Coarse to Fine Sand	19.2~20.0	33	—	—	—	$\bar{C} = 0.0^*$	$\bar{\phi} = 35.0^*$	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-19號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含回填土及卵礫石等	Back Fill Layer	0.0~2.1	6	—	—	—	$\bar{C} = 0.0^*$	$\bar{\phi} = 24.0^*$	—
2	卵礫石層夾紅棕黃色粉土質細砂	Boulder	2.1~23.3	>100	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—
3	棕黃色粉土質細砂	Silty Fine Sand	23.3~25.4	22	1.69	15.0	0.85	$\bar{C} = 0.0$	$\bar{\phi} = 29.0$	—
4	卵礫石層夾棕黃色粉土質細砂	Boulder	25.4~30.0	>100	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

層次	HB-20號鑽探孔 地層情況描述	地層分類	平均深度 (m)	SPT-N (平均值)	γ_t (平均值) t/m ³	ω_n %	e	C kg/cm ²	ϕ deg.	K cm/sec
1	回填層；包含混凝土鋪面	Back Fill Layer	0.0~0.15	50*	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—
2	卵礫石層夾棕黃色粉土質黏土及砂質粉土、偶夾粉土質細砂	Boulder	0.15~20.0	>100	—	—	—	$C_r = 0.0^* \sim 0.4^*$ (0.0*)	$\phi_r = 25^* \sim 42^*$ (35*)	—

註： C_r 與 ϕ_r 值摘自中興工程顧問社，民87年，「土層地工參數訂定方法彙整與檢討」，P.5-18(大肚山分區)。*表建議值、()表平均值，僅供參考。

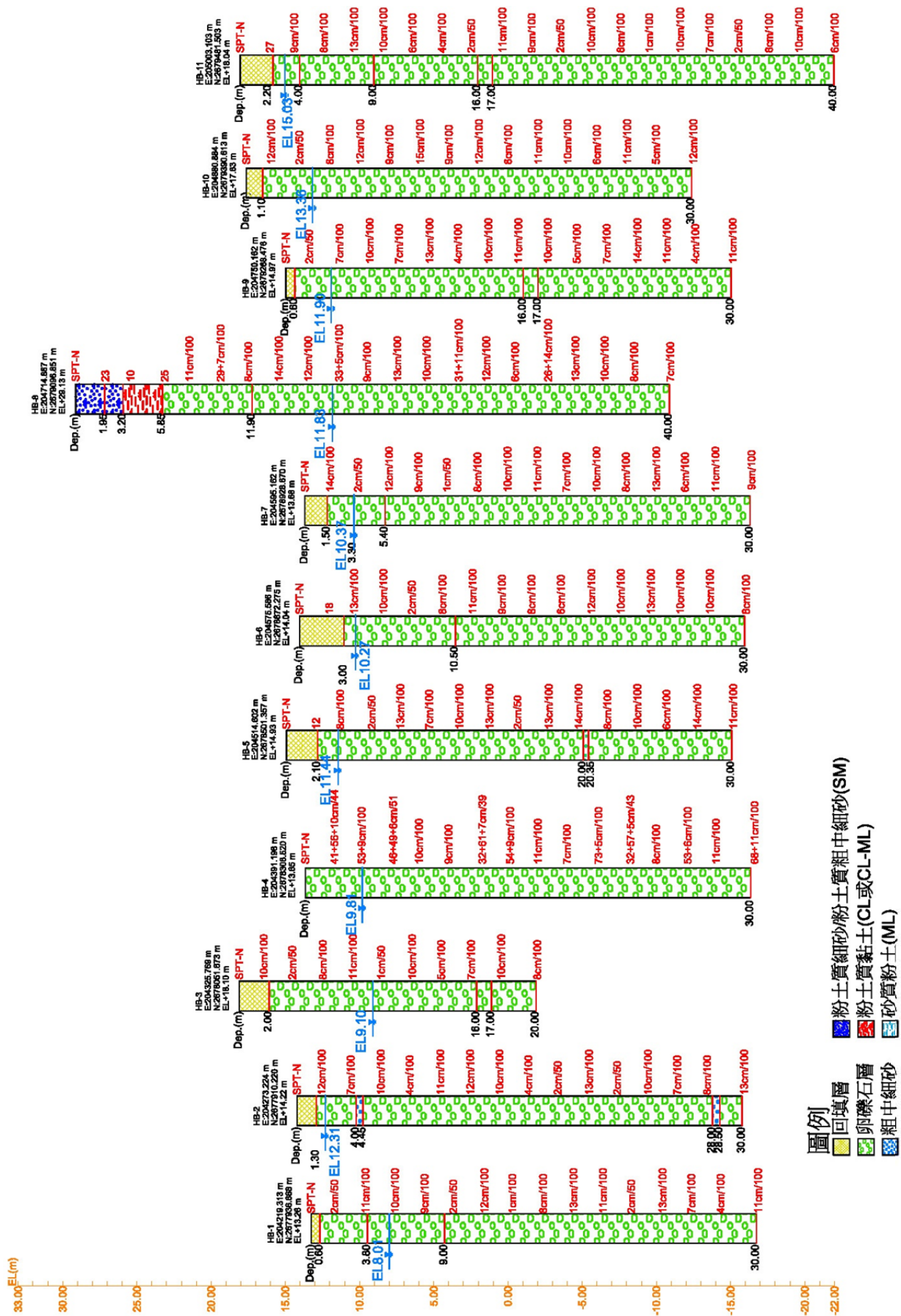
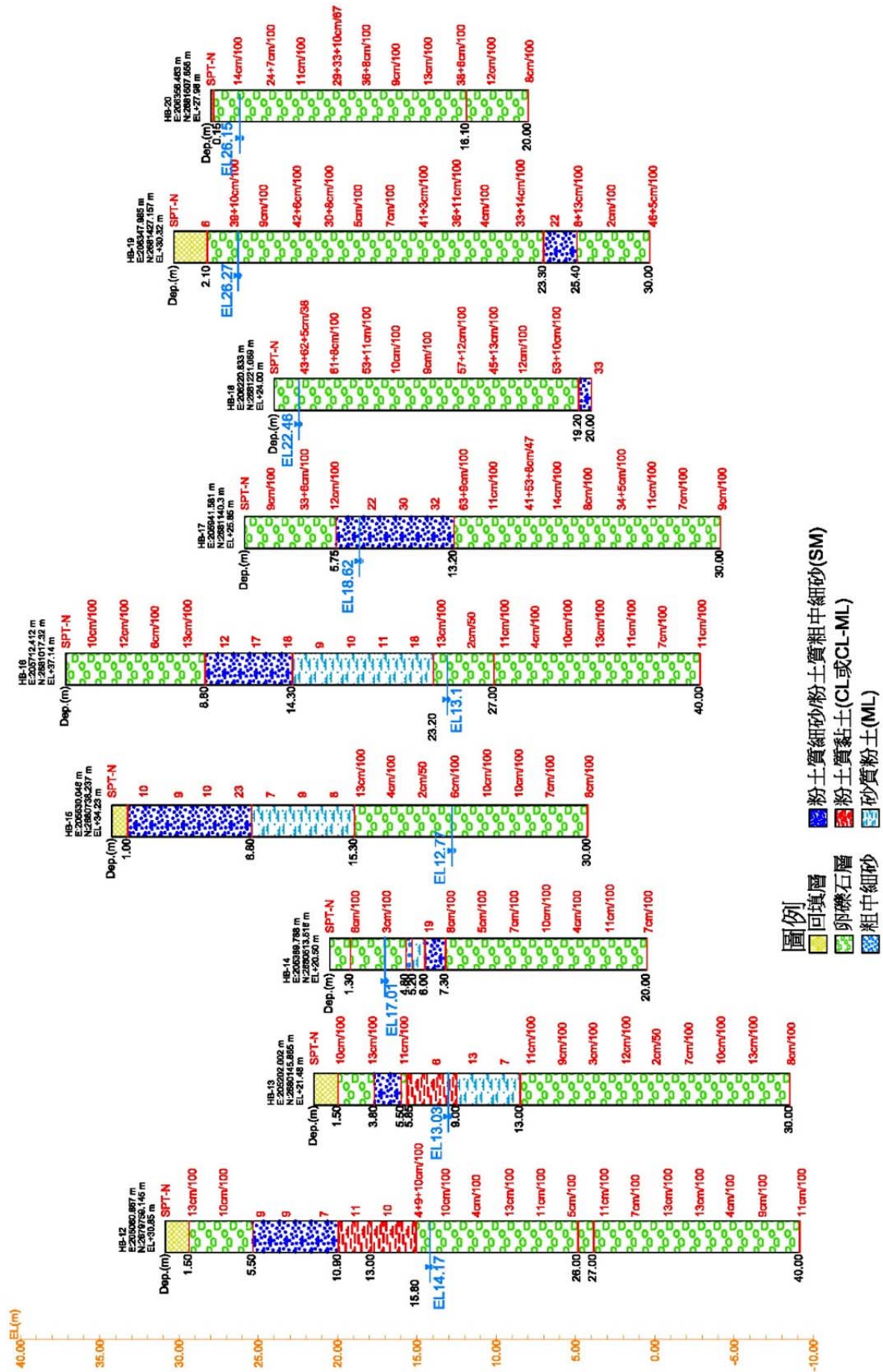


圖2-5-2 基地地層剖面圖(鑽探孔HB-1~HB-11)



三、地下水位觀測及現場透水試驗

為了解現況地下水位分佈情形，以方便後續施工工法應用及安全考量，在鑽探工作完成後，於各孔位埋設一觀測井，瞭解該區域地下水位變化情況。各鑽探孔之觀測結果更新至 6 月 5 日，請詳列於表 2-5-3 所示，其中 6 月 5 日為梅雨季期間發生大豪雨後之觀測值，相較於前期觀測資料水位變化並不大；由於本區鄰近大肚山地形區，各鑽探孔孔口高程亦有所不同，各觀測井水位差異較大；後續持續長期量測各孔水位(EL)，以確認計畫排水廊道沿線地下水位之常態區間。

另為了解枯豐期地下水之趨勢，經查詢濟部水利署水文資料庫，其鄰近地區豐、枯水期地下水長期觀測變化不大，以其中最近之茄投站(距離本工區約 3 公里)為例，9 月抬升約 0.4m 最大。

此外，為瞭解排水相關問題，因此現場透水試驗選取孔號 HB-4 卵礫石層做定水頭試驗，結果平均透水係數 $K(\text{cm/sec}) = 0.00443$ 。

表 2-5-3 地下水位觀測表

觀測水位距 地面下深度(m) 孔號	觀測 日期	2月23日 (晴)	2月28日 (晴)	3月1日 (晴)	3月2日 (晴)	3月3日 (晴)	3月4日 (晴轉陰)	3月5日 (陰)	3月6日 (陰偶雨)	3月7日 (陰)	3月8日 (陰偶雨)	3月9日 (陰偶雨)	3月13日 (晴)	4月20日 (陰偶雨)	6月5日 (陰偶雨)	平均 水位(m)
HB-1			8.02		7.98		7.90	7.91	7.95	7.97	8.03			7.86	8.44	8.01
HB-2	12.35	12.30			12.27		12.27	12.25	12.28	12.24	12.28			12.18	12.65	12.31
HB-3			9.06		9.08		9.06	9.06	9.05	9.05	9.05			8.93	9.55	9.10
HB-4						9.78	9.79	9.78	9.77	9.79	9.80		9.75	9.78	10.08	9.81
HB-5			11.41		11.40		11.42	11.40	11.40	11.45	11.48			11.53		11.44
HB-6			10.22		10.19		10.22	10.22	10.21	10.23	10.24			10.25	10.66	10.27
HB-7			10.33		10.32		10.33	10.33	10.33	10.34	10.33			10.36	10.67	10.37
HB-8						11.77	11.76	11.76	11.77	11.78	11.78		11.81	11.91	12.10	11.83
HB-9					11.82		11.91	11.84	11.83	11.85	11.83		11.80	11.93	12.27	11.90
HB-10				13.23	13.24		13.24	13.25	13.24	13.25	13.28			13.51	13.96	13.36
HB-11					14.98		14.99	14.97	14.95	14.98	15.01		14.93	15.06	15.44	15.03
HB-12						14.15	14.16	14.15	14.14	14.14	14.14		14.19	14.26		14.17
HB-13						13.06	12.98	12.98	12.98	12.98	13.00		13.01	13.33	12.98	13.03
HB-14			17.00		16.97		16.94	16.93	16.95	16.94	16.96			17.53	16.83	17.01
HB-15							12.77	12.66	12.67	12.67	12.67		12.71	13.16	12.86	12.77
HB-16									13.08	12.97	12.96		13.02	13.37	13.22	13.10
HB-17	18.73	18.50			18.62		18.62	18.54	18.57	18.53	18.58			18.72	18.76	18.62
HB-18												22.42	22.53	22.34	22.55	22.46
HB-19	26.37	26.27			26.33		26.27	26.25	26.27	26.31	26.32			26.18	26.10	26.27
HB-20	26.17	26.10			26.15		26.14	26.11	26.13	26.16	26.21			26.12	26.22	26.15

四、施工中擋抽排水計畫

本工程各基地於開挖時建議採開挖區內抽水為宜，開挖區外圍應儘可能避免抽水，以避免鄰房或道路產生沉陷，抽水時應注意擋土設施間隙之滲水問題，以防漏水導致鄰近地區地下水位下降或鄰近地區土層淘空現象。颱風豪雨期間，工地應配置足夠之抽水機組及發電機，俾迅速排除工地之積水。

將本次觀測井點位、卵礫石層、地下水位(4 月 20 日)與工程之設計渠底高、設計堤頂高套疊如圖 2-5-4，由圖可知，本工程基礎皆位於卵礫石層，基礎承载力良好，渠底抵抗沖刷能力佳，惟近期之觀測地下水位發現，HB-2、HB-5、HB-11 水位較高，且大部份高於計畫渠底，故後續施工時先開挖至地下水位，並依下列情況進行擋抽排水：

- (一)若地下水位低於計畫渠底+0.9m，則採鋼軌樁背填鋼襯板方式擋土，並配合點井抽水降低施工區域水位。
- (二)若地下水位高於計畫渠底+0.9m，則先於用地範圍外緣以 CCP 止水樁阻斷地下水影響，在施作擋土設施及區域內抽排水降低水位。

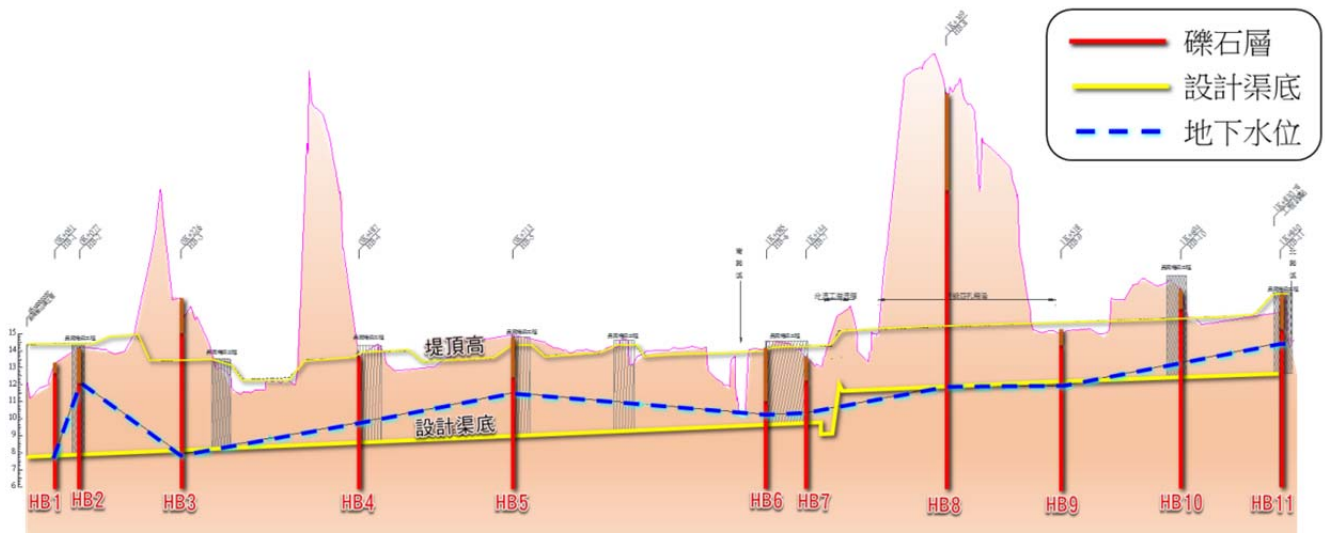


圖2-5-4 本工程地下水位縱斷面圖

2-6 粒徑分析

一、採樣位置與採樣方式

(一)採樣位置選定

本工程採樣工作主要為了解工區開挖土方之粒徑組成，以作為後續有價料估算及基礎沖刷深度計算之依據。考量施工區域特性，故以 4 處採樣坑為代表，並參考地質鑽探成果基地地層剖面圖，第一處選取 HB-4 點附近作為代表試驗坑；第二處選取 HB-5 點附近作為代表試驗坑；第三處選取 HB-9 點附近作為代表試驗坑；第四處選取 HB-10 點附近作為代表試驗坑。

(二)採樣方式選取

目前國內河床質採樣大略分兩種，體積法採樣與表面積法採樣，依經濟部水利署水利規劃試驗所—河床質調查作業參考手冊內提到，表面積採樣不適用於植生茂密、或有明顯積砂的灘地表面，僅能得知表面積粒徑分佈，但由於本計畫表土有明顯回填層不適宜網格取樣，會影響試驗真實結果。體積法可獲得材料較完整之粒徑分佈狀況，為獲得材料垂直向資訊的唯一調查方式，試驗程序不易受到人為因素影響等。就上述等原因，本次選取體積採樣法作為本次採樣方法。

(三)體積法採樣與分析

參考經濟部水利署水利規劃試驗所—河床質調查作業參考手冊，搭配實際現況修正作為採樣程序說明：

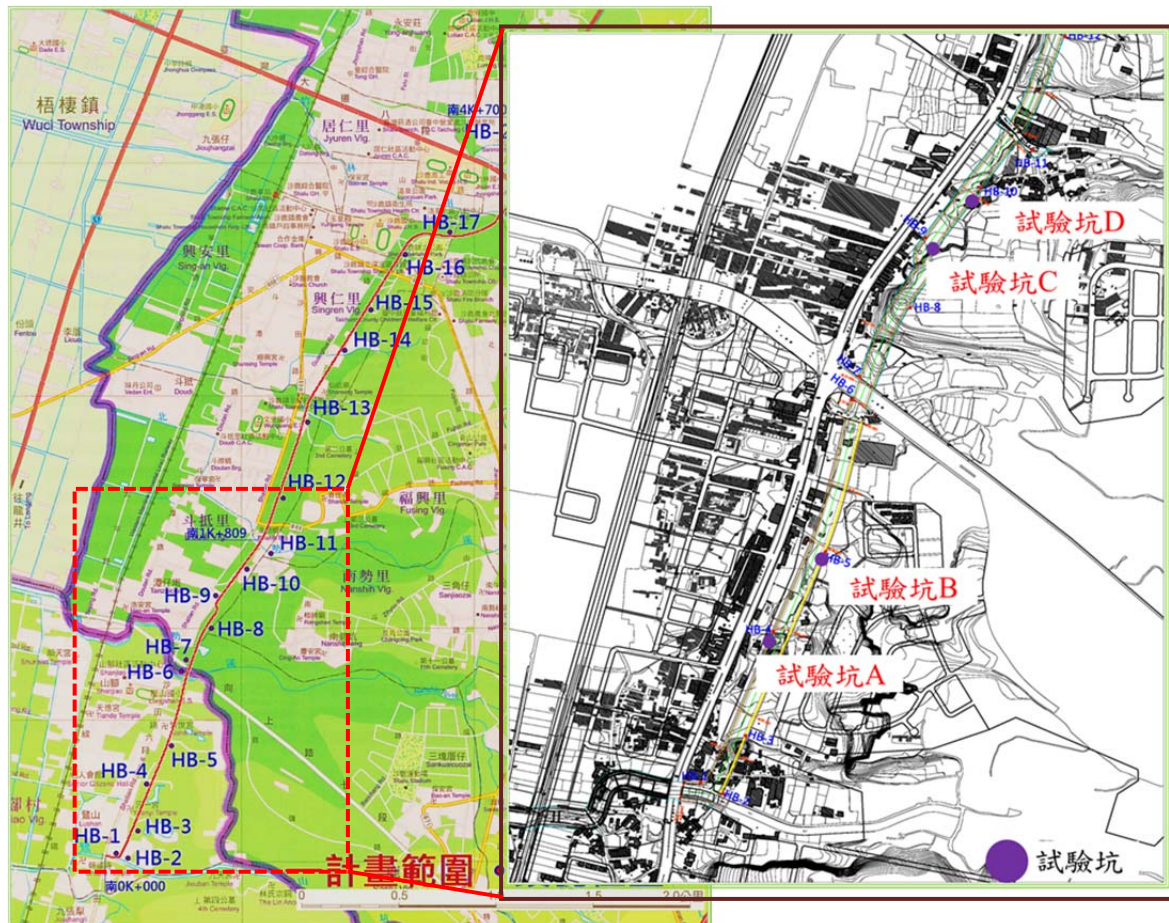


圖2-6-1 採樣孔位置圖

1. 體積法採樣作業程序如下：

- (1)設備：2"、1 1/2"、3/4"、3/8" 標準篩、捲尺、100公斤彈簧秤、帆布(大小應足以置放材料與進行篩分析)、砂鈹、畚箕、工作手套、採樣記錄表、筆、照相機、普利桶、GPS。
- (2)人員：3~4 人一組。
- (3)選定採樣位置，進行放樣，以噴漆或其他方式標示採樣範圍。
- (4)決定表層深度：依據鑽探報告及現場實際現況決定。
- (5)以 GPS 量測座標，記錄於現場記錄表上。
- (6)以人工挖掘方式進行土樣顆粒採樣。
- (7)採集到的樣品於現地採用 2"、1 1/2"、3/4"、3/8"、#4號篩進行現地篩分析試驗。
- (8)停留於2" 以捲尺量測長短軸方式及秤重加以記錄。
- (9)量測各級顆粒重量。
- (10)將通過#4號篩樣品秤重記錄後，以四分法取代表性樣品(約2~3公斤重)進行室內篩分析試驗。
- (11)進行底層樣品人工採樣，重複步驟 7 至步驟10。

(12)本次原則上以一立方公尺之採樣坑(長、寬、高為一公尺)，主要因實際現地考量決定開採之大小及深度，以人工式挖掘。野外採樣篩分析過程列如圖2-6-2～圖2-6-4。



圖2-6-2 野外採樣篩分析試驗過程

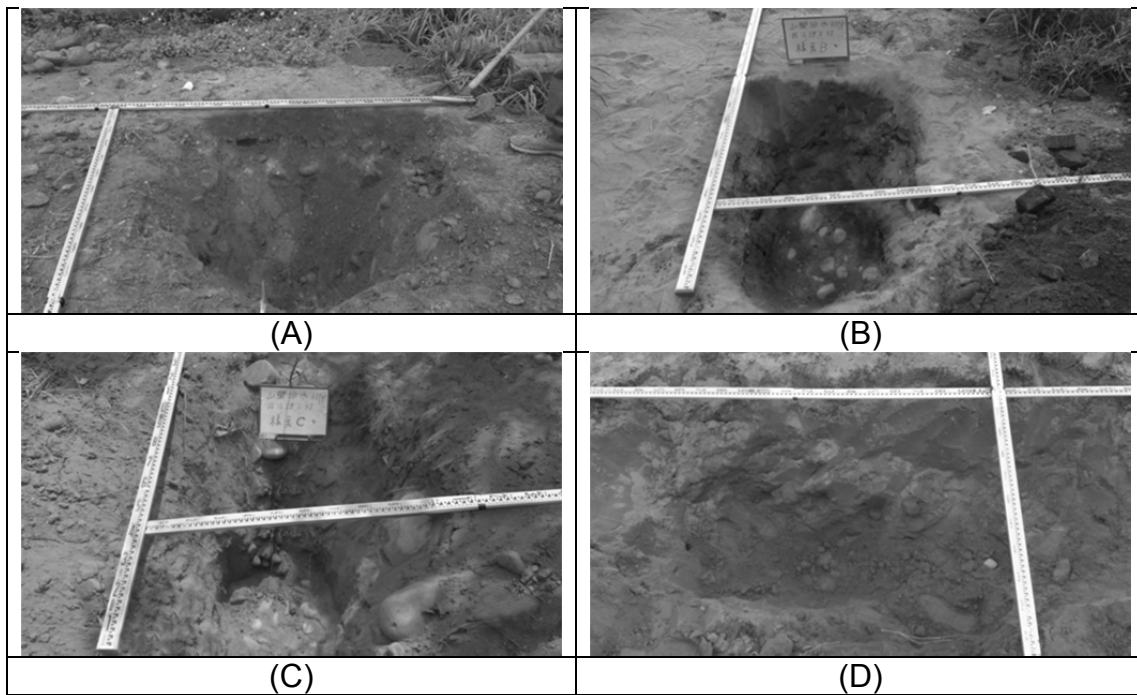


圖2-6-3 野外各採樣點範圍大小

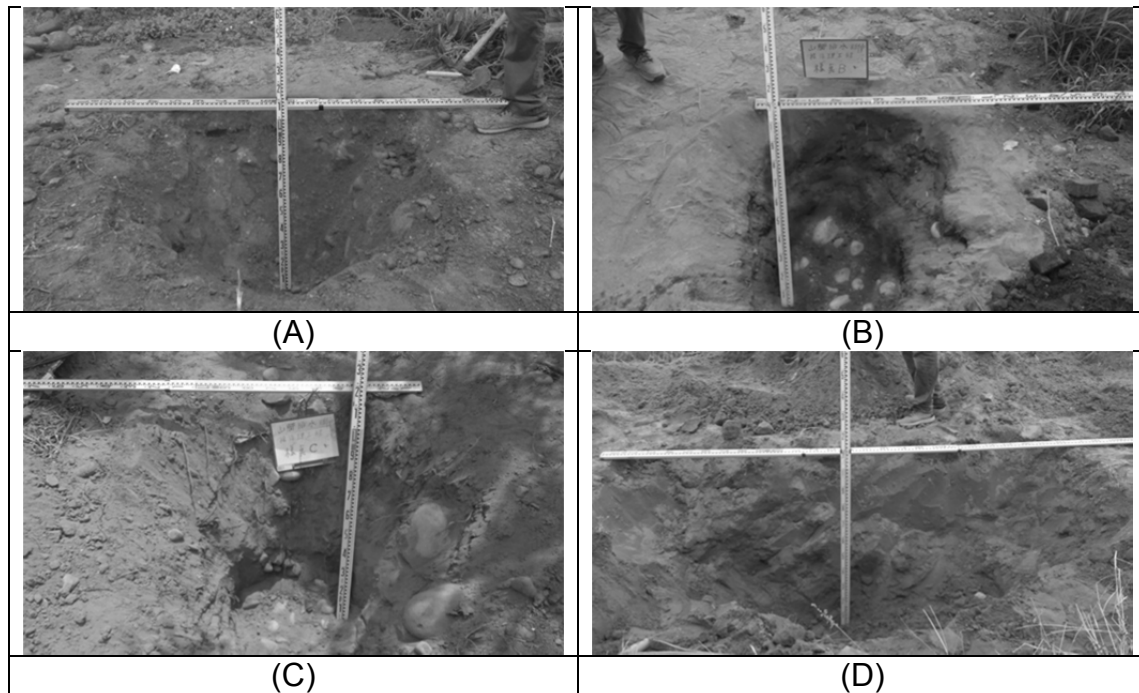


圖2-6-4 野外各採樣點深度

2. 室內篩分析作業程序如下：

體積法採樣所得材料於現地篩分析後所得細料，分層以四分法取代表性樣品於室內進行篩分析工作。

體積法採樣所得材料於現場進行篩分析，通過 3/8" 篩之細顆粒材料以四分法原則收集具代表性之樣品(約 2~3 公斤重)，帶回進行室內篩分析試驗，步驟如下：

- (1) 將細粒料分散置入烘箱烘乾 24 小時(105℃)。
- (2) 採用#4、#8、#16、#30、#50、#100、#200、底盤進行篩分析。
- (3) 將每一個空篩秤重記錄。
- (4) 組合所有空篩，將細粒料倒入#4 號篩，蓋好後置入搖篩機搖篩至少 20 分鐘。
- (5) 將每一篩號分開秤重記錄，與空篩之差值即為停留於該篩耗上之材料重。
- (6) 依照與現場細料總重為比例，換算回原始細料重量後，併入現場篩分析資料進行粒徑分析。室內篩分析過程列如圖 2-6-5。

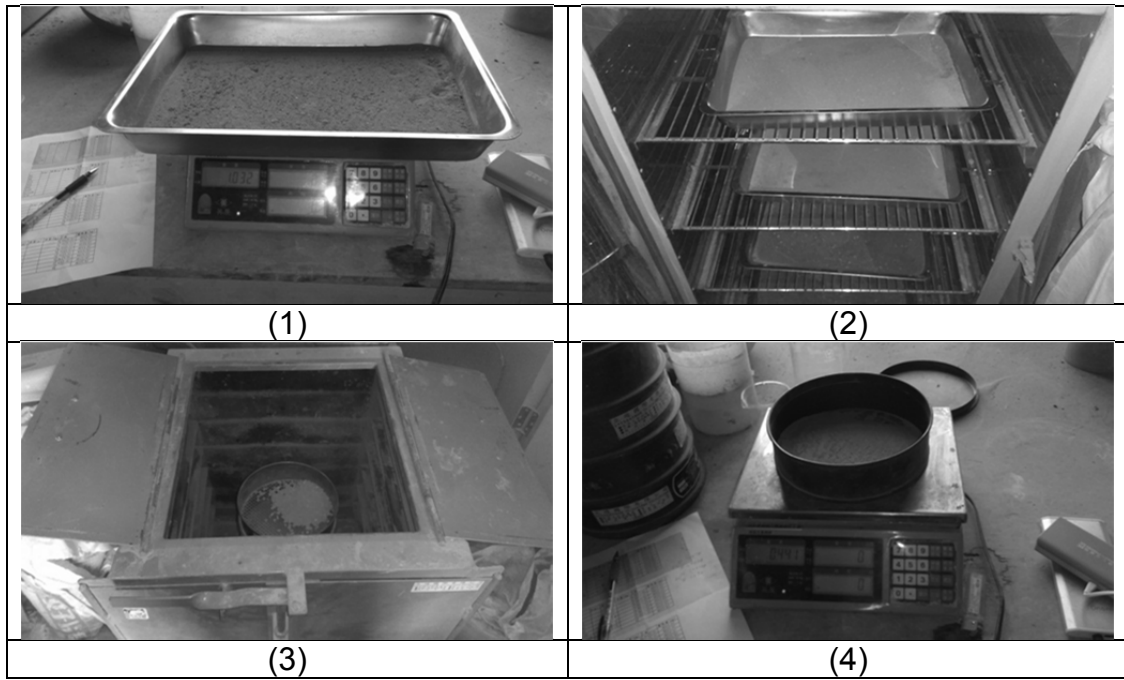


圖2-6-5 室內篩分析試驗過程

二、顆粒累積曲線分佈成果繪製

依據篩分析結果，計算累積停留百分率或通過百分率繪製於半對數座標上，橫坐標採用對數格以表示粒徑(公厘)，縱坐標為普通格以表示通過百分數，點繪各種粒徑之通過百分數於圖內，再以光滑曲線連接(或以兩點之平均值連接)至最大石徑點，即為顆粒級配累積曲線如圖 2-6-6～圖 2-6-9。

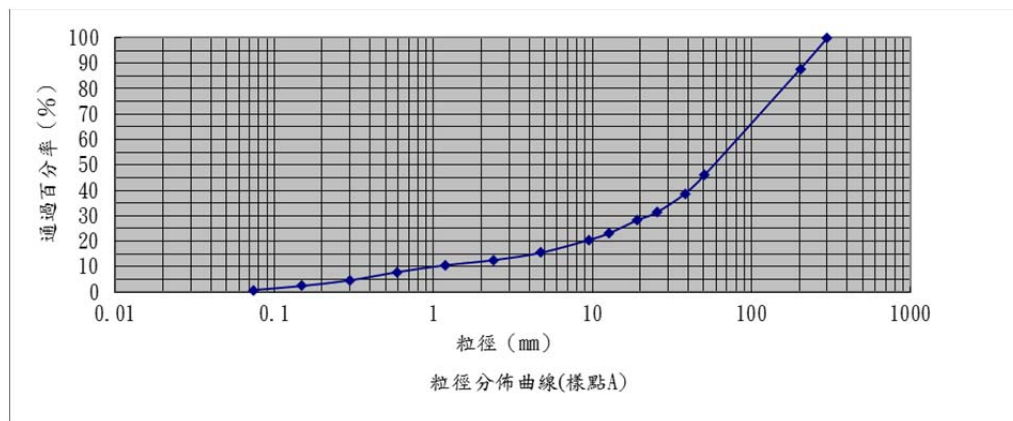


圖2-6-6 樣點A土樣粒徑累積曲線圖

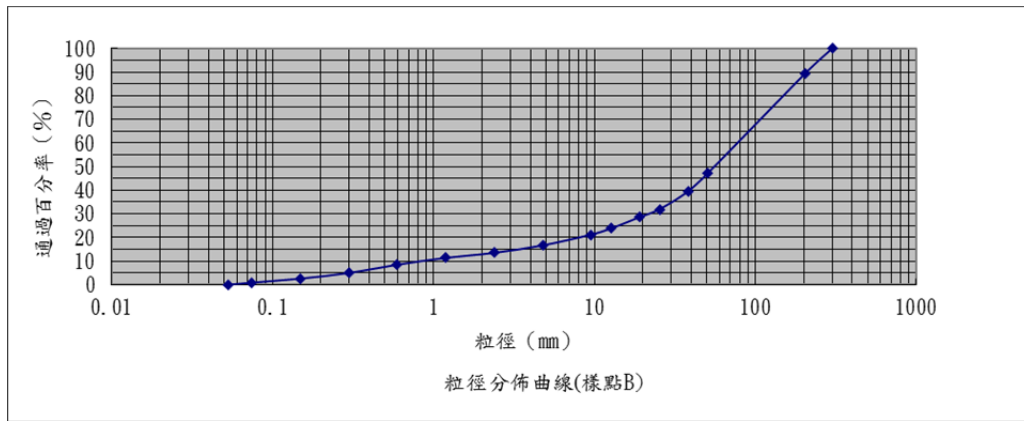


圖2-6-7 樣點B土樣粒徑累積曲線圖

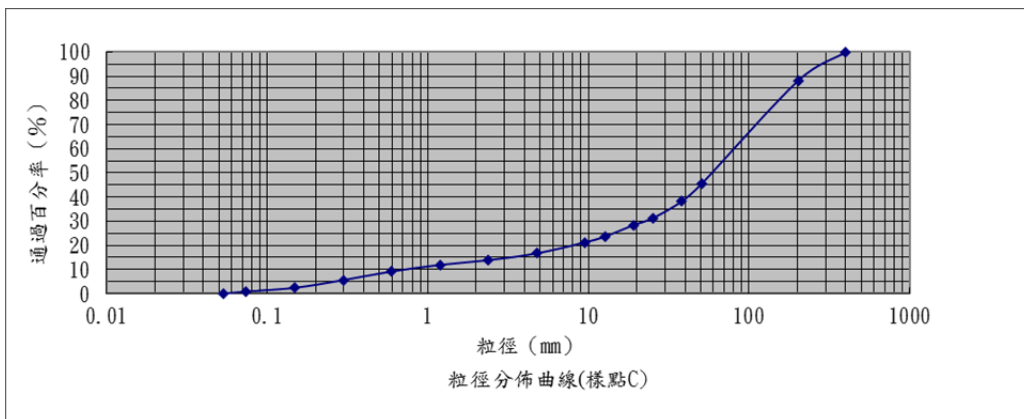


圖2-6-8 樣點C土樣粒徑累積曲線圖

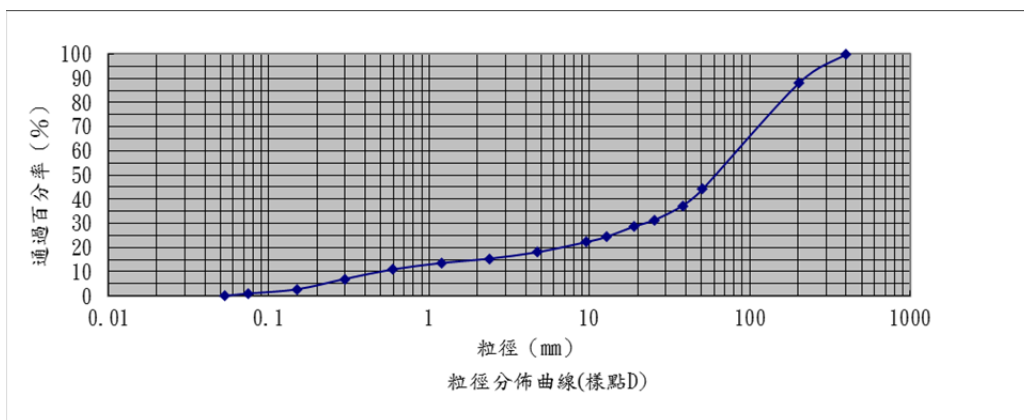


圖2-6-9 樣點D土樣粒徑累積曲線圖

三、平均粒徑(D_m)

由各採樣孔計出之各別停留百分率與粒徑別求得。

(一)平均粒徑之計算

$$D_m = (\sum d \times \Delta P) / 100$$

D_m=平均粒徑

d=各篩號間平均粒徑(相鄰兩個篩號粒徑相乘再開平方得之)

ΔP=各篩號停留百分率(%)

(二)代表粒徑

為配合工程上之需要，由各採樣坑之粒徑累積曲線直接讀出各種代表粒徑 d_{20} 、 d_{35} 、 d_{50} 、 d_{65} 、 d_{70} 、 d_{90} 等之代表粒徑，並列出平均粒徑、最大石徑及砂質含量等，俾供應用，平均粒徑及代表粒徑分析成果列如表 2-6-1。

表 2-6-1 土樣平均粒徑及代表粒徑分析成果表(挖方土樣估算)

採樣 編號	位置(TWD-97)	Dm	代表粒徑(mm)						Dmax	砂質含量 %
		(mm)	d_{20}	d_{35}	d_{50}	d_{65}	d_{75}	d_{90}	(cm)	(4.76 mm 以下)
A	N: 2678309.576 E: 204388.863	53.03	12.51	36.16	71.57	123.09	157.44	217.10	32	12.61
B	N: 2678483.634 E: 204507.151	50.19	10.72	33.47	65.26	117.46	152.26	206.57	35	14.68
C	N: 2679260.261 E: 204776.980	52.06	11.09	35.81	71.46	122.43	156.40	224.72	37	14.48
D	N: 2679379.002 E: 204842.568	52.10	8.77	35.27	72.87	123.63	157.47	228.66	40	16.84

另依據鑽探成果，本工程護岸基礎皆位於卵礫石層，故另外針對卵礫石層進行粒徑分析，以作為後續計算之依據，如下表。

表 2-6-2 土樣平均粒徑及代表粒徑分析成果表(卵礫石層)

採樣 編號	位置(TWD-97)	Dm	代表粒徑(mm)						Dmax	砂質含量 %
		(mm)	d_{20}	d_{35}	d_{50}	d_{65}	d_{75}	d_{90}	(mm)	(4.76 mm 以下)
A	N: 2678309.576 E: 204388.863	55.61	13.76	38.09	75.59	127.34	161.85	225.64	320	11.62
B	N: 2678483.634 E: 204507.151	51.97	11.47	34.74	68.04	120.40	155.31	214.20	350	13.99
C	N: 2679260.261 E: 204776.980	54.53	12.46	38.10	75.59	126.57	160.56	241.96	370	13.27
D	N: 2679379.002 E: 204842.568	54.64	11.07	39.03	78.66	128.54	161.80	243.21	400	15.05

四、粒徑分析結果

本工程為新闢排水路工程，剩餘土方數量龐大，考量現地為卵礫石層之地質特性，因此擬以就地取材方式，在後續施工時採取現地 20 公分尺寸以上之卵礫石，作為加強新建排水路渠底抗沖刷及護岸構料，並減少外運土方量；故另外將現地採樣結果分析其卵礫石含量，以供後續現地材料推估參考，礫石(#4 號標準號篩以上)含量及卵礫石 20cm 以上百分比如下表。

表 2-6-3 礫石重量百分比

採樣編號	礫石含量 % (4.76 mm 以上)	砂土質含量 % (4.76 mm~0.075 mm)	粉、黏土質含量 % (0.075 mm 以下)
A	88.38	11.02	0.60
B	86.01	13.27	0.72
C	86.73	12.58	0.69
D	84.94	14.27	0.79
平均	86.515	12.79	0.70

表 2-6-4 卵礫石 200 mm 以上含量百分比

採樣編號	卵礫石含量%(200 mm 以上)
A	13.02
B	11.28
C	12.45
D	12.55

2-7 管線調查

經調查及蒐集各管線單位資料套疊發現，本工區範圍大部分管線沿既有東西向道路及巷弄佈設，相關管線單位包括中華電信、台灣電力公司、台灣自來水公司、欣彰天然氣、佳光有線電視公司等，惟既有道路改建為橋梁係屬台中市政府另案工程，非屬本工程施作範圍內，僅鷺山橋上游右岸既有道路及南斗路392巷位於本工程施作範圍內，經資料套疊計有中華電信、台灣電力公司、台灣自來水公司、佳光有線電視公司4管線需辦理管線遷移，相關位置如下圖，後續將設計成果提供各管線單位協商遷移時程。

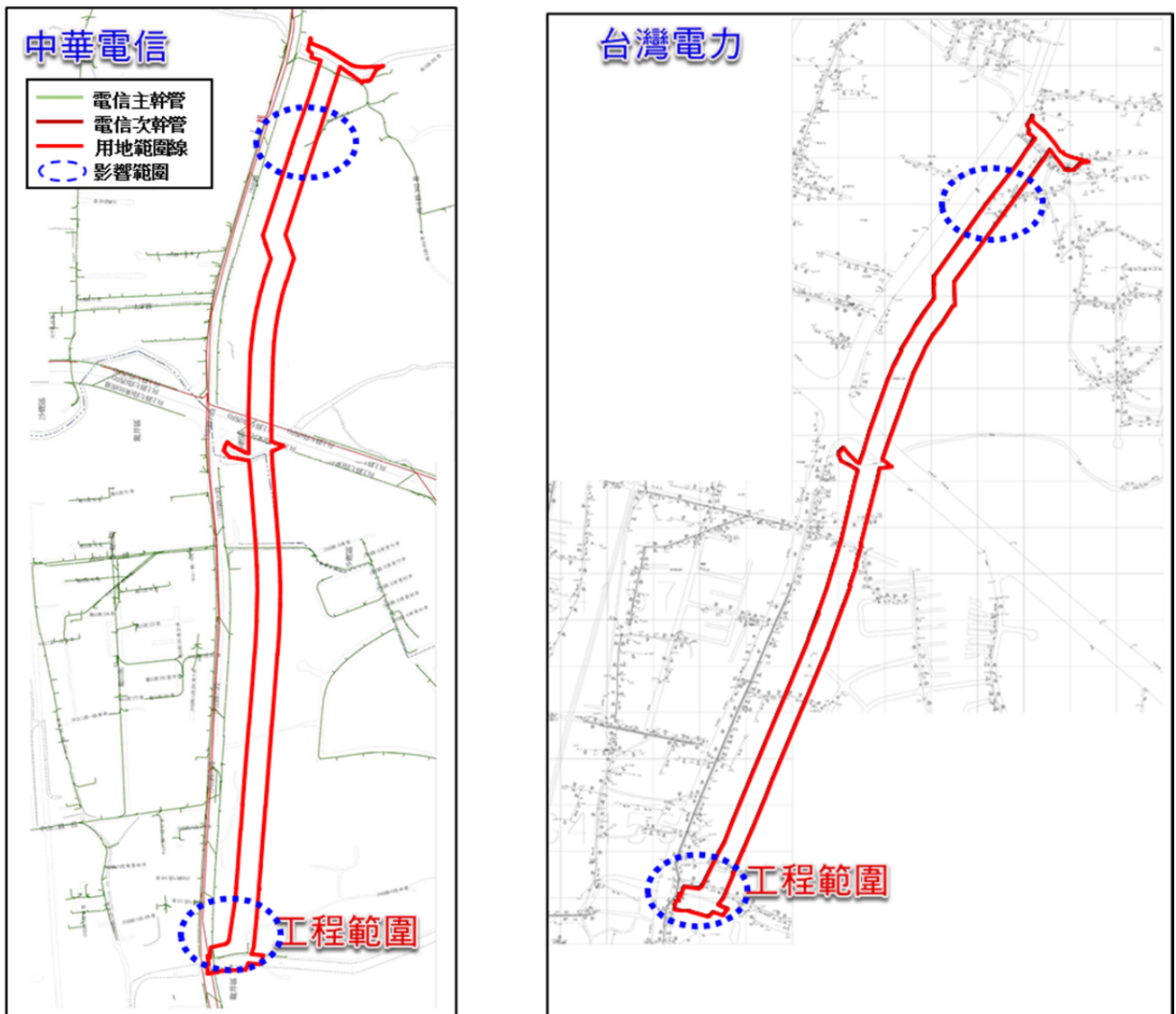


圖2-7-1 管線調查成果圖(一)

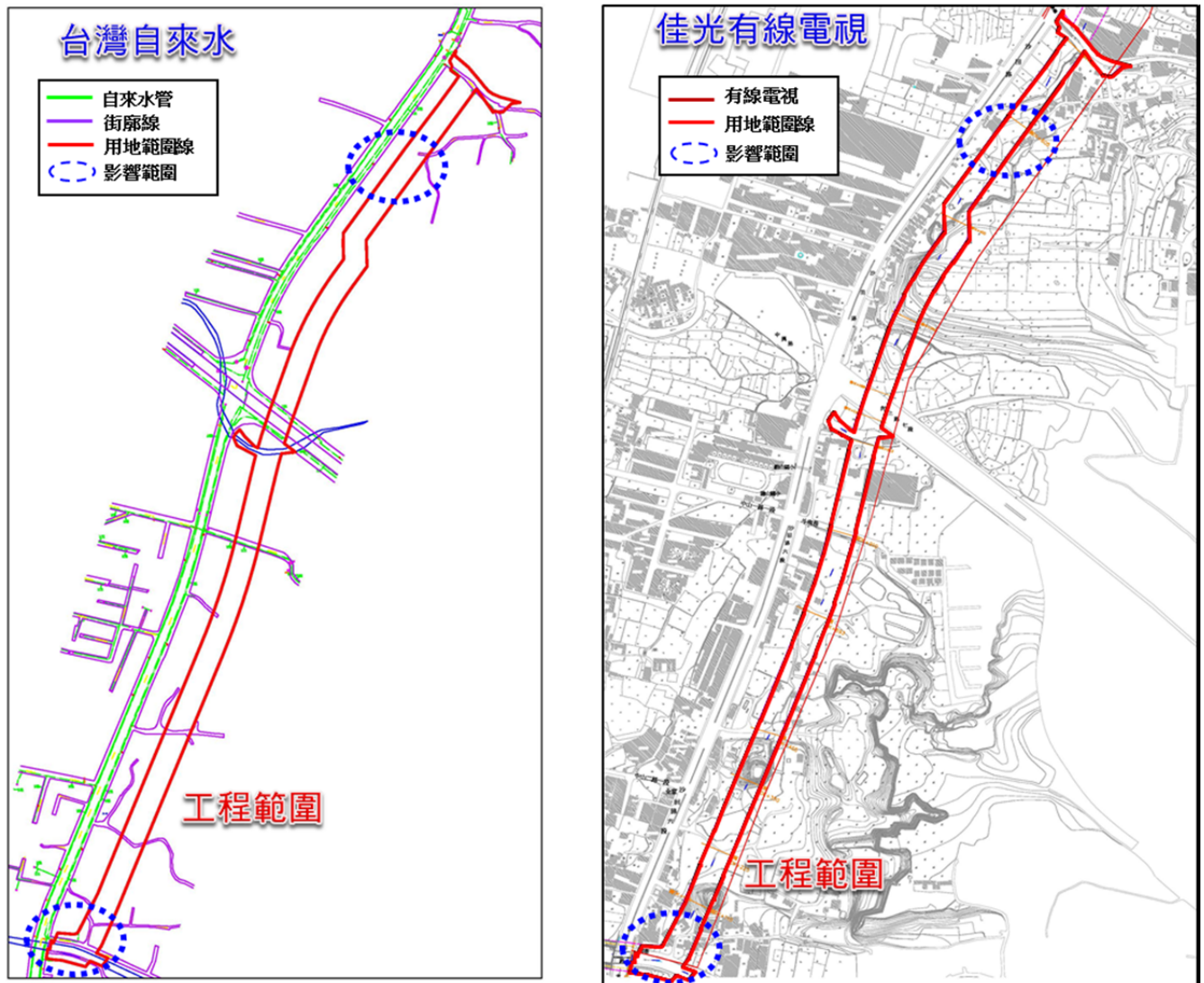


圖2-7-2 管線調查成果圖(二)

第三章 用地取得情形及相關法令分析

3-1 用地調查與地籍套繪

本工程已針對工程設計佈置之用地範圍，洽請台中市政府水利局提供最新地籍資料及用地清冊，並比對以往用地調查資料，進行地形圖套繪地籍圖，經與市府確認後地籍套繪成果如圖3-3-1。本工程樁號南0K+000～南1K+809用地範圍線內之私有地目前已完成用地徵收及地上物查估作業，南1K+809～南4K+700後續工程用地則尚未辦理徵收。

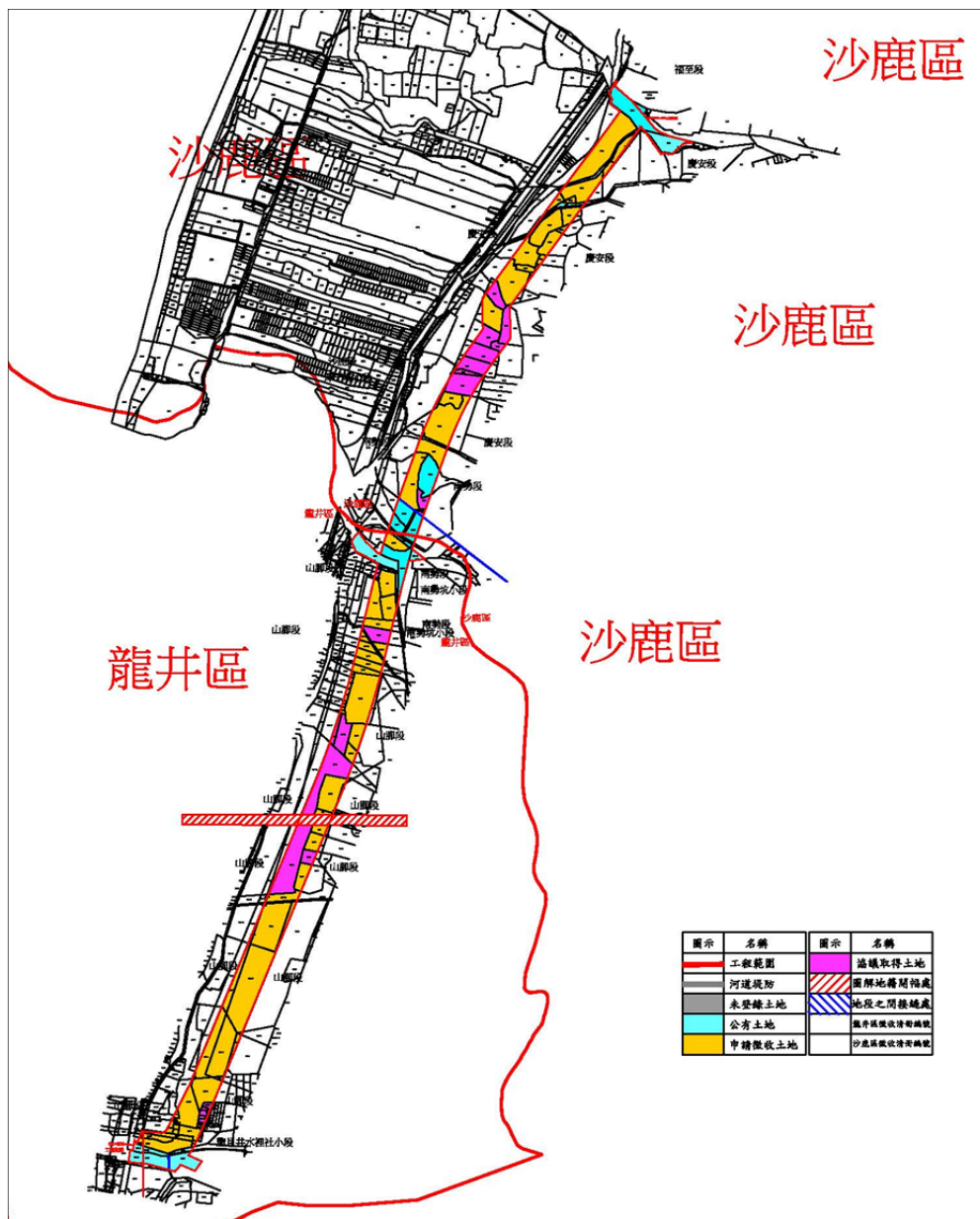


圖3-3-1 本工程範圍地籍套繪圖

3-2 相關法令

一、流域綜合治理特別條例

(一)第 2 條：

本條例之適用範圍，為行政院核定流域綜合治理計畫所明列之直轄市、縣（市）管河川及區域排水、農田排水、水產養殖排水、雨水下水道、上游坡地水土保持及治山防洪區域。

依本條例執行之直轄市、縣（市）管河川及區域排水治理工程所需用地，得逕行辦理工程用地徵收，不受水利法第八十二條規定之限制。

(二)第 7 條：

為加速取得流域綜合治理計畫所需用地，其涉及都市計畫之變更者，得於必要時依都市計畫法第二十七條規定，逕行變更或逕為變更。

前項都市計畫之變更，依法應辦理環境影響評估、實施水土保持之處理及維護者，應依都市計畫法第二十七條之二規定辦理。

執行本條例計畫所涉及非都市土地分區變更程序者，各級區域計畫主管機關於審查土地變更申請案時，得與水土保持、環境保護、原住民族主管機關就水土保持計畫及環境影響評估併行審查。

二、水利法及其施行細則

(一)水利法第四十六條：興辦水利事業，關於左列建造物之建造、改造或拆除，應經主管機關之核准：

- 1.防水之建造物。
- 2.引水之建造物。
- 3.蓄水之建造物。
- 4.洩水之建造物。
- 5.抽汲地下水之建造物。
- 6.與水運有關之建造物。
- 7.利用水力之建造物。
- 8.其他水利建造物。

前項各款建造物之建造或改造，均應由興辦水利事業人備具詳細計畫圖樣及說明書，申請主管機關核准。如因特殊情形有變更原核准計畫之必要時，應由興辦水利事業人聲敘理由，並備具變更之計畫圖樣及說明書，申請核准後為之。但為防止危險及臨時救濟起見，得先行處置，報請主管機關備案。

未經主管機關核准而擅行施工之水利建造物，主管機關得令其更改或拆除。

(二)水利法第八十二條：水道治理計畫線或用地範圍線內之土地，經主管機關報請上級主管機關核定公告後，得依法徵收之；未徵收者，為防止水患，並得限制其使用。

水道治理計畫線或用地範圍線內之土地經公告實施後，主管機關應定期辦理通盤檢討。但因重大天然災害致水道遽烈變遷時，得適時修正變更。

主管機關依第一項公告之水道治理計畫線或用地範圍線內施設防洪設施所需之用地，或依計畫所為截彎取直或擴大通洪斷面辦理河道治理，致無法使用之私有土地及既有堤防用地，應視實際需要辦理徵收。

河川區域內依前項致無法使用之私有土地，其位於都市計畫範圍內者，經主管機關核定實施計畫，而尚未辦理徵收前，得準用都市計畫法第八十三條之一第二項所定辦法有關可移出容積訂定方式、可移入容積地區範圍、接受基地可移

入容積上限、移轉方式及作業方法等規定辦理容積移轉。

前項容積移轉之換算公式，由內政部會同經濟部訂定。

- (三)水利法第八十三條：尋常洪水位行水區域之土地，為防止水患，得限制其使用，其原為公有者，不得移轉為私有；其已為私有者，主管機關應視實際需要辦理徵收，未徵收者，為防止水患，並得限制其使用。

前項所稱洪水位行水區域，由主管機關報請上級主管機關核定公告之。

- (四)水利法第八十三條之一：前二條主管機關所為已逕為分割編定或變更編定為水利用地之私有土地，其所有權人得申請變更編定為適當用地。

依前條規定限制使用之私有土地，得以依區段徵收或水利地重劃等方式，辦理用地之取得。

前項水利地重劃辦法，由中央主管機關會同中央地政機關定之。

本工程已依規定完成協議價購及土地徵收。

三、水土保持法

- (一)水土保持法第八條：下列地區之治理或經營、使用行為，應經調查規劃，依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護：

- 1.集水區之治理。
- 2.農、林、漁、牧地之開發利用。
- 3.探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。
- 4.修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。
- 5.於山坡地或森林區內開發建築用地，或設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地。
- 6.防止海岸、湖泊及水庫沿岸或水道兩岸之侵蝕或崩塌。
- 7.沙漠、沙灘、沙丘地或風衝地帶之防風定砂及災害防護。
- 8.都市計畫範圍內保護區之治理。
- 9.其他因土地開發利用，為維護水土資源及其品質，或防治災害需實施之水土保持處理與維護。

- (二)水土保持法第十二條：

- 1.水土保持義務人於山坡地或森林區內從事下列行為，應先擬具水土保持計畫，送請主管機關核定，如屬依法應進行環境影響評估者，並應檢附環境影響評估審查結果一併送核：
 - (1)從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之修築農路或整坡作業。
 - (2)探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。
 - (3)修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。
 - (4)開發建築用地、設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地。
- 2.前項水土保持計畫未經主管機關核定前，各目的事業主管機關不得逕行核發開發或利用之許可。
- 3.第一項各款行為申請案依區域計畫相關法令規定，應先報請各區域計畫擬定機關審議者，應先擬具水土保持規劃書，申請目的事業主管機關送該區域計畫擬定機關同級之主管機關審核。水土保持規劃書得與環境影響評估平行審查。

- 4.第一項各款行為，屬中央主管機關指定之種類，且其規模未達中央主管機關所定者，其水土保持計畫得以簡易水土保持申報書代替之；其種類及規模，由中央主管機關定之。

本工程基地雖屬山坡地範圍，惟是否提送水土保持計畫仍應依「水土保持計畫審核監督辦法」規定辦理。

四、水土保持計畫審核監督辦法

(一)水土保持計畫審核監督辦法第十二條：主管機關有下列情形之一，應副知相關機關：

- 1.核定水土保持計畫及簡易水土保持申報書。
- 2.核發水土保持施工許可證及水土保持完工證明書。
- 3.審定水土保持規劃書。
- 4.同意依第四條第一項第二款及第三款規定，免擬具水土保持計畫或簡易水土保持申報書。

(二)水土保持計畫審核監督辦法第十三條：依本法第六條及第六條之一所為之簽證，應檢附技師證書、執業執照等影本；屬各級政府機關、公營事業機構及公法人自行興辦者，應檢附技師證書影本。

惟依據農委會（89）農林字第 890152341 號解釋函說明三：「山坡地範圍內水利工程或野溪整治工程，由於工程內容及態樣繁多，以水土保持主管機關辦理之野溪整治工程為例，其本質即屬水土保持處理與維護之一種，非屬土地之開發利用，宜無需依同法第十二條或第十三條規定先擬具水土保持計畫送核。至於水利主管機關興辦之水利工程，是否需先擬具水土保持計畫送核，請貴府本相同原則，就個案工程內容，逕為卓處」，並已於 4 月 7 日與台中市政府協商本工程為水利工程，請坡管科續行研議本案申請免擬具水土保持計畫之可行性。

五、國有財產法

國有財產法第 38 條：非公用財產類之不動產，各級政府機關為公務或公共所需，得申請撥用。但有左列情形之一者，不得辦理撥用：

- 1.位於繁盛地區，依申請撥用之目的，非有特別需要者。
- 2.擬作為宿舍用途者。
- 3.不合區域計畫或都市計畫土地使用分區規定者。

前項撥用，應由申請撥用機關檢具使用計畫及圖說，報經其上級機關核明屬實，並徵得財政部國有財產局同意後，層報行政院核定之。

本工程若因用地不足或整體排水考量，需辦理週邊公有地撥用的話，因不合區域計畫或都市計畫土地使用分區，恐無法撥用，故需辦理排水治理計畫變更土地使用分區後方可使用。

五、開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準

第 14 條第 3 項第 5 款規定，防洪排水興建或擴建工程在同一排水路沿河身計其長度十公里或累積長度二十公里以上(已完成之排水路，其長度不納入累積)，應實施環境影響評估。本案規劃設計施工排水長度計約 1.9 公里，故免實施環境影響評估。

第四章 原規劃方案檢討

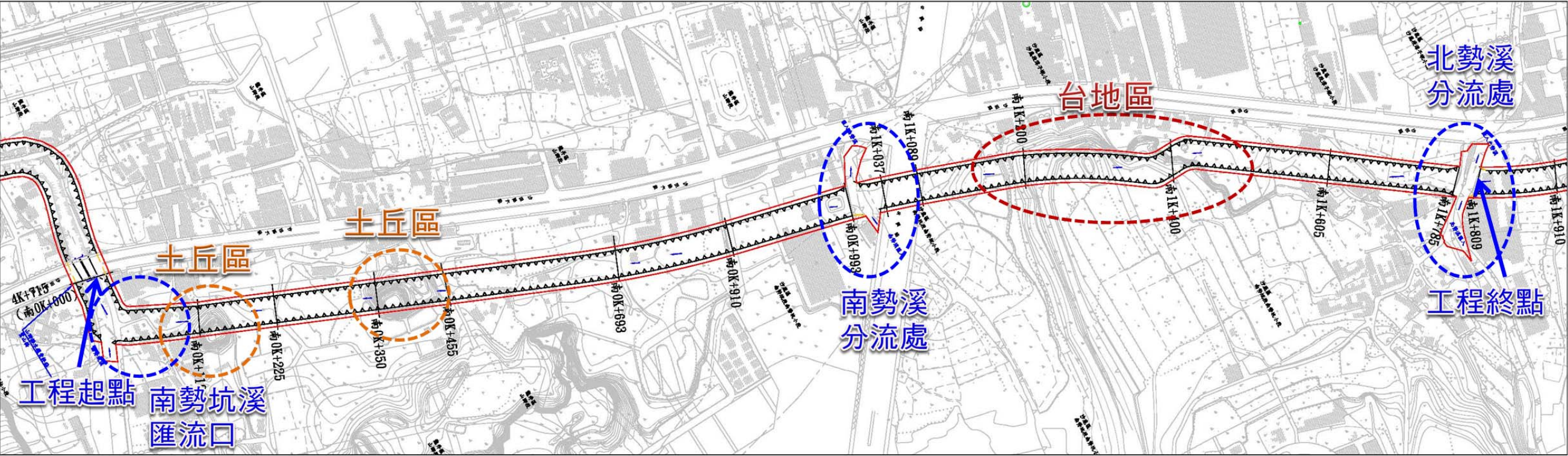
4-1 原規劃方案

依據「台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃報告(民國101年，水規所)」以及「台中市管區域排水山腳排水治理計畫(民國104年，台中市政府)」之規劃成果，其規劃之平面及各渠段斷面如圖4-1-1所示。

比較前後規劃斷面，治理計畫斷面明顯較原規劃斷面渠寬增加，經檢視其計畫洪水位並未改變，表示治理計畫階段雖放寬渠道斷面，但並未重新水理演算，故本工程設計時原則以治理計畫斷面配置，得配合必要之附屬設施(如堤後擋牆、側溝...等)適度縮減渠寬，並重新進行水理分析，惟設計渠寬以不得小於原規劃方案渠寬為原則。

4-2 原規劃方案檢討

- (一)防洪保護標準：原規劃設計防洪保護標準採 Q10 洪水位加 1m 出水高為計畫堤頂高，治理計畫亦依循此一保護標準，惟並未重新水理演算，故本工程後續仍依循前期保護標準，且設計堤頂高以等於或高於計畫堤頂高為原則進行設計。
- (二)渠道斷面：原規劃之斷面大小、寬度與治理計畫明顯不同，如依治理計畫之斷面設計時，恐有斷面過大、水深較淺而用地浪費之情形；且前期計畫因係屬規劃階段，僅針對整體工程進行初步佈置，本工區地形起伏較大，有關堤後之擋土、排水及深開挖部份則尚未有相關規劃，故本工程擬依工區地形，將兩岸附屬設施(道路、護欄、擋牆、生態、側溝...等)納入工作項目辦理。
- (三)原規劃水理演算時並未考量分流工處斷面突縮之影響，斷面尺寸應配合重新水理分析成果檢討，並將計畫渠底一併納入檢討。
- (四)南勢坑溪匯流口及南、北勢溪分流工等渠段地勢、流況較為複雜，應配合詳細水理計算以擬定工程配置方案。
- (五)計畫排水路需通過 2 處土丘及 1 處台地，開挖深度最大達 18 公尺，其配置方式應重新檢討。



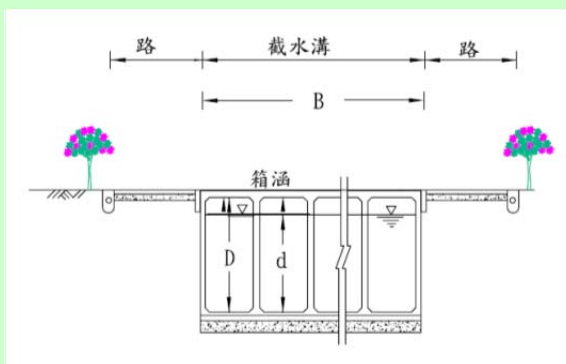
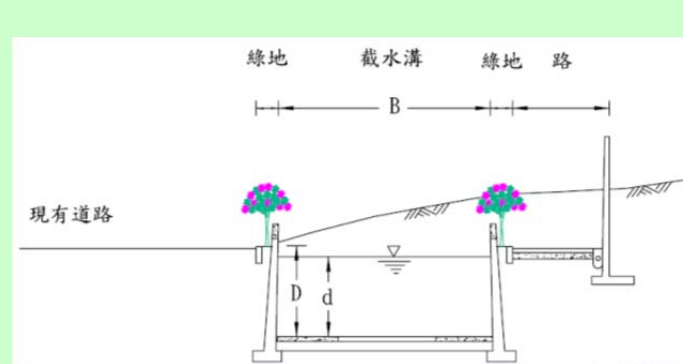
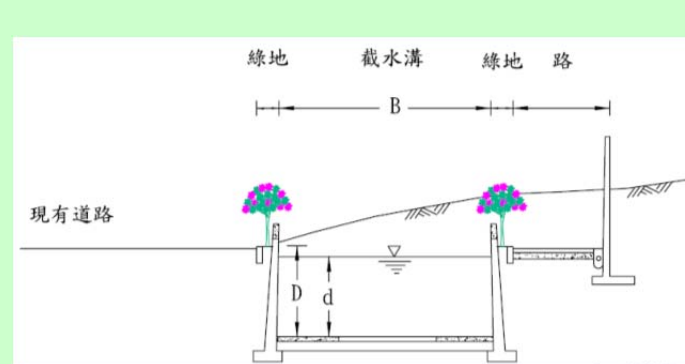
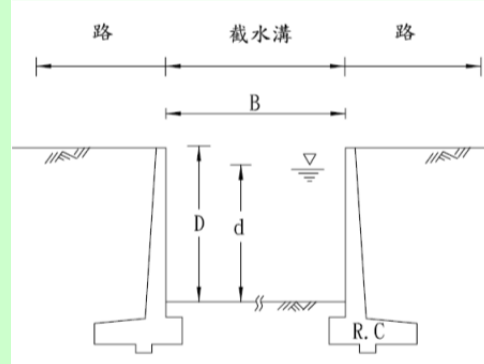
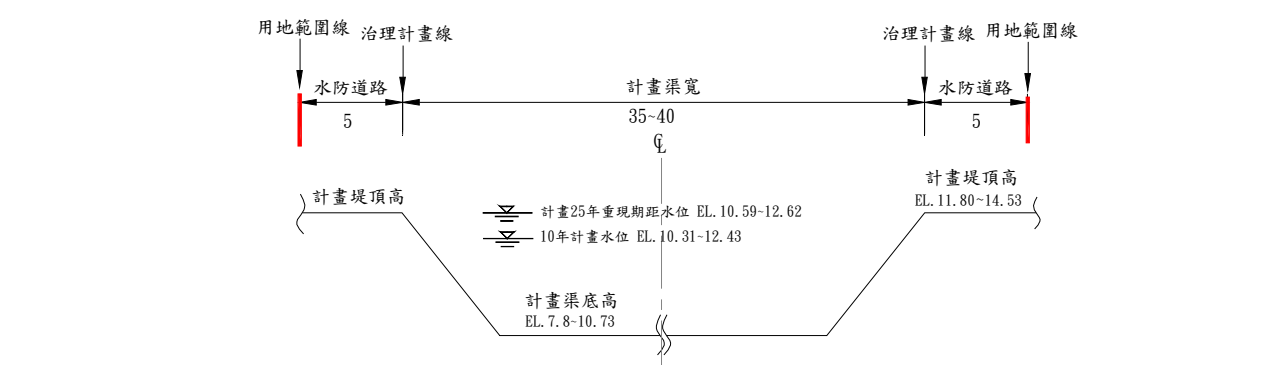
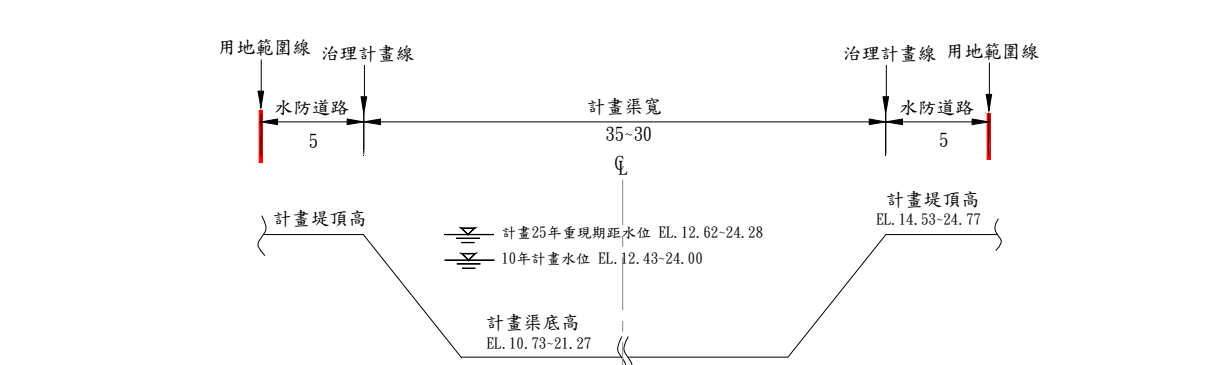
樁號	南 0K+000～南 0K+104		南 0K+104～南 1K+200		南 1K+200～南 1K+605		南 1K+605～南 1K+809	
原規劃	 <p>T6 斷面</p>		 <p>T8 斷面</p>		 <p>T8 斷面</p>		 <p>T9 斷面</p>	
樁號	南 0K+000～南 1K+200					南 1K+200～南 1K+809		
治理計畫								

圖4-1-1 原規劃方案平面配置及標準斷面圖

4-2-1 山腳排水上游延伸段匯流口檢討

本工程考量山腳排水上游延伸段出口至鷺山橋銜接段為匯流處，為了解山腳排水上游延伸段出口與南勢坑溪匯流之流況，遂依據原規劃平面配置進行二維水理分析，分析結果如下圖，結果顯示匯流處因受南勢坑溪支流匯入影響，南勢坑溪與計畫渠底落差約 5.5m，使南勢坑溪出口將形成陡坡造成流速較快，且此處 90 度正交匯流，造成水流向主流凸岸推擠，易產生主流凸岸破壞，另主、支流產生不均勻降雨時匯流處水位較計畫水位低之狀況，亦有可能造成凹岸攻擊之影響，故建議於南勢坑溪匯流口加強消能設施或採封底設計。

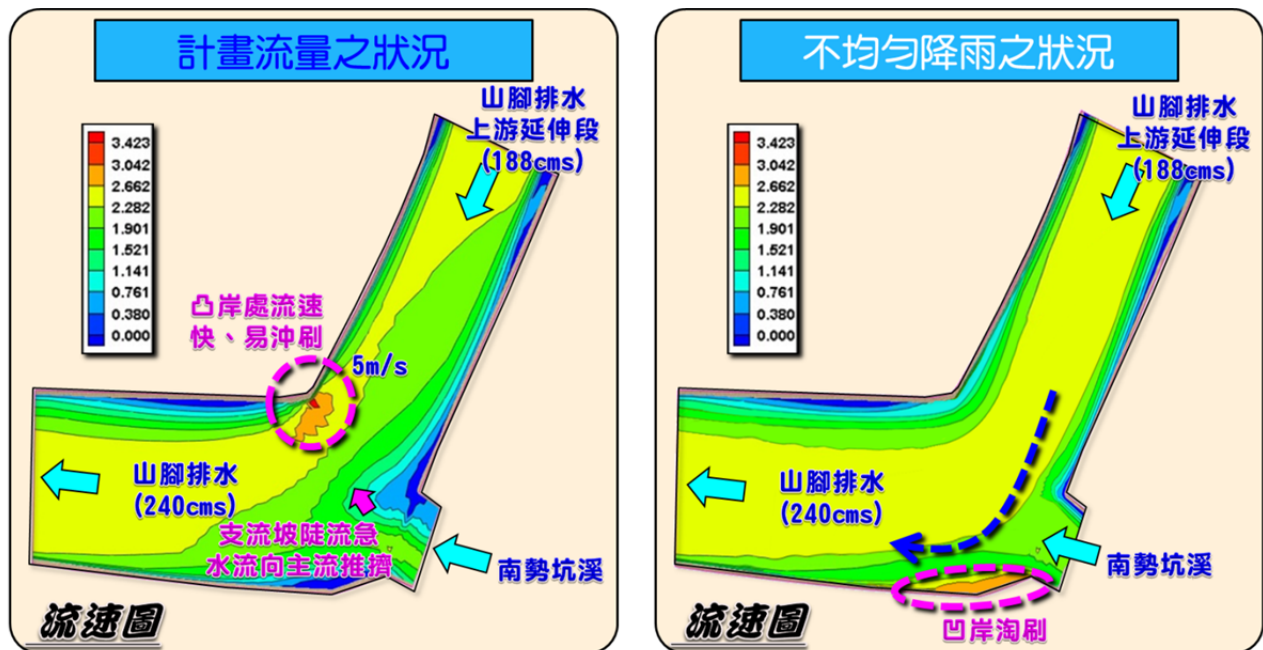


圖4-2-1 原規劃山腳排水上游延伸段出口二維分析模擬圖

山腳排水上游延伸段出口匯入南勢坑溪並與鷺山橋銜接，另銜接段右岸現況既有道路為當地社區、廠房主要聯外道路，現況路寬為 6m，故設計時應考量用地、橋梁高度及當地交通需求。

