

105 年典寶溪及宜蘭河防災監測及模式測試
基地觀測

Monitoring in the Yilan River and Dianbo River Experimental
Watershed in 2016

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

執行單位：財團法人國家實驗研究院

台灣颱風洪水研究中心

計畫主持人：柳文成

目錄

表目錄.....	表-1
圖目錄.....	圖-1
摘要.....	摘-1
Abstract.....	A-1
結論與建議.....	結-1
第一章 計畫目的及工作範圍	1-1
一、緣起及目的.....	1-1
二、前期計畫成果.....	1-1
三、前期計畫測站檢討及後續工作建議	1-3
第二章 測試基地測站布設檢討與調整	2-1
一、測試基地流域說明.....	2-1
二、測站調整檢討與建議.....	2-8
三、觀測計畫長期執行方案研擬	2-22
四、劉厝排水水文觀測.....	2-34
第三章 資料觀測與調查	3-1
一、水文地文資料調查蒐集.....	3-1
二、水工結構物相關資料調查.....	3-3
三、現場流量觀測.....	3-12
四、淹水觀測分析.....	3-34
五、梅姬颱風典寶溪排水監測資料彙整	3-40
六、流量推估模擬結果比較與可信度討論	3-56
七、平均流速與表面流速比值檢討：以五里林橋為例	3-66

第四章 觀測資料檢核與分析	4-1
一、觀測資料檢核.....	4-1
二、品管作業設計.....	4-17
三、表面流速檢核.....	4-21
四、全洪程流量推估.....	4-26
五、水位流量率定曲線建立.....	4-44
第五章 水文水理模式檢定驗證	5-1
一、方法說明及前期計畫成果彙整	5-1
二、宜蘭河流域.....	5-11
三、典寶溪排水集水區.....	5-43
四、資料展示平台之資料更新與提供	5-73
第六章 測試基地資料展示平台推廣	6-1
一、資料展示平台建置.....	6-1
二、資料展示平台後續維運規劃	6-18
參考文獻.....	參-1
附錄一 外業量測計畫書	附 1-1
附錄二 測試基地水文監測資料介接申請單	附 2-1
附錄三 水文測監測站座標	附 3-1
附錄四 資料品管手冊	附 4-1
附錄五 測試基地測站分布	附 5-1

表目錄

表 1-1 前期計畫執行成果	1-3
表 2-1 測試基地建置前後測站數量	2-1
表 2-2 宜蘭河流域內水文監測站數量	2-3
表 2-3 典寶溪排水集水區內水文監測站數量	2-6
表 2-4 測試基地內建議調整與新增測站彙整	2-22
表 2-5 觀測計畫長期執行方案第一年工作項目	2-28
表 2-6 觀測計畫長期執行方案第二年工作項目	2-29
表 2-7 觀測計畫長期執行方案第三年工作項目	2-30
表 2-8 觀測計畫長期執行方案第四年工作項目	2-31
表 2-9 觀測計畫長期執行方案第五年工作項目	2-32
表 2-10 觀測計畫長期執行方案工作亮點	2-33
表 2-11 劉厝排水集水區各測站坐標與儀器	2-38
表 3-1 水文監測資料與地文資料蒐集項目	3-2
表 3-2 宜蘭河流域抽水站列表	3-4
表 3-3 典寶溪排水集水區抽水站列表	3-3
表 3-4 宜蘭河流域抽水站抽水機資訊	3-4
表 3-5 測試基地重要閘門彙整	3-5
表 3-6 2016 年流量觀測場次彙整	3-17
表 3-7 ADCP 流量觀測資料累積佔有率彙整	3-31
表 3-8 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間雨量監測資料彙整	3-44
表 3-9 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間水位監測資料彙整	3-45
表 3-10 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間流量推估資料彙整	3-48
表 3-11 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間淹水監測資料彙整	3-52
表 3-12 典寶溪排水滯洪池水位監測資料彙整	3-55

表 3-13 歷次颱風事件於五里林橋最大推估流量及對應水位與表面流速	3-60
表 3-14 五里林橋於梅姬颱風時觀測與模擬最大流量與對應水位及表面流速	3-61
表 3-15 測站測得最大表面流速與河道坡度	3-61
表 3-16 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間最高水位觀測與模擬比較....	
.....	3-64
表 3-17 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間最高水位觀測與模擬比較....	
.....	3-70
表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(一)	4-2
表 4-2 各水位站及淹水測站之歷史瞬時最高水位(一)	4-11
表 4-3 2016 年調整與新增水位站自動品管成果	4-17
表 4-4 2016 年新增水位站歷史瞬時最高水位	4-17
表 4-5 儀器量測範圍	4-19
表 4-6 宜蘭河流域各流速站於颱風事件下表面流速檢核標準水位.....	
.....	4-25
表 4-7 典寶溪排水集水區各流速站於颱風事件下表面流速檢核標準水位	4-26
表 4-8 各測站平均-表面流速比值 α	4-29
表 4-9 員山大橋與中山(西門)橋全洪程尖峰流量彙整	4-43
表 4-10 水位流量率定曲線分類結果表(許盈松等人，2006)	4-50
表 4-11 宜蘭河流量率定曲線公式建立表-員山大橋及中山(西門)橋....	
.....	4-57
表 5-1 2015 年(民國 104 年)度各模式採用之模擬案例彙整	5-4
表 5-2 2015 年(民國 104 年)度宜蘭河流域 HEC-HMS 模擬案例彙整	5-5

表 5-3 2015 年(民國 104 年)度宜蘭河流域 HEC-RAS 模擬案例彙整..	5-5
.....	
表 5-4 2015 年(民國 104 年)度宜蘭河流域 SOBEK 模擬案例彙整..	5-5
表 5-5 2015 年(民國 104 年)度典寶溪排水 HEC-HMS 模擬案例彙整..	5-7
.....	
表 5-6 2015 年(民國 104 年)度典寶溪排水 HEC-RAS 模擬案例彙整...	5-7
.....	
表 5-7 2015 年(民國 104 年)度典寶溪排水 SOBEK 模擬案例彙整..	5-8
表 5-8 宜蘭河各子集水區地文特性.....	5-12
表 5-9 宜蘭河各子集水區之徐昇氏多邊形法雨量站權重.....	5-13
表 5-10 HEC-HMS 模擬方法.....	5-14
表 5-11 宜蘭河渠道單元相關參數.....	5-14
表 5-12 宜蘭河各子集水區水文單元參數值(蘇迪勒颱風).....	5-16
表 5-13 宜蘭河 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風).....	5-17
表 5-14 宜蘭河各子集水區水文單元參數值(杜鵑颱風).....	5-18
表 5-15 宜蘭河 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(杜鵑颱風).....	5-19
表 5-16 宜蘭河流域曼寧粗糙係數設定(蘇迪勒颱風).....	5-23
表 5-17 宜蘭河 HEC-RAS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風).....	5-24
表 5-18 宜蘭河流域曼寧粗糙係數設定(杜鵑颱風).....	5-25
表 5-19 宜蘭河 HEC-RAS 模擬結果分析誤差(杜鵑颱風).....	5-27
表 5-20 宜蘭河集水分區地文因子表(一).....	5-28
表 5-21 SOBEK 模式建置所需檔案與轉換方法、對應檔案表.....	5-33
表 5-22 宜蘭河流域物件數量統計表.....	5-33
表 5-23 宜蘭河流域監測站最大淹水深度比較表—蘇迪勒颱風.....	5-36
表 5-24 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風).....	5-37
表 5-25 宜蘭河流域監測站最大淹水深度比較表—杜鵑颱風.....	5-40

表 5-26 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(杜鵑颱風)	5-42
表 5-27 典寶溪各子集水區地文特性	5-44
表 5-28 典寶溪排水各子集水區之徐昇氏多邊形法雨量站權重	5-45
表 5-29 典寶溪渠道單元相關參數	5-45
表 5-30 典寶溪各子集水區水文單元參數值(蘇迪勒颱風)	5-47
表 5-31 典寶溪 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)	5-48
表 5-32 典寶溪各子集水區水文單元參數值(梅姬颱風)	5-50
表 5-33 典寶溪 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(梅姬颱風)	5-51
表 5-34 典寶溪排水曼寧粗糙係數設定(蘇迪勒颱風)	5-54
表 5-35 典寶溪 HEC-RAS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)	5-54
表 5-36 物件數量統計表	5-57
表 5-37 水工構造物-抽水站資料表	5-57
表 5-38 水工構造物-滯洪池資料表	5-57
表 5-39 典寶溪集水分區地文因子表(一)	5-58
表 5-40 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)	5-63
表 5-41 典寶溪排水監測站最大淹水深度比較表—梅姬颱風	5-66
表 5-42 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(梅姬颱風)	5-68
表 5-43 資料展示平台中水文與地文資料整理	5-74
表 5-44 試基地數值地形資料整理	5-74
表 5-45 宜蘭河斷面資料彙整	5-75
表 5-46 典寶溪排水斷面資料彙整	5-75
表 5-47 水文監測資料中颱風事件整理	5-76
表 5-48 資料展示平台中水文水理模式模擬成果	5-77
表 6-1 水文監測資料格式說明	6-18
表 6-2 資料展示平台資料更新頻率	6-19

圖目錄

圖 2-1 宜蘭河流域與典寶溪排水集水區位置圖	2-2
圖 2-2 宜蘭河流域水文監測站分布圖	2-3
圖 2-3 宜蘭河流域新增測站：噶瑪蘭橋蘭陽溪段	2-4
圖 2-4 宜蘭河流域新增測站：美福防潮閘門上游側	2-4
圖 2-5 噶瑪蘭橋(台 2 線)橫跨宜蘭河與蘭陽溪	2-5
圖 2-6 典寶溪排水集水區水文監測站分布圖	2-6
圖 2-7 典寶溪排水集水區 A 及 B 區滯洪池水位監測點安裝位置 ...	2-7
圖 2-8 典寶溪排水集水區新增測站：蚵仔寮潮位站	2-7
圖 2-9 測站檢討與建議流程圖與檢討項目	2-9
圖 2-10 宜蘭河流域建議雨量站增設位置：小礁溪站	2-9
圖 2-11 典寶溪排水集水區建議雨量站增設位置：新鳳雄站	2-10
圖 2-12 宜蘭河流域美福防潮閘門與舊港排水閘門位置圖	2-11
圖 2-13 宜蘭河流域美福防潮閘門現場情況	2-11
圖 2-14 宜蘭河流域舊港排水閘門現場情況	2-11
圖 2-15 典寶溪排水集水區內大遼排水寶公橋與白米橋位置圖	2-12
圖 2-16 大遼排水寶公橋現場情況	2-13
圖 2-17 大遼排水白米橋現場情況	2-13
圖 2-18 A 區滯洪池排水閘門現場情況	2-13
圖 2-19 B 區滯洪池排水閘門現場情況	2-14
圖 2-20 典寶溪排水集水區白米橋水位計及表面流速計	2-14
圖 2-21 典寶溪排水集水區寶公橋水位計及表面流速計	2-14
圖 2-22 宜蘭河流域內現有淹水監測站	2-16
圖 2-23 宜蘭河流域內建議新設淹水監測站	2-17
圖 2-24 典寶溪排水集水區現有淹水監測站	2-17

圖 2-25 典寶溪排水集水區內建議新設淹水監測站	2-18
圖 2-26 2013 年康芮颱風期間宜蘭河流域內果菜市場道路淹水情況(果 菜市場站)	2-18
圖 2-27 2013 年康芮颱風期間典寶溪排水集水區五林社區公厝北路道 路淹水情況(公厝北路站).....	2-19
圖 2-28 2016 年莫蘭蒂颱風期間典寶溪大遼排水國軒路 61 巷寶公橋 南側淹水情況(國軒路 61 巷北).....	2-20
圖 2-29 2016 年梅姬颱風期間典寶溪大遼排水國軒路 61 巷寶公橋南 側淹水情況(國軒路 61 巷北).....	2-20
圖 2-30 2016 年梅姬颱風期間典寶溪大遼排水國軒路 61 巷寶公橋北 側淹水情況(國軒路 61 巷北).....	2-21
圖 2-31 2016 年梅姬颱風期間典寶溪白米里白米路 266 巷附近淹水情 況(白米里).....	2-21
圖 2-32 現有測試基地特色與短長期發展方向	2-23
圖 2-33 水文水理模式所需參數與對應基本資料	2-24
圖 2-34 測試基地各階段執行計畫與工作重點	2-27
圖 2-35 劉厝排水集水區範圍及測站分佈	2-37
圖 2-36 劉厝排水集水區測站 L1 現場狀況.....	2-38
圖 2-37 劉厝排水集水區測站 L2 現場狀況.....	2-38
圖 2-38 劉厝排水集水區測站 L3 現場狀況.....	2-39
圖 2-39 劉厝排水集水區測站 L8 現場狀況.....	2-39
圖 2-40 劉厝排水集水區測站 L4 現場狀況.....	2-39
圖 2-41 劉厝排水集水區測站 L5 現場狀況.....	2-40
圖 2-42 劉厝排水集水區測站 L6 現場狀況.....	2-40
圖 2-43 劉厝排水集水區測站 L7 現場狀況.....	2-40

圖 2-44 劉厝排水集水區測站 L9 現場狀況.....	2-41
圖 2-45 劉厝排水集水區測站 L10 現場狀況	2-41
圖 2-46 劉厝排水集水區測站 L11 現場狀況	2-41
圖 3-1 宜蘭河流域抽水站與閘門位置	3-6
圖 3-2 典寶溪排水集水區抽水站與閘門位置	3-7
圖 3-3 宜蘭河流域梅洲抽水站	3-8
圖 3-4 宜蘭河流域新南抽水站	3-8
圖 3-5 宜蘭河流域新生抽水站	3-8
圖 3-6 宜蘭河流域力行抽水站	3-9
圖 3-7 宜蘭河流域金六結抽水站	3-9
圖 3-8 宜蘭河流域文昌抽水站	3-9
圖 3-9 宜蘭河流域宜東抽水站	3-10
圖 3-10 宜蘭河流域新興抽水站(興建中)	3-10
圖 3-11 典寶溪排水集水區劉厝里抽水站	3-10
圖 3-12 典寶溪排水集水區嘉展抽水站	3-11
圖 3-13 典寶溪排水集水區海成抽水站	3-11
圖 3-14 典寶溪排水集水區典寶抽水站	3-11
圖 3-15 典寶溪排水集水區潭子底溝移動抽水站	3-12
圖 3-16 宜蘭河流域流量觀測位置	3-13
圖 3-17 典寶溪排水集水區流量觀測位置	3-13
圖 3-18 觀測作業出勤原則流程	3-14
圖 3-19 現場流量觀測作業人員分配與觀測區域出勤分工	3-15
圖 3-20 RIVERSURVEYOR M9 外觀	3-15
圖 3-21 RIVERSURVEYOR M9 量測原理示意圖 (WMO BULLETIN,57(3), 2008).....	3-16

圖 3-22 RIVERSURVEYOR M9 操作實際狀況：兩岸互拉	3-16
圖 3-23 RIVERSURVEYOR M9 操作實際狀況：橋面下游側拖曳	3-17
圖 3-24 梅雨期間 6/14 燕鳳橋站流量觀測情況.....	3-18
圖 3-25 深水國小站降雨歷線與燕鳳橋水位歷線：梅雨.....	3-18
圖 3-26 觀測期間燕鳳橋水位歷線與觀測流量：梅雨.....	3-19
圖 3-27 尼伯特颱風路徑圖	3-20
圖 3-28 尼伯特颱風期間 7/8 東津橋站流量觀測情況.....	3-20
圖 3-29 尼伯特颱風期間五里林橋站流量觀測情況.....	3-20
圖 3-30 深水國小站降雨歷線與五里林橋水位歷線：尼伯特颱風.	3-21
圖 3-31 觀測期間五里林橋水位歷線與觀測流量：尼伯特颱風.....	3-21
圖 3-32 莫蘭蒂颱風路徑圖	3-22
圖 3-33 莫蘭蒂颱風期間 9/15 五里林橋站流量觀測情況.....	3-23
圖 3-34 莫蘭蒂颱風期間 9/15 寶公橋站流量觀測情況.....	3-23
圖 3-35 深水國小站降雨歷線與燕鳳橋水位歷線：莫蘭蒂颱風.....	3-24
圖 3-36 觀測期間燕鳳橋水位歷線與觀測流量：莫蘭蒂颱風.....	3-24
圖 3-37 深水國小站降雨歷線與五里林橋水位歷線：莫蘭蒂颱風.	3-25
圖 3-38 觀測期間五里林橋水位歷線與觀測流量：莫蘭蒂颱風.....	3-25
圖 3-39 深水國小站降雨歷線與寶公橋水位歷線：莫蘭蒂颱風.....	3-25
圖 3-40 觀測期間寶公橋水位歷線與觀測流量：莫蘭蒂颱風.....	3-26
圖 3-41 梅姬颱風路徑圖	3-27
圖 3-42 梅姬颱風期間 9/27 東津橋站流量觀測情況.....	3-27
圖 3-43 梅姬颱風期間 9/28 中山(西門)橋站流量觀測情況	3-28
圖 3-44 梅姬颱風期間 9/28 寶公橋站流量觀測情況.....	3-28
圖 3-45 壯圍站降雨歷線與東津橋水位歷線：梅姬颱風.....	3-28
圖 3-46 觀測期間東津橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風.....	3-29

圖 3-47 龍潭國小站降雨歷線與中山(西門)橋水位歷線：梅姬颱風	3-29
圖 3-48 觀測期間中山(西門)橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風	3-29
圖 3-49 深水國小站降雨歷線與寶公橋水位歷線：梅姬颱風	3-30
圖 3-50 觀測期間寶公橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風	3-30
圖 3-51 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：宜蘭河中山(西門)橋	3-32
圖 3-52 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：宜蘭河員山大橋	3-32
圖 3-53 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：宜蘭河美福大排東津橋	3-32
圖 3-54 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：典寶溪五里林橋	3-33
圖 3-55 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：典寶溪燕鳳橋	3-33
圖 3-56 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：典寶溪大遼排水寶公橋	3-33
圖 3-57 宜蘭河流域淹水監測站分佈	3-34
圖 3-58 宜蘭河流域發生淹水之監測站分佈	3-35
圖 3-59 宜蘭河美福大排集水區發生淹水之監測站分佈及次數	3-35
圖 3-60 美福大排右岸(南岸)區域淹水歷程：蘇拉颱風	3-36
圖 3-61 美福大排區域淹水時間與動態歷程：蘇拉颱風	3-36
圖 3-62 美福大排右岸(南岸)區域淹水歷程：蘇迪勒颱風	3-37
圖 3-63 美福大排左岸(北岸)區域淹水歷程：蘇迪勒颱風	3-37
圖 3-64 美福大排區域淹水時間與動態歷程：蘇迪勒颱風	3-38
圖 3-65 美福大排集水區最大淹水深度位置改變	3-39
圖 3-66 美福大排集水區最長淹水時距位置改變	3-39
圖 3-67 美福大排集水區最早淹水位置改變	3-39

圖 3-68 A 區滯洪池高水位情況	3-40
圖 3-69 B 區滯洪池高水位情況.....	3-40
圖 3-70 大遼排水溢淹況情況	3-41
圖 3-71 大遼排水白米橋高水位情況	3-41
圖 3-72 大遼排水寶公橋高水位情況	3-41
圖 3-73 蚵寮國中雨量站降雨組體圖	3-42
圖 3-74 梓官雨量站降雨組體圖	3-42
圖 3-75 橋頭雨量站降雨組體圖	3-43
圖 3-76 安招國小雨量站降雨組體圖	3-43
圖 3-77 橫山國小雨量站降雨組體圖	3-43
圖 3-78 深水國小雨量站降雨組體圖	3-44
圖 3-79 典寶溪排水集水區水位站水位歷線圖	3-46
圖 3-80 燕鳳橋流量歷線圖	3-47
圖 3-81 五里林橋流量歷線圖	3-47
圖 3-82 寶公橋流量歷線圖	3-48
圖 3-83 典寶溪排水集水區即時淹水測站位置	3-49
圖 3-84 大舍南路(DRT3)水位歷線圖	3-49
圖 3-85 廟前巷(DRT2)水位歷線圖	3-50
圖 3-86 石潭路(DRT5)水位歷線圖	3-50
圖 3-87 鹽埔路(DRT4)水位歷線圖	3-50
圖 3-88 大舍南路(DRT3)淹水深度歷線圖	3-51
圖 3-89 廟前巷(DRT2)淹水深度歷線圖	3-51
圖 3-90 石潭路(DRT5)淹水深度歷線圖	3-51
圖 3-91 鹽埔路(DRT4)淹水深度歷線圖	3-52
圖 3-92 大舍南路(DRT3)測站情況	3-52

圖 3-93 典寶溪淹水排水集水區內測得淹水之測站(紅色圓點).....	3-53
圖 3-94 典寶溪 A 區滯洪池水位測站	3-54
圖 3-95 典寶溪 B 區滯洪池水位測站	3-55
圖 3-96 典寶溪滯洪池水位歷線	3-55
圖 3-97 推估與模擬流量差異討論流程	3-56
圖 3-98 推估流量與現場流量觀測比較：五里林橋，2016 尼伯特颱風	3-57
圖 3-99 推估流量與現場流量觀測比較：員山大橋，2015 蘇迪勒颱風	3-57
圖 3-100 推估流量與現場流量觀測比較：燕鳳橋，2016 梅雨.....	3-57
圖 3-101 推估流量與現場流量觀測比較：寶公橋，梅姬颱風.....	3-58
圖 3-102 五里林橋於 2015 蘇迪勒颱風流量推估與 HEC-HMS 模擬比 較	3-59
圖 3-103 五里林橋於 2015 蘇迪勒颱風流量推估與 SOBEK 模擬比較	3-59
圖 3-104 五里林橋於 2016 梅姬颱風流量推估與 SOBEK 模擬比較	3-61
圖 3-105 寶公橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較.....	3-62
圖 3-106 白米橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較.....	3-63
圖 3-107 五里林橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較.....	3-63
圖 3-108 鹽埔橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較.....	3-63
圖 3-109 長潤橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較.....	3-64
圖 3-110 大遼排水與典寶溪水位站最高水位及發生時間；括弧內表 示堤防高程	3-64
圖 3-111 大遼排水與典寶溪水位站於 2016/9/28 7.25 AM 時之水位； 括弧內表示堤防高程	3-65

圖 3-112 平均流速與表面流速比值建立：具截距線性迴歸.....	3-67
圖 3-113 平均流速與表面流速比值建立：不具截距線性迴歸.....	3-67
圖 3-114 平均流速與表面流速比值建立：不具截距二次多項式迴歸...	3-68
圖 3-115 梅姬颱風期間五里林橋全洪程流量推估：具截距線性迴歸..	3-68
圖 3-116 梅姬颱風期間五里林橋全洪程流量推估：不具截距線性迴 歸.....	3-69
圖 3-117 梅姬颱風期間五里林橋全洪程流量推估：不具截距二次多 項式迴歸.....	3-69
圖 4-1 系統自動產生之人工品管報表.....	4-15
圖 4-2 由系統檢出未通過連續性分析之人工品管報表內容.....	4-15
圖 4-3 由系統檢出未通合理性分析(缺測資料)之人工品管報表內容...	4-16
圖 4-4 異常資料情形：以美福路淹水測站為例.....	4-16
圖 4-5 測試基地監測資料品管流程.....	4-18
圖 4-6 龍潭國小雨量站報表圖示.....	4-19
圖 4-7 宜蘭河流域新城橋監測水位(2015/4/15-4/19).....	4-22
圖 4-8 宜蘭河流域新城橋監測表面流速(2015/4/15-4/19).....	4-22
圖 4-9 典寶溪排水集水區聖興橋監測水位(2015/4/14-4/18).....	4-22
圖 4-10 典寶溪排水集水區聖興橋監測表面流速(2015/4/14-4/18).....	4-22
圖 4-11 宜蘭河流域新城橋為乾床.....	4-23
圖 4-12 典寶溪排水集水區聖興橋水面平靜無波紋.....	4-23
圖 4-13 宜蘭河流域新城橋於蘇拉颱風期間測得表面流速及水位高程	4-23
圖 4-14 典寶溪排水集水區聖興橋於康芮颱風期間測得表面流速及水	

位高程	4-24
圖 4-15 表面流速監測資料檢核流程	4-25
圖 4-16 水位計、表面流速計及 ADCP 之布置	4-26
圖 4-17 表面流速推估流量流程	4-27
圖 4-18 平均-表面流速比值 α 推求：宜蘭河員山大橋	4-28
圖 4-19 平均-表面流速比值 α 推求：宜蘭河中山(西門)橋	4-28
圖 4-20 平均-表面流速比值 α 推求：典寶溪燕鳳橋	4-29
圖 4-21 平均-表面流速比值 α 推求：典寶溪五里林橋	4-29
圖 4-22 存有明顯雜訊原始表面流速資料：宜蘭河流域員山大橋(蘇力 颱風)	4-31
圖 4-23 表面流速資料處理與全洪程流量推求流程	4-32
圖 4-24 推估流量與觀測流量比較(員山大橋，蘇力颱風 2013)	4-32
圖 4-25 推估流量與觀測流量比較(員山大橋，蘇迪勒颱風 2015)	4-33
圖 4-26 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(蘇拉颱風 2012)	4-34
圖 4-27 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇拉颱風 2012)	4-34
.....	
圖 4-28 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(蘇力颱風 2013)	4-35
圖 4-29 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇力颱風 2013)	4-35
.....	
圖 4-30 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(麥德姆颱風 2014)	4-36
.....	
圖 4-31 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(麥德姆颱風 2014)	4-36
.....	
圖 4-32 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(鳳凰颱風 2014)	4-37
圖 4-33 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(鳳凰颱風 2014)	4-37
.....	

圖 4-34 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(蘇迪勒颱風 2015).	4-38
圖 4-35 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇迪勒颱風 2015)	4-38
圖 4-36 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(杜鵑颱風 2015).....	4-39
圖 4-37 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(杜鵑颱風 2015).....	4-39
圖 4-38 流量推估成果：典寶溪排水集水區燕鳳橋(蘇拉颱風 2012)....	4-40
圖 4-39 流量推估成果：典寶溪排水集水區五里林橋(蘇拉颱風 2012)	4-40
圖 4-40 流量推估成果：典寶溪排水集水區燕鳳橋(康芮颱風 2013)....	4-41
圖 4-41 流量推估成果：典寶溪排水集水區五里林橋(康芮颱風 2013)	4-41
圖 4-42 流量推估成果：典寶溪排水集水區燕鳳橋(蘇迪勒颱風 2015)	4-42
圖 4-43 流量推估成果:典寶溪排水集水區五里林橋(蘇迪勒颱風 2015)	4-42
圖 4-44 水位流量率定曲線型態	4-47
圖 4-45 淡水河三峽站-長期穩定型水位流量率定曲線(許盈松等, 2006)	4-48
圖 4-46 花蓮溪花蓮大橋站-年穩定型水位流量率定曲線(許盈松等, 2006)	4-48
圖 4-47 卑南溪新武呂站 1999 年-分段型水位流量率定曲線(許盈松等, 2006)	4-49
圖 4-48 八掌溪軍輝橋水位流量資料(許盈松等, 2006)	4-49
圖 4-49 員山大橋水位流量關係	4-53

圖 4-50 員山大橋 ADCP 流量觀測之水位範圍	4-53
圖 4-51 中山(西門)橋水位流量關係	4-54
圖 4-52 中山(西門)橋 ADCP 流量觀測之水位範圍	4-54
圖 4-53 燕鳳橋水位流量關係	4-55
圖 4-54 燕鳳橋 ADCP 流量觀測之水位範圍	4-55
圖 4-55 五里林橋水位流量關係	4-56
圖 4-56 五里林橋 ADCP 流量觀測之水位範圍	4-56
圖 4-57 員山大橋實測與推估流量比較	4-58
圖 4-58 中山(西門)橋實測與推估流量比較	4-59
圖 4-59 燕鳳橋實測與推估流量比較	4-59
圖 4-60 五里林橋實測與推估流量比較	4-60
圖 5-1 水文模式檢定之整體流程	5-2
圖 5-2 降雨逕流模式洪峰流量誤差百分比(EQ _P)回顧	5-3
圖 5-3 降雨逕流模式洪峰到達時刻誤差(ET _P)回顧	5-3
圖 5-4 降雨逕流模式效率係數(CE)回顧	5-4
圖 5-5 HEC-HMS 於宜蘭河流域蘇拉颱風模擬與觀測流量比較	5-5
圖 5-6 HEC-RAS 於宜蘭河流域蘇拉颱風期間模擬與觀測水位比較	5-6
圖 5-7 宜蘭河流域 SOBEK 蘇拉颱風二維淹水模擬結果	5-6
圖 5-8 SOBEK 於宜蘭河流域蘇拉颱風一維河道演算模擬與觀測水位 比較.....	5-7
圖 5-9 HEC-HMS 於典寶溪排水 0809 豪雨降雨逕流模擬與觀測流量 比較.....	5-8
圖 5-10 HEC-RAS 於典寶溪排水 0809 豪雨期間模擬與觀測水位比較	5-8
圖 5-11 典寶溪排水集水區 SOBEK 康芮颱風二維淹水模擬結果....	5-9

圖 5-12 SOBEK 於典寶溪排水康芮颱風一維河道演算模擬與觀測水位 比較.....	5-9
圖 5-13 HEC-HMS 宜蘭流域模式建立	5-11
圖 5-14 宜蘭河流域內徐昇式雨量站控制面積圖	5-13
圖 5-15 HEC-HMS 降雨逕流模式檢定效能指標	5-15
圖 5-16 HEC-HMS 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流 量比較(A)新城橋 (B)員山大橋 (C)中山(西門)橋.....	5-17
圖 5-17 HEC-HMS 於宜蘭河流域杜鵑颱風降雨逕流模擬與觀測流量 比較.....	5-19
圖 5-18 HEC-RAS 模式宜蘭河斷面位置建立	5-21
圖 5-19 HEC-RAS 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風洪水演算模擬與觀測水位	5-24
圖 5-20 HEC-RAS 於宜蘭河流域杜鵑颱風洪水演算模擬與觀測水位比 較.....	5-26
圖 5-21 宜蘭河集水分區	5-28
圖 5-22 宜蘭河流域地表粗糙度 KN 值分布圖	5-32
圖 5-23 宜蘭河流域淹水模型圖	5-33
圖 5-24 宜蘭河流域 SOBEK 蘇迪勒颱風二維淹水模擬結果.....	5-35
圖 5-25 SOBEK 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流量比 較.....	5-36
圖 5-26 SOBEK 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風一維河道演算模擬與觀測水 位比較 (A)中山橋 (B)宜興橋 (C)壯圍大橋	5-37
圖 5-27 宜蘭河流域 SOBEK 杜鵑颱風二維淹水模擬結果.....	5-39
圖 5-28 SOBEK 於宜蘭河流域杜鵑颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較	5-40
圖 5-29 SOBEK 於宜蘭河流域杜鵑颱風一維河道演算模擬與觀測水位	

比較.....	5-41
圖 5-30 HEC-HMS 典寶溪排水模式建立	5-43
圖 5-31 典寶溪排水集水區內徐昇式雨量站控制面積圖	5-44
圖 5-32 HEC-HMS 於典寶溪排水蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流 量比較	5-49
圖 5-33 HEC-HMS 於典寶溪排水梅姬颱風降雨逕流模擬與觀測流量 比較.....	5-51
圖 5-34 HEC-RAS 模式典寶溪斷面位置建立	5-53
圖 5-35 HEC-RAS 於典寶溪排水蘇迪勒颱風洪水演算模擬與觀測水位 比較.....	5-55
圖 5-36 典寶溪集水分區	5-56
圖 5-37 典寶溪流域地表粗糙度曼寧 N 值分布圖	5-57
圖 5-38 典寶溪流域淹水模型圖	5-57
圖 5-39 典寶溪排水蘇迪勒颱風 SOBEK 模擬與觀測流量比較—五里 林橋.....	5-62
圖 5-40 典寶溪排水 SOBEK 蘇迪勒颱風二維淹水模擬結果.....	5-63
圖 5-41 SOBEK 於典寶溪排水蘇迪勒颱風模擬與觀測水位比較...	5-64
圖 5-42 典寶溪排水 SOBEK 梅姬颱風二維淹水模擬結果	5-66
圖 5-43 典寶溪排水梅姬颱風 SOBEK 模擬與觀測流量比較.....	5-67
圖 5-44 SOBEK 於典寶溪排水主幹梅姬颱風模擬與觀測水位比較	5-69
圖 5-45 SOBEK 於典寶溪大遼排水梅姬颱風模擬與觀測水位比較	5-70
圖 5-46 資料展示平台中資料項目	5-73
圖 6-1 測試基地水文監測即時展示主網頁	6-1
圖 6-2 宜蘭河流域背景資料、排水系統與橋梁位置	6-2

圖 6-3 測試基地河川水位監測位置空間展示	6-2
圖 6-4 測試基地河川水位監測時間序列展示	6-3
圖 6-5 測試基地水文監測資料下載頁面	6-4
圖 6-6 測試基地逐月水文監測資料下載頁面	6-4
圖 6-7 測試基地颱風事件水文監測資料下載頁面	6-4
圖 6-8 測試基地水文監測資料下載種類	6-5
圖 6-9 試驗流域設置國家區域分布比例	6-6
圖 6-10 國際試驗流域特性分類及比例	6-6
圖 6-11 DRY CREEK EXPERIMENTAL WATERSHED 監測資料下載主頁面： 測站位置地圖	6-7
圖 6-12 DRY CREEK EXPERIMENTAL WATERSHED 監測資料下載類別與項 目	6-7
圖 6-13 測試基地水文監測資料下載：以年資料為下載單位	6-8
圖 6-14 測試基地資料展示平台架構	6-10
圖 6-15 測試基地資料展示平台功能選單安排	6-11
圖 6-16 測試基地資料展示平台：首頁及建置說明	6-12
圖 6-17 測試基地資料展示平台：流域介紹	6-12
圖 6-18 測試基地資料展示平台：流域測站統計	6-13
圖 6-19 測試基地資料展示平台：即時監測資料	6-13
圖 6-20 測試基地資料展示平台：監測資料歷線	6-14
圖 6-21 測試基地資料展示平台：觀測資料說明檔案下載	6-14
圖 6-22 測試基地資料展示平台：颱風事件觀測資料下載	6-15
圖 6-23 測試基地資料展示平台：逐月觀測資料下載	6-15
圖 6-24 測試基地資料展示平台：推估流量資料下載	6-16
圖 6-25 測試基地資料展示平台：地文資料下載	6-16

圖 6-26 測試基地資料展示平台：數值模擬與分析資料下載.....	6-17
圖 6-27 測試基地資料展示平台：相關發表文章下載.....	6-17
圖 6-28 測試基地資料展示平台資料使用回饋規劃.....	6-20
圖 6-29 典寶溪燕鳳橋於 2015 梅姬颱風期間遭受洪水夾帶漂流物衝擊 損壞.....	6-21
圖 6-30 測試基地即時資料介接申請流程.....	6-22

摘要

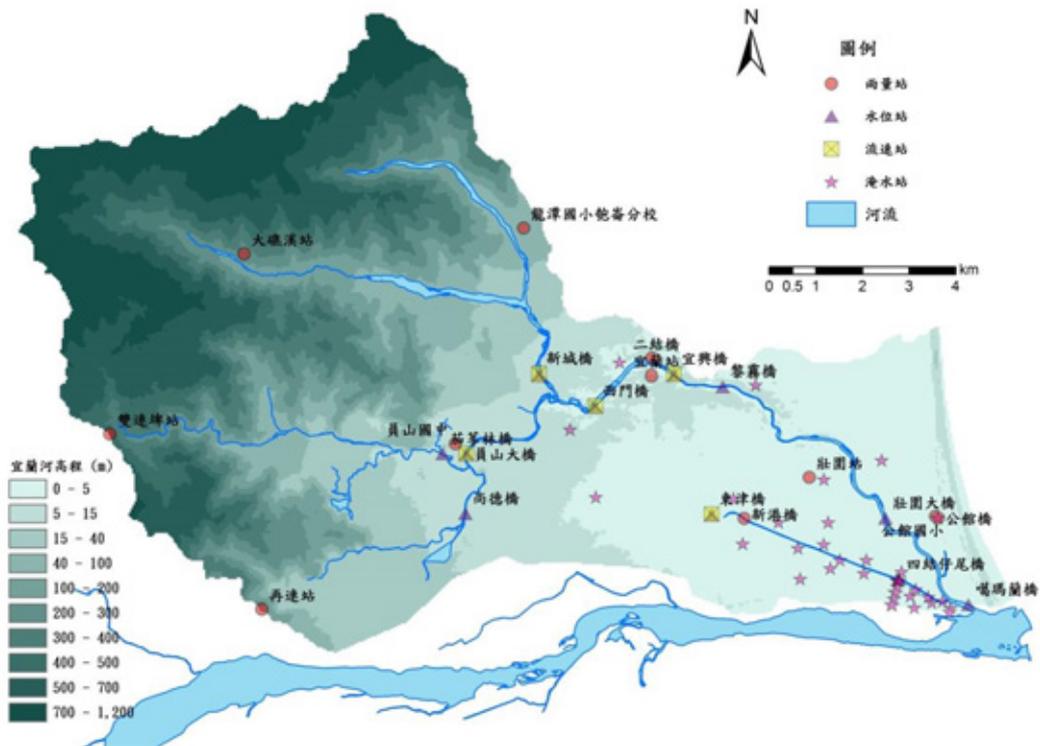
水文監測資料已有 4 年資料量，為能掌握測試基地河川流域與排水集水區特性變化，以及提供完整的觀測資料應用於本土化研究，將持續進行觀測計畫與資料蒐集調查，並整合至資料展示平台，提供長期性地文、水文資料供使用者進行水文水理模式檢定驗證及相關研究使用，且相關研究成果可回饋至資料展示平台，進一步建置各種水文水理模式於臺灣地區之適用參數資料庫，使平台利用更臻完善。

一、測試基地測站布設與建議

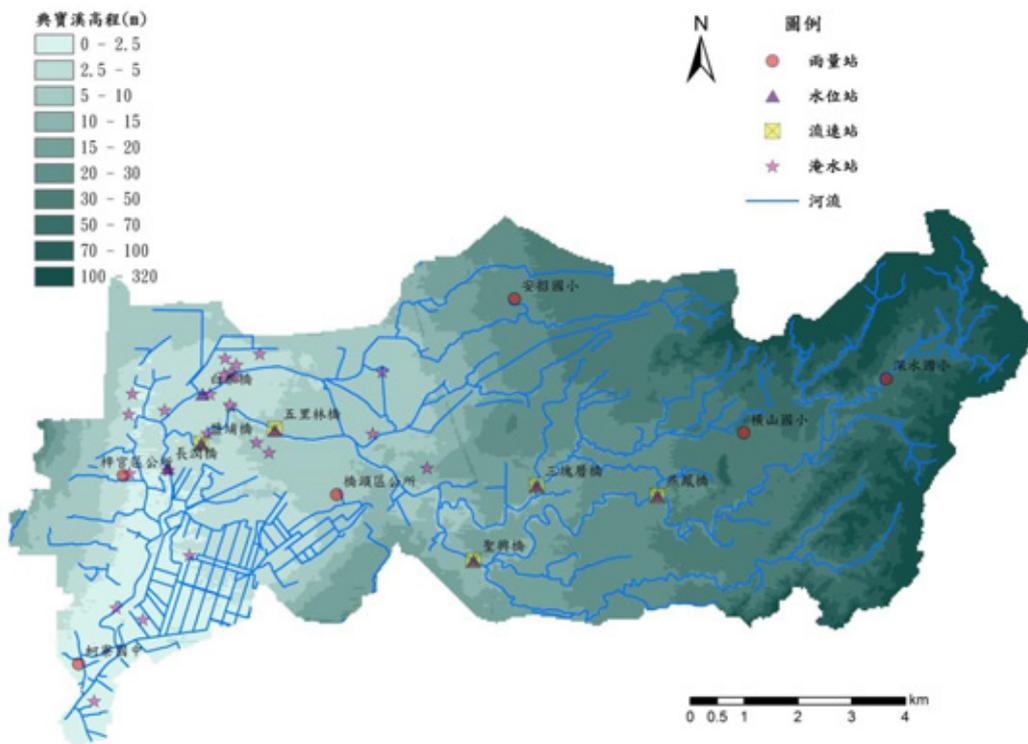
目前測試基地為宜蘭河流域與典寶溪排水集水區。測試基地內雨量、水位、流速及淹水監測站已於 2012 年(民國 101 年)7 月開始進行監測，使用儀器分別為傾斗式雨量計、雷達波水位計、微波雷達表面流速儀及壓力式水深計。測試基地建置前後之測站數量差異如摘表-1 所示。宜蘭河流域與典寶溪排水集水區內測站分佈如摘圖-1 及摘圖-2 所示。考慮水文分析與水理模式模擬需求，因此建議調整與新增之各類測站則彙整如摘表-2 所示。

摘表-1 測試基地建置前後測站數量

	流域			
	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
	建置前 (2012/7 前)	建置後 (-2015/12)	建置前 (2012/7 前)	建置後 (-2015/12)
雨量站	5	11	2	9
水位站	2	16	2	13
流速站	0	5	0	5
淹水監測站	5	36	0	27
影像記錄站	0	1	0	1
風速站	0	1	0	1



摘圖-1 宜蘭河流域水文監測站分布圖



摘圖-2 典寶溪排水集水區水文監測站分布圖

摘表-2 測試基地內建議調整與新增測站彙整

監測項目	總數	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
		數量	說明	數量	說明
雨量	2	1	小礁溪集水區	1	原鳳雄站
河川水位		2	舊港排水閘門		
河川表面流速	2			2	大遼排水寶公橋及白米橋
閘門開度計	15	10	美福防潮閘門及舊港排水閘門	5	A 及 B 區滯洪池排水閘門
淹水監測	25	12	宜蘭河下游左岸區域	13	規劃滯洪池區域

二、現場流量觀測

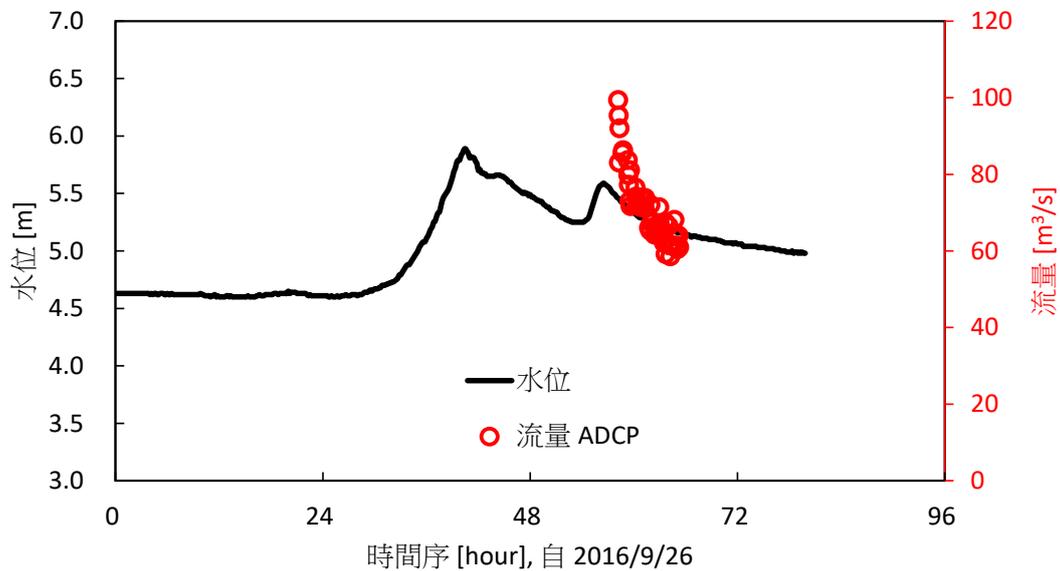
本計畫進行颱風期間測試基地內流量觀測作業。工作目的為掌握颱風期間河川流量，以及推求測站平均流速與表面流速比值。自 2012 年(民國 101 年)起已經利用 ADCP 進行現場流量觀測作業，至今已經完成超過 21 場颱風事件現場流量觀測作業，今年度已經進行 4 場事件流量觀測(梅雨、尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風)，彙整觀測資料可參考摘表-3。梅姬颱風於宜蘭河中山橋觀測情況與觀測資料如摘圖-3 及摘圖-4 所示。

摘表-3 ADCP 流量觀測資料彙整

站名	河川與排水	最高觀測水位 [m]	堤防高程 [m]	底床高程 [m]	已觀測流量範圍 [m ³ /s]
中山(西門)橋	宜蘭河	5.46	10.85	1.11	3.273 – 99.433
員山大橋	宜蘭河	7.78	13.40	4.79	3.187 – 60.417
東津橋	宜蘭河 美福大排	2.71	3.51	-0.89	2.003 – 64.105
燕鳳橋	典寶溪	22.09	25.3	19.63	0.121 – 62.691
五里林橋	典寶溪	6.83	7.13	1.67	0.378 – 242.933
寶公橋	典寶溪 大遼排水	5.69	6.72	2.19	6.663 – 62.121



摘圖-3 梅姬颱風期間 9/28 中山(西門)橋站流量觀測情況



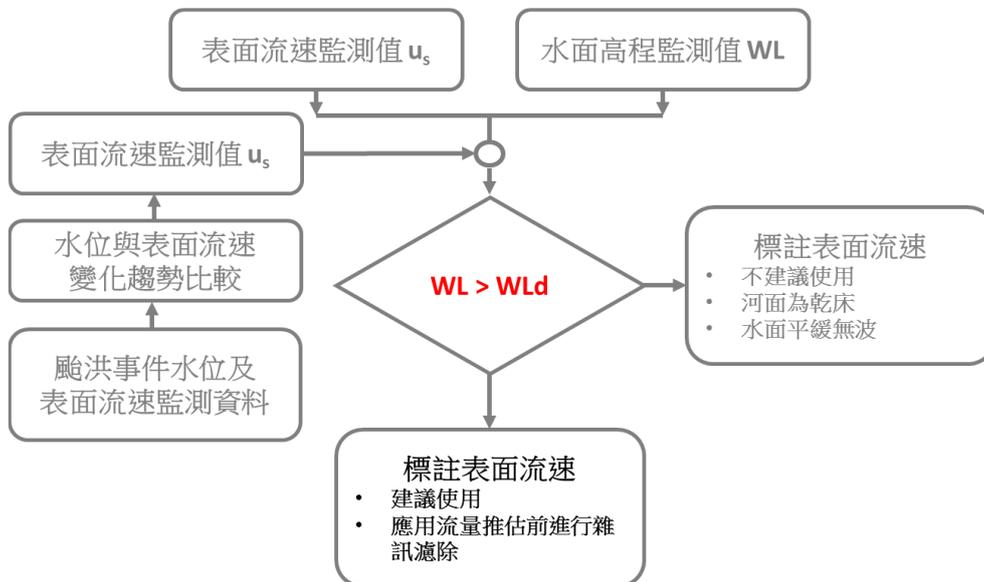
摘圖-4 觀測期間中山(西門)橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風

三、監測資料檢核

至 2016 年 10 月 18 日，共收集 51 個月 92,377,288 筆資料，其中已檢核雨量與水位資料已經全數進行檢核。2015/8 黎霧橋品管僅 68.71%；主要為蘇迪勒颱風期間儀器纜線受強風吹斷而導致無法監測所致。燕鳳橋 9 月份品管通過率為 93.9%，有稍微偏低的情形，原因為 9/28 日受梅姬颱風的影響，該橋水位高過橋面板，致受漂流物撞擊該站水位計及表面流速儀而毀損，於

次日凌晨之品管中檢出此異常情形。

當水位逐漸上升後，表面流速亦逐漸與水位具有類似變化趨勢。因此計畫中設定當該流速站之水位超過某一高程(表面流速檢核標準建議水位， WL_d)後則採用其表面流速資料，並以此原則作為表面流速之初步檢核，並將監測之表面流速資料標記加以區別。摘圖-5 表示表面流速監測資料檢核流程。摘表-4 及摘表-5 分別表示宜蘭河流域與典寶溪排水集水區中各站於各颱洪事件下之表面流速檢核標準建議水位，並求得平均值做為檢核標準。



摘圖-5 表面流速監測資料檢核流程

摘表-4 宜蘭河流域各流速站於颱洪事件下表面流速檢核標準水位

		颱洪事件					表面流速檢核標準建議水位 (WL _d)[公尺]
		蘇拉	蘇力	鳳凰	蘇迪勒	杜鵑	
宜蘭河流域	新城橋	8.63	8.90	8.41	8.79	8.59	8.66
	員山大橋	5.07	5.32	5.59	5.71	5.62	5.46
	中山(西門)橋	4.51	4.68	4.45	4.67	4.51	4.56
	宜興橋	**	**	1.12	1.34	1.53	1.33
	東津橋	**	**	0.87	0.89	0.85	0.87

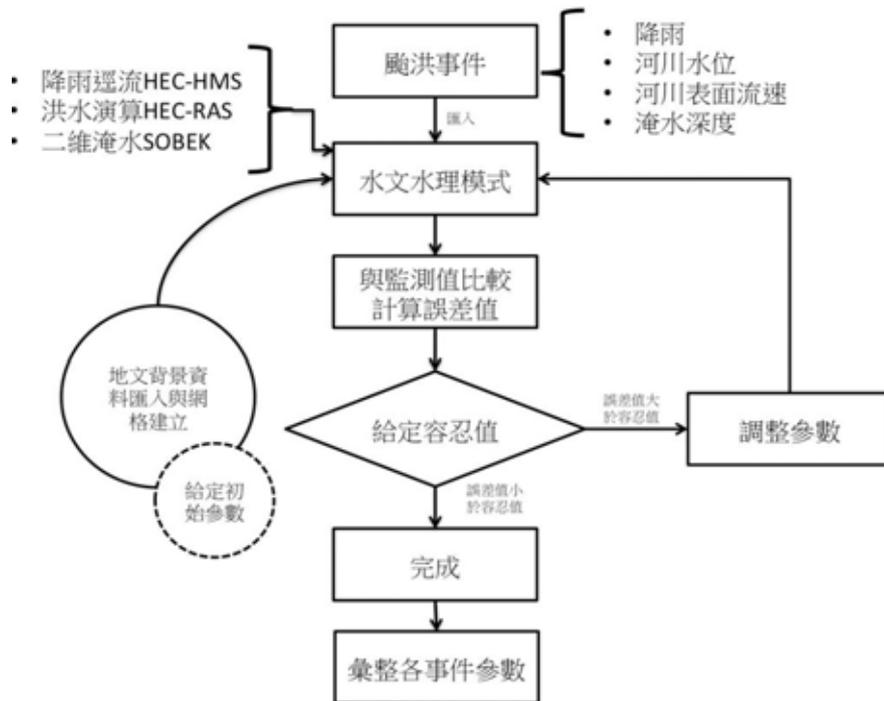
註：「**」表示該事件時尚未設站

摘表-5 典寶溪排水集水區各流速站於颱風事件下表面流速檢核標準水位

		颱風事件				表面流速檢核標準建議水位 (WLd)[公尺]
		蘇拉	康芮	0809 豪雨	蘇迪勒	
典寶溪排水集水區	燕鳳橋	20.24	20.55	20.14	20.13	20.27
	聖興橋	7.40	7.47	7.49	8.20	7.64
	五里林橋	1.21	1.35	1.30	1.30	1.29

四、水文模式檢定驗證

目標藉由多組颱風事件進行水文模式檢定後可得到適合流域內之模式參數，以合理描述流域內水文現象，並可提高不同颱風情境模擬的可信度。計畫中主要挑選測試基地於 2015 年重大颱風事件與 2016 年梅姬颱風進行模式檢定。目前測試基地內之水文監測資料共有降雨、河川水位、河川表面流速及淹水深度，因此計畫中所採用之模式將區分為降雨逕流、洪水演算及二維淹水模擬 3 種類型，而各類模式則分別採用 HEC-HMS、HEC-RAS 及 SOBEK。對於水文水理模式選擇主要考量模式使用普及性及需求性，HEC-HMS 及 HEC-RAS 已經廣泛使用於降雨逕流與洪水演算模擬；此外目前水利署中以普遍利用 SOBEK 進行水理演算，並應用於集水區規劃、河道整治設計及水工構造物建置評估。摘圖-6 為水文模式檢定之整體流程；主要工作內容為彙整測試基地內颱風事件水文監測資料，將地文背景資料與水文監測資料匯入水文水理模式中，並給予模式初始參數值，再進行颱風事件歷程之模擬運算；其模擬結果與水文監測比較及計算誤差值，若誤差值小於設定容忍值則表示模擬結果符合現況。若誤差值大於設定容忍值則調整給定之模式參數，直到誤差值小於設定容忍值為止。待完成颱風事件案例後彙整模式參數，隨著事件累積樣本數的增加建立參數庫的概念，以期獲得不同模式之適當的參數使用區間。



摘圖-6 水文模式檢定之整體流程

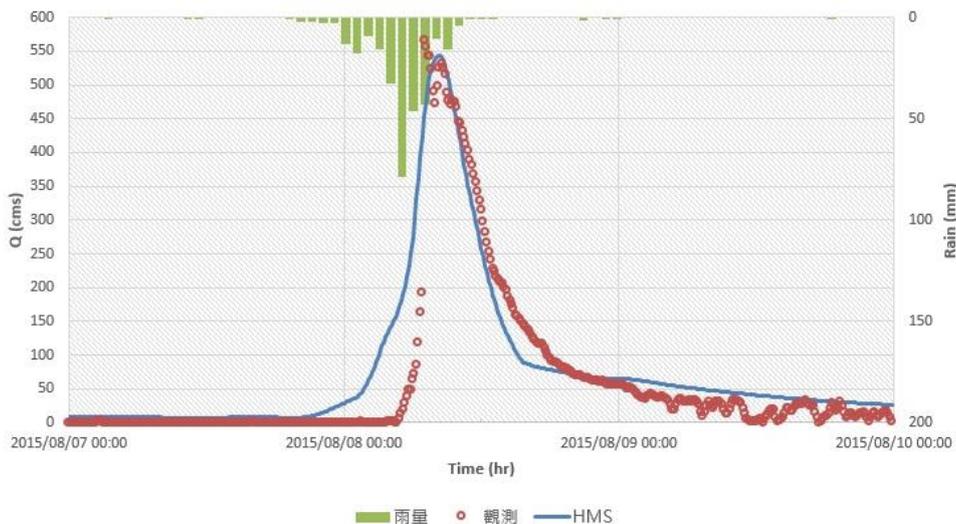
觀測流量與模擬流量的關係進行效能之評估，計畫中採用水文統計中常用的三種指標：洪峰流量誤差百分比(EQ_P)；洪峰到達時刻誤差(ET_P)；效率係數(CE)。容忍值分別定義為 $EQ_P < 10\%$ 、 $|ET_P| < 2 \text{ hr}$ 及 $CE > 0.7$ 。水位之效能評估則為：水位峰值誤差百分比(EW_P)；水位峰值到達時刻誤差(EW_{TP})；效率係數(CE)。其容忍值分別定義為 $EW_P < 10\%$ 、 $|EW_{TP}| < 2 \text{ hr}$ 及 $CE > 0.7$ ，以上設定容忍值用於模擬精度要求門檻。

本計畫水文模式檢定選擇對宜蘭河和典寶河流域影響顯著之颱風事件：蘇迪勒颱風(2015/8)、杜鵑颱風(2015/9)、梅姬颱風(2016/9)來進行降雨逕流、洪水演算及二維淹水模擬三種類型的演算與分析比較，詳細水文模擬結果可參考第五章。

HEC-HMS 降雨逕流模式操作流程首先建立地文背景資料，並給定水文初始參數及輸入條件，即颱風事件所測得之降雨資料。模式執行後之輸出結果為各控制點之流量，並與現場流量比較及計算其誤差值。現場流量為利用實測水位所推求通水面積

與折減實測表面流速之平均流速的乘積。模擬與推估流量間之誤差值若小於給定效能誤差容忍值則表示此組模式參數可適切描述降雨所造成之逕流情況。案例說明以宜蘭河流域於蘇迪勒颱風的中山橋逕流模擬結果為例。

2015 年蘇迪勒颱風模擬結果與觀測流量之比較結果顯示如摘圖-7：中山橋模擬洪峰流量為 543.8 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 566.8 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為-4.06 %，洪峰到達時間誤差為 0.5 小時。整體而言，中山橋之效率係數皆為 0.85 以上，洪峰到達時間誤差均低於 2 小時且洪峰誤差百分比皆低於 10%，因此利用 HEC-HMS 模式模擬可充分掌握流量變化趨勢、洪峰流量及到達時間。

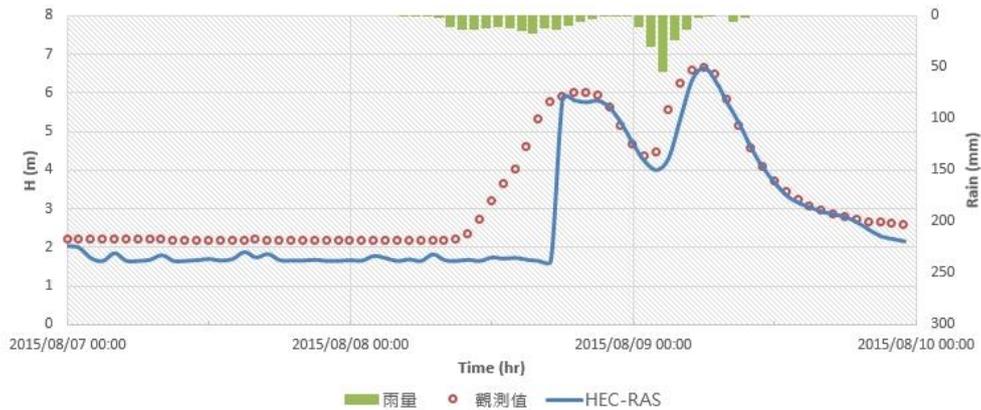


摘圖-7 HEC-HMS 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較
-中山橋

HEC-RAS 河道演算程式，主要演算架構採標準步推法。利用能量方程式求解河道水位及流量之演算與分析，目前計畫中洪水演算使用變量流(unsteady flow)模擬方法。案例說明以典寶溪排水集水區於蘇迪勒颱風的五里林橋水位模擬結果為例。

2015 蘇迪勒颱風之模擬水位與觀測水位比較結果顯示，如摘圖-8 所示。五里林橋模擬洪峰水位為 6.66 m，觀測洪峰水位

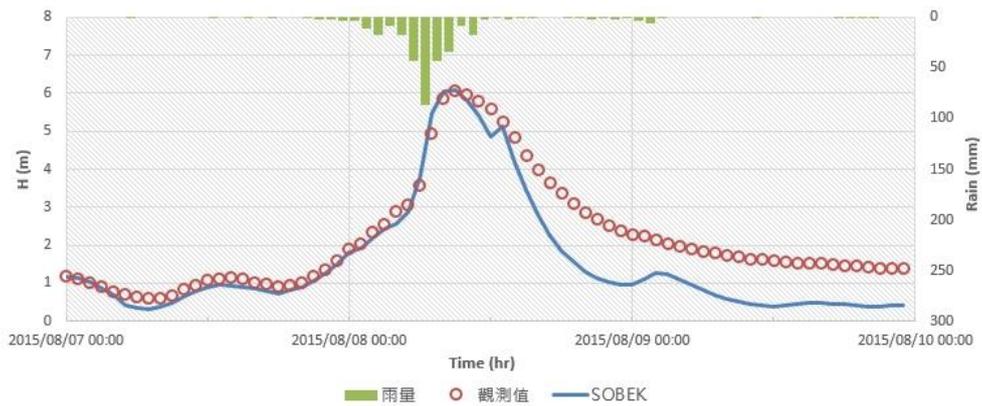
為 6.64m，與觀測值之洪峰誤差為 0.43%，洪峰到達時間誤差為 0 小時。整體而言，五里林橋之效率係數為 0.63，因此利用 HEC-RAS 模擬此事件；對於水位變化趨勢、洪峰水位及到達時間之掌握度良好。



摘圖-8 HEC-RAS 於典寶溪排水蘇迪勒颱風洪水演算模擬與觀測水位比較-五里林橋

本計畫採 SOBEK 軟體建置二維淹水模式，為一整合河川、都市排水系統與流域管理之商程式；計畫中將採用 SOBEK 中二維漫地流模組進行模擬，操作流程首先將模擬流域內地文背景資料建立於模式中，並給定水文初始參數及輸入條件，也就是颱風事件所測得之降雨資料。模式執行後之輸出結果為模擬區域內的淹水深度與河道水位歷程。案例說明以宜蘭河流域於蘇迪勒颱風的宜興橋河道水位模擬結果為例，如摘圖-9。

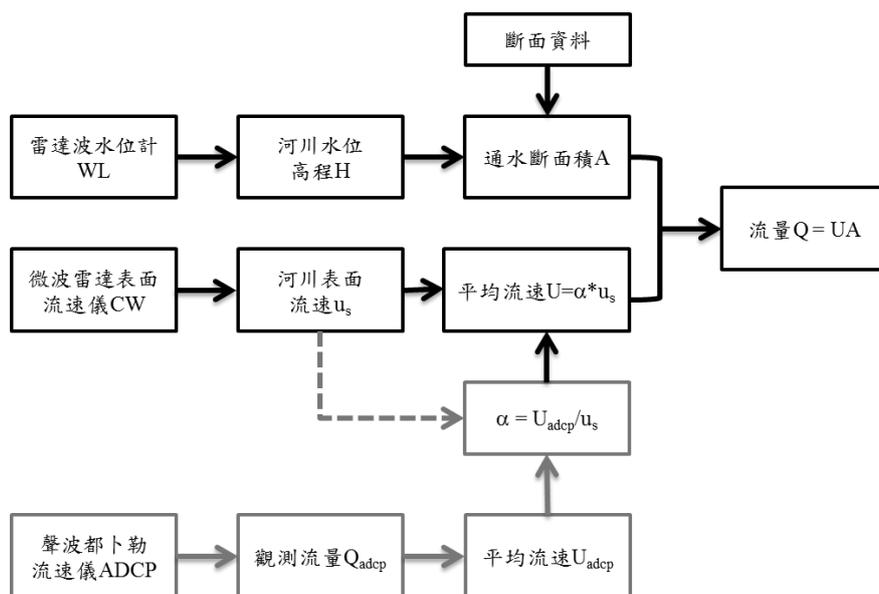
2015 蘇迪勒颱風之模擬水位與觀測水位比較結果顯示：宜興橋模擬洪峰水位與觀測值之洪峰誤差為 0.29%，洪峰到達時間誤差為 0 小時。整體而言，以 SOBEK 於最大水位峰值與退水段擬合均表現可靠，而現況與模擬之淹水範圍，由水利署公告之蘇迪勒颱風淹水範圍可判識 SOBEK 模擬結果合理且具參考價值。



摘圖-9 SOBEK 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風一維河道演算模擬與觀測水位比較-宜興橋

五、全洪程流量推估

全洪程流量推估程序如摘圖-10 所示。測得之河川水位高程 (H)與斷面資料可計算通水斷面積(A);利用微波雷達表面流速儀測得河川表面流速(u_s),並利用濾波理論(LOESS)以除去離群值與降低雜訊;另以 ADCP 測得流量(Q_{adcp})計算平均流速(U_{adcp}),比較相同時間對應之表面流速(u_s)建立平均-表面流速比值($\alpha=U_{adcp}/u_s$),並將連續測得之 u_s 乘上 α 而求得連續平均流速 U ;最後將平均流速 U 乘上通水斷面積 A 推估颱風期間全洪程流量 ($Q = \alpha * u_s * A$)。



摘圖-10 表面流速推估流量流程

自 2012 年(民國 101 年)起至今，測試基地內已經針對宜蘭河流域中山(西門)橋及員山大橋；典寶溪排水集水區燕鳳橋與五里林橋等 4 處測站進行 22 場事件 ADCP 流量觀測作業。摘表-6 則列出中山(西門)橋、員山大橋、燕鳳橋與五里林橋所推估 α 值。以上測站之 α 值已經過梅雨(2016/6/14)、尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風期間現場流量觀測資料進行調整。

摘表-6 各測站平均-表面流速比值 α

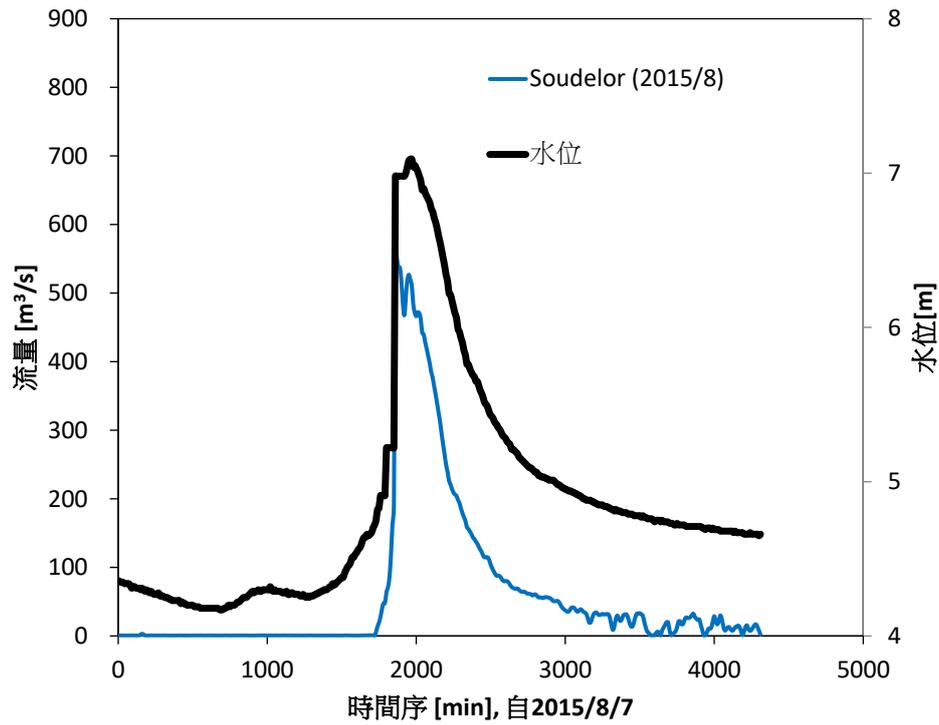
測站	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
	員山大橋	中山(西門)橋	燕鳳橋	五里林橋
平均-表面流速比值 α	0.504	0.699	0.667	0.445

摘圖-11 至摘圖-12 分別表示宜蘭河流域中山(西門)橋及典寶溪排水集水區五里林橋於蘇迪勒颱風期間全洪程流量推估成果。摘表-7 則彙整宜蘭河流域及典寶溪排水集水區內各颱風事件期間尖峰流量。

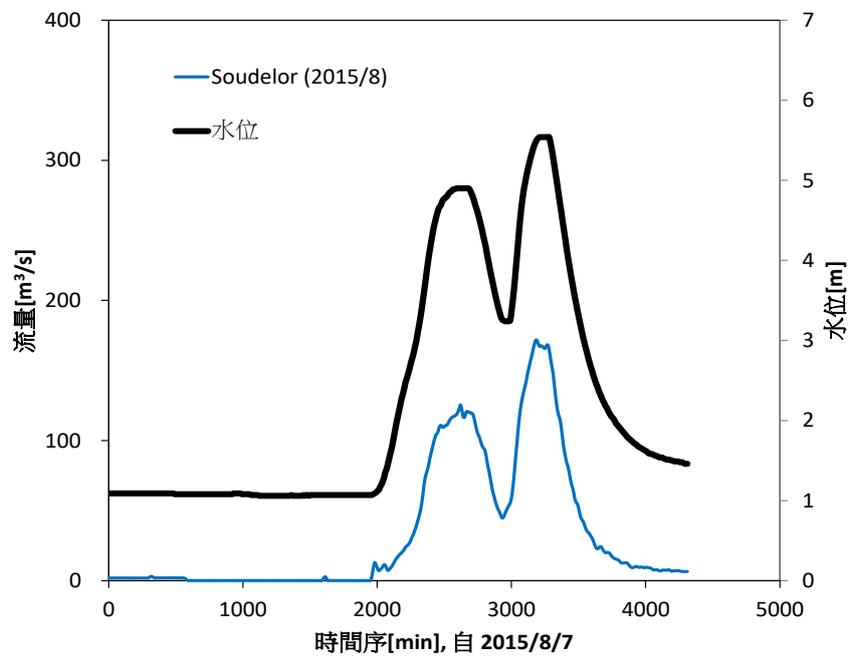
摘表-7 全洪程推估之尖峰流量彙整

颱風事件	尖峰流量 [m ³ /s]			
	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
	員山大橋	中山(西門)橋	燕鳳橋	五里林橋
蘇拉颱風 2012	100.85	482.82	157.62	176.16
蘇力颱風 2013	100.10	262.00	--	--
康芮颱風 2013	--	--	201.61	237.63
麥德姆颱風 2014	40.78	118.49	--	--
鳳凰颱風 2014	69.22	209.74	--	--
蘇迪勒颱風 2015	122.40	561.21	136.71	171.57
杜鵑颱風 2015	72.52	269.42	--	--

註：-- 表示該場事件未進行流量推估



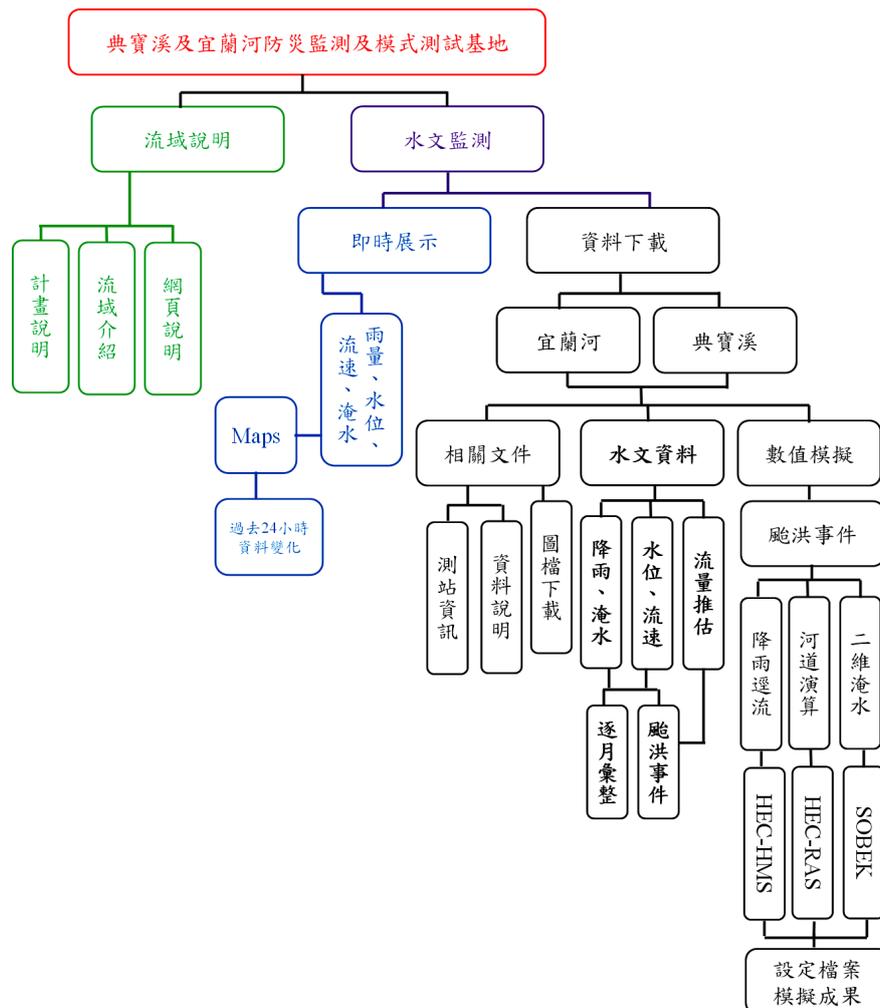
摘圖-11 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇迪勒颱風 2015)



摘圖-12 流量推估成果：典寶溪排水集水區五里林橋(蘇迪勒颱風 2015)

六、資料展示平台

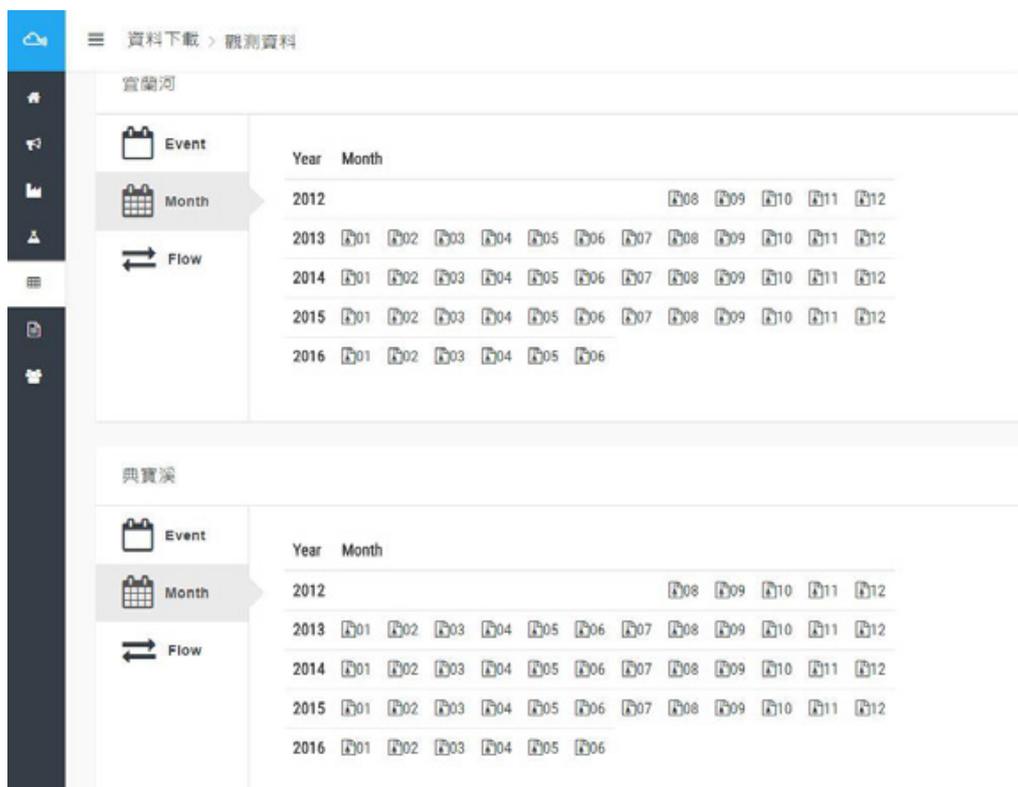
資料展示平台之網址為 <http://wraew.ttfri.narl.org.tw/wraewV4/index.php?lang=tw>。測試基地資料展示平台規劃兩部分：(1) 流域說明；(2) 水文監測部分。摘圖-13 為規劃之測試基地資料展示平台架構。水文資料部分將包含監測資料即時展示與資料下載兩部分。資料下載部分分為觀測資料、水文資料及數值資料。觀測資料部分首先提供資料相關文件，其中包括測站資訊(包含測站坐標)與資料格式說明。再者，水文監測資料將以颱風事件與逐月方式進行整理，如摘圖-14 及摘圖-15 所示，以因應使用者研究颱風事件分析需求；此整理方式為本計畫中與國際其他試驗流域相比較為特殊之處。



摘圖-13 測試基地資料展示平台架構



摘圖-14 測試基地資料展示平台：颱風事件觀測資料下載



摘圖-15 測試基地資料展示平台：逐月觀測資料下載

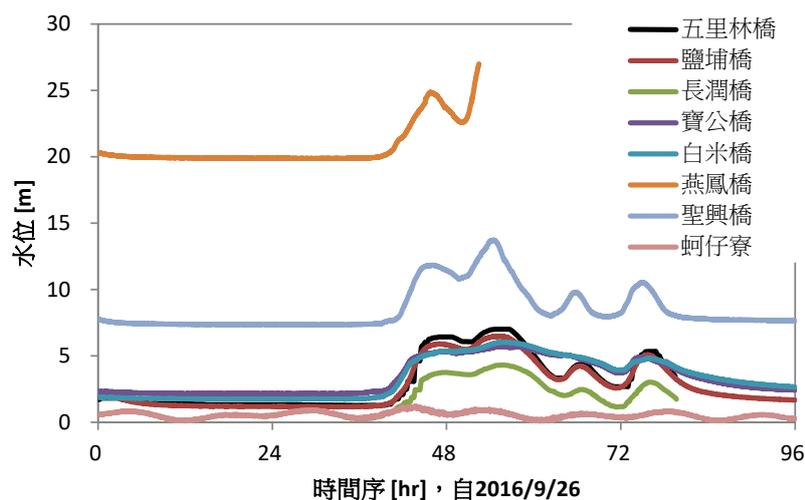
七、梅姬颱風典寶溪排水監測資料彙整

9/27 至 9/28 間因受梅姬颱風影響造成台灣東北部、東部及南部地區豪雨。計畫中針對典寶溪排水集水區內水文監測資料進行彙整，並進行流量推估，以提供相關模擬與分析應用。監測資料時間區間為 9/26 至 9/29 間，共 4 日。摘表-8 則整理 9/26 至 9/29 間累積降雨與最大降雨強度(時雨量)發生日期與時間。

摘表-8 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間雨量監測資料彙整

測站	累積雨量 [mm]	最大降雨強度 [mm/hr]	發生日期	發生時間	備註
蚵寮國中	417	52.5	9/27/2016	8:00 PM	
梓官 C0V610	375	39.5	9/27/2016	8:00 PM	中央氣象局測站； 2016/9/29 08:00:00 AM 起 訊號中斷，至 2016/9/30 7 am 訊號再度出現
橋頭 C0V760	408	37	9/29/2016	1:00 AM	中央氣象局測站； 2016/9/29 08:00:00 AM 起 訊號中斷，至 2016/9/30 7 am 訊號再度出現
安招國小	565	51	9/27/2016	8:00 PM	
橫山國小	694	74.5	9/28/2016	3:00 AM	
深水國小	720	79	9/28/2016	3:00 AM	最大累積降雨量與最大降 雨強度

集水區內彙整 7 站水位站監測資料，水位歷線圖如摘圖-16 所示。摘表-9 則整理 9/26 至 9/29 間最大水位及其發生日期時間，並說明溢淹情況及儀器狀況說明。

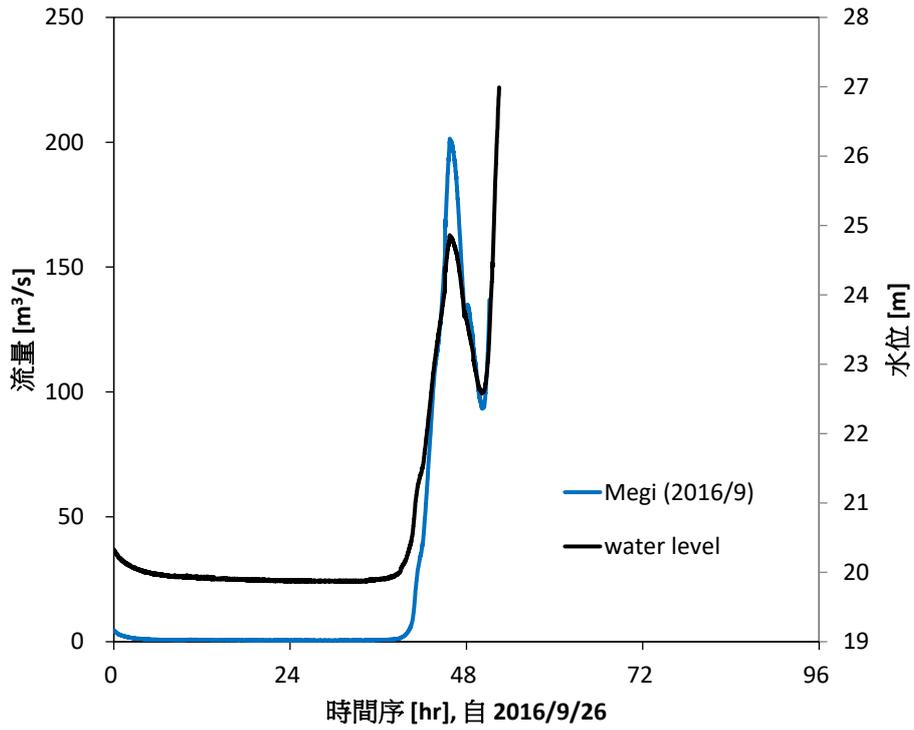


摘圖-16 典寶溪排水集水區水位站水位歷線圖

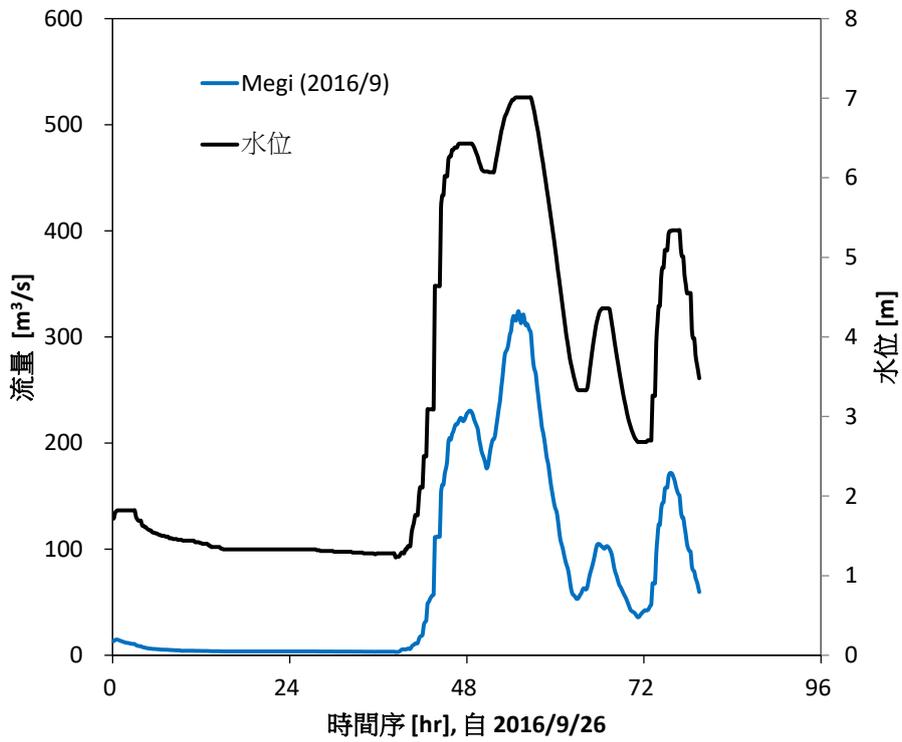
摘表-9 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間水位監測資料彙整

測站名稱	最高水位 [m]	發生日期時間	說明
燕鳳橋	26.99	2016/9/28 4.27 am	燕鳳橋水位溢漫橋面，2016/9/28 4.28 am 時損壞
聖興橋	13.73	2016/9/28 6.31 am	
五里林橋	7.01	2016/9/28 6.40 am	水利署測站；2016/9/29 7.40 am 後訊號中斷
鹽埔橋	6.48	2016/9/28 8.37 am	
長潤橋	4.31	2016/9/28 7.20 am	水利署測站；2016/9/29 7.50 am 後訊號中斷
寶公橋	5.72	2016/9/28 7.25 am	大遼排水匯入典寶溪時壅塞，導致下游白米橋水位高於寶公橋
白米橋	6.04	2016/9/28 7.39 am	堤防高 5.68m，溢淹 6.5 小時；溢淹起始時間 2016/9/28 5.08 am，溢淹結束時間 2016/9/28 11.47 am
蚵仔寮	1.24	2016/9/27 7.42 am	潮位站

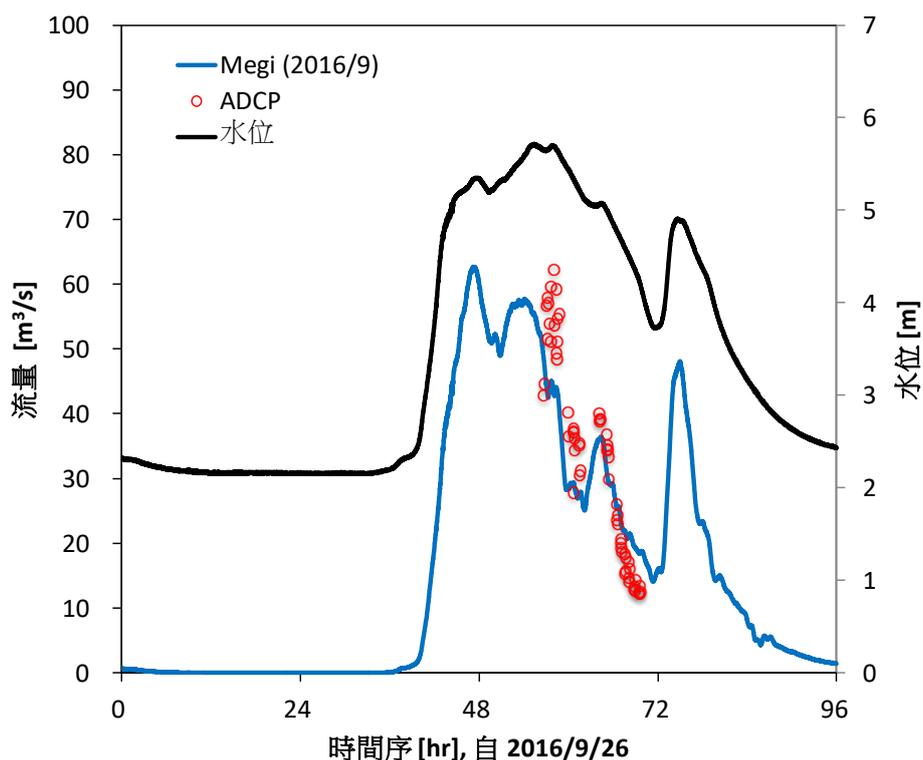
集水區內進行燕鳳橋、五里林橋與寶公橋等 3 站流量推估，各站流量歷線圖如摘圖-17 至摘圖-18 所示。摘表-10 則整理最大流量及其發生日期時間，並說明儀器狀況。摘圖-19 中顯示寶公橋流量推估與現場流量觀測資料比較，其推估結果與實測資料接近，因此可說明以指標流速法配合 ADCP 現場流量觀測進行全洪程流量推估之可信度高。



摘圖-17 燕鳳橋流量歷線圖



摘圖-18 五里林橋流量歷線圖



摘圖-19 寶公橋流量歷線圖

摘表-10 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間流量推估資料彙整

測站名稱	最高流量 [m ³ /s]	發生日期時間	說明
燕鳳橋	201.45	2016/9/27 9.44 pm	2016/9/28 4.28 am 時損壞
五里林橋	324.29	2016/9/28 7 am	2016/9/29 7.30 am 起水位訊號中斷
寶公橋	62.70	2016/9/27 11.11 pm	U/u _s = 0.559

集水區內彙整即時淹水監測資料共 6 站，摘圖-20 表示集水區內淹水監測站位置及測得淹水之測站。摘表-11 則整理最大淹水深度及其發生日期時間。梅姬颱風期間根據監測數據可知淹水最深位置為廟前巷(DRT2)，其最大淹水深度為 57.9 公分；其淹水時間最長之位置則發生於石潭路(DRT5)，其時距為 5.8 小時。

根據水利規劃試驗所撰寫之「105 年梅姬颱風高雄地區淹水專案調查報告」，典寶溪排水集水區內淹水範圍約為 83 公頃，平均淹水深度為 0.3 公尺，淹水位置包括筆秀里、白米里、劉厝里、典寶社區；淹水時間為 9/28 6 am 至 6 pm，淹水時距為 12

小時。此調查為綜合各類資料與現地勘查而得，可敘述整體淹水情況，而測試基地內淹水測站則可提供更詳細淹水歷程資料，如淹水深度變化、起迄時間與淹水時距。

摘表-11 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間淹水監測資料彙整

測站名稱	最大淹水深度 [cm]	淹水起始日期時間	淹水結束日期時間	淹水時距 [hr]	說明
大舍南路 (DRT3)	1.2	--	--	--	輕微路面積水，淹水深度小且零星；因此不列出單獨淹水發生與結束時間
廟前巷 (DRT2)	57.9	2016/9/28 5.49 am	2016/9/28 11.08 am	5.32	
石潭路 (DRT5)	18.8	2016/9/27 5.14 pm	2016/9/28 1.02 am	5.8	共發生三次淹水情況，左列為第一次淹水時距，也就是最長淹水時距。其他 2 次淹水情況，其時距分別為 0.43 及 0.8 小時。
鹽埔路 (DRT4)	6.1	2016/9/28 6.28 am	2016/9/28 8.21 am	1.9	



註：中崙路(DRT1)、廟前巷(DRT2)、大舍南路(DRT3)、鹽埔路(DRT4)、石潭路(DRT5)、公厝北路(DRT6)

摘圖-20 典寶溪淹水排水集水區內測得淹水之測站(紅色圓點)

關鍵字：測試基地(試驗流域)、水文監測、表面流速、流量推估、
宜蘭河、典寶溪

Abstract

Experimental watersheds have been built for 4 years. The watersheds will be maintained to collect hydrological data continuously and then provide data for hydrology analysis and simulations. The following presents the work items this year.

1. Sites in the experimental watershed and increase

The experimental watersheds include the Yilan River basin and the Dianbo River basin. The amount of sites are shown in Table 1 including measurements of rainfall, river water level, river surface velocity and flood depth. Figure 1 and Figure 2 show site distribution in the Yilan River basin and the Dianbo River basin, respectively.

Table 1 Site amount in the Yilan River basin and the Dianbo River basin

	watershed			
	Yilan River		Dianbo River	
	before 2012/7	now (-2015/12)	before 2012/7	now (-2015/12)
Rainfall	5	11	2	9
River water level	2	16	2	13
River surface velocity	0	5	0	5
Flood depth	5	36	0	27
Image record	0	1	0	1
Wind speed	0	1	0	1

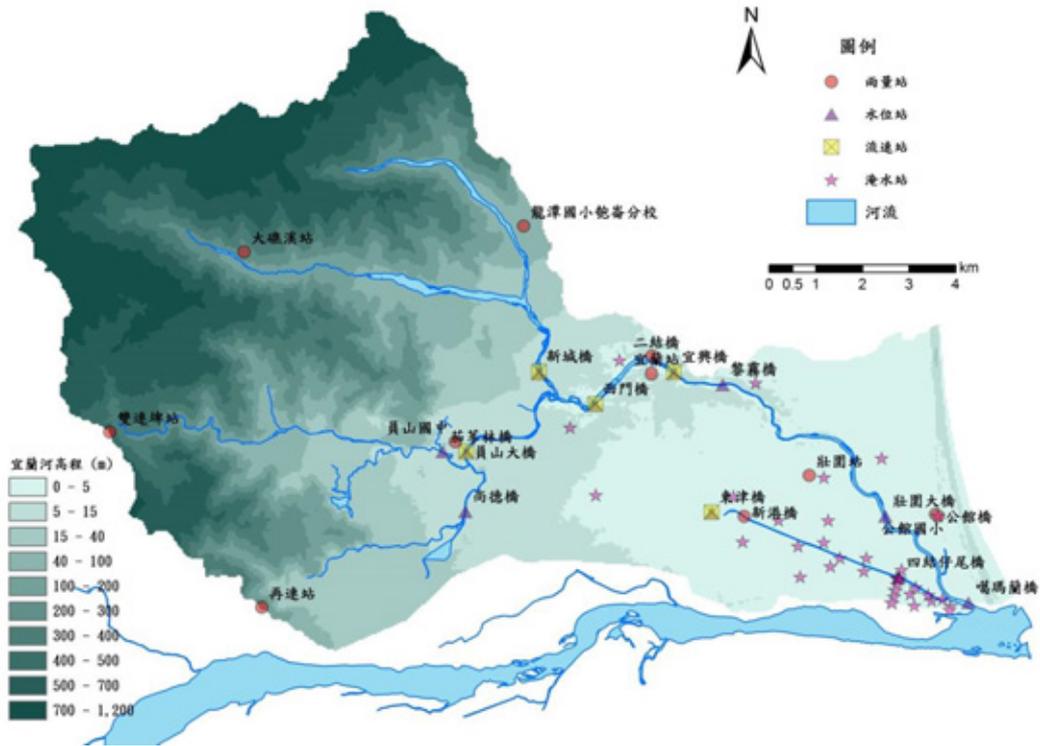


Figure 1 Site distribution in the Yilan River basin

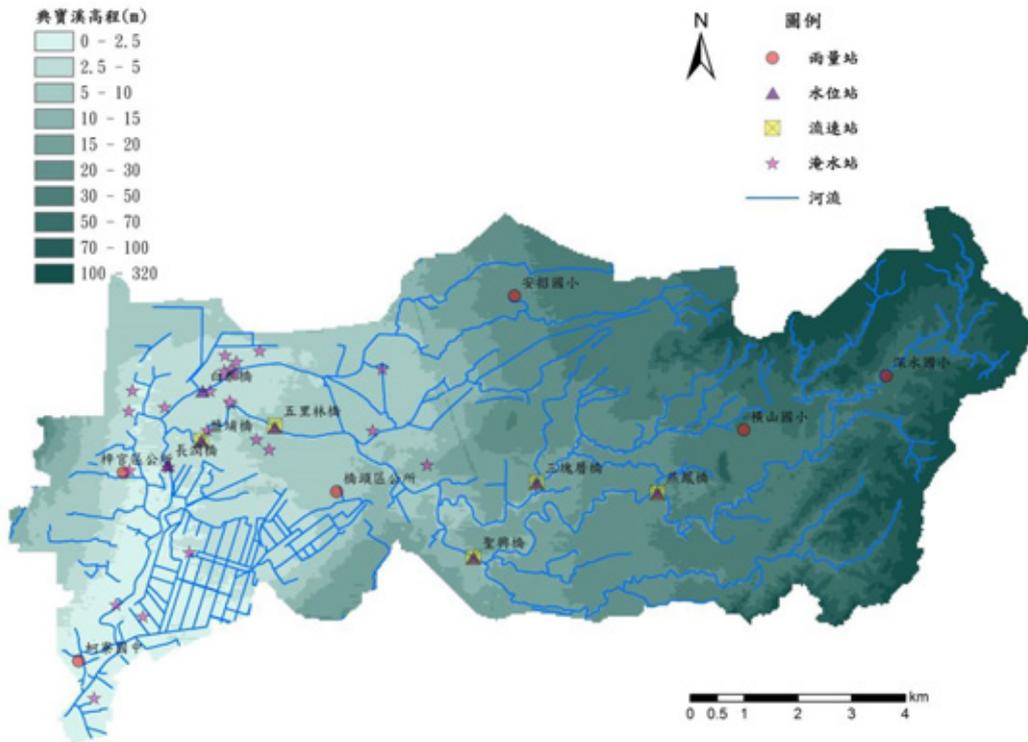


Figure 2 Site distribution in the Dianbo River basin

2. Discharge measurement during typhoon and flood

Discharge during typhoon and flood is measured by ADCP to get real discharge and then estimate ratio of average velocity and surface velocity. In 2016, discharge measurements had been done during Plum rain, typhoon Nepartak, typhoon Meranti and typhoon Megi. The discharge data measured by ADCP during flood events are summarized in Table 2. Figure 3 shows the discharge measurement at the Chungshan Bridge in the Yilan River and Figure 4 presents the history of water level and measured discharge data.

Table 2 Summary of discharge data measured by ADCP during flood events

site	River	Max water level [m]	Embankment top [m]	Bed elevation [m]	Range of measured discharge [m ³ /s]
Chungshan Bridge	Yilan River	5.46	10.85	1.11	3.273 – 99.433
Yuanshan Bridge	Yilan River	7.78	13.40	4.79	3.187 – 60.417
Donjin Bridge	Yilan River	2.71	3.51	-0.89	2.003 – 64.105
Yenfong Bridge	Dianbo River	22.09	25.3	19.63	0.121 – 62.691
Wulilin Bridge	Dianbo River	6.83	7.13	1.67	0.378 – 242.933
Boukong Bridge	Dianbo River	5.69	6.72	2.19	6.663 – 62.121



Figure 3 Discharge measurement at Chungshan Bridge in the Yilan River basin during typhoon Megi

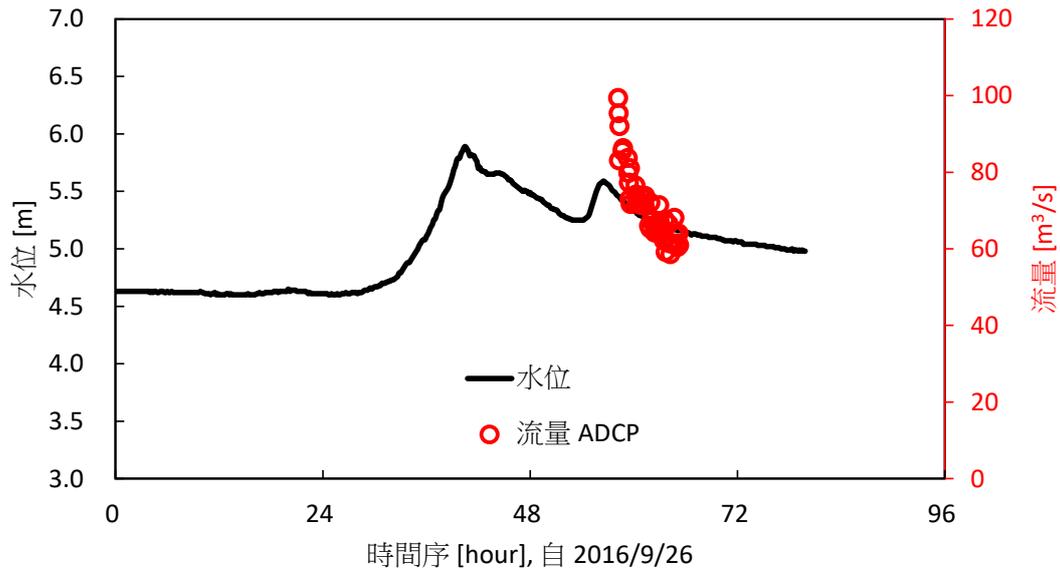


Figure 4 History of water level and measured discharges at Chungshan Bridge in the Yilan River basin during typhoon Megi

3. Data examination

Data amount have reached 92,377,288 since 2012/7. The data of rainfall and river water level have been examined. A specific water level, WL_d , has been determined to give suggestion of reliable river surface velocities. Measured surface velocities are suggested for further applications as water level more than WL_d . Table 3 and Table 4 list the WL_d for each site in the experimental watershed.

Table 3 The WL_d for sites in the Yilan River basin

		Flood even					WL_d [m]
		Saola	Soulik	Fung-Wong	Soudelor	Dujuan	
Yilan River	Xinchen Bridge	8.63	8.90	8.41	8.79	8.59	8.66
	Yuanshan Brdge	5.07	5.32	5.59	5.71	5.62	5.46
	Chungshan Bridge	4.51	4.68	4.45	4.67	4.51	4.56
	YixinBridge	**	**	1.12	1.34	1.53	1.33
	Donjin Bridge	**	**	0.87	0.89	0.85	0.87

note : 「**」 means site was not installed during this event

Table 4 The WL_d for sites in the Dianbo River basin

		Flood event				WL_d [m]
		Saola	Kong-Rey	0809 heavy rain	Soudelor	
Dianbo River	Yenfong Bridge	20.24	20.55	20.14	20.13	20.27
	Sanxin Bridge	7.40	7.47	7.49	8.20	7.64
	Wulilin Bridge	1.21	1.35	1.30	1.30	1.29

4. Validations of numerical models

To properly simulate hydrological process in the experimental watersheds, several flood events were considered in this project. Same parameter used in the same numerical model presented different values for different flood events. Therefore we organized the several used parameters to improve simulation results. In the project, three kinds of models were considered: rainfall-runoff model, river routing model and 2D inundation model. The model HEC-HMS was used for rainfall-runoff simulation. The model HEC-RAS was used for river routing. Finally, the model SOBEK was used for inundation. We designed the error tolerance for each kind of simulation to determine the simulation quality. Totally 3 flood events were simulated including typhoon Soudelar (2015/8), typhoon Dujuan (2015/9) and typhoon Megi (2016/9). The detailed simulation results can be referred to Chapter 5.

For applications, in the experimental watersheds, river water level history and river surface velocity history were monitored by radar wave sensor and continuous microwave radar. The water level data and surface velocity data were therefore used to estimate discharge history during flood. The estimated discharges were then used to establish stage-discharge rating curve. Several sites were considered including the Yuanshan Bridge, Chungshan Bridge, Yenfong Bridge and Wulilin

Bridge.

5. Discharge estimation for flood

Index velocity method has been used to estimate river discharge during typhoon. The processes of discharge estimation for flood is formulated. The ratios, α , of average velocity and surface velocity for several sites have been calculated according discharge measurements during typhoon and flood including plum rain, typhoon Nepartak, typhoon Meranti and typhoon Megi. Table 5 lists the updated ratio at 4 sites. Figure 5 shows history of estimated discharge at the Chungshan Bridge in the Yilan River basin during typhoon Soudelor in 2015. Table 6 summarizes the peak discharges extracted from estimated discharge in flood events.

Table 5 Ratio of ratios of average velocity and surface velocity, α

site	Yilan River		Dianbo River	
	Yuanshan Bridge	Chungshan Bridge	Yenfong Bridge	Wulilin Bridge
α	0.504	0.699	0.667	0.445

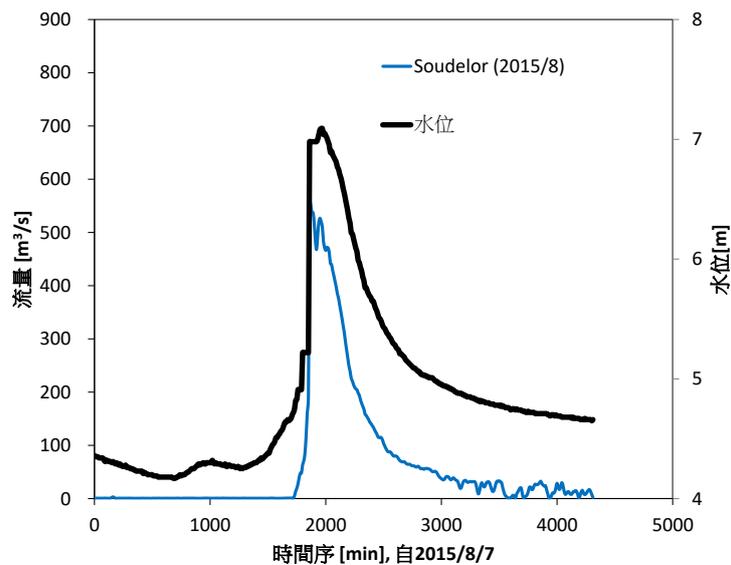


Figure 5 History of estimated discharge estimated discharge at the Chungshan Bridge in the Yilan River basin during typhoon Soudelor, 2015

Table 6 Summary of estimates peak discharge in flood event

event	Peak discharge [m ³ /s]			
	Yilan River		Dianbo River	
	Yuanshan Bridge	Chungshan Bridge	Yenfong Bridge	Wulilin Bridge
Saola 2012	100.85	482.82	157.62	176.16
Soulik2013	100.10	262.00	--	--
Kong-Rey 2013	--	--	201.61	237.63
Matmo 2014	40.78	118.49	--	--
Fung-Wong 2014	69.22	209.74	--	--
Soudelor 2015	122.40	561.21	136.71	171.57
Dujuan 2015	72.52	269.42	--	--

Note : -- means discharge estimation does not be calculated.

6. Website for sharing data

The website has been built to share the monitoring data in the experimental watersheds. Users can see the real-time monitoring data and download the historical monitoring data by linking <http://hd.ttfri.narl.org.tw/wraewV4/>. The historical monitoring data have been organized including rainfall, river water level, river surface velocity and flood depth. Users can download the monthly monitoring data or data of event, as shown in Figure 6 and Figure 7. The estimated discharges during flood events have been also summarized.

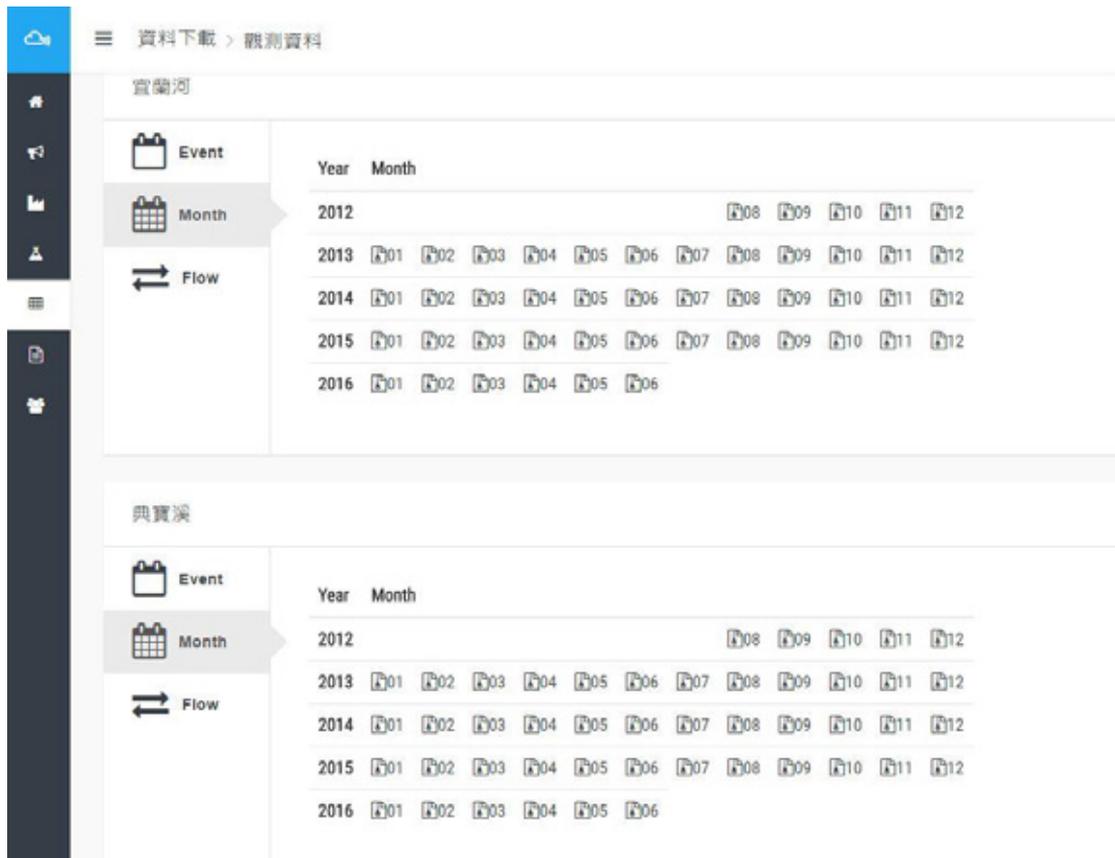


Figure 6 Page of downloading monthly data

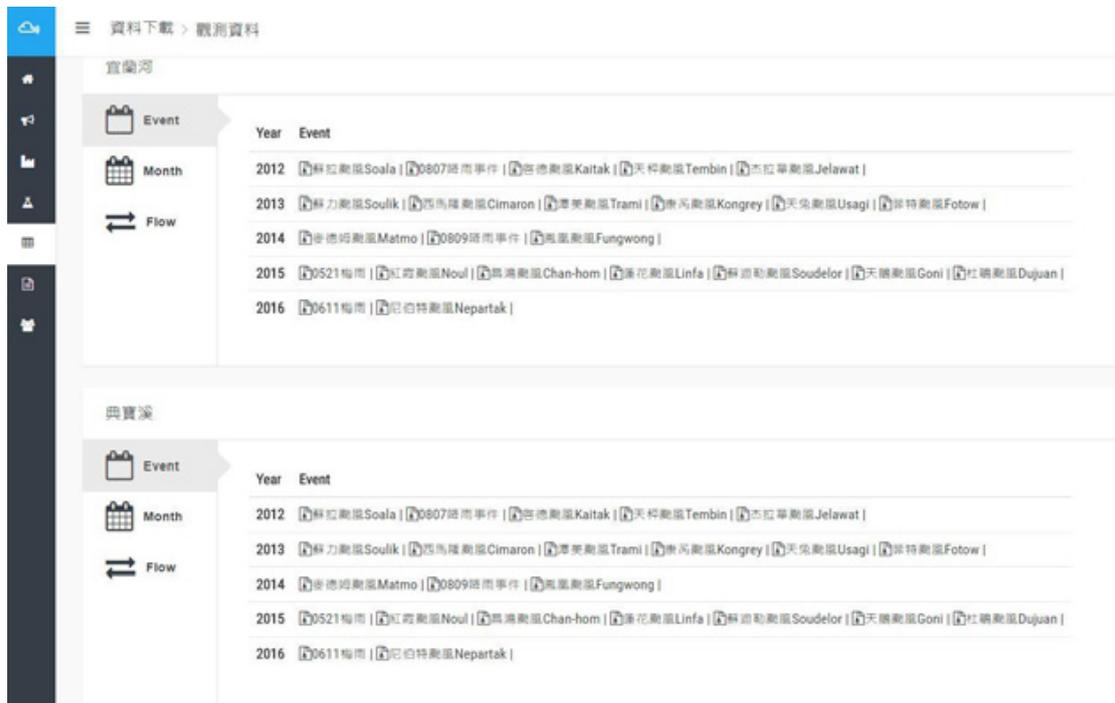


Figure 7 Page of downloading data of flood events

7. Summary of monitoring data in the Dianbo River basin during typhoon Megi

Typhoon Megi hit Taiwan from 9/27 to 9/28. For further analysis and simulations, the monitoring data have been organized from 9/26 to 9/29. Table 7 list 4-day accumulated rainfall and the maximum rainfall intensity. Figure 8 shows water level history of 7 sites and Table 8 presents the maximum water level and occurrence time.

Table 7 Summary of monitoring rainfall data during typhoon Megi

Site	Accumulated rainfall; 9/26-9/29 [mm]	Max. intensity [mm/hr]	date	time
KLGZ	417	52.5	9/27/2016	8:00 PM
C0V610	375	39.5	9/27/2016	8:00 PM
C0V760	408	37	9/29/2016	1:00 AM
AZGX	565	51	9/27/2016	8:00 PM
HSGX	694	74.5	9/28/2016	3:00 AM
SSGZ	720	79	9/28/2016	3:00 AM

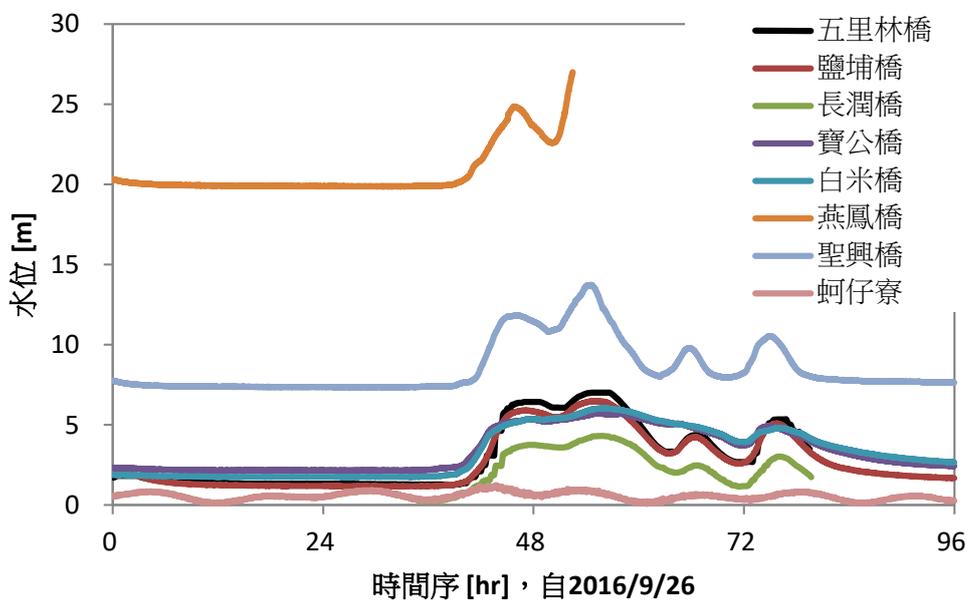


Figure 8 Water level history in the Dianbo River during typhoon Megi

Table 8 Summary of the maximum water level in the Dianbo River during typhoon Megi

Site	Max. water level [m]	Occurrence date and time
Yenfong Bridge	26.99	2016/9/28 4.27 am
Sanxin Bridge	13.73	2016/9/28 6.31 am
Wulilin Bridge	7.01	2016/9/28 6.40 am
Yenbu Bridge	6.48	2016/9/28 8.37 am
Samzu Bridge	4.31	2016/9/28 7.20 am
Bougong Bridge	5.72	2016/9/28 7.25 am
Bimi Bridge	6.04	2016/9/28 7.39 am
Kazilou	1.24	2016/9/27 7.42 am

The river discharges at the Yenfong Bridge, Wulilin Bridge and Bougong Bridge also estimated by index velocity method and the estimated discharge histories are shown in Figure 9, Figure 10 and Figure 11. Comparisons between estimated discharge and measurement by ADCP at the Bougong Bridge present high reliability of used index velocity method. Table 9 lists the maximum estimated discharge at considered sites.