4-2-2 原規劃分流工配置檢核

本工程山腳排水上游延伸段新建工程，主要將大肚山西麓之南勢溪、北勢溪、竹林南溪、竹林北溪部份截流至山腳排水，規劃於各支流橫交處設置分流工，將山腳排水上游延伸段水量 1/2 分往各支流下游，原規劃分流工如下圖所示：

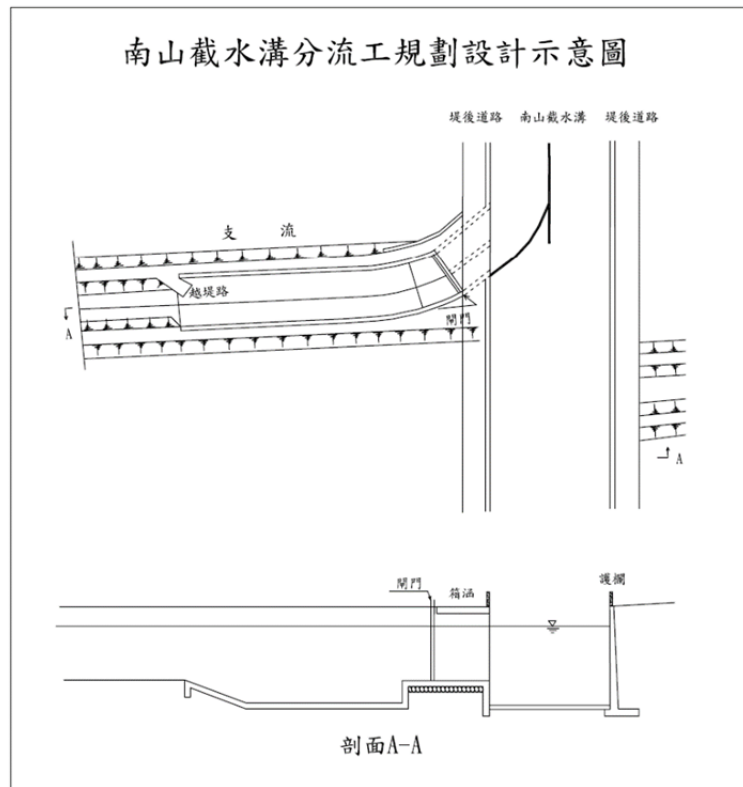


圖4-2-2 原規劃山腳排水上游延伸段分流工設計示意圖

如前述分流工種類之定義，原規劃係以緩流分流工進行規劃，於山腳排水上游延伸段中央設置分水牆，依據等寬度分水槽各分流 1/2 水量，這種方法需要流速在橫斷面上均勻分佈，惟分流後可能受支流上游匯入及分往支流下游流況影響，故以 CCHE-2D 模式模擬規劃渠道流速分佈情形，模擬結果如圖 4-2-3、4-2-4。

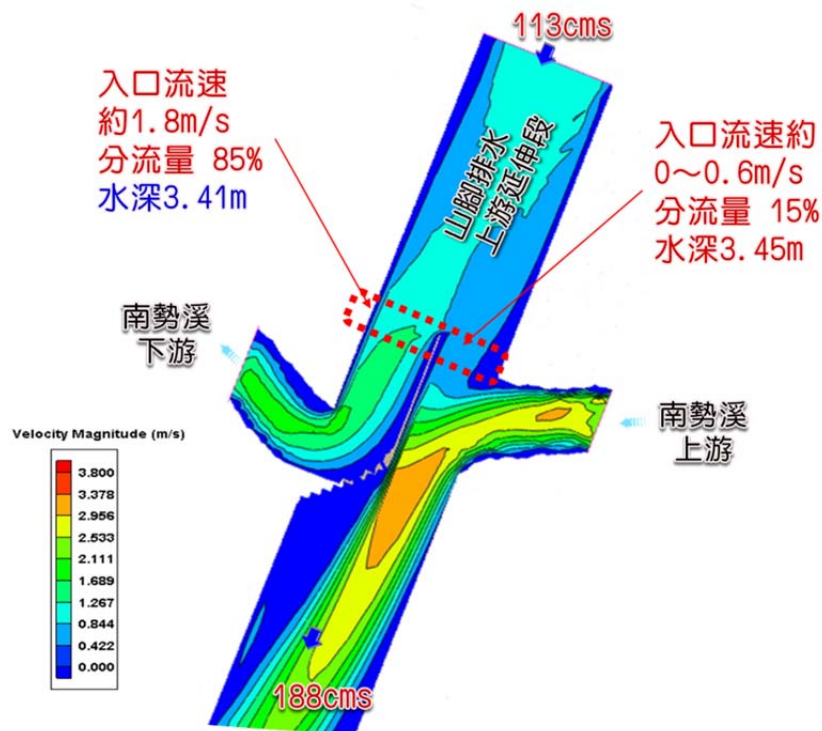


圖4-2-3 原規劃南勢溪分流工二維水理分析模擬圖

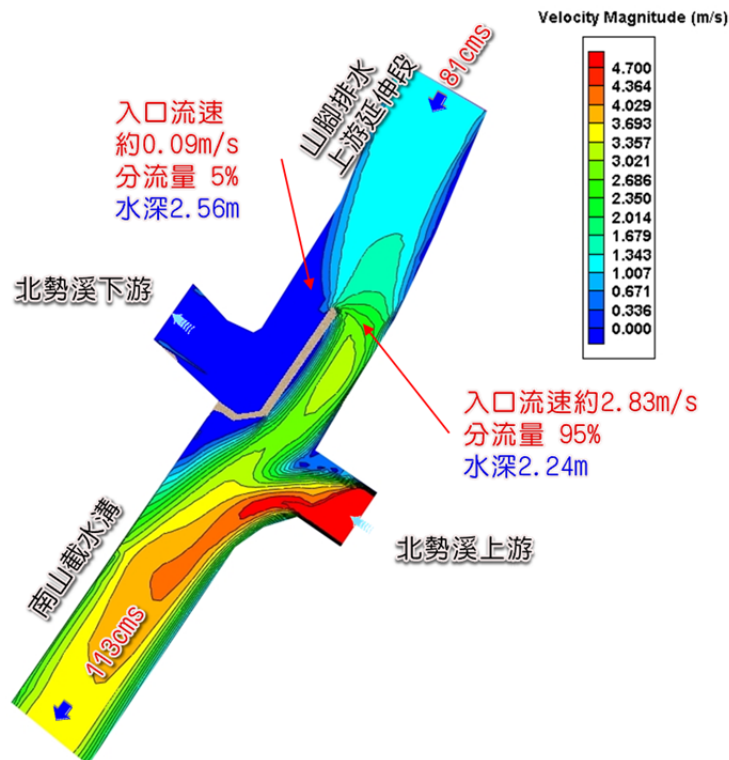


圖4-2-4 原規劃北勢溪分流工二維水理分析模擬圖

由上二圖可知，依據原規劃分流工配置，分流後各分水槽流速分佈並不平均，無法達到規劃預期之流量分配，進一步分析流況如下：

- (一)南勢溪分流工：右分水槽入口流速約 1.8m/s，左分水槽入口流速約 0.6m/s，流量大部分排往右分水槽，其中山腳排水上游延伸段於分流工上游偏向右岸為凹岸，此外，因南勢溪由左分水槽匯入，其南勢溪上游坡陡流急，流量匯入後流量增加，且匯入處急轉而造成水位壅高，導致左分水槽受阻無法順利排入，入口流速近乎停滯，而轉排往右分水槽。因南勢溪流量太大且用地範圍不足無法經由消能等方式改善匯入處流況，因此應由主流分流口著手研擬改善方式，為穩定水流，擬配合地形先行進行消能、整流等設施，並考量若仍以緩流分流工進行調整，則分水牆長度需延伸數百公尺，惟現地條件並不允許，且亦徒增工程經費，故建議以急流或孔口分流工進行調整。
- (二)北勢溪分流工：經模擬成果得知北勢溪流入工之右分水槽幾乎停滯，流量多排往左分水槽，主要原因分流工上游山腳排水上游延伸段左岸為凹岸外，另右分水槽渠底較高，流出工渠底較主流高約 1.3m，而左分水槽雖同樣受支流北勢溪上游來水流速快且流向排往左分水槽上游而使水位壅高，但仍以受右分水槽坡度平緩影響為主要原因，而支流北勢溪匯入處對分流口水位影響不大，使本分流工流量分配以左分水槽排放為主。依治理計畫縱坡得知北勢溪分流工上游有一 0.6m 落差，經評估建議利用調整此落差進行消能、整流，另考量北勢溪匯入山腳排水上游延伸段現況有 2.97m 落差，故於支流上游設置消能池調整流速。

4-2-3 土丘及台地段斷面檢核

經調查本工區分別於南 0K+200、南 0K+440 遭遇土丘，以及南 1K+260～南 1K+480 遭遇台地，若依治理計畫護岸型式配置則斷面示意如下：

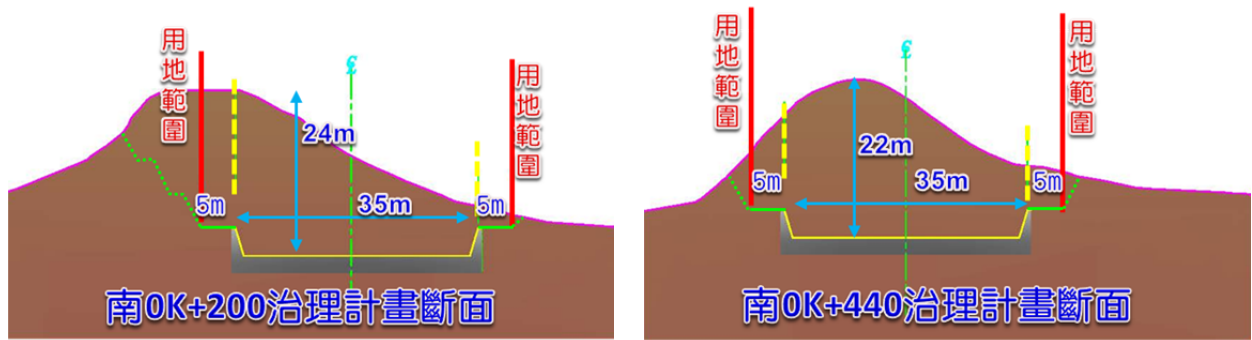


圖4-2-5 原規劃土丘段断面示意圖

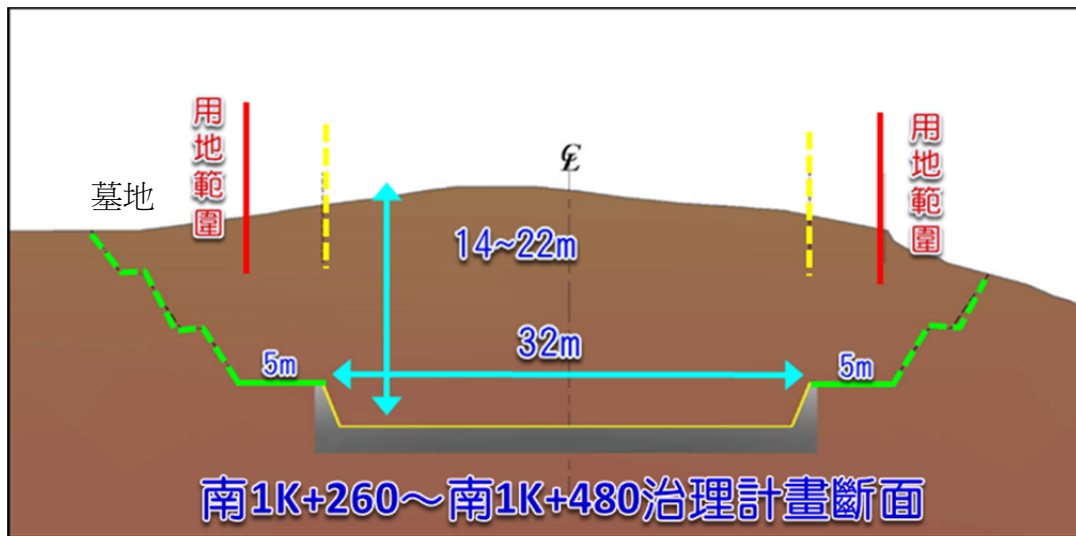


圖4-2-6 原規劃台地段断面示意圖

如上圖所示，土丘段若依治理計畫断面配置，則開挖將超出用地範圍，若依用地範圍開挖，則增加擋土設施經費，且完成後兩側為薄山脊，形成一不穩定之地形；經訪查大部分土丘地主傾向剷平處理，惟用地範圍外土丘處理，除需協調地主取得同意外，另區外為保育區，恐有水保計畫等問題影響工期需列入評估。台地段則因用地範圍東側為墓地，無超挖之可能，開挖範圍受限於用地範圍內，考量用地及安全性，亦難以依治理計畫断面施作，故設計断面需重新評估。

第五章 基本設計理念、原則與條件

5-1 相關技術規範及文獻

本設計準則有規定者從其規定，如未加研訂者，則依照下列規範及文獻之相關規定，當下列規範、文獻及法令互有抵觸時，以經濟部水利署之解釋為準。相關設計規範及文獻分列如下：

一、水理設計規範及文獻

- (一)經濟部水利署「水利工程技術規範-河川治理篇(上、下冊)」(民國 102 年)。
- (二)經濟部水利署水利規劃試驗所「水利工程技術規範-區域排水治理篇(草案)」(民國 102 年)。
- (三)經濟部水資源局「水文設計應用手冊」(民國 90 年)。
- (四)經濟部水利署「台灣地區雨量測站降雨強度－延時 Horner 公式分析」(民國 92 年)。
- (五)黃柏松，實用水力工程學(修訂版)，科技圖書股份有限公司(民國 83 年)。

二、水工構造物設計規範及文獻

- (一)經濟部水利署「水利建造物檢查及安全評估技術規範－蓄水與引水篇」(民國 97 年)。
- (二)行政院農業委員會民國 103 年頒佈之「水土保持技術規範」。
- (三)行政院農業委員會民國 94 年頒佈之「水土保持手冊」。
- (四)灌溉排水工程設計(臺灣省水利局，民國 67 年)。

三、道路設計規範及文獻

- (一)交通部民國 92 年頒佈之「公路隧道設計規範」。
- (二)交通部 98 年 12 月頒布之「公路排水設計規範」。

5-2 設計條件評析

5-2-1 設計地震

一、地盤分類

依據交通部 98 年 6 月 29 日部頒交技(98)字第 006008 號令修正「公路橋梁耐震設計規範」，工址地表面下 30 公尺內之土層平均剪力波速 VS30 依下列公式計算：

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n d_i / V_{si}}$$

其中，di 為第 i 層土層之厚度(m)

Vsi 為第 i 層土層之平均剪力波速(m/sec)

經本工程地質調查鑽探試驗報告書，本工程設計範圍(鷺山橋至北勢溪匯流口處)之鑽探孔位資料為 HB1~HB11，其中 HB1~HB6 等 6 處位於龍井區內，鑽探孔於鑽探深度內多為卵礫石層，地層剪力波速 VS30=294.7 m/s，故列第一類地盤(堅實地盤)。而 HB7~HB11 等 4 處位於龍井區內，鑽探孔於鑽探深度內同樣為屬卵礫石層，地層剪力波速 VS30=270.0 m/s~294.7 m/s，同樣列第一類地盤(堅實地盤)。

二、地震分析

本工址之行政區屬台中市龍井區管轄，按「建築物耐震設計規範(2011)」規定，本工區鄰近為屯子腳斷層(屬第一類活動斷層)，另基地西側之大甲斷層斷層目前暫時歸類為第一類活動斷層，然現今規範內容僅考量屯子腳斷層之近斷層效應(Na、Nv 地震因子修正)。按中央地質調查所「台灣活動斷層分布圖(2012)」，本工址與屯子腳斷層最近之距離約 6.2 公里，相關地震參數如下表所示。因此工址短週設計水平譜加速度係數 SDS 與工址短週期最大考量水平譜加速度係數 SMS 計算結果如下：

$$SDS = Fa * SDS * NA = 1.0 * 0.7 * 1.1 = 0.77$$

$$SMS = Fa * SMS * NA = 1.0 * 0.9 * 1.05 = 0.95$$

本基地根據「建築物耐震設計規範(2011)」規定，工址應分別檢核中小度地震時(一般工址與近斷層工址之地表水平加速度 Amax=0.4SDSg/4.2，或台北盆地之地表水平加速度 Amax=0.4SDSg/3.5 時)，設計地震時(地表水平加速度 Amax=0.4SDSg 時)，及最大考量地震時(地表水平加速度 Amax=0.4SMSg 時)發生液化的可能性。依「建築物耐震設計規範(2011)」所述規定，並配合相關表格，各項檢核之地表水平加速度如下：

一般工址地表水平加速度 Amax=0.4×0.77g/4.2=0.073g；

設計地震地表水平加速度 Amax=0.4×0.77g=0.308g；

最大考量地震地表水平加速度 Amax=0.4×0.95g=0.380g；

水平向地震係數 Kh=0.15；

垂直向地震係數 Kv=0.08；

表 5-2-1 台中市龍井區地震係數 K_h 及 K_v 計算表(屯子腳斷層)

水準譜加速度係數 S_s^D 、 S_1^D 、 S_s^M 、 S_1^M 、 F_a 、 F_v 、 N_a 、 N_v 表			
縣市	台中市	F_a (設計用)	1.00
鄉鎮市區	龍井區	F_a (最大地震考量)	1.00
S_s^D	0.70	F_v (設計用)	1.00
S_1^D	0.40	F_v (最大地震考量)	1.00
S_s^M	0.90	N_a (設計用)	1.10
S_1^M	0.50	N_v (設計用)	1.15
鄰近之斷層	屯子腳斷層	N_a (最大地震考量)	1.05
	6.2km	N_v (最大地震考量)	1.15
S_{DS}	0.77	$= F_a S_s^D N_a$ (設計用)	
S_{D1}	0.46	$= F_v S_1^D N_v$ (設計用)	
S_{MS}	0.95	$= F_a S_s^D N_a$ (最大地震考量)	
S_{M1}	0.58	$= F_v S_1^D N_v$ (最大地震考量)	
I (用途係數)=	1.00	第四類建築物	
中小度地震時	$A/g=0.4 \times S_{DS} \times I/4.2$	0.073	
設計地震時	$A/g=0.4 \times S_{DS} \times I$	0.308	
最大考量地震時	$A/g=0.4 \times S_{MS} \times I$	0.380	
水準向地震加速度 K_h	$=$ 設計地震/2	0.150	
垂直向地震加速度 K_v	$= K_h/2$	0.080	
註：用途係數是根據「建築物耐震設計規範及解說」及本案實際建築設計需求來選擇。			

另考量本工程基地西側之大甲斷層(清水斷層)距離本工區為 0.3~1km 之間(詳圖 2-1-3 計畫區域地質圖)，由於距離甚近，為整體安全起見，建議仍將大甲斷層納入設計考量，而其與屯子腳斷層皆屬第一類活動斷層且為逆斷層，故設計地震之調整因子可參考鄰近屯子腳斷層之地震調整因子 N_a 與 N_v 進行分析，經斷層距離查表得知其設計地震調整因子 $N_a=1.28$ 及 $N_v=1.31$ ，而最大考量地震調整因子 $N_a=1.26$ 及 $N_v=1.42$ 。依「建築物耐震設計規範(2011)」所述規定，並配合相關表格，各項檢核之地表水平加速度如下：

一般工址地表水平加速度 $A_{max}=0.4 \times 0.9g/4.2=0.086g$ ；

設計地震地表水平加速度 $A_{max}=0.4 \times 0.9g=0.36g$ ；

最大考量地震地表水平加速度 $A_{max}=0.4 \times 1.13g=0.452g$ ；

水平向地震係數 $K_h=0.18$ ；

垂直向地震係數 $K_v=0.12$ ；

本報告以上述之地震參數進行分析。

表 5-2-2 台中市龍井區地震係數 K_h 及 K_v 計算表(大甲斷層)

水準譜加速度係數 S_s^D 、 S_1^D 、 S_s^M 、 S_1^M 、 F_a 、 F_v 、 N_A 、 N_v 表			
縣市	台中市	F_a (設計用)	1.00
鄉鎮市區	龍井區	F_a (最大地震考量)	1.00
S_s^D	0.70	F_v (設計用)	1.00
S_1^D	0.40	F_v (最大地震考量)	1.00
S_s^M	0.90	N_A (設計用)	1.28
S_1^M	0.50	N_v (設計用)	1.31
鄰近之斷層	大甲斷層	N_A (最大地震考量)	1.26
	0.3km	N_v (最大地震考量)	1.42
S_{DS}	0.90	$= F_a S_s^D N_A$ (設計用)	
S_{D1}	0.52	$= F_v S_1^D N_v$ (設計用)	
S_{MS}	1.13	$= F_a S_s^D N_A$ (最大地震考量)	
S_{M1}	0.71	$= F_v S_1^D N_v$ (最大地震考量)	
I (用途係數)=	1.00	第四類建築物	
中小度地震時	$A/g=0.4 \times S_{DS} \times I / 4.2$	0.086	
設計地震時	$A/g=0.4 \times S_{DS} \times I$	0.360	
最大考量地震時	$A/g=0.4 \times S_{MS} \times I$	0.452	
水準向地震加速度 K_h	$= \text{設計地震} / 2$	0.180	
垂直向地震加速度 K_v	$= 2/3 K_h$ (近斷層)	0.120	
註：用途係數是根據「建築物耐震設計規範及解說」及本案實際建築設計需求來選擇。			

5-2-2 設計洪水

一、設計洪峰流量

依據「台中市管區域排水山腳排水治理計畫(民國 104 年，台中市政府)」，山腳排水上游延伸段(南山截水溝)係將上游(竹林北溪、竹林南溪、北勢溪、南勢溪)洪水分流及截流後導入山腳排水，設計洪峰流量依據治理計畫採用 10 年重現期距之計畫洪水量(Q10)，各渠段之設計流量詳表 5-2-3 所示。

另外，在各支流分流處，則依其治理計畫分為山腳排水上游延伸段與支流流量，山腳排水上游延伸段與支流各分流一半，如表 5-2-4 所示，後續設計時仍應維持此一分流量。

表 5-2-3 山腳排水上游延伸段設計洪峰流量資料表

計畫渠段	Q ₁₀ 計畫流量(cms)	備註
竹林北溪上游	74	南 1K+809~南 4K+700 施工諮詢渠段
竹林北 1 支~竹林南溪	75	
竹林南溪~北勢溪	81	
北勢溪~南勢溪	113	南 0K+000~南 1K+809 設計施工渠段
南勢溪~南勢坑溪	188	

資料來源：1.「台中市管區域排水山腳排水治理計畫(民國 104 年，台中市政府)」
2.「台中市-山腳排水上游延伸段治理工程南 0K+000~南 1K+809(民國 105 年，第三河川局)」
3.本工程整理

表 5-2-4 山腳排水上游延伸段各分流工設計流量資料表

分流工	分流量	山腳排水上游延伸段計畫分流量(Q ₁₀ ，cms)	支流計畫分流量(Q ₁₀ ，cms)	備註
竹林北溪		37	37	南 1K+809~南 4K+700 施工諮詢渠段
竹林南溪		37	38	
北勢溪		41	40	南 0K+000~南 1K+809 設計施工渠段
南勢溪		57	56	

資料來源：1.「台中市管區域排水山腳排水治理計畫(民國 104 年，台中市政府)」
2.「台中市-山腳排水上游延伸段治理工程南 0K+000~南 1K+809(民國 105 年，第三河川局)」
3.本工程整理

二、設計洪峰流量檢核

本工程沿用原規劃之水文分析方式，並蒐集近期雨量資料更新至民國 104 年後，進行暴雨頻率分析已進行檢核，詳表 5-2-5 所示，比較成果顯示，本次延長更新後成果，與原規劃成果差異甚微(如表 5-2-6)，顯示目前現況之水文狀況與治理計畫時並無大差異，故本工程設計洪峰流量仍依照原公告治理計畫作為設計依據。

表 5-2-5 本工程一日暴雨頻率分析成果

單位：mm

重現期(年)	2	5	10	20	25	50	100	Hazen	Weibull	備註
二參數對數常態	154.7	230.7	284.5	338.1	355.5	410.6	467.4	8.45	12.09	
三參數對數常態	157.8	235.4	286.9	336.5	352.2	401	449.9	8.78	12.88	
皮爾遜三型分布	156	236.2	289.3	339.6	355.3	403.5	450.7	8.25	12.15	
對數皮爾遜三型	154.6	232.8	288	343.1	361	417.5	475.6	8.19	10.64	本工程分析
極端值一型分布	159.5	244	300	353.8	370.8	423.3	475.4	12.71	11.75	

資料來源：本工程整理更新分析，民國 50~104 年。

表 5-2-6 本工程一日暴雨頻率分析與原規劃成果比較表

單位：mm

計畫別	重現期距(年)							備註
	2	5	10	20	25	50	100	
本工程分析(mm)	154.6	232.8	288	343.1	361	417.5	475.6	(1)
101 年規劃分析(mm)	157	233	284	332	348	395	442	(2)
差異量(%)	-0.015	0.001	0.014	0.033	0.037	0.057	0.076	((1)-(2))/(2)

資料來源：1.「台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃報告(民國 101 年，水規所)」

2.本工程整理分析

5-3 基本設計準則

5-3-1 結構物安定分析準則

一、鋼筋混凝土

(一)設計方法

鋼筋混凝土結構除另有註明者外，以工作應力法設計。

(二)設計應力

- 1.無筋混凝土： $f'_c \geq 140\text{kg/cm}^2$ （打底、填充或圖面另有標示處）
- 2.基礎混凝土(無筋)： $f'_c \geq 175\text{kg/cm}^2$
- 3.坡面工、格框護坦、排水溝、護岸混凝土、固床工之混凝土： $f'_c \geq 210\text{kg/cm}^2$
- 4.箱涵段、消能池(兼魚道)及側溢流堰之混凝土： $f'_c \geq 280\text{kg/cm}^2$
- 5.鋼筋(CNS 560 A2006)
 - 16 ϕ 以下(含 16 ϕ)： $f_y \geq 2,800\text{kg/cm}^2$ ， $f_y = 1,400\text{kg/cm}^2$ 。
 - 19 ϕ 以上(含 19 ϕ)： $f_y \geq 4,200\text{kg/cm}^2$ ， $f_y = 1,680\text{kg/cm}^2$ 。

(三)設計荷重

1.呆荷重

- | | |
|----------|-----------------------|
| (1)水 | 1.00 t/m ³ |
| (2)鋼筋混凝土 | 2.40 t/m ³ |
| (3)鋼料 | 7.85 t/m ³ |

2.土壓力

土壓力依庫倫(Coulomb)土壓力公式計算。

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

$$P_a = 1/2 \gamma h^2 k_a$$

P_a = 常時主動土壓力(t/m)

γ = 土壤之單位重(t/m³)

h = 地面至牆基之深度(m)

k_a = 常時主動土壓力係數

α = 擋土牆牆背傾斜角

β = 背填土坡度

φ = 擋土牆背填土內摩擦角

δ = 擋土牆與背填土間之摩擦角

地震土壓力依 Mononobe-Okabe 公式計算。

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma h^2 (1 - k_v) k_{ae}$$

P_{ae} = 地震時主動土壓力(t/m)

γ = 土壤之單位重(t/m³)

h = 地面至牆基之深度(m)

K_{ae} = 地震時主動土壓力係數

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta + \theta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha + \delta + \theta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

$$\tan \theta = k_h / (1 - k_v)$$

k_h = 水平地震係數 = 0.18

k_v = 垂直地震係數 = 0.12

3. 水壓力

水位或地下水位若高於結構物底版，應考慮水壓力。

$$P_w = 1/2 \times \gamma_w h^2$$

P_w = 常時水壓力(t/m)

γ_w = 水單位重($\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$)

h = 水深(m)

動態水壓增量，依 Westergaard 公式計算。

$$P_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w h^2$$

k_h = 水平地震係數

4. 地震力

混凝土結構物之耐震設計採仿靜態法，地震力作用於重心，大小則為結構物之呆荷重與地震係數之乘積。

$$F_h = k_h \times W$$

$$F_v = k_v \times W$$

F_h = 水平向地震力

F_v = 垂直向地震力

k_h = 水平地震係數 = 0.18

k_v = 垂直地震係數 = 0.12

W = 結構物荷重

5. 水之衝擊力

考量工區在不均勻降雨情況下，在匯流處設置之分水設施恐受含砂水流動態衝擊造成破壞，其水動態衝擊力(含砂水流)計算，主要係參考「行政院農業委員會水土保持局，水土保持手冊」進行計算，其公式如下所示：

$$P_g = \gamma_m / g \times h_d \times V_{df}^2$$

其中 P_g ：含砂水流衝擊力

γ_m ：含砂單位重(t/m³)

h_d ：含砂水流深(m)

V_{df} ：含砂水流流速(m/s)

二、結構穩定分析(抗滑動、傾倒、基礎承载力及上浮力分析)

本工程構造物結構安定分析之載重需考慮地震及常時之不同載重狀況，一般主要分析檢核抗傾倒、抗滑動、基礎承载力及上浮力分析，其分析原則如以下依序說明：

(一)抗滑動安全係數：

依淺基礎之容許水平支承力，一般情況下可依基礎版底面之摩擦阻力及基礎版前側之側向抵抗力之和計算其水平極限支承力，並除以安全係數得之。

構造物基礎承受長期性水平載重之安全係數不得小於 1.5，可慮短期性載重時，如地震、風力及積雪等，其安全係數不得小於 1.2。

抗滑動安全係數=(於牆前被動土壓力+牆底摩擦力)/(牆背側土、水壓力)

(二)抗傾倒之安全係數：

結構物具有抵抗水平驅動力之能力時，應檢核結構物抵抗傾覆之安全係數，於長期載重狀況時應大於 2.0，於地震時應大於 1.5，安全係數之計算原則為：

抗傾倒安全係數=對牆前趾產生之抵抗力矩/對牆前趾產生之傾覆力矩

(三)基礎承载力分析

依民國九十年十月營建雜誌社編印之「建築物基礎構造設計規範」之公式推估淺基礎承载力如下：

$$q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma_1 B N_r F_{rs} F_{rd} F_{ri}$$

結果須符合土壤總承载力=(結構總重量/底版面積)<土壤允許承载力

(四)上浮力分析

參考「建築物基礎構造設計規範」(90)，結構物基礎若在地下水位以下，應核算地下水浮力對構造物之上舉作用。地下水位應考慮最不利之情況，包括季節性變化與其他環境因素所造成之影響。施築中之結構物尤須隨時查核構造物總重量是否大於上浮力，以防上浮。

構造物基礎受有上浮力作用時，其抗浮安全係數為建築物整體抗浮能力與基礎底面所受上舉水壓力之比值。設計分析時，應視工程性質、水文地質環境及可能之變異性，審慎評估基礎抗浮之安全性。

5-3-2 大地工程安定分析準則

一、邊坡穩定分析準則

本工程邊坡穩定分析係推求邊坡滑動面於不同荷重情況下之抗滑安全係數，傳統邊坡之穩定性一般以 Bishop's 法分析圓弧可能滑動面，求取護岸邊坡在各種受力狀態下之安全係數。

(一)邊坡穩定分析方式

本工程複核分析程式採用美國普渡大學發展之 STABL6 程式，此程式於 1975 年開發成功，經多次增修功能而愈臻完備。其分析方法計有 Bishop 簡化法、Janbu 簡化法及 Spencer 法，並可以圓弧(Circle)、隨機(Random)及塊狀(Block)三種方法產生破壞面。

依據前述說明，邊坡穩定分析分為三部份，1.平時模式邊坡穩定分析，2.地震模式穩定分析，3.暴雨狀態(急洩降狀態)邊坡穩定分析。

(二)分析參數選定

1.斷面與材料

邊坡穩定評估分析之材料參數，其土層參數係參考本工程鑽探報告之鑽探成果，請詳表 5-3-1 所示。

表 5-3-1 簡化土層力學參數建議表：

項目 分層	γ_t (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	C(kPa)	ϕ (°)
現地土層	20.6	21.6	0	35
混凝土構造	23.5	23.5	350	0

2.地震係數

地震情況：地震係數之考量係參考內政部「建築物耐震設計規範及解說」

(100 年 7 月)－工址設計水平譜加速度係數 $S_{ad} = 0.4S_{DS} = Z$ ，一般工址區域之工址短週期設計水平譜加速度係數 $S_{DS} = F_a S_s^D$ ，其中 F_a 為反應譜等加速度段之工址放大係數，隨地盤種類與震區短週期水平譜加速度係數 S_s^D 而改變。考慮擬靜態加速度採用水平地震加速度 $ah=0.18g$ ，垂直地震加速度 $av=0.12g$ 分析。

3.分析與評估標準(最小安全係數擇定)

依據建築技術規範之建築物基礎構造設計規範第七章第四節，對於通過擋土牆底部土層之滑動破壞面，其安全係數於長期載重狀況時之安全係數值 (F.S.)為：

平常模式	地震模式	暴雨模式
F.S. ≥ 1.5	F.S. ≥ 1.2	F.S. ≥ 1.1

二、擋土支撐開挖安定性分析

若採用擋土開挖方法開挖，應依設計需要、地質條件、機具設備、鄰房基礎型式、施工方法、施工期長短、止水性及經濟性等因素選擇擋土設施，且臨時支撐之採用應確保抵抗側壓力並確保施工安全，以下分別就擋土工法設計之分析因素進行說明：

(一)載重分析

所考慮之載重至少應包含以下所列：

- 1.土壓力：依土壤種類及其緊密或軟硬程度而異。
- 2.水壓力：設計水壓得依在土質鑽探期間觀測之水壓分佈，配合過去觀測之水位預測之昇降趨勢計算之。
- 3.施工載重：位於開挖影響區內之施工載重應予考慮。在擋土側之鄰近地面應依施工計劃考慮以模擬因建材、開挖土方、與施工設備的置放等因素所引起之施工載重。
- 4.其他載重：因颱風、地震所造成之強風、地下水位驟昇、土壓力增加及解壓等因素應一併考慮。

(二)開挖面穩定分析

針對土質種類、緊密或軟硬程度及水壓分佈詳予核算其穩定安全性，應就下列情況予以分析評估：

1.內擠(Inward)

擋土壁應有足夠之貫入深度，使其於擋土牆兩側之側壓力作用下具足夠之穩定性。依圖 5-3-1(a)計算其安全性。惟擋土壁之貫入深度除考慮內擠穩定度外尚需考慮管湧、上舉或隆起等穩定因素。

2. 管湧(Piping)

開挖面下方如係透水性佳之砂質土壤應檢核其抵抗管湧之安全性。依圖 5-3-1 (b)計算其安全性。

3. 上舉(Blow-in)

開挖面下方土層中有不透水層，且該不透水層下方之透水層水頭較不透水層之水頭為高時，該不透水層將承受上舉水壓力，此時應檢核抵抗上舉之安全性。依圖 5-3-1 (c)計算其安全性。

4. 隆起(Heave)

開挖區之土層係軟弱黏土層時應檢討其抵抗隆起之穩定性。依圖 5-3-1 (d)計算其安全性。

(三)分析程式

本工程將使用地工技術研究發展基金會所認證及推廣，適合國內工程特性之本土自有程式 **TORSA** 來進行版樁之安定性及結構分析，**TORSA** 為一套非常適合國內深開挖工程特性的程式，係利用平面應變彈塑性平衡理論來模擬擋土壁體各階段開挖時壁體所承受之彎矩、剪力及變形，並可以計算擋土支撐之荷重。其基本之分析模式乃以牆、土壤、支撐等為單元之有限元素模式，考慮土壤之彈塑性行為進行運算。

TORSA 為一套全視窗化之分析程式，經由視窗輸入基本資料、土層參數、外力超載等參數後，可計算施工過程及完工後內擠及隆起之安全係數，以研判擋土結構貫入深度之合理性。

其分析成果經由視窗表現，全中文化與圖形化之輸出入視窗介面，讓使用者一目了然並可隨時檢視輸入參數、分析斷面與分析結果之圖形展示，達到使用者親和(user friendly)介面之目的，並藉由程式提供之群組分析與展示，使設計者能快速完成最佳之擋土支撐設計。

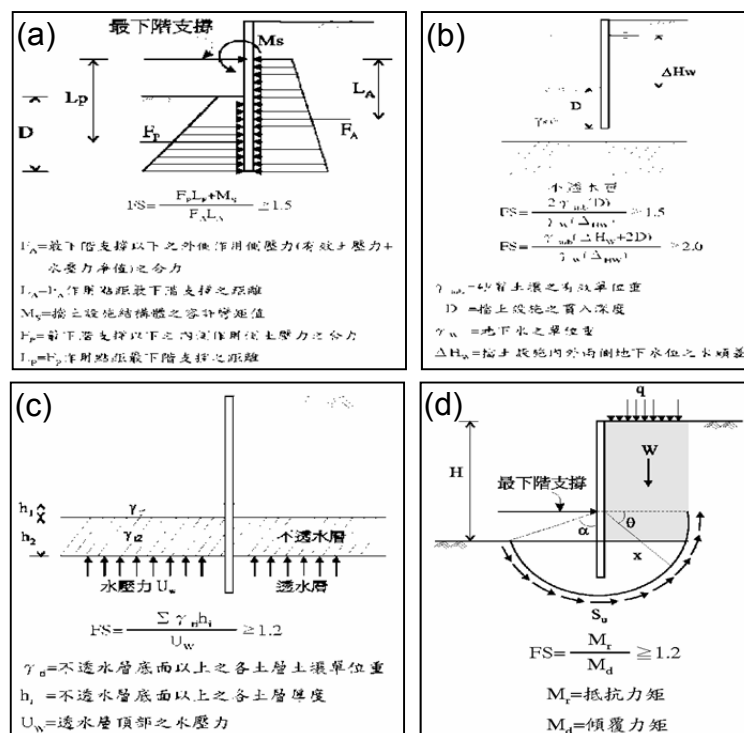


圖5-3-1 開挖面穩定分析範例圖

5-3-3 護岸設計準則

一、設計準則

- (一)排水路保護標準：依據「台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃」(經濟部水利署水利規劃試驗所，101 年 3 月)採用重現期距 10 年之洪峰流量設計，25 年不溢堤為原則。
- (二)評估及研選最佳方案：設計斷面應足以宣洩計畫排水量，排水路設施(包含水防道路)以不超過堤防預定線範圍為原則，必要時將公有地納入，但仍應保持渠道之平順。設計斷面經方案比較及數值模式模擬分析，研選最佳方案，據以辦理設計工作。
- (三)本設計之工程項目依原規劃及治理計畫用地範圍內配置，計畫渠道縱坡基本上依治理計畫訂定，必要時可局部調整。
- (四)本案為新建水路，遇有既設道路橫越處，應辦理新建橋梁(市府已另案辦理設計工作)，以維持既有道路及水防道路交通，於 106 年 4 月 25 日於台中市政府水利局召開「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000~南 1K+809 段)」用地公有地撥用研商會議，依據協商會議結論，橋梁上下游各預留 10 公尺橋梁施作範圍。橋梁銜接處護岸設計高度需滿足水理計算高程(Q10+1m 高)及計畫堤頂高以上，護岸高程除滿足上列狀況外亦需配合現地狀況(既有地面或路面)予以抬高調整，本工程護岸則配合橋面版前後<5%予以順接。
- (五)針對現況道路排水系統、雨水下水道系統及農田灌排等匯流處應一併考量其順接處理。
- (六)護岸布置依設計斷面及配合現況地形進行佈設。
- (七)護岸基礎深度須考慮河床淘刷深度，並做必要之保護工。
- (八)斷面設計須考量節能減碳，建議採現地取材既有卵礫石利用落實。
- (九)護岸回填土夯實依水利署「土方工程填方品質控制規定事項」辦理。
- (十)護岸之施作須考慮現地流入工及低窪地區堤後排水之配置。
- (十一)考量整體環境營造，以「生態保育」為發展主軸，本工程為新闢水路同時兼顧水、陸域生態廊道，使自然環境與人文生活相互調和共生。

二、護岸基腳冲刷深度檢討

- (一)依據 Inglis 與 Joglekar 之實驗式計算
- (二)盧昭堯等(2013)經驗公式

三、渠道一維水理分析

(一)演算方法概述

本計畫水理演算模式擬採用美國陸軍工程師團水文工程中心(Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers)所發展計算水面剖線之數值模式 HEC-RAS 模式，其模擬演算係利用能量方程式以標準步驟推求各斷面之水位、流速等水理狀況。

- (二)河道斷面：採本工程設計斷面資料。
- (三)河道曼寧糙度係數

河道粗糙係數曼寧 n 值依「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」(水規所, 95 年 6 月), 於砌石或 RC 護岸未封底渠段採 0.025, RC 護岸封底渠段採 0.015。

(四)演算範圍及邊界條件

演算範圍從鷺山橋(南 0K+000)至竹林北溪(南 4K+700), 起算水位除依據公告之「台中市管區排山腳排水治理計畫」, 採用鷺山橋上游斷面為控制點之計畫洪水水位外, 另加入山腳排水下游整治後之設計水位、正常水深等分別評估。

5-4 其他處理原則

一、南勢坑 II 遺址

本工程第四標用地範圍內疑似南勢坑 II 遺址, 已協請中市府調查確認範圍, 預定 106 年 6 月開始調查, 為期 6 個月。

二、用地問題

考量南勢溪之流出工用地受限, 經查南勢溪流出工鄰近土地為排水用地範圍內, 故已建請市府撥用。另北勢溪匯流處考量流入工線型不佳, 經查右岸屬公有地, 現況為零星工業用地, 已建請市府劃入北勢溪排水用地範圍, 後續於治理計畫進行用地範圍相關變更作業, 北勢溪流入工則於用地未取得前暫不施作。

三、管線遷移

已蒐集電信、電力、自來水、有線電視、天然氣及雨水下水道管線資料, 經套疊, 其工程管線影響多為既有道路處, 其屬台中市另案橋梁工程, 而於本計畫工程管線有影響區段為鷺山橋南勢坑溪匯流處及南斗路 392 巷, 後續協商管線單位處置以利工進, 而區內涉及相關管線遷移等, 已提供管線遷移資料, 後續由管線單位配合訂定遷移期程。

四、老樹處理

南勢溪左岸, 用地範圍內發現一疑似老樹, 經查台中市老樹管制資料及受保護樹木公告清單, 本處樹木非屬於管制保護對象, 惟配合台中市府評估後以現地保留處理為原則。

老樹位於山腳排水上游延伸段與南勢溪匯流處(近右岸水防道路), 為保留老樹擬將右岸水防道路取消施作, 但為維持至少單岸通行之功能, 故於山腳排水上游延伸段左岸設置跨渠橋梁銜接至向上路, 以利未來水防道路巡視之便。

五、土丘處理

本工區地 1 標範圍共有 2 處土丘, 經訪查大部分地主意願傾向市府可以配合本排水工程一併予以剷平處理, 惟土丘全面開挖涉及超出治理計畫之用地範圍, 尚須取得用地範圍外地主同意書及相關程序。於 106 年 5 月 9 日工作平台會議, 建請台中市政府協調取得用地範圍外之相關程序, 惟台中市政府提及該 2 處土丘屬保護區無法施工, 辦理相關業務程序繁雜, 恐影響本案整體工期, 經會議綜合考量最終擬於用地範圍內採部分排水箱涵方式施作, 其擋土支撐開挖作業採 H 型鋼擋土, 箱涵及明渠完成後, 再邊坡配合加勁擋牆或緩草坡, 另若施工前範圍外土地問題獲得解決, 則可剷平土丘並配合變更為明渠型式。

第六章 工程方案選擇與評估

6-1 排水斷面及護岸型式

一般渠道斷面初步依據現地條件提列四種斷面型式(斷面型式示意如表6-1-1，護岸高以4m進行比較)：

一、混凝土護岸+緩草坡

此方案主要以施工快速減少對週邊居民生活影響為考量，計畫洪水位以下考量計畫保護標準，為避免卵塊石衝擊採用強度較高之半重力式 **RC 護岸** 面飾造型模板，出水高部份則依用地寬度採 1：2 以上之緩草坡，減少視覺上之衝擊。

二、生態槽護岸+緩草坡

此方案以**生態環境**為主要考量，計畫洪水位以下採用預鑄生態槽護岸內填現地卵石，生態槽背拉加勁格網增加護岸穩定，出水高部份則依用地寬度採 1：2 以上之緩草坡。

三、混排塊石 **RC 護岸**+格框護坡

此方案以**就地取材、減少開挖**為主要考量，並兼顧生態環境，考量洪水經常發生頻率及卵塊石經常衝擊深度，故護岸下部結構 2~3.3m 採用混凝土混排塊石 **RC 護岸**，加強保護強度並減少構造物規模，其上部則採用混凝土格框護岸內填現地卵石，營造多孔隙生態環境。

四、混凝土護岸

此方案以**安全防護**為主要考量，本工程設計渠段於南勢坑溪匯流、南勢溪及北勢溪出入流、分流渠段，考量流速較快冲刷之虞，配合渠底防護工，建議採混凝土型式護岸，能避免冲刷破壞及有效達到匯流、分流功用。

本案為新闢排水路，除考量排水路用地寬度及水防道路寬度，配合現況土地利用、地形條件等因素外，尤其應注意新建排水路日後因地質條件之排水流況；已先行赴現地進行河床質採樣，分析結果**現地礫石佔 84%以上**，表示日後將有大量塊石於渠道中輸送，故護岸型式需考量耐塊石衝擊，底層採混凝土混排塊石 **RC 護岸**，另外，山腳排水上游延伸段位處山坡地與平原交界，生態環境尚稱豐富，為降低對既有生態環境之衝擊，斷面設計亦須加入生態考量，綜上，故初步研擬以**混排塊石+格框護岸型式**為主。此斷面型式，主要考量在排水安全通洪之前提下，以現地卵塊石搭配少量混凝土構築，以抵禦洪水及卵塊石衝擊，另亦可**減少剩餘土石處理量**達到節能減碳的功效，且**多孔隙**的設計亦符合**生態保育**理念。另考量支流流入、流出工及匯流渠段，斷面突擴縮變化流速快冲刷破壞之虞，建議採混凝土護岸加強防護。

另考量增加生態棲地、景觀視覺及渠底冲刷問題，建議仍可於河床底鋪排現地卵塊石來營造一蜿蜒渠道之生態棲地環境，其可利用蜿蜒特性在生態方面可提供生物適宜地做為繁衍棲地所，在景觀方面可形成迤邐俊秀之美景。

表 6-1-1 護岸斷面型式比較

方案	斷面示意圖	造價 (萬元/m)	建議採用
一	<p>混凝土護岸+緩草坡</p> <p>優點：施工快速、易於維護、適用高流速 缺點：生態性較差、景觀視覺較差、剩餘土石量多</p>	13.1	
二	<p>生態槽護岸+緩草坡</p> <p>優點：生態保育功能、景觀視覺較佳 缺點：開挖、回填量大、剩餘土石量次多、不耐卵石衝擊、維護費較高</p>	14.5	
三	<p>混排塊石+格框護岸</p> <p>優點：就地取材，節能減碳、減少剩餘土石量、生態保育功能、景觀視覺次佳、適用高流速 缺點：維護費較高</p>	11.8	◎
四	<p>混凝土護岸</p> <p>優點：剛性強，安全性較高，較為經濟性 缺點：景觀視覺較差</p>	9.6	◎

註：造價為皆以 4m 高之斷面進行估算結果

6-2 南勢坑溪匯流口

一、工程配置評估

山腳排水上游延伸段出口匯入南勢坑溪並與鷺山橋銜接，鷺山橋下游(含鷺山橋)為山腳排水，現今台中市政府水利局已進行護岸工程及 7 座橋梁興建，山腳排水護岸工程係採平行箱涵(W5.7m*H4.0m)斷面施作，然若採相同斷面往鷺山橋上游施設時，恐將占據河道通洪斷面且徒增匯入處水流紊亂，因此故不宜沿續下游之平行箱涵斷面型式。本工程設計為配合鷺山橋改建，故銜接鷺山橋區段兩岸護岸型式擬採**直立式 RC 護岸型式**銜接至鷺山橋之橋台結構，另配合銜接鷺山橋渠寬故採 $W=38.9m$ 予以順接。另銜接段右岸現況既有道路為當地社區、廠房主要聯外道路，現況路寬為 6m，為維持右岸既有道路寬度，但考量用地範圍不足，故右岸**直立式 RC 護岸**採**懸伸版延伸護岸**配置(如圖 6-2-1 右岸)。另為保護鷺山橋橋台及橋墩，故分別於鷺山橋上游河床施設 4 座平床式固床工(約@20m 佈設)，並於系列固床工間拋填現地卵塊石($\phi 30\sim 40cm$ ，厚度 $t=80cm$)加以穩固河床。

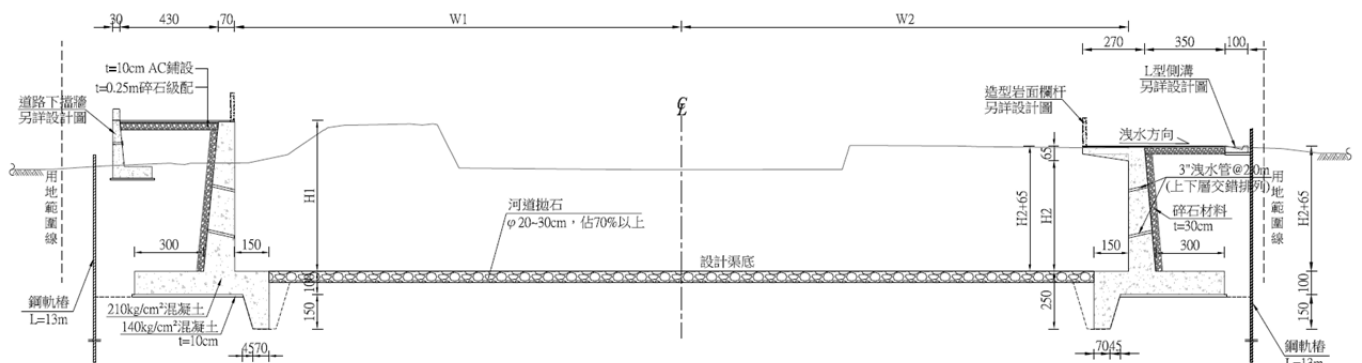


圖6-2-1 山腳排水上游延伸段出口斷面示意圖

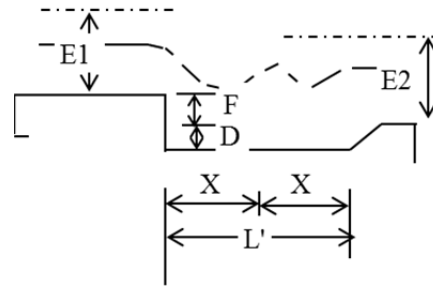
本工程考量山腳排水上游延伸段出口至鷺山橋銜接段為匯流處，山腳排水上游延伸段經依治理計畫渠底調整後，南勢坑溪與計畫渠底落差約 5.5m(EL7.89m~EL13.39m)，使南勢坑溪出口形成陡坡造成流速較快，且此處約 90 度正交匯流，造成水流向主流凸岸推擠，易產生主流凸岸破壞，另考量不均勻降雨之狀況亦有可能造成凹岸攻擊之影響。

而本工程設計擬於匯流處至南勢坑溪上游 45m 區段新設直立式 RC 護岸且於河床間施設系列階梯式消能工(詳圖 6-2-2 及圖 6-2-3 所示)，其消能工兩側與護岸基礎以預留鋼筋方式銜接。南勢坑溪與本工程山腳排水上游延伸段之渠底高程落差約 5.5m，由於受限於用地範圍及坡陡地形條件，故擬採連續垂直跌水工進行設計，其可適用於矩形斷面，使其跌口處發生臨界流而消能，本階梯式跌水工共分 9 階段跌水，每間隔 5m 跌水 61cm 為一階，而垂直跌水工之靜水池長 L' 及所需水褥深 D ，由採拋物線公式進行計算，其相關計算方式如下所述：

$$y = \frac{1}{2}gt^2, x = vt \rightarrow x = v \cdot \left(\frac{2y}{g}\right)^{1/2}$$

所需投射池長 $L'=2X$

而所需水褥深 $D=1/2(E \cdot F)^{1/2}$



式中

E =比能=1.74

$y=d'+h=1.19$

$d'=1/2$ 跌水口溢流水深= $1/2d=0.58$

H (跌水深)= F (上下游能差)=0.61

d =上游水深=1.16

$q=3.91\text{cms/m}$

$dc=1.16$

$V_c = q/dc = 3.4\text{m/s}$

$X=1.66\text{m}$

投射池長 $L'=2x=3.32\text{m}$

或= $3(EF)^{1/2}=3.09\text{m}$

水褥深 $D=1/2*(1.74*0.61)^{0.5}=0.52\text{m}$

故設計每階投射池長 L' 取 4m，而所需水褥深 D 取 0.6m。

另跌水式消能工最後一階出口端護坦長度，茲參考國內各河川治理時常用於估算下游側護坦工長度(L)之 Bligh 之經驗公式(蕭、程，1997)，以求可下游側護坦工之佈設長度，作為後續基本設計之依據，該公式如下：

$$L = 0.67C\sqrt{H_b q}$$

依跌水式消能工設計，採用階段跌降消能，每階跌降 0.61m，跌水式消能工出口端最後一階水褥深採 0.6m，故從護坦頂面至最後一階頂面高程差(H_b)為 0.61m，流量採用 10 年重現期之洪峰流量進行護坦長度計算，由計算結果護坦工長度不得少於 9.24m(計算詳如表 6-2-1 所示)。另於後續二維水理分析結果，跌水工下游處最大流速約 4m/s，故 0K+056.29~0K+084.82 匯流段為採 RC 封底固結抵擋水流沖刷，其可兼做為南勢坑溪跌水式消能工之護坦設施，而封底段 0K+056.29(固床工)距離南勢坑溪跌水式消能工出口約 30m，故滿足本跌水式消能工之護坦長度所需。

表 6-2-1 10 年重現期距洪峰流量護坦工長度計算表

洪峰流量(cms)	水面寬(m)	單寬流量(cms/m)	Hb	護坦長度(m)
72	18.4	3.91	0.6	9.24

而匯流處 0K+056.29~0K+084.82 間河床施設匯流護坦工(詳圖 6-2-4)，其護坦工係採用 RC 予以封底(厚度 $t=50\text{cm}$)，另考量封底後將受地下水上浮力影響，為避免上舉力過大造成結構損壞，故擬適當距離(約 5m 間距)施設 1m*1m 透水格框，並於格框內填石籠蓆墊(採現地卵塊石)，得以透水解壓且可防止卵石被淘起。

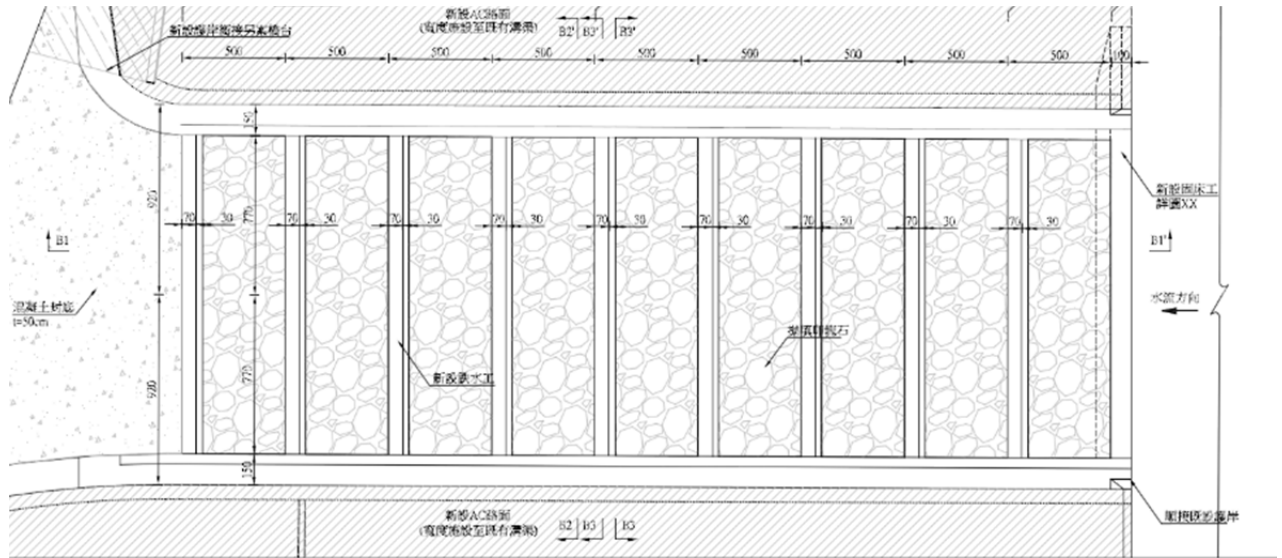


圖6-2-2 南勢坑溪-階梯式消能工平面示意圖

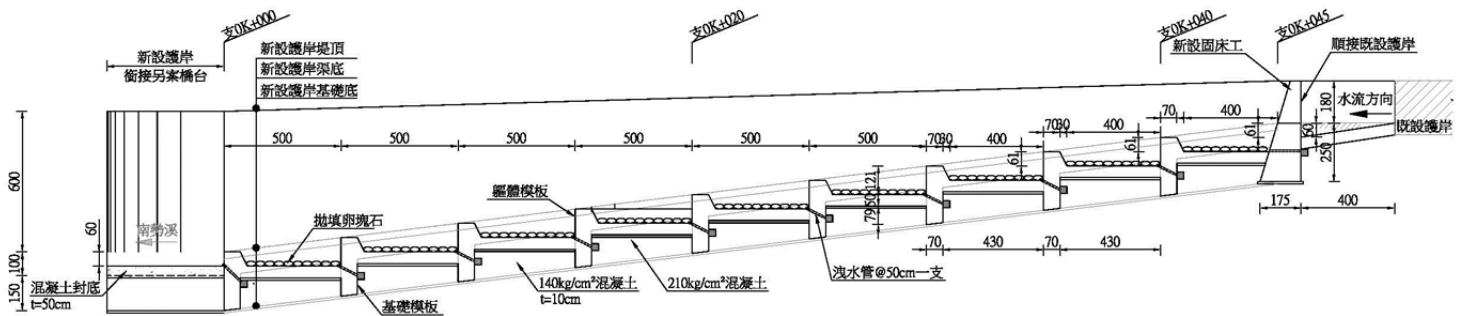



圖6-2-3 南勢坑溪-階梯式消能工縱斷面示意圖



圖6-2-4 南勢坑溪匯流處施設護坦工示意圖

另情勢調查結果，於南勢坑溪內具有臺灣特有種之明潭吻鰕虎分佈，其基本資料如表 6-2-1。

表 6-2-1 明潭吻鰕虎基本資料

學名	<i>Rhinogobius candidianus</i>				
命名者	(Regan, 1908)	棲息深度	底棲		
中文名	明潭吻鰕虎	有毒魚類	否		
科中文名	鰕虎科	經濟性	否		
科號科名	F460 Gobiidae	食用魚類	否	中國大陸名	明潭吻鰕虎魚
最大體長	7.8 cm	觀賞魚類	否	其他中文名	苦甘仔、狗甘仔（南投）
世界分布	[臺灣特有種]	台灣分布	北部、中部、南部		
棲息環境	純淡水	模式種產地	臺灣		

明潭吻鰕虎屬底棲魚類，其腹鰭癒合成吸盤狀，大多成群棲息在潭區或瀨區的岩石上，不喜好游動，亦可棲息於激流中，成魚於繁殖期具明顯的領域行為，於原地產卵繁殖，產卵場所為溪流底水緩之扁平石頭下方，具附著性，為兼顧生態及現地保全考量將針對以下四大方向探討

(一)魚類棲地適應條件：

因底棲性魚類在野外環境中，多以其特化成吸盤狀的腹鰭攀附在岩石上抵抗水流的沖擊，並以攀爬方式逆流而上，而根據農委會特有生物研究保育中心歷年對台灣原生魚種之魚道上溯及魚類游泳能力試驗結果發現，明潭吻鰕虎突進泳速(瞬間抗流吸附能力)約在 1.48~2.40m/s。

經參考經濟部水利署水利規劃試驗所之相關文獻，明潭吻鰕虎具迴游特性，較佳水深及流速之適合度區間(如表 6-2-2)，其水深應至少維持 0.30~0.35m，流速應至少維持 0.20~0.80m/s，底質以中大型之圓石和漂石為主，故於工程設計上，應將上述魚類適應條件納入考量，如於河道落差過大，影響溯游而形成阻斷處，可考量設置魚道進行改善。

表 6-2-2 魚種較佳水深、流速適合度區間與棲地類型表

魚種	較佳水深適合度區間(m)		較佳流速適合度區間(m/s)		棲所生態
	分佈區間	最適合	分佈區間	最適合	
明潭吻鰕虎	0.30~0.35	0.30	0.20~0.80	0.80	底棲性、棲息於流速較緩的小溪流環境中，底質多為中大型之圓石和漂石，會迴游。

資料來源：李德旺(88)、胡通哲(91)、經濟部水利署水利規劃試驗所「河川生物指標物種分析及其適合度曲線研究(2/3)」(99)、經濟部水利署水利規劃試驗所「河川原生魚種及棲地適合度曲線調查與資料庫建置(1/5)」(104)及臺灣魚類資料庫

(二)魚道設計原則：

魚道設計時需考量：(1)魚道入口(出水口)必須容易誘集魚類。(2)能夠長期保持有適當的水流。(3)構造必需適合本地魚種習性，和魚類溯河時之體長使用。(4)避免造成魚類的傷害或造成魚的過度疲勞。(5)建造、管理和維持要盡量簡便，建造費不宜過高。(6)保全設施必須完全。

參考水利署水利規劃試驗所「河川生物通道水理模擬及其設計布置原則研擬」，魚道設計布置之原則，包括有「魚道布置位置」、「魚道型式選擇」、「魚道本體細部設計」、以及「魚道出入口布置」，簡要說明如下：

- 1.魚道布設位置，並需掌握的原則為，通常設在岸側、堰堤與河向互相配合、以及誘魚之考量，當河寬大而水流在取水堰全寬流動時，可在兩岸均設置魚道，以增加魚類進入魚道之機會。
- 2.魚道型式之選擇，則依據河川特性、魚種以及水理因素，決定適當的魚道本體型式。
- 3.在魚道本體細部設計方面，需布置適當的整體長度、坡度、休息水池長度、休息池個數等。
- 4.魚道出入口布置原則：
 - (1)入口不突出堰壩：魚道入口，盡量以不突出攔河堰或防砂壩本體下游端之方式布置，此時不論堰形與河道主流方向是否有呈現角度，魚類上溯直行至防砂壩下方會很容易左右來回找到魚道入口。
 - (2)設置副壩：如果無法避免魚道入口布置太下游時，可增設副壩或淺堰以增加魚類找到入口之機會。設置副壩後，可將防砂壩下游至副壩間的水流況變成較為穩定的狀況，可避免或降低魚類被防砂壩下方水流的吸引，進而使魚類能夠上溯過副壩後，反而被魚道入口的水流所誘引，順利進入魚道，且有一定的水位可供魚類跳躍使用，特別是階段式魚道，因此副壩布置的位置盡量靠近魚道入口，設計時，要注意淺堰的水位差必須小於魚類的跳躍能力，建議小於**20cm**；而魚道入口的靠近河道主流方向側邊，可適當的以開口方式布置，有較強的水流可適當導引魚類前進的方向，但是水流流速不能超過魚類之突進泳速。
 - (3)全斷面式魚道：當無法避免魚道入口布置太下游時，亦可考慮將主堰壩修改為全斷面式的魚道，並可增加流速之歧異度，魚類上溯時，則具有較多樣性的選擇。

(三)魚道設計

綜上相關原則，本工程銜接南勢坑溪處以階梯式消能工搭配適合明潭吻鰕虎之斜坡式魚道進行布設，並依魚類溯游特性設計考量如下：

- 1.上游出口段—為維持常流水時之適生水深，上游魚道出口底面保留約 **60cm** 之溝槽以延伸溯游出口段。
- 2.魚道段—依明潭吻鰕虎適生水深區間並考量現地高程落差，南勢坑溪護岸兩側基礎面設計渠寬約 **100cm**、深約 **30cm**、斜率約 **1:8** 之斜坡式魚道共構，魚道底部進行交錯排列植石(長徑 **2/3** 垂直底面植入)(詳圖 6-2-5 所示)，除提供明潭吻鰕虎溯游時喜愛之休息躲藏空間，並降低常水流集中魚道時產生流速增加之現象，維持適合溯游流況，另可有效消除表面磨損、延續使用壽命。
- 3.下游入口段—為確保明潭吻鰕虎溯游入口水深及提供保護空間，山腳排水上游延伸段與南勢坑溪匯流口區域(樁號 **OK+056.29~OK+084.82**)，擬將此段於 **RC** 封底區整體調降深度約 **60cm** 之蓄水淺灘空間設計，並配合不規則交錯排列植石，以入口水流沖激塊石產生之水花、水聲引起魚類注意，搭配高溶氧產生浮游生物聚集，吸引魚類前往入口，提高溯游路線之使用度。另依據行政院農業委員會林務局 98 年度「**國有林地魚道設置原則及圖說規範建置之研發**」，好的魚道入口設計應讓洄游上溯的魚類沿著兩岸其一前進，即可順利找到入口，故選用效果較好之兩側魚道入口作為後續設計。

(四)後續環境維護：

以維持陸水域生物適生環境為目標，由鄰近社區執行環境保育巡護工作，並推動民衆河川生態教育活動，帶動當地民衆對河川生態產生興趣與瞭解，此外，應以凝聚社區意識，讓當地人瞭解生態系統對當地集水區之經濟發展有正面之幫助，自然會避免不當開發影響水質。

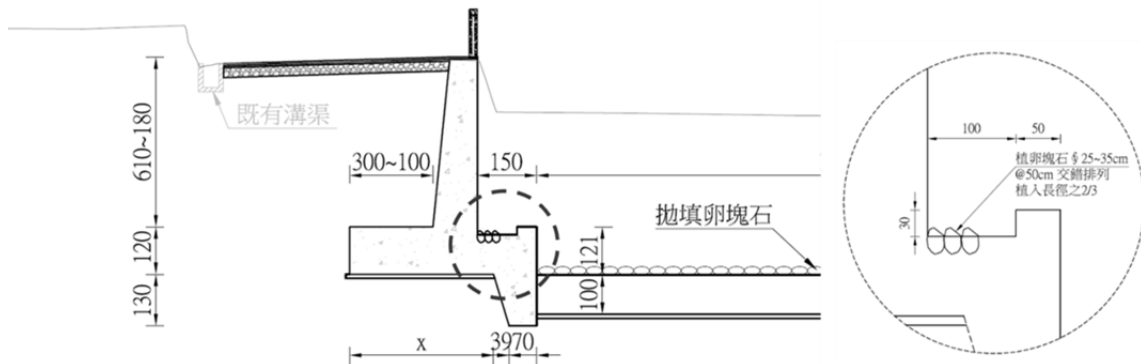


圖6-2-5 斜坡式魚道與新設護岸基礎共構示意圖

二、二維水理檢核

由以上設計內容經 CCHE-2D 模擬後得知，本工程設計之階梯式消能工搭配斜坡式魚道設置除對周邊結構物穩定及下游流況影響性小，尚可有效降低水流動能，避免匯流處對岸凸岸因流速過快造成護岸基腳淘刷；二維水理基本資料主要作為水理模式之相關參數，再以該參數進行設計方案後之水理流況模擬。茲說明如下：

(一)模擬範圍

本案因銜接「山腳排水 4K+225-4K+715 治理工程」，所以本案南勢坑溪匯流口模擬範圍，係銜接山腳排水治理終點 4K+715(亦即鷺山橋)，模擬總長度約 270 公尺(含支流)。

(二)計畫流量&起算水位

計畫流量係採用「台中市管區域排水山腳排水治理計畫(104.01)」中所定義之計畫流量，在南勢坑溪匯流處，主流山腳排水上游延伸段河道上游(0K+073.4 以上)計畫流量為 188CMS。

河道下游起算水位之邊界條件，則考量「山腳排水 4K+225-4K+715 治理工程」中，因有斷面放寬、縱坡調整之設計，故本案起算水位係採用前述治理工程設計報告中，在山腳排水 4K+715 處計畫流量 240cms 之 Q10 洪水位 EL.9.45m，進行演算，如圖 6-2-6 所示。

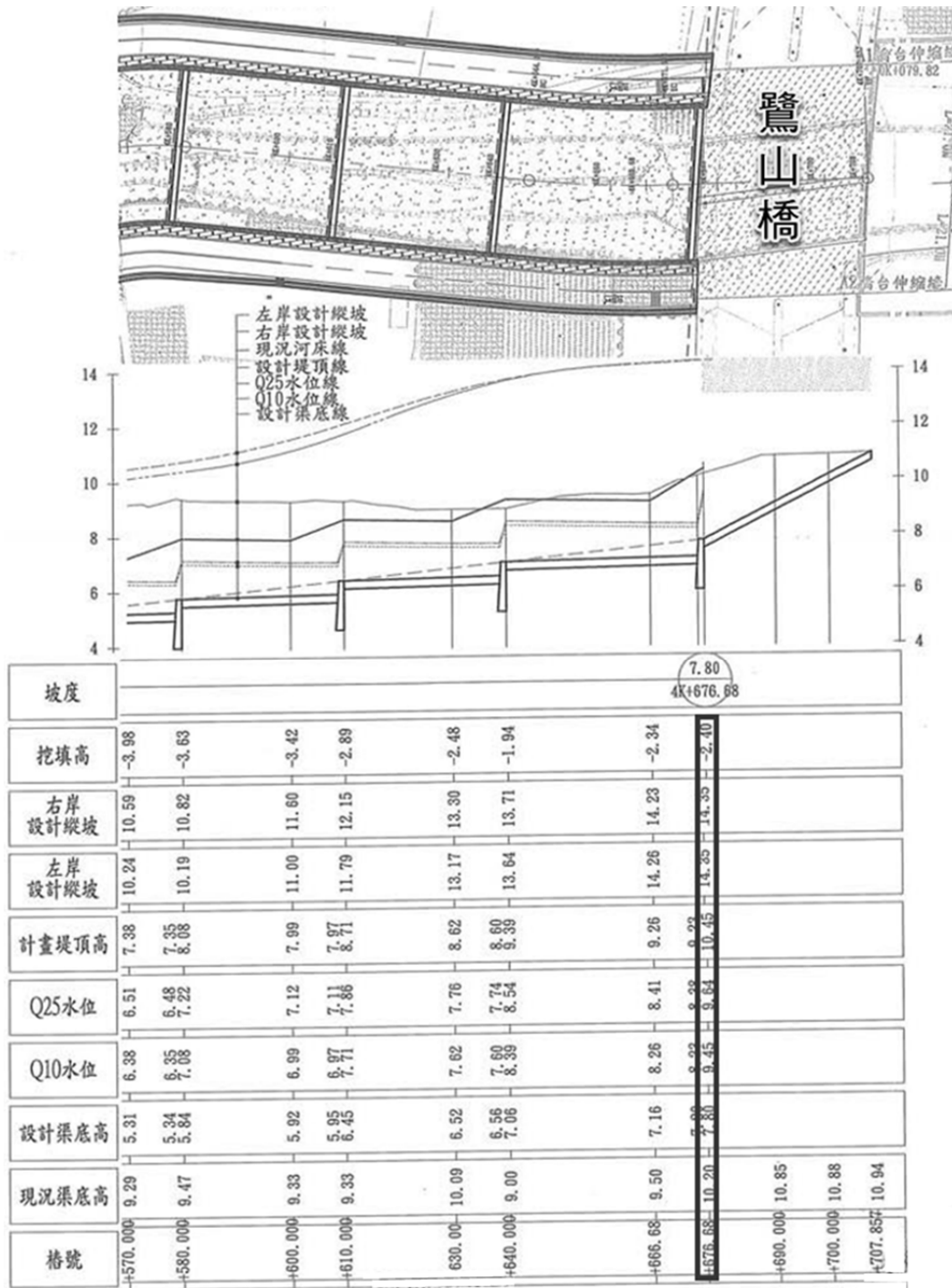


圖6-2-6 南勢坑溪匯流段起算水位圖

(三)粗糙係數

河道粗糙係數於混凝土封底區域 n 值為 0.015，其餘區段 n 值則採 0.025。

(四)河道地形

採用本案設計斷面及設計縱坡進行地形建置，另考慮南勢坑溪現況渠底與山腳排水上游延伸段銜接段渠底約有 5.5m 落差，本案於南勢坑溪下游匯流段採階梯式消能工設計，本次亦一併進行水理分析。。

(五)模式相關設定與參數

模式設定的水理參數如表 6-2-3 所示，大部分的水理參數係依據現有資料或考慮的模擬現象進行設定，例如重力加速度固定 $9.8 (m^2/sec)$ 、運動黏滯係數固定 $0.000001 (m^2/sec)$ 、Von Karman constant 固定 0.4 等；部份參數則依據建議值或是過去模擬經驗進行設定，例如網格處理乾點濕點的分界設定為 4 公分、Time Iteration Method 設定 Method 1 等。

表 6-2-3 水理相關參數設定

項目	設定值	說明
Simulation Times(sec)	模擬時間，依據流量歷線時間設定	24 小時，86400 秒
Time Steps	0.1	演算時間間距
History File	120	每演算個 120 步驟(steps)，自動記錄模擬結果
Turbulence Model	Parabolic Eddy Viscosity Model	拋物線渦流黏滯係數公式
Wall Silpness Coefficient	0.5	建議值
Depth to consider dry(m)	0.04	乾點與溼點的水深分界，當節點水深高於 0.04m，以濕點的方式計算
Time Iteration Method	Method 1	Method 1、Method 2、Method 3，分別代表低中高的疊代數目
重力加速度	$9.8(m^2/sec)$	建議值
Von Karman constant	0.41	建議值
運動黏滯係數	$0.000001(m^2/sec)$	建議值

(六)計畫境況之模擬成果分析(山腳排水上游延伸段匯流口-南勢坑溪)

模擬分析之水位、流速變化，如圖 6-2-7～圖 6-2-8 所示。本次模擬水位如圖 6-2-7 所示，本次模擬之水位均略低於計畫洪水位，而匯流處(0K+050~0K+080)凹岸水位介於 EL.10.0m～EL.10.3m 之間，河道凸岸處，水位則降為 EL.9.4m~EL.9.6m，顯示在此轉彎處有發生凹岸超高情形，惟經比較後，本次模擬之凹岸超高水位仍低於計畫水位(EL.10.50m)，且在該處為配合現地地形，本次設計堤頂高已達 EL.11.89m，已可滿足計畫保護標準。另外，在支流南勢坑溪匯入處可見，由於受到主流水位壅高影響，匯流處水位已淹沒南勢坑溪階梯式消能工下游 1~5 階情形。

而由流速圖(圖 6-2-8)中亦可顯示，受主流於支流匯流處水位壅高，流速趨緩，流速僅 $1.4m/s \sim 2.0m/s$ 。但值得注意的是，山腳排水延伸段主流右岸於轉彎處之流速高達約 $3.7m/s \sim 4.1m/s$ ，可能造成護岸或渠底因流速過高，造成護岸損毀或基腳沖刷之可能性，建議匯流處底床混凝土封底以加強保護。

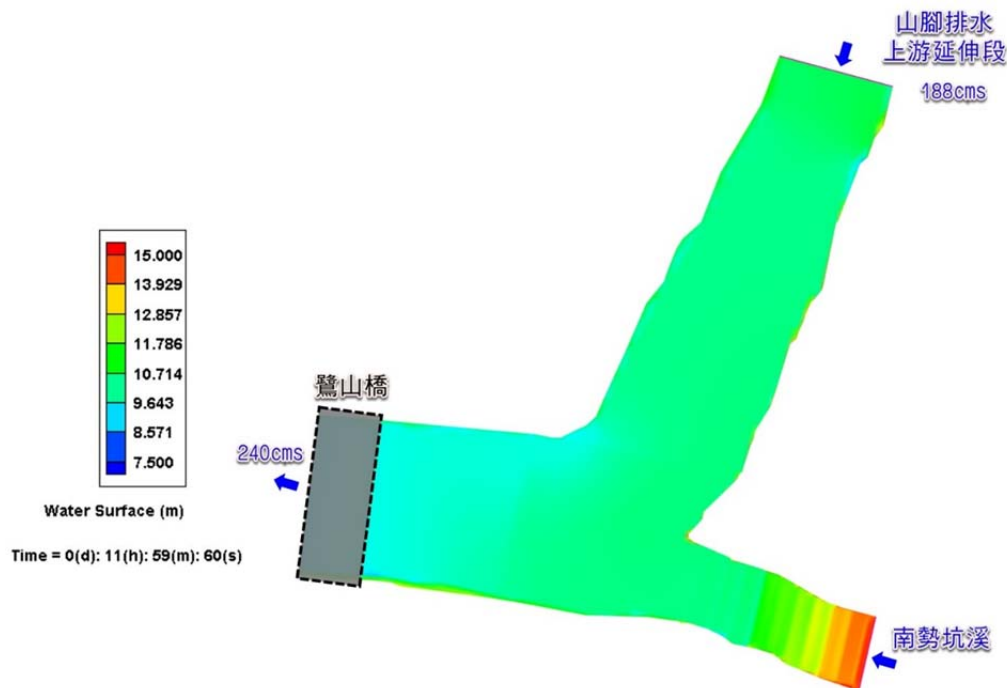


圖6-2-7 南勢坑溪匯流段水位變化圖

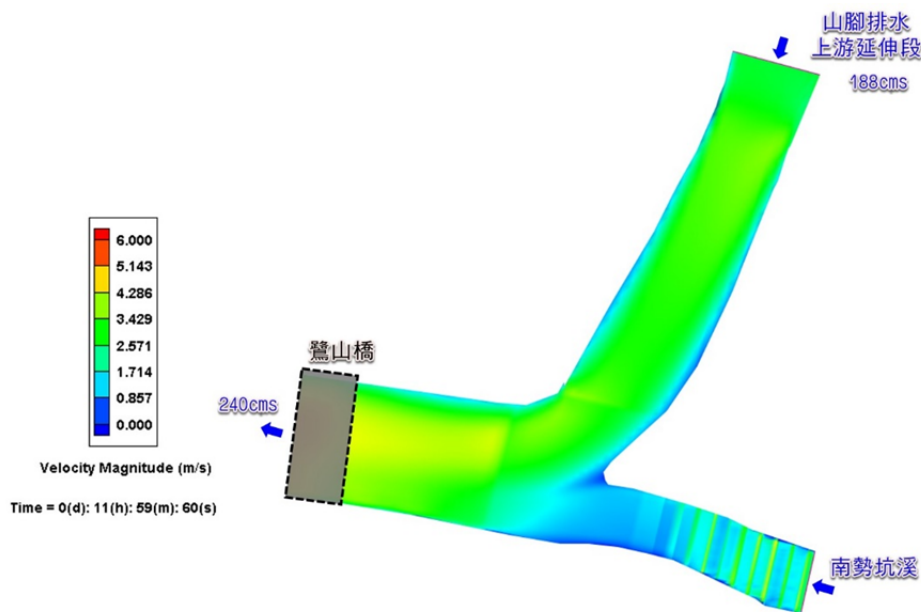


圖6-2-8 南勢坑溪匯流段流速變化圖

(七)不均勻降雨之境況模擬成果分析

因本案集水面積廣大，可能發生不均勻降雨之情形，為瞭解不均勻降雨時河道流況，除模擬計畫方案外，亦考量當匯流處水位較低，南勢坑溪跌水工對下游冲刷之影響，故本案亦有模擬二種不均勻降雨情形，其一為南勢坑溪支流低流量(10CMS)時，而山腳排水上游延伸段為 $Q_{10}=188\text{cms}$ 之流量之情形，二為當山腳排水上游延伸段主流低流量(10CMS)時，但在南勢坑溪支流上游卻發生 Q_{10} 降雨之情形，故本案依據 104 年「台中市管區域排水山腳排水治理計畫」南勢坑溪出口 10 年重現期距流量為 72CMS，兩種模擬情況之下游出口皆採自由邊界(Open Boundary)進行模擬，以了解不均勻降雨可能發生之境況。

流速之變化，如圖 6-2-9、6-2-10 所示，在不均勻降雨境況時，水位均低於計畫洪水位，可達計畫保護標準，而由流速變化(6-2-9、6-2-10)可看出，當山腳排水上游延伸段發生 Q_{10} 計畫流量時，鷺山橋上游至 0K+050 之區段底床流速達

2.7m/s~3.6m/s(如圖 6-2-9 所示)，而支流南勢坑溪發生 Q_{10} 計畫流量時，由於本案有設計階梯式消能工，經分析成果得知其各階段跌水消能均有發揮成效，僅在最後支流與主流匯流口處(0K+050~0K+090 區段)流速較高，其達 3.8m/s~4.0m/s，綜合模擬結果，故擬於 0K+050~0K+090 渠段之底床予以混凝土封底(t=50cm)加強保護，而鷺山橋至 0K+050 區段則施設 4 支連續固床工並於渠底拋填 $\phi 30\sim 40\text{cm}$ 卵礫石穩固河床。另據圖 6-2-10 所示，支流匯流口處流速為各模擬結果流速為最大者，故擬將匯流處之封底段施設水墊(兼魚類適生水深)(依前述計算調降約 60cm)，以作為消能池設施並兼作為沉砂空間。

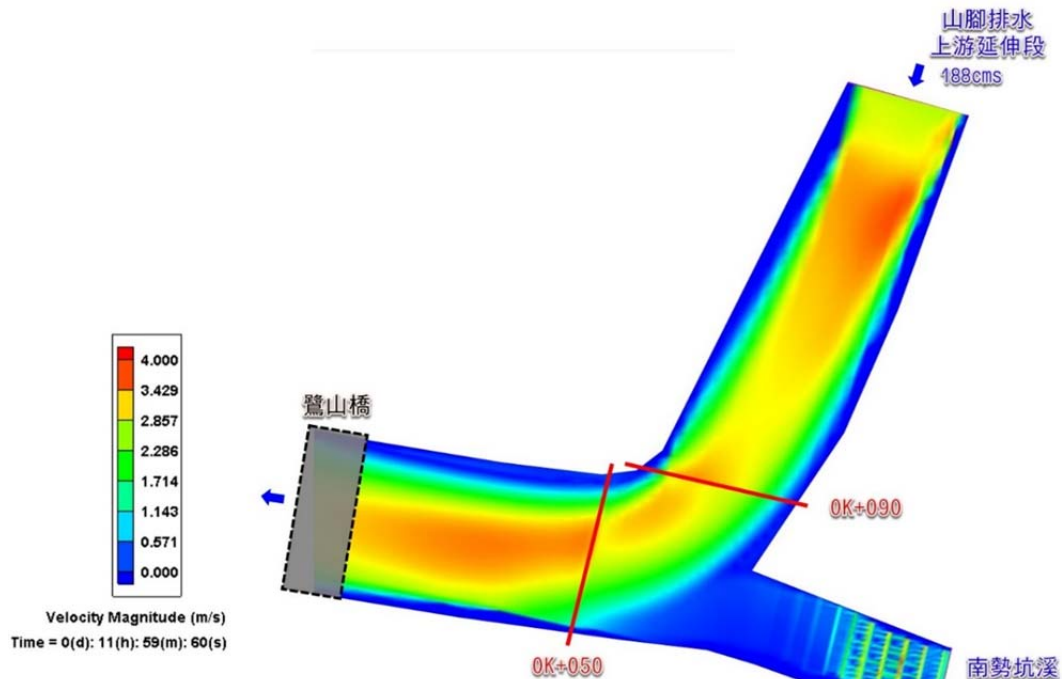


圖6-2-9 不均勻降雨流速變化圖(延伸段發生計畫流量、支流低流量)

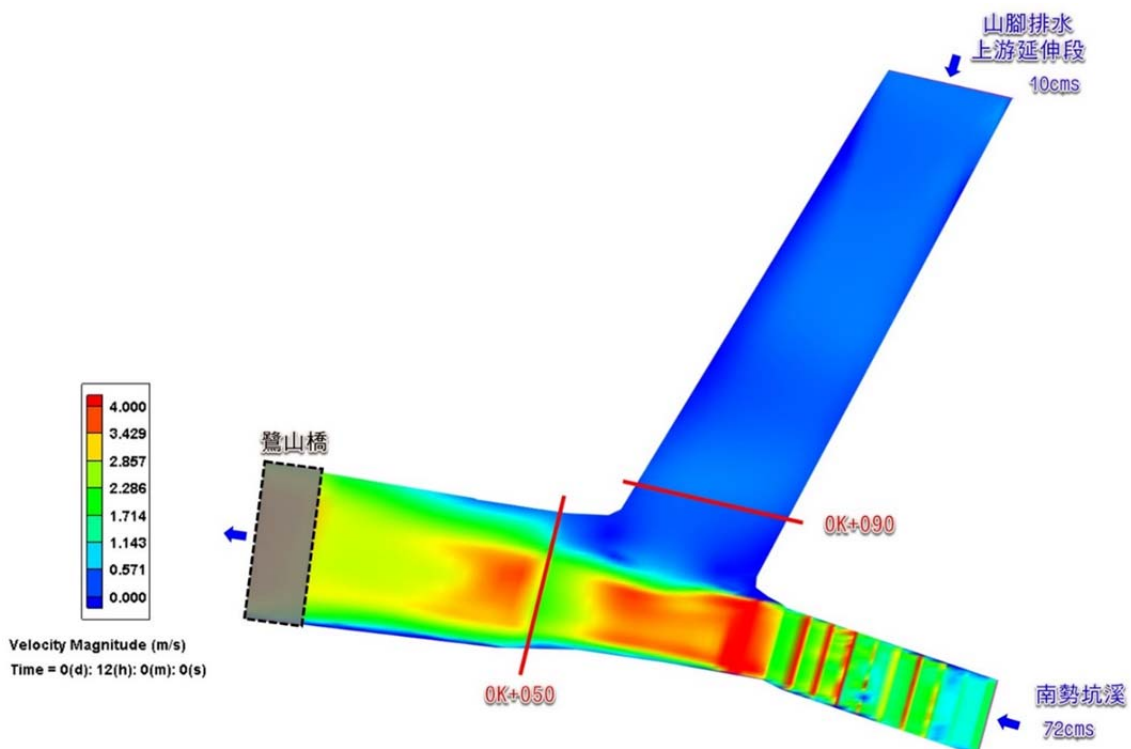


圖6-2-10 不均勻降雨流速變化圖(南勢坑溪發生計畫流量、主流為低流量)

6-3 分流工配置

6-3-1 分流工設計準則

參考原規劃報告、治理計畫，並對照設計流量分配圖訂定本工程分流工設計準則如下：

- 一、分流工之目的在於 10 年重現期洪水量時，確保山腳排水上游延伸段各分流 1/2 水量往主、支流下游，避免沙田路以西平原地區淹水災害。
- 二、本工程分流工皆位於支流匯入處，分流工之設計應一併考量支流上游匯入流量之影響。
- 三、分流工之設置，必要時得於主、支流局部調整渠底跌落差，以進行消能整流，力求分流工處流況穩定，以達成分流量，惟仍以不影響整體計畫縱坡為原則。
- 四、分流工型式應利於維護管理，減少人為操作。

6-3-2 分流工方案

本工程山腳排水上游延伸段新建工程，主要將大肚山西麓之南勢溪、北勢溪、竹林南溪、竹林北溪部份水量截流至山腳排水，原規劃方案係於各支流橫交處設置緩流分流工，將山腳排水上游延伸段水量 1/2 分往各支流下游，惟依據 4-2-2 節之檢核結果，因各支流受流入工及流出工流況影響，導致分流口水量分佈不均勻，而無法達到計畫分水量，故緩流分流工不適用於本工程。

承上，本工程可局部調整縱坡配置，以急流分流工型式達比率分流之目的，其相關設計可參考「灌溉排水工程設計」之明渠分流工；另為達限制流量之目的，亦可於各支流流出工採孔口流方式，各方案設計說明如下：

一、方案一(急流分流工)：

係利用之流量不管其增減按一定之比率分水。急流分流工之主體為一寬頂堰，當溢流時，水流從緩流變至急流，該變換斷面之水流不受下游水位之影響，且溢流於堰上之急流，其水平橫斷面上之流速分部幾乎均勻。故在急流段設置平行於水流之銳緣分水牆時，水流即按照分比寬度相當精確之分水。

南、北勢溪急流分流工設計如下：

(一)南勢溪分流工設計

南勢溪分流工因南勢溪由左分水槽匯入，導致左分水槽受阻無法順利排入，入口流速近乎停滯，而轉排往右分水槽，故建議以急流分流工進行調整。

本分流工基本條件為上游渠底標高 11.68m、下游渠底標高 9.83m、上游計畫流量 113cms、兩分水槽流量皆為 56.5cms；計算流程先依一維模擬之水理因素代入「灌溉排水工程設計」急流分流工計算式進行各部尺寸計算，後將計算結果建立斷面再以一維水理模式模擬，若於堰流堰產生 $F=1$ 表示皆符合急流分流工必要條件，若不然則再重複計算式各部尺寸→一維水理演算步驟，直到符合必要條件為止；本工程南勢溪分流工計算結果下，平面及縱斷面配置如圖 6-3-1、6-3-2，一維水理演算成果如圖 6-3-3。

1. 分水條件

設計分流工以左、右分水槽各分流50%為設計目標，故下游條件以單一分水槽之H_{ec-Ras}演算結果進行計算

上游渠道 渠底高程	11.68 m	下游渠道 渠底高程	9.83 m
最大流量 Q=	113.000 cms	左分水槽	56.500
通水斷面積 A=	48.390 m ²		40.030
水深 h ₁ =	1.840 m		3.190
水力半徑 R=	1.610 m		2.110
平均流速 V=	2.100 m/sec		1.470
糙率 n=	0.025		0.025
縱坡 S=	0.006		0.006
能量高度 E=	13.750 m		13.130

2. 分水比率

	左分水槽	右分水槽
流量	56.5	56.5 cms
百分比	50	50 %

3. 堰高計算

急流係數 α =	1.1	$V^2/2g$ =	0.23 m
h ₁ =	1.84 m		
V =	2.10 m/sec		
$\alpha * V^2/2g$ =	0.253 m		
假設堰高 =	0.3 m		
堰頂標高 =	11.98 m		
2/3(上游能量高-堰頂高程) =	2/3*(13.75-11.98) =	1.18	
(下游能量高-堰頂高程) =	(13.13-11.98) =	1.15	
	1.18 >	1.15	OK!!

4. 臨界水深

$$h_c = 2/3 * (1.84 + 0.253 - 0.3) = 1.195 \text{ m}$$

5. 控制斷面寬度

$$b_c = 113 / ((2 * 9.8 / 1.1 * 1.195^2 * (1.84 + 0.253 - 1.195 - 0.3))^{0.5}) = 28.96865 \text{ 採用 } 29 \text{ m}$$

$$\text{導流牆間距} = 29 * 50\% = 14.50 \text{ m}$$

6. 整流段長度

上游水深之3~6倍	5.52	~	11.04 m	採用	20 m
或 分水工寬度之1~1.5倍	29	~	43.5 m		

7. 靜水池

(1) 水躍

$$\text{水位落差 } F = \text{上游能量高} - \text{下游能量高} = 0.62 \text{ m}$$

$$F/h_c = 0.5188$$

查表	h ₂ /h ₁	0.3	3.4	0.4	
	F/h _c	0.479	0.5188	0.519	3
	h ₁ /h _c	0.52	0.511	0.511	

$$h_1 = 0.611 \text{ m}$$

$$h_2 = 2.077 \text{ m}$$

$$v_1 = Q/bc/h_1 = 6.377335 \text{ m/sec}, \quad h_{v1} = 2.075$$

$$v_2 = Q/bc/h_2 = 1.876048 \text{ m/sec}, \quad h_{v2} = 0.18$$

$$E_1 = 2.686 \text{ m}$$

$$E_2 = 2.257 \text{ m}$$

$$(2) \text{池底標高 } EL = 13.130 - 2.257 = 10.873$$

(3) 池長根據公式

$$L_j/h_j = 7.84 > 5$$

$$h_j = h_2 - h_1 = 1.466$$

$$L_j = 7.84 * 1.466 = 11.49 (+0.5\text{m}) = 11.99 \text{ 採用 } 12 \text{ m}$$

如上，主、支流同時有水情形下，溢流堰下游水深約 1.8m，水位落差約 0.62m，經計算靜水池池長為 12m；惟考量若支流南勢溪無水流入時，能量差變大則容易造成溢流堰下游之破壞，故另外以下游無支流水量匯入情形計算靜水池尺寸如下：

7.靜水池

(1)水躍

上游水深 $h=$	1.840 m	下游水深 $h=$	1.020
上游流速 $V=$	2.100 m/sec	下游流速 $V=$	4.710
水位落差 $F=$ 上游能量高-下游能量高 =	1.97 m		
$F/hc=$	1.6485		
查表	$h2/h1$	0.6	5.614
	F/hc	1.64	1.6485
	$h1/hc$	0.378	0.377
	$h1=$	0.451 m	
	$h2=$	2.532 m	
	$v1= Q/bc/h1=$	8.639804 m/sec	$hv1=$ 3.808
	$v2= Q/bc/h2=$	1.538922 m/sec	$hv2=$ 0.121
	$E1=$	4.259 m	
	$E2=$	2.653 m	
(2)池底標高	$EL=$	11.780	- 2.653 = 9.127
(3)池長根據公式	$Lj/hj=$	6.53 > 5	
	$hj= h2-h1=$	2.081	
	$Lj=6.53*2.081=$	13.59 (+0.5m)=	14.09 採用 15 m

經計算靜水池尺寸應採池底標高為 E.L.9.12m、池長為 15m 進行設計。

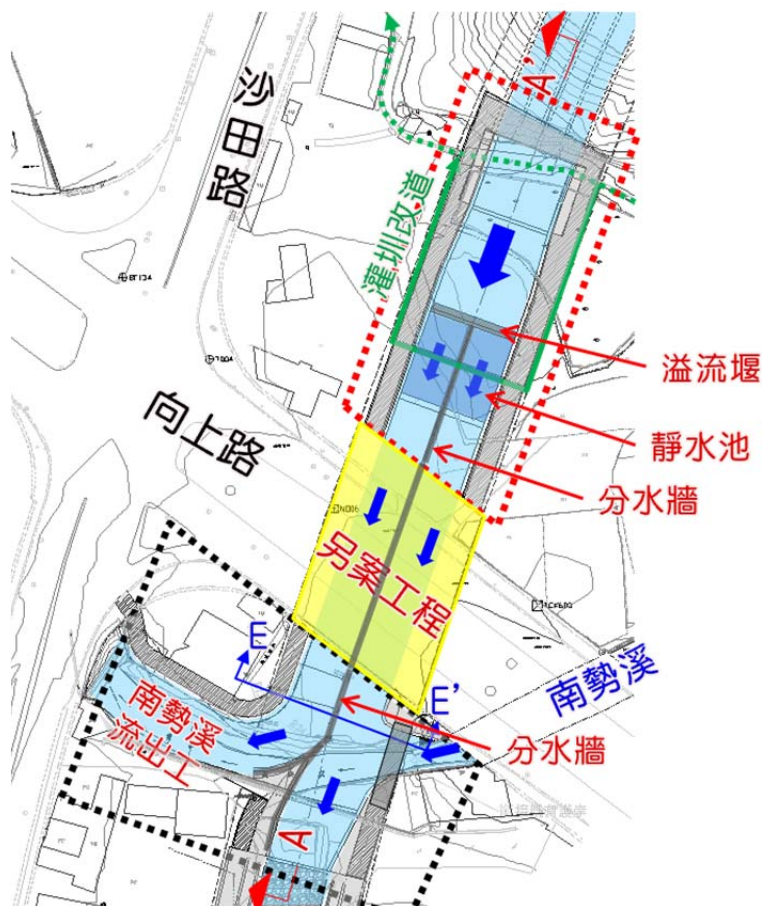


圖6-3-1 南勢溪急流分流工設計平面圖(方案一)

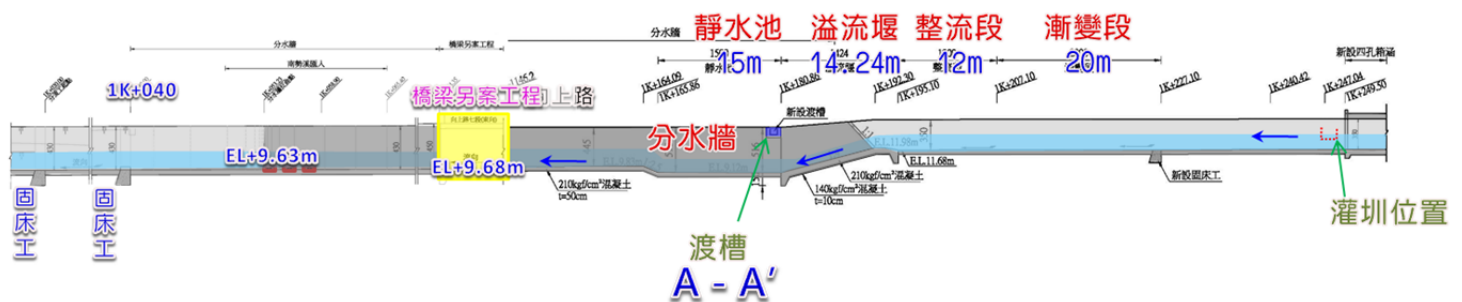


圖6-3-2 南勢溪急流分流工設計縱斷面圖(方案一)

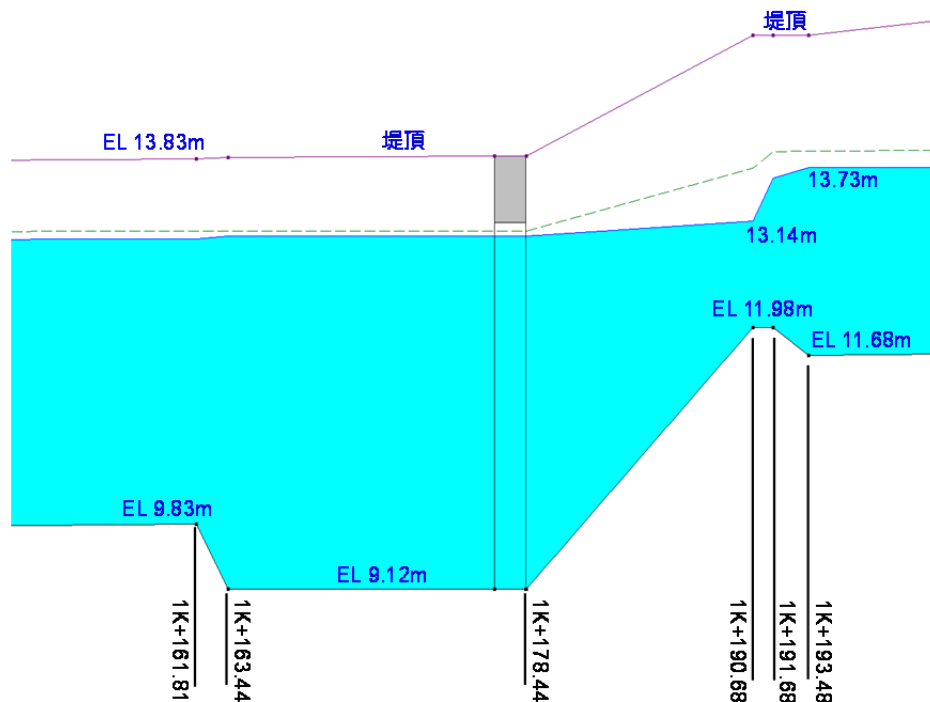


圖6-3-3 南勢溪急流分流工一維水理縱斷面圖(方案一)

(二)北勢溪分流工設計

北勢溪分流工經模擬成果得知北勢溪流入工之右分水槽幾乎停滯，流量多排往左分水槽，主要原因為右分水槽渠底較高且坡度平緩，使本流入工流量分配以左分水槽排放為主。依治理計畫縱坡得知北勢溪分流工上游有一 0.6m 落差，經評估建議調整加大此落差設置急流分流工避免受下游水位影響，另於流入工則調整線型避免左分水槽倒灌，渠底落差則設置消能池調整流速。

本分流工基本條件為上游渠底標高 14.4m、下游渠底標高 13.11m、上游計畫流量 81cms、兩分水槽流量皆為 40.5cms；計算流程先依一維模擬之水理因素代入「灌溉排水工程設計」急流分流工計算式進行各部尺寸計算，後將計算結果建立斷面再以一維水理模式模擬，若於堰流堰產生 $F=1$ 表示皆符合急流分流工必要條件，若不然則再重複計算式各部尺寸→一維水理演算步驟，直到符合必要條件為止；本工程北勢溪分流工計算結果下，平面及縱斷面配置如圖 6-3-4、6-3-5，一維水理演算成果如圖 6-3-6。

1. 分水條件

設計分流工以左、右分水槽各分流50%為設計目標，故下游條件以單一分水槽之Hec-Ras演算結果進行計算

上游渠道	渠底高程	14.4 m	下游渠道	渠底高程	13.11 m
最大流量 Q=	81.000 cms		左分水槽		
通水斷面積 A=	20.250 m ²				
水深 h=	0.810 m				
水力半徑 R=	0.760 m				
平均流速 V=	4.020 m/sec				
糙率 n=	0.015				
縱坡 S=	0.007				
能量高度 E=	16.030 m				

2. 分水比率

	左分水槽	右分水槽
流量	40.5	40.5 cms
百分比	50	50 %

3. 堰高計算

急流係數 α =	1.1	$V^2/2g$ =	0.82 m
h_1 =	0.81 m		
V =	4.02 m/sec		
$\alpha * V^2/2g$ =	0.902 m		
假設堰高 =	0.2 m		
堰頂標高 =	14.6 m		
$2/3(\text{上游能量高}-\text{堰頂高程})$ =	$2/3*(16.03-14.6)$ =	0.953	
$(\text{下游能量高}-\text{堰頂高程})$ =	$(15.5-14.6)$ =	0.900	
0.953 >	0.9 OK!!		

4. 臨界水深

$$h_c = 2/3 * (0.81 + 0.902 - 0.2) = 1.008 \text{ m}$$

5. 控制斷面寬度

$$b_c = 81 / ((2 * 9.8 / 1.1 * 1.008^2 * (0.81 + 0.902 - 1.008 - 0.2))^{0.5}) = 26.81498 \text{ 採用 } 26.9 \text{ m}$$

$$\text{導流牆間距} = 26.9 * 50\% = 13.45 \text{ m}$$

6. 整流段長度

上游水深之3~6倍	2.43	~	4.86 m	採用	10 m
或 分水工寬度之1~1.5倍	26.9	~	40.35 m		

7. 靜水池

(1) 水躍

$$\text{水位落差 } F = \text{上游能量高} - \text{下游能量高} = 0.53 \text{ m}$$

$$F/h_c = 0.5258$$

查表	h_2/h_1	0.4	3.417	0.5	
	F/h_c	0.519	0.5258	0.56	3
	h_1/h_c	0.511	0.510	0.502	

$$h_1 = 0.514 \text{ m}$$

$$h_2 = 1.756 \text{ m}$$

$$v_1 = Q/bc/h_1 = 5.858273 \text{ m/sec}, \quad hv_1 = 1.751$$

$$v_2 = Q/bc/h_2 = 1.714779 \text{ m/sec}, \quad hv_2 = 0.15$$

$$E_1 = 2.265 \text{ m}$$

$$E_2 = 1.906 \text{ m}$$

$$(2) \text{池底標高 } EL = 15.500 - 1.906 = 13.594$$

(3) 池長根據公式

$$L_j/h_j = 7.83 > 5$$

$$h_j = h_2 - h_1 = 1.242$$

$$L_j = 7.83 * 1.242 = 9.72 (+0.5\text{m}) = 10.22 \text{ 採用 } 11 \text{ m}$$

如上，主、支流同時有水情形下，溢流堰下游水深約 2.3m，水位落差約 0.53m，經計算靜水池池長為 11m；惟考量若支流北勢溪無水流入時，能量差變大則容易造成溢流堰下游之破壞，故另外以下游無支流水量匯入情形計算靜水池尺寸如下：

7.靜水池

(1)水躍

上游水深 h_1	0.810 m	下游水深 h_2	0.730
上游流速 V_1	4.020 m/sec	下游流速 V_2	4.230
水位落差 $F =$ 上游能量高-下游能量高	1.28 m		
F/h_c	1.2698		
查表	h_2/h_1	0.9	5.453
	F/h_c	1.243	1.2698
	h_1/h_c	0.411	0.408
	h_1	0.411 m	
	h_2	2.241 m	
	$v_1 = Q/bc/h_1$	7.326405 m/sec	$h_{v1} = 2.739$
	$v_2 = Q/bc/h_2$	1.343665 m/sec	$h_{v2} = 0.092$
	E_1	3.15 m	
	E_2	2.333 m	

(2)池底標高 $EL = 14.750 - 2.333 = 12.417$

(3)池長根據公式

$$L_j/h_j = 6.85 > 5$$

$$h_j = h_2 - h_1 = 1.83$$

$$L_j = 6.85 \times 1.83 = 12.54 (+0.5m) = 13.04 \text{ 採用 } 14 \text{ m}$$

經計算靜水池尺寸應採池底標高為 E.L.12.417m、池長為 14m 進行設計。

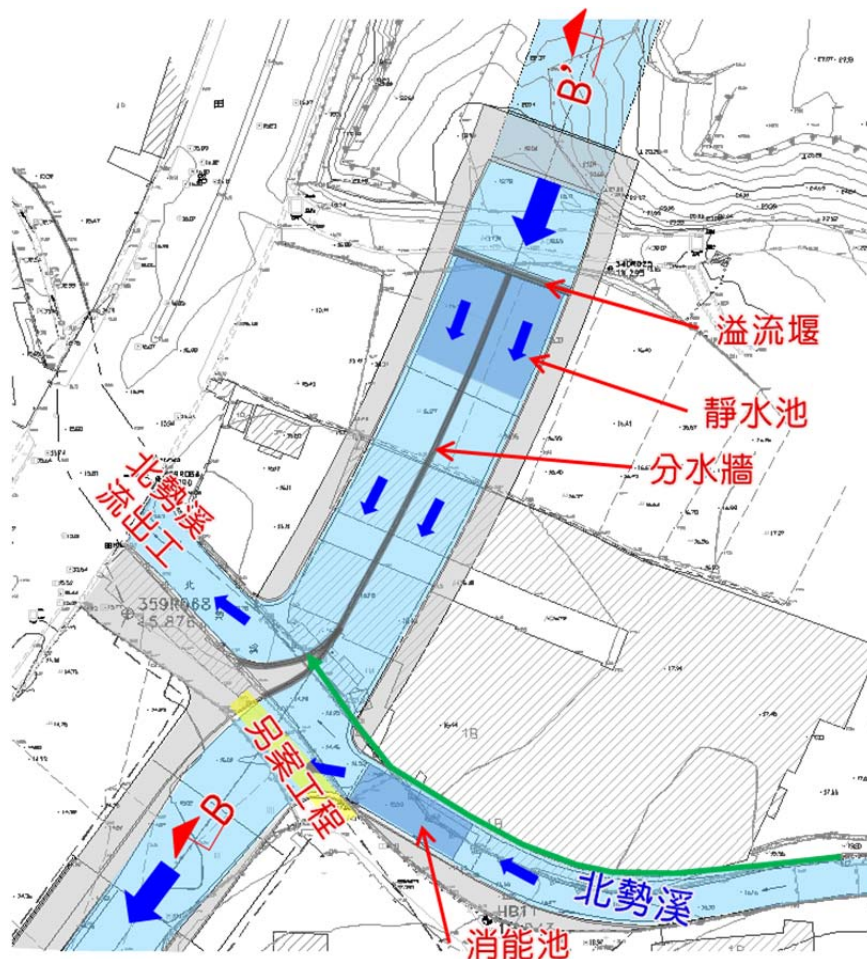


圖6-3-4 北勢溪急流分流工設計平面圖(方案一)

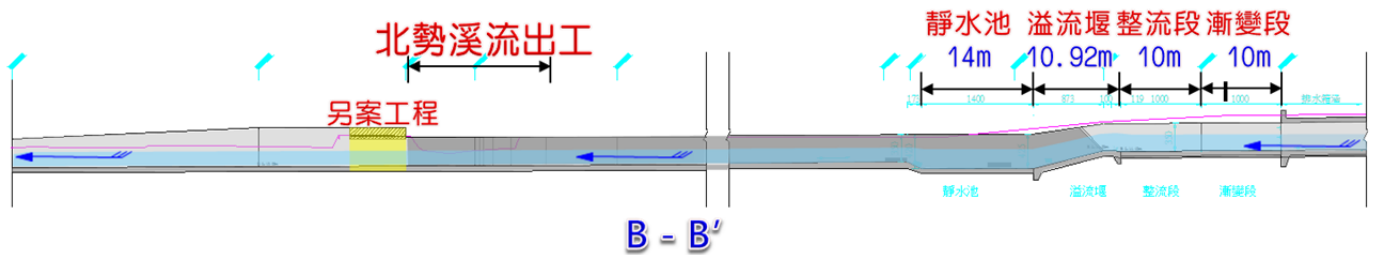


圖6-3-5 北勢溪急流分流工設計縱斷面圖(方案一)

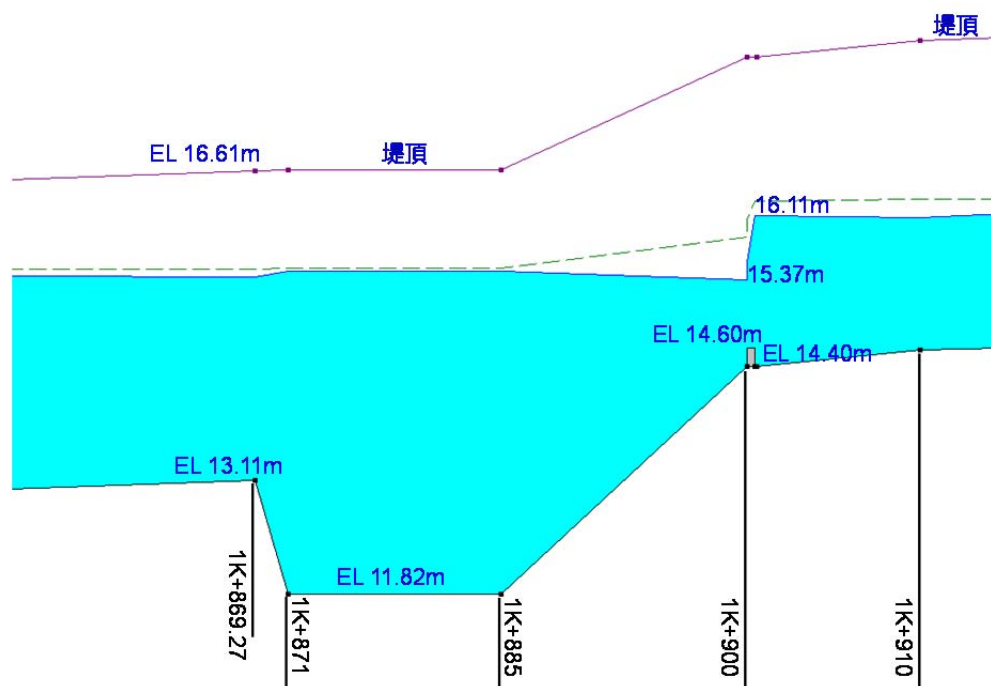


圖6-3-6 北勢溪急流分流工一維水理縱斷面圖(方案一)

另原治理計畫流入工與主流逆向，故利用旁邊公有地調整流向至 90 度角流入，且因主流計畫渠底與既有北勢溪渠底形成落差，造成流入工流速過快，能量水頭較高，建議於流入工前設置消能池，降低支流匯入之能量水頭，減少沖刷破壞，計算條件仍以保守情況，即下游無水狀態之最大水位差進行計算，經計算消能池長度為 26m，計算結果如下，縱斷配置如圖 6-6-7。

北勢溪傾斜式跌水工水理計算

Q=	B=	q=	跌差F=
99	10	9.9	3.07 m

(1) Sta. 上游

do=	1.82	zo=	15.65
v=	5.44		
hv=	1.51	Eo=	3.328095

(2) Sta. 下游

d3=	1.76	z3=	12.58
v3=	5.63		
hv3=	1.61	E3=	3.372672

(3) F=z3-z0=

(4) dc=	2.15	q=	99 ÷ 10.00 =	9.9
vc=	4.60	hvc=	1.076888	

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \frac{2}{3}E \rightarrow q = \sqrt{\frac{2}{3}E^3 \times g} = 1.70E^{3/2} \text{ (寬頂堰理論式)}$$

(5) Eo=

$$\therefore dc+hvc+0.2\Delta hv \approx 3.1444221 \text{ (ok!)}$$

(6) F/dc=

1.4254038	查表 4-3-1 得		
(7) d2/d1=	5.226	d2=	4.445974
(8) d1/dc=	0.395	d1=	0.850741

(9) a. 靜水池寬

$$V=Q/(b*d1)=11.636909$$

b=	10.00	故 v2=	2.226733	hv2 =	0.252719
		v1=	11.63691	hv1 =	6.902021

b. 靜水池之計畫高程

$$EL2 = (EL3+d3+hv3)-(hv2+d2) = 11.25$$

(10) 靜水池之長度

靜水池長度由福祿數F1決定

$$F1 = V1/\sqrt{gd1} = 4.0281381 >$$

2.5 採 type 4 型

$$\text{由 } F1 = 4.03 \text{ 查圖 4-3-12 得 池長 } L/d2 = 5.8 \quad L = 26 \text{ m}$$

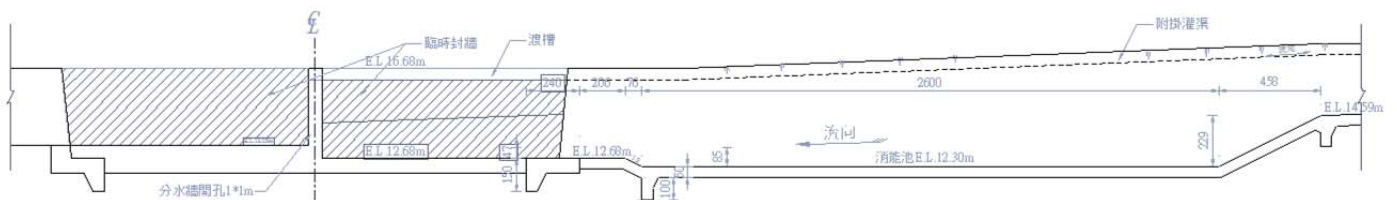
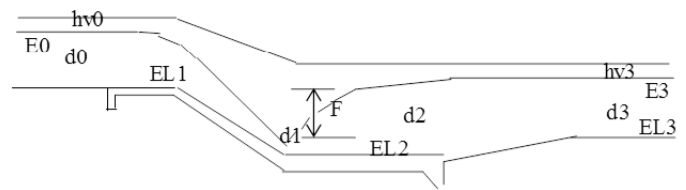


圖6-3-7 北勢溪消能池設計圖

二、方案二(孔口分流工)：

水路中置一阻止水流之隔牆，牆中開一孔洞用以洩水，此結構即為孔口。於農業灌溉水路中常用於量水，本工程則可用於限制支流下游之分流量。

孔口流依其上、下游水頭狀況又可分為潛沒孔口流、漸變孔口流及自由溢流等三種，其流量公式分別如下：

潛沒孔口流：當潛沒係數(下游水深/上游能量水頭) >0.8 時，採用下列公式：

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

C=孔口流量係數=0.6

A=孔口面積

H=孔口測得之水頭，等於孔口上下游水頭差

漸變孔口流： $0.8 >$ 潛沒係數 >0.67 時，採用下列公式：

$$Q = CWB\sqrt{6gH}$$

C=孔口流量係數=0.6

W=孔口寬度，B=孔口高度

H=孔口測得之水頭，等於孔口上下游水頭差

自由溢流流： $0.67 >$ 潛沒係數時，採用下列公式：

$$Q = CWB\sqrt{2gH}$$

C=孔口流量係數=0.6

W=孔口寬度，B=孔口高度

H=堰頂水頭差，等於孔口堰頂與上游水頭差

另為了解主渠道水位與孔口流量之實際變化情形，本工程則採用 HEC-RAS 孔口模組進行模擬及修正，以決定開口高、長等相關尺寸。各支流經計算結果設計如下：

(一)南勢溪孔口分流工

依據流量公式及 HEC-RAS 反覆計算結果如下，南勢溪孔口分流工平面及縱斷面配置如圖 6-3-8、6-3-9，一維水理演算成果如圖 6-3-10。考量維持平時南勢溪下游灌溉水量，設計配置 W1.55m×H1m 之閘門及 W6.5m×H2m 孔口各一。

為防止垃圾及雜物堵塞，建議支流流入工上游設置攔汙索，並考量流入工流速過大造成匯流處流況不穩影響孔口分流，故於南勢溪向上路箱涵出口設置消能池進行消能整流，另山腳排水延伸段於向上路上游側為避免坡度過陡造成上游段產生臨界流況，亦可減少台地穿越段開挖深度及相關擋土設施規模，故保留與方案一相同之跌水工設計，亦兼具消能整流功能，力求分流工處流況穩定。除此之外，易於匯流處降低渠底 1m，兼具沈砂消能池之用。

工程位置：南勢溪孔口

施設椿號：1K+050

孔口上游能量水頭(Z_U)：13.11 EL. m孔口下游水位(Z_D)：11.25 EL. m

孔口上游渠底高：8.63 EL. m

孔口下游渠底高：9.61 EL. m

堰頂高(Z_{SP})：10.50 EL. m堰頂水頭差($H=Z_U-Z_{SP}$)：2.61 m上下游水頭差($H=Z_U-Z_D$)：1.86 m

孔口流係數(HEC-RAS)(C)：0.60

孔口開口面積(A)：13.00 m²

寬(W)：6.5 m 高(B)：2 m

潛沒係數(HEC-RAS) $X < 0.67$

自由堰流公式

$$Q = CWB\sqrt{2gH}$$

H= 堰頂水頭差(Z_U-Z_{SP})

採用

潛沒係數(HEC-RAS) $0.80 < X < 0.67$

漸變堰流公式

$$Q = CWB\sqrt{6gH}$$

H= 上下游水頭差(Z_U-Z_D)潛沒係數(HEC-RAS) $X < 0.80$

潛沒堰流公式

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

H= 上下游水頭差(Z_U-Z_D)潛沒係數(HEC-RAS) $X = 0.21$ 自由堰流

Q= 55.82

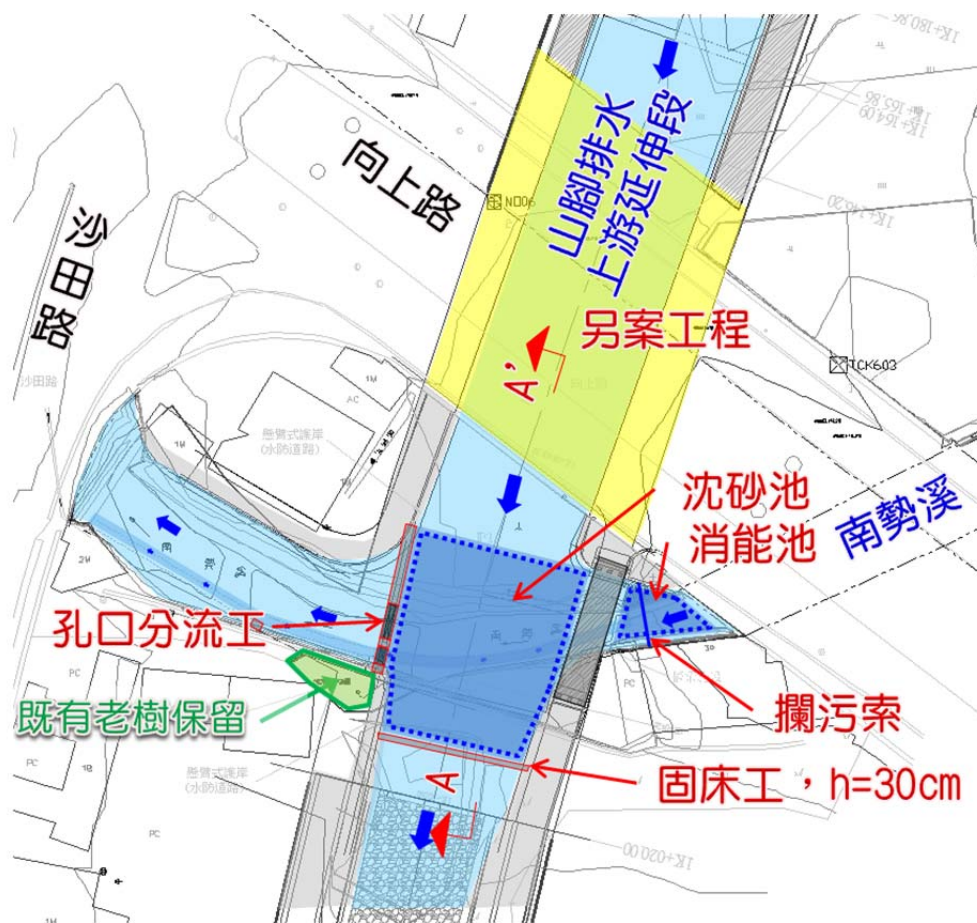


圖6-3-8 南勢溪孔口分流工設計平面圖(方案二)

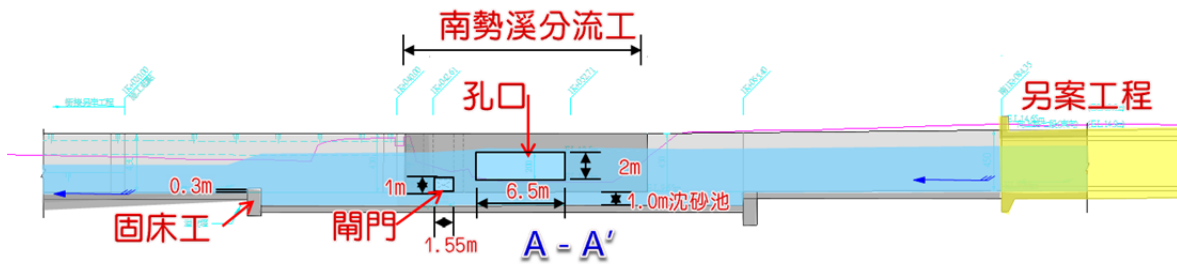


圖6-3-9 南勢溪孔口分流工設計縱斷面圖(方案二)

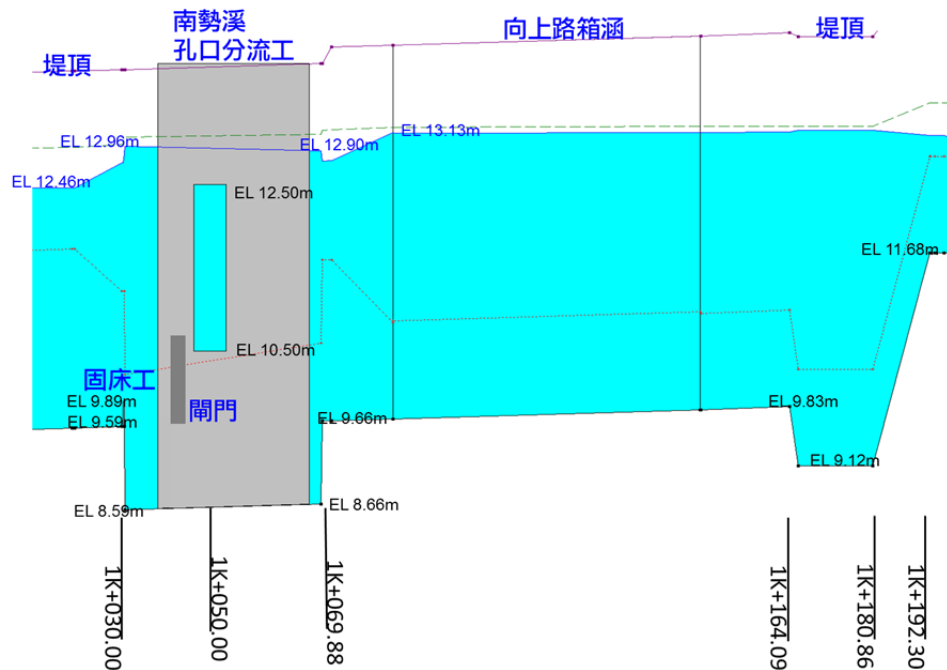


圖6-3-10 南勢溪孔口分流工一維水理縱斷面圖(方案二)

另為了解各重現期距分流量之差異，輸入各重現期距洪水量後演算孔口分流量成果如下，由下表可知，當產生計畫流量時(Q10)，孔口分流量為 56.5cms，與計畫分流量相等，洪水量若超過保護標準，則洪水量越大，孔口分流量百分比越小，此分流特性，可提升南勢溪下游人口密集區之保護強度。

表 6-3-1 南勢溪孔口分流工各重現期距一維水理分流量成果表

重現期距 (年)	分流前流量 (cms)	孔口分流量 (cms)	分流百分比
Q2	74.6	37.97	50.90%
Q5	97.1	54.18	55.80%
Q10	113	56.49	49.99%
Q20	128.9	57.87	44.90%
Q25	133.1	58.80	44.18%
Q50	148.3	61.79	41.67%
Q100	163.9	64.79	39.53%

(二)北勢溪孔口分流工

依據流量公式及 HEC-RAS 反覆計算結果如下，北勢溪孔口分流工平面及縱斷面配置如圖 6-3-11、6-3-12，一維水理演算成果如圖 6-3-13。考量維持平時北勢溪下游灌溉水量，設計配置 W1.5m×H1m 之閘門及 W4.75m×H2m 孔口各一。另為消能整流穩定流況，故主流上游保留與方案一相同之跌水工設計，支流北勢溪流入工部份亦與方案一相同調整流向及於流入工前設置消能池，並於匯流處設置 1m 深之沈砂池。

工程位置：北勢溪孔口

施設樁號：1K+856.40

孔口上游能量水頭(Z_U)：15.58 EL. m

孔口下游水位(Z_D)：14.23 EL. m

孔口上游渠底高：11.67 EL. m

孔口下游渠底高：12.35 EL. m

堰頂高(Z_{SP})：12.90 m

堰頂水頭差($H=Z_U-Z_{SP}$)：2.68 m

上下游水頭差($H=Z_U-Z_D$)：1.35 m

孔口流係數(C)：0.60

孔口開口面積(A)：9.50 m²

寬(W)：4.75 m 高(B)：2.00 m

潛沒係數(HEC-RAS) $X < 0.67$

自由堰流公式 $Q = CWB\sqrt{2gH}$

$H =$ 堰頂水頭差(Z_U-Z_{SP})

採用

潛沒係數(HEC-RAS) $0.80 < X < 0.67$

漸變堰流公式 $Q = CWB\sqrt{6gH}$

$H =$ 上下游水頭差(Z_U-Z_D)

潛沒係數(HEC-RAS) $X < 0.80$

潛沒堰流公式 $Q = CA\sqrt{2gH}$

$H =$ 上下游水頭差(Z_U-Z_D)

潛沒係數(HEC-RAS) $X = 0.48$ 自由堰流
 $Q = 41.33$

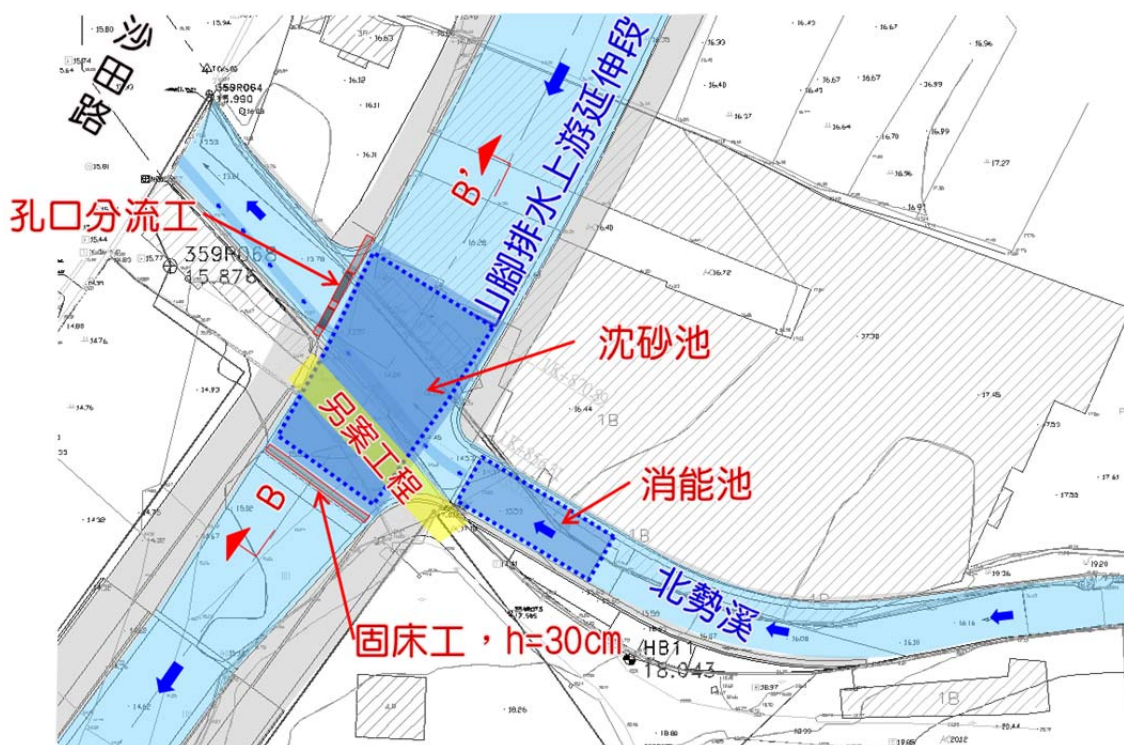


圖6-3-11 北勢溪孔口分流工設計平面圖(方案二)

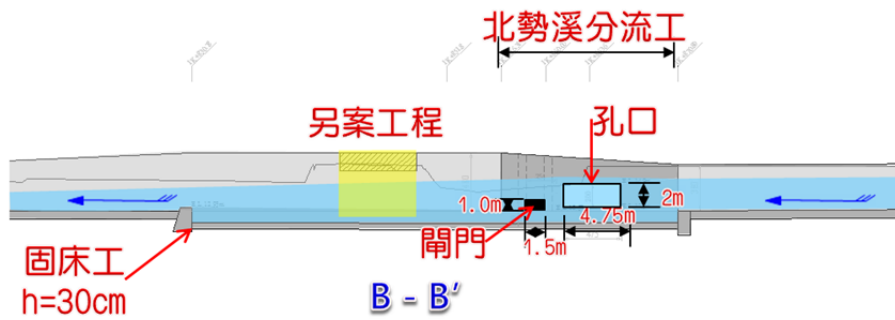


圖6-3-12 北勢溪孔口分流工設計縱斷面圖(方案二)

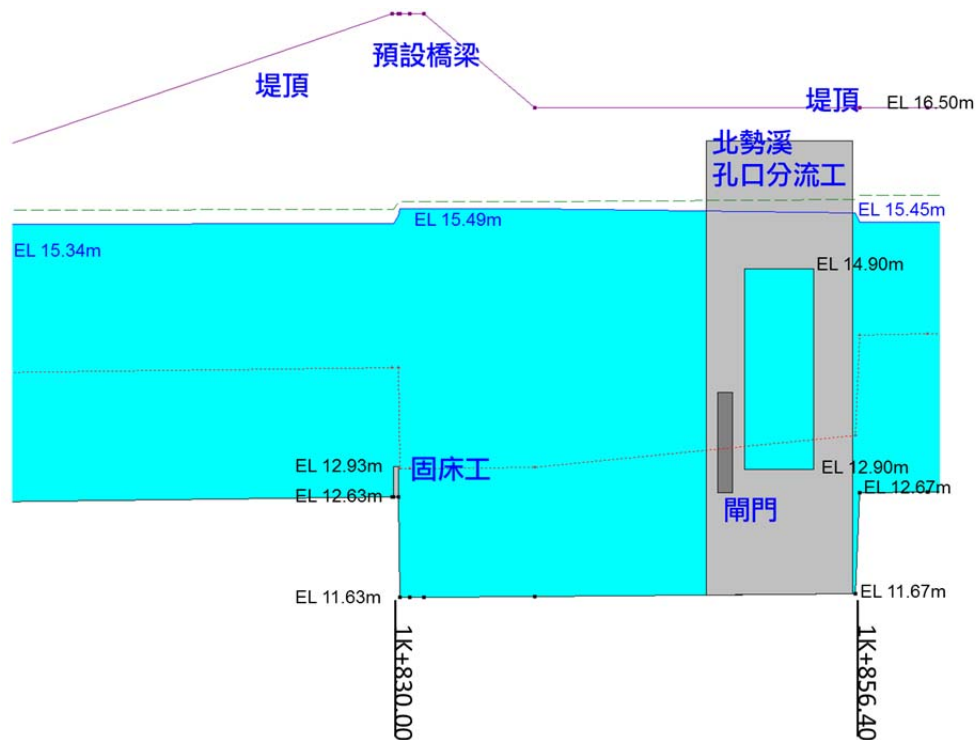


圖6-3-13 北勢溪孔口分流工一維水理縱斷面圖(方案二)

另為了解各重現期距分流量之差異，輸入各重現期距洪水量後演算孔口分流量成果如下，由下表可知，當產生計畫流量時(Q10)，孔口分流量為 40.4cms，約與計畫分流量 40.5cms 相等，洪水量若超過保護標準，則孔口分流量百分比減小，可提升北勢溪下游人口密集區之保護強度。

表 6-3-2 北勢溪孔口分流工各重現期距一維水理分流量成果表

重現期距 (年)	分流前流量 (cms)	孔口分流量 (cms)	分流百分比
Q2	53.9	34.56	64.12%
Q5	69.7	42.80	61.41%
Q10	81	40.40	49.88%
Q20	92.1	42.45	46.09%
Q25	95	43.03	45.29%
Q50	105.8	44.76	42.31%
Q100	116.8	47.05	40.28%

6-3-3 分流工方案擇定

上述各分流工於計畫洪水量時，均可達到 **10 年重現期距之計畫分洪量**，惟洪水量若超過保護標準時，急流分流工仍可維持各 **50% 分流量**，而孔口分流工則百分比略有變化。各型式分流工其優缺點比較如表 6-3-3。

總括來說，急流分流工可精確達到分流量(各 **50%**)，超過保護標準時主、支流下游皆須承擔相等之淹水風險，且不受下游水位之影響；惟發生不均勻降雨時，支流量全部截流，造成主、支流下游流量分佈不均之情形，且急流分流工因分水牆之設置，大幅縮減主流渠寬，對流入工流況不利，且當發生不均勻降雨時支流匯入時直接衝擊分水牆，增加損壞風險，另需要較大用地範圍及縱坡調整空間，工程經費相對較高，依上述配置，南勢溪分水牆建造費約 **441 萬元**，北勢溪分水牆建造費約 **478 萬元**。

孔口分流工則於支流流出工設置孔口，不影響主流通洪空間，工程經費相較便宜，南勢溪孔口堰建造費約 **190 萬元**，北勢溪孔口堰建造費約 **140 萬元**，且結構簡單，建造容易；計畫洪水位時可達計畫分流量，當超過保護標準時則可限制分流量增加幅度，以減少人口密集區淹水風險為優先；惟孔口開設易受淤積物之影響，有時會被懸浮物阻塞，需加強渠道清理維護。

考量急流分流工用地範圍較大、經費較高、主流渠道束縮...等易造成流況變化，以及為避免日後匯入處不均勻降雨情形時分流不均，故本工程以孔口分流工方式進行設計。

另建議如暴雨超出保護標準，台中市政府應加強洪水預警及防災避災之準備，使居民及早獲得洪水情報，預做警戒及防範措施，並依計畫做好各項緊急處置及避災措施。容易淹水之聚落應規劃疏散路線及避災場所，以提升防護能力，減少民眾生命財產之損失。

表 6-3-3 分流工方案比較表

	急流分流工	孔口分流工
優點	<ul style="list-style-type: none"> ●產生超臨界流，故分流比例不受下游水道的水位條件 ●分流比的精確度高 ●流量可以由上游水深的量測來掌握 	<ul style="list-style-type: none"> ●不影響主流通洪空間 ●工程經費較便宜 ●結構簡單，建造容易 ●斷面無束縮，匯流處流速較小 ●可維持平時灌溉功能，不須大規模改建
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ●不均勻降雨時支流水量全部截流 ●需要較大用地範圍及縱坡調整空間 ●分水牆置於渠道中，易受支流流入衝擊破壞 ●匯流處斷面束縮，流速較快 ●不易維持灌溉功能，灌渠改建費用較高 	<ul style="list-style-type: none"> ●特定流量才能達到計畫分流比例，其餘狀況主、支流量分配不均 ●容易受淤積物之影響 ●有時會被漂流物阻塞，增加管理維護
南北勢溪影響	<ul style="list-style-type: none"> ●災害平均分攤 ●依支流治理計畫，下游改善後僅可達 25 年不溢堤，超過 Q25 同樣有溢淹風險 	<ul style="list-style-type: none"> ●在超過 Q10 時，南勢溪減少 0.01~17.31cms，北勢溪減少 0.1~11.35cms ●依支流治理計畫，下游改善後僅可達 25 年不溢堤，超過 Q25 同樣有溢淹風險，惟可減少溢淹量
對山腳排水上游延伸段之影響	<ul style="list-style-type: none"> ●本次設計配合地形、用地範圍，可達 Q100 年洪水位不溢淹，增加流量不致影響排洪 	
對下游山腳排水之影響	<ul style="list-style-type: none"> ●山腳排水設計保護標準為 Q10+1M 出水高，Q25 水位已接觸平行箱涵頂板，後續影響仍待評估 	
平面示意圖		
縱斷面示意圖		
經費	441+478=919 萬元	190+140=330 萬元
優選方案		◎

依優選方案進行不均勻降雨時之二維水理分析如下：

南勢溪分流工分析結果如圖 6-3-14，由圖中可知，最大流速產生於流入工處，流速約 5.05~6.68m/s，另匯流處下游流速亦偏高，約 3.97~4.62m/s，故於流入工、匯流口一段皆採 RC 封底設計。

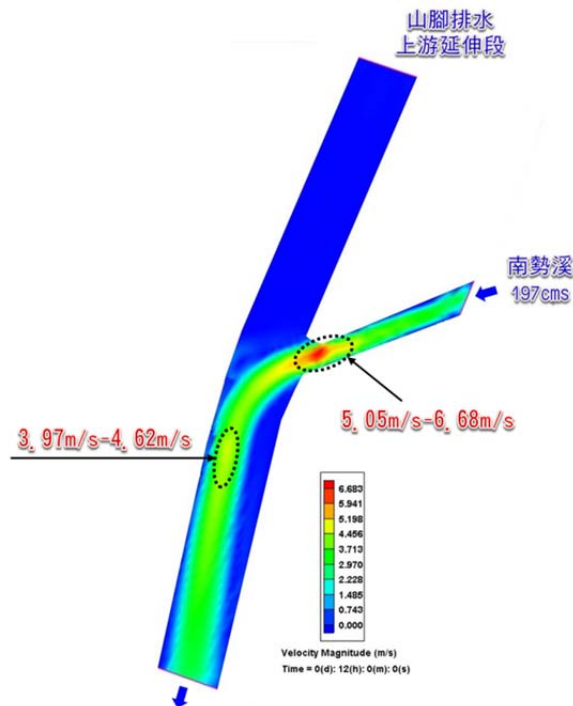


圖6-3-14 南勢溪孔口分流工不均勻降雨時二維水理分析成果圖

北勢溪分流工分析結果如圖 6-3-15，由圖中可知，流速較高處皆位於流入工及匯流處下游，其中最大流速產生於匯流處下游，流速約 4.03m/s，故於流入工、匯流口皆採 RC 封底設計。

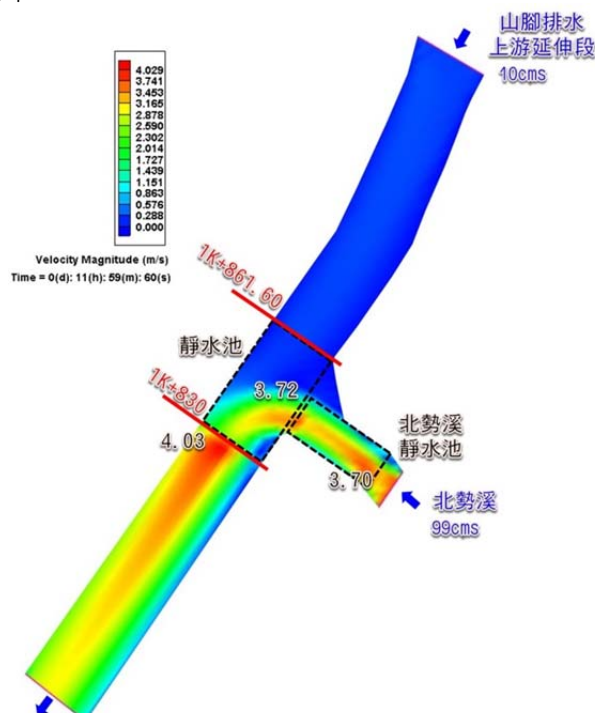


圖6-3-14 南勢溪孔口分流工不均勻降雨時二維水理分析成果圖

6-3-4 分流工施工規劃

山腳排水鐵路橋現況通洪斷面不足，通洪能力僅約現況 2 年重現期距洪水量 (80cms)，若將本工程坡地截流量排入，將加劇該渠段之淹水災害；鐵路橋改建目前已由鐵路局辦理當中，惟預計完工時程為 109 年底，預計較本工程晚約一年完工，因應鐵路橋改建完工時間，相關規劃如下：

一、南勢溪

現階段維持南勢溪現況，於主流與南勢溪匯入處下游側設置阻水設施且分流工暫不施作，以維持南勢溪現況排往安良港排水；待鐵路橋改建完工後再拆除阻水設施及施作分流工。

二、北勢溪

本工程用地範圍至北勢溪右岸(南 1K+809)，惟北勢溪流入工需撥用公有地以調整排水線型部份，於 4 月 25 日台中市政府公有地撥用研商會議決議，用地尚未取得前暫不施作，故本次基本設計暫不將北勢溪分流工及流入工、流出工部份納入，渠道護岸施工終點改為 1K+830.78(原計畫南 1K+809 下游約 30 公尺)，本分流工相關配置及計算成果則供後續設計時參考，另 1K+830.78 至北勢溪為南斗路 392 巷既有道路改建橋梁預留範圍。

因應後續山腳排水鐵路橋改建及北勢溪公有地撥用期程問題，建議北勢溪分流工 施工規劃如下：

(一)下游鐵路橋尚未改建

若下游鐵路橋尚未改建完成，則建議南斗路 392 巷既有道路橋梁改建時，橋下空間設置阻水設施，北勢溪維持現況排往安良港排水，山腳排水上游延伸段暫不連通。

(二)下游鐵路橋改建完成，但北勢溪以上之山腳排水延伸段尚未施作

若下游鐵路橋改建完成，則於橋下空間與北勢溪連通處，施設側溢流堰抬高渠底以配合北勢溪現況渠底，可分流部份北勢溪流量至山腳排水上游延伸段，北勢溪流出工則以開口堰方式，經計算 10 年重現期距分流量為 32.95cms，可分流北勢溪流量約 33%，可達減輕下游淹水災害之功能，如圖 6-3-15。

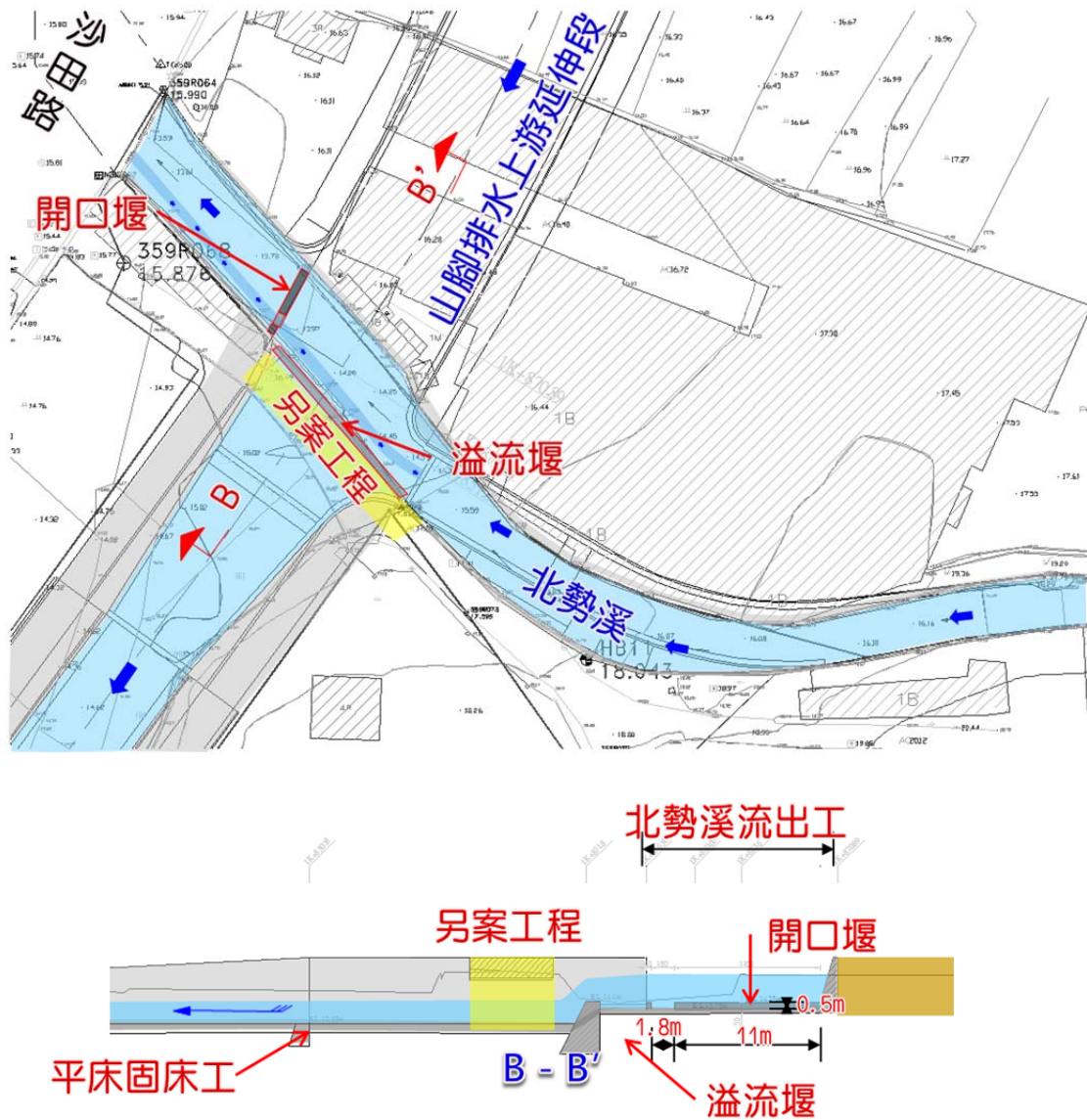


圖6-3-15 北勢溪未改善前施工規劃平面及剖面圖(一)

(三)下游鐵路橋改建完成，且北勢溪以上之山腳排水延伸段依治理計畫實施，另北勢溪尚未依治理計畫改建前

北勢溪尚未依治理計畫改建前，因北勢溪現況渠底較山腳排水延伸段高，故於主流下游設置溢流堰抬高渠底以配合北勢溪現況渠底，北勢溪流出工則以孔口分流工方式，以達計畫分流量，相關配置詳圖 6-3-16。