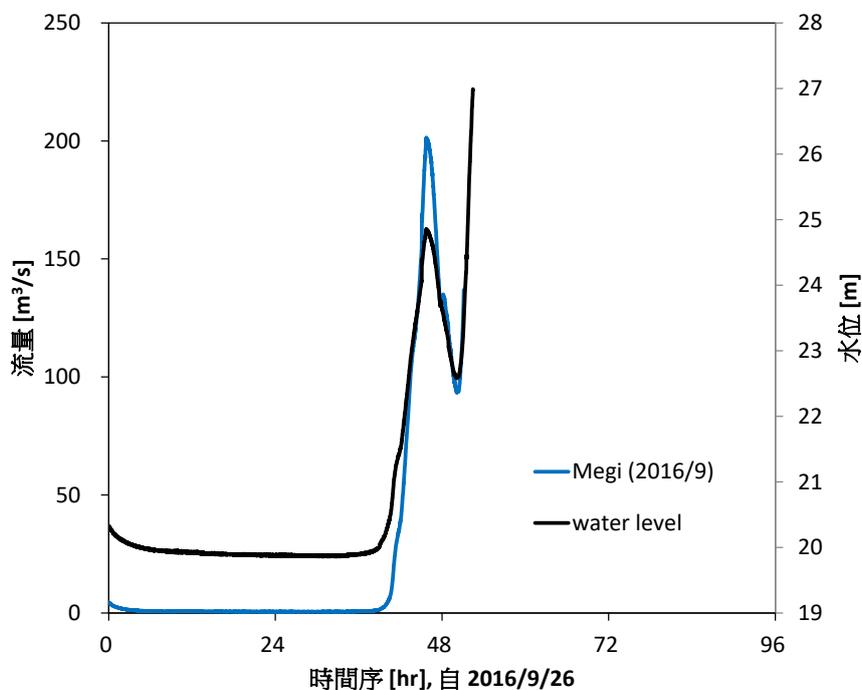


Figure 9 Estimated discharge history at the Yenfong Bridge during typhoon Megi

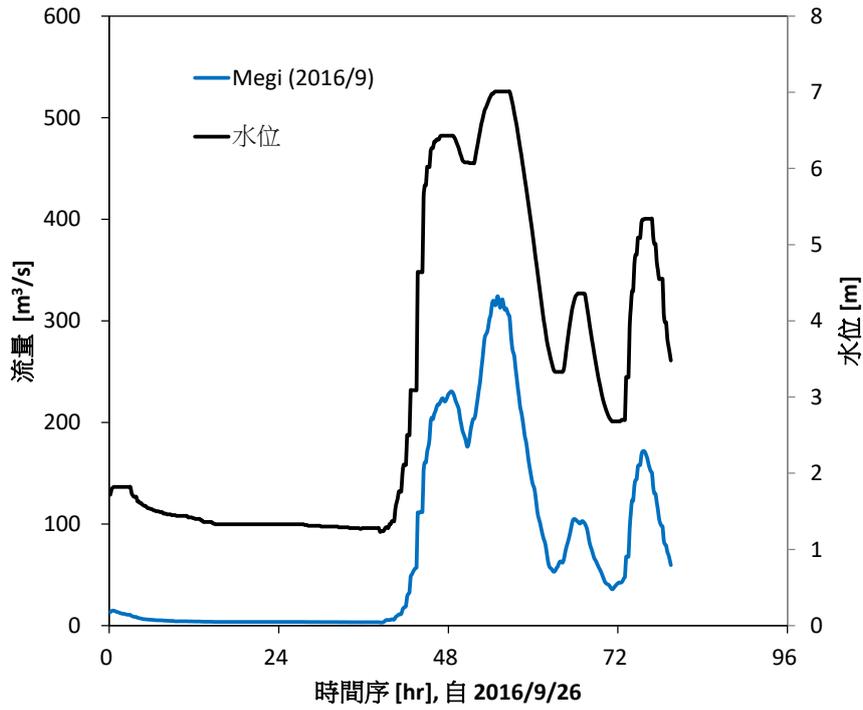


Figure 10 Estimated discharge history at the Wulilin Bridge during typhoon Megi

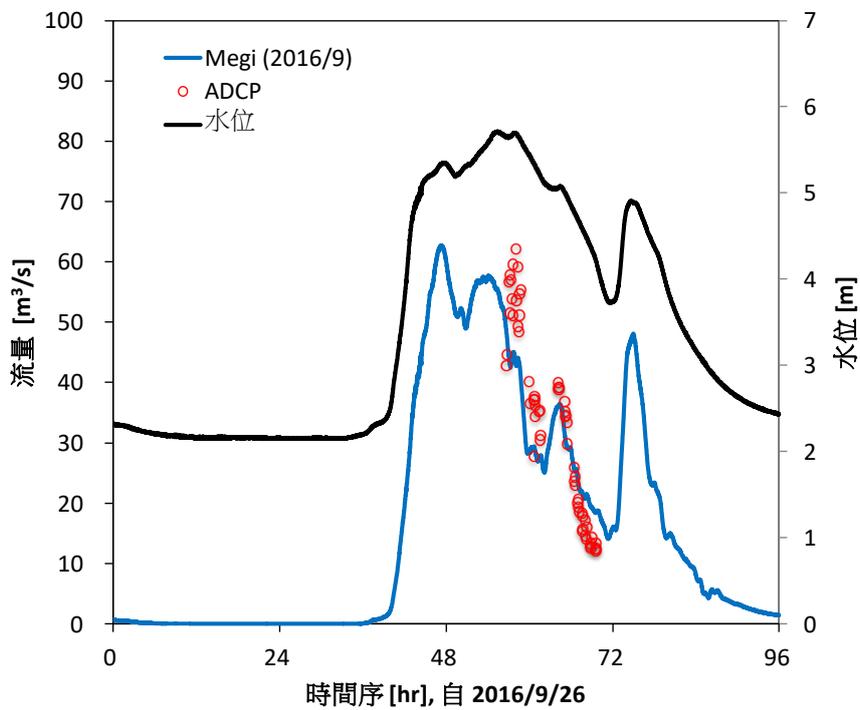


Figure 11 Estimated discharge history at the Bougong Bridge during typhoon Megi

Table 9 Summary of the maximum estimated discharge during typhoon Megi

Site	Max discharge [m ³ /s]	Occurrence date and time
Yenfong Bridge	201.45	2016/9/27 9.44 pm
Wulilin Bridge	324.29	2016/9/28 7 am
Bougong Bridge	62.70	2016/9/27 11.11 pm

Keywords: Experimental watershed; Hydrological monitoring; Free surface velocity; Discharge estimation; The Yilan River; The Dianbo River

結論與建議

一、結論

(一)至 2016 年 10 月 18 日，共收集 51 個月 92,377,288 筆資料，其中已檢核雨量與水位資料已經全數進行檢核。2015/8 黎霧橋品管僅 68.71%；主要為蘇迪勒颱風期間儀器纜線受強風吹斷而導致無法監測所致。燕鳳橋 9 月份品管通過率為 93.9%，有稍微偏低的情形，原因為 9/28 日受梅姬颱風的影響，該橋水位高過橋面板，致受漂流物撞擊該站水位計及表面流速儀而毀損。計畫中共整理 26 場颱風洪事件其中包括 2016 年間的尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬颱風等事件。

(二)自 2012 年(民國 101 年)起已經利用 ADCP 進行現場流量觀測作業，至今已經完成超過 22 場颱風洪事件現場流量觀測作業，今年度進行 4 場事件流量觀測(梅雨、尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風)，觀測測站包括中山(西門)橋、東津橋、燕鳳橋、五里林橋及寶公橋。綜合 22 場事件 ADCP 流量觀測成果，目前各測站之 α 值分別為：員山大橋 0.504、中山(西門)橋 0.699、燕鳳橋 0.667、五里林橋 0.445。

(三)本計畫延續過往推求員山大橋、中山(西門)橋、燕鳳橋、五里林橋與寶公橋於颱風期間之全洪程流量；歷史事件包括蘇拉、蘇力、康芮、麥德姆、鳳凰颱風和 0809 豪雨等。本年度持續收集並應用兩處試驗流域歷年與新增之觀測事件的資料累積成果進行統計迴歸分析，並以指標流速法在各個觀測站推估流量；其中，蘇迪勒、杜鵑及梅姬颱風均為本年度新增之觀測與模擬事件。目前宜蘭河流域內最大尖峰流量為中山(西門)橋 561.21 立方公尺/秒(2015 蘇迪勒颱風)，典寶溪排水集水區內最大尖峰流量為五里林橋 529.95 立方公尺/秒(2016 梅姬颱風)，顯示近年事件的洪峰量體有較過往更大的趨勢。

(四)資料展示平台之網址為 <http://hd.ttfri.narl.org.tw/wraewV4/>。測

試基地資料展示平台規劃兩部分：(1) 流域說明；(2) 水文監測部分。水文資料部分將包含監測資料即時展示與資料下載兩部分。資料下載部分分為觀測資料、地文資料及數值資料。觀測資料部分首先提供資料相關文件，其中包括測站資訊(包含測站坐標)與資料格式說明。再者，水文監測資料將以颱風事件與逐月方式進行整理，以因應使用者研究颱風事件分析需求；此整理方式為與國際其他試驗流域相比較為特殊之處。

(五)9/27 至 9/28 間因受梅姬颱風影響造成台灣東北部、東部及南部地區豪雨。計畫中針對典寶溪排水集水區內水文監測資料進行彙整，並進行流量推估，以提供相關模擬與分析應用。監測資料時間區間為 9/26 至 9/29 間，共 4 日。最大累積降雨為深水國小站 720 公釐，最大降雨強度為深水國小站 79 公釐/小時，發生時間為 2016/9/28 3 am。水位監測資料得知，白米橋最高水位 6.04 公尺，而堤防高為 5.08 公尺，因此附近位置發生溢堤，其時距為 18 小時。流量推估結果得知五里林橋尖峰流量為 324.29 立方公尺/秒，發生時間為 2016/9/28 7 am。即時淹水測站測得大舍南路(DRT3)、廟前巷(DRT2)、石潭路(DRT5)及鹽埔路(DRT4)等 4 站發生淹水。淹水最深位置為廟前巷(DRT2)，其最大淹水深度為 57.9 公分；其淹水時間最長之位置則發生於石潭路(DRT5)，其時距為 5.8 小時。

二、建議

- (一)考量現有雨量站位置是否可以掌握各集水區降雨特性，建議宜蘭河流域小礁溪集水區內建置雨量站，及建議於原鳳雄站位置增設雨量站，以補足觀測空缺。
- (二)典寶溪排水集水區內大遼排水設有滯洪池。為掌握滯洪量，今年度已經移動其他水位與表面流速站測站滯洪池上游寶公橋及下游白米橋。此外，為細部掌握滯洪池排水情況，則建議於滯洪池排水閘門裝設閘門開度計 5 座。而若能掌握滯洪

量變化與大遼排水匯入典寶溪流量，則對河道演算可增加模擬可信度。因此建議於此處設置流量站，可藉上下游流量差異掌握滯洪量與大遼排水匯入典寶溪排水之流量。

(三)典寶溪排水於梅姬颱風之水文監測與流量推估以 SOBEK 搭配規劃檢討計畫所採用之模式參數進行水位及流量模擬，其結果發現大幅高於推估值；經檢討水位可發現造成明顯差異之原因為大遼排水與典寶溪河道中發生壅水，而使水位上漲與流速減緩，進而使高水位時其流量低於模擬結果。模式無法模擬大遼排水與典寶溪內河道壅水現象，所以推測現有模式設定無法適當掌握正確水理現象，因此建議未來需進一步檢討模式設定以符合實際水理現象，以合理模擬典寶溪排水集水區之事件現況。

(四)推估全洪程觀測流量之指標流速法於不同資料迴歸統計方式所建立的平均流速與表面流速比值，將影響全洪程流量推估結果。目前高表面流速對應的現場流量觀測值少，因此對於高流量推估之掌握可信度不足，所以建議未來持續進行颱風期間現場流量觀測，以強化平均流速與表面流速比值推求之可信度。此外為確認指標流速法的正確性，因此也建議宜蘭河中山(西門)橋下游河段進行水位流量率定法、指標流速法、坡度面積法與堰流推估等多元流量觀測。

第一章 計畫目的及工作範圍

一、緣起及目的

自 2012 年(民國 101 年)起於典寶溪排水集水區與宜蘭河流域 2 處測試基地進行 4 年全面性之水文與地文資訊監測、蒐集、分析、研究與整合，建置監測資料展示平台，彙整各颱風降雨事件及水文資料即時展示，再利用這些基本資料進行降雨逕流、洪水演算及二維淹水等模式檢定驗證。

水文監測資料已有 4 年資料量，為能掌握測試基地河川流域與排水集水區特性變化，以及提供完整的觀測資料應用於本土化研究，將持續進行觀測計畫與資料蒐集調查，並整合至資料展示平台，提供長期性地文、水文資料供使用者進行水文水理模式檢定驗證及相關研究使用，且相關研究成果可回饋至資料展示平台，進一步建置各種水文水理模式於臺灣地區之適用參數資料庫，使平台利用更臻完善。因此將持續進行測試基地內水文監測、資料檢核及相關地文與水工結構物資料蒐集，並進行延伸應用，其中包括水文水理模式之驗證與水位流量率定曲線之建立。此外將進行颱風事件現地流量觀測，並發展颱風事件全洪程流量推估，以提高流量資料可信度。同時計畫中將精進展示平台並辦理說明會推廣。以上工作的同時也將檢討目前測試基地的測站布設，並提出未來測試基地長期執行方案。

二、前期計畫成果

2012 至 2014 年(民國 101-103 年)間「國家級防災監測及模式測試基地建置」計畫，2015 年(民國 104 年)則執行「典寶溪及宜蘭河國家級防災測試基地監測及加值應用」計畫，其執行成果包括水文監測與水文水理模擬兩大部分。

水文監測部分：計畫執行期間於測試基地內(宜蘭河流域及典寶溪排水集水區)評估及建置 33 站水文監測站，其中包括雨量站 6 站、水位站 8 站、流速站 6 站及淹水監測站 13 站，以上測站皆具自動傳輸資料功能。此外，為提高淹水監測能力，颱風中心加

設自記式淹水監測站 20 站，並於典寶溪滯洪池安裝 11 站自記式水位監測。測試基地建置前兩流域僅有雨量站 7 站及水位站 4 站。為提高資料品質，同時進行水文資料檢核作業。計畫執行期間全時記錄水文變化，亦記錄 21 場颱風事件。水文監測資料除彙整儲存外亦分享於防災單位及學研界使用，分別主要應用於災害期間水情掌握與模式校驗。為建立長期監測示範及區隔一般短期監測計畫，本年度計畫則持續進行水文監測及資料檢核作業，以繼續提供河川管理單位及學研界水文資料進行應用。此外，為強化監測資料之加值應用，自 2015 年(民國 104 年)起將測得水位及觀測與推估之流量建立部分測站水位流量率定曲線。

水文水理模擬：計畫執行中共使用 3 類水文水理模式進行模式檢定驗證，包括降雨逕流、洪水演算及二維淹水等 3 種。降雨逕流模式中使用 HEC-HMS，洪水演算模式中使用 HEC-RAS，二維淹水模式中則使用 SOBEK。計畫執行中收集最新地文資料，並利用測試基地內監測之颱風事件水文資料進行模式驗證。4 年中共針對蘇拉颱風(2012)、0807 豪雨(2012)、蘇力颱風(2013)、康芮颱風(2013)及麥德姆颱風(2014)進行模擬與驗證，其降雨逕流及洪水演算模擬結果良好。計畫執行期間宜蘭河流域於蘇拉颱風、蘇力颱風(2013)、蘇迪勒颱風(2015)及杜鵑颱風(2015)期間發生淹水事件，且淹水監測站紀錄其淹水水深變化歷程。此外，2012 至 2014 年(民國 101-103 年)間計畫執行間配合防災預警需求，結合定量降雨預報與水文預警模擬提供災防應變單位 24-72 小時降雨預報、河川水位預測及可能淹水區域，同時也提供過去 24 小時水文監測資料。計畫執行中共有 20 場颱風事件中提供定量降雨預報與水文預警模擬結果，每一場事件中皆提供超過 7 次預警資訊簡報。此外 2012 至 2014 年(民國 101-103 年)間計畫中建置模式測試平台以提供不同模式可利用測試基地水文監測資料進行水文水理模擬，但於 2015 年(民國 104 年)起調整數值模式應用測試基地內監測資料之應用，也就是為加強加值應用則將利用颱風事件進行模式驗證並累積事件模擬以建議合理模式參數適用範圍。同時為強化監測資料平台功能，規劃整合水文監測資料與水文水理模擬，

除整理逐月監測資料外，亦將整理各獨立颱風事件水文監測資料給使用者下載使用。表 1-1 中列出前期計畫執行重要成果。

表 1-1 前期計畫執行成果

年份	計畫名稱	重要成果
2012	國家級防災監測及模式測試基地建置(1/3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 測試基地水文地文資料收集：數值地形、河川斷面及測站歷史資料 2. 增設自動化水文測站：33 站 3. 原有水文測站資料銜接：9 站
2013	國家級防災監測及模式測試基地建置(2/3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立水情監測資料品管檢核作業機制：檢核雨量及水位 2. 水文水理模式校驗與測試：共使用降雨逕流、河道演算及二維淹水等三類 6 種模式 3. 整合定量降雨預報與水文模式建置水災預警系統：針對蘇力颱風、潭美颱風、康芮颱風、天兔颱風、菲特颱風等 5 場進行警報單發送
2014	國家級防災監測及模式測試基地建置(3/3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建置水文監測資料展示平台與網頁 2. 銜接定量降雨預報資料進行預警發佈：針對 2 場颱風事件進行 7 次資訊更新。 3. 建置水文與水理模擬模式測試應用平台
2015	典寶溪及宜蘭河國家級防災測試基地監測及加值應用計畫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現場流量觀測與推估：6 場現場流量觀測及 5 場全洪程流量推估 2. 水文水理模式檢定驗證：4 場颱風事件 3. 水位流量率定曲線建立：4 處測站

三、前期計畫測站檢討及後續工作建議

除水文監測與水文水理模擬外，計畫中也針對未來工作進行規劃，其中包括測站檢討、其他基地評估及後續工作建議。針對現有測試基地建議未來測站建置可著重山區雨量監測、支流支排水位流速監測及局部淹水掌握。其他基地評估則根據原規劃報告針對羌園排水集水區、曾文溪排水集水區、林邊第一排水幹線及將軍溪排水進行測站重新評估與現場勘查。後續工作則建議資料

分享策略、泥砂觀測、流量觀測及經營策略。以上前期計畫成果詳細說明可參考「國家級防災監測及模式測試基地建置」2012至2014年(民國101-103年)成果報告,以及2015年(民國104年)「典寶溪及宜蘭河國家級防災測試基地監測及增值應用」成果報告。

目前測試基地中所有測站共有126站,測站種類包括雨量站、水位站、流速站、淹水監測站、影像站及風速站;然而目前影像站僅記錄宜蘭河中山(西門)橋與典寶溪五里林橋河面狀況,風速站則尚未進行資料分析。由颱風中心設置之測站佔所有測站75.61%,且目前運作皆為正常。

雨量站部分,其測站設置已經降低各雨量站平均控制面積。宜蘭河流域約由30平方公里/站降至18平方公里/站,且增加山區平地交接區域及出海口區域之雨量監視。典寶溪排水集水區約由50平方公里/站降至16平方公里/站,且增加集水區上游區域及出海口區域之雨量監視。目前雨量站數量及位置,已經可增加流域內雨量空間變化說明,對於降雨逕流演算亦已經增加其雨量輸入資訊及改善運算結果。然而目前宜蘭河流域內子集水區缺乏雨量站,典寶溪排水集水區則因為中央氣象局移動測站而形成部分測站控制面積增加,因此需要進行測站增加。

水位站部分,其測站皆正常運作,且新增測站之水位變化紀錄已經大幅增加河段中洪水傳遞過程說明。現有測站已經使洪水演算模擬增加許多驗證水位資料,測試基地設置前僅能使用一站水位站作為上游邊界站,一站於與河口間進行驗證,因此模擬精度無法提升;且上游邊界站已經位於主流中游段而降低上游集水區之河道水理描述。經上述檢討,目前已經設置之測站可初步滿足主流河道洪水傳遞描述及洪水演算驗證,但是兩流域中存有許多支排,因此為提升支排側入流流況掌握,所以評估持續增設支排匯入主流之水位站設置。目前典寶溪排水支排部分則建議針對主要支排進行水位站增設。

流速站部分,其測站皆正常運作,且新增測站之流速變化紀錄搭配ADCP現場流量觀測作業進行流量推估已經可以提供河道上游入流邊界流量及部分測站流量以供檢核。此資料已經大幅改

善以往無流量資料亦或是流量資料可靠性不佳之情況。目前流速站站數已經可以初步滿足上游邊界流量給定，但是為搭配兩流域內支排側入流流量掌握，因此未來計畫中除需要持續建置水位站外，亦需要搭配流速站推估側入流流量。

淹水監測站部分，其測站皆正常運作。然而兩流域內淹水事件相對於河道洪水事件較少。目前淹水事件皆發生於宜蘭河流域內。目前淹水監測站設置位置為流域內易淹水區域，為可以持續監測因此建議維持目前測站數量及位置。此外為可以擴大其他可能淹水區域之監測及增加人口較為密集區域之淹水監測以提升淹水監測功能；所以建議持續評估與增加淹水測站，但為節省設站成本及無急迫預警需求，所以建議採用自記式水深計作為監測儀器。

前期計畫中亦進行相關檢討，其中包括水文監測、水文水理模式模擬及防災預警。水文監測部分則為對流域內支流支排匯入主流之流量掌握不足，其主要原因為監測站不足。部分匯入流量較大之支排若無法精確掌握則將無法提供河川網路的詳細資料，並影響降雨逕流模式之校驗與洪水演算模擬之完整性。然解決方法則為逐年增設支流支排之水文監測站，尤其上游流量觀測與下游水位之監測。以宜蘭河流域為例，可將水位流速站逐步往上游建置，以瞭解逕流量隨下游增加之變化與強化集流時間推估之背景資料。以典寶溪排水為例，該集水區低地排水系統多，為使水文模擬趨於實際狀況，因此需由主要支排、次要支排及區域排水逐步建置水位流速站，以提供更密集資料。模擬部分若無考慮支排側入流情況，則導致中下游河段模擬水位皆遠低於觀測水位。也由於典寶溪中下游地勢較為平坦，若利用降雨逕流模式推估支排入流流量，其側入流流量估計準確度仍不足，而導致考慮側入流之模擬結果亦不佳。因此觀測側入流流量則為重要議題。

水文水理模式模擬部分中二維淹水模式模擬監測淹水深度歷程模擬困難，其主要原因為地文資訊精度不足導致大範圍二維模擬無法合理反應單點位置監測現況。其改善方法為進行高精度地文調查並配合淹水監測提供給模式模擬，但進行大範圍調查則需

較長時間。另外方式則可以建立小範圍模擬區域進行地文調查與淹水監測，並執行模擬與驗證。因此建議測試基地可逐步進行高解析度數值高程量測，並增加更新之頻率。

防災預警部分則為任務角色不明確與功能不彰。防災預警需倚靠一定可靠度之預報資料與合適之水文水理模式進行情境模擬，提供可能災情予縣市政府與流域管理單位，以提早進行防災決策與作為規劃。因此使用於防災預警之模式則需先進行相關檢定驗證，並且需要在多元預報資訊下建立機制使用預報資料，以免導致預警偏離實際狀況。目前計畫中僅針對宜蘭河流域及典寶溪排水集水區進行水文監測及模擬，因此防災預警僅侷限於小範圍並非完整大流域，也因此使預警成效不足以涵蓋完整流域範圍，所以功能不彰。此外兩流域分別屬於宜蘭縣與高雄市內，且為第一及第六河川局所管理。於颱風期間以上單位皆啟動防災預警機制，因此避免重複進行防災預警工作導致計畫任務角色不明確，2014年(民國103年)計畫中已經建議刪除防災預警工作項目，並導向兩流域提供高密度長期水文監測資料予水文水理模式進行檢定驗證。因此後續計畫則以水文監測為主要工作內容，長期累積水文及地文監測資料，其中最重要為颱風期間監測資料。因此再利用颱風期間水文監測資料進行水文水理模式模擬以建立合理模式參數。最後提供流域水文監測資料給相關模式進行測試，若可合理給定參數、精確模擬颱風水文歷程與適切反應流域特性後，則可逐步應用於所選擇流域之防災預警。如此防災預警應用將不限制於宜蘭河流域與典寶溪排水集水區內。所以本年度與後續計畫發展將朝水文監測為主，模式測試為輔，而非防災預警。

第二章 測試基地測站布設檢討與調整

一、測試基地流域說明

目前測試基地為宜蘭河流域與典寶溪排水集水區，其地理位置如圖 2-1 所示。測試基地內雨量、水位、流速及淹水監測站已於 2012 年(民國 101 年)7 月開始進行監測，使用儀器分別為傾斗式雨量計、雷達波水位計、微波雷達表面流速儀及壓力式水深計。水利署目前測站儀器監測頻率大部分為 10 分鐘，而測試基地中除淹水監測外儀器之監測頻率為 1 分鐘，因此高於水利署目前設備。測試基地中大部分水文監測頻率為 1 分鐘實屬必要，因為提供較高頻率資料給使用者，而使用者可再依照實際需求進行資料處理，如此將可保持資料應用的彈性。測試基地建置前後之測站數量差異如表 2-1 所示。測試基地水文監測站初期建置時，雨量站設站原則為補足山區平原交界與濱海區域監測空間分布及配合易淹水區域；水位站設站原則為掌握上游入流條件及支流匯入主流之情況，上游水位站可提供水文水理模式做為上游邊界條件之用；流速站設站原則為選擇流域上游區域以進行流量推估並提供水文水理模式上游邊界條件；淹水監測站設站原則為參考歷史淹水事件中之範圍與易淹地點。

表 2-1 測試基地建置前後測站數量

	流域			
	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
	建置前 (2012/7 前)	建置後 (-2015/12)	建置前 (2012/7 前)	建置後 (-2015/12)
雨量站	5	11	2	9
水位站	2	16	2	13
流速站	0	5	0	5
淹水監測站	5	36	0	27
影像記錄站	0	1	0	1
風速站	0	1	0	1



圖 2-1 宜蘭河流域與典寶溪排水集水區位置圖

宜蘭河由數條支流匯集而成，包括小礁溪、大礁溪、五十溪、大湖溪。流域面積 149.06 平方公里，主流長 17.25 公里，涵蓋礁溪、員山、宜蘭及壯圍等鄉市。宜蘭河流域特性為包含山區平地地形，具有整治天然河川系統及高淹水潛勢區域。圖 2-2 為宜蘭河流域內水文測站分布圖，包含中央氣象局、水利署、宜蘭縣政府及颱洪中心所建立測站，各類測站統計如表 2-2 所示，宜蘭河流域內計有測站 70 站，淹水測站部分自記式計有 24 站。

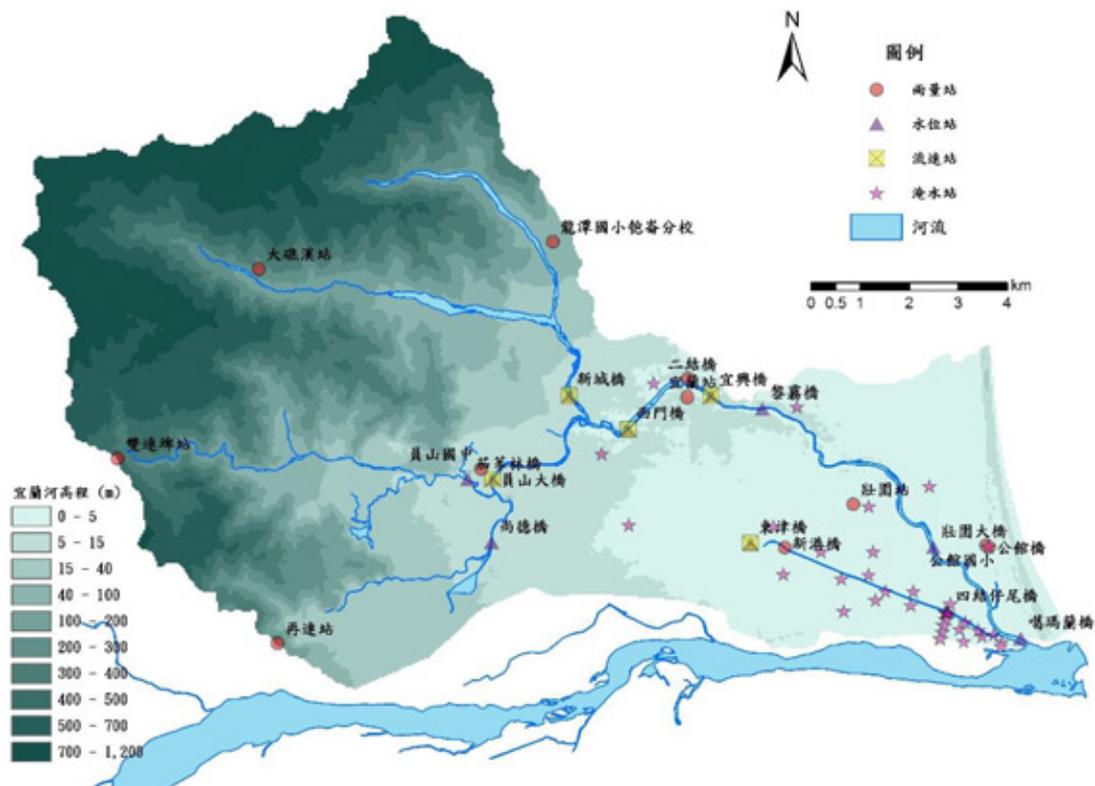


圖 2-2 宜蘭河流域水文監測站分布圖

表 2-2 宜蘭河流域內水文監測站數量

	建置單位				站數統計
	中央氣象局	水利署	宜蘭縣政府	颱洪中心	
雨量站	5		3	3 (3)	11
水位站		2	3	11 (4)	16
流速站				5 (3)	5
淹水監測站		5		31 (7)	36
影像記錄				1	1
風速				1	1
小計	5	7	6	52	70

註：()內數字為 2012-2014 年間颱洪中心執行水利規劃試驗所委託「國家級防災監測及模式測試基地建置」計畫內所建置測站數量

今年度宜蘭河流域內於噶瑪蘭橋蘭陽溪段與美福防潮閘門上游側自行設置水位站，其測站照片如圖 2-3 及圖 2-4。噶瑪蘭橋橫跨宜蘭河及蘭陽溪，如圖 2-5 所示，而水利署建置之噶瑪蘭橋水位站(站號 2560H020)位於宜蘭河河面上，然而蘭陽溪與宜蘭河入海匯流口接近，且洪水期間蘭陽溪入海流量高於宜蘭河，因此目前噶瑪蘭橋水位必受蘭陽溪影響。為瞭解蘭陽溪水位影響程度與

提供數值模式更多出海口資訊(例如河道及暴潮演算)，因此於噶瑪蘭橋蘭陽溪段建置水位站。此外，為瞭解美福防潮閘門啟閉狀況與閘門上下游水位狀況，更進一步提供美福大排於河道演算下游邊界，加上 2014 年颱洪中心已經於美福防潮閘門下游建置自記式水位計，所以今年度於美福防潮閘門上游側建置即時傳輸水位計。宜蘭河流域內各類測站分佈圖可參考附錄五。



圖 2-3 新增測站：宜蘭河流域噶瑪蘭橋蘭陽溪段



圖 2-4 新增測站：宜蘭河流域美福防潮閘門上游側



圖 2-5 噶瑪蘭橋(台 2 線)橫跨宜蘭河與蘭陽溪

典寶溪排水發源於高雄市燕巢區烏山頂，流經高雄市燕巢區、大社區、楠梓區、橋頭區、岡山區、梓官區等區域，而於蚵子寮漁港南側約 750 公尺處注入台灣海峽，流域北鄰阿公店河流域，南為後勁溪排水流域。典寶溪排水幹流長度約 32 公里，集水面積約 106 平方公里。典寶溪排水流域特性為流域內地勢平坦，具有低地排水系統及高淹水潛勢區域，此外設有滯洪池用以蓄洪減緩淹水。典寶溪排水集水面積小流程短，洪峰到達時間甚短。圖 2-6 為典寶溪排水集水區內水文測站分布圖，包含中央氣象局、水利署、高雄市政府與颱洪中心所建立測站，各類測站統計如表 2-3 所示，典寶溪排水集水區內計有測站 56 站，淹水測站部分自記式計有 21 站。

表 2-3 典寶溪排水集水區內水文監測站數量

	建置單位				站數統計
	中央氣象局	水利署	高雄市政府	颱洪中心	
雨量站	2		3	4 (3)	9
水位站		2	5	6 (4)	13
流速站				5 (3)	5
淹水監測站				27 (6)	27
影像記錄				1	1
風速				1	1
小計	2	2	8	44	56

註：()內數字為 2012-2014 年間颱洪中心執行水利規劃試驗所委託「國家級防災監測及模式測試基地建置」計畫內所建置測站數量

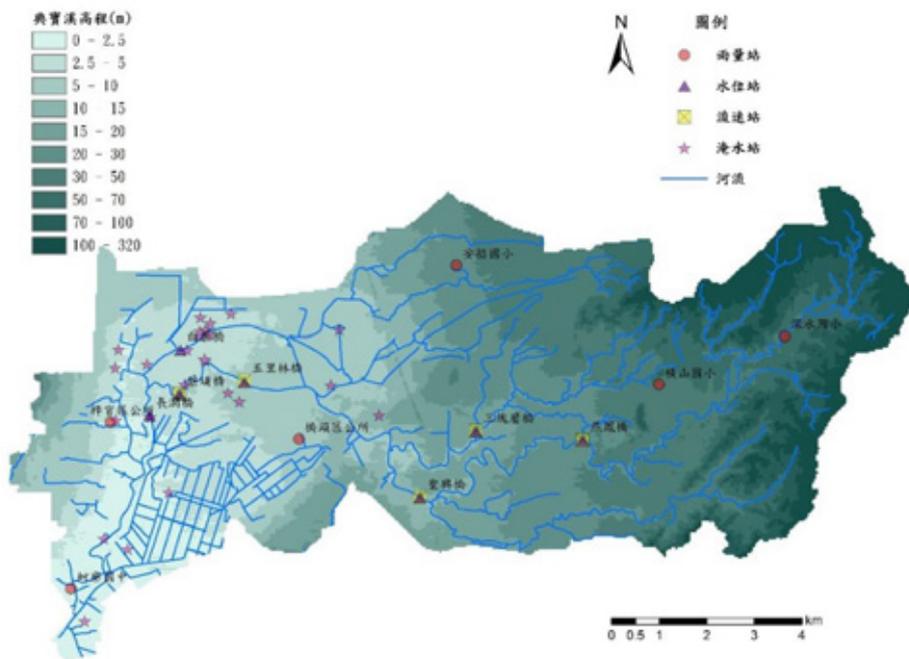


圖 2-6 典寶溪排水集水區水文監測站分布圖

為減緩淹水，典寶溪排水集水區中設有 A 區及 B 區滯洪池，分別位於大遼排水之右岸及左岸區域。A 區滯洪池之面積約為 17 公頃，滯洪量約為 42.5 萬立方公尺；B 區滯洪池面積約為 42 公頃，滯洪量約為 105 萬立方公尺。為記錄颱洪期間滯洪池內水位變化歷程，颱洪中心設置 11 處自記式水位監測點，其測站位置如圖 2-7。監測點設置原則為掌握滯洪池內分區、入流寬頂堰處與重力式出流閘門處水位變化。

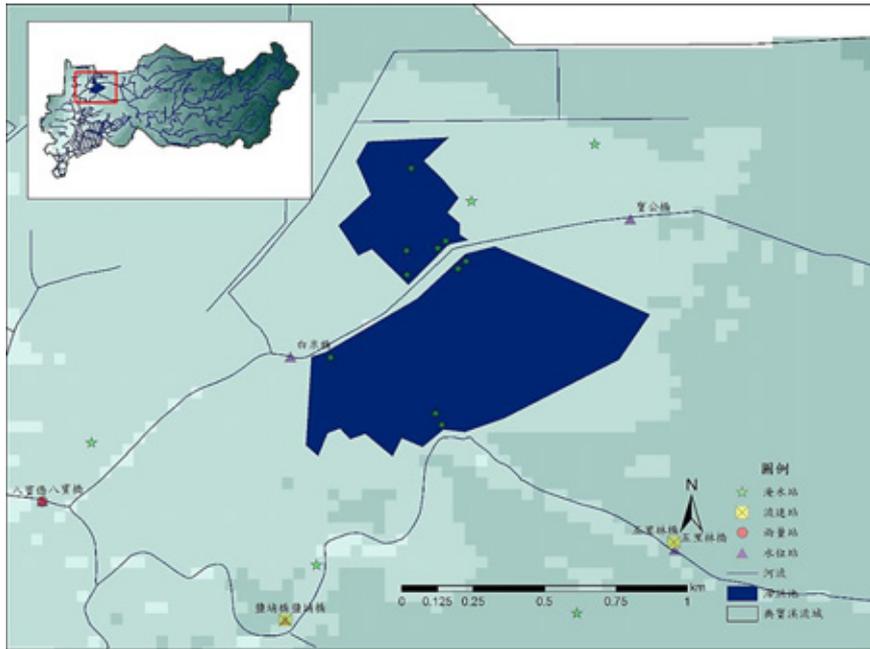


圖 2-7 典寶溪排水集水區 A 及 B 區滯洪池水位監測點安裝位置

今年度典寶溪排水集水區內於蚵仔寮增設潮位站，其測站照片如圖 2-8。原址國防部已經設置潮位站但於 2013 年損壞，為提供典寶溪河道演算下游邊界條件，所以於原址建置即時傳輸水位計。典寶溪排水集水區內各類測站分布圖可參考附錄五。



圖 2-8 典寶溪排水集水區新增測站：蚵仔寮潮位站

二、測站調整檢討與建議

目前颱洪中心所建置之所有測站皆正常運作，且自 2012/7(民國 101 年 7 月)至今已各測站已經蒐集 26 場颱洪事件，其中包括蘇拉颱風(2012/7)、蘇力颱風(2013/7)、康芮颱風(2013/8)、蘇迪勒颱風(2015/8)、尼伯特(2016/7)、莫蘭蒂颱風(2016/9)及梅姬颱風(2016/9)。目前測試基地內測站皆為經討論後具有優先建置必要，且已經穩定提供數值模式進行颱洪事件檢定，計畫中檢討測試基地內監測分析是否有不足之處與補充水文水理模式需求之方向思考。

圖 2-9 為計畫中測站檢討與建議流程圖與檢討項目。計畫中將測站檢討區分為兩大類：(1) 水文地文監測分析及(2) 水文水理模式需求，因為測試基地建置主要目的為長期水文監測並提供水文水理模式進行驗證，也因長期監測為主要任務所以現有監測則需持續。「水文地文監測分析」則以強化現有監測不足與增加監測可信度為目標，而「水文水理模式需求」部分則以持續蒐集模式檢定所需颱洪事件與增加模式所需參數之基本監測為目的。若依照現有水文監測項目則可將檢討項目分類為：(1) 雨量、(2) 河川水位、(3) 河川表面流速及(4) 淹水監測等 4 類。各類中檢討項目之原則為針對監測不足之處進行建議。以下段落針對雨量、河川水位、河川表面流速及淹水監測提出初步建議之思考方向。

雨量部分則分析地形是否影響現有雨量站網觀測正確性與精度，以及現有雨量站位置是否可以掌握各集水區降雨特性。宜蘭河流域內大礁溪、雙連埤及再連雨量站分別掌握宜蘭河支流大礁溪、五十溪及大湖溪集水區，然而小礁溪集水區內缺少雨量站，因此建議宜蘭河流域小礁溪集水區內建置雨量站。建置測站位置如圖 2-10 所示。相關設站位置經與第一河川局討論後初步選擇宜蘭縣立殯葬管理所管轄之「櫻花陵園」，其位於小礁溪集水區內，海拔約為 750 公尺。典寶溪排水集水區內原有中央氣象局所屬之岡山與鳳雄雨量站，但於 2013 年(民國 102 年)撤站，並於同年於

梓官與橋頭建置雨量站；其雨量站位置整體向濱海區域移動，導致典寶溪排水集水區中游南側區域出現監測空缺，也就是原鳳雄站位置。為維持集水區各區塊雨量監測，因此建議於原鳳雄站位置增設雨量站。建置測站位置如圖 2-11 所示。

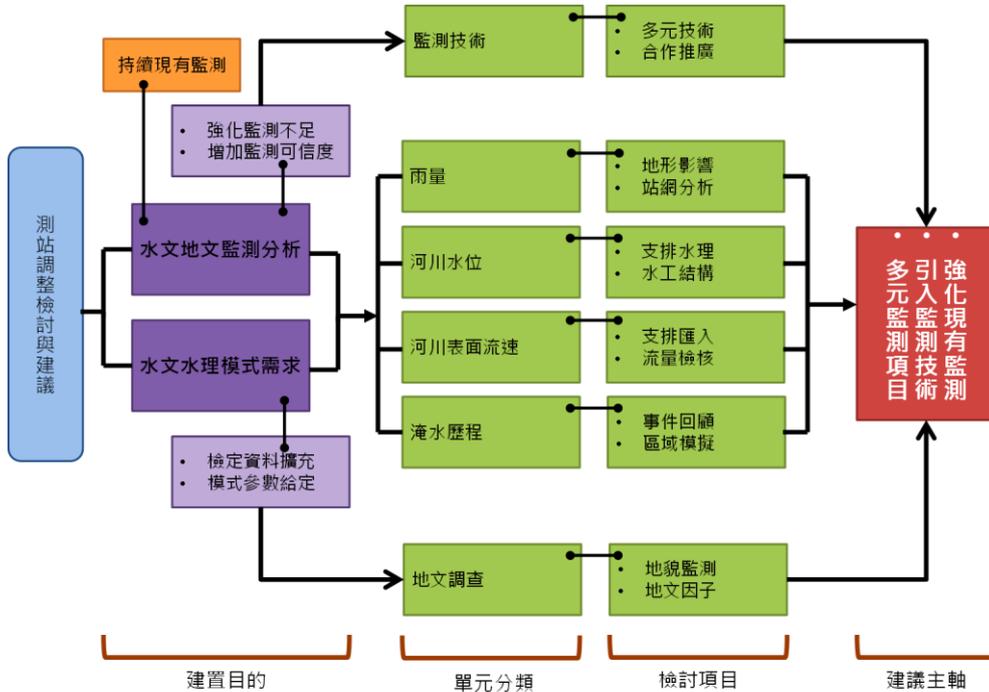


圖 2-9 測站檢討與建議流程圖與檢討項目

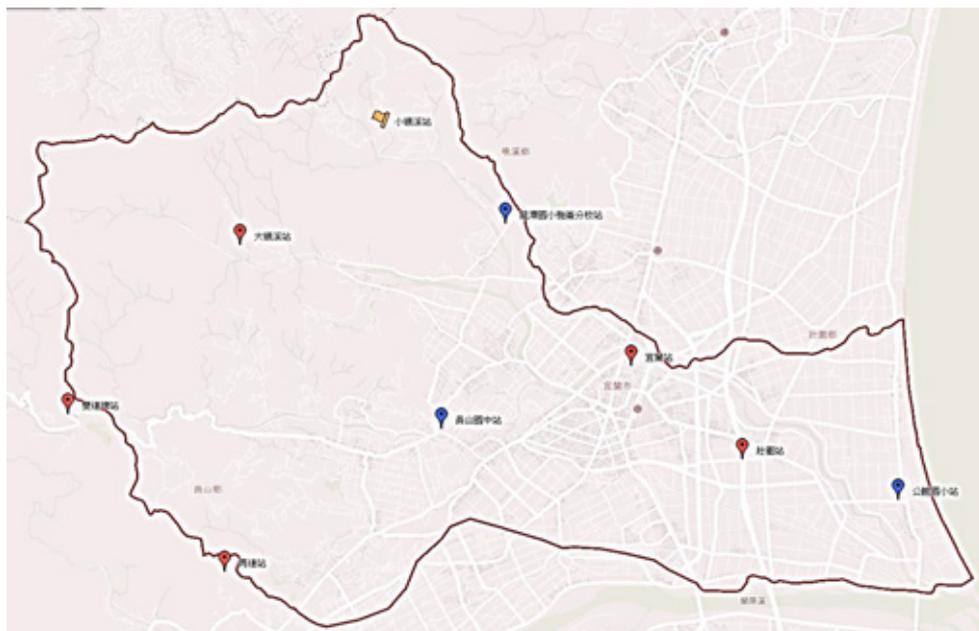


圖 2-10 宜蘭河流域建議雨量站增設位置：小礁溪站

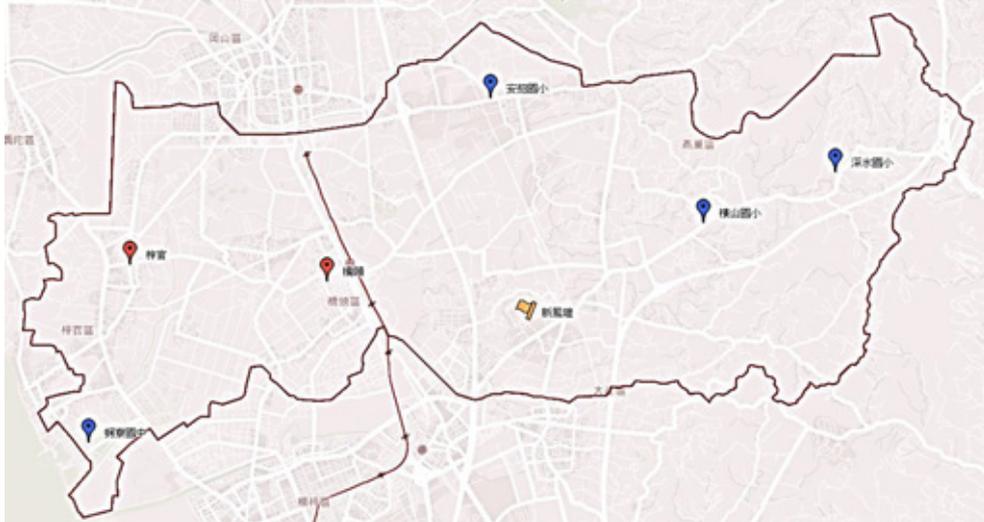


圖 2-11 典寶溪排水集水區建議雨量站增設位置：新鳳雄站

宜蘭河流域及典寶溪排水集水區內有許多灌溉及排水系統，因此河川水位部分若要完全掌握支排水理狀況則需投入大量經費建置監測設備。初期可掌握重要區域水理狀況，故建議先針對重要排水系統進行評估。因此建議針對宜蘭河流域美福大排與典寶溪排水集水區大遼排水進行評估。美福大排集水區為高淹水潛勢區域，美福大排水理與排水狀況影響淹水情況甚巨，為掌握美福大排及舊港排水(其最大支排)排水狀況因此建議於兩排水出口閘門上下游安裝水位計，並於閘門裝設開度計，以逐步進行現場流量觀測與出流推估。圖 2-12 為美福防潮閘門與舊港排水閘門位置。今年度已經利用颱洪中心公務預算進行美福防潮閘門上下游水位站建置，因此建議明年度持續進行建置舊港排水閘門水位站 2 站(上下游各 1 站)，以及閘門開度計 10 座(美福防潮閘門自動舌閘 3 座及直立閘 4 座，舊港排水閘門自動舌閘 1 座及直立閘 2 座)。圖 2-13 及圖 2-14 為美福防潮閘門及舊港排水閘門現場狀況。

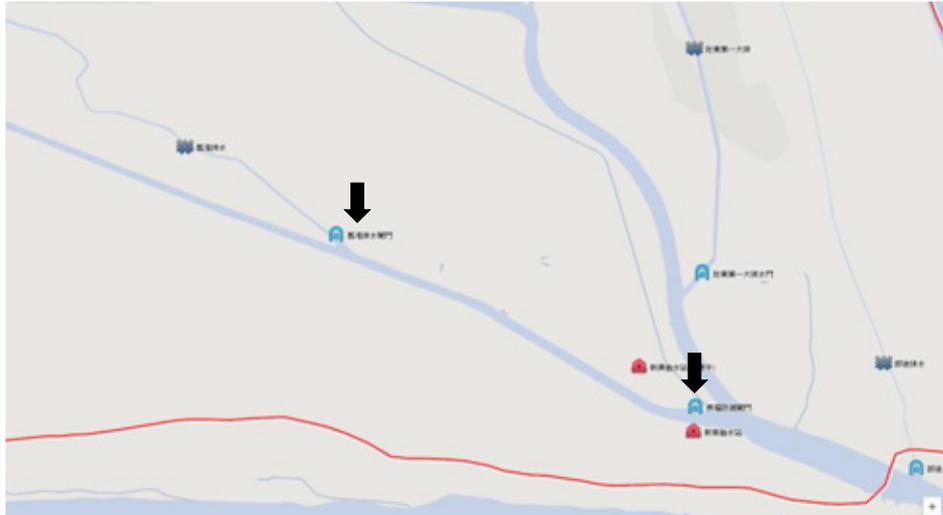


圖 2-12 宜蘭河流域美福防潮閘門與舊港排水閘門位置圖



圖 2-13 宜蘭河流美福防潮閘門現場情況



圖 2-14 宜蘭河流舊港排水閘門現場情況

河川表面流速站之設置主要搭配水位站，用以推估流量。此部分則可討論流域內支排匯入主流的流量資料不足是否影響水文水理模擬。典寶溪排水集水區主要有 13 條支排，但目前僅針對典寶溪主流設置流速站，典寶溪排水集水區內大遼排水設有滯洪池，若掌握滯洪量變化與大遼排水匯入典寶溪流量，則對河道演算可增加模擬可信度。因此建議於滯洪池上游寶公橋及下游白米橋處設置水位與表面流速站，可藉上下游流量差異掌握滯洪量與大遼排水匯入典寶溪排水之流量。圖 2-15 顯示寶公橋及白米橋之位置。圖 2-16 及圖 2-17 則為寶公橋及白米橋現況。此外，為細部掌握滯洪池排水情況，亦建議於滯洪池排水閘門裝設閘門開度計 5 座(A 區滯洪池 3 座，B 區滯洪池 2 座)，A、B 區滯洪池閘門現況如圖 2-18 及圖 2-19 所示。

今年度已經進行將現有鹽埔橋與三塊厝橋河川水位及河川表面流速站遷移至白米橋與寶公橋，已經於 8/16 完成測站遷移並進行資料傳輸測試，白米橋與寶公橋監測資料提供則於 9/1 起。圖 2-20 及圖 2-21 為白米橋與寶公橋現場水位計與流速計狀況。



圖 2-15 典寶溪排水集水區內大遼排水寶公橋與白米橋位置圖



圖 2-16 大遼排水寶公橋現場情況



圖 2-17 大遼排水白米橋現場情況



圖 2-18 A 區滯洪池排水閘門現場情況



圖 2-19 B 區滯洪池排水閘門現場情況



圖 2-20 典寶溪排水集水區白米橋水位計及表面流速計



圖 2-21 典寶溪排水集水區寶公橋水位計及表面流速計

淹水監測部分已經蒐集相關淹水事件報告與資訊，檢討颱風事件並標定颱風期間發生淹水卻無設站之區域，持續維運中可於該範圍內設置淹水監測站以增加淹水監測空間密度。目前初步建議宜蘭河流域增設 12 處淹水監測站與典寶溪排水集水區增設 13 處淹水監測站。圖 2-22 及圖 2-23 分別表示新增測站位置。宜蘭河流域內建議新增淹水測站位置分別為過嶺國小、十三股、十八甲、新南國小(一河局原有測站)、協天廟(舊港排水)、果菜市場、建業里、凱旋路(建業排水)、健康路(宜榮一中排)、梅洲(近梅洲抽水站)、中興七路(國道 5 號側車道)及南北 48 路(國道 5 號側車道)等 12 處。典寶溪排水集水區內建議新增淹水測站位置分別為安泰街(鳳山厝支線)、公厝北路(近五里林橋)、D 區滯洪池、E 區滯洪池、F 區滯洪池、梓平(近潭子底溝移動抽水站)、大舍南路(近典寶抽水站)、嘉展路(近嘉展抽水站)、嘉好路(典寶支排)、通港路(援中港支線)、國軒路 61 巷北(大遼排水寶公橋右岸)及國軒路 61 巷南(大遼排水寶公橋左岸)、白米路(266 巷附近社區)。

以上規劃主要參考第一河川局對於蘇拉、蘇力、蘇迪勒及杜鵑颱風淹水調查報告，宜蘭河流域部分主要考慮美福大排下游左岸區域將設置新興抽水站及宜蘭河左岸有淹水紀錄區域(十三股、十八甲及過嶺國小)。以新南國小為例，原第一河川局於該處設有淹水監測站，但於 2014 年遷移，然而於 2015 年蘇迪勒颱風期間仍有局部淹水情況，加上該區域地勢較附近低窪，因此仍有必要進行淹水監測。此外，果菜市場位於縣民大道與美福大排間，該處兩側為高程較高之路堤與河堤，因此排水不易而常形成水流溢出出路面，如圖 2-26 所示，因此建議於果菜市場周邊排水內進行淹水水位監測。

典寶溪排水集水區內則考慮未來將設置滯洪池區域與典寶溪排水下游易淹區域。以公厝北路為例，該處位於五林社區且近五里林橋，歷次颱風期間進行流量觀測時常發現有淹水情況，如圖 2-27 所示，因此建議可於社區內排水設置淹水監測。2016 年莫

蘭蒂及梅姬颱風期間，因豪雨造成大遼排水附近低窪地區淹水，而寶公橋兩側區域積水嚴重，如圖 2-28、圖 2-29 及圖 2-30 所示，因此建議於國軒路 61 巷北(大遼排水寶公橋右岸)及國軒路 61 巷南(大遼排水寶公橋左岸)挑選排水渠道內設置淹水監測站。A 區與 B 區滯洪池間白米里白米路 266 巷附近於 2016 年梅姬颱風時亦發生淹水情況，如圖 2-31 所示，因此建議於白米里內挑選排水渠道內設置淹水監測。設置淹水監測於排水渠道內主要可掌握淹水前後完整歷程。

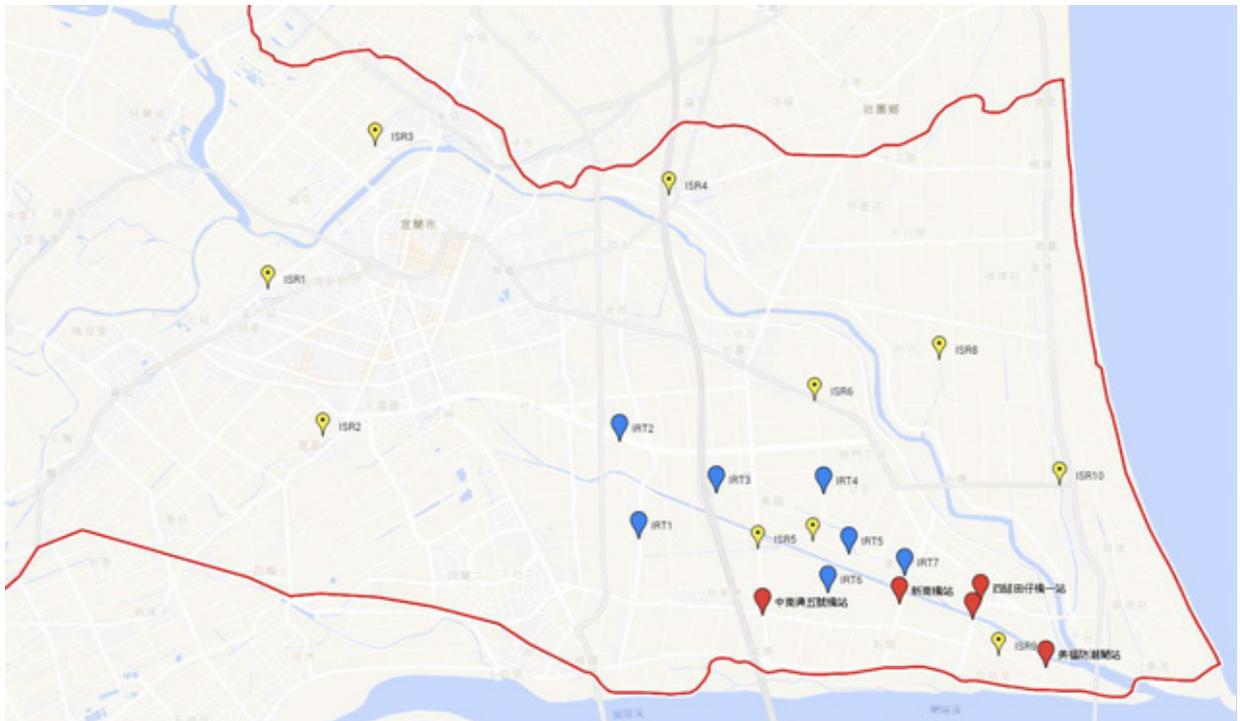


圖 2-22 宜蘭河流域內現有淹水監測站

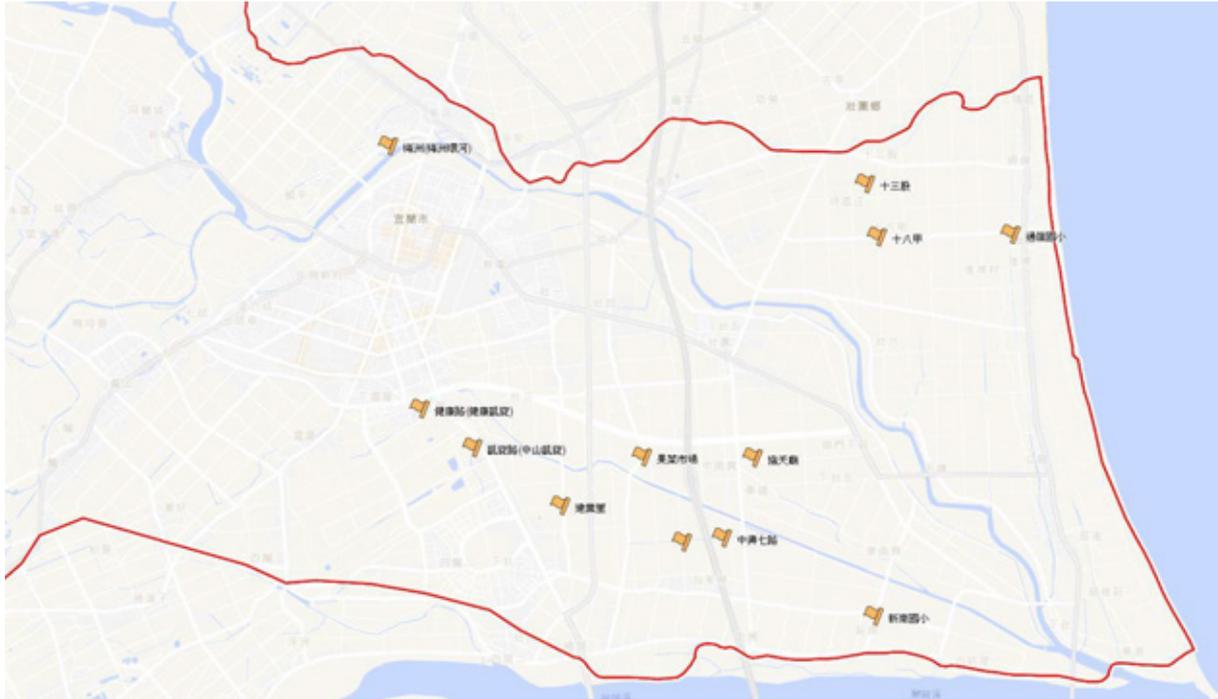


圖 2-23 宜蘭河流域內建議新設淹水監測站

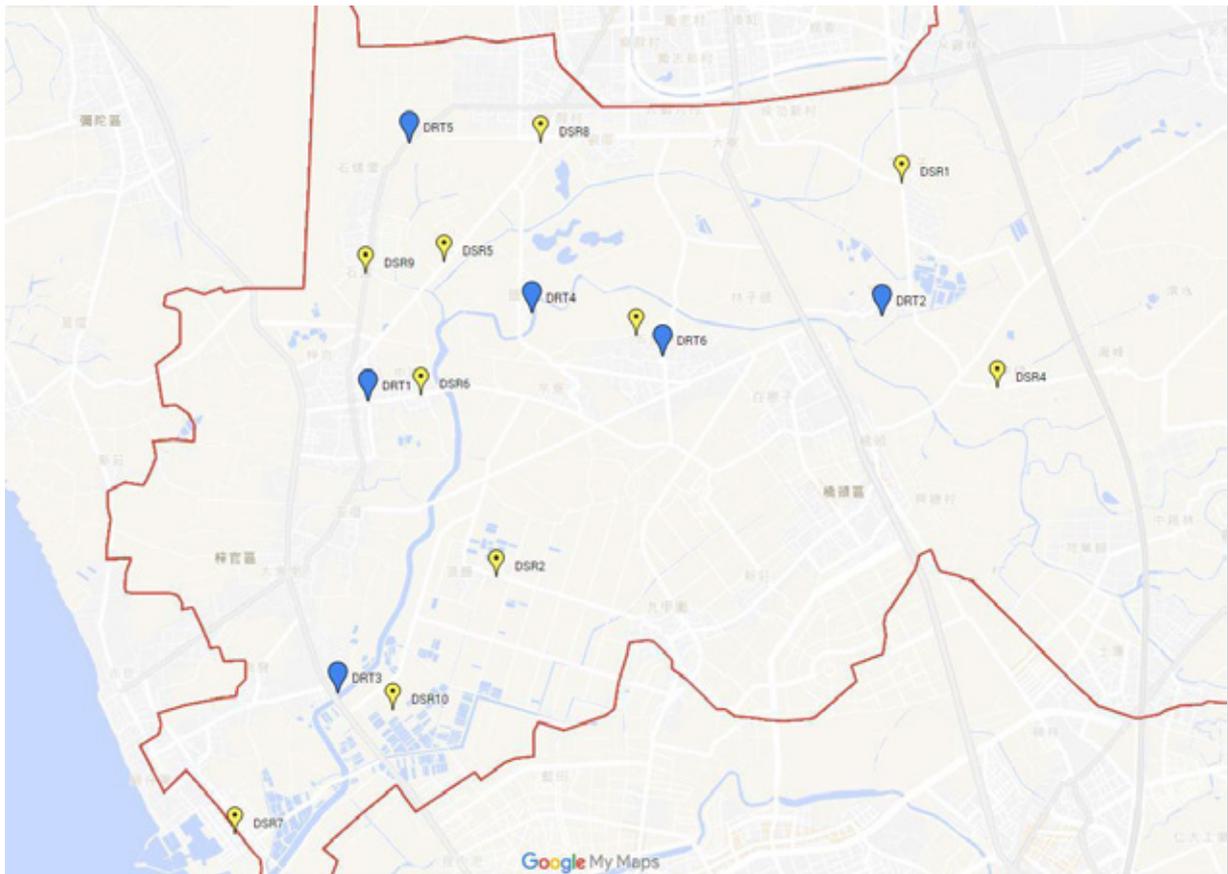


圖 2-24 典寶溪排水集水區現有淹水監測站

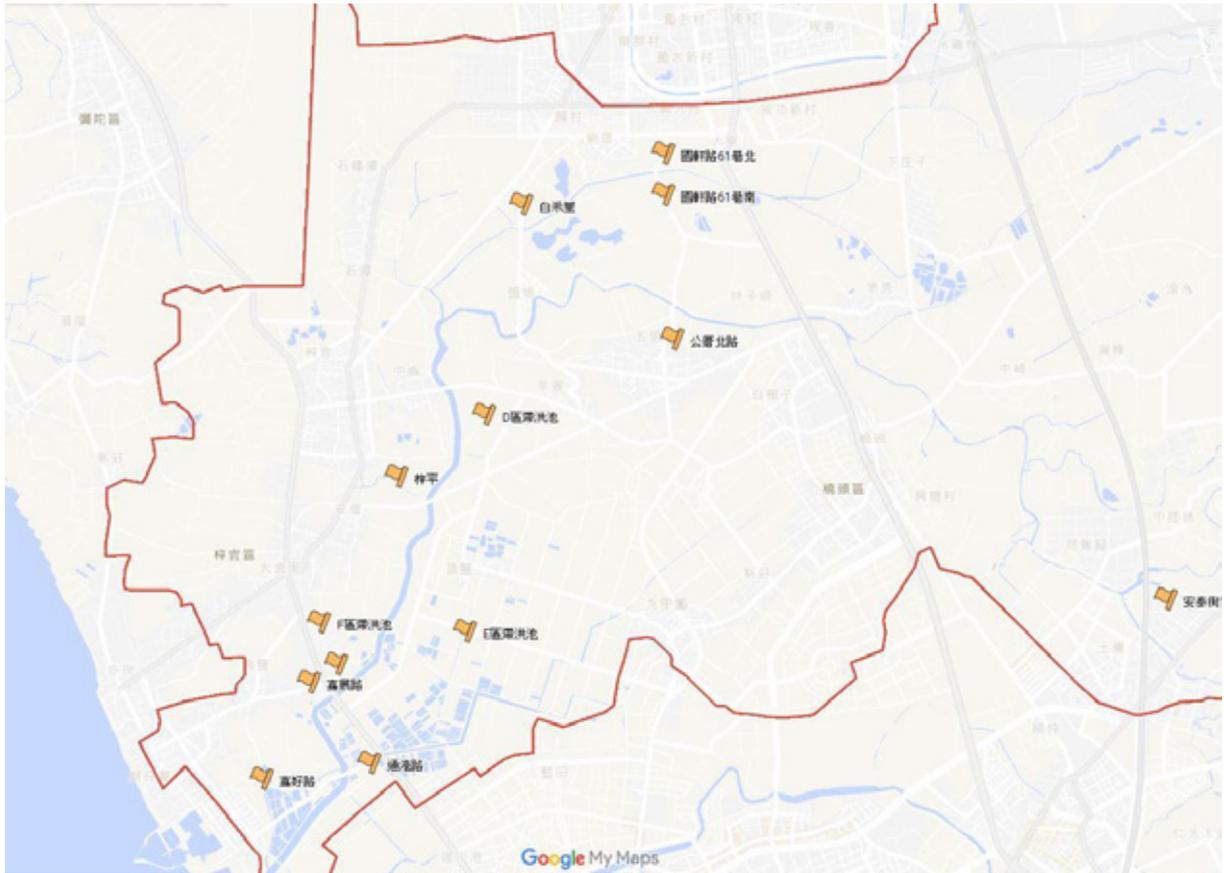


圖 2-25 典寶溪排水集水區內建議新設淹水監測站



圖 2-26 2013 年康芮颱風期間宜蘭河流域內果菜市場道路淹水情況(果菜市場站)



圖 2-27 2013 年康芮颱風期間典寶溪排水集水區五林社區公厝北路道路淹水情況(公厝北路站)



圖 2-27 2013 年康芮颱風期間典寶溪排水集水區五林社區公厝北路道路淹水情況(公厝北路站)



圖 2-28 2016 年莫蘭蒂颱風期間典寶溪大遼排水國軒路 61 巷寶公橋南側淹水情況(國軒路 61 巷北)



圖 2-29 2016 年梅姬颱風期間典寶溪大遼排水國軒路 61 巷寶公橋南側淹水情況(國軒路 61 巷北)



圖 2-30 2016 年梅姬颱風期間典寶溪大遼排水國軒路 61 巷寶公橋北側淹水情況(國軒路 61 巷北)



圖 2-31 2016 年梅姬颱風期間典寶溪白米里白米路 266 巷附近淹水情況(白米里)

考慮水文水理模式需求則將檢討模式參數可否利用直接監測資料給定而非猜測，而模式內參數值將可合適地反應實際流域內狀況，如此也將可提升水文水理模擬可信度。因此水文地文監測部分則可規劃為未來監測項目。以上建議調整與新增之各類測站則彙整如表 2-4 所示。

表 2-4 測試基地內建議調整與新增測站彙整

監測項目	總數	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
		數量	說明	數量	說明
雨量	2	1	小礁溪集水區	1	原鳳雄站
河川水位		2	舊港排水閘門		
河川表面流速	2			2	大遼排水寶公橋及白米橋(調整)
閘門開度計	15	10	美福防潮閘門及舊港排水閘門	5	A 及 B 區滯洪池排水閘門
淹水監測	25	12	宜蘭河下游左岸區域	13	規劃淹水發生地區滯洪池區域

三、觀測計畫長期執行方案研擬

測試基地之經營與維運需配合該流域特色。目前宜蘭河流域中河系分布完整，因此短期發展適合進行河道水理觀測。然而宜蘭河流域位於蘭陽平原，因此地下水豐沛且地下水水位高低影響河川水位變化。所以宜蘭河流域內需整合現有地下水觀測資訊及評估與增加地下水觀測網，以做為長期觀測與維運項目。典寶溪排水集水區則大部分區域屬於低地，因此設有排水系統與滯洪設施，對於典寶溪排水主流具有許多側入流；也因此掌握複雜排水系統與滯洪能量則為提高河道洪水演算精確度之基礎，所以建立支排與側入流之監測可為短期目標。再者典寶溪排水集水區中有工業區及農漁養殖區，加上工業區排放污水，因此水質問題則成為需要長期關注之問題；再者排水系統內水文狀況影響水質變化，故水質監測可做為典寶溪排水集水區長期觀測與維運項目。

整體而言，宜蘭河流域與典寶溪排水集水區中皆有人口密集區域，也常於颱風事件時發生淹水情況，因此發展淹水監測系統為建立此測試基地最為特殊之處，此淹水監測亦是目前國際上測試基地所缺乏之處。圖 2-32 表示測試基地特色與短長期發展方向。

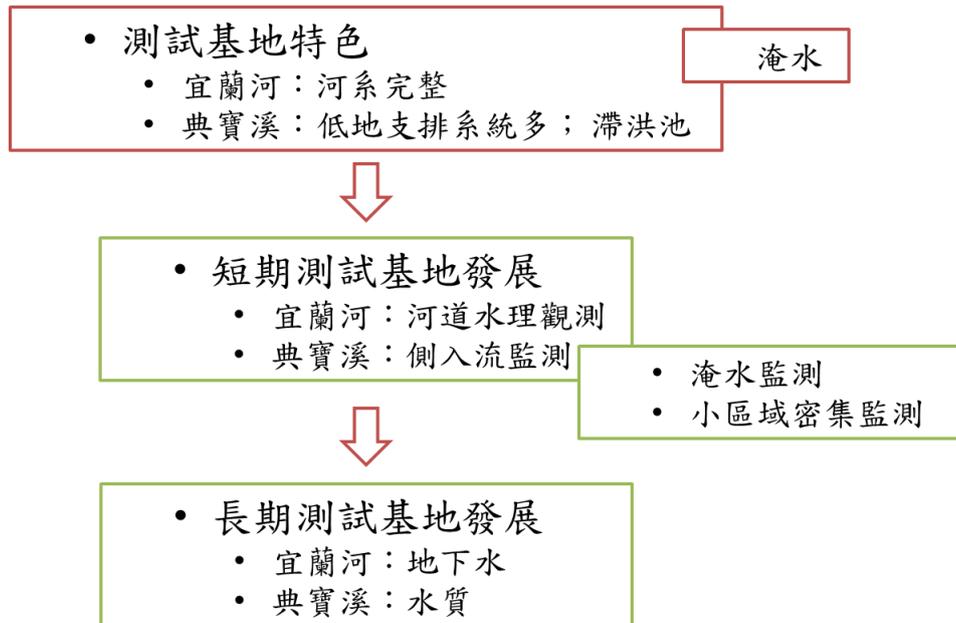


圖 2-32 現有測試基地特色與短長期發展方向

設置測試基地主要目的之一為提供水文水理模式校驗之地文及水文資料，因此規劃測試基地於發展及維運時必須考慮模式模擬時之需求。目前宜蘭河流域及典寶溪排水集水區內主要進行降雨逕流，洪水演算與二維淹水模擬，雖然各類模式中有許多軟體，其中採用之參數不盡相同，而圖 2-33 表示各類模式於模擬時所需之主要參數。

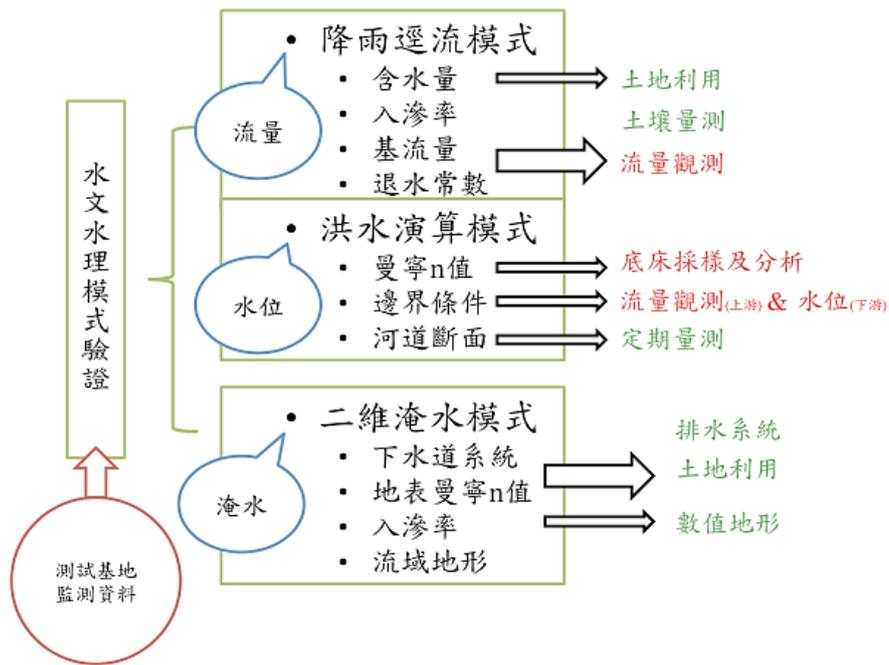


圖 2-33 水文水理模式所需參數與對應基本資料

目前二維淹水模擬結果雖可掌握淹水範圍，但對於各站淹水歷線模擬仍有差異。為強化淹水監測與改善模擬結果，建議未來可縮小淹水監測範圍，並於此範圍內以更高密度進行監測以提供數值模式更多資訊進行驗證。以宜蘭河流域為例，美福大排新南地區為常淹水區域，所以可以此區域進行小區域淹水監測與模擬驗證。初步建議以美福大排堤防為北邊界，蘭陽溪堤防為南邊界，宜蘭河堤防為東邊界，以四結仔尾橋下宜 18 縣道為西邊界；其範圍約為 0.5km²。經過初步現勘發現北邊界地表高程較低且有溝渠，且有水流溢出情況發生，而西邊界設有涵管與相鄰區域水流相通，評估建議於西邊界設置水位計監測相鄰區域溢漫情況；北邊界設置水位計可掌握排水溢漫情況，亦可監測新南抽水站操作時對於溝渠水位變化之影響。目前建議建置 14 處自記式水位計，並建議於第四年中建置。

降雨逕流模式主要參數包含含水量，入滲率，基流量及退水常數；因此土壤特性須藉由土地地用與土壤量測資料定義與推求，基流量則需平時流量觀測求得，而退水常數則依照測站河段流量變化定義。洪水演算模式主要需要河道斷面與底床特性(曼寧

n 值)，此參數需透過量測而得。此外上下游邊界條件分別為流量與水位，兩者則為水文監測與推估而得。二維淹水模擬所需參數計有下水道系統，地表曼寧 n 值，入滲率及地形資料。地形與下水道資料需進行測量而得，而地表特性則需透過土地利用資料定義。以上關於土壤特性之參數，除以大面積土地利用調查推求數值外，亦可利用現地土壤調查及分析驗證參數設定是否合理。綜合以上三類模式所需參數，部分資訊可收集其他單位調查資料以進行更新，例如土地利用，排水系統及河道斷面。其他需自我進行監測之項目，主要包含地文：土壤特性量測；水文：雨量，河川水位，流量推估及河道底床質採樣分析。因此於測試基地發展規劃時將考慮擴充以上監測項目。

為延續測試基地監測計畫，對宜蘭河流域及典寶溪排水集水區進行持續且完整之降雨、水位、流量及淹水之監測，建立觀測成果資料庫，以提升監測資料檢核能力，並提供水文水理模式校驗案例，逐漸達到資源共享之目標。規劃定位為長期監測計畫與一般短期監測計畫不同，主要差異為監測範圍，測站密度，時間長度與各類資料整合。因此主要目的為整合地文與水文資料，提供給模式驗證與相關研究分析。為符合長期監測目標，因此建議針對宜蘭河流域及典寶溪排水集水區進行五年期綜合規劃，其中包括經常性維運工作，測試基地監測擴充及監測資料延伸應用。經常性工作為監測資料提供及檢核、颱洪事件水文模擬、資料建置與分享。測試基地監測擴充則依照流域特性與水文模擬需求逐年逐步增加監測項目及數量。監測資料延伸應用則為分析監測資料進行其他水文資料推估，例如全洪程流量推估。

計畫中初步規劃後續 5 年間工作項目計有 13 項，並分年完成：

- 1、 宜蘭河與典寶溪測試基地雨量，水位、流速及淹水觀測。
- 2、 評估與增設典寶溪測試基地雨量，水位及流速觀測。

- 3、 測試基地地文資料更新與即時監測資料提供。
- 4、 測試基地監測資料檢核。
- 5、 水文模式颱風事件案例驗證。
- 6、 颱風期間流量觀測作業及河川全洪程流量推估。
- 7、 水位流量率定曲線建立與調整。
- 8、 測試基地監測與水文模擬資料建置與更新。
- 9、 辦理測試基地水文資料應用說明。
- 10、 測試基地底床質採樣及河道粗糙係數推估。
- 11、 評估宜蘭河測試基地泥砂監測之方法與測站數量。
- 12、 調查現有宜蘭河測試基地地下水監測站網與測站設置評估。
- 13、 調查現有典寶溪測試基地水質監測站網及測站設置評估。

以上工作項目多為持續性工作，因此計畫中將於長期執行方案方向中引入新量測技術，並應用於測試基地內。圖 2-34 為測試基地自 2012 年(民國 101 年)建置後各階段執行計畫名稱與工作重點。2012 至 2014 年(民國 101-103 年)為測試基地建置階段，主要為進行測站建置。2015 至 2016 年(民國 104-105 年)則為維持階段，主要為持續進行觀測與應用。綜合 2015 年檢討成果與前節說明，計畫中定義後續 5 年間為創新階段，主要工作除經常性維運工作，測試基地監測擴充及監測資料延伸應用外，將引入先進監測技術及建置多元監測項目，以逐年使測試基地提供水文分析與模式使用者完整及多元的監測資料，並協助監測技術開發者進行測試，最後將加強測試基地內監測資料與技術的使用與推廣。計畫中亦將蒐集目前開發中之新量測與監測技術並引入測試，例如空載技術與 GPS 技術對於水文監測的應用與改善。

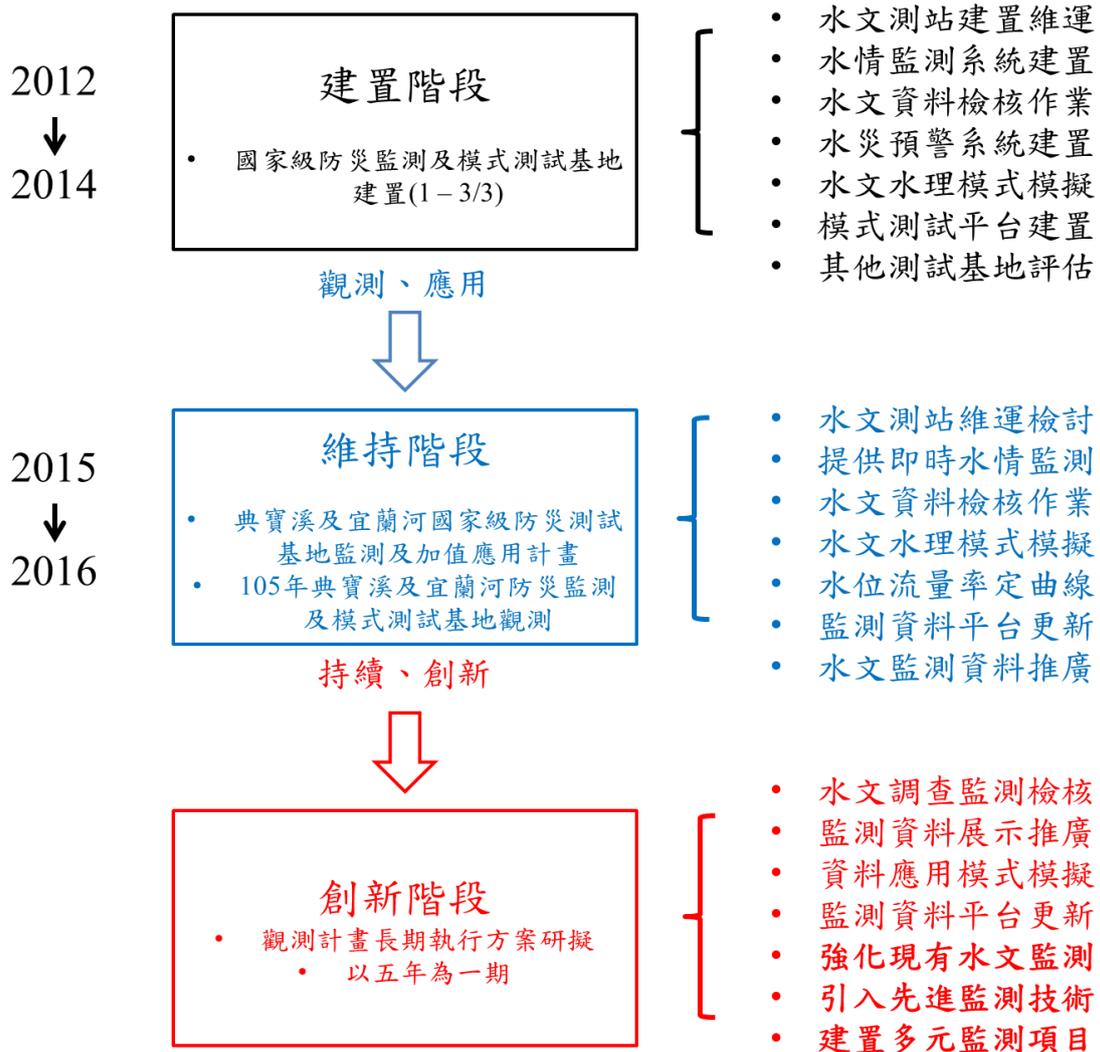


圖 2-34 測試基地各階段執行計畫與工作重點

考慮流域特性及水文水理模式需求，將各年度各項工作項目分述表 2-5 至表 2-9 中；而各分年工作項目內之創新項目則列於表 2-10 中。

表 2-5 觀測計畫長期執行方案第一年工作項目

工作項目	細項工作
1. 資料觀測與調查	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 試驗流域雨量，水位、流速及淹水觀測 ➤ 試驗流域地文資料更新 ➤ 颱風事件現地流量觀測 (ADCP) ➤ 入滲與土壤含水量示範監測站設置 ➤ 宜蘭河：1 處，大礁溪雨量站；典寶溪：1 處，深水國小雨量站
2. 觀測資料檢核與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 雨量，水位監測資料檢核 ➤ 流速站颱風事件全時流量推估 ➤ 水位流量率定曲線調整
3. 水文監測資料運用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 前一年颱風事件驗證模擬 ➤ 模式參數彙整與建議；模式參數庫
4. 水文監測資料推廣	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 辦理平台推廣座談會
5. 監測資料展示與提供	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 提供即時水文監測資料展示 ➤ 更新水文監測資料庫內容，以提供使用者下載
6. 典寶溪排水集水區排水與閘門監測	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 排水水位與流速測站設置；水位流速站 10 站；三塊厝橋(角宿支線)，槎仔橋(鳳山厝支線)，土庫橋(牛食坑支線)，大明橋(大遼排水)，八寶橋(石螺潭分線)，平等路跨河橋(潭子底支線)，過溝橋(典寶支線)，大學西路跨河橋(援中港支線)、筆秀橋(筆秀支線)，鹽埔橋閘門水位測站設置；滯洪池排水閘門裝設閘門開度計 5 座(A 區滯洪池 3 座，B 區滯洪池 2 座) ➤ 排水流速站颱風期間 ADCP 現場流量觀測及流量推估；施測 3 次，每次 5 人，每次 3 天
7. 雨量站網規劃分析與檢討	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 山區測站位置對雨量分布分析影響 ➤ 新增小礁溪及原鳳雄站

表 2-6 觀測計畫長期執行方案第二年工作項目

工作項目	細項工作
1. 資料觀測與調查	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 試驗流域雨量，水位、流速及淹水觀測。 ➤ 試驗流域地文資料更新 ➤ 颱風事件現地流量觀測 (ADCP) ➤ 底床質採樣及河道粗糙係數推估 ➤ 宜蘭河 57 孔；典寶溪 57 孔 ➤ 入滲與土壤含水量監測
2. 觀測資料檢核與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 雨量，水位監測資料檢核 ➤ 流速站颱風事件全時流量推估 ➤ 水位流量率定曲線調整
3. 水文監測資料運用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 前一年颱風事件驗證模擬 ➤ 模式參數彙整與建議；模式參數庫 ➤ 雷達觀測資料與地面降雨資料分析：以集來雷達站應用於典寶溪排水集水區為例
4. 水文監測資料推廣	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 辦理平台推廣座談會 ➤ ADCP 量測資料 QA/QC 使用手冊
5. 監測資料展示與提供	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 提供即時水文監測資料展示 ➤ 更新水文監測資料庫內容，以提供使用者下載
6. 典寶溪排水集水區滯洪池分流水理監測與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 水位與流速站建置；水位流速站 2 站；A 區滯洪池分洪堰，B 區滯洪池分洪堰流速站颱風期間 ADCP 現場流量觀測與流量推估
7. 浮標式 GPS 於河川表面流速測量之應用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 系統測試：兩流域內各選擇一河段進行測試，並與現有測站量測表面流速比較 ➤ 於颱風事件進行測試
8. UAV 進行表面流速觀測技術研發	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 測試區域評估與選定 ➤ 應用 UAV 觀測表面流速技術測試；宜蘭河員山大橋；典寶溪 五里林橋

表 2-7 觀測計畫長期執行方案第三年工作項目

工作項目	細項工作
1. 資料觀測與調查	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 試驗流域雨量，水位、流速及淹水觀測。 ➤ 試驗流域地文資料更新 ➤ 颱風事件現地流量觀測 (ADCP) ➤ 入滲與土壤含水量監測
2. 觀測資料檢核與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 雨量，水位監測資料檢核 ➤ 流速站颱風事件全時流量推估 ➤ 水位流量率定曲線調整
3. 水文監測資料運用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 前一年颱風事件驗證模擬 ➤ 模式參數彙整與建議；模式參數庫 ➤ 建立雷達觀測資料進行降雨推估：以典寶溪排水集水區為例
4. 水文監測資料推廣	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 辦理平台推廣座談會 ➤ 水文監測資料品管(QA/QC)手冊撰寫；針對試驗流域進行本土化檢核方式
5. 監測資料展示與提供	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 提供即時水文監測資料展示 ➤ 更新水文監測資料庫內容，以提供使用者下載
6. 宜蘭河流域支流、排水與閘門監測	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 支流與排水水位與流速測站設置；水位流速站 5 站；古結橋，大礁溪橋，雙崙橋，尚德橋，茄苳林橋閘門水位測站設置；閘門上下游處水位計 12 處；舊港排水閘門，壯東第一大排水門，頭份排水門，金同春圳取水制水門，充館圳取水門，內員山堤防中城排水門 ➤ 排水流速站颱風期間 ADCP 現場流量觀測及流量推估
7. 颱風期間即時流量推估與展示	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 建立即時流量推估方法 ➤ 展示即時流量於展示平台

表 2-8 觀測計畫長期執行方案第四年工作項目

工作項目	細項工作
1. 資料觀測與調查	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 試驗流域雨量，水位、流速及淹水觀測。 ➤ 試驗流域地文資料更新 ➤ 颱風事件現地流量觀測 (ADCP) ➤ 底床質採樣及河道粗糙係數推估 ➤ 入滲與土壤含水量監測
2. 觀測資料檢核與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 雨量，水位監測資料檢核 ➤ 流速站颱風事件全時流量推估 ➤ 水位流量率定曲線調整
3. 水文監測資料運用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 前一年颱風事件驗證模擬 ➤ 模式參數彙整與建議；模式參數庫
4. 水文監測資料推廣	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 辦理平台推廣座談會 ➤ SOBEK 應用於試驗流域使用手冊撰寫
5. 監測資料展示與提供	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 提供即時水文監測資料展示 ➤ 更新水文監測資料庫內容，以提供使用者下載
6. 宜蘭河流域流量檢核監測與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 水位與流速站設置；充館堰：水位流速站 2 站；員山大橋至永金一號橋河段：水位站 1 站；中山橋至慶和橋河段：水位站 1 站 ➤ 颱風期間流速站 ADCP 現場流量觀測與流量推估 ➤ 比較中山橋推估流量，並調整現有中山橋水位流量率定曲線
7. 易淹水淹水區域監測強化與模擬	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 根據易淹水區域規劃監測與模擬範圍 ➤ 淹水監測站評估與增設；宜蘭河新南美福地區自記式水位計 14 處；宜 16 及宜 18 區域內。 ➤ 模式建置與淹水案例模擬 ➤ 以淹水水位建立淹水警戒水位值
8. 應用 UAV 進行颱風事件淹水調查與災害損失評估	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 購置 UAV ➤ 試驗流域內淹水調查 ➤ 淹水災損調評估，並與淹水監測資料建立關係
9. 利用 UAV 技術應用於試驗流域地貌監測研究與測試	<ul style="list-style-type: none"> ➤ UAV 操作與影像處理技術建置 ➤ 後製軟體購置 ➤ 示範區評估選定與測試
10. 泥砂監測技術回顧與測站建置評估	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 泥砂監測技術回顧 ➤ 測站建置評估
11. 感潮河段流量觀測與推估技術回顧與測站評估	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 感潮河段流量監測技術回顧 ➤ 測站建置評估

表 2-9 觀測計畫長期執行方案第五年工作項目

工作項目	細項工作
1. 資料觀測與調查	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 試驗流域雨量，水位、流速及淹水觀測。 ➤ 試驗流域地文資料更新 ➤ 颱風事件現地流量觀測 (ADCP) ➤ 入滲與土壤含水量監測
2. 觀測資料檢核與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 雨量，水位監測資料檢核 ➤ 流速站颱風事件全時流量推估 ➤ 水位流量率定曲線調整
3. 水文監測資料運用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 前一年颱風事件驗證模擬 ➤ 模式參數彙整與建議；模式參數庫
4. 水文監測資料推廣	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 辦理平台推廣座談會
5. 監測資料展示與提供	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 提供即時水文監測資料展示 ➤ 更新水文監測資料庫內容，以提供使用者下載
6. 泥砂監測站建置與監測	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 增設泥砂監測站：宜蘭河及典寶溪上游集水區各設置 1 站 ➤ 進行泥砂監測
7. 感潮河段流量監測站建置與監測	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 增設感潮流量監測站：宜蘭河(宜興橋下游)及典寶溪(長潤橋下游)各設置 1 站
8. 試驗流域內地下水及水質監測技術回顧與測站建置評估	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 現有監測情況調查與監測技術回顧 ➤ 監測方式評估與建議 ➤ 測站建置評估
9. 研擬觀測計畫長期執行方案	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 根據試驗流域維運經驗提出需新增研發項目
10. UAV 進行地貌監測作業與分析	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 劃定監測作業範圍與制訂作業規定 ➤ 產出正射影像與數值地形

表 2-10 觀測計畫長期執行方案工作亮點

年序	創新工作項目	工作亮點
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 典寶溪排水集水區排水與閘門監測 2. 入滲與土壤含水量監測 3. 雨量站網規劃分析與檢討 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 強化集水區內支流支排監測 2. 土壤特性監測，提供模式參數設定
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 底床質採樣及河道粗糙係數推估 2. ADCP 量測資料 QA/QC 使用手冊撰寫 3. 典寶溪排水集水區滯洪池分流水理監測與分析 4. 浮標式 GPS 於河川表面流速測量之應用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推廣試驗流域 ADCP 量測技術與使用 2. 強化滯洪池分流水理分析 3. 建立多元表面流速監測技術
3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水文監測資料品管(QA/QC)手冊撰寫 2. 宜蘭河流域排水與閘門監測 3. 颱洪期間即時流量推估與展示 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立本土化水文監測資料檢核方式 2. 建置即時流量展示 3. 強化集水區內支流支排監測
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. SOBEK 應用於試驗流域使用手冊撰寫 2. 易淹水淹水區域監測強化與模擬 3. 應用 UAV 技術應用於地貌監測、淹水調查與災害損失評估 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推廣淹水模擬經驗 2. 應用空載技術擴充試驗流域監測輔助技術 3. 建置試驗流域災害損失評估
5	<ol style="list-style-type: none"> 1. 泥砂監測站建置與監測 2. UAV 進行地貌監測作業與分析 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建置自動化長期泥砂監測 2. 應用空載攝影技術強化地貌監測

四、劉厝排水水文觀測

都市土地使用型態改變，導致不透水面積的比例增加，而使土地原有的蓄洪、調洪能力降低，造成逕流歷程改變，使原排水設計保護標準降低，增加淹水機率。都市化的過程使集流時間縮短、逕流體積增加，為量化集水區都市化所致逕流歷程在時空上的變化，水利規劃試驗所自 2012 年起選定台中市劉厝排水集水區進行水文監測與水文水理模擬，共執行兩個計畫「土地利用型態變遷對逕流影響之評估研究」(2012-2013)及「都市土地利用變遷對排水逕流之影響評估-以臺中市劉厝溪為例」(2014-2016)。以上計畫中主要工作項目包含 2 項：1)水文監測與流量觀測；2)水文模式檢定驗證與情境模擬分析。自 8/5 期中會議提出將劉厝排水納入未來測試基地的一部份後，再經 8/5 及 9/13 工作會議後則決議將劉厝排水納入未來測試基地計畫與宜蘭河流域及典寶溪排水集水區一併執行。

圖 2-35 為劉厝排水集水區範圍。劉厝排水位於臺中市南屯區，流域面積約為 2.78 平方公里，為灌排兼用水路，上游自內新庄子溪引水後，沿中彰快速公路往南，於南屯區鎮和巷與中彰公路交會處附近匯入筏子溪，劉厝排水則於麗水巷附近匯入劉厝排水。

水文監測部分計有雨量站 2 處及水位站 11 處。雨量站為包含 R1 站及南屯站(中央氣象局)，2012 至 2013 年間使用 R1 測站資料，且目前已經撤站，而 2014 年後則採用中央氣象局南屯站資料，因此集水區內僅為 1 站雨量站。水位觀測部分則有 4 站位於箱涵內，有 7 站位於渠道內。雨量計採用傾斗式，而水位則採用自記式壓力水位計。圖 2-35 為劉厝排水雨量與水位測站分佈圖。水位測站皆有進行流量觀測，並結合水位監測與流量觀測成果建置各站水位流量率定曲線；而水位測站 L2 則以坡度面積法進行流量推估。其他測站則主要採用旋槳式流速儀量測水面下流速，並以流速面積法推估流量。若遇流速過大情況，則使用手持微波

雷達表面流速儀量測表面流速，並搭配聲波都卜勒流速儀(ADCP)推求表面流速與平均流速比值。重要颱風事件流量觀測計有蘇拉、天秤、2013 梅雨、蘇力、潭美、麥德姆等；其出動觀測之標準為 1)中央氣象局發佈海上颱風警報或豪大雨特報；2)24 小時預報雨量大於 160 毫米（也就是超過 2 年頻率降雨）。

水文模式模擬部分則計採用修正三角形單位歷線法、HEC-HMS 及 SOBEK 進行降雨逕流模擬，並利用觀測之颱風事件進行模式參數檢定。主要檢定模式中之逕流係數、入滲係數及集流時間。進而模擬設定情境分析土地利用改變後排水情況，以提出防洪策略。此外利用 SOBEK 配合觀測颱風事件資料進行河道演算及二維淹水模擬。

為可掌握長期都市土地利用對於逕流影響，進而可動態檢討都市排水及防洪設施，建議該水文監測需持續進行。加上根據測試基地維運與觀測經驗列出以下 4 點建議，以供後續執行參考。為便於使用者於 google maps 上標註測站位置，測站坐標列於表 2-11 中，並以經緯度表示。圖 2-36 至圖 2-46 則為測站現場狀況。

(一)水文觀測

劉厝排水集水區面積僅 2.78 平方公里，因此現有 1 座雨量站已經可以掌握降雨情況。現有水位測站與其設置位置已經可以掌握排水系統水位變化。然而流量觀測部分，因為有 4 處水位計於箱涵內(L1, L2, L3, L8)，因此必須利用旋槳式流速儀進行流速量測，並配合監測水位進行流量推估。明渠部分則部分渠寬較窄(L4, L5, L7)則不容易使用 ADCP 進行觀測，因此仍需使用旋槳式流速儀。測站 L6、L9、L10 及 L11 之渠道底部寬度皆大於 5 公尺，因此建議可使用 ADCP 觀測流量，以獲得精確的流量資料，唯需注意觀測時水深是否大於 50 公分。

(二)資料檢核

由「土地利用型態變遷對逕流影響之評估研究」(2012-

2013)及「都市土地利用變遷對排水逕流之影響評估-以臺中市劉厝溪為例」(2014-2016)中未說明水文監測資料檢核工作，然而為標註監測水位資料中之離群值與不合理資料，並進行調整，因此建議利用測試基地中已經建立之檢核機制進行水位資料檢核。

(三)水位流量率定曲線調整

水位流量率定曲線建立需要完整流量觀測資料進行調整，然而劉厝排水集水區內的土地利用改變將影響水位流量率定曲線。因此建議利用年度內之水位與流量觀測資料建置該年度的水位流量率定曲線，並與各年度進行比較與分析，以觀察土地利用改變對水位流量率定曲線之影響。

(四)水文水理參數檢定

集水區內長期水文監測與觀測可收集許多颱風事件資料，此外土地利用改變則影響水文水理模擬時之參數設定。因此建議參考目前測試基地維運作法，利用 HEC-HMS 及 SOBEK，以模擬颱風事件為主，並記錄各事件模擬所使用的參數，並進行隨土地利用變化之分析，尤其竟於逕流模擬中的逕流係數與土地利用參數。此作法與傳統檢定驗證後進行固定參數下情境模擬所有不同，其最大差異則可針對劉厝排水研究土地利用改變對於參數動態變化。



圖 2-35 劉厝排水集水區範圍及測站分佈

表 2-11 劉厝排水集水區各測站坐標與儀器

測站名稱	坐標(WGS84)		監測儀器	
	N 緯度	E 經度	水位計	表面流速計
L1	24.15065	120.63084	1	-
L2	24.14619	120.63391	1	-
L3	24.15074	120.62637	1	-
L8	24.13617	120.62622	1	-
L4	24.14473	120.62508	1	-
L5	24.14497	120.62251	1	-
L6	24.14001	120.63063	1	-
L7	24.13739	120.63094	1	-
L9	24.12851	120.62285	2	2
L10	24.12847	120.62319	2	2
L11	24.12292	120.62252	2	2



圖 2-36 劉厝排水集水區測站 L1 現場狀況



圖 2-37 劉厝排水集水區測站 L2 現場狀況



圖 2-38 劉厝排水集水區測站 L3 現場狀況



圖 2-39 劉厝排水集水區測站 L8 現場狀況



圖 2-40 劉厝排水集水區測站 L4 現場狀況



圖 2-41 劉厝排水集水區測站 L5 現場狀況

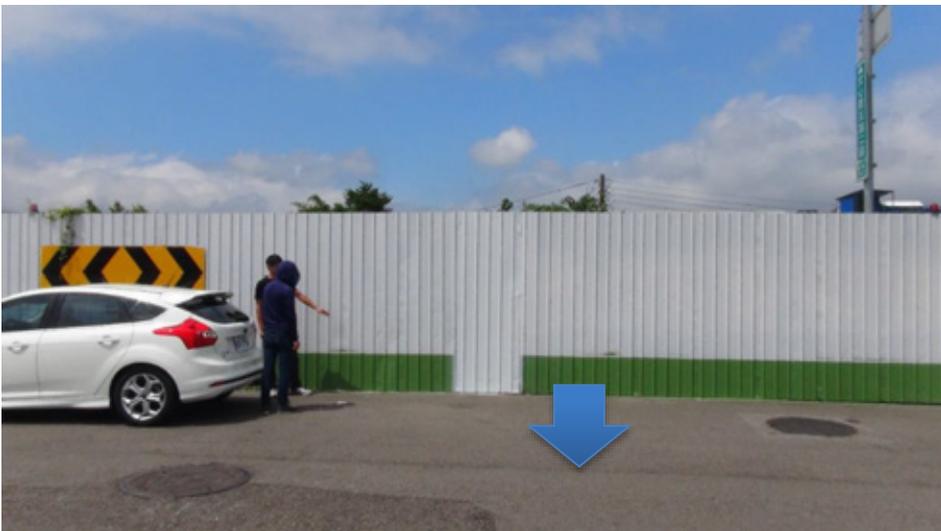


圖 2-42 劉厝排水集水區測站 L6 現場狀況



圖 2-43 劉厝排水集水區測站 L7 現場狀況



圖 2-44 劉厝排水集水區測站 L9 現場狀況



圖 2-45 劉厝排水集水區測站 L10 現場狀況



圖 2-46 劉厝排水集水區測站 L11 現場狀況

第三章 資料觀測與調查

一、水文地文資料調查蒐集

目前測試基地中所有測站共有 126 站，測站種類包括雨量站、水位站、流速站及淹水監測站。由颱洪中心設置之測站佔所有測站 75.61%，且目前運作皆為正常。宜蘭河流域與典寶溪排水集水區各測站數量與分布位置，可參考表 2-2、表 2-3、圖 2-2 及圖 2-6。自 2012 年(民國 101 年)測試基地建置至 2016/10/18(民國 105 年)止，累積水文監測資料筆數已經達到 9 千萬 2 百多筆，其改善測試基地建置前之水文監測狀況說明如下。

雨量站部分，其測站設置已經降低各雨量站平均控制面積。宜蘭河流域約由 30 平方公里/站降至 18 平方公里/站，且增加山區平地交接區域及出海口區域之雨量監視。典寶溪排水集水區約由 50 平方公里 /站降至 16 平方公里 /站，且增加集水區上游區域及出海口區域之雨量監視。目前雨量站數量及位置，已經可增加流域內雨量空間變化說明，對於降雨逕流演算亦已經增加其雨量輸入資訊及改善運算結果。

水位站部分，新增測站之水位變化紀錄已經大幅增加河段中洪水傳遞過程說明。以河道主流長度而言，宜蘭河流域主流水位站平均間距已經由 7.5 公里縮短為 1.7 公里。典寶溪排水集水區主流水位站平均間距已經由 16 公里縮短為 6 公里。以上數據並未計入支排上水位站。現有測站已經使洪水演算模擬增加許多驗證水位資料，測試基地設置前僅能使用一站水位站作為上游邊界站，一站於與河口間進行驗證，因此模擬精度無法提升；且上游邊界站已經位於主流中游段而降低上游集水區之河道水理描述。經上述檢討，目前已經設置之測站可初步滿足主流河道洪水傳遞描述及洪水演算驗證。

流速站部分新增測站之流速變化紀錄搭配 ADCP 現場流量觀測作業進行流量推估已經可以提供河道上游入流邊界流量及部分

測站流量以供檢核。此資料已經大幅改善以往無流量資料亦或是流量資料可靠性不佳之情況。目前流速站站數已經可以初步滿足上游邊界流量給定。

淹水監測站部分，兩流域內淹水事件相對於河道洪水事件較少。目前僅宜蘭河流域於蘇拉颱風、蘇力颱風、蘇迪勒颱風及杜鵑颱風期間造成淹水情況。目前淹水監測站設置位置為流域內易淹水區域，為可以持續監測因此建議維持目前測站數量及位置。

測試基地內雨量、河川水位、河川表面流速及淹水等水文監測將持續，並彙整提供相關研究人員與作業單位使用。除颱洪中心所監測水文資料外，亦蒐集相關單位所進行之水文監測資料，其中包含中央氣象局雨量監測。地文資料以蒐集方式進行，並未進行相關測量測。表 3-1 列出計畫中欲進行之水文監測資料與地文資料蒐集項目，且蒐集不同年份資料。

表 3-1 水文監測資料與地文資料蒐集項目

類別	資料項目	所屬單位
水文資料	雨量	中央氣象局、颱洪中心
	河川水位	水利署、颱洪中心
	河川表面流速	颱洪中心
	淹水監測	水利署第一河川局、颱洪中心
	潮位	中央氣象局
地文資料	河川斷面	水利署
	抽水站與閘門	宜蘭縣政府、高雄市政府、農田水利會
	數值地形	內政部地政司衛星測量中心、水利署
	河床質粒徑	水利署
	土地利用	內政部國土測繪中心、宜蘭縣政府 高雄市政府
	下水道	宜蘭縣政府、高雄市政府
	衛星影像	內政部地政司衛星測量中心 國立中央大學太空及遙測研究中心
土壤資料	中央地質調查所	

二、水工結構物相關資料調查

颱風期間水工結構物操作對於河道內水理與淹水情況具有一定程度的影響。若瞭解水工結構物操作過程並於水文水理模式中進行設定，預期可反應實際現場狀況於模式中，並使模擬結果接近實際情況且可提高模擬精度。例如抽水站操作影響內外水之流出與流入；滯洪池蓄洪效果減緩區域淹水情況與影響支排匯入主流之流量及時間；支排匯入主流閘門則影響內水排出與淹水情況。

計畫中蒐集抽水站及閘門資料。抽水站資料蒐集包含管理單位、位置、抽水量及起抽水位等。閘門部分則以各排水匯入主流為主，資料蒐集則包括閘門樣式及幾何尺寸。目前宜蘭河流域與典寶溪排水集水區內之抽水站資料彙整分別列於表 3-3 及表 3-2 中。宜蘭河流域抽水站抽水機資訊，以及梅洲抽水站與新南抽水站抽水機操作簡要說明則列於表 3-4 中。測試基地內支排匯入主流閘門如表 3-5 所列出。圖 3-1 及圖 3-2 則分別於 Google Maps 上標註宜蘭河流域與典寶溪排水集水區內調查之抽水站及閘門位置。圖 3-3 至圖 3-10 為宜蘭河流域內抽水站照片。圖 3-11 至圖 3-15 為典寶溪排水集水區內抽水站照片。

表 3-2 典寶溪排水集水區抽水站列表

抽水站	管理單位	位置	排水幹線	最大抽水量 [立方公尺/秒]	起抽水 位 [公尺]
劉厝里抽水站	高雄市政府水利局	高雄市岡山區劉厝路 118 巷 8 號	大遼排水	3	3.8
嘉展抽水站		高雄市梓官區嘉展路文宏二巷 49 號	典寶橋 A 支線	12.6	2.7
海成抽水站		高雄市燕巢區海成東路	筆秀支線	1	1.5
典寶抽水站		高雄市梓官區大舍南路 403 巷	典寶橋 B 支線	1	1.2
潭子底溝移動抽水站		高雄市梓官區中崙里同安路福安橋	潭子底支線	0.9	1

表 3-3 宜蘭河流域抽水站列表

抽水站	管理單位	位置	集水面積 [公頃]	最大抽水量 [立方公尺/ 秒]	起抽水 位 [公 尺]
梅洲抽水 站	宜蘭縣政府工務 處水利科	宜蘭市北津 里	182	9	4
新南抽水 站	宜蘭縣政府工務 處下水道科	宜蘭縣壯圍 鄉新南路 103 號之 10	431	12	0.1
新生抽水 站	宜蘭市公所工務 課	宜蘭市大福 路二段 1 號	126.57	12	2.4
力行抽水 站		宜蘭市和睦 路 242 號	49.84	5	2
金六結抽 水站		宜蘭市環河 路 65 號	70.2	9	3.8
文昌抽水 站		宜蘭市環河 路 265 號	60.39	4	1.7*
宜東抽水 站		宜蘭市河濱 南路 217 號	192.02	25	2.7
新興抽水 站	施工中，預計 2017 年底完工				

註：* 表示起抽水位為外水位。

表 3-4 宜蘭河流域抽水站抽水機資訊

抽水站	單部抽水機抽水量 [立方公尺/秒]	數量[部]
梅洲抽水站	3	3
新南抽水站	3	4
新生抽水站	4	3
力行抽水站	1	3
	2	1
金六結抽水站	3	3
文昌抽水站	2	2
宜東抽水站	5	5

表 3-5 測試基地重要閘門彙整

流域與集水區	閘門名稱	排水名稱
宜蘭河流域	美福防潮閘門	美福大排
	舊港排水閘門	舊港排水
	部後二中排水門	部後排水
	壯東第一大排水門	壯東第一大排
	金同春圳取水制水門	梅洲大排
	充館圳取水門	金同春圳
	頭份排水門	頭份排水
	內員山堤防中城排水門	中城排水
典寶溪排水集水區	A 區滯洪池排水閘門	大遼排水
	B 區滯洪池排水閘門	大遼排水
	TR-22 水閘門	典寶溪排水側閘門
	筆秀水閘門	筆秀排水側閘門
	鹽埔橋水閘門	典寶溪排水側閘門
	潭子底支線出口閘門	潭子底支線
	典寶橋 B 支線出口閘門	典寶橋 B 支線
	援中港第一大排出口閘門	援中港第一大排
	石螺潭排水口閘門	石螺潭排水

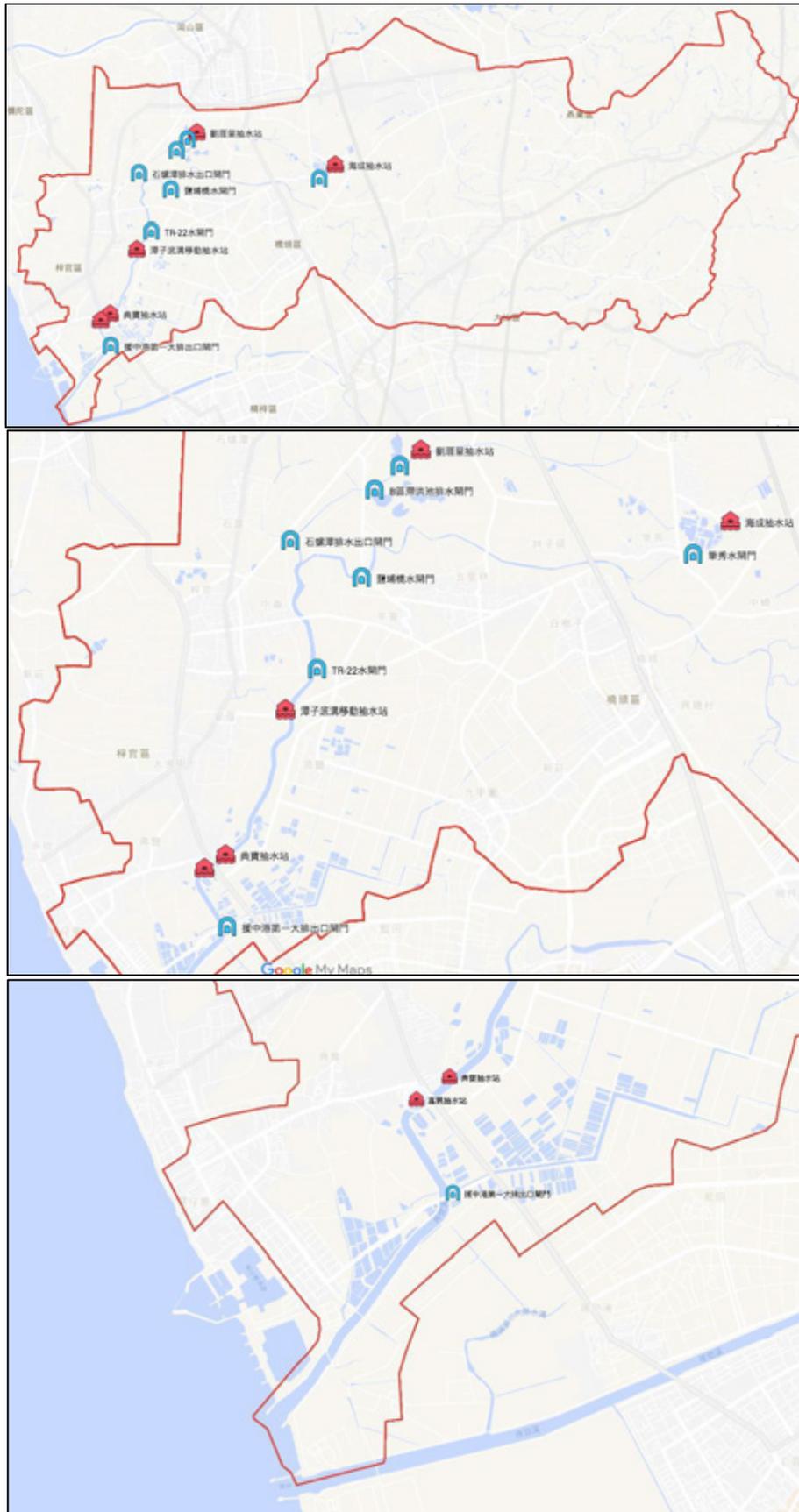


圖 3-2 典寶溪排水集水區抽水站與閘門位置



圖 3-3 宜蘭河流域梅洲抽水站



圖 3-4 宜蘭河流域新南抽水站



圖 3-5 宜蘭河流域新生抽水站



圖 3-6 宜蘭河流域力行抽水站



圖 3-7 宜蘭河流域金六結抽水站



圖 3-8 宜蘭河流域文昌抽水站



圖 3-9 宜蘭河流域宜東抽水站



圖 3-10 宜蘭河流域新興抽水站(興建中)



圖 3-11 典寶溪排水集水區劉厝里抽水站



圖 3-12 典寶溪排水集水區嘉展抽水站



圖 3-13 典寶溪排水集水區海成抽水站



圖 3-14 典寶溪排水集水區典寶抽水站



圖 3-15 典寶溪排水集水區潭子底溝移動抽水站

三、現場流量觀測

本計畫中將進行颱風期間測試基地內流量觀測作業。工作範圍為宜蘭河流域及典寶溪排水集水區。工作目的為掌握颱風期間河川流量，以做為表面流速推估流量之驗證資料，也就是於颱風期間進行觀測以獲得斷面平均流速，並與測得之表面流速相比較。

自 2012 年(民國 101 年)起已經利用 ADCP 進行現場流量觀測作業，至今已經完成超過 21 場颱風事件現場流量觀測作業，其中包括 2015 年(民國 104 年)間蘇迪勒與杜鵑颱風，以及 2016 年梅雨、尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風。

東津橋為美福大排上游邊界，燕鳳橋為典寶溪上游邊界，因此觀測資料可提供上游邊界入流流量推估。計畫中進行觀測位置主要考慮流域上游入流邊界為優先。中山(西門)橋與五里林橋則可提供河川主流流量檢核，因此為次要觀測位置。觀測位置如圖 3-16 及圖 3-17 所示。

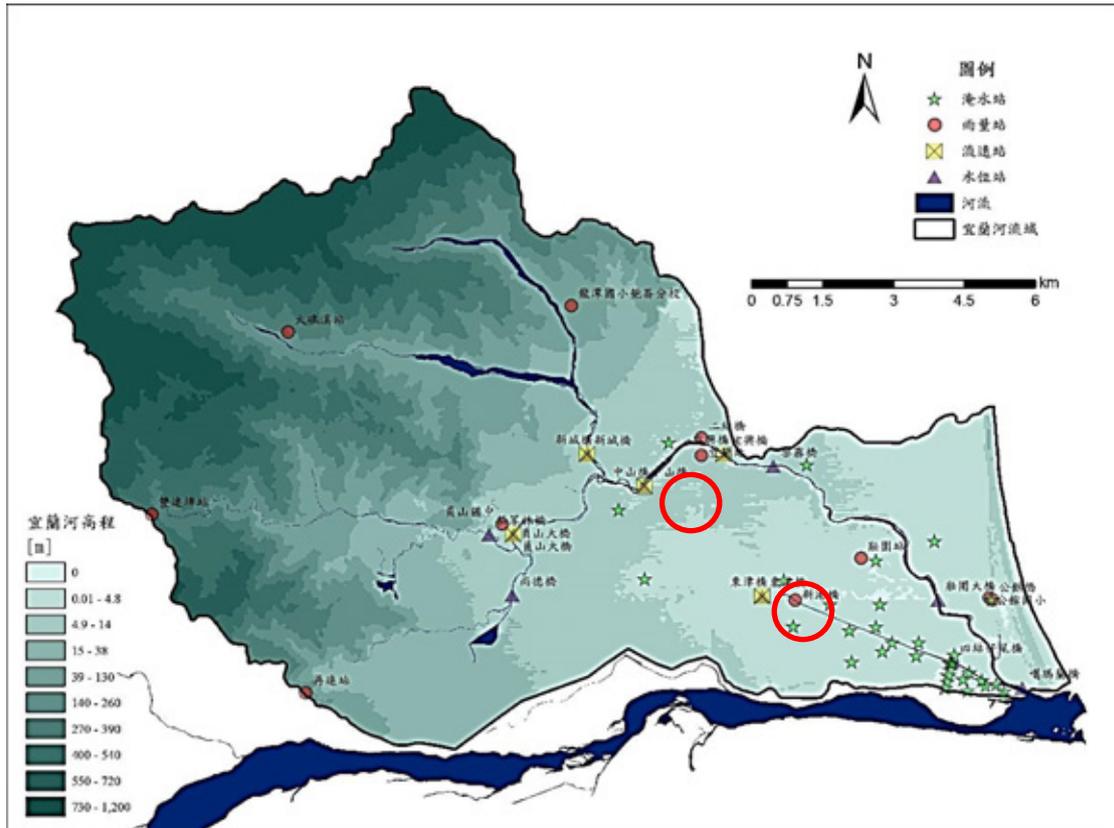


圖 3-16 宜蘭河流域流量觀測位置

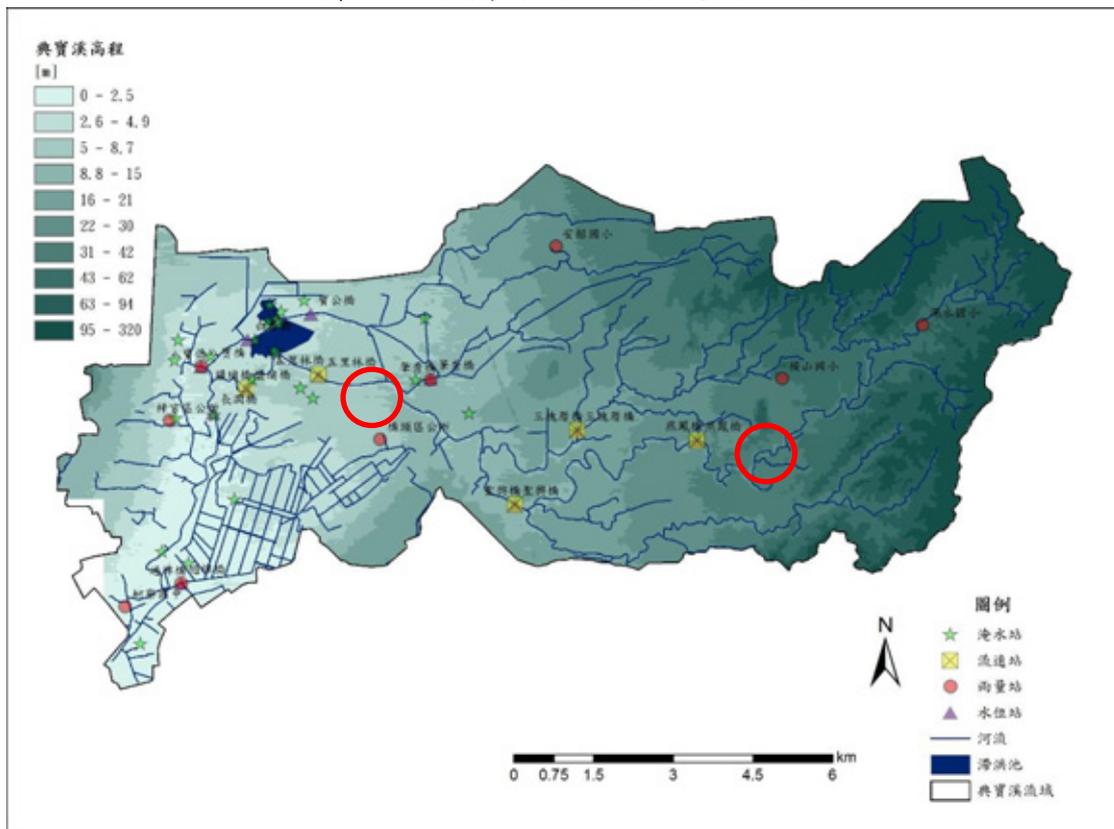


圖 3-17 典寶溪排水集水區流量觀測位置

觀測作業出勤原則規劃如圖 3-18 所示。當中央氣象局公布劇烈天氣系統形成後將注意其動向，包含熱帶性低氣壓及西南氣流等天氣系統，且當形成劇烈天氣系統後則將參考中央氣象局移動路徑預報與颱洪中心定量降雨預報，並加入颱洪中心之水文預測模擬結果與檢視需彌補之資料缺口，然後召開會議討論觀測流域、時間與地點。水文預測模擬包含降雨逕流銜接定量降雨預報及河道演算。此觀測作業出勤決定方式有別於過去，除依照颱風預報路徑外，亦增加水文預測模擬；如此可以提供較精準測站水位預測，以利觀測人員提早掌握可能需要的水位進行規劃與觀測。目前颱洪中心擁有 2 台 ADCP，並將人員依照工作地點區分為台北組及台中組，因此對於研判後的人員調度與出勤方式具有較大彈性，亦可同時掌握南北兩流域流量觀測，以增加觀測資料累積速度。圖 3-19 表示現場流量觀測作業人員分配與觀測區域出勤分工。

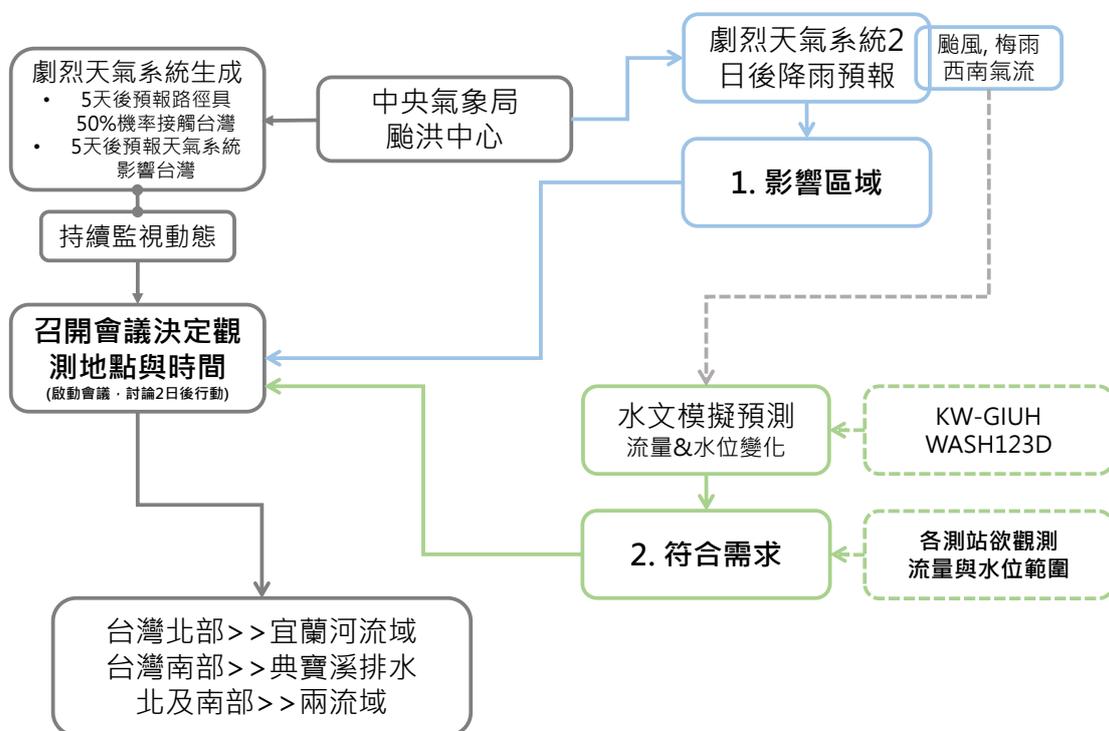


圖 3-18 觀測作業出勤原則流程

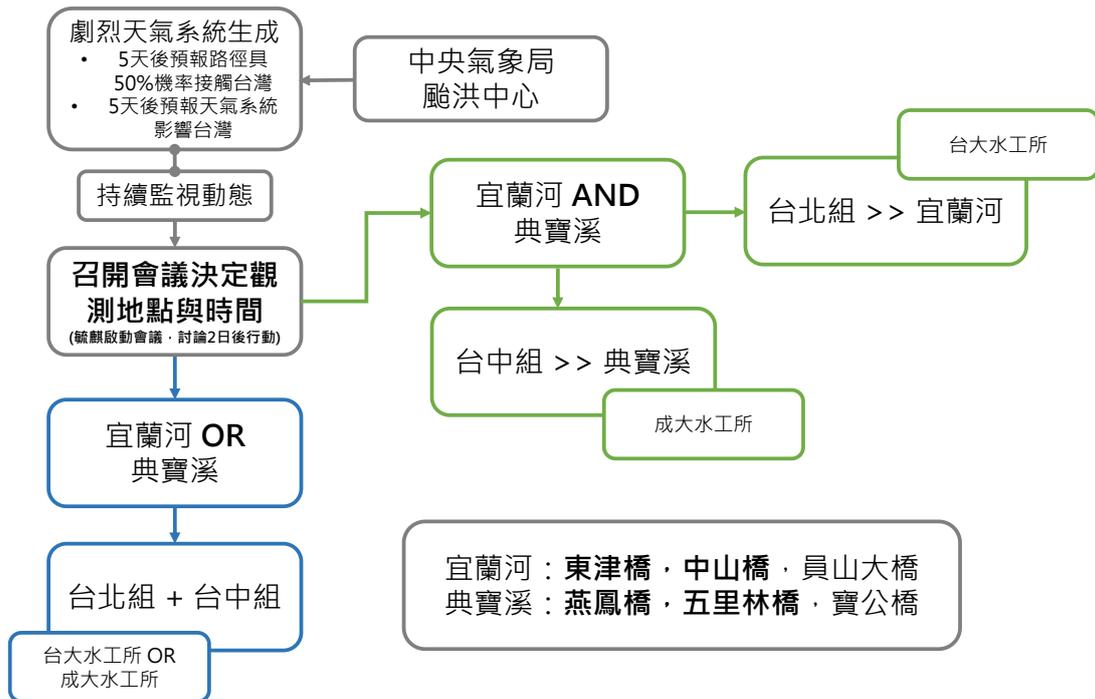


圖 3-19 現場流量觀測作業人員分配與觀測區域出勤分工

為掌握斷面之流速剖面分布及考量操作便利性，使用 SonTek 公司所生產之 RiverSurveyor M9 量測流速剖面及利用測得知流速剖面進行流量推估，圖 3-20 為 RiverSurveyor M9 外觀。



圖 3-20 RiverSurveyor M9 外觀

RiverSurveyor M9 量測流速之主要原理為由水下之聲波發射端射出聲波，當聲波碰到河川中的懸浮物而反射，此時由接收端接收反射波，由接收聲波頻率的改變並利用都普勒原理算出水流速度，RiverSurveyor M9 之量測原理與工作方式如圖 3-21 所示。除流速量測外，RiverSurveyor M9 亦可同步量測水深及河川斷面，操作方式為將聲波都普勒流速儀架設於船形載具上，並以繩於兩岸緩慢地拖曳進行流速量測。若水流過於湍急，使人員於兩岸不易拖曳時，則可採用將船形載具於橋量下游側垂降，操作人員則於橋面上進行拖曳。實際操作過程如圖 3-22(兩岸互拉)及圖 3-23(橋面下游側拖曳)所示。

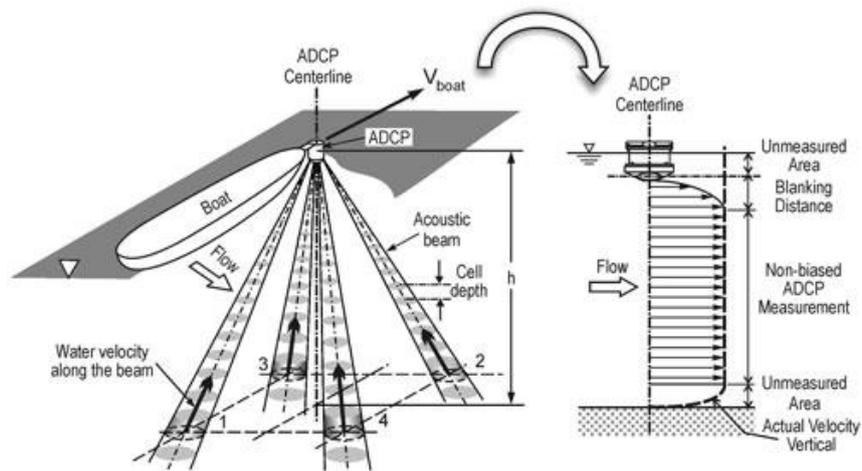


圖 3-21 RiverSurveyor M9 量測原理示意圖 (WMO Bulletin,57(3), 2008)



圖 3-22 RiverSurveyor M9 操作實際狀況：兩岸互拉

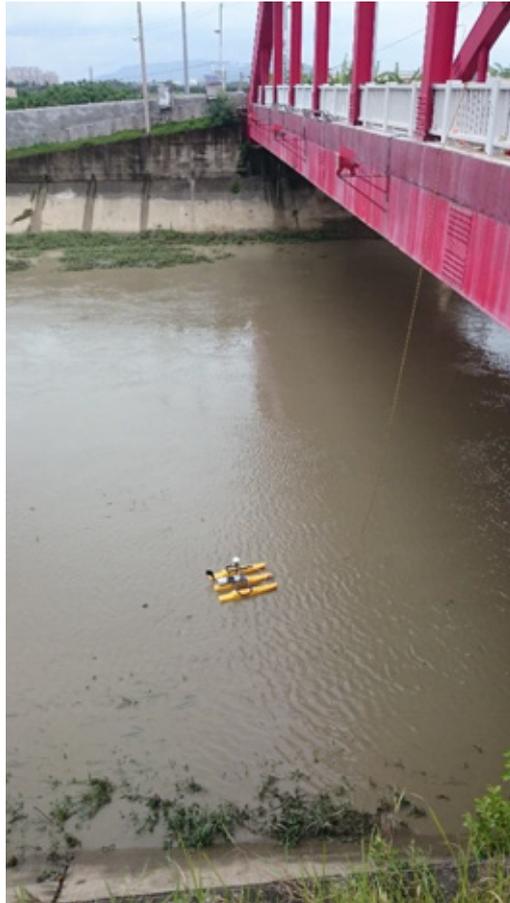


圖 3-23 RiverSurveyor M9 操作實際狀況：橋面下游側拖曳

今年度已經進行 4 場事件流量觀測，相關資訊可參考表 3-6，分別為梅雨、尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風，觀測狀況與分析結果則於以下段落說明。

表 3-6 2016 年流量觀測場次彙整

事件名稱	警報期間	觀測日期	觀測流域	觀測地點
梅雨	---	6/14	典寶溪	燕鳳橋
尼伯特 Nepartak	7/6-7/9	7/8	宜蘭河	東津橋
		7/9	典寶溪	五里林橋
莫蘭蒂 Meranti	9/12-9/15	9/14 & 9/15	典寶溪	燕鳳橋，五里林橋，寶公橋
梅姬 Megi	9/25-9/28	9/27 & 28	宜蘭河	東津橋，中山橋
		9/28	典寶溪	寶公橋

6/11 至 6/14 間因西南氣流造成台灣南部地區豪雨，所以 6/14 前往典寶溪排水燕鳳橋進行流量觀測作業。作業方式採取定點長時觀測，也就是於同一地點間隔一定時間進行觀測，成功觀測資料筆數為 33 筆，現場觀測情況如圖 3-24 所示。圖 3-25 為深水國小降雨歷線與典寶溪排水燕鳳橋水位歷線。燕鳳橋水位變化主要受 9 及 14.5 公釐/小時降雨影響，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測為第一次掌握完整水位變化歷程，也就是同時包含水位上升與下降段。圖 3-26 為觀測期間燕鳳橋水位歷線與觀測流量。觀測期間最高水位為 21.08 公尺 (堤頂高為 25.3 公尺)，流量範圍約為 4–18 立方公尺/秒，最大觀測流量為 18 立方公尺/秒，水位與觀測流量變化一致。



圖 3-24 梅雨期間 6/14 燕鳳橋站流量觀測情況

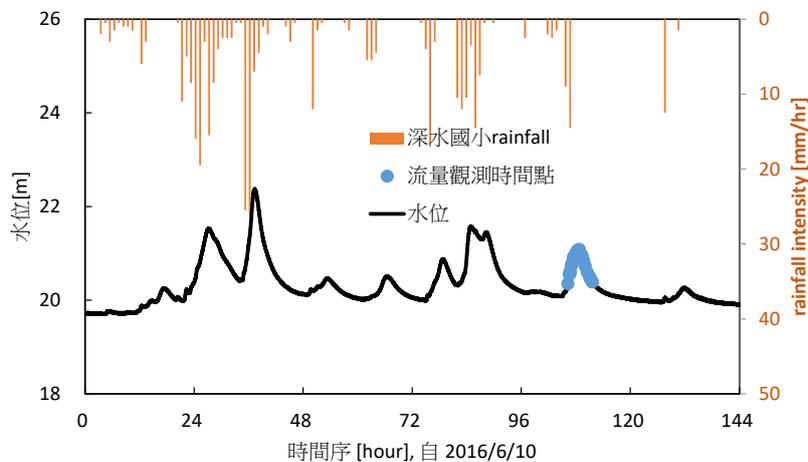


圖 3-25 深水國小站降雨歷線與燕鳳橋水位歷線：梅雨

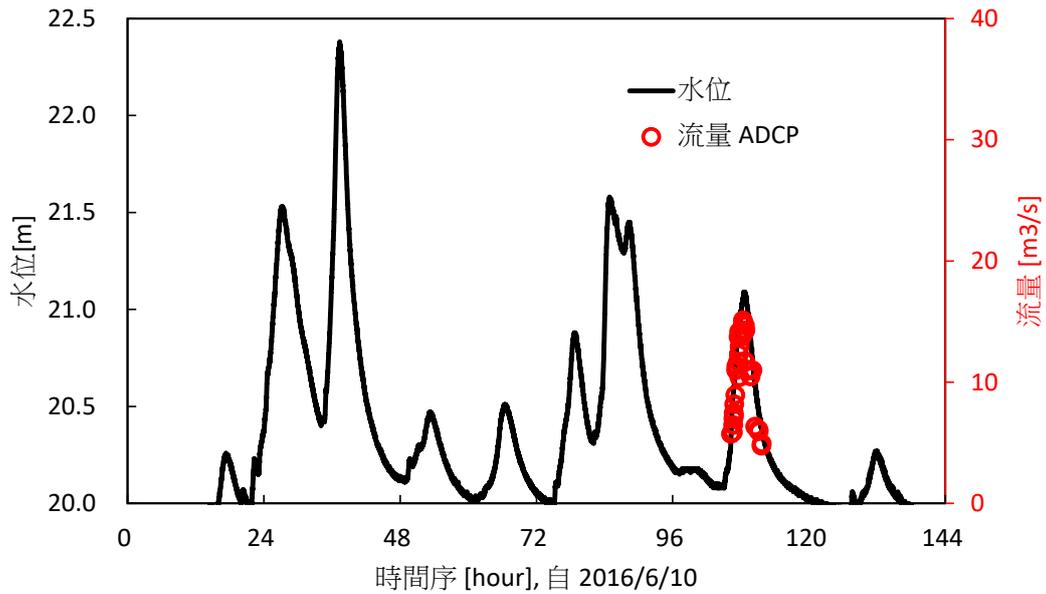


圖 3-26 觀測期間燕鳳橋水位歷線與觀測流量：梅雨

7/7 至 7/10 間因受尼伯特颱風影響造成台灣南部地區豪雨，颱風路徑圖如圖 3-27 所示，所以分別 7/8 於宜蘭河東津橋及 7/9 於典寶溪排水五里林橋進行流量觀測作業。作業方式採取定點長時觀測，也就是於同一地點間隔一定時間進行觀測，成功觀測資料筆數為 36 筆，現場觀測情況如圖 3-28 及圖 3-29 所示。圖 3-30 為深水國小降雨歷線與典寶溪排水五里林橋水位歷線。五里林橋水位變化主要受 24 公釐/小時降雨影響(7/9 8am)，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位下降段。圖 3-31 觀測期間五里林橋水位歷線與觀測流量。觀測期間最高水位為 3.8 公尺 (堤頂高為 7.13 公尺)，流量範圍為 10–46 立方公尺/秒，最大觀測流量為 46.8 立方公尺/秒，水位與觀測流量變化一致。



圖 3-27 尼伯特颱風路徑圖



圖 3-28 尼伯特颱風期間 7/8 東津橋站流量觀測情況

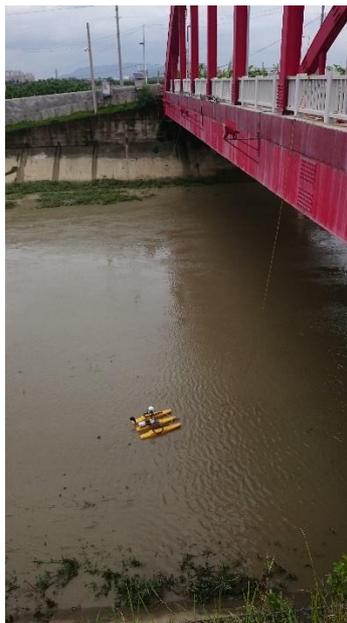


圖 3-29 尼伯特颱風期間五里林橋站流量觀測情況

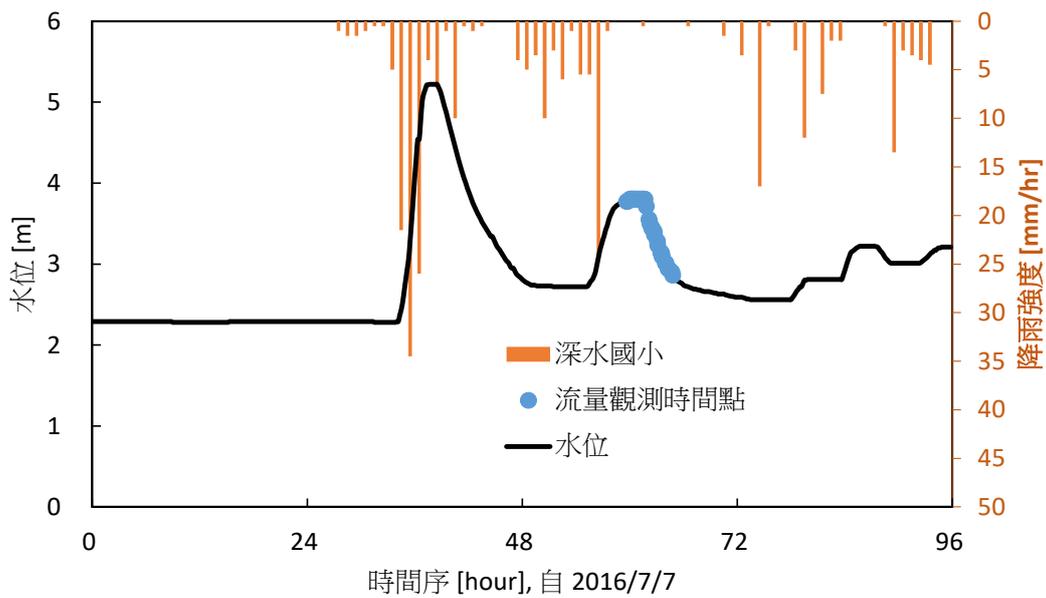


圖 3-30 深水國小站降雨歷線與五里林橋水位歷線：尼伯特颱風

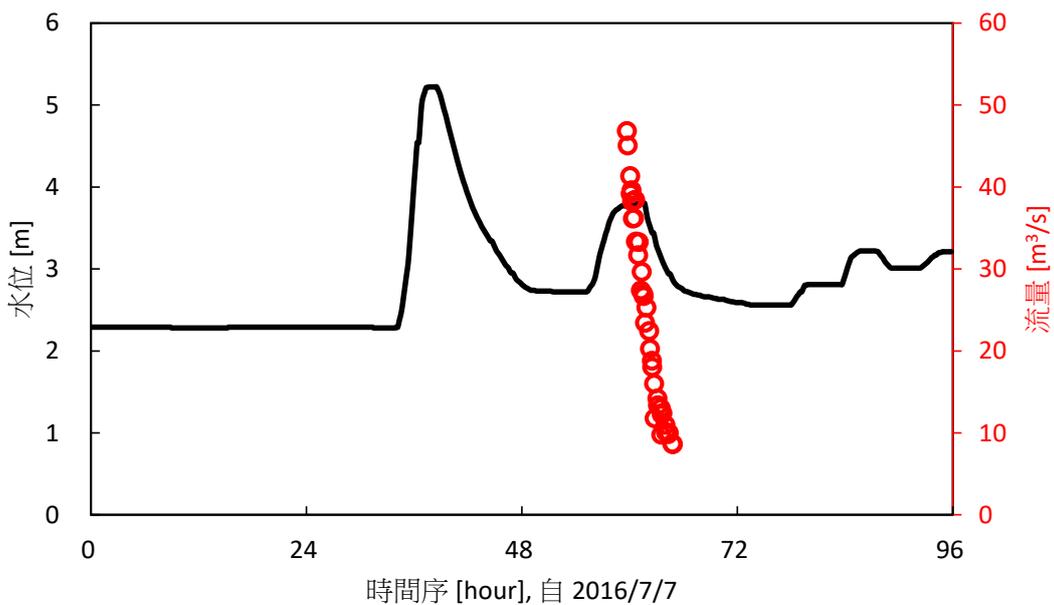


圖 3-31 觀測期間五里林橋水位歷線與觀測流量：尼伯特颱風

9/14 至 9/15 間因受莫蘭蒂颱風影響造成台灣南部地區豪雨，颱風路徑圖如圖 3-32 所示，所以分別 9/14 及 9/15 於典寶溪排水燕鳳橋、五里林橋及寶公橋進行流量觀測作業。作業方式採取定點長時觀測，也就是於同一地點間隔一定時間進行觀測，成功觀測資料筆數分別為 12、18 及 13 筆，現場觀測情況如圖 3-33 及圖 3-34 所示。圖 3-35 為深水國小降雨歷線與典寶溪排水燕鳳橋水位

歷線，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位局部尖峰及下降段。圖 3-36 觀測期間燕鳳橋水位歷線與觀測流量。觀測期間水位範圍為 20.89 – 21.45 公尺 (堤頂高為 25.3 公尺)，流量範圍約為 14–30 立方公尺/秒，最大觀測流量為 29.143 立方公尺/秒。圖 3-37 為深水國小降雨歷線與典寶溪排水五里林橋水位歷線，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位下降段。圖 3-38 觀測期間五里林橋水位歷線與觀測流量。觀測期間水位範圍為 4.26 – 5.51 公尺 (堤頂高為 7.13 公尺)，流量範圍約為 40 – 90 立方公尺/秒，最大觀測流量為 89.702 立方公尺/秒。圖 3-39 為深水國小降雨歷線與典寶溪排水寶公橋水位歷線，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位下降段。圖 3-40 觀測期間寶公橋水位歷線與觀測流量。觀測期間水位範圍為 3.39 – 3.66 公尺 (堤頂高為 6.72 公尺)，流量範圍約為 6–11 立方公尺/秒，最大觀測流量為 11.044 立方公尺/秒。

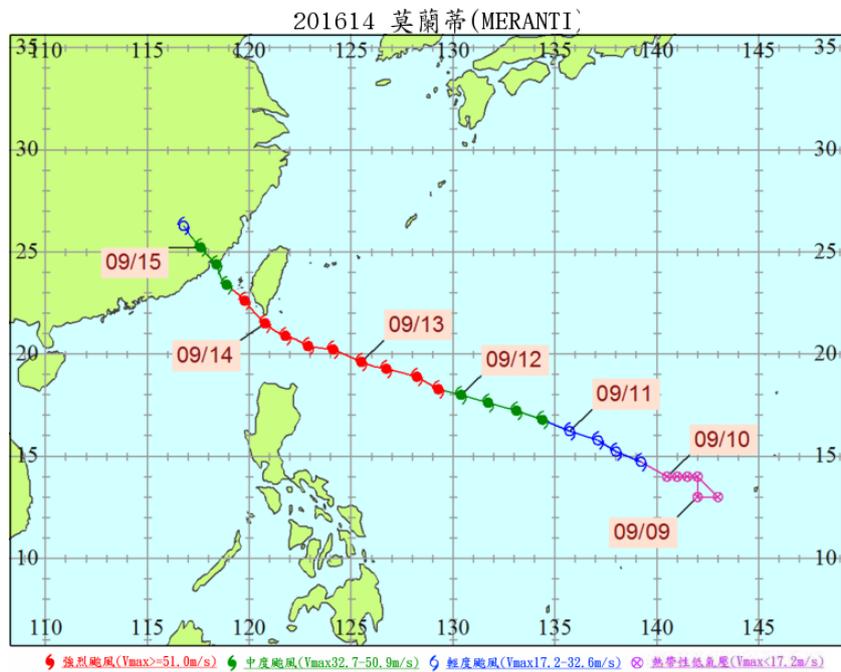


圖 3-32 莫蘭蒂颱風路徑圖



圖 3-33 莫蘭蒂颱風期間 9/15 五里林橋站流量觀測情況



圖 3-34 莫蘭蒂颱風期間 9/15 寶公橋站流量觀測情況

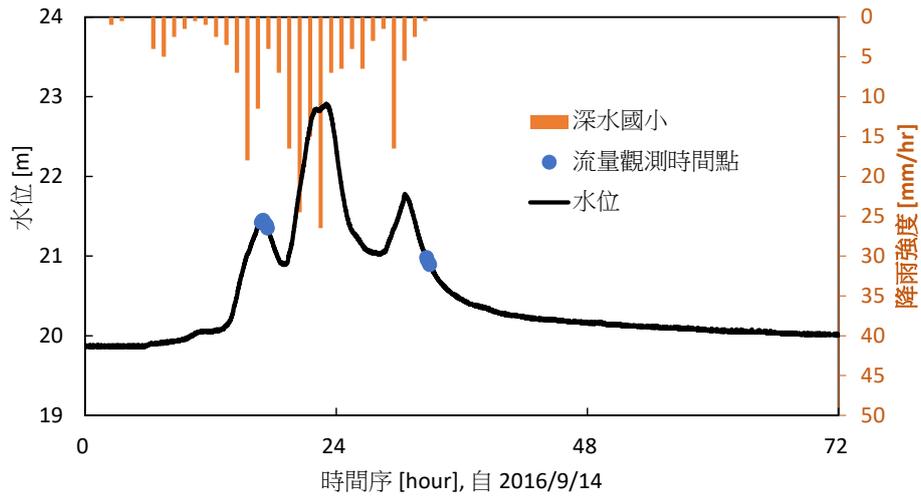


圖 3-35 深水國小站降雨歷線與燕鳳橋水位歷線：莫蘭蒂颱風

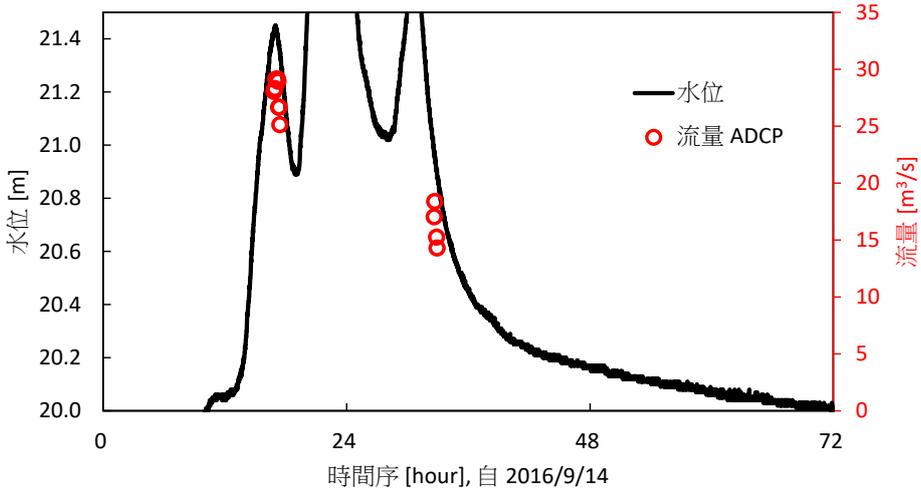
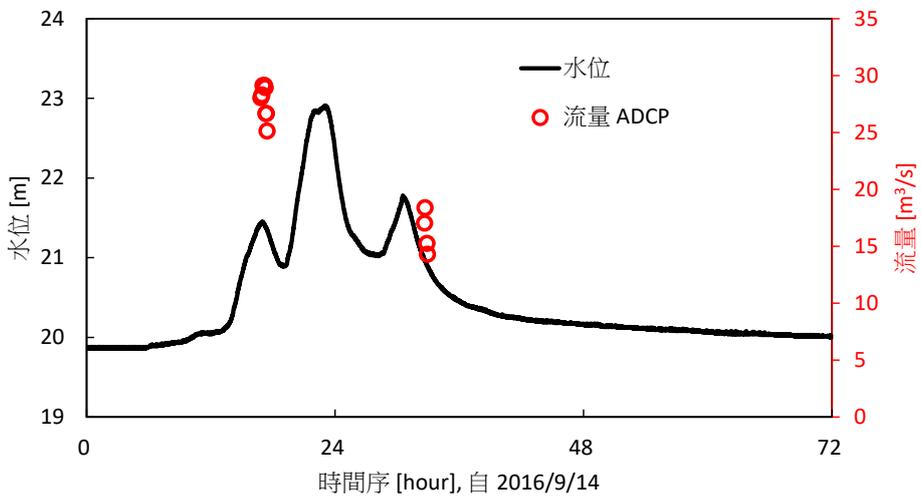


圖 3-36 觀測期間燕鳳橋水位歷線與觀測流量：莫蘭蒂颱風

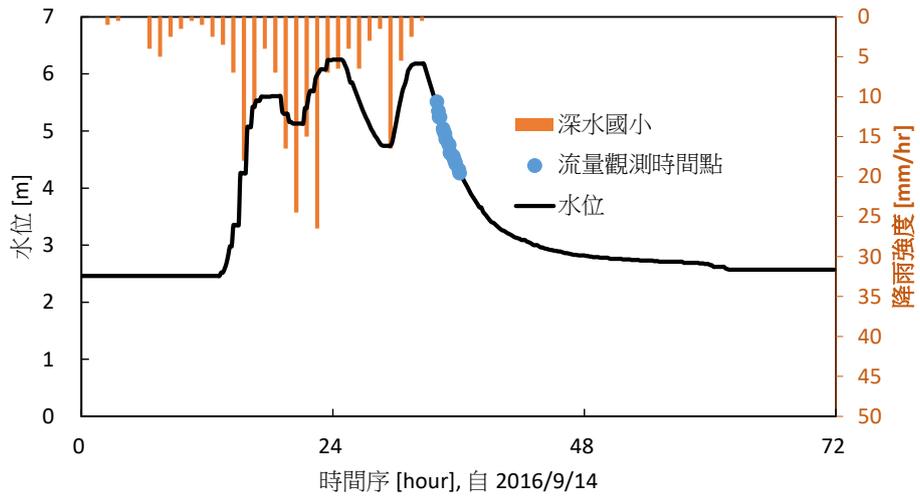


圖 3-37 深水國小站降雨歷線與五里林橋水位歷線：莫蘭蒂颱風

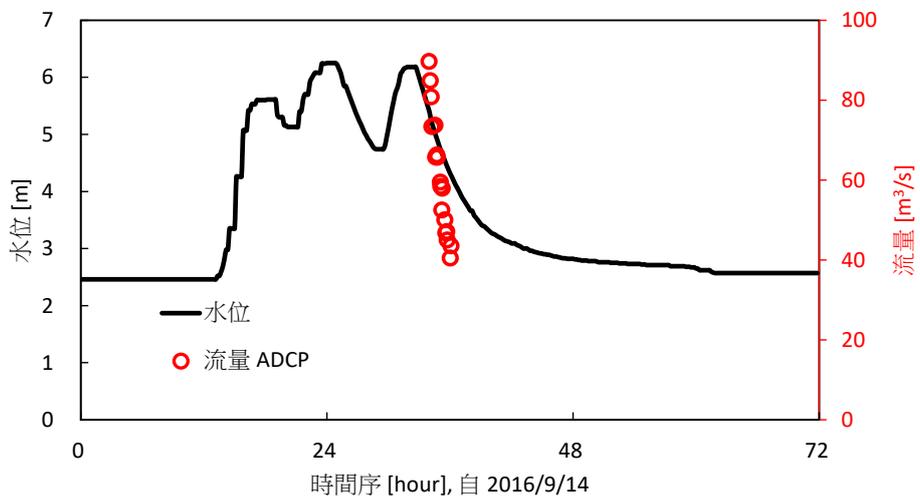


圖 3-38 觀測期間五里林橋水位歷線與觀測流量：莫蘭蒂颱風

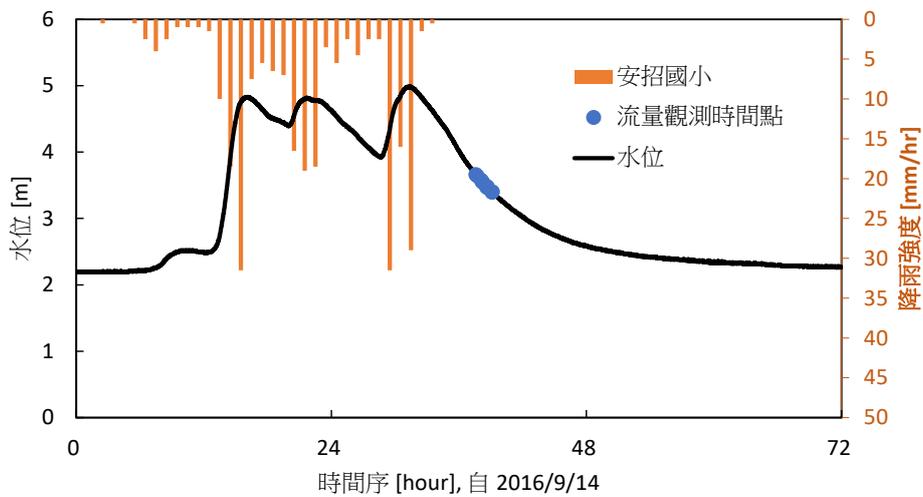


圖 3-39 深水國小站降雨歷線與寶公橋水位歷線：莫蘭蒂颱風

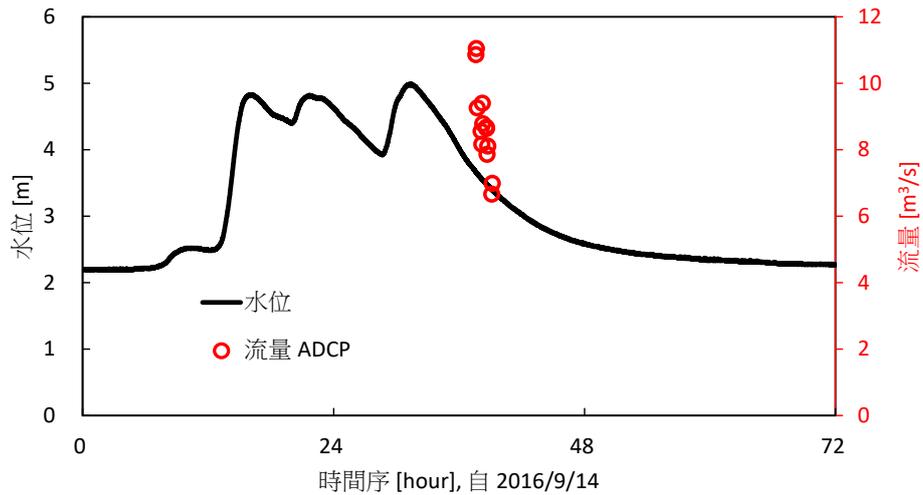


圖 3-40 觀測期間寶公橋水位歷線與觀測流量：莫蘭蒂颱風

9/27 至 9/28 間因受梅姬颱風影響造成台灣東北部、東部及南部地區豪雨，颱風路徑圖如圖 3-41 所示，所以分別 9/27 及 9/28 分別於宜蘭河東津橋及中山(西門)橋，以及典寶溪排水寶公橋進行流量觀測作業。作業方式採取定點長時觀測，也就是於同一地點間隔一定時間進行觀測，成功觀測資料筆數分別為 25、50 及 63 筆，現場觀測情況如圖 3-42、圖 3-43 及圖 3-44 所示。圖 3-45 為員山國中站降雨歷線與美福大排東津橋水位歷線，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位下降段。圖 3-46 觀測期間東津橋水位歷線與觀測流量。觀測期間水位範圍為 2.19–2.39 公尺 (堤頂高為 3.51 公尺)，流量範圍約為 21–40 立方公尺/秒，最大觀測流量為 40.165 立方公尺/秒。圖 3-47 為龍潭國小站降雨歷線與宜蘭河中山(西門)橋水位歷線，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位下降段。圖 3-48 觀測期間中山(西門)橋水位歷線與觀測流量。觀測期間水位範圍為 5.16 – 5.46 公尺 (左岸堤頂高為 10.85 公尺)，流量範圍約為 60–100 立方公尺/秒，最大觀測流量為 99.433 立方公尺/秒。圖 3-49 為深水國小降雨歷線與典寶溪排水寶公橋水位歷線，藍色圓點表示觀測時對應水位，此次觀測區間主要為水位下降段。圖 3-50 觀測期間寶公橋水位歷線與觀測流量。觀測期間水位範圍為 4.21 – 5.69 公尺 (堤

頂高為 6.72 公尺)，流量範圍約為 12 – 60 立方公尺/秒，最大觀測流量為 62.121 立方公尺/秒。

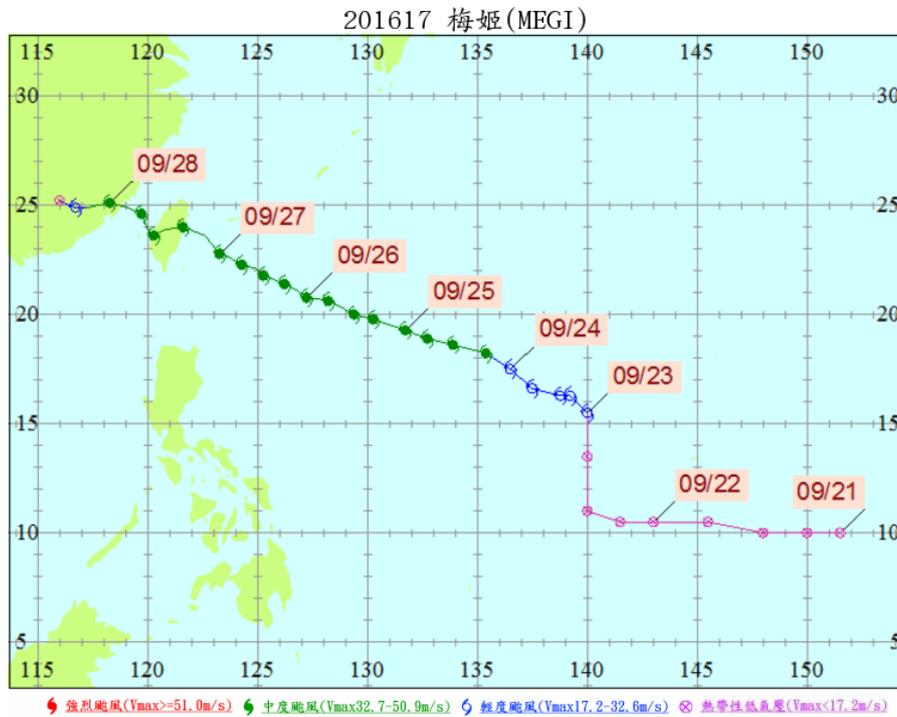


圖 3-41 梅姬颱風路徑圖



圖 3-42 梅姬颱風期間 9/27 東津橋站流量觀測情況



圖 3-43 梅姬颱風期間 9/28 中山(西門)橋站流量觀測情況

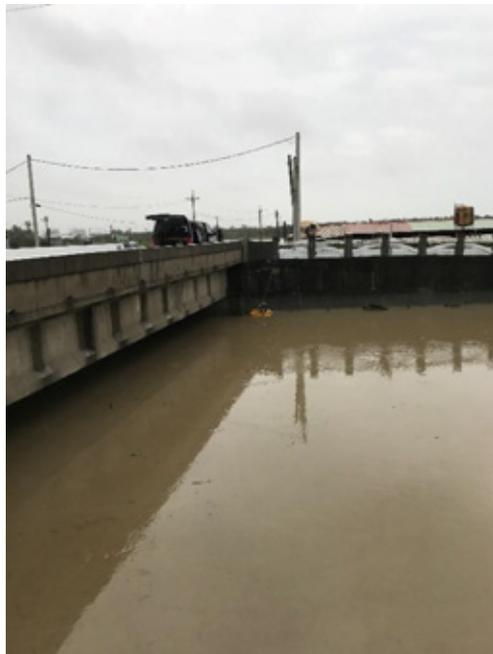


圖 3-44 梅姬颱風期間 9/28 寶公橋站流量觀測情況

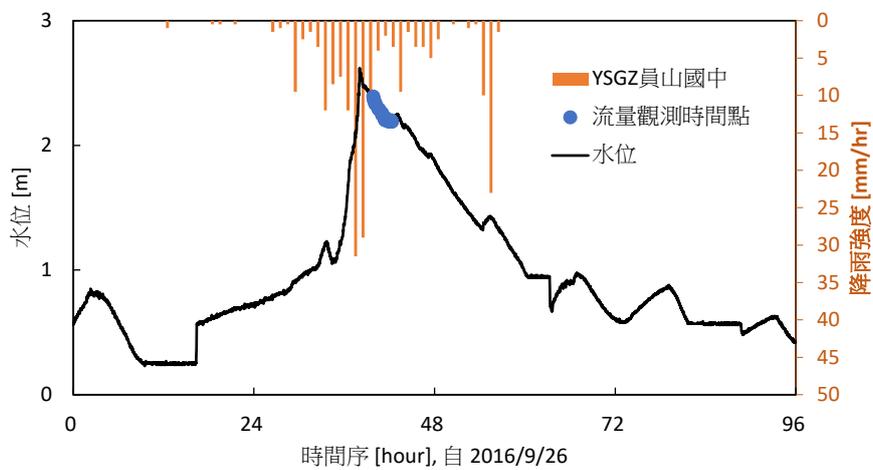


圖 3-45 壯圍站降雨歷線與東津橋水位歷線：梅姬颱風

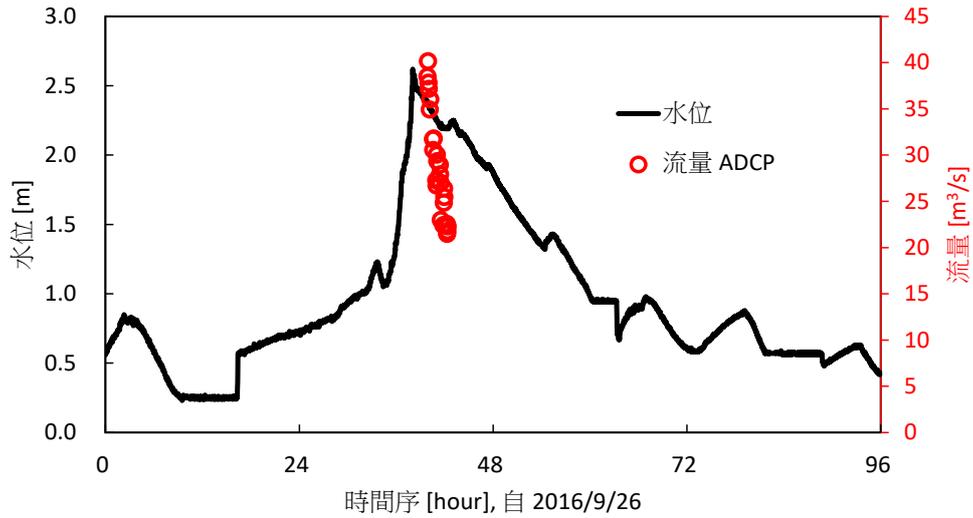


圖 3-46 觀測期間東津橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風

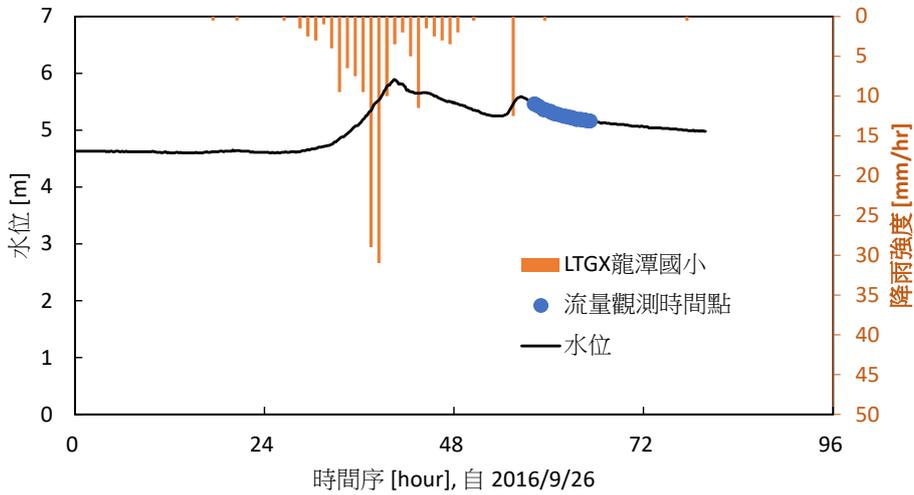


圖 3-47 龍潭國小站降雨歷線與中山(西門)橋水位歷線：梅姬颱風

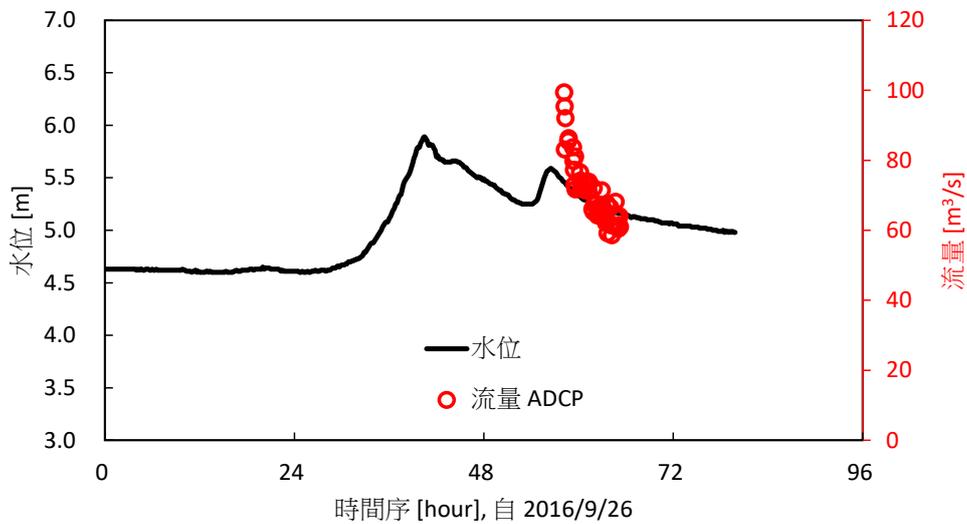


圖 3-48 觀測期間中山(西門)橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風

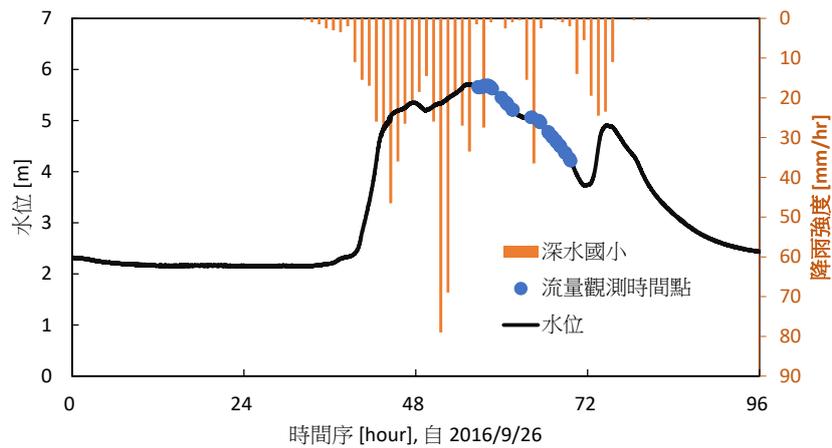


圖 3-49 深水國小站降雨歷線與寶公橋水位歷線：梅姬颱風

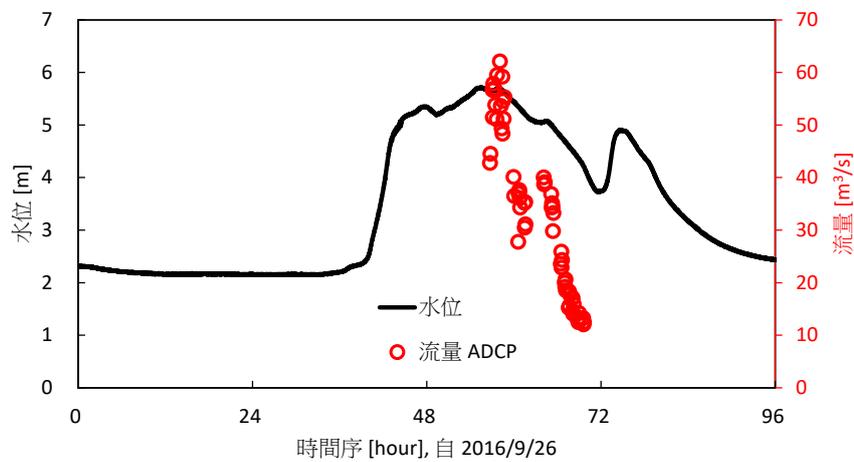


圖 3-50 觀測期間寶公橋水位歷線與觀測流量：梅姬颱風

自 2012 年起已經利用 ADCP 進行颱風期間現場流量觀測作業，其主要目的為獲得現場實際流量進行不同流量下之平均流速與表面流速之比值，並推求整體比值，以應用於全洪程流量推估。主要觀測位置為宜蘭河中山(西門)橋、宜蘭河員山大橋、典寶溪燕鳳橋及典寶溪五里林橋；此外自 2015 年起加入宜蘭河美福大排東津橋與典寶溪大遼排水寶公橋。進行觀測之颱風事件已經達到 21 場。為檢視流量觀測累積情況與後續建議，則進行觀測資料彙整。表 3-7 列出進行流量觀測時測站所得之最高水位、堤防高程、底床高程及已觀測流量範圍，並利用測得最大水深(最高水位與底床高程差)與堤防高度(堤防高程與底床高程差)進行比較，計算目前觀測資料佔最大可觀測資料(河川水位達到堤防高)之百分比。目

前各測站觀測資料量皆已經超過 50%，而典寶溪排水集水區內燕鳳橋、五里林橋及寶公橋皆已經超過 80%；因此顯示現有觀測資料已經涵蓋一定程度的流況範圍，對於推估各測站整體平均流速與表面流速比值則具有一定程度之可信度。圖 3-51 至圖 3-56 則表示 ADCP 觀測流量與水位之對應關係。

因為觀測時採用定點長時方式進行，因此可獲得觀測區段內不同流量值。然而以比較最高觀測水位與堤防高程所計算的資料累積佔有率則有誤導之虞，其原因為部分測站最大觀測水位以下資料中缺漏部分區段流量，例如宜蘭河美福大排東津橋則缺漏水位 1 – 2.2 公尺間之觀測流量，典寶溪燕鳳橋則缺漏水位 6 – 7 公尺間之觀測流量，以及典寶溪五里林橋則缺漏水位 21.5 – 22 公尺間之觀測流量。因此建議後續觀測重點可著重於東津橋、燕鳳橋及五里林橋，以補齊缺漏水位之觀測流量。

表 3-7 ADCP 流量觀測資料累積佔有率彙整

站名	河川與排水	最高觀測水位 [m]	堤防高程 [m]	底床高程 [m]	資料累積佔有率 [%]	已觀測流量範圍 [m ³ /s]
中山(西門)橋	宜蘭河	5.46	10.85	1.11	50.32	3.273 – 99.433
員山大橋	宜蘭河	7.78	13.40	4.79	58.05	3.187 – 60.417
東津橋	宜蘭河 美福大排	2.71	3.51	-0.89	77.21	2.003 – 64.105
燕鳳橋	典寶溪	22.09	25.3	19.63	87.31	0.121 – 62.691
五里林橋	典寶溪	6.83	7.13	1.67	95.79	0.378 – 242.933
寶公橋	典寶溪 大遠排水	5.69	6.72	2.19	84.67	6.663 – 62.121

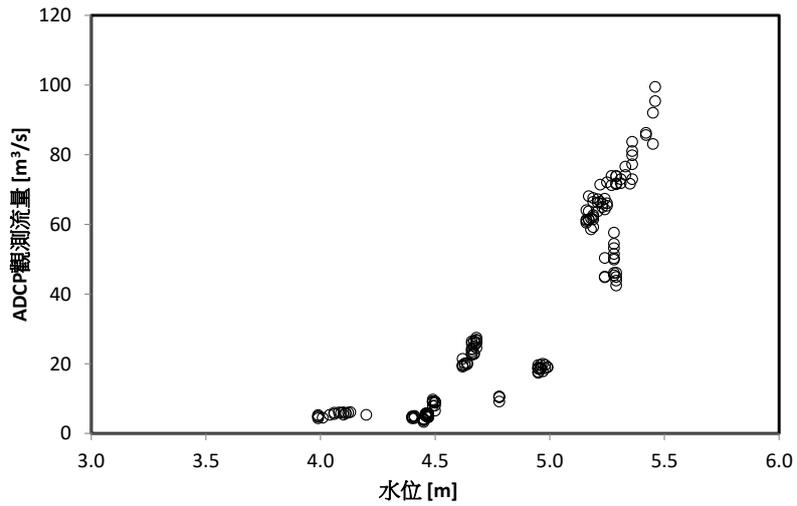


圖 3-51 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：宜蘭河中山(西門)橋

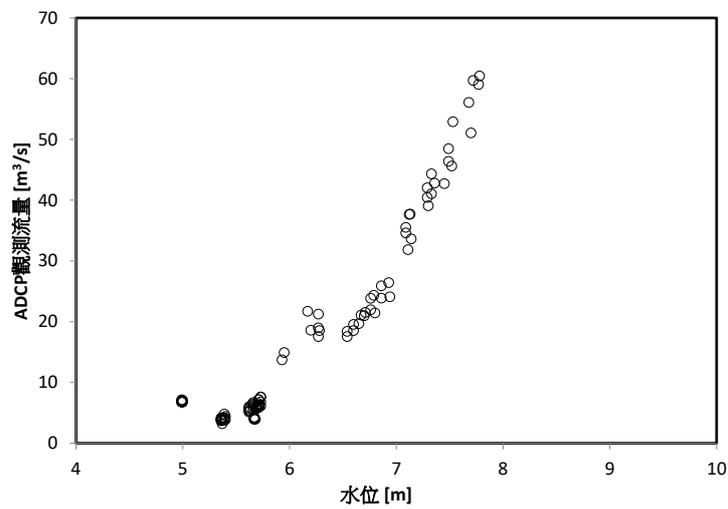


圖 3-52 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：宜蘭河員山大橋

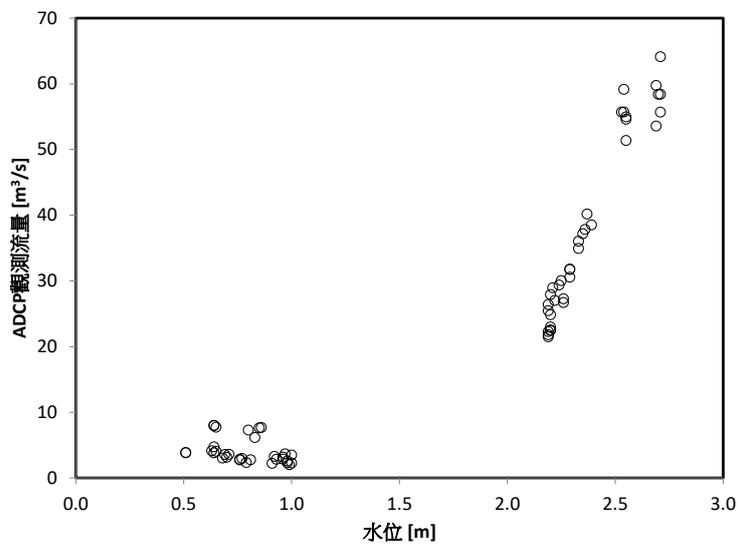


圖 3-53 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：宜蘭河美福大排東津橋

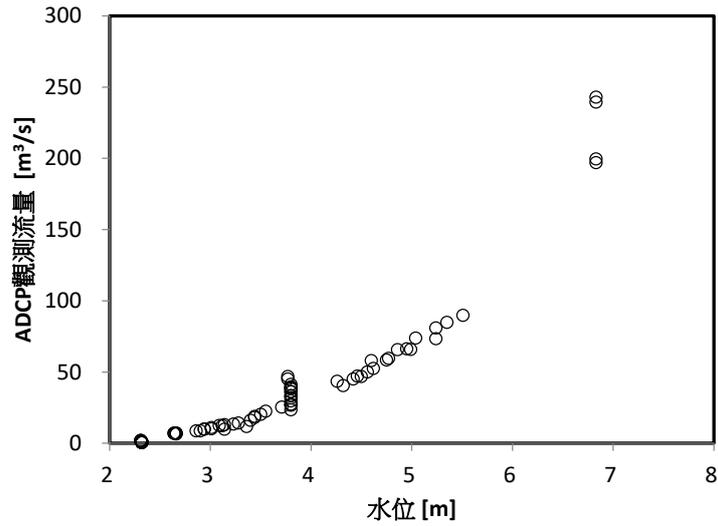


圖 3-54 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：典寶溪五里林橋

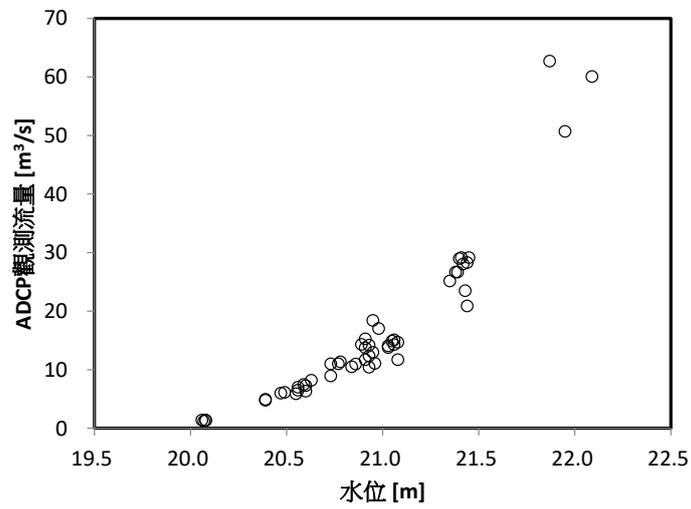


圖 3-55 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：典寶溪燕鳳橋

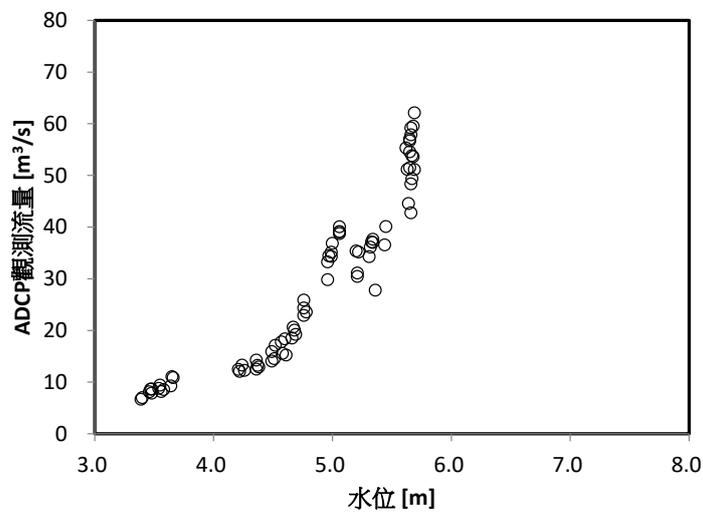


圖 3-56 水位與 ADCP 流量觀測對應資料彙整：典寶溪大遼排水寶公橋

四、淹水觀測分析

自 2012 年起宜蘭河流域已經建置 36 處淹水監測站，測站分佈如圖 3-57 所示，且流域內已經紀錄 4 場淹水事件，包括蘇拉颱風(2012/8)、蘇力颱風(2013/7)、蘇迪勒颱風(2015/8)以及杜鵑颱風(2015/9)。圖 3-58 則標示以上事件中有發生淹水情況的測站，由圖可發現淹水位置集中於美福大排集水區內，因此統計各測站發生淹水次數後標註於圖 3-59 中；圖中以點的大小表示其次數，最大點則表示發生次數為 4 次，並以下遞減。由圖可知發先淹水次數最多為美福排水右岸美福防潮閘門附近，次之則為舊港排水上游區域。

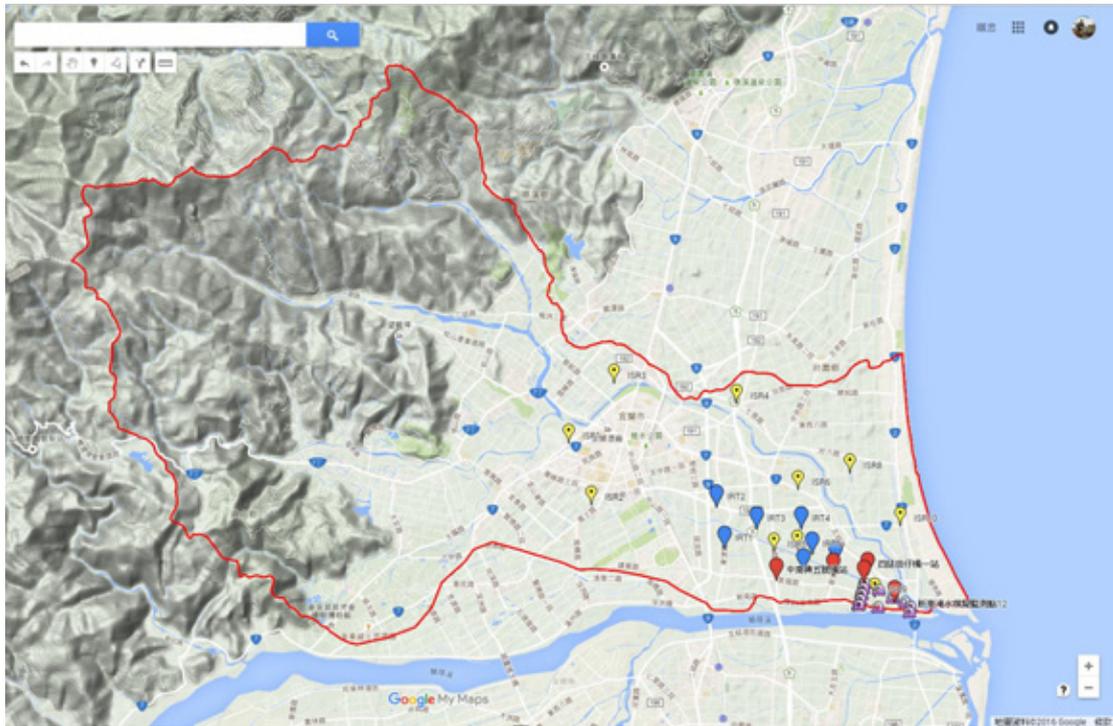


圖 3-57 宜蘭河流域淹水監測站分佈

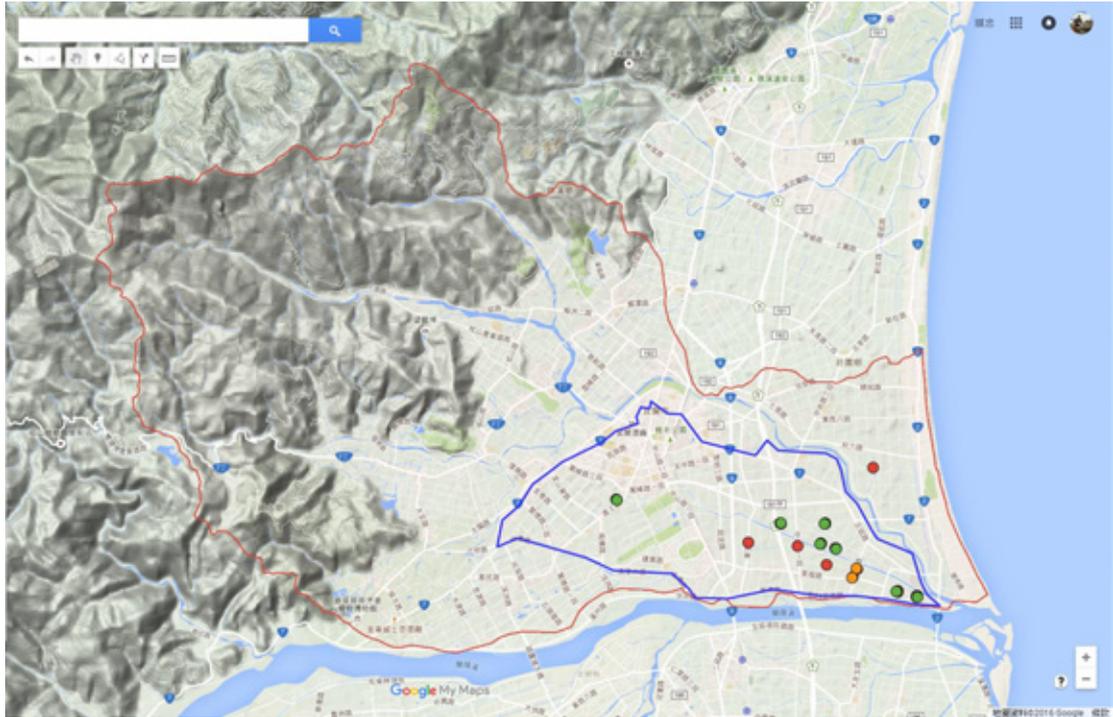


圖 3-58 宜蘭河流域發生淹水之監測站分佈

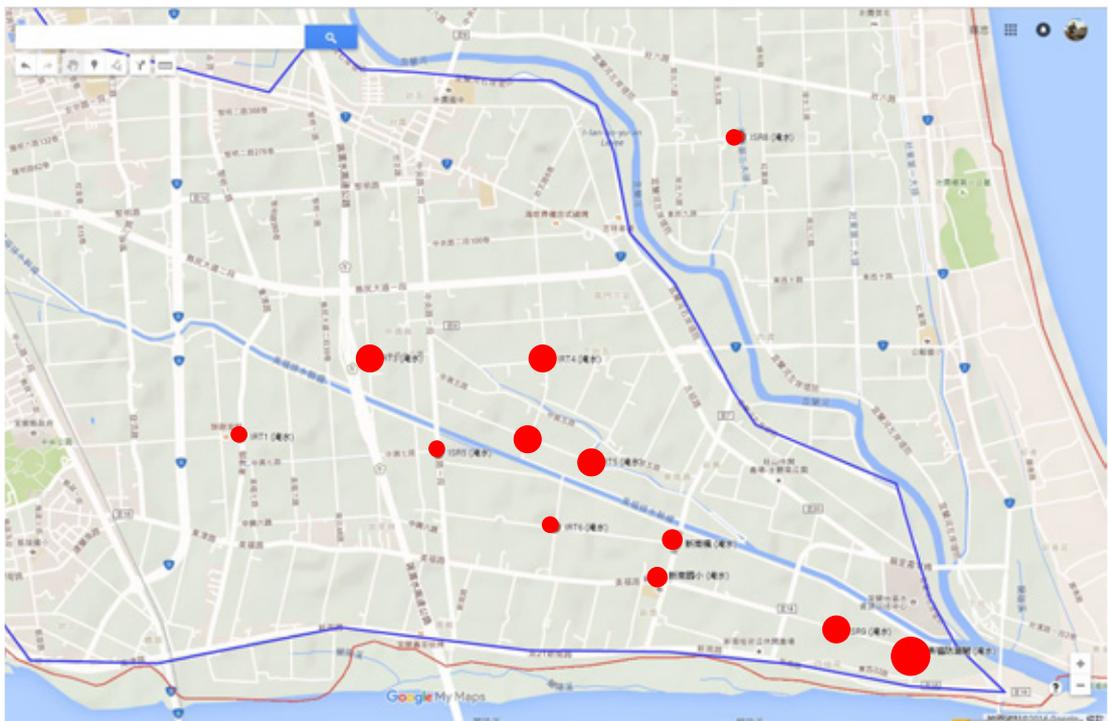


圖 3-59 宜蘭河美福大排集水區發生淹水之監測站分佈及次數

以蘇拉颱風為例，彙整美福大排右岸(南岸)區域淹水歷程於圖 3-60 中；由圖可知最大淹水深度發生於美福防潮閘門站(美福排水右岸美福防潮閘門附近)，其深度為 136.8 公分，次大淹水深

度則發生於新南橋站，其深度為 123.8 公分。此外由圖亦可知最長淹水時距為 60 小時，其位置於新南橋站；然而美福防潮閘門站附近之淹水時距也達到 52 小時。此次淹水事件中，壯圍雨量站 (2012/8/1 – 8/2)測得 2 日累積降雨為 385 公釐。此外舊港排水集水區內古結路區域最大淹水深度也達 68.9 公分，其淹水時距達 30 小時。為瞭解動態淹水狀況，因此於圖 3-61 中標註淹水發生時間及以箭頭標示淹水移動過程。由圖可知，最早發生淹水位置為新南國小與新南橋，之後分別為美福防潮閘門站及舊港排水中上游區域。接下來逐漸向上游傳遞至國道 5 號道路西側區域。

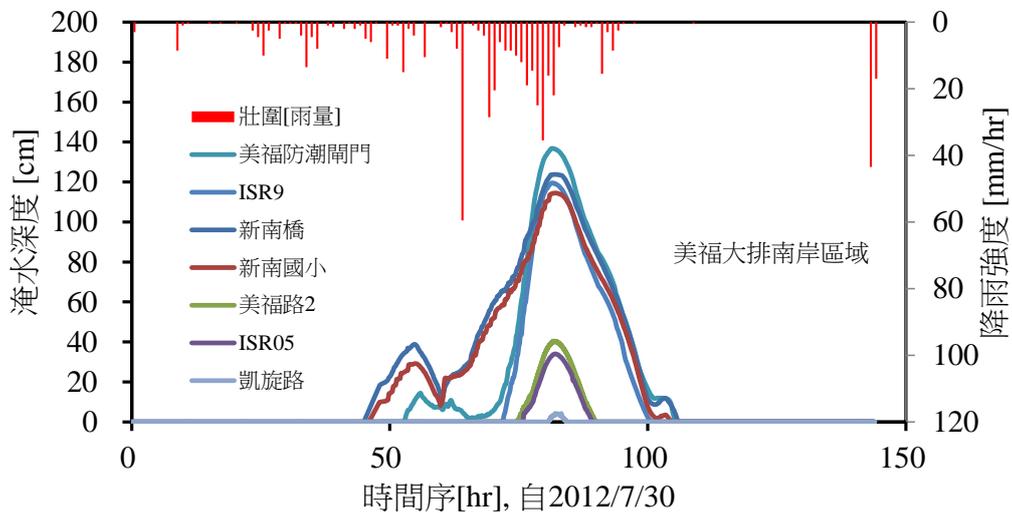


圖 3-60 美福大排右岸(南岸)區域淹水歷程：蘇拉颱風

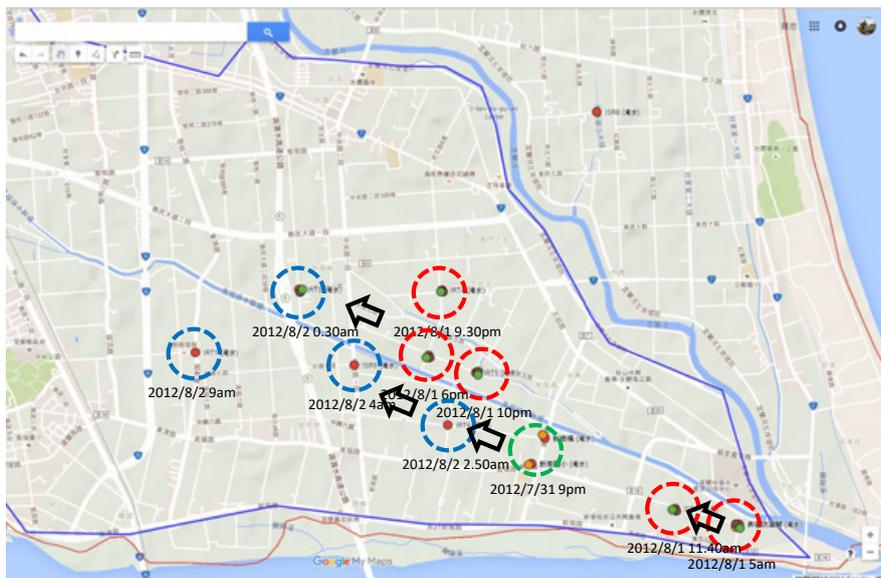


圖 3-61 美福大排區域淹水時間與動態歷程：蘇拉颱風

再以蘇迪勒颱風為例，彙整美福大排左岸(北岸)及右岸(南岸)區域淹水歷程於圖 3-62 及圖 3-63 中；由圖可知美福大排右岸區域僅局部發生於美福防潮閘門站區域，其深度為 26.8 公分，同時該站也是最長淹水時距為 20 小時。分析美福大排左岸區域淹水情況得知，舊港排水集水區之最大淹水大於美福防潮閘門站區域，而最大淹水深度為美福村(ISR7)，其淹水深度為 60 公分；而最長淹水時距為 20.5 小時，發生於古結路(IRT4)。此次淹水事件中，壯圍雨量站(2015/8/7-8/8)測得 2 日累積降雨為 274.5 公釐。為瞭解動態淹水狀況，因此於圖 3-64 中標註淹水發生時間及以箭頭標示淹水移動過程。由圖可知，最早發生淹水位置為舊港排水上游區域古結路附近(IRT4)，之後向上游傳遞至國道 5 號道路東側附近，接下來美福防潮閘門附近才開始淹水。

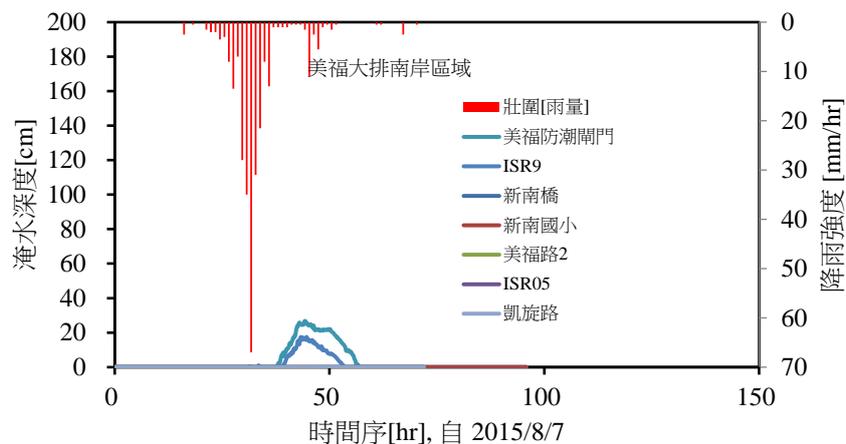


圖 3-62 美福大排右岸(南岸)區域淹水歷程：蘇迪勒颱風

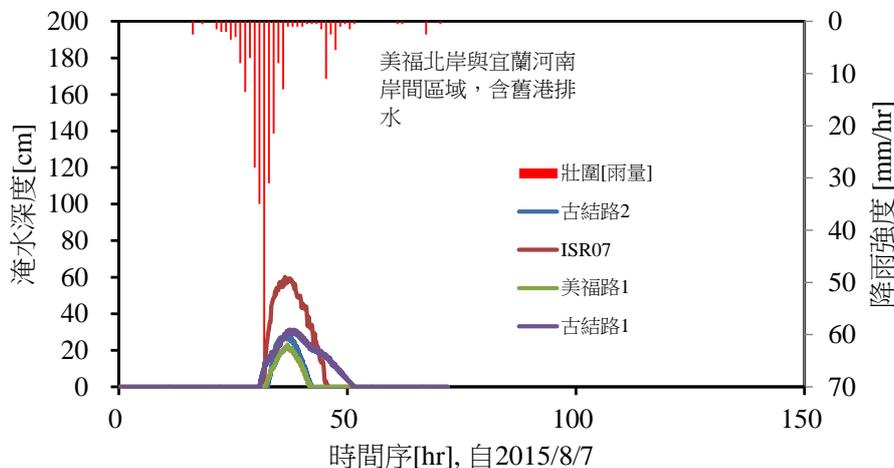


圖 3-63 美福大排左岸(北岸)區域淹水歷程：蘇迪勒颱風

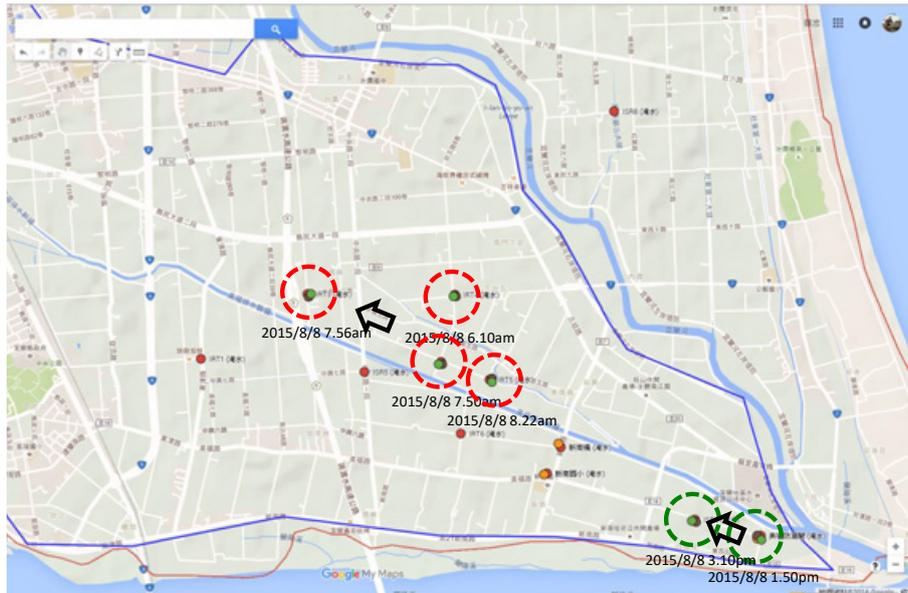


圖 3-64 美福大排區域淹水時間與動態歷程：蘇迪勒颱風

由比較蘇拉、蘇力、蘇迪勒及杜鵑颱風期間淹水監測資料可知，美福大排集水區內最大淹水深度位置由美福防潮閘門附近改為舊港排水上游區域，如圖 3-65。最長淹水時距位置由新南橋改為美福防潮閘門附近及舊港排水上游區域，如圖 3-66；而最早淹水位置也由新南橋改為舊港排水上游區域，如圖 3-67。以上淹水分析可知美福大排集水區內淹水敏感區域逐漸由美福防潮閘門附近改為舊港排水上游區域，其主要原因為新南抽水站於 2012/9 啟用後，大幅改善美福大排右岸積淹水情況。目前新興抽水站也已經興建中，預期也可增加排出美福大排左岸區域積淹水，但預定完工為 2017 年底，因此建議仍需持續與加強舊港排水集水區淹水監測。



圖 3-65 美福大排集水區最大淹水深度位置改變

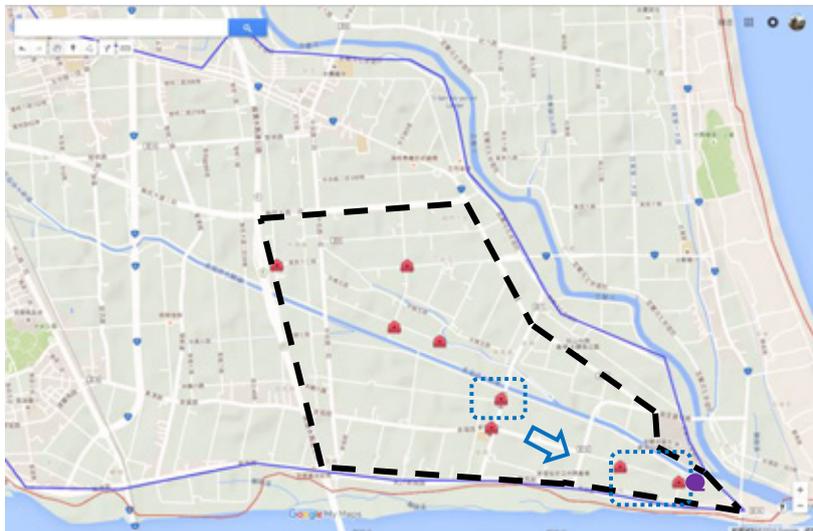


圖 3-66 美福大排集水區最長淹水時距位置改變

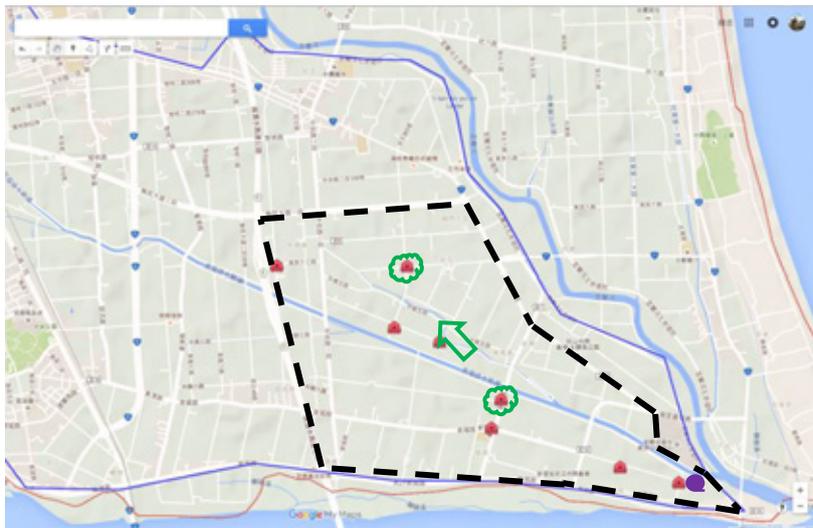


圖 3-67 美福大排集水區最早淹水位置改變

五、梅姬颱風典寶溪排水監測資料彙整

9/27 至 9/28 間因受梅姬颱風影響造成台灣東北部、東部及南部地區豪雨。圖 3-68 及圖 3-69 分別顯示 A 區及 B 區滯洪池內高水位。大遼排水也發生溢淹狀況，如圖 3-70 所示；而大遼排水上白米橋與寶公橋高水位情況，則如圖 3-71 及圖 3-72 所示。以上照片拍攝日期時間為 2016/9/28 10 am 至 1 pm 間。



圖 3-68 A 區滯洪池高水位情況



圖 3-69 B 區滯洪池高水位情況



圖 3-70 大遼排水溢淹況情況



圖 3-71 大遼排水白米橋高水位情況



圖 3-72 大遼排水寶公橋高水位情況

以下針對典寶溪排水集水區內水文監測資料進行彙整，並進行流量推估，以提供相關模擬與分析應用。監測資料時間區間為9/26至9/29間，共4日。呈現項目主要為歷線圖形與監測極值整理。集水區內計有6站雨量站，其各站降雨組體圖如圖3-73至圖3-78表3-8所示。表3-8則整理9/26至9/29間累積降雨與最大降雨強度(時雨量)發生日期與時間。

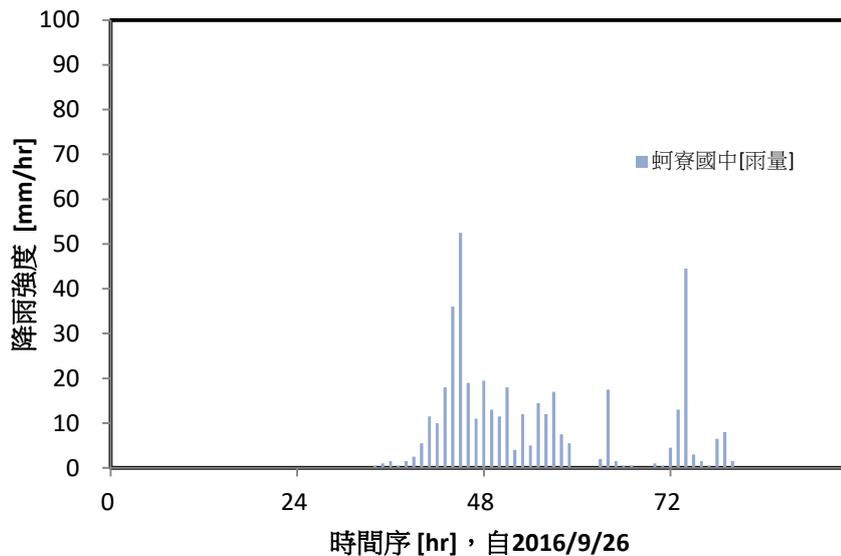


圖 3-73 蚵寮國中雨量站降雨組體圖

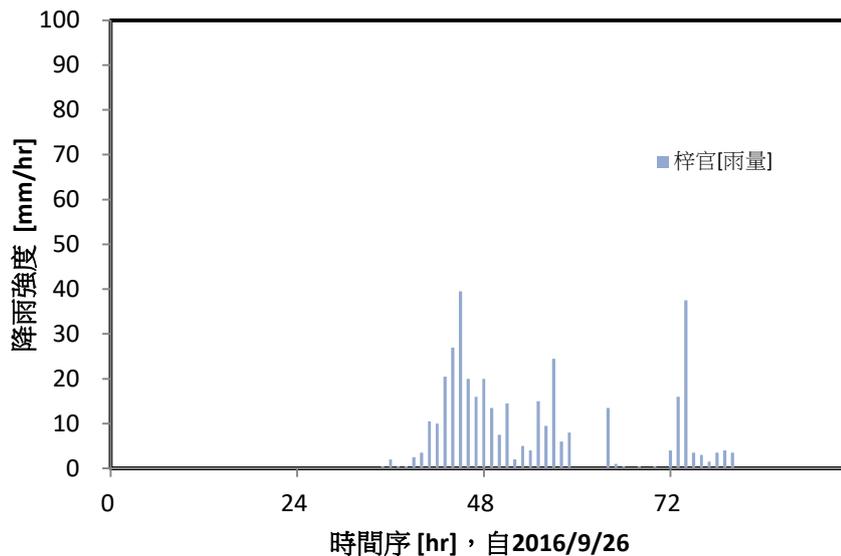


圖 3-74 梓官雨量站降雨組體圖

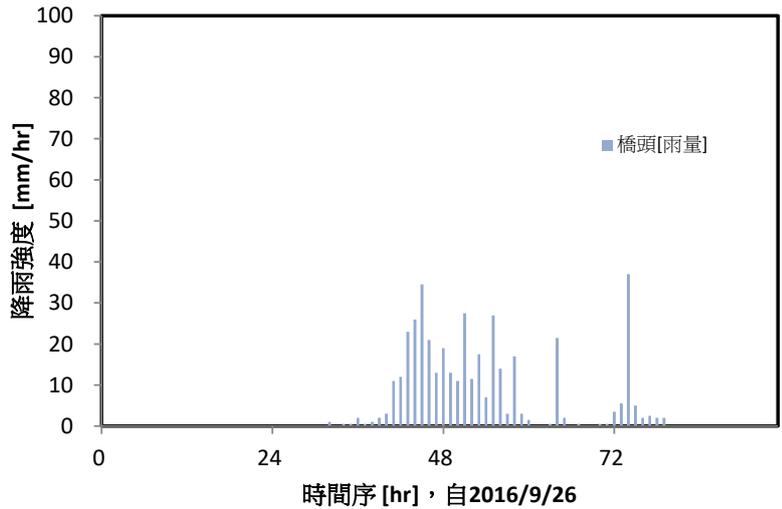


圖 3-75 橋頭雨量站降雨組體圖

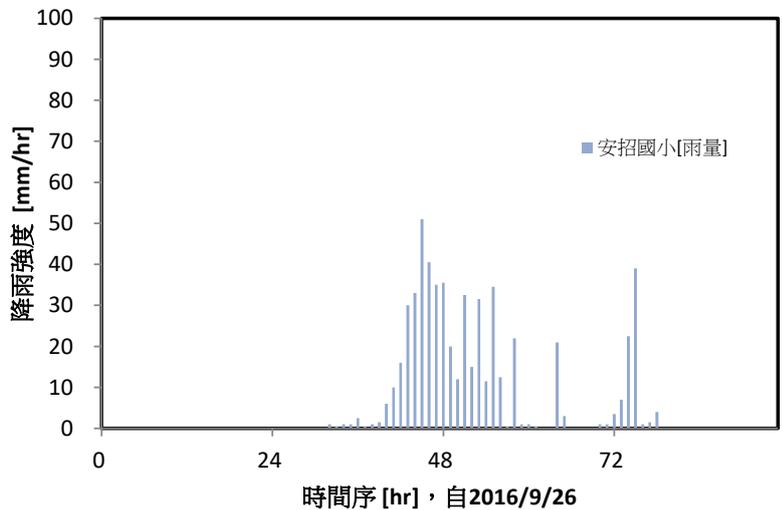


圖 3-76 安招國小雨量站降雨組體圖

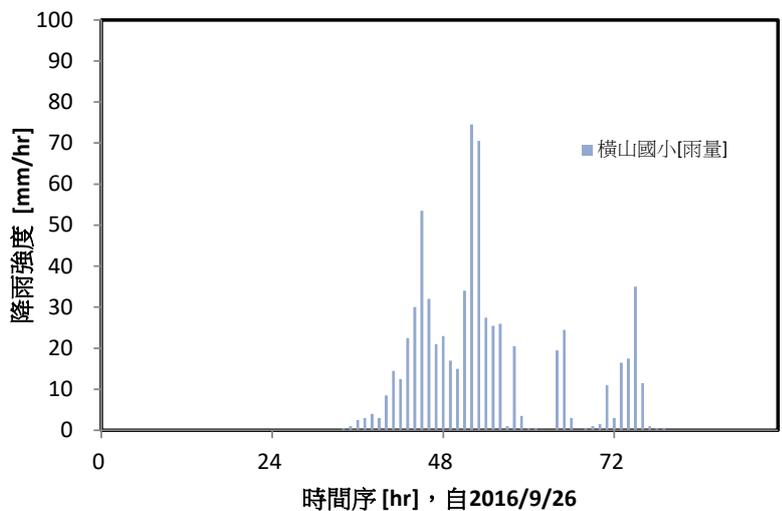


圖 3-77 橫山國小雨量站降雨組體圖

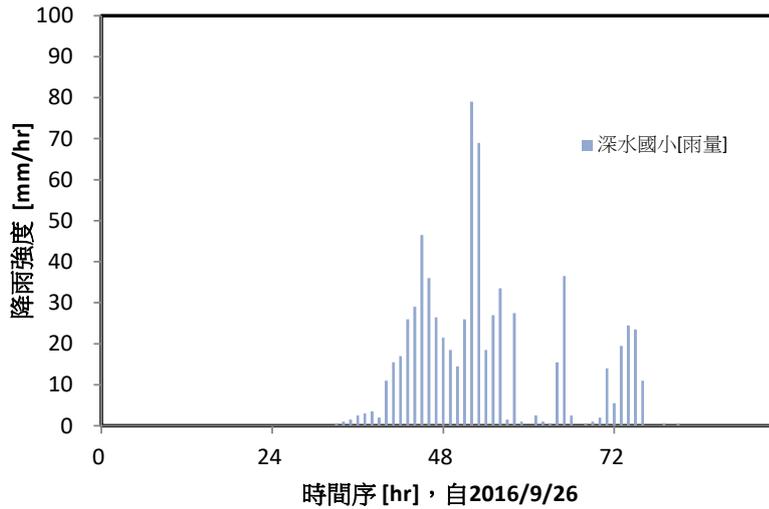


圖 3-78 深水國小雨量站降雨組體圖

表 3-8 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間雨量監測資料彙整

測站	累積雨量 [mm]	最大降雨強度 [mm/hr]	發生日期	發生時間	備註
蚵寮國中	417	52.5	9/27/2016	8:00 PM	
梓官 C0V610	375	39.5	9/27/2016	8:00 PM	中央氣象局測站； 2016/9/29 08:00:00 AM 起訊號中斷，至 2016/9/30 7 am 訊號再 度出現
橋頭 C0V760	408	37	9/29/2016	1:00 AM	中央氣象局測站； 2016/9/29 08:00:00 AM 起訊號中斷，至 2016/9/30 7 am 訊號再 度出現
安招國小	565	51	9/27/2016	8:00 PM	
橫山國小	694	74.5	9/28/2016	3:00 AM	
深水國小	720	79	9/28/2016	3:00 AM	最大累積降雨量與最大 降雨強度

集水區內彙整 7 站水位站監測資料，水位歷線圖如圖 3-79 所示。表 3-9 則整理 9/26 至 9/29 間最大水位及其發生日期時間，並說明溢淹情況及儀器狀況說明。五里林橋水位站為水利署建置，今年三月份進行水位檢校發現於低水位時監測資料與實際水面高程差距 1.1 公尺，但經向第六河川局求證後，該處於高水位時差距小。不過目前尚未於高水位時進行檢校，因此無從得知精確差

距。寶公橋與白米橋處設有水位及表面流速計，且為今年由其他測站移置，測站遷移完成後已經辦理監測資料校驗工作及檢核，以確保施工及觀測品質，因此寶公橋與白米橋監測資料無誤。梅姬颱風期間白米橋發生溢淹 1 公尺，然而部分現場觀測人員陳述白米橋處溢淹程度小，因此認為與觀測資料不符。其原因為堤頂高程為 5.08 公尺之河段為上游側且遠離白米橋，而實際白米橋位置旁之堤頂高為 5.68 公尺，因此該處最大溢淹深度為 0.36 公尺(最高水位 6.04 公尺)；加上白米橋梁底高程為 5.37 公尺，所以有發生橋樑阻水的情況，也因此發生溢淹 1 公尺的位置為白米橋上游河段。該處水位計架設高程為 6.70 公尺，因此可測得 6.04 公尺水位。

表 3-9 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間水位監測資料彙整

測站名稱	最高水位 [m]	發生日期時間	說明
燕鳳橋	26.99	2016/9/28 4.27 am	燕鳳橋水位溢漫橋面，2016/9/28 4.28 am 時損壞
聖興橋	13.73	2016/9/28 6.31 am	
五里林橋	7.01	2016/9/28 6.40 am	水利署測站；2016/9/29 7.40 am 後訊 號中斷
鹽埔橋	6.48	2016/9/28 8.37 am	
長潤橋	4.31	2016/9/28 7.20 am	水利署測站；2016/9/29 7.50 am 後訊 號中斷
寶公橋	5.72	2016/9/28 7.25 am	大遼排水匯入典寶溪時壅塞，導致下 游白米橋水位高於寶公橋
白米橋	6.04	2016/9/28 7.39 am	堤防高 5.68m，溢淹 6.5 小時；溢淹起 始時間 2016/9/28 5.08 am，溢淹結束 時間 2016/9/28 11.47 am
蚵仔寮	1.24	2016/9/27 7.42 am	潮位站

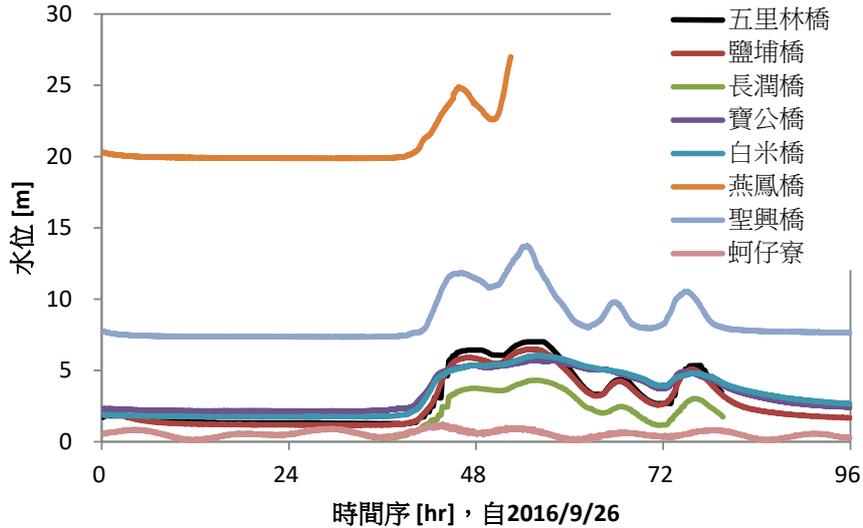


圖 3-79 典寶溪排水集水區水位站水位歷線圖

集水區內進行燕鳳橋、五里林橋與寶公橋等 3 站流量推估，各站流量歷線圖如圖 3-80 至圖 3-82 所示。表 3-10 則整理最大流量及其發生日期時間，並說明儀器狀況。圖 3-82 中顯示寶公橋流量推估與現場流量觀測資料比較，其推估結果與實測資料接近，因此可說明以指標流速法配合 ADCP 現場流量觀測進行全洪程流量推估之可信度高。利用莫蘭蒂與梅姬颱風現場流量觀測資料推估，目前寶公橋之平均流速與表面流速比值為 0.559。

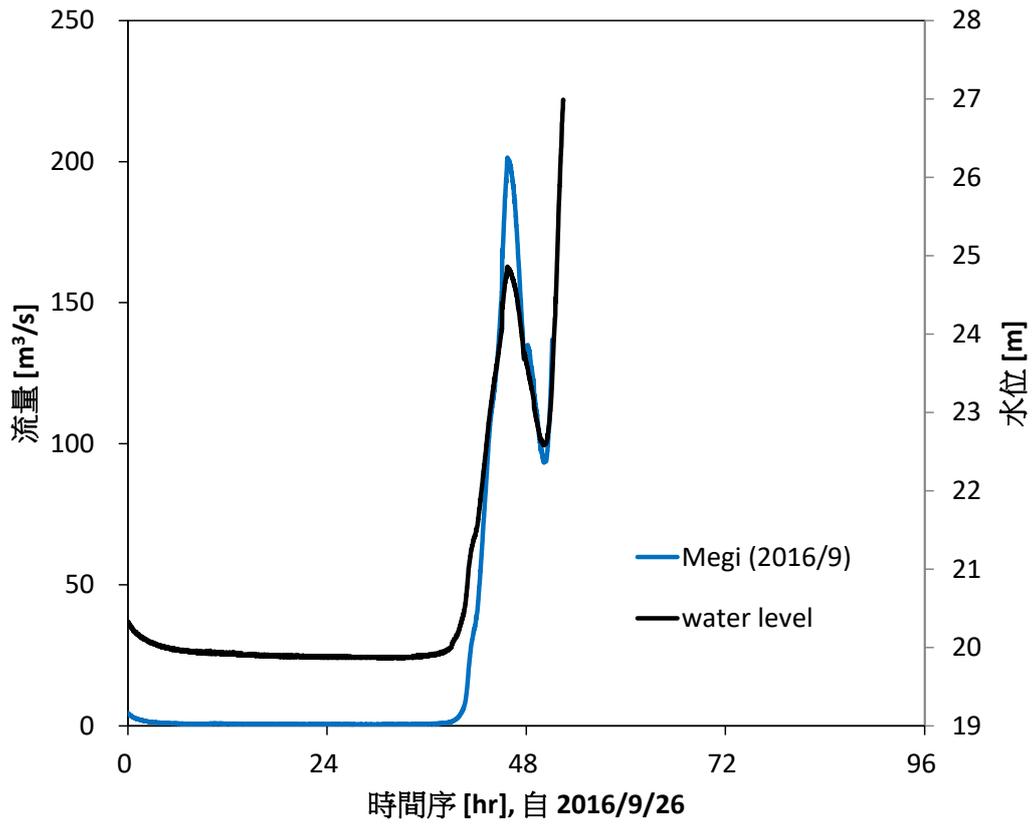


圖 3-80 燕鳳橋流量歷線圖

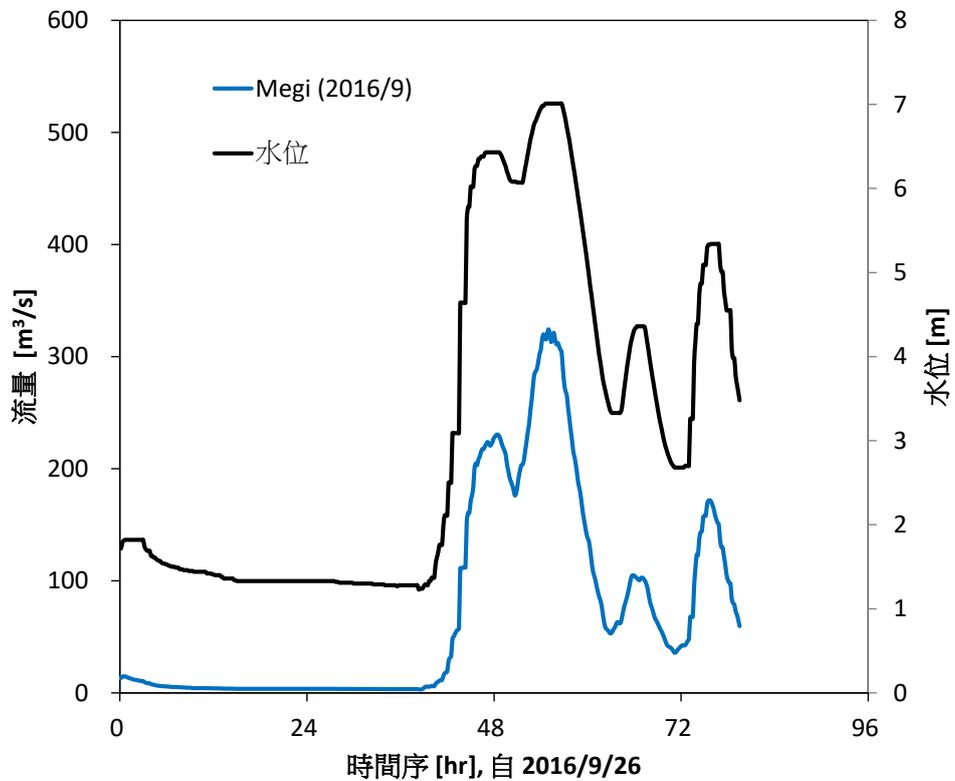


圖 3-81 五里林橋流量歷線圖

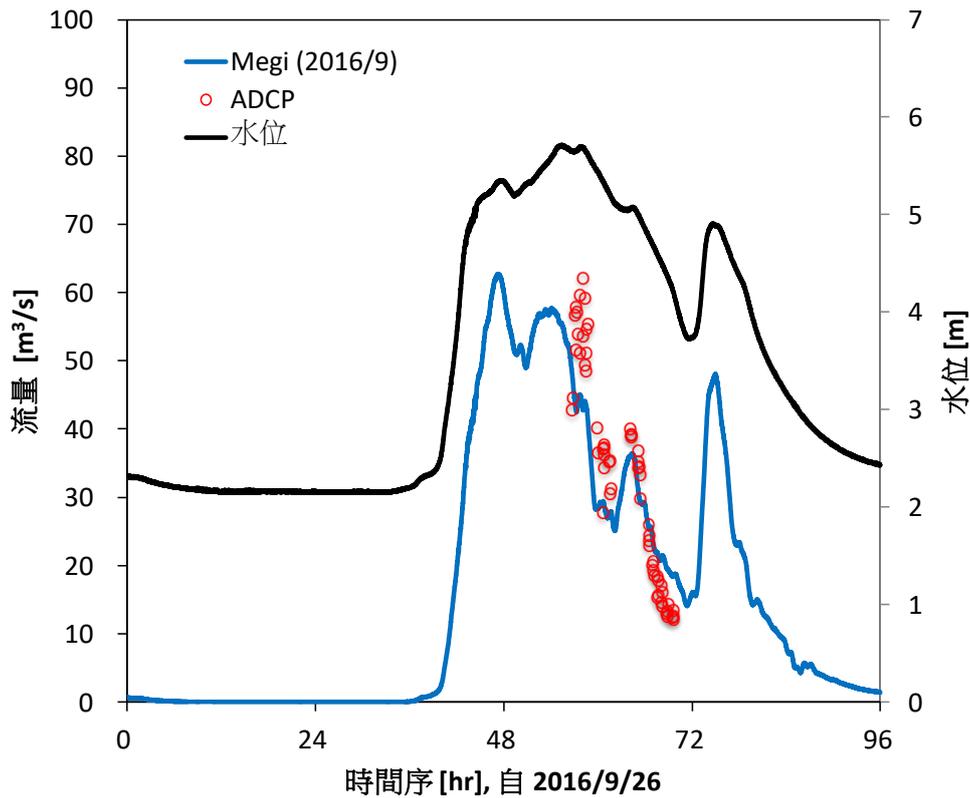


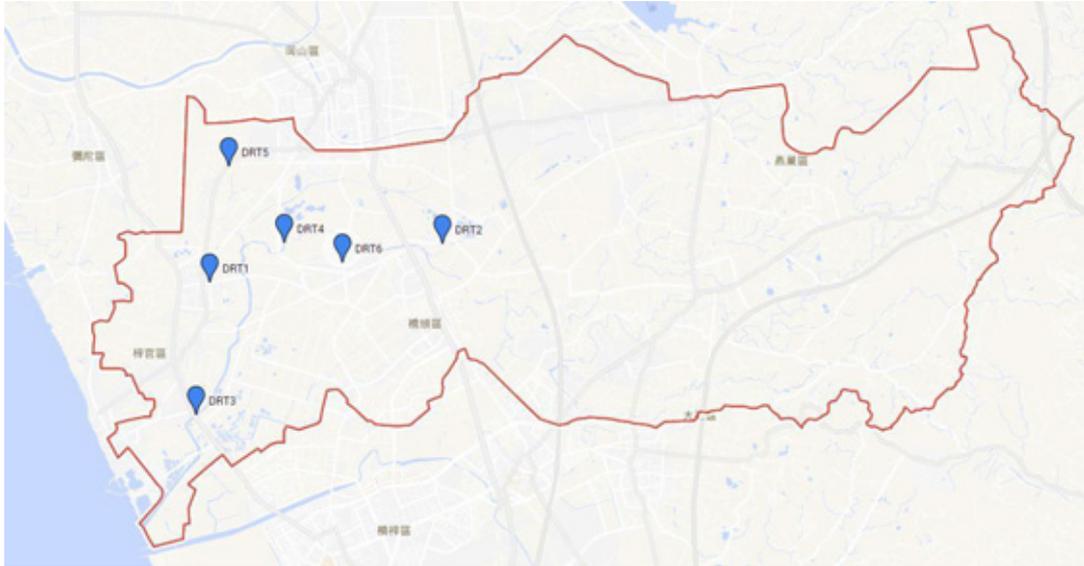
圖 3-82 寶公橋流量歷線圖

表 3-10 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間流量推估資料彙整

測站名稱	最高流量 [m ³ /s]	發生日期時間	說明
燕鳳橋	201.45	2016/9/27 9.44 pm	2016/9/28 4.28 am 時損壞
五里林橋	324.29	2016/9/28 7 am	2016/9/29 7.30 am 起水位訊號中斷
寶公橋	62.70	2016/9/27 11.11 pm	$U/u_s = 0.559$

集水區內彙整即時淹水監測資料共 6 站，圖 3-83 表示集水區內淹水監測站位置。測得淹水之測站計有大舍南路(DRT3)、廟前巷(DRT2)、石潭路(DRT5)及鹽埔路(DRT4)等 4 站，以上發生淹水測站之水位歷線如圖 3-84 至圖 3-87 所示；而淹水深度歷線則如圖 3-88 至圖 3-91 所示。表 3-11 則整理最大淹水深度及其發生日期時間。梅姬颱風期間根據監測數據可知淹水最深位置為廟前巷(DRT2)，其最大淹水深度為 57.9 公分；其淹水時間最長之位置則發生於石潭路(DRT5)，其時距為 5.8 小時。測站大舍南路(DRT3)淹水情況斷斷續續，其淹水深度小其範圍為 0.1–0.5 公分，僅為

路面輕微積水，該站水深感測器底部位於路面並如圖 3-92 所示。



註：中崙路(DRT1)、廟前巷(DRT2)、大舍南路(DRT3)、鹽埔路(DRT4)、石潭路(DRT5)、公厝北路(DRT6)

圖 3-83 典寶溪排水集水區即時淹水測站位置

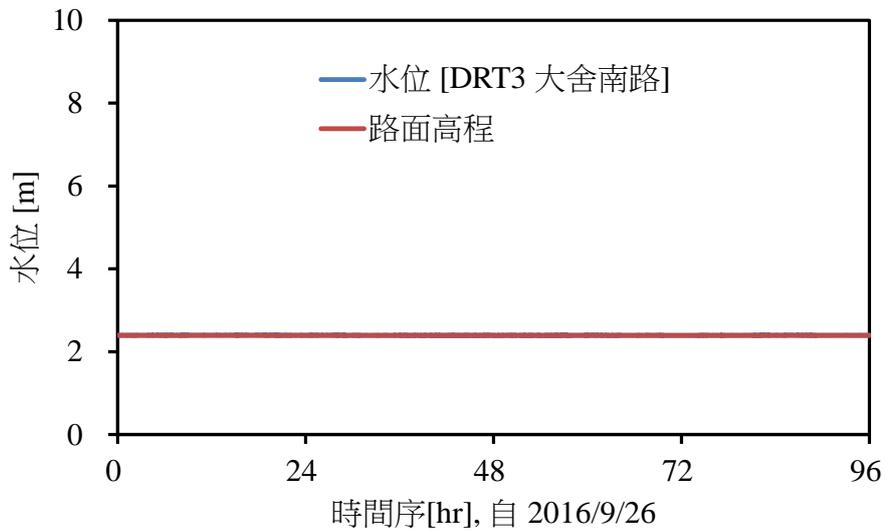


圖 3-84 大舍南路(DRT3)水位歷線圖

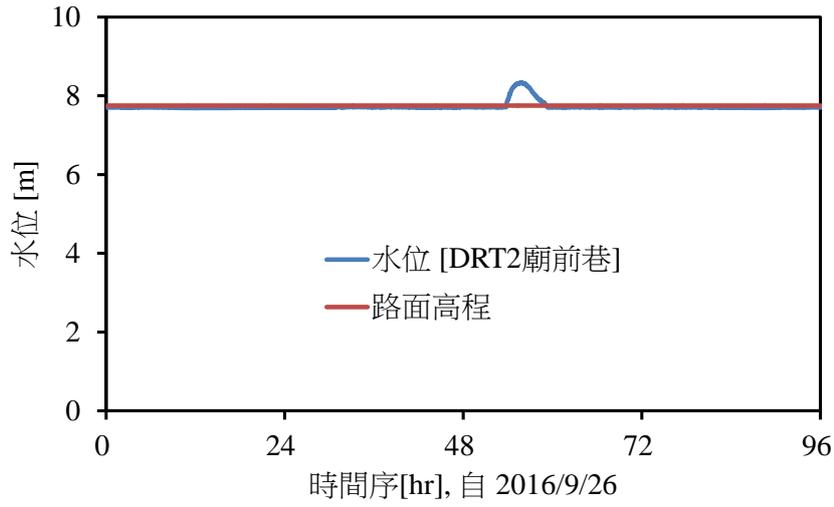


圖 3-85 廟前巷(DRT2)水位歷線圖

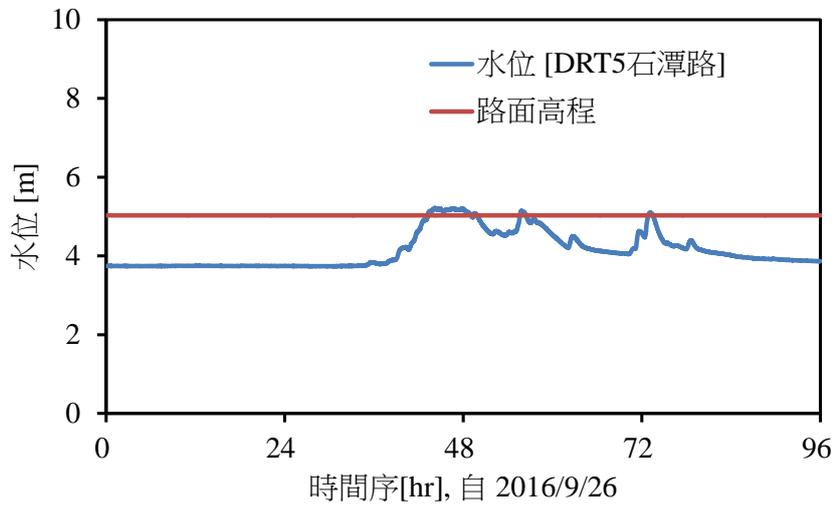


圖 3-86 石潭路(DRT5)水位歷線圖

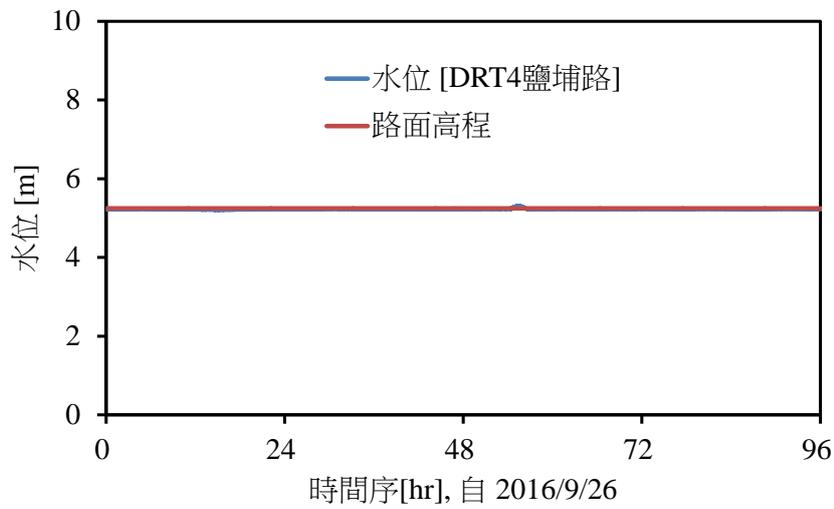


圖 3-87 鹽埔路(DRT4)水位歷線圖

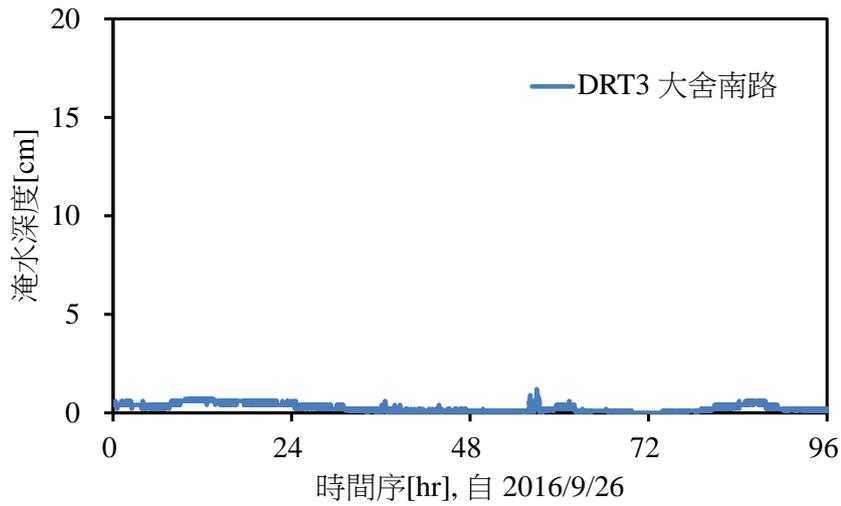


圖 3-88 大舍南路(DRT3)淹水深度歷線圖

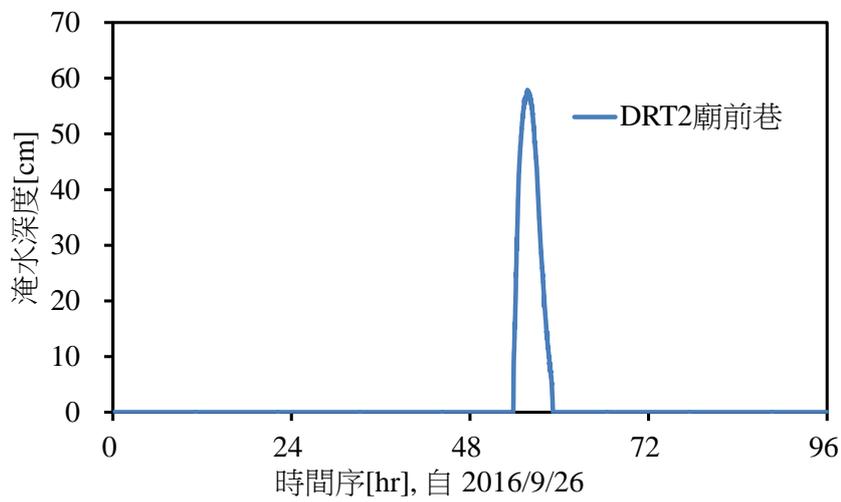


圖 3-89 廟前巷(DRT2)淹水深度歷線圖

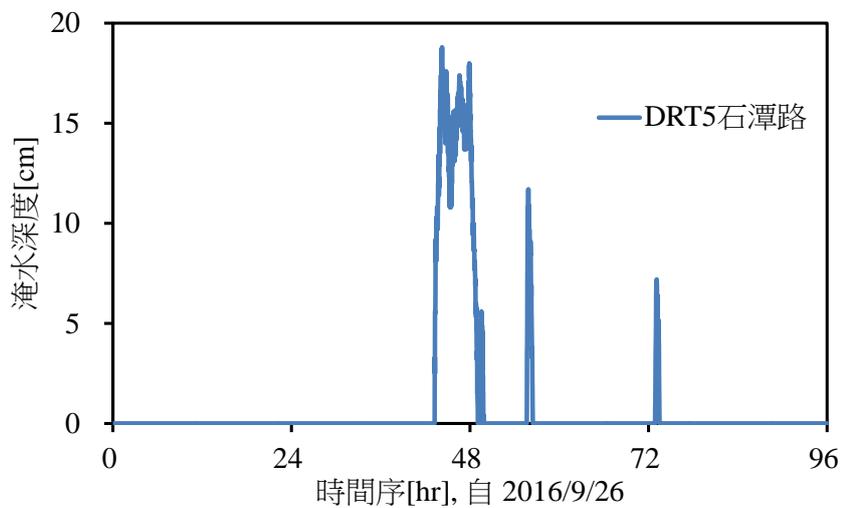


圖 3-90 石潭路(DRT5)淹水深度歷線圖

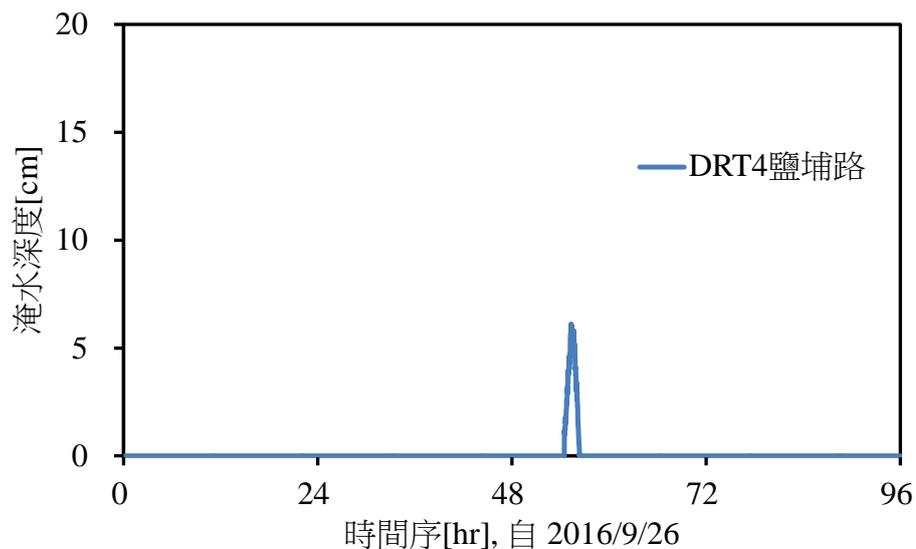


圖 3-91 鹽埔路(DRT4)淹水深度歷線圖



圖 3-92 大舍南路(DRT3)測站情況

表 3-11 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間淹水監測資料彙整

測站名稱	最大淹水深度 [cm]	淹水起始日期時間	淹水結束日期時間	淹水時距 [hr]	說明
大舍南路 (DRT3)	1.2	--	--	--	輕微路面積水，淹水深度小且零星；因此不列出單獨淹水發生與結束時間
廟前巷 (DRT2)	57.9	2016/9/28 5.49 am	2016/9/28 11.08 am	5.32	
石潭路 (DRT5)	18.8	2016/9/27 5.14 pm	2016/9/28 1.02 am	5.8	共發生三次淹水情況，左列為第一次淹水時距，也就是最長淹水時距。其他 2 次淹水情況，其時距分別為 0.43 及 0.8 小時。
鹽埔路 (DRT4)	6.1	2016/9/28 6.28 am	2016/9/28 8.21 am	1.9	

根據水利規劃試驗所撰寫之「105 年梅姬颱風高雄地區淹水專案調查報告」，典寶溪排水集水區內淹水範圍約為 83 公頃，平均淹水深度為 0.3 公尺，淹水位置包括筆秀里、白米里、劉厝里、典寶社區；淹水時間為 9/28 6 am 至 6 pm，淹水時距為 12 小時。此調查為綜合各類資料與現地勘查而得，可敘述整體淹水情況，而測試基地內淹水測站則可提供更詳細淹水歷程資料，如淹水深度變化、起迄時間與淹水時距。目前測試基地測站內測得淹水之測站分佈與位置描述可參考圖 3-93。各測站除了劉厝里未掌握淹水情況外，淹水報告中的淹水區域內皆有設置測站，表示目前淹水測站設置可掌握淹水情況。此次梅姬颱風中也有記錄劉厝里附近淹水狀況(圖 2-28 至圖 2-30 所示，國軒路 61 巷)。



註：中崙路(DRT1)、廟前巷(DRT2)、大舍南路(DRT3)、鹽埔路(DRT4)、石潭路(DRT5)、公厝北路(DRT6)

圖 3-93 典寶溪淹水排水集水區內測得淹水之測站(紅色圓點)

滯洪池內彙整 5 站水位監測資料，其測站位置如圖 3-94 及圖 3-95 所示，水位歷線圖如圖 3-96 所示。表 3-12 則整理 9/26 至 9/29 間最大水位及其發生日期時間。各測站發生最高水位日期時間於

2016/9/28 8.30am 左右，其時間與白米橋(6.04 公尺)與寶公橋(5.72 公尺)最高水位發生時間接近；然而白米橋與寶公橋的最高水位皆高於滯洪池測站，因此可推估此時段內排出水流受阻。