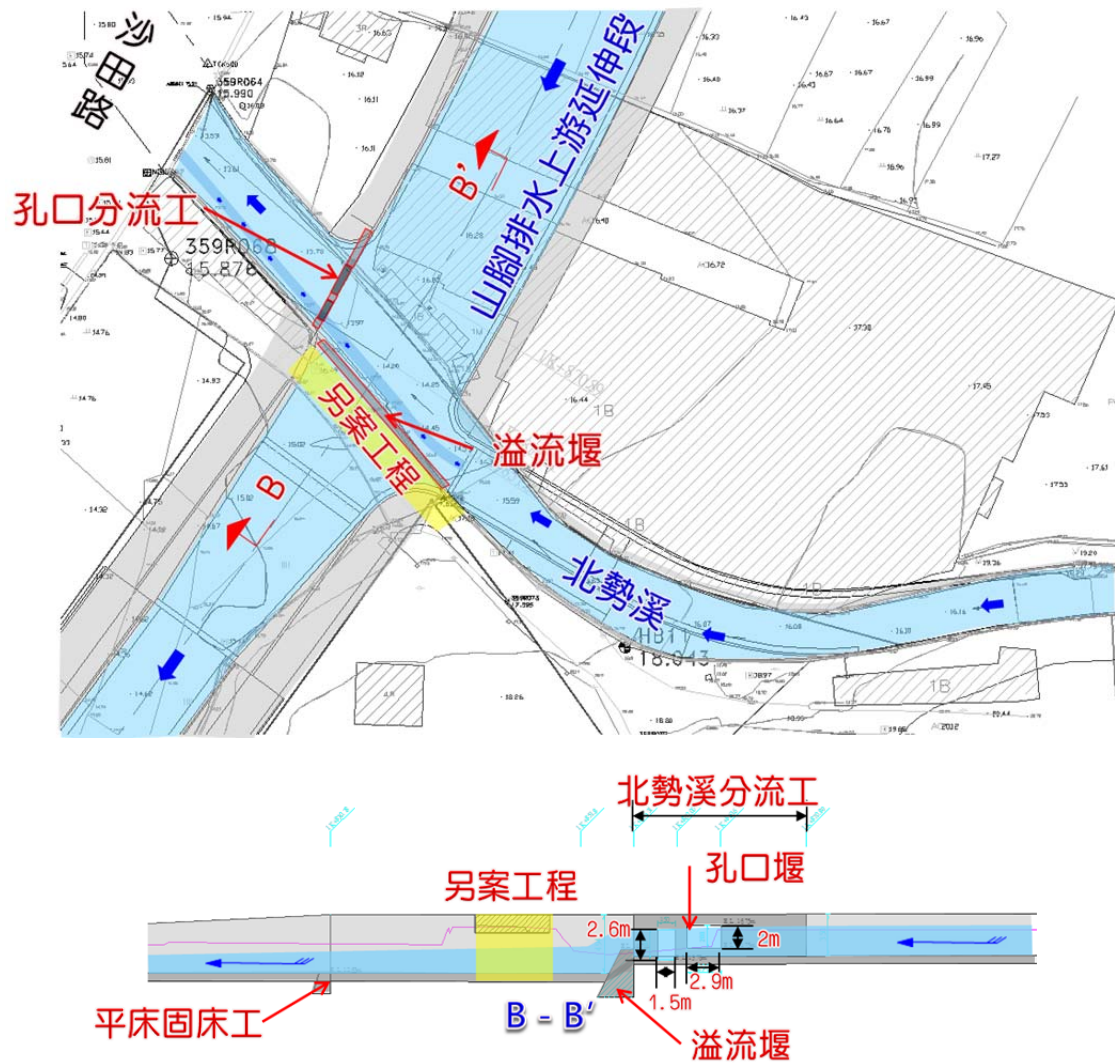


圖6-3-16 北勢溪未改善前施工規劃平面及剖面圖(二)

(四)下游鐵路橋改建完成，且北勢溪、山腳排水延伸段均依治理計畫實施

山腳排水延伸段、北勢溪均依治理計畫實施，則於北勢溪流出工施設孔口分流工以達治理目標。

6-4 穿越台地段

依據治理規劃成果，計畫路線於南0K+160～南0K+240以及南0k+400～南0k+480處、南1k+260～南1K+480處將為深開挖型式，依其施工深度、長度等規模分別定義土坵段及台地段，分別說明如下。

一、土坵段

依據治理計畫於用地範圍線內施作護岸，其中南 0K+160～南 0K+240，於左岸高程落差為 20m～6m 不等，右岸高程落差為 2.05m～0.7m 不等；南 0k+400～南 0k+480，於左岸高程落差為 0.3m～16m 不等，右岸高程落差為 0.2m～5.5m 不等。

於上述南 0K+160～南 0K+240 以及南 0k+400～南 0k+480 兩渠段因穿越山丘，如於用地範圍線內施作護岸，則左岸水防道路需施作高達 20m 及 16m 的擋土設施，長度分別為 18m 及 15m，且山丘因施設擋土設施於東側剩餘底寬約 22m 及 10m，於視覺景觀上極為壓迫及不佳，經現地調查此二土丘周邊並無房舍、墓地等私有財產。故本工程初步擬三種施工方案，其說明如下：

(一)南 0K+160～南 0K+240 土丘

1.方案一(連續壁擋土支撐工法)

如需依照用地範圍線施作擋土設施，於南 0K+160～南 0K+240，初步研擬需於左岸施作 $W=1.5\text{m}$ 連續壁 $L=40\text{m}$ (淨高 20m)，施作長度 18m， $L=40\text{m}\sim 12\text{m}$ (淨高 20m～6m)，施作長度 35m(詳圖 6-4-1)，擋土牆 $H=5.9\text{m}\sim 2.9\text{m}$ ，長 27m，方可抵擋用地範圍線東側剩餘的山丘，挖方約為 $26,000\text{m}^3$ 。

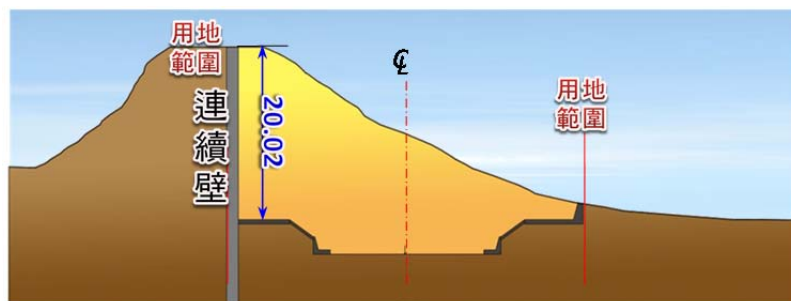


圖6-4-1 南0K+160～南0K+240斷面示意圖(一)

2.方案二(山丘修平處理)

如利用本次工程將用地範圍線東側剩餘的山丘移除，初步建議可於左岸先施作擋土牆 $H2.5\text{m}$ 修 1.3m 平台後以 1:2 緩坡修到現況地面線，(詳圖 6-4-2)此方案挖方約為 $34,000\text{m}^3$ ，與上述方案挖方數量增加約 $8,000\text{m}^3$ 。

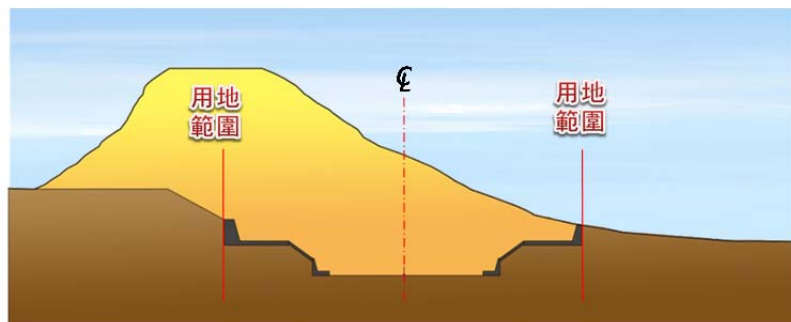


圖6-4-2 南0K+160～南0K+240斷面示意圖(二)

3. 方案三(擋土支撐開挖作業+加勁護坡工程)

擬於左岸降挖 5m 後施設 H 型鋼支撐，開挖至底層施設左側 2 孔箱涵並施設加勁擋土牆，而右岸則施設明渠兼水防道路，挖方約為 $27,500 \text{ m}^3$

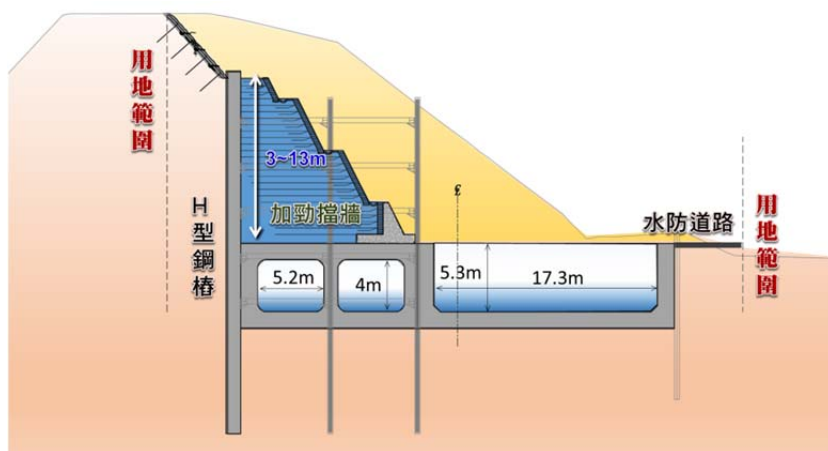


圖6-4-3 南0K+160~南0K+240斷面示意圖(三)

(二) 南 0K+400~南 0K+480 土丘

1. 方案一(連續壁擋土支撐工法)

南 0k+400~南 0k+480 如需施作擋土設施，初步研擬需於左岸施作 $W=1.5\text{m}$ 連續壁 $L=32\text{m}$ (淨高 16m)施作長度 10m, $L=32\text{m}\sim 8\text{m}$ (淨高 16m~4m)，施作長度 35m，方可抵擋用地範圍線東側剩餘的山丘，挖方約為 $43,000 \text{ m}^3$ 。而右岸因用地範圍外地面高平均為 EL.16m，故需施作擋土牆 $H=1.5\text{m}\sim 5.5\text{m}$ ，長 75m。(詳圖 6-4-4)此方案挖方約為 $43,000 \text{ m}^3$ 。

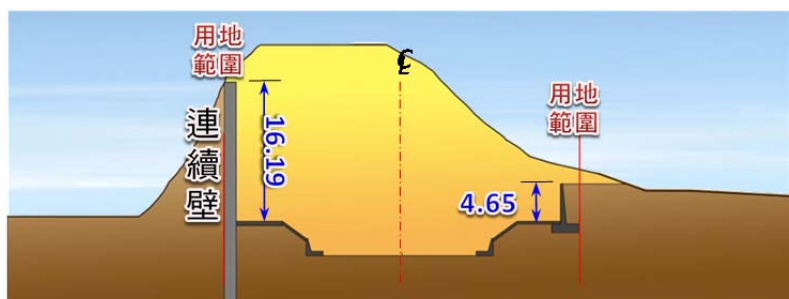


圖6-4-4 南0k+400~南0k+480斷面示意圖(一)

2. 方案二(山丘修平處理)

另如利用本次工程將用地範圍線東側剩餘的山丘移除，因左岸用地範圍外於山丘坡腳處地面平均為 EL.13m，初步建議可於防汛道路外直接以 1:2 緩坡修到現況地面線(詳圖 6-4-5)，此方案挖方約為 $45,000 \text{ m}^3$ ，與上述方案挖方數量增加約 $2,000 \text{ m}^3$ 。

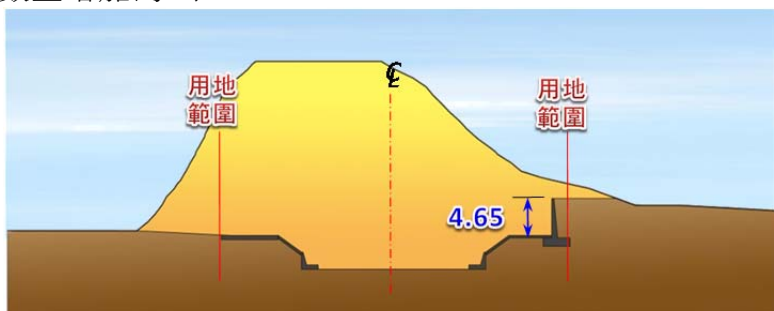


圖6-4-5 南0k+400~南0k+480斷面示意圖(二)

3. 方案三(擋土支撐開挖作業+加勁護坡工程)

整體降挖 5.5m 後進行 H 型鋼擋土支撐開挖作業，開挖至底層施設兩岸單孔箱涵，箱涵上方施設擋土牆並緩草坡修坡至用地範圍，挖方約為 52,000 m³。

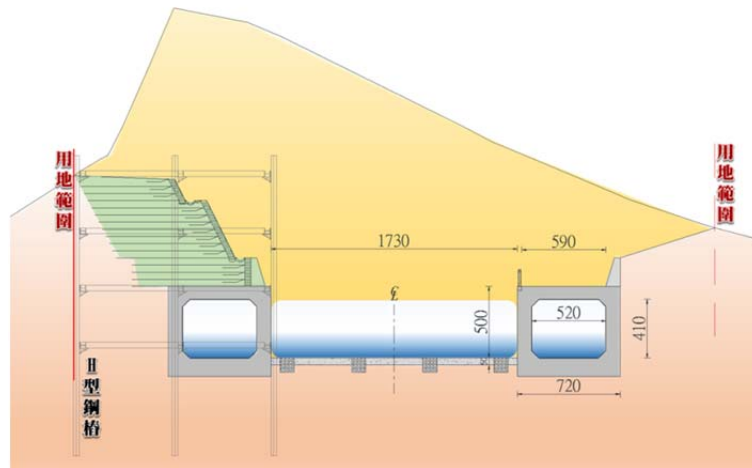


圖6-4-6 南0k+400~南0k+480斷面示意圖(三)

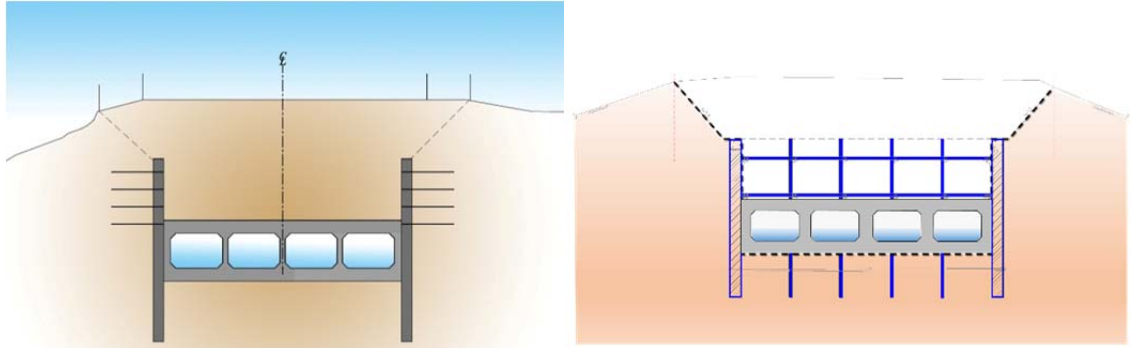
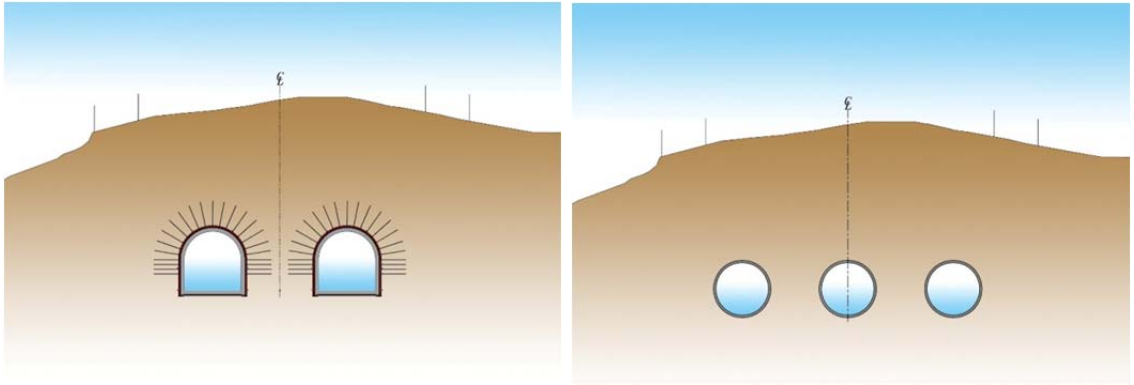
經評估本渠段經過南 0K+160~南 0K+240 以及南 0k+400~南 0k+480 處山丘，方案一(連續壁擋土支撐工法)於用地範圍內施作連續壁擋土設施不僅工期長、經費高及完工後視覺景觀不佳，且施工難度亦較高，故不採用；而方案二(山丘修平處理)，需將用地範圍外山丘移除，經調查上述兩渠段涉及地籍地號如下：均為龍井區山腳段，地號 215-6、215、211-12、211-26 及 213-1(南 0K+160~南 0K+240)，188-5、188-2 及 188(南 0k+400~南 0k+480)，已於 4 月份赴現地初步與地主接洽，大部分地主皆同意移除山丘的方案，惟後於 106 年 5 月 9 日召開之流域綜合平台會議，台中市政府表示該區屬保護地，辦理相關業務程序繁雜，恐影響本案整體工期，故方案二現階段亦不可行；因此本工程擬採方案三(擋土支撐開挖作業+加勁護坡工程)，H 型鋼擋土支撐土方開挖作業後施設延伸段渠道，並於邊坡處施設加勁擋牆或緩草坡，使邊坡穩定，亦可增加視覺美化之效，惟後續若土地問題獲得解決，得變更為方案二，以節省經費。

二、台地段

而南 1k+260~南 1K+480 處將遭遇台地，高程落差約 20m，縱斷長度約 220m，目前台地段受限用地範圍及左岸緊臨墓地無超挖可能性，為克服本段高程問題，提出四種建議工法進行分析及評比，依據地質條件及施工性、工程經費、施工工期和排洪條件等，進而決定優選方案。

依據治理計畫，穿越台地段之用地範圍寬度為 45~40m、治理計畫渠寬則為 35~30m，縱坡為 0.6%，計畫水防道路寬為兩岸各 5m，然依原規劃報告水理演算成果後仍可滿足計畫保護標準，故為穿越本段台地，計畫渠寬將較治理計畫略為縮減以縮小工程規模並節省經費，所提出四種建議工法可大致分為深開挖及隧道工程兩類，此兩大類工程再依據現況地勢和地質條件及施工性，分別研擬工法進行分析及評比，以決定最佳方案，其方案示意如表 6-4-1。

表 6-4-1 方案及斷面型式

深開挖工程	方案一 斷面型式	明挖覆蓋逆打工法 5.5x3.5m 四孔箱涵	方案二 斷面型式	支撐開挖工法 5.5x3.5m 四孔箱涵
				
隧道工程	方案三 斷面型式	新奧工法 半運動場型隧道 x2	方案四 斷面型式	TBM 工法 R=6m 圓型隧道 x3
				

(一)明挖覆蓋逆打工法

1.方案構想及施工可行性評估

依據區域地質及土壤以及地質鑽探資料，本工址區域為紅土台地礫石層，考量其自立性高且現地地下水位低，側向土壓力較小，且無漏水及管湧問題，故規劃係先以 1:1 坡度開挖一工作面，並於斜坡段打設土釘及噴凝土保護坡面後，再於渠道箱涵兩側依地質及地形現況施作 $\phi 120\text{cm}$ 密排排樁，依地形條件每支貫入約 20~22m，排樁打設完成後再開挖至箱涵頂版底部高程後進行頂版施築之逆打工程，並於適當間距預留工作坑以利施工，於完工後再行封補。此段開挖深度最深約為 7.8m，規劃採岩釘工法以減少排樁變形，施工工法及順序詳圖 6-4-5 所示。

本方案箱涵規劃每孔寬 5.5m，高 3.5m 之四孔箱涵，總開挖寬度約 27.4m，施築箱涵頂板並與排樁植筋銜接後於箱涵內部進行分階段之島區開挖，先完成左側箱涵壁體及底板後，再進行右側開挖及結構體施築，逐步完成各階段單元。

此工法係考量本工址最高高程至渠底深度達 22m，若採順打工法，其排樁之壁體恐無法承受無支撐深度 22M 之側向土壓力，故以逆打工法先施作箱涵頂板作為中間支撐，避免側向土壓力過大以穩定側壁。

另依「危險性工作場所審查暨檢查辦法」第二條第四款規定，開挖深度達十五公尺以上且開挖面積達五百平方公尺之工程應進行丁類危險性工作場所評估審查。且逆打工法之地下層亦屬侷限空間，後續工程費用應編列丁類危險性工作場所評估審查費及侷限空間作業費用。

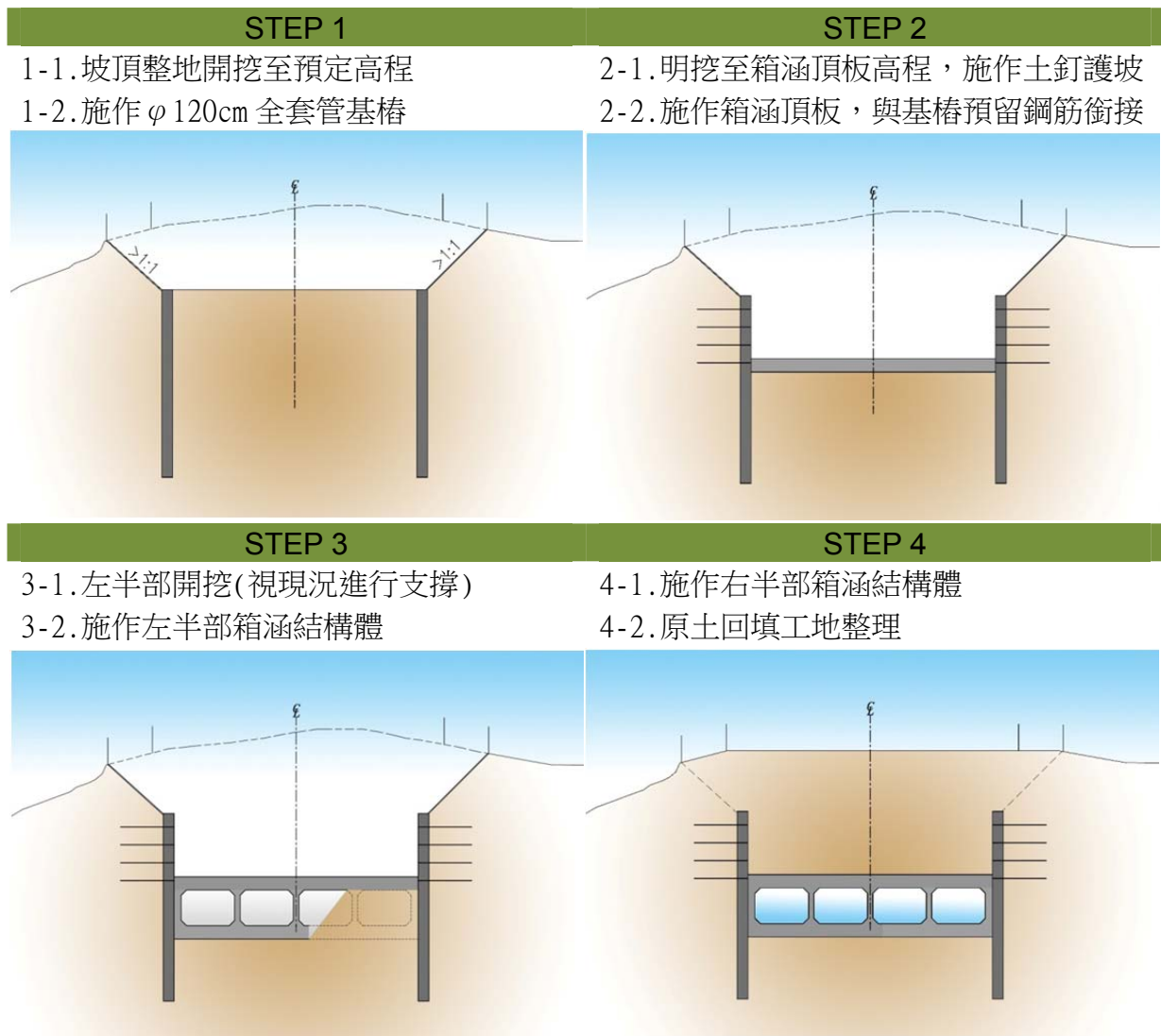


圖6-4-5 方案一施工順序示意圖

2. 預估工期及經費

本方案考量擋土排樁施作、開挖以及逆打工法施作箱涵結構體，排樁工程以兩組施工機具進場施作，概估工期為 12 個月(表 6-4-2)，其主體工程經費(不含雜項工程及營業稅)約為 2.55 億元，詳表 6-4-3 示。

表 6-4-2 方案一預估工期進度表

項目	名稱	天數	%	方案一 明挖覆蓋逆打工法												
				0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
一	準備作業	30	5%	■												
二	整地及排樁施作	180	28%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
三	開挖及保護措施	150	23%			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
四	箱涵頂版施作	90	14%							■	■	■	■	■	■	■
五	第一階段中隔牆及側牆施作	90	14%									■	■	■	■	■
六	第二階段中隔牆及側牆施作	70	11%										■	■	■	■
七	工地整理	40	6%													■
單月進度				5%	5%	6%	9%	9%	11%	14%	12%	11%	9%	5%	5%	
累計進度				5%	9%	15%	25%	34%	45%	58%	71%	82%	91%	95%	100%	

表 6-4-3 方案一預估經費表

項目	單位	單價(萬元)	數量	複價(萬元)
開挖	m ³	0.003	146,294	439
回填	m ³	0.002	90,275	181
擋土排樁(φ120cm)	m	1.3	8,510	11,064
土釘	支	0.42	1,577	662
噴凝土護坡	m ²	0.12	1,616	194
四孔箱涵	m	54.85	237	12,999
主體工程費合計				25,539

(二)支撐開挖工法

1. 方案構想及施工可行性評估

考量施工安全及施工性，另評估可施作擋土壁再搭配水平支撐工法，而適合本工程之擋土壁型式有兵樁(H型鋼樁)、鋼版樁(搭配碎石植樁機)、排樁(全套管鋼筋混凝土樁)、連續壁及擋土柱等 5 種型式，其中鋼版樁及連續壁考量施工工期較久且經費亦需較高，故不予以納入設計考量。

而兵樁(H型鋼樁)、排樁(全套管鋼筋混凝土樁)及擋土柱等擋土壁方式，考量本工程規模較大，得需另進行施工能量之市場調查，本公司經訪多間相關工程營造公司，現階段已回覆營造公司共有 7 間，初步調查成果如表 6-4-4 所示，依本局發包作業期程，約於 106 年 10~12 月進行招標，而其中共有 5 間營造公司經評估則有意願投標，其廠家數則滿足政府採購法第四十八條第一項規定需有三家以上合格廠商投標。

表 6-4-4 施工能量市場調查表

編號	公司名稱	有無施作能力	相關實績證明	有無意願投標 (106年11~12)
1	汎經營造股份有限公司	YES	YES	YES
2	川順營造股份有限公司	YES	NO	NO
3	展慶營造有限公司	YES	YES	YES
4	展煜營造有限公司	YES	NO	YES
5	豐佑營造股份有限公司	YES	YES	NO
6	興安營造股份有限公司	YES	YES	YES
7	真毅營造有限公司	YES	YES	YES

而開挖作業兩側擋土壁型式之選擇，經多家廠商反應，若採兵樁(H型鋼樁)方式施設擋土壁，由於本工程 H 型鋼樁用料多且長度較長(需搭接)，其反應之工期相對較長，而依本工程預定之期程進度，恐無法如期完工，故建議予以排除；而擋土柱設施方式則為台中針對卵礫石層之特殊工法，其多採人力方式挖掘豎坑，然後吊放鋼筋籠及灌注混凝土而成，惟當開挖深度較大時，豎坑之坑壁在挖掘時則易崩塌等工安意外，考量本工程施工安全，故同樣將此工法予以排除。因此最終擋土壁施工方式選擇則採排樁(全套管鋼筋混凝土樁)工法，其工法優點為可輕易在卵礫石層或有滲流水之土層中施工，其鋼筋混凝土樁的直徑一般通常在 60cm 至 200cm 之間；由於工區地質為屬自立性高的礫石土地盤，擬本工程排樁之配置則採獨立型(跳間距)，另考量易開挖且符合經濟，則採 φ 120cm@2m 施設，其排樁間土層則再以噴漿輔助固定。

其施工開挖步驟及方式如圖 6-4-6，其施工順序係首先進行降挖，然後施作 φ 120cm 全套管基樁，因開挖寬度達 28.6m，故中間須施作中間柱輔助支撐，以減少無支撐長度至 5.8m，打設後進行分 3 層開挖並施設水平支撐

及施加預壓力，各階段開挖至箱涵底版預計深度後施築箱涵結構，於完成本階段箱涵後回填再進行土方作業回填。

本方案之箱涵規劃採每孔寬度 5.5m，高 3.5m，共施作四孔箱涵，因為分階段開挖，並施作水平支撐，故安全性較方案一高，另依據相關法規，本工法亦應進行丁類危險性工作場所評估審查，後續工程費用應予以編列。

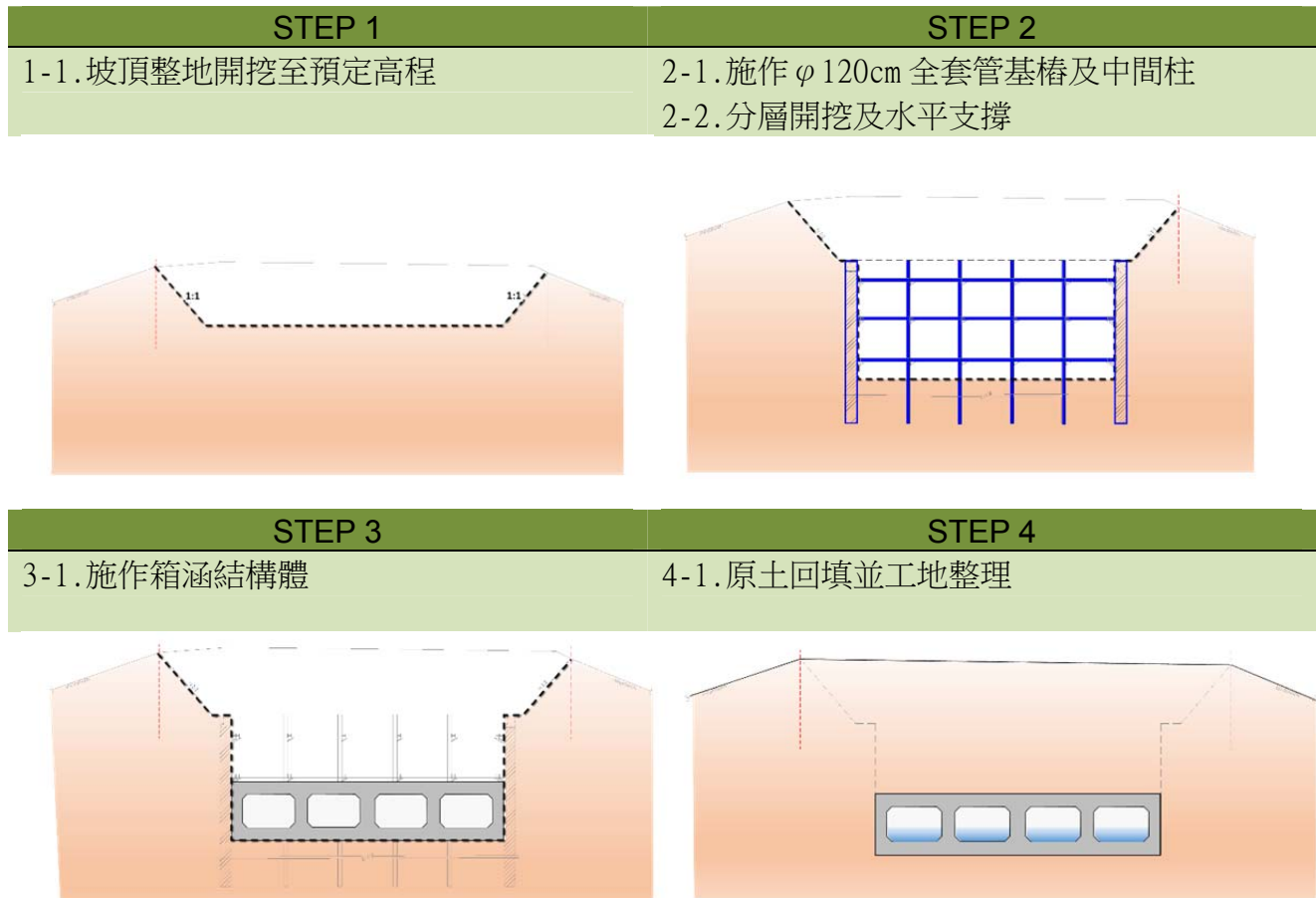


圖6-4-6 方案二施工順序示意圖

2. 預估工期及經費

本方案考量擋土支撐及水平支撐、開挖回填以及箱涵結構體，考量其安全分二階段開挖施工，概估工期為 12.66 個月，約 380 天(表 6-4-5)，其主體工程經費(不含雜項工程及營業稅)約為 1.77 億元，詳表 6-4-6 示。

表 6-4-5 方案二預估工期進度表

項目	名稱	天數	%	方案二 支撐開挖工法															
				0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390		
一	準備作業	30	5%																
二	擋土支撐施作	180	31%																
三	第一階段支撐開挖	50	9%																
四	第一階段箱涵施作	60	10%																
五	第二階段開挖	50	9%																
六	第二階段箱涵施作	60	10%																
九	土方回填及工地整理	40	7%																
單月進度				5%	5%	10%	12%	10%	12%	12%	5%	7%	7%	5%	5%	3%			
累計進度				5%	10%	21%	33%	43%	55%	67%	72%	79%	86%	91%	97%	100%			

表 6-4-6 方案二預估經費表

項目	單位	單價(萬元)	數量	複價(萬元)
開挖	m ³	0.003	125,000	375
回填	m ³	0.002	91,000	182
全套管基樁	支	20	237	4,740
水平支撐	T	0.65	5,229	3,399
中間柱	支	6.1	88	537
四孔箱涵	m	48	237	11,376
主體工程費合計				20,609

(三)新奧工法

1. 方案構想及施工可行性評估

由於本工址屬紅土卵礫石層，地質條件良好，近年來由於環保意識高漲，任何工程均以儘量減少地表開挖為原則，甚至要求施工後的景觀性及安全度較施工前更為優良，為減少大量開挖，避免台地邊坡穩定性破壞，故評估以**隧道工法**貫通銜接本工址前後之渠道。

本方案係採新奧工法，受限於覆土深度($\geq 2D$)及間距($\geq D$)，僅以雙孔半運動場型隧道方式銜接山腳排水上游延伸段，由於計畫工址為紅土卵礫石層，故建議隧道以**循序開挖**方式施工，依開挖-出碴及支撐等步驟依序進行，每一循環稱為一輪進。其中開挖方式可為鑽炸(Drill & Blast)、鑿岩機(Rock Breaker)、旋臂式削岩機(Roadheader)及挖土機(Backhoe)開挖工法等，其隧道施工狀況案例如圖 6-4-7。

依據本隧道長度、斷面形狀及地盤條件等，建議開挖方式採用國內技術成熟、施工應變能力較佳之鑿岩機開挖工法，輪進長度依地質現況不同為 0.8~1.5 公尺。且考量土質特性，建議本工程之開挖段支撐採用新奧工法，其開挖支撐標準斷面如圖 6-4-8，由先撐構件管幕鋼管配合鋼支保及鋼纖維噴凝土提供圍束作用，將周圍岩盤形成一承受應力之拱環，承受開挖所造成之岩盤變形與應力變化，以維持隧道之安全與穩定。



STEP 1. 洞口段管幕先撐保護



STEP 2. 機械開挖情形



STEP 3. 鋼支保及噴凝土支撐

STEP 4. 洞口完工狀況

資料來源：阿里山森林鐵路隧道復建工程，劉弘祥等人(2014)

圖6-4-7 隧道施工狀況案例圖

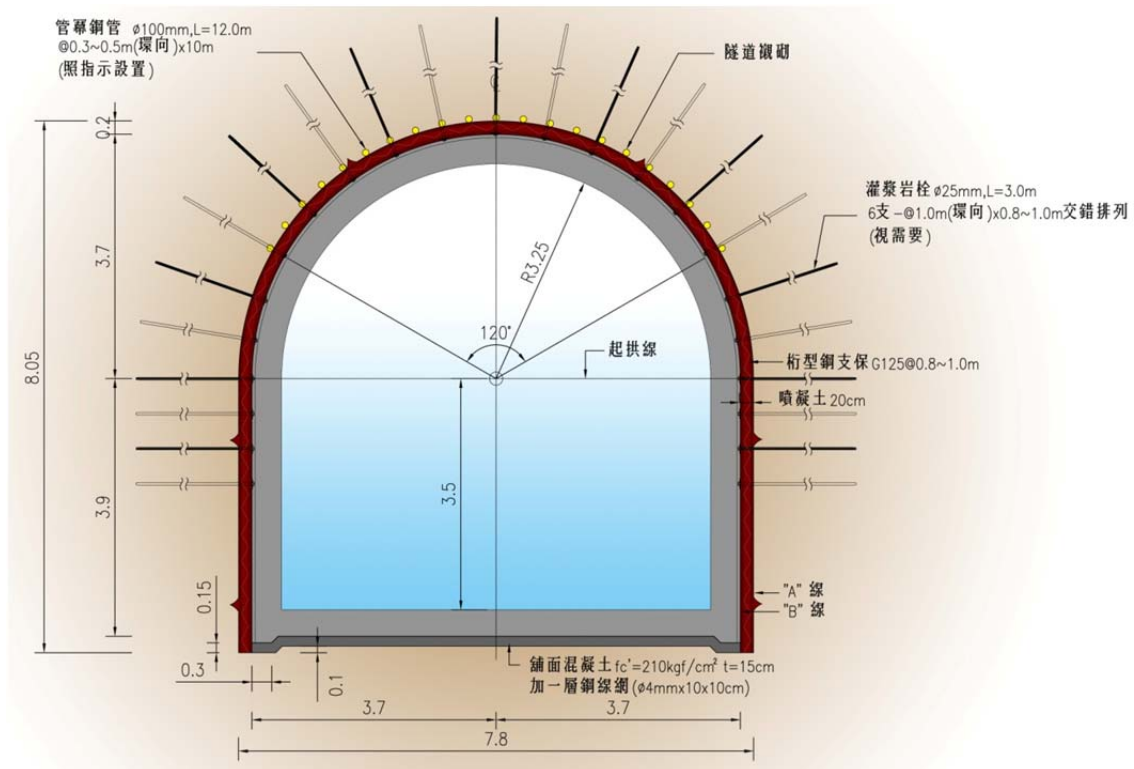


圖6-4-8 方案三隧道開挖支撐及標準斷面圖

2. 預估工期及經費

本方案考量隧道工程之洞口保護及、開挖回填以及箱涵結構體，隧道以兩個工作面同時開挖進行，每一工作面之輪進約 40~45m/月，襯砌每一工作面施作工期約 70~80m/月，概估工期為 13.33 個月，約 400 天(表 6-4-7)，其主體工程經費(不含雜項工程及營業稅)約為 1.98 億元，詳表 6-4-8 示。

表 6-4-7 方案三預估工期進度表

項目	名稱	天數	%	方案三-新奧工法															
				0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	
一	準備作業	80	19%	<div></div>															
二	隧道洞口保護	50	12%	<div></div>															
三	第一隧道開挖	80	19%	<div></div>															
四	第一隧道襯砌施作	50	12%	<div></div>															
五	第二隧道開挖	80	19%	<div></div>															
六	第二隧道襯砌施作	50	12%	<div></div>															
七	工地整理	40	9%	<div></div>															
單月進度				7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	9%	12%	7%	7%	7%	7%	2%		
累計進度				7%	14%	21%	28%	35%	42%	49%	58%	70%	77%	84%	91%	98%	100%		

表 6-4-8 方案三預估經費表

項目	單位	單價(萬元)	數量	複價(萬元)
隧道開挖及支撐	m	24	474	11,376
隧道襯砌	m	16	474	7,584
隧道洞口及護坡保護	式	400	2	800
主體工程費合計				19,760

(四)TBM 工法

1. 方案構想及施工可行性評估

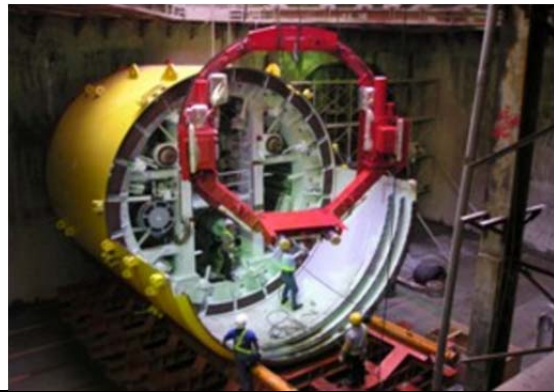
隧道開挖除採傳統之循序開挖配合新奧工法之方式外，亦可採用 TBM(Tunnel Boring Machine)全斷面開挖工法(TBM Full Face Boring Method)。該工法係利用全斷面鑽掘機進行隧道開發之施工方法。TBM 以切削轉盤(Cuffehead)進行連續之旋轉切削前方地層，搭配出渣系統，立即將開挖渣料後送運出隧道，於機身後側裝設有環片組裝機等設備可於開挖後立即架設環片，鋼護帶(Stnp)岩釘等支撐設施。因此可連續進行隧道之開挖與支撐作業，運用於長隧道施工尤見效果。

本方案採 TBM 全斷面開挖工法之施工流程如圖 6-4-9 所示，受限於覆土深度($\geq 1.5D$)及間距($\geq D$)，係以內徑 6m 之潛盾機進行鑽掘三孔，其單孔隧道標準斷面示意如圖 6-4-10 所示，使用 TBM 成功之要素除地質條件、機械設計外，還須具有專業素養的施工人員、周詳的施工規劃、良好的施工管理等相互配合，始能發揮快速與經濟的雙重成效。TBM 之設計需考量切削岩體之硬度、磨耗性等，以選用適當之削刀(Rollen Disc)、切削馬達、軸承等旋切系統之設計。其施工能力依鑽掘之岩體性質而有差異，其鑽機均需依個案地質構造予以設計或作局部改裝，故每部 TBM 造價較高且前置作業較長。

本案地層因紅土卵礫石層，故 TBM 可採用 EPB 式(通常稱之為壓力平衡式潛盾機)，其為於 EPB 式刀盤會於刀盤後方土倉部分給予固壓功能，以便適應複雜地層如高含水層、破碎帶、壓力變化複雜及卵礫石層等等施工困難之地層。



STEP 1. 潛盾反力座安裝及組立



STEP 2. 潛盾機架設及安裝



STEP 3. 出渣及鑽掘延伸作業



STEP 4. 到達井鏡面及破鏡

圖6-4-9 TBM工法施工狀況案例圖

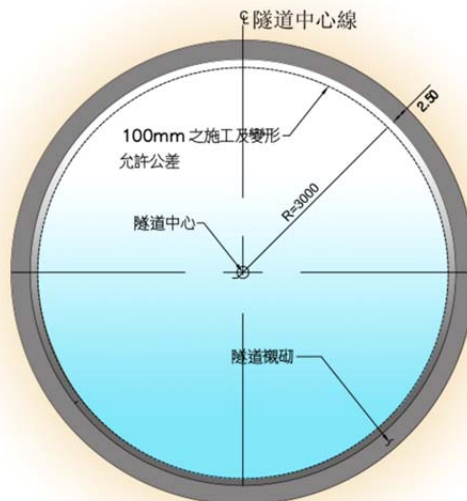


圖6-4-10 TBM隧道斷面示意圖

2. 預估工期及經費

本方案考量 TBM 鑽機須訂購特製，故前置作業較長，加上潛盾推進時需設置反力牆及到達工作井，其本工址地層卵礫石將造成 TBM 每天進尺能力大幅降低，保守以 3m/天計，概估工期為 17 個月(表 6-4-9)，其主體工程經費不含雜項工程及營業稅約為 2.44 億元，詳表 6-4-10 示。

表 6-4-9 方案四預估工期進度表

項目	名稱	天數	%	方案四 TBM工法																			
				0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	520		
一	準備作業	150	24%																				
二	隧道洞口保護	50	8%																				
三	反力座及到達井施築	150	24%																				
四	第一隧道鑽掘	70	11%																				
五	第二隧道鑽掘	70	11%																				
六	第三隧道鑽掘	70	11%																				
七	工地整理	60	10%																				
單月進度				5%	5%	5%	5%	5%	5%	8%	5%	10%	10%	10%	5%	5%	5%	5%	5%	5%			
累計進度				5%	10%	15%	19%	24%	29%	37%	42%	52%	61%	71%	76%	81%	85%	90%	95%	100%			

表 6-4-10 方案四預估經費表

項目	單位	單價(萬元)	數量	複價(萬元)
潛盾機及附屬設施 (含設備拆除及重組)	式	18,200	1	18,200
反力座及到達井 (含附屬設備)	式	750	1	750
鑽掘及運輸設備 (含工資)	m	6.8	711	4,835
襯砌環片	m	0.9	711	640
主體工程費合計				24,425

(五)方案研擬方案可行性評估

1.地質及地形及環境條件

本工程渠道係沿大肚山之坡腳設置，然遭遇地形抬升之瓶頸段，須以隧道或箱涵方式穿越，考量本案之地層為紅土卵礫石層台地，其土壤自立性高側向土壓力較小，且本工址之地表面與計畫渠底高差最高僅約 18m，其若採深開挖方式亦為一可行之方案，然若採深開挖之方案，將造成大規模之挖填方，恐對環境造成衝擊，其挖方量約為 11.7~13.6 萬 m³，填方量約為 8.3~8.4 萬 m³，將產生剩餘土石方約 3.4~5.3 萬 m³，遠高於方案三(剩餘土石方 2.45 萬 m³)及方案四隧道(剩餘土石方 1.26 萬 m³)之餘土量，且明挖方案亦須妥善處理臨時土方堆置場，因此若考量環境及社會觀感等因素，任何工程均以儘量減少地表開挖為原則，採用隧道工法係為較佳之方案。

2.水理分析

配合本設計斷面進行各方案水理演算，因應渠道束縮及分流工需求調整計畫縱坡，方案一、二之箱涵型式造成 Q10 水位抬升約 0.29~1.3m。另隧道方案之方案三、四，由於通洪斷面較箱涵型式大幅縮減，造成 Q10 水位抬升約 0.29~2.1m。

考量隧道方案水位大幅抬高，影響上游渠段及北勢溪匯流口造成影響分流功能，故依據水理分析成果考量，建議採用箱涵方案型式。

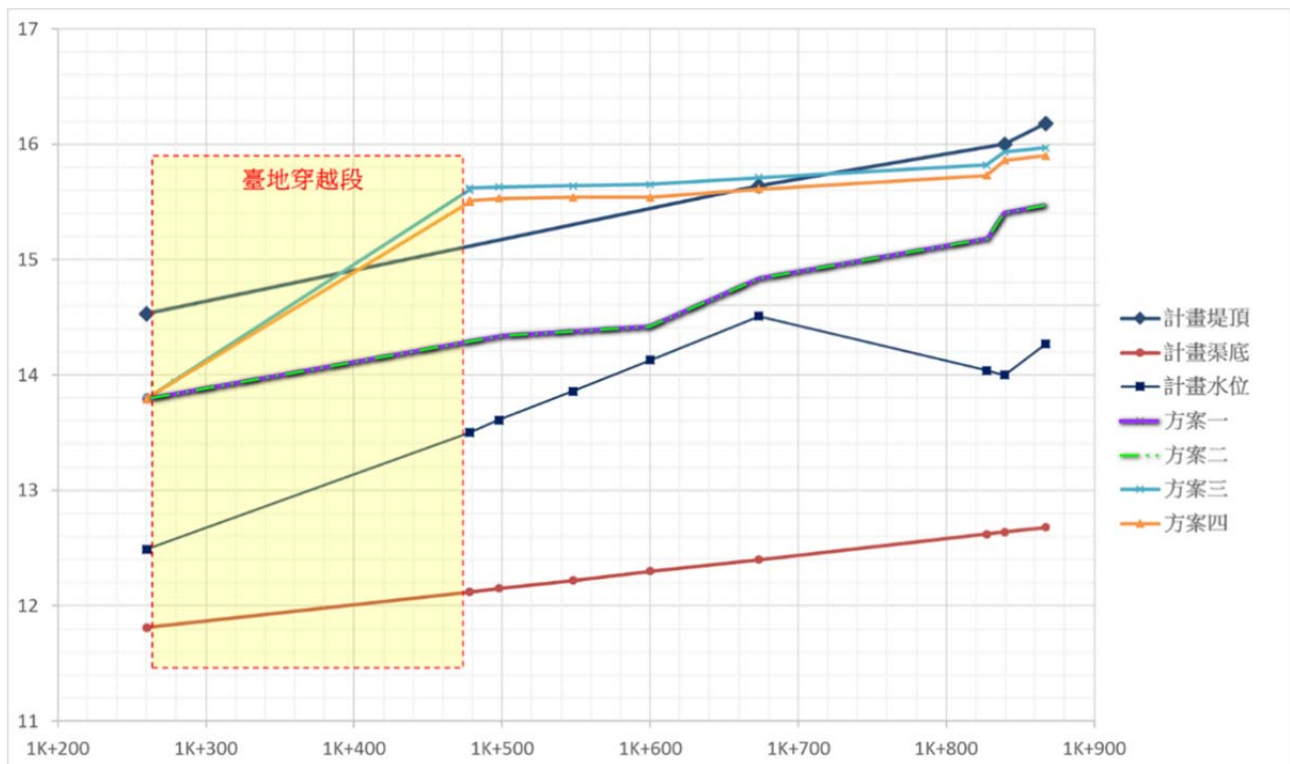


圖6-4-11 各方案Q10水理演算表

3. 施工工期比較

本工程位置之瓶頸段總長度約 236m，依據前述建議方案評估，其施工工期之主要要徑皆不盡相同，方案一之明挖覆蓋逆打工法之要徑係為排樁之施作工期，然逆打工法充分發揮其工期短之優點，因此方案一之工期約為 360 天；方案二之開挖支撐工法，考量安全因素，採三階段開挖，造成其工期相對於方案一長(380 天)；方案三之新奧工法為國內成熟之施工技術，加上本工址之地層非為堅硬岩盤，因此其施工輪進速度相對於山岳隧道快速，然因兩隧道距離過近，因此需待第一隧道開挖支撐完成後，才可進行第二隧道之鑽掘施工，亦使其工期無法縮短(約 400 天)；方案四之 TBM 工法係因為 TBM 鑽機須為專案訂製，造成施工之前置作業拉長，且因本地層為卵礫石，使 TBM 進尺速度大幅縮短亦為影響因素之一，故方案四預估工期約為 520 天。

(六) 工程經費比較

方案一及方案二之明挖覆蓋工法，其箱涵建造費用差別不大，然因方案一因於開挖兩側係採擋土排樁密排施設，其工程費用約為 1.11 億，相較於擋土支撐開挖之 0.87 億高，故造成方案一之工程經費較高。

方案三之新奧工法，由於其為成熟之傳統工法，故費用相對低廉，其主體工程每米進尺費用約為 40 萬(不含其他雜項)；TBM 工法若要達到最經濟之效益，其隧道長度建議為 $0.8D \times 1000$ ，然本工程 TBM 方案總進尺長度為 660M，隧道直徑為 6m，經評估每米進尺費用約為 36 萬元(不含其他雜項)，顯見 TBM 方案實不符本工程之效益。

表 6-4-10 方案綜合評估表

評估方案	深開挖工程		隧道工程	
	方案一	方案二	方案三	方案四
施工工法	明挖覆蓋逆打工法	支撐開挖工法	新奧工法	TBM 工法
環境(15%)	大規模開挖 4	大規模開挖 3	隧道斷面開挖 2	隧道斷面開挖 1
安全性 (20%)	無支撐開挖深度約 7.8m 4	每 3.5m 深施作水 平支撐並施預壓 2	覆土不足 兩隧道距離過近 3	TBM 鑽機施作同時 並施作襯砌 1
水理因素 (25%)	迴水影響最小 1	迴水影響次小 1	水位抬升 3	水位抬升 2
施工工期 (20%)	360 天 1	380 天 2	400 天 3	480 天 4
主體工程 費(20%)	2.55 億 3	2.06 億 2	1.98 億 1	2.44 億 4
加權評比	2.45	2.15	2.70	2.70
採用方案		✓		

6-5 水防道路及橋梁

一、水防道路

本案設計仍依據治理計畫，水防道路採兩岸設置，路寬為 5m，由於沿線地形起伏較大，故於道路外緣則設置道路擋牆、側溝、堤後擋牆等設施。

另穿越台地段(南 1K+260～南 1K+480)因高程陡升，水防道路不同於明渠段，經評估現地條件可採下列台地上方增設引道、繞道行駛、增設車行箱涵三種方案，各方案評估如下：

表 6-5-1 穿越台地段水防道路方案評估

方案評估	施工內容	預算經費	優點	缺點	建議採用
台地上方增設引道	若從台地上方直接橫越，以道路縱坡 5% 計，共需設置引道約 720m	8000 萬元	▶ 水防道路可直接通行串聯 ▶ 巡防便利	▶ 對周遭環境衝擊大 ▶ 經費耗費高 ▶ 工期較長	
繞道行駛	上游：經由南斗路 392 巷至沙田路 下游：經由向上路至沙田路	0 元	▶ 可利用鄰近沙田路繞行至本水防道路巡防 ▶ 節省經費 ▶ 不造成周遭環境衝擊	▶ 於台地穿越段出入口，需原地繞回	✓
增設車行箱涵	於排水箱涵上方增設 2 孔車行箱涵，總長 220m。	3000 萬元	▶ 利用排水箱涵直接開挖時一併設置 ▶ 可節省擋土支撐等費用 ▶ 巡防便利	▶ 需增列經費 ▶ 工期拉長	

考量計畫區沿線並無人口密集區，交通量不大，且穿越段僅約 220 公尺，日後維護管理可由排水箱涵前、後端進入，基於工程效益考量，故建議採用方案二暫不設置水防道路。

二、跨渠橋梁

本工程為新闢排水路，原治理計畫已針對沿線與既有道路橫交處規劃橋梁新建工程，本次設計範圍內包含南 0K+000(應為匯流口)、南 0K+225、南 0K+455、南 0K+693、南 0K+910、南 1K+089、南 1K+605 共 7 座新建橋梁，台中市政府目前正進行設計監造標發包作業中，惟南 1K+785 南斗路 392 巷既有道路並未計畫新闢橋梁，為滿足週邊道路交通需求，仍有必要施作，由於本區橫跨山腳排水上游延伸段部份之道路橋梁係由台中市政府辦理，故建議台中市政府將南 1K+785 納入一併辦理。

山腳排水上游延伸段之水防道路於南勢溪匯流口處(南 1K+089)兩岸因南勢溪橫越而無法銜接向上路，其山腳排水上游延伸段右岸現有老樹位於水防道路範圍，為保留老樹故不設置跨渠橋梁；而山腳排水上游延伸段左岸建議仍須設置跨渠橋梁銜接至向上路，以維持至少單岸通行之功能，以利未來水防道路巡視之便。因流入工跨渠構造物歸屬於水防道路之附屬設施，故建議於本工程中一併辦理。

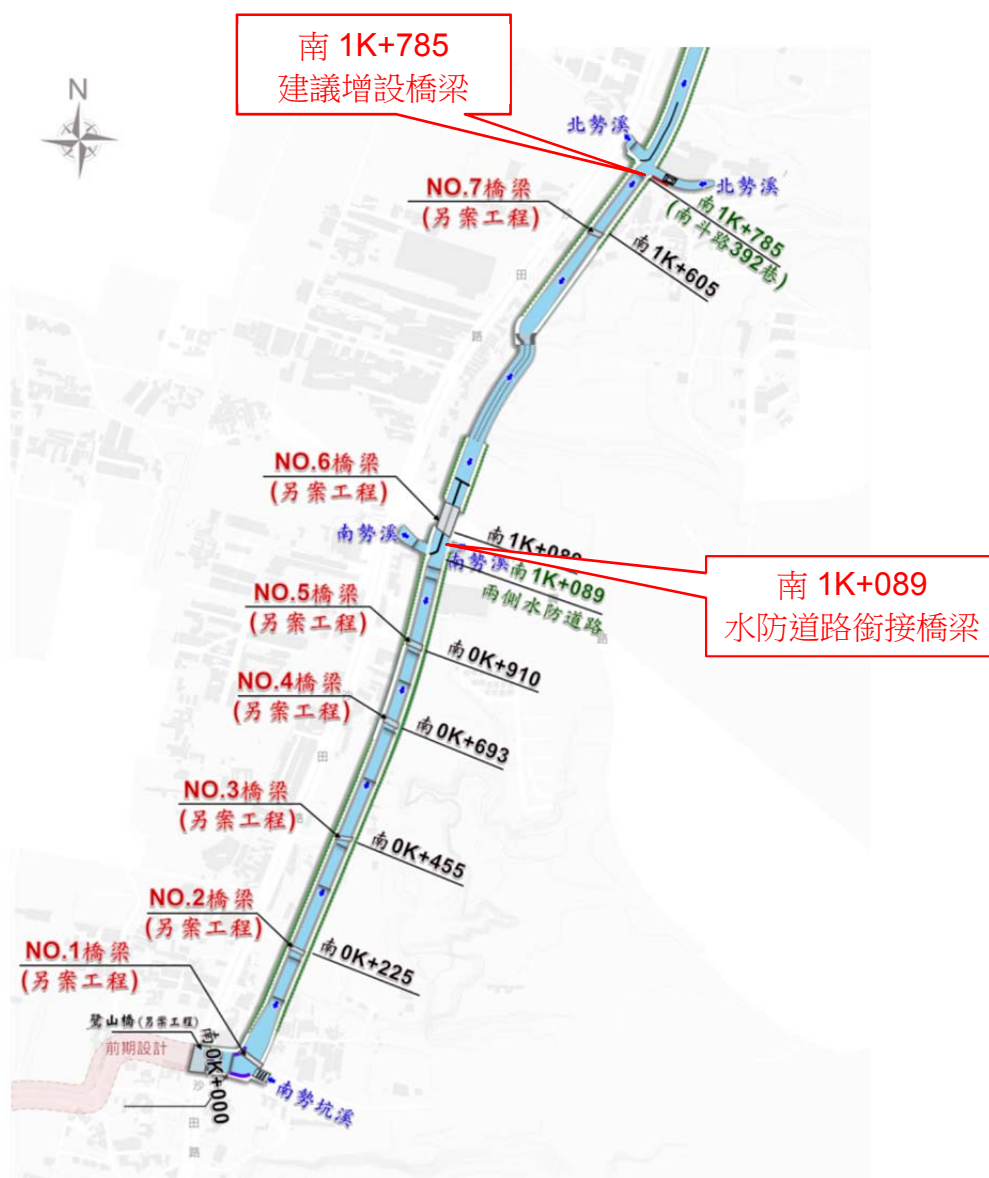


圖6-5-1 計畫區新建橋梁位置示意圖

6-6 北勢溪以上渠段未來推動建議施工方案及策略

6-6-1 面對課題

本案山腳排水延伸段自北勢溪匯流點以上(南 1K+809)至計畫終點(南 4K+700)，大致沿沙田路、光華路往北延伸，沿途經過竹林南溪、竹林北溪一支線及竹林北溪，整體地勢高低起伏不定，此外，上游渠段於南 4K+170~南 4K+310 處穿越台灣大道(中港路)，該處屬沙鹿、清水往來台中市區之重要道路，綜前所述，後續對於北勢溪以上渠段之計畫斷面擬定及後續施工將有很大的困難度尚待克服，茲提列下面課題如下：

一、開挖課題

本案北勢溪以上渠段依計畫路線，地勢起伏較大，地表高程介於 EL.15~34m 之間，整體縱斷面如圖 6-6-1 所示，而若依治理計畫渠底設計時，最大開挖深度約 15M，其中南 1K+910~南 2K+570、南 2K+950~南 3K+870 渠段，平均開挖深度約 7m，而本渠段用地範圍寬度僅 35~45m，且用地範圍線外多屬私有地，影響範圍大，不宜採邊坡直接開挖方式處理。

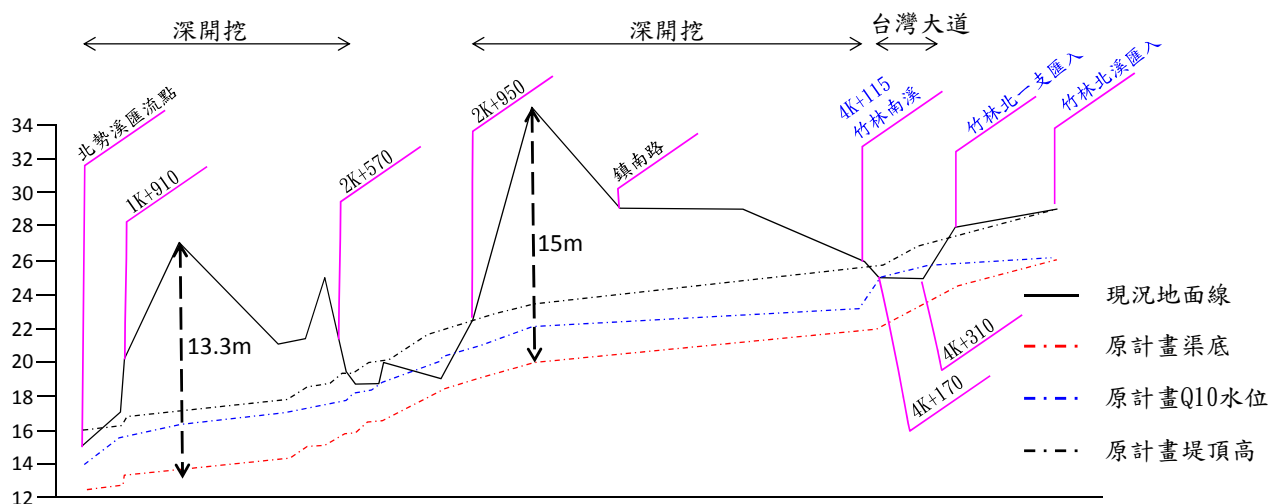


圖6-6-1 北勢溪以上渠段原治理計畫縱斷面圖

二、穿越中港路課題

依原治理計畫所述，在南 4K+115(竹林南溪匯流點)~ 南 4K+700(計畫終點)考量後續維護管理及水流通暢，故將原規劃報告所採箱涵斷面，改為明渠形式施作，計畫橫斷面圖如圖 6-6-2 所示。然其中南 4K+170~南 4K+310 渠段與台灣大道十字交叉穿越，若採明渠段時，將須興建橋梁以維持地區繁忙交通，此外，此段屬於台灣大道與沙鹿區中山路之路口，原本台灣大道道路縱坡已較陡，若依此段之計畫洪水位已高於台灣大道路面 0.6M，而計畫堤頂高約高出路面 3M 之情形下(如圖 6-6-1)，後續橋梁興建後恐道路縱坡更為陡峭且道路線型調整困難，亦恐增加當地交通事故之風險。

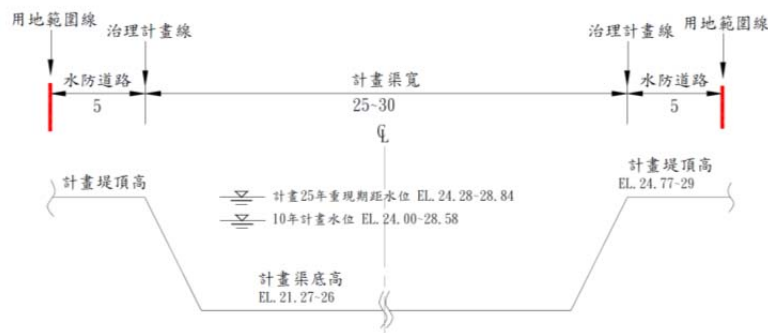


圖6-6-2 南4K+115~南4K+700原治理計畫橫斷面圖

三、分流工課題

北勢溪以上渠段共有三條溪流匯流，分別為竹林南溪、竹林北溪一支線及竹林北溪，依據治理計畫於竹林北溪及竹林南溪分別設置分流工，並採用比率分流工形式，山腳排水上游延伸段仍維持上游一半之流量回歸原渠道，而支流上游的流量則全部匯入山腳排水上游延伸段中，然為加強保護支流下游人口密集區，因此後續將檢討採孔口分流工方案並兼顧分洪量要求。

6-6-2 建議方案

綜前所述，北勢溪以上渠段仍有其尚待克服之課題，考量若依治理計畫之斷面及縱坡設計時，恐將引起對當地交通衝擊(穿越台灣大道)及工程經費暴增(開挖深度大)，故擬建議調整計畫方案如下：

一、工法調整

考量北勢溪以上渠段仍有部分開挖深度大，其長度約 1,820m，其長度已達 **TBM 潛盾工法最佳經濟長度範圍**(以直徑 6M 估算，每米約 20 萬元)，相對明挖覆蓋工法而言，對鄰近環境影響更小，且相對工安亦較安全。故擬針對南 1K+910~南 2K+570、南 2K+950~南 3K+870 渠段採用 TBM 潛盾工法。

二、斷面調整

另外，在穿越台灣大道路段，考量明渠斷面雖施工簡便、安全，但後續完成後徒增地區交通問題，且後續仍需以橋樑維持通行，故建議南 4K+170~南 4K+310 渠段改以**寬扁、多孔之箱涵**穿越，施工方式以分段施工，並配合交維計畫，以維持地區交通。

三、縱坡調整

最後在渠道縱坡上，雖然本渠段地勢起伏較大，但上下游受限於支流銜接處之高程須維持，以避免無法分流，故實際調整空間僅南 2K+395~南 4K+115 以及南 4K+170~南 4K+310 兩渠段，其中南 2K+395~南 4K+115 渠段，原治理計畫之大部分計畫縱坡僅為 2/1000，流速緩慢，所需斷面較大，而在中間渠段卻以較大坡度(8.3/1000)調整銜接，流速較快，且恐須以分段跌水方式處理，另外，在此中間渠段因渠底抬高而超出原地面約 2.5m 以上，因此擬將南 2K+395~南

4K+115 渠段坡度調整，整個渠段改以 4/1000 縱坡設計，如此一來，所需斷面即可變小，且中間渠段亦不會突出地面甚高。

而在南 4K+170~南 4K+310 渠段上，考量原治理計畫渠底距離台灣大道路面僅 1.45~2.93m 之間，且前述建議採寬扁、多孔箱涵穿越以維持地區通行，故擬建議此渠段縱坡調整往下，以避免箱涵突出路面影響原道路縱坡，惟往下調整幅度因考量下游竹林南溪渠底高程不宜過大，因此箱涵頂版接近現況台灣大道路面，且由於覆土深度不足，因此無法採用 **TBM 潛盾工法**。

四、整體改善方案

整體改善平面、縱坡調整如圖 6-6-3、6-6-4 所示，初步設計方案水理成果如表 6-6-1。渠道斷面則分為明渠段、TBM 潛盾工法、排水箱涵三種，如前所述，在開挖深度較大之渠段採 **TBM 潛盾**(直徑 6M)，穿越台灣大道渠段則採 4 孔 WxH=5MX2.5M 箱涵方式穿越，並建議原道路下方管線由箱涵下方穿越即可，其餘渠段則維持原治理計畫**明渠斷面**即可，明渠段基本上仍採用與下游渠道相同之直立式 RC 護岸及格框+混排塊石護岸，其餘斷面型式則詳圖 6-6-5；另南 4K+310~南 4K+700 坡度較陡，為避免流速過快，則分別設置**跌水工**及**連續固床工**以減緩流速，並依據水理分析結果於各跌水下游流速大於 3.51m/s 處設置靜水池消能。

竹林南溪及竹林北溪分流工依水理演算成果，採孔口分流工設計，於支流流出工設置孔口牆即可達平均分配流量之目的。

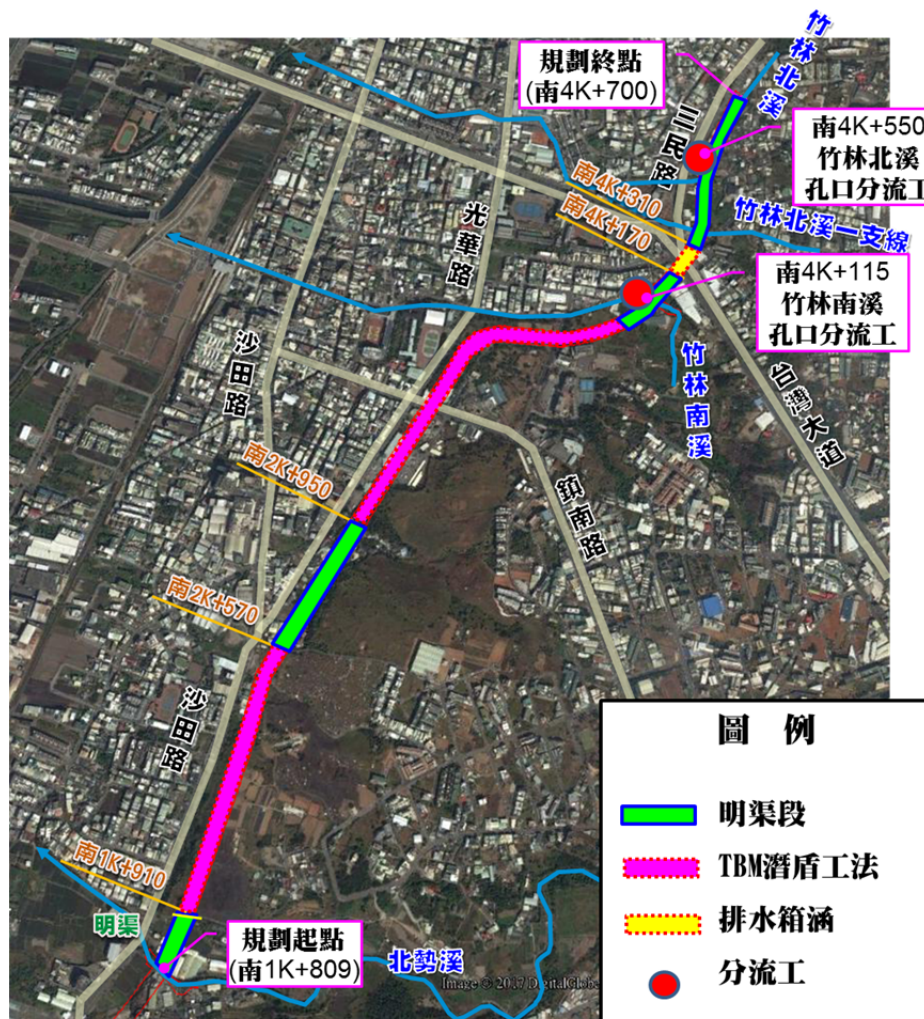


圖6-6-3 北勢溪以上建議整治方案平面圖

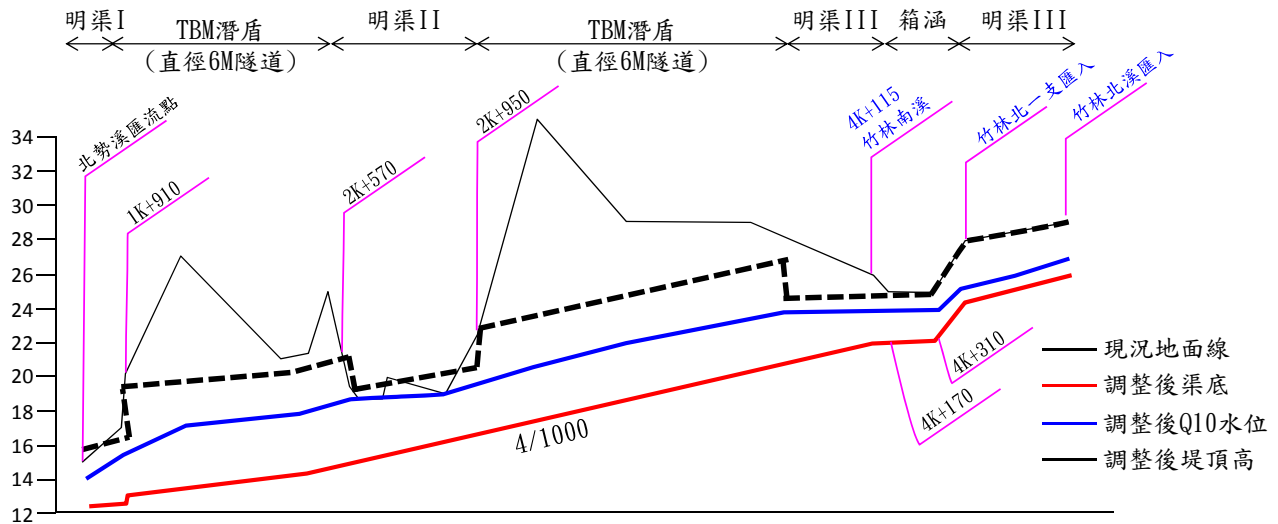
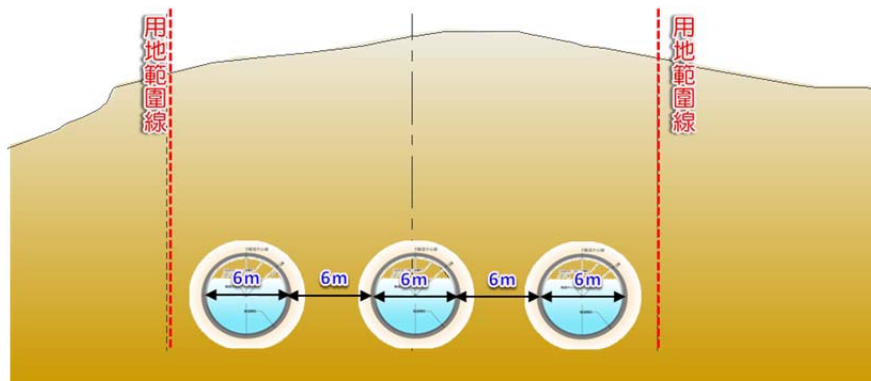
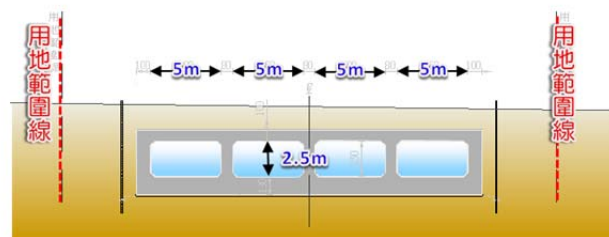


圖6-6-4 北勢溪以上建議整治斷面及縱坡調整圖



TBM潛盾工法斷面示意圖



排水箱涵斷面示意圖

圖6-6-5 北勢溪以上暗渠建議整治斷面示意圖

表 6-6-1 北勢溪以上渠段初步設計水理成果表

樁號	設計 渠底 (EL.m)	洪水位 (Q ₁₀) (EL.m)	能量 坡度 (m/m)	流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面寬 (m)	福祿數	設計堤 頂高 (EL.m)	
南 1K+809	12.68	15.47	0.000026	0.59	69.74	25.00	0.11	16.48	
南 1K+868	12.97	15.47	0.000036	0.66	62.45	25.00	0.13	16.77	
南 1K+869	12.99	15.47	0.000037	0.66	61.95	25.00	0.13	16.79	
南 1K+869.9	13.01	15.47	0.000038	0.67	61.44	25.00	0.14	16.81	
南 1K+870	13.11	15.47	0.000044	0.70	58.92	25.00	0.14	16.91	
南 1K+872	11.82	15.48	0.000011	0.45	91.57	25.00	0.07	15.62	
南 1K+885	11.82	15.48	0.000011	0.45	91.57	25.00	0.07	15.62	
南 1K+900	14.40	15.37	0.002440	3.09	26.22	26.90	1.00	18.2	跌水工
南 1K+901	14.40	16.10	0.000404	1.77	45.85	26.90	0.43	17.9	
南 1K+910	14.58	16.08	0.000612	2.01	40.26	26.90	0.52	18.08	TBM 潛盾工法
南 1K+915	14.61	16.12	0.000435	1.83	44.75	30.11	0.48	18.11	
南 2K+570	16.64	18.34	0.000292	1.62	50.54	30.22	0.40	20.14	
南 2K+598	16.72	18.27	0.001778	2.26	36.23	23.83	0.58	20.22	
南 2K+650	16.86	18.36	0.002010	2.34	34.91	23.80	0.61	20.36	
南 2K+685	16.96	18.42	0.002184	2.40	34.04	23.78	0.64	20.46	
南 2K+850	17.42	18.79	0.002694	2.56	31.94	23.72	0.70	20.92	
南 2K+858	17.45	18.81	0.002779	2.58	31.64	23.71	0.71	20.95	
南 2K+950	17.70	19.06	0.002732	2.57	31.80	23.72	0.70	21.2	
南 2K+955	17.72	19.26	0.000410	1.80	45.58	30.12	0.46	21.22	TBM 潛盾工法
南 3K+870	20.28	21.98	0.000292	1.62	50.55	30.22	0.40	23.28	
南 4K+115	21.38	22.64	0.005666	3.51	23.35	18.95	1.00	24.38	
南 4K+145	21.52	23.09	0.000980	2.35	15.73	10.00	0.60	24.52	竹林南溪分流工
南 4K+160	21.59	23.09	0.001133	2.47	14.99	10.00	0.64	24.59	
南 4K+170	21.63	23.09	0.001232	2.54	14.58	10.00	0.67	24.63	台灣大道箱涵
南 4K+310	22.26	23.33	0.002756	3.25	11.40	10.63	1.00	25.26	
南 4K+344	22.42	23.23	0.006580	4.28	8.64	10.63	1.52	25.42	
南 4K+354	22.45	23.33	0.005919	4.22	8.77	10.00	1.44	25.45	跌水工下游側
南 4K+355	22.46	23.56	0.007598	3.72	20.35	18.75	1.13	25.46	
南 4K+389.8	22.57	23.25	0.038988	6.08	12.40	18.51	2.36	25.57	
南 4K+390	23.47	24.67	0.005731	3.41	22.21	18.92	1.00	26.47	固床工
南 4K+390.2	23.47	24.67	0.005698	3.41	22.25	18.92	0.99	26.47	
南 4K+390.4	23.37	24.94	0.002310	2.60	29.28	19.11	0.66	26.37	
南 4K+402	23.47	24.93	0.002911	2.78	27.30	19.08	0.73	26.47	
南 4K+537	24.61	25.77	0.006274	3.51	21.60	18.90	1.04	27.61	竹林北溪分流工
南 4K+559.8	24.81	25.65	0.006845	4.42	8.37	10.00	1.54	27.81	固床工下游側
南 4K+560	25.01	26.13	0.002793	3.31	11.16	10.00	1.00	28.01	固床工
南 4K+560.2	25.01	26.13	0.002767	3.30	11.20	10.00	1.00	28.01	
南 4K+560.4	24.81	26.46	0.000849	2.24	16.50	10.00	0.56	27.81	
南 4K+565	24.85	26.45	0.000925	2.31	16.04	10.00	0.58	27.85	
南 4K+580	24.98	26.38	0.003282	2.87	26.10	19.04	0.77	27.98	
南 4K+669.8	25.75	26.65	0.014603	4.50	16.57	18.70	1.52	28.75	固床工下游側
南 4K+670	25.95	27.13	0.005783	3.40	21.96	18.90	1.00	28.95	固床工
南 4K+670.2	25.95	27.14	0.005744	3.40	22.01	18.90	1.00	28.95	
南 4K+670.4	25.75	27.48	0.001628	2.32	32.30	19.16	0.56	28.75	
南 4K+700	26.00	27.47	0.002819	2.74	27.34	19.08	0.72	29	

6-6-3 建議施工策略

整體而言，北勢溪以上渠段仍待後續政府持續徵收後方可施作，且經前述斷面、縱坡、工法調整後，相關可施工性已可確保，對於地區影響較大僅台灣大道渠段，考量該段長度約 140M，建議後續可以分段施工方式，每段施工長度約 20M，如此一來，對於原道路交通衝擊應可降低，且每 20M 施作一箱涵節塊，對施工品質亦可確保，惟後續仍待詳細調查**當地交通當量調查**，以確切擬定交維計畫及施工順序。

第七章 基本設計成果與檢核

7-1 工程整體佈置

7-1-1 設計單元概述

- (一)計畫流量： $Q_{10}=113\sim188\text{CMS}$ 。
- (二)設計洪水位：EL.10.31 公尺～EL.15.356 公尺。
- (三)排水保護標準： Q_{10} 加 1 公尺出水高。
- (四)護岸：
 - 1.堤頂高程：EL.13.39 公尺～EL.17.42 公尺。
 - 2.工程數量：直立式 RC 護岸 1497.9 公尺、懸伸護岸 56 公尺、砌石+混凝土格框護岸 1031.16 公尺。
- (五)匯流口跌水工：階梯式跌水工一座及匯流護坦工一座。
- (六)南勢溪分流工一座。
- (七)渡槽一座。
- (八)排水箱涵：雙孔箱涵 89 公尺、單孔箱涵 125 公尺、四孔箱涵 242.8 公尺。
- (九)加勁擋土牆 267.4 公尺。
- (十)固床工 40 座。
- (十一)水防道路附屬設施。

7-1-2 工程佈置

本工程平面佈置如圖 7-1-1，原工程範圍為山腳排水上游新闢之山腳排水上游延伸段南 0K+000(鷺山橋)至南 1K+809(北勢溪)，因北勢溪流入工需撥用公有地尚未取得前暫不施作，以及預留新建橋梁範圍，故施工終點更改為 1K+830.78(原計畫南 1K+809 下游約 30 公尺)，工程範圍更改為**新編里程樁號 0K+000(鷺山橋)至 1K+830.78(北勢溪)**，依據治理計畫用地範圍寬約為 50~45m；設計護岸型式經評估主要採用**混排塊石+格框護岸**工法，兼顧通洪斷面安全並能有效利用現地礫石，流速較快、銜接段、匯流口、分流工則採 RC 護岸，另在滿足防洪功能前提下配合人文景觀、生態及施工性等各方面綜合考量，完善護岸改善工程，相關工程基本設計圖另詳附冊，工程說明如下：

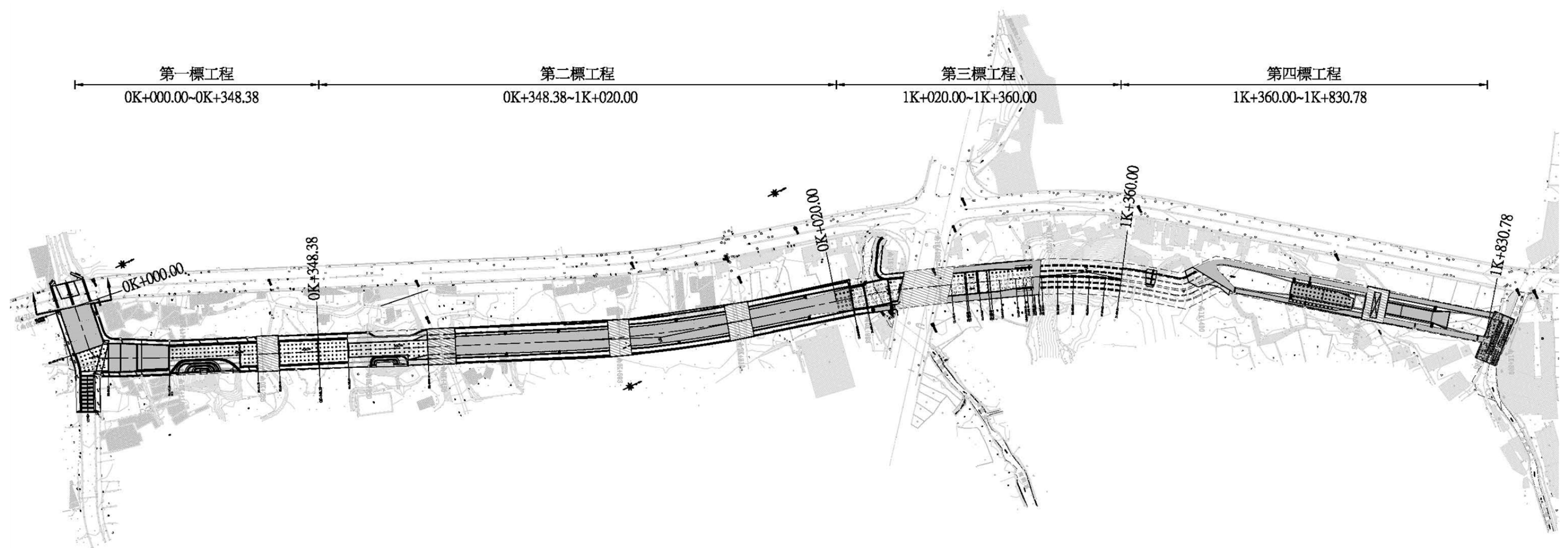
一、縱斷面設計

依本案水理分析檢討成果，建議改善斷面符合區域排水防洪需求，故計畫縱斷原則依治理計畫所訂計畫渠底高，惟配合匯流口及分流工局部調整坡度，其渠底高程為 EL7.8m~EL12.68m 之間，設計**渠道坡度約 0.15~0.18%**，其間為穩固河床約每間距 40m 施設一處固床工，固床工主要係採平床固床工進行設計，其中坡度 0.18%渠段跌落 7cm，坡度 0.15%渠段跌落 6cm，可增加基礎穩定，並於未封底段利用現地卵石(D=20~30cm)鋪設於渠底，而於局部流速較快渠段則鋪 $\phi 30\sim 40\text{cm}$ 之卵礫石。

計畫堤頂高則以設計洪水位加 1m 出水高，以及等於或高於計畫堤頂高為原則，惟鄰近住家、廠房、道路等則配合現況地面高程調高，本工程設計縱段、固床工佈設位置及堤頂高等請詳圖 7-1-2 所示。

二、橫斷面設計

本工程為新闢排水路工程，橫斷面設計以符合防洪需求、結構安全、維持周邊動線及景觀一致性等原則，主要採**混排塊石+格框護岸**佈設(如圖 7-1-3)，匯流口、流入工、流出工等採用 **RC 護岸**(如圖 7-1-4、7-1-5)，實際設計渠道淨寬依治理計畫、水理分析結果並配合既有構造物採 38.9~24.4m 寬，計畫護岸頂高需滿足 10 年重現期之洪水位加出水高 1m，於格框護岸段及直立式 **RC 護岸**段之固床工分別詳圖 7-1-6 及 7-1-7 所示。另匯流口、分流工、水防道路銜接橋梁、台地穿越段則分別說明如後。



工程概要：

1. 直立式護岸	1497.9m	10. L 型擋牆	1227.27m
2. 懸伸護岸	56m	11. 排水溝	1159.55m
3. 混凝土格框護岸	1031.16m	12. 渠道拋石	14876.92m ²
4. 支流階梯式跌水工	1座	13. 加勁擋土牆	267.4m
5. 匯流護坦工	1座	14. 新設四孔箱涵	242.8m
6. 新設固床工	40座	15. 灌渠改建	125.6m
7. 新設集水井	36座	16. 新設渡槽	42.1m
8. 臨水階梯	12座	17. 新設雙孔箱涵	89m
9. L 型側溝	154m	18. 新設單孔箱涵	125m

圖7-1-1 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)平面佈置圖

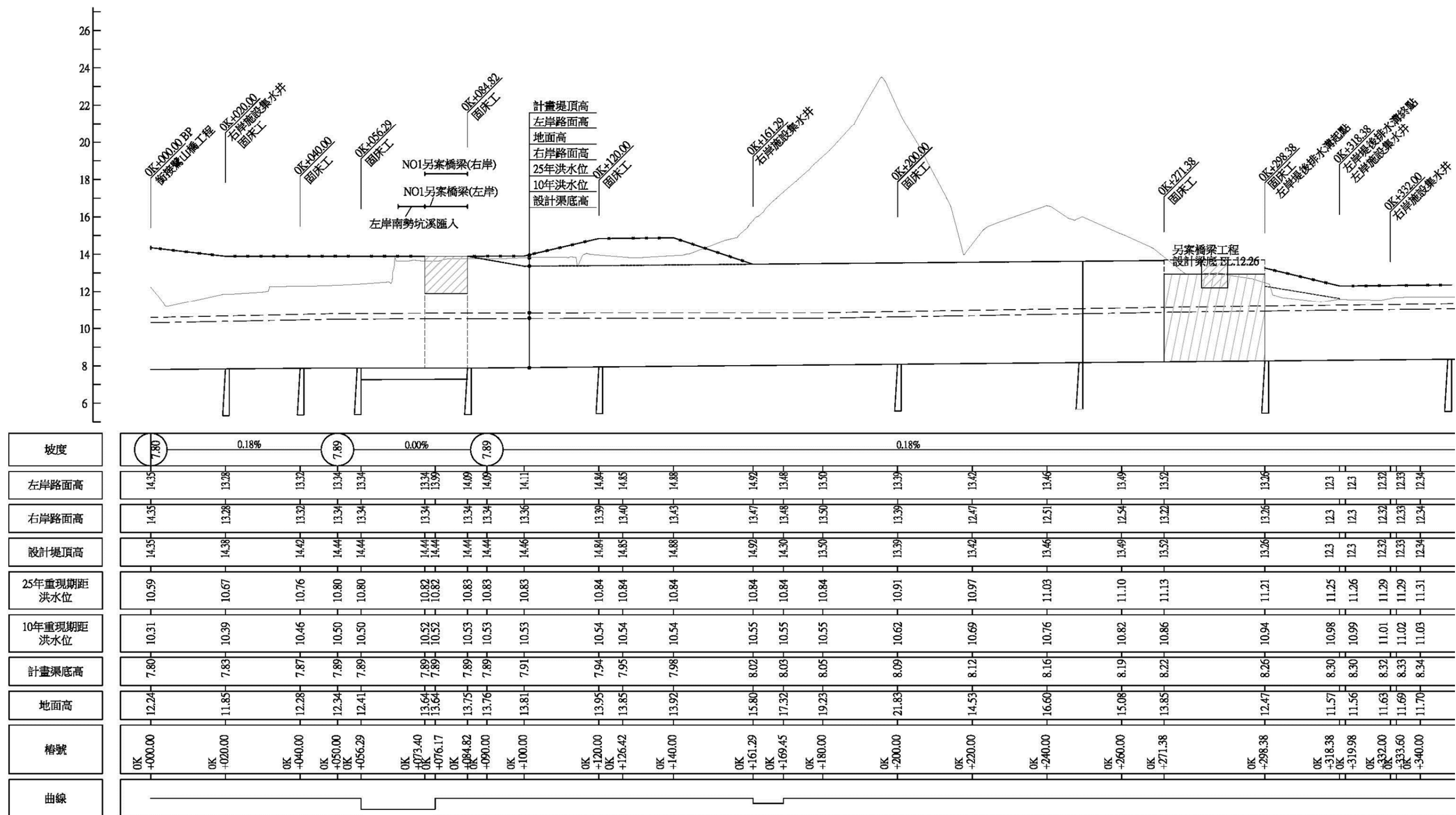
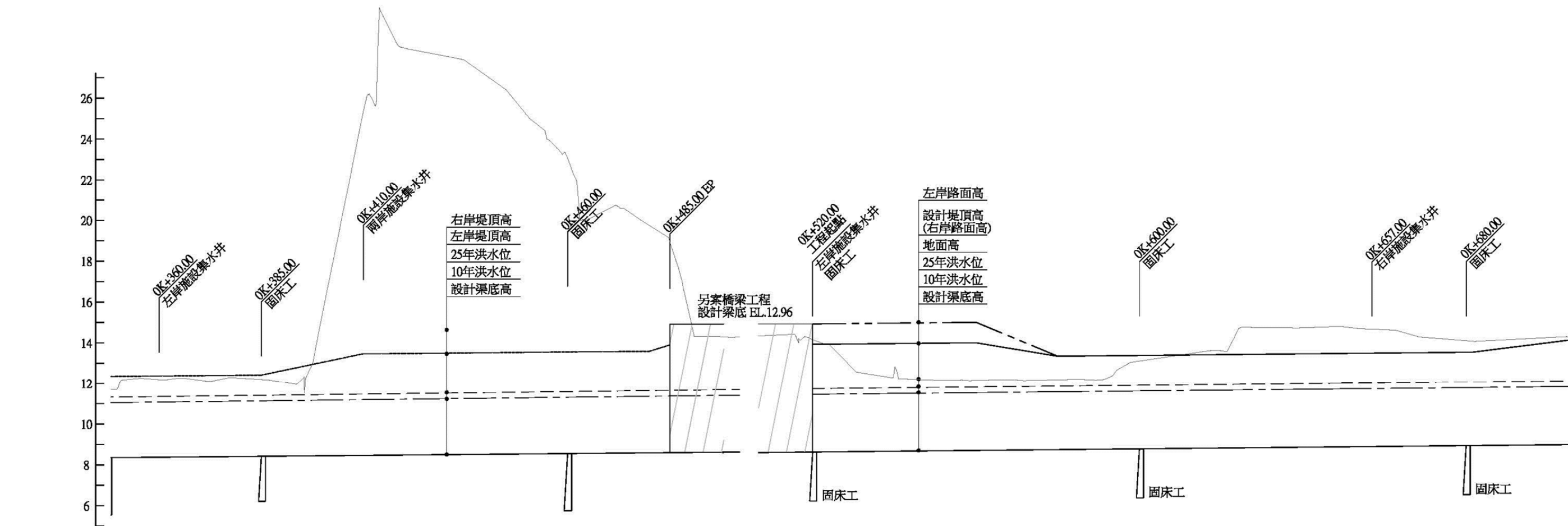


圖7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)縱斷面圖(1/6)



坡度	0.18%																																0.18%																															
左岸路面高	12.38	12.38	12.42		13.47	13.47	13.48		13.52	13.52	13.56	13.57	13.58	13.59	13.90	13.96	14.96	14.97	15.00		15.04		13.37				13.41	13.42	13.42	13.42	13.45		13.48	13.50	13.51	13.51	13.52		13.55	13.57																								
右岸路面高	12.38	12.38	12.42		13.47	13.47	13.48		13.52	13.52	13.56	13.57	13.58	13.59	13.90	13.96	13.96	13.97	14.00	14.00	14.04	14.04	13.37	13.37			13.41	13.41	13.42	13.42	13.42	13.45	13.45		13.48	13.50	13.51	13.51	13.52		13.55	13.57																						
設計堤頂高	12.38	12.38	12.42		13.47	13.47	13.48		13.52	13.52	13.56	13.57	13.58	13.59	13.90	13.96	13.97	13.97	14.00	14.00	14.04	14.04	13.37	13.37			13.41	13.41	13.42	13.42	13.42	13.45	13.45		13.48	13.50	13.51	13.51	13.52		13.55	13.57																						
25年重現期距 洪水位	11.35	11.36	11.41		11.48	11.48	11.50		11.55	11.55	11.60	11.61	11.63	11.64	11.66	11.73	11.74	11.78	11.78	11.82	11.82	11.86	11.86			11.90	11.92	11.92	11.92	11.94	11.94		11.98	12.00	12.02	12.02	12.02		12.06	12.07																								
10年重現期距 洪水位	11.08	11.08	11.14		11.20	11.20	11.22		11.27	11.27	11.32	11.33	11.35	11.37	11.38	11.45	11.46	11.50	11.50	11.54	11.54	11.58	11.58			11.62	11.64	11.64	11.64	11.66	11.66		11.70	11.72	11.74	11.74	11.74		11.78	11.79																								
計畫渠底高	8.38	8.38	8.42		8.47	8.47	8.48		8.52	8.52	8.56	8.57	8.58	8.59	8.60	8.66	8.67	8.70	8.70	8.74	8.74	8.77	8.77			8.81	8.82	8.83	8.83	8.85	8.85		8.88	8.90	8.91	8.92	8.92		8.95	8.96																								
地面高	12.19	12.18	12.20		25.36	26.13	28.44		27.10	27.10	23.06	20.04	20.41	19.74	18.96	14.16	14.04	12.64	12.64	12.15	12.15	12.18	12.18			13.10	13.35	13.40	13.61		14.73	14.76	14.68	14.65		14.10	14.08																											
樁號	0K+360.00 0K+361.60		0K+385.00		0K+410.00 0K+411.60 0K+420.00			0K+440.00		0K+460.00 0K+465.00		0K+475.00 0K+480.00 0K+485.00			0K+520.00 0K+521.60		0K+540.00		0K+560.00		0K+580.00			0K+600.00 0K+608.40 0K+610.00 0K+620.00					0K+640.00	0K+650.74 0K+657.00 0K+658.60				0K+680.00 0K+681.60																														
曲線																																																																

圖7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)縱斷面圖(2/6)

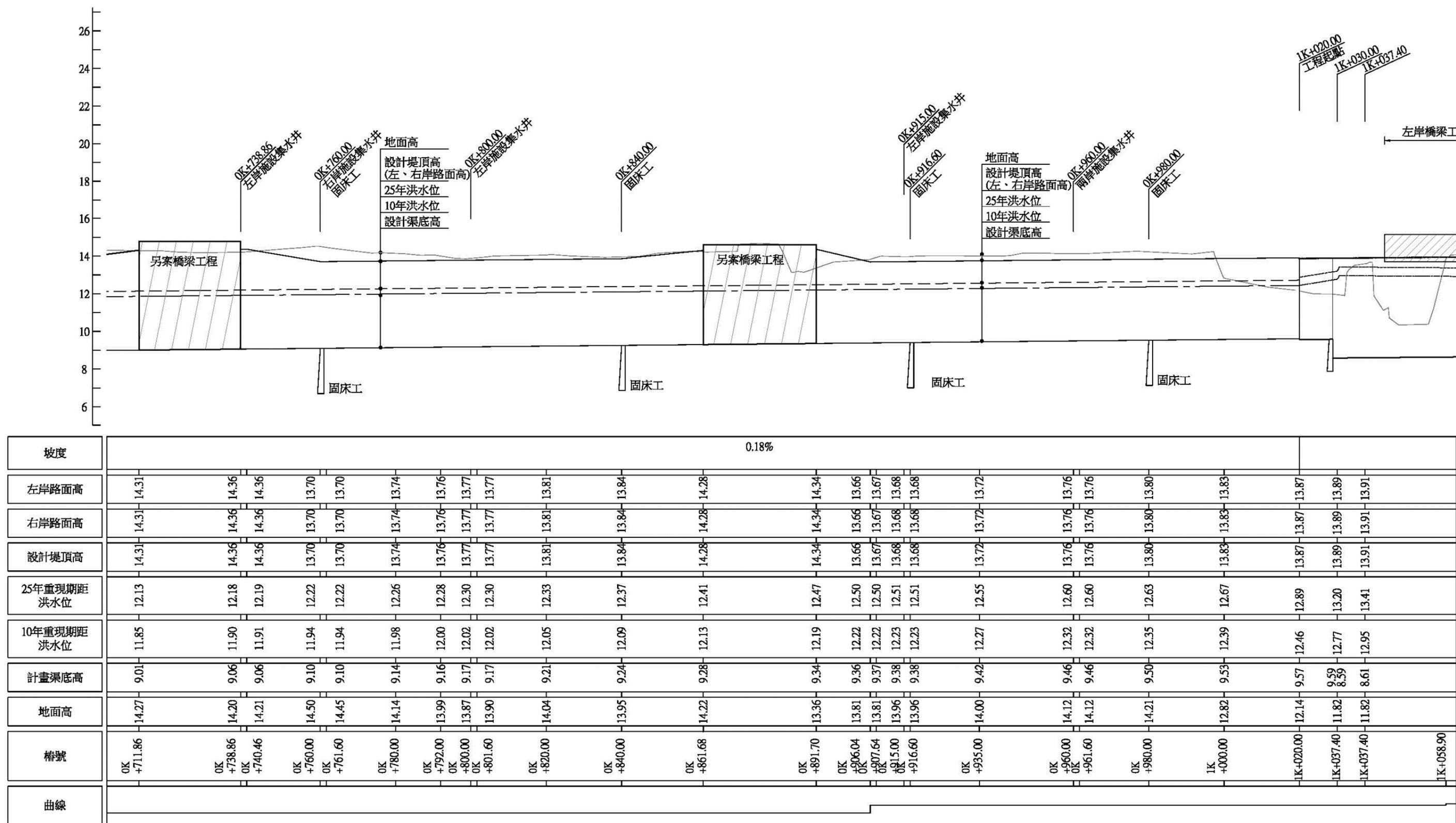


圖7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)縱斷面圖(3/6)

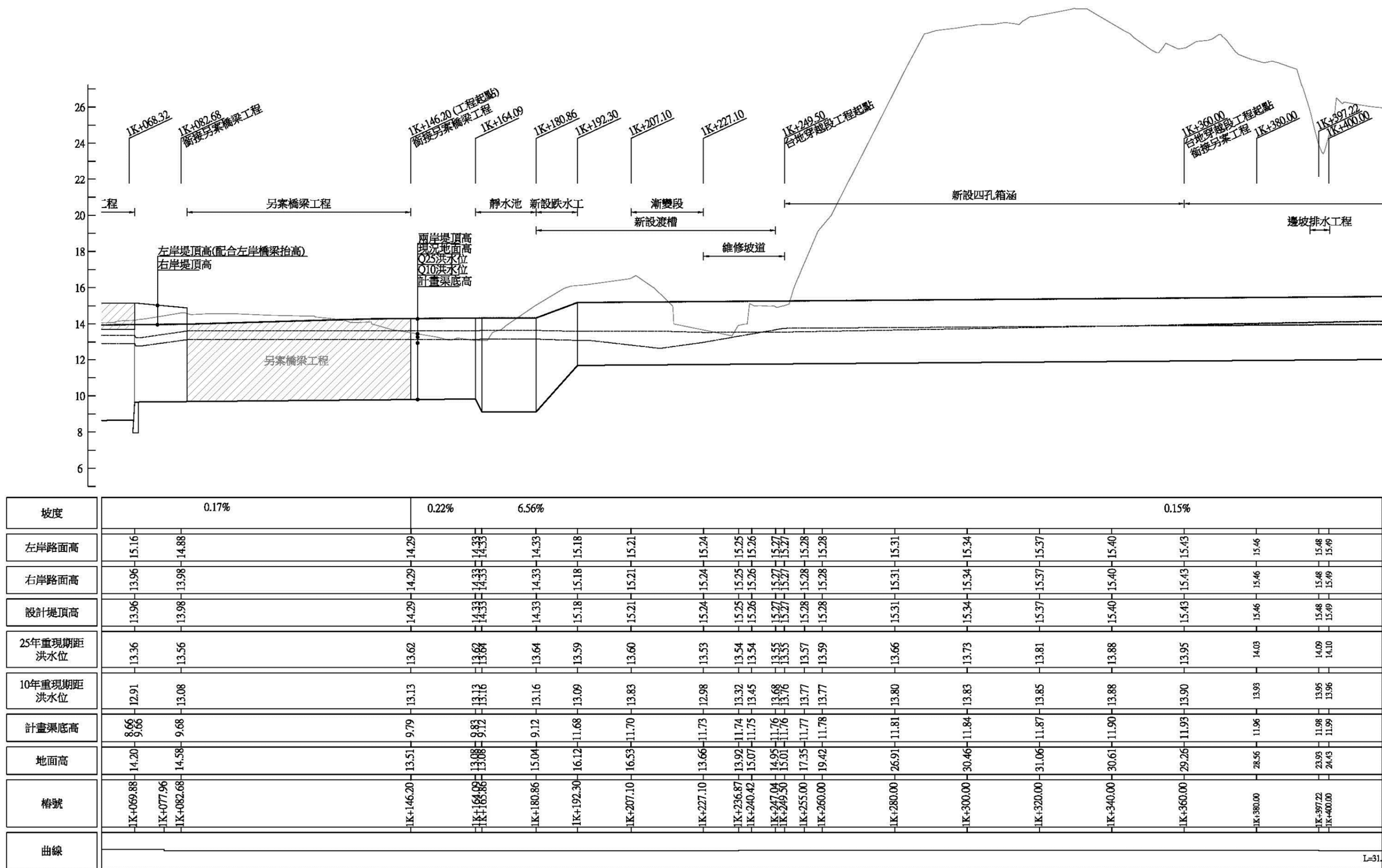


圖7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)縱斷面圖(4/6)

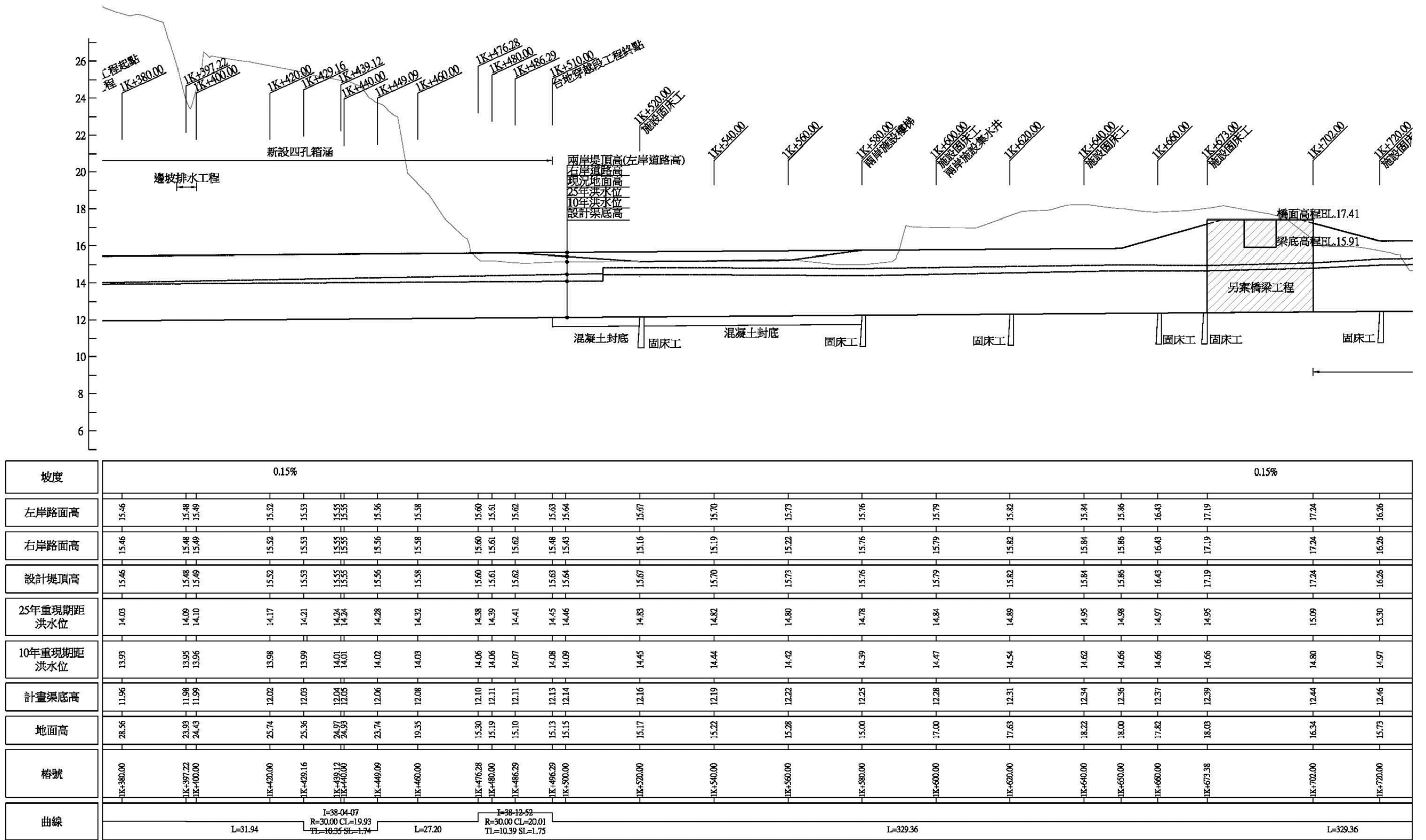


圖7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)縱斷面圖(5/6)

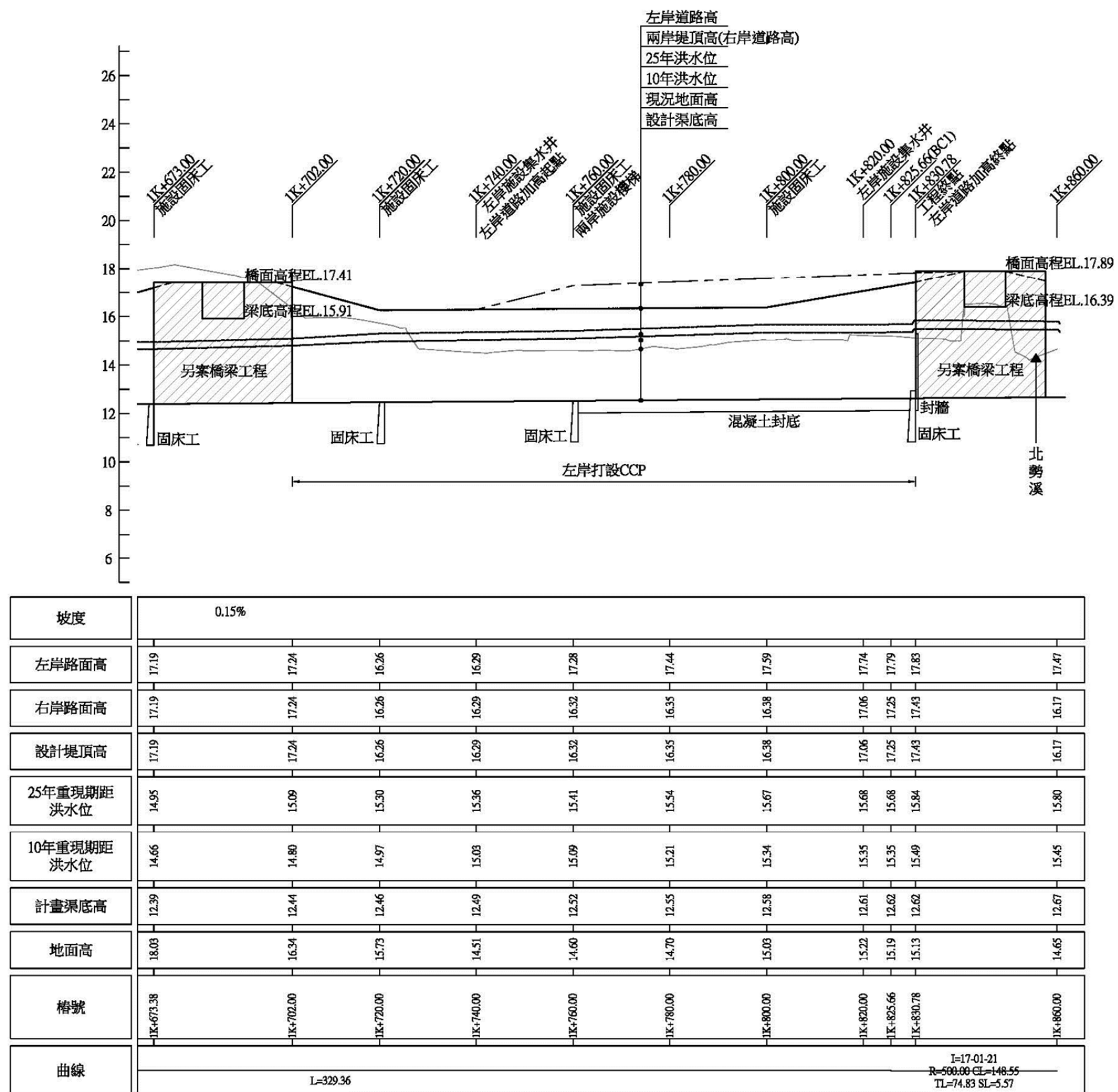
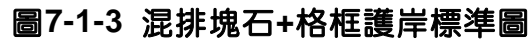


圖7-1-2 山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)縱斷面圖(6/6)





三、南勢坑溪匯流口

南勢坑溪匯流口平面佈置詳圖 7-1-8 所示，山腳排水上游延伸段出口匯入南勢坑溪並與鷺山橋銜接，為配合鷺山橋改建後之橋台位置，並考量現有道路寬度，渠寬設計為 38.9m 銜接另岸鷺山橋橋台，左岸採用直立式 RC 護岸、水防道路寬度 5m(詳圖 7-1-9)，右岸採直立式 RC 護岸(懸伸版)、水防道路寬度為 6.2m(詳圖 7-1-10)，山腳排水上游延伸段出口橫跨之新建橋梁則由台中市政府另案辦理。

而南勢坑溪與山腳排水上游延伸段渠道高程相差 5.5m，故於南勢坑溪施設 45m 階梯式消能工(詳圖 7-1-11 所示)，另考量原生種魚類可以回游，故於階梯式消能工兩側之新設直立式 RC 護岸(詳圖 7-1-12 所示)基礎施設導槽(W100cm*H30cm)以作為魚道使用，另考量南勢坑溪新舊護岸銜接及避免坡陡側向位移，故於南勢坑溪上游端之新舊護岸間增設設固床工(詳圖 7-1-13 所示)加以穩固河床，而直立式兼魚道 RC 護岸之基礎約每間隔 5m 機處增設止滑準截牆(t=70cm)，同樣可抵擋坡陡側向位移，護坦工底部則以混凝土封底並局部開孔內鍍鋅石籠卵塊石。

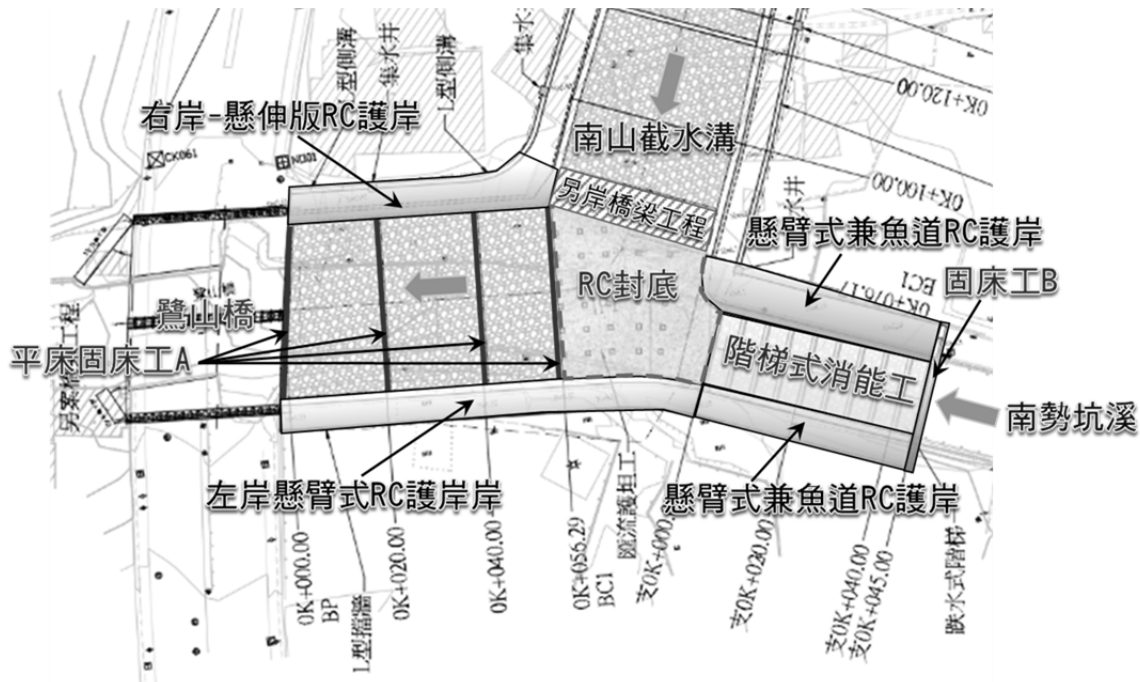


圖7-1-8 南勢坑溪匯流口平面佈置圖

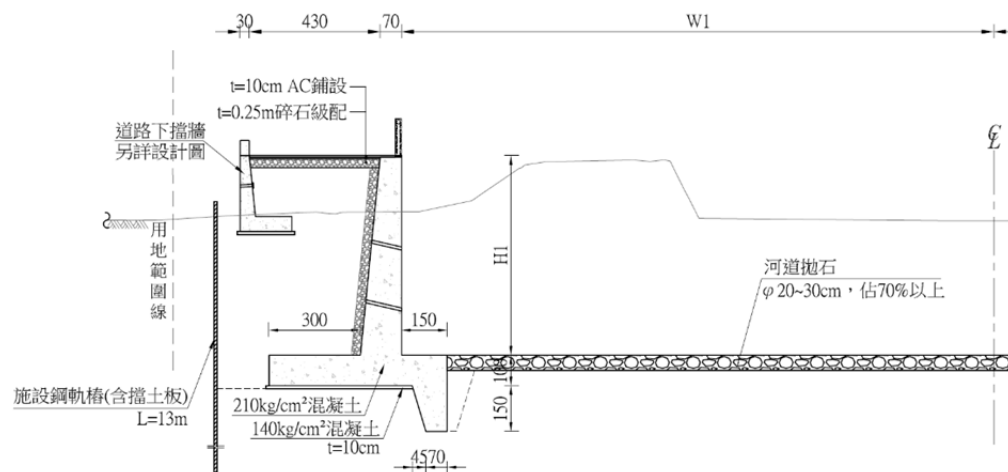
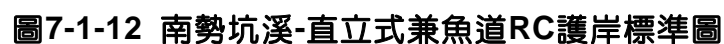
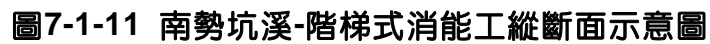


圖7-1-9 山腳排水上游延伸段匯流處左岸-直立式RC護岸標準圖



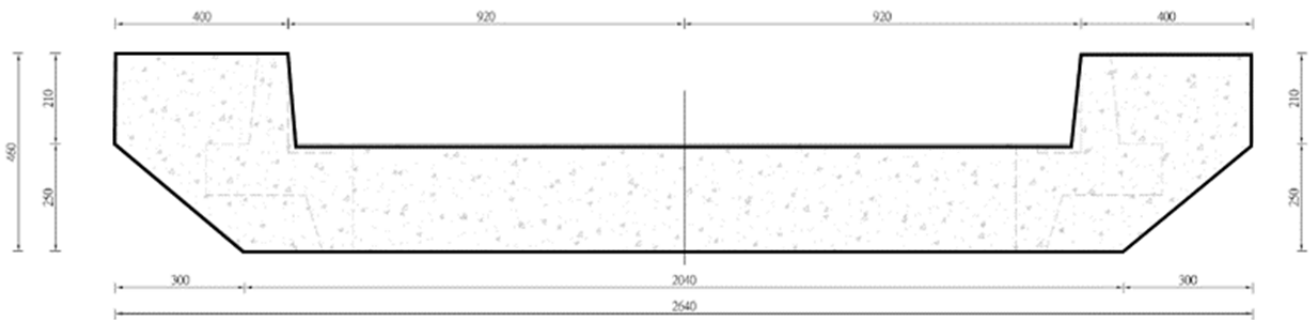


圖7-1-13 南勢坑溪上游固床工示意圖

四、南勢溪分流工

依據現地條件及水理分析結果，南勢溪採孔口分流工型式設計，考量維持平時南勢溪下游灌溉水量，設計配置 W7.65m×H1.2m 及 W2.3m×H3m 孔口各一，而此處因流況較複雜，為避免局部沖刷影響，故採 RC 護岸設計；渠底則以混凝土封底並局部開孔內鑲石籠卵塊石，平面配置詳圖 7-1-14，另為防止垃圾及雜物堵塞，建議流入工上游設置攔汙索。

如圖所示，原有老樹可現地保留不需移植，惟已無水防道路佈設空間，水防道路亦因流出工阻斷，故於流入工側處新建一南北向之橋梁銜接向上路，以至少保持水防道路單側通行。

另本工區上游銜接向上路另案新建橋梁工程，依據與橋梁工程銜接原則，應預留 10 公尺範圍由橋梁工程施作，惟預留範圍剛好為本案水防道路銜接橋梁範圍，故建議本段護岸工程調整施作範圍銜接至向上路，由本案一併施作。

山腳排水下游段目前已進行改建中，惟尚有鐵路橋通洪瓶頸未辦理改建，未來本工程若完工時鐵路橋尚未改建完成，山腳排水上游延伸段流入山腳排水，將加劇鐵路橋災害，故鐵路橋尚未完成改建前，南勢溪應維持現況排往下游；為因應此一情況，孔口分水牆暫時不施作，並於山腳排水上游延伸段下游側佈設臨時止水設施，以免增加下游山腳排水負擔。

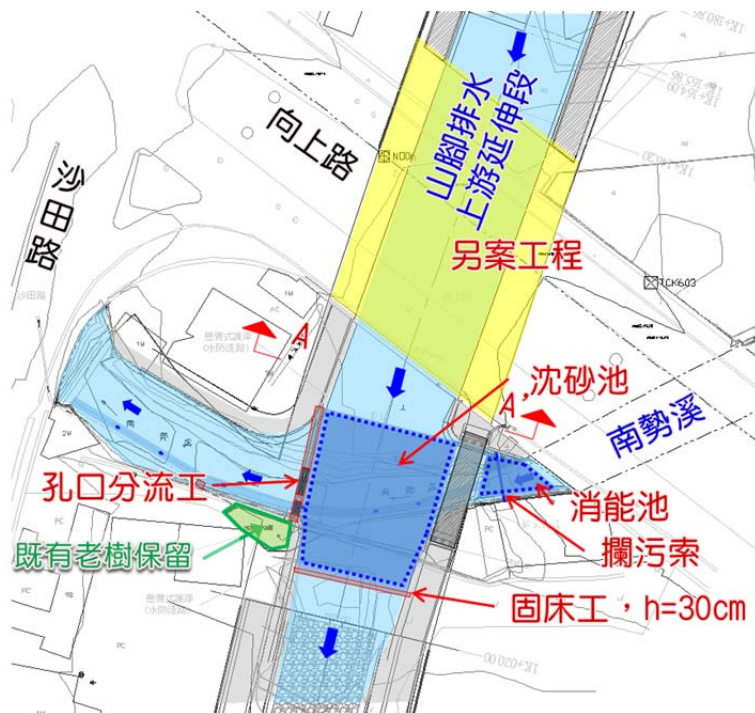


圖7-1-14 南勢溪分流工平面配置圖



箱涵出口處目前有一灌圳通過，將因本工程開闢導致中斷，為維持下游灌區用水，故將灌圳復舊，惟灌圳高程剛好位於護岸高度一半的位置，無法直接以渡槽橫越，又經訪談沙鹿工作站後不同意以倒虹吸工方式復舊，故依照地形改採繞道方式施作，將灌圳引導至下游適合地點後再以渡槽方式橫越山腳排水上游延伸段，以解決灌圳中斷問題，詳圖 7-1-16，渡槽結構計算另詳附錄三。



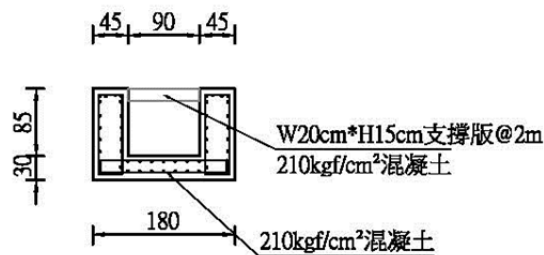


圖7-1-17 渡槽斷面圖

五、水防道路銜接橋梁

(一)橋梁型式

評估本案適用之不落墩橋梁型式有 PCI 梁橋與並列式箱型梁橋二方案：

方案一：正常橫向間距(非密排)PCI 梁橋，其梁深約需跨距 1/18 以上，金額較低。

方案二：依據黎明公司多件密排梁實際經驗，採並列式箱型梁橋處理時梁深可縮減至跨距 1/25 以下，惟金額較高。

所謂「並列式箱型梁橋」(Spread Box Beam)其實可算是「密排預鑄混凝土梁」的進化橋型，早期的密排梁設計多是引用設計規範「密排預鑄混凝土梁」之相關規定，其中最重要的環節是必須設置橫向預力以滿足活載重橫向分配之假設條件。工程實務上，常由於施工誤差造成橫向預力鋼腱穿梁不易，進而導致工期延宕，甚至造成履約爭議之狀況屢見不鮮。



傳統密排梁之橫向預力

「並列式箱型梁橋」(Spread Box Beam)取消了不易施作的橫向預力，也不作端隔梁與中隔梁，純粹以適當板厚之橋面板與控制大梁淨間距來滿足活載重橫向分配的需求(註：載重分配公式與密排預鑄混凝土梁不同)；依據美國賓州 Lehigh University 1984 年「Inelastic analysis of prestressed concrete spread box-beam bridges」以圖 7-1-18 之配置進行實體橋梁載重試驗(板厚 19cm、大梁淨間距 1.68m、大梁 1.22m 寬 1.07m 高)，並與數值模擬成果交叉比對，研究成果顯示，實體載重試驗呈現之變位量均低於數值模擬成果，且優於傳統之 PCI 梁結構。

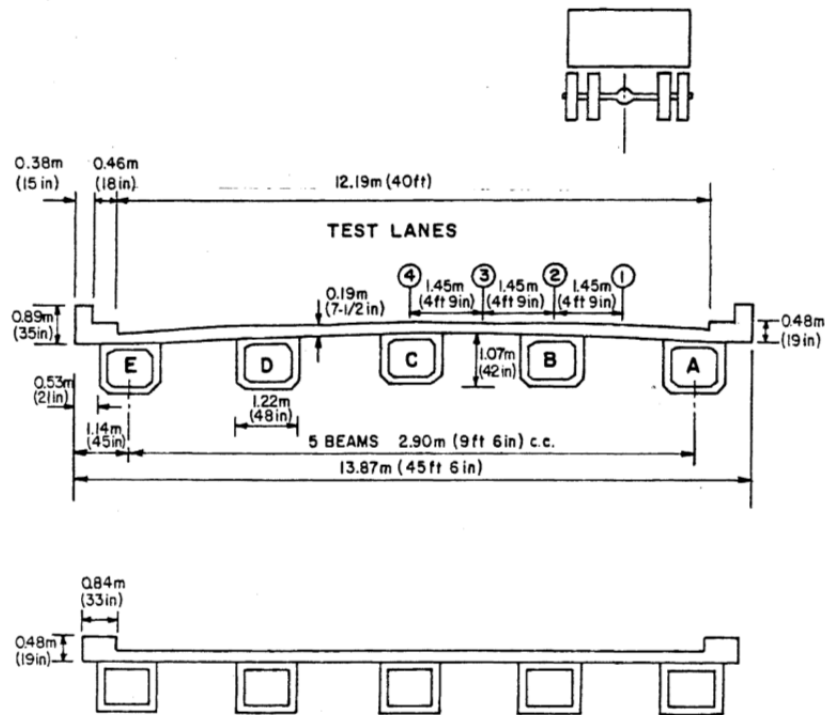


圖7-1-18 美國賓州Lehigh University並列式箱型梁橋實體載重測試斷面

交通部於 98 年 12 月修訂公路橋梁設計規範時，參考美國 AASHTO 規範將並列式箱型梁橫向分配公式納入規範條文。經檢算並參考國外實際案例，將橋面板厚度提升至 20 公分，混凝土本身之剪力強度即可滿足橫向差異撓度之剪力需求。

再者，國外諸多「並列式箱型梁橋」(Spread Box Beam)設計案例，大梁間多保持 1m 以上淨間距以獲得較大之經濟效益，國內設計較為保守，多僅保留 1cm 之大梁施工誤差，目前於「台 16 線中山橋改建工程」乙案將淨間距放大至 10cm(吊梁免另作吊環)，惟與國外相較仍屬高度保守。



經比較上述二方案，單跨簡支跨距 25.2m，PCI 梁橋梁深可採 1.6m，並列式鋼構箱型梁橋梁深可採 0.9m，雖並列式箱型梁橋經費較高但可有效減少抬升量；本工區現況有橋梁抬升問題，考量 PCI 梁橋梁深較厚，導致引道段與向上路平面道路高程差甚大無法順接，故建議使用方案二：並列式箱型梁橋。

(二)橋梁基本設計

1.上部結構-並列式箱型梁橋

本項工程設計為橋長 25.2m，為配合防汛道路使用需求，將橋寬規劃為全寬 5.8m，淨寬 5m 道路。橋梁形式採並列式箱型梁施作，解決抬升問題。

2.橋台-直立式橋台

由於橋台需與新建護岸銜接，建議以直立式橋台方式施作，橋台牆身與新設護岸牆身順接。

3.基礎-直接基礎

工址地表下為卵礫石層，現地地質狀況良好為第一類地盤，另依據二維水力分析成果，南勢溪流入工流速較快，故本渠段皆採 RC 封底設計避免渠

底冲刷，考量橋梁跨距短且渠道採 RC 封底，故建議可採直接基礎。另本橋梁無落墩，故不需考慮橋墩冲刷深度，橋台基礎深度則與護岸一致即可。

本工程橋梁結構計算另詳附錄三。

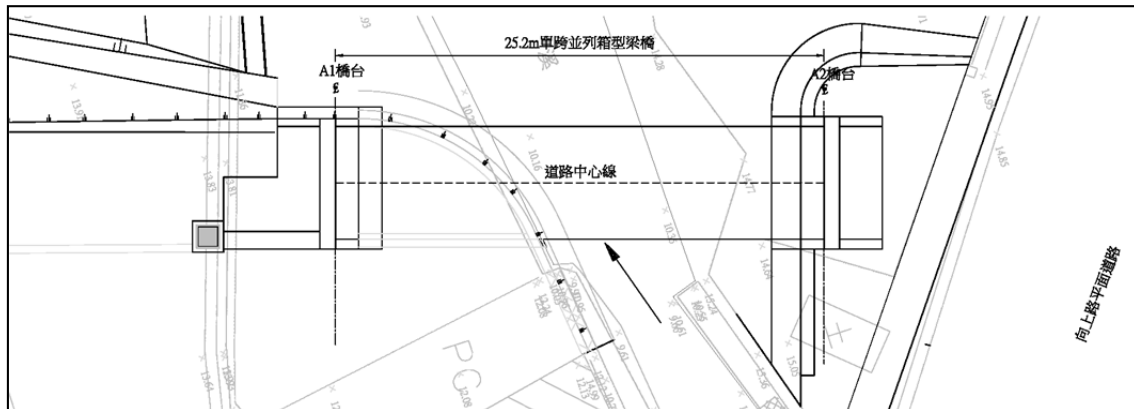


圖7-1-19 南勢溪水防道路銜接橋梁平面圖

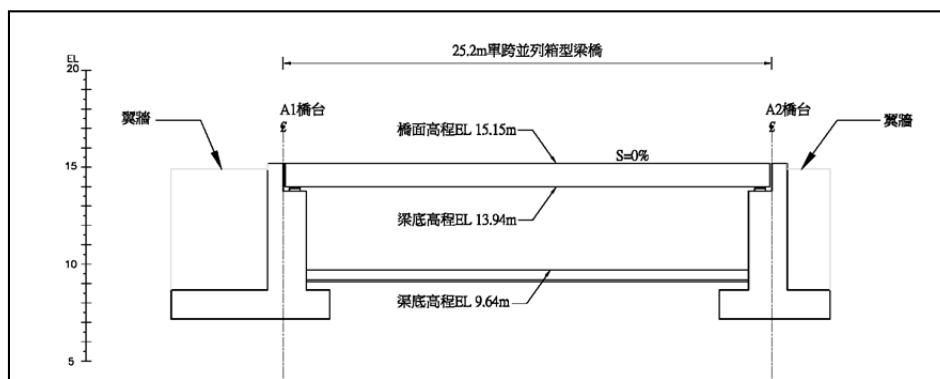


圖7-1-20 南勢溪水防道路銜接橋梁縱斷面圖

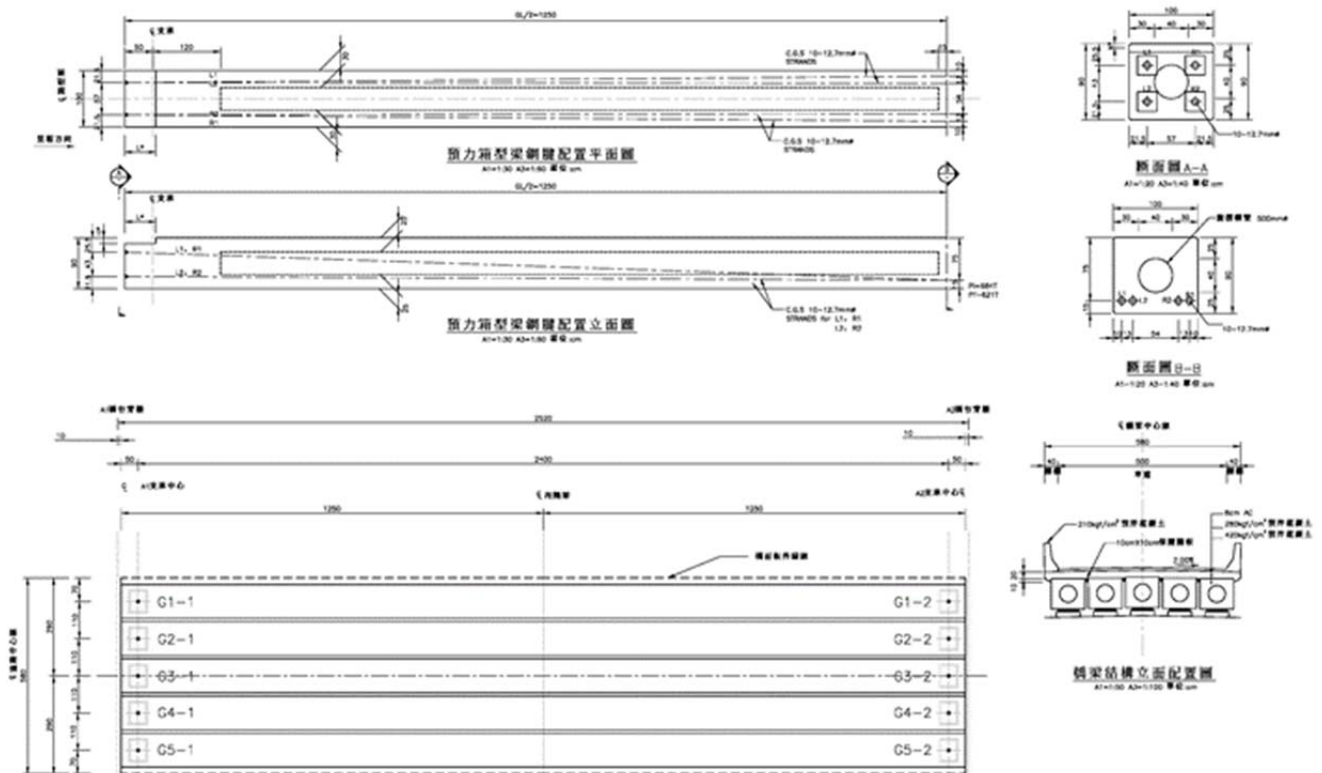


圖7-1-21 南勢溪水防道路銜接橋梁結構設計圖

六、穿越台地段

山腳排水上游延伸段 1k+249.5~1k+486 需穿越台地，評估後採用支撐開挖工法施設 **W5.5m×H3.5m-4 孔**排水箱涵，總長約 236m，整體平面佈置請詳圖 7-1-22，其中 1K+260~1K+420 箱涵段覆土層為 13~9m 間，經結構分析計算，頂版採厚度為 1.3m，而 1K+420~1K+476 箱涵段覆土層為 9~4m 間，故頂版厚度採 1m，其穿越段箱涵標準圖請詳圖 7-1-23 所示，另箱涵出入口處施設截牆及基礎加深至 3m 以防止淘刷，因箱涵出入口流速僅約 2.15~2.69m/s，且均於箱涵出入口處採 RC 封底處理，故不需施設消能工。台地穿越段進出口處施設下邊坡擋土牆進行修坡收尾，並預留適當空間以作為水防道路迴車使用。

另 1K+397 右岸現地地形為一山凹，本箱涵工程完成後邊坡銜接面將形成一山溝，本工程於該處設計一加勁擋土牆加強保護邊坡，其底層為採 RC 護岸，而上邊坡則採加勁土包袋修坡，加勁擋土牆採坡面採 1:1.7 坡面拉加勁回包 PE 土袋包，土袋包內並預埋草仔，坡面綠美化增加視覺觀感，而邊坡共分三階段施設，各階段將施設縱向拍漿溝及橫向排水板，另於 RC 擋牆後方施設集水井，並增設 PVC 管匯入新設箱涵內，以達整體邊坡排水(請詳圖 7-1-24 所示)。

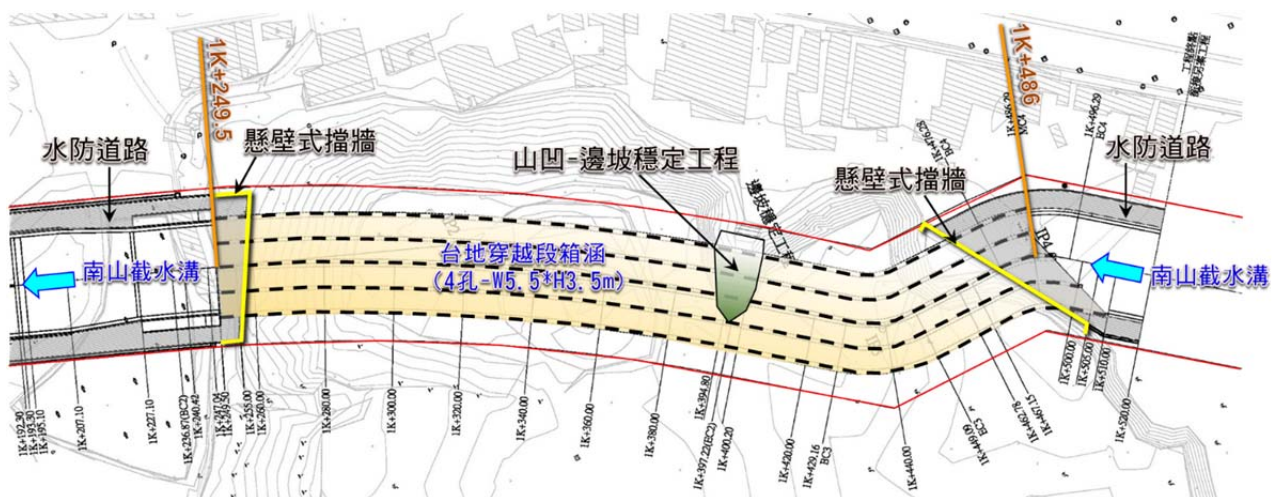


圖7-1-22 穿越台地段平面佈置圖

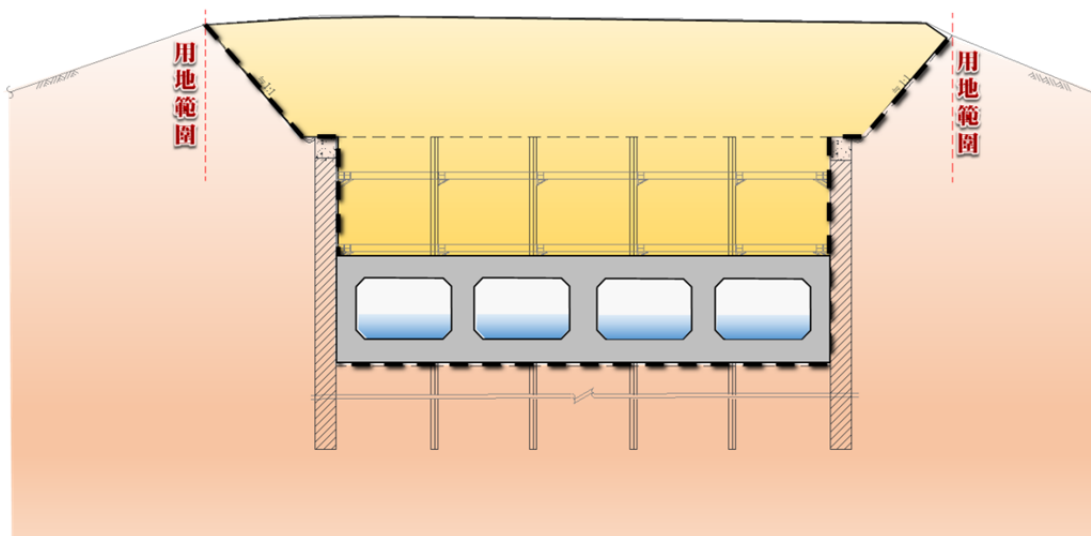


圖7-1-23 穿越段箱涵(W5.5m*H3.5m)標準示意圖

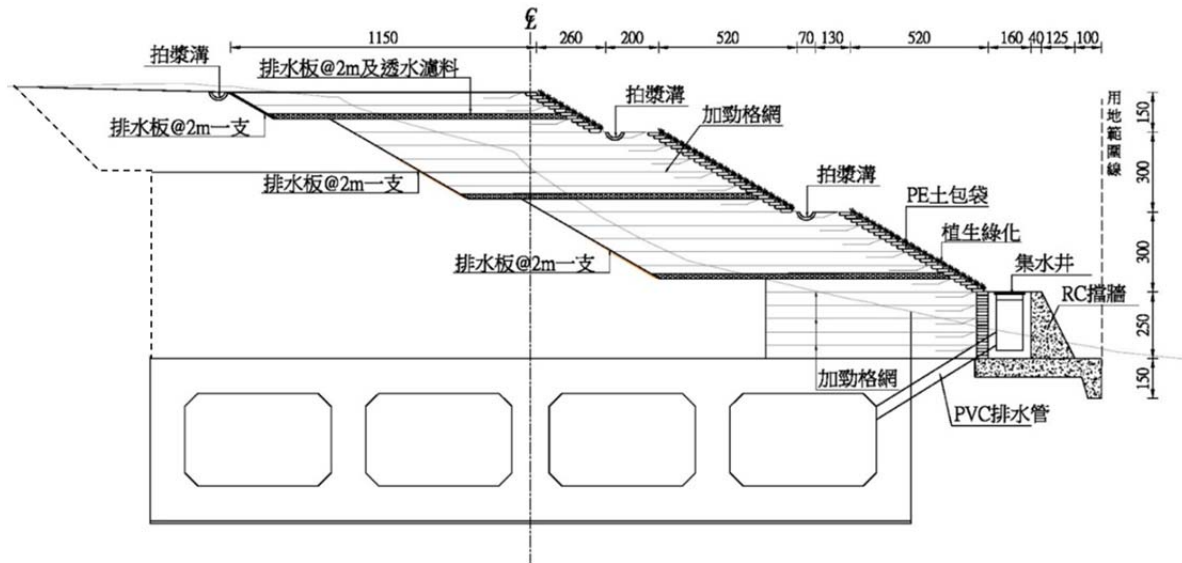


圖7-1-24 加勁擋土牆示意圖

7-2 一維水理分析成果

由於先期治理計畫係針對渠道整體改善訂定原則性方向，為確定本次所設計之相關斷面型式可符合治理計畫需求，依據所提之設計構想進行計畫工區水理演算，茲說明如下：

一、演算模式

採用美國陸軍工程師團水文工程中心(Hydrologic Engineering Center,U.S. Army Corps of Engineers)所發展計算水面剖線之數值模式 **HEC-RAS**。**HEC-RAS** 係利用能量方程式以標準步推法，考慮河槽摩擦、渦流水頭損失及橋墩水位壅高影響，配合大斷面資料，自下游控制斷面向上游推算各斷面之水位、流速等水理狀況。

二、基本條件

(一)計畫洪水量

依「台中市管區域排水山腳排水治理計畫」(台中市政府，104.01)，山腳排水上游延伸段係將上游(竹林北溪、竹林南溪、北勢溪、南勢溪)洪水，以分流或截流方式導入山腳排水，山腳排水上游延伸段各渠段擬定之 10 年及 25 年重現期距計畫洪水量，其中對於竹林北溪、竹林南溪、北勢溪及南勢溪之分流在 10 年重現期距流量下，均採均分流量方式，而本次設計檢討範圍係以該截流溝下游段(與山腳排水匯流口至與北勢溪匯流口)為主。

(二)曼寧粗糙係數(N 值)

一般排水路(渠底為砂礫土，側坡為混凝土)之曼寧粗糙係數約為 0.015 ~ 0.029，本工程依據所建議之斷面型式 RC 封底段採 0.015、鋪石渠段採 0.025。

(三)起算水位

起算水位依據下游三種條件分別演算：1.依據「台中市管區域排水山腳排水治理計畫」(104)，採山腳排水鷺山橋上游(4K+715)計畫水位 EL10.31m(Q₁₀)為起算水位。2.依據「龍井區山腳排水 0K+600~4K+715 治理工程」設計洪水位 EL9.45m(Q₁₀)為起算水位。3.以正常水深為起算水位。

三、本次設計斷面水理檢核

依據前節工程配置成果進行一維水理分析，各起算水位演算成果如表 7-2-1 ~ 7-2-3 所示。比較各狀況下之流況，以起算水位 EL9.45m 時於出口流速最快為 3.76m/s，整體來說受起算水位影響範圍為 0k+000~0k+503，全渠段流速介於 0.97m/s 至 4.25m/s 之間，流速大於 3.51 m/s(本案泥砂啟動流速)時，皆採混凝土封底保護。

另比較本次設計堤頂高與原治理計畫之計畫堤頂高後可知，本工程設計堤頂高均高於計畫堤頂高 0.18~2.6m，符合計畫保護標準。

表 7-2-1 本工程設計方案水理分析檢討表(治理計畫起算水位)