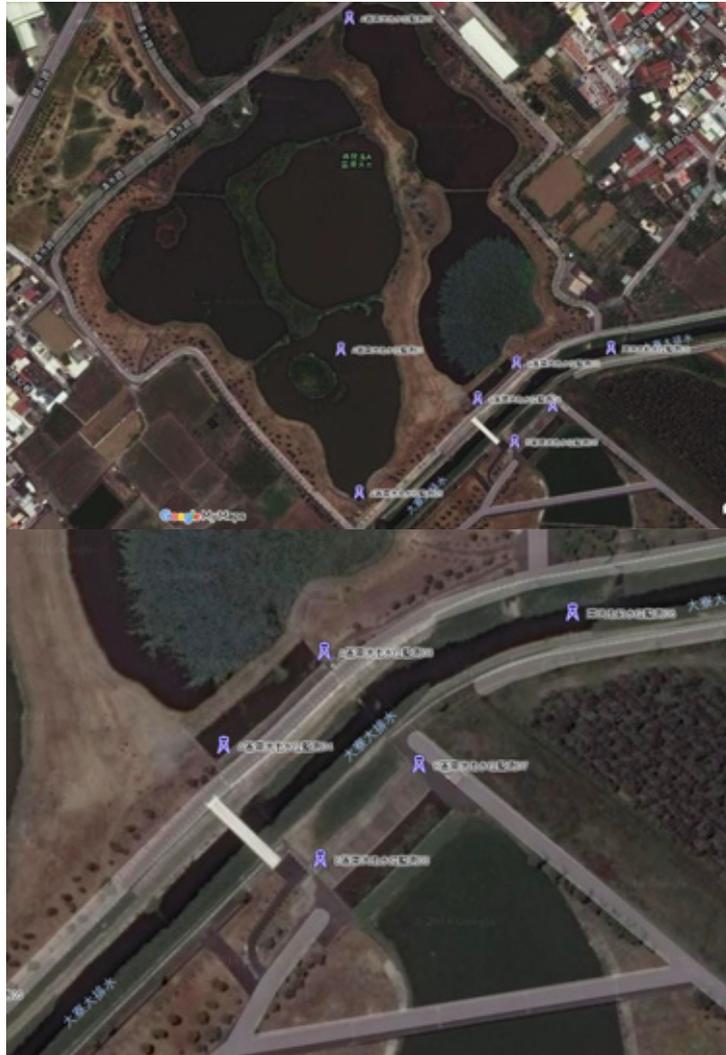


圖 3-94 典寶溪 A 區滯洪池水位測站



圖 3-95 典寶溪 B 區滯洪池水位測站

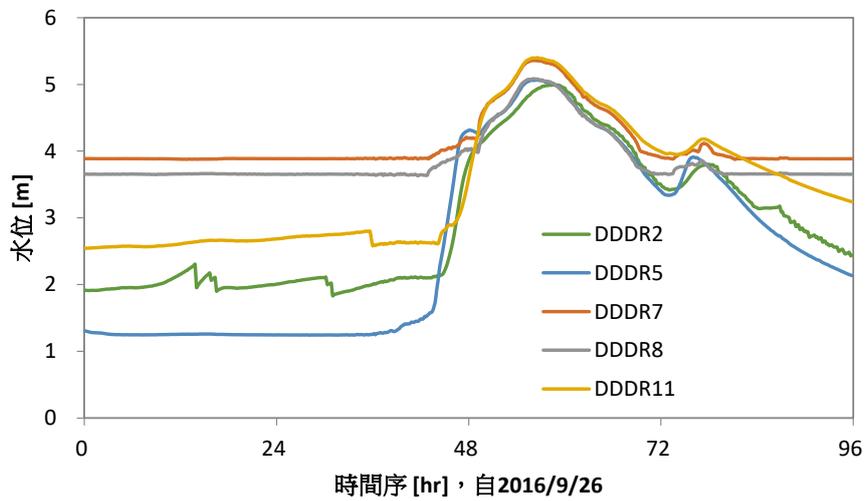


圖 3-96 典寶溪滯洪池水位歷線

表 3-12 典寶溪排水滯洪池水位監測資料彙整

測站	位置敘述	最高水位 [m]	發生日期	發生時間
DDDR 2	A 區滯洪池清水路跨區橋	5.00	2016/9/28	10:30 AM
DDDR 5	A 區滯洪池出口閘門內	5.07	2016/9/28	8:30 AM
DDDR 7	B 區滯洪池分流堰堰頂左岸	5.36	2016/9/28	8:10 AM
DDDR 8	B 區滯洪池分流堰堰頂右岸	5.08	2016/9/28	8:10 AM
DDDR 11	B 區滯洪池典寶溪側分流堰下游靜水池內	5.40	2016/9/28	8:30 AM

六、流量推估模擬結果比較與可信度討論

梅姬颱風期間以指標流速法所推估五里林橋最大流量為 324.29 立方公尺/秒，但水利規劃試驗所灌溉排水課(以下簡稱灌排課)以數值模式 SOBEK 所模擬的最大流量為 529.22 立方公尺/秒，其相差 204.93 立方公尺/秒。然而五里林橋處之設計流量為 550 立方公尺/秒，加上灌排課現勘人員陳述 9/28 上午該出水位接近堤防頂，因此認為當時流量應接近 550 立方公尺/秒。計畫中指標流速法為利用觀測資料決定平均流速與表面流速比值，因此應可充分反應該測站實際水理現象。；也因此為釐清推估與模擬流量差異之原因，所以提出以下討論流程，如圖 3-97 表示。討論流程包括(1)指標流速法可信度檢討；(2)回顧歷史颱風事件模擬結果；(3)梅姬颱風事件模擬與監測資料比較；(4)現場水理討論；(5)回顧比較與調整建議。

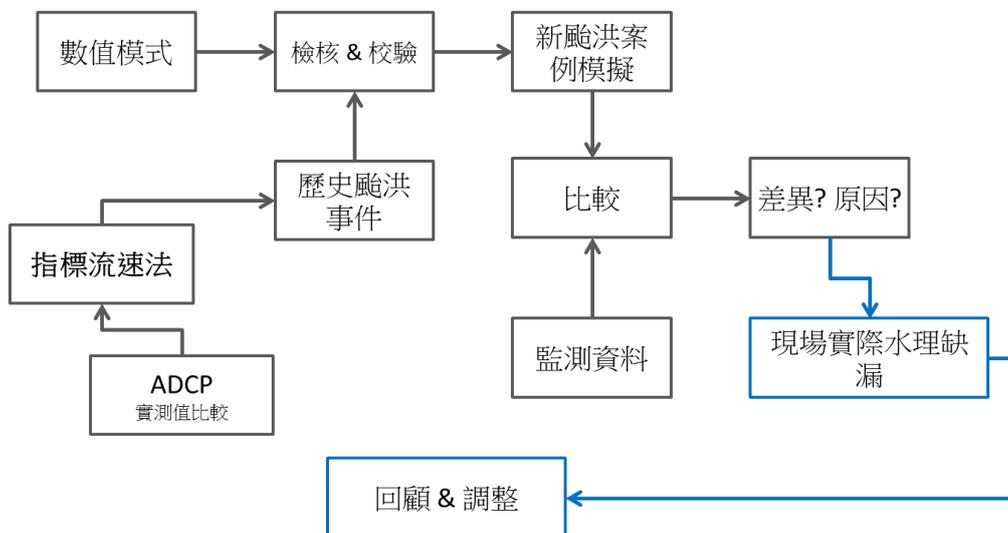


圖 3-97 推估與模擬流量差異討論流程

圖 3-98 至圖 3-101 為利用指標流速法所推估之全洪程流量與利用 ADCP 所進行的現場流量觀測比較；其場次分別為尼伯特颱風、蘇迪勒颱風、2016 梅雨及梅姬颱風，其觀測位置分別為五里林橋、員山大橋、燕鳳橋及寶公橋。由圖中發現推估流量與觀測流量一致，此顯示指標流速法推估全洪程流量可信度高。

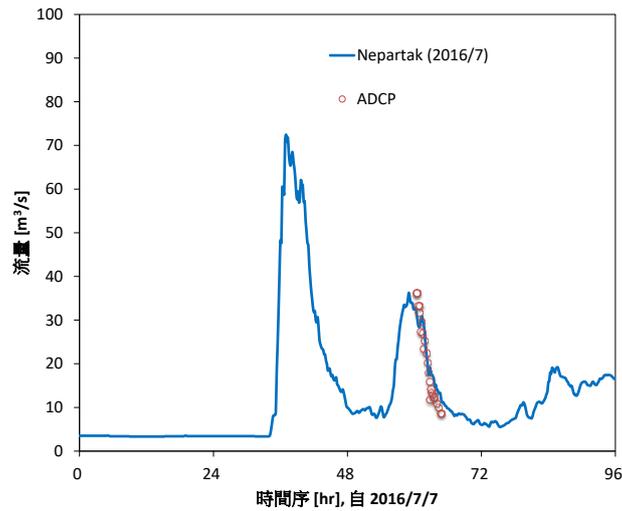


圖 3-98 推估流量與現場流量觀測比較：五里林橋，2016 尼伯特颱風

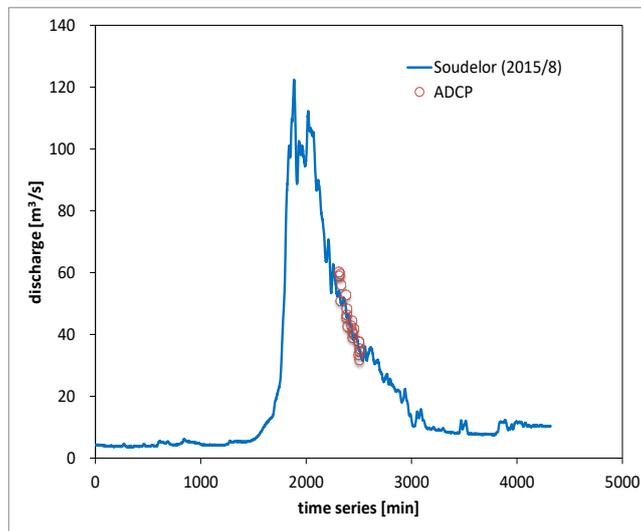


圖 3-99 推估流量與現場流量觀測比較：員山大橋，2015 蘇迪勒颱風

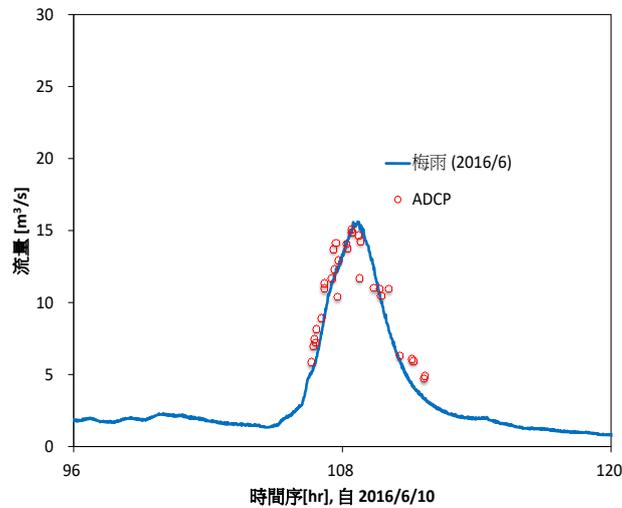


圖 3-100 推估流量與現場流量觀測比較：燕鳳橋，2016 梅雨

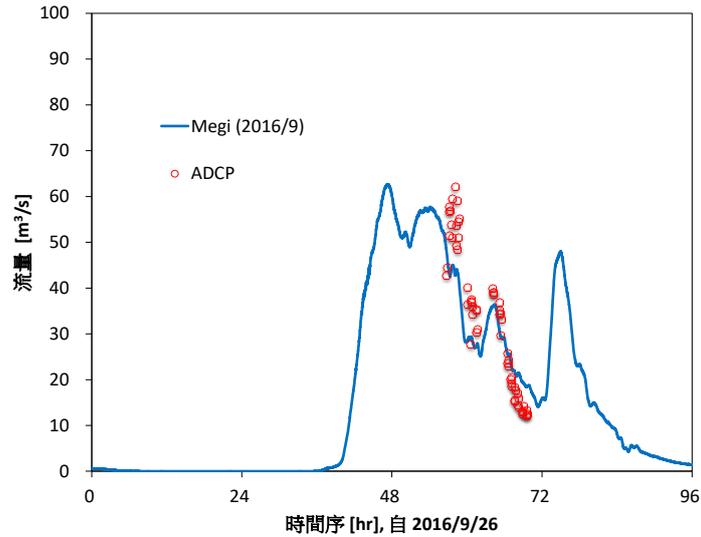


圖 3-101 推估流量與現場流量觀測比較：寶公橋，梅姬颱風

因為目前發現梅姬颱風期間五里林橋處最大模擬流量 (529.22 立方公尺/秒) 大於推估流量 (324.29 立方公尺/秒)，所以該段落僅討論五里林橋處的流量。回顧歷史颱風事件之數值模擬結果，其中 SOBEK 內的採用參數值與灌排課進行典寶溪排水集水區治理規劃檢討設定相同。圖 3-102 為五里林橋於 2015 蘇迪勒颱風流量推估與 HEC-HMS 模擬比較，其兩者之流量歷線與峰值接近，如此顯示 HEC-HMS 可透過部分參數調整而適當反應蘇迪勒颱風期間五里林橋之流量。然而圖 3-103 顯示 SOBEK 模擬五里林橋於 2015 蘇迪勒颱風流量時出現高估情況，儘管流量歷線趨勢一致。前一段落已經證明指標流速法推估全洪程流量可信度高，因此模擬結果初步反映 SOBEK 模式中相關參數設定可能需要檢討。不過兩模式之參數設定不同，因此此比較為凸顯參數設定上對於模擬結果之差異。

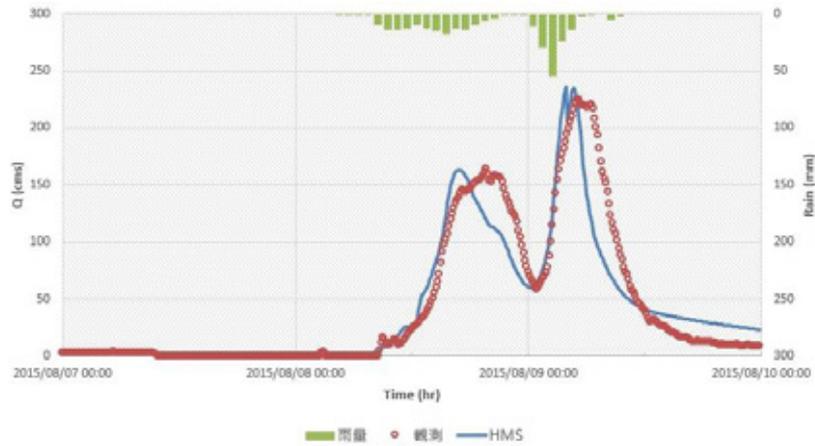


圖 3-102 五里林橋於 2015 蘇迪勒颱風流量推估與 HEC-HMS 模擬比較

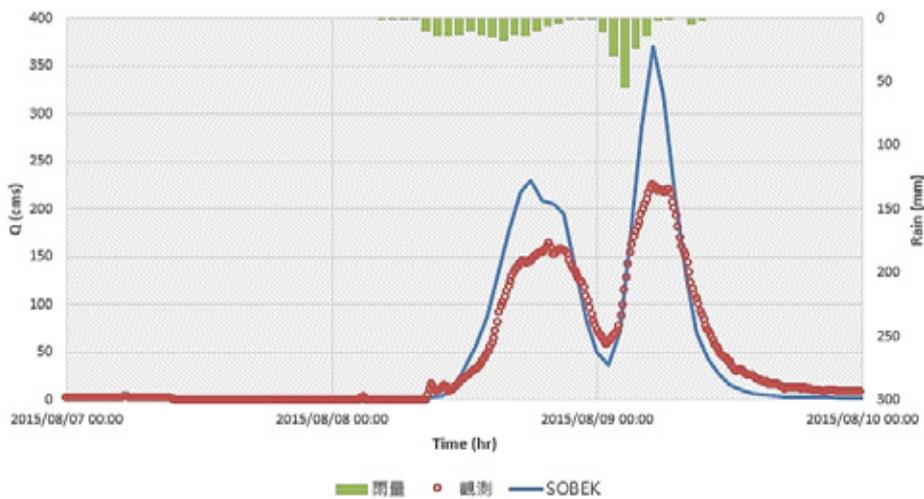


圖 3-103 五里林橋於 2015 蘇迪勒颱風流量推估與 SOBEK 模擬比較

流量為通水斷面積與流速之乘積，但若僅以水位判別流量多寡則將遺漏考慮實際水理狀況。以指標流速法搭配 ADCP 現場流量觀測可將流速納入流量推估，以增加流量推估完整性。此外以監測數據說明除可解釋實際水理現象，亦可以協助數值模擬進行正確參數設定，以反應實際流況。若觀察單一測站監測資料，水位、表面流速與流量應具有一致性，以檢視觀測資料一致性。若資料無一致性，則表示觀測不穩定。表 3-13 列出五里林橋於歷年各颱風事件中推估流量之尖峰流量，以及對應的水位與表面流速。在此不列出最高水位，其原因為實際河川之最高水位與尖峰流量不一定出現於同一時間，也就是遲滯效應；如此可避免水位差異與流量變化的不一致，造成讀者誤會。比較康芮颱風與 2014 0809

豪雨事件，其流量於表列事件中相對大，可發現兩事件尖峰流量相似，且對應水位及表面流速也具有一致性；而相對小流量事件，如 2016 梅雨及尼伯特，其尖峰流量、對應水位及表面流速亦具有相似的數值。若比較蘇拉與蘇迪勒颱風則發現尖峰流量相仿，但差距達 50 公分，其造成原因為流速差異。因此若僅考慮水位與流量的關係，蘇迪勒颱風案例中將會大幅高估尖峰流量而造成真實水理現象遺漏及應用上的誤導。以指標流速法推估梅姬颱風期間於五里林橋尖峰流量為 324.29 立方公尺/秒，為測試基地建置以來所推估之最大流量，其對應水位與表面流速亦大於歷次事件，所以監測資料與推估流量屬合理。

表 3-13 歷次颱風事件於五里林橋最大推估流量及對應水位與表面流速

颱風事件	尖峰流量 [m ³ /s]	對應水位 [m]	對應表面流速 [m/s]
蘇拉 2012	176.16	4.95	2.417
康芮 2013	237.63	6.44	2.188
0809 豪雨 2014	232.51	6.45	2.136
蘇迪勒 2015	171.57	5.48	2.011
梅雨 2016	87.29	4.21	1.549
尼伯特 2016	72.48	4.00	1.397
梅姬 2016	324.29	7.01	2.643

因為實際河川斷面流速分佈極微複雜，因此一維與二維河道演算模式常以水深平均流速描述水理。若檢討數值模式所計算出的流速資料並與觀測資料進行比對則可以判別流速模擬值之合理性。圖 3-104 表示 SOBEK 模擬梅姬颱風期間五里林橋之流量歷線，並與推估值比較，圖中顯示兩者明顯差異。然而現勘人員發現五里林橋處水位接近堤防頂，因此認為流量應接近設計流量 550 立方公尺/秒。若流量為 550 立方公尺/秒，且水位為觀測值 7.01 公尺，其對應表面流速則將為 4.482 公尺/秒(平均流速與表面流速比值為 0.445)。再者，由數值模擬結果來看，如表 3-14，模擬水位與觀測水位差異小，因此可顯示模式可合理反應水位變化，但仍需討論流速變化。進一步分析，模擬所得尖峰流量所對應的

平均流速為 1.92 公尺/秒，因此對應的表面流速為 4.31 公尺/秒。然而此表面流速值在五里林橋是否合理？透過其他測站觀測經驗與河道坡度比較將可判別。表 3-15 列出測站測得最大表面流速與河道坡度，由宜蘭河流域測站可知，新城橋河段坡度為 0.0527，其測得最大表面流速為 4.5 公尺/秒；但是五里林橋河段坡度僅 0.0042，其坡度大幅相對緩，因此若要形成表面流速達到超過 4 公尺/秒之流況則相當困難，所以初步判斷模擬尖峰流量 550 立方公尺/秒之不合理性。

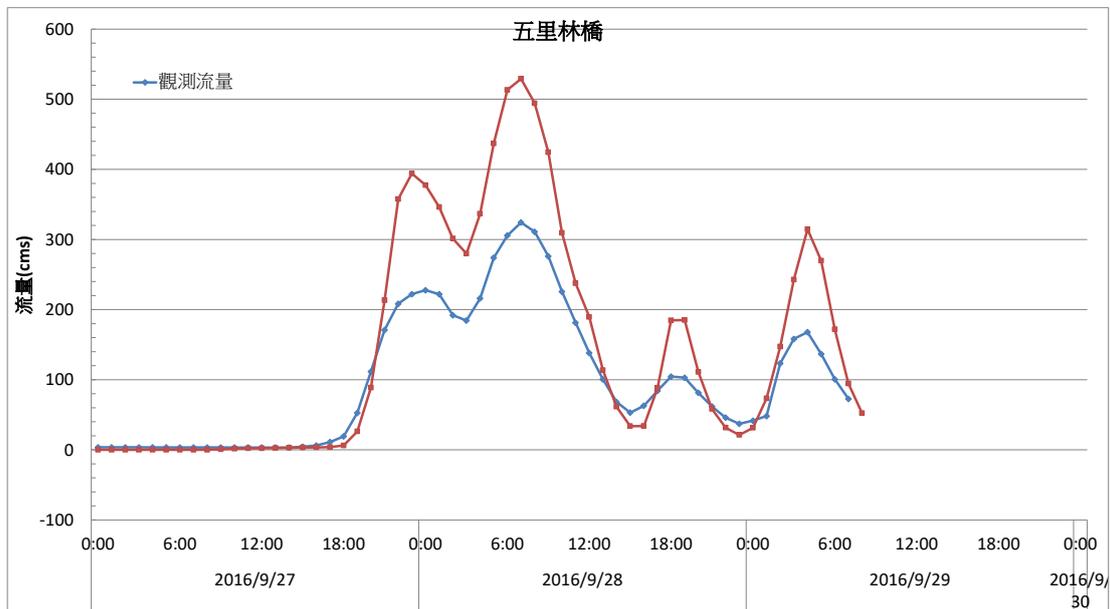


圖 3-104 五里林橋於 2016 梅姬颱風流量推估與 SOBEK 模擬比較

表 3-14 五里林橋於梅姬颱風時觀測與模擬最大流量與對應水位及表面流速

	觀測與推估	SOBEK
河川水位 [m]	7.01	7.14
尖峰流量 [m ³ /s]	324.29	529.22
表面流速 [m/s]	2.643	4.31 (平均流速=1.92; U/u _s =0.445)

表 3-15 測站測得最大表面流速與河道坡度

測站	觀測事件	測得最大流速 [m/s]	河道坡度
新城橋(宜蘭河)	蘇迪勒 2015	4.5	0.0527
中山橋(宜蘭河)		3.0	0.0506
員山大橋橋(宜蘭河)		2.6	0.0392
五里林橋(典寶溪)	梅姬 2016	2.643	0.0042

圖 3-105 至圖 3-109 表示大遼排水與典寶溪上各測站觀測與模擬水位比較，其兩者水位變化趨勢一致，但白米橋與鹽埔橋處則有明顯差異。整理圖中各測站最高水位，如表 3-16 所示。由寶公橋與白米橋觀測水位可知，下游水位(白米橋)高於上游水位(寶公橋)，此現象清楚說明大遼排水無法順利匯入典寶溪而發生壅水現象；然而模擬結果無法適當反應此現象。再者，五里林橋與長潤橋兩測站，模擬最高水位與觀測值接近，但是兩測站中間之鹽埔橋則是模擬結果低於觀測 0.88 公尺。由觀測最高水位可知五里林橋至鹽埔橋之水面下降 0.53 公尺，因此水面坡度將緩於模擬結果。反之，模擬結果顯示較大的水面坡降可造成較大流速及順利輸送流量至下游，但觀測水位顯示並非如此，而是形成不易排水的緩坡水面，也進一步說明 SOBEK 無法合適反應五里林橋至長潤橋間緩坡水面而不易排水之流況。圖 3-110 將各測站所觀測之最高水位及發生時間標註於地圖上，由圖 3-111 可知最高水位發生約於 2016/9/28 6.30 am 至 7.30 am 間，除鹽埔橋發生時間較晚外。

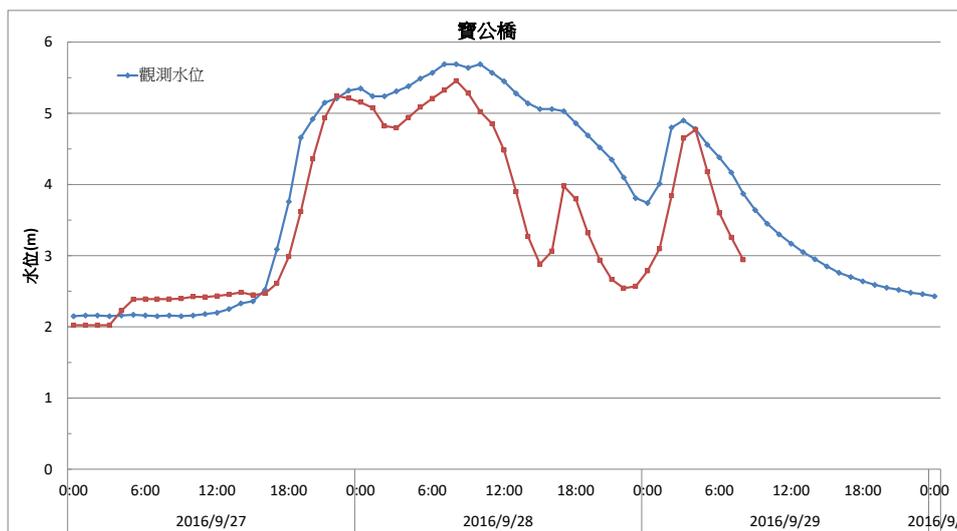


圖 3-105 寶公橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較

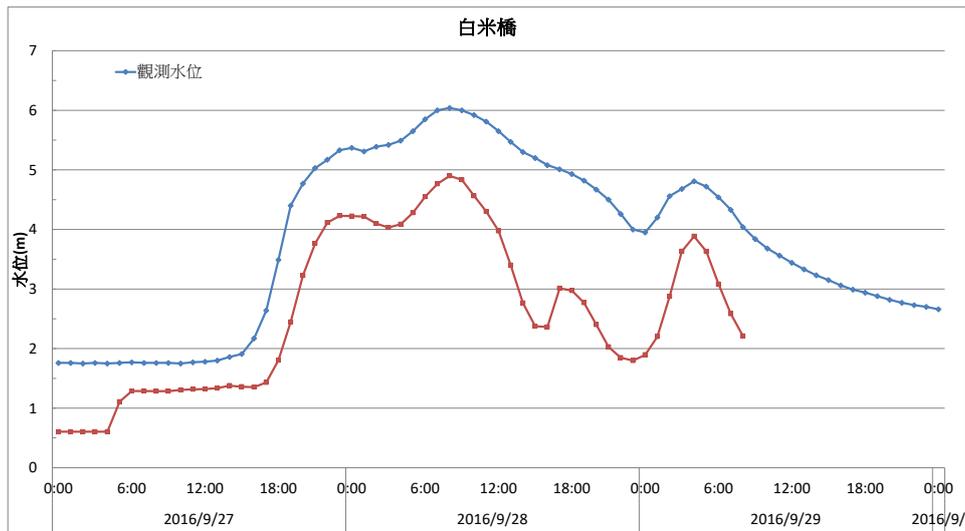


圖 3-106 白米橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較

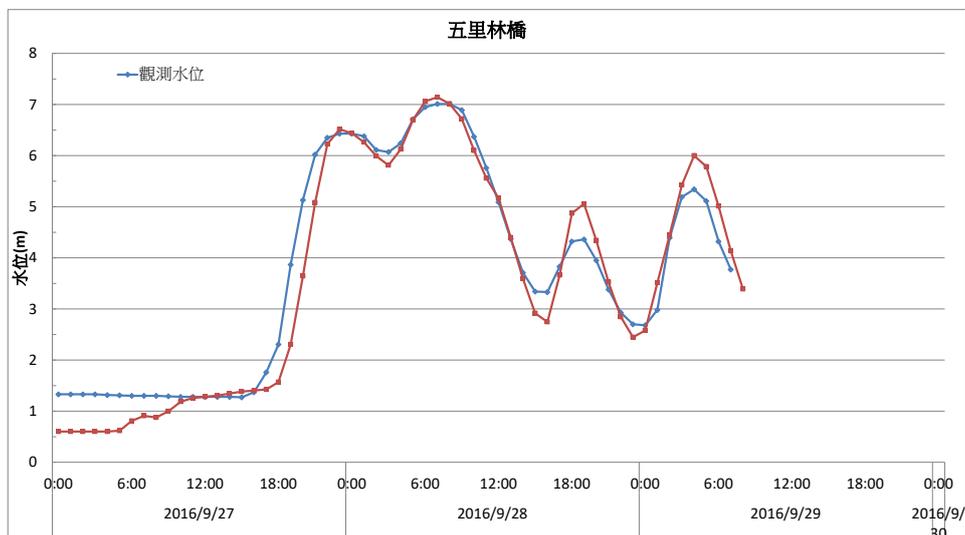


圖 3-107 五里林橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較

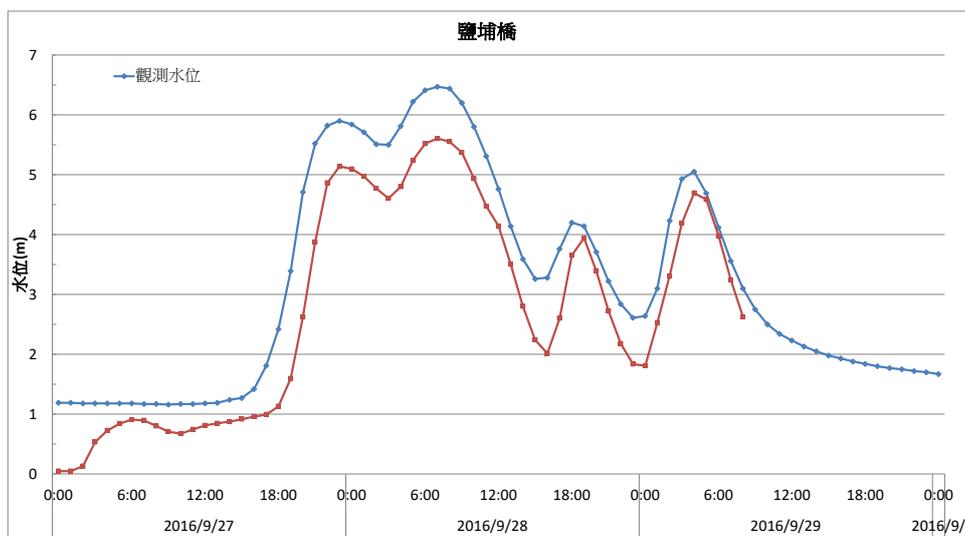


圖 3-108 鹽埔橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較

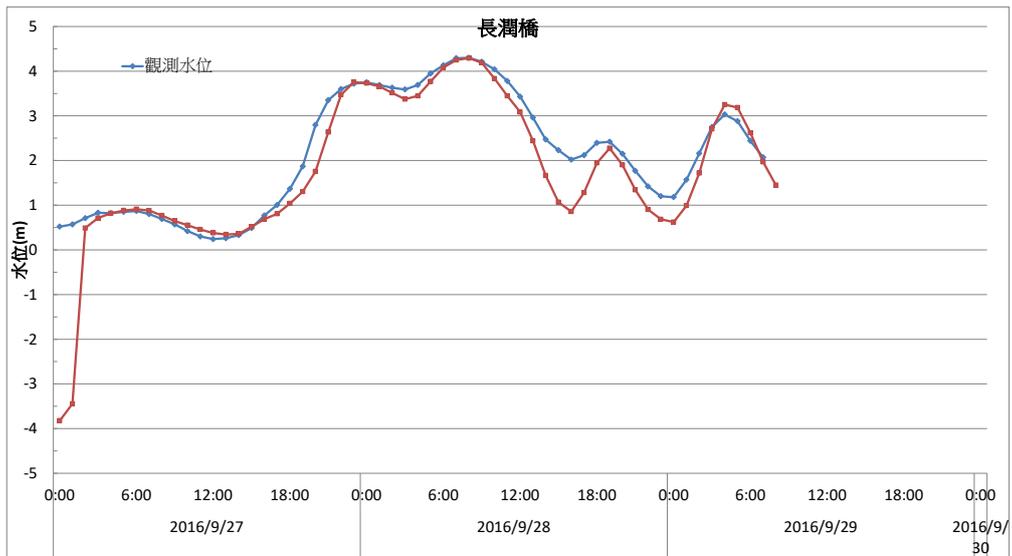


圖 3-109 長潤橋於 2016 梅姬颱風觀測與模擬水位比較

表 3-16 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間最高水位觀測與模擬比較

測站	觀測	SOBEK
寶公橋	5.72	5.46
白米橋	6.04	4.90
五里林橋	7.01	7.14
鹽埔橋	6.48	5.60
長潤橋	4.31	4.29



圖 3-110 大遼排水與典寶溪水水位站最高水位及發生時間；括弧內表示堤防高程



圖 3-111 大遼排水與典寶溪水水位站於 2016/9/28 7.25 am 時之水位；括弧內表示堤防高程

綜合以上討論可得以下結論：

- 1、以觀測資料所建立的指標流速法進行颱風事件全洪程流量推估，與利用 ADCP 進行現場流量觀測資料比較，已經可證明其可信度高。因此建議推廣該方式於河川流域及排水集水區內，以改善流量資料品質。
- 2、流量為流速與通水斷面積的乘積，因此若僅以水位判斷流量則容易造成誤判，因此建議未來在推估流量時需要同時考慮測得之水位及流速。所以也建議設置流量站時需同時裝設水位計與流速計，而非僅利用稀少觀測資料或僅模式推估結果進行水位流量關係建立。
- 3、以 SOBEK 搭配規劃檢討計畫所採用之模式參數進行水位及流量模擬，其結果發現大幅高於推估值；經檢討水位可發現造成明顯差異之原因為大遼排水與典寶溪河道中發生壅水，而使水位上漲與流速減緩，進而使高水位時其流量低於模擬結果。
- 4、以 SOBEK 模擬結果推估五里林橋尖峰流量所對應之表面流速配合該河段緩坡度，並參考其他測站所測得之最高表面流速及河道底床坡度，則初步推測其表面流速值過高且不合理；也因

此推測模式模擬結果不符水理情況。

- 5、由梅姬颱風案例中 SOBEK 模式無法模擬大遼排水與典寶溪內河道壅水現象，所以推測現有模式設定無法適當掌握正確水理現象，而造成水位低估與流量高估，因此建議未來需進一步檢討模式設定以符合實際水理現象，以合理模擬結果檢討典寶溪排水集水區規劃。

七、平均流速與表面流速比值檢討：以五里林橋為例

以指標流速法搭配颱風期間現場流量觀測，進行全洪程流量推估，其方法中之關鍵為平均流速與表面流速比值推求。目前為透過颱風期間現場流量觀測結果進行推求；然而觀察測得之平均流速與表面流速之資料分佈，可知若以具截距之線性迴歸(也就是迴歸線通過原點)，如圖 3-112 所示，在高表面流速時將會低估平均流速，進而造成高流量時之低估。為反應資料情況，本節以五里林橋為例，利用不同迴歸方式推求平均流速與表面流速比值。圖 3-113 及圖 3-114 分別為利用不具截距線性迴歸與不具截距二次多項式迴歸進行平均流速與表面流速比值推求。由 R^2 可知迴歸曲線的擬合程度有改善。若分別套用三種不同平均流速與表面流速比值推求方式，其全洪程流量則分別如圖 3-115、圖 3-116 及圖 3-117 所示。表 3-17 則整理以上三種方式所推估的全洪程流量之尖峰流量。由不具截距二次多項式迴歸平均流速與表面流速比值所得之尖峰流量與數值模擬結果(SOBEK, 529.22 m³/s) 相近，但於表面流速大於 1.6 m/s 之觀測值少，因此對於高流量推估之掌握可信度不足，所以建議未來持續進行颱風期間現場流量觀測，以強化平均流速與表面流速比值推求之可信度。此外為確認指標流速法的正確性，因此也建議找尋合適河段進行多元流量觀測。目前於表 2-8 中已有規劃於宜蘭河中山(西門)橋下游河段進行多元流量觀測，其中包括水位流量率定法、指標流速法、坡度面積法與堰流推估等。

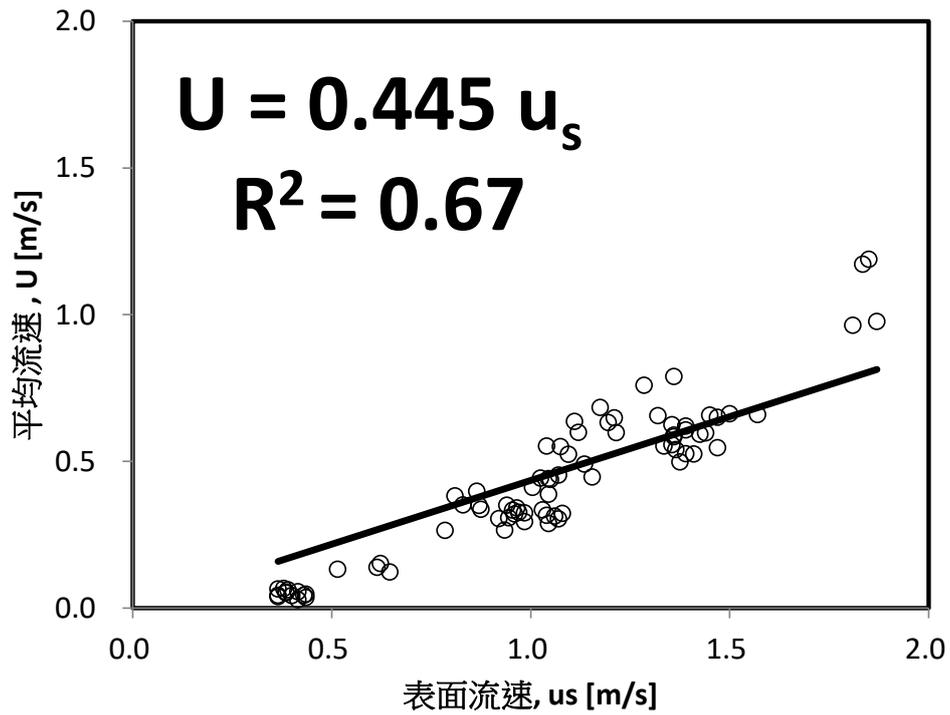


圖 3-112 平均流速與表面流速比值建立：具截距線性迴歸

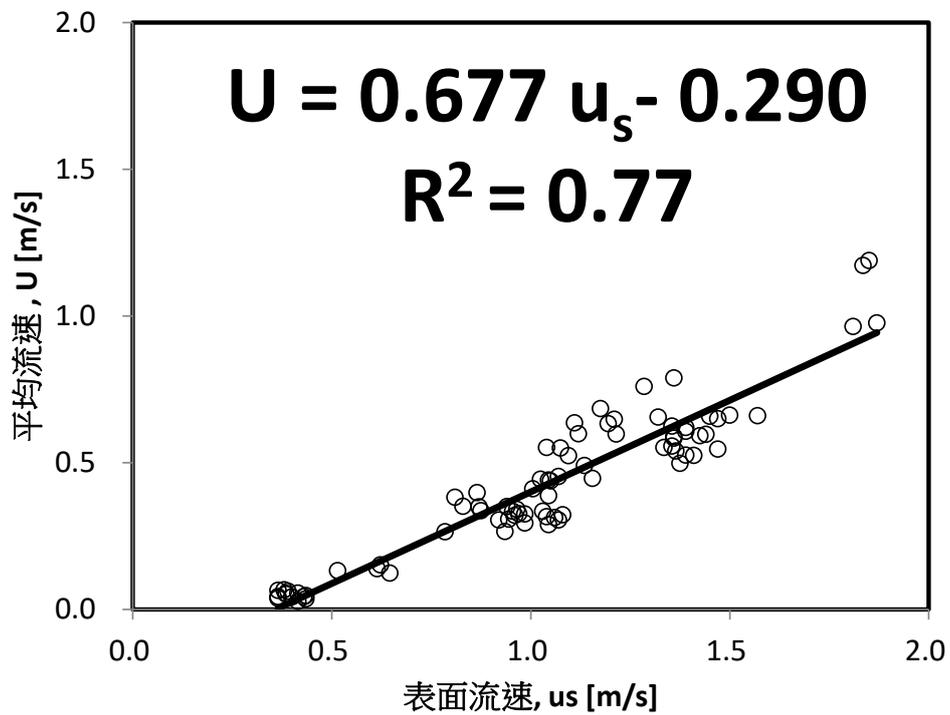


圖 3-113 平均流速與表面流速比值建立：不具截距線性迴歸

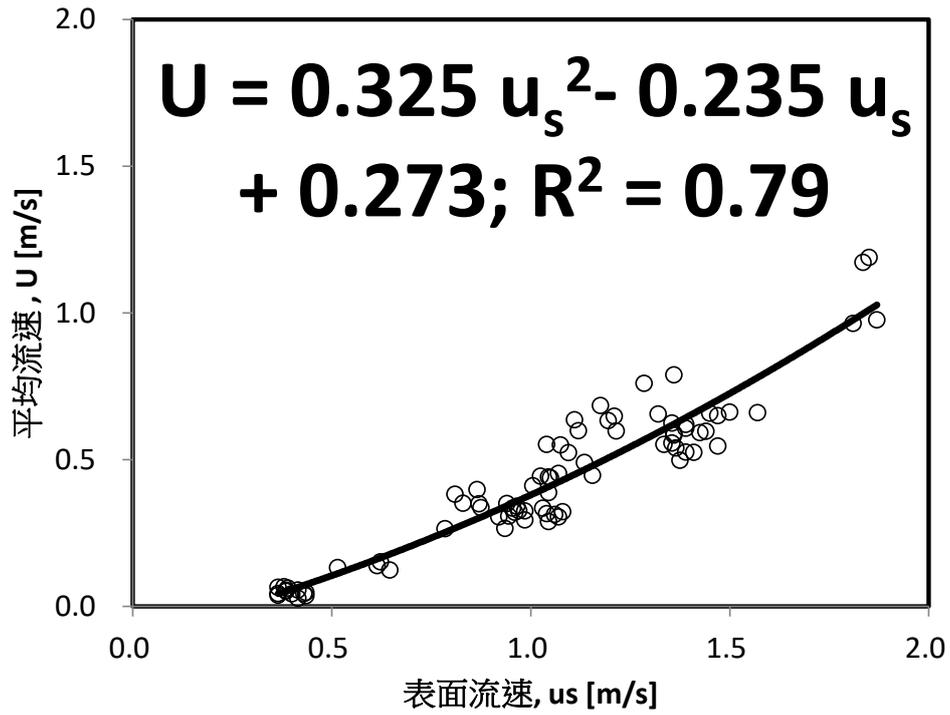


圖 3-114 平均流速與表面流速比值建立：不具截距二次多項式迴歸

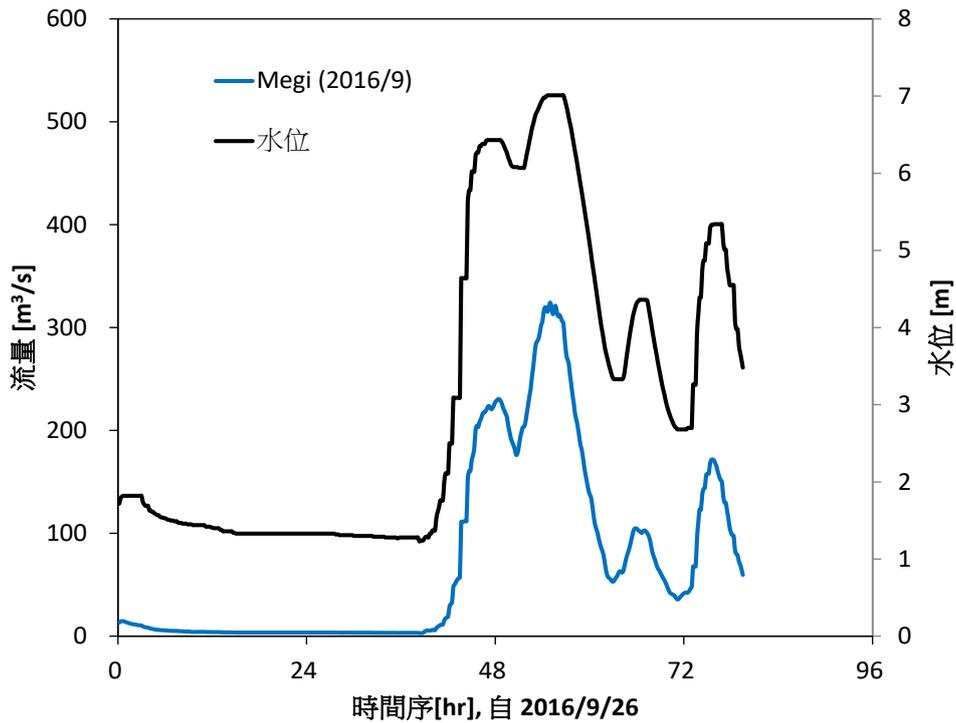


圖 3-115 梅姬颱風期間五里林橋全洪程流量推估：具截距線性迴歸

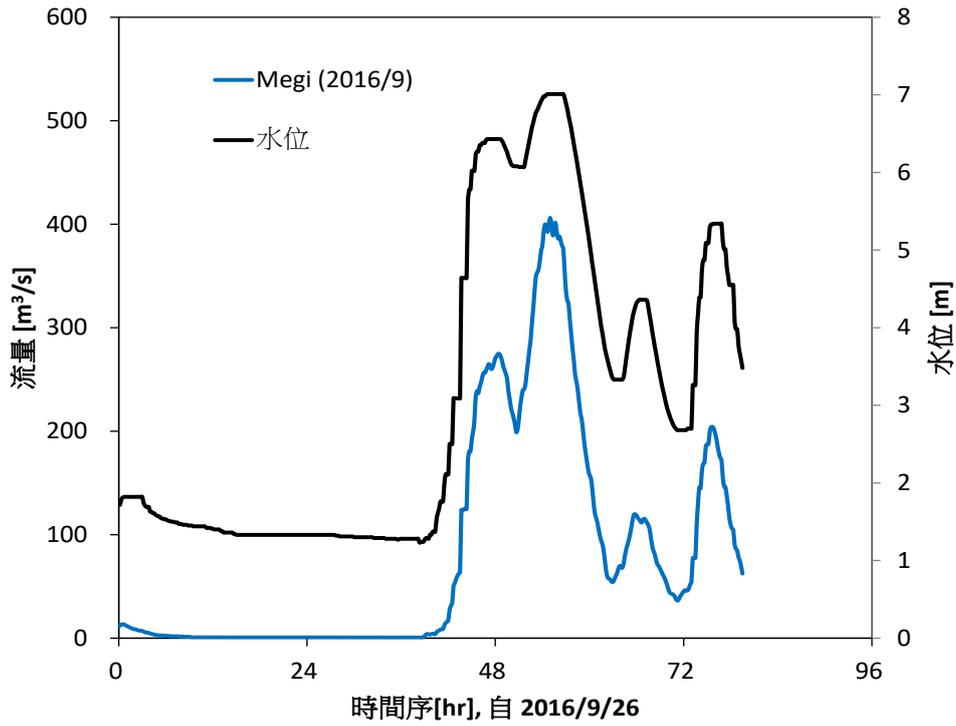


圖 3-116 梅姬颱風期間五里林橋全洪程流量推估：不具截距線性迴歸

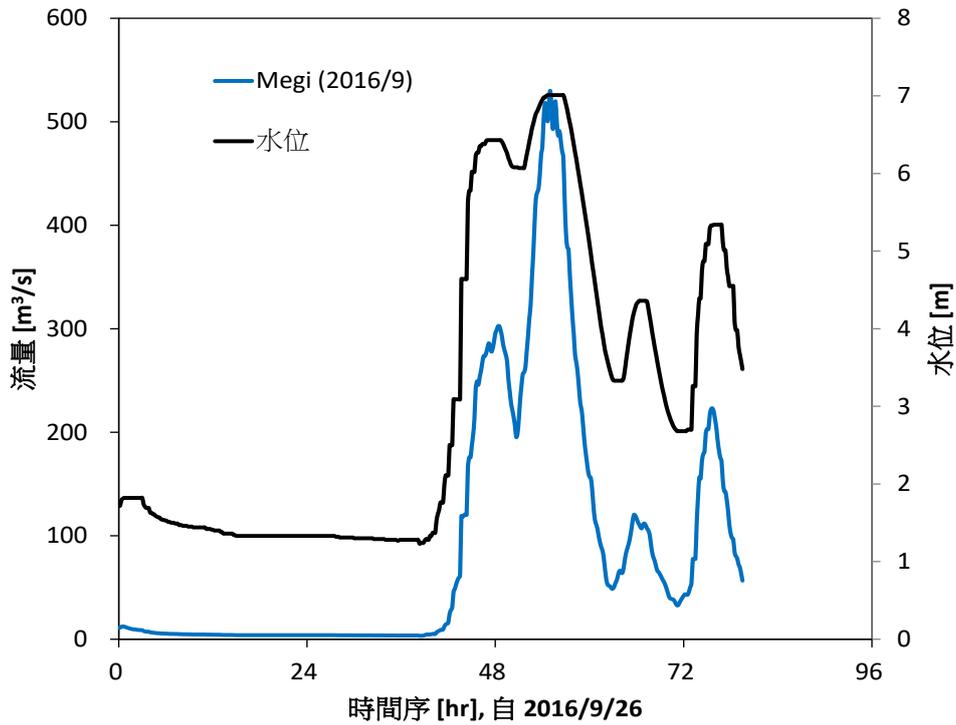


圖 3-117 梅姬颱風期間五里林橋全洪程流量推估：不具截距二次多項式迴歸

表 3-17 典寶溪排水集水區梅姬颱風期間最高水位觀測與模擬比較

U/u _s 迴歸方式	R ²	尖峰流量[m ³ /s]
$U = 0.445 u_s$	0.67	324.29
$U = 0.677 u_s - 0.290$	0.77	406.10
$U = 0.325 u_s^2 - 0.235 u_s + 0.273$	0.79	529.95

第四章 觀測資料檢核與分析

一、觀測資料檢核

資料品管項目分為雨量、河川水位、河川表面流速及淹水水位等項目。雨量資料分為記錄每分鐘之通訊記錄及傾斗式雨量計中之傾斗敲擊時間，必須先統計每分鐘敲擊次數，乘上傾斗容量後為每分鐘雨量，進而得到時雨量及分雨量，方能進行資料品管；河川水位及淹水水位分別為分鐘記錄一筆資料，水位變化具物理連續性，除以程式檢核是否漏測資料，並以合理性分析及連續性分析進行品管；河川表面流速為分鐘記錄一筆資料，在早期流速受波紋影響嚴重，目前以檢核是否漏測資料為主。

計畫延續「國家級防災監測及模式測試基地建置(1/3)，民國 101 年」、「國家級防災監測及模式測試基地建置(2/3)，民國 102 年」及「國家級防災監測及模式測試基地建置(3/3)，民國 103 年」計畫，至 2016 年 10 月 18 日，共收集 51 個月 92,377,288 筆資料，其中已檢核雨量與水位資料已經全數進行檢核，各站自動品管成果列於表 4-1。表 4-2 則整理各水位站及淹水測站歷史瞬時最高水位。除系統自動品管，本年度系統自動生成人工電子報表 982 件，如圖 4-1 所示，以提醒品管員注意異常訊號，並進行人工判讀、留查。檔案名稱及品管序號依站碼、發生年月日產生，內容包括未通過合理性分析筆數、未通過連續性分析筆數、未通過的發生時間及當日歷線供品管員初步研判，如圖 4-2 及圖 4-3 所示。品管員依據系統產生報表及人工檢核表檢視該日儀器設備是否有異常、現場是否可能發生事件或未通過資料確屬不合理。

2015/8 黎霧橋品管僅 68.71%；主要為蘇迪勒颱風期間儀器纜線受強風吹斷而導致無法監測所致。燕鳳橋 9 月份品管通過率為 93.9%，有稍微偏低的情形，原因為 9/28 日受梅姬颱風的影響，該橋水位高過橋面板，致受漂流物撞擊該站水位計及表面流速儀而毀損，於次日凌晨之品管中檢出此異常情形，目前該站維修中，該次的毀損後數日之品管皆未通過。

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(一)

		宜蘭河流域				典寶溪排水集水區			
		四結仔尾橋	黎霧橋	員山大橋	新城橋	白米橋	三塊厝橋	聖興橋	燕鳳橋
2012/7	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	95.90%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/8	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.70%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/9	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/10	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/11	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/12	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%
2013/1	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%
2013/2	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	99.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/3	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/4	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/5	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/7	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/8	觀測成功率 %	100.00%	99.30%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/9	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/10	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)
 2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)
 3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(二)

		宜蘭河流域				典寶溪排水集水區			
		四結仔尾	黎霧橋	員山大橋	新城橋	白米橋	三塊厝橋	聖興橋	燕鳳橋
2013/11	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/12	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/1	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/2	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	89.10%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/3	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.60%	100.00%
2014/4	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.90%	100.00%
2014/5	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.80%	100.00%
2014/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	95.50%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	95.50%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/7	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	91.10%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/8	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.80%	100.00%	99.8%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/9	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/10	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.98%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.97%	100.00%
2014/11	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.88%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/12	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/1	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)

2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)

3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(三)

		宜蘭河流域				典寶溪排水集水區			
		四結仔尾	黎霧橋	四結仔尾	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	聖興橋	燕鳳橋
2015/2	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/3	觀測成功率 %	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	99.99%	100.00%	99.96%	99.47%	100.00%	99.99%	100.00%
2015/4	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.96%	99.96%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/5	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%	99.99%	99.99%	100.00%	99.92%
2015/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.99%	99.87%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/7	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.99%	99.92%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/8	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	68.71%	99.70%	99.72%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/9	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/10	觀測成功率 %	99.42%	100.00%	100.00%	100.00%	99.97%	99.92%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2015/11	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	99.34%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.85%	100.00%
2015/12	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%	99.97%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	94.66%	100.00%
2016/1	觀測成功率 %	100.00%	99.98%	99.99%	100.00%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.99%	99.98%	100.00%	100.00%	99.85%	100.00%
2016/2	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.84%	99.87%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2016/3	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.75%	98.87%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2016/4	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.99%	99.72%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%
2016/5	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.95%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(四)

		宜蘭河流域				典寶溪排水集水區			
		四結仔尾	黎霧橋	四結仔尾	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	聖興橋	燕鳳橋
2016/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2016/7	觀測成功率 %	100%	100%	99.98%	100%	100%	100%	100%	100%
	品管通過率 %	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016/8	觀測成功率 %	100%	100%	99.97%	99.99%	100%	100%	99.98%	99.99%
	品管通過率 %	100%	100%	100%	99.97%	100%	100%	100%	100%
2016/9	觀測成功率 %	100%	100%	99.97%	99.98%	100%	100%	99.98%	100%
	品管通過率 %	99.92%	100%	99.71%	100%	100%	100%	99.99%	93.90%

- 註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)
 2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)
 3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(五)

		宜蘭河流域							典寶溪排水集水區					
		凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
2012/7	觀測成功率 %	52.30%	95.90%	95.90%	52.30%	95.90%	95.90%	95.90%	100.00%	96.00%	100.00%	95.80%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/8	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/9	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/10	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/11	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2012/12	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/1	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/2	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/3	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/4	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.70%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/5	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

- 註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)
 2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)
 3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(六)

		宜蘭河流域							典寶溪排水集水區					
		凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
2013/7	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/8	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/9	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/10	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/11	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2013/12	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/1	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/2	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/3	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/4	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	85.30%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/5	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.70%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2014/6	觀測成功率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	品管通過率 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

- 註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)
 2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)
 3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(七)

		宜蘭河流域							典寶溪排水集水區					
		凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
2014/7	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2014/8	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2014/9	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2014/10	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2014/11	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2014/12	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/1	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/2	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/3	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/4	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/5	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99%	99.99%	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99%	99.99%	100.00	100.00	99.99%
2015/6	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.69%	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.38%	100.00

註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)
 2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)
 3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(八)

		宜蘭河流域							典寶溪排水集水區					
		凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
2015/7	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	75.28%	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.53%	100.00
2015/8	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	99.95%	99.83%	100.00	100.00	100.00	99.99%	100.00	100.00	100.00	100.00	99.73%	100.00
2015/9	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/10	觀測成功率	99.94%	100.00	99.98%	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/11	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.98%	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2015/12	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	99.98%	100.00	100.00	100.00	99.78%	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2016/1	觀測成功率	100.00	99.99%	99.98%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	100.00	99.98%	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	91.85%	99.94%	91.73%	99.71%	99.94%	99.94%	99.94%	85.34%	99.94%	99.99%	99.89%	98.41%	99.94%
2016/2	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	19.22%	100.00	23.13%	96.81%	100.00	100.00	100.00	22.66%	100.00	100.00	99.78%	90.70%	100.00
2016/3	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	62.23%	99.94%	61.92%	98.79%	99.94%	99.94%	99.94%	59.19%	100.00	99.94%	99.83%	96.03%	99.94%
2016/4	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2016/5	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2016/6	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)

2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)

3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-1 各水位站及淹水測站自動品管成果(九)

		宜蘭河流域							典寶溪排水集水區					
		凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
2016/7	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2016/8	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2016/9	觀測成功率	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	品管通過率	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99%	100.00	100.00	100.00	99.35%	100.00	99.80%	100.00	100.00

- 註： 1. 觀測成功率：(實測筆數)/(應測筆數)
 2. 品管通過率：(通過品管數)/(實測筆數)
 3. 灰底為典寶溪排水集水區，白底為宜蘭河流域

表 4-2 各水位站及淹水測站之歷史瞬時最高水位(一)

	四結仔尾橋	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	員山大橋	新城橋	聖興橋	燕鳳橋	凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 3	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
歷年最大值	2.499	5.328	5.407	15.541	9.509	11.606	12.596	24.777	2.427	2.547	2.518	2.58	2.491	2.4	2.499	4.544	7.852	2.462	5.266	5.332	5.935
2012/7	1.329	1.481	2.626	10.669	6.316	8.682	7.826	20.726	1.552	2.242	1.765	1.48	1.359	1.57	1.966	4.54	2.406	2.45	5.261	5.075	5.84
2012/8	2.484	5.328	4.914	14.696	9.348	11.29	11.719	24.154	2.427	2.547	2.518	2.58	2.491	2.4	2.499	4.543	7.76	2.462	5.266	5.078	5.923
2012/9	0.855	1.289	3.069	11.865	5.759	9.107	10.115	22.801	1.46	2.251	1.771	1.435	0.887	1.574	1.969	4.544	7.763	2.454	5.262	5.079	5.844
2012/10	0.938	1.28	1.957	10.338	6.449	8.896	7.358	20.051	1.46	2.253	1.771	1.437	0.982	1.574	1.969	4.544	7.762	2.45	5.264	5.076	5.844
2012/11	0.793	0.918	3.044	10.623	5.653	8.846	7.6	20.456	1.459	2.253	1.77	1.435	0.822	1.572	1.969	4.543	7.757	2.443	5.266	5.079	5.84
2012/12	1.065	1.159	2.424	10.462	6.548	9.073	7.541	20.15	1.862	2.251	1.767	1.472	1.225	1.57	1.968	4.538	7.754	2.436	5.264	5.07	5.836
2013/1	0.935	1.017	1.882	10.344	5.814	8.896	7.368	19.992	1.721	2.25	1.765	1.482	1.209	1.569	1.966	4.537	7.748	2.433	5.262	5.066	5.831
2013/2	0.876	0.927	1.935	10.335	5.56	8.837	7.337	19.951	1.451	2.25	1.768	1.432	0.906	1.569	1.966	4.535	7.749	2.431	5.259	5.066	5.834
2013/3	0.641	0.88	2.266	10.344	5.383	8.834	7.352	20.106	1.448	2.251	1.767	1.432	0.661	1.569	1.965	4.532	7.749	2.43	5.259	5.064	5.831
2013/4	0.858	0.945	4.515	13.098	5.802	8.837	9.217	21.869	1.442	2.248	1.767	1.432	0.926	1.567	1.963	4.53	7.852	2.425	5.259	5.062	5.91
2013/5	0.861	1.079	3.595	12.398	6.412	9.001	9.294	21.026	1.673	2.246	1.774	1.429	1.05	1.567	1.961	4.527	7.746	2.425	5.256	5.059	5.83
2013/6	0.765	1.079	2.805	10.995	6.663	8.98	7.928	20.314	1.44	2.242	1.759	1.429	0.814	1.566	1.957	4.526	7.745	2.419	5.252	5.056	5.83
2013/7	1.728	3.628	3.902	12.593	8.53	10.68	9.288	21.457	1.933	2.253	1.801	1.827	1.612	1.57	1.963	4.523	7.768	2.416	5.252	5.055	5.83
2013/8	1.648	2.153	5.345	15.541	7.372	9.695	12.596	24.777	1.941	2.236	1.754	1.734	1.52	1.563	1.948	4.52	7.813	2.423	5.252	5.05	5.904

表 4-2 各水位站及淹水測站之歷史瞬時最高水位(二)

	四結仔尾橋	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	員山大橋	新城橋	聖興橋	燕鳳橋	凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中審路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
歷年最大值	2.499	5.328	5.407	15.541	9.509	11.606	12.596	24.777	2.427	2.547	2.518	2.58	2.491	2.4	2.499	4.544	7.852	2.462	5.266	5.332	5.935
2013/9	1.53	1.71	4.701	10.886	6.802	9.658	9.244	21.02	1.775	2.24	1.751	1.603	1.432	1.56	1.949	4.516	7.787	2.409	5.252	5.047	5.82
2013/10	1.134	1.639	1.802	10.341	7.112	9.692	7.402	19.837	1.766	2.228	1.745	1.412	1.218	1.558	1.941	4.513	7.732	2.406	5.245	5.045	5.819
2013/11	1.099	1.494	1.814	10.372	7.05	9.15	7.38	19.809	1.735	2.226	1.749	1.432	1.242	1.555	1.943	4.512	7.728	2.408	5.245	5.084	5.814
2013/12	0.982	1.655	2.235	10.465	6.982	9.419	7.665	19.954	1.564	2.222	1.748	1.406	1.115	1.552	1.94	4.506	7.725	2.4	5.244	5.039	5.81
2014/1	0.731	1.01	1.858	10.344	5.764	8.431	7.38	19.778	1.416	2.219	1.74	1.406	0.743	1.547	1.934	4.504	7.725	2.4	5.242	5.038	5.81
2014/2	0.839	0.949	1.889	10.36	5.99	8.314	7.43	19.942	1.716	2.219	1.739	1.403	0.982	1.546	1.932	4.504	7.725	2.4	5.242	5.039	5.81
2014/3	0.771	1.014	2.548	10.539	5.78	8.32	7.888	20.112	1.66	2.215	1.734	1.403	0.861	1.547	1.93	4.506	7.728	2.4	5.239	5.039	5.811
2014/4	0.845	0.88	2.251	10.412	5.956	8.373	7.894	19.88	1.459	2.214	1.734	1.403	0.889	1.546	1.927	4.506	7.725	2.402	5.238	5.039	5.81
2014/5	0.889	1.072	3.431	12.026	6.632	8.998	8.752	20.339	1.587	2.212	1.732	1.404	0.898	1.546	1.929	4.506	7.726	2.402	5.238	5.041	5.81
2014/6	0.895	1.19	3.561	11.428	6.514	9.46	8.73	20.565	1.646	2.211	1.728	1.404	0.986	1.546	1.927	4.506	7.725	2.402	5.236	5.041	5.814
2014/7	1.75	2.296	4.348	12.98	7.273	9.838	9.839	22.03	1.964	2.217	1.816	1.875	1.616	1.547	1.926	4.506	7.725	2.406	5.236	5.041	5.811
2014/8	1.093	1.255	5.407	14.971	6.539	9.196	12.555	24.176	1.67	2.209	1.725	1.407	1.147	1.544	1.923	4.504	7.729	2.426	5.244	5.039	5.935
2014/9	1.391	2.921	2.712	10.716	8.14	9.89	8.04	20.496	2.091	2.24	1.734	1.551	1.358	1.544	1.941	4.504	7.722	2.409	5.235	5.039	5.808
2014/10	0.858	1.441	2.053	10.35	5.814	8.555	7.476	20.032	1.412	2.215	1.722	1.403	0.861	1.546	1.924	4.504	7.722	2.402	5.233	5.038	5.806

表 4-2 各水位站及淹水測站之歷史瞬時最高水位(三)

	四結仔尾橋	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	員山大橋	新城橋	聖興橋	燕鳳橋	凱旋里	黎明里	美福路 ₁	古結路 ₁	古結路 ₂	美福路 ₂	古結路 ₃	中審路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
歷年最大值	2.499	5.328	5.407	15.541	9.509	11.606	12.596	24.777	2.427	2.547	2.518	2.58	2.491	2.4	2.499	4.544	7.852	2.462	5.266	5.332	5.935
2014/11	0.845	0.97	1.805	10.329	6.049	8.583	7.371	19.704	1.411	2.215	1.722	1.398	0.879	1.541	1.923	4.502	7.722	2.4	5.235	5.036	5.803
2014/12	0.861	0.911	1.817	10.35	6.068	8.348	7.408	19.722	1.456	2.209	1.723	1.397	0.912	1.538	1.926	4.501	7.722	2.4	5.236	5.036	5.803
2015/1	0.65	0.93	1.91	10.338	5.582	8.326	7.374	19.704	1.408	2.222	1.72	1.397	0.783	1.538	1.921	4.498	7.715	2.397	5.235	5.033	5.799
2015/2	0.777	0.939	2.514	10.53	5.721	8.351	7.841	19.914	1.408	2.22	1.719	1.395	0.786	1.538	1.921	4.499	7.717	2.4	5.235	5.035	5.802
2015/3	0.836	0.924	2.654	10.341	6.086	8.49	7.349	19.701	1.615	2.205	1.72	1.4	1.006	1.541	1.921	4.501	7.718	2.4	5.233	5.036	5.802
2015/4	0.675	0.992	2.17	10.381	5.888	8.36	7.349	19.682	1.409	2.205	1.722	1.401	0.673	1.541	1.92	4.504	7.72	2.402	5.233	5.038	5.803
2015/5	0.737	1.026	4.382	13.441	5.898	8.518	10.511	22.026	1.704	2.205	1.719	1.407	0.742	1.539	1.92	4.504	7.722	2.403	5.233	5.039	5.805
2015/6	0.771	0.911	1.898	10.536	5.947	8.428	7.482	19.821	1.411	2.202	1.717	1.403	0.771	1.538	1.917	4.504	7.722	2.403	5.23	5.041	5.805
2015/7	0.892	1.277	3.106	10.57	6.495	9.358	8.517	20.651	1.412	2.205	1.715	1.403	0.884	1.538	1.917	4.504	7.723	2.405	5.232	5.121	5.805
2015/8	2.441	2.206	4.98	14.491	9.509	11.606	11.521	23.333	2.205	2.372	2.273	2.234	2.092	1.73	2.11	4.502	7.725	2.403	5.241	5.332	5.885
2015/9	2.499	4.253	3.979	11.976	8.282	10.423	8.817	21.299	2.129	2.271	2.149	2.092	1.94	1.595	2.028	4.502	7.718	2.402	5.235	4.601	5.803
2015/10	1.081	1.456	2.462	10.806	7.102	8.754	7.922	20.837	1.848	2.205	1.715	1.401	1.205	1.536	1.921	4.501	7.718	2.402	5.23	4.35	5.802
2015/11	1.062	1.237	1.774	10.357	6.731	8.645	7.857	20.106	1.818	2.203	1.715	1.417	1.225	1.535	1.918	4.502	7.717	2.4	5.233	3.766	5.8
2015/12	0.824	0.918	1.901	10.415	6.251	8.605	7.801	19.852	1.533	2.205	1.714	1.397	0.941	1.533	1.917	4.501	7.715	2.4	5.233	3.892	5.797

表 4-2 各水位站及淹水測站之歷史瞬時最高水位(四)

	四結仔尾橋	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	員山大橋	新城橋	聖興橋	燕鳳橋	凱旋里	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中審路	廟前巷	大舍南路	鹽埔路	石潭路	公厝北路
歷年最大值	2.499	5.328	5.407	15.541	9.509	11.606	12.596	24.777	2.427	2.547	2.518	2.58	2.491	2.4	2.499	4.544	7.852	2.462	5.266	5.332	5.935
2016/1	0.911	0.967	2.864	10.583	5.885	8.373	7.631	20.246	-	2.2	-	1.397	0.917	1.533	1.917	-	7.712	2.397	5.235	4.263	5.796
2016/2	0.719	0.896	1.982	10.369	5.681	8.865	7.395	19.772	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016/3	1.075	1.094	2.108	10.481	5.867	8.614	7.488	19.896	-	2.236	-	1.395	0.754	1.535	1.918	-	7.711	2.399	5.232	3.922	5.796
2016/4	0.88	0.949	3.97	12.924	5.724	8.605	9.337	22.03	1.459	2.236	1.714	1.4	0.898	1.535	1.915	4.502	7.717	2.4	5.228	4.85	5.8
2016/5	1.072	1.128	2.499	10.679	6.223	8.589	7.572	20.016	1.414	2.237	1.715	1.401	1.061	1.536	1.917	4.502	7.718	2.402	5.228	4.265	5.803
2016/6	1.047	2.076	4.558	13.683	7.57	9.265	9.842	22.376	1.809	2.236	1.712	1.401	1.129	1.536	1.915	4.502	7.737	2.402	5.238	5.189	5.865
2016/7	0.966	1.119	4.927	14.748	6.387	9.497	11.772	23.711	1.527	2.236	1.712	1.404	0.972	1.536	1.913	4.502	7.72	2.402	5.232	5.163	5.803
2016/8	1.003	1.351	3.165	-	6.895	9.057	9.681	21.37	1.412	2.237	1.714	1.406	1	1.536	1.913	4.501	7.715	2.402	5.227	4.53	5.8
2016/9	2.205	3.411	6.039	-	8.075	9.934	12.555	26.17	2.066	2.248	1.923	2.053	1.875	1.549	1.966	4.501	8.329	2.409	5.307	5.319	5.865

單位：公尺

25W_MQX120140530	14F_SXQ120140507	14F_SXQ120140321	25W_MQX120140422	14F_SXQ120140507
25W_MQX120140527	14F_SXQ120140505	14F_SXQ120140318	25W_MQX120140415	14F_SXQ120140505
15F_YFQ120140505	14F_SXQ120140506	14F_SXQ120140319	25W_MQX120140417	14F_SXQ120140506
14F_SXQ120140526	14F_SXQ120140503	14F_SXQ120140315	25W_MQX120140413	14F_SXQ120140503
14F_SXQ120140527	14F_SXQ120140504	14F_SXQ120140316	25W_MQX120140404	14F_SXQ120140504
14F_SXQ120140524	14F_SXQ120140502	14F_SXQ120140317	25W_MQX120140412	14F_SXQ120140502
14F_SXQ120140525	14F_SXQ120140501	14F_SXQ120140307	25W_MQX120140318	14F_SXQ120140501
14F_SXQ120140523	12F_XCQ120140503	14F_SXQ120140314	25W_MQX120140319	14F_SXQ120140503
14F_SXQ120140521	12F_XCQ120140504	12F_XCQ120140305	25W_MQX120140315	14F_SXQ120140504
14F_SXQ120140522	12F_XCQ120140505	12F_XCQ120140306	24W_JXL120140305	14F_SXQ120140505
14F_SXQ120140520	12F_XCQ120140501	12F_XCQ120140328	20W_GJL120140324	14F_SXQ120140501
14F_SXQ120140519	12F_XCQ120140502	12F_XCQ120140304	20W_GJL120140323	14F_SXQ120140502
14F_SXQ120140518	14F_SXQ120140331	03L_BMQ120140323	14F_SXQ120140428	14F_SXQ120140331
14F_SXQ120140517	14F_SXQ120140330	03L_BMQ120140328	14F_SXQ120140429	14F_SXQ120140330
14F_SXQ120140516	14F_SXQ120140329	26W_DSNL120140415	14F_SXQ120140430	14F_SXQ120140329
14F_SXQ120140514	14F_SXQ120140328	26W_DSNL120140416	14F_SXQ120140423	14F_SXQ120140328
14F_SXQ120140515	14F_SXQ120140326	26W_DSNL120140414	14F_SXQ120140425	14F_SXQ120140326
14F_SXQ120140512	14F_SXQ120140327	26W_DSNL120140413	14F_SXQ120140427	14F_SXQ120140327
14F_SXQ120140513	14F_SXQ120140325	26W_DSNL120140412	14F_SXQ120140421	14F_SXQ120140325
14F_SXQ120140510	14F_SXQ120140324	26W_DSNL120140411	14F_SXQ120140422	14F_SXQ120140324
14F_SXQ120140511	14F_SXQ120140322	25W_MQX120140424	14F_SXQ120140419	14F_SXQ120140322
14F_SXQ120140508	14F_SXQ120140323	25W_MQX120140423	14F_SXQ120140420	14F_SXQ120140323
14F_SXQ120140509	14F_SXQ120140320	25W_MQX120140418	14F_SXQ120140418	14F_SXQ120140320
				27W_YBL120140418

圖 4-1 系統自動產生之人工品管報表

台灣颱風洪水研究中心

燕風橋水位流量站水位站人工品管報表

序號：15F_YFQ120130101

作業紀要

檢測項目	水位觀測值	日期	2013/01/01
標記原因	未通過連續性分析		
未通過情形	合理性分析未通過數量	連續性分析未通過數量	
	0	4	
未通過時間	09:41; 10:09; 10:16; 10:26;		
檢核結果	-		
後續處理	-		

圖示說明：

品管員：-

圖 4-2 由系統檢出未通過連續性分析之人工品管報表內容

作業記錄

檢測項目	水位觀測值	日期	2013/03/26
標記原因	未通過合理性分析		
未通過情形	合理性分析未通過數量	連續性分析未通過數量	
	27	0	
未通過時間	08:21; 08:22; 08:23; 08:24; 08:25; 08:26; 08:27; 08:28; 08:29; 08:30; 08:31; 08:32; 08:33; 08:34; 08:35; 08:36; 08:37; 08:38; 08:39; 08:40; 08:41; 08:42; 08:43; 08:44; 08:45; 08:46; 08:47;		
檢核結果			
後續處理			

圖示說明：

品質員：

圖 4-3 由系統檢出未通合理性分析(缺測資料)之人工品管報表內容

從品管結果可發現各淹水測站自 105 年 1 月底至 3 月初有品管通過率異常的情形，此時本計畫尚未執行，管理單位颶洪中心於此期間，將現場感測設備拆回原廠進行設備檢校，但仍保持測站通訊，傳回現場異常電壓值轉換之水位，異常之情形可從檢出後之電子人工報表看出(圖 4-4)，因電壓值的不連續而檢出異常。

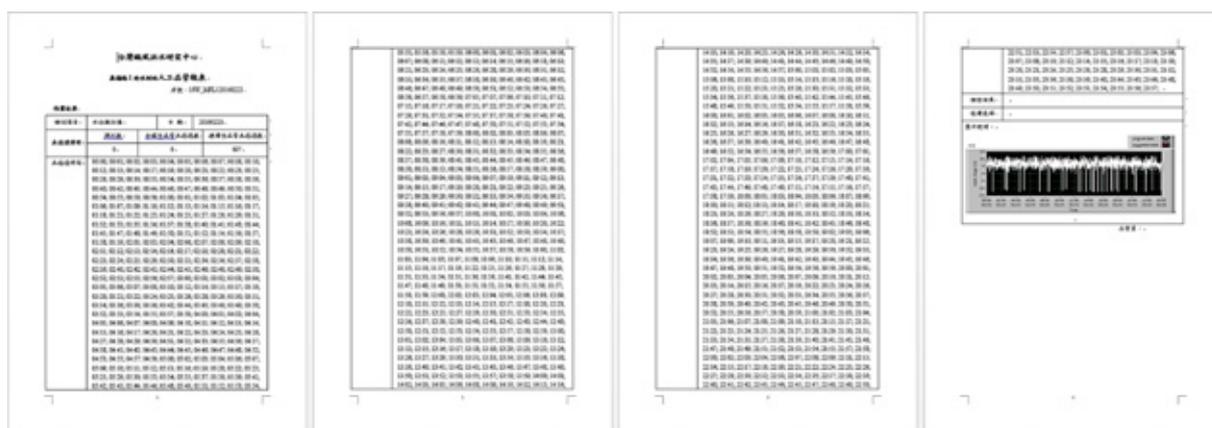


圖 4-4 異常資料情形：以美福路淹水測站為例

本年度進行測站調整，包括原白米橋水位站新增表面流速儀，以推估白米橋流量；撤除三塊厝橋水位站及流速站，並合併後移至寶公橋；鹽埔橋因不需推估流量，將表面流速儀移至白米橋之

新增需求。同時，經過評估後，自行編列預算在噶瑪蘭橋蘭陽溪段新增水位站，以供與既有水利署噶蘭橋宜蘭河段水位站比對河川水位與潮汐、暴潮交互作用下之影響情形；新增美福防潮匣水位站，以瞭解防潮匣操作情形及水位變化；新增蚵仔寮潮位站，以補足典寶溪缺乏下游邊界條件的情形。

所有測站在經與各橋梁或設施管理單位同意後，於 8 月期間進行施工及測試，測試期間之資料不列入品管，故調整觀測設備測站 8 月中止，與新增測站均於 9 月進行品管。表 4-3 為 2016 年調整與新增水位站自動品管成果。表 4-4 為 2016 年新增水位站歷史瞬時最高水位。

表 4-3 2016 年調整與新增水位站自動品管成果

		寶公橋	噶瑪蘭橋蘭陽溪段水位站	美福防潮匣水位站	蚵仔寮潮位站
2016/9	觀測成功率 %	100%	100%	100%	100%
	品管通過率 %	100%	100%	100%	100%

表 4-4 2016 年新增水位站歷史瞬時最高水位

歷年最大值	寶公橋	噶瑪蘭橋蘭陽溪段水位站	美福防潮匣水位站	蚵仔寮潮位站
2016/9	5.717	3.973	2.214	1.238

單位：公尺

二、品管作業設計

資料品管流程架構如圖 4-5 的流程圖所示。首先進行合理性檢驗，接續連續性檢驗，最後執行關聯性檢驗。此監控品管系統透過每日即時自動化品管作業並配合人工檢驗，可即時對外提供準確可靠的水文資料，同時輔以每月鄰近測站數據比對及每年檢討修訂自動品管參數等品管工作，冀能在水文觀測數據的質與量上，全面提昇其水準。

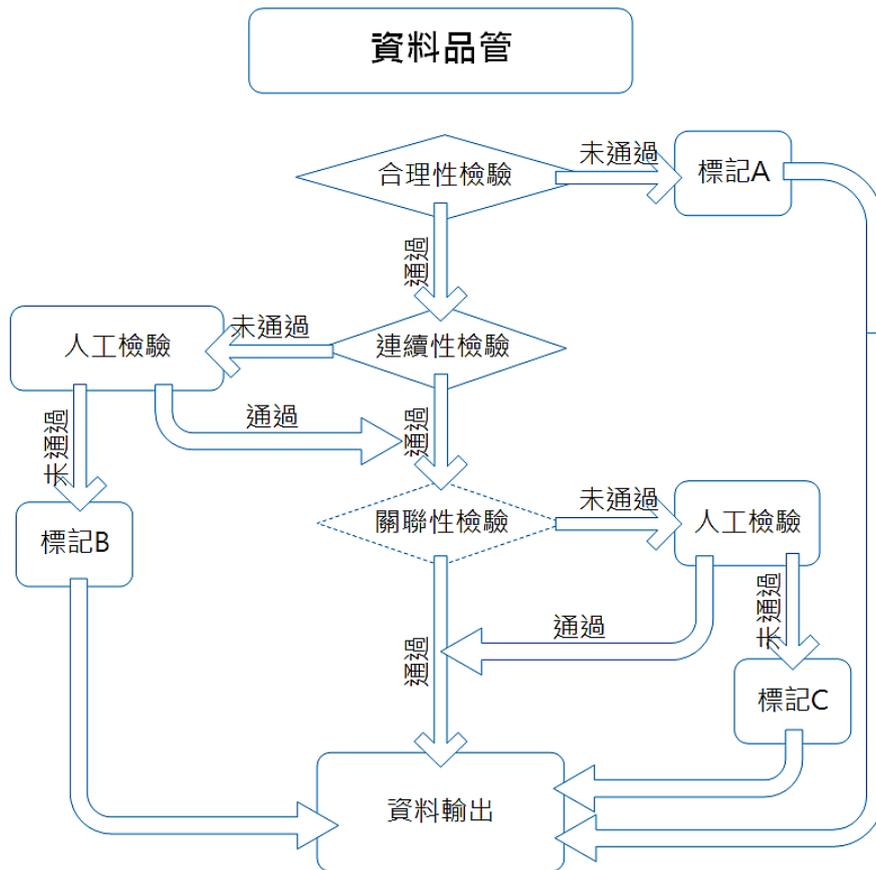


圖 4-5 測試基地監測資料品管流程

(一)自動品管標準

1、雨量站

雨量站資料以合理性分析進行自動品管，合理性的標準為水利署地面水文觀測手冊【資料處理篇】（水利署，民國 101 年）：

- (1) 分雨量超過 3 公釐檢出上限。
- (2) 時雨量超過檢核值。每月擁有不同的檢核值，以歷史資料中相同月份之時雨量資料為母體，再挑選其中之最大值作為該月檢核值。
- (3) 日雨量超過檢核值。每月擁有不同的檢核值，以歷史資料中相同月份之日雨量資料為母體，再挑選其中之最大值作為該月檢核值。

雨量站逐時雨量報表，如圖 4-6，以龍潭國小雨量站為例，各雨量站以每月區分不同工作表，每個工作表中分別

記錄逐時逐日之雨量，並由系統整理各雨量站之年度最大時雨量及最大日雨量、歷史最大值供檢核標準。

本年度計畫統計過去雨量站之歷史月最大時雨量、歷史月最大日雨量，連結加值後之雨量資料報表進行合理性分析，使本系統的雨量合理性判斷更為完備。

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	0	1	0	0	0	0	8.5	0	0	0	0
3	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0
4	3	1	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
5	3	0.5	0	0	0	2.5	1	0	0	0	0
6	4	0	0	0.5	0	9	1	0	0	0	0
7	5	0	0	1.5	0	4.5	2	0	0	0	0
8	6	0	0	1.5	0	0.5	1	0	0	1	0
9	7	0	0	1.5	0	1.5	1	0	0	1	0
10	8	0	0	2	0	0.5	0	0	0	1	0
11	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12	10	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	11	0	0	0.5	0	0	0	0	0	3	0
14	12	0	0	0	0	0	0.5	1	0	0	0.5
15	13	1	0	0	0	0	2.5	2.5	0	0.5	0.5
16	14	1.5	0	2	0	0	1.5	2.5	0	0	0.5
17	15	0.5	7	2	0	0	1	0.5	0	0	0
18	16	0.5	8.5	1.5	0	0	2	0	0.5	0.5	0
19	17	0.5	1.5	0	1	0	1	0.5	0	0	2.5
20	18	1	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
21	19	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0	2
22	20	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0
23	21	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
24	22	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
25	23	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
26	24	1	1.5	2	1	2	4.5	2.5	0.5	3	2.5
27	月雨量	12	19	14	1	20.5	27	2.5	0.5	7	6
28	月最大時雨量	35									
29	月最大日雨量	41									

圖 4-6 龍潭國小雨量站報表圖示

2、水位站

水位站資料的自動檢核標準部份參考水利署地面水文觀測手冊【資料處理篇】(水利署，民國 101 年)，並區分為合理性分析及連續性分析進行自動品管，合理性為：

- (1) 是否漏測資料。
- (2) 儀器限制。指觀測數據不應超過儀器的測量範圍，如表 4-5 所示。
- (3) 決定水位上限值。以各站歷年瞬時最高水位為檢核上限值。各站的上限值依據歷年各月的瞬時最大水位。
- (4) 同一水位持續時間。時平均水位持續不變超過 24 小時。

表 4-5 儀器量測範圍

儀器設備	量測範圍	精度
雷達波水位計	0 ~ 35 公尺	±0.002 公尺
壓力式水位計	0 ~ 10 公尺	0.1 公分
微波雷達表面流速儀	0.15~15 公尺/秒	±0.02 公尺/秒 ±1%

水位連續性分析：由於自然現象的變化都是漸進且連續的，所以連續性的檢驗認為各種觀測物理量在時間上及空間上都必須存在連續的變化，也就是說其時空的變化量應落在合理的範圍內，如果在時間上的改變量超過某一限度，或是在空間上相鄰測點的資料無法以物理觀點解釋，都可視為可疑資料。計畫中對於單位時間異常資料的判斷採中值濾波法處理。使用中值濾波法的原因在於中值濾波法已為移除雜訊常用的方法，為一種非線性濾波技術，對於訊號有很好的降噪效果。相關中值濾波法的說明可參考 <http://ccy.dd.ncu.edu.tw/~chen/course/vision/ch5/ch5.htm>。

若原始觀測數據超過合理性品管之上、下限而未通過合理性檢驗，則予以「-90」標記，未通過連續性分析檢驗，則予以「-80」標記。

(二)人工品管

資料品管作業為自動化處理，為避免程式無法作出正確或合理的判斷，故增加人為判斷，具判斷的準則係基於判斷者之個人經驗，並能即時對資料的品質做決策性的判斷。異常資料若未經人為檢測而使用，極可能誤導使用者做出不正確之判斷；或者捨棄異常之資料，則可能失去進一步了解大自然的現象。異常資料的發生有兩種情形：

- 1、儀器老舊或故障所造成(系統之機械故障所致)。
- 2、實際上確有此狀況發生，但超出既定規範之外。

針對儀器老舊或故障之原因，需要有人力隨時監控，及維修系統；而超出範圍的資料更需要有專職人員，進行定時檢查比對，以判定問題來源，並藉由相關資料的查詢，判斷所得的資料之正確性，以免提供不實資料，造成更大影響。

人工品管的工作可分為兩大項，第一項為每月人工比對品管；第二項為異常氣候時之全天候品管。

各項儀器出廠前均做過出廠檢校，因此在一般的天候狀況

下，觀測資料大都能通過檢驗標準。但某些未能通過自動品管的資料，就需要人工的篩選，以釐清資料的品質是否有誤或是確有此一現象。

每月 10 日前，定時由自動品管檢核程式將前一月可疑資料，列印自動品管後之品管及監控報表進行人工品管，如此品管人員不需一直隨時緊盯資料接收情形，亦可隨時掌握測站狀況。品管人員需依經驗、測站系統運作狀況、相關學理與鄰近測站資料做一綜合檢驗判斷，並將判斷結果填寫在人工品管紀錄上，送交主管做校核。若無法立即判斷資料的品質，則將其標記記錄，於長期資料比對品管時再作詳細探討。

三、表面流速檢核

水利署地面水文觀測手冊【資料處理篇】(水利署，民國 101 年)內說明雨量與河川水位監測資料檢核方式，但並無表面流速資料檢核規範。因此配合測試基地內各流速站流況特性規劃微波雷達測得之河川表面流速資料檢核。

目前宜蘭河流域內表面流速站計有新城橋、員山大橋、中山(西門)橋、宜興橋及東津橋。典寶溪排水集水區內表面流速站計有燕鳳橋、聖興橋、五里林橋、鹽埔橋及三塊厝橋。所有表面流速站皆設有水位站。檢視測得之表面流速可發現部分資料為異常，異常現象為出現較大之表面流速，然而期間並無降雨且水位並未明顯上升。列舉宜蘭河流域新城橋及典寶溪排水集水區聖興橋進行說明，圖 4-7 及圖 4-8 為新城橋與聖興橋分別於 2015/4/15-4/19 及 2015/4/14-4/18 間之水位歷線。此期間兩流域並未降雨，且由圖可知水位並無上升，也就是說流量並未增加。然而由圖 4-9 及圖 4-10 之表面流速資料可看出有許多高流速資料出現，但河道中流量並無增加，因此期間高流速資料並不合理。此現象也代表此狀況下表面流速量測品質不穩定。由現場勘查發現，新城橋於資料監測期間(2015/4/15-4/19)河道為乾床(如圖 4-11 所示)，因此測得

之表面流速應為 0 公尺/秒；聖興橋於資料監測期間(2015/4/14-4/18)，河面平靜無波紋(如圖 4-12 所示)，因此使利用微波雷達偵測表面水波紋之流速儀無法獲得品質良好之訊號，而出現明顯離群值監測資料(也就是高流速值)。

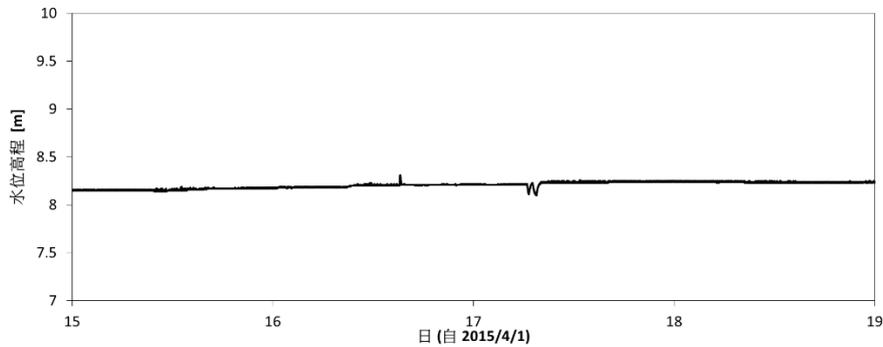


圖 4-7 宜蘭河流域新城橋監測水位(2015/4/15-4/19)

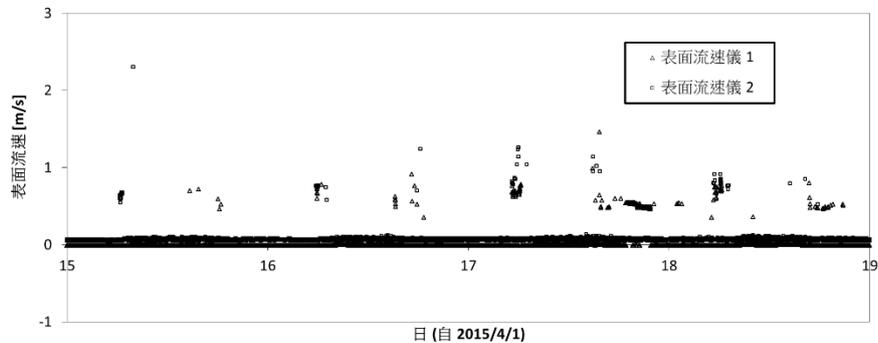


圖 4-8 宜蘭河流域新城橋監測表面流速(2015/4/15-4/19)

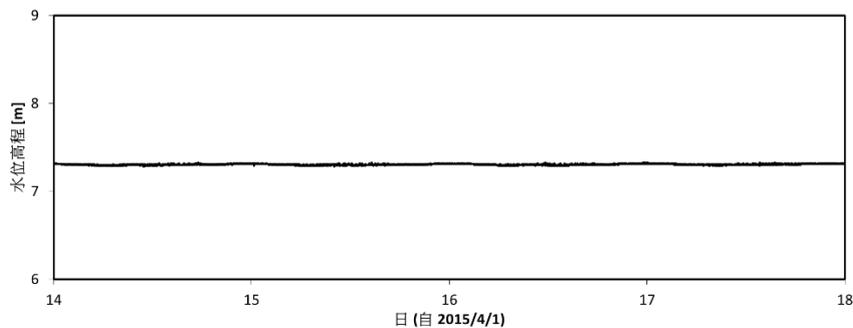


圖 4-9 典寶溪排水集水區聖興橋監測水位(2015/4/14-4/18)

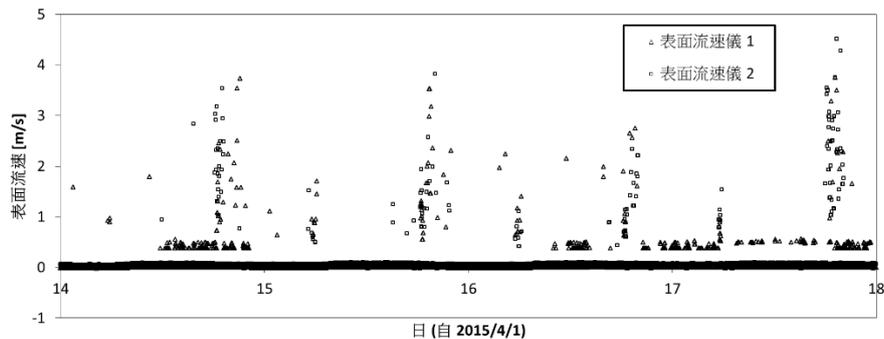


圖 4-10 典寶溪排水集水區聖興橋監測表面流速(2015/4/14-4/18)



圖 4-11 宜蘭河流域新城橋為乾床



圖 4-12 典寶溪排水集水區聖興橋水面平靜無波紋

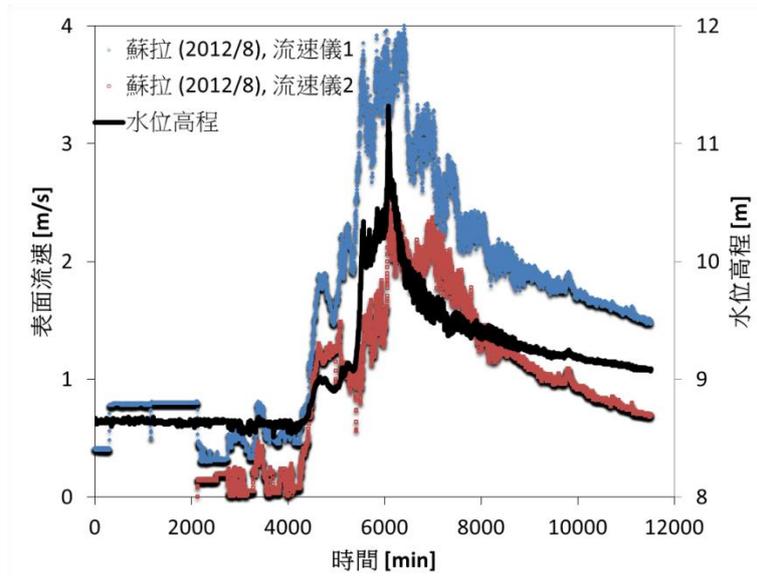


圖 4-13 宜蘭河流域新城橋於蘇拉颱風期間測得表面流速及水位高程

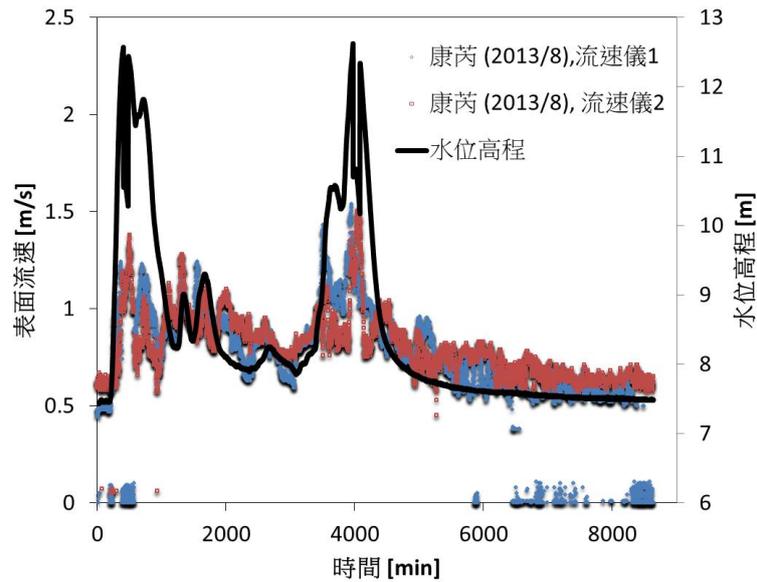


圖 4-14 典寶溪排水集水區聖興橋於康芮颱風期間測得表面流速及水位高程

觀察颱風時期所測得之表面流速與水位高程，可發現表面流速歷程與水位歷程具有相同變化趨勢，儘管測得之表面流速仍存有雜訊。圖 4-13 及圖 4-14 分別表示新城橋於蘇拉颱風期間及聖興橋於康芮颱風期間之表面流速與水位歷線，圖中顯示當水位逐漸上升後，表面流速亦逐漸與水位具有類似變化趨勢。因此計畫中設定當該流速站之水位超過某一高程(表面流速檢核標準建議水位， WL_d)後則採用其表面流速資料，並以此原則作為表面流速之初步檢核，並將監測之表面流速資料標記加以區別。圖 4-15 表示表面流速監測資料檢核流程。然而於同樣流速站於不同颱風事件所得監測資料下，其表面流速與水位開始具有相同變化趨勢之水位不同；此外不同流速站亦將呈現不同的設定水位。因此兩測試基地中分別考慮 5 及 4 場颱風事件，宜蘭河流域考慮蘇拉颱風(2012/7)、蘇力颱風(2013/7)、鳳凰颱風(2014/9)、蘇迪勒颱風(2015/8)及杜鵑颱風(2015/9)，典寶溪排水集水區考慮蘇拉颱風(2012/7)、康芮颱風(2013/8)、0809 豪雨(2014/8)及蘇迪勒(2015/8)。因為各站與各颱風事件所得設定之表面流速檢核標準建議水位(WL_d)不同，所以採用各站於各颱風事件下之平均表面流速檢核

標準建議水位做為爾後檢核標準。表 4-6 及表 4-7 分別表示宜蘭河流域與典寶溪排水集水區中各站於各颱風事件下之表面流速檢核標準建議水位，並求得平均值做為檢核標準。因為典寶溪排水集水區中鹽埔橋站及三塊厝橋站於今年度將移動至白米橋與寶公橋，因此不進行分析。此檢核方式主要為標註非洪水期間低水位時不合理表面流速資料。然表面流速檢核標準建議水位以上資料中亦存有雜訊，因此若要應用於流量推估時則需先進一步進行雜訊濾除，其雜訊濾除作法可參考 4-3 節。

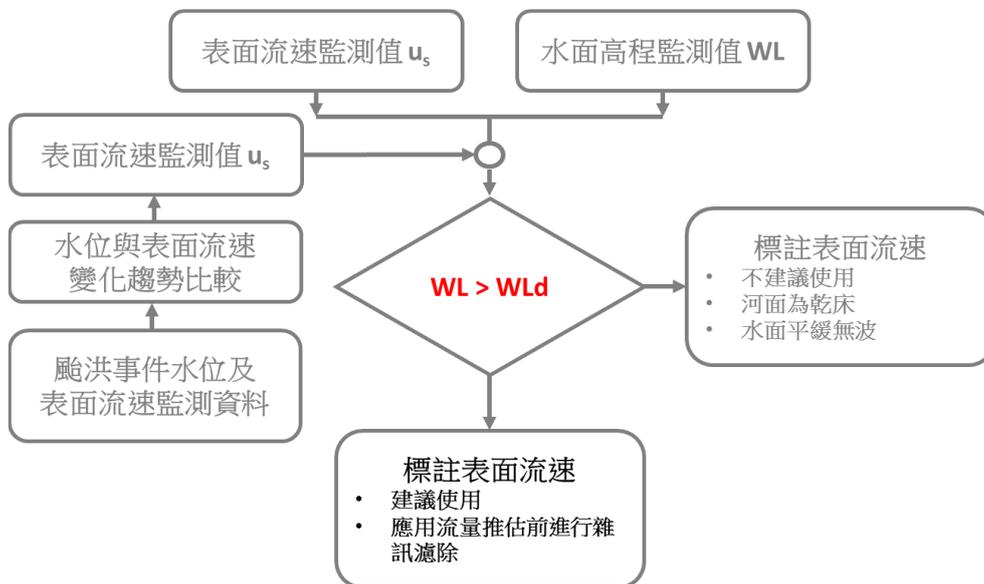


圖 4-15 表面流速監測資料檢核流程

表 4-6 宜蘭河流域各流速站於颱風事件下表面流速檢核標準水位

		颱風事件					表面流速檢核標準建議水位 (WL _d)[公尺]
		蘇拉	蘇力	鳳凰	蘇迪勒	杜鵑	
宜蘭河流域	新城橋	8.63	8.90	8.41	8.79	8.59	8.66
	員山大橋	5.07	5.32	5.59	5.71	5.62	5.46
	中山(西門)橋	4.51	4.68	4.45	4.67	4.51	4.56
	宜興橋	**	**	1.12	1.34	1.53	1.33
	東津橋	**	**	0.87	0.89	0.85	0.87

註：「**」表示該事件時尚未設站

表 4-7 典寶溪排水集水區各流速站於颱風事件下表面流速檢核標準水位

		颱風事件				表面流速檢核標準建議水位 (WL _d)[公尺]
		蘇拉	康芮	0809 豪雨	蘇迪勒	
典寶溪排水集水區	燕鳳橋	20.24	20.55	20.14	20.13	20.27
	聖興橋	7.40	7.47	7.49	8.20	7.64
	五里林橋	1.21	1.35	1.30	1.30	1.29

四、全洪程流量推估

全洪程流量推估主要應用於洪水期間，其方法將分為兩部分：(1)平均-表面流速比值推估；(2)表面流速資料處理。

(一)平均-表面流速比值推估

測試基地內流速站設有微波雷達表面流速儀搭配雷達波水位計，其配置具有掌握水位及流速全洪程時序變化之優勢，並可利用監測資料進行全洪程流量推估。部分測站中水位計、表面流速計及 ADCP 之布置如圖 4-16 所示。

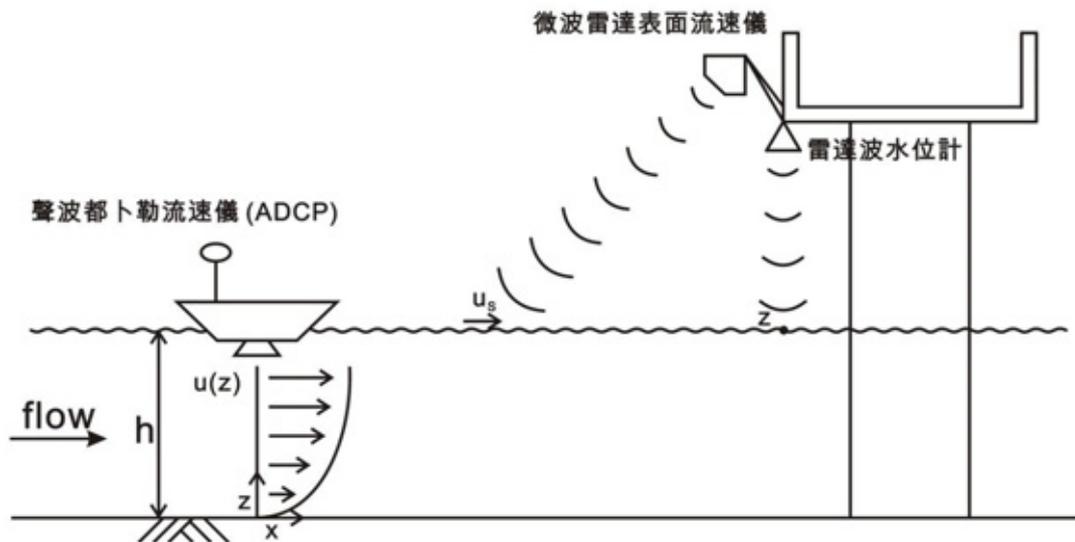


圖 4-16 水位計、表面流速計及 ADCP 之布置

本研究流量推估程序如圖 4-17 所示。測得之河川水位高程(H)與斷面資料可計算通水斷面積(A)；利用微波雷達表面流速儀測得河川表面流速(u_s),並利用濾波理論(LOESS)以除去離群值與降低雜訊；另以 ADCP 測得流量(Q_{adcp})計算平均流速(U_{adcp})，比較相同時間對應之表面流速(u_s)建立平均-表面流速比值($\alpha=U_{adcp}/u_s$)，並將連續測得之 u_s 乘上 α 而求得連續平均流速 U ；最後將平均流速 U 乘上通水斷面積 A 推估颱風期間全洪程流量($Q = \alpha * u_s * A$)。

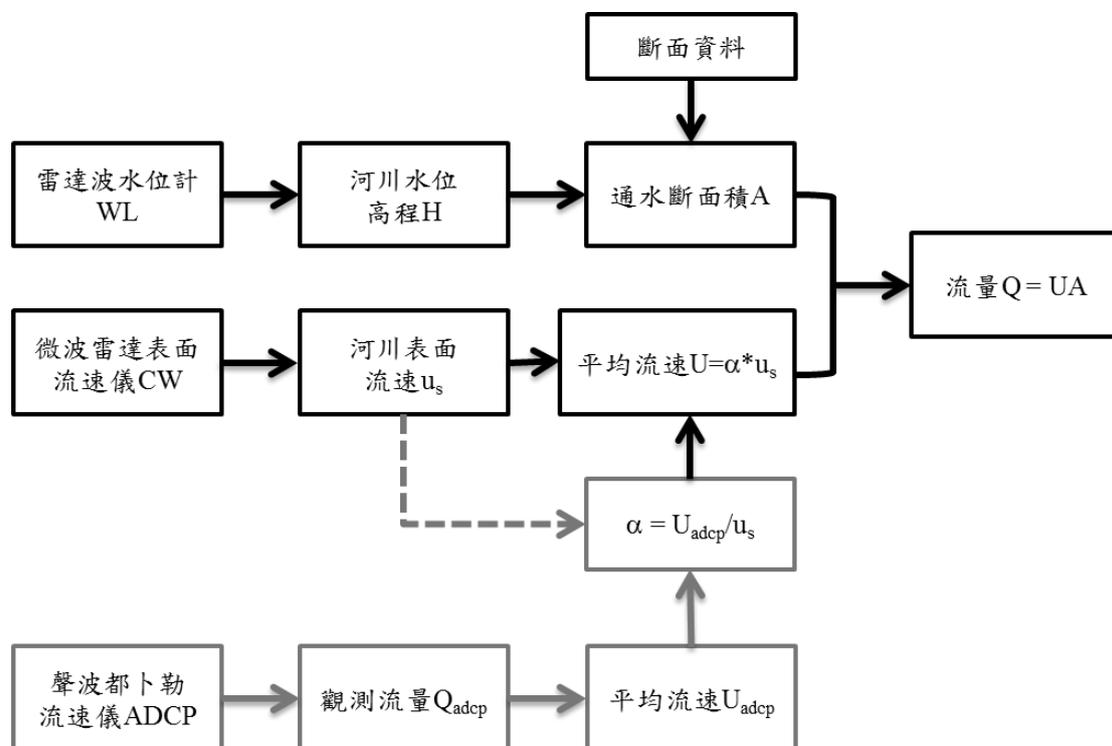


圖 4-17 表面流速推估流量流程

自 2012 年(民國 101 年)起至今，測試基地內已經針對宜蘭河流域中山(西門)橋及員山大橋；典寶溪排水集水區燕鳳橋與五里林橋等 4 處測站進行 22 場事件 ADCP 流量觀測作業，包含 2016 年尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風等，且於以上颱風事件中獲得高流量觀測資料與部分缺漏資料(可參考第三章第三節)，因此使得 α 值推估更具可靠。以宜蘭河員山大橋為例，以線性迴歸方式推求員山大橋平均 α 值為 0.504，如

圖 4-18 所示。中山(西門)橋平均 α 值為 0.699，如圖 4-19 所示。燕鳳橋平均 α 值為 0.667，如圖 4-20 所示。五里林橋平均 α 值為 0.445，如圖 4-21 所示。表 4-8 則列出中山(西門)橋、員山大橋、燕鳳橋與五里林橋所推估 α 值。以上測站之 α 值已經過梅雨(2016/6/14)、尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風期間現場流量觀測資料進行調整。

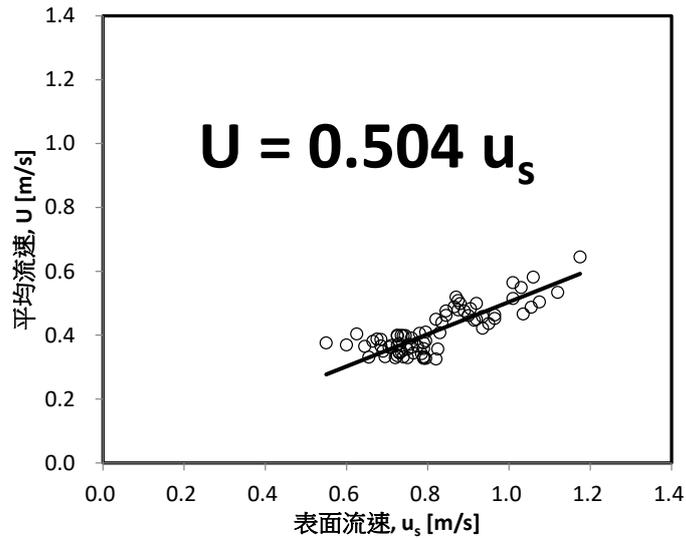


圖 4-18 平均-表面流速比值 α 推求：宜蘭河員山大橋

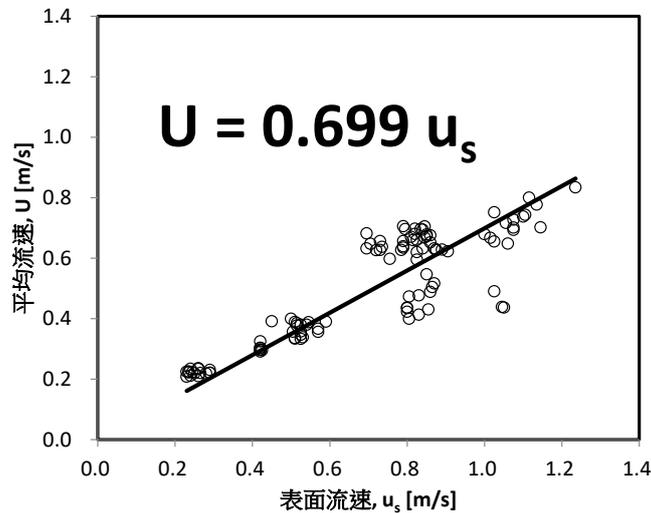


圖 4-19 平均-表面流速比值 α 推求：宜蘭河中山(西門)橋

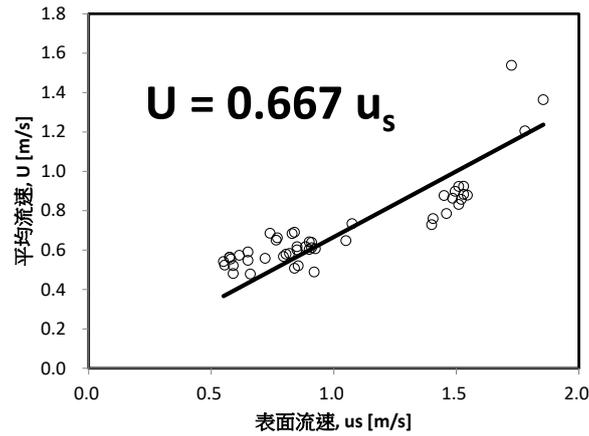


圖 4-20 平均-表面流速比值 α 推求：典寶溪燕鳳橋

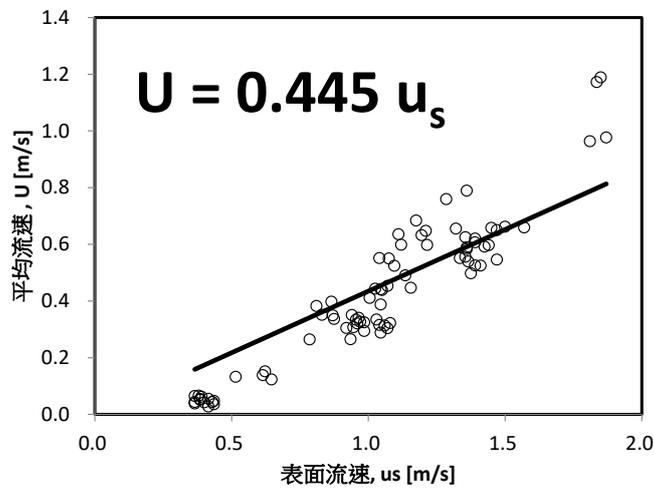


圖 4-21 平均-表面流速比值 α 推求：典寶溪五里林橋

表 4-8 各測站平均-表面流速比值 α

測站	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
	員山大橋	中山(西門)橋	燕鳳橋	五里林橋
平均-表面流速比值 α	0.504	0.699	0.667	0.445

(二)表面流速資料處理

流量推估過程包含平均流速及通水斷面積的計算，然測試基地中各流速測站所得之表面流速資料含有許多雜訊，甚至不合理量測值，存有明顯雜訊之表面流速資料如圖 4-22 所示。為增加測得表面流速之正確性，計畫中設計一系列步驟處理測得表面流速及推求流量，其主要工作重點為利用給定

判別原則與濾波理論去除不合理訊號與降低雜訊。表面流速資料處理與全洪程流量推求流程如圖 4-23 所示。流程中將兩表面流速儀之資料收集彙整與分析，各步驟之說明如下。

步驟 1：資料比較

因為測站兩流速儀安裝位置相近，因此兩量測值應為相近，所以可比較測得兩表面流速，並繪圖及設定兩值差異上限，以移除不合理量測值。

步驟 2：合理性檢查

部分測得表面流速除含有小雜訊外，有時會出現長時間連續之大雜訊，如此大且長時間之雜訊將導致不正確流速資訊無法修正。然而水位與流速變化具有類似趨勢關係，因此流程中加入以水位與流速變化之比較，以判別長時間大雜訊之存在；若存在則利用水位資料比例進行調整。

步驟 3：平均表面流速計算

經過步驟 1 與 2 去除及調整具有大雜訊之不合理表面流速後，為簡化表面流速與平均流速之關係，所以將兩表面流速進行平均值計算，如此也可降低較小雜訊對流量推估之影響。

步驟 4：流速資料平滑

雖去除大雜訊之不合理表面流速，但所有平均表面流速資料仍顯示小雜訊存在。然而表面流速變化存在連續性變化之本質，所以流程中利用局部迴歸之資料平滑理論 (LOESS) 進行資料平滑以降低小雜訊及去除離群值。

步驟 5：通水斷面積推求

考量河川斷面形狀，並利用不同水位計算對應之通水斷面積，以建立水位與通水斷面積之關係；以快速計算測得水位之對應通水斷面積。

步驟 6：平均-表面流速比值建立

利用 ADCP 流量觀測結果與對應時間之通水斷面積計

算平均流速，其平均流速與當時所測得之表面流速比較，並推求平均-表面流速比值 α 。流程中將彙整該測站所有 ADCP 流量觀測結果，推求測站之平均 α 值。

步驟 7：流量推估

流程中利用表面流速與平均 α 值之乘積計算通水斷面積中之平均流速；再與水位對應之通水斷面積（步驟 5）相乘，以推估全洪程之流量歷線。為驗證流量推估正確性，因此比較推估流量與 ADCP 觀測結果，並以員山大橋於蘇力颱風(2013)及蘇迪勒颱風(2015)為例，如圖 4-24 及圖 4-25 所示。圖中顯示推估流量與 ADCP 觀測流量接近，因此說明以此方法所推估之流量具有較高可信度。

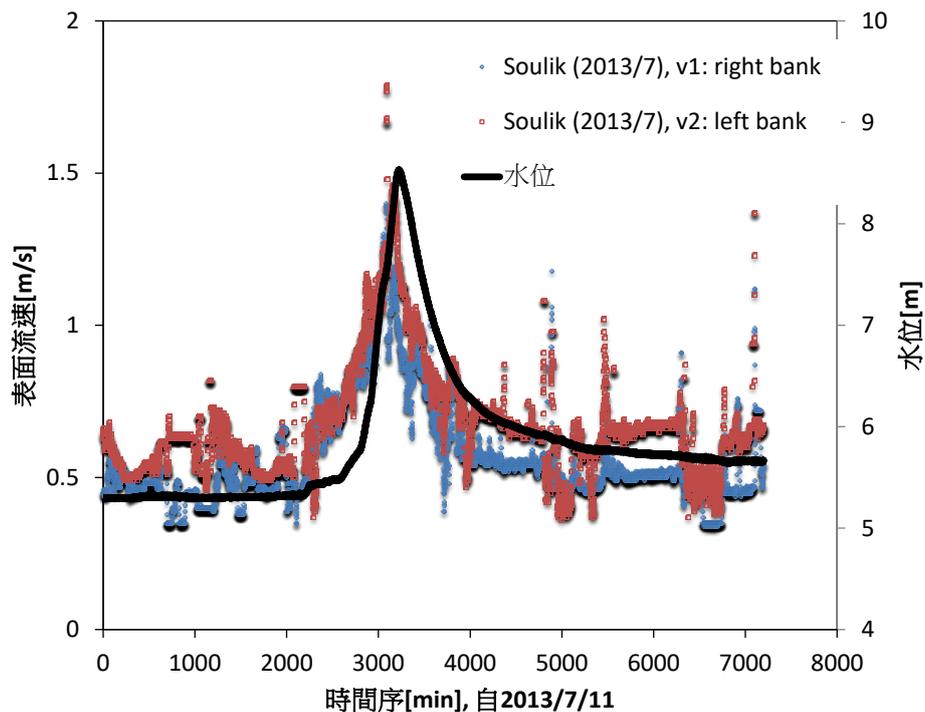


圖 4-22 存有明顯雜訊原始表面流速資料：宜蘭河流域員山大橋(蘇力颱風)

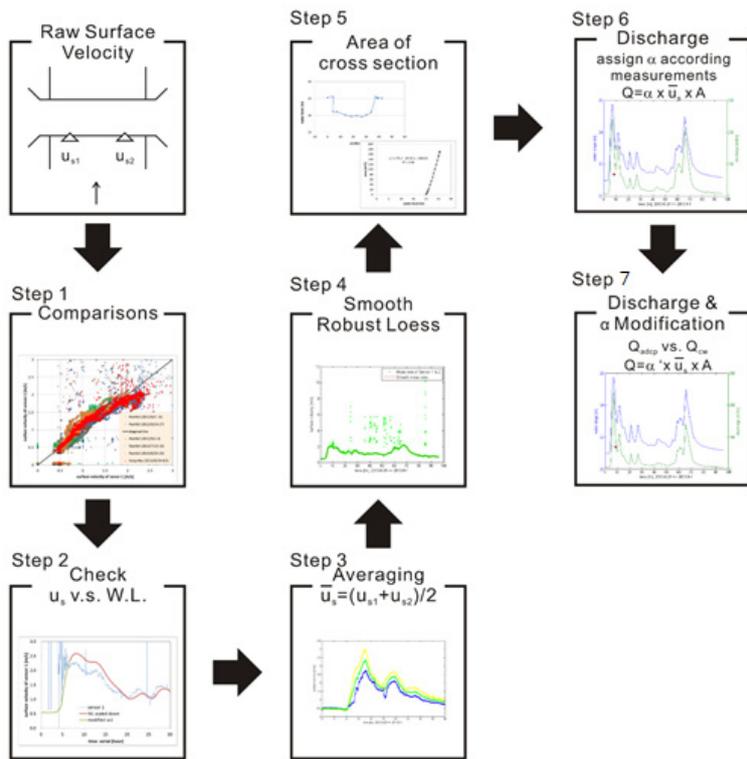


圖 4-23 表面流速資料處理與全洪程流量推求流程

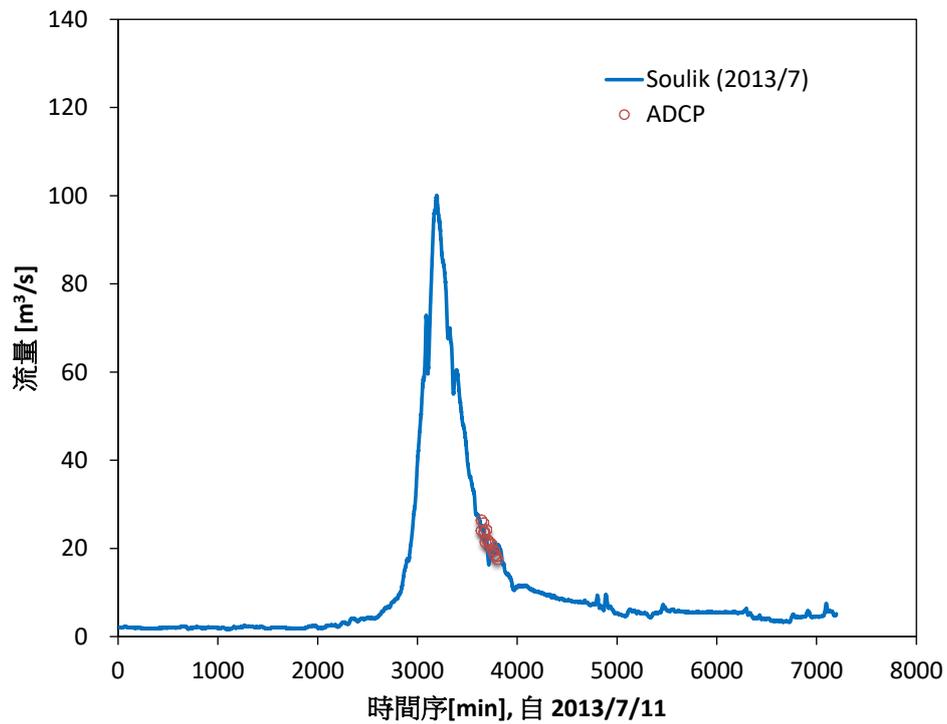


圖 4-24 推估流量與觀測流量比較(員山大橋，蘇力颱風 2013)

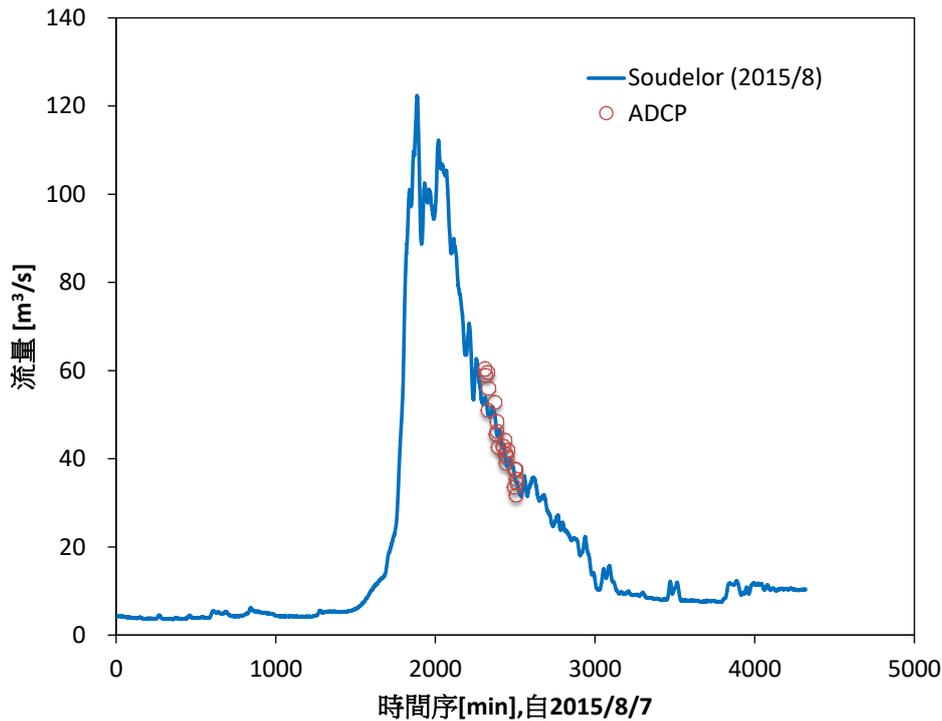


圖 4-25 推估流量與觀測流量比較(員山大橋，蘇迪勒颱風 2015)

2015 年(民 104 年)間已經針對宜蘭河流域之員山大橋及中山(西門)橋進行流量推估，其颱風事件為蘇拉(2012/7)與蘇力(2013/7)。計畫中新增下列颱風事件全洪程流量推估。宜蘭河流域：麥德姆(2014/7)、鳳凰(2014/9)、蘇迪勒(2015/8)及杜鵑(2015/9)；典寶溪排水集水區：康芮(2013/8)及蘇迪勒(2015/8)。測站部分計有宜蘭河流域：員山大橋及中山(西門)橋；典寶溪排水集水區：燕鳳橋及五里林橋。圖 4-26 至圖 4-37 表示宜蘭河流域中測站於颱風事件期間全洪程流量推估成果。表 4-9 則彙整宜蘭河流域及典寶溪排水集水區內各颱風事件期間尖峰流量。部分事件如員山大橋於蘇迪勒颱風期間，其最高水位附近水位與流量變化趨勢稍不一致，其原因為流量為流速與通水斷面積的乘積，而通水斷面積為水位的函數。然而水位呈現的變化較為連續，而計畫中為利用表面流速進行斷面平均流速的推估，也因此流量歷線的變化同時

取決於表面流速與水位。所以部分流量歷線與水位歷線不完全一致，只是反應當時所發生的流況。

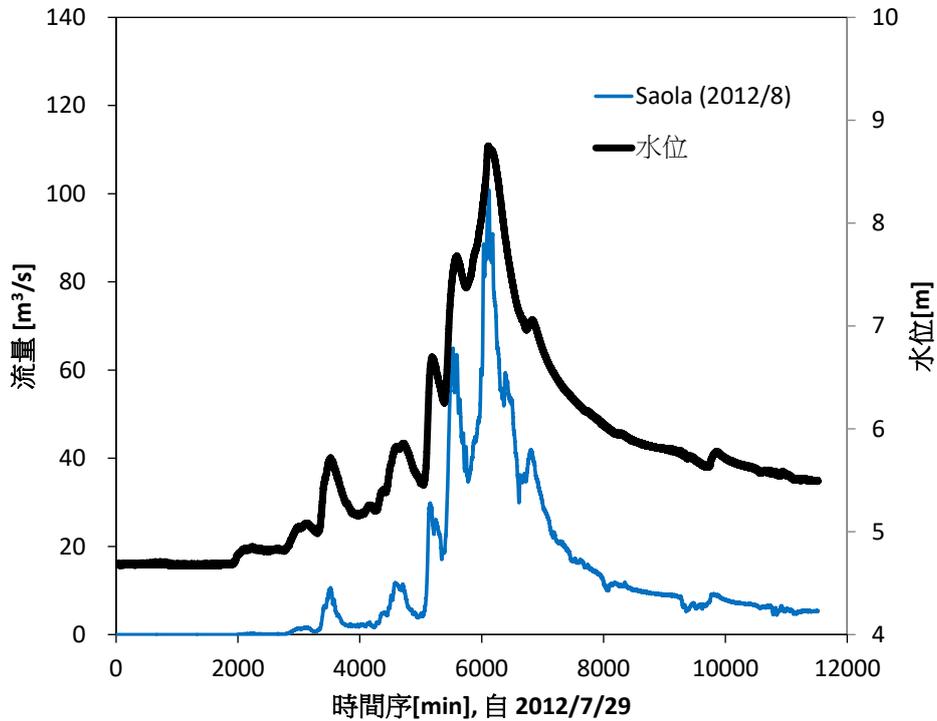


圖 4-26 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(蘇拉颱風 2012)

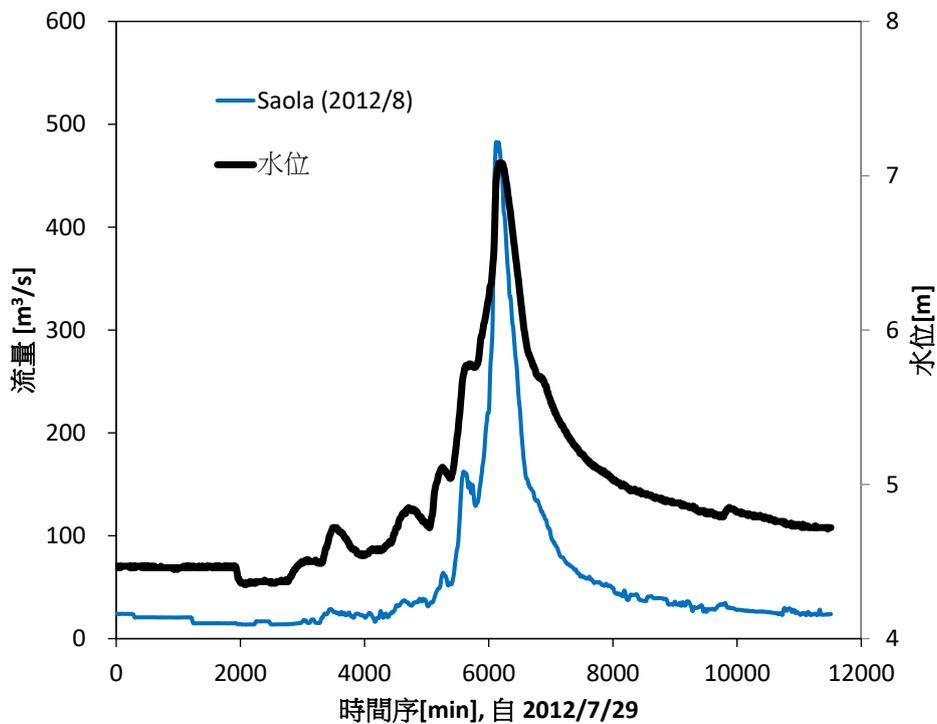


圖 4-27 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇拉颱風 2012)

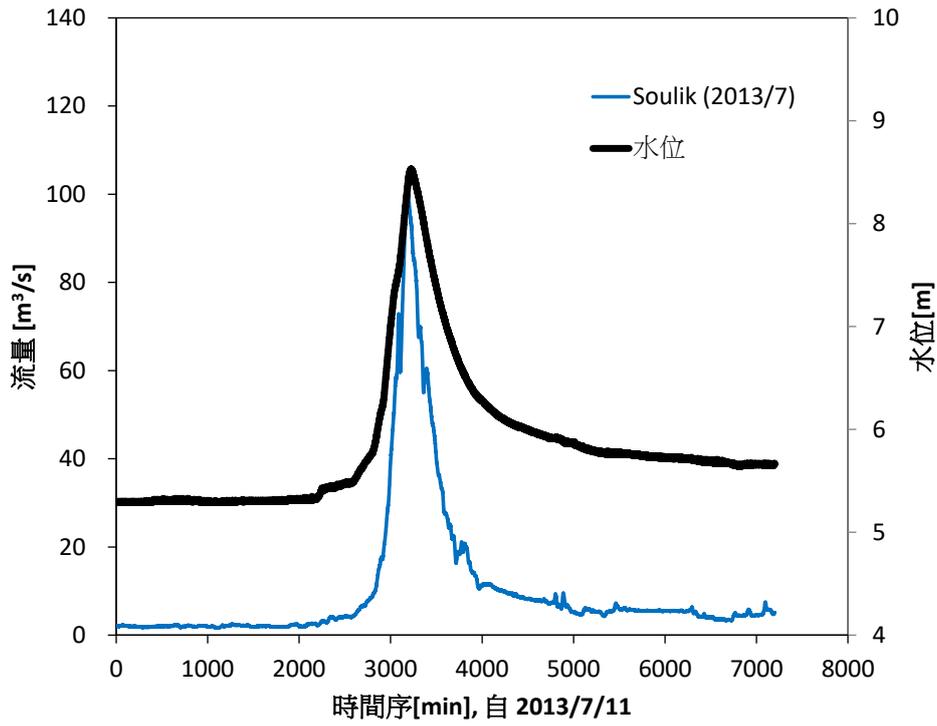


圖 4-28 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(蘇力颱風 2013)

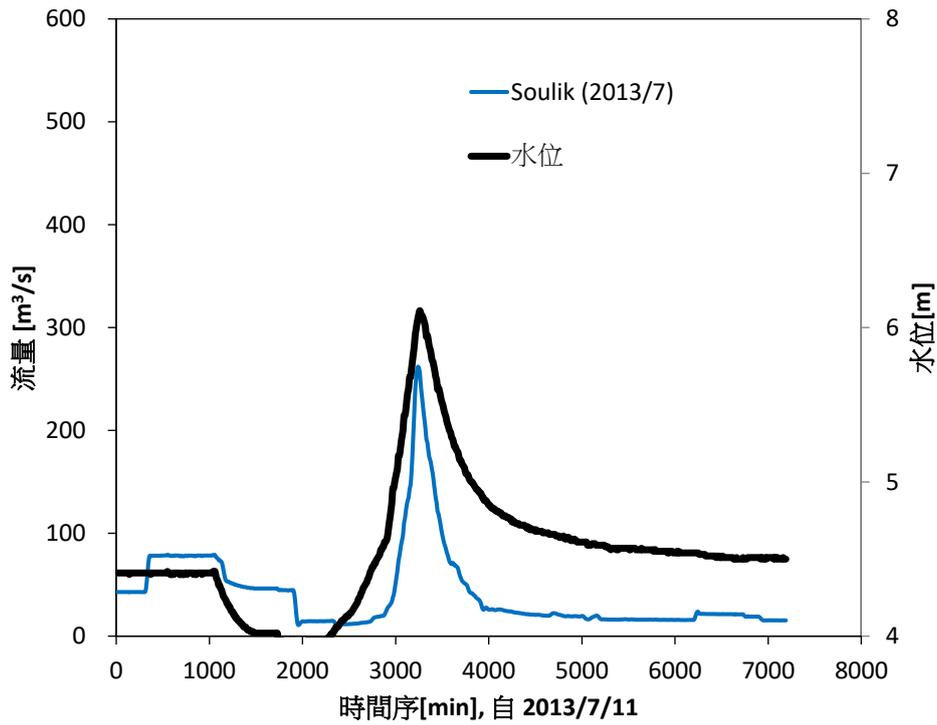


圖 4-29 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇力颱風 2013)

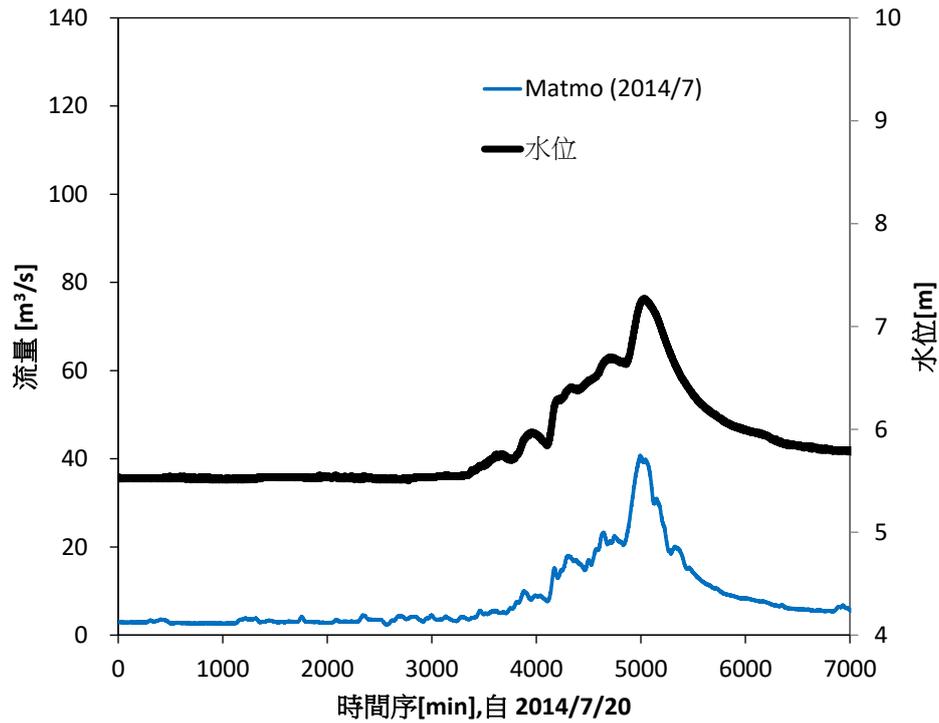


圖 4-30 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(麥德姆颱風 2014)

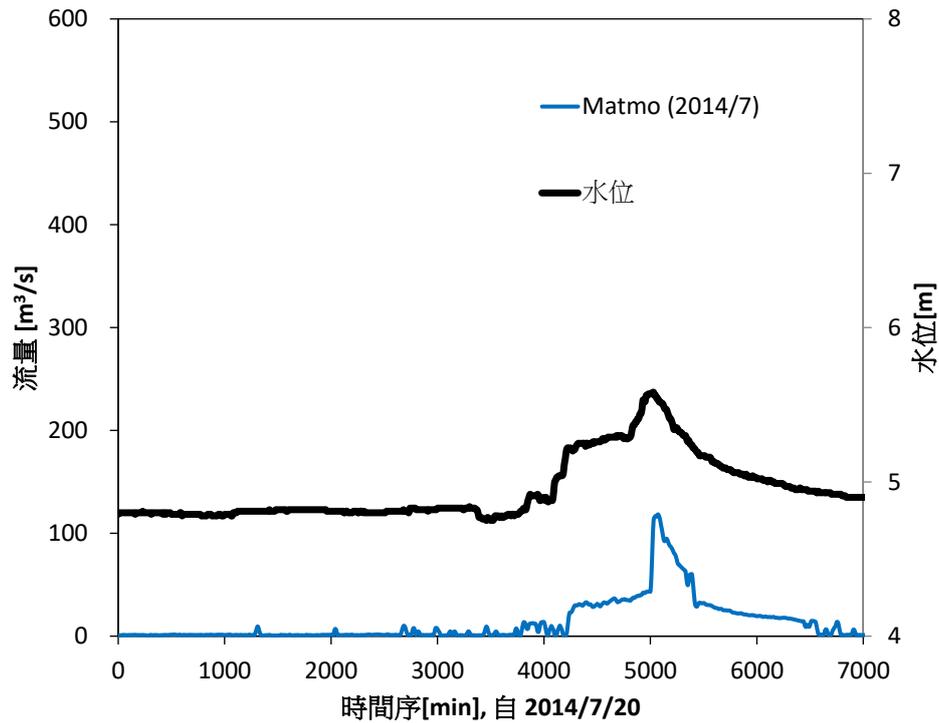


圖 4-31 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(麥德姆颱風 2014)

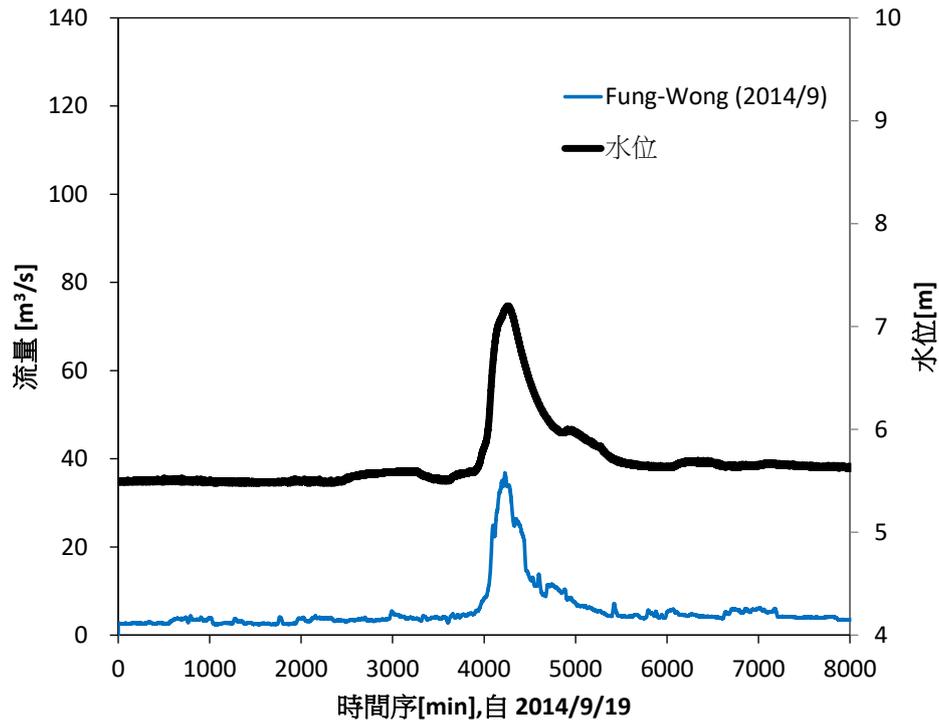


圖 4-32 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(鳳凰颱風 2014)

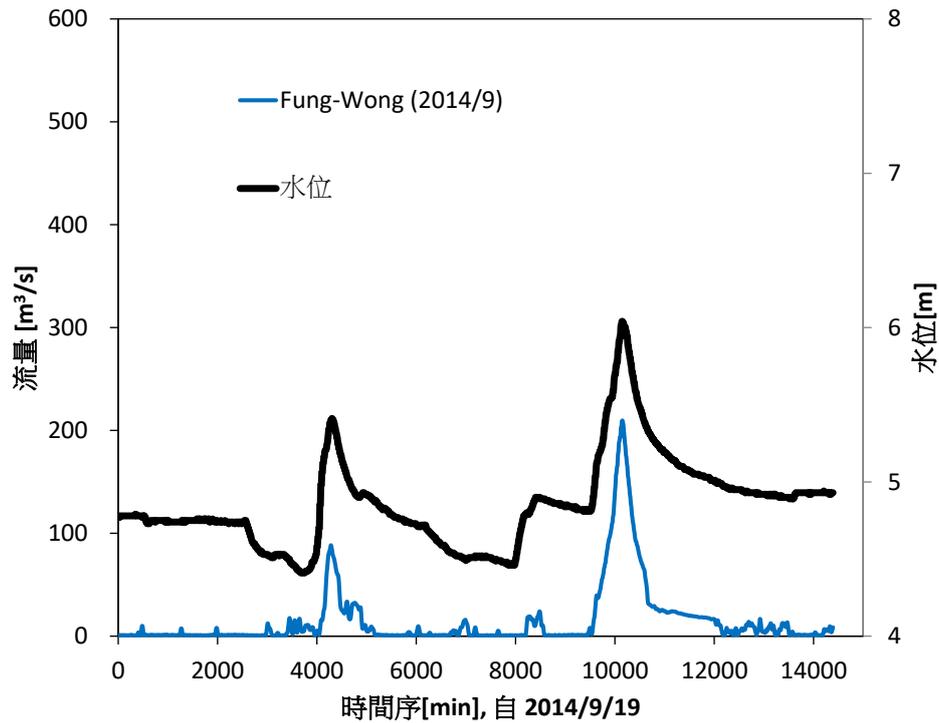


圖 4-33 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(鳳凰颱風 2014)

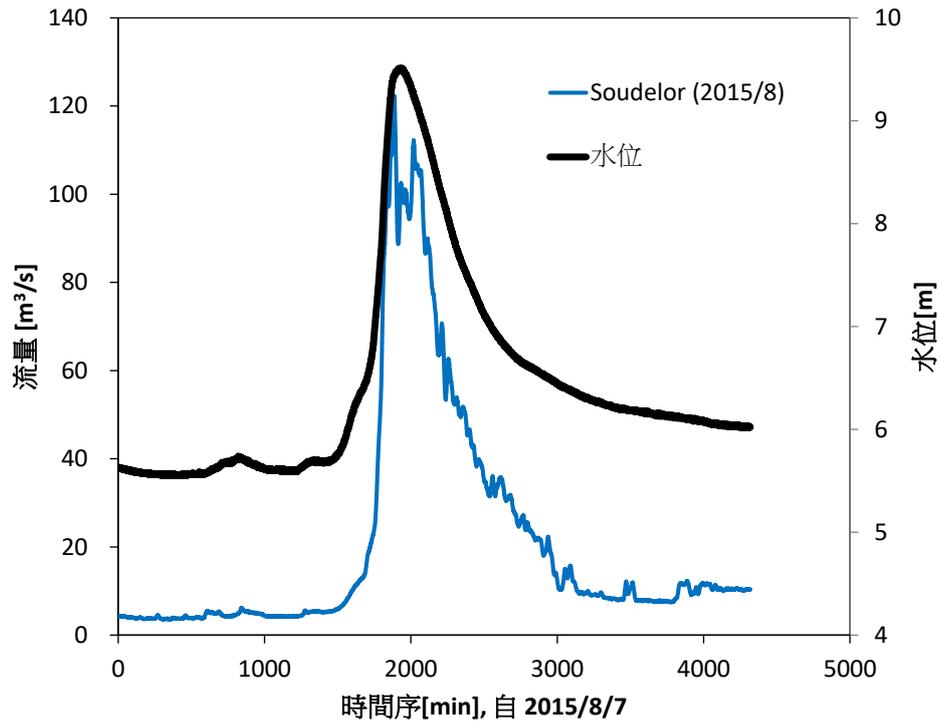


圖 4-34 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(蘇迪勒颱風 2015)

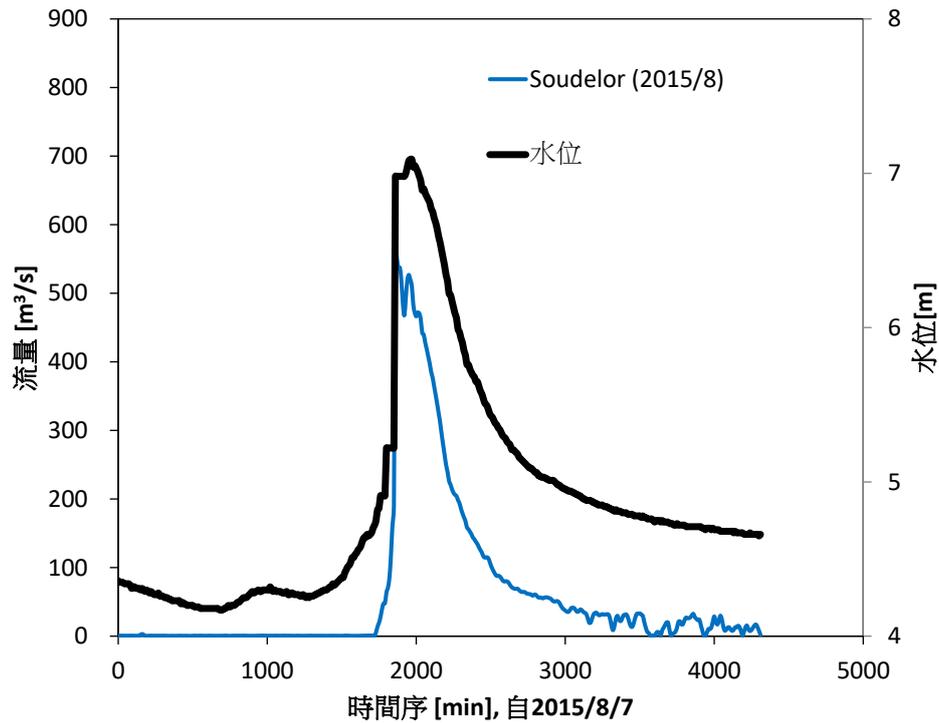


圖 4-35 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(蘇迪勒颱風 2015)

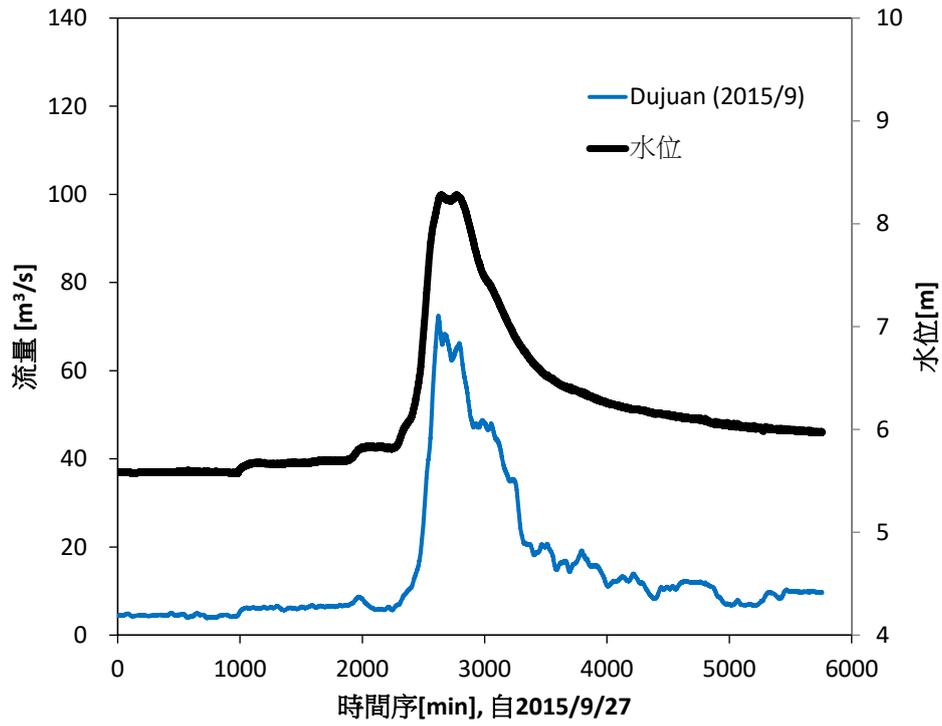


圖 4-36 流量推估成果：宜蘭河流域員山大橋(杜鵑颱風 2015)

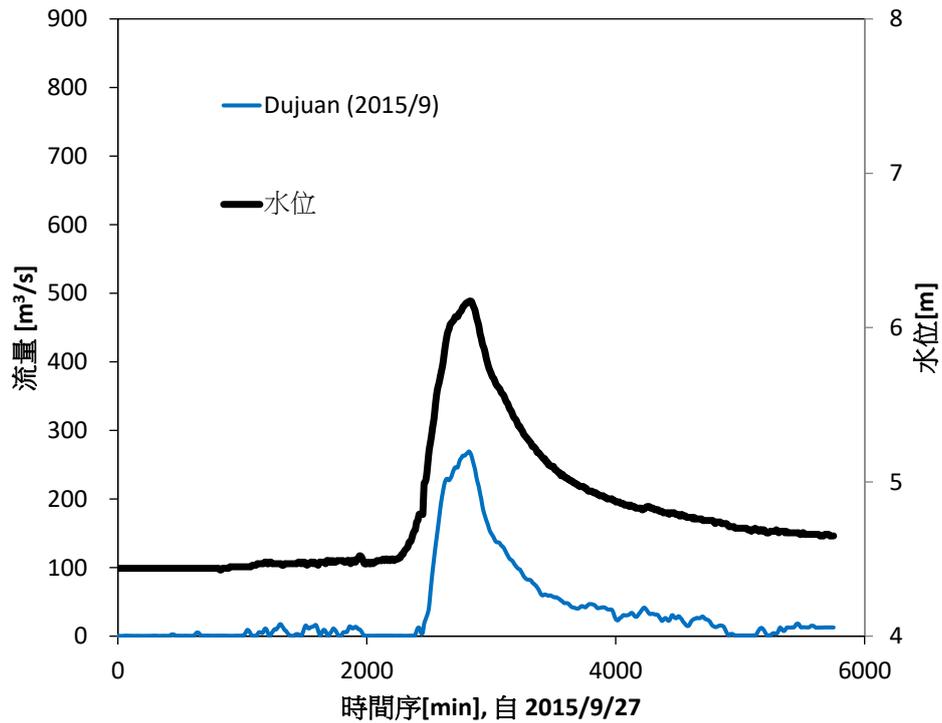


圖 4-37 流量推估成果：宜蘭河流域中山(西門)橋(杜鵑颱風 2015)

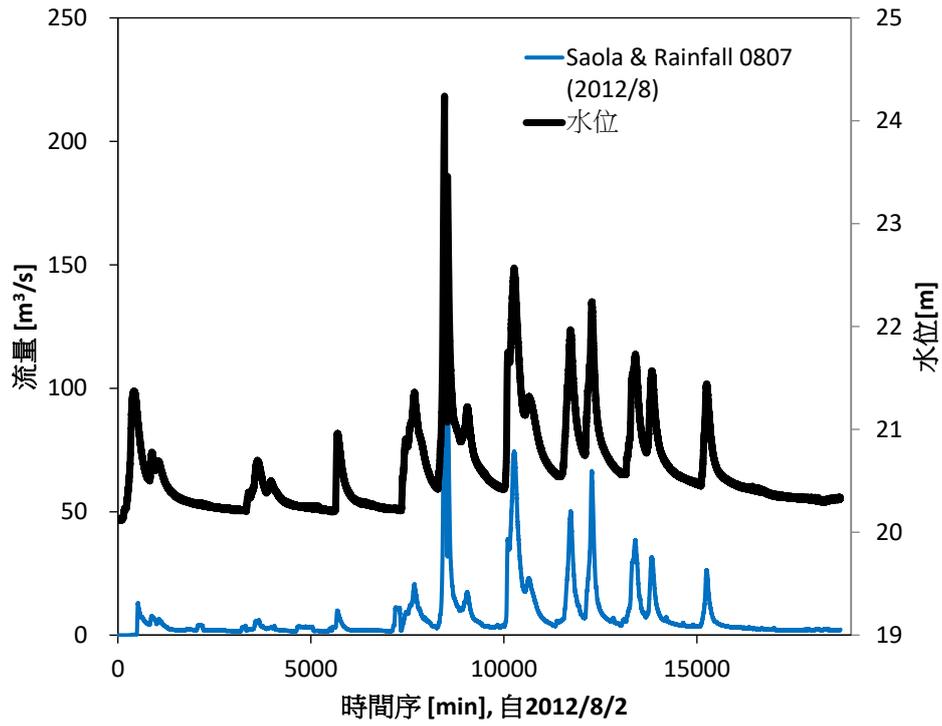


圖 4-38 流量推估成果：典寶溪排水集水區燕鳳橋(蘇拉颱風 2012)

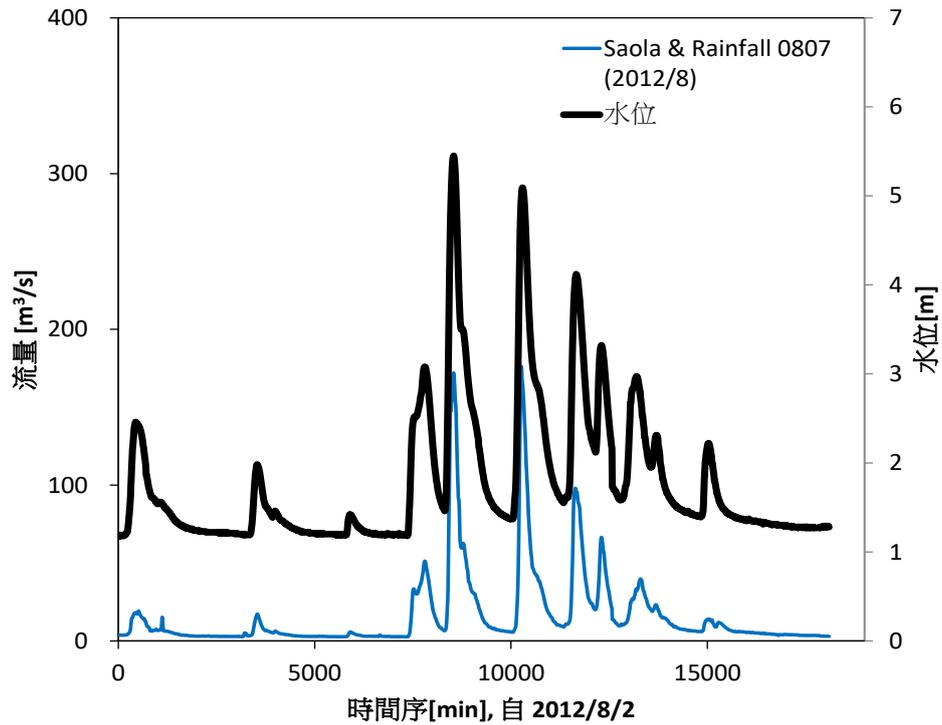


圖 4-39 流量推估成果：典寶溪排水集水區五里林橋(蘇拉颱風 2012)

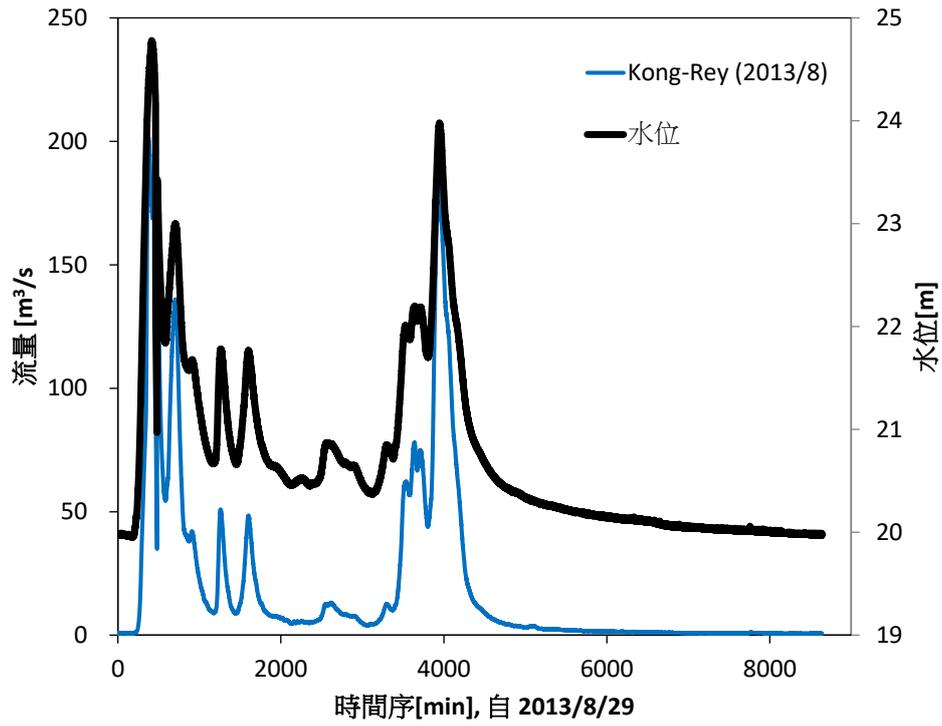


圖 4-40 流量推估成果：典寶溪排水集水區燕鳳橋(康芮颱風 2013)

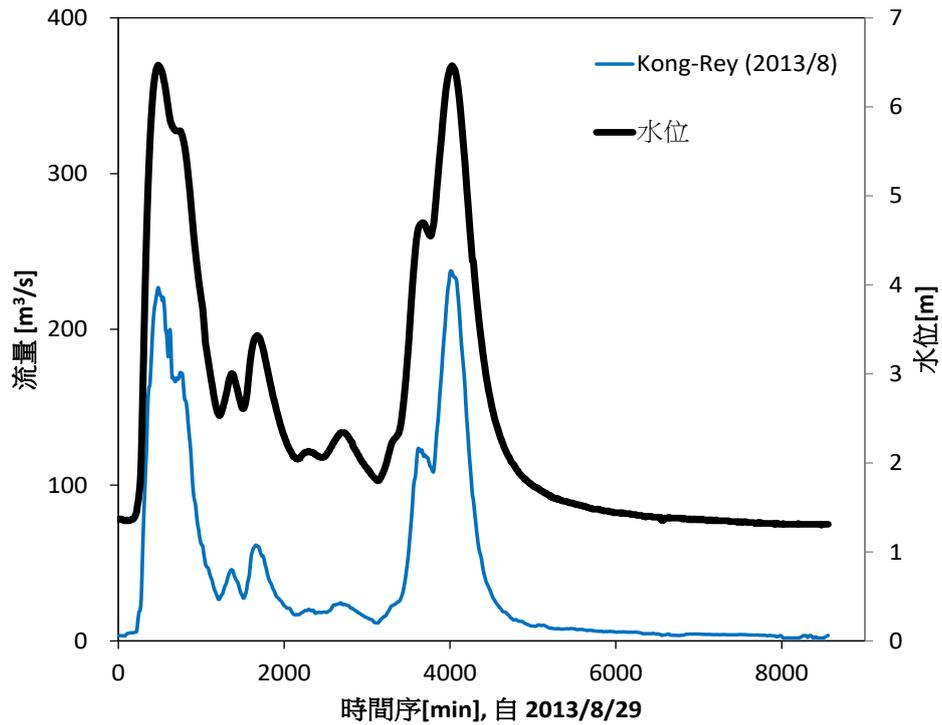


圖 4-41 流量推估成果：典寶溪排水集水區五里林橋(康芮颱風 2013)

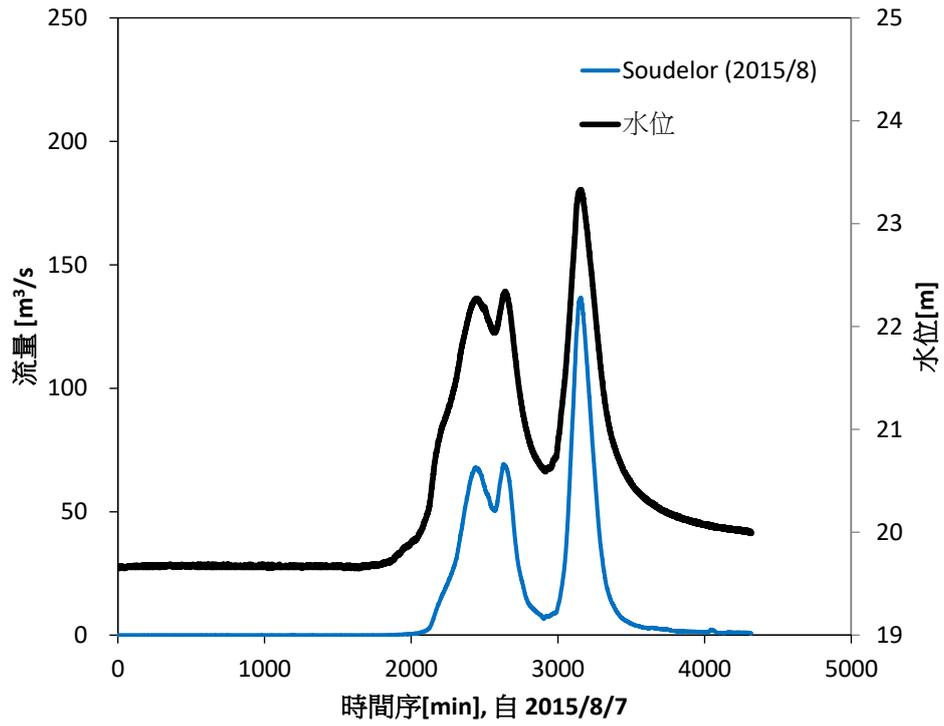


圖 4-42 流量推估成果：典寶溪排水集水區燕鳳橋(蘇迪勒颱風 2015)

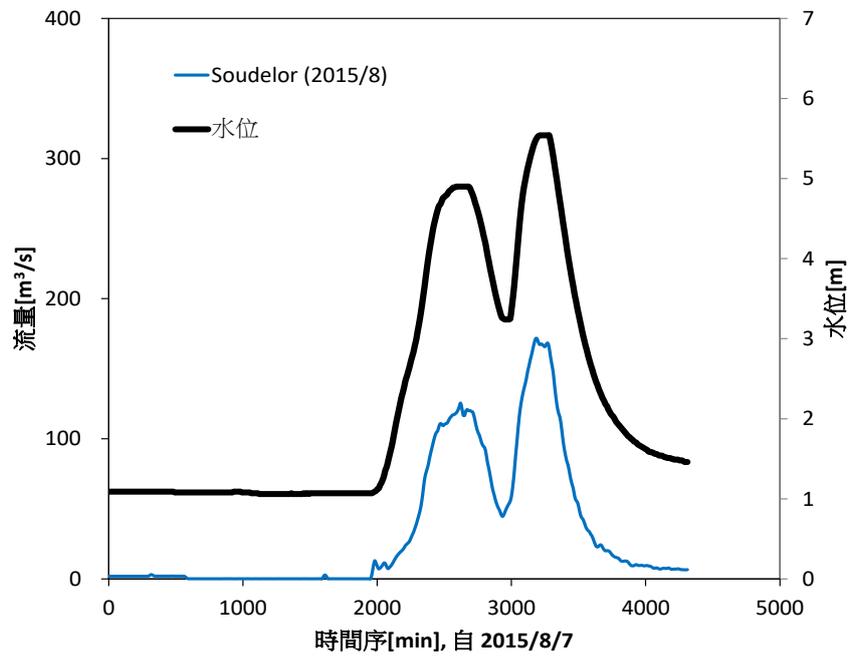


圖 4-43 流量推估成果：典寶溪排水集水區五里林橋(蘇迪勒颱風 2015)

表 4-9 員山大橋與中山(西門)橋全洪程尖峰流量彙整

颱洪事件	尖峰流量 [m ³ /s]			
	宜蘭河流域		典寶溪排水集水區	
	員山大橋	中山(西門)橋	燕鳳橋	五里林橋
蘇拉颱風 2012	100.85	482.82	157.62	176.16
蘇力颱風 2013	100.10	262.00	--	--
康芮颱風 2013	--	--	201.61	237.63
麥德姆颱風 2014	40.78	118.49	--	--
鳳凰颱風 2014	69.22	209.74	--	--
蘇迪勒颱風 2015	122.40	561.21	136.71	171.57
杜鵑颱風 2015	72.52	269.42	--	--

註：-- 表示該場事件未進行流量推估

五、水位流量率定曲線建立

河川水位與流量一直隨時間而改變。為獲致連續之流量資料，一般而言，須經由水位及流量所建立之關係對應推求而得。此一水位與流量之對應關係稱之為水位流量率定曲線(Rating Curve)或簡稱為率定曲線。通常以水位為縱坐標，流量為橫坐標，用以表示該水文觀測站之水位與流量關係。此率定曲線受河道特性，如河道斷面型態、河床坡度及粗糙度所影響。為作業需要，水位流量率定曲線之建立必須建立在足夠充分之觀測紀錄上，該觀測紀錄需涵蓋較大範圍之水位流量資料。通常在中低水位較易觀測準確之河川流量，然而在高水位缺乏實際觀測流量之情況下，對於率定曲線資料外延則必須謹慎。此外，若水文測站受迴水及變量流等效應影響，則須進行適當之校正。若觀測水文站所屬之河道穩定，則可利用相對較少之觀測資料建立水位流量率定曲線，但仍需定期以觀測資料檢視所建立之水位流量率定曲線之合理性。

(一)文獻回顧

一般而言，水位流量測站之選擇須以順直河段且該河段之泥沙運移相對穩定，底床沖淤不明顯為首要考量。然而就實務上而言，上述測站位址不易尋得，水文觀測站之水位流量關係常受站址附近之種種條件所影響，Hersch(2009)針對水位流量之關係予以分成八大類，簡述如下：

- 1、若測站具有永久控制點，則水位流量可以一簡單函數表示，如圖 4-44(a) 所示。此一率定關係仍需不定時以觀測之水位流量資料進行確認。
- 2、沖積河流常因泥沙運移，進而影響輸水容量、水力粗糙度、河道彎曲度及能量坡降等，故不易決定水位流量之關係。此外，由於水沙交換之複雜亦造成水位流量關係隨時間而易，增加決定水位流量關係之困難度，如圖 4-44 (b) 所示。以台灣濁水溪為例，其下游自強大橋位處砂質河段，該河段受洪水作用造床活動明顯，水位流量

率定曲線經常異動，每逢洪水事件後皆須檢視該率定曲線之適用性。

- 3、河道上之水草會減低輸水容量(通水斷面)、增加糙度並導致在同一流量下形成較高水位之關係。相反地，若將水草或野草清除，則水位流量之關係將可回復至原本無野草之情況。通常水位流量率定曲線伴隨野草生長情形可表為數個不同族群之率定曲線，如圖 4-44 (c)所示。
- 4、若水文測站之河川表面受浮冰所覆蓋，則濕周及粗糙度隨之增加而通水斷面積則隨之減少，且在同一流量下形成較高水位之關係，與前述在雜草叢生情況下之水位流量關係類似。水位流量受浮冰之形成與融化影響甚巨，唯一決定率定曲線之辦法，即盡量進行多次流量觀測，並將所觀測之流量資料與水位、溫度及降水量做比較，以詮釋各水文量彼此間之關係，如圖 4-44 (d) 所示。目前台灣水利署之水文測站尚無需考慮浮冰覆蓋所衍生之率定曲線問題。
- 5、若水文測站之下游側設有堰、水壩、分流工或支流匯入，則該水文側站所觀測之流量可能受下游河川水位之影響。因此，一般之校正作法係在該水文側站(主要水文站, Main station)下游設置輔助水文站(Secondary gauge station)以觀測上、下游水文站之水位差，並對主要水文站所觀測之流量進行校正，如圖 4-44 (e) 所示。
- 6、若水文站下游側包含局部控制斷面，例如瀑布，急流或水壩等。則該控制斷面可決定水文測站在低流量情況下之水位流量關係。但有些時候，水文站下游之控制斷面可能因為支流匯入流量或水壩操作而發生浸末情形，則必須在此主要水文站之下游側建立輔助測站以觀測水位並校正流量，如圖 4-44 (f) 所示。本研究宜蘭河流域中山(西門)橋下游之充館堰即為一例。

- 7、在某些緩坡低坡降河道，其水位流量率定曲線受流量(或水位)改變率所影響(即變量流效應)。若水位增加急速，則實際流量較觀測流量為大。反之，若水位急速降落，則實際流量較觀測流量為小，如圖 4-44 (g) 所示。
- 8、在某些水文測站所在河道之洪水平原可能會發生溢堤(out-of-bank)或河道堵塞(ponding)之情形。在同一水位之情況下，洪水上漲階段(rising limb)，部分洪水量自深槽滿溢至其兩側之洪水平原，抬升面坡降固增加流量。相反地，退水階段(falling limb)，水流自洪水平原回流至主深槽，造成迴水效應，致使流量減少。因此，每次洪水事件之水位流量關係具有其獨特之迴圈(loop)，目前尚無較佳之方法來決定此一情況下之水位流量關係曲線。

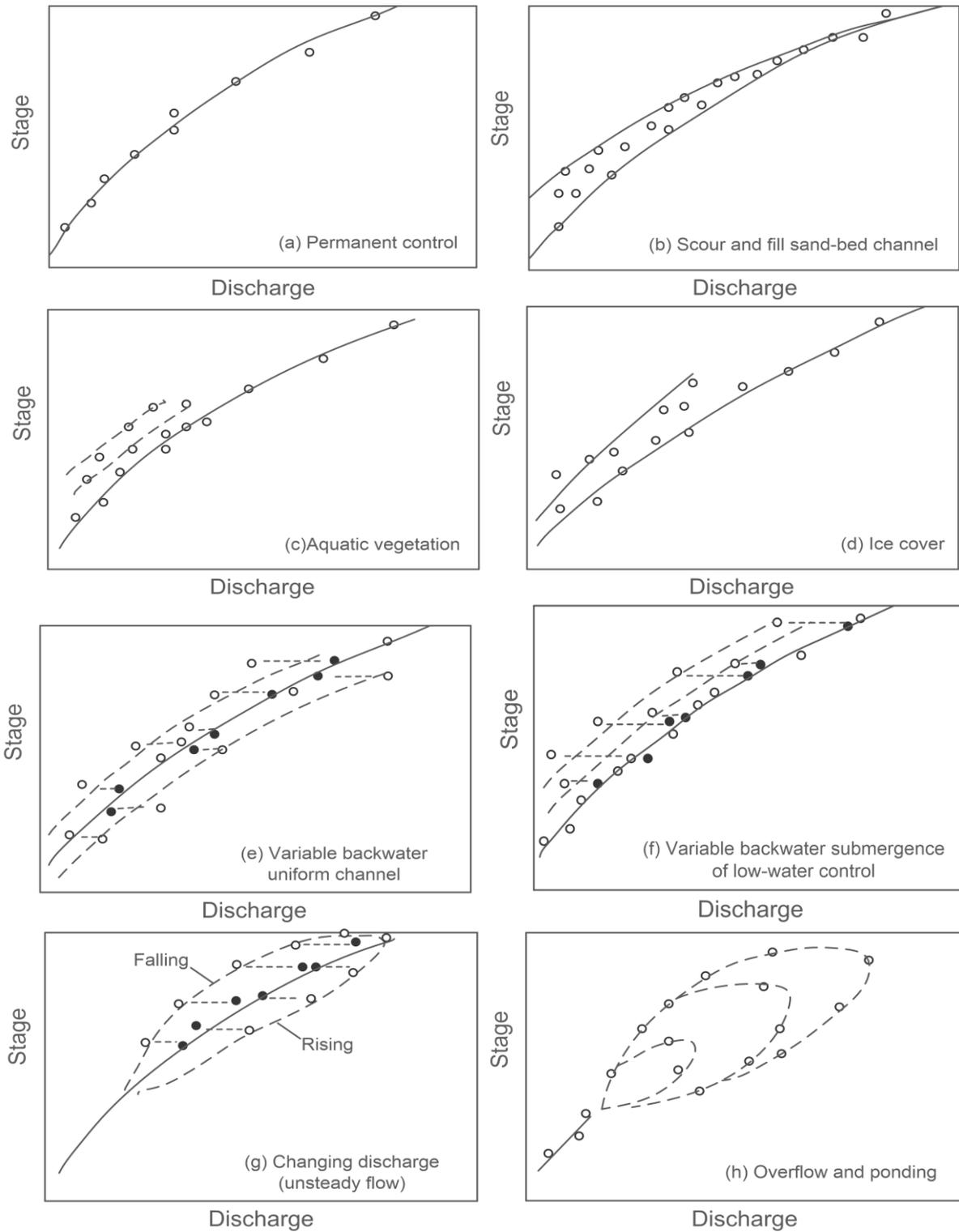


圖 4-44 水位流量率定曲線型態

許盈松等人(2006)曾依據水文測站之地理位置、地文、水文及河川特性，針對淡水河、八掌溪、曾文溪、卑南溪、花蓮溪及蘭陽溪等六條河川共 30 處水文測站之歷年水位流

量資料予以分成長期穩定型、年穩定型、分段型及散亂型等四類，如表 4-10 所示。茲依率定曲線之分類，舉例以第十河川局淡水河三峽站(長期穩定型，如圖 4-45 所示)、第九河川局花蓮溪花蓮大橋站(年穩定型，如圖 4-46 所示)、第八河川局卑南溪新武呂站(分段型，如圖 4-47 所示)及第五河川局八掌溪軍輝橋站(散亂型，如圖 4-48 所示)進行扼要說明。

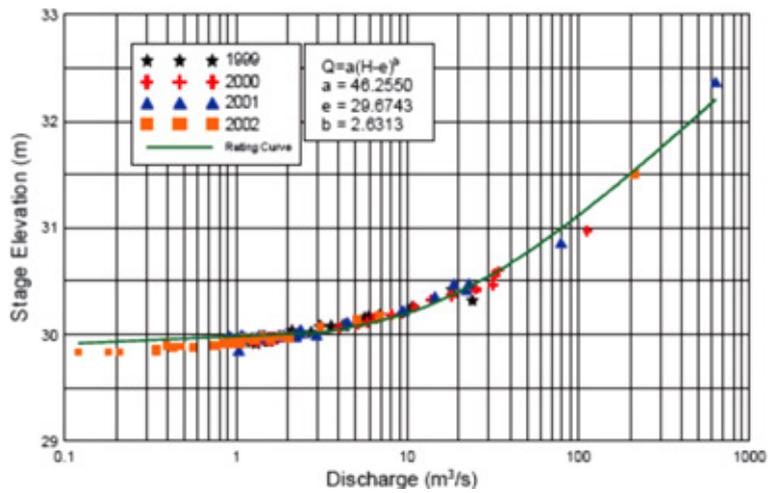


圖 4-45 淡水河三峽站-長期穩定型水位流量率定曲線(許盈松等，2006)

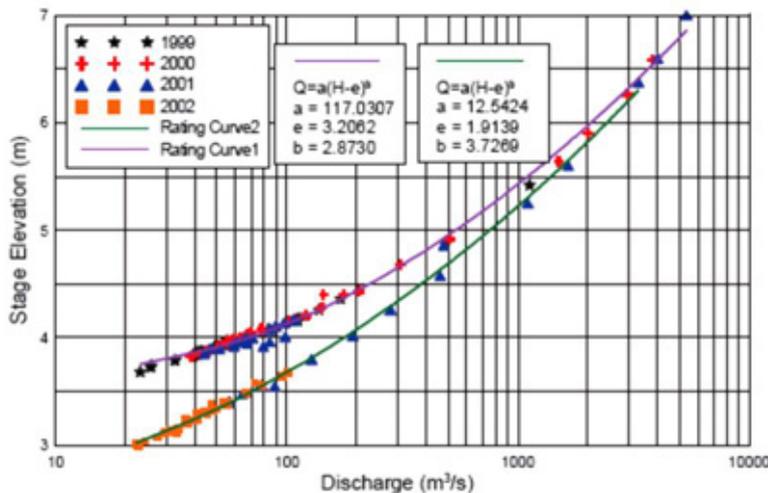


圖 4-46 花蓮溪花蓮大橋站-年穩定型水位流量率定曲線(許盈松等，2006)

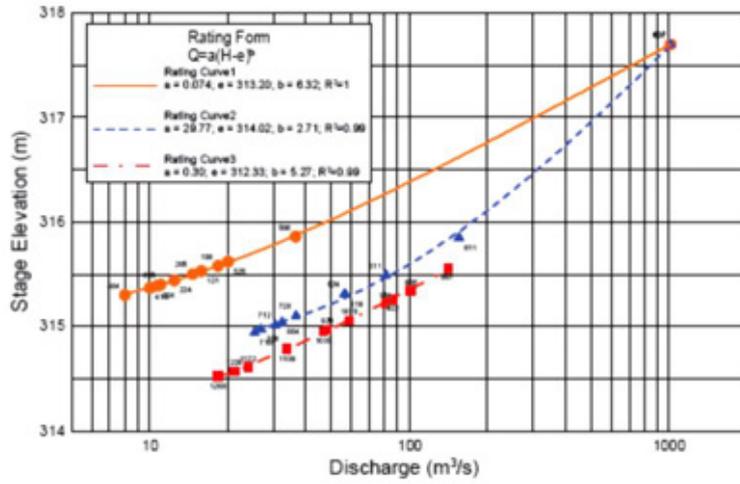


圖 4-47 卑南溪新武呂站 1999 年-分段型水位流量率定曲線(許盈松等，2006)

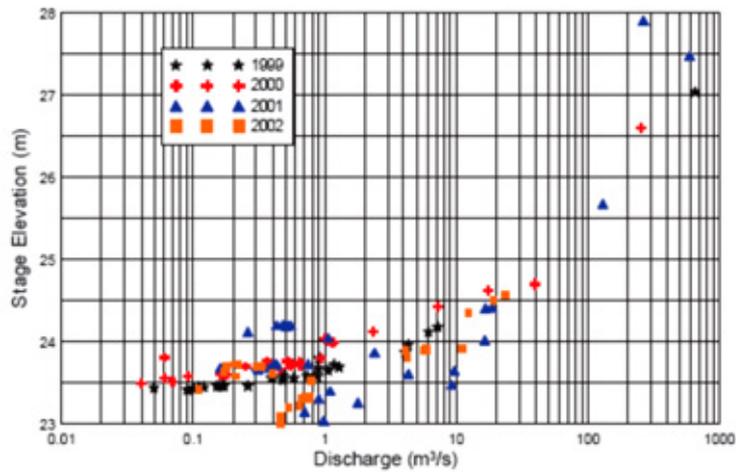


圖 4-48 八掌溪軍輝橋水位流量資料(許盈松等，2006)

表 4-10 水位流量率定曲線分類結果表(許盈松等人，2006)

率定曲線分類	特性	率定曲線適用方法	適用之水位流量站
長期穩定型	一年之內的水位-流量對應關係良好，可以一條曲線加以描述。且歷年的水位-流量關係無太大的變動，幾乎可以一條率定曲線代表其水位流量關係。	歷年資料可以單一曲線直接繪製。	06 曾文溪 玉田
			06 曾文溪 新中
			09 花蓮溪 平林
			09 花蓮溪 箭瑛大橋
			10 淡水河 三峽
			10 淡水河 五堵
			10 淡水河 介壽橋
			10 淡水河 秀朗
			10 淡水河 橫溪
			10 淡水河 寶橋
年穩定型	一年之內的水位-流量對應關係良好，可以一條曲線加以描述。但歷年的水位-流量關係稍有變動。	每年以單一曲線直接繪製。	01 蘭陽溪 中山(西門)橋
			06 曾文溪 左鎮
			09 花蓮溪 花蓮大橋
			10 淡水河 三鶯橋
			10 淡水河 上龜山橋
分段型	因河川底床沖淤或河床變動的影響，一年內之水位-流量關係可大致分為2 至3 個群組。並依資料點發生的順序，以2 至3 條率定曲線加以描述水位-流量間的關係。	依資料點群聚位置加以分段繪製或使用類神經網路法分段繪製。	01 蘭陽溪 蘭陽大橋
			08 卑南溪 大崙
			08 卑南溪 台東大橋
			08 卑南溪 延平
			08 卑南溪 新武呂
			08 卑南溪 瑞源
			09 花蓮溪 馬鞍溪橋
			09 花蓮溪 仁壽橋
			09 花蓮溪 萬里溪橋
			散亂型
01 蘭陽溪 家源橋			
05 八掌溪 軍輝橋			
05 八掌溪 常盤橋			
05 八掌溪 義竹			
05 八掌溪 觸口			

(二)水位流量率定曲線之建立及延伸探討

河川水位流量之關係雖可透過水文站之歷史觀測紀錄而建立。然現有觀測技術不易在高流速之極端水文事件下之獲取流量資料。因此，利用既有觀測資料並延伸率定曲線，以獲得高水位之流量則極為重要。以下說明三種方法：1、對數延伸法；2、多項式延伸法；3、指標流速法。

1、對數延伸法(Logarithmic method of extension)。假設水

位流量關係可表為下式：

$$Q = C(H - a)^b \quad (1)$$

其中，Q 為流量，H 為水位，a 為無流量時之水位，C 及 b 為常數，須由觀測資料迴歸求出。一旦以統計迴歸之方式得出 a, b 及 C 等三個待定常數後，吾人即可根據公式(1)，作為高水位高流量情況下率定曲線外延之推測。

- 2、多項式延伸法(Polynomial method of extension)為假設水位流量關係可以下列多項式表示：

$$Q = a_0 + a_1H + a_2H^2 + a_3H^3 \quad (2)$$

其中待定常數 a_0, a_1, a_2, a_3 須利用實測之水位與流量資料，拓過統計回歸分析而得。對數延伸法及多項式延伸法為目前水利單位所廣泛採用，兩者皆以水位為推估流量之唯一參數，根據表 1 中 Herschy(2009)及許盈松等人(2006)所介紹之數種國內外時測之水位流量關係，除河道型態其流況為長期穩定外，實難以單一變數(水位)合理推估流量，關於這點 Rantz(1982)亦早已提出說明。

- 3、指標流速法(Index-velocity method of extension)，主要為改善以水位為單一變數所製作率定曲線之限制及誤差，美國地質調所近年建議針對河道相對穩定之流量測站以水位面積率定曲線(area rating curve)及指標流速法(Index-velocity method)建立率定曲線(Oberg and Levesque, 2012)。其中水位面積率定曲線由於擇定之流量站其河道斷面相對穩定，通常以水位為自變數，通水面積為應變數，採多項式迴歸即可輕易建立水位與通水面積之關係。此外，指標流速法所指之指標流速則牽涉到連續流速觀測儀器所觀測之流速與斷面平均流速之關係。Oberg and Levesque(2012) 與(Huang, 2004)分別於穩定河道及灌溉渠道之岸壁架設 low-cost Doppler velocity meter (ADVM)及 Horizontal

ADCP(H-ADCP)觀測某一水層之流速作為指標流速，再配合 acoustic Doppler velocity profiler (ADCP)所觀測之斷面平均流速及相應之水位即可建立指標流速與斷面平均流速之關係。惟，其所架設之流速觀測設備須浸沒於水中，恐有遭流木水草與滾石撞擊破壞之虞。本研究考量儀器設備維運及觀測數據取得之連續性，遂改以雷達波觀測表面流速，並據以作為指標流速之參考。

本研究以宜蘭河員山大橋及中山(西門)橋;典寶溪排水燕鳳橋及五里林橋水位流量觀測站為例，採用 ADCP 於 2012(民國 101 年)至 2016 年(民國 105 年)於梅雨及颱風期間所觀測之流量資料作為分析之依據，並搭配測站之水位及表面流速資料，依上述三種流量推估方式建立其所需之係數，進而討論在現有觀測資料範圍內，就流量測站所屬之特性討論各種流量推估方法之表現。

圖 4-49 為宜蘭河員山大橋之水位流量關係暨本計畫團隊以 ADCP 進行流量觀測時之相應水位範圍。由圖 4-49 與圖 4-50 可知員山大橋目前觀測資料之水位及流量範圍分別約介於 6~8m 及 15~60m³/s。員山大橋之河川斷面呈現一主深槽及右岸洪水平原，本研究團隊於 2013 年蘇力颱風(Typhoon Soulik)及潭美颱風(Typhoon Trami)之 ADCP 流量觀測其水位範圍多落在深槽區內，而 2015 年蘇迪勒颱風(Typhoon Soudelor)之 ADCP 流量觀測其水位高於深槽區河床，流量觀測時之相應最高觀測水位接近 8m，高出右岸河床約 0.6m。就觀測之水位及流量資料而言，似乎水位低於洪水平原河床高(潭美颱風之觀測資料)與水位高於洪水平原(蘇力與蘇迪勒颱風之觀測資料)之水位流量關係存在些微差異之趨勢。本研究目前係以所有觀測之水位與流量資料進行分析，未來若增加深槽區低流量

之觀測資料，應可進一步細分員山大橋深槽區與水位高出洪水平原時之水位-流量關係式。

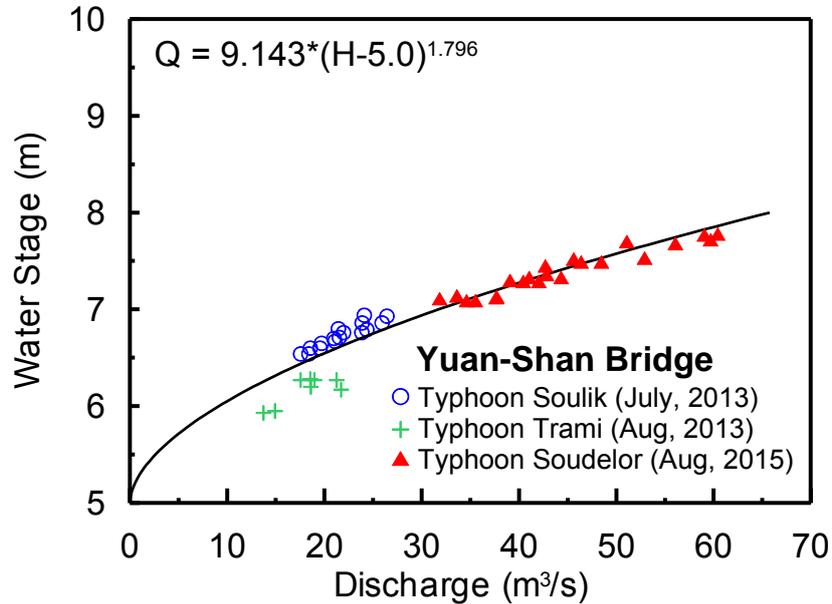


圖 4-49 員山大橋水位流量關係

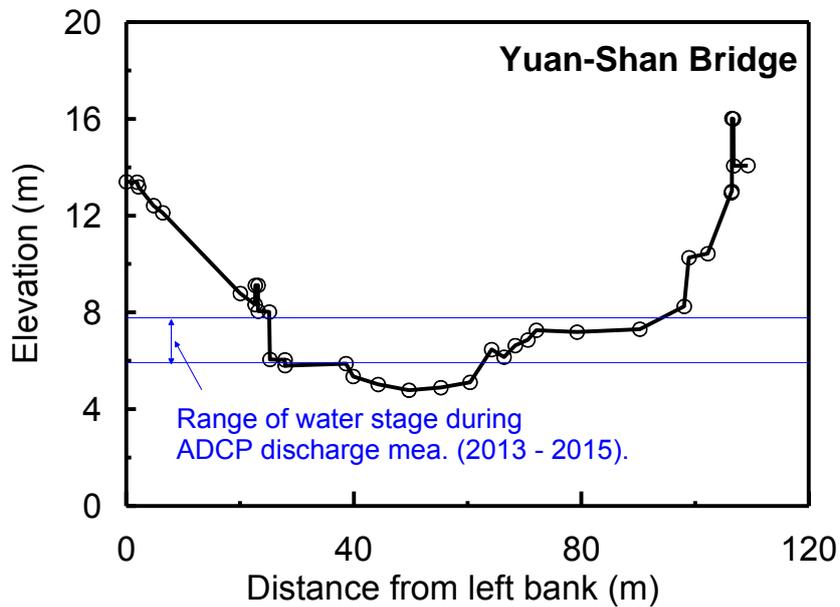


圖 4-50 員山大橋 ADCP 流量觀測之水位範圍

圖 4-51 為宜蘭河中山(西門)橋之水位流量關係暨本計畫團隊以 ADCP 進行流量觀測時之相應水位範圍。由圖 4-51 及圖 4-52 可知員山大橋之水位流量關係相較於中山(西門)橋來得穩定。此二處水位流量站之河道地形在觀測期間並無顯著

之變動，員山大橋之水位流量關係類似 Herschy(2009)所舉之圖 4-44 (a)，而中山(西門)橋之下游側存在充館堰，其水位流量關係則與圖 4-44 (f)相似，充館堰所造成之迴水效應明顯反映在水位流量關係上。

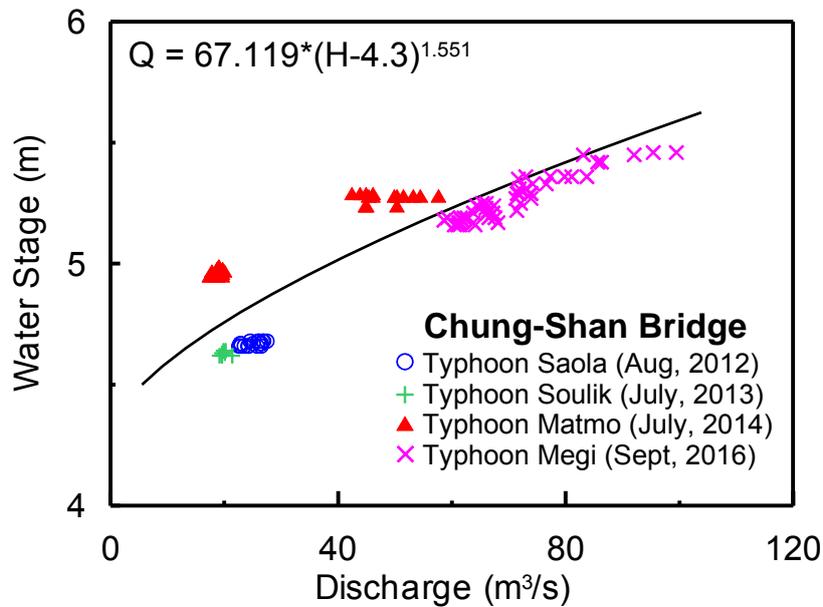


圖 4-51 中山(西門)橋水位流量關係

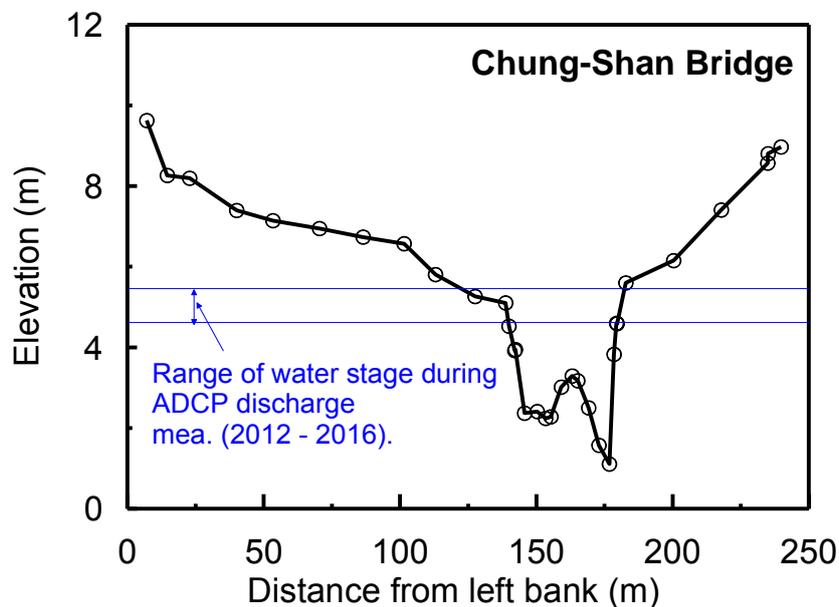


圖 4-52 中山(西門)橋 ADCP 流量觀測之水位範圍

圖 4-53 為典寶溪燕鳳橋之水位流量關係暨本計畫團隊以 ADCP 進行流量觀測時之相應水位範圍。由圖 4-53 與圖 4-54

可知燕鳳橋目前觀測資料之水位及流量範圍分別約介於 20~22m 及 1~60m³/s。整體而言，燕鳳橋河幅約 30m 河川斷面規整，水位流量關係相對穩定。目前仍缺乏水位在 21.5~22m 間之實測流量資料，未來可針對已建立之水位流量關係，於水位介於 21.5~22m 間時進行 ADCP 流量觀測作業，以檢視水位流量關係式之適用性。

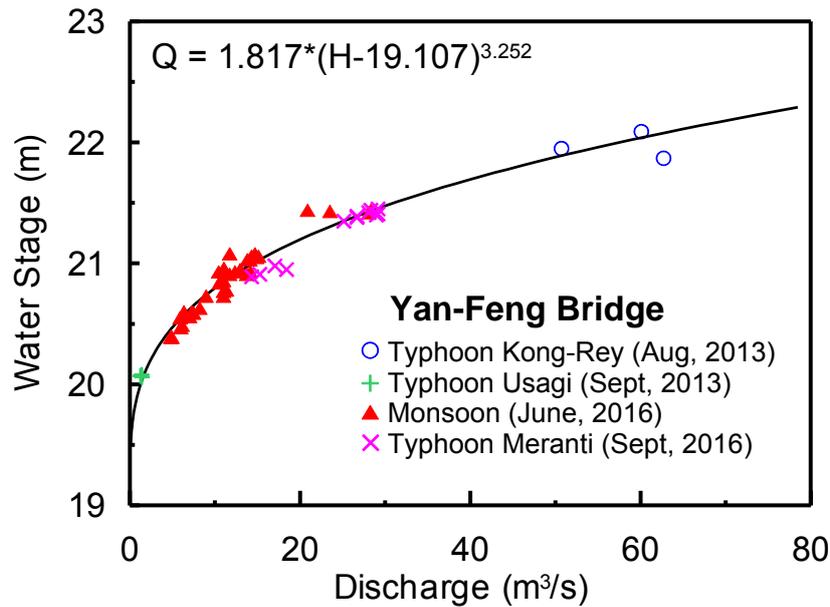


圖 4-53 燕鳳橋水位流量關係

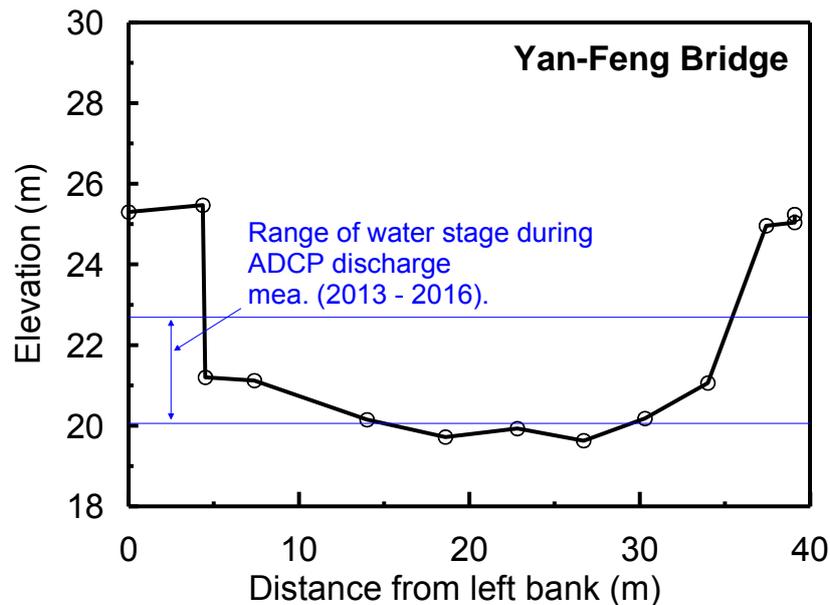


圖 4-54 燕鳳橋 ADCP 流量觀測之水位範圍

圖 4-55 為典寶溪五里林橋之水位流量關係暨本計畫團隊以 ADCP 進行流量觀測時之相應水位範圍。由圖 4-55 與圖 4-56 可知五里林橋目前觀測資料之水位及流量範圍分別約介於 2~7m 及 1~240m³/s。整體而言，五里林橋河幅約 50m 河川斷面規整，水位流量關係相對穩定。目前仍缺乏水位在 5.5~7m 間之實測流量資料，未來可針對已建立之水位流量關係，於水位介於 5.5~7m 間時進行 ADCP 流量觀測作業，以檢視水位流量關係式之適用性。

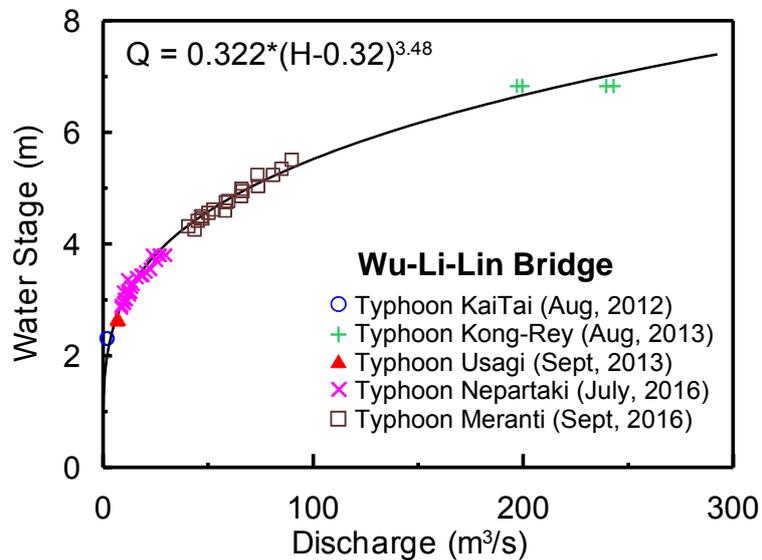


圖 4-55 五里林橋水位流量關係

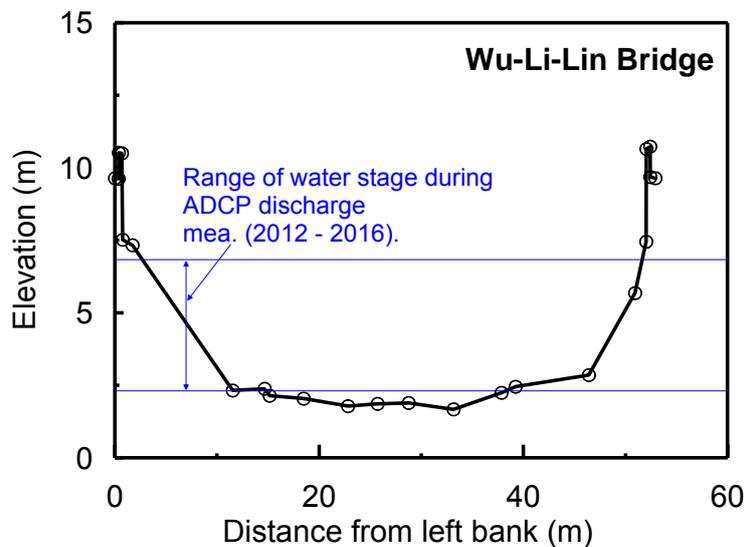


圖 4-56 五里林橋 ADCP 流量觀測之水位範圍

表 4-11 與表 4-12 即為依據上述資料及不同流量率定曲線方法(水位流量;多項式及指標流速)所建立之宜蘭河員山大橋與中山(西門)橋及典寶溪燕鳳橋與五里林橋之相關水位流量率定曲線公式彙整。圖 4-57 至圖 4-60 則分別為員山大橋、中山(西門)橋、燕鳳橋及五里林橋之實測及推估流量比較。

表 4-11 宜蘭河流量率定曲線公式建立表-員山大橋及中山(西門)橋

率定曲線 建立方法	員山大橋	中山(西門)橋	備註
水位流量	$Q = 9.143(H - 5.0)^{1.796}$	$Q = 67.119(H - 4.3)^{1.551}$	$Q(\text{m}^3/\text{s}) = \text{流量}$ $H(\text{m}) = \text{水位}$
多項式	$Q = -0.7657H^3 + 31.914H^2 - 304.9H + 862.76$	$Q = 136.52H^2 - 1287.9H + 3058.9$	
指標流速 法	$Q = AV_m$ $A = -0.467(H - 4.785)^3 + 11.603(H - 4.785)^2 + 9.132(H - 4.785)$ $V_m = 0.504V_s$	$Q = AV_m$ $A = -0.176(H - 1.107)^4 + 4.2(H - 1.107)^3 + 14.579(H - 1.107)^2 + 25.734(H - 1.107)$ $V_m = 0.699V_s$	$A(\text{m}^2) = \text{通水斷面積}$ $V_m(\text{m/s}) = \text{斷面平均流速}$ $V_s(\text{m/s}) = \text{表面流速}$

表 4-12 典寶溪流量率定曲線公式建立表-燕鳳橋及五里林橋

率定曲線 建立方法	燕鳳橋	五里林橋	備註
水位流量	$Q = 1.817(H - 19.107)^{3.252}$	$Q = 0.322(H - 0.32)^{3.48}$	$Q(\text{m}^3/\text{s}) = \text{流量}$ $H(\text{m}) = \text{水位}$
多項式	$Q = 13.609H^2 - 544.3H + 5443.3$	$Q = 11.135H^2 - 55.417H + 72.85$	
指標流速 法	$Q = AV_m$ $A = 0.1649(H - 19.63)^4 - 2.3456(H - 19.63)^3 + 12.4474(H - 19.63)^2 + 3.9348(H - 19.63)$ $V_m = 0.667V_s$	$Q = AV_m$ $A = -0.3108(H - 1.67)^3 + 5.9660(H - 1.67)^2 + 17.0928(H - 1.67)$ $V_m = 0.445V_s$	$A(\text{m}^2) = \text{通水斷面積}$ $V_m(\text{m/s}) = \text{斷面平均流速}$ $V_s(\text{m/s}) = \text{表面流速}$

就員山大橋而言(圖 4-57)，三種流量推估方法之表現結果相近，員山大橋之水位流量關係本身即相對穩定所致。

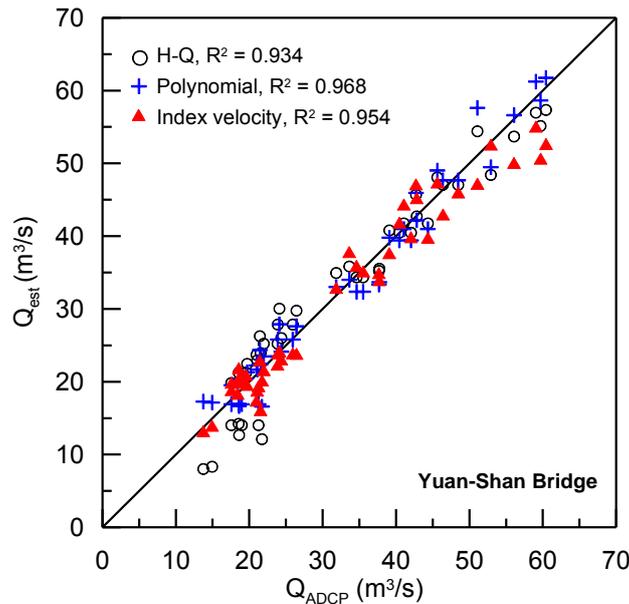


圖 4-57 員山大橋實測與推估流量比較

就中山(西門)橋而言(圖 4-58)，雖然中山(西門)橋下游之充館堰會造成迴水效應，但利用颱風期間現場流量觀測結果進行水位流量率定曲線推估及多項式迴歸，其推估結果與實測值接近。然而由水位流量率定曲線推估結果，看到充館堰所造成迴水效應對於流量推估仍有影響。此外指標流速法之流量推估表現仍佳，因為所需平均流速與表面流速比值是利用現場流量觀測資料推得，加上流量推估並非僅利用水位，而是加入能反應實際流況的流速因子；也因此可避免高水位但低流速流況時的流量誤判。所以指標流速法對於測站位置受到下游阻塞而影響水流順暢之情況可提供可靠的流量推估。

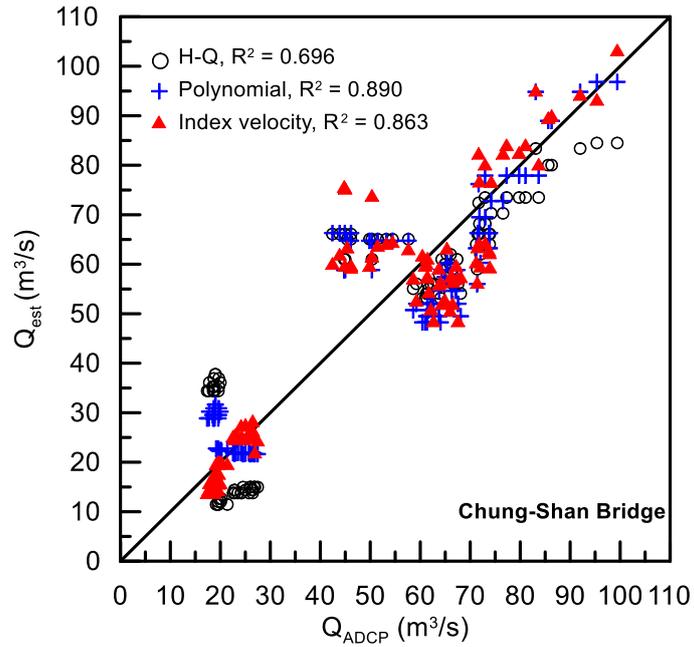


圖 4-58 中山(西門)橋實測與推估流量比較

就燕鳳橋(圖 4-59)與五里林橋(圖 4-60)而言，由於典寶溪排水之河川斷面變動程度較天然河川輕微，斷面型態較為固定，故其水位流量關係相對穩定而明確。前述三種流量推估方法之表現結果差異不大，且都有極佳之表現。

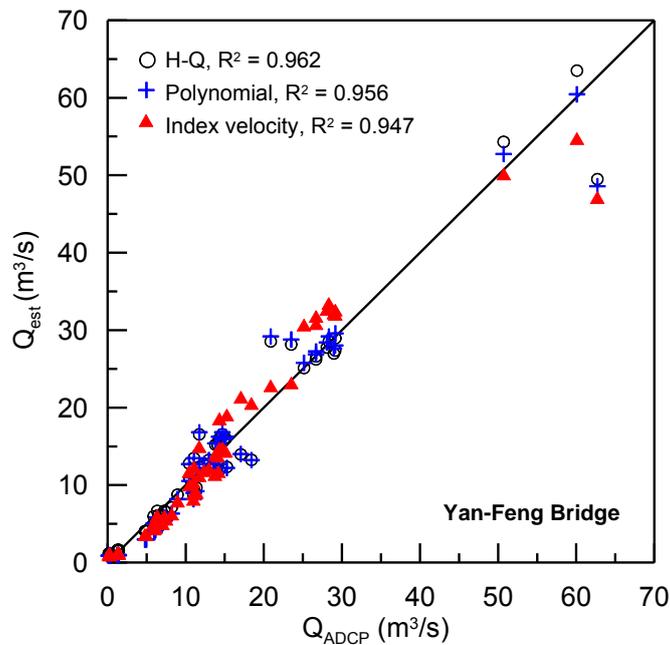


圖 4-59 燕鳳橋實測與推估流量比較

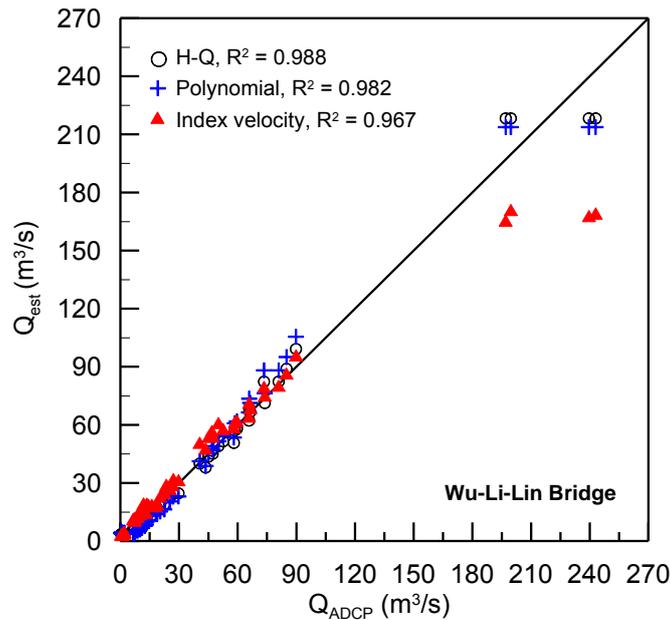


圖 4-60 五里林橋實測與推估流量比較

整體而言，以本計畫宜蘭河員山大橋及中山(西門)橋暨典寶溪燕鳳橋與五里林橋，利用 ADCP 進行河川流量觀測，並搭配水文測站之水位與表面流速資料，確能建立水位流量關係。水文測站若其附近受人工構造物(堰或閘門等)操作而影響其水理條件(水位與流量等)，則若以單一變數(如水位)所建立之流量推估式，則將將有影響。因此，建議未來針對中山(西門)橋特別考量於其鄰近河段新設水位計，了解水面坡降與流量之關係，進而提出適合之流量推估方法；例如於中山(西門)橋下游處慶和橋新設立水位測站。此外，針對員山大橋、燕鳳橋及五里林橋等流量推估表現相對較佳者，未來可就流量缺漏之範圍進行觀測，並檢視本計畫目前所提出之水位流量推估式之適用性。若未來有較大之水文事件其水位超出目前之觀測範圍者，則應以目前所建立之流量推估式，進行外延推估比較，以期進一步了解各家方法在不同河道特性之流量外延推估適用性。

第五章 水文水理模式檢定驗證

一、方法說明及前期計畫成果彙整

針對測試基地內所收集之歷年監測資料可提供水文模式進行測試及驗證，以調整模式符合現況。隨著測試基地內之颱風事件逐漸增加，可用以水文模式檢定驗證之資料亦隨之增加；因此藉由多組事件進行水文模式檢定後則可得到適合流域內之模式參數，以合理描述流域內水文現象，並可提高不同颱風情境模擬的可信度。計畫中挑選 2015 年(民國 104 年)於測試基地影響顯著之蘇迪勒與杜鵑颱風事件進行模式檢定。目前測試基地內之水文監測資料共有降雨、河川水位、河川表面流速及淹水深度，因此計畫中所採用之模式將區分為降雨逕流、洪水演算及二維淹水模擬三種類型，而各類模式則分別採用 HEC-HMS、HEC-RAS 及 SOBEK。對於水文水理模式選擇主要考量模式使用普及性及需求性，HEC-HMS 及 HEC-RAS 已經廣泛使用於降雨逕流與洪水演算模擬；此外目前水利署中以普遍利用 SOBEK 進行水理演算，並應用於集水區規劃、河道整治設計及水工構造物建置評估。圖 5-1 為水文模式檢定之整體流程；主要工作內容為彙整測試基地內颱風事件水文監測資料，將地文背景資料與水文監測資料匯入水文水理模式中，並給予模式初始參數值，再進行颱風事件歷程之模擬運算；其模擬結果與水文監測比較及計算誤差值，若誤差值小於設定容忍值則表示模擬結果符合現況。若誤差值大於設定容忍值則調整給定之模式參數，直到誤差值小於設定容忍值為止。待完成所有颱風事件案例後彙整模式參數。

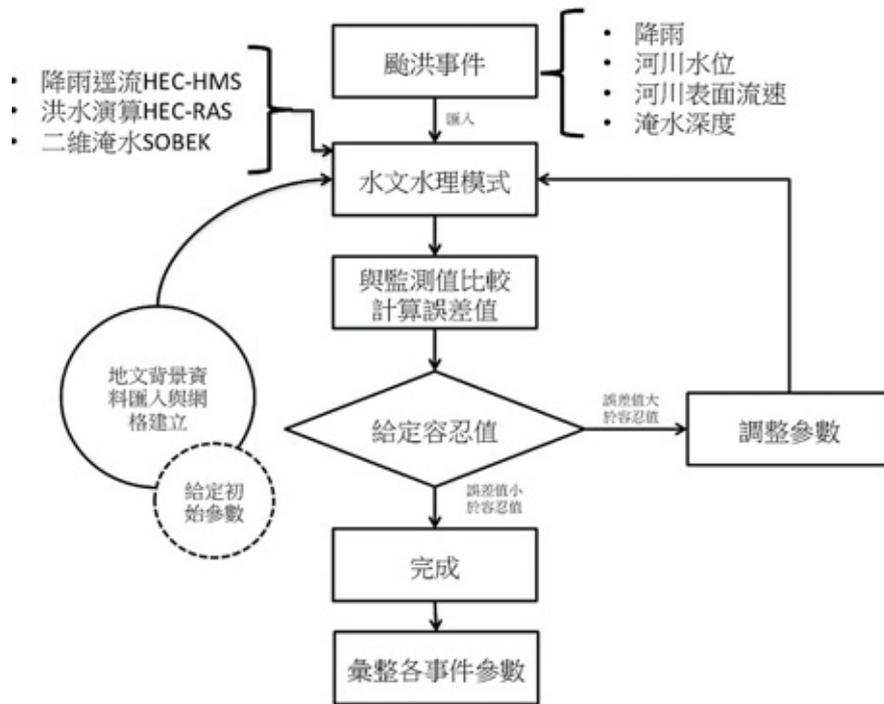


圖 5-1 水文模式檢定之整體流程

誤差容忍值設定以流量為例，針對觀測流量與模擬流量的關係進行效能之評估，首先考慮防災最為關心之洪峰大小及其抵達時間，因此計畫中將採用水文統計中常用的三種指標：洪峰流量誤差百分比(EQP)；洪峰到達時刻誤差(ETP)；效率係數(CE)。藉此三種指標來評定模擬表現，指標說明如下：

$$EQP = [(Q_p)_{sim} - (Q_p)_{rec}] / (Q_p)_{rec} * 100\% \quad (5-1)$$

式中 $(Q_p)_{sim}$ 為模擬洪峰流量， $(Q_p)_{rec}$ 為觀測洪峰流量

$$ETP = (T_p)_{sim} - (T_p)_{rec} \quad (5-2)$$

式中 $(T_p)_{sim}$ 為模擬洪峰到達時間， $(T_p)_{rec}$ 為觀測洪峰到達時間

$$CE = 1 - \{ \sum [Q_{rec}(t) - Q_{sim}(t)]^2 / \{ \sum [Q_{rec}(t) - Q_{a_{rec}}]^2 \} \} \quad (5-3)$$

式中 $Q_{a_{rec}}$ 為觀測流量之平均值； $Q_{rec}(t)$ 為 t 時刻之觀測流量； $Q_{sim}(t)$ 為 t 時刻之模擬流量；CE之值愈接近1，表示模式預測效能愈佳。

2015 年(民國 104 年)前期計畫已經設定容忍值為 $EQ_P < \pm 10\%$ 、 $|ET_P| < \pm 2 \text{ hr}$ 及 $CE > 0.7$ ；根據前期計畫模擬成果，其模擬結果之 EQ_P 、 $|ET_P|$ 及 CE 範圍分別為 $-3.15-24.8\%$ 、 $0.33-1 \text{ hr}$ 及 $0.4-0.99$ 。回顧國內外文獻之降雨逕流模式模擬成果發現(如圖 5-2、圖 5-3 及圖 5-4)：洪峰流量誤差百分比(EQ_P)變化範圍約於 $\pm 20\%$ 間，洪峰到達時刻誤差(ET_P)變化範圍約 $\pm 2 \text{ hr}$ ，且效率係數(CE)則普遍高於 0.6。因此參考 2015 年(民國 104 年)計畫與其他國內外研究模擬成果，計畫中則維持 2015 年(民國 104 年)計畫之設定門檻值。

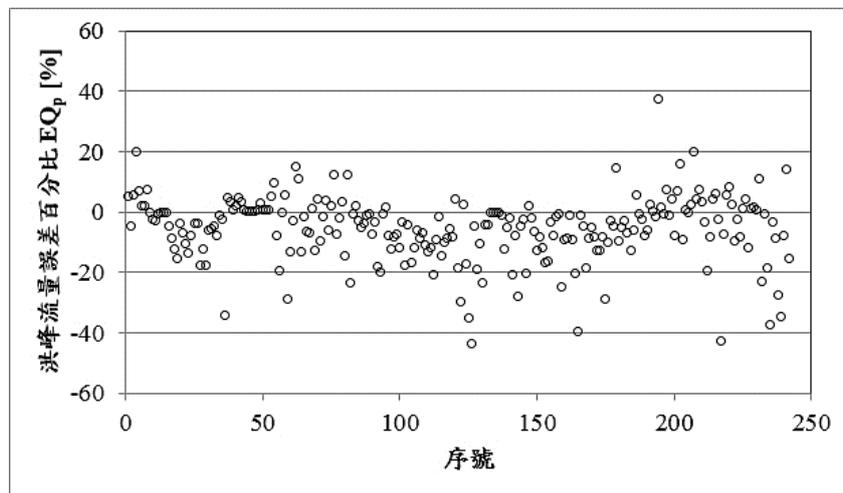


圖 5-2 降雨逕流模式洪峰流量誤差百分比(EQ_P)回顧

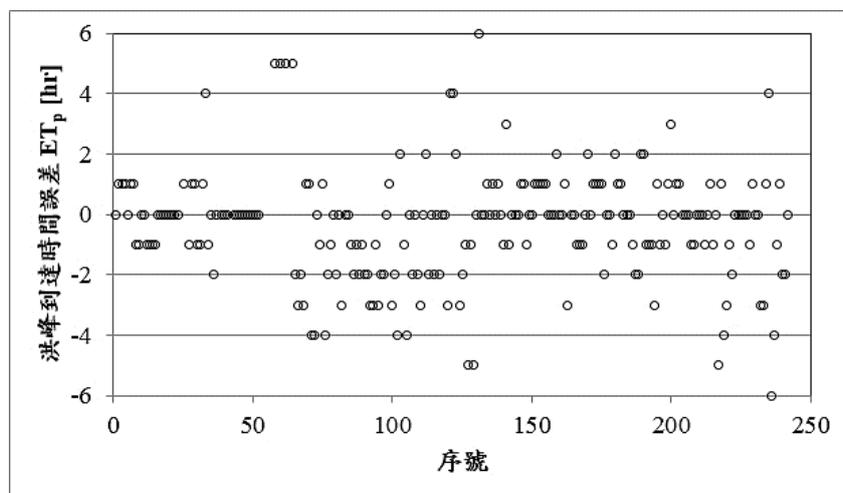


圖 5-3 降雨逕流模式洪峰到達時刻誤差(ET_P)回顧

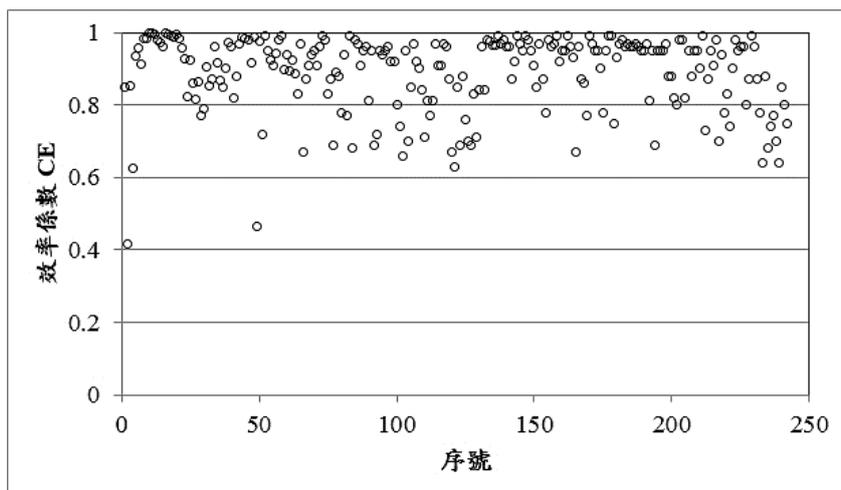


圖 5-4 降雨逕流模式效率係數(CE)回顧

2015 年(民國 104 年)度「典寶溪及宜蘭河防災測試基地監測及加值應用研究」計畫，水文模式檢定選擇對宜蘭河和典寶溪流域影響顯著之颱洪事件共有 4 場：蘇拉颱風(2012/7)、蘇力颱風(2013/7)、康芮颱風(2013/8)及 0809 豪雨(2014/8)來進行降雨逕流、洪水演算及二維淹水模擬三種類型的演算與分析比較。兩個計畫流域於不同模式所採用不同事件之模擬可參考表 5-1。

表 5-1 2015 年(民國 104 年)度各模式採用之模擬案例彙整

地點	宜蘭河流域			典寶溪排水集水區		
	HEC-HMS	HEC-RAS	SOBEK	HEC-HMS	HEC-RAS	SOBEK
颱洪事件	蘇拉颱風	蘇拉颱風	蘇拉颱風	康芮颱風	康芮颱風	康芮颱風
	蘇力颱風	蘇力颱風		0809 豪雨	0809 豪雨	

宜蘭河流域 HEC-HMS 降雨逕流模式、HEC-RAS 河道演算模式和 SOBEK 二維淹水模式於 2015 年(民國 104 年)度不同颱洪事件之模擬誤差如表 5-2 至表 5-4。流量、水位模擬與觀測資料比較以中山(西門)橋為例，詳圖 5-5 與圖 5-6。SOBEK 蘇拉颱風二維淹水模擬參考圖 5-7，並以 SOBEK 一維河道演算模式進行河道水位比較，詳圖 5-8。

表 5-2 2015 年(民國 104 年)度宜蘭河流域 HEC-HMS 模擬案例彙整

模式	HEC-HMS 降雨逕流					
事件	蘇拉颱風			蘇力颱風		
地點	新城橋	員山大橋	中山橋 (西門橋)	新城橋	員山大橋	中山橋 (西門橋)
EQ _P (%)	-12.81	9.35	-3.15	8.75	-5.3	24.8
ET _P (hr)	0.333	0.832	0.5	0.5	0.333	0.832
CE	0.92	0.88	0.81	0.81	0.96	0.4

表 5-3 2015 年(民國 104 年)度宜蘭河流域 HEC-RAS 模擬案例彙整

模式	HEC-RAS 河道演算					
事件	蘇拉颱風			蘇力颱風		
地點	中山橋 (西門橋)	黎霧橋	壯圍大橋	中山橋 (西門橋)	黎霧橋	壯圍大橋
EW _P (%)	-0.99	-5.63	-2.56	-3.3	1.38	-5.3
EWT _P (hr)	1	1	1	1	1	1
CE	0.71	0.85	0.96	0.69	0.90	0.90

表 5-4 2015 年(民國 104 年)度宜蘭河流域 SOBEK 模擬案例彙整

模式	SOBEK 二維淹水					
事件	蘇拉颱風					
地點	新城橋	員山大橋	中山橋 (西門橋)	黎霧橋	壯圍大橋	噶瑪蘭橋
EW _P (%)	4.55	0.36	10.08	16	9.87	0.038
EWT _P (hr)	0.5	1	0.5	1	1	0
CE	0.38	0.45	-1.2	0.25	0.85	0.92

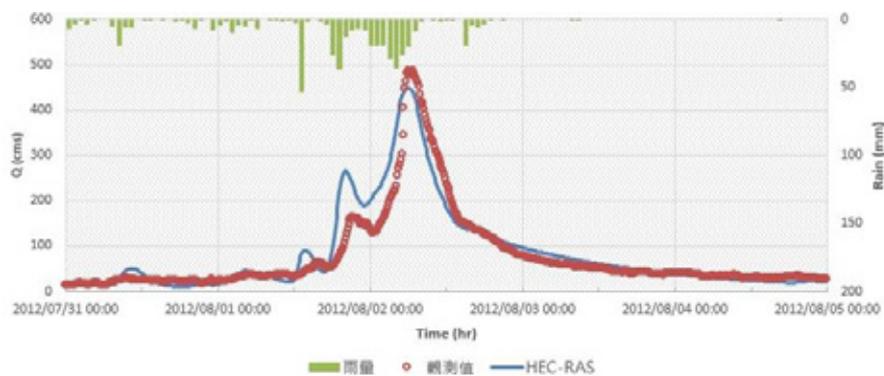


圖 5-5 HEC-HMS 於宜蘭河流域蘇拉颱風模擬與觀測流量比較
— 中山(西門)橋

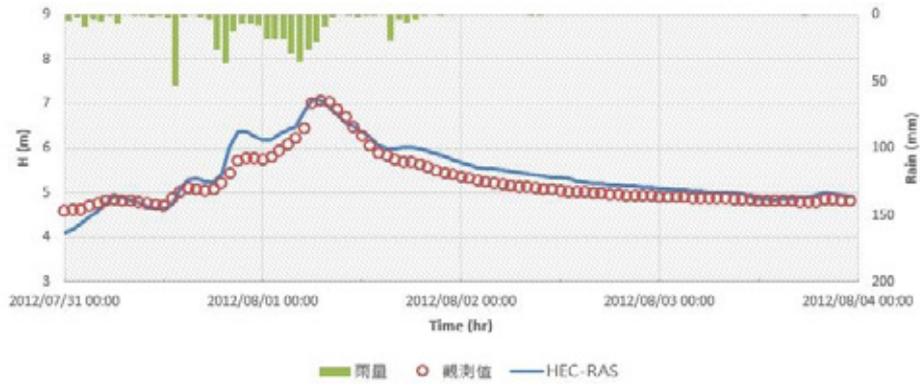


圖 5-6 HEC-RAS 於宜蘭河流域蘇拉颱風期間模擬與觀測水位比較
— 中山(西門)橋

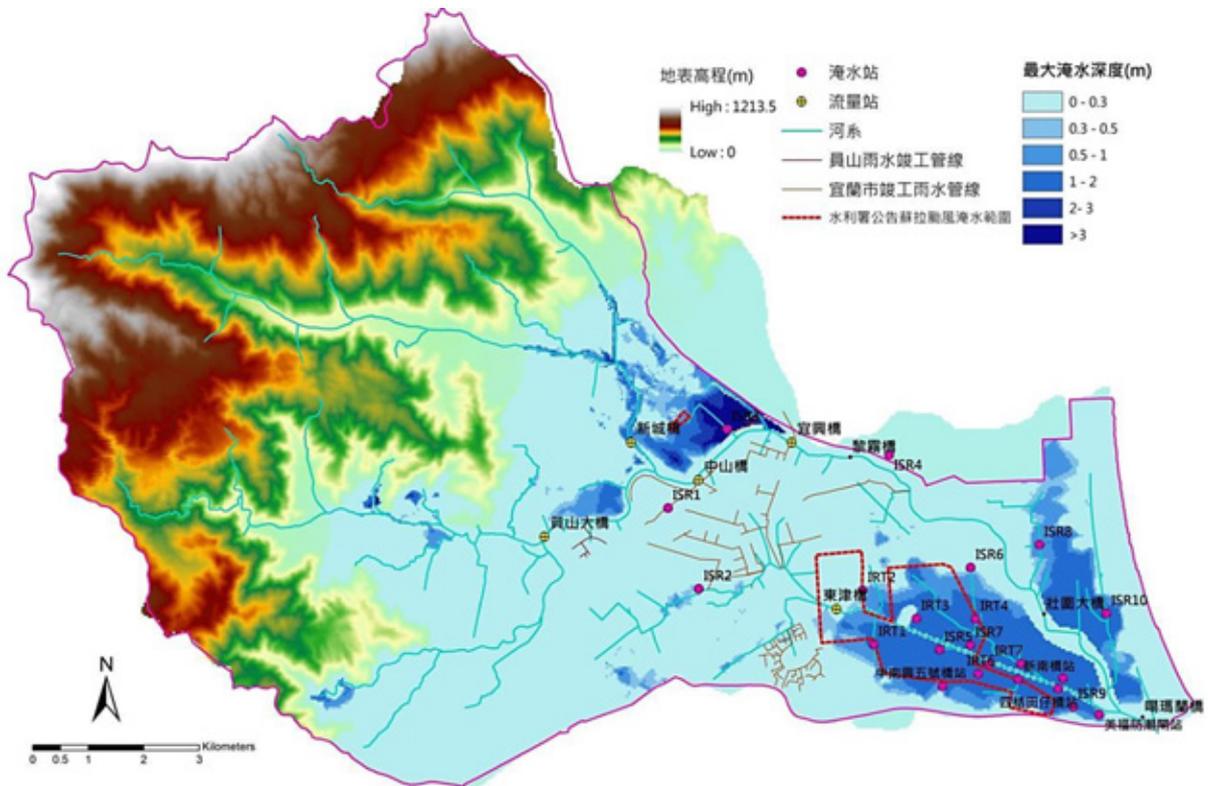


圖 5-7 宜蘭河流域 SOBEK 蘇拉颱風二維淹水模擬結果

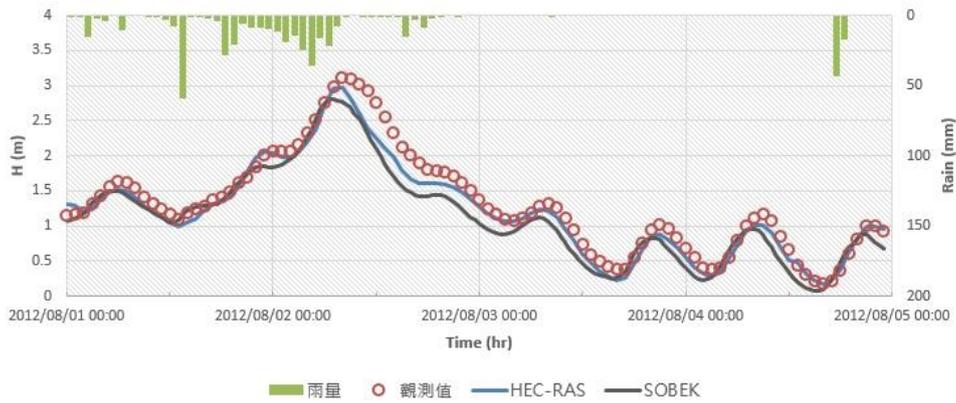


圖 5-8 SOBEK 於宜蘭河流域蘇拉颱風一維河道演算模擬與觀測水位比較
—壯圍大橋

典寶溪排水集水區 HEC-HMS 降雨逕流模式、HEC-RAS 河道演算模式和 SOBEK 二維淹水模式於 2015 年(民國 104 年)度不同颱風事件之模擬誤差如表 5-5 至表 5-7。流量、水位模擬與觀測比較以五里林橋為例，詳圖 5-9 與圖 5-10。SOBEK 康芮颱風二維淹水模擬參考圖 5-11，並以 SOBEK 一維河道演算模式進行河道水位比較，詳圖 5-12。

表 5-5 2015 年(民國 104 年)度典寶溪排水 HEC-HMS 模擬案例彙整

模式	HEC-HMS 降雨逕流					
	康芮颱風			0809 豪雨		
事件	燕鳳橋	聖興橋	五里林橋	燕鳳橋	聖興橋	五里林橋
EQ _P (%)	9.75	9.94	8.21	4.86	10.93	2.39
ET _p (hr)	0.833	0.167	0.833	0.333	0.167	0
CE	0.85	0.87	0.84	0.90	0.86	0.91

表 5-6 2015 年(民國 104 年)度典寶溪排水 HEC-RAS 模擬案例彙整

模式	HEC-RAS 河道演算			
	康芮颱風		0809 豪雨	
事件	五里林橋	鹽埔橋	五里林橋	鹽埔橋
EW _P (%)	-6.24		-3.36	7.96
EWT _p (hr)	1		0	1
CE	0.98		0.96	0.99

表 5-7 2015 年(民國 104 年)度典寶溪排水 SOBEK 模擬案例彙整

模式	SOBEK 二維淹水			
事件	康芮颱風			
地點	三塊厝橋	燕鳳橋	聖興橋	五里林橋
EW _P (%)	6.03	3.54	7.42	5.66
EWT _p (hr)	1	1	2	0
CE	0.75	0.93	0.65	0.62

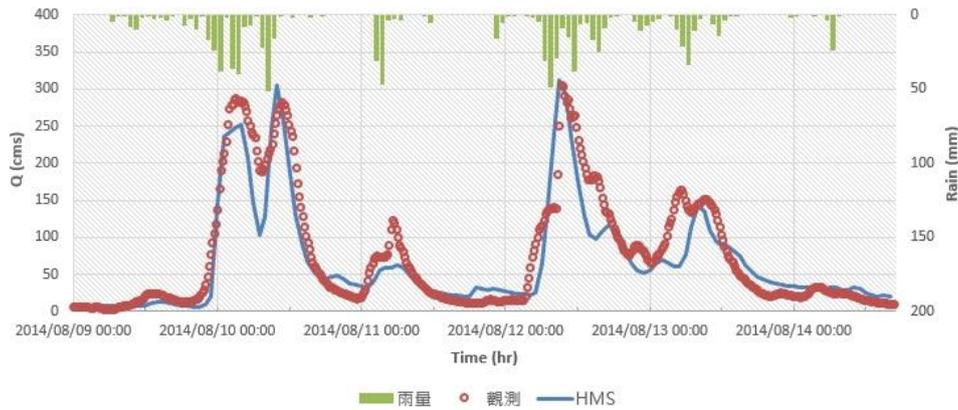


圖 5-9 HEC-HMS 於典寶溪排水 0809 豪雨降雨逕流模擬與觀測流量比較
—五里林橋

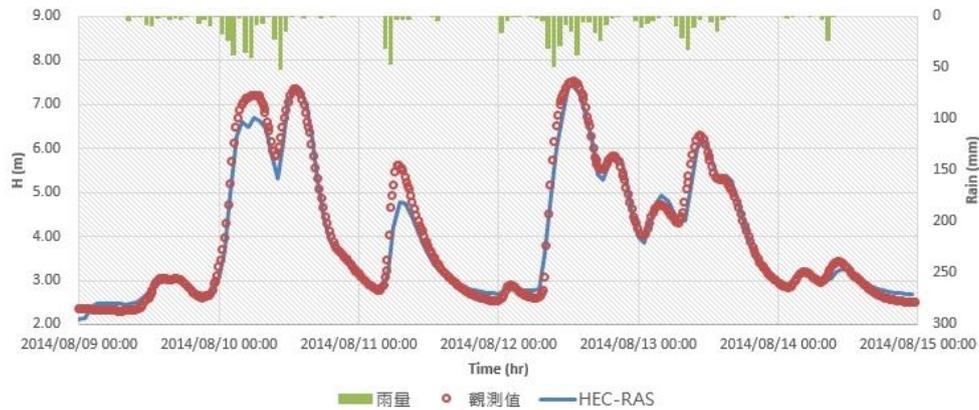


圖 5-10 HEC-RAS 於典寶溪排水 0809 豪雨期間模擬與觀測水位比較
—五里林橋

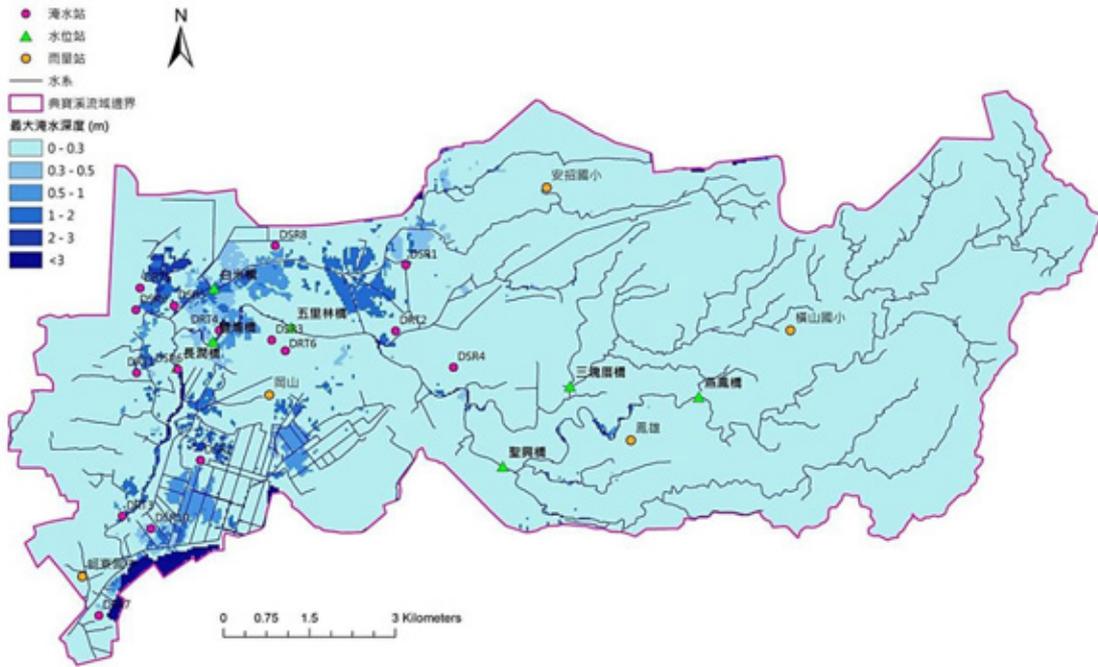


圖 5-11 典寶溪排水集水區 SOBEK 康芮颱風二維淹水模擬結果

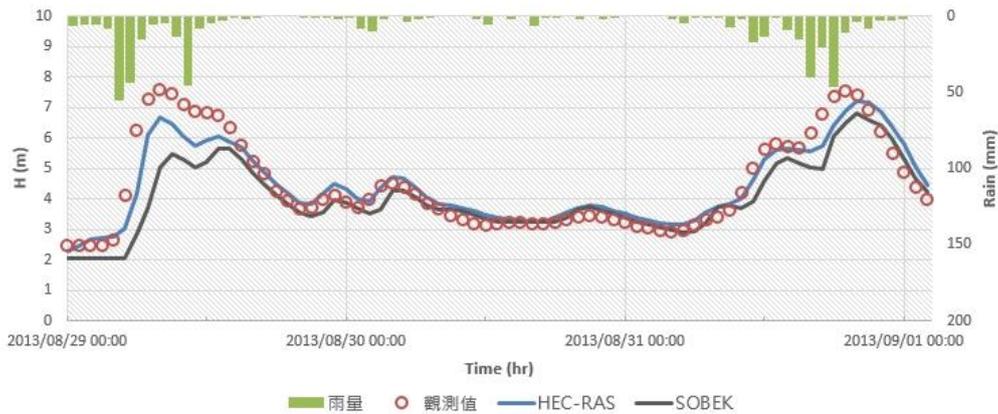


圖 5-12 SOBEK 於典寶溪排水康芮颱風一維河道演算模擬與觀測水位比較
—五里林橋

根據中央氣象局統計，自測試基地建置起(2012/7)至今共計有 97 場颱風形成，其中，真正侵襲台灣且對測試基地有影響之目前所收集資料場次累積為 21 場颱風洪事件。測試基地主要目標為設置高密度水文資料監測網，建立完整監測資料提供相關學術或研究單位進行廣泛、多元模式之測試與檢定驗證或資料參考。針對不同之降雨逕流、洪水演算及二維淹水模式選取影響顯著之颱風洪事件