設計橋號	設計 渠底高 (EL.m)	設計 洪水位 (Q_{10}) (EL.m)	能量 坡度 (m/m)	流速 (m/s)	通水 面積 (m^2)	水面寬 (m)	福祿數	設計 堤頂高 (EL.m)	治理計畫 橋號	治理計畫 渠底 (EL.m)	治理計畫 洪水位 (Q_{10}) (EL.m)	治理計畫堤 頂高 (EL.m)	備註
0K+000.00	7.80	10.31	0.00131	2.47	97.63	38.90	0.50	14.35	南0K+000.00	7.80	10.31	11.80	
0K+056.29	7.89	10.34	0.00051	2.52	95.43	38.90	0.51	13.89				11.85	南勢坑溪匯入
0K+084.82	7.89	10.48	0.00031	2.02	93.32	36.00	0.40	13.89				11.87	橋梁
0K+100.00	7.91	10.49	0.00088	2.04	92.82	36.00	0.40	13.91				11.88	
0K+120.00	7.94	10.49	0.00101	2.16	87.51	34.34	0.43	14.84				11.90	
0K+161.29	8.02	10.49	0.00140	2.47	76.43	31.00	0.50	13.42				11.93	
0K+180.00	8.05	10.51	0.00140	2.48	76.29	31.00	0.50	13.45	南0K+110.00	7.95	10.32	11.95	左側排水箱涵
0K+200.00	8.09	10.54	0.00143	2.49	75.85	31.00	0.51	13.49				12.00	
0K+271.38	8.22	10.64	0.00149	2.52	74.87	31.00	0.52	13.62	南0K+225.00	8.18	11.30	12.18	橋梁
0K+298.38	8.26	10.65	0.00168	2.66	71.07	29.70	0.55	13.26				12.23	
0K+308.38	8.28	10.69	0.00164	2.64	71.63	29.70	0.54	13.28				12.25	
0K+348.48	8.35	10.70	0.00433	3.88	48.76	24.76	0.88	12.36				12.32	断面變化區段
0K+460.00	8.56	11.33	0.00242	3.18	59.34	26.01	0.67	13.56				12.53	
0K+485.00	8.60	11.34	0.00263	3.42	55.26	22.26	0.69	13.90				12.58	橋梁
0K+520.00	8.66	11.46	0.00245	3.34	56.58	22.30	0.67	14.96	南0K+455.00	8.64	11.91	12.64	
0K+560.00	8.74	11.57	0.00236	3.30	57.23	22.31	0.66	15.04				12.74	
0K+580.00	8.77	11.71	0.00204	3.03	62.38	25.61	0.62	13.07				12.79	
0K+681.60	8.96	11.92	0.00198	3.00	63.05	25.69	0.61	13.26				13.04	
0K+711.86	9.01	11.95	0.00207	3.16	59.73	22.38	0.62	14.31	南0K+693.00	9.11	12.44	13.11	橋梁
0K+738.86	9.06	12.01	0.00205	3.15	59.93	22.39	0.62	14.36				13.18	
0K+760.00	9.10	12.13	0.00184	2.92	64.69	25.88	0.59	13.40				13.23	
0K+840.00	9.24	12.28	0.00181	2.91	64.96	25.92	0.59	13.54				13.42	
0K+861.68	9.28	12.28	0.00194	3.09	61.09	22.42	0.60	14.58				13.48	橋梁
0K+891.70	9.34	12.34	0.00194	3.09	61.05	22.42	0.60	14.64	南0K+910.00	9.55	12.89	13.55	
0K+915.00	9.38	12.43	0.00065	2.90	65.23	25.95	0.58	13.68				13.58	
1K+020.00	9.57	12.46	0.00078	3.09	61.21	25.48	0.64	13.87				13.71	
1K+020.50	9.57	12.46	0.00078	3.09	61.23	25.48	0.64	13.87	南0K+993.00	9.71	13.00	13.71	
1K+030.00	9.59	12.77	0.00026	2.05	92.09	29.00	0.37	13.89				13.72	
1K+030.40	9.59	12.86	0.00024	1.99	94.94	29.00	0.35	13.89				13.73	
1K+030.50	8.59	12.96	0.00010	1.49	126.77	29.00	0.23	13.89				13.73	南勢溪匯入
1K+069.88	8.66	12.91	0.00018	1.99	123.11	29.00	0.31	13.96				13.79	
1K+070.18	9.66	12.79	0.00047	2.70	90.67	29.00	0.49	13.96				13.79	
1K+072.00	9.66	12.79	0.00046	2.70	90.69	29.00	0.49	13.96				13.79	
1K+084.35	9.68	13.13	0.00007	1.14	99.91	29.00	0.20	13.98				13.81	橋梁
1K+146.20	9.79	13.13	0.00008	1.17	96.86	29.00	0.20	14.29	南1K+089.00	9.91	13.20	13.91	
1K+164.09	9.83	13.13	0.00009	1.19	95.71	29.00	0.21	14.33				14.02	靜水池
1K+165.86	9.12	13.16	0.00005	0.97	117.06	29.00	0.15	14.33				14.03	
1K+180.86	9.12	13.16	0.00005	0.97	117.08	29.00	0.15	14.33				14.12	跌水工
1K+192.30	11.68	13.09	0.00124	2.78	40.88	29.00	0.75	15.18				14.19	
1K+192.40	11.68	13.09	0.00124	2.78	40.89	29.00	0.75	15.18				14.19	
1K+193.30	11.68	13.09	0.00124	2.77	40.94	29.00	0.75	15.18				14.19	
1K+195.10	11.68	13.10	0.00123	2.77	41.04	29.00	0.74	15.19				14.20	
1K+215.10	11.71	12.65	0.00466	4.18	27.18	29.00	1.38	15.21				14.32	断面變化區段
1K+227.10	11.73	12.98	0.00232	3.50	32.44	26.00	1.00	15.24				14.40	断面變化區段
1K+249.40	11.76	13.76	0.00051	2.18	52.10	26.00	0.49	15.27	南1K+200.00	10.73	12.43	14.53	
1K+249.50	11.76	13.76	0.00123	2.58	44.09	22.00	0.58	15.27				14.53	台地穿越段箱涵
1K+510.00	12.15	14.10	0.00133	2.65	42.83	22.00	0.61	15.65				15.21	
1K+510.10	12.15	14.44	0.00034	1.91	59.62	26.00	0.40	15.65				15.21	
1K+520.00	12.16	14.45	0.00034	1.91	59.43	26.00	0.40	15.67				15.24	
1K+540.00	12.19	14.44	0.00039	2.02	56.20	25.00	0.43	15.73				15.29	
1K+580.10	12.25	14.39	0.00140	3.34	34.02	19.57	0.81	15.76				15.40	
1K+650.00	12.36	14.66	0.00283	2.97	38.20	20.63	0.70	15.86				15.58	
1K+673.00	12.39	14.66	0.00321	3.27	34.70	17.27	0.74	17.19	南1K+605.00	12.14	14.51	15.64	橋梁
1K+702.00	12.43	14.80	0.00275	3.11	36.51	17.34	0.68	17.24				15.71	
1K+720.00	12.46	14.97	0.00221	2.74	41.51	21.05	0.62	16.26				15.75	
1K+760.00	12.52	15.09	0.00197	2.63	43.28	21.47	0.59	16.32				15.84	
1K+800.00	12.58	15.34	0.00021	1.65	69.04	25.00	0.32	16.38				15.93	
1K+802.60	12.58	15.34	0.00021	1.65	69.05	25.00	0.32	16.38				15.94	
1K+830.00	12.63	15.35	0.00022	1.67	67.95	25.00	0.32	17.40				16.00	
1K+830.40	12.63	15.42	0.00020	1.63	69.83	25.00	0.31	17.42				16.00	
1K+830.50	11.63	15.49	0.00007	1.18	96.60	25.00	0.19	17.42				16.00	
1K+830.78	11.63	15.49	0.00007	1.18	96.60	25.00	0.19	17.43	南1K+785.00	12.50	14.00	16.00	橋梁

註：依據「台中市管區域排水山腳排水治理計畫」(104)之起算水位 EL10.31m(Q_{10})

表 7-2-2 本工程設計方案水理分析檢討表(設計起算水位)

設計橋號	設計渠底高(EL.m)	設計洪水位(Q ₁₀)(EL.m)	能量坡度(m/m)	流速(m/s)	通水面積(m ²)	水面寬(m)	福祿數	設計堤頂高(EL.m)	治理計畫橋號	治理計畫渠底(EL.m)	治理計畫洪水位(Q ₁₀)(EL.m)	治理計畫堤頂高(EL.m)	備註
0K+000.00	7.80	9.45	0.00504	3.76	64.18	38.90	0.93	14.35	南0K+000.00	7.80	10.31	11.80	
0K+056.29	7.89	9.73	0.00127	3.36	71.74	38.90	0.79	13.89					南勢坑溪匯入
0K+084.82	7.89	10.06	0.00054	2.42	78.24	36.00	0.52	13.89					橋梁
0K+100.00	7.91	10.08	0.00153	2.42	77.96	36.00	0.53	13.91					
0K+120.00	7.94	10.08	0.00175	2.57	73.56	34.34	0.56	14.84					
0K+161.29	8.02	10.09	0.00242	2.94	64.29	31.00	0.65	13.42					
0K+180.00	8.05	10.15	0.00232	2.90	65.10	31.00	0.64	13.45	南0K+110.00	7.95	10.32	11.95	左側排水箱涵
0K+200.00	8.09	10.20	0.00229	2.89	65.40	31.00	0.64	13.49					
0K+271.38	8.22	10.38	0.00213	2.83	66.89	31.00	0.61	13.62	南0K+225.00	8.18	11.30	12.18	橋梁
0K+298.38	8.26	10.41	0.00236	2.96	63.88	29.70	0.64	13.26					
0K+308.38	8.28	10.48	0.00221	2.90	65.25	29.70	0.62	13.28					
0K+348.48	8.35	10.53	0.00569	4.25	44.52	24.24	1.00	12.36					断面變化區段
0K+460.00	8.56	11.38	0.00228	3.12	60.53	26.15	0.66	13.56					
0K+485.00	8.60	11.38	0.00250	3.36	56.20	22.28	0.68	13.90					
0K+520.00	8.66	11.49	0.00236	3.30	57.29	22.31	0.66	14.96	南0K+455.00	8.64	11.91	12.64	橋梁
0K+560.00	8.74	11.59	0.00230	3.27	57.79	22.33	0.65	15.04					
0K+580.00	8.77	11.73	0.00199	3.00	62.92	25.68	0.61	13.07					
0K+681.60	8.96	11.94	0.00195	2.98	63.37	25.73	0.61	13.26					
0K+711.86	9.01	11.96	0.00205	3.15	60.00	22.39	0.61	14.31	南0K+693.00	9.11	12.44	13.11	橋梁
0K+738.86	9.06	12.02	0.00203	3.14	60.15	22.39	0.61	14.36					
0K+760.00	9.10	12.14	0.00182	2.91	64.91	25.91	0.59	13.40					
0K+840.00	9.24	12.29	0.00180	2.90	65.14	25.94	0.58	13.54					
0K+861.68	9.28	12.29	0.00192	3.09	61.24	22.42	0.60	14.58					
0K+891.70	9.34	12.34	0.00193	3.09	61.19	22.42	0.60	14.64	南0K+910.00	9.55	12.89	13.55	橋梁
0K+915.00	9.38	12.43	0.00064	2.89	65.38	25.96	0.58	13.68					
1K+020.00	9.57	12.47	0.00077	3.08	61.36	25.49	0.63	13.87					
1K+020.50	9.57	12.47	0.00077	3.08	61.37	25.50	0.63	13.87	南0K+993.00	9.71	13.00	13.71	
1K+030.00	9.59	12.77	0.00026	2.05	92.21	29.00	0.37	13.89					
1K+030.40	9.59	12.87	0.00024	1.99	95.05	29.00	0.35	13.89					
1K+030.50	8.59	12.96	0.00010	1.49	126.88	29.00	0.23	13.89					
1K+069.88	8.66	12.91	0.00018	1.99	123.22	29.00	0.31	13.96					南勢溪匯入
1K+070.18	9.66	12.79	0.00046	2.69	90.79	29.00	0.49	13.96					
1K+072.00	9.66	12.79	0.00046	2.69	90.82	29.00	0.49	13.96					
1K+084.35	9.68	13.13	0.00007	1.14	100.01	29.00	0.20	13.98					
1K+146.20	9.79	13.13	0.00008	1.17	96.96	29.00	0.20	14.29	南1K+089.00	9.91	13.20	13.91	橋梁
1K+164.09	9.83	13.13	0.00009	1.19	95.80	29.00	0.21	14.33					
1K+165.86	9.12	13.16	0.00005	0.97	117.16	29.00	0.15	14.33					靜水池
1K+180.86	9.12	13.16	0.00005	0.97	117.18	29.00	0.15	14.33					跌水工
1K+192.30	11.68	13.09	0.00123	2.77	40.99	29.00	0.74	15.18					
1K+192.40	11.68	13.09	0.00123	2.77	40.99	29.00	0.74	15.18					
1K+193.30	11.68	13.10	0.00123	2.77	41.05	29.00	0.74	15.18					
1K+195.10	11.68	13.10	0.00122	2.76	41.15	29.00	0.74	15.19					
1K+215.10	11.71	13.12	0.00124	2.78	40.91	29.00	0.75	15.21					
1K+227.10	11.73	12.98	0.00229	3.49	32.58	26.00	0.99	15.24					
1K+249.40	11.76	13.75	0.00052	2.19	51.84	26.00	0.50	15.27	南1K+200.00	10.73	12.43	14.53	
1K+249.50	11.76	13.75	0.00124	2.59	43.87	22.00	0.59	15.27					
1K+510.00	12.15	14.09	0.00134	2.66	42.69	22.00	0.61	15.65					台地穿越段箱涵
1K+510.10	12.15	14.44	0.00034	1.91	59.56	26.00	0.40	15.65					
1K+520.00	12.16	14.44	0.00034	1.91	59.37	26.00	0.40	15.67					
1K+540.00	12.19	14.44	0.00039	2.02	56.13	25.00	0.43	15.73					
1K+580.10	12.25	14.39	0.00141	3.34	33.97	19.56	0.81	15.76					
1K+650.00	12.36	14.66	0.00283	2.97	38.19	20.62	0.70	15.86					
1K+673.00	12.39	14.66	0.00321	3.27	34.69	17.27	0.74	17.19	南1K+605.00	12.14	14.51	15.64	橋梁
1K+702.00	12.43	14.80	0.00275	3.11	36.50	17.34	0.68	17.24					
1K+720.00	12.46	14.97	0.00221	2.74	41.51	21.04	0.62	16.26					
1K+760.00	12.52	15.09	0.00197	2.63	43.27	21.47	0.59	16.32					
1K+800.00	12.58	15.34	0.00021	1.65	69.03	25.00	0.32	16.38					
1K+802.60	12.58	15.34	0.00021	1.65	69.05	25.00	0.32	16.38					
1K+830.00	12.63	15.35	0.00022	1.67	67.94	25.00	0.32	17.40					
1K+830.40	12.63	15.42	0.00020	1.63	69.82	25.00	0.31	17.42					
1K+830.50	11.63	15.49	0.00007	1.18	96.59	25.00	0.19	17.42					
1K+830.78	11.63	15.49	0.00007	1.18	96.60	25.00	0.19	17.43	南1K+785.00	12.50	14.00	16.00	橋梁

註：依據「龍井區山腳排水 0K+600~4K+715 治理工程」(105)之起算水位 EL9.45m(Q₁₀)

表 7-2-3 本工程設計方案水理分析檢討表(正常水深起算水位)

設計橋號	設計渠底高(EL.m)	設計洪水位(Q ₁₀)(EL.m)	能量坡度(m/m)	流速(m/s)	通水面積(m ²)	水面寬(m)	福祿數	設計堤頂高(EL.m)	治理計畫橋號	治理計畫渠底(EL.m)	治理計畫洪水位(Q ₁₀)(EL.m)	治理計畫堤頂高(EL.m)	備註
0K+000.00	7.80	10.07	0.00180	2.73	88.40	38.90	0.58	14.35	南0K+000.00	7.8	10.31	11.80	
0K+056.29	7.89	10.12	0.00069	2.78	86.82	38.90	0.59	13.89					南勢坑溪匯入
0K+084.82	7.89	10.30	0.00039	2.17	86.90	36.00	0.45	13.89					橋梁
0K+100.00	7.91	10.31	0.00110	2.19	86.46	36.00	0.45	13.91					
0K+120.00	7.94	10.31	0.00126	2.32	81.51	34.34	0.48	14.84					
0K+161.29	8.02	10.31	0.00175	2.66	71.14	31.00	0.56	13.42					
0K+180.00	8.05	10.35	0.00175	2.65	71.22	31.00	0.56	13.45	南0K+110.00	7.95	10.32	11.95	左側排水箱涵
0K+200.00	8.09	10.38	0.00176	2.66	71.05	31.00	0.56	13.49					
0K+271.38	8.22	10.51	0.00177	2.67	70.89	31.00	0.56	13.62	南0K+225.00	8.18	11.30	12.18	橋梁
0K+298.38	8.26	10.53	0.00199	2.80	67.45	29.70	0.59	13.26					
0K+308.38	8.28	10.58	0.00191	2.76	68.36	29.70	0.58	13.28					
0K+348.48	8.35	10.60	0.00510	4.09	46.18	24.45	0.95	12.36					断面變化區段
0K+460.00	8.56	11.35	0.00235	3.16	59.90	26.08	0.66	13.56					
0K+485.00	8.60	11.36	0.00257	3.39	55.70	22.27	0.68	13.90					
0K+520.00	8.66	11.47	0.00241	3.32	56.91	22.30	0.66	14.96	南0K+455.00	8.64	11.91	12.64	橋梁
0K+560.00	8.74	11.58	0.00233	3.29	57.48	22.32	0.65	15.04					
0K+580.00	8.77	11.72	0.00202	3.02	62.61	25.64	0.62	13.07					
0K+681.60	8.96	11.93	0.00197	2.99	63.17	25.71	0.61	13.26					
0K+711.86	9.01	11.95	0.00206	3.16	59.83	22.38	0.62	14.31	南0K+693.00	9.11	12.44	13.11	橋梁
0K+738.86	9.06	12.01	0.00204	3.15	60.02	22.39	0.61	14.36					
0K+760.00	9.10	12.13	0.00183	2.92	64.78	25.89	0.59	13.40					
0K+840.00	9.24	12.28	0.00181	2.91	65.04	25.92	0.59	13.54					
0K+861.68	9.28	12.28	0.00193	3.09	61.16	22.42	0.60	14.58					
0K+891.70	9.34	12.34	0.00194	3.09	61.11	22.42	0.60	14.64	南0K+910.00	9.55	12.89	13.55	橋梁
0K+915.00	9.38	12.43	0.00064	2.89	65.29	25.95	0.58	13.68					
1K+020.00	9.57	12.47	0.00078	3.08	61.27	25.49	0.63	13.87					
1K+020.50	9.57	12.47	0.00078	3.08	61.29	25.49	0.63	13.87	南0K+993.00	9.71	13.00	13.71	
1K+030.00	9.59	12.77	0.00026	2.05	92.14	29.00	0.37	13.89					
1K+030.40	9.59	12.87	0.00024	1.99	94.99	29.00	0.35	13.89					
1K+030.50	8.59	12.96	0.00010	1.49	126.81	29.00	0.23	13.89					南勢溪匯入
1K+069.88	8.66	12.91	0.00018	1.99	123.15	29.00	0.31	13.96					
1K+070.18	9.66	12.79	0.00046	2.70	90.72	29.00	0.49	13.96					
1K+072.00	9.66	12.79	0.00046	2.70	90.75	29.00	0.49	13.96					
1K+084.35	9.68	13.13	0.00007	1.14	99.95	29.00	0.20	13.98					
1K+146.20	9.79	13.13	0.00008	1.17	96.90	29.00	0.20	14.29	南1K+089.00	9.91	13.20	13.91	橋梁
1K+164.09	9.83	13.13	0.00009	1.19	95.75	29.00	0.21	14.33					
1K+165.86	9.12	13.16	0.00005	0.97	117.10	29.00	0.15	14.33					靜水池
1K+180.86	9.12	13.16	0.00005	0.97	117.12	29.00	0.15	14.33					跌水工
1K+192.30	11.68	13.09	0.00124	2.78	40.93	29.00	0.75	15.18					
1K+192.40	11.68	13.09	0.00124	2.78	40.93	29.00	0.75	15.18					
1K+193.30	11.68	13.09	0.00123	2.77	40.98	29.00	0.74	15.18					
1K+195.10	11.68	13.10	0.00122	2.76	41.09	29.00	0.74	15.19					
1K+215.10	11.71	13.12	0.00125	2.78	40.86	29.00	0.75	15.21					
1K+227.10	11.73	12.98	0.00231	3.50	32.49	26.00	1.00	15.24					断面變化區段
1K+249.40	11.76	13.76	0.00052	2.18	52.00	26.00	0.49	15.27	南1K+200.00	10.73	12.43	14.53	
1K+249.50	11.76	13.76	0.00123	2.58	44.01	22.00	0.58	15.27					台地穿越段箱涵
1K+510.00	12.15	14.09	0.00133	2.66	42.78	22.00	0.61	15.65					
1K+510.10	12.15	14.44	0.00034	1.91	59.60	26.00	0.40	15.65					
1K+520.00	12.16	14.44	0.00034	1.91	59.41	26.00	0.40	15.67					
1K+540.00	12.19	14.44	0.00039	2.02	56.17	25.00	0.43	15.73					
1K+580.10	12.25	14.39	0.00140	3.34	34.00	19.57	0.81	15.76					
1K+650.00	12.36	14.66	0.00283	2.97	38.20	20.62	0.70	15.86					
1K+673.00	12.39	14.66	0.00321	3.27	34.70	17.27	0.74	17.19	南1K+605.00	12.14	14.51	15.64	橋梁
1K+702.00	12.43	14.80	0.00275	3.11	36.51	17.34	0.68	17.24					
1K+720.00	12.46	14.97	0.00221	2.74	41.51	21.04	0.62	16.26					
1K+760.00	12.52	15.09	0.00197	2.63	43.27	21.47	0.59	16.32					
1K+800.00	12.58	15.34	0.00021	1.65	69.03	25.00	0.32	16.38					
1K+802.60	12.58	15.34	0.00021	1.65	69.05	25.00	0.32	16.38					
1K+830.00	12.63	15.35	0.00022	1.67	67.94	25.00	0.32	17.40					
1K+830.40	12.63	15.42	0.00020	1.63	69.82	25.00	0.31	17.42					
1K+830.50	11.63	15.49	0.00007	1.18	96.60	25.00	0.19	17.42					
1K+830.78	11.63	15.49	0.00007	1.18	96.60	25.00	0.19	17.43	南1K+785.00	12.5	14.00	16.00	橋梁

註：以正常水深為起算水位

7-3 檢核與分析

7-3-1 其他水理相關檢核

一、基礎深度檢核

本工程基礎皆座落於卵礫石層，遂依據粒徑分析結果進行設計沖刷深度之估算，考量本工程特性故以 Inglis 與 Joglekar 之實驗式及盧昭堯等(2013)經驗公式進行護岸基腳沖刷深度檢討。相關說明如下：

(一)依據 Inglis 與 Joglekar 之實驗式計算之最大沖刷深度 D_s

$$D_s = 0.87(q/f)^{1/3} \sim 1.28(q/f)^{1/3}$$

D_s ：沖刷深度(m)

q ：單位寬度流量 (CMS)

$$f = 1.76(d_m)^{0.5}$$

d_m ：平均粒徑(mm)

Lacey.G(1930)所提出適合單河槽且以平均水深或稱河制公式(regime formula)發展，而本工程設計流量採 $Q_{10}=188\text{CMS}$ ，寬度依據本工程設計斷面約為 25~40 公尺，平均粒徑依本工程採樣粒徑分析結果，求得最大沖刷深度為 1.02 公尺。

(二)盧昭堯等(2013)經驗公式

$$y_{ms} = 1.26 \times \frac{q^{0.8} \times S_0^{0.27} \times \sigma_g^{0.74}}{D_{50}^{0.23}}$$

上式中，

y_{ms} ：洪峰附近平均沖刷水深(m)

q ： Q_p/B = 流量密度(洪峰之斷面單寬流量)(m^3/s)

S_0 ：河道之平均底床坡降

D_{50} ：河床質中徑(mm)

σ_g ：泥砂粒徑分佈因子= $\sqrt{D_{84}/D_{16}}$

盧昭堯(2013)所提本土化經驗公式推估，考量流量密度、坡度、代表性粒徑大小等等，經驗公式有完善考量影響河道沖刷參數因子，非常具代表本土化河川沖刷深度現況。就本計畫深槽流量 $Q_{10}=188\text{CMS}$ ，河床坡度採 0.18/100， $D_{50}=68.04$ 毫米， $\sigma_g=5.15$ 進行推估，盧昭堯等(2013)經驗公式求得最大沖刷深度為 1.28 公尺。

各沖刷深度公式計算成果及本工程最小基礎深度如表 7-3-1，由表顯示本工程基礎深度皆大於各實驗式計算值，另依據本工程未封底渠段採鋪石 $\phi 20 \sim 30\text{cm}$ 計算，最大沖刷深度僅 0.37~0.78m，可有效減少沖刷深度；另為避免局部沖刷後危及護岸構造之安全，故以間隔 40 公尺為原則設置平床式固床工，依據本工程設計縱坡(0.18%~0.15%)，相鄰兩固床工高差僅 7~6cm，其可穩固河床避免淘刷，增加基礎保護之效，穩固被動土壓，故可避免護岸基礎設計過大。

表 7-3-1 沖刷經驗公式推估分析

採用	沖 刷 經 驗 公 式(m)		採用最小基礎深度(m)
採樣編號	Inglis 與 Joglekar	盧昭堯等	
A	1.004	1.133	1.5
B	1.015	1.310	1.4
C	0.850	0.809	1.5
D	0.850	0.892	1.5
鋪石 $\phi 20 \sim 30\text{cm}$	0.78	0.37	

二、格框填塊石粒徑檢核

本計畫堤防下部採 RC 砌石護岸，上部採格框護坦工，一般格框護坦工多內填河床料，面覆現地塊石，為避免河床塊石安定性足以承受水流掃流力，故依據日本財團法人國土技術研究中心「護岸の力学設計法」(1999 年)針對塊受掃流作用而不發生移動之最小粒徑 D_m 檢核塊石尺寸

$$D_m = \frac{1}{E^2 \times 2g \times \left(\frac{r_s}{r_w} - 1\right)} \times V_0^2 \times K$$

式中，

E ：亂流影響係數(1.2~0.86，取 1)

g ：重力加速度(9.81m/sec)

r_s/r_w ：石材與水單位重比(2.65)

V_0 ：平均流速(取 3.6m/s)

K ：坡度修正係數(取 1)

本工程未封底渠段在 Q_{10} 流速約 0.96~3.77 公尺/秒，由公式求得塊石所需粒徑為 3.3~43 公分，考量現地大粒徑塊石取得不易，且施工上亦不易施工，故格框內先澆置 10 公分厚混凝土，再混排 20~30 公分卵塊石，以增加抵抗流速避免格框料遭水流淘空。

三、河床質啟動流速

泥砂啟動之研判方式多以河床質代表粒徑或泥砂比重等特性直接計算，或由水理特性以臨界推移力求得不啟動之最小粒徑。本工程參考美國墾務局「Design of small Dams」所介紹之泥砂臨動計算方式，選用楊志達推演之楊氏法進行估算流速與泥砂粒徑之關係，其公式如下：

$$D_s = 0.0216 V_{CR}^2$$

D_s ：不啟動之最小泥砂粒徑(m)。

V_{CR} ：泥砂啟動臨界流速(m/sec)。

表 7-3-2 泥砂啟動臨界流速與泥砂最小粒徑關係表

泥砂啟動 臨界流速 (m/sec)	不啟動之 最小泥砂粒徑 (m)	泥砂啟動 臨界流速 (m/sec)	不啟動之 最小泥砂粒徑 (m)	泥砂啟動 臨界流速 (m/sec)	不啟動之 最小泥砂粒徑 (m)
1.0	0.0216	6.0	0.7776	11.0	2.6136
2.0	0.0864	7.0	1.0584	12.0	3.1104
3.0	0.1944	8.0	1.3824	13.0	3.6504
4.0	0.3456	9.0	1.7496	14.0	4.2336
5.0	0.5400	10.0	2.1600	15.0	4.8600

依其公式與水理分析所得之流速分佈範圍，計算其不啟動之最小泥砂粒徑，並比較既有泥砂調查分析資料。當水理計算流速大於該河段泥砂啟動臨界流速越多時，則沖刷潛勢越高，藉以作為山腳排水上游延伸段河床受水流沖刷潛勢與泥砂啟動特性及渠段河床保護工設計之參考。

依本工程現場粒徑分析採樣成果及鑽探成果，本工程設計渠底皆位於卵礫石層，依卵礫石層粒徑分佈採 D_{65} 為代表粒徑其範圍約 120.4~128.54mm，啟動流速約 2.36~2.44m/s，其分析成果如表 7-3-3 所列。

比較二維水理模擬與分析，及計畫 10 年重現期距洪水之流速分佈可發現，南勢坑溪至南勢溪渠段及上游渠寬變化段之泥砂大都均處於啟動狀態，僅於南勢溪上游河段流速低於泥砂啟動臨界流速。據此，為求河段穩固，位於流速較高或匯流口段渠底將採 RC 封底設計，避免水流集中沖刷而導致破壞。

另本工區有大量之卵礫石，可利用現地卵石($D=20\sim30\text{cm}$)鋪設於未封底段渠底，可抵擋啟動流速至 3.4m/s，若局部未封底段流速 3.4~4.0m/s 則鋪 $\phi 30\sim40\text{cm}$ 之卵礫石，流速大於 4.0m/s 則採混凝土封底，並於封底段與自然渠底下游處、未封底段約每 40 公尺設置平床式固床工加強保護，避免新闢排水路渠底沖刷情形發生。

表 7-3-3 山腳排水上游延伸段泥砂啟動臨界流速

平均粒徑 (mm)	代表粒徑 d(mm)						啟動流速 (m/s)
	d_{20}	d_{35}	d_{50}	d_{65}	d_{75}	D_{90}	
51.97	11.47	34.74	68.04	120.40	155.31	214.20	2.36
54.64	11.07	39.03	78.66	128.54	161.80	243.21	2.44

資料來源：本工程分析。

四、河段流速及沖刷狀況說明

依據一維水理分析成果，未封底渠段流速介於 0.96~3.77m/s，於渠寬變化段仍有流速較快而產生沖刷之虞，因此，建議於未封底段底部鋪設既有卵塊石及固床工加強保護。另依據二維水理演算結果，南勢坑溪匯流處及南勢溪流入工、流出工凹岸處流速較高，其中南勢溪流入工處局部流速最高可達 6.68m/s，為確保護岸構造安全及分流工構體完善可達預期效用，故此等渠段皆採混凝土封底設計。封底段渠底則每間隔 5m 開孔(1×1m)內填鍍鋅石籠蓆墊($\phi 20\sim30\text{cm}$ 卵礫石)以減少上揚力。

五、河道凹岸超高

依據整流工程彎曲河道凹岸增高幅度之計算：

$$\Delta h = \frac{V^2}{g} \left[2.303(\log R_2 - \log R_1) + \frac{0.0042}{h} \sqrt{\frac{(R_2 - R_1)}{(R_2 + R_1)}} \right]$$

Δh ：水路外側壁高出靜水面之高度(m)

V ：彎道河段水流平均流速(m/s)

R_1 ：彎曲河道凸岸之曲率半徑(m)

R_2 ：彎曲河道凹岸之曲率半徑(m)

h ：水深(m)

g ：重力加速度(m/s²)

本工區彎道超高區段主要位於 0K+060 南勢坑匯流口左岸護岸，配合水理分析成果，依上述公式計算凹岸增高，計算成果如表 7-3-4 所示。

表 7-3-4 彎曲河道凹岸增高幅度計算成果表

彎曲河道位置	0K+060 南勢坑溪匯流口左岸
V(m/s)	2.2
R_1 (m)	12
R_2 (m)	36
h(m)	2.19
g(m/s ²)	9.80
超高高度(m)	0.72

資料來源：本工程整理。

0K+050 原護岸高度規劃 4m，為符合上述計算並配合現地銜接平順，新設護岸高度採 6.55m(>2.19+0.72=2.91m)。

六、滲流分析

基礎滲流檢討採萊因氏(Lane)權重緩流比之理論，權重滲徑距 L (水平滲流距為垂直之 1/3 計)，水頭差 H ，權重緩流比 = L/H ，配合地質鑽探結果計算權重緩流比，分析成果應大於 Lane 權重緩流比建議值，詳表 7-3-5 所示。

表 7-3-5 萊因氏權重緩流比

基礎地盤	Lane 權重緩流比
極細砂或泥	8.5
細砂	7.0
中粒砂	6.0
粗砂	5.0
細礫	4.0
中級礫	3.5
粗礫包括卵石	3.0
轉石附有若干卵石及礫	2.5
軟粘土	3.0

參考本工程之地質調查鑽探試驗報告書，地下水約位於設計堤頂下 2~5m，以保守起見仍考量極端狀態下，如暴雨洪峰過後堤前護岸水急洩降，而堤後水位維持在護岸頂部，其護岸堤後水位與山腳排水上游延伸段排水將產生一水位差，而水位自高水位(堤後)往低水位處(堤前)滲流，若滲流入徑太短，其水力坡降將會

較大，恐造成護岸基礎前端產生管湧，使滲流水夾帶細砂而流失，造成基礎淘刷，因此為了確保結構物安全，故檢核本工程護岸滲流路徑，本工程採用萊因氏經驗公式進行護岸滲流分析檢討，其分析如下所述：

(一)萊因氏經驗公式

基礎滲流檢討採萊因氏(Lane)權重緩流比之理論，依據本工程之地質鑽探成果，基礎地質土壤屬卵礫石層，按萊因氏之理論，權重緩流比至少應大於 3。

(二)假設水位條件

依據本工程地下水位觀測資料訂定之擋抽排水計畫(另詳 2-5 節)，將依地下水位高度決定是否以 CCP 止水樁阻斷地下水影響，另檢核南勢坑溪之階梯式消能工是否產生滲流破壞，故經上述三種狀況設定條件：

- 1.無止水樁：堤內地下水約位於地表下 2.0m，而堤外水位保守估計採無水的狀況下，其水位差(H)=2.3m，據以分析。
- 2.CCP 止水樁：堤內地下水約位於地表下 2.0m，而渠道水位保守估計採無水的狀況下，其水位差(H)=9.45-4-1.1=4.35m，據以分析。
- 3.階梯式消能工：依一維水理分析階梯式消能工上游水位為 EL14.55，而階梯式消能工匯流後水位為 10.5m，故上下游水位差(H)=14.55-10.5=4.05m，據以分析。

(三)權重緩流距(L)

1.無止水樁：

$$L=(2.3+0.6+1.9+2.5)+(1.5+3.49)/3=8.96\text{m}，\text{滲流距路徑示意詳圖}$$

7-3-1。

設計斷面經計算權重緩流比 $C = L / H = 8.96 / 2.3 = 3.90 > 3.0$ ，初步判段混排塊石+格框混合式護岸基礎不會有管湧破壞之情形發生，無需施設擋水版樁或其他等設施，後續將依據本工程鑽探成果，重新進行滲流分析並依治理需求調整斷面配置。

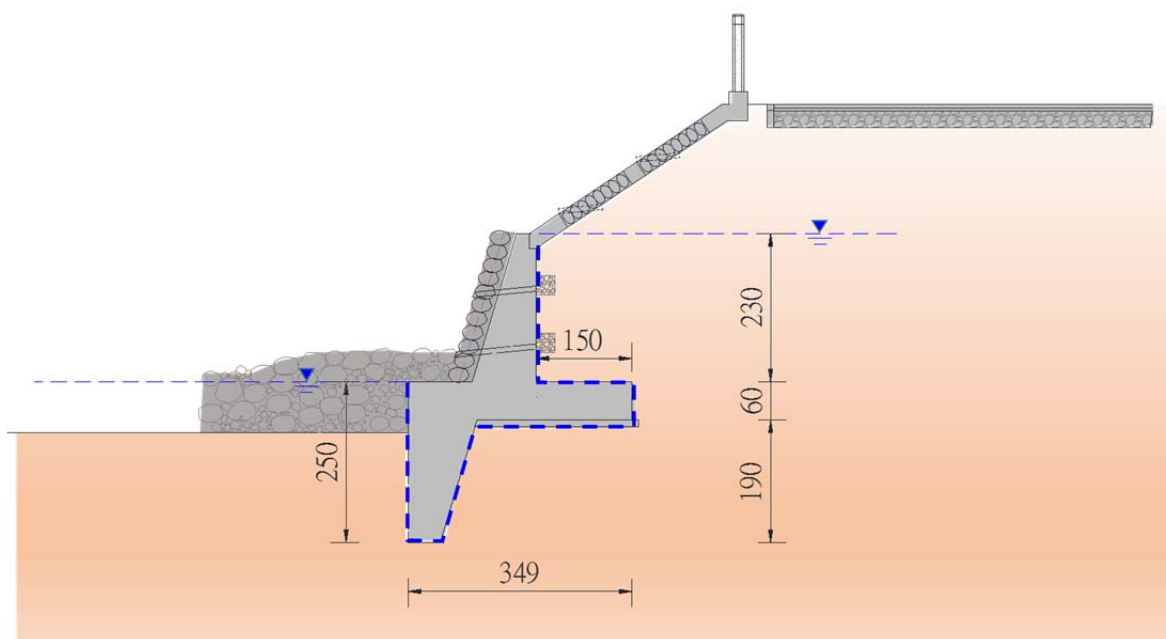


圖7-3-1 滲流距計算示意圖(無止水樁)

2.CCP 止水樁：

$L=(9.45+4+1.5+2.5)+(0.7+4.88)/3=19.31\text{m}$ ，滲流距路徑示意詳圖 7-3-2。

工區下游地下水位較高處，其護岸形式為採直立式 RC 護岸或懸身版護岸，由於該區地下水位較高，施工期間為避免砂湧發生，故於堤後施設 CCP 止水樁，延長滲流入逕避免砂湧，另施工後之結構體再進行權重緩流比進行檢核，經計算權重緩流比 $C = L / H = 19.31/4.35 = 4.44 > 3.0$ ，護岸基礎不會有砂湧破壞之情形發生。

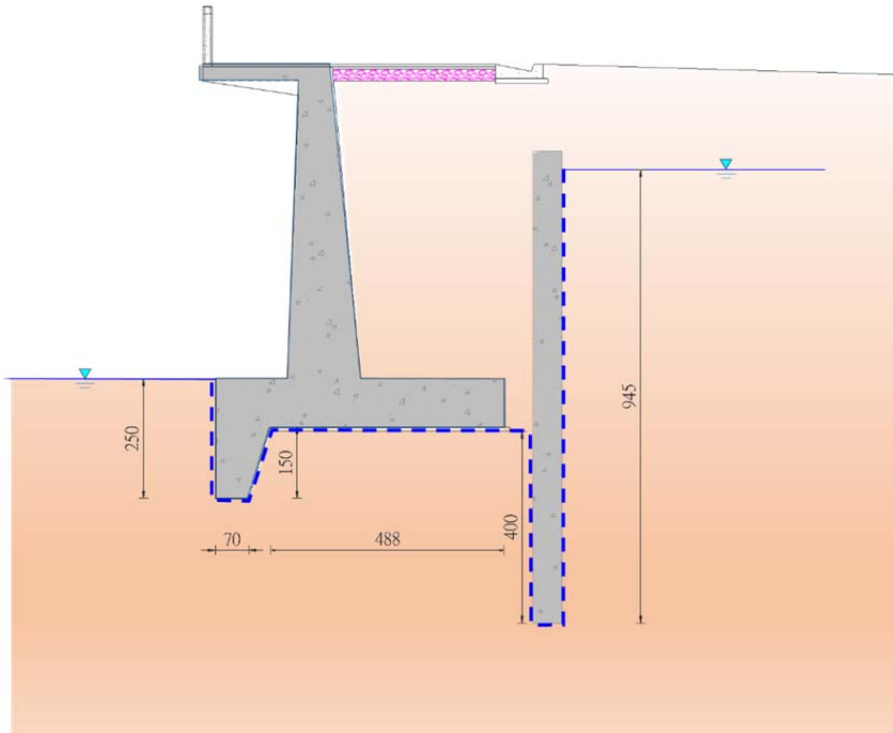


圖7-3-2 滲流距計算示意圖(CCP水樁)

3.階梯式消能工：依一維水理分析階梯式消能工上游水位為 EL14.55，而階梯式消能工下游出口假設極端狀況，出口為無水位情況，而最下階渠底為 EL7.89m，故上下游水位差(H)=14.55-7.89=6.66m，據以分析。

$L=(1.9+(1.3+0.8)*9+2.5)+((0.7+4.3)*9+1.7)/3=38.87\text{m}$ ，滲流距路徑示意詳圖 7-3-3。

經計算權重緩流比 $C = L / H = 38.87/6.66 = 5.84 > 3.0$ ，故階梯式消能工基礎不會有砂湧破壞之情形發生。

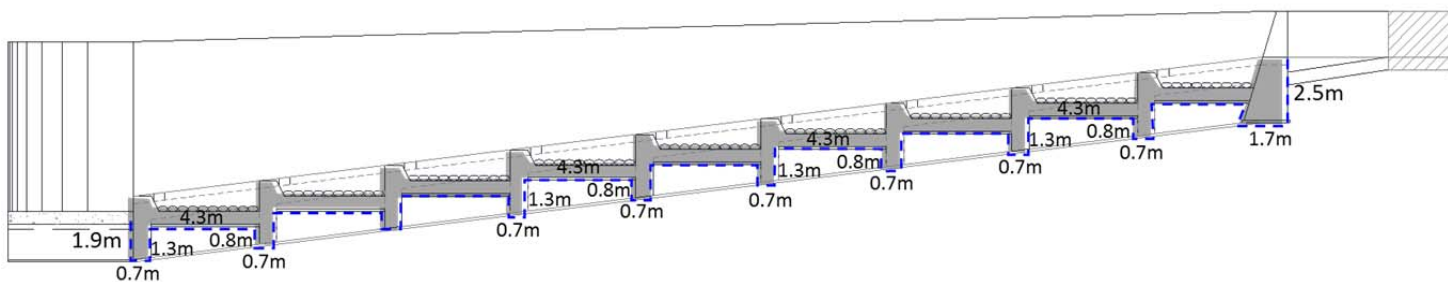


圖7-3-3 滲流距計算示意圖(階梯式消能工)

7-3-2 工程結構穩定分析

一、基礎液化潛能評估

一般液化大多發生在地表下 20 公尺內，且地下水位在地表下 10 公尺內的飽和疏鬆沖積土層，通常當此沖積土層通過#200 號篩之細粒含量在 10%~15% 以下者其液化傾向較高(Seed, 1976)。而本工程設計範圍(鷺山橋至北勢溪匯流口處)之鑽探孔位資料為 HB1~HB11 位於大肚臺地西側，根據現場鑽探取樣試驗結果顯示，該 11 處鑽探孔於鑽探深度之地層內大多為卵礫石層，皆屬第一類地盤(堅實地盤)，標準貫入試驗 SPT-N 值皆大於 100。因此，綜合相關地質與水文資料，於本次最大鑽探深度內，研判各主要地層發生液化之機率不高。

HB2 孔位地下水位較高(約地表下 2m)，故以該孔進行基礎液化潛能評估。依據內政部營建署『建築物耐震設計規範及解說』(100 年 7 月) 計算地震最大地震考量為 0.452g；而液化潛能評估方法則採新日本道路橋液化評估法(1996) 進行基礎土壤液化潛能評估分析，經初步估算抗液化安全係數 FL 皆大於 1，因地下水位位於堅實(SPT-N)之卵礫石層，非屬於法規定義之飽和鬆散砂土層，故發生液化可能性甚低。

表 7-3-6 基礎液化潛能評估(最大地震)表

孔號	編號	深度(m)	N 值	地下水位	r (T/m ²)	σ'_0 (kgf/cm ²)	σ_0 (kgf/cm ²)	N1	C1	C2	Na	r _d	L	R	F _L	液化評估
HB2	S-1	1.50	100	2.00	2.00	0.3000	0.3000	170.00	1.00	0.00	170.00	0.98	0.35	11836.22	>>15	OK
	S-2	3.00	100	2.00	1.92	0.4380	0.5880	149.38	0.80	0.00	119.51	0.96	0.46	2037.32	>>15	OK
	S-3	4.50	100	2.00	1.93	0.5775	0.8775	133.07	0.80	0.00	106.46	0.93	0.51	1124.96	>>15	OK
	S-4	6.00	100	2.00	1.98	0.7245	1.1745	119.34	0.80	0.00	95.47	0.91	0.53	636.96	>>15	OK
	S-5	7.50	100	2.00	1.91	0.8610	1.4610	108.90	0.80	0.00	87.12	0.89	0.54	391.81	>>15	OK
	S-6	9.00	100	2.00	2.10	1.0260	1.7760	98.49	0.80	0.00	78.79	0.87	0.54	227.62	>>15	OK
	S-7	10.50	100	2.00	2.10	1.1910	2.0910	89.90	0.80	0.00	71.92	0.84	0.53	137.61	>>15	OK
	S-8	12.00	100	2.00	2.10	1.3560	2.4060	82.68	0.80	0.00	66.15	0.82	0.52	85.99	>>15	OK
	S-9	13.50	100	2.00	2.10	1.5210	2.7210	76.54	0.80	0.00	61.23	0.80	0.51	55.26	>>15	OK
	S-10	15.00	100	2.00	2.10	1.6860	3.0360	71.25	0.80	0.00	57.00	0.78	0.50	36.38	>>15	OK
	S-11	16.50	100	2.00	2.10	1.8510	3.3510	66.64	0.80	0.00	53.31	0.75	0.49	24.45	>>15	OK
	S-12	18.00	100	2.00	2.10	2.0160	3.6660	62.59	0.80	0.00	50.07	0.73	0.48	16.75	>15	OK
	S-13	19.50	100	2.00	2.10	2.1810	3.9810	59.01	0.80	0.00	47.21	0.71	0.46	11.67	>15	OK

二、護岸工程結構穩定分析成果

各護岸安定性分析時，考量地下水位於設計堤頂下約 2~5m，故保守以設計堤頂下 2m 進行各項分析；同時亦考量河床冲刷後各護岸安定係數不足，故配置底床拋填 $\phi 20\sim 30\text{cm}$ 卵礫石或局部流速較快渠段則拋填 $\phi 30\sim 40\text{cm}$ 卵礫石，另每間隔 40m 設置平床式固床工等措施加固後再行分析。

本工程護岸工程斷面型式有直立式 RC 護岸、直立式 RC 護岸(懸伸版)及混排塊石+格框混合式護岸，其各護岸安定性初步分析結果如下表所示，其餘另詳附錄三。經檢核其傾倒、滑動、基礎上浮力及承載力均符合規範規定。

表 7-3-7 直立式 RC 護岸安定性分析成果表

分析狀況 分析項目	常時安全係數或值	地震安全係數或值
傾倒	FS=4.39>2.0 OK.	FS=3.42>1.5 OK.
滑動	FS=1.61>1.5 OK.	FS=1.29>1.2 OK
基礎承载力	$q_a=34.85 \text{ t/m}^2 > q_{\max}=16.12 \text{ t/m}^2$ OK.	$q_a=34.85 \text{ t/m}^2 > q_{\max}=18.08 \text{ t/m}^2$ OK.
上浮力	$W=82.67 \text{ t/m} > Q=33.61 \text{ t/m}$ OK	$W=82.67 \text{ t/m} > Q=33.61 \text{ t/m}$ OK

表 7-3-8 直立式 RC 護岸(懸伸版)安定性分析成果表

分析狀況 分析項目	常時安全係數或值	地震安全係數或值
傾倒	FS=3.45>2.0 OK.	FS=2.89>1.5 OK.
滑動	FS=1.79>1.5 OK.	FS=1.42>1.2 OK
基礎承载力	$q_a=34.85 \text{ t/m}^2 > q_{\max}=26.87 \text{ t/m}^2$ OK.	$q_a=34.85 \text{ t/m}^2 > q_{\max}=28.83 \text{ t/m}^2$ OK.
上浮力	$W=94.41 \text{ t/m} > Q=33.61 \text{ t/m}$ OK	$W=101.53 \text{ t/m} > Q=33.61 \text{ t/m}$ OK

表 7-3-9 格框護岸安定性分析成果表

分析狀況 分析項目	常時安全係數或值	地震安全係數或值
傾倒	FS=2.04>2.0 OK.	FS=4.09>1.5 OK.
滑動	FS=1.38>1.5 OK.	FS=2.06>1.2 OK
基礎承载力	$q_a=21.78 \text{ t/m}^2 > q_{\max}=13.31 \text{ t/m}^2$ OK.	$q_a=21.78 \text{ t/m}^2 > q_{\max}=10.49 \text{ t/m}^2$ OK.
上浮力	$W=25.64 \text{ t/m} > Q=9.85 \text{ t/m}$ OK	$W=30.44 \text{ t/m} > Q=9.85 \text{ t/m}$ OK

三、邊坡穩定分析成果

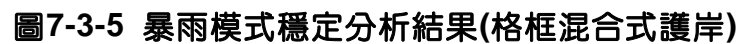
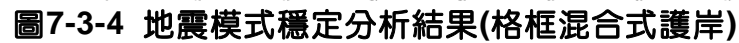
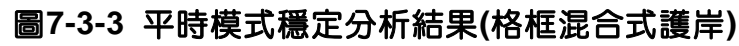
本工程延伸段治理工程主要斷面型式為混排塊石+格框混合式護岸，由於左岸水防道路上邊坡擋牆較高，故需另進行邊坡穩定分析，其考量最嚴謹情況下，在洪峰過後堤前護岸水急洩降，而堤後道路仍保持高蓄水位(地下水設定為上邊坡擋牆頂下 2m)，其所造成之滲流將對邊坡穩定造成不利影響，本工程邊坡穩定分析係推求邊坡滑動面於不同荷重情況下之抗滑安全係數，傳統邊坡之穩定性一般以 Bishop's 法分析圓弧可能滑動面，求取護岸邊坡在各種受力狀態下之安全係數。

分析採用 Bishop Simplified Method—其假設為切片兩側之側向力大小相同並作用在同一直線上，切片間垂直剪力忽略不計，合力及力矩平衡後求安全係數。本邊坡主要滑動面有 1.坡頂至水防道路、2.水防道路至河床及 3.坡頂至河床，經分析成果坡頂至河床之整體滑動面為屬最危險狀態，其成果如圖 7-3-3~7-3-5 所示，另經三種分析(平常、地震及暴雨)情況下坡面最小安全係數之滑動面位置，其分析成果整理如下：

平常模式：2.41 ≥ 1.50 O.K.

地震模式：1.53 ≥ 1.20 O.K.

由分析結果可知，本工程採用之混排塊石+格框混合式護岸斷面型式，其邊坡在上述三種分析情況下皆有相當的穩定性。



另本工程於 1K+249.5~1K+510 區段為屬紅土台地，本工程擬採擋土支撐明挖方式佈設 4 孔箱涵，其間於 1K+397.22 右岸現況地形為一山凹，本工程 4 孔箱涵完成後邊坡銜接面將形成一山溝，本工程擬於該處設計一加勁擋土牆加強保護邊坡，由於加勁邊坡施設較高，故需進行邊坡穩定分析。本邊坡主要滑動面為邊坡頂端至地表面，經平常、地震及暴雨等三種分析情況下坡面最小安全係數之滑動面位置，其成果如圖 7-3-6~7-3-8 所示，其分析成果整理如下：

平常模式： $2.59 \geq 1.50$ O.K.

地震模式： $1.56 \geq 1.20$ O.K.

暴雨模式： $1.51 \geq 1.10$ O.K.

由分析結果可知，台地穿越段之 1K+397.22 處，本工程所採用之加勁擋土牆邊坡穩定經上述三種分析情況下皆有相當的穩定性。

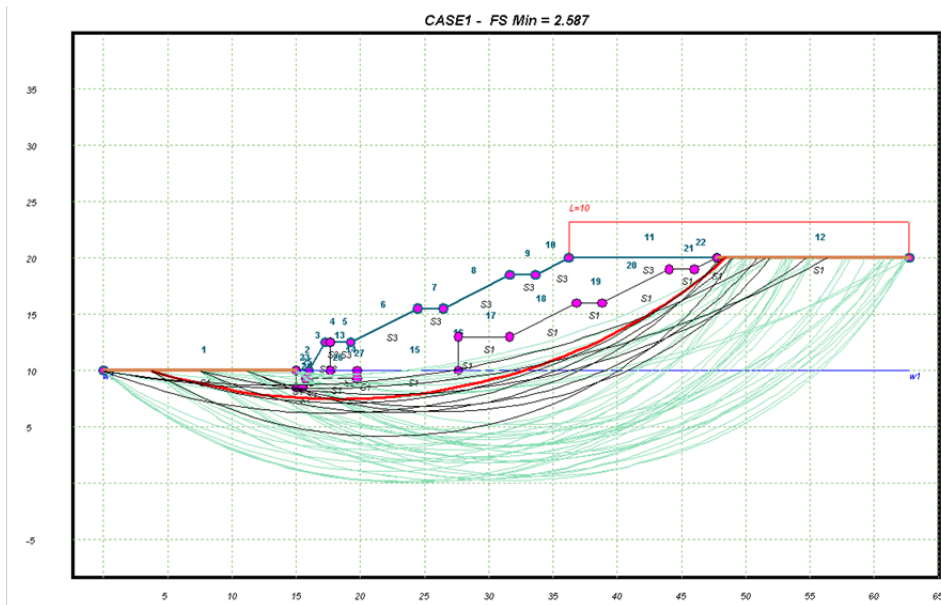


圖7-3-6 平時模式穩定分析結果(穿越段加勁擋土牆)

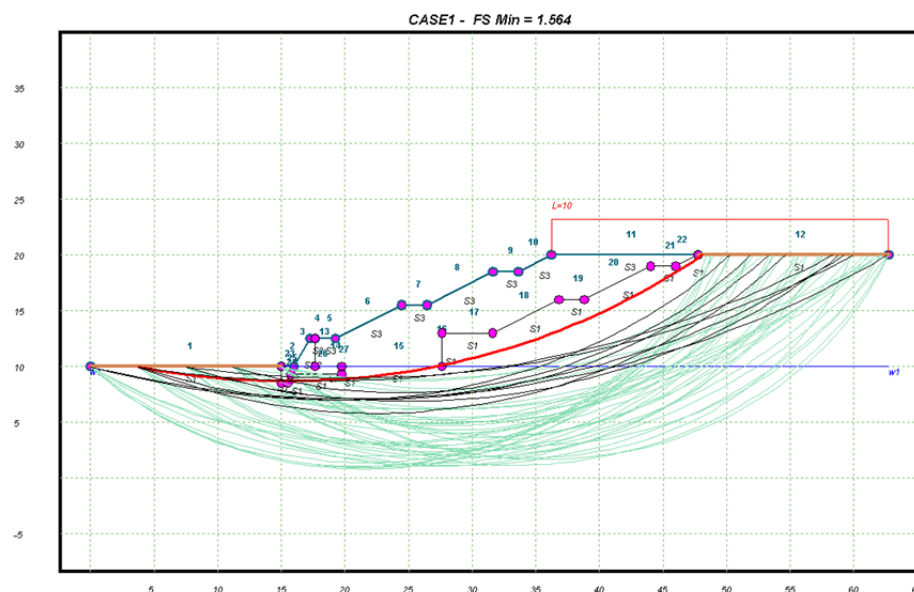


圖7-3-7 地震模式穩定分析結果(穿越段加勁擋土牆)

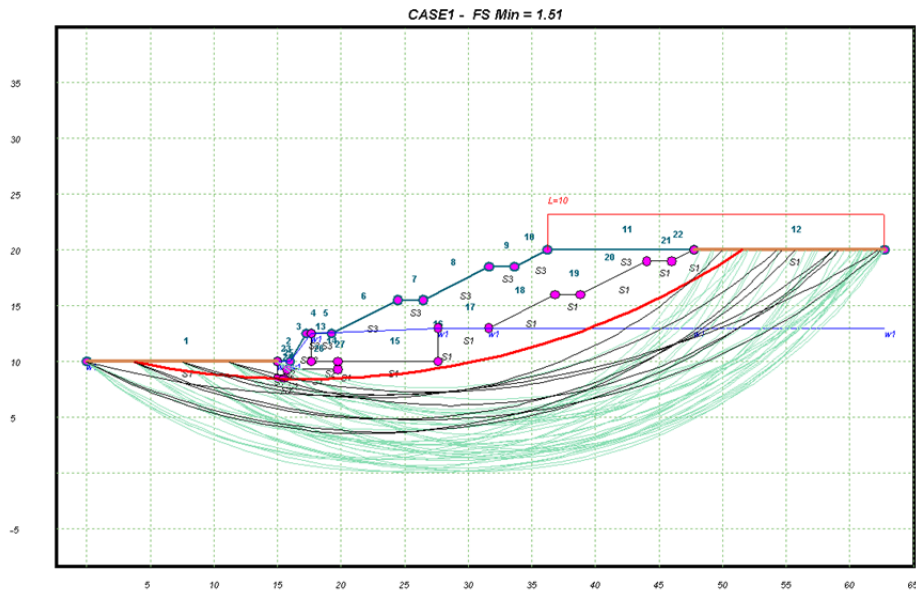


圖7-3-8 暴雨模式穩定分析結果(穿越段加勁擋土牆)

另本工程於 0K+400~0K+460 區段為土丘段，本工程擬採擋土支撐明挖方式佈設箱涵，於箱涵完成後上邊坡銜接面設計一加勁擋土牆加強保護邊坡。本邊坡主要滑動面為邊坡頂端至地表面，經平常、地震及暴雨等三種分析情況下坡面最小安全係數之滑動面位置，其成果如圖 7-3-9~7-3-11 所示，其分析成果整理如下：

平常模式： $1.83 \geq 1.50$ O.K.

地震模式： $1.52 \geq 1.20$ O.K.

暴雨模式： $1.56 \geq 1.10$ O.K.

由分析結果可知，土丘段經採加勁擋土牆邊坡穩定經上述三種分析情況下皆有相當的穩定性。

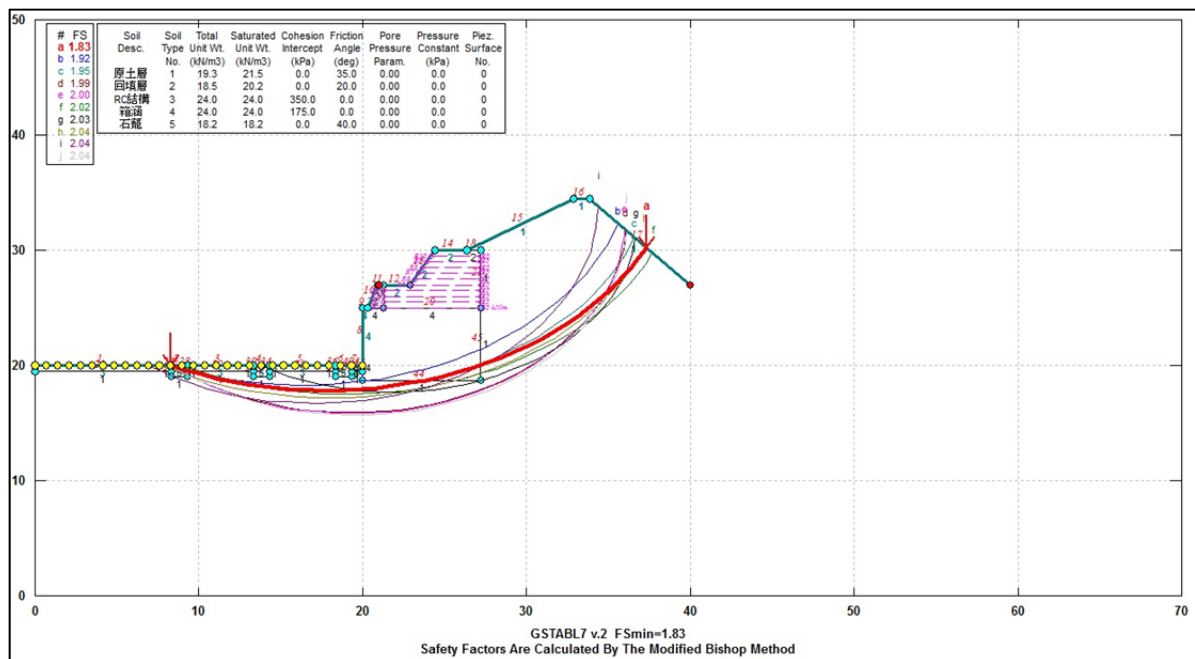


圖7-3-9 平時模式穩定分析結果(土丘段加勁擋土牆)

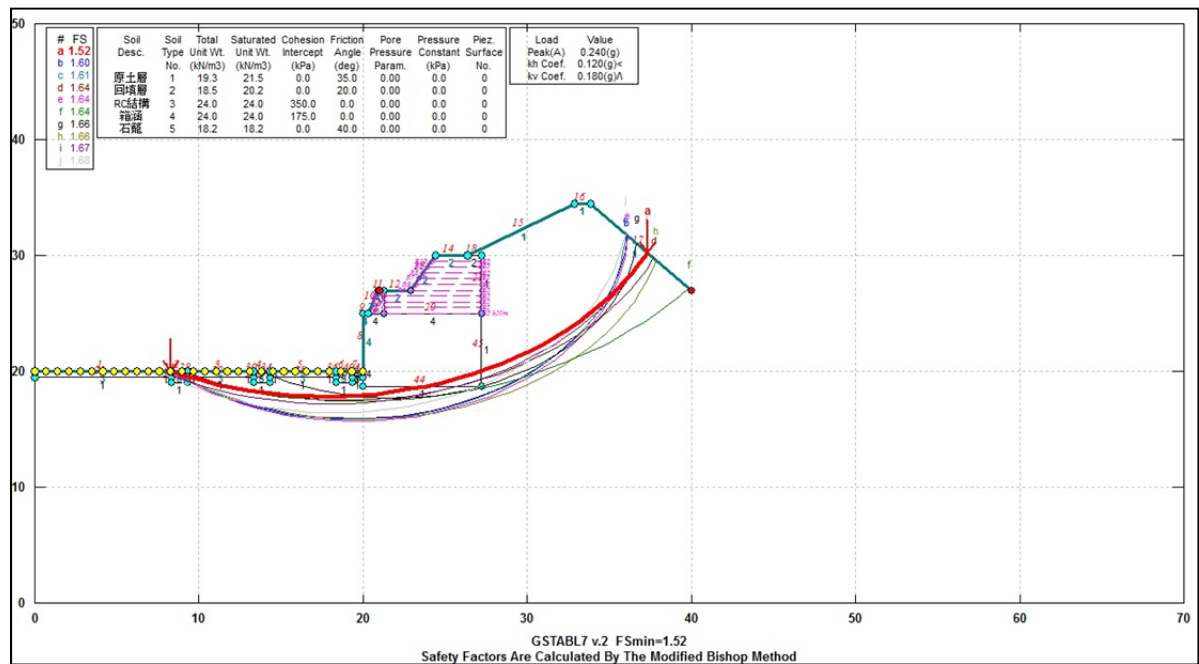


圖7-3-10 地震模式穩定分析結果(土丘段加勁擋土牆)

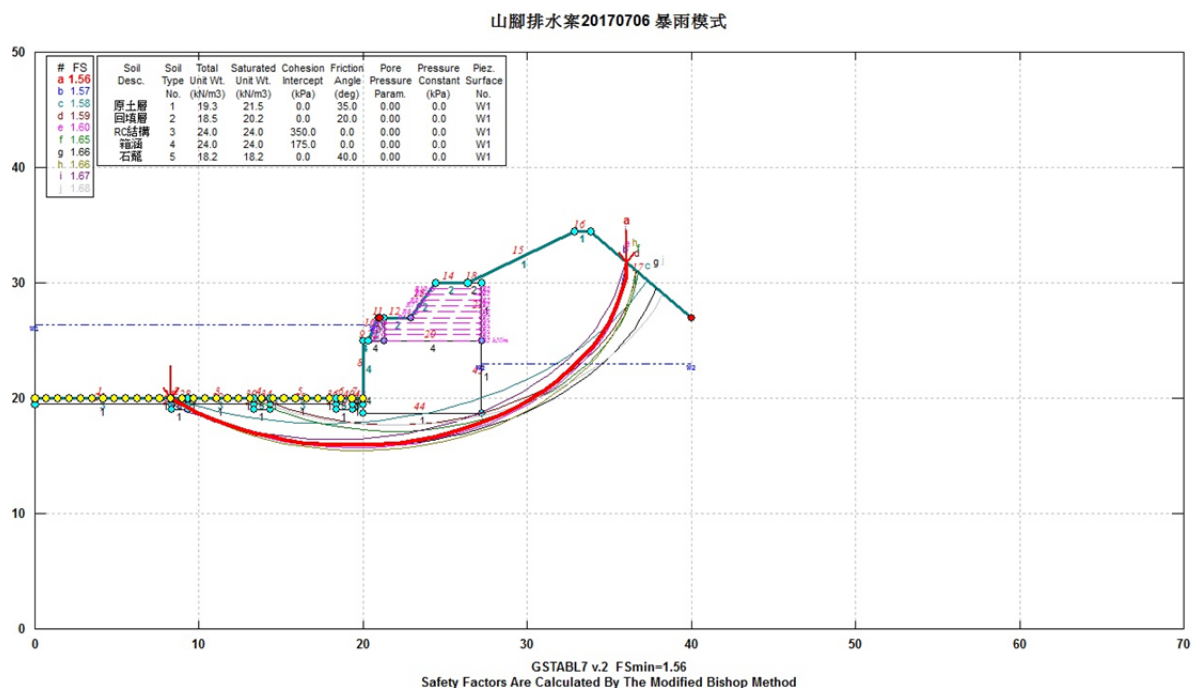


圖7-3-11 暴雨模式穩定分析結果(土丘段加勁擋土牆)

四、擋土支撐開挖安定性分析成果

本工程 1K+249.5~1K+510 區段為台地穿越段(約 236m)，其係以 4 孔箱涵形式穿越(W5.5m*H3.5m)，故經前節整體評估分析本段開挖施設方式係以支撐開挖工法施設。台地段之支撐開挖工法之開挖安定性分析經 Torsa 程式分析成果如下所述：

施工順序係進行坡頂整地開挖至預定高程，於土方開挖作業兩側施作 ϕ 120cm 全套管基樁，而兩側全套管基樁間之開挖作業寬度約為 28.6m，故於中間施作中間柱輔助支撐，故無支撐長度為 5.7~5.8m，經擋土壁及中間柱完成後，

則進行第一階段土方開挖作業之擋土支撐，進行開挖至第一階段預定高程後，施設 H 型鋼水平支撐@5m，並施加預壓力，再依續進行第二階段~第三階段開挖及水平擋土支撐，直至箱涵底版預計深度後，再施築箱涵結構體，完成後再進行原土回填並工地整理。

經 TOSA 分析成果(壁體位移、彎矩及剪力)如下圖所示，壁體最大變形量約 0.08m；地表最大沉陷量約為 0.04cm，開挖至底部之過程僅造成局部土層解壓，不致於造成邊坡整體發生破壞。

檢核內擠及隆起，經 Torsa 程式分析結果，安全係數分別為 $4.13 > 1.5$ 及 $2.59 > 1.2$ ，均符合安全規定。

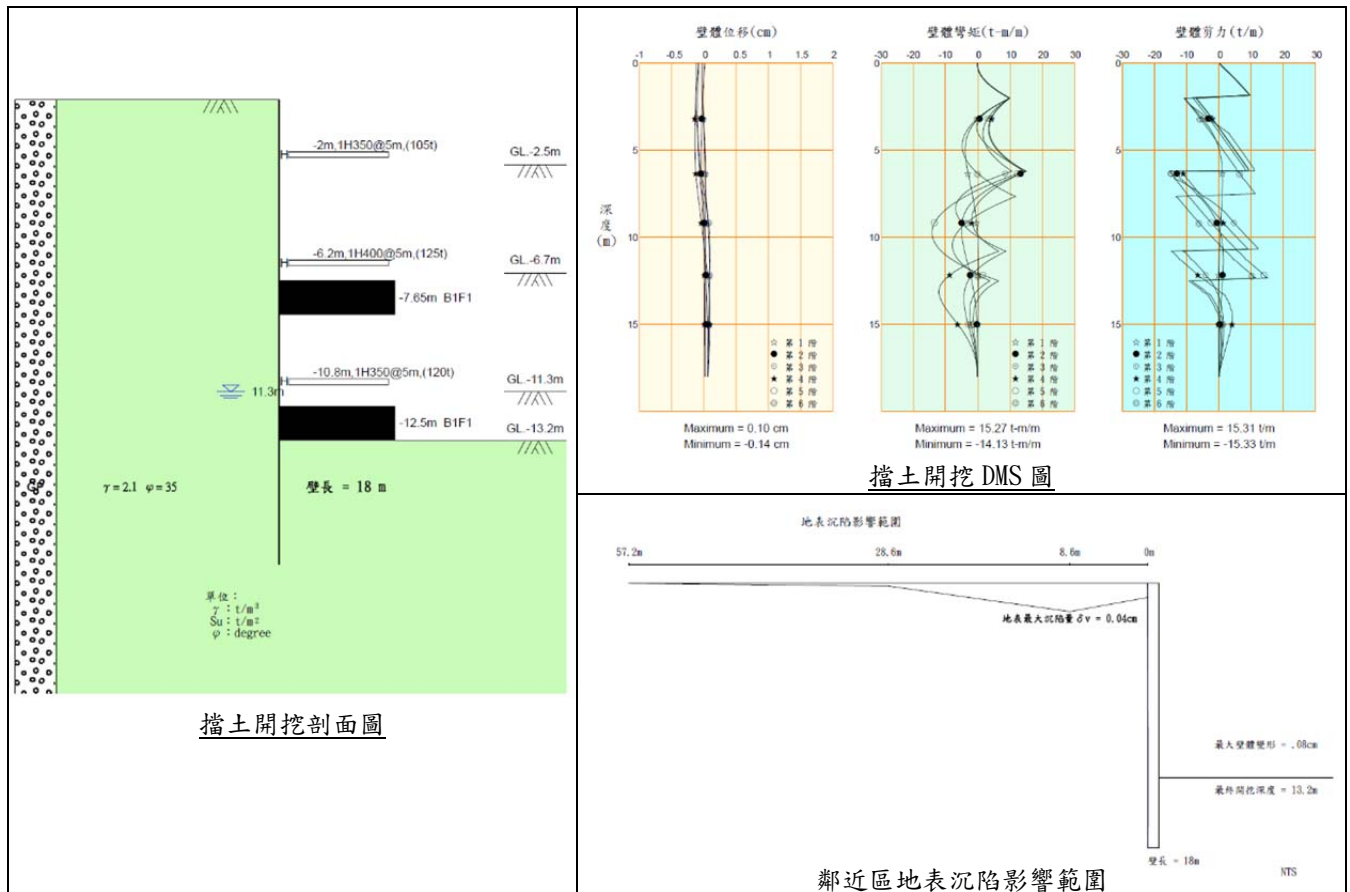


圖7-3-12 TORSA分析成果圖(台地段之支撐開挖工法段)

五、水流動態衝擊安定性分析成果

本工程 1K+040~1K+070 區段為南勢溪分流工，其分流工本工程係採側溢流兼孔口流方式分流，然在不均勻降雨情況下，上游延伸段治理工程無水，而南勢溪發生極端降雨($Q_{10}=197\text{cms}$)時，恐造成該分水牆受含砂水流動態衝擊造成破壞，故本工程擬將分水牆採獨立結構設計，詳圖 7-3-10 所示。

而分流牆受到衝擊力(含砂水流)計算，主要參考「行政院農業委員會水土保持局，水土保持手冊」進行計算，其公式如下所示：

$$F_g = \gamma_m / g \cdot h_d \cdot V_{df}^2$$

其中 P_g ：含砂水流衝擊力

γ_m ：含砂單位重(t/m^3)

h_d ：含砂水流深(m)

V_{df} ：含砂水流流速(m/s)

本工程現況渠道於民國 106 年 6 月 7 日(梅雨後)赴現地補充調查，其現況渠道無淤積現象，上游已有施設系列防砂等工程，但為確保未來颱風豪雨不可確定因素，故含砂水流單位重保守採 20%含砂計算，經計算砂水流衝擊力 P_g 為 17.88t/m(請詳表 7-3-9)。

表 7-3-9 含砂水流衝擊力計算表

參數	值	單位
$\gamma_{\text{sat}} =$	1.2	t/m^3
$g =$	9.81	m/s^2
含砂水流深 $h_d =$	4.3	m
含砂水流流速 $V_{df} =$	5.83	m/s
含砂水流衝擊力 $P_g =$	17.88	t/m

分水牆設計牆寬(W)及底版厚(t)為採 0.7m，止滑樁高(D)為 1.5m，而趾部(W1)及踵部(W2)皆採 3m。經檢核其傾倒、滑動、基礎、承載力及上浮力均符合規範規定。其安定性分析結果如下表所示，其餘詳細結構分析請另詳附錄三

表 7-3-10 分水牆安定性分析成果表

分析狀況 分析項目	安全係數或值
傾倒	FS=2.53>2.0 OK.
滑動	FS=3.83>1.5 OK.
基礎承載力	$q_{\text{max}}=8.3 \text{ t/m}^2 < q_a=35.54 \text{ t/m}^2$ OK.
上浮力	$W=44.28\text{t/m} > Q=28.81\text{t/m}$ OK

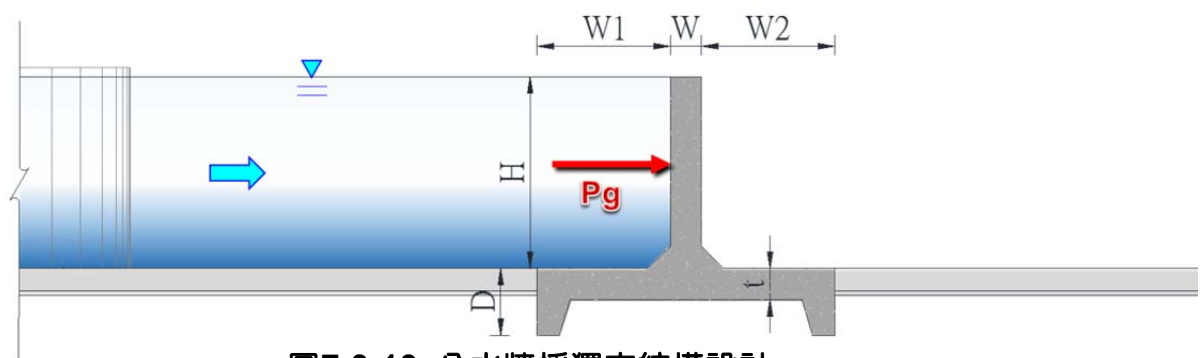


圖7-3-10 分水牆採獨立結構設計

第八章 綠色內涵之設計規劃

一、概述

為了達成國家減碳目標，近幾年來政府積極從政策面將「綠色內涵」納入各項施政內容中。行政院於民國 98 年核定的「振興經濟擴大公共建設投資計畫」即指出各項公共建設之設計應採用符合環保、節能減碳概念之綠色工法、綠色材料、綠色設計，並融入節能減碳觀念及再生能源之設置。其中之「綠色內涵」為節能減碳的重要策略，由綠色環境、綠色能源、綠色材料、綠色工法等四個向度所構成，分別概述如下(工程會，民國 100 年)。

(一)綠色環境

營造綠色環境為永續公共工程之首要工作。在最初之工程設計及施作過程中，藉由過去推動生態工程之「迴避、減輕、補償」等原則，避免對原有生態環境造成過大的干擾與破壞，創造一個與自然生態共存的工程環境，此為近年來發展永續公共工程之重要概念與目標。

(二)綠色工法

綠色內涵的第二個概念為廣採綠色工法。綠色工法意指以一種對環境較友善之作法，即在工程施作過程中，採取對自然環境產生所破壞(如過程中所產生之廢棄物或污染等)較低之施工方法，且須因地制宜，依工程營建規模及環境特性選擇適當之工法。

(三)綠色材料

綠色內涵之第三個重點則為選用綠色材料，根據 1992 年國際學術界定義：「在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料稱『綠建材』」。意指材料的選用在考量需求性及最佳化配置之前提下，優先採用再生材料、低污染、省資源、再生利用、可回收、綠建材等綠色環保產品、設備。使用再生材料的目的在於倡導減少素材開採達到資源循環再利用，並要求國內業者妥善處理工程產生的廢棄物，進而鼓勵業者創新研發新技術，同時藉由標章認證確保建材之安全無害性。

(四)綠色能源

綠色能源也稱清潔能源，可分為狹義和廣義兩種概念。狹義的綠色能源專指消耗之後可以復原或補充，很少產生污染的可再生能源，例如：水、生物、太陽能、風能、地熱能和海洋能。廣義的綠色能源則涵蓋能源生產及消費過程中對生態環境低污染甚至無污染的能源，如天然氣、清潔煤等。公共工程應該在充分考量工程環境地點、結構型式等因素下，優先評估使用再生能源系統及節約能源設備。

二、規劃設計階段綠色內涵考量

目前政府積極推動公共工程全生命週期概念，依據國際標準組織（ISO）品質管理架構，與國內外相關全生命週期之品質管理之相關規定及實務資訊，訂定公共工程規劃、設計需依照之標準作業程序，規劃、設計手冊，擬定相關從業人員之基本資格，建置品質管理制度及辦理推廣說明會等，以提昇國內公共工程規劃、設計之品質。在規劃設計階段有以下之作法以符合綠色內涵(工程會，民國 100 年)：