進行彙整與參數檢定評估。然而每個颱風事件的特性不盡相同，存在變異性與不確定性，調整模式參數來擬合觀測結果，以期達到誤差小於設定容忍值範圍內，此為檢定之步驟流程。目標為累積足夠的颱風案例場次，對於模式參數群的檢定累積足夠的操作經驗來檢視參數值的調整區間幅度，以期能在各試驗基地提供給使用者適當的代表參數設定值範圍。不同模式有不同的調整參數群，參數群以 HEC-HMS 為例為地表入滲損失、不透水率和逕流退水常數…等等；HEC-RAS 主要是河道曼寧 n 值；SOBEK 為土地利用 CN 值和地表粗糙度 KN。長遠而有系統地整理颱風事件參數檢定成果並列表呈現，建立多元「模式參數庫」之概念，而有別於一般傳統的檢定驗證進行洪水頻率分析之情境模擬的方式。

二、宜蘭河流域

(一)降雨逕流模式

計畫採用 HEC-HMS 為降雨逕流模式，美國陸軍兵工團所研發之一維模式，世界各國已經普遍使用於推估降雨所造成之逕流量。降雨逕流模式檢定流程，詳參圖 5-1 所示。首先建立地文背景資料，並給定水文初始參數及輸入條件，即颱風事件所測得之降雨資料。模式執行後之輸出結果為各控制點之流量，並與現場流量比較及計算其誤差值。現場流量為利用實測水位所推求通水面積與折減實測表面流速之平均流速的乘積。模擬與推估流量間之誤差值若小於給定容忍值則表示此組模式參數可適切描述降雨所造成之逕流情況。若誤差值大於設定容忍值則調整給定之模式參數，直到誤差值小於設定容忍值為止。選取 2015 年(民國 104 年)於宜蘭河流域水文觀測紀錄顯著的蘇迪勒颱風(2015/8)、杜鵑颱風(2015/9)事件作為案例呈現；模擬後彙整模式參數並列表。



圖 5-13 HEC-HMS 宜蘭流域模式建立

降雨逕流模擬範圍為新城橋與員山大橋上游段，以宜蘭

河中山(西門)橋為下游邊界。模式之建立如圖 5-13 所示，此模型包含 5 個子集水區單元、5 個渠道單元、3 個匯流點，其中 5 個子集水區單元分別為大礁溪、小礁溪、五十溪、大湖溪和宜蘭河，其各子集水區流域面積及地文特性如表 5-8 所示，而 3 個匯流點分別為為中山(西門)橋、新城橋、員山大橋，使用之上游雨量站分別為龍潭國小匏崙分校、大礁溪、雙連埤、再連及員山國中，而作為率定參數之水位流量站分別為員山大橋、新城橋、中山(西門)橋。

表 5-8 宜蘭河各子集水區地文特性

河流名稱	流域面積 (平方公里)	主流長度(公里)	子集水區 平均坡度
小礁溪	16.74	9.57	1/20 ~1/300
大礁溪	32.41	11.97	1/20 ~1/300
五十溪	30.46	14.16	1/20 ~1/300
大湖溪	15.12	9.30	1/100~1/500
宜蘭河 (中山(西門)橋上游段)	15	0.95	1/100~1/1000

模式輸入之條件為上游雨量資料，分別為龍潭國小匏崙分校、大礁溪、雙連埤、再連及員山國中共 5 站，利用徐昇式法計算各雨量站之控制面積，如圖 5-14 所示，並分配各子集水區之雨量站權重，如表 5-9 所示，作為模式之輸入值。

而模式選擇之模擬方法如表 5-10 所列，於水文單元演算部分，降水損失以初始與定率損失模式；直接逕流轉換以無因次單位歷線(SCS UH)；及基流量以 Recession 退水基流法，而渠道單元演算以運動波法進行模擬。渠道斷面形狀選擇矩型，渠道寬度及曼寧粗糙係數與各子集水區水文單元參數值列表如表 5-11，不同颱風事件之水文單元參數亦不完全相同，依現場觀測情況的變化來調整。各子集水區水文單元

參數值之固定損失率之訂定，取決於宜蘭河流域土地利用現況及地表土壤性質，宜蘭河流域土地利用面積比例以森林為最高，占全面積 40%，其次為農業用地占 38%，都為入滲率高之用地，而地表土壤性質以壤土比例最高。隨時間的推演；都市化過程和土地利用的改變，亦會影響不同年度之不同颱風事件，模擬上，相關水文單元參數因而進行適當調整。



圖 5-14 宜蘭河流域內徐昇式雨量站控制面積圖

表 5-9 宜蘭河各子集水區之徐昇氏多邊形法雨量站權重

子集水區	雨量站	權重
小礁溪	龍潭國小匏崙分校	0.68
	大礁溪站	0.32
大礁溪	龍潭國小匏崙分校	0.16
	大礁溪站	0.73
	員山國中	0.11
	雙連埤站	0.01
五十溪	大礁溪站	0.22
	員山國中	0.23
	雙連埤站	0.45
	再連站	0.09
大湖溪	再連站	0.65
	員山國中	0.34
	雙連埤站	0.01
宜蘭河 (中山(西門)橋上游段)	龍潭國小匏崙分校	0.25
	員山國中	0.75

表 5-10 HEC-HMS 模擬方法

模擬單元	模擬過程	模擬方法	所需參數
水文單元	降水損失	初始與定率損失模式	初始降水損失(公釐)
			固定損失率(公釐/小時)
			不透水率(%)
	直接逕流轉換	無因次單位歷線(SCS UH)	SCS Lag (分)
	基流量	退水基流法	初始流量(立方公尺/秒)
退水常數			
門檻值(%)			
渠道單元	渠道演算	運動波法	渠道長度(公尺)
			渠道寬度(公尺)
			坡度
			曼寧粗糙係數

表 5-11 宜蘭河渠道單元相關參數

河段	河段名稱	渠道長度(m)	坡度	曼寧粗糙係數	渠道寬度(m)
Reach-1	大礁溪與小礁溪匯流處 —新城橋	1654	0.008	0.035	100
Reach-2	五十溪與大湖溪匯流處 —員山大橋	284	0.001 ₂	0.03	50
Reach-3	員山大橋 —大礁溪與宜蘭河匯流處	2295	0.000 ₉	0.03	100
Reach-4	新城橋 —大礁溪與宜蘭河匯流處	602	0.005	0.03	100
Reach-5	大礁溪與宜蘭河匯流處 —中山橋	811	0.002	0.03	150

觀測流量與模擬流量的關係進行效能之評估，首先考慮防災預警最為關心之洪峰大小及其抵達時間，因此計畫中採用水文統計中常用的三種指標：洪峰流量誤差百分比(EQ_P)；洪峰到達時刻誤差(ET_P)；效率係數(CE)。參見圖 5-15 降雨逕流模式檢定效能指標。

宜蘭河試驗流域之流量檢核點為新城橋、員山大橋及中

山(西門)橋。其中，新城橋匯流點收集了大礁溪與小礁溪主支流上游集水區之降雨逕流；員山大橋匯流點收集了五十溪與大湖溪主支流上游集水區之降雨逕流，中山(西門)橋所處整體宜蘭河水系下游位置，總匯集新城橋與員山大橋之降雨逕流。

$$E_{Q_p} = \frac{(Q_p)_{sim} - (Q_p)_{rec}}{(Q_p)_{rec}} \times 100\% < 10\%$$

$(Q_p)_{sim}$ ：模擬洪峰流量， $(Q_p)_{rec}$ ：觀測洪峰流量

$$|E_{T_p}| = |(T_p)_{sim} - (T_p)_{rec}| < 2HR$$

$(T_p)_{sim}$ ：模擬洪峰到達時間， $(T_p)_{rec}$ ：觀測洪峰到達時間

$$CE = 1 - \frac{\sum [Q_{rec}(t) - Q_{sim}(t)]^2}{\sum [Q_{rec}(t) - Q_{a_{rec}}]^2} > 0.7$$

$Q_{rec}(t)$ ： t 時刻之觀測流量， $Q_{sim}(t)$ ： t 時刻之模擬流量，
 $Q_{a_{rec}}$ ：觀測流量平均值

圖 5-15 HEC-HMS 降雨逕流模式檢定效能指標

降雨逕流模擬案例為 2015 年(民國 104 年)蘇迪勒颱風及杜鵑颱風。2015 蘇迪勒颱風為中度颱風，交通部中央氣象局於 8/6 11:00 發布海上颱風警報，8/6 20:30 發布陸上颱風警報，而於 8/9 08:00 解除陸上海上颱風警報，於宜蘭河流域平均累積雨量達 234.7 公釐，案例模擬時間為 2015/8/7-8/9。

2015 杜鵑颱風為強烈颱風，交通部中央氣象局於 9/27 08:00 及同日 17:00 分別發布海上颱風警報及海上陸上颱風警報，而於 9/29 17:00 解除陸上海上颱風警報，於宜蘭河流域平均累積雨量達 163 公釐，案例模擬時間為 2015/9/27-9/30。

1、HEC-HMS 模擬與檢定成果—蘇迪勒颱風

配合觀測流量量測每十分鐘一筆的資料，每場颱風事件模擬值數據亦採每十分鐘一筆輸出與觀測值做對應比較，增加整體參數檢定的精細度。

2015 蘇迪勒颱風 HEC-HMS 模式各子集水區水文單元參數值參考表 5-12，模擬結果分析誤差如表 5-13 所列，模擬結果與觀測流量之比較如圖 5-16 所示。結果顯示：新城橋模擬洪峰流量為 297.8 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 425.4 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 -30%，洪峰到達時間誤差為 1.5 小時；員山大橋模擬洪峰流量為 132.2 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 123.7 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 6.92%，洪峰到達時間誤差為 0.833 小時；中山(西門)橋模擬洪峰流量為 543.8 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 566.8 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 -4.06%，洪峰到達時間誤差為 0.5 小時。整體而言，每座橋之效率係數皆為 0.8 以上，洪峰到達時間誤差均低於 2 小時且員山大橋及中山(西門)橋之洪峰誤差百分比皆低於 10%，因此利用 HEC-HMS 模式模擬尚可充分掌握流量變化趨勢、洪峰流量及到達時間。

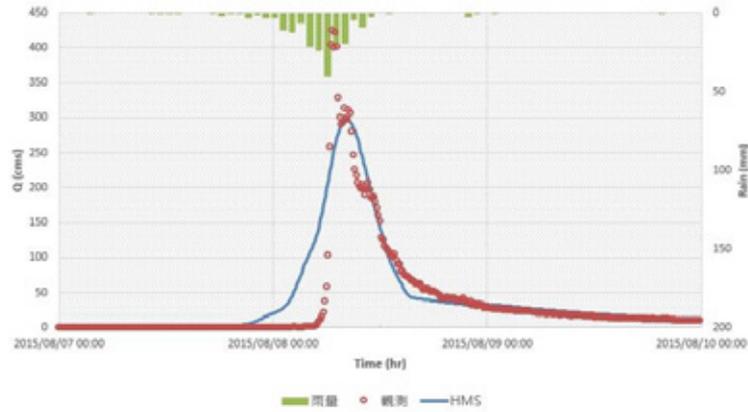
表 5-12 宜蘭河各子集水區水文單元參數值(蘇迪勒颱風)

子集水區	降水損失 (Initial and constant 法)			直接逕流轉換 (SCS UH)	基流量 (Recession 退水基流法)		
	初始損失 (公釐)	固定損失 (公釐/小時)	不透水率 (%)	SCS Lag (分)	初值流量 (立方公尺/秒)	退水 常數	門檻值 (%)
大礁溪	1	0.5	7.5	195	0	0.35	0.15
小礁溪	1	0.5	7.5	145	0	0.35	0.12
五十溪	10	10	5	140	2	0.4	0.3
大湖溪	10	18	0.52	55	2.5	0.4	0.3
宜蘭河	1	0.5	10	120	5	0.55	0.01

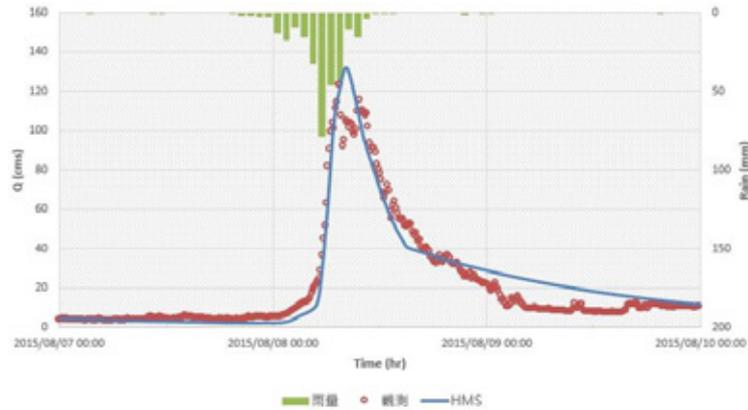
表 5-13 宜蘭河 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)

位置	效率係數(CE)	洪峰誤差百分比(%)	洪峰到達時間誤差(hr)
新城橋	0.80	-30	1.5
員山大橋	0.93	6.92	0.833
中山(西門)橋	0.85	-4.06	1.333

(a)



(b)



(c)

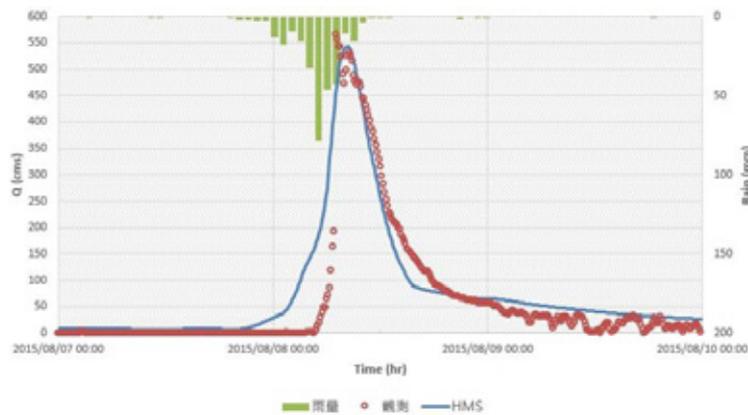


圖 5-16 HEC-HMS 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較(a)新城橋 (b)員山大橋 (c)中山(西門)橋

2、HEC-HMS 模擬與檢定成果-杜鵑颱風

2015 杜鵑颱風 HEC-HMS 模式各子集水區水文單元參數值參考表 5-14，模擬結果分析誤差如表 5-15 所列，模擬結果與觀測流量之比較如圖 5-17 所示。結果顯示：新城橋模擬洪峰流量為 193.3 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 197.2 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 -1.94 %，洪峰到達時間誤差為 3.167 小時；員山大橋模擬洪峰流量為 75.1 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 74.6 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 0.61 %，洪峰到達時間誤差為 0 小時；中山(西門)橋模擬洪峰流量為 257.6 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 272.1 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 -5.34 %，洪峰到達時間誤差為 3.667 小時。整體而言，效率係數皆為 0.8 以上且洪峰誤差百分比皆低於 10%，洪峰到達時間誤差新城橋及中山(西門)橋稍微偏高，主因為觀測流量歷線型態的差異，然而利用 HEC-HMS 模式模擬仍可充分掌握流量變化趨勢、洪峰流量及到達時間。

表 5-14 宜蘭河各子集水區水文單元參數值(杜鵑颱風)

子集水區	降水損失 (Initial and constant 法)			直接逕流轉換 (SCS UH)	基流量 (Recession 退水基流法)		
	初始損失 (公釐)	固定損失 (公釐/小時)	不透水率 (%)	SCS Lag (分)	初值流量 (立方公尺/秒)	退水 常數	門檻值 (%)
大礁溪	10	10	1	195	0.18	0.13	0.35
小礁溪	10	10	1	55	0.18	0.13	0.35
五十溪	10	8	8	140	2.1	0.45	0.35
大湖溪	10	13	0.52	55	2.5	0.45	0.35
宜蘭河	5	1.5	10	120	5	0.55	0.01

表 5-15 宜蘭河 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(杜鵑颱風)

位置	效率係數(CE)	洪峰誤差百分比(%)	洪峰到達時間誤差(hr)
新城橋	0.81	-1.94	3.167
員山大橋	0.90	0.61	0
中山(西門)橋	0.85	-5.34	3.667

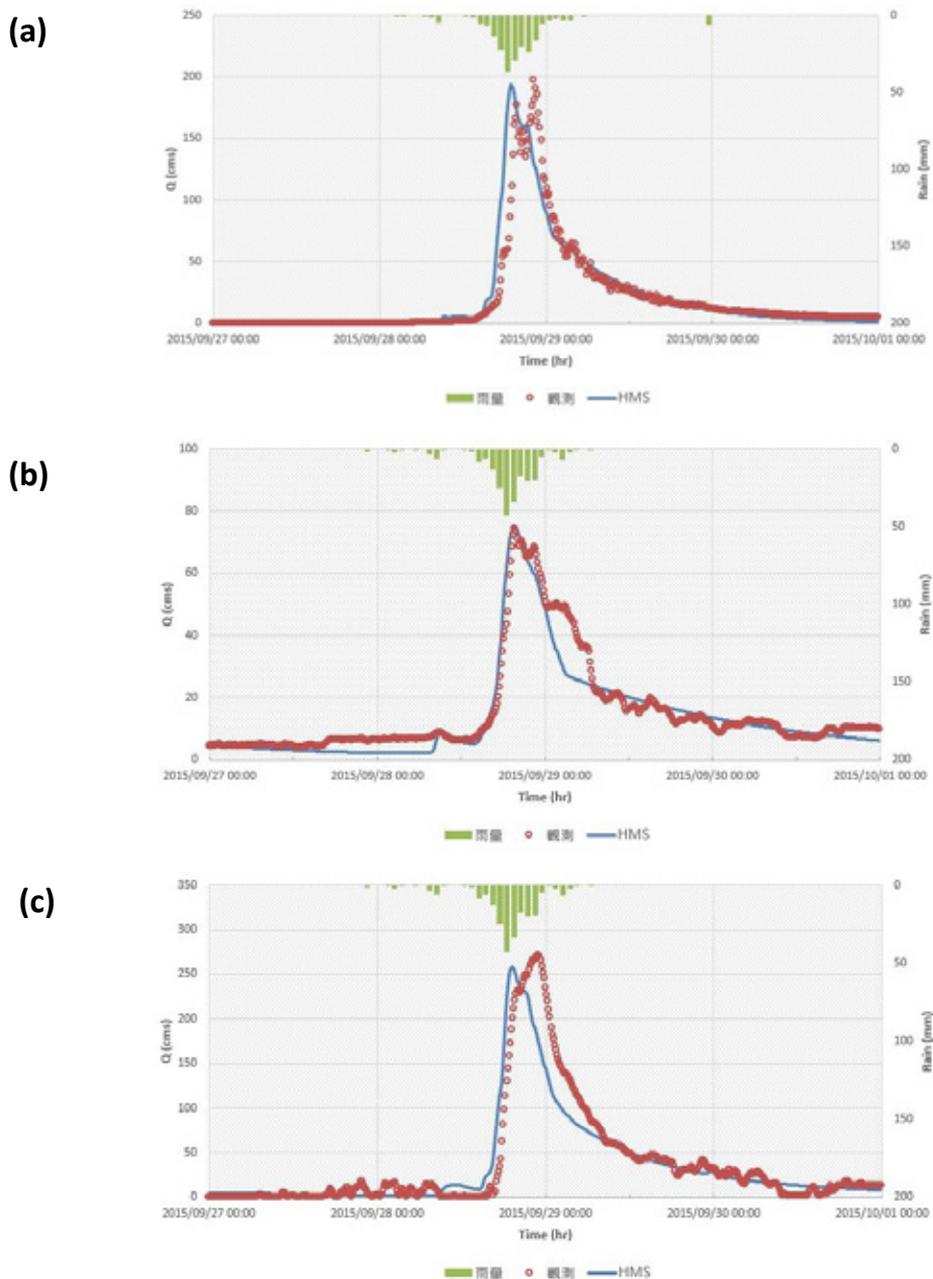


圖 5-17 HEC-HMS 於宜蘭河流域杜鵑颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較
(a)新城橋 (b)員山大橋 (c)中山(西門)橋

3、HEC-HMS 模擬與檢定成果分析結論

HEC-HMS 模式各子集水區水文單元參數值中「降水損失」部分包含初始損失、固定損失和不透水率等因子，其反應子集水區地文特性，實際地文地貌情況的變化需長期經年累月，故參數值決定後不易大幅調整，「直接逕流轉換」決定了洪峰到達的時間，「基流量退水常數」的給予由觀測資料歷線之退水段作回歸來得到合理參考依據，每一場颱風事件之退水常數都不盡相同。

模擬案例以蘇迪勒颱風及杜鵑颱風之檢定結果大致均可充分掌握流量變化趨勢、洪峰流量及到達時間以及符合水文統計三種指標門檻。誤差較大的情況為蘇迪勒颱風事件新城橋之洪峰誤差，判斷為觀測極端值的影響，此情況與 2012 蘇拉颱風事件類似，當情況為年最大水文事件、總流量達接近 500 立方公尺/秒以上時，新城橋處的流量模擬容易失真且難度提高許多，可歸咎兩個原因，其一：新城橋上游大、小礁溪之雨量觀測結果低估無法如實反應降雨逕流之出流量。其二：新城橋處流量值主要是由下游中山(西門)橋流量扣除員山大橋流量所得，受限現場條件無法直接由 ADCP 實測來佐證準確度；於非常極端事件時較難辨識此處觀測流量的品質偏差好壞。

另外，杜鵑颱風事件新城橋與中山(西門)橋之模擬洪峰到達時間超過 2 小時檢定門檻標準，因其觀測流量歷線型態於峰頂時會有偏斜的現象，造成流量最大值不會出現於波峰正中間，使得模擬上不易掌握。

回顧檢視自 2012 年(民國 101 年)以來各年度極端颱風事件包括:蘇拉、蘇力、鳳凰、蘇迪勒和杜鵑等颱風，影響員山大橋的五十溪和大湖溪之相關逕流參數明顯趨於穩定，影響新城橋的大、小礁溪則因前述段落所提原因水文單元參數值變化幅度較無規則性，不同事件的參數變異

落差很大，而中山(西門)橋流量受到新城橋與員山大橋匯流的結果，亦有相對的影響，有待後續從雨量站增補和流量觀測校正來解決新城橋處的流量的不確定性進而修正逕流模式的參數值。

(二)洪水演算模式

HEC-RAS 河道演算程式，主要演算架構採標準步推法。利用能量方程式求解河道水位及流量之演算與分析，目前計畫中採用版本為 Version 4.1.0。HEC-RAS 程式包含四個一維水理分析單元：定量流水面剖線演算、變量流模擬、輸砂及動床演算，使用時可透過使用者圖形界面，選定水理分析單元藉由使用圖形界面，整合幾何特性資料、邊界條件及相關參數等輸入輸出資料檔，建立全流域的河川分析系統。

洪水演算使用變量流(unsteady flow)模擬方法，模擬範圍以新城橋及員山大橋為上游起始點，下游至噶瑪蘭橋為終點。模式之建立如圖 5-18 箱涵、橋樑、渠道斷面資料採用經濟部水利署第一河川局民國 99 年成果報告書，另於民國 103 年 9 月針對重點橋樑處上下游斷面重新量測並做資料更新，渠道斷面建立由員山大橋及新城橋匯流後經由中山(西門)橋、宜興橋、黎霧橋、壯圍大橋至噶瑪蘭橋為止。

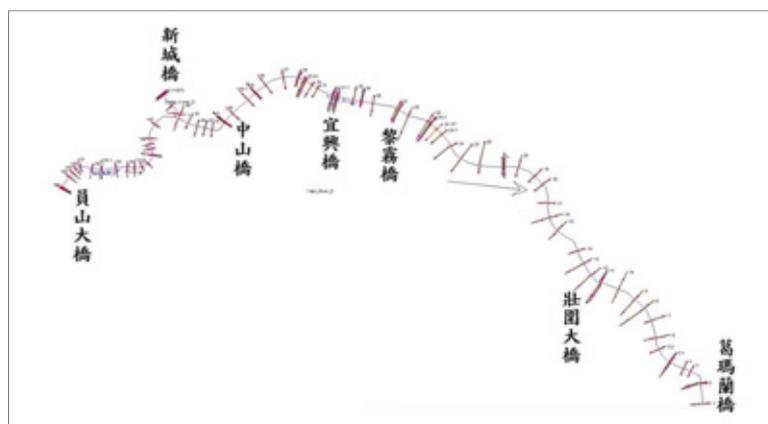


圖 5-18 HEC-RAS 模式宜蘭河斷面位置建立

相關邊界條件設定：上游以員山大橋流量觀測資料為上游邊界條件，新城橋流量觀測資料為側入流邊界，下游以噶瑪蘭橋水位觀測資料為下游邊界條件。輸入相關時序列觀測資料檢視各座橋的水位歷線變化，進行模擬值與觀測值之比較。河道曼寧粗糙係數的給予參考「蘭陽溪治理規劃檢討」資料(2015)，並配合觀測水位站將主河道分成五段進行設定，自 2012 年(民國 101 年)以來的參數調教經驗為不同颱風事件之河道曼寧粗糙係數亦不盡相同。

河川洪水演算模擬案例為 2015 年(民國 104 年)蘇迪勒颱風及杜鵑颱風。2015 蘇迪勒颱風為中度颱風，交通部中央氣象局於 8/6 11:00 發布海上颱風警報，8/6 20:30 發布陸上颱風警報，而於 8/9 08:00 解除陸上海上颱風警報，於宜蘭河流域平均累積雨量達 234.7 公釐，案例模擬時間為 2015/8/7 - 8/9。

2015 杜鵑颱風為強烈颱風，交通部中央氣象局於 9/27 08:00 及同日 17:00 分別發布海上颱風警報及海上陸上颱風警報，而於 9/29 17:00 解除陸上海上颱風警報，於宜蘭河流域平均累積雨量達 163 公釐，案例模擬時間為 2015/9/27 - 9/30。

1、HEC-RAS 模擬與檢定成果—蘇迪勒颱風

2015 蘇迪勒颱風之模擬結果與觀測水位之比較如圖 5-19 所示，曼寧粗糙係數如表 5-16，模擬結果分析誤差如表 5-17 所列(黎霧橋站因颱風毀損而資料缺漏)。結果顯示，中山(西門)橋模擬洪峰水位為 7.21 公尺，觀測洪峰水位為 7.04 公尺，底床高程 1.11 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差為 2.87 %，洪峰到達時間誤差為 1 小時；宜興橋模擬洪峰水位為 5.84 公尺，觀測洪峰水位為 6.07 公尺，底床高程 -0.22 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差為 -3.65%，洪峰到達時間誤差為 1 小時；壯圍大橋模擬洪峰水位為 3.07 公尺，觀測洪峰水位為 2.93 公尺，底床高程 -1.8 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差為 2.96 %，洪峰到達時間誤差為 1 小時。整體而言，中山(西門)橋、宜興橋及壯圍大橋之效率係數皆為 0.7 以上，因此利用 HEC-RAS 模式模擬可充分掌握水位變化趨勢、洪峰水位和水深及到達時間。

表 5-16 宜蘭河流域曼寧粗糙係數設定(蘇迪勒颱風)

河段	左高灘	主深槽	右高灘
中山(西門)橋前	0.03	0.03	0.035
中山(西門)橋至宜興橋	0.03	0.03	0.035
宜興橋至黎霧橋	0.03	0.03	0.035
黎霧橋至壯圍大橋	0.03	0.03	0.035
壯圍大橋至噶瑪蘭橋	0.035	0.033	0.043

表 5-17 宜蘭河 HEC-RAS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)

位置	效率係數(CE)	水深峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差(小時)
中山(西門)橋	0.76	2.87	1
宜興橋	0.96	-3.66	1
黎霧橋	--	--	--
壯圍大橋	0.98	2.96	1

註: 黎霧橋站因蘇迪勒颱風而毀損, 故觀測資料缺漏而無法分析比較。

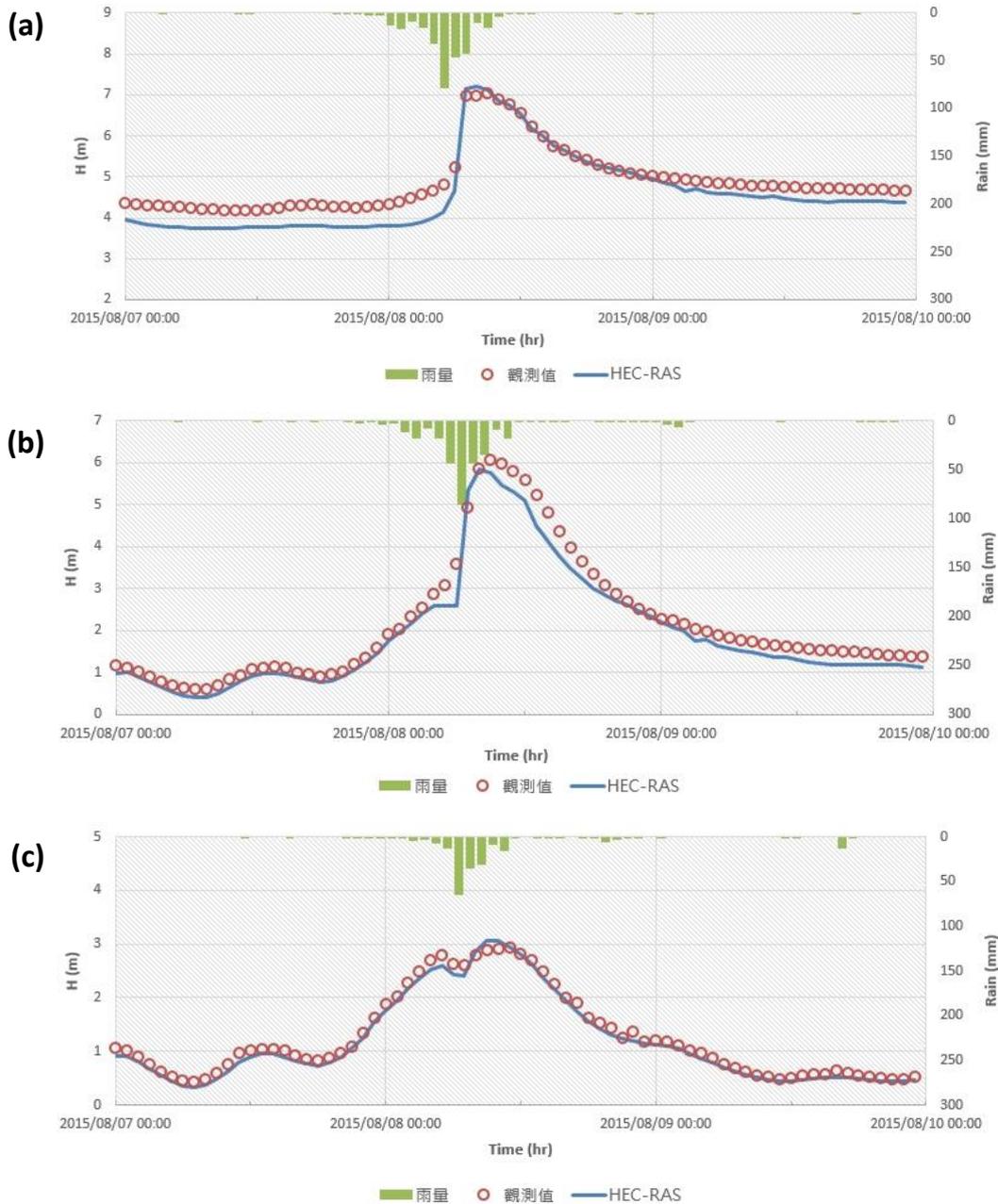


圖 5-19 HEC-RAS 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風洪水演算模擬與觀測水位比較(a)中山(西門)橋(b)宜興橋 (c)壯圍大橋

2、HEC-RAS 模擬與檢定成果—杜鵑颱風

2015 杜鵑颱風之模擬結果與觀測水位之比較如圖 5-19 所示，曼寧粗糙係數如表 5-18，模擬結果分析誤差如表 5-19 所列。結果顯示，中山(西門)橋模擬洪峰水位為 6.39 公尺，觀測洪峰水位為 6.17 公尺，底床高程 1.11 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差為 4.35%，洪峰到達時間誤差為 0 小時；宜興橋模擬洪峰水位為 4.68 公尺，觀測洪峰水位為 4.95 公尺，底床高程 -0.22 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差為 -5.22%，洪峰到達時間誤差為 1 小時；黎霧橋模擬洪峰水位為 3.78 公尺，觀測洪峰水位為 4.23 公尺，底床高程 -2.18 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差 -7.02%，洪峰到達時間誤差為 0 小時；壯圍大橋模擬洪峰水位為 3.07 公尺，觀測洪峰水位為 3.29 公尺，底床高程 -1.8 公尺，與觀測值之洪峰水深誤差為 -4.32%，洪峰到達時間誤差為 0 小時。整體而言，中山(西門)橋、宜興橋、黎霧橋及壯圍大橋之效率係數皆為 0.7 以上，因此利用 HEC-RAS 模式模擬可充分掌握水位變化趨勢、洪峰水位和水深及到達時間。

表 5-18 宜蘭河流域曼寧粗糙係數設定(杜鵑颱風)

河段	左高灘	主深槽	右高灘
中山(西門)橋前	0.03	0.03	0.035
中山(西門)橋至宜興橋	0.03	0.03	0.035
宜興橋至黎霧橋	0.03	0.03	0.035
黎霧橋至壯圍大橋	0.03	0.03	0.035
壯圍大橋至噶瑪蘭橋	0.035	0.033	0.043

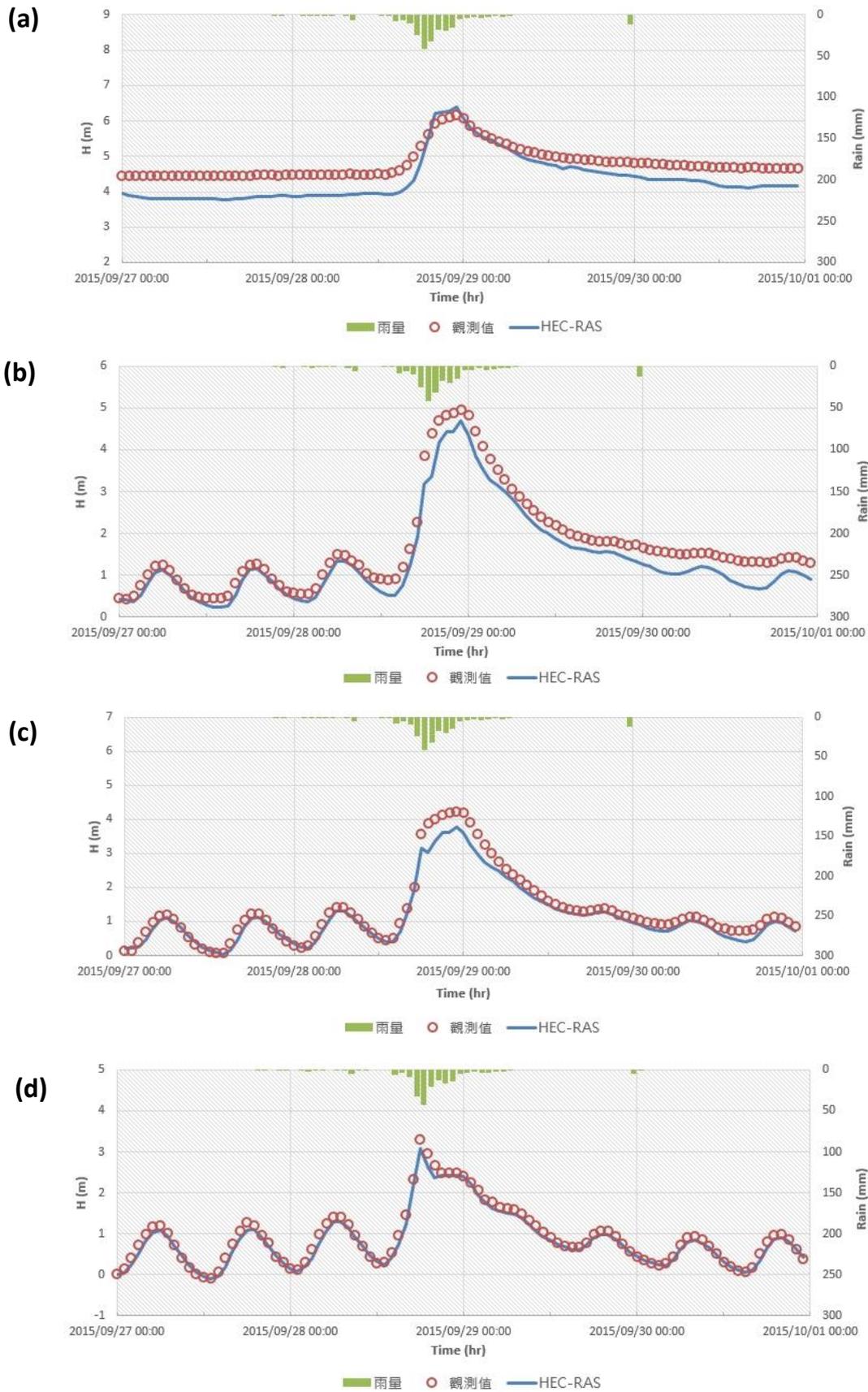


圖 5-20 HEC-RAS 於宜蘭河流域杜鵑颱風洪水演算模擬與觀測水位比較
 (a)中山(西門)橋 (b)宜興橋 (c)黎霧橋 (d)壯圍大橋

表 5-19 宜蘭河 HEC-RAS 模擬結果分析誤差(杜鵑颱風)

位置	效率係數(CE)	水深峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差(小時)
中山(西門)橋	0.75	4.35	0
宜興橋	0.90	-5.22	1
黎霧橋	0.94	-7.02	0
壯圍大橋	0.97	-4.32	0

3、HEC-RAS 模擬與檢定成果分析結論

參數調校目標為逐漸累積事件樣本後得到一組通用且廣泛適合大多數颱風洪事件的河道曼寧粗糙係數使用區間，並儘可能讓區間範圍收斂。表 5-16 和表 5-18 曼寧粗糙係數設定是相同的結果，表示於 2015 年(民國 104 年)宜蘭河主河道狀況穩定且極端颱風事件發生時現況不確定因素影響不大，各個斷面之河道曼寧粗糙係數調整的結果亦與「蘭陽溪治理規劃檢討」之宜蘭河建議河道曼寧粗糙係數 0.03 接近。目前，宜蘭河 HEC-RAS 模型有機會在河道斷面形狀、水工結構物等幾何條件均穩定情況下，重新檢視過往 2012~2014 年的颱風洪事件之河道曼寧粗糙係數的參數變化是否存在規律且合理；並透過後續新颱風洪事件不斷地檢測與觀測值之比較驗證，達到目標設定之通用且廣泛適合大多數颱風洪事件的宜蘭河河道曼寧粗糙係數使用區間。

(三)二維淹水

本計畫使用 SOBEK2.13 版本建置宜蘭河各流域與排水系統，地文分析前置作業依照數值地形高程資料、各區排位置與河川排水流向，將宜蘭河集水區劃分成數個子集水區，其劃分成果與編碼如圖 5-21 所示，而各集水區之特性包括所屬流域、編號、水道長度與平均坡度如表 5-20 所示。



圖 5-21 宜蘭河集水分區

表 5-20 宜蘭河集水分區地文因子表(一)

編號	排水名稱	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
G005-04	美福大排	63.38	1.062	0.0003	1.0305
G006-01	舊港排水	64.84	1.060	0.0037	1.0297
G001-02	部後排水	60.55	2.016	0.0194	1.4200
G536-02	狀東第二大排	62.02	0.782	0.0023	0.8841
G603-02	公館排水	61.54	0.364	0.0046	0.6033
G002-02	狀東一大排	64.87	0.276	0.0024	0.5256
G002-01	狀東一大排	69.85	0.319	0.0038	0.5649
G002-04	狀東一大排	87.14	0.342	0.0110	0.5846
G002-06	狀東一大排	65.74	1.569	0.0064	1.2527
G544-01	壯東第三大排	62.17	0.579	0.0028	0.7612
G544-02	壯東第三大排	61.94	0.565	0.0046	0.7520
G877-02	壯六排水	61.38	0.730	0.0013	0.8547

表 5-20 宜蘭河集水分區地文因子表(二)

編號	排水名稱	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
G877-04	壯六排水	62.29	1.017	0.0050	1.0085
G001-04	部後排水	57.29	1.398	0.0507	1.1823
G005-05	美福大排	63.16	0.726	0.0044	0.8523
G005-08	美福大排	81.09	1.090	0.0070	1.0443
G005-10	美福大排	61.63	2.167	0.0054	1.4720
G005-12	美福大排	57.47	0.442	0.0036	0.6647
G005-14	美福大排	63.13	0.618	0.0033	0.7862
G894-02	深溝排水	78.84	1.507	0.0097	1.2662
G634-05	溪洲排水	81.21	0.428	0.0054	0.6546
G889-02	深洲(二)4 中排	79.24	0.700	0.0089	0.8367
G003-04	梅州大排	79.96	1.111	0.0097	1.0539
G042-02	梅州中排二	78.88	1.714	0.0080	1.3093
G004-02	頭份排水	78.12	1.649	0.0144	1.2840
G256020-09	宜蘭河	76.97	0.783	0.0055	0.8849
G256023-02	大礁溪	76.83	1.488	0.0279	1.2197
G256024-01	小礁溪	75.79	1.662	0.0547	1.2892
G008-04	茄苳林二排	79.16	1.368	0.0068	1.1695
G256020-05	宜蘭河	77.22	0.374	0.0091	0.6117
G256021-02	五十溪	78.41	0.204	0.0085	0.4518
G009-02	大湖排水	79.33	0.994	0.0097	0.9972
G005-01	美福大排	63.16	0.758	0.0013	0.8704
G005-02	美福大排	63.75	2.912	0.0075	1.7064
G005-06	美福大排	64.42	2.202	0.0042	1.4838
G256000-01	蘭陽溪	81.4	0.383	0.0066	0.6189
G634-06	溪洲排水	64.98	0.673	0.0037	0.8206
G005-18	美福大排	64.61	1.322	0.0054	1.1496
G887-02	深洲(二)中排一	79.54	0.644	0.0064	0.8027
G005-16	美福大排	63.7	1.052	0.0049	1.0255
G005-17	美福大排	64.44	1.213	0.0046	1.1016
G005-15	美福大排	82.46	1.888	0.0033	1.3742
G256020-14	宜蘭河	78.78	1.089	0.0100	1.0437
G005-11	美福大排	86.12	1.627	0.0038	1.2755
G256020-06	宜蘭河	82.72	0.738	0.0043	0.8590
G256020-12	宜蘭河	86.42	0.512	0.0040	0.7158
G256020-04	宜蘭河	80.52	0.509	0.0040	0.7133
G005-03	美福大排	65.31	0.965	0.0040	0.9821
G006-03	舊港排水	64.42	1.286	0.0036	1.1342
G006-06	舊港排水	63.23	1.333	0.0043	1.1545
G006-02	舊港排水	63.9	0.738	0.0006	0.8590
G256020-02	宜蘭河	82.01	0.338	0.0069	0.5816

表 5-20 宜蘭河集水分區地文因子表(三)

編號	排水名稱	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
G256020-02	宜蘭河	82.01	0.338	0.0069	0.5816
G895-01	內城排水	80.6	0.166	0.0099	0.4077
G634-08	溪洲排水	79.82	0.440	0.0061	0.6631
G256020-07	宜蘭河	80.76	0.505	0.0061	0.7105
G256021-08	五十溪	59.93	8.830	0.0440	3.4437
G896-02	內湖排水	75.83	1.800	0.0501	1.5929
G895-04	內城排水	59.38	2.110	0.0590	1.4527
G895-03	內城排水	68.29	3.169	0.0271	1.7803
G009-01	大湖排水	67.46	5.214	0.0354	2.2835
G256021-06	五十溪	61.61	1.964	0.0553	1.4015
G256021-05	五十溪	57.63	3.466	0.0443	1.8617
G256021-03	五十溪	67.7	3.027	0.0423	1.7399
G256023-08	大礁溪	57.08	2.279	0.0547	1.5095
G256023-10	大礁溪	62.5	9.496	0.0541	3.1637
G256023-06	大礁溪	62.14	4.374	0.0476	2.0913
G256023-05	大礁溪	60.41	1.976	0.0508	1.4057
G256023-03	大礁溪	57.25	2.134	0.0513	1.4607
G256022-02	大湖溪	79.5	3.301	0.0106	1.8720
G895-02	內城排水	77.66	0.267	0.0087	0.5171
G256021-04	五十溪	68.3	1.977	0.0306	1.4061
G008-02	茄苳林二排	73.02	0.679	0.0154	0.8242
G007-02	中城排水	68.38	4.214	0.0261	2.0529
G256021-01	五十溪	60.56	3.105	0.0456	1.7621
G256023-04	大礁溪	68.25	7.032	0.0329	2.6518
G256024-09	小礁溪	58.08	5.818	0.0453	2.4120
G256024-03	小礁溪	67.96	3.798	0.0308	1.9490
G256023-01	大礁溪	66.27	3.102	0.0340	1.7613
G256024-05	小礁溪	60.77	3.877	0.0410	1.9691
G256024-07	小礁溪	61.75	4.645	0.0414	2.1552
G005-07	美福大排	80.46	0.664	0.0039	0.8148
G256020-10	宜蘭河	88.41	0.153	0.0062	0.3913
G256020-08	宜蘭河	83	0.336	0.0031	0.5795
G005-09	美福大排	76.38	0.309	0.0049	0.5557
G005-13	美福大排	85.66	0.116	0.0023	0.3403
G256020-22	宜蘭河	76.85	0.434	0.0345	0.6590
G256020-20	宜蘭河	76.47	0.125	0.0077	0.3531
G256020-18	宜蘭河	82.45	0.530	0.0086	0.7280
G256020-16	宜蘭河	81.96	0.176	0.0054	0.4192
G003-02	梅州大排	83.57	0.186	0.0052	0.4318
G006-04	舊港排水	63.18	0.878	0.0016	0.9371

表 5-20 宜蘭河集水分區地文因子表(四)

編號	排水名稱	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
G895-05	內城排水	57.79	0.715	0.0528	1.2931
G634-03	溪洲排水	80.53	0.304	0.0043	0.7968

本計畫採 SOBEK 軟體建置宜蘭河流域淹水模擬模式，需蒐集 DEM (40×40 m)、河川線、河川斷面點、區排斷面點(包括剖面資料)、下水道人孔管線以及水工設施資料如水位站、堰等，並利用地理資訊軟體(ESRI ArcMap)產生降雨—逕流(Rainfall-Runoff Model, RR Model)分區以及對應的模式參數如主流長度、面積、坡度等。模擬範圍內的河川線，是以 Shape Feature 的形式(.shp)加入 SOBEK 內(Flow Channel)，至於河川、區排斷面點亦是以 Shape Feature 的形式加入(Flow Cross Section)至 SOBEK 軟體內進行修改與編輯。由於 SOBEK 會自動將加入的河川、區排斷面點設定為梯形剖面，因此須進行剖面置換作業，以避免一個一個斷面點修改過於耗時。批次斷面的剖面資料可透過覆寫「Profile.dat」與「Profile.def」2 個檔案來完成。

Profile.dat 檔案內紀錄了斷面點的編號(ID)、剖面最右側的高程(公尺)，而 Profile.def 檔案則按照 Profile.dat 檔案內的斷面順序，來定義各個斷面點的剖面 Table。降雨逕流計算點(RR SCS Node)可透過 Import RR 計算點的 Shape Feature 來完成，並且亦以替換檔案的方式來批次完成所有 RR SCS 點的模式參數(面積、坡度、主逕流長度、CN 值與雨量站)設定，所需置換檔案為「sacrmnto.3b」，檔案內設定了任一 RR SCS 點的名稱、面積(平方公尺)、坡度、主逕流長度(公尺)、CN 值(Curve Number)、雨量站(編號)以及單位歷線的選擇。下水道系統的人孔以及管線，可透過 SOBEK 內定 SUFHYD 類規則檔案(.hyd)來載入，檔案內包含了人孔的編號(ID)、x 坐標、y 坐標、人孔地表高程、人孔與地表交換類型、人孔

材質、人孔尺寸、管線的上游人孔編號(ID)、管線的下游人孔編號(ID)、管線水理類別(Pipe、Rainfall Pipe 等)、管線底部高程、管線剖面類別(矩形管、圓形管、正方形管、梯形管等)、管線剖面尺寸設定等。二維淹水 Overland Flow 需載入 ASC 紀錄規則的 DEM 檔案，亦可透過 ASC 檔案來給定每個網格點的地表粗糙度係數，本計畫宜蘭河流域採 White-Colebrook 公式來給予地表粗糙度值 KN(如圖 5-22 所示)。建置 SOBEK 模擬所需的檔案以及轉換方法如所示(以下模式設定包含了 1D Rural Model、1D Urban Model、2D Overland Flow 與 RR Model)。另各集水區之雨量資料以徐昇氏法劃設各雨量站區域，再將所屬之集水區設定為其雨量站。

SOBEK 模型地表部分為宜蘭河系與美福大排之河川、區排斷面點與降雨逕流計算點(RR SCS Node)的建置，地下則包含人孔管線建置與連結至地表的交換機制，後續則進行橋樑結構物的通水斷面設置，完成的 SOBEK 宜蘭河流域淹水模型如圖 5-23 所示。模式建置之物件數量統計如表 5-22。

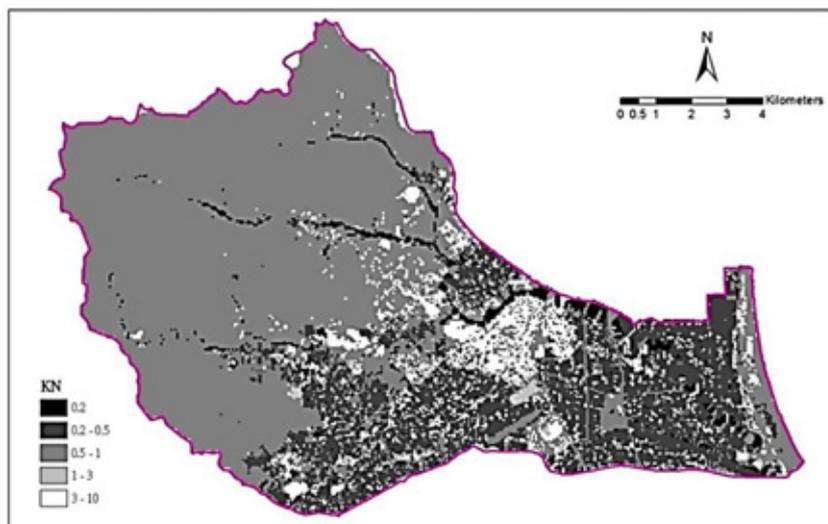


圖 5-22 宜蘭河流域地表粗糙度 KN 值分布圖

表 5-21 SOBEK 模式建置所需檔案與轉換方法、對應檔案表

項目	轉換方法	對應檔案
河川線、區排線 (Reach, Flow Model)	Import 河川線 Shape Feature	準備河川線之 Shape Feature(.SHP)
河川斷面、區排斷面點 (Cross Section , Flow Model)	Import 河川斷面、區排斷面點 Shape Feature 後，替換 Profile.dat 與 Profile.def 檔案	河川斷面、區排斷面點 Shape Feature、Profile.dat 與 Profile.def
降雨逕流計算點 (RR SCS, Rainfall Runoff Model)	Import 降雨逕流計算點的 Shape Feature，替換 sacrmnto.3b 檔案	降雨逕流計算點 Shape Feature、sacrmnto.3b
下水道系統 (Flow Model , 1D urban)	新增一個 Case 並選擇 Import Network 為「Import SUFHYD 檔案」，載入下水道後以 Import Case 的方式將模式已經完成的其他部分(如 Reach、Cross Section 與 RR)加入合併	SUFHYD 檔案
數值高程模型(DEM) (Flow Model)	Import DEM 對應的 ASC 檔案	DEM 的 ASC 檔案、DEM Friction 的 ASC 檔案

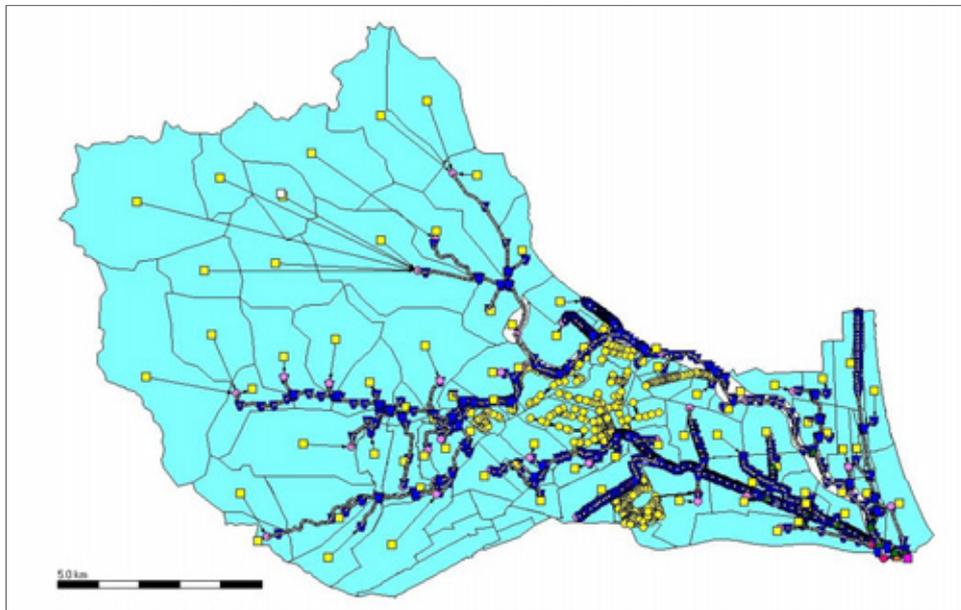


圖 5-23 宜蘭河流域淹水模型圖

表 5-22 宜蘭河流域物件數量統計表

項目	斷面點	人孔	水閘門	抽水站	滯洪池	RR 點	集水區
模擬區域 宜蘭河	574	418	36	7	0	93	93

1、SOBEK 模擬與檢定成果—蘇迪勒颱風

SOBEK 二維淹水模擬以 2015 蘇迪勒颱風和杜鵑颱風為案例。2015 蘇迪勒颱風為中度颱風，交通部中央氣象局於 8/6 11:00 發布海上颱風警報，8/6 20:30 發布陸上颱風警報，而於 8/9 08:00 解除陸上海上颱風警報，於宜蘭河流域平均累積雨量達 234.7 公釐，多數測站降雨累積量超過 300 毫米，每日累計雨量集中在 8/8，均在 200 毫米以上，其中宜蘭站更高達 303.5 毫米，達到大豪雨之階段，為極短延時強降雨型態。河川水位變化幅度介於 2–4.9m 之間，其中以宜興橋達 4.9m。案例模擬時間為 2015/8/7 – 8/9。

本試驗流域計畫自 2012 年實行以來，颱洪中心所架設之淹水監測站有明顯現況淹水紀錄之事件除蘇拉颱風外即為 2015 年度上述兩個颱風事件，蘇迪勒颱風事件各測站中有淹水紀錄者所測得之淹水深度介於約 0.175–0.314 m。

模擬結果如圖 5-24 所示。比較現況與模擬之淹水範圍，由水利署公告之蘇迪勒颱風淹水範圍可辨識 SOBEK 模擬結果的合理性，現況淹水區域大致均有涵蓋在模擬淹水範圍內，包含美福大排左右岸、新南低窪地區以及梅州大排、中排地區。模擬最大淹水深度則明顯高估，呈現各淹水測站模擬與現況之最大淹水深度比較，如表 5-23 所示；各測站最大水深發生時間模擬與現況誤差均在 2 小時合理範圍以內。

其中，新城橋右岸現況有淹水災情發生，研判為橋墩或鄰近河道斷面有阻塞或是堤防毀損等現場局部因素，地形上新城橋處高度落差大，地勢陡斜，模式模擬屬不易積淹地區。

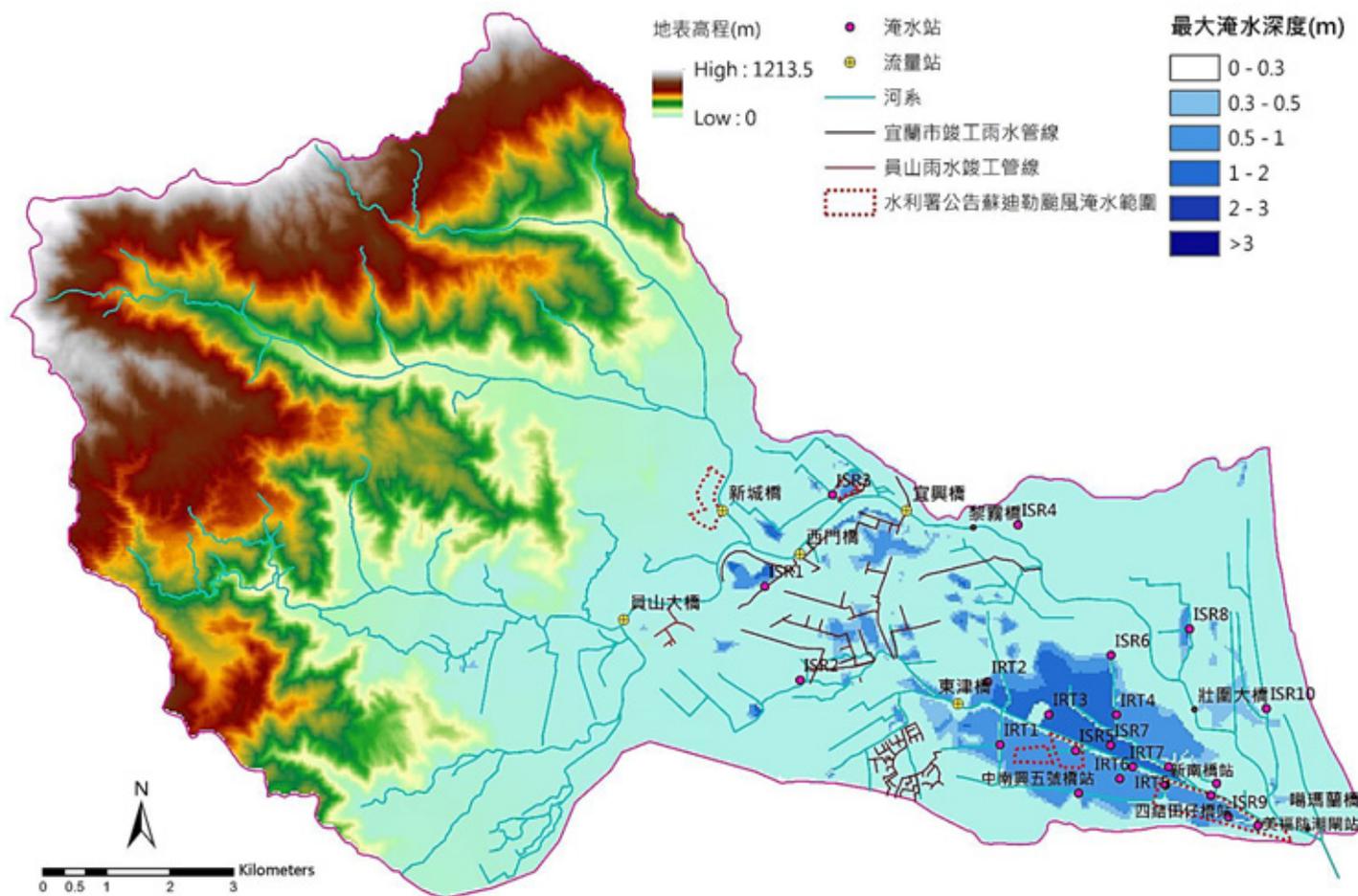


圖 5-24 宜蘭河流域 SOBEK 蘇迪勒颱風二維淹水模擬結果

表 5-23 宜蘭河流域監測站最大淹水深度比較表—蘇迪勒颱風

測站編號	ISR1	ISR2	ISR3	ISR4	ISR5	ISR6	ISR7	ISR8	ISR9
觀測值(m)	0.43	0	0	0	0	0	0.6	0	0.175
模擬值(m)	0.36	0.05	0	0	0.89	0.36	1.72	0	0
測站編號	ISR10	IRT1	IRT2	IRT3	IRT4	IRT5	IRT6	IRT7	
觀測值(m)	0	0	0	0.231	0	0.29	0.231	0.314	
模擬值(m)	0	0.04	0	0.89	1.72	0.63	0.89	0.19	

※ 註：圖 5-24 中，新南橋站、中南興五號橋站、四結田仔橋站與美福防潮閘站為水利署第一河川局所屬測站，暫無資料可比對。

比較中山橋站 SOBEK 流量模擬與實際觀測值差異，觀測流量為 566.83 立方公尺/秒；模擬值為 585 立方公尺/秒，誤差 3.2%，表現良好，總體時間均誤差控制 1 小時以內。詳圖 5-25。

另以 SOBEK 一維河道模式模擬宜蘭河各河段水位結果與現況水位站觀測紀錄做比較，詳圖 5-26，分析比較顯示整體模擬河川水位歷程變化趨勢均有掌握，各個水位站最大水位誤差可控制 10% 以下，總體時間均誤差約 1 小時以內，詳表 5-24 除了中山橋之常水位模擬偏低且退水段水位較低估外，其他站之最大水位峰值與退水段擬合均表現可靠。

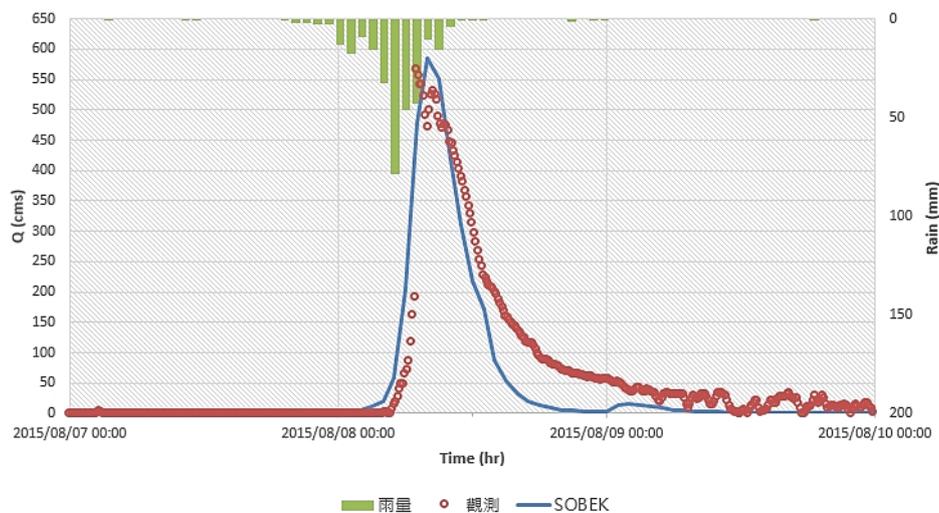


圖 5-25 SOBEK 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較—中山橋

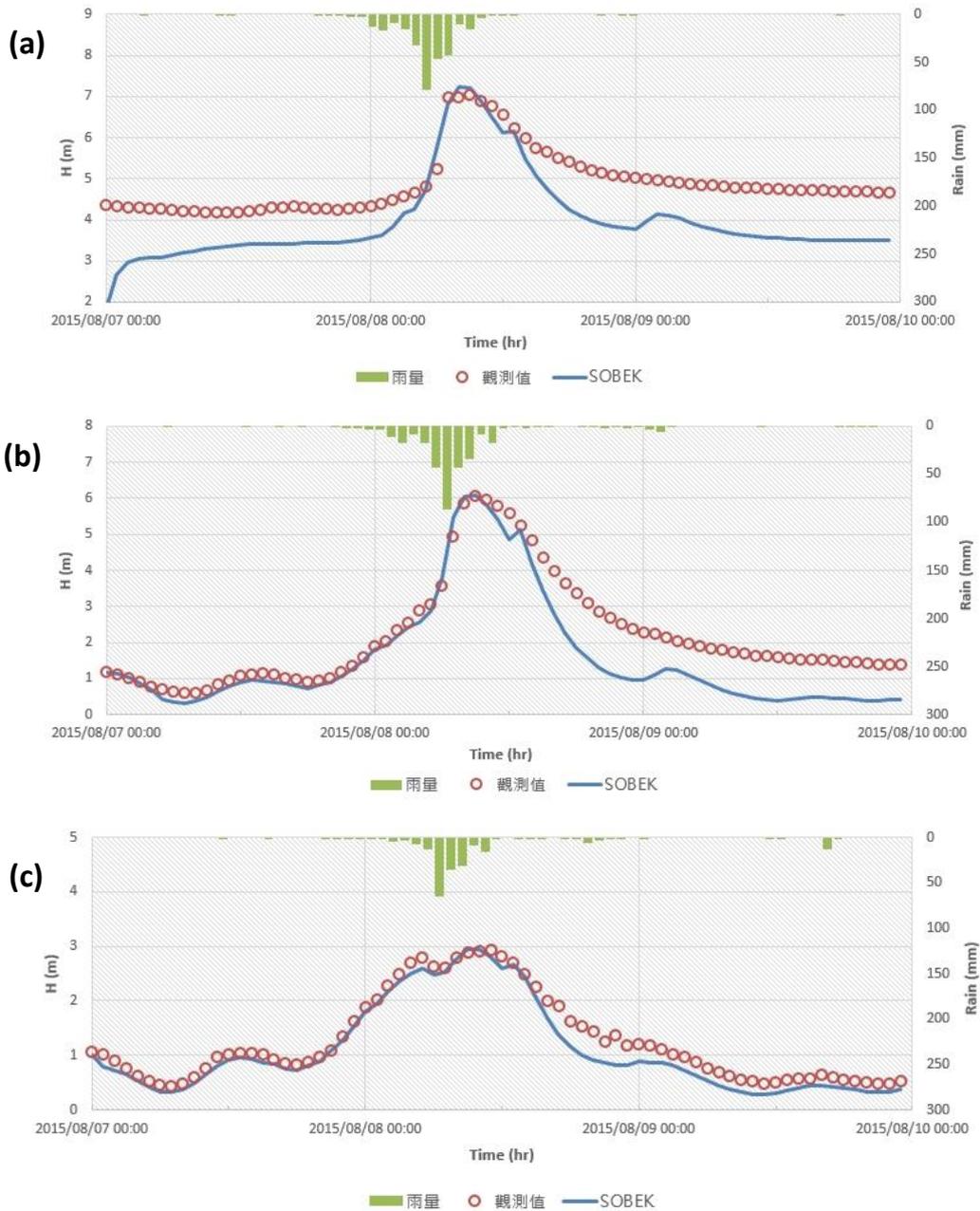


圖 5-26 SOBEK 於宜蘭河流域蘇迪勒颱風一維河道演算模擬與觀測水位比較 (a)中山橋 (b)宜興橋 (c)壯圍大橋

※ 註: 圖 5-26 中, 黎霧橋站於蘇迪勒颱風事件中損毀, 故無資料可比對。

表 5-24 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)

位置	水位峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差(hr)
中山橋	3.2	1
宜興橋	0.29	0
壯圍大橋	0.30	1

2、SOBEK 模擬與檢定成果—杜鵑颱風

2015 杜鵑颱風為強烈颱風，交通部中央氣象局於 9/27 08:00 及同日 17:00 分別發布海上颱風警報及海上陸上颱風警報，而於 9/29 17:00 解除陸上海上颱風警報，於宜蘭河流域平均累積雨量 163 公釐，多數測站降雨累積量超過 200 毫米，每日累計雨量集中在 9/28，其中員山國中站達 208.5 毫米，達到大豪雨之階段，為短延時強降雨型態。河川水位變化幅度介於 1.7–4.38 m 之間，其中以宜興橋達 4.38 m。案例模擬時間為 2015/9/28 – 9/30。

蘇迪勒颱風事件各測站中有淹水紀錄者所測得之淹水深度介於約 0.1–0.45 m。模擬結果如圖 5-27 所示，比較現況與模擬之淹水範圍，由水利署公告之杜鵑颱風淹水範圍可辨識 SOBEK 模擬結果的合理性，現況淹水區域大致均有涵蓋在模擬淹水範圍內，包含美福大排左右岸、新南低窪地區；此次事件梅州大排、中排地區無溢淹情況。模擬最大淹水深度則明顯高估，呈現各淹水測站模擬與現況之最大淹水深度比較，如表 5-25 所示；各測站最大水深發生時間模擬與現況誤差均在 2 小時合理範圍以內。

此次事件模擬，往常慣性淹水的新南低窪地區於模式中無法反映出來，研判跟徐昇面積權重劃分所屬的公館國小雨量站之觀測雨量偏低有密切關聯，作為模式新南地區子集水區之雨量給予，過少的雨量自然不會有淹水情況發生。然而，觀測站於極端颱風事件遭遇損毀或故障情況不無可能發生，有待後續檢核修正雨量站的觀測資料，確保其品質。

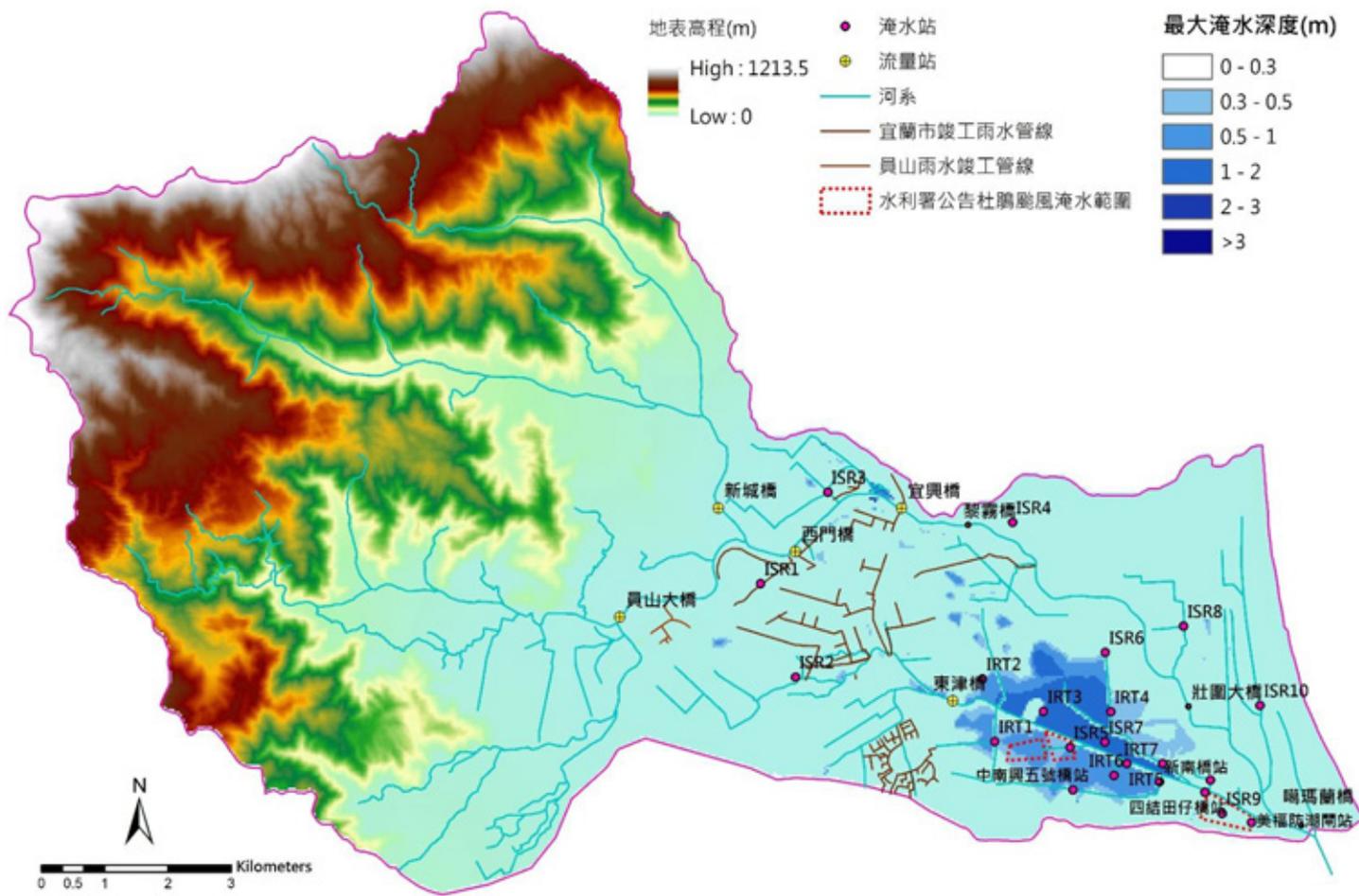


圖 5-27 宜蘭河流域 SOBEK 杜鵑颱風二維淹水模擬結果

表 5-25 宜蘭河流域監測站最大淹水深度比較表—杜鵑颱風

測站編號	ISR1	ISR2	ISR3	ISR4	ISR5	ISR6	ISR7	ISR8	ISR9
觀測值(m)	0.45	0	0	0	0	0	0.45	0	0.13
模擬值(m)	0	0	0	0	0	0	1.48	0	0
測站編號	ISR10	IRT1	IRT2	IRT3	IRT4	IRT5	IRT6	IRT7	
觀測值(m)	0	0	0	0	0	0.138	0.107	0.172	
模擬值(m)	0	0.45	0	0	1.47	0.45	0.337	0.45	

※ 註：圖 5-27 中，新南橋站、中南興五號橋站、四結田仔橋站與美福防潮閘站為水利署第一河川局所屬測站，暫無資料可比對。

比較中山橋站 SOBEK 流量模擬與實際觀測值差異，觀測流量為 272.12 立方公尺/秒；模擬值為 448.38 立方公尺/秒，誤差高估不少，總體時間均誤差控制 2 小時以內。詳圖 5-28。

另以 SOBEK 一維河道模式模擬宜蘭河各河段水位結果與現況水位站觀測紀錄做比較，詳圖 5-29，分析比較顯示整體模擬河川水位歷程變化趨勢均有掌握，各個水位站最大水位誤差可控制 15% 以下，總體時間均誤差約 2 小時以內，詳表 5-26。除了中山橋之常水位模擬偏低且退水段水位較低估外，其他站之最大水位峰值與退水段擬合均表現合理。



圖 5-28 SOBEK 於宜蘭河流域杜鵑颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較
—中山橋

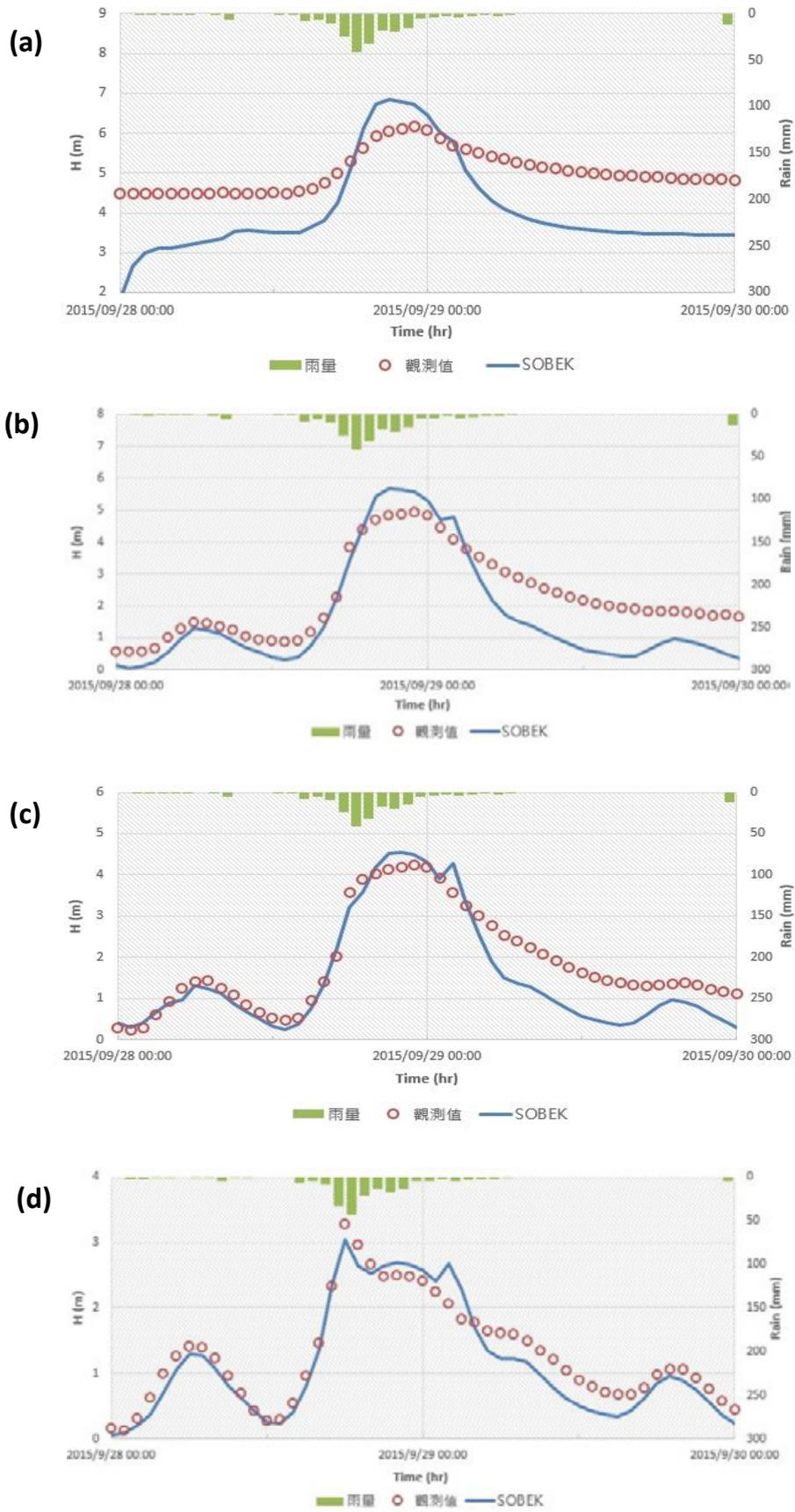


圖 5-29 SOBEK 於宜蘭河流域杜鵑颱風一維河道演算模擬與觀測水位比較
 (a)中山橋 (b)宜興橋 (c)黎霧橋 (d)壯圍大橋

表 5-26 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(杜鵑颱風)

位置	水位峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差(hr)
中山橋	11	2
宜興橋	14.9	2
黎霧橋	7.6	1
壯圍大橋	7.5	0

3、SOBEK 模擬與檢定成果分析結論

SOBEK 二維淹水分析驗證包括淹水範圍、最大淹水深度、流量以及河道水位峰值與水位峰值到達時間之誤差。檢視 2015 蘇迪勒颱風與杜鵑颱風事件於宜蘭河流域的模擬成果，淹水範圍表現大致合理，其中，較值得探究的是美福大排左岸之舊港排水仍容易淹水，且淹水深度最大發生處多發生於此處，模式中抽水機亦已建置，主因研判仍與地形效應最相關，地形高程低窪造成模式格點演算機制下水易積蓄於此處。

各淹水測站點之最大淹水深度均高估主因受限於地形高程 DEM 網格之精細度仍不足(40X40 km)、各小支流尤其是美福地區的灌溉農排網絡尚未有足夠資料以及現況淹水站架設位置等因素，然而嘗試過提高網格精度；所需的花費的演算時間將會以幾十倍數成長且模式演算穩定度極易下降，待日後逐步修正精進。一維河道流量與水位部分與現況觀測比較，總體擬合趨勢可靠度佳，在相同 CN 逕流參數下蘇迪勒颱風流量吻合而杜鵑颱風差距大；有不夠理想部分，需作更細節評估與參數調整來改善。綜合一維二維水理模擬檢定的成果顯示，本宜蘭河流域 SOBEK 建置模型具參考價值與分析之可信度，但極端颱風事件不確定性高，相同的率定參數模型，蘇迪勒颱風表現好而杜鵑颱風尚可。

三、典寶溪排水集水區

(一)降雨逕流模式

HEC-HMS 模擬典寶溪排水集水區降雨逕流參考數值地形資料並搭配土地利用與土壤種類等建立流域基本資料。選取 2015 年(民國 104 年)於典寶溪排水集水區水文觀測紀錄顯著的蘇迪勒颱風作為案例呈現；模擬後彙整模式參數並列表。降雨逕流模式參數檢定流程同宜蘭河流域，可參考圖 5-1。



圖 5-30 HEC-HMS 典寶溪排水模式建立

降雨逕流模擬範圍主要為五里林橋上游段。模式之建立如圖 5-30 所示，此模型包含 7 個子集水區單元、6 個渠道單元、3 個匯流點，其中 6 個子集水區單元依序編號 Sub1~5，其中編號 3 子集水區因範圍較大且橫跨地形起伏由陡至緩；為求地文參數設定的一致性故分成 Sub3 與 Sub3-1，各子集水區流域面積及地文特性如表 5-27 所示，使用雨量站分別為安招國小、橫山國小、深水國小、梓官區公所及橋頭區公所(蚵寮國中於模擬範圍外，暫時用不到)，3 個匯流點供率定參數之水位流量站分別為燕鳳橋、聖興橋、五里林橋。

模式輸入之條件為上游雨量資料，分別為安招國小、橫山國小、深水國小、梓官區公所及橋頭區公所共 5 站，利用徐昇式法計算各

雨量站之控制面積，如圖 5-31 所示，並分配各子集水區之雨量站權重，如表 5-28 所示，做為模式之輸入值。

而模式選擇之模擬方法跟宜蘭河流域相同，於水文單元演算部分，降水損失以初始與定率損失模式；直接逕流轉換以無因次單位歷線(SCS UH)；及基流量以 Recession 退水基流法，而渠道單元演算以運動波法進行模擬。渠道斷面形狀選擇矩型，渠道寬度及曼寧粗糙係數之設定如表 5-29 所示。各子集水區水文單元參數值列表如表 5-30。

表 5-27 典寶溪各子集水區地文特性

名稱	流域面積 (平方公里)	主流長度(公里)	子集水區平均坡度
Sub1	13.16	11.16	1/200 ~1/1000
Sub1-1	7.34	6.23	1/200 ~1/1000
Sub2	14.54	8.55	1/200 ~1/1000
Sub3	16.88	8.63	1/200 ~1/1000
Sub3-1	4.82	7.3	1/500~1/1000
Sub4	11.33	9.72	1/200~1/1000
Sub5	3.4	6.33	1/500~1/1000



圖 5-31 典寶溪排水集水區內徐昇式雨量站控制面積圖

表 5-28 典寶溪排水各子集水區之徐昇氏多邊形法雨量站權重

子集水區	雨量站	權重
Sub1	橋頭區公所	0.31
	橫山國小	0.09
	安招國小	0.60
Sub1-1	橋頭區公所	0.12
	安招國小	0.88
Sub2	橋頭區公所	0.12
	橫山國小	0.67
	安招國小	0.21
Sub3	深水國小	0.90
	橫山國小	0.10
Sub3-1	橋頭區公所	0.25
	橫山國小	0.75
Sub4	橋頭區公所	0.14
	橫山國小	0.86
Sub5	橋頭區公所	0.99
	梓官區公所	0.01

表 5-29 典寶溪渠道單元相關參數

河段	河段名稱	渠道長度 (m)	坡度	曼寧粗糙 係數	渠道寬度 (m)
Reach-1	燕鳳橋 —聖興橋	5258	0.00 2	0.042	25
Reach-2	角宿排水與典寶主流匯處 —五里林橋	3515	0.00 1	0.042	45
Reach-3	五里林橋 —大遼排水與典寶主流匯流處	2631	0.00 1	0.045	50
Reach-4	上游集水區至大遼排水	3351	0.00 1	0.045	20
Reach-5	聖興橋 —角宿排水與典寶主流匯流處	1729	0.00 1	0.042	35
Reach-6	上游集水區至燕鳳橋	5167	0.00 2	0.042	30

觀測流量與模擬流量的關係進行效能之評估，計畫中採用水文統計中常用的三種檢定指標：洪峰流量誤差百分比(EQP)；洪峰到達時刻誤差(ET_P)；效率係數(CE)。

典寶溪排水集水區試驗流域之流量檢核點為燕鳳橋、聖興橋和五里林橋。其中，燕鳳橋匯流點收集了編號 Sub3 子集水區之降雨逕流；聖興橋匯流點收集了編號 Sub3-1、Sub4 子集水區與流經燕鳳橋之降雨逕流，五里林橋總匯集編號 Sub1-1、Sub2、Sub5 子集水區與流經燕鳳橋和聖興橋之降雨逕流。

降雨逕流模擬案例為 2015 年(民國 104 年)蘇迪勒颱風。蘇迪勒颱風為中度颱風，交通部中央氣象局於 8/6 11:00 發布海上颱風警報，8/6 20:30 發布陸上颱風警報，而於 8/9 08:00 解除陸上海上颱風警報，於典寶溪排水集水區平均累積雨量 300 公釐，案例模擬時間為 2015/8/7 – 8/9。

1、HEC-HMS 模擬與檢定成果—蘇迪勒颱風

配合觀測流量量測每十分鐘一筆的資料，每場颱風事件模擬值數據亦採每十分鐘一筆輸出與觀測值做對應比較，增加整體驗證的精細度。

值得一提的是，典寶溪排水集水區之颱風事件水文觀測紀錄常出現雙峰歷線，逕流歷線雙洪峰值的現象使得模擬參數調整上的難度增加，只使用單一組參數造成兩個洪峰值的擬合不易兼顧，因此；選取適當的時間點依兩個洪峰區段將逕流歷線一分為二；分為前半段與後半段，並採用兩組不同參數來進行擬合。現況上的解釋為由於長延時且連續的強降雨將使得地表土壤入滲達飽和，土壤入滲能力的改變進而造成逕流水文單元參數的改變，故分成前、後半段進行逕流歷線參數調整是合理的。

2015 蘇迪勒颱風 HEC-HMS 模式各子集水區水文單元參數值參考表 5-30(參數列表項目中分前半段與後半段給定參數值：

"前/後")，以模擬時間開始後第 52 小時(8/9 04:00)作為逕流歷線前、後半段的劃分時間點分界。模擬結果分析誤差如表 5-31 所列，模擬結果與觀測流量之比較如圖 5-32 所示。結果顯示：燕鳳橋模擬洪峰流量為 128.55 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 156.84 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為-18%，洪峰到達時間誤差為 0.333 小時；聖興橋模擬洪峰流量為 164.75 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 170.54 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為-3.4%，洪峰到達時間誤差為 1.333 小時；五里林橋模擬洪峰流量為 235.97 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 225.17 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為 4.8%，洪峰到達時間誤差為 1.187 小時。整體而言，三座橋之效率係數表現均達 0.8 以上。每座橋洪峰到達時間誤差均低於 2 小時且洪峰誤差百分比大致皆低於 10%，因此利用 HEC-HMS 模式模擬可掌握流量變化趨勢、洪峰流量及到達時間。

表 5-30 典寶溪各子集水區水文單元參數值(蘇迪勒颱風)

子集水區	降水損失 (Initial and constant 法)			直接逕流轉換 (SCS UH)	基流量 (Recession 退水基流法)		
	初始損失 (公釐) (前/後)	固定損失 (公釐/小時) (前/後)	不透水率 (%) (前/後)	SCS Lag (分) (前/後)	初值流量 (立方公尺/ 秒) (前/後)	退水 常數 (前/後)	門檻值 (%) (前/後)
Sub1	5/5	5/5	15/15	90/90	4/4	0.2/0.2	0.1/0.1
Sub1-1	5/5	5/5	15/15	80/80	0/0	0.2/0.2	0.1/0.1
Sub2	5/5	10/10	8/8	80/80	2.3/2.3	0.3/0.3	0.3/0.3
Sub3	5/5	6/6	6/6	75/75	0.036/0.036	0.3/0.3	0.1/0.03
Sub3-1	5/5	15/15	10.25/10.25	65/65	0/0	0.8/0.5	0.9/0.3
Sub4	5/5	15/15	6/6	80/80	0.162/0.162	0.8/0.3	0.9/0.2
Sub5	5/5	6/6	8/8	55/55	0/0	0.05/0.01	0.01/0.01

表 5-31 典寶溪 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)

位置	效率係數(CE)	洪峰誤差百分比(%)	洪峰到達時間誤差(hr)
燕鳳橋	0.90	-18	0.333
聖興橋	0.87	-3.4	1.333
五里林橋	0.88	4.8	1.187

2、HEC-HMS 模擬與檢定成果分析結論

蘇迪勒颱風的逕流歷線呈現雙洪峰值如圖 5-32，由於每一場颱風事件之退水常數都不盡相同，雙洪峰值的現象使得模擬參數調整上的難度增加，兩個洪峰值的擬合不易兼顧故採用分成前、後半段區間；給與兩組參數來改善單一組參數模擬不良的困境，亦可重新省思檢視觀測資料的準確性和不確定變因。總結來說，運用兩組參數調校的兩個案例檢定成果可以充分掌握流量變化趨勢、洪峰流量及到達時間以及符合水文統計三種指標門檻，尤其是大幅改善了逕流歷線之效率係數，增加歷線的整體擬合程度。

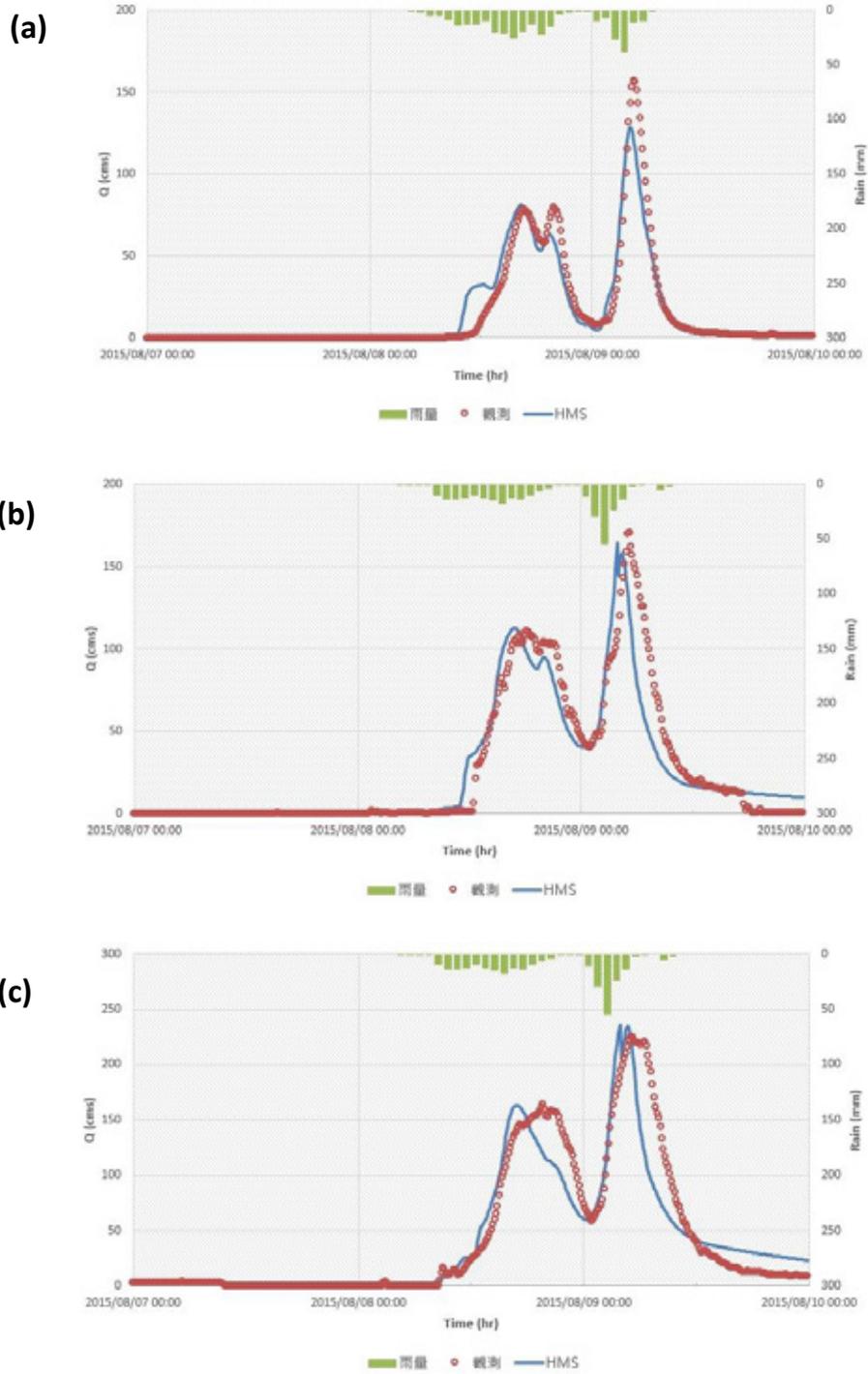


圖 5-32 HEC-HMS 於典寶溪排水蘇迪勒颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較
 (a)燕鳳橋 (b)聖興橋 (c)五里林橋

3、HEC-HMS 模擬與檢定成果—梅姬颱風

2016 梅姬颱風於典寶溪排水造成多處測站損毀，包括燕鳳橋水位和流速站以及聖興橋流速資料異常，故此事件模擬成果分析較不完整而有缺漏，待後續已相關方法修正。

HEC-HMS 模式各子集水區水文單元參數值參考表 5-30。模擬結果分析誤差如表 5-32 所列，模擬結果與觀測流量之比較如圖 5-33 所示。結果顯示：燕鳳橋模擬洪峰流量為 228.19 立方公尺/秒，因觀測流速計損壞而無法推估全洪程流量並無法適切比較；聖興橋亦因流速資料問題暫緩進行流量比較。五里林橋模擬洪峰流量為 512.13 立方公尺/秒，觀測洪峰流量為 529.95 立方公尺/秒，與觀測值之洪峰誤差為-3.36%，洪峰到達時間誤差為 2 小時。整體而言，因觀測資料缺漏嚴重，於三座橋之分析尚不夠完善，五里林橋作為模式調校與比較的觀測流量於推估程序上之統計參數仍有討論的空間(參見 3-7 節)，然而選取二次多項式迴歸方法推估出洪峰觀測值作為模式比較上的基準，具較佳的可信度，誤差小於 10% 內，其他洪峰到達時間與整體對應降雨之線型變化均控制在理想範圍內。

表 5-32 典寶溪各子集水區水文單元參數值(梅姬颱風)

子集水區	降水損失 (Initial and constant 法)			直接逕流轉換 (SCS UH)	基流量 (Recession 退水基流法)		
	初始損失 (公釐)	固定損失 (公釐/小時)	不透水率 (%)	SCS Lag (分)	初值流量 (立方公尺/秒)	退水常數	門檻值 (%)
Sub1	5	5	15	90	4	0.2	0.1
Sub1-1	5	5	15	80	0	0.2	0.1
Sub2	5	10	8	80	2.3	0.05	0.01
Sub3	5	6	6	75	0.036	0.3	0.03
Sub3-1	5	15	10.25	65	0	0.5	0.35
Sub4	5	15	6	80	0.162	0.3	0.35
Sub5	5	6	8	55	0	0.05	0.01

表 5-33 典寶溪 HEC-HMS 模擬結果分析誤差(梅姬颱風)

位置	效率係數(CE)	洪峰誤差百分比(%)	洪峰到達時間誤差(hr)
燕鳳橋	--	--	0
五里林橋	0.79	-3.36	2

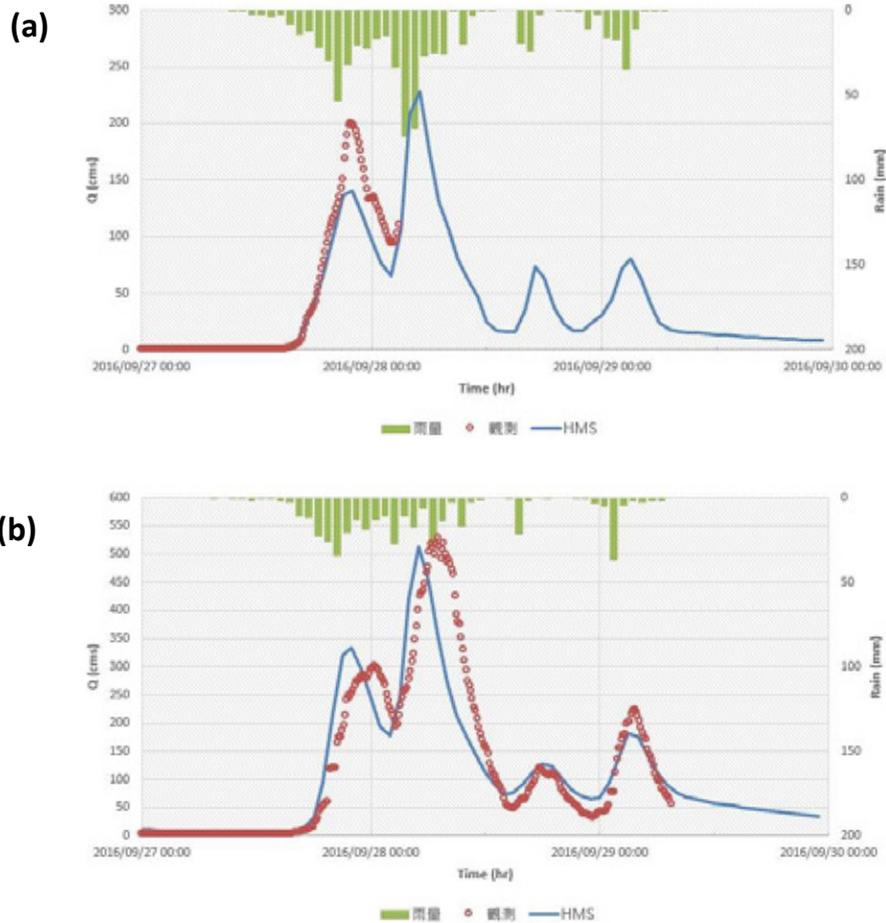


圖 5-33 HEC-HMS 於典寶溪排水梅姬颱風降雨逕流模擬與觀測流量比較
(a)燕鳳橋 (b)五里林橋

4、HEC-HMS 模擬與檢定成果分析結論

梅姬颱風因儀器損毀而資料缺漏，故於模式檢核與分析上相對困難；故梅姬颱風事件直接採用與蘇迪勒颱風相同的參數群進行模擬，等同於驗證程序。於資料完整的五里林橋比較觀測流量結果，觀測流量的推估取決於觀測表面流速資料轉換成

平均流速的比值，決定此參數的統計迴歸方法與選擇於 3-7 章節有深入探討。而不同的資料迴歸方式將左右推估流量值的大小，目前現階段為了推廣簡便，兩處試驗流域各觀測站多以線性方法給予單一 α 參數所推求的結果作為觀測流量，然而於梅姬颱風事件，此推估方法跟模式比較結果明顯低估，故選取對於觀測資料統計表現較佳的二次多項式迴歸方法，則所推估出的觀測流量與模式模擬值即很接近，尖峰流量均在 500 立方公尺/秒上下。

故未來應從資料面出發，上述成果分析已證實表面流速的觀測資料本身可信度仍高，然而從流速轉換成推估流量所選擇的函數關係理應加以探討，應用更可靠的統計分析方法得到適切的資料群分布關係數學式，才能更精確地推估出具代表性的全洪程觀測流量。

另外，不同橋址位置，流速和流量的轉換函數關係亦有可能不同，後續有待加以重新檢視並持續收集更多的觀測資料進行分析研究。

游出海口觀測潮位資料為下游邊界條件。輸入相關時序列觀測資料主要驗證五里林橋和鹽埔橋的水位歷線變化，進行模擬值與觀測值之比較。不同颱風事件之河道曼寧粗糙係數不盡相同，典寶溪排水之分河段曼寧粗糙度設定如表 5-34。

1、HEC-RAS 模擬與檢定成果—蘇迪勒颱風

2015 年(民國 104 年)蘇迪勒颱風之模擬結果與觀測水位之比較如圖 5-35 所示，模擬結果分析誤差如表 5-35 所列。結果顯示：五里林橋模擬洪峰水位為 6.66 公尺，觀測洪峰水位為 6.64 公尺，底床高程 1.95 公尺，與觀測值之洪峰誤差為 0.43%，洪峰到達時間誤差為 0 小時。鹽埔橋模擬洪峰水位為 5.43 公尺，觀測洪峰水位為 4.99 公尺，底床高程 0.14 公尺，與觀測值之洪峰誤差為 9.07%，洪峰到達時間誤差為 0 小時。整體而言，五里林橋之效率係數為 0.63；鹽埔橋之效率係數為 0.85，因此利用相同 HEC-RAS 模式之河道曼寧粗糙係數模擬此事件；對於水位變化趨勢、洪峰水位及到達時間之掌握度尚可。

表 5-34 典寶溪排水曼寧粗糙係數設定(蘇迪勒颱風)

河段	左高灘	主深槽	右高灘
燕鳳橋至五里林橋	0.035	0.035	0.033
五里林橋至鹽埔橋	0.035	0.035	0.033
鹽埔橋至出海口	0.035	0.035	0.033

表 5-35 典寶溪 HEC-RAS 模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)

位置	效率係數(CE)	水位峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差(hr)
五里林橋	0.63	0.43	0
鹽埔橋	0.85	9.07	0

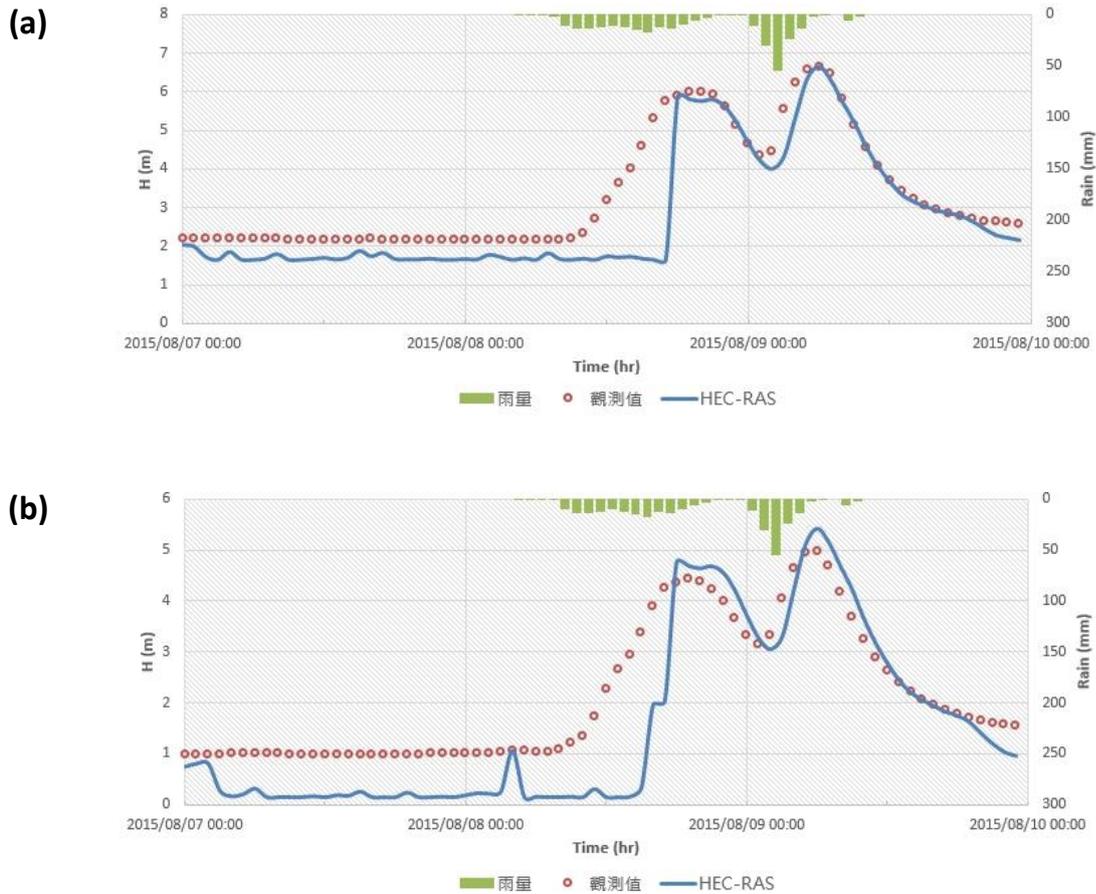


圖 5-35 HEC-RAS 於典寶溪排水蘇迪勒颱風洪水演算模擬與觀測水位比較
(a)五里林橋 (b)鹽埔橋

2、HEC-RAS 模擬與檢定成果分析結論

蘇迪勒颱風於典寶排水集水區洪水演算模擬有相當大程度的困難，主因目前實際現場監測站點仍未完備，包括最下游出海口處未具有代表性潮位監測站(今年自行預計建置蚵仔寮潮位站)、多處支排無監測流量站等，造成模式邊件條件設定上實測資料的缺乏，必需採相關假設或簡化的方式調整，進而使得參數調校不確定性大增，無法如同宜蘭河之 HEC-RAS 模型在幾何條件和邊界條件給予均穩定情況下，有機會檢定驗證得到河道曼寧粗糙係數的穩定收斂值。此外，比較觀測值與模擬之水位歷線顯示：洪峰來臨前的模擬水位變化取決於流量邊界值的變化，漲幅較為短暫緊湊，無法如實際觀測水位情況較為平順而漸進。由於前述的因素，使得五里林橋之效率係數稍差，但

仍屬合理。其他分析效率指標均在門檻範圍內。

不同颱風事件的河道曼寧粗糙係數設定值仍需透過不斷模式檢測與觀測值之驗證，目標為事件樣本數累積足夠後得到一組通用且廣泛適合大多數颱風事件的河道曼寧粗糙係數使用區間。典寶排水集水區洪水演算模型尚有待邊界條件資料的完備以供後續朝目標精進。

(三)二維淹水模式

本計畫使用 SOBEK2.13 版本建置典寶溪各流域與排水系統，地文分析前置作業依照數值地形高程資料、各區排位置與河川排水流向，將典寶溪排水集水區劃分成數個子集水區，其劃分成果與編碼如圖 5-36 所示，地表粗糙度分佈如圖 5-37 而各集水區之特性包括所屬流域、編號、水道長度與平均坡度如表 5-39 所示。建置完成的 SOBEK 典寶溪地區淹水模型如圖 5-38 所示，模式建置之物件數量統計表和各項水工構造物如表 5-36 至表 5-38。

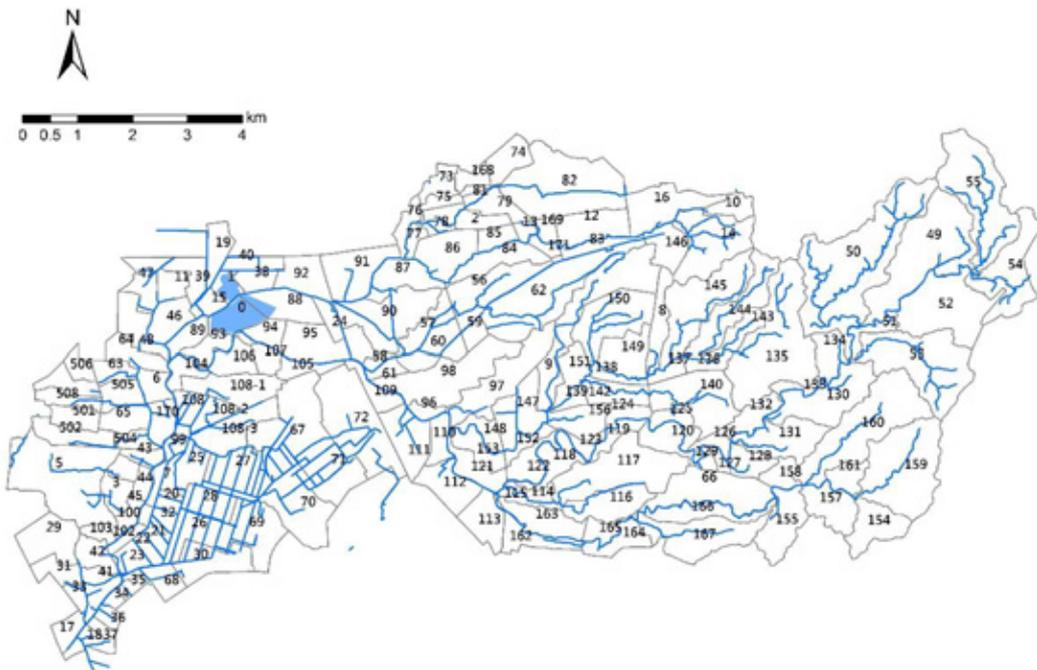


圖 5-36 典寶溪集水分區

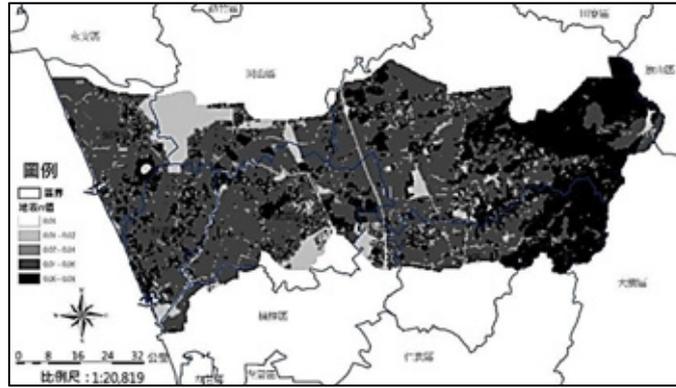


圖 5-37 典寶河流域地表粗糙度曼寧 n 值分布圖

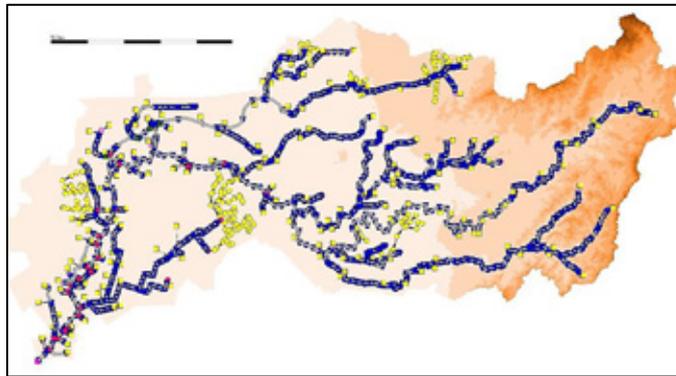


圖 5-38 典寶河流域淹水模型圖

表 5-36 物件數量統計表

項目	模擬區域						
	斷面點	人孔	水閘門	抽水站	滯洪池	RR 點	集水區
典寶溪	1305	201	8	1	2	174	174

表 5-37 水工構造物-抽水站資料表

名稱	河川	位置 (TWD97)	抽水量 (cms)	備註
潭仔底溝移動式抽水站	典寶溪排水系統	X : 175356 Y : 2517103	0.9	現有

表 5-38 水工構造物-滯洪池資料表

排水系統	支流名稱	位置	滯洪量(m ³)	備註
A 區	典寶溪排水系統	岡山鎮白里、 劉厝里境內	425,000	已完工
B 區	典寶溪排水系統	岡山鎮白里、 劉厝里境內	1,050,000	已完工

表 5-39 典寶溪集水分區地文因子表(一)

編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
0	78.76	0.4533	1.79441	1.149	19	86.38	0.3854	0.99815	1.471	38	83.20	0.2669	1.41734	0.723
1	71.88	0.2261	1.25236	0.897	20	71.82	0.1619	0.54904	0.661	39	82.14	0.4083	2.30984	0.900
2	81.22	0.2780	1.26611	0.978	21	77.99	0.1360	1.24337	0.534	40	71.04	0.2834	0.63060	1.337
3	84.14	0.3242	1.08366	1.115	22	82.87	0.1562	1.69986	0.646	41	85.53	0.4073	3.12027	0.719
4	85.06	0.1957	0.99651	0.716	23	78.30	0.2650	1.97817	0.446	42	77.31	0.3634	1.42529	0.626
5	79.66	2.2946	1.32615	3.282	24	86.14	0.4764	2.13278	1.530	43	84.02	0.2006	1.45542	0.806
6	82.55	0.2977	1.62051	0.992	25	75.34	0.3922	1.86884	1.201	44	82.64	0.1754	1.30737	0.407
7	65.78	0.1629	1.62418	1.282	26	83.89	0.4206	1.50791	1.039	45	76.97	0.1892	2.25029	0.426
8	72.15	0.4755	13.48961	2.166	27	67.84	0.9565	1.30960	1.555	46	83.98	0.4973	2.88354	1.347
9	81.62	1.6406	2.27895	4.719	28	73.64	0.5944	1.08779	1.413	47	73.53	0.4981	1.76922	2.524
10	66.75	0.2897	4.02466	1.032	29	82.22	0.7881	1.54376	1.338	48	84.89	0.5302	1.69734	0.669
11	89.95	0.2900	3.06674	1.203	30	69.23	0.7288	2.01427	1.527	49	66.09	2.2705	26.17642	2.380
12	72.55	0.7206	2.31215	1.850	31	80.93	0.3235	2.08525	0.964	50	60.15	3.3438	36.47614	5.276
13	82.26	0.1229	2.62942	0.683	32	79.99	0.1961	1.28237	0.631	51	70.67	0.2493	12.76616	0.592
14	66.03	1.2971	17.93028	1.864	33	79.55	0.1456	2.33526	0.667	52	66.71	1.6199	28.02058	2.145
15	82.49	0.1739	2.72674	0.410	34	99.32	0.0874	2.53916	0.552	53	65.86	1.9088	31.75636	3.291
16	74.15	0.9167	2.15012	1.601	35	96.68	0.1371	3.42114	0.644	54	77.78	1.2338	28.42989	2.458
17	74.05	0.2616	3.30232	0.694	36	99.80	0.1491	3.84020	0.553	55	61.65	1.9735	34.98671	3.564
18	84.27	0.2826	5.10285	0.870	37	91.20	0.1032	5.73624	0.581	56	81.98	0.8305	2.27029	1.996

表 5-37 典寶溪集水分區地文因子表(二)

編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
57	88.98	0.3508	2.00882	0.533	77	88.45	0.1505	2.01416	0.405	97	76.51	1.1732	2.95197	3.029
58	70.84	0.1058	2.06994	0.620	78	92.77	0.1183	4.36404	0.432	98	76.94	1.4802	2.89587	2.686
59	81.59	0.3035	2.87899	0.860	79	81.05	0.3528	2.36170	1.361	99	72.98	0.1552	1.93525	0.445
60	82.67	0.6860	2.22882	1.317	80	83.13	0.1858	2.27709	0.631	100	70.74	0.0781	1.99056	0.385
61	70.95	0.1606	1.77995	0.335	81	73.19	0.0751	3.61567	0.377	101	73.39	0.1421	2.42788	0.850
62	82.34	1.8894	2.38543	3.852	82	80.38	2.1517	1.82419	2.559	102	82.07	0.1366	2.38004	0.691
63	83.60	0.2844	1.21399	1.975	83	78.79	0.2392	3.22665	0.180	103	87.09	0.1589	1.15490	0.754
64	77.34	0.4266	1.89359	2.600	84	80.31	0.5984	2.01837	2.534	104	84.24	0.2947	4.38092	0.709
65	80.07	0.4015	1.20415	2.735	85	88.44	0.2643	2.30357	0.754	105	82.74	0.2642	3.32979	0.789
66	77.12	1.2573	5.59748	2.349	86	88.04	0.7662	2.76138	1.567	106	77.34	0.4021	1.78867	1.013
67	63.91	1.7406	1.30878	2.445	87	79.81	0.6396	1.31321	1.215	107	73.75	0.2358	2.35369	0.553
68	84.19	0.3757	2.63567	1.110	88	76.41	0.6449	1.47689	1.070	108	70.90	0.2762	1.50487	0.910
69	79.11	0.9121	1.84663	1.753	89	78.44	0.2968	2.52628	0.910	108-1	70.90	0.8033	1.09680	2.032
70	76.43	1.1405	2.02591	1.728	90	85.09	1.2977	1.39587	2.738	108-2	70.90	0.3033	1.00987	1.233
71	82.08	0.7672	1.64386	1.752	91	75.10	0.9105	1.53768	1.875	108-3	70.90	0.8013	1.03277	2.406
72	78.96	1.7892	1.24858	1.980	92	80.91	0.5927	1.46205	0.898	109	69.06	0.3097	4.48921	1.062
73	82.46	0.3085	1.46467	0.892	93	79.27	0.3103	3.09738	0.565	110	64.67	0.3041	3.86729	0.677
74	76.39	0.4508	1.70043	1.291	94	73.83	0.3313	2.84575	0.613	111	69.11	0.7681	3.05426	1.742
75	76.71	0.1491	1.72701	0.506	95	70.54	0.7132	1.99162	1.416	112	58.95	0.6430	2.45371	1.535

表 5-37 典寶溪集水分區地文因子表(三)

編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
76	85.05	0.2390	1.83511	1.071	96	70.29	0.1507	5.97598	0.738	113	69.16	0.5875	1.19136	1.317
114	79.59	0.1796	4.18770	0.488	134	77.93	0.4244	9.66107	1.032	154	62.68	0.6934	35.78824	1.345
115	81.75	0.1598	4.66405	0.471	135	73.01	2.4464	10.64903	2.771	155	73.39	0.8048	29.04672	1.845
116	71.97	0.7423	1.04609	1.987	136	77.19	0.1905	4.57370	0.237	156	74.67	0.5267	2.12547	1.307
117	73.80	1.6725	1.32438	2.991	137	78.64	0.1778	3.63371	0.406	157	70.05	0.6411	37.41517	1.245
118	73.47	0.4889	4.51505	0.870	138	80.56	0.1734	6.55740	0.968	158	71.32	0.2917	18.91439	0.673
119	70.59	0.2478	6.02876	0.888	139	97.99	0.1467	3.01598	0.427	159	57.71	2.0139	38.91448	2.477
120	70.48	0.4106	5.97551	0.582	140	76.03	1.2609	5.28159	1.902	160	66.21	2.0594	33.28034	3.335
121	72.54	0.4471	4.08659	0.934	141	81.63	0.1501	6.91467	0.933	161	67.29	0.3262	29.83231	0.786
122	71.85	0.4145	4.50375	1.338	142	72.83	0.3327	4.00831	1.315	162	84.12	0.4636	4.19096	1.629
123	71.80	0.1740	6.30898	0.555	143	70.73	0.3675	9.97543	1.117	163	80.69	0.6480	2.36340	1.602
124	70.61	0.2513	4.08255	0.694	144	67.04	0.9862	16.40917	2.968	164	75.82	0.4165	2.57937	0.850
125	70.63	0.3308	9.81011	0.501	145	73.69	1.5121	18.81312	3.200	165	76.17	0.2481	3.64826	0.739
126	68.09	0.2254	14.52314	0.602	146	80.28	0.4713	4.43568	0.736	166	76.37	0.5285	8.06902	1.472
127	72.17	0.0959	12.08036	0.285	147	77.57	0.8158	3.95459	1.315	167	70.41	1.2134	11.47601	2.734
128	77.27	0.3712	4.10661	1.040	148	55.81	0.2865	6.49288	0.586	168	0.00	0.2107	0.00000	0.000
129	75.25	0.1103	11.86703	0.459	149	80.22	0.6481	2.71491	1.591	169	0.00	0.1690	0.00000	0.000
130	72.51	1.1950	23.85149	2.289	150	79.39	1.1462	3.53709	2.098	170	82.55	0.3652	2.01381	0.000
131	74.90	0.8923	13.11625	2.308	151	92.64	0.4201	2.35705	1.616	171	0.00	0.1198	0.00000	0.000

表 5-37 典寶溪集水分區地文因子表(四)

編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)	編號	CN 值	面積(km ²)	坡度	長度(km)
502	79.66	0.4999	1.29336	1.831	132	74.14	0.3940	14.27749	1.026	152	78.48	0.2061	6.20735	0.835
503	80.07	0.0876	0.96549	0.109	172	0.00	0.0651	0.00000	0.000	133	75.22	0.1622	11.77093	0.716
504	80.07	0.1415	1.51990	0.141	153	60.44	0.3886	4.41238	0.952	501	79.66	0.3344	1.33906	0.930
505	83.60	0.3625	1.26001	0.781	506	79.66	0.2154	2.11410	0.864	507	79.66	0.3621	3.15387	1.040
508	79.66	0.2957	2.75761	1.226										

1、SOBEK 模擬與檢定成果—蘇迪勒颱風

SOBEK 二維淹水模擬以 2015 年蘇迪勒颱風為案例。2015 蘇迪勒颱風為中度颱風，交通部中央氣象局於 8/6 11:00 發布海上颱風警報，8/6 20:30 發布陸上颱風警報，而於 8/9 08:00 解除陸上海上颱風警報，隨後引進西南氣流於南部地區帶來豪雨，典寶溪排水集水區內 8/7-8/9 間，各雨量站平均累積雨量約為 300 公釐，最大累積雨量為安招國小站 350 公釐。各水位站河川水位變化幅度皆超過 3 公尺，其中以五里林橋最大水位變化為 4.46 公尺。案例模擬時間為 2015/8/7 – 8/9。

現況蘇迪勒颱風事件並無淹水紀錄，各河段與支排均未發生溢堤，模擬結果如圖 5-40 所示，典寶溪流域模擬結果只有極少數零星區域淹水，所設淹水站位置之模擬結果均無淹水情況與實際情況吻合。流量部分，比較五里林橋站 SOBEK 流量模擬與實際觀測值差異，觀測洪峰流量為 224.88 立方公尺/秒；模擬值為 370.54 立方公尺/秒，整體模擬歷線趨勢穩定而峰值有高估情況，詳圖 5-39。

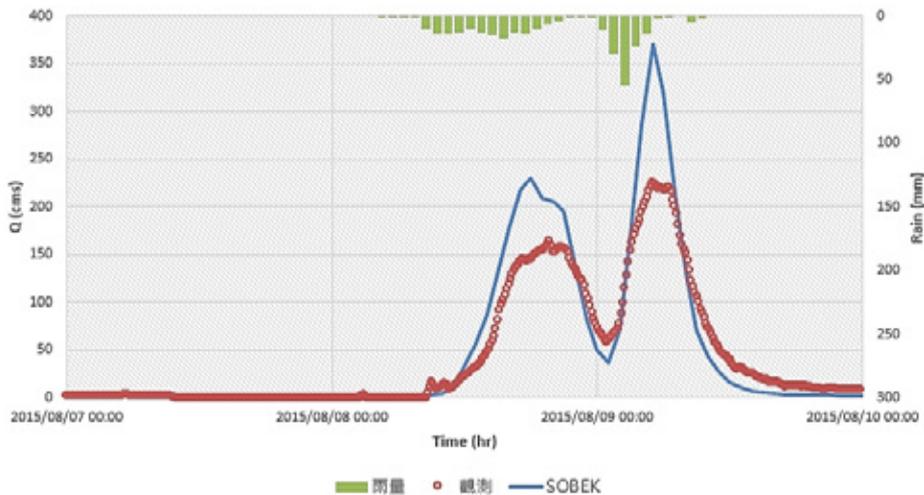


圖 5-39 典寶溪排水蘇迪勒颱風 SOBEK 模擬與觀測流量比較—五里林橋

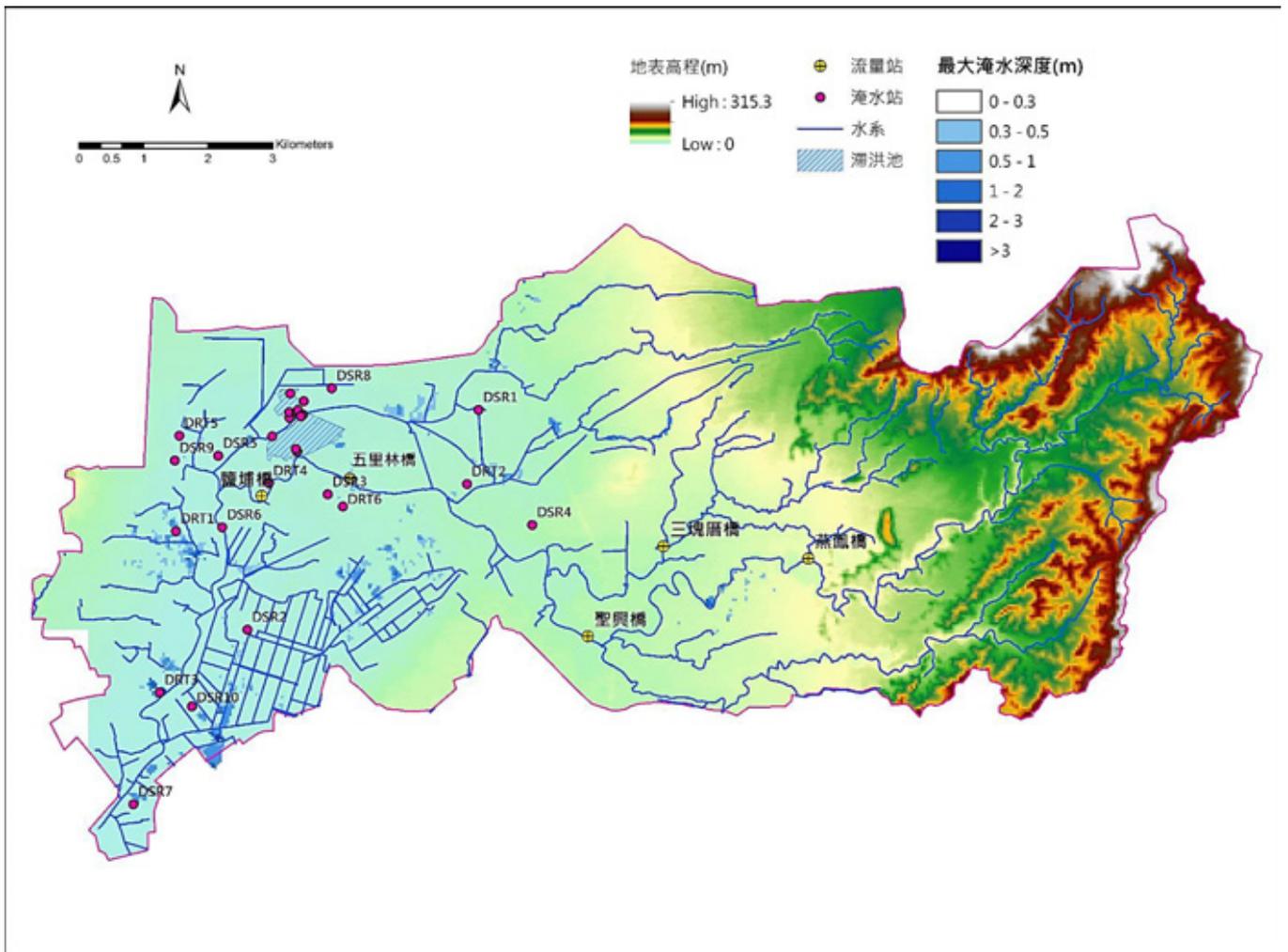


圖 5-40 典寶溪排水 SOBEK 蘇迪勒颱風二維淹水模擬結果

另以 SOBEK 一維河道模式模擬典寶溪河道水位結果與現況水位站觀測紀錄做比較，選取五里林橋與鹽埔橋站，詳圖 5-41，水位峰值誤差多能控制在 10% 以下，峰值到達時間時間誤差約 1 小時以下。整體模擬水位歷程變化趨勢均能妥善掌握，表現良好。

表 5-40 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(蘇迪勒颱風)

位置	效率係數	水位峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差 hr)
五里林橋	0.72	-4.85	1
鹽埔橋	0.94	-6.08	1

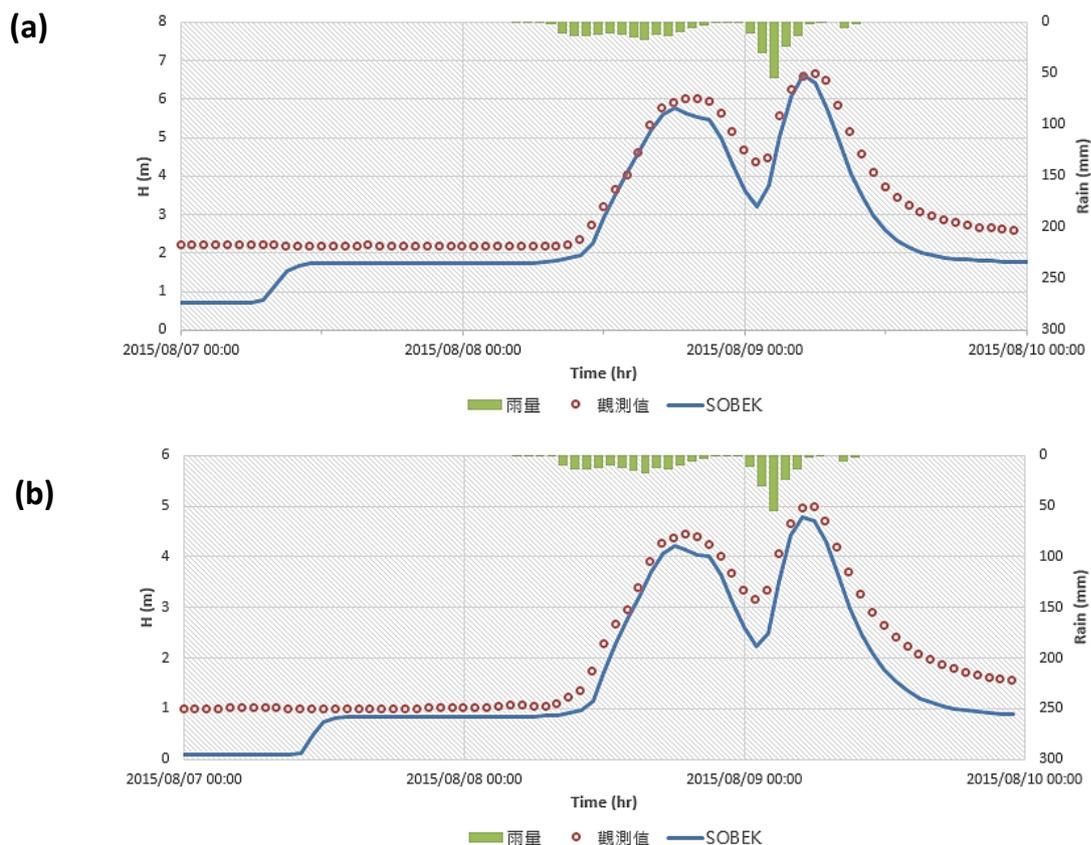


圖 5-41 SOBEK 於典寶溪排水蘇迪勒颱風模擬與觀測水位比較
(a)五里林橋 (b)鹽埔橋

2、SOBEK 模擬與檢定成果分析結論

SOBEK 二維淹水檢定分析包括淹水範圍、最大淹水深度以及流量、河道水位峰值與水位峰值到達時間之誤差。蘇迪勒颱風現況並無淹水紀錄而模擬之淹水範圍亦趨近於零淹水；最大淹水深度亦是如此，因淹水測站均無淹水位紀錄。SOBEK 模擬之河道水位峰值水位結果理想，模擬流量整體有高估現象，後續於梅姬颱風事件分析一併詳細解釋。考量每場颱風的不確定性與特殊性，此 SOBEK 典寶溪模型的執行案例成果大致均能符合現場情況，具參考價值。

3、SOBEK 模擬與檢定成果—梅姬颱風

SOBEK 二維淹水模擬以 2016 年梅姬颱風為案例。2016 梅姬颱風為中度颱風，交通部中央氣象局於 9/25 11:30 發布海上颱風警報，9/26 11:00 發布陸上颱風警報，而於 9/28 17:30 解除陸上海上颱風警報，隨後引進西南氣流於南部地區帶來豪雨，典寶溪排水集水區內降雨集中 9/27-9/29，各雨量站平均累積雨量約為 530 公釐，最大累積雨量為最上游深水國小站 720 公釐。各水位站河川水位變化幅度多超過 4 公尺，其中以聖興橋最大水位變化為 6.3 公尺。案例模擬時間為 2016/9/27 – 9/29。

現況梅姬颱風事件淹水紀錄，主要淹水區於橋頭區(筆秀社區、五里林、頂鹽及援中港支線出口)、岡山區(白米里)、梓官區(典寶社區)，其中橋頭區及梓官區淹水主要因為山區降雨集中及過大，使典寶溪承納山區雨水而水位高漲致內水宣洩不及造成積淹。大遼排水滯洪池上下游河段，從白米橋與寶公橋水位站觀測資料也顯示有湧水不退的情況，此外燕鳳橋水位與流量觀測站遭洪水毀損，據現場查訪資訊，此處發生河道堵塞並漫淹過橋至週遭區域。整體淹水的趨勢集中於中下游地勢低緩地區，然而；由上游集水區的幾個雨量站累積降雨更高於平地的情況(如安招國小、橫山國小和深水國小)推判典寶溪上游河段亦不無可能有溢淹情況發生。綜合比較現況與淹水模擬的結果，於上游處部分河段亦有機會產生淹水，下游地區之水利署公告淹水範圍除了頂鹽分線處淹水外，其餘淹水趨勢均有掌握，大遼排水與筆秀排水交界地區模式模擬淹水情況較為實際嚴重。

模擬結果如圖 5-42 所示。各淹水測站模擬與現況之最大淹水深度比較，如表 5-41 所示；各測站最大水深發生時間模擬與現況誤差均在 2 小時合理範圍以內。

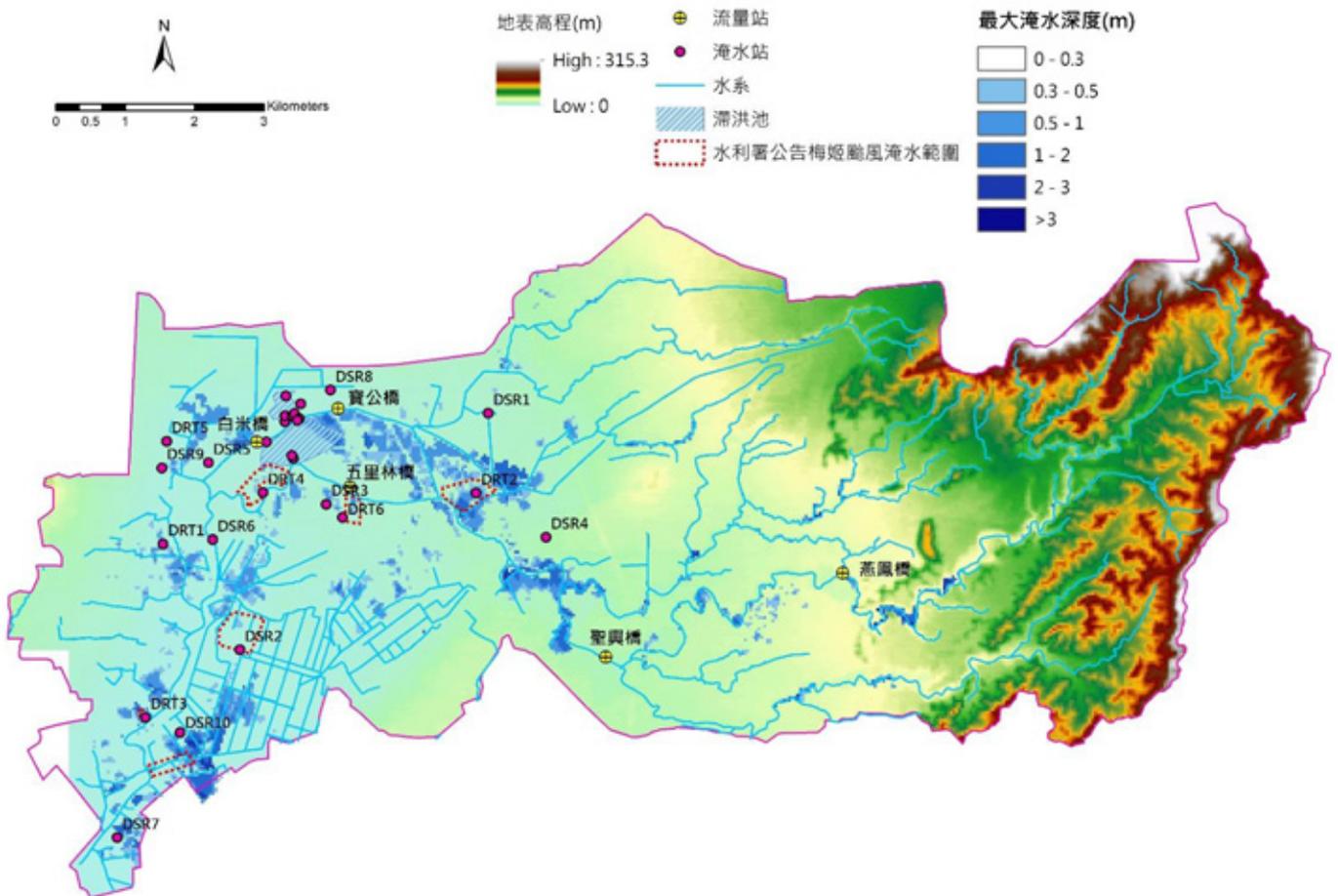


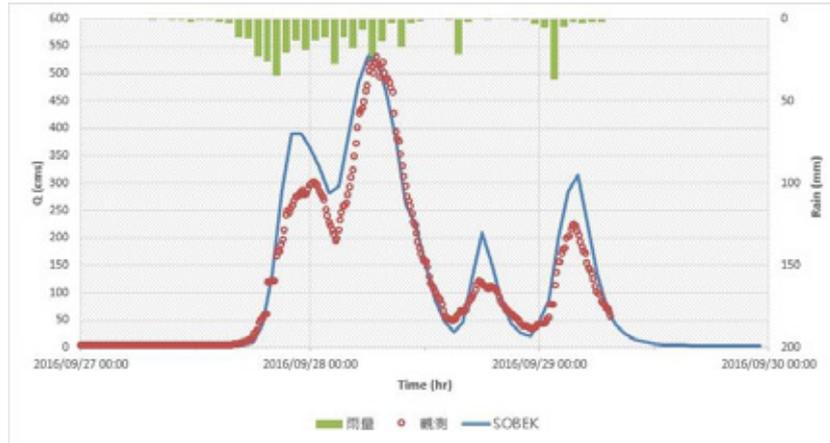
圖 5-42 典寶溪排水 SOBEK 梅姬颱風二維淹水模擬結果

表 5-41 典寶溪排水監測站最大淹水深度比較表—梅姬颱風

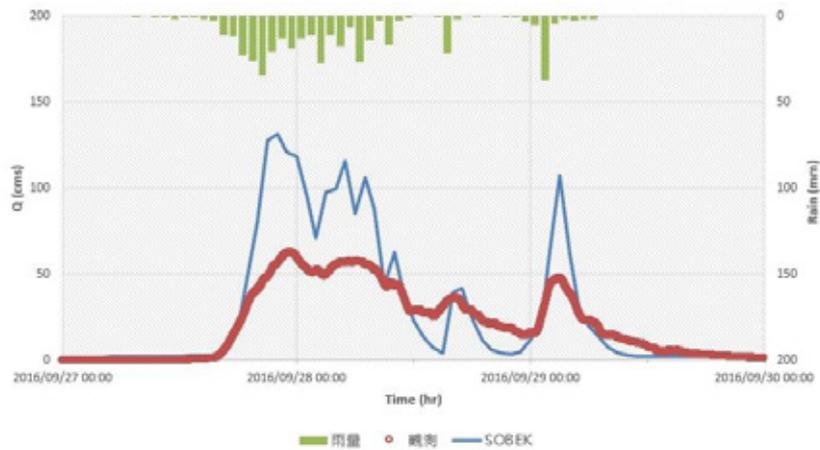
測站編號	DSR1	DSR2	DSR3	DSR4	DSR5	DSR6	DSR7	DSR8	DSR9
觀測值(m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
模擬值(m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
測站編號	DSR10	DRT1	DRT2	DRT3	DRT4	DRT5	DRT6		
觀測值(m)	0	0	0.579	0.012	0.061	0.188	0		
模擬值(m)	0.0687	0.582	0.53	0.373	0	0.2	0		

探討流量部分，比較五里林橋站、寶公橋與燕鳳橋站 SOBEK 流量模擬與實際觀測值差異，實際觀測流量是由觀測表面流速搭配指標流速法推估的結果，燕鳳橋水位與流速站於洪峰時損毀，故無法推估全洪程觀測流量，詳圖 5-43。

(a)



(b)



(c)

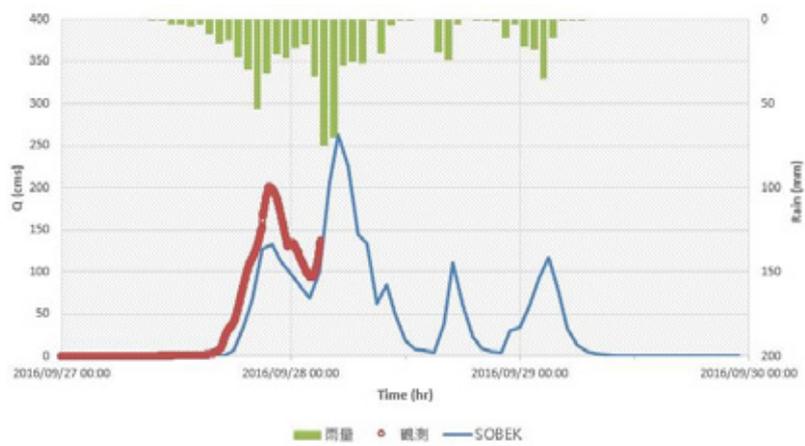


圖 5-43 典寶溪排水梅姬颱風 SOBEK 模擬與觀測流量比較

(a)五里林橋 (b)寶公橋 (c)燕鳳橋

五里林橋站觀測洪峰流量以二次多項式迴歸量測資料的方法所推估結果為 529.95 立方公尺/秒；模擬值為 532.28 立方公尺/秒；誤差 0.44%，寶公橋站觀測洪峰流量為 62.7 立方公尺/

秒；模擬值為 131.57 立方公尺/秒，整體模擬歷線峰峰到達時間偏差 1 小時以內；寶公橋處模擬值有過於高估情況，值得後續配合現場觀測資料仔細檢討評估以及統計觀測資料迴歸方法的選擇，參見 3-5~3-7 章節詳盡說明。

另以 SOBEK 一維河道模式模擬典寶溪河道水位結果與現況水位站觀測紀錄做比較，典寶溪排水主幹下游至上游選取長潤橋至燕鳳橋站，詳圖 5-44 與表 5-42，水位峰值誤差多能控制在 10% 以下，峰值到達時間時間誤差約 1 小時以下，

整體模擬水位歷程變化趨勢均能妥善掌握，表現良好。

典寶溪大遼排水選取滯洪池上、下游的寶公與白米橋站進行水位檢核，詳圖 5-45。發現實際現場滯洪池周圍有湧水現象，水位高居不退，由現況下游白米橋觀測洪峰水位甚至比上游寶公橋洪峰水位還高，河道縱剖水面線呈逆波情況。上述為模式較難以模擬調校呈現的困難點，故大遼排水之模擬分析誤差較大。

表 5-42 SOBEK 水位模擬結果分析誤差(梅姬颱風)

位置	效率係數	水位峰值誤差百分比(%)	水位峰值到達時間誤差 hr)
長潤橋	0.88	-2.85	1
鹽埔橋	0.79	-13	0
五里林橋	0.95	-3.91	1
聖興橋	0.94	6.33	1
燕鳳橋	--	--	--
白米橋	-0.22	-39.73	0
寶公橋	0.64	-22.07	0

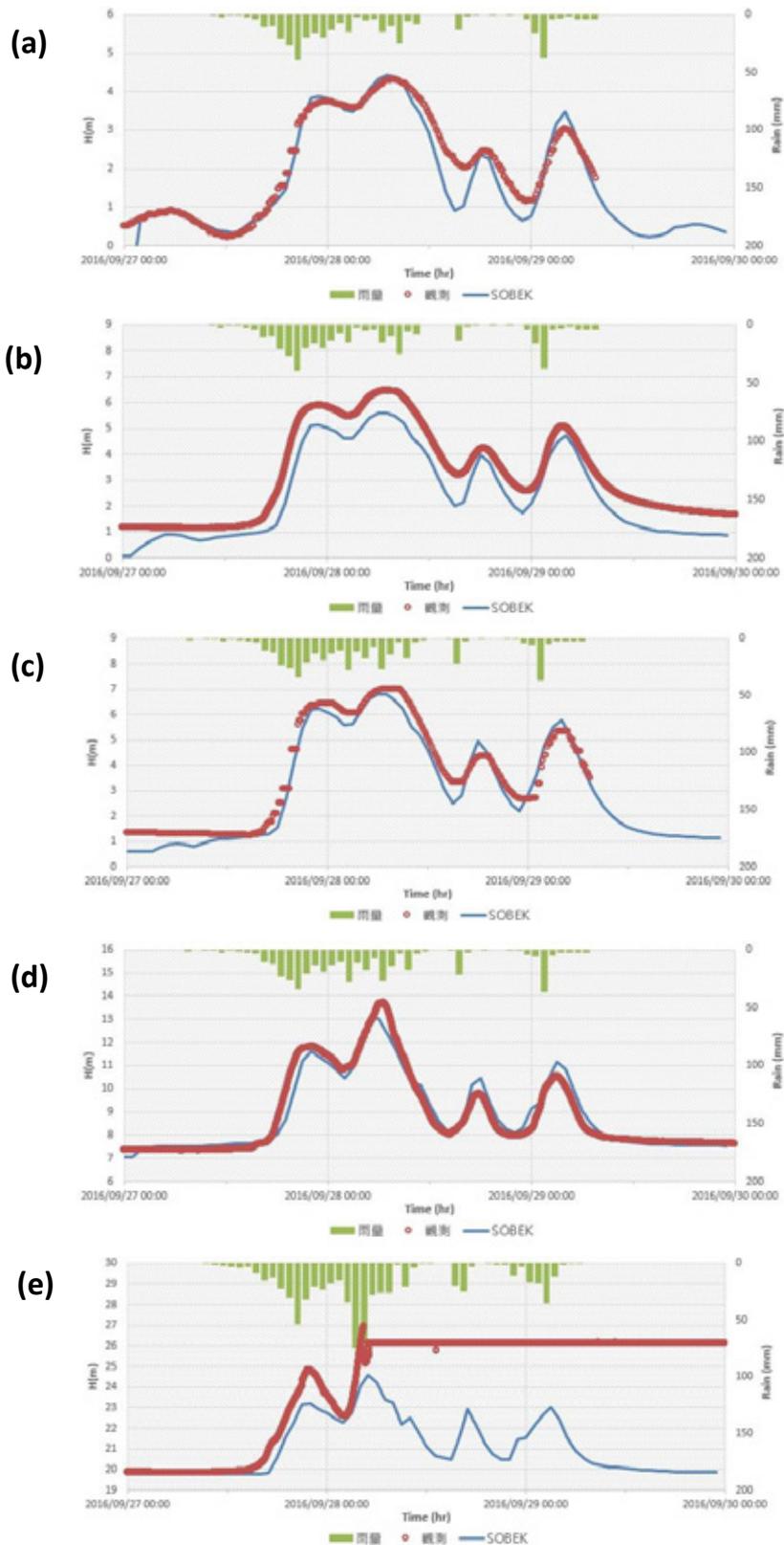


圖 5-44 SOBEK 於典寶溪排水主幹梅姬颱風模擬與觀測水位比較
(a)長潤橋 (b)鹽埔橋 (c)五里林橋 (d)聖興橋 (e)燕鳳橋

※ 註: 圖 5-44, 梅姬颱風事件中, 長潤橋與五里林橋站尾水段部分資料缺少, 而燕鳳橋站遭損毀, 故無完整資料可比對。

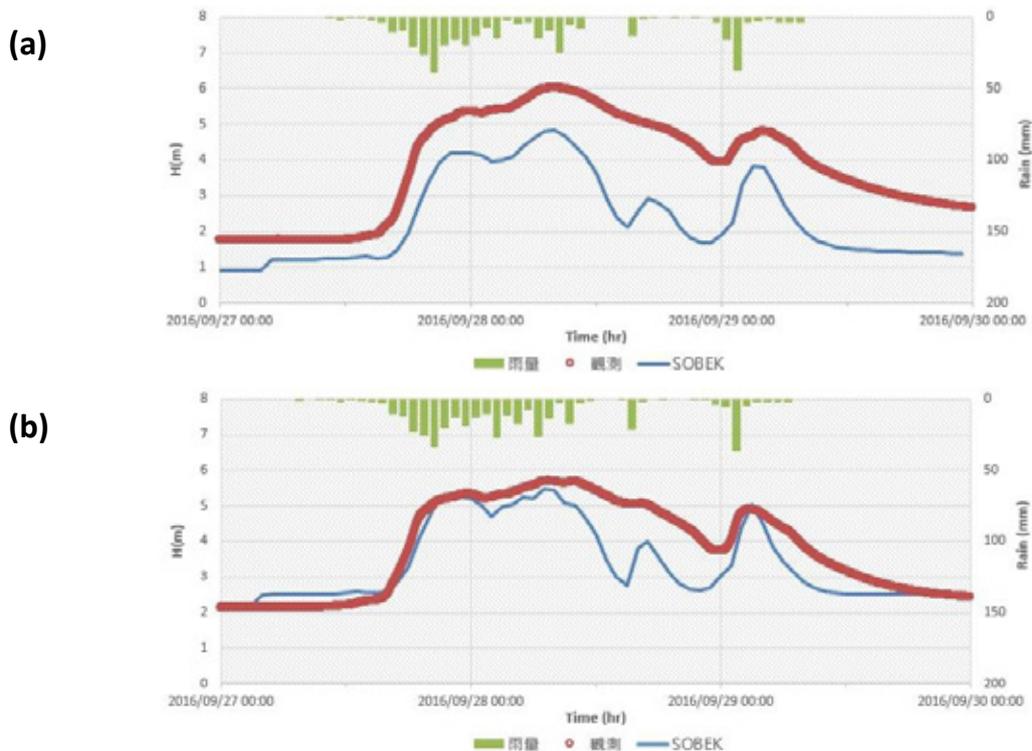


圖 5-45 SOBEK 於典寶溪大遼排水梅姬颱風模擬與觀測水位比較
(a)白米橋 (b)寶公橋

4、SOBEK 模擬與檢定成果分析結論

SOBEK 二維淹水檢定分析包括淹水範圍、最大淹水深度以及流量、河道水位峰值與水位峰值到達時間之誤差。綜合比較蘇迪勒颱風與梅姬颱風的模擬結果：淹水部分，蘇迪勒颱風現況並無淹水紀錄而模擬之淹水範圍亦趨近於零淹水；最大淹水深度亦是如此，因淹水測站均無淹水位紀錄。梅姬颱風淹水範圍多數有反應現場實際情況，然而現場的複雜度與影響因素多，人為的疏失或是操作行為以及突發障礙物的堵塞均有機會造成淹水，此為模式中無法完全反映出來的，綜觀兩場事件二維淹水趨勢合理。

SOBEK 模擬之河道水位峰值水位結果大致理想，但在梅姬颱風因滯洪池湧水造成白米橋水位高漲，最高達 EL.6.04m，亦是造成 A、B 滯洪池(堤頂標高 EL.5.5m) 及局部堤岸溢淹致災的原因。當時大遼排水白米橋—寶公橋河段縱剖水位面為逆波情況，且在 9/28 12:00 之後連續降雨停緩而實際水位依然壅高，

並非如模擬水位快速漲退，主因模式仍是在最理想的假設條件狀況下，而現場受多方因素影響使河道排水不順故無法快速退水，梅姬颱風即為此特殊之案例參考。

兩場模擬流量有高估現象，可從幾點原因探究，於模式中在雨量資訊可靠度佳的前提下，降雨逕流模組 SCS 三角形單位歷線法決定逕流量大小的為各子集水區土壤特性 CN 值，目前典寶溪模型設定為 103 年「高雄市淹水潛勢圖第二次更新計畫」核定版本，其 CN 值給定以國土測繪中心 2006 年國土利用調查圖進行分析，距今 2016 年土地利用情況是否有大幅變動理應探究。而當初檢定驗證場次為 2012 天秤颱風、海葵颱風與 2013 康芮颱風，此三場於五里林橋的尖峰流量均小於 100 立方公尺/秒以下，相對於本年度模擬之蘇迪勒和梅姬颱風之流量尺度小很多，於參數調校外延的結果較大流量易失真。另外整體檢核點只有五里林橋一站，且參照觀測值基準不同，當初採用公告水位流量率定曲線之流量與本計畫以聲波督普勒流速儀(ADCP)搭配指標流速法推估之流量作為觀測值亦有所差異。針對上述流量差異的修正方向做幾項結論：

- (1) CN 值設定為參考土地利用的結果，理應不該隨不同颱風事件任意大幅更動，無論是典寶溪或是宜蘭河 SOBEK 模型均是淹水潛勢圖計畫核定的版本，然而隨著年份和空間變遷，土地利用有必要重新整體考量，進而重新決定 CN 參數而影響逕流量。
- (2) 過往參數檢定的颱風場次尖峰流量偏小(天秤:18 cms；海葵:80 cms；康芮: 108 cms)與檢核點過少(只有五里林橋)，如此於參數 CN 值調校外延易失真或無法掌握其他地區子集水區之特性，故建議與新事件重新比較與檢核。
- (3) 由觀測水位波降變化，來解釋流量上的差異，以梅姬颱風為例，實際現況流量檢核點的水位波降通常比模式來的緩，較緩的波降使得整體流速較慢。SOBEK 模擬上對於迴水或

是逆波的水位變化於觀測站並不完全一致，表示流況不同，亦有可能進階影響流量模擬大小。

- (4) 本計畫觀測方法採指標流速法來推估，處理流速轉流量的迴歸統計函數有多種選擇，而不同的資料迴歸方式將左右推估流量值的大小，目前現階段為了推廣簡便，兩處試驗流域各觀測站多以線性方法給予單一 α 參數所推求的結果作為觀測流量，但目前此推估方法跟模式比較結果於近年幾場事件中明顯低估，因此，是否選取對於觀測資料統計表現較佳的二次多項式迴歸方法或是採用分區段線性迴歸等方式，未來對兩處試驗流域各觀測流量站所採用的統計函數重新進行檢討是新的課題(細節參考 3-6、3-7)。
- (5) 考量每場颱風的不確定性與特殊性，此 SOBEK 典寶溪模型的執行案例成果仍具有參考價值，唯對應現場觀測水位流況對於流量的檢核需再重新檢討。

四、資料展示平台之資料更新與提供

資料展示平台中提供資料包括 (1)水文監測資料；(2)地文資料；(3)數值模擬結果。圖 5-46 表示計畫執行時資料展示平台包含項目與細項。

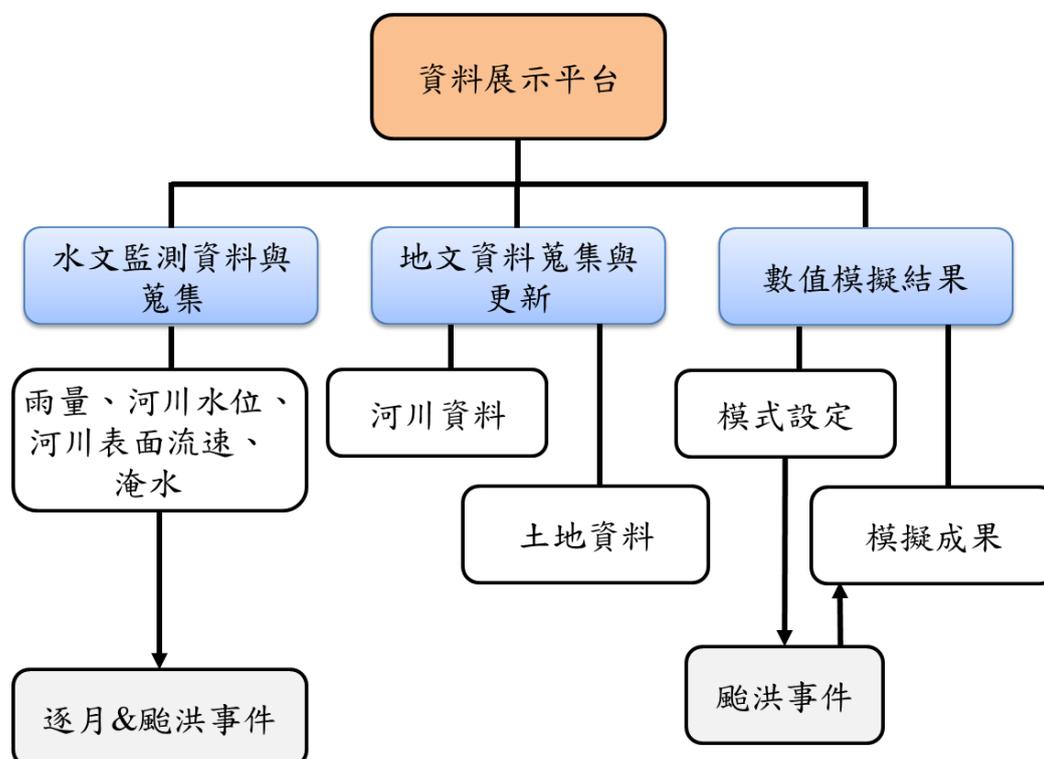


圖 5-46 資料展示平台中資料項目

表 5-43 為計畫中展示與蒐集的水文地文資料項目與來源單位。土地利用資料年份為 2011 年，可透過國土利用調查成果資訊網查詢 (www.nlsc.gov.tw)。表 5-44 中列出平台上分享的數值地形資料，其中包括網格尺度、測量或資料釋出年份以及資料提供單位。宜蘭河河川斷面主要採用 2011 年「蘭陽溪流域大斷面及地形測量成果告報告」，斷面資料彙整如表 5-45 所示；典寶溪排水支排多，因此斷面測量範圍分段與時間分散，目前已經收集不同年份斷面測量資料，如表 5-46 所示，其中包含測量時間與範圍說明。自 2012 年(民國 101 年)起，測試基地中所觀測之雨量、河川水位、河川表面流速與淹水監測資料已經超過九千萬筆，並提供水利署、第一河川局、第六河川局、臺灣大學與成功大學等作業單位與學研單位使用。水文監測資料提供除逐月資料外，亦針對颱風事

件進行整理並提供。計畫中自 2012 年(民國 101 年)已經整理 26 場颱風事件水文監測資料，如表 5-47 所示，其中包含 2016 年 5 場颱風事件，計有梅雨、尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬。地文資料蒐集與更新將則包括河川斷面及數值地形等資料。

表 5-43 資料展示平台中水文與地文資料整理

類別	資料項目	來源單位
水文資料	雨量	1.中央氣象局 2.颱風中心
	河川水位	1.水利署 2.颱風中心
	河川表面流速	颱風中心
	淹水監測	1.水利署第一河川局 2.颱風中心
	潮位	中央氣象局
	地下水	水利署
地文資料	河川斷面	水利署
	GIS 圖資	颱風中心
	數值地形	1.內政部地政司衛星測量中心 2.水利署
	土地利用	1.內政部國土測繪中心 2.宜蘭縣政府 3.高雄市政府

表 5-44 試基地數值地形資料整理

格網尺度	測量年份	提供單位
40 x 40 m	1983-1985	行政院農業委員會委託林務局農林航空測量所
20 x 20 m	2001-2006	內政部地政司衛星量測中心
5 x 5 m	2008-2010	內政部地政司衛星量測中心
15 x 15 m	2014	CLUSTERGIS, THE EARTH'S RELIEF
30 x 30 m	2012	NASA 與 METI

表 5-45 宜蘭河斷面資料彙整

測量年份	測量範圍
2007	美福大排，建業中排，舊港排水，金山中排 農排：三泰三中排，中興中排，凱旋中排，古結中排，壯五中排，壯三中排，建蘭中排，振興中排，新南中排，宜興一中排
2011	宜蘭河測量範圍：宜蘭河口→五十溪、大湖溪合流點 五十溪測量範圍：與宜蘭河匯流處→員山鄉圳頭隘界圳進水口 大礁溪測量範圍：與宜蘭河匯流處→二結枕頭山圳進水口 小礁溪測量範圍：與大礁溪匯流處→礁溪鄉匏崙村小礁溪支坑匯流口 大湖溪測量範圍：與五十溪匯流處→逸仙橋

表 5-46 典寶溪排水斷面資料彙整

測量年份	測量範圍
2004	典寶溪主流，典寶 A 支線，典寶 B 支線，大遼排水，援中港支線，牛食坑支線，石螺潭分線，筆秀支線，角厝支線，鳳山厝支線。
2008	大遼排水治理規劃：與典寶溪匯流口至國道 1 號
2011	典寶溪排水主流：出海口至國道 10 號橋
2013	典寶溪排水主流，大遼排水，石螺潭分線，援中港支線，牛食坑支線，筆秀支線，角厝支線，鳳山厝支線。
2013	角厝支線：與典寶溪匯流口至高雄第一科技大學游泳池
2014	典寶溪排水主流：長潤橋至聖東橋

表 5-47 水文監測資料中颱風事件整理

年份(西元)	颱風事件名稱	颱風編號	警報時間	資料時距
2012/7	蘇拉	201209	7/30-8/3	7/29-8/4
2012/8	0807 豪雨			8/6-8/9
2012/8	啟德	201213	8/14-8/15	8/12-8/16
2012/8	天秤	201214	8/21-8/28	8/21-8/25
2012/9	杰拉華	201217	9/27-9/28	9/26-9/29
2013/7	蘇力	201307	7/11-7/13	7/10-7/14
2013/7	西馬隆	201308	7/17-7/18	7/16-7/19
2013/8	潭美	201312	8/20-8/22	8/19-8/23
2013/8	康芮	201315	8/27-8/29	8/26-9/1
2013/9	天兔	201319	9/19-9/22	9/18-9/23
2013/10	菲特	201323	10/4-10/7	10/3-10/8
2014/7	麥德姆	201410	7/21-7/23	7/20-7/24
2014/8	0809 豪雨			8/6-8/14
2014/9	鳳凰	201416	9/19-9/22	9/18-9/26
2015/5	紅霞	201506	5/10-5/11	5/9-5/12
2015/5	梅雨			5/21-5/27
2015/7	蓮花	201510	7/6-7/9	7/6-7/9
2015/7	昌鴻	201509	7/9-7/11	7/9-7/11
2015/8	蘇迪勒	201513	8/7-8/10	8/7-8/9
2015/9	杜鵑	201521	9/27-9/29	9/27-9/30
2016/6	梅雨			6/10-6/15
2016/7	尼伯特	201601	7/6-7/9	7/7-7/10
2016/9	莫蘭蒂	201614	9/12-9/15	9/14-9/16
2016/9	馬勒卡	201616	9/15-9/18	9/15-9/18
2016/9	梅姬	201617	9/25-9/28	9/26-9/29

不同於於國際知名試驗流域，測試基地將數值模擬成果置於資料展示平台。延續水文水理模式檢定驗證工作，將彙整颱風事件數值模擬成果，包括降雨逕流模式 HEC-HMS、河道演算模式 HEC-RAS 及二維淹水模式 SOBEK；而颱風事件模擬成果則包含 2015 年(民國 104 年)所進

行的案例：蘇拉(2012/7)、蘇力(2013/8)、康芮(2013/8)及 0809 豪雨(2014/8)等。於展示平台之資料則包含模式設定檔與模擬成果(數值與圖檔)；模式設定檔可提供其他研究人員快速進行該事件或其他延伸模擬，以節省研究人員重新設定模式中水文環境與參數；模擬成果則有數值與圖檔，並與觀測資料進行比較。表 5-48 中則列出資料展示平台中水文水理模式模擬成果。

表 5-48 資料展示平台中水文水理模式模擬成果

流域	宜蘭河流域			典寶溪排水集水區		
數值 模式	HEC-HMS	HEC-RAS	SOBEK	HEC-HMS	HEC-RAS	SOBEK
颱風 事件	蘇拉 2012	蘇拉 2012	蘇拉 2012	康芮 2013	康芮 2013	康芮 2013
	蘇力 2013	蘇力 2013	--	0809 豪雨 2014	0809 豪雨 2014	--
	鳳凰 2014	蘇迪勒 2015	--	蘇迪勒 2015	蘇迪勒 2015	--
	蘇迪勒 2015	杜鵑 2015	--	--	--	--
	杜鵑 2015	--	--	--	--	--

第六章 測試基地資料展示平台推廣

一、資料展示平台建置

前期計畫中已經於 2012 年(民國 101 年)完成測試基地內水文監測資料庫建置，目的在銜接與整合自動化水文測站傳回之資料及存放彙整後之水文與地文資料。針對宜蘭河流域與典寶溪排水集水區詳述地理位置及各測站資訊，提供即時資料線上展示，網址為 <http://wraew.tfri.narl.org.tw/>。目前測試基地水文監測資料即時展示網站不需進行登入即可查看。圖 6-1 顯示水文監測資料即時展示主網頁。



圖 6-1 測試基地水文監測即時展示主網頁

展示系統以網頁化之地理資訊平台展示雨量、水位、淹水高程及流速等水文監測資料，提供時序資料繪圖、格網動態展示等，依使用者的需求加以整理，將水情資訊區分為空間與時間序列資料。空間資料包含水文測站位置資訊、河川與主要排水位置、橋梁位置、流域範圍等。圖 6-2 為以宜蘭河流域為例說明流域背景資料、排水系統與橋梁位置。圖 6-3 及圖 6-4 則以河川水位資料為例，利用 Google Map API 功能界定宜蘭河流域範圍，標示水位站位置，點選各站即可顯示水位資訊及歷線。2015 年(民國 104 年)時該網頁新增宜蘭河流域宜興橋、東津橋、尚德橋、

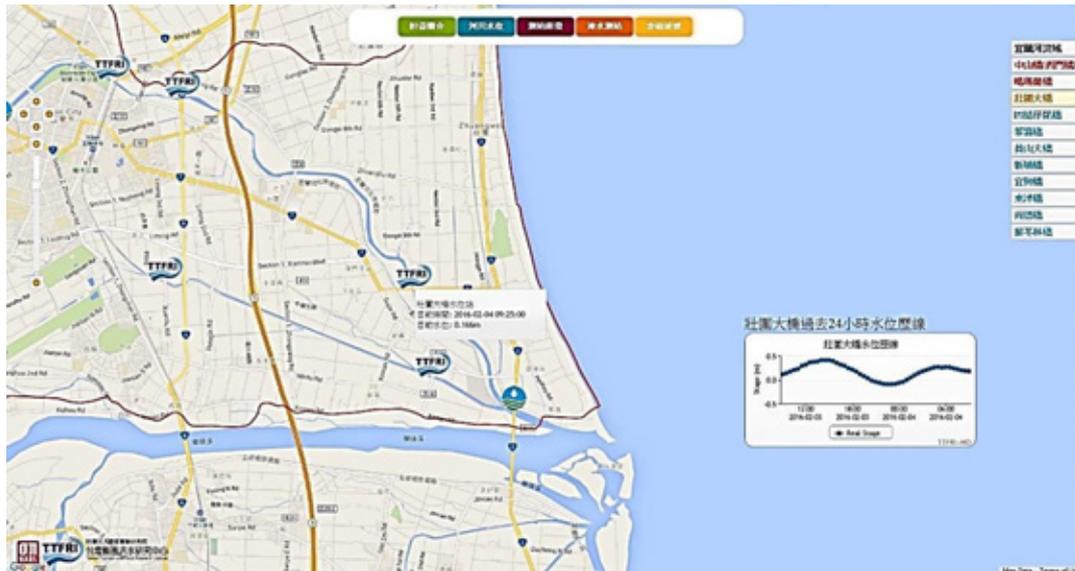


圖 6-4 測試基地河川水位監測時間序列展示

水文測站傳回之監測資料自動儲存於颱風中心伺服器中。目前雨量監測以時雨量表示，水位、表面流速及即時淹水監測量測頻率為每一分鐘。水利署測站量測頻率為每十分鐘，例如中山(西門)橋、噶瑪蘭橋、五里林橋及長潤橋等四處水位監測站。

水文資料具有時序性，因此水文資料之整理方式多以時間排序為主要方式。基於基本記錄與研究需求，2015年(民國104年)前期計畫中將水文監測資料(雨量、河川水位、河川表面流速、淹水深度)建置區分為兩類：(1) 按月整理；(2) 按事件整理。前期計畫中已經建置網頁並連接伺服器，提供使用者逐月水文監測資料，其資料彙整與更新自2012/7至2015/12止。建置之網頁中亦將提供下載相關測站資訊與水文監測資料格式等文件。為讓使用者採用熟悉的介面，因此將資料下載介面設計如檔案總管方式。測試基地中水文監測資料下載可由<http://wraew.tfri.narl.org.tw/index.php> 進入，其資料下載頁面如圖 6-5 至圖 6-8 所示。參考國際上試驗流域提供資料之方式，主要為逐月整批資料下載；但因為台灣水文環境特殊，幾乎為颱風事件之水文監測資料較具應用價值，因此另外針對颱風事件為標的之整理方式，以免除使用者再行找尋與設定下載日期間距。目前已經整理颱風事件共 21 場，包含

蘇拉(2012)、蘇力(2013)、康芮(2013)、蘇迪勒(2015)及杜鵑颱風(2015)颱風。



圖 6-5 測試基地水文監測資料下載頁面



圖 6-6 測試基地逐月水文監測資料下載頁面



圖 6-7 測試基地颱風事件水文監測資料下載頁面



圖 6-8 測試基地水文監測資料下載種類

計畫中重新安排資料展示平台。2015 年(民國 104 年)前期計畫中蒐集 26 處國際試驗流域，圖 6-9 表示各區域設置試驗流域數量的比例，大部分試驗流域多為美國及加拿大(佔 80.77%)。試驗流域之設置皆有其研究目的，綜合所收集之試驗流域進行特性分類，可粗略區分以下 4 類研究目的：(1) 森林；(2) 農業；(3) 水文；(4) 生態。圖 6-10 表示其分類比例。圖中顯示因森林與農業議題所建置的試驗流域為最多，各佔 38.46% 及 34.62%。因水文研究需求所建置之試驗流域則佔 19.23%。然而試驗流域建置後除著眼於初期研究目的外，隨著相關研究議題潮流及需求調整，已經無法維持單一目的之維運方式，而是配合主要研究議題逐漸加入不同研究領域。也因此試驗流域中逐漸且適度增加不同的監測項目，以配合提供更多元的資料。因此試驗流域之具有主軸維運之多元監測亦為趨勢。

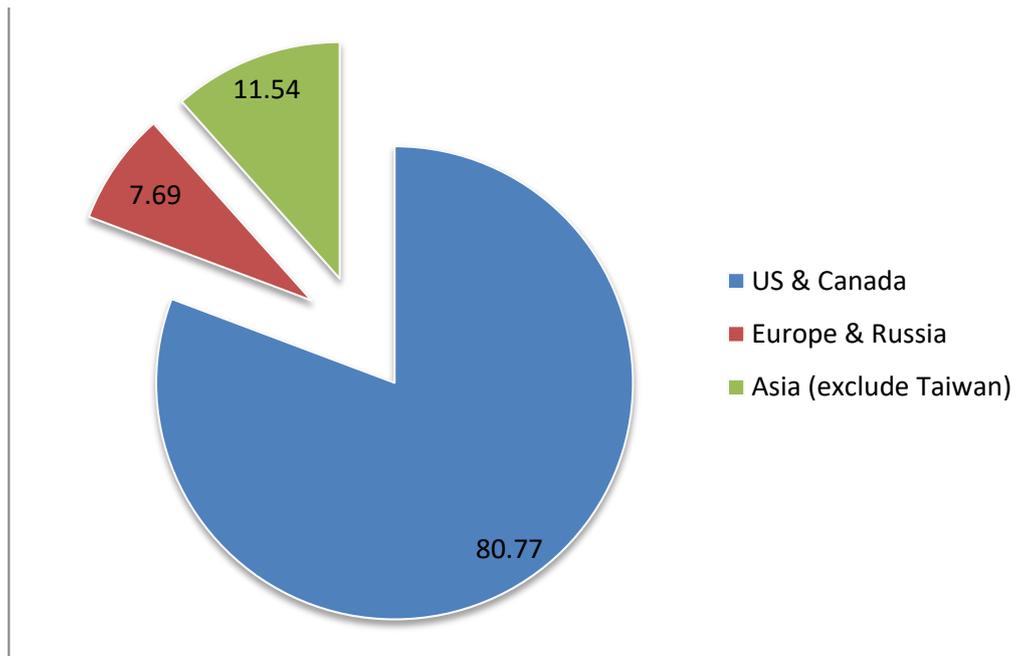


圖 6-9 試驗流域設置國家區域分布比例

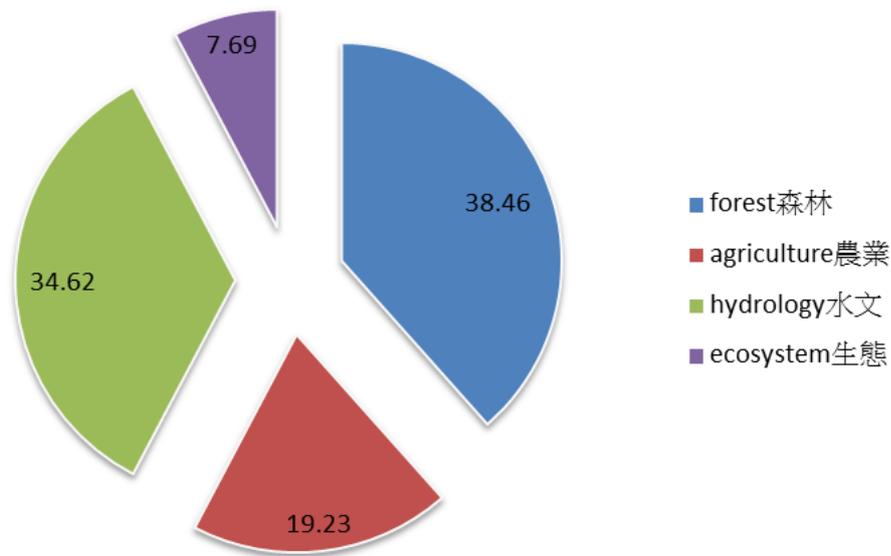


圖 6-10 國際試驗流域特性分類及比例

為使資料展示平台可符合使用者需求，因此針對監測資料下載較為完整的試驗流域網站進行參考，計畫中參考 Casper Creek Experimental Watershed (<http://www.fs.fed.us/psw/topics/water/caspar/>)、Dry Creek Experimental Watershed (<http://earth.boisestate.edu/drycreek/data/>) 及 Walnut Gulch Experimental Watershed (<http://www.tucson.ars.ag.gov/dap/>)

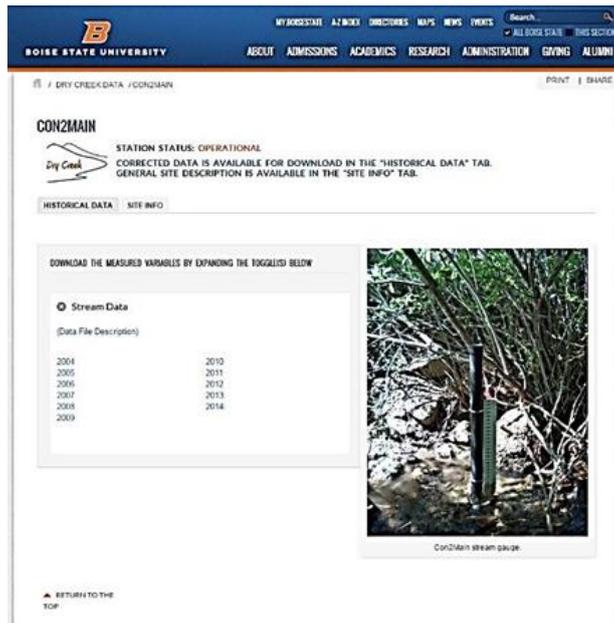


圖 6-13 測試基地水文監測資料下載：以年資料為下載單位

初步回顧國際上試驗流域監測資料下載網頁與內容，多為以簡單網頁列出測站地圖，並以整批下載方式提供監測資料，其中包含測站資訊與資料格式說明。因此重新建置之測試基地資料展示平台規劃兩部分：(1) 流域說明；(2) 水文監測部分。圖 6-14 為規劃之測試基地資料展示平台架構。網站網址為 <http://wraew.tfri.narl.org.tw/wraewV4/index.php?lang=tw>。展示平台中將各功能選單列於頁面左側，如圖 6-15 所示。流域說明部分計畫中則將包括測試基地首頁及建置說明與流域介紹，分別如圖 6-16 及圖 6-17；其中流域介紹中表列測站數量統計，如圖 6-18 所示。水文資料部分將包含監測資料即時展示與資料下載兩部分。即時展示區分為雨量、水位、流速及淹水等即時監測資料，各類監測項目內包含颱洪中心所屬測站之狀況及測站位置圖面，如圖 6-19 所示。為方便使用者可以觀察所有測站即時監測資料，平台中採用點擊「點我顯示流域內過去 24 小時歷線」後，另外開啟視窗展示時序監測資料；若以水位為例，各測站水位歷線如圖 6-20 所示。資料下載部分分為觀測資料、地文資料及數值資料。根據 9/13 工作會議中討論後要求網頁水文資料下載需以流域做為區分，因此水文資料下載頁面中，區分宜蘭河及典寶溪兩區塊。觀測資料部分

首先提供資料相關文件，其中包括測站資訊(包含測站坐標)與資料格式說明，如圖 6-21 所示。再者，水文監測資料將以颱風事件與逐月方式進行整理，分別如 Figure 7 及圖 6-23 所示，以因應使用者研究颱風事件分析需求；此整理方式為本計畫中與國際其他試驗流域相比較為特殊之處。表 6-1 則表示各水文監測資料格式。為使資料下載更加便利，計畫中調整現有「檔案總管」方式，改以頁面方式呈現各年各月份與各颱風事件，讓使用者點選該月份或颱風事件則可將水文監測資料全部下載。此外使用者可於平台中將兩流域中部分颱風事件中所推估的全洪程流量一次下載，如圖 6-24 所示。地文資料以蒐集方式取得，如圖 6-25，其中包括數值地形、河川斷面、土地利用、土壤資料及相關 shape 檔案。平台中將提供降雨逕流 HEC-HMS、河道演算 HEC-RAS 與二維淹水 SOBEK 等水文水理模式對於部分颱風事件模擬之設定檔案與模擬成果如圖 6-26 所示，而設定檔案中則將包含河道斷面、土地利用、土壤性質與數值地形等增值資訊。同樣的，使用者可以點選模式及事件後，一次下載所有資料，並可於模式軟體中開啟與觀看模擬結果。此部分亦為國際間各試驗流域中特殊之處。同時為展示測試基地應用成效與推廣，展示平台中亦提供相關投稿文章下載，如圖 6-27 所示。

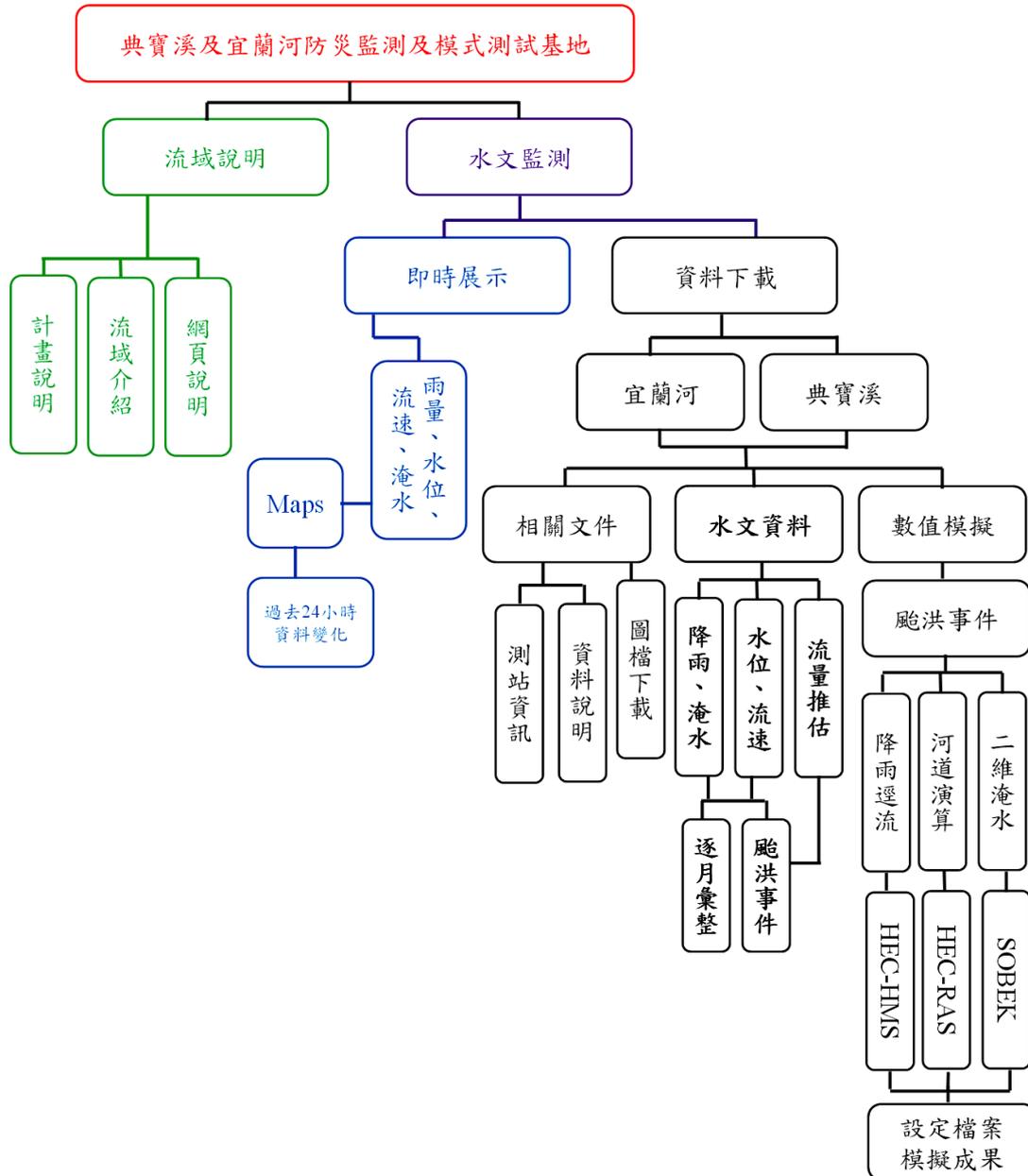


圖 6-14 測試基地資料展示平台架構



Experimental Watershed

背景說明

流域介紹

監測項目

資料下載

期刊文章

合作團隊

空分佈極不均勻，且集水區上游坡度陡峭流急，每逢颱風或豪雨來襲，易造
 暴漲。近年降雨強度增加與都市化效應影響，使得地表逕流量增加和集水區
 短，若排水系統宣洩不及則易造成淹水，對人民生命財產產生莫大的威脅。
 式於防災預警中扮演重要角色，因此模式需要足夠現場資料進行檢定驗證，
 可以合理反應模擬區域內水文現象。台灣面積為36,000 km²，水文監測方面共
 局雨量站496站，水利署雨量站215站及台電雨量站34站，水利署水位站141
 站而言，總數量雖多但測站分布並不均勻且多位於平地。此外水位站部分，
 故但無水位站同時監測主流水理變化。以上情況對於水文水理模式而言易
 模擬誤差。
 測密度與觀測方式若未改善，則將造成水文水理模式無法獲得良好水文監測
 式檢定驗證，進而使水文水理模式無法合理表現流域內水理現象。國際間常
 區域內森林、農業或水文問題，以流域為單位進行密集氣象、水文或其他項
 依照觀測資料進行分析並提出改善策略，該類流域稱之為「試驗流域」。

圖 6-15 測試基地資料展示平台功能選單安排



圖 6-18 測試基地資料展示平台：流域測站統計



圖 6-19 測試基地資料展示平台：即時監測資料



圖 6-22 測試基地資料展示平台：颱風事件觀測資料下載

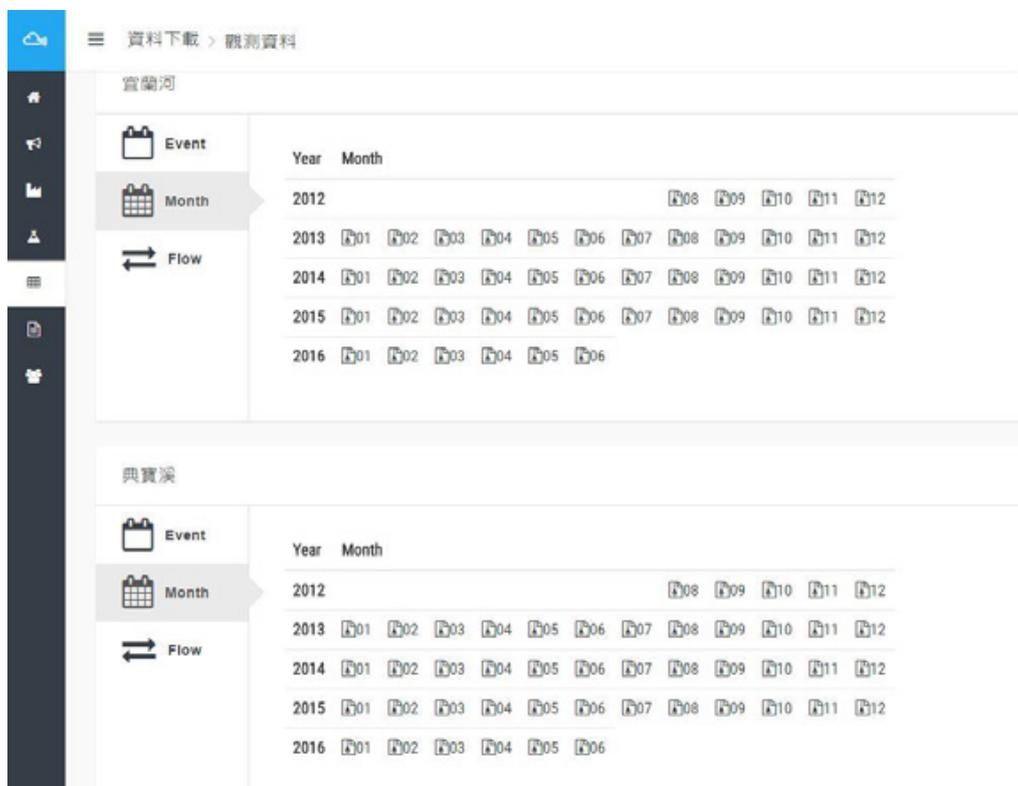


圖 6-23 測試基地資料展示平台：逐月觀測資料下載



圖 6-24 測試基地資料展示平台：推估流量資料下載

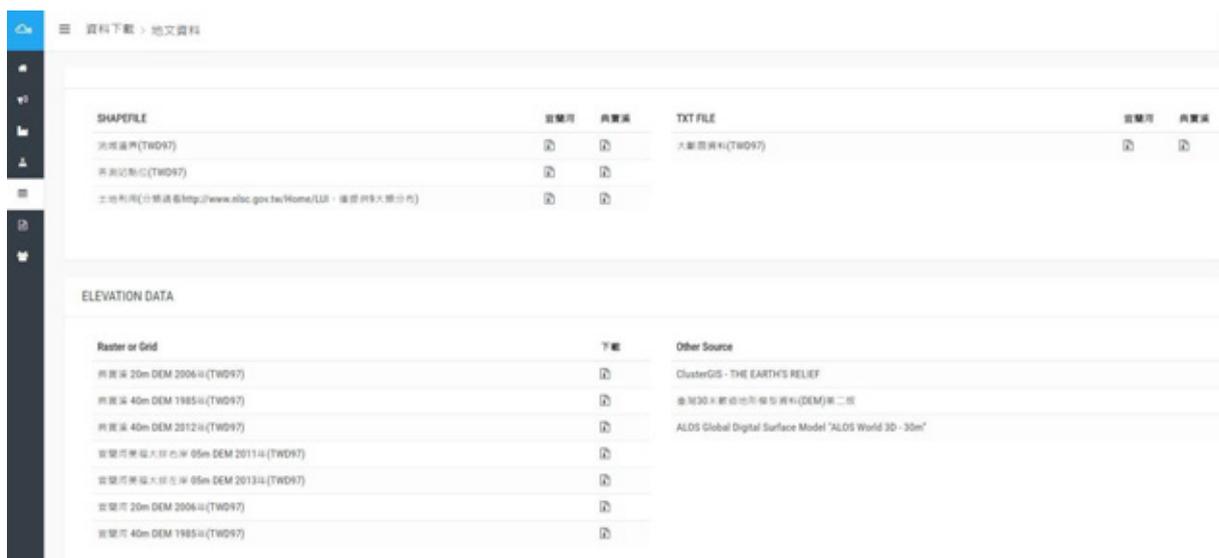


圖 6-25 測試基地資料展示平台：地文資料下載

☁ 資料下載 > 模擬資料 Data

宜蘭河

Model	Year	Event
HECHMS		
HECRAS	2012	蘇拉颱風Soala
HECRAS	2013	蘇力颱風Soulik
SOBEK	2014	風風颱風Fungwong
SOBEK	2015	蘇迪勒颱風Soudelor 杜鵑颱風Dujuan

典寶溪

Model	Year	Event
HECHMS		
HECRAS	2013	康芮颱風KONGREY
HECRAS	2014	0809降雨事件
SOBEK	2015	蘇迪勒颱風Soudelor

圖 6-26 測試基地資料展示平台：數值模擬與分析資料下載

☁ 期刊文章

期刊論文

#	Title	download
1	蔡家祥、洪建華、王季偉、王毓麟、賴國忠、李士強, 2016, 雙波射-軌流連續體流延遲性比較, 臺灣水利, 64(7), 35-46。	Download
2	賴國忠、李士強、王季偉、賴文成, 2016, 宜蘭河試驗流域洪水監測, 農業工程學報	Download

研討會論文

#	Title	download
1	賴國忠、洪建華、洪建國、蔡家祥, 2013, 河川系測流儀器與平均流速度估, 102年度農業工程研討會, 高雄, 臺灣。	Download
2	洪建國、賴國忠、蔡家祥, 2013, 中歐測流及平均流測流儀器與測量精度之比較, 102年度農業工程研討會, 高雄, 臺灣。	Download
3	王季偉、賴國忠、洪建華、王毓麟、蔡家祥, 2013, 整合即時河川系測流及水位與流量, 第十七屆海峽兩岸水利科技研討會, 昆明, 臺灣。	Download
4	王季偉、李士強、洪建華、賴國忠、王毓麟, 2014, ADFP流域觀測資料之可視化分析與應用, 103年度農業工程研討會, 高雄, 臺灣。	Download
5	賴國忠、李士強、蔡家祥, 2015, 河川系測流儀器與特性, 以宜蘭河試驗流域為例, 104年度農業工程研討會, 台北, 臺灣。	Download
6	賴國忠、李士強, 2015, 河川系測流儀器與特性, 以宜蘭河試驗流域為例, 水利工程研討會, 台南, 臺灣。	Download
7	賴國忠、李士強、王季偉, 2016, 宜蘭河試驗流域長期水文監測, 第二十屆海峽兩岸水利科技研討會, 台北, 臺灣。	Download
8	賴國忠、李士強、王毓麟, 2016, 試驗流域儀器與特性, 以宜蘭河試驗流域為例, 105年度農業工程研討會, 新竹, 臺灣。	Download
9	蔡家祥、賴國忠, 2016, 河運測流儀器與特性, 以宜蘭河試驗流域為例, 105年度農業工程研討會, 新竹, 臺灣。	Download
10	D. S. Shin, S. C. Tsung, H. W. Wang, T. H. Yang and C. H. Chen 2013 Establishing Experimental Watersheds in Taiwan for Disaster Prevention and Modeling Tests, AIGS 2013, Brisbane, Australia.	
11	Y. C. Wang, S. C. Tsung 2015 The establishment of experimental watershed in Taiwan, EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria.	
12	C. Y. Chen, C. J. Wang, C. H. Huang, C. W. Hsieh, S. C. Tsung 2016 Tracking and modeling raindrops in video sequences for assessing precipitation, 2016 IEEE Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement systems and Applications, Budapest, Hungary.	

圖 6-27 測試基地資料展示平台：相關發表文章下載

表 6-1 水文監測資料格式說明

量測項目	第一行	第二行	第三行	第四行
雨量	日期	時間	時雨量 [公釐/小時]	
水位	日期	時間	水位高程 [公尺]	
表面流速	日期	時間	表面流速 1 [公尺/秒]	表面流速 2 [公尺/秒]
淹水深度	日期	時間	水位高程 [公尺]	路面高程 [公尺]

註：每一表面流速測站安裝兩組微波雷達表面流速儀

二、資料展示平台後續維運規劃

計畫中於 7 月辦理資料展示平台專家座談，彙整專家意見後初步規劃資料展示平台維運計畫，其中包括 1)系統控管；2)維護更新；3)回饋機制；4)故障處理；5)資料介接。以下將逐項說明。

(一)系統控管

測試基地建置資料展示平台主要目的要為水文分析者與模式開發使用者提供詳細與優質監測資料，因此為加速推廣測試基地內監測資料使用度，以及鼓勵使用者多加利用資料展示平台，資料展示平台初期以開放為原則，預計明年針對資料下載部分加入使用者註冊功能，以掌握使用者資料下載情況；但於即時監測資料部分仍提供使用者開啟網頁後可直接查詢。為不涉及個資問題，初步規劃使用者註冊時僅需填入帳號、密碼、姓名、服務單位、電子信箱等一般資訊。

(二)維護更新

目前資料展示平台中需定期更新部分包括監測資料、地文資料、數值模擬結果與期刊報告等 4 項。依照資料處理與準備時程，加上考慮使用者需求，各類資料更新頻率規劃如表 6-2 所示。

表 6-2 資料展示平台資料更新頻率

資料類別	資料細項	更新頻率	說明
即時監測資料	雨量，河川水位，河川表面流速，即時淹水水位	10 分鐘	
按月與按事件監測資料	雨量，河川水位，河川表面流速，淹水水位	每月	每月 15 日前彙整上月份監測資料
颱風事件全洪程推估流量	流量歷程	每年	每年 6 月 1 日前完成前一年度各颱風事件全洪程流量推估
流域地文背景資料	測站位置 河道斷面 數值地形 土地利用		
數值模擬	降雨逕流 河道演算 二維淹水	每年	每年 6 月 1 日前完成前彙整前一年度颱風事件模擬成果
論文報告	計畫報告 期刊論文 研討會文章	每年	每年 3 月 1 日前完成前前一年度相關投稿文章與報告彙整

(三)回饋機制

目前大部分使用者為下載測試基地內所記錄的颱風事件水文資料進行驗證模擬，而主要使用模式包含 HEC-HMS 及 SOBEK，此與目前計畫中採用之模式相同。日後若有使用者應用監測資料於其他模式，為使測試基地可得到多元回饋，因此配合使用者註冊方式，規劃採用圖 6-28 中做法進行後續回饋追蹤。主要方法為使用者下載資料前進行登入，於系統中記錄下載資料種類，並設定系統主動通知管理者，再由管理者聯絡使用者洽談相關分享與回饋。

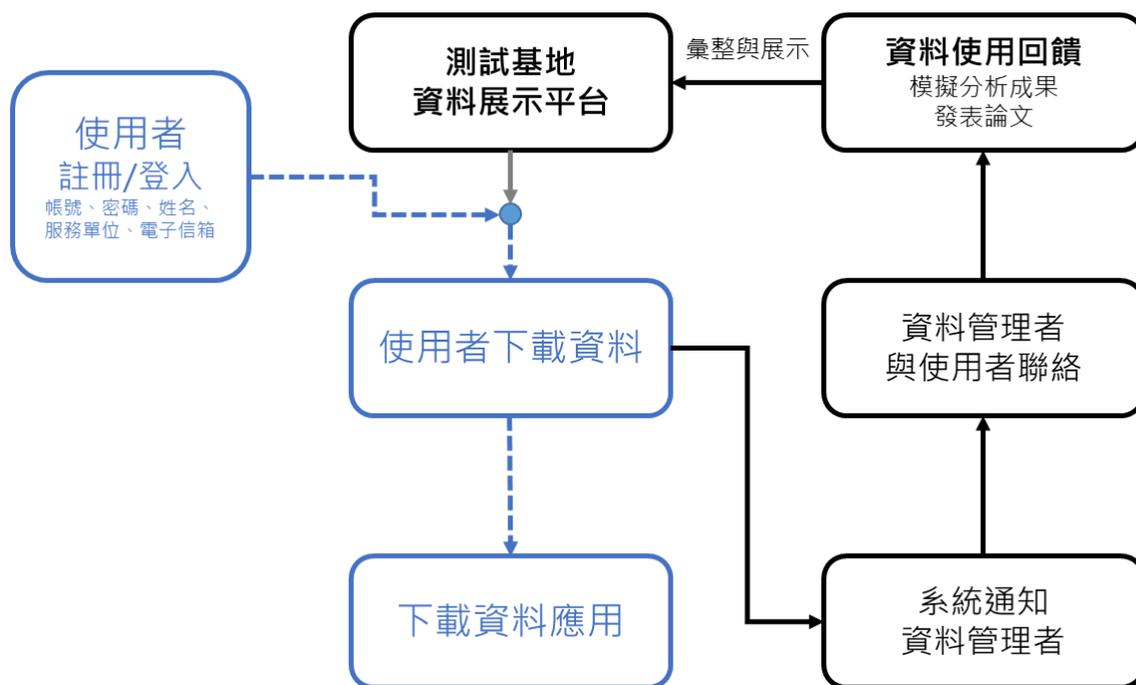


圖 6-28 測試基地資料展示平台資料使用回饋規劃

(四)故障處理

測試基地內會出現故障者大部分為現場儀器，可能因為遭受自然或人為的破壞而使監測資訊無法正常取得，此外也會因為無線傳輸訊號不良導致監測資訊無法傳出。若因無線傳輸訊號不良所導致監測資料缺漏，則儀器本身將會儲存監測資料並嘗試重新傳送直到成功為止；但若儀器受到破壞則需派員檢視與維修。目前設備若遭受強行開啟儀器箱則會以簡訊通知颱風中心內儀器管理者，以進行後續查看與通報。若測站訊號中斷或傳回訊號持續 24 小時未有變化，則通知協助廠商前往查看與維修。若儀器遭受損壞導致無法監測時，如圖 6-29 所示，則通知廠商儘快利用備品協助更換，以縮短資料缺漏時間。



圖 6-29 典寶溪燕鳳橋於 2015 梅姬颱風期間遭受洪水夾帶漂流物衝擊損壞

(五)資料介接

管轄宜蘭河流域之第一河川局及宜蘭縣政府與管轄典寶溪排水集水區內之第六河川局與高雄縣政府於颱風期間皆有防災應變任務，因此於災中之即時監測資料則扮演重要應變決策資訊，所以部分支援防災應變之協力單位要求測試基地內即時監測資料介接，以便於第一時間掌握現場水文狀況。目前已經有第一河川局(多采顧問公司協助)、第六河川局(環興顧問公司協助)及高雄市政府進行即時資料介接。計畫中為使介接過程有規則依循，因此規劃以下流程，如圖 6-30 所示。流程中審核過程僅檢視對監測資料用途。資料提供方式為提供申請單位連結網址，使用者則可於伺服器內設定資料擷取來源，目前為配合資料展示平台即時資料更新頻率，資料每 10 分鐘傳送一次。即時資料介接申請表，可參考附錄二。

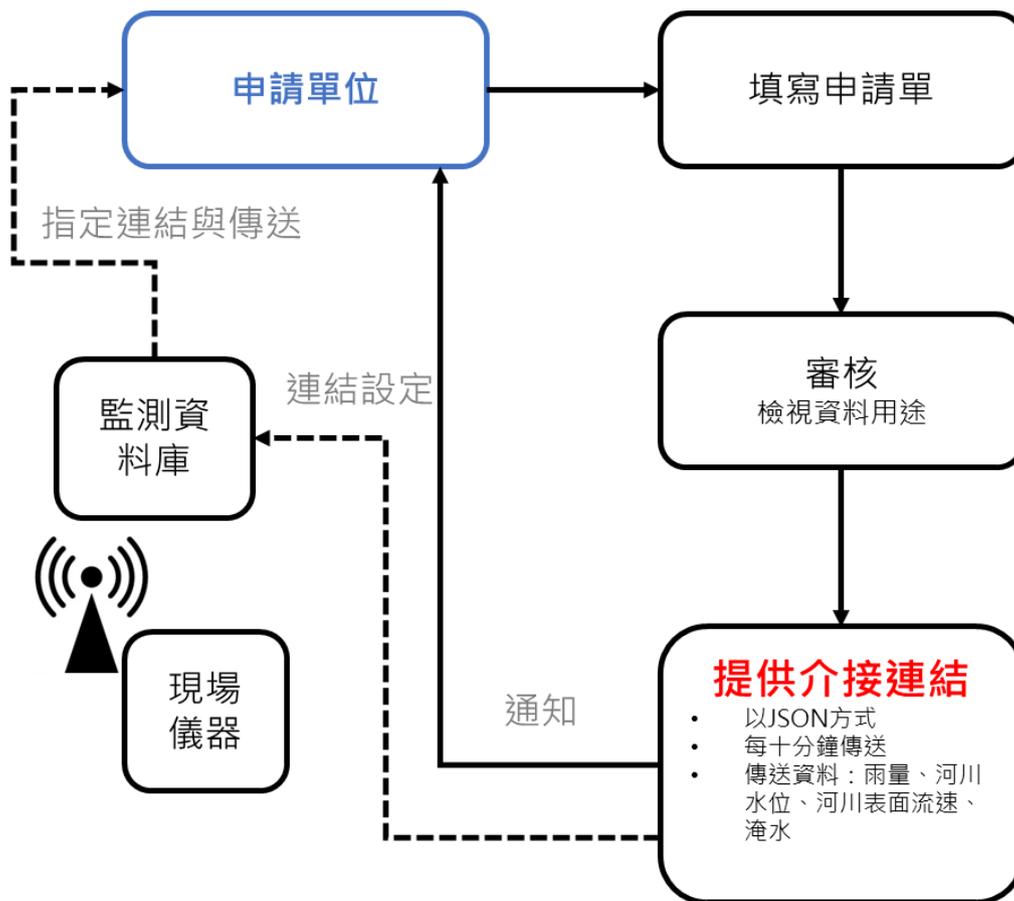


圖 6-30 測試基地即時資料介接申請流程

參考文獻

1. 徐義人(1996)，「應用水文學」。
2. 台灣省水利局(1982)，「水文觀測實務講義」。
3. 台灣省水利局(1982)，「宜蘭河治理基本計畫(蘭陽溪水系)」。
4. 高雄市水工處(1985)，「高雄市草潭埤(後勁溪)河口治理規劃報告」。
5. 經濟部水利署第一河川局(2000)，「蘭陽溪水系治理規劃報告(主流蘭陽溪及支流羅東溪)」。
6. 王如意、易任 (2001)，「應用水文學」，國立編譯館。
7. 歐信宏(2001)，「HEC-HMS 降雨-逕流模式應用之研究」。
8. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2002)，「區域排水淹水模式之研究」。
9. 經濟部水利署水利署(2003)，「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析」。
10. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2003)，「排水系統改善計畫之經濟分析及因應對策研究」。
11. 臺灣大學水工試驗所(2004)，「敏督利颱風及七二水災勘災調查」。
12. 臺灣大學水工試驗所 (2004)，「敏督利颱風及七二水災勘災調查」。
13. 國家災害防救中心 (2005)，「0612 豪雨水災事件之災因勘查分析」。
14. 國家災害防救中心(2005)，「0612 豪雨水災事件之災因勘查分析」。
15. 屏東縣政府(2006)，「美園地區排水檢討及環境營造規劃」。
16. 經濟部水利署(2006)，「易淹水地區水患治理計畫」。
17. 經濟部水利署第六河川局(2006)，「台南地區曾文溪排水系統整治及環境營造規劃」。
18. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2006)，「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」。
19. 許盈松、周湘俊、曾鈞敏(2006)，「天然河川水位-流量率定曲線分類研究」。
20. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2007)，「台南地區曾文溪排水系統整治及環境營造規劃」。

21. 屏東縣政府(2007)，「羗園地區排水檢討及環境營造規劃報告」。
22. 經濟部水利署(2008)，「高雄地區典寶溪排水系統整治及環境營造規劃報告」。
23. 經濟部水利署(2008)，「水文資訊系統擴充改善及整合計畫(1/3)」。
24. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2008)，「高雄地區典寶溪排水系統整治及環境營造規劃報告」。
25. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2008)，「高雄縣典寶溪整治計畫地質調查報告」。
26. 經濟部水利署(2008)，「中央管、直轄市管、縣市管區域排水手冊」。
27. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2008)，「屏東縣管河川林邊溪水系治理規劃總報告」。
28. 吳瑞賢、溫博文(2008)，「抽水機於淹水地區佈置效能之評估」。
29. 第四河川局(2008)，「濁水河流域逕流測預報監測控制系統」。
30. 李光敦，詹雅馨，黃品淳，黃仁國，何瑞益(2009)，「流域水情及淹水預報技術及資訊整合平台建置研究-子計畫：流域集塊式與分佈式降雨逕流模式之研發與應用(III)」。
31. 張良平(2009)，「地層下陷區減輕水患計畫及強化水路防洪排水能力」。
32. 經濟部水利署(2009)，「水文資訊系統擴充改善及整合計畫(2/3)」。
33. 內政部(2009)，「內政部風災震災勘災標準作業程序」。
34. 內政部(2009)，「內政部風災震災勘災標準作業程序」。
35. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2009)，「典寶溪排水治理計畫」。
36. 經濟部水利署(2010)，「水文資訊系統擴充改善及整合計畫(3/3)」。
37. 經濟部水利署(2010)，「台南地區曾文溪排水治理計畫」。
38. 經濟部水利署(2010)，「水文水資源資料管理供應系統—98年度地理資料倉儲中心之擴充」。
39. 經濟部水利署(2010)，「水文水資源資料管理供應系統99年度地理資料倉儲之擴充及維運」。
40. 經濟部水利署(2010)，「自動化流量站觀測資料分析檢討暨全洪程觀測方式更新研究(1/2)」。

41. 屏東縣政府(2010)，「羌園地區地下水自升現象及自流井調查與利用探討」。
42. 李明儒(2010)，「雨水下水道淤積對於都市淹水之影響評估」。
43. 經濟部水利署第一河川局 (2011)，「宜蘭縣自記式水位監測系統設立與淹水災損地理資訊系統整合規劃」。
44. 經濟部水利署第一河川局(2011)，「蘭陽溪流域大斷面及地形測量成果報告(1/8)」。
45. 經濟部水利署第一河川局(2011)，「宜蘭河水系支流大湖溪治理規劃檢討（尚德橋以上段）水文分析」。
46. 經濟部水利署第一河川局(2011)，「宜蘭縣自記式水位監測系統設立與淹水災損地理資訊系統整合規劃」。
47. 經濟部水利署(2011)，「國家級防災監測及模式測試基地建置規劃」。
48. 郭宏哲(2011)，「降雨事件中地下水自升現象對排水系統之影響－以屏東縣佳冬鄉羌園排水為例」。
49. 經濟部水利署第一河川局(2011)，「蘭陽溪流域大斷面及地形測量成果報告」。
50. 第一河川局(2011)，「易淹水地區水患治理計畫-宜蘭縣縣管區域排水梅洲排水系統規劃報告」。
51. 經濟部水利署(2011)，「自動化流量站觀測資料分析檢討暨全洪程觀測方式更新研究(2/2)」。
52. 交通部中央氣象局、觀光局東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處(2011)，「100年度資料浮標維護與資訊管理作業」。
53. 陳豐文(2012)，「應用 HEC-RAS 一維水理模式評估渠首工構造物之淹水潛勢-以臺中水系灌區為例」。
54. 經濟部水利署 (2012)，「臺灣水文年報-第二部份-河川水位及流量」。
55. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2012)，「國家級防災監測及模式測試基地建置(1/3)」。
56. 經濟部水利署(2012)，「水文分析報告審查作業需知」。
57. 經濟部水利署(2012)，「地面水文觀測手冊：資料處理篇」。

58. 楊維莘(2012)，「數種濾波技術於線性系統識別之可行性探討」。
59. 許盈松、童琮志、周湘俊、張國強、李建君、喻秉輝、黃柏彰(2006)，「微波雷達流速儀觀測特性研究」。
60. 經濟部水利署第一河川局(2012)，「蘭陽溪流域淹水範圍監測系統建置計畫」。
61. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2013)，「國家級防災監測及模式測試基地建置(2/3)」。
62. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2014)，「國家級防災監測及模式測試基地建置(3/3)」。
63. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2015)，「典寶溪及宜蘭河國家級防災測試基地監測及加值應用計畫」。
64. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2015)，「宜蘭縣淹水潛勢圖(第二次更新)」。
65. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2014)，「高雄市淹水潛勢圖第二次更新計畫」。
66. 林昭遠、劉志宇、蔡真珍(2004)，「泥岩集水區降雨-逕流歷線建置之研究」，水土保持學報 36(2)，121-134。
67. 孫振哲、莊智瑋、林昭遠(2007)，「網格式合理化法推估集水區流量歷線之研究」，39(2)，155-172。
68. 陳榮松、楊國賢、詹永年(2014)，「都市型水筒模式應用於筏子溪流域之研究」，臺灣水利 62(1)，73-83。
69. 柳文成、張傳恩、楊智傑(2014)，「結合 HEC-HMS 與調適性模糊類神經網路模式於不同預報時間之逕流模擬」，臺灣水利 62(4)，43-54。
70. 陳榮松、楊國賢、王國樑、張滄傑(2014)，「水筒模式應用於水稻梯田降雨—逕流之研究」，農業工程學報 55(3)，88-100。
71. 鄭士仁、周建明、洪君伯、李如晃(2011)，「序列線性水庫單位歷線模式之逕流生成及其應用」，農業工程學報 57(2)，26-46。
72. 陳昶憲、鍾侑達、方唯鈞(2005)，「遺傳規劃在河川演算之應用」，臺灣水利 53(4)，39-45。
73. 鄭士仁、謝惠紅、洪君伯、王育民(2005)，「應用單位歷線理論模擬地表

與地表下逕流」，臺灣水利 53(4)，71-84。

74. 宜蘭縣宜蘭市公所(2011)，「操作維護說明書 力行抽水站」。
75. 宜蘭縣宜蘭市公所(2011)，「操作維護說明書 文昌抽水站」。
76. 宜蘭縣宜蘭市公所(2011)，「操作維護說明書 宜東抽水站」。
77. 宜蘭縣宜蘭市公所(2011)，「操作維護說明書 金六結抽水站」。
78. 宜蘭縣宜蘭市公所(2011)，「操作維護說明書 新生抽水站」。
79. 宜蘭縣政府工務處(2012)，「操作維護說明書 新南抽水站」。
80. 經濟部水利署第一河川局(2012)，「蘇拉颱風宜蘭地區淹水調查及檢討建議」。
81. 經濟部水利署第一河川局(2013)，「蘇力颱風宜蘭縣區域排水水系淹水調查及檢討建議」。
82. 經濟部水利署第一河川局(2015)，「蘇迪勒颱風宜蘭縣淹水災情調查報告」。
83. 經濟部水利署第一河川局(2015)，「杜鵑颱風宜蘭縣淹水災情調查報告」。
84. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2012-2013)，「土地利用型態變遷對逕流影響之評估研究」。
85. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2014-2016)，「都市土地利用變遷對排水逕流之影響評估-以臺中市劉厝溪為例」。
86. Sherman, L.K. (1932), "Streamflow from rainfall by the unit hydrograph method." Eng. News-Record, 108, 501-505.
87. Rouse, H. (1950). "Engineering Hydraulics," John Wiley, New York.
88. Soil Conservation Service, (1957)," Use of Storm and Watershed Characteristics in Synthetic Hydrograph Analysis and Application." U.S. Department of Agriculture, Washington, D. C.
89. Woolhiser, D. A. and Liggett, J. A. (1967), "Unsteady one dimensional flow over a plane: the rising hydrograph." Water Resour. Res., 3(3), 753-771.
90. Rodriguez-Iturbe, I. and Valdes, J.B. (1979), "The Geomorphologic Structure of Hydrologic Response." Water Resources Research, 15(6), 1409-1420.

91. Gupta, V.K., Waymire, Ed and Wang, C. T. (1980), "A Representation of an Instantaneous Unit Hydrograph from Geomorphology." *Water Resources Research*, 16(5), 855-862.
92. Smith, R. E., D. L. Chery, et al., (1981), "Supercritical flow flumes for measuring sediment-laden flow". Technical Bullentin Number 1655.
93. Ray K. Linsley, Max Adam Kohler, Joseph L. H. Paulhus (1982), *Hydrology for engineers*. McGraw-Hill.
94. Rantz, S. E., and others, (1982), *Measurement and computation of streamflow*, Vol. 1. Measurement of stage and discharge, U. S. Geological Survey Water Supply Paper 2175, U.S. Geological Survey.
95. Rantz, S. F. (1982), "Measurement and Computation of Streamflow :Volume 2. Computation of Discharge," U.S. Geological Survey, Washington, pp. 359, 396-412.
96. Plant, W. J. and W. C. Keller (1990), "Evidence of Bragg scattering in icrowave doppler spectra of sea return." *J. Geophys. Res.*, 95, 16,299-16,310.
97. William A. Blackmarr, (1995), "Documentation of Hydrologic, Geomorphic, and Sediment Transport Measurements on the Goodwin Creek Experimental Watershed, Northern Mississippi, for the Period 1982-1993 -- Preliminary Release", Editor Research Report No. 3.
98. Yen, B.C. and Lee, K.T (1997), "Unit Hydrograph Derivation for Ungauged Watersheds by Stream-Order Laws." *J. Hydrol. Eng.*, 2(1), 1-9.
99. Lee, K. T. and Yen, B. C. (1997). Geomorphology and kinematic-wave based hydrograph derivation. *J. Hydraulic Engrg.*, ASCE, 123(1), 73-80.
100. Bureau of Reclamation (1997), *Water Measurement Manual*, U.S. Department of the Interior.
101. Steph US Army Corps of Engineers(USACE), *HEC-GeoHMS user's manual*, (2000).
102. US Army Corps of Engineers(USACE), *HEC-HMS technical reference manual*,(2000).

103. US Army Corps of Engineers(USACE), HEC-HMS user's manual, (2000).en J. Burges, (2003) "Process Representation, Measurements, Data Quality, and Criteria for Parameter Estimation of Watershed Models" , Calibration of Watershed Models, Water Science and Application Volume 6.
104. Plant, W. J., W. C. Keller, K. Hayes, and K. Spicer, (2005), Streamflow properties from time series of surface velocity and stage, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 131, No. 8, pp.657–664.
105. Polatel, C., (2006), Large-scale roughness effect on free-surface and bulk flow characteristics in open-channel flows, Ph. D. thesis, Civil and Environmental Engineering, University of Iowa, U.S.A.
106. Costa, J.E., R. T. Cheng, F. P. Haeni, N. Melcher, K. R. Spicer, E. Hayes, W. Plant, K. Hayes, C. Teague, and D. Barrick., (2006), Use of radars to monitor stream discharge by noncontact methods, Water Resources Research, Vol. 42, W07422.
107. Lisa C. Sieck, Stephen J. Burges, and Matthias Steiner, (2007), "Challenges in obtaining reliable measurements of point rainfall", Water Resources Research, Vol. 43, W01420.
108. Nichols, M. N. and E. Anson 2008, "Southwest Watershed Research Center Data Access Project " Water Resources Research 44.
109. Fukami, K., T. Yamaguchi, H. Iamura, and Y. Tashiro, (2008), Current status of river discharge observation using non-contact current meter for operational use in Japan, World Environmental and Water Resources Congress 2008 Alupua'a, pp. 1-10.
110. Herschy, R.W. (2009). "Streamflow Measurement." Taylor & Francis, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX 14 4RN.
111. FLO-2D Software, Inc. (2010), FLO-2D Users Manual.
112. Hydrologic Engineering Center (2010). Hydrologic Modeling System: Technical Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California.

113. Hydrologic Engineering Center (2010). River Analysis System: Technical Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California.
114. HEC-RAS 4.1 Users_Manual U.S. Army Corps of Engineers (2010)
115. Oberg, K.A. and Levesque, V.A. (2012). “Computing discharge using the index velocity method.” U.S. Geological Survey Techniques and Methods 3-A23, 148 p.
116. Rantz, S. E. (1982). Measurement and computation of streamflow-Volume I. Measurement of stage and discharge. No. 2175, USGPO.
117. Oberg, K. and Levesque, V.A. (2012). Computing discharge using the index velocity method. Techniques and Methods 3-A23, U.S. Geological Survey.
118. Mark J. Glaudemans, Jon M. Roe, Paul S. Tilles, “The ingest, quality control, and processing of hydro-meteorological data at national weather service field offices” J9.1
119. SOBEK Users_Manual, DELTARES, (2015).

附錄一 外業量測計畫書

附錄一 外業量測計畫書

105 年典寶溪及宜蘭河防災監測及模式 測試基地觀測計畫

外業量測計畫書



主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：國家實驗研究院
台灣颱風洪水研究中心

中華民國 105 年 3 月

一、工作範圍

本計畫中進行颱風期間測試基地內流量量測作業。工作範圍為宜蘭縣宜蘭河流域及高雄市典寶溪排水集水區，其流域位置如圖 1 所示。宜蘭河流域之量測位置計有中山橋(西門橋)及員山大橋。典寶溪排水集水區之量測位置計有五里林橋及燕鳳橋。工作目的為掌握颱風期間河川流量，以做為表面流速推估流量之驗證資料，以及彌補河川管理單位於颱風期間較大洪水時之現有觀測人力不足。各流量量測之位置則如表 1，圖 2 及 3 所示(標註紅色圓圈處)。

表 1 本計畫河川流量量測位置

流域	量測位置
宜蘭河	中山橋(西門橋)
	東津橋
典寶溪	五里林橋
	燕鳳橋



圖 1 計畫中進行流量量測之流域位置圖

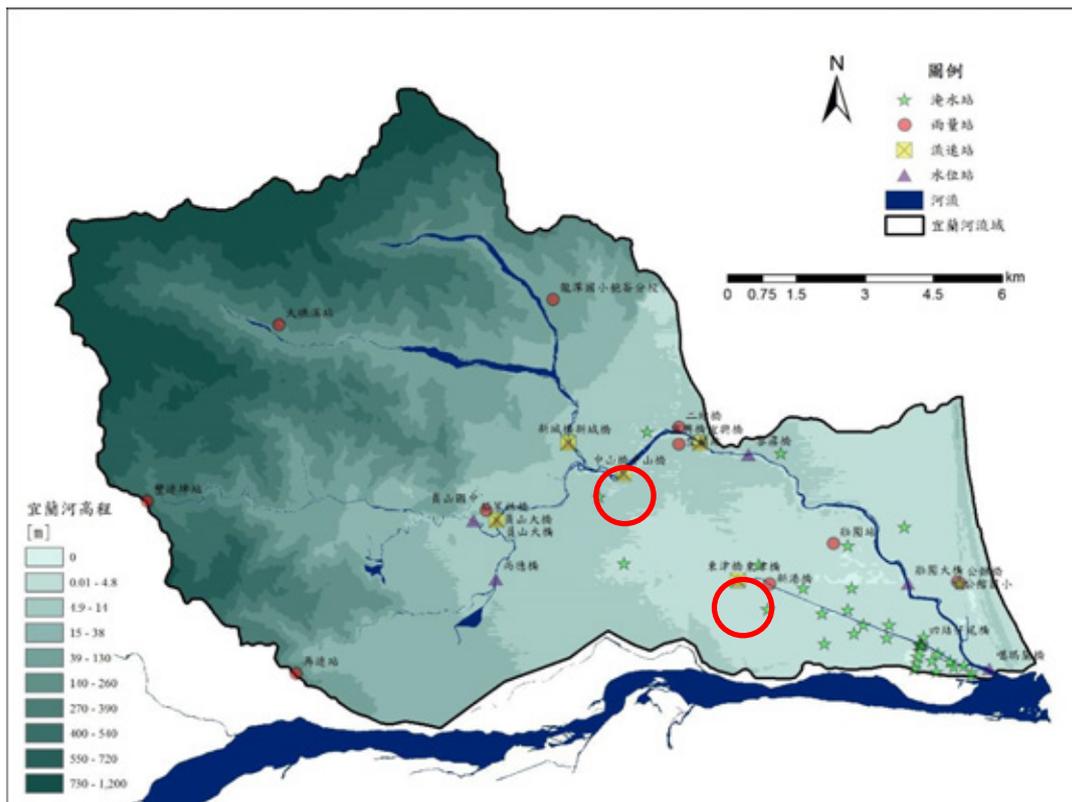


圖 2 宜蘭河流域進行流量量測之位置圖

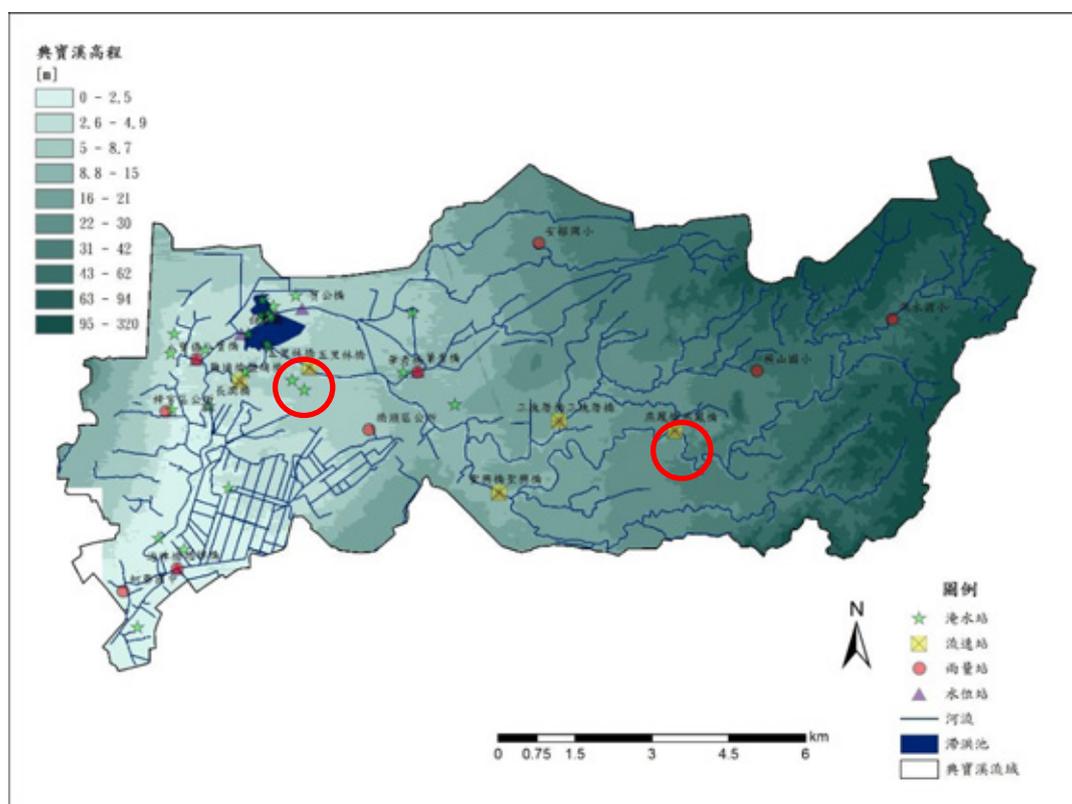


圖 3 典寶溪排水集水區進行流量量測之位置圖

二、工作方法

為掌握斷面之流速剖面分佈及考量操作便利性，本計畫使用 SonTek 公司所生產之 RiverSurveyor M9 量測流速剖面及利用測得知流速剖面進行流量推估，圖 4 為 RiverSurveyor M9 外觀。



圖 4 RiverSurveyor M9 外觀

RiverSurveyor M9 量測流速之主要原理為由水下之聲波發射端射出聲波，當聲波碰到河川中的懸浮物而反射，此時由接收端接收反射波，由接收聲波頻率的改變並利用都普勒原理算出水流速度，RiverSurveyor M9 之量測原理與工作方式如圖 5 所示。除流速量測外，RiverSurveyor M9 亦可同步量測水深及河川斷面，操作方式為將聲波都普勒流速儀架設於船形載具上，並以繩於兩岸緩慢地拖曳進行流速量測。若水流過於湍急，使人員於兩岸不易拖曳時，則可採用將船形載具於橋量下游側垂降，操作人員則於橋面上進行拖曳。實際操作過程如圖 6(兩岸互拉)及圖 7(橋面下游側拖曳)所示。

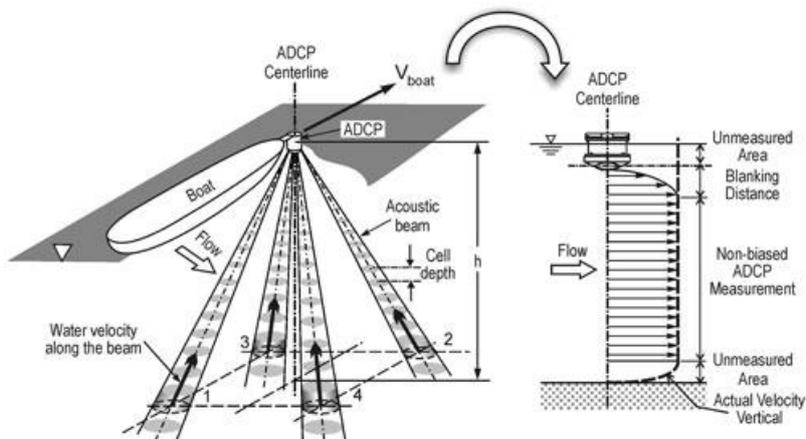


圖 5 RiverSurveyor M9 量測原理示意圖



圖 6 RiverSurveyor M9 操作實際狀況：兩岸互拉



圖 7 RiverSurveyor M9 操作實際狀況：橋面下游側拖曳

三、注意事項

(一)安全守則

1. 於河道附近進行流量量測工作時，應先對現狀河況有所瞭解，以防萬一遇到狀況時，可隨時應變、疏散、聯絡，確保安全。
2. 施測時應站立於安全位置，避免接觸水面。
3. 酒精會影響工作，因此工作人員禁止飲酒。
4. 量測人員在工作遇雨時應著雨衣並進行相關防水措施，以確保自身安全。
5. 登高作業或河川區域作業時應繫安全帶及救生衣等防護用具以防墜落。

6. 量測時若遇有打雷發生時，應即停止工作，以免被雷擊，如須於溪流窪地處作業時，應防範山洪暴發或土石流等危害情況。
7. 車上需放置急救包以備使用。
8. 人員須帶無線電對講機及行動電話，以便互相照顧，並隨身攜帶相關緊急聯絡電話號碼。

(二)緊急應變程序

1. 在發生緊急事故時，撥電"119"請求支援；手機緊急求救電話為 112。
2. 提供及使用應急和急救設施。
3. 應該把曾浸在水中或受傷的獲救者送往醫院診治。

(三)工作人員緊急連絡冊

為預防工作人員於作業期間發生緊急事故時，能有良好之通聯管道，因此應將各相關負責人員及醫院聯絡方式製作成小卡，並強制於工作期間應隨身攜帶。相關資訊如下：

工作人員資訊

人員姓名	任職單位	手機號碼
權順忠	台灣颱風洪水研究中心	0921061201
王豪偉	台灣颱風洪水研究中心	0913033339
李士強	台灣颱風洪水研究中心	0921384107
楊志賢	臺灣大學水工試驗所	0982117211
黃振家	臺灣大學水工試驗所	0917195807
黃聰憲	臺灣大學水工試驗所	0920603869
許時倫	成功大學水工試驗所	0912209309
龔明人	成功大學水工試驗所	0973121306
邱慶誠	成功大學水工試驗所	0920385701

宜蘭地區醫療資訊

醫療院所名稱	住址	電話
國立陽明大學附設醫院	宜蘭縣宜蘭市新民路152號	03-9325192
財團法人蘭陽仁愛醫院	宜蘭縣宜蘭市中山路二段260號	03-9355366
宜蘭普門醫療財團法人普門醫院	宜蘭縣員山鄉尚深路91號	03-9220292

高雄地區醫療資訊

醫療院所名稱	住址	電話
國軍岡山醫院	高雄市岡山區大義二路1號	07-6250919
高雄市立岡山醫院	高雄市岡山區壽天路12號	07-6222131
財團法人義大醫院	高雄市燕巢區義大路1號	07-6150011

附錄二 測試基地水文監測資料介接申請單

附錄二 測試基地水文監測資料介接申請單

財團法人國家實驗研究院台灣颱風洪水研究中心

試驗流域水文監測資料申請與介接申請單

申請日期： 年 月 日

申請單位名稱			
申請人姓名與職稱			
申請人電子郵件信箱			
申請人電話			
申請人傳真			
執行計畫使用	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是，請填寫計畫名稱與執行單位		
	計畫名稱		
	計畫執行單位		
資料用途說明			
申請研究區域	<input type="checkbox"/> 宜蘭河流域 <input type="checkbox"/> 興富溪排水集水區		
即時資料介接	<input type="checkbox"/> 需要 <input type="checkbox"/> 不需要		
申請資料項目	<input type="checkbox"/> 時雨量 <input type="checkbox"/> 河川水位 <input type="checkbox"/> 河川表面流速 <input type="checkbox"/> 淹水水位		
申請資料時距	年 月 日 年 月 日		
備註	一、提出申請時，請儘可能提供初步研究成果。 二、本表填寫清楚後，請將相關資料寄送至 1112021@narlabs.org.tw，以作後續處理。 三、如有報表或者研究文章產生時，請註明資料來源，並寄本一份給本中心。 四、請詳閱個人資料蒐集同意書。 五、申請人必同意上述事項，請於下方簽名。		

申請人簽章：

《財團法人國家實驗研究院 個人資料蒐集同意書》

本同意書係依據個人資料保護法第八條之規定，於蒐集您的個人資料時進行法定告知義務。

一、蒐集單位名稱：財團法人國家實驗研究院台灣颱風洪水研究中心

二、蒐集目的：本院蒐集您個人資料的目的在於進行本院各項科技研究活動、科技人才管理、內部各項統計調查與分析與本院依法設立之法定義務作業使用。

三、法定之特定目的為：

■ 053 教育與訓練行政。 ■ 060 統計調查與分析。

四、蒐集個人資料類別：

蒐集個人資料類別屬於法務部定義個人資料保護法蒐集類別，均依主管機關公佈之內容辦理，本同意書蒐集以下類別：

■ C001 辨識個人者。 ■ C038 職業。

五、使用期間、地區、對象及方式

(一)個人資料之利用期間為本組織或業務之存續期間，利用地區不限。

(二)利用方式及對象：

- 1.利用於本院於蒐集之目的宣告之各項業務執行，包括因業務執行所必須進行之各項聯繫及通知。
- 2.利用於政府機關、目的事業主管機關依其法定職掌請求提供時。

六、個人資料之權利及權益

(一)您得依法請求行使個人資料保護法第三條所規範之個人權利，包含：

- 1.查詢或請求閱覽。
- 2.請求製給複製本。
- 3.請求補充或更正。
- 4.請求停止蒐集、處理或利用。
- 5.請求刪除。

(二)請求進行之方式，應由當事人以正式書面來函，詳細寫明所欲行使之權利種類，內容以及當事人連絡資訊，未具備上述要件者，為尚未完成請求之程序，本院得通知當事人補件，並於完成補件後，始完成請求程序，並開始起算辦理期間，以避免因資料不備而不慎或不當損害當事人權利。

(三)前述個資權利之行使方式及細節，請電洽或以電子郵件發送需求至本院服務人員。

七、本院於蒐集您的個人資料時，如有欄位標示為選擇性填寫，當您選擇不提供該個人資料時將不造成任何之權利影響。

八、本院保有修訂本同意書之權利，本院於修正本同意書內容後將且透過您所提供之的聯絡方式通知您，如您未提出異議，表示您已同意本院所更改之內容。

附錄三 水文測監測站座標

附錄三 水文測監測站座標

測站坐標

宜蘭河流域

淹水監測站 flood

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)	
古結路 1	330280	2736637	
古結路 2	330541	2736047	
古結路 3	331100	2735846	
凱旋里	328450	2736189	
黎明里	328258	2737162	
美福路 1	329214	2736657	
美福路 2	330338	2735648	
自記式淹水 監測	ISR1	324378	2738488
	ISR2	325302	2737195
	ISR3	325808	2740093
	ISR4	328730	2739628
	ISR5	329635	2736094
	ISR6	330201	2737574
	ISR7	330212	2736168
	ISR8	331421	2737995
	ISR9	332068	2735041
	ISR10	332640	2736756

雨量站 rain

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)
宜蘭	326493	2739817
雙連埤	314868	2738559
礁溪*	326743	2746085
壯圍	329877	2737621
羅東*	324942	2731091
五結*	329966	2731531
大礁溪	317747	2742447
再連	318741	2734412
三星站*	315391	2729658

公館國小	332586	2736779
龍潭國小	323750	2743010
員山國中	322282	2738349

說明：*表示該雨量站位於流域範圍外。

水位站 stage

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)
中山橋(西門橋)	325294	2739167
噶瑪蘭橋	333018	2734917
茄苳林橋	322011	2738135
東津橋	327781	2736823
黎霧橋	328024	2739593
尚德橋	322495	2736836
四結仔尾橋	331800	2735410
壯圍大橋	331512	2736737
新城橋	324071	2739855
員山大橋	322524	2738146
宜興橋	326972	2739850
噶瑪蘭橋(蘭陽溪)	332990	2734289
美福防潮閘門上游	332724	2734961

表面流速站 vel

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)
東津橋	327781	2736823
新城橋	324072	2739855
員山大橋	322524	2738146
宜興橋	322524	2738146
中山橋	325294	2739167

典寶溪流域

淹水監測站 flood

站名		X(TWD97)	Y(TWD97)
大舍南路		174607	2515492
公厝北巷		177451	2518400
中崙路		174859	2518014
廟前巷		179379	2518755
石潭路		175261	2520300
鹽埔路		176301	2518763
自記式淹水 監測	DSR1	179556	2519914
	DSR2	175969	2516476
	DSR3	177215	2518592
	DSR4	180390	2518113
	DSR5	175512	2519196
	DSR6	175575	2518078
	DSR7	174196	2513742
	DSR8	177277	2520253
	DSR9	174842	2519121
	DSR10	175106	2515272

雨量站 rain

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)
安招國小	182017	2521274
梓官區公所	174744	2517964
橋頭區公所	178710	2517607
尖山*	185114	2523740
橫山國小	186277	2518764
蚵寮國中	173909	2514430
深水國小	188923	2519776
岡山(已撤站)	179753	2517398
鳳雄(已撤站)	183487	2516826
三爺(已撤站)	175275	2526566
竹子腳(已撤站)	182605	2523721

左營(已撤站)	177599	2508702
---------	--------	---------

說明：*表示該雨量站位於流域範圍外。

水位站 stage

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)
五里林橋	175565	2518107
長潤橋	177557	2518815
白米橋	176210	2519498
三塊厝橋(已移站)	182426	2517779
聖興橋	181253	2516369
燕鳳橋	184675	2517590
鹽埔橋	176192	2518566
蚵仔寮	173379	2514000
寶公橋	177400	2519984

表面流速站 vel

站名	X(TWD97)	Y(TWD97)
三塊厝橋(已移站)	182426	2517779
聖興橋	181253	2516370
五里林橋	175565	2518107
燕鳳橋	184675	2517590
鹽埔橋(已移站)	176192	2518566
寶公橋	177400	2519984
白米橋	176210	2519498

附錄四 資料品管手冊



台灣颱風洪水研究中心

水文資料品管說明手冊(初稿)

水文技術組

王豪偉 編著

財團法人國家實驗研究院

台灣
颱風
洪水
研究
中心

目錄

一、資料品管緒論.....	1
二、觀測種類、廠牌型錄及其資料特性.....	3
2.1、雨量.....	3
2.2、水位.....	4
2.3、河川表面流速.....	6
2.4、風速及風向.....	7
三、颱洪中心水文技術組品管系統發展歷史.....	8
四、其它單位之水文資料品管.....	9
4.1、氣象局.....	9
4.2、水利署.....	9
4.3、近海水文中心.....	13
4.4、JAMSTEC.....	13
4.5、NWS.....	14
五、颱洪中心水文資料品管流程及方法.....	19
5.1、測站分類.....	20
5.2、水位品管流程：.....	21
5.3、水位時序列品管.....	22
5.4、水位合理性品管.....	22
5.5、連續性品管.....	27
5.6、未通過品管代碼.....	29
5.7、電子人工報表.....	31
六、系統說明.....	33
6.1、即時測站狀況監控.....	33
6.2、品管系統設定.....	34
6.3、測站狀況通知.....	36
6.4、品管成果通知.....	37
七、目前可由本品管標準檢出之異常情形.....	39
7.1 資料漏測之異常情形.....	40
7.2 合理性分析之異常情形.....	41
7.3 連續性分析之異常情形.....	43
八、資料說明.....	46
8.1、原始資料格式.....	47
8.2、品管後之資料格式.....	49
8.3、品管資料數據統計表.....	53
8.4、電子人工報表.....	54
8.5、測站數據加值表.....	57