(一)應用高效能、自然或再生營建材料

設計時採用高強度、高性能混凝土或鋼筋、預鑄構件、五螺箍等其他高效能材料或作法，提高材料效率，減少結構尺寸，以降低水泥、鋼材等營建材料使用量，或是在兼顧安全下使用石頭、木材等自然材料、再生混凝土與其他材料，或以工業副產品取代水泥與砂石，都能有效減少二氧化碳之排放量。如以爐石、飛灰等替代性材料取代混凝土為例，依據經濟部產業耗能統計，臺灣地區每生產 1 公斤水泥約產生 0.4 公斤二氧化碳；相對的，爐石、飛灰等替代性材料每生產 1 公斤僅排放 0.068 公斤(研磨之耗能)與 0 公斤(飛灰無須研磨)二氧化碳。

(二)因地制宜、就地取材

即便是綠色材料，亦應因地制宜，最好是當地的材料。相對的，運輸耗能成本、使用年限、養護難易等都應一併納入分析。此外，公共工程的節能減碳表面上可能必須投入較高的成本在能源或材料上，但考量國際碳稅的實施趨勢，儘早熟悉與推廣節能減碳技術及材料，除可加強產業界的國際競爭力，也可避免國際碳稅實施後的貿易制裁或抵制。

三、本工程之綠色內涵規劃設計

本工程擬定具體減碳措施包含「降低混凝土用量並增加使用年限」、「就地取材」部份進行評估，相關說明如下：

1.降低混凝土用量並增加使用年限(綠色工法)

鋼筋、水泥、砂石等營建材料，都是屬於高耗能且高二氧化碳排放的產品，因此如何研選適當工法或施作方式以減少相關營建材料的使用、減少對環境的衝擊並降低工程經費，為執行本計畫之首要課題及目標。初步擬定可能方式如下：

- (1)包含使用新設計、新工法等，例如大量使用現地卵石作為護岸等之構築材料，可減少混凝土使用量。
- (2)使用再生瀝青混凝土可減少天然材料之使用，使用爐石粉、飛灰等卜作嵐材料取代部份水泥，除可將原先的事業廢棄物有效運用外，並可降低成本、提高混凝土性能。
- (3)本計畫箱涵等構造物，建議採用水密性、耐久性之**高性能混凝土**(280kg/cm²)，延長使用年限，節省資源。

2.材料之回收及再利用(綠色材料)

本案新闢排水路產生大量剩餘土石方，其地質主要為**卵礫石層**，建議可用於護岸主體及**拋填於渠底**，可節省剩餘土石方運輸過程中之能源消耗、空氣污染等現象，並可避免新闢渠底容易淘刷現象。

第九章 施工進度安排與工期分析

9-1 施工規劃

一、施工佈設及介面銜接

本工區範圍由鷺山橋上游至與北勢溪南側，即 0K+000~1K+830.78 總長度為 1,830 公尺，依據治理計畫所述本渠段工程除全線新闢渠道兩側護岸整治外，尚包括台中市政府預計辦理之南 0K+000、南 0K+225、南 0K+455、南 0K+693、南 0K+910、南 1K+089、南 1K+605 及南 1K+785 等 8 座橋梁闢建，另水防道路左岸跨越南勢溪銜接向上路之銜接橋梁，以及與南勢坑溪、南勢溪排水銜接工程。

有關新闢橋梁部分由台中市政府主辦，故已於 4 月 7 日協商會議，本案工程與橋梁工程上、下游各預留 10 公尺之施工介面，並由橋梁工程負責有關銜接橋梁的護岸。

二、施工動線

本工程施工位置位於沙田路東側且平行於沙田路，距離大約 60m~30m 不等，且於向上路以南施工範圍內，每隔 200M 左右即有既設道路通達到本工區，可作為工區與沙田路的聯絡道路。另因本工程新闢渠道用地範圍寬 40~50m，於新建護岸兩側均有佈設 5m 寬的水防道路，可作為本工程的南北向的施工動線。

而第三標工程與沙田路的聯絡道路可利用南側的向上路，第四標工程則利用南 1K+605 處的南斗路 392 巷作為與沙田路的聯絡道路，另如因工進出土所需亦可借由南 1K+430 處工區與沙田路間的空地，租借用地作為第三、四標工程與沙田路的聯絡道路。

三、施工導排水

本案工程主要於既有地面往下開挖新闢渠道，故無一般渠道圍排水的問題。地下水位平均約在設計堤頂渠底以下 2~5 公尺，故依據地下水位高度擬定施工中擋抽排水計畫，各施工區段搭配抽水設備降低地下水位。

因本工區位於東側坡地的坡腳，汛期將收集東側坡地之地表逕流，初步擬於延本工程排水之上邊坡處施設截流溝進行導排水，並於適當距離施作沉砂池沉澱，最終順地勢匯入下游側之支流，另施工區內之積水再以抽水機抽排至上下游鄰近之截排水溝中，可避免施工區淹水。相關導排水設施超出用地範圍者，需加以編列相關租地費用。

四、施工房舍、材料暫置場

本工程因係河道用地範圍線徵收，故可利用土地多係屬護岸及水防道路施工範圍，可利用腹地有限，經評估建議可租用鄰近民房，做為施工房舍使用，材料與土石暫置場則利用護岸分段施工時，非施工區段之空間進行暫置，另於沙田路西側租用農地作為暫置場地，相關配置如圖 9-1-1。

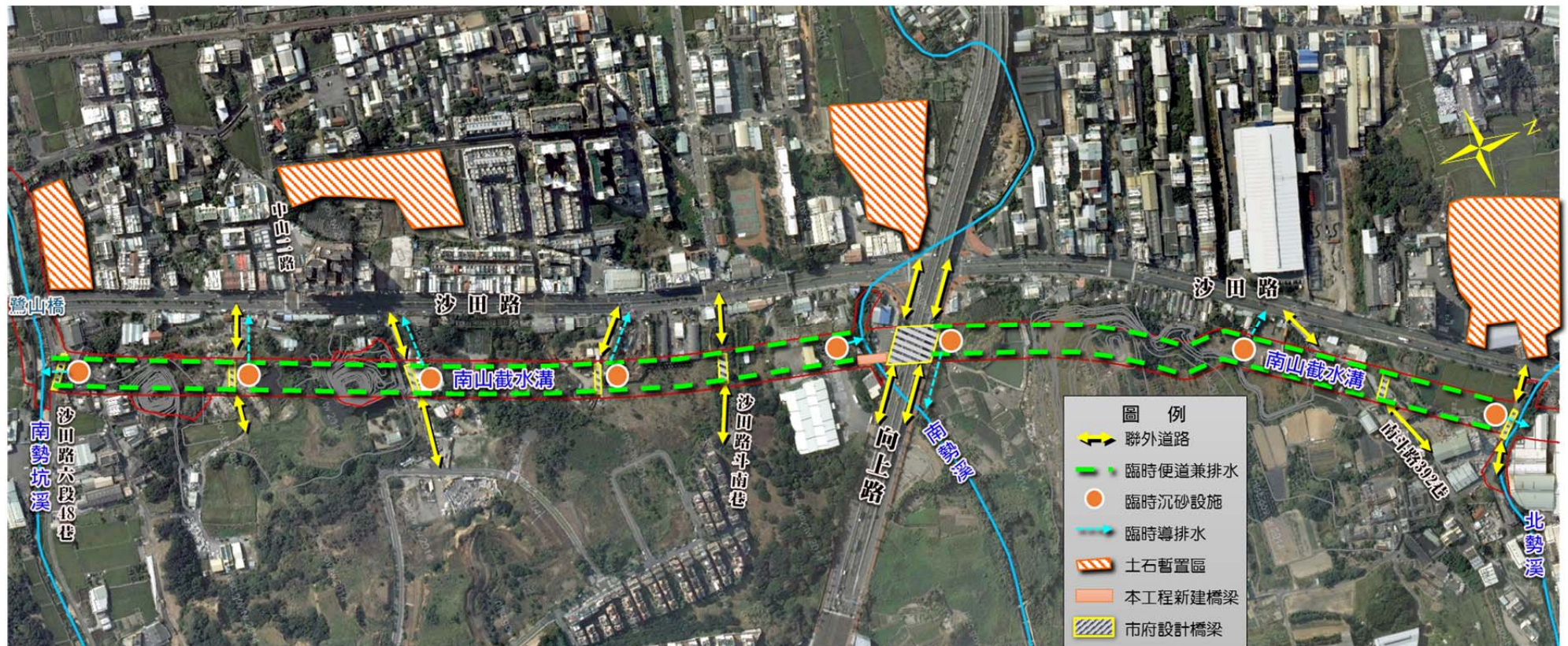


圖9-1-1 施工佈置平面圖

9-2 土石方處理

一、併辦土石標售

本工區剩餘土方估計約 23 餘萬 m^3 ，本工程剩餘土石方將參考前期工程，採公開標售、即挖即售的方式處理，而本工程鄰近營運中土石收容處理場所請詳表 9-2-1 所示；另設計階段配合工期，調查國內骨材市場及臨近土資場俾編列土石標售預算書，初步剩餘土石方殘值單價說明如下：

(一)依據赴現地採取土樣進行篩分析成果顯示，土樣組成主要為礫石(86.52%)、砂土(12.79%)、粉土(0.70%)等所組成。

(二)價格訂定標準：

依據經濟部水利署頒佈「河川水庫疏濬採售分離土石申購作業規定」，土石標售價格之訂定，其計算公式如下所示：

$$P=(Pr-Q1-Q2)$$

P =疏濬土石每立方公尺價格(元/ m^3)

Pr =依據 106 年 5 月營建物價，砂，細粒料價為 650 元/ m^3 ；而礫石依據公共工程技術資料庫第 50 期單價資料顯示，平均礫石單價為平均為 583 元/ m^3 ，下限為 437 元/ m^3 。

$Q1$ =土石每立方公尺加工成本及利潤(即土石加工費及管理銷售費用，再加計利潤及其他費用)，以 150 元/ m^3 計算(依礦務局提供以設廠約 5 年，每月營運 50000 m^3 為基礎分析之土石加工費及管理銷售費用，每 m^3 約 75 元，再加計利潤及其他費用，每 m^3 約 25 元，共計 100 元/ m^3)。

$Q2$ =工地至砂石場土石運輸費用(元/ m^3)，而鄰近區域營運中土石收容處理場所(表 1)距離本工程之距離約 6.3 公里，參考「水利工程工資工率分析手冊」計算土石運輸費用：運距為 6.3km，使用 8 m^3 卡車運，行車速度採用重車 20km/hr、空車 40km/hr，等待時間約為 60 秒，裝卸時間： $t1=1.5$ 分，脹縮係數 $f=1.18$ (天然砂礫土)，8 m^3 卡車排隊等待時間： $t2=1.0$ 分。

$$CM=t1+t2+t3=1.5+1.0+(6.3*60/20+6.3*60/40)=30.85 \text{ 分}$$

$$\text{運土工作量 } W=50 \div Cm \cdot V \div f=50 \div 30.85 \cdot 8 \div 1.18=11m^3/hr$$

$$\text{每 } m^3 \text{ 搬運費 } 974 \text{ 元} \div 11=88.55 \text{ 元}/m^3$$

表 9-2-1 鄰近工區營運中土石收容處理場所一覽表

項次	流向編號	場所名稱	狀態	申報情形	聯絡人及電話	地址	功能
1	DFE26444	大盛土石方資源堆置處理場	營運	正常申報	劉育彰 0426392061	台中市龍井區臨港路 2 段 38 號	加工型、轉運型
2	DEB22703	東億關連土石方資源堆置處理場	營運	正常申報	陳郁文 0422320758	台中市龍井區龍津村蚵寮路 255 巷 52 號	加工型、轉運型

(三)有價土石價格計算

本工程因屬新建渠道工程，須朝既有地面往下開挖施作渠道，以作為通水斷面，故將有大量剩餘土石方，本工程渠道開挖深度約為 4.7m，但因需保留部分礫石作為擋牆面飾、內填格框護坡內及河床底部拋填，經由初步分析結果其剩餘土方的礫石、砂土及粉土所佔比率分別為 85.64%、13.62%及 0.74%，後續建議採併辦土石標售方式處理，其有價土方(礫石)約佔總量為 85.64%、(砂土)約佔總量為 13.62%，剩餘 0.74%則為無價料土方，礫石採 437 元/m³、砂依前述之單價採 650 元/m³；粉土視為無價料，故開挖土石方單價：

$$P=(Pr-Q1-Q2)=(437 *85.64\%+650*13.62\%+0*0.74\%)-100-88.55=274.23$$
元/m³，故採用 274 元/m³。

二、減輕對環境影響之對策

土石方運輸對環境造成空氣污染、交通運輸等影響，為降低對環境之衝擊，依環說書要求，相關之對策敘述如下：

- (一)土砂、土方或廢棄物等有暫置需求時，將採行覆蓋防塵布、防塵網等有效抑制粉塵之防制設施。
- (二)工地出入口應設置自動洗車設備，且設備規格應符合環保署所訂「街道揚塵洗掃作業執行手冊」所列內容，且應於工地出入口設置錄影監控設備，並將監控結果之影片，每月定期送當地環保局備查。
- (三)對於臨時性堆置需求(1 日以內)，將優先利用低於地面之開挖面暫置，以降低風吹揚塵影響，至於非臨時性堆置需求(2 日以上)，將利用土方暫置區域；若均無適當空間或暫置空間已達上限時，則暫緩開挖作業。
- (四)土方運輸車輛應避免於工區內停留或空轉，並應暫停於距離敏感點較遠之道路，以避免排放之廢氣影響鄰近之敏感點。
- (五)土方作業在暴雨期間容易產生濁流而使承受水體之濁度增加，本計畫施工道路、河道整治等裸露面甚多，應於開挖後儘速完成邊坡、路面及填方區等之覆蓋保護，以減少土壤流失；並於各工區之下游面設置臨時沉砂池，避免高濁度施工廢水直接排放而造成污染。
- (六)嚴禁運輸卡車超載、超速行為，如行經附近民宅時將限制其行車速度及禁止中途停車，以維安全。針對附近道路各路段將視其路況及交通量，制訂施工車輛行車速率。

9-3 工期分析

一、可施工日數

依據「經濟部水利署辦理工程工期核算注意事項」，施工期間之降雨日數係指日降雨量超過 5 毫米者，施工期間超出該降雨量之日數，可據以申辦工期展延。

另考量 106 年起全面週休二日，以行政院人事行政總處公佈 106 年休假天數為 116 日估算，全年總上班日為 249 日，若將降雨日數與週休日數合計，則全年施工日數僅 215 日(重覆日數以 34 日計)。惟因本工程主要為護岸工程，需把握枯水期施工以降低施工風險，若採週休二日與降雨日扣除計算工作日，則將增加工期及施工風險，且不利整體計畫期程管控，故建議以全年日數扣除降雨日後天

數 297 日做為工期估算基準，每月施工日數以 25 日計，施工廠商則需配合勞動部頒新規定，調派增加輪班人力，本工程預算編列亦需適當調升人工費用，以期達到工進並符合相關勞動法令。

二、施工順序

本計畫施工項次包含施工便道、護岸工程、堤後排水及堤後道路等工項，施工順序依序為施工前置作業、擋土支撐、土方作業、護岸及排水銜接工程、水防道路工程及工地整理。

三、概估工期

本案工程範圍長約 1.83 公里，中間包含 7 座橋梁工程(台中市政府另案辦理)，總工程費達 7.68 億元，若採單一標案執行，初估工期約需 7~8 年。故初步以橋梁工程及工程特性分為 4 標執行，各標案預估工期如下。

表 9-3-1 第一標(0K+000~0K+348)工期概估表

順序	工作項目	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720
1	施工前置作業 (鑑界、臨岸鑑定、管線協調等)				(90日曆天)																				
2	相關擋土支撐(鋼軌樁、止水樁)																								(570日曆天)
3	土方作業及既設構造物拆除																								(510日曆天)
4	主流護岸工程(直立式護岸、懸伸護岸、排水箱涵、加勁擋牆)																								(480日曆天)
5	支流階梯式跌水工(含護岸工程、跌水設施及魚道等相關設施)																								(180日曆天)
6	渠道整理(拋石、固床工、護坦工)																								(270日曆天)
7	附屬設施工程(L擋牆、側溝、集水井及封牆)																								(240日曆天)
8	水防道路工程																								(180日曆天)
9	修復及工地整理																								(90日曆天)

表 9-3-2 第二標(0K+348~1K+020)工期概估表

順序	工作項目	施工天數(日曆天)																										
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660					
1	施工前置作業 (鑑界、臨房鑑定、管線協調等)			(60日曆天)																								
2	相關擋土支撐															(360日曆天)												
3	土方作業及止水樁作業																	(390日曆天)										
4	混砌石+格框混合式護岸工程 箱涵、直立式及半重力式護岸																			(450日曆天)								
5	附屬設施工程(集水井、固床 工、護欄及河道拋石等)																						(240日曆天)					
6	道路工程											(210日曆天)																
7	修復及工地整理																		(90日曆天)									

表 9-3-3 第三標(1K+020~1K+360)工期概估表

順序	工作項目	施工天數																									
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720		
1	施工前置作業 (鑑界、臨房鑑定、管線協調等)			(60日曆天)																							
2	相關擋土支撐			(630日曆天)																							
3	土方工程			(540日曆天)																							
4	主體工程			(570日曆天)																							
5	附屬設施工程 (水防道路、擋牆、灌渠、固床 工及集水井等)															(480日曆天)											
6	修復及工地整理																					(90日曆天)					

表 9-3-4 第四標(1K+360~1K+830)工期概估表

順序	工作項目	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720
1	施工前置作業 (鑑界、廠房鑑定、管線協調等)		(30日曆天)																						
2	相關擋土支撐													(210日曆天)											
3	穿越段箱涵(含先期土方作業)																			(390日曆天)					
4	加勁擋土牆施作																			(180日曆天)					
5	河道段土方作業及止水樁作業																			(150日曆天)					
6	混砌石+格框混合式、直立式護岸 工程及河道拋石																							(240日曆天)	
7	附屬設施工程 (集水井、固床工及護欄等)																			(150日曆天)					
8	道路工程																			(90日曆天)					
9	修復及工地整理																							(30日曆天)	

第十章 工程費估算與分年經費需求分析

本計畫工程經費將依「經濟部水利署水利工程工資工率分析手冊」進行編列，其中物價係依民國 106 年之物價為基準。

一、經費估算原則

工程經費由發包工程費及局辦工程費組成，發包工程費包括直接工程費、勞工安全衛生費、環境保護措施費、品質管制作業費、交通工程及交通維持費、廠商管理什費、營造綜合保險費及營業稅；局辦工程費包括工程管理費及營建工程空氣污染防治費，估算原則依水利署水利工程工資工率分析手冊進行編列。

二、工程費估算

本工程總工程費約為 7.68 億元，依據前章分標工程，分別統計各項工程數量，工程費估算擬以最新工率表、基本工資及民國 106 年 01 月所調查之物價估算工程費(含施工設施、包商管理費、營業稅及委託測設監造費及工程管理費等)，另參考山腳排水 0K+600~4K+715 治理工程併辦土石標售等 8 件標岸之相關工項單價，本工程各標案概估工程費如表 10-1-1~10-1-4 所示。

本案工程施工產生之有價料為剩餘土石方，其剩餘土石方考量節省處理費用及加速施工進度等因素，建議採併辦土方標售方式處理，本案剩餘土石方數量約 23 萬 M³，依據鄰近工區土方鑽探資料、現地取樣及近期土石方標售價格，概估土石方標售歲入金額為 6,300 萬元。

表 10-1-1 第一標(0K+000~0K+348)工程經費概估表

項次	工作項目	單位	數量	單價 (元)	複價 (元)	備註
壹	發包工程費					
一、	主體工程	式	1	154,822,804	154,822,804	主體合計
1	挖方工程	m ³	95,012.00	50	4,750,600	
2	填方工程	m ³	14,491.00	30	434,730	
3	區內土方近運利用	m ³	14,491.00	40	579,640	
4	直立式護岸	m	585.00	90,000	52,650,000	
5	懸伸護岸	m	56.00	100,000	5,600,000	
6	混砌石+格框混合式護岸	m	0.00	50,000	-	
7	跌水式階梯	座	1.00	10,200,000	10,200,000	含兩側護岸及支流固床工
8	匯流護坦工	座	1.00	1,920,000	1,920,000	
9	固床工	座	10.00	342,000	3,420,000	
10	集水井	座	8.00	60,000	480,000	含RCP管及鍍鋅隔柵板
11	封牆	座	1.00	135,000	135,000	0K+298.8右岸下游施設
12	L型側溝	m	154.00	2,800	431,200	
13	L型擋牆	m	328.00	8,200	2,689,600	
14	排水溝	m	126.00	11,000	1,386,000	
15	河道拋石	m ²	4,172.00	200	834,400	現採，φ20~30佔70%以上
16	排水箱涵(TYPE1)	m	89.00	343,346	30,557,834	
17	加勁擋牆工程	m	102.00	50,200	5,120,400	
18	全套管基樁，H=25m	支	15.00	310,000	4,650,000	
19	全套管基樁，H=18m	支	30.00	200,000	6,000,000	
20	H型鋼樁，H400*400，H=25m	支	43.00	73,000	3,139,000	
21	H型鋼樁，H400*400，H=18m	支	84.00	36,500	3,066,000	
22	H型鋼樁，H350*350，H=25m	支	6.00	115,000	690,000	買斷
23	H型鋼樁，H350*350，H=18m	支	12.00	90,000	1,080,000	買斷
24	鋼軌樁租借及打拔-H=12m	m	752.00	5,980	4,496,960	
25	鋼軌樁租借及打拔-H=9m	m	174.00	4,550	791,700	
26	鋼軌樁租借及打拔-H=5m	m	97.00	2,960	287,120	
27	水平支撐	m ²	1,299.40	2,700	3,508,380	
28	止水樁	m	3,976.00	1,490	5,924,240	
二	雜項	式	1	11,611,710	11,611,710	約(一)*7.5%
三	職業安全衛生設備管理費	式	1	1,664,345	1,664,345	約(一~二)*1.0%
四	環境保護措施費	式	1	1,664,345	1,664,345	約(一~二)*1.0%
五	工程品質管理費	式	1	1,664,345	1,664,345	約(一~二)*1.0%
六	包商利潤及管理費	式	1	11,650,416	11,650,416	約(一~二)*7.0%
七	工程保險費	式	1	1,527,869	1,527,869	約(一~四)*0.9%
八	包商營業稅	式	1	9,230,292	9,230,292	約(一~七)*5%
發包工作費合計					193,836,126	(一~八合計)
貳	空氣污染防治費	式	1	581,508	581,508.38	約壹之0.30%
參	工程管理費	式	1	1,938,361	1,938,361.26	
肆	品質抽驗費	式	1	200,000	200,000.00	
總工程費合計					196,555,996	

表 10-1-2 第二標(0K+348~1K+020)工程經費概估表

1.78 億元(另詳細部設計預算書)

表 10-1-3 第三標(1K+020~1K+360)工程經費概估表

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價	備註
				(元)	(元)	
壹	發包工程費					
一、	主體工程	式	1	154,209,024	154,209,024	主體合計
1	挖方	m ³	105,794.00	25	2,644,850	
2	填方	m ³	1,101.00	40	44,040	
3	回填方	m ³	43,634.00	30	1,309,020	
4	南勢溪分流工	座	1	18,066,940	18,066,940	含混凝土封底及橋梁1座
5	直立式RC護岸	m	378.80	58,000	21,970,248	
6	穿越段-四孔箱涵	m	110.50	485,000	53,592,500	
7	穿越段-全套管基樁(L=18m)	支	90.00	200,000	18,000,000	
8	穿越段-中間柱(L=18m)	支	88.00	61,000	5,368,000	含切割買斷
9	穿越段-水平支撐	M2	3,160.30	2,700	8,532,810	
10	集水井	座	4.00	60,800	243,200	
11	L型擋土牆TYPE1	m	197.37	32,000	6,315,840	
12	L型擋土牆TYPE2	m	16.00	20,000	320,000	
13	加勁擋牆工程	m	42.40	50,200	2,128,480	含RC擋牆&拍漿溝
14	新設灌渠	座	125.60	5,100	640,560	
15	新設渡槽	座	60.00	9,600	576,000	
16	混凝土封底	式	1.00	8,840,000	8,840,000	
17	石籠	組	145.00	1,300	188,500	
18	噴漿溝	m	165.75	3,300	546,975	
19	邊坡噴漿	m ²	2,370.00	800	1,896,000	
20	鋼軌樁租借及打拔-H=12m	m	365.60	5,980	2,186,288	
21	鋼軌樁租借及打拔-H=9m	m	69.60	4,550	316,680	
22	鋼軌樁租借及打拔-H=7m	m	55.30	3,970	219,541	
23	鋼軌樁租借及打拔-H=5m	m	88.70	2,960	262,552	
二	雜項	式	1	10,794,632	10,794,632	約(一)*7%
三	職業安全衛生設備管理費	式	1	1,650,037	1,650,037	約(一~二)*1.0%
四	環境保護措施費	式	1	1,650,037	1,650,037	約(一~二)*1.0%
五	工程品質管理費	式	1	1,650,037	1,650,037	約(一~二)*1.0%
六	包商利潤及管理費	式	1	11,550,256	11,550,256	約(一~二)*7.0%
七	工程保險費	式	1	1,514,734	1,514,734	約(一~四)*0.9%
八	包商營業稅	式	1	9,150,938	9,150,938	約(一~七)*5%
發包工作費合計					192,169,693	(一~八合計)
貳	空氣污染防治費	式	1	576,509	576,509	約壹之0.30%
參	工程管理費	式	1	1,921,697	1,921,697	
肆	品質抽驗費	式	1	200,000	200,000	
伍	社區參與及宣導費用	式	1		-	
陸	臨時管線及支幹遷移費	式	1		-	
柒	土地鑑界費	式	1		-	
捌	鄰房鑑定費	式	1		-	
總工程費合計					194,867,899	

表 10-1-4 第四標(1K+360~1K+830)工程經費概估表

項次	工作項目	單位	數量	單價 (元)	複價 (元)	備註
壹	發包工程費					
一、	主體工程	式	1	159534725.4	159534725.4	主體合計
1	挖方工程	m3	108901.7	25	2722542.5	
2	填方工程	m3	61749.88	40	2469995.2	
3	區內土方近運利用	m3	61749.88	30	1852496.4	
4	砌石+混砌土格框護岸	m	296.8	65000	19292000	
5	直立式護岸	m	221	55000	12155000	
6	直立式護岸(漸變段)	m	80	55000	4400000	
7	河道拋石	m2	2290.71	250	572677.5	現採， ϕ 20~30佔70%以上
8	河道封底	m2	3357.05	2600	8728330	
9	固床工(混砌石護岸)	座	4	35000	140000	
10	固床工(懸臂式護岸)	座	3	20600	61800	
11	集水井	座	7	60000	420000	含RCP管及蓋板
12	L型道路下擋牆	m	174.9	11000	1923900	
13	塊狀護欄	塊	185	1100	203500	
14	L型擋牆(左岸加高)	m	20	5600	112000	
15	樓梯	座	4	110000	440000	
16	截牆	座	6	144000	864000	1K+510、1K+486.29 、1K+673、1K+702
17	ϕ 30cm止水樁	m	515.12	1490	767528.8	左岸1K+702~1K+830.78
20	穿越段-四孔箱涵(1.3)	m	60	480000	28800000	
21	穿越段-四孔箱涵(1.0)	m	56.3	410000	23083000	
22	穿越段-四孔箱涵(0.6)	m	16	325000	5200000	
23	穿越段-全套管基樁(L=18m)	支	55	200000	11000000	
24	穿越段-全套管基樁(L=15m)	支	62	166000	10292000	
25	穿越段-中間柱(L=18m)	支	45	60999.5	2744977.5	含切割買斷
26	穿越段-中間柱(L=15m)	支	45	51000	2295000	含切割買斷
27	穿越段-水平支撐	M2	3178.51	2700	8581977	
28	加勁擋牆工程	m2	1393.4715	7000	9754300.5	含RC擋牆&拍漿溝
29	石籠	個	115	1300	149500	現採塊石
30	噴漿溝	m	154	3300	508200	現採塊石
二	雜項	式	1	8774409.897	8774409.897	約(一)*5.5%
三	職業安全衛生設備管理費	式	1	1683091.353	1683091.353	約(一~二)*1.0%
四	環境保護措施費	式	1	1683091.353	1683091.353	約(一~二)*1.0%
五	工程品質管理費	式	1	1683091.353	1683091.353	約(一~二)*1.0%
六	包商利潤及管理費	式	1	11781639.47	11781639.47	約(一~二)*7.0%
七	工程保險費	式	1	1545077.862	1545077.862	約(一~四)*0.9%
八	包商營業稅	式	1	9334256.334	9334256.334	約(一~七)*5%
發包工作費合計					196019383	(一~八合計)
貳	空氣汙染防治費	式	1	588058.1491	588058.1491	約壹之0.30%
參	工程管理費	式	1	1960193.83	1960193.83	
肆	規劃設計費	式	0	200000	0	
伍	品質抽驗費	式	1	200000	200000	
陸	社區參與及宣導費用	式	1	200000	200000	
柒	臨時管線及支幹遷移費	式	1	500000	500000	
捌	土地鑑界費	式	1	20000	20000	
玖	鄰房鑑定費	式	1	20000	20000	
總工程費合計					199507635	

第十一章 分標方式與採購策略

本工程後續工作為工程施工及施工諮詢，監造工作則另由機關自辦；為確保本工程如期如質完成，避免影響其他改善工作預定期程，以下將針對本工程之特性及期程要求，就採購策略與分標原則評估。

11-1 分標方式

11-1-1 分標原則

本工程以護岸整治及排水銜接工程為主，長約1.83公里，若以全線做為一標發包，其施工所需工期過長恐影響整體治理之成效且民眾觀感不佳，另考量分標發包時各工區地形條件、工法難易度不一，以及分流工、橋梁等構造物銜接問題，分標主要原則如下：

一、執行期程以 108 年底前完工為原則

本工程經費來源為流域綜合治理計畫，為配合整體治理時程，需於 108 年底前執行完畢，依本工程發包時程估計，開工後至 108 年底約僅剩 24 個月工期，故各標工期應以此為限，以達整體目標。

二、減少銜接處

總工區涵蓋市政府 7 座橋梁標案，若以橋梁為分標界點，恐形成護岸及橋梁標案共 3 家不同廠商之情形，在工程界面協調時需承擔更多的不確定因素，因而影響各標工期，為減少與橋梁標銜接處協商時程，故各標間之分標點儘量避免位於橋梁銜接處。

三、各工區可獨立進出

為避免各工區進出動線受制於他標工程，規劃各標範圍時應考量需有獨立進出動線。以台地穿越段為例，若因工法及工程項目而以台地穿越段為一標，則工區範圍無對外交通動線，須經過他標方可連接向上路，實際上有可能因另標不同施工階段而受阻，故該工區分標時應至少劃至向上路。

11-1-2 各標說明

一、第一標：0K+000～0K+348

主要工程項目為排水護岸(含水防道路等附屬設施)、匯流口消能設施、南勢坑溪階梯式跌水工、雙孔排水箱涵(穿越土丘 1)等，無特殊建造物工法，惟部份渠段地下水位高，所需工期約 24 個月。

二、第二標：0K+348～1K+020

主要工程項目為兩側單孔排水箱涵(穿越土丘 2)、排水護岸(含水防道路等附屬設施)等，無特殊建造物工法，惟部份渠段地下水位高，所需工期約 22 個月。

三、第三標：1K+020～1K+360

主要工程項目為南勢溪分流工、排水護岸(含水防道路等附屬設施)及部分排水箱涵(穿越台地段)等，排水箱涵段採用支撐開挖工法進行深開挖，工程難度高，所需工期亦達 24 個月。

四、第四標：1K+360～1K+830

主要工程項目為部分排水箱涵(穿越台地段)、排水護岸(含水防道路等附屬設施)，排水箱涵段採用支撐開挖工法進行深開挖，工程難度高，所需工期約 24 個月。

表 11-1-1 本工程分標原則

分標	施工範圍	施工長度	工期	配合橋梁(另案)	工程內容	備註
第一標	南 0K+000～南 0K+348	384m	24 月	2 座	直立式 RC 護岸+格框護岸+土丘 1	
第二標	南 0K+348～南 1K+020	672m	22 月	3 座	格框護岸+土丘 2+水防道路銜接橋梁	
第三標	南 1K+020～南 1K+360	374m	24 月	1 座	南勢溪分流工+台地穿越段	
第四標	南 1K+360～南 1K+830	470m	24 月	1 座	台地穿越段+RC 護岸+格框護岸	

依據上述分標工程工期，若於 106 年 11 月開工，可於 108 年底全部完工。

11-2 採購策略

依現行政府採購法相關規定，各種採購方式均有其適用之條件及優缺點，以下針對本工程之特性評析適用之採購方式如下：

一、招標方式

現行政府採購法規定之招標方式可分為**公開招標**、**選擇性招標**及**限制性招標**三類，其最主要之區別在於可參與投標廠商選擇範圍之不同。經檢討，本工程之工作項目在國內已有諸多實例，甚難符合「選擇性招標（須符合採購法第二十條所規定之四項要件之一）」及「限制性招標（應符合採購法第二十二條第一項規定之十三款要件之一）」之構成要件，宜採「**公開招標**」，避免造成無正當理由之差別待遇行為，而有違法之虞。

二、決標方式

目前政府採購法之決標方式分**同質最低標**、**異質最低標**、**異質最有利標**三種，茲將其法規依據、作業方式及優缺點彙整如表 11-2-1。

(一)同質最低標

本方式係最自由開放、程序簡便、節省公帑之決標方式，適用於設計內容簡單或有設計準則可循之工程。本工程於發包前已完成細部設計，可適用**同質最低標**，惟同質最低標易發生低價搶標之情形，多數信譽優良廠商參與意願較低，在施工品質及進度控管上需額外進行相關管理措施。

(二)異質最低標

依據工程會 96 年 3 月 7 日工程企字第 09600092330 號函修正之「工程採購決標方式一覽表」所述：「機關基於技術、品質、進度、廠商經驗、節省公帑之考量，為避免廠商低價搶標致影響工程品質，有採評分方式決定合格廠商之必要者，得採異質最低標決標。」。另依採購法施行細則第六十六條規定，

「異質工程」係「指不同廠商所供應之工程，於技術、品質、功能、效益、特性或商業條款等，有差異者。」本工程不具異質性，不適用此種決標方式。

(三)異質最有利標

最有利標不以價格為唯一決標條件，能避免低價搶標情形發生，且能參考各投標廠商之實績經驗、履約能力、技術能力及管理能力等多面向進行考量，且可依各工程內容、性質等挑選最優廠商，惟評選方式易有主客觀之落差，可能產生爭議。另依採購法施行細則第六十六條規定，「異質工程」係「指不同廠商所供應之工程，於技術、品質、功能、效益、特性或商業條款等，有差異者。」本工程不具異質性，不適用此種決標方式。

依據前述評估結論，本工程適用於同質最低標方式。

表 11-2-1 工程採購決標方式一覽表

決標方式	同質最低標	異質最低標	異質最有利標
法規依據	1.採購法第 52 條第 1 項第 1 款、第 2 款，以最低標為得標廠商	1.採購法第 52 條第 1 項第 1 款、第 2 款，以最低標為得標廠商 2.採購法施行細則第 66 條 3.機關異質採購最低標作業須知	1.採購法第 52 條 2.採購法第 56 條 3.採購法施行細則第 66 條 4.最有利標評選辦法 5.採購評選委員會組織準則 6.採購評選委員會審議規則 7.機關異質採購最有利標作業須知
說明	1.依工程性質，倘先行設計後再行招標並無困難者，應將設計與施工分別辦理 2.已完成細部設計之工程，其施工標應以最低標決標為原則	機關基於技術、品質、進度、廠商經驗、節省公帑之考量，為避免廠商低價搶標致影響工程品質，有採評分方式決定合格廠商之必要者，得採異質最低標決標	機關基於工程施工方法或技術之特殊性、政策需求之考量，以前二項決標方式無法滿足其需求者，得採異質最有利標決標
作業方式	1.訂有底價之採購，以合於招標文件規定，且在底價以內之最低標為得標廠商 2.未訂底價之採購，以合於招標文件規定，標價合理且在預算數額以內之最低標為得標廠商	1.採分段開標，先開資格及規格標，再開及格廠商之價格標 2.於招標文件訂定審查標準與及格分數，並成立審查委員會及工作小組，就招標文件所訂審查項目辦理評分	1.先作廠商資格審查 2.依招標文件所規定之評審標準，就廠商投標標的之技術、品質、功能、商業條或價格等項目，作序位或數之綜合評選，評定最有利標
優點	1.自由競爭 2.招決標程序作業簡便 3.節省公帑	1.藉由評分機制，淘汰部分資格與規格未符標準之廠商，確保採購品質 2.發揮與最低標決標相近之價格競爭方式，降低決標金額節省經費	1.非以價格為唯一決標條件，可避免低價搶標情形發生 2.多目標評選，可依廠商實績經驗、履約能力、技術能力及管理能力等進行綜合比較，再選擇最優廠商
缺點	1.廠商低價搶標 2.只考量價格，忽略廠商履約能力與合理利潤，信譽優良廠商參標意願低 3.在施工品質及進度控管上需額外進行相關管理措施	1.異質性高低程度，不易訂定明確規範 2.投標程序繁複，仍以最低標決標，廠商投標意願較低	1.資格審查及評選標準訂定不易，易引發爭議 2.招標作業時間較長，且易受限於評選委員之主觀判斷 3.異、同質認定困難，無價格評審標準
適用性	○		
建議	○		

附錄一
歷次審查意見處理情形

「山腳排水上游延伸段治理工程（南 0K+000-南 1K+809）」基本設計原則審查會議 審查意見及辦理情形

壹、時間：106 年 3 月 15 日上午 9 時 20 分

貳、地點：經濟部水利署第六會議室

參、主持人：張副總工程司良平

記錄：陳俊州

項次	審查意見	辦理情形
一、陳委員義平		
(一)	本件工程地形測量及地質鑽探之工作均未附詳細地形圖及土質鑽探柱狀圖及地質物理試驗分析資料。	本工程已於簽約後進行鑽探、測量作業，並已依契約期程於基本設計前提送相關成果。
(二)	本件工程最重要介面有南勢坑溪匯流至原山腳排水匯流段，南勢溪分流工，北勢溪分流工及台地深挖埋設箱涵。	感謝委員指教。
(三)	工程布置範圍應依治理計畫之範圍。	本工程南山截水溝布置均依治理計畫之範圍，惟南勢溪出流工及北勢溪入流工部份因用地不足影響布置，已於 4/25 與台中市政府協商公有地撥用事宜，請詳。
(四)	本次對於南勢坑溪匯入及南北勢溪分流工已做匯流處分析其布置之消能設施及分流工穩定分析並採二維分析，惟未說明採用之模式及其參數。	本計畫係採 CCHE2D 二維模式進行模擬，其採用之參數請詳 6-2、6-3 節。
(五)	工程平面布置圖與底圖地形等高線不清楚，尤其南、北勢溪之匯入、匯出之流路位置。	遵照辦理，已修正，請詳附冊各標基設圖說。

(六)	工程設計圖除平面圖外應有剖面圖，另除二個分流工，及南勢坑溪之流入工外，對不同渠寬亦應有不同設計圖，尤其固床工無設計圖。	南勢坑溪流入工平面配置與剖面圖，請詳附冊第一標基設圖說 C-02、C-03，南勢溪分流工平、剖面圖請詳附冊第三標基設圖說 C-05~C-06，另北勢溪因用地範圍不足，本次未納入範圍中，其餘護岸、固床工請參閱各標基設圖說。
(七)	本案因未有地質鑽探之地質物理試驗成果，因此各種結構物之穩定分析、土層力學參數採用鄰近山腳排水 4K+225~4K+715 之試驗值，因未有各段 11 孔之土層力學參數，本次穩定分析等於採用假設值。	鑽探資料已補充，並已納入各種結構物穩定分析、土層力學參數參考，請詳 2-5、7-3-2 節。
(八)	台地深挖埋設箱涵，其入口及出口要做截流工，出口亦未布設消能工。	感謝委員意見，已於入、出口上方加勁擋牆加設坡面截流工，另箱涵入、出口處端口已有設計截水牆，出口段因已接近分流工，故均採混凝土封底加強保護，請詳附冊第三標基設圖說。
(九)	本案尚有諸多問題釐清，且地層物理試驗未完成，各項工程之穩定分析需再檢試，另三河局無審查紀錄資料，建議退回請三河局對其功能及各項工法宜先做審查後，再報審議小組審查。	依契約，基設原則僅先提送工程型式及工法選定說明、分標原則及建議等，相關鑽探資料係於基本設計階段提送，請詳 2-5 節。
二、簡委員俊彥		
(一)	本計畫已進入設計階段，有關可能影響工程效能及安全的關鍵因素，必須在設計原則中充分掌握。目前呈現的成果尚有不少欠缺，而且不確定性也不少，茲提供下列意見，請參酌補充期更完善。	感謝委員意見。
(二)	山腳排水上游延伸段為新闢水道，補充調查事項包括地形測量、地質鑽探、管線調查等均尚無完整成果，工區地下水似無詳細調查計畫。在此情況下，針對深開挖的	感謝委員意見，已依契約規定於基設報告內詳述補充調查成果，並將相關地層參數納入結構物安定分析中，請詳相關章節。

	安定、岸壁地下水的處理、水道容許流速的設計及不均勻沉陷的防止等，目前或無探討或擬定假設性設計原則，不利決策。	
(三)	水道分水工擬採比率分水工法實有不確定性，建議依各個分水工個別周圍條件及水理狀況深入研析後再決定，建議除山腳排水外，其他排水均不應分擔超量的分洪量。	依據山腳治理計畫第四章第二節略以：「…然洪水量若超過保護標準，則在截水溝與竹林北溪、竹林南溪、北勢溪及南勢溪分流處，採平均分配流量辦理。」，故為達治理計畫設施之功能並考量各分水工周圍條件，故仍採急流分流工方式配置。
(四)	<p>大肚山台地各野溪匯入山腳排水延伸段的匯流段需妥為設計：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 由於垃圾及雜物多，攔汙柵有堵塞風險如何防止。 2. 匯流段的沉砂池需經水理計算決定其規模及尺寸。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理，已於南勢溪匯流處增設攔汙索設計，請詳附冊第二標基設圖說 C-10。 2. 因各支流流入段用地受限，且上游坡地已有增加水保防砂設施，故本案於支流流入工處並無設置沉砂池。
(五)	<p>下列各專題，均建議有專節分析研討，決定其設計原則：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水道容許流速及相關保護措施，特別是渠底為土渠底段。(局部強降雨的高流速應考量) 2. 兩岸岸壁地下水的處理。 3. 不均勻沉陷的防止。 4. 岸壁的安定分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對河道沖刷深度、河床質啟動流速評估已納入報告中，請詳 7-3 節，另為避免沖刷，亦已於各渠段每 80M 增設固床工加強保護。 2. 對於兩岸地下水處理，已於護岸背側填列 30cm 後碎石(透水材料)以加強地下水排出，請詳各標基設圖說之護岸標準圖。 3. 本案地質條件良好，基礎多座落於礫石層中，應不致發生不均勻沉陷，另後續亦會要求承商加強夯實。 4. 包括邊坡穩定分析、加勁擋牆穩定分析、護岸結構安定分析、擋土支撐開挖安定分析等均已列入報告中，請詳 7-3-2 節。

(六)	0K+000 附近，垂直轉彎匯入山腳排水段，建議儘量放寬斷面使水流平順。	匯流口處已於用地範圍內儘量放寬，並由梯形斷面變為矩形斷面以增加通水斷面，請詳附冊第一標基設圖說。
(七)	台地段約有 220 公尺長度的深開挖，需否回填或開挖後變更地形地貌做其他用途的可能性，值得考量。	感謝委員意見，考量該處若不回填，兩側需設置大量擋土設施，且該處並無道路可達，亦無利用價值，故本計畫建議採回填方式，並於上方設置坡面截水溝，請詳附冊第三標基設圖說。
(八)	本計畫將產生大量挖土方，有關土方去處及處理方法，請釐清處理原則。	本工程剩餘土方估計約 30 餘萬 m ³ ，本工程剩餘土石方將參考前期工程，採公開標售、即挖即售的方式處理。
(九)	鐵路橋改建與否影響排洪，應列入探討。	本工程建議視若下游鐵路橋尚未改建，則建議北勢溪暫不連通，以維下游安全。

三、經濟部水利署張副總工程司良平

(一)	本案已屬新闢河道，缺少沖刷機制準則，即洪水位飽和狀態安定分析加水力沖擊可能之河床變動變化邊坡穩定、退水時水壓變化穩定分析及洩水排水點設計分析，不要重蹈六局港尾溝溪覆轍，特別注意。	感謝委員意見，有關河道沖刷深度、河床質啟動流速評估已納入報告中，請詳 7-3 節。另外，已考量洪水位飽和狀況加上可能之河床沖刷後影響邊坡穩定之極端狀況，因此設計時配置底床拋填 $\phi 20\sim 30\text{cm}$ 卵礫石及每間隔 80m 設置平床式固床工等措施，以避免發生河床沖刷情形。
(二)	有沒有三局審查之意見要顯現在本原則送審報告書上。	遵照辦理，三河局審查意見已納入本次基設報告中一併修改。
(三)	管線調查後影響施工有哪些？應敘明清楚，要臨遷？永遷？時機及所需費用預算，預估管線單位作業設計，發包時間預留？現場施工之配合均請敘明。	經管線調查後，主要管線影響位置係位於第一、四標範圍內，另 3/28 已邀集管線單位會勘，告知本案工程範圍，請各管線單位預先了解管遷範圍及預排期程，惟管線單位尚未回覆，後續將持續追蹤。
(四)	施工段起點及終點銜接？如何銜接要注	遵照辦理，本案施工起點銜接鷺山橋，後

	意，平面圖請套繪重要管線圖位置標示之。	續將要求承商注意，另後續將於細部設計中套繪管線圖供承商參考。
(五)	應要請台中市政府橋梁設計單位共同參與，確認新建橋梁位置及銜接之道路檢討高低差、轉彎、轉角。要符合水利及道路標準，尤其是否將落墩位置、橋長、橋寬、梁底高均列表要求原則性數字出現。	依據 4 月 7 日與市府研商會議結論，新建橋梁上、下游各預留 10 公尺由橋梁單位設計施作，後續本工程設計結果(包含各橋梁護岸銜接型式、計畫梁底高程等)將提供橋梁設計單位參考。
(六)	請檢討施工期可能有路權申請及各項交維問題。要增設臨時便道、橋梁等假設工程均應列入設計方案內，例如南勢溪分流工、通過各重要道路等。	本案連外道路後續均需改建為橋梁，相關聯外交維問題將由橋梁標設計單位提出，另本案各標工程之施工便道已繪製，請詳 9-1 節圖 9-1-1。
(七)	設計箱涵處上游及下游端口一定要設計夠深截水牆，防止河水往下淘刷造成涵底淘空。	遵照辦理，箱涵入、出口處端口已有設計截水牆，請詳附冊第三標設計圖說。
(八)	本案分四標，請檢討可優先發包河道，提前於八月發包，最晚十月發包。	考量第二標客觀因素較為單純，建議第二標可優先發包。
(九)	地形高的堤防側溝要加大防強降雨逕流。	遵照辦理，已依各標左岸各單元最大集水範圍，估算坡地逕流量，左岸側溝已有加大，且平均每隔 100M 即設置集水井排出。
(十)	請三河局後續審查會邀請今日參與之委員及單位參加，確認依各委員及參加單位意見修正原則完妥後，進行細部設計。	遵照辦理。
四、經濟部水利署工程事務組		
(一)	有關用地取得、遺址、老樹、管線遷移等可能影響施工進行之事項，建請列表控管各項期程，以利工程推動。	遵照辦理，相關管控事項已列表管控，並每半個月向第三河川局呈報。
(二)	P. 8 圖 2-1-6 與 2P. 27 圖 3-2-1、表 3-2-1，兩土丘內部俟無排定鑽探，為本工程預計移平土丘施作工程，建議對兩土丘內進行調查有無可能影響工程進行之狀況，如遺	該兩處土丘經現場調查，係為小型孤立土丘，地表雜木林頗多，應無影響工程進行之狀況。

	址等。	
(三)	本工程橋梁部分請檢討有無因橋梁抬升至引道抬升影響鄰近民眾權益之情形。	本工程僅設置南勢溪水防道路橋樑一座，且兩岸無須設置引道，請詳 7-1 節。
(四)	P. 31, 3-4 管線調查所呈現資料過少，缺相關位置圖，並建議調查有無軍方或中油或港口有關之管線。	已補充相關管線調查資料，另經查本工區內並無軍方或中油管線經過，請詳 2-7 節。
(五)	部分排水護岸上方設置鋪設 AC，惟底層有剛性(RC)及柔性(土方)二種材質，請檢討其是否會產生不均勻沉陷。	感謝委員意見，本案工區多座落於礫石層，且 AC 下方有設計鋪設 25CM 碎石級配，後續亦將要求承商確實回填夯實，以避免不均勻沉陷。

五、經濟部水利署土地管理組

(一)	基本設計原則中所提到尚有土地待徵收及公有地撥用事宜，由於尚需釐清土地相關資料及歷經相當法定程序始可完成，為免延誤後續工程設計及施作，建議儘快處理。	遵照辦理，已於 4/25 與台中市政府協商有關公有土地撥用事宜，另土地徵收及地上物拆遷，係由市府辦理，已公告拆遷期限至 6/30 為止。
(二)	有關可能涉及文化遺址一事，查依相關規定尚需經確認等程序後始可決定後續辦理方式，通常需耗費相當時日，建請儘早進行相關程序及研議因應方案，避免延誤後續工程進行。	有關文化遺址部分，2/20 已由台中市府召開疑似文化遺址協調會議，會中結論由市府後續進行疑似文化遺址之確認工作。
(三)	有關土丘開挖需協調地主取得土地同意書一事，為免後續爭議，請謹慎辦理。	遵照辦理，已初步擬妥土地同意書初稿，後續三河局審核通過後，辦理後續事宜。

六、經濟部水利署河川海岸組

(一)	簡報 P. 35 說明「設計堤頂高配合縱坡及現況地形高調整，以等於或高於計畫堤頂高為原則」，惟基本設計原則 P. 66 圖 4-4-2 縱斷面圖自 0K+279.35 上游之設計堤頂高均小於治理計畫之計畫堤頂高，請查明。	本次設計岸高均已等於或高於計畫堤頂高，請詳附冊各標基設圖說。
(二)	基本設計原則 P. 66 圖 4-4-2 縱斷面圖「計	已統一修正為設計渠底高，請詳附冊各標

	畫基礎底高」是否為計畫渠底高，建請修正。	基設圖說。
(三)	基本設計原則附錄一，初步設計縱斷面圖之縱坡及相關高程數據與P. 66 縱斷面圖不符，請修正。	感謝委員指正，已修正，請詳附冊各標基設圖說。
(四)	本案工程較上游段，擬設計之渠寬縮為25M，與核定治理計畫不符，建議依已徵收之用地範圍及核定之治理計畫內容辦理。	原治理計畫未考量兩側相關附屬設施，如開挖擋土設施等，故設計渠寬略有調整，請詳 4-1 節。
(五)	設計後分標里程若與核定不同，請於細部設計確認後依程序報署辦理。	遵照辦理。
(六)	若需增加橋梁改建工作，請依程序辦理執行計畫書修正。	遵照辦理。
(七)	請檢討渠道受淘刷後之穩定分析及護岸基腳深度。另箱涵或封底段之前後請加截牆。	有關河道冲刷深度、河床質啟動流速評估已納入報告中，請詳 7-3 節。另箱涵入、出口處端口已有設計截水牆，請詳附冊第三標設計圖說。
(八)	擬採混砌石加格框護岸，於 5 年洪水位(非計畫水位)下為混砌石，其理由為何請檢討。	考量洪水經常發生頻率及卵塊石經常衝擊深度，故護岸下部結構 1.5m 採用混凝土砌石 RC 護岸，加強保護強度並減少構造物規模。
(九)	本案涉 1 筆私有地尚未徵收，市府表示已更正徵收計畫，預計兩個月內即可取得該筆土地，請持續追蹤辦理情形。	遵照辦理。
(十)	簡報所提南勢溪及北勢溪匯流口撥用公有地一節，請儘速查明公有地所有權機關及管理機關使用現況，俾利辦理後續撥用事宜。	遵照辦理，已於 4/25 與台中市府召開公有地撥用協商會議，釐清土地現況。
(十一)	本案涉及併辦土石標售部分，請依流域綜合治理計畫執行作業注意事項第 22 點辦	遵照辦理。

	理。	
(十二)	請參考「經濟部水利署辦理樁材應用於河川排水工程設計注意事項」、「經濟部水利署分疏洪道規劃設計注意事項」、「經濟部水利署防洪工程地質調查注意事項」辦理設計。	遵照辦理。
結論		
一、	地質鑽探資料列入報告內依實際試驗值計算穩定分析。	鑽探資料已補充，並已納入各種結構物穩定分析、土層力學參數參考，請詳 2-5、7-3-2 節。
二、	分流工佈設，請再加強說明，基本設計時相關數據要列出。	遵照辦理，相關分流工佈設請詳 6-3 節。
三、	鐵路橋瓶頸段預計 108 年底完工，是否研擬替代方案因應。	本工程建議視若下游鐵路橋尚未改建，則建議北勢溪暫不連通，以維下游安全。
四、	就地取材(卵石、塊石)、土方處理等課題，請以專節檢討。	遵照辦理，已補充相關論述，請詳 9-2 節。
五、	相關瓶頸影響施工點，請分列檢討如文化資產、區外用地、土地撥用等。	遵照辦理，相關瓶頸已積極與市府協商處理中。
六、	請調查當地生態及環境，納入後續設計一併考量。	已蒐集當地生態環境調查資料，並納入設計考量，詳 2-1-4 節。
七、	橋梁如為水防道路聯繫，以水防構造物辦理。	遵照辦理，本案工程範圍內僅有一座水防道路聯絡橋，請詳 7-1 節。
八、	參考港尾溝溪排水經驗，加強檢討本工程設計方案。	遵照辦理，已蒐集港尾溝溪排水經驗並納入本案設計參考。
九、	本案原則審查通過，委員及各單位審查意見，請三河局儘速補充修正，後續依契約規定辦理基本設計及細部設計審查作業並邀請委員及相關單位(橋梁單位)現勘及協助審查。	遵照辦理。

十、	後續各工程標案如有分標調整及經費籌措事宜，請依流綜計畫作業注意事項辦理。	遵照辦理。
----	--------------------------------------	-------

「山腳排水上游延伸段治理工程（南 0K+000-南 1K+809）」基本設計審查會議 審查意見及辦理情形

壹、時間：106 年 5 月 24 日下午 2 時 00 分

貳、地點：經濟部水利署第三河川局三樓水情中心

參、主持人：楊局長人傑

記錄：李正楠

項次	審查意見	辦理情形
一、蔡委員奇成		
(一)	依據現場調查，南勢坑溪、南勢溪、北勢溪、竹林南、北溪等各野溪淤積情況如何？水保單位對此等野溪之治理計畫如何？	已補充各野溪淤積現況調查，請詳 2-3 節三所述，另以往水土保持局針對各野溪之上游坡地治理規劃情形，依據「南山截水溝上游坡地整體調查規劃」(水土保持局台中分局，2014)，已針對上游坡地各災害點位共規劃 22 件治理工程，並依治理順序排定依據，編定三期分年分期治理計畫，其中第一期治理工程共 6 件，第二期治理工程共 8 件，第三期治理工程共 8 件分年分期治理計畫，請詳表 2-2-3 所示。
(二)	本次計畫最重要的是截水溝如何承接此等野溪的流出量及截水溝所經沿路左岸的逕流，以及如何分流於右岸原有溪流。請問此等野溪匯流入截水溝時，溪寬及計畫流速與自上游沖下之掃流質有設計考量否？又分流後流出工之流速、寬度等與其下游原溪路銜接最佳之規模有無設定？	本工程設計已有考量上游之掃流質等衝擊，其護岸結構及渠底已有加強保護。另本工程銜接最佳化則係參考各支流之治理計畫寬度予以銜接，經查其計畫寬度即為現地渠寬。
(三)	報告 p.3 圖 1-4-1 南山截水溝南勢溪匯流後之計畫流量為 188cms，而南勢溪計畫流量為 197cms，認為合理否？如何處理？	本計畫係依據公告之治理計畫流量進行設計，其 188cms 係南山截水溝匯入山腳排水之計畫流量，由於南勢溪匯入截水溝後直至匯入山腳排水沿線無其他支流匯入，且集流時間增加，故其匯入山腳排水前流量

		<p>為 188cms，依治理計畫採 188cms 為南勢溪匯入後之河道計畫流量。</p> <p>針對南勢溪計畫流量大於南山截水溝匯流後之計畫流量 188cms 之狀況，由於截水溝設計採 Q10 洪水位加 1 公尺之出水高，且因配合現況地形及相關橋梁、建物之進出，故出水高皆大於 1 公尺，故有足夠餘裕容納南勢溪之較大流量。</p>
(四)	p. 38、p. 39、p. 40 圖 2-5-2、圖 2-5-3、表 2-5-3 很重要，請附高程呈現之。	相關地質柱狀圖及地下水位高程已加大，請詳圖 2-5-2、圖 2-5-3 及表 2-5-3 所示。
(五)	<p>原規劃匯流口分流工配置之檢核。(1)南勢坑流入對右岸轉角在山腳排水無水狀態很不利，其主因應敘明(與匯流水流角度有關否？)。(2)南勢溪、北勢溪分流工分流後，左右二槽流速不平均，分流量相差甚多，所提原因似有矛盾，其主因請再探討，是否與該分流工所在截水溝形狀有關？</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 南勢坑溪與本工程延伸段匯流處角度為 90 度匯流，經分析檢討於主、支流產生不均勻降雨時將造成凹凸岸攻擊之影響，故於南勢坑溪設計消能設施及匯流處採封底設計。 2. 原方案南勢溪分流工流速不平均，主要因南勢溪上游坡陡流急，流量匯入後流量增加且急轉造成水位壅高，且截水溝流向偏向右分水槽，導致左分水槽受阻無法順利排入而流量分配不均。 3. 原方案北勢溪分流工流速不平均，主要原因為北勢溪上游右岸為凹岸外，北勢溪流出口渠底較主流高約 1.3m，導至右分水槽坡度平緩，而支流北勢溪匯入處為位於分水牆下游，故對分流口水位影響不大，因此本分流工流量分配以左分水槽排放為主。
(六)	山腳排水已實施這麼多期，本期設計所有結構設計所用參數及規準，除特別情況外，請採用與前期者相同之參數及規準。	山腳排水與本延伸段工程區段有所不同，山腳排水於鐵路橋以西之地質狀況為屬粉土質黏土，而以東則以礫石層為主，經本工程鑽探 20 孔地質調查成果得知，其皆屬卵礫石層，故建議設計參數仍採現地實際狀況為主，以避免過度保守設計。

(七)	p. 21 文述中有「建議在南勢溪分流工設計時，採用流量管制方式限制上游流量排往山腳排水」。請述明如何做？最後不做如此建議。	已修正，請詳 2-3 節 p. 21 文字修正及 6-3-4 節分流工施工規劃。
(八)	工程方案部份：	
1.	鷺山橋至南山截流溝匯流點一段山腳排水段，請按鷺山橋下游工法為之。	鷺山橋下游採用兩岸平行箱涵型式，考量本工程匯流處水流沖擊及與支流銜接等問題，不適合沿用此斷面型式，故依鷺山橋橋台型式施作，以利銜接。
2.	南勢坑溪之匯流段：	
	<p>(a)先調整南勢坑溪流勢與山腳排水流勢一致。</p> <p>(b)階梯式消能工為混凝土底，應設單向排水閘。</p> <p>(c)最上游之堰應計算滲流。</p> <p>(d)應先訂合宜匯流流速及溪寬，俾以後野溪治理時有相接之數據。</p> <p>(e)魚道集中於消能工中央，不在護岸基腳共構。</p>	<p>(a)受限於用地範圍，匯流處已無調整空間。</p> <p>(b)增設 $\phi 3"$ 洩水管@50cm，並於排水孔後端增設 30*30*30cm 碎石級配包，以達排水之效，詳圖 6-2-3。</p> <p>(c)已補充滲流分析，經計算階梯式消能工之權重緩流比 $C = 5.84 > 3.0$，故階梯式消能工基礎不會有砂湧滲流破壞之情形發生，請詳 7-3-1 節所述。</p> <p>(d)主要參考各支流之治理計畫寬度予以銜接，其寬度係依現地渠寬訂定。</p> <p>(e)依據行政院農業委員會林務局 98 年度「國有林地魚道設置原則及圖說規範建置之研發」，好的魚道入口設計應讓洄游上溯的魚類沿著兩岸其一前進，即可順利找到入口，故選用效果較好之兩側魚道入口作為後續設計，詳 p. 82 魚道設計。</p>
3.	南勢溪處分流工：	
	<p>(a)先訂南勢溪匯流口<u>最佳流速</u>及<u>溪寬</u>。</p> <p>(b)考慮上游有否土石流入，有則考慮因砂與消能池。</p> <p>(c)匯流段上游截水溝應調整為直線。</p>	<p>(a)主要參考各支流之治理計畫寬度予以銜接，其寬度係依現地渠寬訂定。</p> <p>(b)經 106 年 6 月 8 日再行現地調查及與當地居民訪談確認，南勢溪河床現況穩</p>

	<p>(d)南勢溪流入方向調整為向下約 35~45°。</p> <p>(e)流出工寬、最佳流速應考慮下游原南勢溪之流速與寬度(計畫)決定。</p> <p>(f)分流工之設置應考量下游之淤積對分流之影響，故急流分流工雖好也應考慮其他分水方式。</p> <p>(g)為右岸大樹因左岸分流槽下游右岸水流束縮，故該處右岸可依水流縮窄，以爭取大樹與水防道路寬度。</p> <p>(h)分流牆應考慮水側沖之安全。</p>	<p>定，未有土砂下移之情事發生。</p> <p>(c)南勢溪處分流工已修正為孔口分流工方式設計，匯流上游之整流段及漸變段皆為直線段。</p> <p>(d)受限於用地範圍，僅向下約 72°，已無空間調整。</p> <p>(e)流出工寬度係依據南勢溪之流速與寬度(計畫)決定。</p> <p>(f)分流工已修正為孔口分流工，於匯流處設計消能池(降深 1m)，兼作囚砂區並定期清淤。</p> <p>(g)由於分流工予調整為孔口流分流工，已無分水牆，故無渠道縮窄問題，另考量匯流處排水順暢，故渠道建議不予以縮窄，擬水防道路至右岸大樹時則中斷通行，並保留迴車道空間，以利巡防迴車之便，請詳二標設計圖說。</p> <p>(h)已補充孔口堰受含砂水流動態沖擊之安定分析，請詳 7-3-2 節、五所述。</p>
4.	<p>北勢溪處分流工也應比照上述辦理。並建議先繪好，留為下一期使用。</p>	<p>(a)主要參考各支流之治理計畫寬度予以銜接，其寬度為係依現地渠寬訂定。</p> <p>(b)經 106 年 6 月 8 日再行現地調查及與當地居民訪談確認，北勢溪河床現況穩定，未有土砂下移之情事發生。</p> <p>(c)北勢溪分流工同樣已修正為孔口分流工方式設計，經計算整流段及漸變段所需總長僅需為 20m，後續工程設計皆為直線。</p> <p>(d)受限於用地範圍，僅向下約 90°，已無空間調整。</p> <p>(e)流出工寬度係依據北勢溪之流速與寬度(計畫)決定。</p> <p>(f)主流計畫渠底與既有北勢溪渠底形成落差，造成流入工流速過快，能量水頭</p>

		較高，故擬於流入工前設置消能池(L=26m)，兼作囚砂區並定期清淤。
(九)	截水溝左岸被截斷的逕流應妥善導入截水溝或南勢溪等野溪。	<u>截水溝左岸施工中</u> ：將汛期收集東側坡地之地表逕流，初步於本工程排水之上邊坡處施設截流溝進行導排水，並於適當距離施作沉砂池沉澱，最終順地勢匯入下游側之支流，無鄰近支流者施工區內之積水以抽水機抽排至上下游鄰近之截排水溝中。 <u>截水溝左岸邊坡地表逕流排水</u> ：依現地地形狀況施設排水溝，並每間距約 100m 施設集水井以妥善導入截水溝。
(十)	護岸基腳設計工法請再考量，基腳(即平台部份)應低於計畫河床。	護岸基礎頂已修正至計畫河床，請詳設計圖說之護岸標準圖。
(十一)	台地穿越之箱涵能改為 3 孔？並配合南、北勢溪分流修正截水溝線形？	考量施工方法(工進)、箱涵頂版厚度(安全性)等因素，仍以 4 孔箱涵進行配置。而截水溝線形則依治理計畫之用地範圍限內佈設。
(十二)	橫斷面上單岸即有三道擋水牆的設計，請檢討其需要性。	三道擋水牆為維修坡道處之橫剖面圖，非一般渠道之橫斷面。
(十三)	溝床之拋石應厚些，固床工(應為帶工)間距再檢討。	渠底拋石厚度已修正為 80cm，另本工程設計坡度約 0.18%，擬將固床工間距修正為 40m 一處(跌降僅 7cm)，其可穩固河床避免淘刷，增加基礎保護之效，穩固被動土壓，故可避免護岸基礎設計過大。
(十四)	因經過頭嵙崁層礫石層，透水性佳，護坡之透水設計應特別留意。	本工程護岸每間距 90cm 交錯排列施設排水設施，另排水孔後端增設 30*30*30cm 碎石級配包，以達排水之效。
(十五)	凡有挖掘之邊坡希望能施以綠化。	感謝 委員意見，擬於加勁擋土牆及護岸修坡處予以撒草籽，以增加綠美化。
(十六)	截水溝右岸請加強，左岸則以一般強度設計之。	遵照辦理，山腳排水上游延伸段治理工程右側若出水口不足 1.2m 者，其護岸堤頂擬

		加高 20cm，加強防洪安全保護，請詳設計圖說。
(十七)	1K+146~1K+520 設計圖 p. 20，經開挖後，坡面之恢復，要不要再做如此設施？	台地穿越段於 1K+397 處，原地形為一山凹坑溝，建議本工程完成後一併將該處施設相關邊坡穩定及截水設施，以加強保護，避免擾動後使沖蝕溝加劇。
二、吳委員憲雄		
(一)	本計畫似為設計原則，而非基本設計。	本工程已於 3 月 15 日於水利署召開基本設計原則審查會議，並依據各委員意見及「經濟部水利署水資源工程基本設計審查作業要點」提送本基本設計報告書圖。
(二)	請說明南山截水溝與山腳排水上游延伸段之差異，又本工程之功能主要在截流大肚山漫地流，而非土地開發及氣候變遷。	依民國 64 年完成「台中港特定區雨水及污水下水道系統規劃報告」本工程區段命名為「南山截水溝」，而經台中市政府於民國 104 年辦理治理計畫時將原南山截水溝改名為「山腳排水上游延伸段」。為避免混淆，故本工程相關設計報告統一稱「山腳排水上游延伸段」。其相關說明已補充說明，請詳 1-1 節。
(三)	基本設計準則，似缺少水之動態壓力及基礎之上浮力。	本工程原基本設計係採急流分流工方式施設，惟經整體考量已調整為孔口分流工。而相關水之動態壓力請詳 5-3-1 節 p. 20，基礎之上浮力請詳 5-3-1 節 p. 21 所述。
(四)	分流工應可考慮採側溢流式或孔口式分流。	感謝委員意見，南勢溪及北勢溪分流工已調整採孔口分流工，請詳 6-3 節。
(五)	圖 6-4-8 並非馬蹄型而係半運動場型，又該段距離不長，採 TBM 工法成本甚高。	已修正為半運動場型，詳表 6-4-1、圖 6-4-8。另因 TBM 工法成本甚高，故本工程設計渠段改採支撐開挖工法設計，請詳 6-4 節。
(六)	單側水防道路建議設在右岸，以免阻礙截流功效及道路淹水。	本工程依據治理計畫兩岸皆設 5m 寬之水防道路，且左岸為避免阻礙截流，已施設較

		大之排水溝，部分因地勢而僅設置單側水防道路者，則遵照委員意見設於右岸。
(七)	懸臂式護岸建議改稱直立式 RC 護岸，又 50 公分護欄不宜稱為防洪牆。又其背土含水量急洩降之排洩方式應考慮。	已遵照委員意見刪除防洪牆之名稱。另懸臂式護岸已修改為直立式 RC 護岸、護岸急洩降之排洩方式係採每間距 90cm 交錯排列施設排水設施，另排水孔後端增設 30*30*30cm 碎石級配包，以達排水之效。
(八)	圖 7-1-13 分水牆之基礎不足，無法承受單側水動態壓力。	原設計之急流分流工(分水牆)方式施設，已修正為孔口分流工，其孔口流設施基礎已加強設計，請詳圖 7-3-10。另單側水動態壓力經檢算已符合相關安全規定。
(九)	截水溝之左岸均為平岸佈設，主要有截留之水量匯流入渠道之功能，故其結構體應有阻抗流水動能。	本工程擋牆及護岸等結構體，皆已有考量阻抗流水動能。
(十)	箱涵出入口之截水牆 2 公尺，似不足，建議加深。	本工程基礎皆座落於卵礫石層，遂依據粒徑分析結果進行冲刷深度估算，其求得最大冲刷深度為 1.02~1.31 公尺，而本工程箱涵出入口保護基礎樁部深度已依委員意見修正達 3m，已滿足冲刷深度保護標準，另為加強保護出入口銜接界面之基礎，故將底床採封底(t=0.5m)處理。請詳 7-1-2 節六所述。
(十一)	砌石工法目前技術工難尋，建議改為漿排石塊。	遵照辦理，已修正為混排塊石。
(十二)	箱涵是否成為壓力流，其容洩能力如何，應釐清。	排水箱涵段出水高尚有 2.2~2.3m，無壓力流情形，其通洪能力可達 100 年重現期距。
(十三)	細設進度管制、預算審核編列，宜由主辦機關自行辦理。	感謝委員意見。
三、陳委員義平		
(一)	依流域綜合治理計畫超過 2 億元之工程設	敬悉。

	計原則需提報審議小組認可，本案雖於 106 年 3 月 24 日經水河字第 106160128 號會議紀錄結論九原則審查通過，惟當日審查小組委員僅 2 人，本案需依會議紀錄修正後提報審查小組會議認可。	
(二)	基本設計原則報告宜依本次召開基本設計報告審查會議決定採用方案含「南勢坑溪匯流口之工程配置」、「渠道斷面及護岸型式」、「南勢溪分流工型式」、「北勢溪分流工配置」、「土丘處理」、「台地穿越工法」等除有結構穩定分析及水理分析(尤其南勢坑溪與本延伸段匯流處及分流工之水理)，另基本設計報告(有不同方案檢討評估)做為基本設計原則報告之依據，對於遺址、用地問題、管線遷移、土地公廟、老樹等處理亦需明確說明於設計原則報告內(含必要圖籍)。	感謝委員意見，已補充後續遺址、用地問題、管線遷移、老樹及土丘處理等說明，請詳 5-4 節所述。
(三)	有關本次所提基本設計報告，本人前次於 3 月 15 日會前會所提意見部份已於報告中處理，對本基本設計報告，提供下列意見供參：	
1.	請補充調查山腳排水上游延伸治理工程東邊大肚山麓除南、北勢溪、竹林南溪、竹林北溪(含竹林北一支線)外其他小山坑(並了解山坑走向)。	經調查沿線並無其他小山坑。
2.	南勢坑溪匯流口、南山截水溝匯入山腳排水，成 90°對排洪不利如何處理，另南勢坑溪出口底高與南山截流工底高相差 5.5 公尺，本計畫採 9 階段跌水工，每階跌水工水深 0.6m 尾欄高 0.2 公尺投射池長 4m，經水理分析單一跌水工流速 3.4m/s，但連續 9 座跌水工流速可能加成最後流入南山截水溝流速可能大於 4m/s，匯流處護坦工功	針對 9 階連續跌水工，考量不均勻降雨時下游處確有流速至 4m/s，故於匯流處施設護坦工，主要功能為抵擋高流速之水流冲刷且作為南勢坑溪連續跌水式消能工之護坦設施，其相關分析已補充，請詳 6-2 節。另南勢坑溪匯流口處於上游約 0.9km~2.3km 區間水土保持局已施設系列防砂壩及囚砂空間，另經現況補充調查，匯流處

	能請予評估，另南勢坑溪因上游坡度陡，洪水夾帶泥砂，因此對於土砂處理請加以評估。	至上游約 900 公尺區間，渠底為採 RC 封底，未有土砂下移淤積現象，其上游系列攔砂設施已攔蓄大量土砂，達相當成效，惟仍建議主管單位於汛期前進行清淤預留因砂空間。
3.	依簡報 p. 13 地質鑽探資料，鑽孔 HB2、HB4、HB5、HB7、HB9、HB11 共有六孔位置地下水位離地表小於 3.5 公尺，對於山腳排水上游延伸段斷面設計底高較地下水位為低，河道穩定分析應將地下水上浮力予以考慮。	感謝委員意見，已增分析地下水上浮力分析，請詳 7-3-2 節、二所述。
4.	南勢溪分流工設計，簡報 p. 25 平面圖及剖面圖與報告圖 6-3-4 及圖 6-3-5 不同，其中靜水池、溢流堰、整流段均不同，請說明其正確數據，另分水牆之長度與高度亦請說明，本分流工依水理演算可將上游流量平均分配分流各 56.5cms 至南勢溪下游及南山截水溝，惟南勢溪上游 197cms 流入南山截水溝，因流量大流速快，對匯流處之流場甚為複雜，且有土砂之問題，建議對於南勢溪消能、沈砂池予以檢討評估。	遵照辦理，本工程經方案比較，故於南勢溪分流工調整為孔口分流工，其匯流口處擬調降 1m，作為消能設施兼沉砂池使用。請詳 6-3-2 節所述。
5.	北勢溪流入工設計如圖 6-3-12 及圖 6-3-13，對南山截流溝佈置與南勢溪設計類似，另於北勢入流工因坡陡流急計畫設計長 20 公尺深 0.8 公尺消能池，並因截流工設計渠底高低於出流工渠底，無法於分水牆開孔引水，供給下游灌溉，計畫附掛灌溉溝渠於新建護岸及穿越分水牆引水至北勢溪出流工，惟依本報告 p. 99 北勢溪分流工施工規劃，本次基本設計暫不將北勢溪分流工及流入工，則前述灌溉未來處理方式為何，另現況北勢溪流入工流向不佳，建議利用公有地，調整流路角度後流	北勢溪同樣調整為孔口流，以利維持原北勢溪灌溉取水，另北勢溪流入工線型不佳部分，已於 4 月 25 日與台中市政府進行公有地撥用研商會議決議，市府後續將於治理計畫進行用地範圍調整，惟北勢溪流入工及分流設施在用地尚未取得前暫不施作，現階段設計先於山腳排水延伸段施設阻水堰以維持既有灌排水路，待公有地取得撥用後，再將阻水堰拆除，並進行護岸改建以調整北勢溪流入工線型、施設消能池及施設孔口分流工。

	入工消能池是否保留？	
6.	穿越台地段工法，本計畫採用型鋼支撐開挖工法，挖寬 24m 設計三孔獨立箱涵，本設計深開挖 18~22m 步驟如 p. 35 分 4 階段，惟開挖後箱涵底部基礎，及箱涵出入流之截水牆及出流之消能工報告並未說明，請補充說明。	箱涵出入口處施設截牆及基礎加深至 3m 以防止淘刷，因箱涵出入口流速僅約 2.15~2.69m/s，且均於箱涵出入口處採 RC 封底處理，故不需施設消能工，其已補充說明，請詳 7-1-2 節、六所述。
7.	截流溝底部佈設 17 座固床工及卵石，請補列設計圖。	遵照辦理，本工程設計坡度約 0.18%~0.15%，擬將固床工間距修正為 40m 一處(跌落僅 7~6cm)，可增加基礎保護之效，另可避免護岸基礎設計過大，另渠底拋石厚度已修正為 80cm，請詳 7-1-2 節、二。
8.	土方處理，挖方除填土外，因地質大部分為礫石層，因此卵石宜儘量保留供渠道鋪底使用。	本工程未封底渠段採 $\phi 20\sim 30\text{cm}$ ， $t=80\text{cm}$ 現地卵礫石鋪底，局部流速較快渠段則鋪 $\phi 30\sim 40\text{cm}$ 之卵礫石。

四、簡委員俊彥

(一)	本人 106 年 3 月 15 日基本設計原則審查意見，已有相當程度獲得分析處理，值得肯定。下列意見建請斟酌考量，期更完善。	感謝委員肯定。
(二)	大度山集水區水土保持狀況不佳，大量土砂下移進入山腳排水延伸段可以預期，本基本設計並未處理此項課題。建議於北勢溪、南勢溪及南勢坑溪匯入口的山腳排水水道內增設靜水池兼做沈砂池，以利因砂兼做匯流段高流速緩衝之用。	遵照委員意見，於匯流處增設靜水池，南勢坑溪匯流處擬採封底且降深 60cm(水褥深)，另可兼沉砂池使用，而南勢溪匯流口處同樣採降深 1m 處理，而北勢溪於流入工施設消能池，相關說明請詳 6-2 及 6-3 節所述。
(三)	支流分流工的中間分隔牆，建議以獨立結構設計，增加抗沖刷能力以策安全。	原設計之急流分流工(分水牆)方式施設，已修正為孔口分流工，其基礎結構形式依委員意見採獨立結構設計，請詳結構分析。
(四)	渠道縱坡及渠底高程的設計，請以專節加強說明。有關 27 座固床工的高程宜確定，並說明與計畫縱坡的關係。分流工以寬頂	遵照辦理，有關縱坡、設計渠底及固床工高程說明請詳 7-1-2 節。另分流方案改採孔口分流工，其相關水力分析成果請詳 7-2

	堰分水，是否影響上游水位，請說明。	節所述。
(五)	治理計畫的水道斷面以梯形斷面為原則，本次改為直立式岸壁設計，請說明原因。	部份渠段受用地範圍限制、銜接橋梁、銜接既有護岸、分流設施等，故採直立式護岸施作，其餘採下方混排塊石護岸，上方採 1：1.5 格框護坡之型式，請詳 6-1 節。
五、林委員榮紹		
(一)	有關格框護岸標準斷面圖之下半部漿砌塊石與重力式基礎擋土牆，因屬二不同結構無法密切結合，漿砌塊石穩定度不足，建議該部分以漿砌塊石或混排塊石背填 20~30 公分混凝土布設。	感謝委員意見，格框護岸之下部結構外觀改採混排塊石背填 20 公分混凝土設計。
(二)	有關格框護岸標準斷面圖之上半部格框護岸，其格框如何與下部及上部防洪牆密度結合以防止滲水，應考量實務面施工工作性，另格框內先行澆置 10 公分混凝土其上再漿砌塊石，二者間介面無法結合降低結構功能性，建議該部分以漿砌塊石或混排塊石背填 20~30 公分混凝土布設，必要時以隔牆做為施工或伸縮縫。	本格框護岸工程之上部結構屬護坡工程，考量間距美觀及抵擋水流沖刷之功效，故以一般常見之格框護坡工施作，惟框內填石材型式則依據經濟部水利署施工規範第 02386 章石工。二者間介面則採預留鋼筋方式連結。
(三)	依據水利署石工施工規範，塊石粒徑定義為長徑，格框護岸標準斷面圖植石以短徑植入 2/3，請檢討石尖露面長度是否達到消能作用？	感謝委員意見，參考經濟部水利署施工規範第 02386 章石工，其格框內先行澆置 10 公分混凝土後混排塊石，最後再於表面水泥砂將溝縫，參考「水土保持技術規範」(103 年)其施工方式可抵擋流速為 6.1m/s。
(四)	格框護岸重力式基礎規模似乎過大且須開挖土方範圍大，對於邊坡穩定造成影響，建議檢討其規模，必要時為增加基礎穩定度可布設箱形石籠保護。	格框護岸施設將採鋼軌樁擋土支撐後再進行開挖作業，本工區地質為卵礫石層，該施工方式應不致於造成邊坡穩定影響，另渠底為採拋石厚 80cm，另施設系列固床工，其可達基礎保護之效。
(五)	設計上新闢河道河床以 20~30 公分塊石拋填，請檢討塊石重量是否足以抵擋水流衝	感謝委員指正，已調整固床工間距，擬將固床工間距修正為 40m 一處，其跌降僅

	擊及掃流力，以達到穩定河床作用，或是檢討平床固床帶狀工布設距離。	7cm，可增加基礎固床保護之效，抵擋水流衝擊及掃流力，另依塊石啟動流速，利用現地卵石(D=20~30cm)鋪設於渠底，可抵擋啟動流速至 3.4m/s，若局部流速 3.4~4.0m/s 渠段則鋪 ϕ 30~40cm 之卵礫石，流速大於 4.0m/s 則採混凝土封底。
(六)	集水井布設 RCP 管，應注意出水位置與坡面工間處理，避免管涵露出迎水面造成水流衝擊產生結構破壞，另水流往河道宣洩可能衝擊下部之漿砌塊石面，請檢討布設消能設施。	格框護岸之 RCP 管出水位置已調整至下部結構之 RC 護岸頂處，出口處施設 RC 框座保護，並於水流衝擊下部結構處，擬設置 RC 溝槽消能設施，以避免水流衝擊造成結構破壞，另於基礎底部拋石加強保護，請詳基本設計圖說。
(七)	第一標圖號 C-07 之左岸排水溝Ⅱ標準斷面之 U 型溝與邊坡擋土牆，建議檢討實務面施工組立模型需要界定其施工面區野。	左岸排水溝Ⅱ施工方式為先施設 U 型溝底座並預留擋土牆之牆筋，待 U 溝養護完成後再施作上部擋土牆相關組立施工。
(八)	無論重力式或懸臂式擋土牆背面均布設碎石級配，以利背填地下水排除宣洩，立意雖好，惟請檢討擋土牆背填土之逐層輾壓過程是否破壞其透水功能或無法達到輾壓密度，造成該部位發生局部沉陷可能性，建議以洩水管排水包方式處理。	感謝委員意見，考量施工性及排水效益，已修正調整採洩水管排水孔後端增設 30*30*30cm 碎石級配包，以達排水之效。
(九)	有關地下水位高程論述請統一避免發生錯覺，如簡報之地下水位觀測與邊坡穩定分析之論述上似乎有落差？	考量地下水位高程標註為了能與各區段設計渠底作一比較，以方便了解水位差，故報告水位觀測統一修正採絕對高程(EL)進行論述。而各相關大地或結構穩定分析則依各區段水位差進行穩定分析計算。
(十)	土方處理既為工程併辦土石標售，應依水利署工務處理「經濟部水利署暨所屬機關辦理（河道治理、河道疏濬、水庫疏濬）土石標售」等相關規定辦理，另成分為粉土之原料係混合在整體礫石砂土中，在整體加工後是否為無價料及本區域為紅土台	遵照辦理，將依水利署工務處理「經濟部水利署暨所屬機關辦理（河道治理、河道疏濬、水庫疏濬）土石標售」等相關規定辦理。 經訪業者紅土台地之紅砂屬粉、黏土類，係屬於無價料，而其他有價料(砂、礫石)

	地其加工後碎石、紅砂在市場上之運用如何，請做田野或市場調查，以為編列價金依據。	編列價金係依據 106 年 5 月營建物價及公共工程技術資料庫等相關資訊進行編列。
(十一)	本工程工項施作屬深開挖性質，對於職安衛等假設工程應審慎布設，另沙田路及向上路均為重要道路相關交通維持計畫應妥適規劃。	遵照辦理。
(十二)	本工程有許多橋梁改建或新建另案工程，工程缺口多，如何因應汛期及颱風等緊急應變措施請妥適設計。	感謝委員意見，本工區汛期將收集東側坡地地表逕流，擬於上邊坡處施設截流溝進行導排水，並於適當距離施作沉砂池沉澱，最終順地勢匯入下游側之支流，另施工區內之積水再以抽水機抽排至上下游鄰近之截排水溝中，可避免施工區淹水。請詳 9-1 節或設計圖說(一般說明四)所述，其相關費用已編列至施工擋抽排水及導排水。
(十三)	本工程有三處支流匯入匯出工，因應不同集水區降雨等水文因素，可能造成頂托或退水時之加乘效應，請檢討衝擊點之結構加強。	本工程分流工方式調整為孔口分流工，匯流處則採 RC 封底設計，其相關衝擊點之水動態壓力及基礎之上浮力已補充分析，另針對流速較快處，擬於渠底拋石厚度採 80cm，而固床工間距修正為 40m 一處(跌落最大僅 7cm)，以達基礎保護之效，加強衝擊點結構。
(十四)	河床封底所布設 1m*1m 洩壓孔，為避免填置之塊石被淘起造成封底損壞，建議以 1m*1m 石籠工固定。	已修正為 1m*1m 鍍鋅石籠(內填卵塊石)避免被淘起造成封底損壞，請詳 6-2 節所述。
六、顏委員宏哲		
(一)	沿線設計固床工，功能性考量為何？決定固床工之設計斷面大小與間距之力學依據為何？	本工程設計之平床固床工主要功能性為穩固河床，避免水流衝擊造成河床下刷。固床工設計深度主要係配合護岸基礎深度進行調整配置，另工程設計坡度為 0.18%，固

		床工設計間距係採 40m 為一處，故跌降僅 7cm，除可穩固河床避免沖刷，另穩固土層亦可保留護岸基礎被動土壓，避免護岸基礎過度設計。
(二)	部份渠底採 RC 封底及南勢坑溪階梯式消能工設計厚達 1m 底版之必要性為何？	流速大於 4m/s 以上者則採 RC 封底設計，另南勢坑溪階梯式消能工底版厚度已調整為 50cm 設計，詳圖 6-2-3 所示。
(三)	第三標台地段土地權屬為何？有無可能採土方挖除方式辦理，如廠商有比方案二更優之施工方法，是否容許擬替代方案？	台地段除用地範圍以外皆為私有地，且左岸鄰近墓地，無超挖之可能。另台地段工法為參考圖，主要作為預算估價之用，若廠商有比方案二更優之施工方法，經甲方核可後得以變更，惟不另計價，其擬於細部設計之擋土開挖作業圖說內補充說明。
(四)	標準斷面圖建議置於橫斷面前面。	遵照辦理，請詳設計圖說。
(五)	橫斷面圖建議標示各主要點高程，另用地範圍線外地盤線應依實繪製。	已標示地面高程、設計渠底高程，並補繪用地範圍線外之建物，請詳各橫斷面圖。
(六)	建造物未施築至用地範圍線，考量為何？完工後如何管理？	因排水路線型調整，與用地範圍線之間產生不規則之畸零地，現階段不規則之畸零地係作為緩衝區，完工後擬由後續相關管理單位進行管理配置區隔。
(七)	堤後與堤身排水側溝設置位置與斷面大小應合理。(例第一標圖之 B-02 平面圖(一)：左岸樁號 0+298.38~318.38 長度僅 20m，側溝設計深度達 1.8m，且集水井設於上游處，其考量為何？又 B-13、B-14 連續 4 個斷面右岸側溝型式一直變動，如何銜接。)	已遵照意見重新檢視，另本工程為南北向之新闢排水路，與大肚山西側山麓走向呈 90°，故沿線需穿越山脊及山谷，地形起伏大，故堤後擋牆及側溝變化亦較大。
(八)	工程經費概估表： (1)能量化項目應予量化編列。 (2)各分標同性質工項名稱應一致(例第一標：止水樁，第二標：Φ30cm 止水樁)。 (3)土方工程編列宜覈實(例有挖方、填方工項，惟未見回填方或挖填方工項)。	遵照辦理，於細部設計圖說一併修正。

	(4)所編止水樁工項經費甚高，設計書圖宜明確規定打設原則，且在設置前應報經監造單位認可。	
(九)	依行政院公共工程委員會新頒之「機關巨額工程採購採最有利標決標作業要點」規定，巨額工程採購綜合不宜採最低標決標者，以採最有利標為原則，本計畫第三標工程預算金額高達3億元，本基設報告針對採購方案評估結果，認為本工程適用採同質最低標方式辦理，其依據為何？	經綜合評估，本工程適用於同質最低標方式，其優點為自由競爭、招決標程序作業簡便及節省公帑等，相關採購策略說明請詳11-2節所述。
七、台灣省土木技師公會 張技師智淵		
(一)	本案護岸頂高與另案橋梁配合提昇，請與市府確認。	本工程與市府協商決議護岸施作至橋梁上、下游各10公尺，惟本案先行設計，故後續將提供護岸配置及建議橋梁底高程供橋梁設計單位參考。
(二)	橋台基礎深度，建議以「公路橋梁設計規範」再確認。	遵照辦理，感謝委員意見。
(三)	懸伸版RC懸臂式擋土牆，應考量車行載重。	感謝委員意見，直立式RC護岸(懸伸版)上部之車道載重參考「公路橋梁設計規範」，採用HS20-44載重進行設計。
八、社團法人台灣省水利技師公會 賴技師桂文		
(一)	基本設計報告：	
1.	本工程重新編里程編號至7-1-2節方說明，建議應先敘明以免誤解，如P.23及P.99工程終點為1K+830.78，但大部分內容仍是1K+809。	里程編號已於2-3節即已說明(設計樁號格式為□K+□□□，治理計畫樁號格式為南□K+□□□)。
2.	P.21有關下游鐵路橋尚未改建前，說明採流量管制方式限制排往山腳排水，其具體措施為何？	下游鐵路橋尚未改建前，擬於南勢溪、北勢溪施設阻水堰，以限制排往山腳排水，南勢溪阻水堰請詳第三標圖說所示，另北

		勢溪之阻水堰係由另案橋梁標工程施設。
3.	P. 40 地下水觀測多在枯水期，建議補充豐水期之觀測資料。	已補充 6/5(梅雨季期間)地下水位觀測資料，請詳 2-5 節所述。
4.	P. 58 原規劃方案之二維水理分析，二支流與南山截水溝交角近 90 度差異不大，南勢溪匯入造成南山截水溝（所在渠段計畫渠寬 35~40m）水位壅高而流量偏向右岸尚稱合理，但北勢溪下游段右岸入口（所在渠段計畫渠寬 30~35m）至出口渠段流速甚低（該處渠底較主流高 1.3m），建請補充河道斷面、地形、粗糙度及邊界條件（如下游水位及支流入流量等）如何設定，以確認是否與北勢溪上、下游邊界條件設定有關。	有關邊界條件設定請詳 6-3-2 及 6-3-3 所述。
5.	P. 87 南勢溪分流工設計，南勢溪二維水理檢核之下游出口邊界條件如何設定？是否與原規劃方案設定水位相同，請說明。	計畫流量係採用「台中市管區域排水山腳排水治理計畫(104.01)」中之計畫流量。於南勢溪匯流處山腳排水延伸段主流河道上游流量為 113CMS。 而河道下游起算水位，則採用本案一維水理演算結果，亦即於 0K+910 之 10 年重現期距水位 EL. 12.20m。
6.	P. 102 穿越台地段建議採用方案二支撐開挖工法，本節說明箱涵型式為四孔 WxH=5.5mx4m，但於箱涵結構分析及設計圖之淨高均為 3.5m，請釐清。本段覆土約 13m，如經費許可是否增加箱涵高度以提高排水能力；另本方案說明水位抬升 0.29~1.3m，與表 7-2-1~7-2-3 水理分析成果無法對應，建請補充說明四孔箱涵設置後對上游渠段及北勢溪匯流口之影響。	箱涵高度為 3.5m，相關誤植部份已修正。另箱涵段出水高尚有 2.2~2.3m，通洪能力可達 100 年重現期距，建議不需增加箱涵高度。台地穿越段原治理計畫係採明渠方式佈設，其未考量現地地形狀況，經評估本工程擬採擋土支撐開挖作業進行四孔箱涵佈設，其影響水理最小，依水理分析成果，北勢溪水位較治理計畫水位高 1.3m，而北勢溪上游 1K+910 處有一 1.56m 落差，因此對北勢溪上游渠段水位未造成影響。
7.	P. 138 水理分析成果，表 7-2-1~7-2-3 應	表 7-2-1~7-2-3 水理分析成果是依各不同

	註明分別為對應何種方案之分析結果。	起算水位演算，已註明各表之起算水位，請詳表 7-2-1~7-2-3。
8.	設計計算書：	
	(1)側溝水理分析：由斷面圖可知有區外逕流量排入，左岸道路側溝計算之集流面積 0.75ha 是否正確（分段排入排水）？有無考慮道路範圍，其逕流係數採用 0.6 偏低。（有部分數據文字重疊）	左岸道路側溝集水面積係依測量等高線進行範圍選定，其最大集水面積為 0.75ha(含道路範圍)。 另參考「水土保持技術規範」(103 年)，丘陵地之無開發整地區之逕流係數 C 為 0.5~0.75，遵照委員意見，採保守估計逕流係數 C 為 0.75，經計算側溝需再加深 10cm。
	(2)擋土牆安定分析：建議考量急洩降情境下渠道為低水位而堤內土層為高水位且土壤飽和（透水係數 K 值較大），取較高水位條件進行安定分析。	遵照辦理，考量急洩降情境為堤外水位保守估計採前無水，而堤內地下水採鑽探成果最高水位(約位於地表下 2.0m) 進行安定分析。相關分析請詳直立式 RC 護岸穩定分析。
	(3)橋梁結構計算採用之地震力係數與報告設計準則不一致，建議統一。	遵照辦理，已統一調整水準向地震加速度 $K_h=0.18$ 。
(二)	基本設計圖：	
1.	部分圖說之技師簽證欄位文字重疊偏移（如第一標及第四標），以第一標為例，圖號 B-30 尺寸重疊，E-01~E07，文字重疊請修正。	已修正，請詳基本設計圖說。
2.	一般說明（二）內容似針對建築工程，建議依本工程特性調整修正。	遵照辦理，已針對本案工程調整修正，請詳一般說明(二)。
3.	本案設計堤頂高於計畫堤頂高 0.18~2.6m，經檢視橫斷面圖有部分區段為填土施作堤頂，完成後兩岸堤後地面低於堤頂，似不利土地利用及堤後排水（如第二標圖號 B-09，完工後右岸擋土牆頂高於原地面 1.4m），本案採較保守之設計是否有	本工程右岸堤後低地排水係依現況地形均排往西側沙田路方向，無堤後排水問題，惟堤頂部份遵照委員意見修正，除銜接橋梁段、兩岸住戶進出及兩岸採相同保護標準情況外，儘量以平岸方式設計以節省經費。

	必要（經費亦較高），請再確認。	
4.	承前點意見，本計畫範圍內橋梁為另案辦理，其設計梁底高應依據計畫堤頂高或是依據本案設計堤頂高。	橋梁銜接處護岸設計高度需滿足水理計算高程(Q10+1m 高)及計畫堤頂高以上，護岸高程除滿足上列狀況外亦需配合現地狀況(既有地面或路面)予以抬高調整，本工程護岸則配合橋面版前後<5%予以順接。相關銜接原則已補充請詳 5-3-3 護岸設計準則所述。
5.	本案兩岸水防道路均未施作至用地範圍線之理由為何？請再確認。	因排水路線型調整，水防道路與用地範圍線之間產生不規則之畸零地，現階段不規則之畸零地係作為緩衝區，完工後擬由後續相關管理單位進行管理配置區隔。
6.	縱斷面圖：建議標示或加備註說明各區段之護岸型式。	已註解說明各區段之護岸型式，請詳各標縱斷圖說。
7.	懸臂式護岸標準圖：渠底拋石厚度請標示，係就地取材或需外購？請確認現地符合規範尺寸之卵塊石數量是否夠各標工程使用，以免施工爭議。	渠底拋石厚度為採 80cm，經現地採樣成果礫石約佔 86.5%，而卵礫石(200 mm 以上)含量約 12%，其足夠各標工程使用。請詳第 2-6 節、第 9-2 節及設計圖說補充施工說明。
8.	混凝土格框護岸標準圖：圖示內填漿砌卵石（不勾縫）其底層如何處理？（簡報修正為 10cm 厚混凝土）請補充卵石與格框界面如何處理，並考量其強度是否足夠抵抗水流，建議格框與護岸連結處應加強。水防道路綠帶僅 80cm 扣除界石、欄杆寬度僅餘 20cm（第四標）供種植灌木，不利生長及日後維管，因水防道路相關設施未施作至用地範圍線，應有空間調整加寬。	混凝土格框護岸已修正為採混排塊石佈設，本工程在 Q10 最大流速約 3.74m/s，經掃流力計算，最大所需粒徑為 43 公分，考量現地大粒徑塊石取得不易，且施工上亦不易施工，故格框內先澆置 10 公分厚混凝土，然後在混凝土上混排塊石佈設，以增加抵抗流速避免格框料遭水流淘空，而卵石與格框界面處採相同方式施設。水防道路旁之綠帶寬為 30cm，其種植灌木為樹蘭，為常見灌木植物，經訪業者適生寬度足夠，另若配合畸零地空間調整寬度，則水防道路將造成道路線形不佳。
9.	本計畫範圍實際調查地下水位多高於計畫	階梯式跌水工下方有設置 3" 洩水管

	渠底，南勢坑溪出口階梯式跌水工下方是否設置洩水管以減少上浮力，兩側應交代如何與護岸基礎銜接。	@50cm，相關圖說請詳圖 6-2-3，兩側與護岸基礎以預留鋼筋方式銜接，於細部設計時補充說明。
10.	主支流匯流及分流工處流速快且地下水位多高於計畫渠底，採混凝土封底是否有留設洩壓孔（管），兩岸如何與護岸基礎銜接？建議上、下游側增設截水牆或柔性護坦工，以避免渠床受沖刷造成混凝土底板被掀起破壞。考量混凝土封底後造成流速更快，請評估該渠段是否會有受水流沖擊或負壓造成施工縫或弱面處發生局部沉陷、隆起或被水流掀起破壞情形。（依簡報工程起點處設置 1mx1m 開孔內填卵石，應注意日後卵石流失造成渠底工損壞）	混凝土封底段採每間距 5m，設置 1mx1m 開孔，而開孔處採鍍鋅箱型石籠填入，其可避免水流沖刷造成卵石流失之情形發生，而封底段兩側與護岸基礎以預留鋼筋方式銜接。
11.	配合鐵路橋改建期程，如南勢溪分水牆暫不施作，本工程是否亦暫不施作渠底混凝土封底，以免二次施工及影響結構強度，請再檢討。	本工程分流工已修改為孔口分流工，配合鐵路橋改建期程，南勢溪之孔口流牆面暫不施作，惟渠道底部仍建議先行封底，後續孔口流設施基礎施作時再行局部基礎打除。
12.	兩岸新設排水系統如何銜接？建議於工程平面圖標示集水井流出工之位置或編號。	兩岸排水設施皆採 U 型溝，約每間距 100m 設置一處集水井，集水井已於平面圖標示，請詳各標平面圖所示。
13.	箱涵進出口截水牆深度於設計圖未示。	遵照辦理，已標示
14.	魚道設計深度 0.2m 與基設報告 P.8 建議流速 0.2~0.8m/s、水深 0.3~0.35m 是否相符，另渠底封底是否適用此物種，請再確認。	明潭吻鰕虎較佳水深適合深度為 0.3m，故魚道設計深度已調整修正為 0.3m，另魚道於 RC 底部進行交錯排列植石，除提供明潭吻鰕虎溯游時喜愛之休息躲藏空間且可降低流速，維持適合溯游流況。
15.	固床工是否在中間留設開口以供常流水通過。	本工程固床工為平床式，且採中間低、兩側高之型式設計，請詳各標圖說。

九、經濟部水利署 胡智凱工程司

(一)	報告 p. 71 設計準則(四)說明段依據協商會議結論部分，建議補充會議日期及名稱。	已補充，於 106 年 4 月 25 日於台中市政府水利局召開「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000~南 1K+809 段)」用地公有地撥用研商會議。
(二)	報告 p. 99 有關北勢溪分流工施工規劃建議佐以示意圖說明。	遵照辦理，請詳 6-3-3。
(三)	報告 p. 104 倒數第二段箱涵每孔高 4m 是否誤繕，建請確認。	感謝委員指正，已修正誤繕值，其為箱涵每孔寬 6m，高 3.5m 之四孔箱涵。
(四)	報告 p. 155 施工佈設及介面銜接說明段增列「南 0K+993」之橋梁闢建是否誤繕，建請確認。	感謝委員指正，誤繕部分已修正，南 0K+993 非台中市政府預計辦理橋梁其中之一，係為本案水防道路跨越南勢溪銜接向上路之銜接橋梁，屬水防道路相關設施。
(五)	報告 p. 159 說明段末行「第三期」是否應修正為「第三標」，建請確認。另其工期預估需 900 天，與 p. 112 方案評估需 380 天差異甚大，建請釐清。	感謝委員指正，已修正為第三標。另第三標考量該區位處台地穿越段，其需大面積開挖且深度深，故擋土支撐開挖作業所耗時間較長，另土方作業亦造成工期較長之原因之一。
(六)	報告 p. 166 第四標主要工程項目包含北勢溪分流工局部構造、流入工、流出工、既有道路跨渠橋梁等，與 p. 23、p. 99 所述工程設計暫不納入未合，建請釐清。	已修正相關文字，請詳 11-1 節。
(七)	基本設計圖圖號 E-04~E-07 內容說明文字重疊建請修正。	已修正，感謝委員指正，請詳設計圖圖號 E-04~E-07。
(八)	其餘報告文字建議酌修部分： 1. p. 18 說明段(詳圖 2-2-13)建議增列圖 2-2-14。 2. p. 67 結構穩定分析乙節，基礎「承」載力誤繕。 3. p. 75 圖 6-2-1 標題文字遮蔽請修正。 4. p. 82 說明段如圖 6-2-4 請確認是否誤繕。 5. p. 135 說明段建議補述(如圖 7-1-22)。	1. 遵照辦理，已增列圖 2-2-14。 2. 已修正，請詳 5-3-1 節。 3. 已修正，請詳 6-2 節。 4. 誤繕已修正。 5. 遵照辦理，已補述(如圖 7-1-22)。

	6. p. 161 工程費估算說明段第一行，依據前「節」分標工程，建議修正為前「章」。	6. 遵照辦理，已修正為前「章」。
十、水利規劃試驗所 陳有志工程司		
(一)	南勢坑溪建議往上游攔砂壩作水理分析模擬，匯流處建議亦採封底設計。	南勢坑溪上游為台中市政府已辦理「台中市南勢坑溪水域環境營造計畫」，並已作水理分析。另匯流口已採封底設計，請詳圖 6-2-4。
(二)	北勢溪以上之截水溝上游段也請儘速納入評估施作。	北勢溪以上已依契約進行現地調查、鑽探、測量、地籍套繪、工程方案評估等。
(三)	第一標(0K+000~0K+485)二個土石丘，現況已有部份裸露坍塌，建議開挖後臨沙田路側之回填，注意邊坡之坡度穩定，可以的話順著地勢削成緩坡。	第一標(0K+000~0K+485)二個土石丘，鄰近民眾意願建議宜朝向將用地範圍外山丘移除，但經 5/9 流綜平台會議，市府表示該區屬保護地，辦理相關業務程序繁雜，恐影響本案整體工期，故本基本設計優先方案為依用地範圍開挖，使用 H 型鋼擋土支撐開挖作業後施設延伸段之渠道後，並於邊坡處施設加勁擋牆或緩草坡，以利邊坡穩定。其相關方案評估說明已補充請詳 6-4 節所述。
(四)	山腳排水上游延伸段或南山截水溝，名稱請統一。	遵照辦理，已統一名稱為山腳排水上游延伸段。
(五)	分流工型式原則尊重設計單位，分流量目前看來尚符規劃要求，惟結構穩定及抗冲刷能力建議尤需加強。	遵照辦理，請詳 7-3 節所述。
十一、台中市政府水利局 方于芸工程司		
	經濟部水利署水利規劃試驗所 100 年辦理「台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃」，規劃報告 9-36 頁表 9-2，北勢溪往南至山腳排水匯流處計畫渠寬 30~40m，備註係最小水理所需寬度，目前設	規劃報告所載南 0K+000~南 1K+809 用地寬度為 35~40m，係包含水防道路所需之地寬度，非指計畫渠寬。另依據治理計畫本工程渠寬雖為 30~40m，然未考量因地形起伏所需之堤後擋牆、側溝等附屬設施與

	計渠寬為 24.4~38.9m，是否符合原規劃成果，請顧問公司再檢討補充說明。	需用地寬度，及因應鷺山橋跨距縮減，且未有重新水理檢討，故本工程乃參考規劃報告之水理條件及治理計畫用地範圍寬度，重新配置並進行水理分析之後，設計渠寬為 25~38.9m。
十二、台中市政府建設局 蔡宇南工程司		
	為有利本局另案辦理新闢橋梁工程案，請規劃單位提供計畫內 8 座橋梁位置鄰近區範圍之地形測量資料、地籍圖套繪資料、地質鑽探及試驗報告與相關規劃報告書。	主辦機關(經濟部水利署第三河川局)已提供相關圖資及報告書給貴局。
十三、台中農田水利會大肚工作站 蘇慶峰工程司		
	本站於山腳排水有補給水路，請施作時仍需保持山腳排水一定之水量。	遵照辦理。
十四、台灣電力股份有限公司台中區營業處 蔡崇吉工程司		
	日後希望本處配合該項工程施工(管線遷移)時，希望承辦單位提供本處管線適當遷移位置。	待本工程細部設計審核通過後，提供相關圖說以供貴處管線適當遷移位置。
十五、經濟部水利署第三河川局工務課		
(一)	第三標工期達 900 天，已逾流域綜合治理計畫執行期程，又考量本標案涉及深開挖等專業工法，建議先調查國內專業廠商執行能量等客觀條件，再檢討期程規劃。	第三標考量該區位處台地穿越段，需大面積開挖作業，故擋土支撐、土方作業所需工期相對較長，考量第三標工期超出執行期程，故擬調整第三標及第四標工區範圍，初步以 1K+360 為兩標施工界址。另已調查國內專業廠商執行能量，調查結果中部地區目前案量較少，執行能量足夠。
(二)	地下水位調查僅本計畫鑽探孔位紀錄，建議蒐集臨近地區歷史資料，以協助評估枯	經查經濟部水利署水文資料庫，其鄰近地區豐、枯水期地下水長期觀測變化不大，

	豐期趨勢，並持續觀測，以利工法設計參考。	其以 9 月抬升約 0.4m 最大。
(三)	南勢溪防汛空間之跨渠構造物請再評估說明需求性。	山腳排水上游延伸段之水防道路於南勢溪匯流口處兩岸因南勢溪橫越而無法銜接向上路，其山腳排水上游延伸段右岸現有老樹位於水防道路範圍，為保留老樹故不設置跨渠橋梁；而山腳排水上游延伸段左岸建議仍須設置跨渠橋梁銜接至向上路，以維持至少單岸通行之功能，以利未來水防道路巡視之便。因流入工跨渠構造物歸屬於水防道路之附屬設施，故建議於經費許可下列入本工程中一併辦理。跨渠構造物相關需求性相關說明請詳 6-5 節所述。
(四)	臨近大甲斷層，請於圖說適切標示。	已補充說明，請詳圖 2-1-3 計畫區域地質圖。
(五)	管線調查請以顏色區分製圖說明。	遵照辦理，已補圖例以利判釋，請詳圖圖 2-7-1 及圖 2-7-2。
(六)	橋梁上下游銜接協議由橋梁改建單位執行，一般橋台翼牆係為擋土牆型式，排水護岸工法銜接段原則請說明，設計時需與橋梁設計單位密切溝通。	橋梁銜接處護岸設計高度需滿足水理計算高程(Q10+1m 高)及計畫堤頂高以上，護岸高程除滿足上列狀況外亦需配合現地狀況(既有地面或路面)予以抬高調整，本工程護岸則配合橋面版前後<5%予以順接。相關銜接原則已補充請詳 5-3-3 護岸設計準則所述。
(七)	結構物有筋混凝土構造物設計應力僅懸臂式護岸為 $280\text{kg}/\text{cm}^2$ ，餘水利構造物設計應力為 $210\text{kg}/\text{cm}^2$ ，差異性為何。	本工程於箱涵段、消能池(兼魚道)及側溢流堰等設施，考量後續維護不易處、耐久性、抗沖刷及耐磨等設計需求，故混凝土設計為採 $280\text{ kg}/\text{cm}^2$ ，而其餘工程構造物結構則統一採 $210\text{kg}/\text{cm}^2$ 混凝土，故直立式 RC 護岸已修正統一為 $210\text{kg}/\text{cm}^2$ 。
(八)	本計畫與上位計畫水理比較報告中略以文字說明，請列表說明差異性。	水理分析成果已補充上位治理計畫水位及差異說明，請詳表 7-2-1~3

(九)	魚道出入口設計需有蓄水引導空間，請細設時予以考量。	南勢坑溪消能設施最後一階設計水褥深為 60cm，其可兼當魚道蓄水空間，而上游同樣係採 60cm 溝槽以延伸溯游出口段，另魚道出口配合不規則交錯排列植石，以入口水流沖激塊石產生之水花、水聲引起魚類注意，其可達魚類引導之效。
(十)	匯流處及出入流工沖擊段保護加強措施是否以流速不同加以考量固床工加密或基礎抗刷方式處置。	為達護岸基礎抗刷故渠底拋石厚度採 80cm，另本工程設計坡度約 0.18%~0.15%，擬採固床工間距為 40m 一處(跌降僅 7~6cm)，其加密可增加基礎保護之效。
(十一)	報告第六章境況模擬似無考慮各種狀況，ex: 南勢坑溪未見南山截水溝上游極端降雨，南勢坑溪無降雨型態。	已補充山腳排水上游延伸段發生計畫流量，而南勢坑溪為低流量之水理分析，成果請詳 6-2 節二(七)所述。 經整體分析成果在南勢坑溪發生 Q10 計畫流量(72cms)時，匯流處之流速將為最快(3.8m/s~4.0m/s)。
(十二)	土石標售單價計算有誤高估。	原計算誤植已修正，經計算有價土石價格為 274 元/m ³ 。
(十三)	報告 p. 12，規劃報告是否有提及「超過保護標準」之分流原則，請再確認。	「超過保護標準」之分流原則係參考「臺中市管區域排水山腳排水治理計畫」提及，已修正報告內容，請詳 2-2-2 節。
(十四)	報告 p. 21，台中農田水利會灌溉水權量是否已取得相關數據作為後續設計依據？	本工程現階段設計係採孔口分流工方式維持現況之基流量，本工程設計方案已與台中農田水利會進行工程協調，並獲得認同。
(十五)	報告 p. 23，施工終點(至 1k+830.78)暫不將北勢溪分流工納入，則北勢溪左側既有道路(南斗路 392 巷)短期內是否有改建需求？若無，北勢溪上游的水未引入新建截水溝內，則本案實際效益僅截流南勢溪的水，似乎太可惜。	本工程施工終點為 1k+830.78，若下游段之鐵路橋已完成改建時，為達分流之效，減少下游淹水情事發生，故左岸左側既有道路(南斗路 392 巷)橋梁仍有改建之必要。本工程初步設置臨時阻水堰設施暫不將北勢溪上游流量排往山腳排水，待鐵路橋改建完成後再解除。
(十六)	鑽探成果請依相關規定上傳地質調查所網	遵照辦理，已委託鑽探測量公司專業人員

	站。	上傳至地質調查所網站。
(十七)	報告 p. 47 表 2-6-1 及 2-6-2，一樣取自 A~D 採樣坑，為何還會分成「挖方土樣」和「卵礫石層」？	「挖方土樣」係指整體開挖土樣進行粒徑分析，其主要用途是用來計算有價土石價格之依據。而「卵礫石層」係指僅底層之卵石層進行粒徑分析，其主要係用來計算構造物基礎之沖刷分析使用，較符合實際狀況。
(十八)	報告 p. 54，4 月 7 日與市府協商會議結論，似未決議不需提送水土保持計畫；後續相關程序宜再斟酌。	遵照辦理。4 月 7 日台中市政府協商會議：請坡管科續行研議旨揭工程全案包裹申請免擬具水土保持計畫之可行性。(依據農委會(89)農林字第 890152341 號解釋函說明三規定)。
(十九)	報告 p. 77，匯流護坦工上方建議可鋪卵塊石，以營造生物棲息環境。	遵照辦理，匯流護坦工整體調降深度約 60cm，其上方局部鋪卵塊石營造生物棲息環境。
(廿)	另魚道設計部分，在魚類上溯途中，可提供相對靜水區域供魚類休息，且建議不以明潭吻鰕虎為惟一考量。	遵照辦理，於各階魚道及消能工間之側牆予以開孔，以供魚類休息，第一標基本設計圖說。
(廿一)	報告 p. 114，南 1k+809 以上游段課題探討可更詳細，建議至少可增加：整體平面圖、各關鍵課題相關圖說、用地範圍是否需調整等，若有類似本工程段土丘、匯流區公有地撥用等需求，更可於先期作業預為因應。	整體規劃平面圖路線已補充，請詳 6-6 節所述。
(廿二)	本案分標方式之說明似過於簡略，應有較完整之論述及依據。	本工程之分標方式請詳 11-1 節所述。
(廿三)	報告 p. 155，請檢視剩餘土石料是否能直接運離工地到土資場等，以避免暫置產生相關管控界面。	考量台地穿越段之排水箱涵後需進行土方作業回填，故仍需有土資場暫置。
(廿四)	請針對分洪工進行相關結構分析。	本工程設計之方案已修正為孔口分流工，其分流工之單側水動態壓力之相關結構分

		析經檢算已符合相關安全規定。
結論		
(一)	請黎明工程顧問股份有限公司將各委員及與會單位代表意見納入後續各設計階段參考。	遵照辦理。
(二)	本案第二標原則認可，其中流速較快渠段，應針對淘刷等相關機制加強考量；另為加速後續執行，本標細部設計請於文到後 40 天內提送。	遵照辦理。
(三)	第一、三、四標請依各標案工法條件、計畫期程、專業施工能量、工材市場調查、文化遺址影響等詳予評估，於文到後 30 天內修正報局。	遵照辦理。
(四)	另涉及各單位界面協處及配合事宜，請各相關單位提供最新資料供後續設計參考。	遵照辦理。
(五)	分流工部分請再檢討，務確保分流機制符合需求，並請水規所給予相關協助。	遵照辦理。
(六)	有關水文水理相關分析資料不足處，請於後續階段予以補充。	遵照辦理。

經濟部水利署第三河川局

「流域綜合治理計畫在地諮詢小組」

第 10 次會議紀錄

壹、時間：106 年 6 月 9 日下午 2 時 30 分

貳、地點：本局 3 樓第 1 會議室

參、主持人：召集人楊局長人傑

記錄：李奕達

一、簡委員俊彥		
(一)	本案 106 年 5 月 24 日曾在三河局審議基本設計報告，會中意見很多，與民眾參與有關者主要有下列二項，建議妥為設計，避免衍生新的淹水問題：	
1	大度山來水匯入山腳排水延伸段，在匯流口附近產生的土砂雜物淤積及高流速沖刷問題，宜妥為處理設計。	在匯流口處考量高流速沖刷問題，在各匯流口處採封底設計。另土砂雜物淤積處理對策如下：1. 北勢溪在匯流前擬設計消能設施並兼沉砂池使用，匯流處則採 1m 跌降封底，作為消能兼沉砂使用。2. 南勢溪考量用地受限，故於匯流口採 1m 跌降封底，作為消能兼沉砂使用。3. 南勢坑溪同樣在匯流口處採封底設計並降深 60cm 作為南勢坑溪消能跌水之水褥，其可兼沉砂使用。
2	南勢溪及北勢溪等分流工的形式尚無共識，分流工入口需否控制流量尚待商榷，這一部分為本計畫成敗關鍵工程，建議儘速彙集各方面的專業意見，確保分流工成功達成目標。	分流工方式已依基本設計報告審查意見修改調整，其修正採孔口分流工分水。
二、陳委員義平		
(一)	山腳排水上游延伸段治理工程，其中南勢溪分流工受限下游鐵路橋瓶頸尚未改建	敬悉。

	前，擬於分流工下游側布設臨時止水牆，並將分流牆之堤頂暫不施作，因此有關鐵路橋改建將影響南山截水溝之功能，宜請臺中市政府及三河局積極與鐵路局協商儘速完成改建。	
三、張委員豐年		
(一)	南山截水溝由北往南而下，與南勢坑溪匯流後往右急轉，該急轉處幾皆成直角，左岸日後易遭洪水沖擊，建議強化堤底並增加深度。	此匯流處護岸基礎之趾部已加深為 2.5m，另匯流處為採封底設計，其可避免洪水衝擊。
(二)	為能讓北勢溪、南勢溪之水順利匯入南山截水溝，而不致出現直交互擾，建議將匯流處設計成稍呈銳角之斜交。	北勢溪、南勢溪主要係受用地範圍受限影響。於 4 月 25 日台中市政府公有地撥用進行研商會議，待公有地撥用同意，擬依實際用地範圍內調整流入線型。
(三)	豪大雨時為免北勢溪、南勢溪偏下之市區段出現暴漲而致災，建議縮小分流口之通洪斷面。	敬悉。
(四)	不管是山腳排水、安良港排水，抑或梧棲排水，最後都匯入臺灣海峽，為免漲潮加劇，影響到南山截水溝之排洪，特別是強颱來襲時，建議平常好好養護各海閘門，並強化操作人員之應變能力，讓功效發揮至極致。	敬悉。
(五)	非感潮平原主支流交會處（或排水孔）之規劃設計若出問題，很容易導致堤後積水。為免一再出紕漏，建議施作時優先考量如下：(1) 交會口之面積必須足夠，否則下排容易受阻。(2) 該匯流處出現倒灌逆流抑或下排受阻之機率大？除非能證實倒灌逆流機率大，否則不要輕易施作閘門，或附加防逆鈸（舌閥），以免阻礙正常之下排，最後自討苦吃。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 交會口通洪面積經水理分析，可滿足通洪標準。 2. 本山腳排水上游延伸段治理工程之主流未施設閘門。

四、謝委員國發

(一)	生態檢核情勢調查是 98 年的資料，應於近期重辦水域生態調查，包括南勢坑溪、南勢溪、北勢溪及相關水路，以做為水域生態維護之依據。	本案工程屬設計案，生態調查非屬本工程契約項目，僅參考前期成果進行相關設計。
(二)	除河岸及河底生態營造之外，建議加強河岸植樹，以營造立體之水域空間。	遵照辦理，由於用地範圍使用空間有限，故僅能於局部區段營造綠美化，擬於水防道路旁種植灌木(樹蘭)，營造綠美化。
(三)	施工過程應加強水域生物的維護，莫因工程施作導致生物物種及數量減少。	遵照辦理，本工程考量水域生物的維護，故於匯流口處皆有設置消能池，其水褥深之靜水區域可供魚類休息。

五、決議

(一)	本工程設計中應詳加考量土砂淤積、沖刷影響通洪之問題。	遵照辦理，已設計相關設施。
(二)	請臺中市政府及三河局積極與鐵路局協商儘速完成鐵路橋瓶頸段改善，以確保發揮通洪成效。	敬悉。
(三)	請工務課於施工前加強與地方民眾溝通，以利本案工程順利推動。	敬悉。
(四)	本工程請工務課考量先針對無疑義之區段辦理發包，以加速工程執行。	敬悉。

「山腳排水上游延伸段治理工程（南 0K+000-南 1K+809）」分流方案討論會議 審查意見及辦理情形

壹、時間：106 年 7 月 12 日下午 2 時 0 分

貳、地點：經濟部水利署第三河川局第三會議室

參、主持人：楊局長人傑
李正楠

記錄：

項次	審查意見	辦理情形
一、蔡委員奇成		
(一)	建議南勢溪入流河寬盡可能放寬，並在南勢溪流入處施設跌水式消能池，使流速降低，在南山截水溝內相同；然後設孔口或缺口水門分流即可(但灌溉用口不設)。為此南山截水溝之縱斷坡度視需要可予調整。	遵照意見修正，請詳 6-3 節。
(二)	北勢溪部份，無論採何種方法分流，分流點以上南山截水溝直線段要 40m 以上，此點南勢溪分流工亦要稍考量。	已改為孔口分流工，分流工上游皆依用地範圍佈設，並於範圍內儘量採直線設計。
(三)	設急流分水工於南勢溪要考量下游灌溉水源問題。	已改為孔口分流工，並設置閘門工下游灌溉之用。
(四)	南勢溪入流最小河寬應要與向上路箱涵寬度相一致。	遵照辦理，流入工護岸依箱涵出口配置。
二、陳委員義平		
(一)	南勢溪於安良港排水治理計畫已要求流入工及流出工之間用地範圍線台中市政府盡量放寬，以供南勢溪消能設施，並提供下游農業用水，因此請與台中市政府對南勢溪預留用地範圍線是否足夠做為消能設施，請檢討。	已遵照意見於本工程用地範圍內增設南勢溪流入工之消能池，請詳 6-3 節。

(二)	南勢溪分流如採急流分水分流牆分流，南勢溪所有洪水將往截流溝，對山腳排水之鐵路橋瓶頸段仍無法通過淹水之虞。為達到實際分流建議採孔口分流方案(依簡報內容)，於截流溝降挖1公尺做為消能，另南勢溪入流工乃需盡可能增加消能，並設攔污柵，出流工需考慮農業用水。	已遵照意見改採孔口分流工並進行相關配置，請詳6-3節。
(三)	北勢溪分流是否本次一併處理，或如上次方案暫不做分流口，將先以封置不分流，乃依現況北勢溪暫不分流直接往下游排？	北勢溪分流工因涉及下游鐵路橋通洪瓶頸及流入工用地問題，故與台中市政府協商後現階段暫不施作。後續則視鐵路橋改建及用地取得情形由橋梁標配合辦理相關設施，有關於北勢溪分流工之施工規劃請詳6-3-4節。
(四)	南勢溪在截水溝內降挖做為消能設施，其降挖深度需考慮平時流量往下游孔口之位置，並於消能池需設截水牆避免沖刷掏空，另分流之設計請再詳以檢討評估。	已遵照意見設置消能池、灌溉取水閘門、截水牆等，請詳6-3節。
(五)	如暴雨超出保護標準宜採非工程方法避災。	已補充說明，請詳6-3-3節。
三、簡委員俊彥		
(一)	關於分流工方案，原則上贊成孔口分流工案，急流分流工案可先予排除。	遵照辦理。
(二)	南勢溪孔口分流工的固床工位置，建議下移約5公尺，沈砂池也向下游延伸至固床工，以利提供漂流物暫留的空間。沈砂池四周建議加設截水牆(cut-off)或以斜坡設計。	遵照辦理，請詳6-3-2節。
(三)	孔口分流工下游可能需要維持一些基流量，建議考量加設一座小型人工操作放流閘門。	遵照辦理，請詳6-3-2節。
(四)	若有超過計畫流量的暴雨來臨，應讓洪水	敬悉。

	量儘量循南山截水溝排往山腳排水出海，治理計畫所謂「平均分攤逕流」的敘述文字，將來需要酌予修改文字。	
(五)	南山截水溝分流，對北勢溪淹水的改善非常重要。本次設計雖未包括北勢溪分流工，但仍請妥為設計北勢溪洪水能夠往下游放流。	遵照辦理，北勢溪初步配置修正請詳 6-3-2 節，相關施工規劃請詳 6-3-4 節。
(六)	山腳排水鐵路橋的改建，最好能配合排水工程時程，若需延後完成，建議鐵路局需有應變措施。	敬悉。

四、經濟部水利署 張登波 工程司

	本署 106 年 6 月 27 日召開台中市管排水之安良港排水系統(安良港排水、北勢溪及南勢溪)用地範圍線審議小組審查會議，有關山腳排水與北勢溪及南勢溪匯流處用地範圍線，請台中市政府洽第三河川局配合山腳排水設計需求放寬匯流處附近用地範圍線作為消能囚砂區，故本案匯流處分流工方案如有放大用地範圍需求，亦請第三河川局主動洽台中市政府相互配合辦理。	敬悉。
--	---	-----

五、水利規劃試驗所 陳有志 工程司

(一)	急流分流工受水流及砂石沖擊恐較明顯，結構物之安全性較具風險大，若採用應尤為加強分流結構物之強度。	已遵照意見改採孔口分流工並進行相關配置。
(二)	經費比較？	已補充，詳 6-3 節。

六、第三河川局 潘副局長禎哲

(一)	考量設施安全、維管及低流量時下游取水需求，不建議採急流分流工(分水牆)方案。	遵照辦理。
(二)	治理計畫應以保護標準為討論範疇，超過保護標準以上，應屬其他管理等配合措施。	遵照辦理。

七、第三河川局規劃課 張國明 課長

(一)	101 年 3 月台中港特定區(中棲路以南)排水整治及環境營造規劃中所採取分流工示意圖為參考性質，細部設計單位可依現況採適合的工法。	敬悉。
(二)	孔口分流工建議採用溢流堰工法，不適宜用直立式護岸開孔的工法，南勢溪及北勢溪下游灌溉需求，建議採用水閘門方式設計。	以溢流堰工法無法達限制分流量以保護人口密集區之目的，故綜合各位委員之意見，改採孔口分流之方案進行配置。

八、結論

(一)	委員及與會代表建議分流工改為孔口分流方式，請顧問公司在用地範圍評估、確認可達成(治理)計畫目標後，於即日起 15 日內(106 年 7 月 27 日前)完成「基本設計原則」修正報局，俾利本局辦理後續事宜。	遵照辦理。
(二)	各委員及與會單位代表意見請納入後續各設計階段參考。	遵照辦理。
(三)	分流方式涉及山腳排水治理計畫部分，請台中市政府於後續修正時一併調整。	敬悉。

附錄二

相關核示公文

正本

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第三河川局 函

機關地址：臺中市霧峰區峰堤路191號
聯絡人：李正楠
聯絡電話：04-23317588 #259
電子信箱：wca03029@ms2.wra.gov.tw
傳 真：04-23306310

408

台中市南屯區大墩17街137號3樓

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國106年1月26日

發文字號：水三工字第10650008290號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：服務實施計畫書1份、設計簽證執行計畫書1份

河海組	水工一組	水工二組	機電組	下水道組	環工組	水資源組	監控管理組	大地組	壩工一組	壩工二組	檢測組	路工組	結構組	水利防災組	水土保持組	景觀組	事務部	品管部	工務部
-----	------	------	-----	------	-----	------	-------	-----	------	------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----

主旨：同意所送「山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000-南1K+809)委託測量、設計及施工諮詢技術服務計畫」服務實施計畫書及設計簽證執行計畫書，請查照。

說明：

- 一、復貴公司106年1月19日黎水字第1061900062號函。
- 二、請確實依技師簽證相關法規辦理簽證及相關作業與評估等事宜。
- 三、隨函檢還服務實施計畫書及設計簽證執行計畫書各1份。

正本：黎明工程顧問股份有限公司

副本：

局長楊人傑

10601721



正本

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第三河川局 函

機關地址：臺中市霧峰區峰堤路191號
聯絡人：李正楠
聯絡電話：04-23317588 #259
電子信箱：wca03029@ms2.wra.gov.tw
傳 真：04-23306310

408

台中市南屯區大墩17街137號3樓

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國106年2月9日

發文字號：水三工字第10650009740號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：地形測量計畫書1份、地質鑽探調查分析工作計畫書1份

河海組	水工一組	水工二組	機電組	下水道組	環工組	水資源組	監控管理組	大地組	壩工一組	壩工二組	檢測組	路工組	結構組	水利防災組	水土保持組	景觀組	事務部	品管部	工務部
-----	------	------	-----	------	-----	------	-------	-----	------	------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----

主旨：備查所送「山腳排水上游延伸段治理工程（南0K+000-南1K+809）委託測量、設計及施工諮詢技術服務計畫」地形測量計畫書及地質鑽探調查分析工作計畫書，請查照。

說明：

- 一、復貴公司106年1月24日黎水字第1061900065號函。
- 二、隨函檢還地形測量計畫書及地質鑽探調查分析工作計畫書各1份。

正本：黎明工程顧問股份有限公司

副本：

局長 楊人傑

10602264



檔 號：
保存年限：

臺中市政府水利局 函

地址：42007臺中市豐原區陽明街36號
承辦人：李東桓
電話：04-22289111#53113
電子信箱：kyo6503@taichung.gov.tw

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國106年3月1日
發文字號：中市水工字第1060012607號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如主旨(1060012607_Attach01.pdf)

河海組	水工一組	水工二組	機電組	下水道組	環工組	水資源組	監控管理組	大地組	壩工一組	壩工二組	檢測組	路工組	結構組	水利防災組	水土保持組	景觀組	事務部	品管部	工務部
-----	------	------	-----	------	-----	------	-------	-----	------	------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----

主旨：檢送本局106年2月20日「山腳排水上游延伸段(南山截水溝)治理工程-(南0K+000~南1K+809段)」範圍內疑似遺址及老樹協調會議紀錄1份，請查照。

說明：依據本局106年2月14日中市水工字第1060010530號開會通知單續辦。

正本：經濟部水利署第三河川局、臺中市文化資產處、臺中市政府農業局、黎明工程顧問股份有限公司、經緯航太科技股份有限公司、本局坡地管理科
副本：本局水利工程科

2017-03-01
10:07:46
文
章

10603146



山腳排水上游延伸段(南山截水溝)治理工程-

(南 0K+000~南 1K+809 段)」範圍內疑似遺址及老樹協調會議

壹、會議時間：106 年 02 月 20 日(星期一) 上午 09 時 30 分

貳、會議地點：陽明市政大樓 6-2 會議室

參、主持人：馬副局長名謙

記錄：李東桓

肆、主席致詞：

伍、業務單位報告：

陸、討論議題：

一、有關本工程影響範圍內有疑似老樹，提請討論。

決議：請三河局針對山腳段 163-26 地號(南勢溪旁)之老榕樹提出評估方案後再行研商。

二、有關本工程位於本市普查在案之疑似遺址「南勢坑Ⅱ遺址」範圍內，提請討論。

決議：

1、請水利局儘速辦理遺址價值評估，以利後續工程之進行。

2、請文化資產處提供考古團隊名冊，供水利局辦理遺址價值評估相關事宜。

3、相關辦理經費依「經濟部水利署辦理流域綜合治理計畫執行作業注意事項」規定比例分攤。

柒、臨時動議：

捌、散會。

臺中市政府水利局會議簽到表

會議名稱	召開「山腳排水上游延伸段(南山截水溝)治理工程-(南 0K+000~南 1K+809 段)」範圍內疑似遺址及老樹協調會議。			
日期	106 年 2 月 20 日 上午 9 時 30 分	地點	陽明市政大樓 6-2 會議室	
主持人	馬名謙	紀錄	李中興	
出席者		簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	職稱	備註
出席 單 位	經濟部水利署第三 河 川 局	葉志洲	課長	
		鍾聖光	正工	林志豪
	臺 中 市 文 化 資 產 處	思尉杰	課員	
	臺 中 市 政 府 農 業 局	張之珩	技士	
	經緯航太科技 股份有限公司	陳宏偉		
	黎明工程顧問股 份 有 限 公 司	黃偉倫		
	坡 地 管 理 科	葉柳青代	工程師	

	水利工程科			
		靳健尧		
		張學斌		
		黃育超		

保存年限：

傳 真： 04-23306310

工務部	品管部	事務部	景觀組	水土保持組	水利防災組	結構組	路工組	檢測組	壩工二組	壩工一組	大地組	監控管理組	水資源組	環工組	下水道組	機電組	水工二組	水工一組	河海組
-----	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	------	------	-----	-------	------	-----	------	-----	------	------	-----

2017-03-31 10:41:18

黎明工程顧問公司
106. 3. 31
總收文章

經濟部水利署第三河川局會勘案件紀錄表

編號：

案 由	「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」工程範圍內各管線單位會勘		
日 期	106 年 3 月 28 日	地 點	臺中市龍井區
案 件 來 源			
會勘單位及人員	臺中市政府：張榮斌、李東桓、黃兆偉 中華電信臺中營運處：鄭志武、李進雲 台灣電力股份有限公司台中區營業處：曾宣儒 台灣自來水股份有限公司第四區管理處沙鹿所：張祐育 臺灣佳光電訊股份有限公司：蔡篤信 第三河川局：鍾翼戎、李正楠 黎明工程顧問股份有限公司：黃偉倫、簡世宏		
實地情形（概述）	為「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」工程推動，故邀集工程範圍內各管線單位、臺中市政府及顧問公司等辦理本次會勘。		
與會單位會勘意見	中華電信臺中營運處： 一、未來管線若有經過橋梁，將優先採橋梁附掛方式。 二、沿水防道路部分，因涉及採地下管線或電桿方式，將再內部研議。 台灣電力股份有限公司台中區營業處： 一、未來管線若有經過橋梁，將優先採橋梁附掛方式。 二、沿水防道路部分，考量空間受限，建議採電桿方式。 台灣自來水股份有限公司第四區管理處沙鹿所： 將先彙整既有管線現況需求量，再研擬後續管遷配合事宜。 臺灣佳光電訊股份有限公司： 一、先前提提供之圖說未包含東西向既有線路，將會後提供。 二、未來管線若有經過橋梁，將優先採橋梁附掛方式。 本局： 為免彼此影響工進，建議後續作業以同步施工相互配合為原則。		

<p>結 論</p>	<p>一、本工程預計於 106 年 7 月起進場施工，請各管線單位預為辦理管遷相關先期作業，並提供後續期程。</p> <p>二、各管線單位提供之資料及意見請黎明工程顧問股份有限公司納入設計考量，後續並將設計初步成果提供管線單位參考。</p>
<p>備 註</p>	

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第三河川局 函

地址：臺中市霧峰區峰堤路191號
聯絡人：李正楠
聯絡電話：04-23317588 #259
電子信箱：wca03029@ms2.wra.gov.tw
傳 真： 04-23306310

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國106年3月31日
發文字號：水三工字第10650032880號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：

河海組	水工一組	水工二組	機電組	下水道組	環工組	水資源組	監控管理組	大地組	壩工一組	壩工二組	檢測組	路工組	結構組	水利防災組	水土保持組	景觀組	事務部	品管部	工務部
-----	------	------	-----	------	-----	------	-------	-----	------	------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----

附件：313201300G0000000_1061603128_1_241536495781.pdf、313201300G0000000_1061603128_2_241536495781.doc(1060102186_1_311619406381.pdf、1060102186_2_311619406381.doc)

主旨：原則認可所送「山腳排水上游延伸段治理工程（南0K+000-南1K+809）」基本設計原則，請依契約規定辦理後續事宜，請查照。

說明：

- 一、依據經濟部水利署106年3月24日經水河字第10616031280號函辦理，暨復貴公司106年2月15日黎水字第1061900138號函。
- 二、隨函檢送水利署106年3月15日「山腳排水上游延伸段治理工程（南0K+000-南1K+809）」基本設計原則審查會議紀錄，與會委員及各單位審查意見，請納入後續基本設計及細部設計參考，並應列表說明回應及處理情形。

正本：黎明工程顧問股份有限公司

副本：2017-03-31
16:27:46

10605312



「山腳排水上游延伸段治理工程（南 0K+000-南 1K+809）」基本設計原則審查會議簽到簿

時 間		106 年 3 月 15 日 上午 9 時 20 分		地 點	本 署 5 樓 第 六 會 議 室		
主 持 人		張良平		紀 錄	陳煥昇		
出席人員	單	位	職	稱	簽	名備	註
	1	吳	憲	雄	委員		
	2	陳	義	平	委員	陳義平	
	3	施	進	村	委員		
	4	簡	俊	彥	委員	簡俊彥	
	5	土 木 技 師 公 會					
	6	水 利 技 師 公 會					
	7	臺 中 市 政 府			張崇斌		
	8			幫工	黃北修	施孟英	
	9	第 三 河 川 局			楊人傑	潘頌哲	可批12
	10				葉志剛	陳錦	李仁博
	11	本 署 主 計 室					
	12	工 程 事 務 組			陳毓傑		
	13	土 地 管 理 組			張正政		
	14	河 川 海 岸 組				余正政	
15				張雅輝	張盛波		

林景弘
吳虹邑

沈祥弘
陳錦

張可英
何永松

陳加榮

臺中市政府水利局 會議紀錄

壹、會議名稱：研商「山腳排水上游延伸段治理工程（南 0K+000-南 1K+809）」基本設計原則經濟部水利署審查意見

貳、會議時間：106 年 4 月 7 日（星期五）下午 2 時 0 分

參、會議地點：陽明市政大樓 6 樓 6-2 會議室

肆、主持人：馬副局長名謙

伍、記錄人：張榮斌

陸、出席單位及人員：（如附簽名冊）

柒、各單位意見：（略）

捌、討論議題：

議題一：新建橋梁位置及銜接界面

決議：

1. 新建橋梁兩側請建設局各預留 10m 護岸施作數量，以利銜接。
2. 南 0K+000 橋梁走向請更改為東西向配置。
3. 南 1K+794（北勢溪匯流處）請增設橋梁乙座。
4. 請水工科儘速辦理會勘評估南 0K+693 橋梁得否取消施設。
5. 向上路分水牆請建設局納入橋梁標發包。

議題二：公有地撥用及地上物拆遷

決議：

1. 南勢溪分流工建議配置範圍涉及公有地（南勢坑段南勢坑小段 457-9 地號），經查已納入治理計畫範圍，請水工科持續與使用人加強溝通。
2. 北勢溪分流工建議配置範圍涉及 8 筆公有地，經查均未納入治理計畫範圍，請水工科先行釐清背景資料（如向國產署承租與否）後再議。

議題三：土丘處理方式

決議：

1. 請坡管科續行研議旨揭工程（橋梁工程視為水利工程附屬設施）全案包裹申請免擬具水土保持計畫之可行性。

議題四：南勢坑溪排水規劃競合問題

決議：

1. 請水規科配合修正南勢坑排水二期工程佈設。

議題五：灌溉需求問題

決議：

1. 請水工科擇期再邀經濟部水利署中區水資源局召開會議另案研商灌溉水權問題。

議題六：山腳排水下游鐵路橋（5K+394）未改善前措施

決議：

1. 建請經濟部水利署第三河川局邀請交通部臺灣鐵路管理局參與平台會議，協助說明鐵路橋改建規劃期程。

議題七：非工程手段配合措施

決議：

1. 請防災科研提山腳排水及其上游延伸（南山截水溝）全段非工程措施布設計畫，俾利施工單位適時配合預留配置空間。

玖、臨時動議

拾、散會（下午 4 時 0 分）。

臺中市政府水利局會議簽到表【1/3】

會議名稱	「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」基本 設計原則經濟部水利署審查意見			
日期	106 年 04 月 07 日 下午 02:00	地點	陽明市政大樓 6-2 會議室	
主持人	馬副局長名謙 <i>馬名謙</i>	記錄	<i>張宇斌</i>	
出席者		簽名 (請以正楷書寫,以利辨識)	職稱	備註
出席單位	黎明 工程顧問股份有限公司	<i>張序文</i>		
		<i>石永祺</i>		
		<i>黃偉倫</i>		
	經緯航太科技 股份有限公司	<i>陳宏偉</i>		
	禹安工程顧問 股份有限公司	<i>簡文乙</i>		

臺中市政府水利局會議簽到表【2/3】

會議名稱		「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」基本 設計原則經濟部水利署審查意見			
日期		106 年 04 月 07 日 下午 02:00		日期 106 年 04 月 07 日 下午 02:00	
出席者		簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)		職稱	備註
出席單位	水利局第三河川局	潘祖哲			
		葉志剛			
		鍾聖成			
		李五柳			
	臺中市政府建設局	黃一峰		正工	
		林呈諒		第工	
		蔣宇南		約用	
	臺中市政府水利局 水利養護工程科				
	臺中市政府水利局 大地工程科				

臺中市政府水利局會議簽到表【3/3】

會議名稱		「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」基本 設計原則經濟部水利署審查意見		
日期		106 年 04 月 07 日 下午 02:00	日期	106 年 04 月 07 日 下午 02:00
出席者		簽名 (請以正楷書寫,以利辨識)	職稱	備註
出席單位	臺中市政府水利局 坡地管理科	張文瑄		
	臺中市政府水利局 水利規劃科	陳柏任		
	臺中市政府水利局 防災工程科	林銘洪		
	臺中市政府水利局 水利工程科	柯和川		
		李中桓		

檔 號：

保存年限：

臺中市政府水利局 函

地址：42007臺中市豐原區陽明街36號

承辦人：李東桓

電話：04-22289111#53113

電子信箱：kyo6503@taichung.gov.tw

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國106年4月26日

發文字號：中市水工字第1060030555號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(1060030555_Attach01.docx、1060030555_Attach02.pdf)

河海組	水工一組	水工二組	機電組	下水道組	環工組	水資源組	監測維護組	人地組	橋上二組	橋上二組	檢測組	路工組	結構組	水利防災組	水上保持組	景觀組	事務部	品管部	工務部
-----	------	------	-----	------	-----	------	-------	-----	------	------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----

主旨：檢送「山腳排水上游延伸段治理工程(南0K+000~南1K+809段)」用地公有地撥用研商會議紀錄1份，請查照。

說明：依據本局106年4月18日中市水工字第1060028520號開會通知單續辦。

正本：財政部國有財產署中區分署、經濟部水利署第三河川局、臺中市政府都市發展局、黎明工程顧問股份有限公司、本局水利規劃科

副本：臺中市政府水利局

2017-04-26
15:29:01

10606832



山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000~南 1K+809 段)

用地公有地撥用研商會議

壹、會議時間：106 年 4 月 25 日(星期二) 上午 10 時 00 分

貳、會議地點：陽明市政大樓 6-1 會議室

參、主持人：馬副局長名謙

記錄：李東桓

肆、主席致詞：

伍、業務單位報告：

陸、討論議題：

- 一、為辦理山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000~南 1K+809 段)，擬需撥用沙鹿區慶安段 944 地號等 9 筆土地(非水利用地)，惟依國有財產法第 38 條略以：「…不合區域計畫或都市計畫土地使用分區規定者不得辦理不用」，提起討論。

說明：

1. 本案都內(水利用地)私有土地業於 105 年 11 月 16 號經內政部准予徵收，公有土地俟地至事務所完成未登入地暫編地號後續辦撥用事宜。
2. 旨揭工程由第三河川局執行，其委託設計公司(黎明)提出問題如下：
 - i. 南勢溪出流工用地範圍較上游渠道窄，恐成為通洪瓶頸，需撥用南勢坑段南勢坑小段 457-9 地號土地(保護區)。
 - ii. 現況北勢溪流入線型不佳，恐造成會流處水為抬高，

增加分流困難，需撥用慶安段 944、946-3、947、1185、1185-1、1187-1 地號、福至段 803、803-2 地號土地（零星工業區）。

決議：

1. 請水利局(水工科)函請沙鹿區公所協助查明慶安段 944 地號等 9 筆土地之使用分區。
2. 請水利局(水規科)將北勢溪及山腳排水上游延伸段(南山截水溝)匯流口之公有土地一併劃入治理計畫線內後，辦理都市計畫變更。
3. 請都發局協助核發保護區無妨礙都市計畫供水利局(水工科)向國有財產署辦理公有地撥用事宜。

臺中市政府水利局會議簽到表

會議名稱	山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000~南 1K+809 段) 用地公有地撥用研商會議		
日期	106 年 4 月 25 日 上午 10 時 0 分	地點	陽明市政大樓 6-1 會議室
主持人	李名謙	紀錄	李名謙
出席者		簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	職稱
出席單位	經濟部水利署第三河川局	劉素青	
	財政部國有財產署中區分署	劉素青	視察
			23025353 -1557
	臺中市政府都市發展局	周光昇	股長
	黎明工程顧問股份有限公司	張序光	
		石永祺	
	臺中市政府水利局水利規劃科	陳柏任	
		高子玄	
	臺中市政府水利局水利工程科	柯玉川	

保存年限：

傳 真： 04-23306310

工務部	品管部	事務部	景觀組	水土保持組	水利防災組	結構組	路工組	檢測組	壩工二組	壩工一組	大地組	監控管理組	水資源組	環工組	下水道組	機電組	水工二組	水工一組	河海組
-----	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----	------	------	-----	-------	------	-----	------	-----	------	------	-----

2017-06-05 15:03:57

黎明工程顧問公司
106. 6. 05
總收文章

「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」

基本設計報告審查會議出席人員簽名冊(1/3)

主辦單位：經濟部水利署第三河川局

時 間	106 年 5 月 24 日 下午 2 時 0 分	地 點	本局 3F 水情中心
主持人	信 人 傑	記 錄	李 乙 穎
出 席 人 員			
機 關 (單 位)	職 稱	簽 名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備 註
1	蔡奇成	委員	蔡奇成
2	吳憲雄	委員	吳憲雄
3	陳義平	委員	陳義平
4	簡俊彥	委員	
5	陳世榮	委員	
6	林連山	委員	
7	施進村	委員	
8	林榮紹	委員	林榮紹
9	顏宏哲	委員	顏宏哲
10	臺灣省土木 技師公會	委員	張智翔
11	社團法人台灣省 水利技師公會	委員	賴桂文

「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」

基本設計報告審查會議出席人員簽名冊(2/3)

出		席		人		員
機 關 (單 位)		職 稱	簽 名	(請 以 正 楷 書 寫 , 以 利 辨 識)		備 註
12	經濟部水利署					
13		副工	胡智凱			
14	水利規劃試驗所		陳有志			
15						
16	臺中市政府		張學斌			
17		副工	胡智凱			
18	臺中市政府建設局		蔡宇南			
19						
20	臺中市龍井區公所					
21	臺中市沙鹿區公所					
22	臺灣臺中農田水利會	沙鹿工作站	林國昌	0933-507712		
23		大肚工作站	蘇慶幸	0911127561		
24	中華電信臺中營運處					
25	台灣電力股份有限公司台中區營業處	設計員	蔡榮吉	0923735828		
26	台灣自來水股份有限公司第四區管理處沙鹿營運所	股長	林鴻榮	0933178687		
27	臺灣佳光電訊股份有限公司					

「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」

基本設計報告審查會議出席人員簽名冊(3/3)

出席人員				
機關 (單位)	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備註	
28	本局副局長室	副局長	潘複哲	
29	本局規劃課			
30				
31	本局資產課			
32				
33	本局工務課	課長	葉志剛	
34		正工	鍾聖戎	
35			陳偉全	
36				
37				
38	黎明工程顧問股份有限公司	協理	張孝武	
39		組長	石永祖	
40			黃偉倫	
41			陳世安	
42			何世安	
43				
44				

檔 號：

保存年限：

經濟部水利署第三河川局 函

地址：臺中市霧峰區峰堤路191號

聯絡人：李正楠

聯絡電話：04-23317588 #259

電子信箱：wca03029@ms2.wra.gov.tw

傳 真： 04-23306310

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國106年7月25日

發文字號：水三工字第10601048180號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：簽名冊.pdf、0712會議紀錄.doc(1060104818_1_251052288421.doc、1060104818_2_251052288421.pdf)

主旨：檢送(陳)本局106年7月12日召開之「山腳排水上游延伸段
治理工程(南0K+000-南1K+809)」分流方案討論會議紀錄1
份，請查照(鑒核)。

正本：蔡委員奇成、吳委員憲雄、陳委員義平、簡委員俊彥、經濟部水利署、經濟部水利署水利規劃試驗所、臺中市政府、黎明工程顧問股份有限公司

副本： 

「山腳排水上游延伸段治理工程(南 0K+000-南 1K+809)」分流方案

討論會議出席人員簽名冊

主辦單位：經濟部水利署第三河川局

時 間	106 年 7 月 12 日 下午 2 時 0 分	地 點	本局 5F 第三會議室
主持人	楊 人 傑	記 錄	李 乙 楠
出 席 人 員			
機 關 (單 位)	職 稱	簽 名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備 註
1	蔡奇成	委員	蔡奇成
2	吳憲雄	委員	請假
3	陳義平	委員	陳義平
4	簡俊彥	委員	簡俊彥
5	經濟部水利署		胡智凱 張登波
6	水利規劃試驗所		陳有正
7	臺中市政府		方子玄
8			江基岡
9	本局副局長室	副局長	潘禎哲
10	本局規劃課		張國明, 李穎
11	本局資產課		
12	本局工務課		鍾聖戎 陳健
13	黎明		張芳志
14			陳坤逸 黃信倫
15			林志豪

附錄三

設計計算書

- 1.格框護岸結構分析
- 2.直立式 RC 護岸(懸伸版)
- 3.直立式 RC 護岸
- 4.分水牆結構分析
- 5.側溝水理分析
- 6 擋土支撐 21m(四層)
- 7 擋土支撐 18m(三層)
- 8.渡槽梁結構分析