九、總結.....	60
附錄一、即時測站站名、站碼簡易對照表 (20160901).....	61
參考文獻.....	62



MAR Labs 財團法人國家實驗研究院
台灣颱風洪水研究中心

一、資料品管緒論

建置試驗流域主要目的為提供各類的長期觀測資料供各界應用，則必須密切注意設備是否正常運作及儘快異常排除、資料的可靠性追蹤與記錄。

颱洪中心的品管發展項目分為雨量、水位及河川表面流速、風速風向等項目。目前，較為成熟之觀測物理量為水位。品管系統透過每日自動品管作業，搭配人工品管，對外提供準確可靠的水文資料，冀能在水文觀測數據的質與量上，全面提升其水準。

經濟部水利署(2012)鑑於政府人力精簡及資深觀測人員老化、逐步退休影響，無論是年輕之新進從業人員或是民間受委託之觀測單位，均面臨經驗不足與技術傳承不易之困難，故，彙編現地觀測、資料整理及儀器維護之實務注意事項，包含水文資料處理與品管技術之作業準則。2014年，以第五河川局區域內，進行雨量及水位自動檢核設計、平台系統建置規劃、及案例分析。2015年，以第九河川局範圍內建置資料品管作業平台雛型系統(水利署，2014、2015)。雨量及水位檢核標準依歷史資料統計及觀測人員之經驗判斷，設定各測站之自動檢核標準，並需於一定期間(5年)或發生極端值後重新檢討(水利署，2015)。雨量註記方式：以分降雨大於3mm、時雨量過日雨量超過歷史極值以紅色註記；水位註記方式：以瞬時水位超過歷史極值或低於歷史極值以紅色註記、連續24小時無變化，以黃色註記；依據經濟部水利署水文資訊申請網之水文加值資料運算規則說明，對資料標記是否有缺值進行定義，水利署在資料品管已有顯著成果。然而，過多的自動檢核與人工檢核的互動設計，不利於達到自動品管、品管作業化的目的(水利署，2012)，對於品管後之資料亦可提昇為多重判斷後的數位註記。

颱洪中心的水位觀測設定與水利署不同，故品管的觀念和設計有所差異。如：水利署觀測水位為每十分鐘以分鐘資料平均得一筆的水位資料，則容易有定值的情形發生，故可能因設備異常而不易察覺，也因此需同一水位持續時間的判讀，所設計的變化率用以判讀水位跳動值是否過大(水利署，2014)。颱洪中心記錄每分鐘之瞬時水位，水位數值常在雷達波水位計解析度值尺度上下跳動，故颱洪中心之水位資料不需此判斷程序，同時，計算單位時間內的水位變化率，以此，建立各站的水位變化物理量，並做為該站基本資料及品管標準。

二、觀測種類、廠牌型錄及其資料特性

2.1、雨量

國內進行雨量觀測之量測儀器，以傾斗式雨量計 TK-1(日本，竹田計器工業株式會社)為主，其外觀圖 2-1 所示。

TK-1 是傾斗型雨量計發信器。當從口徑 200mm 的承雨口流入一定的雨量(0.5mm 或 1.0mm)時，傾斗即行傾倒輸出訊號，再利用磁簧開關檢測接點脈波信號並予以記錄儲存。此儀器之特點在於信賴度高、可配合各種測定器及記錄器使用、儀器操作使用及保養簡單。TK-1 傾斗式雨量計規格說明如表 2-1。

表 2-1 TK-1 傾斗式雨量計規格說明

傾 斗 式 雨 量 計	承雨口徑:200mm，刃口<30度 1 傾斗雨量:0.5mm (15.7cc) 1.0mm(31.4cc) 取樣頻率:1 秒/筆 to 24 時/筆 接點時間:0.1 秒以上 儲存容量:內建容量 8M 精度:20mm/hr 以下 ± 0.5 mm 以內 20mm/hr 至 120mm/hr $\pm 3\%$ 廠商:竹田計器工業株式會社 產地:日本	
----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

圖 2-1 TK-1 傾斗式雨量計

2.2、水位

台灣地區計有中央管河川 25 條、縣管河川 96 條，國內所建立水位站以工作原理區分為超音波式、雷達波式、壓力式及浮桶式。早期河川水位量測多採用超音波式水位計，但其量測精度易受溫度及環境變化影響；而壓力式及浮桶式屬於接觸式量測方法，易受河道泥砂堆淤影響。

目前，國內水位量測方式在過去水利署執行水文觀測現代化計畫，已多採用非接觸式雷達波水位計為主，其工作原理為利用雷達波探頭連續的雷達波訊號，藉由天線接收反射回響來計算水位。採用雷達波水位計的優點為可避免如超音波水位計般，受外環境因素影響(如溫度效應及濕度)。颱風中心所用之雷達波水位計型號規格如表 2-2，其外觀分別如圖 2-2、圖 2-3 及圖 2-4 所示。

表 2-2 各型號雷達波水位計規格說明

雷達波水位計	型號: Vega/Vegapuls62 量測範圍(距離範圍): up to 35m 量測範圍(高程範圍): up to 40m 測量週期: 450 ms 解析度(Signal resolution): 0.3 μ A 精度: \pm 3mm 防護等級: IP 68 波束角: 8° 頻率: K-band (26 GHz) 廠商: VEGA Grieshaber KG 產地: 德國	 <p>圖 2-2 Vegapuls 62</p>
雷達波水位計	型號: Vega/Vegapuls SR 68 量測範圍(高程範圍): up to 30m 測量週期: 700 ms 解析度(Signal resolution): 0.3 μ A 精度: \pm 2mm 防護等級: IP 68 波束角: 8° 頻率: K-band (26 GHz) 廠商: VEGA Grieshaber KG 產地: 德國	 <p>圖 2-3 Vegapuls SR 68</p>

雷達波水位計	型號: Micropilot M FMR240	
	測量範圍: up to 40m	
	精度: $\pm 3\text{mm}$	
	防護等級: IP68	
	波束角: 8°	
	取樣頻率: 40ms/筆	
	頻率: K-band (26 GHz)	
	解析度: 1mm/0.03%	
廠商: Endress+Hauser Messtechnik GmbH	圖 2-4 Micropilot M FMR240	
產地: 瑞士		

此外，為掌握淹水歷程及自動化量測之要求，於常淹水位置裝設壓力式水深計，並配合即時傳輸系統。颱洪中心採用之廠牌型號為 PM420W(台灣，盛邦科技公司)，其型號規格如表 2-3 所示，外觀如圖 2-5 所示。

PM420W 利用所測液體靜壓與該液體的高度成比例的原理，將靜壓轉換為電流信號，再經過溫度補償和線性修正，轉化成 4-20mA 輸出。相較於其他國內常用於淹水深度量測方式，如洪痕水尺、水位影像辨識及雷達波水位計，壓力式水深計能得知最高水位發生時間及歷程，且儀器體積小，適用於人口密集之街道。

表 2-3 PM420W 壓力式水深計規格說明

壓力式感測器	型號: PM420W	
	量測範圍(高程): Up to 200m	
	防護等級: IP 68	
	允許過壓: 2 倍滿量程壓力	
	精度: $\pm 0.25\%$ FS(標準) $\pm 0.1\%$ FS(可選)	
	廠商: 盛邦科技企業有限公司	
	產地: 台灣	

2.3、河川表面流速

長期的河川流量觀測資料的獲取，為建立水資源開發調配管理之基本資訊，有助於水工設施之規畫設計。流量整體觀測作業可分為斷面量測、水位量測及流速量測等三部分，為使流量量測自動化及連續化，颱洪中心採用微波雷達表面流速儀測得河川表面流速，其原理主要依據布拉格(Bragg)散射與都普勒效應，流動之自由水面上因風力作用或水流之紊流作用產生微小的表面波紋，此微小波紋之波長尺度約為 1cm 至 2cm 間，當水流流動時，波紋隨水體表面移動，可將小波速度視為水流表面流速，此系統利用雷達回波計算獲得水流表面毛細波速度。微波雷達表面流速儀型號規格整理於表 2-4，其外觀分別如圖 2-6 即圖 2-7。

表 2-4 各型號微波雷達表面流速儀規格說明

微波雷達表面流速儀	型號: Sommer RG-30 測量範圍: Up to 15 m/s 精度: $\pm 1\%$ FS 防護等級: IP68 解析度: 1 mm/s 測量週期: 5 秒/次~240 秒/次 頻率: 24 GHz (K-band) 雷達開起角度: Up to 12° Distance to water surface : 0.5m~35m 廠商: Sommer GmbH 產地: 奧地利	 <p>圖 2-7 Sommer RG-30</p>
微波雷達表面流速儀	型號: Stalker/SVR sensor 測量範圍: 0.2 m/s to 18 m/s 精度: ± 0.1 m/s 防護等級: 90% relative humidity 解析度: 1 mm/s 測量週期: 100 秒/次 頻率: 34.7 GHz (K-band) 可量測距離: Up to 100m 廠商: Applied Concepts, Inc 產地: 美國	 <p>圖 2-8 Stalker/SVR sensor</p>

2.4、風速及風向

河道於低流量時，表面波紋可能因風的吹拂，使表面波流向及流速受嚴重干擾，甚至與水流方向相反，此現象將導致河川表面流速儀誤判波譜，而產生訊號飄移的問題。故颱洪中心為研判與分析表面流速法的可靠性，於特定站架設風向風速計以取得相關資料。使用之廠牌型號為 Young-05103 風速風向計規格，如表 2-4，其外觀如圖 2-9 所示。

其原理為利用風帶動四葉片之螺旋推進器旋轉，產生一交流正弦波電壓訊號，藉由資料判讀得知風速。風速風向計之詳細規格如表 2-5，其外觀如圖 2-8 所示

風 速 風 向 儀	型號: Young-05103	
	量測範圍: Up to 100 m/s (224 mph)	
	門閥值: 1.1 m/s (2.4 mph)	
	方位角: 360° mechanical 355° electrical (5° open)	
	精度: 風速:±0.3 m/s 風向: ±8°	
	廠商: R. M. Young Company	
	產地: 美國	

圖 2-8 Young/05103

三、颱洪中心水文技術組品管系統發展歷史

表 3-1 颱洪中心水文資料品管發展說明

系統版本	年份	說明
	2012	使用不同濾波方法(卡門濾波、中值濾波)進行水位訊號處理。
	2013	參考成大近海水文中心之資品管流程。流程步驟分為合理性分析、連續性分析、及關聯性分析。
	2014	以是否缺值作為合理性品管及中值濾波法作為連續性品管。
	2015	參考水利署水文觀測手冊，強化及區分合理性品管、連續性品管。(水位、雨量)
即時測站資料品管 v4.14	2016	明確定義時序列品管、合理性品管、連續性品管、及關聯性品管，及解決未來多元資料種類品管所面臨問題。(水位)

四、其它單位之水文資料品管

4.1、氣象局

氣象局之雨量觀測記錄值常以 5 種特殊代碼表示環境或儀器異常的不同狀況：-9991 是儀器故障待修、-9996 是資料累計於後、-9997 是因不明原因或故障而無資料、-9998 是雨跡(Trace)和-9999 是未觀測而無資料。對於故障值或無資料的觀測(-9991、-9997、-9999)直接視為缺值。對於雨跡(-9998)的處理就當作 0 視為無降雨；資料累計於後(-9996)的處理，陳等(2015)分析累計於後特殊代碼對雨量資料處理的價值，使成為後續應用分析的可利用資訊。鄭等(2011)以克利金法為基礎檢覈雨量資料，篩檢出強降雨事件的「累積於後」以及「零雨量」兩類錯誤資料。

表 4-1 氣象局之雨量品管標記

氣象局雨量	
代碼	意義
-9991	儀器故障待修
-9996	資料累計於後
-9997	因不明原因或故障而無資料
-9998	雨跡(Trace)
-9999	未觀測而無資料

4.2、水利署

4.2.1 發展歷史

1. 101 年度完成地面水文觀測手冊(觀測作業篇、資料處理篇及儀器維護篇等 3 冊)之編修，並印製套書相關單位參考。(台灣地區水文長期整體策略規劃與綜合加值服務(1/2)，2012)
2. 102 年規劃設計雨量、水位、流量之水文觀測資料檢核機制，同時完成水利署所屬雨量站(145 站)、水位及流量站(93 站)之基本檢核參考門檻值分析。(台灣地區水文長期整體策略規劃與綜合加值服務(2/2)，2013)

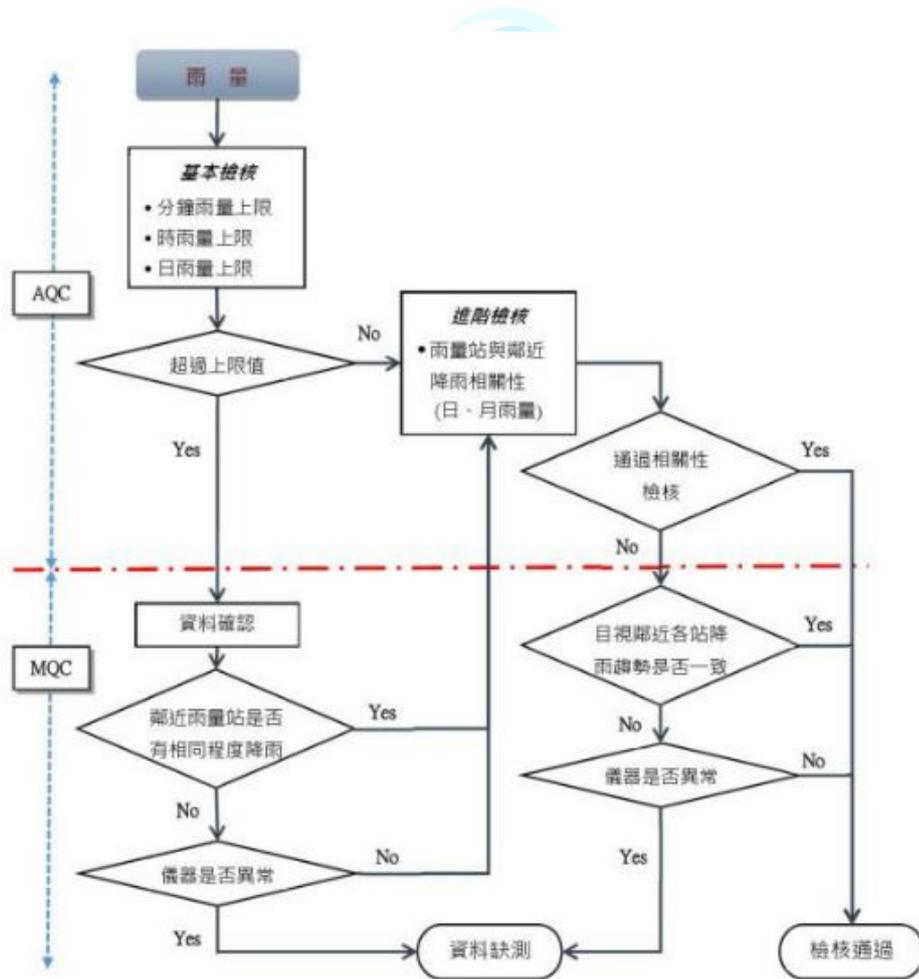


圖 4-1 水利署雨量檢核機制流程圖，摘自「台灣地區水文長期整體策略規劃與綜合加值服務(2/2)，2013」

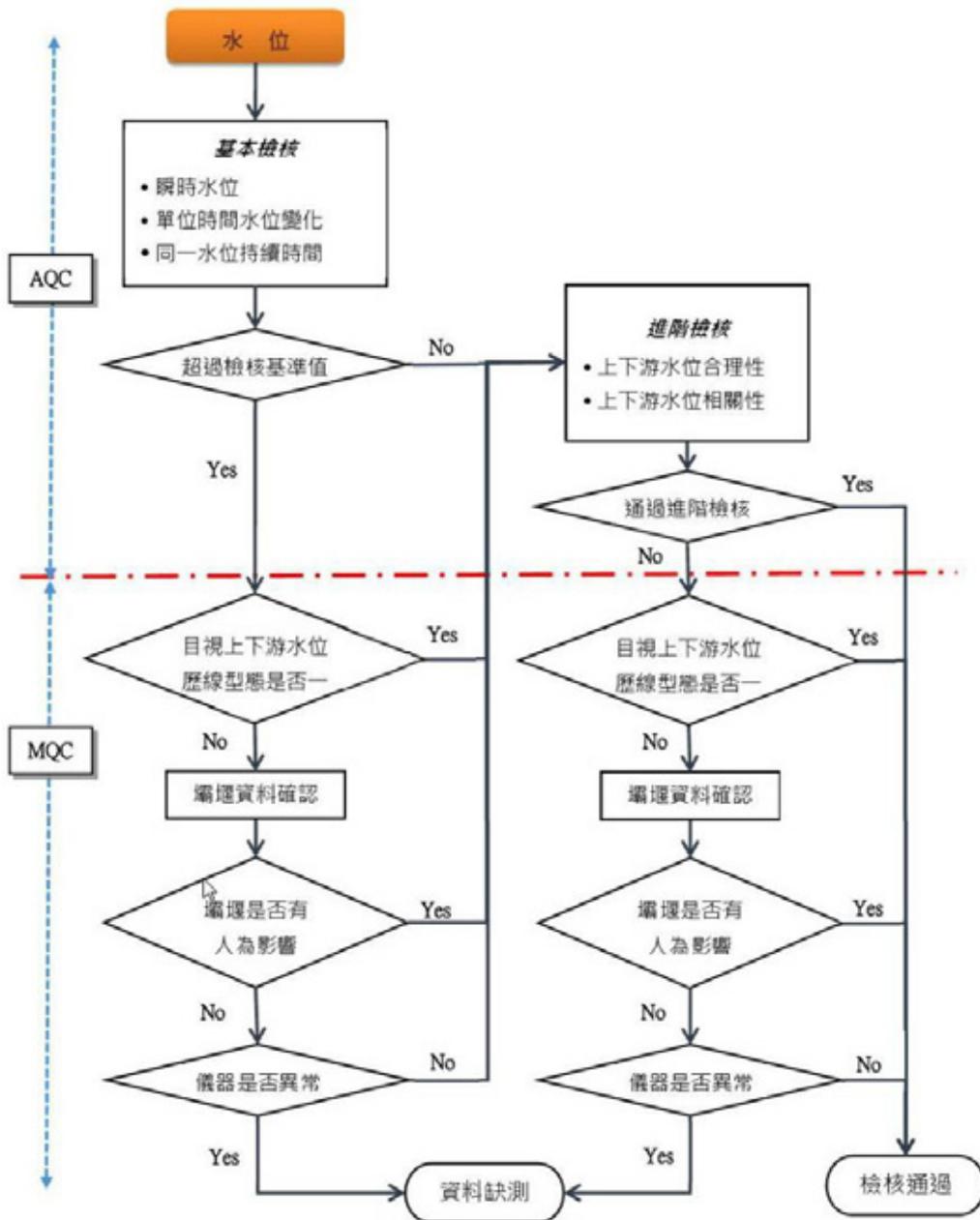


圖 4-2 水利署水位檢核機制流程圖，摘自「台灣地區水文長期整體策略規劃與綜合加值服務(2/2)，2013」

台灣水文長期發展與綜合分析服務(1/2)(2014)計畫中，規劃水文觀測資料品管作業平台之建置，以西部地區之第五河川局為示範河川局，完成雨量及水位自動化檢核項目設計及品管平台系統建置規劃，及 103 年雨量、水位分析案及檢核測試評估。並建議後續進一步針對雷達觀測雨量與地面測站觀測雨量之相關性、水位流量率定曲線推估之進階檢核進行分析。

(待補 2015 年)



4.2.2 流程及方法

1. 雨量

(1) 自動檢核標準

- a. 人工收取與自動傳輸日雨量差異過大。
- b. 分雨量超過 3mm 檢出上限。
- c. 時雨量超過檢核值：每月擁有不同的檢核值，關於檢核值的決定方法，先以歷史資料中相同月份之時雨量資料為母體，再挑選其中之最大值作為該月檢核值。
- d. 日雨量超過檢核值：每月擁有不同的檢核值，以歷史資料中相同月份之日雨量資料為母體，再挑選其中之最大值作為該月檢核值。

(2) 人工檢核標準

雨量觀測資料經自動檢核標準檢出後，資料處理人員先確認該時刻是否發生颱風、暴雨事件，並查照現地勘查記錄以確認是否為正常發生之水文事件或是單純的儀器故障。

2. 水位

(1) 自動檢核標準

- a. 決定水位上限值：依各站歷年瞬時最高水位為檢核上限值。
- b. 單位時間水位變化：利用小時與小時間之水位差為統計母體，以正負三倍標準差做為檢出上下限值。
- c. 同一水位持續時間：時平均水位持續不變超過 24 小時。

(2) 人工檢核標準

水位觀測資料經自動檢核標準檢出後，資料處理人員依照流域特性判斷異常值是否為颱風、暴雨事件造成，並查照現地勘查記錄以確認是否為正常發生之水文事件或是單純的儀器故障。

4.3、近海水文中心

近海水文中心品管資料對象為氣象局及水利署之海上浮標，浮標觀測項目分(一)風速與風向、(二)氣溫、水溫及大氣壓、(三)波浪譜及示性波高、平均週期等項目。

董等(1997)制訂海氣象觀測資料自動品管的準則，觀測資料必須符合資料合理性、連續性及關聯性三項檢驗原則，分別測試統計學中的信賴區間推求法，及馬可夫鏈模式來作為連續性品管的檢測標準，同時，探討風速與波浪頻譜之關係。分析結果認為馬可夫鏈模式較合理的考慮前期波浪狀態，授與不同的後期計算，故改良修正馬可夫鏈模式，得到較合理結果。關聯性品管以線性迴歸建立數種物理量之間的關聯性，以特定頻率能量與平均風速有良好關係。

4.4、JAMSTEC

APHRODITE's quality control system of JAMSTEC

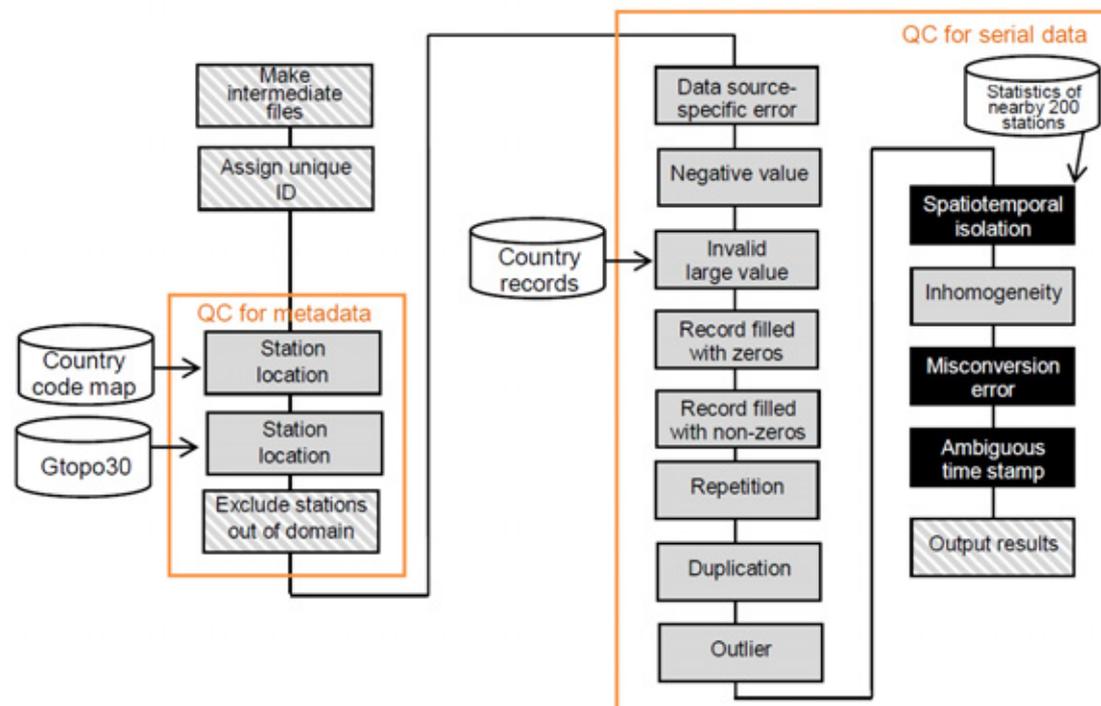


Fig. 1 Flow chart of the QC system developed in this study. Light-gray- and black-filled rectangles indicate QC steps using single and multiple station data, respectively, and hatched rectangles indicate internal processing.

Table 1 Summary of QC tests implemented under the automated QC system developed in this study.

Test	Condition for flagging	Flag rate (unit %)
Erroneous values inherent particular data sources	Daily value equals a value listed in a precomposed table	$\sim 2.5 \times 10^{-2}$ on daily basis
Greater values than national/regional record	Daily value greater than corresponding country or world record listed in a precomposed table	$\sim 1.8 \times 10^{-4}$ on daily basis
Contamination of different weather elements	Most values in one month are not precipitation measurements	$\sim 1.0 \times 10^{-4}$ on monthly basis
Repetition of non-zero constant values	Constant daily values over 10 mm/d persist for more than four days	$\sim 8.4 \times 10^{-5}$ on daily basis
Repetition of zeros	Frequency of zeros in the annual record is unusual compared with its climatological value at the target station	$\sim 2.7 \times 10^{-1}$ on annual basis
Duplication of monthly or sub-monthly record	The temporal correlation coefficient between the records of one month and another month is larger than 0.3, and the number of days with equal values is larger than 10	$\sim 1.4 \times 10^{-2}$ on monthly basis
Outlier	Daily anomaly value from the mean calculated from data within a 15-day window centered on that calendar day of all available years is larger than nine sample standard deviations. Repeated until no outlier is detected.	$\sim 4.8 \times 10^{-2}$ on daily basis
homogeneity	Cumulative deviations of the target station indicate a shift in the record of target station around a certain day	$\sim 5.0 \times 10^{-2}$ on station basis
Spatiotemporal isolation	All the differences between daily values at the target and neighboring stations within 400 km are larger than the corresponding 99.99th percentiles of those differences, and both of the differences of target day from the previous and next days are larger than the corresponding 99.99th percentiles	$\sim 1.1 \times 10^{-2}$ on daily basis
Errors in unit of measurement	The temporal correlation coefficient between monthly records at the same station from different data sources is larger than 0.4, and the number of days in which the ratio between two sets of data falls within a given interval	$\sim 5.6 \times 10^{-3}$ on monthly basis
Ambiguity in recorded date	Two monthly records with a one-day lag at the same station from different data sources have a lag correlation coefficient larger than 0.3, and the number of days with equal values is larger than 10	$\sim 1.9 \times 10^{-1}$ on monthly basis

4.5、NWS

IHFS(The Integrated Hydrologic Forecast System)資料庫為 NOAA 下之國家氣象服務(NWS, National Weather Service)水文發展辦公室(Office of Hydrologic Development)發展之品質管程式,系統對資料品質做三種不同等級的總結:良好(GOOD)、有問題(QUESTIONABLE)、或不良(BAD),良好為所有資料的預設值,而後,透過內部測試或外部訊息而可能產生改變;有問題資料代表懷疑有問題之資料,或具有不確定性,而需以人工方式進一步檢視,經檢視無疑異後,將可能再歸類為良好。

品質管後的資料會給品質碼(quality code),IHFS 為每筆資料預留 32 位元代碼(目前預留的代碼有 18 碼),每位元標示為 0 或 1(預設,代表通過或未執行),用以代表該資料品質的特徵,32 位元代碼分成兩區:總結位元(Summary bits)8 位元、及詳細位元(Details bits)24 位元。總結位元為經過不同 QC 測試後的結果,在迅速判斷其品質時,扮演重要的角色。如果使用者想知道更為精確的敘述,敘述位元可提供此資訊,提供經過不同品質管測試之後的結果。由總結位元 Value-Not-Bad Indicator、及 Value-Not-Questionable Indicator 將資料區分成三個等級(Good、Questionable、及 Bad)。常見的位元形式如下:

0110 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 = 1,879,048,191
 DEFAULT_QC_VALUE

0110 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 1,610,612,736

GOOD_QUESTIONABLE_THRESHOLD

0100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 1,073,741,824

QUESTIONABLE_BAD_THRESHOLD

Quality Control and Alert/Alarm Limits

Limits

List: Filter By: Location PhysElem

Notes:

- 1) Changes to non-ROC limits take effect when SHEF decoder restarted.
- 2) Individual check is not performed if the limit value is not defined.
- 3) If limits defined for location, default limits not considered even if location limits are undefined.

Location	PE	Dur	Start	End	Gross		Reasonable		Rate Of Change	Alert		Alarm	
					Min	Max	Min	Max		Limit	ROC	Limit	ROC
ACD02	HG	0	01/01	12/31	0.0	20.0	121.6		3.0				
ADC02	HG	0	01/01	12/31	0.0	20.0							
ALX02	HG	0	04/01	05/31	0.5	8.0	1.2	7.0	3.0	5.0	0.5	6.0	1.1
BLK02	HG	0	01/01	12/31	0.0	100.0	2.0	60.0	5.0	20.0	1.0	25.0	2.0
BLU02	AT	0	01/01	12/31									
BLU02	HG	0	01/01	12/31	0.0	20.0	2.0	5.9	10.0	3.8	1.0	4.0	1.5
BLU02	PC	0	04/04	05/05	0.0	45.0	0.0	40.0	3.0	30.0	1.0	35.0	2.0

Limits For Selected Item

Location: Duration: Start MM/DD: End MM/DD:

Physical Element:

- HG River Stage
- HH Reading Height - MSL
- HI Stage Trnd Indicator
- HJ Spillway Gate Height
- HK Lake Elev Abv Datum
- HL Lake Elevation
- HM Tide Height
- HO Flood Stage Height
- HP Pool Elevation
- HQ Distance to River
- HR Reservoir Rule Elev
- HS Spillway Forebay Elev

Quality Control Limits:

Gross Range:

Reasonable Range:

Rate Of Change (ROC): Units/Hour

Alert/Alarm Limits:

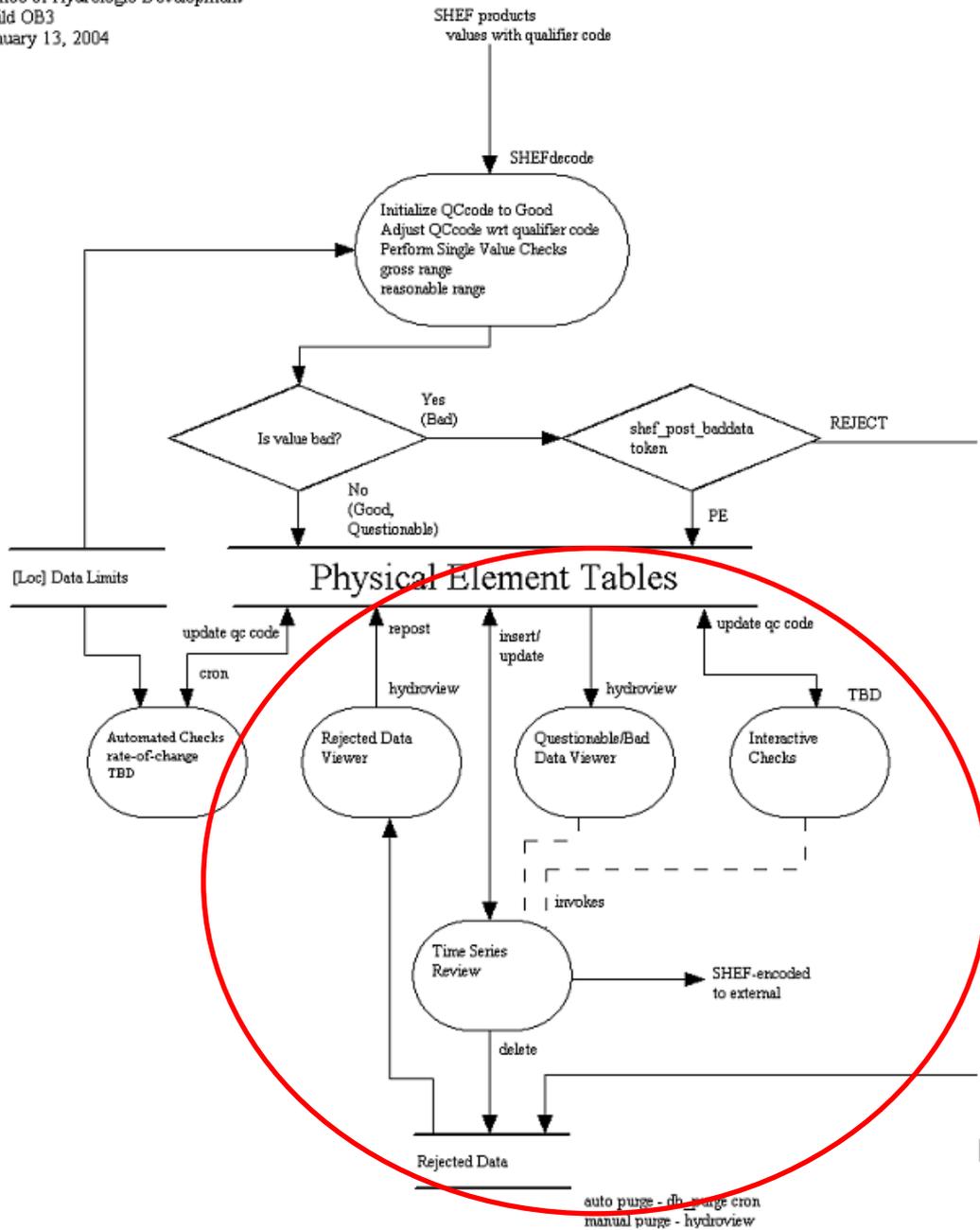
	Alert	Alarm
Value:	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
ROC:	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Buttons:

水研究 國家實驗研究院 中心

QC Operations in the IHFS

Office of Hydrologic Development
 Build OB3
 January 13, 2004



Bit	Description
(Summary bits)	
31:	Sign bit, not used
30:	Value-Not-Bad Indicator
29:	Value-Not-Questionable Indicator
28:	Post Ingest Tests Performed Indicator
24-27:	Reserved for future use



(Details bits)

23:	External QC Not-Bad Indicator
22:	Manual QC Good Indicator
21:	Gross Range Test Result
20:	External QC Not-Questionable Indicator
19:	Reasonableness Range Test Result
18:	Rate-of-change Test Result
17:	Outlier Test Result
16:	Spatial Consistency Check
15:	Multi Sensor Check
8-14	Reserved for future use
0-7	Available for local use. (Please contact OHD for coordination purposes.)

Figure 2. Quality Code Bit Assignments

DEFAULT_QC_VALUE:

This value will be seen often.

Bit pattern 0110 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 = 1,879,048,191.

GOOD_QUESTIONABLE_THRESHOLD:

A quality code value indicates GOOD if it is greater than or equal to this value.

Bit pattern 0110 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 1,610,612,736.

QUESTIONABLE_BAD_THRESHOLD:

A quality code value indicates BAD if it is less than this value; therefore a value is QUESTIONABLE if it is \geq QUESTIONABLE_BAD threshold and $<$

GOOD_QUESTIONABLE threshold.

Bit pattern 0100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = 1,073,741,824.

IHFS Quality Code Operations Guide, NWS, 2008

五、颶洪中心水文資料品管流程及方法

品管項目分為雨量、水位及流速等項目。水位資料品管流程架構如圖 2-16 的流程圖所示，首先進行合理性的檢驗後，接續連續性的檢驗，最後執行關聯性檢驗。此監控品管系統透過每日即時自動化品管作業並配合人工檢驗，可即時對外提供準確可靠的水文資料，同時輔以每月鄰近測站數據比對及每年檢討修訂自動品管參數等品管工作，冀能在水文觀測數據的質與量上，全面提昇其水準。

資料品管程序於每日設定時間啟動。首先，系統檢視所有資料進來情形，如前一日所有測站資料完整收集，則依據最後品管日期決定需品管的時間區間；如資料未完整，則系統發出電子郵件通知資料異常，並於次日同一時間啟動品管流程再次確認。

現地原始資料依序回傳至伺服器，並寫入檔案中，當測站數量多、取樣頻率高時，則數據量龐大，漏測情況不易被察覺。該日品管流程啟動後，則將該品管時間區間之資料讀入進行時序列品管，時序列品管針對資料是否漏測進行判讀，合理性品管依據儀器本身量測範圍、地文環境限制及歷史極值進行多重條件的判讀，未通過任何合理性條件之資料，將做不同的標記。關聯性品管需建立站與站之間之關聯性，或同一點之不同物理量之間的關聯性，站與站之間的關聯性建立仰賴長期資料所建立的關係，同地點不同物理量的關聯性，除需長期資料外，仍須有不同物理量學理之間的釐清，故目前尚未建立。所有資料品管完成後，系統依據品管中的各項檢核結果進行統計，如有未通過檢核之數據者，則產生該日該站之人工報表，並寄送至負責品管人員進行覆核。

以下針對品管流程中，颶洪中心的測站分類、水位品管流程、時序列品管、水位合理性品管、連續性品管、電子人工報表進行說明。

5.1、測站分類

每一測站根據模式需求、現地環境，而有不同觀測物理量或觀測數量，造成測站間的差異，過多的差異性造成後處理上的困擾。故每一測站給予測站類型編號，做為在品管系統中進行不同物理量品管時，針對每種狀況設計不同的流程。現有的測站類型編號對應不同的觀測物理量及數量如表×，編號依照新設測站所產生不同的測站類型的時間點依序產生，每種測站類型所回傳的原始編碼格式不同，如第八章說明。如，編號①、③、④、⑥及⑧將導入水位的品管流程。

表 5-1 測站觀測類型分類

類型編號	觀測內容	備註/說明
①	雷達波水位計×1	觀測河川水位
②	微波雷達表面流速儀×2	配合水利署既有水位站，新增表面流速儀
③	雷達波水位計×1+微波雷達表面流速儀×2	水利署未有測站，在河幅稍寬之測站設置表面流速儀兩座
④	壓力式水位計×1	觀測內水淹水深度
⑤	雨量計×1	
⑥	雷達波水位計×1+微波雷達表面流速儀×1+風速計×1	河幅較小，故只新增表面流速儀乙座； 為瞭解風對表面流速(波紋)影響，在無明顯波紋之部份測站加設風速計
⑦	微波雷達表面流速儀×1	配合已建置之水位站，新設一獨立之表面流速儀，如三塊厝橋
⑧	雷達波水位計×1+微波雷達表面流速儀×1	河幅小處推估流量，只新設表面流速儀乙座
⑨	雷達波水位計×1+風速計×1	因測站調整，風速計尚未配合搬遷，如鹽埔橋

5.2、水位品管流程：

品管流程於每日設定時間啟動，颱洪中心設定時間於早上六點三十分。首先，判斷所有測站資料是否齊全，如有測站資料前一日資料尚未傳入伺服器，則該日品管不進行，以利進行關聯性分析。資料齊全後，流程如圖 5-1 所示。



圖 5-1 水位品管流程圖

5.3、水位時序列品管

時序列品管為資料檢核的第一步，無論在遠端之感測器量測過程、資料記錄、或傳輸至伺服器的過程，可能因為不明原因，發生偶發漏測、漏傳輸的情形，可能一次單筆資料、或連續數筆，多者可能長度數小時，尤其當高取樣率之觀測資料，此情形更無法避免，畢竟，生活中並無百分百穩定的儀器或設備或環境。然而，偶發性缺值在巨量連續性的資料下，往往不容易被發現，使用者往往未經過資料的檢核及分析下直接使用資料，則可能造成該分析、模擬、或研究上的偏差、或錯誤。時序列品管對於缺值的檢核則為整個過程最重要的一環，經過此程序後，漏測資料以 NaN 補足，並進行標記(flag)，該筆資料不進行後續的品管流程，其餘資料進行後續品管作業。

5.4、水位合理性品管

合理性品管為最基本的檢驗工作，水文觀測數據的合理性品管分為三部份，一為觀測數據不可超過儀器的量測範圍；二為，數據不可超過當地環境限制；三為，當水文觀測數據超過該站歷史極值時，需對資料的正確性提出懷疑，而加以確認。颱洪中心所使用各類儀器的儀器範圍如表 5-2。

合理性品管項目包含：①水位是否超過歷史極值；②水位是否超過現場最大高程；③水位是否超過最低高程；④水位是否超過堤頂高；⑤水位是否低於斷面最低點；⑥水位變化率是否超過歷史正極值；⑦水位變化率是否超過歷史負極值

表 5-2 儀器量測範圍 (合理性及連續性品管標準)

儀器設備	量測範圍	精度
雷達波水位計	0 ~35 m	±2 mm
壓力式水位計	0 ~10 m	1 cm
微波雷達表面流速儀	0.15~15 m/s	±0.02 m/s ±1%

表 5-3 各站歷年標準

站名	四結仔尾橋	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	員山大橋	新城橋	聖興橋	燕鳳橋	凱旋里
歷年最大水位	2.499	5.328	5.407	15.541	9.509	11.606	12.596	24.777	2.427
發生月份	2015/9	2012/8	2014/8	2013/8	2015/8	2015/8	2013/8	2013/8	2012/8
站名	黎明里	美福路 1	古結路 1	古結路 2	美福路 2	古結路 3	中崙路	廟前巷	大舍南路
歷年最大水位	2.547	2.518	2.58	2.491	2.4	2.499	4.544	7.852	2.462
發生月份	2012/8	2012/8	2012/8	2012/8	2012/8	2012/8	2012/9.10	2013/4	2012/8
站名	鹽埔路	石潭路	公厝北巷						
歷年最大水位	5.266	5.332	5.935						
發生月份	2012/8	2015/8	2014/8						

表 5-4、公館國小雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
歷年最大時雨量		17.5	15	33.5	12	22	39	21	115	32.5	29.5	25.5	16.5
歷年最大日雨量		89.5	58.5	90.5	35.5	42	56	63.5	205.5	95	48.5	81.5	101
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	8.5	42.5	32.5	20.5	9	16.5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	49	122	59	48.5	19.5	97
2013	最大時雨量	17.5	15	7.5	4.5	22	11	20	28	29.5	29.5	14.5	10.5
	最大日雨量	89.5	47.5	13.5	35.5	42	18	31.5	125	95	38	81.5	65
2014	最大時雨量	5.5	12	33.5	12	22	39	21	115	23	4	8	13.5
	最大日雨量	45.5	58.5	45	31.5	28.5	56	63.5	125	48.5	7.5	47	101
2015	最大時雨量	11.5	10	9.5	6	15	11	15.5	65.5	24.5	0	25.5	11.5
	最大日雨量	44	34.5	90.5	21	34	20.5	27	205.5	69.5	0	66.5	59

單位：mm

表 5-5、安招國小雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
歷年最大時雨量		14	12.5	15	47	45	32	35	139	35	5.5	21	9.5	
歷年最大日雨量		45	14.5	23.5	59	81.5	41.5	84	431	60.5	9.5	63	21	
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	/	35	55	16	5.5	21	9.5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	/	45.5	183	24	5.5	63	21
2013	最大時雨量	1	0	2	47	29	14	25.5	73.5	22	0.5	2.5	9	
	最大日雨量	3	0	3	59	66	23.5	50.5	255	22	0.5	2.5	17	
2014	最大時雨量	0	1	15	7	25.5	32	35	139	10	2	1	2.2	
	最大日雨量	0	4	23.5	9	55.5	41.5	84	431	43.5	3	1	4.5	
2015	最大時雨量	0.5	12.5	1	7.5	45	8	13.5	61.5	35	3.5	9.5	2	
	最大日雨量	1.5	14.5	1.5	11.5	81.5	8	28.5	205	60.5	9.5	9.5	6.5	

單位：mm

表 5-6、員山國中雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
歷年最大時雨量		6.5	11	15	14.5	22.5	34	53.5	78	51.5	31.5	20	15	
歷年最大日雨量		35.5	49.5	52	38.5	50	45	139.5	292.5	215	84.5	80.5	113	
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	/	36.5	45	8.5	14.5	9.5	11.5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	/	80	225	19	52.5	22	95.5
2013	最大時雨量	5	4.5	3.5	9	22.5	34	53.5	36	25.5	31.5	20	15	
	最大日雨量	35.5	21	9.5	38.5	50	45	139.5	134	76	61	80.5	113	
2014	最大時雨量	2	7.5	15	14.5	21.5	20	27	54	51.5	7	13	8.5	
	最大日雨量	14	49.5	29	32	40.5	37	88.5	116	215	9	53.5	38.5	
2015	最大時雨量	3.5	11	9.5	8	9.5	11	19	78	42.5	28	19.5	13.5	
	最大日雨量	17	19.5	52	24	45	26	40	292.5	209.5	84.5	55.5	50.5	

單位：mm

表 5-7、蚵寮國中雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
歷年最大時雨量		4	18.5	18.5	33.5	47.5	41	36.5	171	21.5	6	11.5	6.5	
歷年最大日雨量		6	21.5	31	49	93	48.5	77	475	50	8	50	15.5	
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	/	12.5	63	17	0	11.5	4.5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	/	15	193	35	0	50	12
2013	最大時雨量	1.5	0	2.5	33.5	47.5	18	36.5	78	7.5	0	3	6.5	
	最大日雨量	2	0	3.5	49	88.5	37.5	54.5	280	21	0	3	15.5	
2014	最大時雨量	0	2	18.5	3	20.5	41	34.5	171	14	0	0	2.5	

	最大日雨量	0	4.5	31	5	47	48.5	77	475	50	0	0	2.5
2015	最大時雨量	1	18.5	0.5	1.5	25.5	5	36.5	42.5	21.5	6	5	2
	最大日雨量	2	21.5	0.5	4.5	93	8.5	48.5	161	42	8	5	4

單位：mm

表 5-8、橫山國小雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	歷年最大時雨量	9	12.5	17	49.5	44.5	24.5	41.5	143	34	21.5	13.5	8.5
	歷年最大日雨量	40	13.5	29	64	94	41	105.5	655	75.5	27.5	52.5	16
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	15	64.5	34	0.5	13.5	5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	20.5	174	50.5	1	52.5	10.5
2013	最大時雨量	0.5	0	2.5	49.5	20.5	24.5	41.5	89	10	0.5	1.5	8.5
	最大日雨量	1	0	3.5	64	76	27	94.5	291	25	0.5	2.5	15.5
2014	最大時雨量	0	1.5	17	6	18.5	24.5	29.5	143	24.5	0	0.5	1.5
	最大日雨量	0	4.5	29	7.5	30.5	41	105.5	655	52	0	0.5	3
2015	最大時雨量	0.5	12.5	1	2	44.5	19	21	38	25	21.5	0.5	7
	最大日雨量	0.5	13.5	1	3	94	19.5	42.5	228.5	75.5	27.5	0.5	16

單位：mm

表 5-9、龍潭國小雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	歷年最大時雨量	9.5	7.5	22	18	47	55.5	57	115	42.5	24.5	17.5	30
	歷年最大日雨量	39	62	49	41	63.5	81	190	209	192.5	69	85.5	129.5
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	35	55	15	20	8.5	9.5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	89	209	35	45	23.5	69.5
2013	最大時雨量	5.5	6	5.5	7	14	20.5	57	29	36	15.5	17.5	13.5
	最大日雨量	39	25.5	13.5	41	52.5	39	190	150.5	76	69	85.5	129.5
2014	最大時雨量	1.5	7.5	22	18	25	55.5	25	115	42.5	8.5	10	6.5
	最大日雨量	8.5	62	38.5	33	41	81	91.5	170	192.5	13.5	56.5	29
2015	最大時雨量	9.5	7.5	6	13	47	15.5	31.5	40.5	4	24.5	11.5	30
	最大日雨量	23.5	11.5	49	28.5	63.5	28.5	74	121	10.5	49	31.5	70.5

單位：mm

表 5-10、深水國小雨量站之年度最大時雨量、最大日雨量及歷史最大雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
歷年最大時雨量		12.5	10.5	1.5	1	41	6.5	27.5	103	25	20	5	10
歷年最大日雨量		41.5	11.5	1.5	2.5	90.5	12.5	51	494	62.5	36.5	5	21
2012	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2013	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2014	最大時雨量	/	/	/	/	/	/	0	103	21	0.5	0.5	1.5
	最大日雨量	/	/	/	/	/	/	0	494	55.5	0.5	1	3.5
2015	最大時雨量	0.5	10.5	1.5	1	41	6.5	27.5	37	25	20	5	10
	最大日雨量	0.5	11.5	1.5	2.5	90.5	12.5	51	228.5	62.5	36.5	5	21

單位：mm

5.5、連續性品管

連續性品管以濾波方式處理原始資料，濾波方法將給出一建議值，當原始資料與建議值差異過大時，除保留原始數據，並給予此建議值和註記。

濾波的處理方式主要常見的有：有限脈衝響應濾波 (Finite Impulse Response Filter, FIR)、中位數濾波 (Median Filter)、移動平均濾波 (Moving Average Filter)、疊代型高斯濾波 (Iterative Gaussian Filter)、趨勢預測 (Trend Estimator)、卡門濾波 (Kalman Filter) 等。其中，移動平均濾波可消除隨機產生之雜訊，增加峰值的可辨度，其特點為理論簡單，計算快速，但其缺點為：原始方波訊號陡峭的邊界隨著 Average Length 提高而變的越來越平緩；中值濾波對於抑制脈衝雜訊效果顯著，IGF 目的在於濾除訊號非週期之部份，TE 可抓取非週期訊號。

中值濾波為非線性濾波，可用於去除孤立的雜訊 (Rousseeuw, 1987)。在二維的處理上廣泛應用於數位影像處理 (圖 5-2)，除可移除雜訊，並保持影像本身銳利度 (Narendra, 1981)。中值濾波法是在計算濾波範圍 (filter order) 內訊號之中位數作輸出結果，逐筆資料進行，離異點以附近資料的中間值取代 (如圖 5-2)。系統以最新之 20 筆資料做為判斷，即可隨即判斷出最新一筆資料是否需取代實測資料，不需額外給誤差判斷之條件。圖 5-3 為異常水位資料經過中值濾波處理前後之比較，白色虛線為原始資料、紅點為處理後資料，可看出在偶發之突波水位資料具有完全的濾除效果，並可給定合理建議值；部份連續異常水位，在與趨勢差異不大的情形下，仍可給出合理建議值、使得曲線更為平滑合理，與目視之可能最合理值仍有些微差異，結果仍可接受。但，如果連續性的漏測資料過多、噪訊為主要比例時，則任何濾波方式均無法給出合理建議值。



圖 5-2 以中值濾波法濾除噪訊之圖像。(摘自 Matlab 手冊)

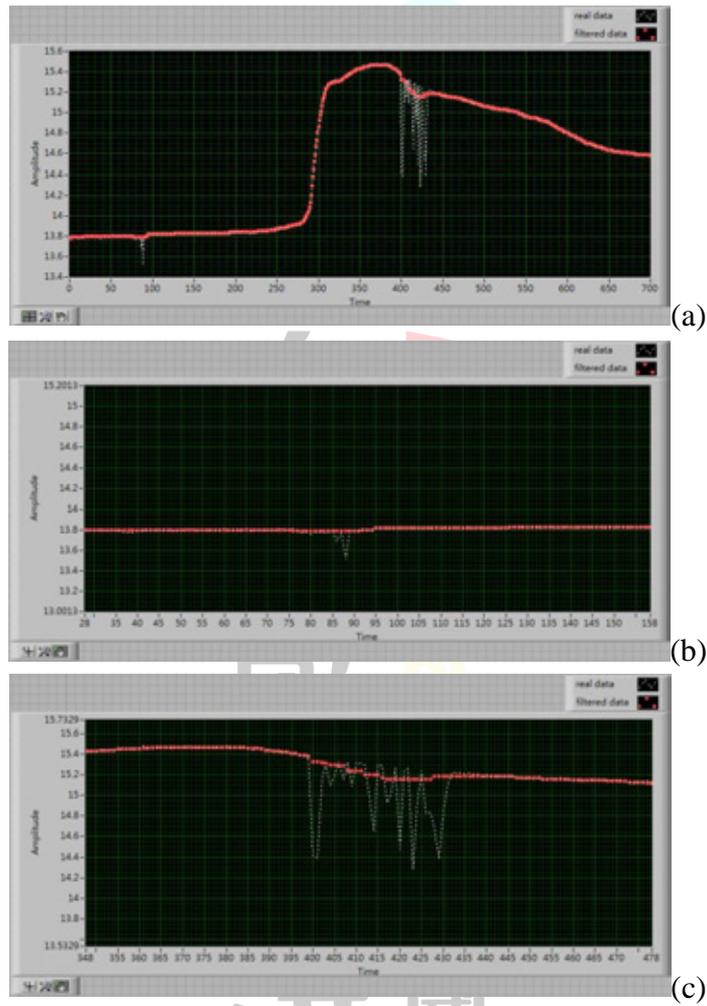


圖 5-3 異常水位經過濾波後效果。(a) 偶發突波及部份連續異常之水位；(b) 偶發突波異常水位之局部放大；(c) 部份連續異常水位之局部放大。

5.6、未通過品管代碼

未通過品管之項目均給予記錄，本系統將各個未通過之項目之標記予以疊加後，成為最後的標記。各檢測標準及其標記如表 5-11、表 5-12、及表 5-13

表 5-11、河川水位觀測資料品管檢測項目及其未通過標記

水位			標記
時序列	缺值	-	2 ⁰
合理性	儀器限制	水位計量可量測最高水位	2 ¹
		測範圍可量測最低水位	2 ²
	地文限制	堤頂高	2 ³
		最低斷面底床高程	2 ⁴
	歷史極值	瞬時最高水位	
水位變化率(30min)		最大正變化率	2 ⁶
		最大負變化率	2 ⁷
連續性	解析度	雷達波水位計解析度	2 ⁸

※ 避免變化率(速度)極值輕易成為新標準，應設門檻。水位變化速度應小於重力加速度，在進行門檻判讀前，應先濾除水位速度突波。

表 5-12、雨量觀測資料品管項目及其未通過標記

雨量			標記
時序列	缺值	-	2 ⁰
合理性	儀器限制	分雨量超過 3mm	2 ¹
		歷史極值	時雨量超過該月歷史極值
	歷史極值	日雨量超過該月歷史極值	2 ³

表 5-13、河川表面流速觀測資料品質項目及其未通過標記

表面流速			標記
時序列	缺值	-	2 ⁰
合理性	儀器限制	最大流速	2 ¹
		最小流速	2 ²
	水文限制	最低水位高程	2 ³
		歷史極值	歷史最大流速
連續性	解析度	表面流速儀解析度	2 ⁵

5.7、電子人工報表

系統執行時，將未通過的資料輸出至電子人工報表樣版，如圖 5-4。利用微軟 word，以預製表格(圖 5-4a)及表格中安插書籤(圖 5-4b)，系統執行時，於所對應之書籤中插入相關數據於檔案中。

台灣颱風洪水研究中心

人工品管報表

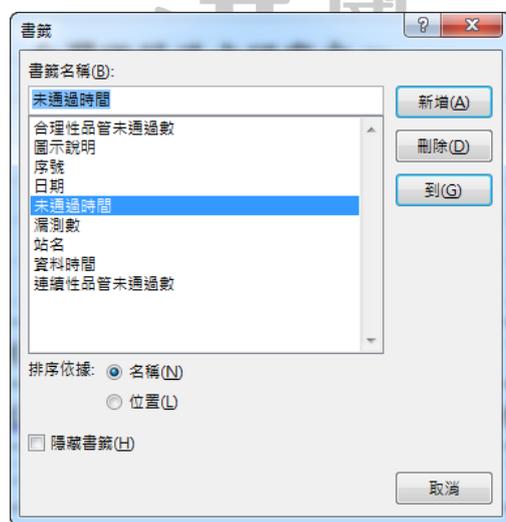
序號：_____

作業記要

檢測項目	水位觀測值	日期	
未通過情形	漏測數	合理性品管未通過數	連續性品管未通過數
未通過時間			
檢核結果			
後續處理			
圖示說明：			

品管員：_____

(a)



(b)

圖 5-4 人工電子報表樣版

六、系統說明



品管系統有別於網頁展示及資料庫的管理，著重讓管理者可清楚明瞭測站當前狀況、易於設定、易於維護、佐以主動式通知測站狀況及資料品管結果，使可即時掌握注意異常測站，並予以處理。

6.1、即時測站狀況監控

簡單單一界面列出所有測站資訊，包括站名、最後接收資料時間、測站電壓、水位、表面流速、時雨量、及風向等數值，各數值在經過品管前，在此進行初步判讀，綠色燈號表示正常、紅色表示異常，管理者可透過螢幕快速看出異常測站，圖 6-1 中之名竹大橋及自強大橋，因該站之使用硬體的問題，設定回傳時間為每日中午 12 點及午夜 12 點，故超過所設定容許延遲時間 6 小時後，即顯示此兩站為異常。

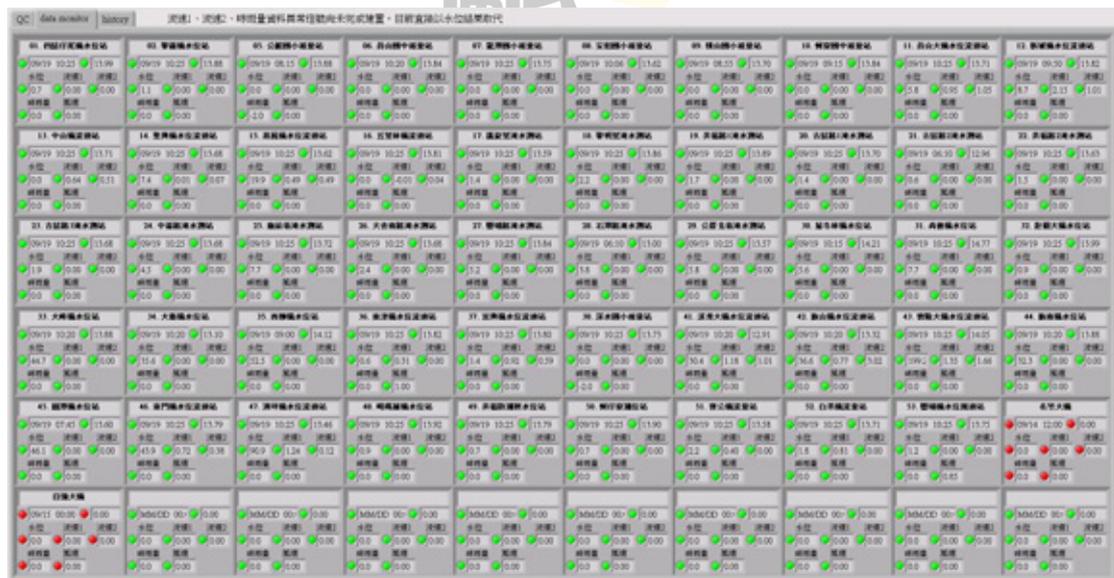


圖 6-1、各測站即時資訊及異常示警界面

6.2、品管系統設定

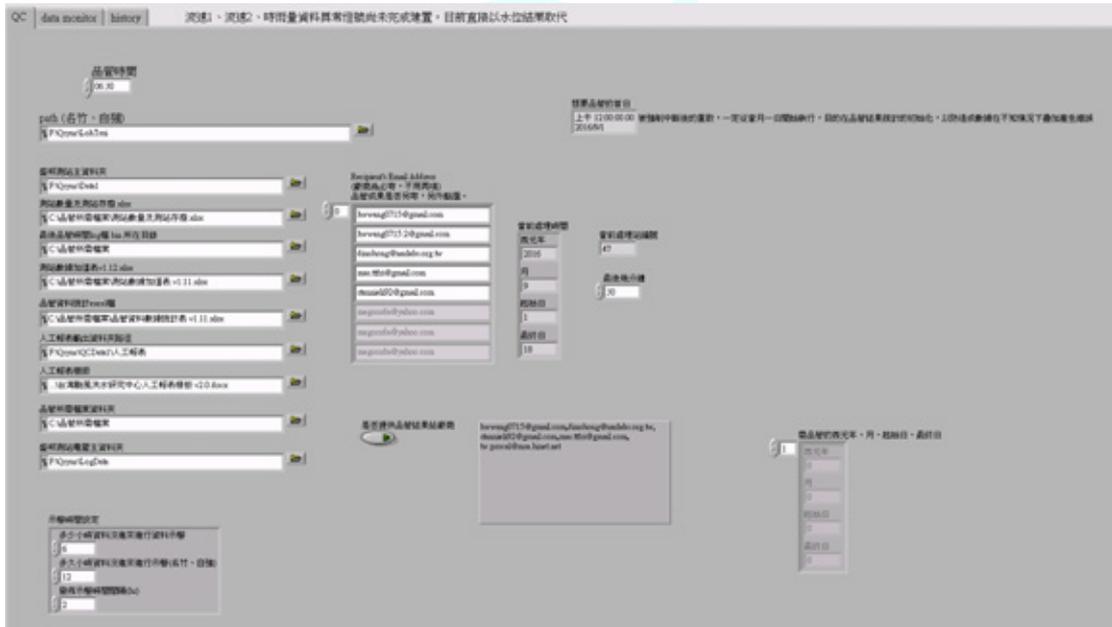


圖 6-2、系統各項設定

品管人員經由界面選取接收原始檔的資料夾、每月的測站數量及存廢情形、品管暫存檔位置、資料加值檔案、品管結果統計檔、電子人工報表輸出路徑、及人工報表樣版，以讓整個系統運作。

測站數量及各站的觀測項目會因應需求有所調整，至目前為止，即時測站數量為每年遞增，近年亦有移站或單一測站觀測物理調整的情形，故建立檔案讓管理人員隨時進行調整，並為測站型式分類(如表 5-1)，以提高維護效率。

接收資料伺服器可能因為各種原因重新啟動或關機，則系統儲存每次品管所需之相關資訊於指定路徑中，以讓重新執行時，品管工作得以延續。

水文資料品管時，需有相關歷史資料做為檢核標準，則在每次品管後，將

符合條件之資料予以加值，以得到最新之檢核標準。同時，加值結果可供相關人員或資料使用者直接參閱。

系統在資料品管結束後，統計該次品管情形，並予以記錄，使品管員得以知道各站之品管結果。

未通過品管之測站，系統將品管結果輸出至電子人工報表樣版，記錄各項未通過數量、未通過之對應時間點、及其歷線，供品管員及使用者快速得知該站該日狀況、判斷自動品管結果是否合理。

6.3、測站狀況通知

現今智慧型裝置普及，可利用免費資源接收即時訊息，故開發系統以電子郵件(Short Message Service, SMS)定時通知相關人員所有測站狀況，以得知測站是否仍與伺服器連線、或接收資料之伺服器是否正常運作。當通訊不良、測站發生狀況導致通訊中斷時，相關人員得以密切注意狀況是否持續，短訊分為兩種狀況：正常及異常，兩種狀況通知內容不同，以茲快速區別：正常時之短訊如圖 6-3(a)，顯示目前營運測站數量及說明；異常時之短訊如圖 6-3(b)，內容告知所有營運中測站之資料傳輸延遲時間。當無法接收到短訊時，則代表接收資料之伺服器異常，則相關人員應檢查伺服器之運作情形。測站狀況的通知，確保測站端之機器及接收端伺服器正常運作，使所有狀況得以監控。

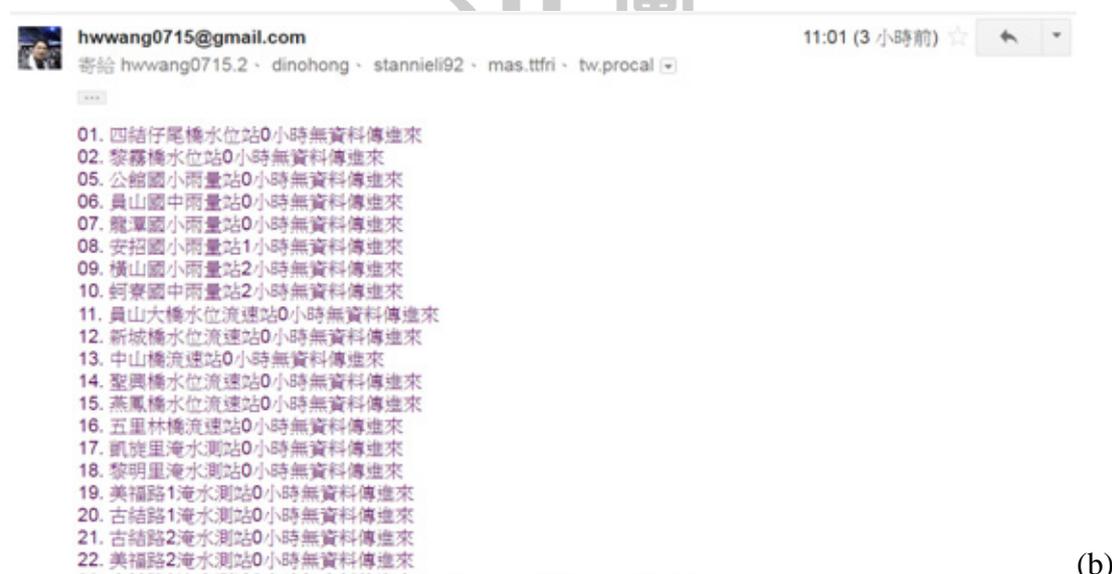


圖 6-3 主動通知測站狀況簡訊內容。(a)測站通訊正常時之通知短訊、(b)測站通訊異常時之通知短訊。

註：跳過序號之測站為測站觀測中止、或因觀測物理量改變，而給予新測站編號於後，而非漏列。

6.4、品管成果通知

系統每日於設定時間進行品管，系統將最後的品管結果整理後，將未通過資料品管的資料以短訊挾帶附檔方式(word 檔)，通知相關人員該期之品管結果，相關人員可從智慧型裝置上得知訊息、打開附件，得以迅速得知資料未通過的情形。圖 6-4 為每期傳送的短訊，告知未通過的品管數(以每站每日計)及附件。每個附件如圖 6-5，檔名及序號以站碼及日期命名，讓收件者在未打開附件時，即可知道未通過的站名及日期，附件內容包含資料漏測數、合理性品管未通過數、連續性品管未通過數、各個未通過數所對應之時間、及當日歷線，同時，保留欄位供品管員進行後續處理及記錄，及其簽名處。圖 6-5 為 2016 年 9 月 29 日清晨執行 9 月 28 日之品管結果，由該日之電子人工報表讓相關人員於當日得知燕鳳橋之水位異常的情形，進行讓已於附近之相關人員得以在颱風過境後，進行設備巡檢，發現該站因水位高過橋面板，加上漂流木而導致水位計毀損。



圖 6-4 每期資料品管後之主動通知電子郵件(含附件)。

台灣颱風洪水研究中心

燕鳳橋水位流速站人工品管報表

序號：15F_YFQ120160928

作業記要

檢測項目	水位觀測值	日期	20160928
未通過情形	漏測數	合理性品管未通過數	連續性品管未通過數
	0	1163	8
未通過時間	03:27; 03:28; 03:29; 03:30; 03:32; 03:33; 03:34; 03:35; 04:17; 04:18; 04:19; 04:20; 04:21; 04:22; 04:23; 04:24; 04:25; 04:26; 04:27; 04:28; 04:29; 04:30; 04:31; 04:32; 04:33; 04:34; 04:35; 04:36; 04:37; 04:38; 04:39; 04:40; 04:41; 04:42; 04:43; 04:44; 04:45; 04:46; 04:47; 04:48; 04:49; 04:50; 04:51; 04:52; 04:53; 04:54; 04:55; 04:56; 04:57; 04:58; 04:59; 05:00; 05:01; 05:02; 05:03; 05:04; 05:05; 05:06; 05:07; 05:08; 05:09; 05:10; 05:11; 05:12; 05:13; 05:14; 05:15; 05:16; 05:17; 05:18; 23:59;		
檢核結果			
後續處理			
圖示說明：			
<p>The graph displays water level (m) on the y-axis (ranging from 22.5 to 26.5) against time on the x-axis (ranging from 00:00 to 00:00 on 09/28). Two data series are shown: 'original data' (black line) and 'suggested data' (red line). The original data shows a significant spike around 04:00, reaching approximately 26.5m, while the suggested data shows a much smoother curve, peaking at about 25.5m at the same time. A legend in the top right corner identifies the lines.</p>			

品管員：

圖 6-5 電子人工報表，以燕鳳橋梅姬颱風事件為例。

七、品管檢出之異常情形

品管系統目前主要提供未通過品管之水位電子人工報，未通過類型主要分為資料漏測、合理性品管未通過及連續性品管未通過三種，各類型未通過之發生原因，可歸類為表 7-1，如下：

表 7-1 品管系統檢核之異常情形

檢核分類	原因類別	造成原因
資料漏測	資料遺失	儀器異常
		儀器失竊
		颶洪事件
合理性品管	超過歷史極值	極端颶洪事件發生
		儀器異常/資料紀錄器計算異常
	超過儀器限制	儀器異常
連續性品管	訊號不連續	突波
		一般雜訊
		枯床雜訊
		植生引起之雜訊
		附近閘門操作
		極端颶洪事件發生
		儀器異常/資料紀錄器計算異常
不明原因		

如品管結果有未通過之情形，則以每站每日為單位輸出人工報表，供管理者或資料使用者查看參考資料異常情形，本章節針對人工報表輸出之結果，所發現水位未通過品管之原因說明。

7.1 資料漏測之異常情形

人工報表中未通過檢核之原因其中一欄為漏測數，意即資料遺失，目前成因分為偶發性漏測及儀器失竊。偶發性漏測如圖 7-1，發生時通常漏測資料筆數不多，非經過自動品管，則難以發現，可能導致後續處理及應用上的錯誤。另一資料遺失情形為裝置遭人為偷竊，導致儀器無法正常運作，本中心雖有定期檢驗測站情形，仍難防有心人士偷竊。

颱風事件及環境狀況，如黎霧橋於 2015 年蘇迪勒颱風風力超過 12 級陣風，線路遭完全拔除；燕鳳橋於 2016 年梅姬颱風時，水位高超過橋面板，水流挾帶大型漂流木，致雷達波水位計沖毀。聖興橋於 2014/02/16 11:30 以後之數據皆已漏測，根據當時氣候狀況，排除環境影響可能，至現場檢視設備情形後，發現電池遭竊，並更換維護設備完成。

台灣颱風洪水研究中心

四結仔尾橋水位站人工品管報表

序號：01L_SJZW20140202-

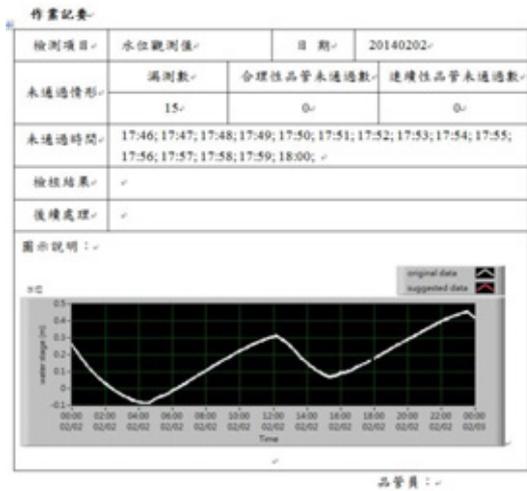


圖 7-1 資料漏測之儀器異常情形



7.2 合理性分析之異常情形

合理性分析項目如 5.4 節說明，註記方式如 5.6 節。觀測數據超過歷史極值原因可分為發生極端颱風事件及儀器異常兩種。氣候變遷下，極端降雨事件發生頻仍，水位上升容易超過歷史高度；另，新設測站僅數年歷史資料，易有超過歷史極值之情形發生，如圖 7-3 合理性分析之超過歷史極值-極端颱風事件發生情形，2013/08/29 為康芮颱風時期，於典寶溪排水集水區累積降下近千毫米降雨量，使河川水位暴漲，使新設的三塊厝橋水位站水位記錄突破歷史極值，雖系統標記為未通過合理性品管，但其整體水位歷線平滑，則由系統匯入更新為歷史極值。

觀測數據超過儀器使用限制及環境限制，如水位計量測上下限、該站之底床高程、堤頂高程、橋面板高程等，皆為本中心合理性品管考量範圍，如 5.4 及 5.6 節說明。如 2016 年 8 月 28 日梅姬颱風事件中，典寶溪流域燕鳳橋水位流量站之水位淹過橋面板，大型漂流木撞擊水位計及表面流速儀，造成設備毀損，水位計監測到此一情形，該異常情形予以註記，並輸出電子人工報表供相關人員知悉，並留查。

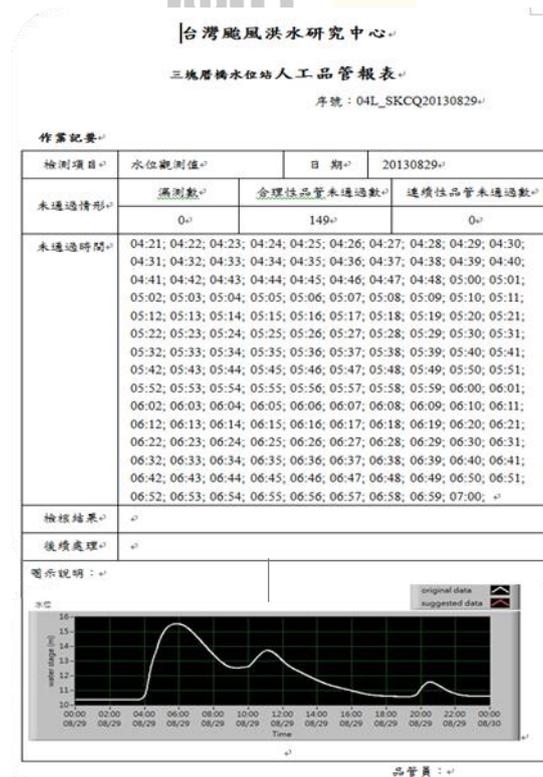


圖 7-3 合理性分析之超過歷史極值-極端颱風事件發生

7.3 連續性分析之異常情形

未通過續性品管流程之原因，可歸納為突波、一般雜訊、枯床雜訊、植生引起之雜訊、附近閘門操作、極端颱風事件發生、儀器異常或資料記錄器異常、及不明原因，如表 7-1。各歸納說明如下：

突波情形如圖 7-4，在平滑、且連續的訊號中，突然出現單筆或數筆離群值之資料為突波，容易在連續性訊號中判斷出，發生原因可能為設備本身受環境、或接地端影響，使電壓或電流產生突然變化，發生後即回復正常。雷達波訊號受穿透介質、反射物質、及周邊環境的影響，可在韌體中進行設定或濾除，雷達波水位計應用在河川，設定之反射介質為水體，則當反射物質為雜草(圖 7-5)、砂石、或乾濕交替(圖 7-6)時，造成反波散射或反射強度不同，訊號呈現不穩定情形，在訊號的呈現上為雜訊，為不平滑的歷線。閘門在水位計附近容易影響監測結果，常造成水位瞬升或瞬降的不連續變化，如圖 7-7 所示，為新城橋水位流量站受閘門操作的影響。資料紀錄器異常情形如圖 7-8，可經由目視明顯看出其歷線在接近峰值時，有一段水位歷線往下平移，往上平移後應可接合成一平滑曲線，因此，判斷為資料器計算異常。同時，此例因超越歷史極值，亦產生數據未通過合理性分析的情形。

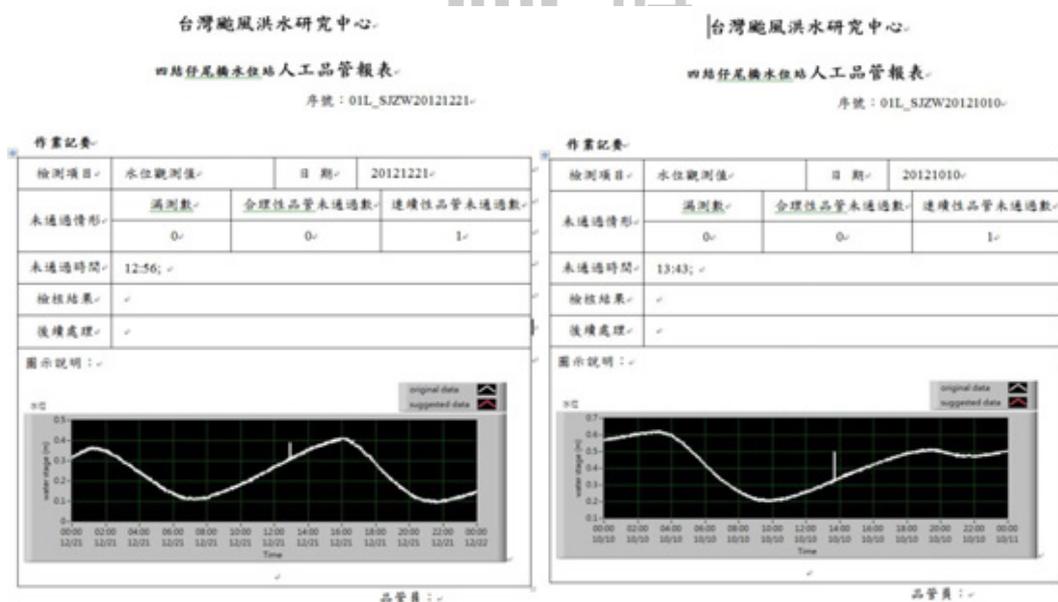


圖 7-4 連續性分析之訊號不連續情形—突波

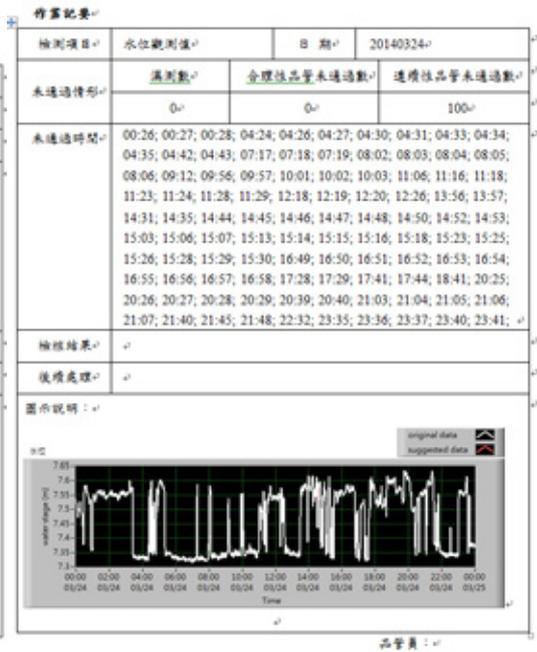
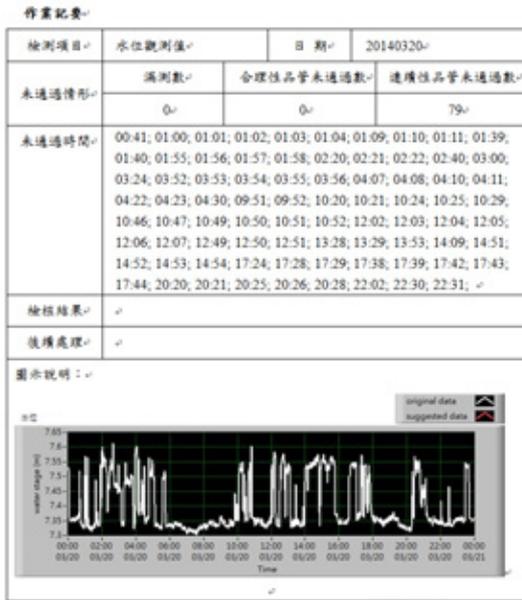


圖 1-5 連續性分析之訊號不連續情形—植生引起雜訊

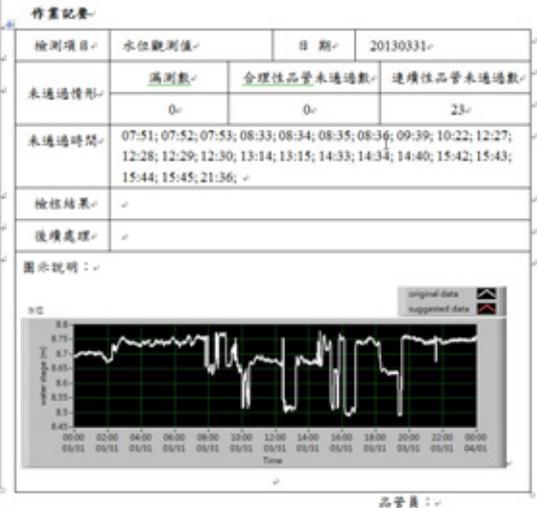
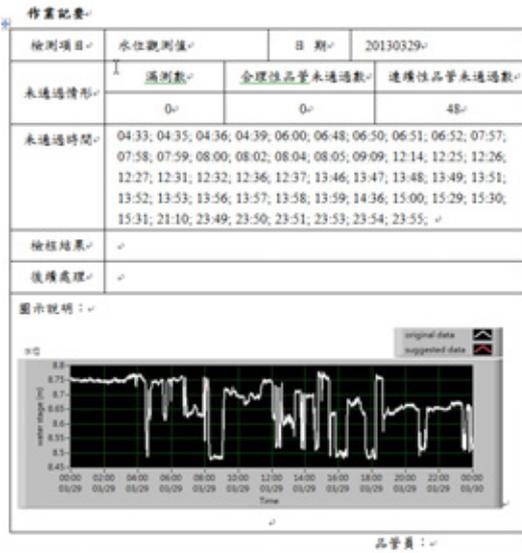


圖 7-6 連續性分析之訊號不連續情形—枯床雜訊

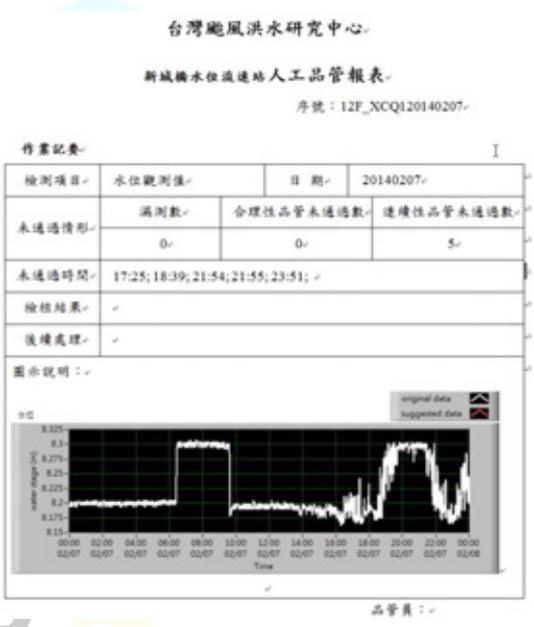
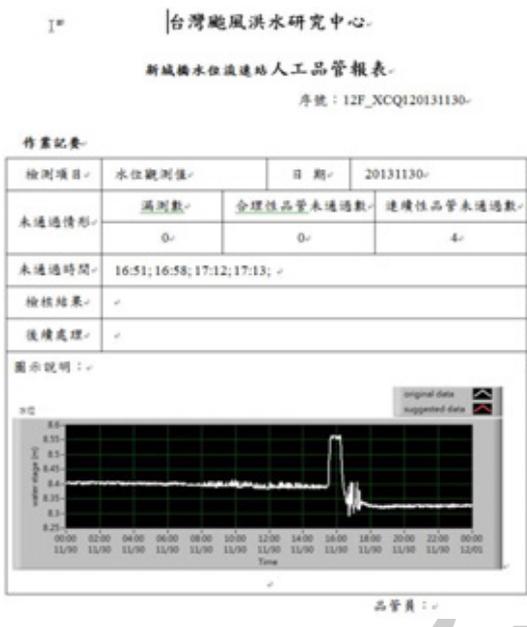


圖 7-7 連續性分析之變化幅度過大—閘門操作

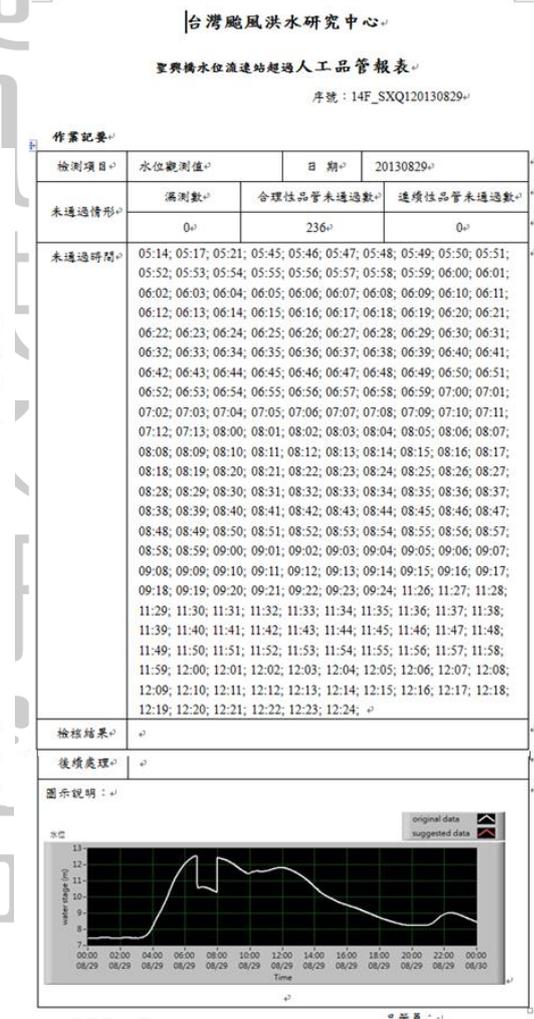


圖 7-8 連續性分析之變化幅度過大—資料記錄器計算異常

八、資料說明

即時傳輸測站回傳後，未進資料庫前以 ASCII 檔儲存，資料品管在未進資料庫前進行，本章就進資料庫前之資料格式、品管後之資料格式及衍生之統計及資料加值進行說明。

現場資料之記錄方式分為定時型及事件型，雨量觀測利用傾斗式雨量筒，故記錄方式屬事件型；其餘觀測項目，河川水位、淹水深度、河川表面流速、及風速風向屬定時型，記錄頻率為每分鐘一筆。資料檔之副檔名以 .DAT 及 .ran 檔區分定時型資料及事件型資料，雨量站資料仍保留 .DAT 檔，記錄時間及數值，但數值無意義，但可利用此彌補因雨量站事件型記錄，所無法確定設備運作情形的狀況。

表 8-1、觀測資料之對應記錄形式及副檔名

資料記錄形式	觀測項目	ASCII 檔副檔名
定時型	河川水位	.DAT
	河川表面流速	.DAT
	淹水深度	.DAT
	風速風向	.DAT
事件型	雨量	.ran (.DAT 為輔)

檔案名稱依測站建置順序(編號)、觀測項目、及地點分類，並依資料之年月進行資料夾分類。檔案名稱格式為「xxx_xxxx.DAT」或「xxx_xxxx.ran」，其各代碼意義由左至右分別為：

- 第 1~2 碼：測站編號。
- 第 3 碼：測站類型。R 為雨量站、L 為河川水位站、F 為水位流量站、W 為淹水深度站。
- 第 4 碼：半形符號底線()。
- 第 5~8 碼：各中文字羅馬拼音之開頭字母，中文地點長度小於 4 個字之站。

以 11F_YSDQ.DAT 為例，其代表意義為編號 11 的水位流量站，YSDQ 為員山大橋之羅馬拼音“Yuan Sham Da Qiao”各單字之第一個字母。

8.1、原始資料格式

檔案內容依測站類型而略有不同，基本格式為首欄代表資料時間(西元年/月/日 時:分:秒)；第二欄為因通道保留所產生之無意義數字；第三欄起為觀測物理量，每欄之間以逗號為間格。下列就各種測站類型進行範例解說：

8.1.1 河川水位站(L)及淹水測站(W)

河川水位站(L)或淹水測站(W)之觀測物理量分別利用雷達波水位計及壓力式水位計觀測水位，物理量皆為水位，檔案內容相同。以四結仔尾橋水位站(01L_SJZW)為例，圖 8-1 為四結仔尾橋水位站 2015 年 09 月之原始資料.DAT 檔，該檔各欄第一列其各數字意義為：

- 第一欄：觀測物理量紀錄時間(年/月/日 時:分:秒)。
- 第二欄：儀器輸出之無意義數字。
- 第三欄：水位觀測值為 0.4459，單位為公尺。

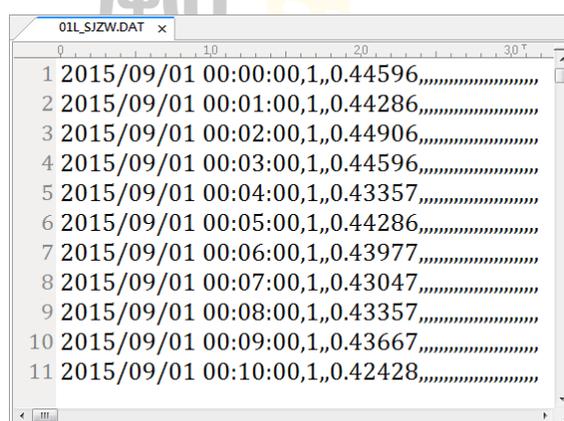


圖 8-1 四結仔尾橋水位站 2015 年 09 月之原始資料.DAT 檔

8.1.2 水位流量站

以員山大橋水位流量站 2015 年 11 月資料為例(圖 8-2)，本測站設有 1 支雷達波水位計與 2 支微波雷達表面流速儀，該檔第一列其各數字意義為：

- 第一行：觀測物理量紀錄時間(年/月/日 時:分:秒)。
- 第二行：無意義之數字。
- 第三行：水位觀測值為 5.92233，單位為公尺。
- 第四行：編號 1 的表面流速觀測值為 0.61880，單位為公尺/秒。
- 第五行：編號 2 的表面流速觀測值為 0.66062，單位為公尺/秒。

Time	Sensor ID	Value 1	Value 2	Value 3
2015/11/03 14:17:00	1	5.92233	0.61880	0.66062
2015/11/03 14:18:00	1	5.93162	0.67146	0.72411
2015/11/03 14:19:00	1	5.93162	0.71946	0.79070
2015/11/03 14:20:00	1	5.93162	0.73650	0.78915
2015/11/03 14:21:00	1	5.92852	0.73804	0.79224
2015/11/03 14:22:00	1	5.92542	0.72101	0.75508
2015/11/03 14:23:00	1	5.92233	0.68230	0.68849
2015/11/03 14:24:00	1	5.92233	0.66371	0.63429
2015/11/03 14:25:00	1	5.91613	0.64978	0.61726
2015/11/03 14:26:00	1	5.92233	0.64513	0.61571
2015/11/03 14:27:00	1	5.92852	0.66216	0.65287
2015/11/03 14:28:00	1	5.92542	0.69004	0.72256
2015/11/03 14:29:00	1	5.92542	0.65752	0.73030
2015/11/03 14:30:00	1	5.92852	0.64203	0.68694
2015/11/03 14:31:00	1	5.92233	0.59248	0.65132
2015/11/03 14:32:00	1	5.91923	0.54138	0.59713
2015/11/03 14:33:00	1	5.91613	0.51660	0.57390
2015/11/03 14:34:00	1	5.92542	0.56461	0.60642
2015/11/03 14:35:00	1	5.91923	0.57545	0.64048
2015/11/03 14:36:00	1	5.91923	0.56770	0.61880
2015/11/03 14:37:00	1	5.91923	0.56925	0.61726
2015/11/03 14:38:00	1	5.92233	0.55222	0.58009
2015/11/03 14:39:00	1	5.91303	0.50266	0.52744
2015/11/03 14:40:00	1	5.91303	0.50266	0.50886
2015/11/03 14:42:00	1	5.92233	0.54912	0.59248
2015/11/03 14:43:00	1	-5.35431	0.59093	0.65132

圖 8-2 員山大橋 2015 年 11 月之原始資料.DAT 檔

8.1.3 雨量站

雨量站資料檔分為 .DAT 檔及 .ran 檔，.DAT 檔，以公館國小 2015 年 9 月資料為例如公館國小 2015 年 9 月之原始資料.ran 檔(圖 8-3)，該檔第一列其各數字意義為：

- 第一行：傾斗式雨量敲擊時間記錄(年/月/日 時:分:秒)。
- 第二行：傾斗式雨量計傾斗容量為 0.5mm。

1	2015/09/01 16:55:50	0.5
2	2015/09/01 18:24:47	0.5
3	2015/09/01 19:03:01	0.5
4	2015/09/02 15:37:13	0.5
5	2015/09/02 15:38:41	0.5
6	2015/09/02 15:40:12	0.5
7	2015/09/02 15:41:12	0.5
8	2015/09/02 15:41:40	0.5
9	2015/09/02 15:41:58	0.5
10	2015/09/02 15:42:14	0.5
11	2015/09/02 15:42:30	0.5
12	2015/09/02 15:42:44	0.5
13	2015/09/02 15:42:56	0.5
14	2015/09/02 15:43:09	0.5

圖 8-3 公館國小 2015 年 9 月之原始資料.ran 檔

8.2、品管後之資料格式

原始資料經過品管系統檢核後，產製品管後建議資料，及自動品管後的註記，以建立資料履歷，供使用者使用瞭解自動資料品管情形。除此，品管系統利用已去除異常值之資料進行資料加值，讓使用者對資料初步瞭解。各輸出資料說明如後續小節。

品管後之輸出檔名為原始檔加加上 QC 字母做為檔頭，檔名格式為「QCxxx_xxx.DAT」，其名稱意義由左至右分別為：

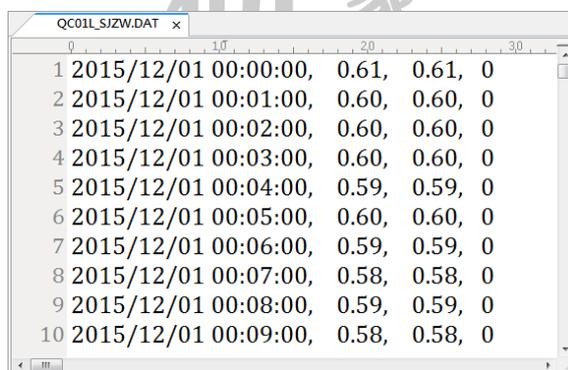
- 第 1~2 碼：QC 代表該檔案為經品管後之資料
- 第 3~4 碼：測站編號
- 第 5 碼：測站類型 R 為雨量站、L 為河川水位站、F 為水位流量站、W 為淹水深度站。
- 第 6 碼：半形符號底線(_)
- 第 7~10 碼：各中文字羅馬拼音之開頭字母

各站品管後之資料格式，第一行皆為時間(年/月/日 時:分:秒)，第二行起為觀測物理量、後為建議值與標記數字，依此類推，並可經由第 X.X 章(各標記數字之意義)得知該數字代表之意義。本節就各種測站類型進行範例解說。

8.2.1 河川水位站(L)及淹水測站(W)

同以四結仔尾橋水位站(01L_SJZW)為例，如圖 8-4 四結仔尾橋水位站 2015 年 12 月經品管後.DAT 檔，經品管系統後輸出資料各欄第一列其各數字意義為：

- 第一欄：觀測物理量紀錄時間(年/月/日 時:分:秒)。
- 第二欄：水位觀測值為 0.61，單位為公尺。
- 第三欄：品管後水位建議值為 0.61 單位同為公尺。
- 第四欄：為標記數字，0 表示該水位資料通過資料檢核。



Line	Time	Observed Value	Recommended Value	Flag
1	2015/12/01 00:00:00	0.61	0.61	0
2	2015/12/01 00:01:00	0.60	0.60	0
3	2015/12/01 00:02:00	0.60	0.60	0
4	2015/12/01 00:03:00	0.60	0.60	0
5	2015/12/01 00:04:00	0.59	0.59	0
6	2015/12/01 00:05:00	0.60	0.60	0
7	2015/12/01 00:06:00	0.59	0.59	0
8	2015/12/01 00:07:00	0.58	0.58	0
9	2015/12/01 00:08:00	0.59	0.59	0
10	2015/12/01 00:09:00	0.58	0.58	0

圖 8-4 四結仔尾橋水位站 2015 年 12 月經品管後之資料.DAT 檔

8.2.2 水位流量(速)站(F)

8.2.2.1 一支即時表面流速計

以三塊厝橋流速站(40F_SKCQ)為例，檔案內容如

圖 8-5 三塊厝橋流速站，各欄數字意義為：

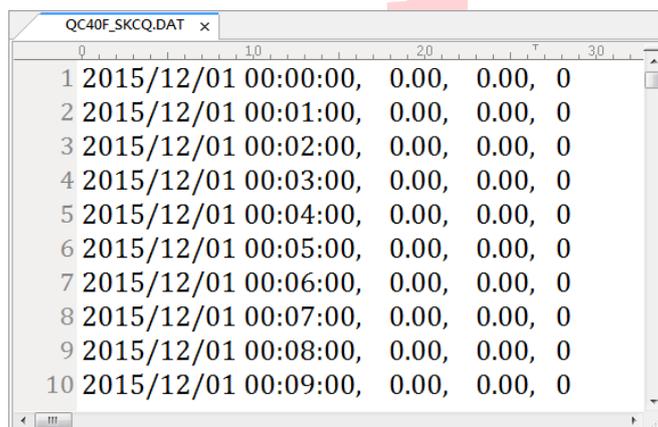
第一欄：觀測物理量紀錄時間(年/月/日 時:分:秒)。

第二欄：表面流速觀測值為 0，單位為公尺/秒。

第三欄：品管後表面流速建議值為 0，單位同為公尺/秒。

第四欄：為標記數字，0 表示該水位資料通過資料檢核。

圖 8-5 三塊厝橋流速站 2015 年 12 月經品管後之資料.DAT 檔



Line	Time	Observed Value	Recommended Value	Checkmark
1	2015/12/01 00:00:00	0.00	0.00	0
2	2015/12/01 00:01:00	0.00	0.00	0
3	2015/12/01 00:02:00	0.00	0.00	0
4	2015/12/01 00:03:00	0.00	0.00	0
5	2015/12/01 00:04:00	0.00	0.00	0
6	2015/12/01 00:05:00	0.00	0.00	0
7	2015/12/01 00:06:00	0.00	0.00	0
8	2015/12/01 00:07:00	0.00	0.00	0
9	2015/12/01 00:08:00	0.00	0.00	0
10	2015/12/01 00:09:00	0.00	0.00	0

8.2.2.2 兩支即時表面流速計

以中山橋流量(速)站(13F_ZSQ1)為例，檔案內容如

圖 8-6 中山橋流量(速)站 2015 年 12 月經品管後之資料.DAT，各欄位數字意義為：

第一欄：觀測物理量紀錄時間(年/月/日 時:分:秒)。

第二欄：第一支表面流速計之觀測值為 0.53，單位為公尺/秒。

第三欄：第一支表面流速計資料品管後建議值為 0.53，單位為公尺/秒。

第四欄：第一支表面流速計資料經過自動品管後之註記，0 表示該水位資料通過資料檢核。

第五欄：第二支表面流速計之觀測值為 0.42，單位為公尺/秒。

第六欄：第二支表面流速計資料品管後建議值為 0.42，單位為公尺/秒。

第七欄：第二支表面流速計資料經過自動品管後之註記，0 表示該水位資料通過資料檢核。

圖 8-6 中山橋流量(速)站 2015 年 12 月經品管後之資料.DAT 檔

Line	Time	Observed	Suggested	Flag	Observed	Suggested	Flag
1	2015/12/01 00:00:00	0.53	0.53	0	0.42	0.42	0
2	2015/12/01 00:01:00	0.53	0.53	0	0.42	0.42	0
3	2015/12/01 00:02:00	0.53	0.53	0	0.43	0.43	0
4	2015/12/01 00:03:00	0.54	0.54	0	0.43	0.43	0
5	2015/12/01 00:04:00	0.54	0.54	0	0.43	0.43	0
6	2015/12/01 00:05:00	0.54	0.54	0	0.44	0.44	0
7	2015/12/01 00:06:00	0.54	0.54	0	0.45	0.45	0
8	2015/12/01 00:07:00	0.54	0.54	0	0.47	0.47	0
9	2015/12/01 00:08:00	0.53	0.53	0	0.46	0.46	0
10	2015/12/01 00:09:00	0.54	0.54	0	0.46	0.46	0

8.2.2.3 一支即時傳輸水位計與二支即時表面流速計

以員山大橋流量站(11F_YSDQ)為例，檔案內容如第五欄：第一支表面流速計之觀測值為 0.73，單位為公尺/秒。

第六欄：第一支表面流速計資料品管後建議值為 0.73，單位為公尺/秒。

第七欄：第一支表面流速計資料經過自動品管後之註記，0 表示該水位資料通過資料檢核。

第八欄：第二支表面流速計之觀測值為 0.75，單位為公尺/秒。

第九欄：第二支表面流速計資料品管後建議值為 0.75，單位為公尺/秒。

第十欄：第二支表面流速計資料經過自動品管後之註記，0 表示該水位資料通過資料檢核。

圖 8-7 員山大橋流量站 2015 年 12 月經品管後之資料.DAT 檔，各欄位數字意義為：

第一欄：觀測物理量紀錄時間(年/月/日 時:分:秒)。

第二欄：水位觀測值為 5.71，單位為公尺。

第三欄：品管後水位建議值為 5.71，單位為公尺。

第四欄：自動品管後之水位之註記，0 表示該資料通過資料檢核。

第五欄：第一支表面流速計之觀測值為 0.73，單位為公尺/秒。

第六欄：第一支表面流速計資料品管後建議值為 0.73，單位為公尺/秒。

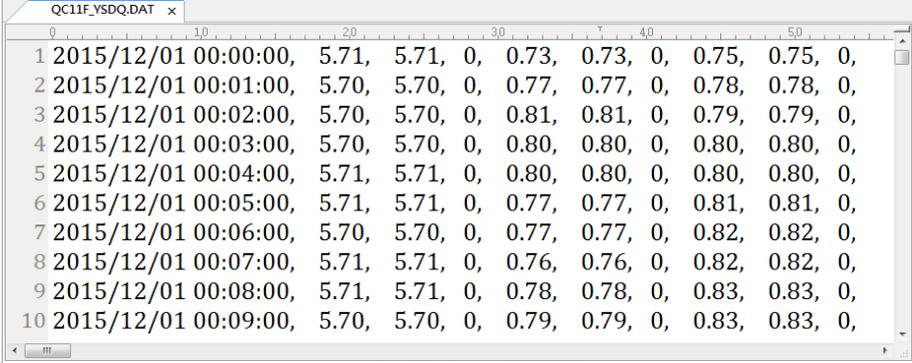
第七欄：第一支表面流速計資料經過自動品管後之註記，0 表示該水位資料通過資料檢核。

第八欄：第二支表面流速計之觀測值為 0.75，單位為公尺/秒。

第九欄：第二支表面流速計資料品管後建議值為 0.75，單位為公尺/秒。

第十欄：第二支表面流速計資料經過自動品管後之註記，0 表示該水位資料通過資料檢核。

圖 8-7 員山大橋流量站 2015 年 12 月經品管後之資料.DAT 檔



Line	Timestamp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2015/12/01 00:00:00,	5.71,	5.71,	0,	0.73,	0.73,	0,	0.75,	0.75,	0,	
2	2015/12/01 00:01:00,	5.70,	5.70,	0,	0.77,	0.77,	0,	0.78,	0.78,	0,	
3	2015/12/01 00:02:00,	5.70,	5.70,	0,	0.81,	0.81,	0,	0.79,	0.79,	0,	
4	2015/12/01 00:03:00,	5.70,	5.70,	0,	0.80,	0.80,	0,	0.80,	0.80,	0,	
5	2015/12/01 00:04:00,	5.71,	5.71,	0,	0.80,	0.80,	0,	0.80,	0.80,	0,	
6	2015/12/01 00:05:00,	5.71,	5.71,	0,	0.77,	0.77,	0,	0.81,	0.81,	0,	
7	2015/12/01 00:06:00,	5.70,	5.70,	0,	0.77,	0.77,	0,	0.82,	0.82,	0,	
8	2015/12/01 00:07:00,	5.71,	5.71,	0,	0.76,	0.76,	0,	0.82,	0.82,	0,	
9	2015/12/01 00:08:00,	5.71,	5.71,	0,	0.78,	0.78,	0,	0.83,	0.83,	0,	
10	2015/12/01 00:09:00,	5.70,	5.70,	0,	0.79,	0.79,	0,	0.83,	0.83,	0,	

8.2.2.4 一支即時傳輸水位計、一支即時表面流速計、一支風速計
(待補)

8.2.3 雨量站(R)
(待補)

8.3、品管資料數據統計表

原始資料於品管系統中完成所有自動檢核項目後，系統統計所有觀測資料(水位、流速、雨量、風速及風向)之品管狀況，包含未通過品管的數量以及缺少觀測值(漏測數)之數量。如圖 8-8(品管資料數據統計表)所示，Excel 檔中表單以年分為區分，各表單中其格式皆相同，皆會計算該年中所有測站於每個月的品管數據統計。此檔案在每一次執行完品管系統後，皆會自動更新。

	A	B	K	L	M	N	O	P	Q	R
			9	10	11	12	13	14	15	16
2			橋山國小	柯樂國中	員山大橋	新城橋	中山橋	聚興橋	燕鳳橋	五里林橋
9	3月	未通過品管數	0	0	0	19	0	3	0	0
10		漏測數	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4月	未通過品管數	0	0	0	19	0	0	0	0
12		漏測數	0	0	0	0	0	2	2	0
13	5月	未通過品管數	0	0	0	5	0	0	26	0
14		漏測數	0	0	0	0	0	0	0	0
15	6月	未通過品管數	0	0	0	56	0	0	1	0
16		漏測數	0	0	4	0	0	0	0	0
17	7月	未通過品管數	0	0	0	34	0	0	0	0
18		漏測數	0	0	2	0	0	0	0	0
19	8月	未通過品管數	0	0	0	70	0	0	0	0
20		漏測數	0	0	1	0	0	0	0	0
21	9月	未通過品管數	0	0	1	76	0	0	1	0
22		漏測數	0	0	0	0	0	0	0	0
23	10月	未通過品管數	0	0	0	0	0	0	0	0
24		漏測數	0	0	286	0	0	0	0	0
25	11月	未通過品管數	0	0	2	0	0	65	1	0
26		漏測數	0	0	9	0	0	0	0	0
27	12月	未通過品管數	0	0	0	0	0	2385	0	0
28		漏測數	0	0	0	0	0	0	0	0
29		流速1								
30	1月	漏測數	0	0	0	4	0	0	1	0
31		未通過品管數	0	0	0	0	0	0	1	0
32	2月	漏測數	0	0	0	0	0	0	1	0
33		未通過品管數	0	0	0	0	0	0	0	0

圖 8-8、品管資料數據統計表

8.4、電子人工報表

當資料自動品管系統判斷資料有漏測或未通過檢測的數據時，即輸出人工報表，以利資料品管人員瞭解資料異常情形、並留查供後續資料使用者得以快速知道異常時間及情形。人工報表檔案為 word 格式，檔名為站碼加及含有未通過品管之日期，系統資料夾上之格式表示為「NNT_XXXXYYYYMMDD.docx」，如圖 8-9(人工報表輸出資料夾)，其名稱意義由左至右分別為：

- 第 1~2 碼：測站編號
- 第 3 碼：測站類型 R 為雨量站、L 為河川水位、F 為水位流量、W 為淹水深度站
- 第 4 碼：半形符號底線()
- 第 5~8 碼：各中文字羅馬拼音之開頭字母
- 第 9-12 碼：含有漏測值或未通過檢測分析的日期(年月日)

人工報表格式如圖 8-10(員山大橋 2015 年 11 月 29 日之人工報表) 所示，其作業記要分類品管未通過數量，分為漏測數、合理性品管未通過數及連續性品管未通過數三種，並將未通過時間時間記錄於下欄，並提供當日歷線圖。圖 8-10 之結果顯示，2015/11/29 品管結果含有一筆數據未通過檢測，種類為漏測數，時間為 01:27，使用者可打開原始資料(如圖 8-11a)(員山大橋 2015 年 11 月之原始資料.DAT 檔)可見確實缺少該行數據，並可打開經品管系統後輸出資料(如圖 8-11b)(員山大橋 2015 年 11 月之品管後之資料.DAT 檔)，可發現系統已補上該行數據，缺漏數據以 NaN 表示，且提供建議值及標記符號-1 為缺測資料。

圖 8-9 人工報表輸出資料夾

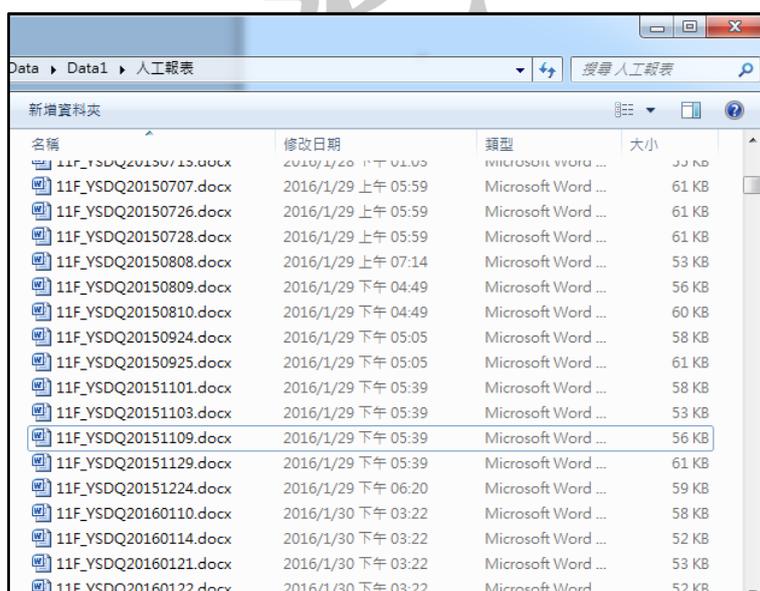


圖 8-10 員山大橋 2015 年 11 月 29 日之人工報表

| 台灣颱風洪水研究中心 |

員山大橋水位流速站人工品質管報表

序號：11F_YSDQ20151129

作業記要

檢測項目	水位觀測值	日期	20151129
未通過情形	漏測數	合理性品質未通過數	連續性品質未通過數
	1	0	0
未通過時間	01:27		
檢核結果			
後續處理			

圖示說明：

品質員：

圖 8-11. 員山大橋 2015 年 11 月之原始資料.DAT 檔。(a)品管前、(b)品管後。

QC11F_YSDQ.DAT	11F_YSDQ.DAT
40105	2015/11/29 01:09:00,1,,5.60642,,,,,0.63739,,,,,0.66062,,,,,
40106	2015/11/29 01:10:00,1,,5.61261,,,,,0.63274,,,,,0.66836,,,,,
40107	2015/11/29 01:11:00,1,,5.60642,,,,,0.64358,,,,,0.67300,,,,,
40108	2015/11/29 01:12:00,1,,5.61261,,,,,0.64823,,,,,0.68075,,,,,
40109	2015/11/29 01:13:00,1,,5.60952,,,,,0.64358,,,,,0.68694,,,,,
40110	2015/11/29 01:14:00,1,,5.60642,,,,,0.64358,,,,,0.68849,,,,,
40111	2015/11/29 01:15:00,1,,5.60642,,,,,0.64823,,,,,0.69004,,,,,
40112	2015/11/29 01:16:00,1,,5.61261,,,,,0.64513,,,,,0.69314,,,,,
40113	2015/11/29 01:17:00,1,,5.61571,,,,,0.63894,,,,,0.69623,,,,,
40114	2015/11/29 01:18:00,1,,5.61261,,,,,0.63119,,,,,0.69623,,,,,
40115	2015/11/29 01:19:00,1,,5.60642,,,,,0.63274,,,,,0.69623,,,,,
40116	2015/11/29 01:20:00,1,,5.61571,,,,,0.63119,,,,,0.69623,,,,,
40117	2015/11/29 01:21:00,1,,5.61261,,,,,0.63584,,,,,0.69623,,,,,
40118	2015/11/29 01:22:00,1,,5.61571,,,,,0.63894,,,,,0.69468,,,,,
40119	2015/11/29 01:23:00,1,,5.60642,,,,,0.63274,,,,,0.69778,,,,,
40120	2015/11/29 01:24:00,1,,5.61571,,,,,0.63739,,,,,0.69933,,,,,
40121	2015/11/29 01:25:00,1,,5.60952,,,,,0.63584,,,,,0.69933,,,,,
40122	2015/11/29 01:26:00,1,,5.61261,,,,,0.63119,,,,,0.70088,,,,,
40123	2015/11/29 01:28:00,1,,5.60642,,,,,0.63894,,,,,0.67146,,,,,
40124	2015/11/29 01:29:00,1,,5.60642,,,,,0.64048,,,,,0.66326,,,,,
40125	2015/11/29 01:30:00,1,,5.60332,,,,,0.64668,,,,,0.66371,,,,,
40126	2015/11/29 01:31:00,1,,5.61261,,,,,0.64358,,,,,0.66216,,,,,
40127	2015/11/29 01:32:00,1,,5.60642,,,,,0.64668,,,,,0.67300,,,,,
40128	2015/11/29 01:33:00,1,,5.61261,,,,,0.66062,,,,,0.68849,,,,,
40129	2015/11/29 01:34:00,1,,5.60642,,,,,0.65752,,,,,0.69159,,,,,
40130	2015/11/29 01:35:00,1,,5.60642,,,,,0.65442,,,,,0.69623,,,,,
40131	2015/11/29 01:36:00,1,,5.61571,,,,,0.65752,,,,,0.69159,,,,,
40132	2015/11/29 01:37:00,1,,5.60642,,,,,0.64823,,,,,0.69004,,,,,
40133	2015/11/29 01:38:00,1,,5.61261,,,,,0.63429,,,,,0.68384,,,,,
40134	2015/11/29 01:39:00,1,,5.60642,,,,,0.63274,,,,,0.68694,,,,,

(a)

QC11F_YSDQ.DAT	
40387	2015/11/29 01:06:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.67,0.67,0,
40388	2015/11/29 01:07:00,5.62,5.62,0,0.63,0.63,0,0.67,0.67,0,
40389	2015/11/29 01:08:00,5.62,5.62,0,0.64,0.64,0,0.66,0.66,0,
40390	2015/11/29 01:09:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.66,0.66,0,
40391	2015/11/29 01:10:00,5.61,5.61,0,0.63,0.63,0,0.67,0.67,0,
40392	2015/11/29 01:11:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.67,0.67,0,
40393	2015/11/29 01:12:00,5.61,5.61,0,0.65,0.65,0,0.68,0.68,0,
40394	2015/11/29 01:13:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.69,0.69,0,
40395	2015/11/29 01:14:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.69,0.69,0,
40396	2015/11/29 01:15:00,5.61,5.61,0,0.65,0.65,0,0.69,0.69,0,
40397	2015/11/29 01:16:00,5.61,5.61,0,0.65,0.65,0,0.69,0.69,0,
40398	2015/11/29 01:17:00,5.62,5.62,0,0.64,0.64,0,0.70,0.70,0,
40399	2015/11/29 01:18:00,5.61,5.61,0,0.63,0.63,0,0.70,0.70,0,
40400	2015/11/29 01:19:00,5.61,5.61,0,0.63,0.63,0,0.70,0.70,0,
40401	2015/11/29 01:20:00,5.62,5.62,0,0.63,0.63,0,0.70,0.70,0,
40402	2015/11/29 01:21:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.70,0.70,0,
40403	2015/11/29 01:22:00,5.62,5.62,0,0.64,0.64,0,0.69,0.69,0,
40404	2015/11/29 01:23:00,5.61,5.61,0,0.63,0.63,0,0.70,0.70,0,
40405	2015/11/29 01:24:00,5.62,5.62,0,0.64,0.64,0,0.70,0.70,0,
40406	2015/11/29 01:25:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.70,0.70,0,
40407	2015/11/29 01:26:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.70,0.70,0,
40408	2015/11/29 01:27:00,NaN,5.61,-1,NaN,NaN,-1,NaN,NaN,-1,
40409	2015/11/29 01:28:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.67,0.67,0,
40410	2015/11/29 01:29:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.67,0.67,0,
40411	2015/11/29 01:30:00,5.60,5.60,0,0.65,0.65,0,0.66,0.66,0,
40412	2015/11/29 01:31:00,5.61,5.61,0,0.64,0.64,0,0.66,0.66,0,
40413	2015/11/29 01:32:00,5.61,5.61,0,0.65,0.65,0,0.67,0.67,0,
40414	2015/11/29 01:33:00,5.61,5.61,0,0.66,0.66,0,0.69,0.69,0,
40415	2015/11/29 01:34:00,5.61,5.61,0,0.66,0.66,0,0.69,0.69,0,
40416	2015/11/29 01:35:00,5.61,5.61,0,0.65,0.65,0,0.70,0.70,0,
40417	2015/11/29 01:36:00,5.62,5.62,0,0.66,0.66,0,0.69,0.69,0,
40418	2015/11/29 01:37:00,5.61,5.61,0,0.65,0.65,0,0.69,0.69,0,
40419	2015/11/29 01:38:00,5.61,5.61,0,0.63,0.63,0,0.68,0.68,0,
40420	2015/11/29 01:39:00,5.61,5.61,0,0.63,0.63,0,0.69,0.69,0,

(b)

水質
 研究中心
 實驗
 研究院

8.5、測站數據加值表

品管系統完成資料品管後，除輸出品管後之資料、品管資料數據統計表及人工報表輸出外，本系統利用去除異常值後之原始資料進行資料加值，針對水位、流速、風向及風速之原始資料輸出一測站數據加值表，檔案格式為 excel 檔；雨量之原始資料部分，則針對設有雨量計之測站個別輸出雨量加值表，檔案格式同為 excel 檔。各觀測物理量所統計項目列於表 8-2(各物理量加值統計項目)，各項目說明如下：

1. 每月最大水位
該月水位觀測值中最高值，即為最大水位。
2. 年度最大水位
該年度水位觀測值中最高值，則為整年度最大水位。
3. 最大瞬時變化率
變化率為該分鐘水位與前 30 分鐘水位之差值，最大瞬時變化率為該月變化率最大者。
4. 年度瞬時變化率
年度瞬時變化率為該年變化率值最大者。
5. 最大瞬時負變化率
最大瞬時負變化率為該月變化率最小者。
6. 年度瞬時負變化率
年度瞬時負變化率為該年變化率最小者。
7. 每月最大流速
該月表面流速觀測值中最高值，即為該月最大流速。
8. 年度最大流速
該年度表面流速觀測值中最高值，則為該年度最大流速。
9. 每月最大風速
該月風速觀測值中最高值，即為該月最大風速。
10. 年度最大風速
該年度中風速觀測值最高值，則為該年度最大風速。
11. 日最大時雨量
時雨量為自一時刻 0 分至該時刻 59 分鐘雨量之累積值，該日時雨量值中最高值累積值，即為最大時雨量。
12. 日雨量
日雨量係指該日 00:00 至 23:59 之雨量累積值。
13. 月最大時雨量
該月中時雨量中最高值，即為該月最大時雨量。
14. 月最大日雨量
該月中日雨量中最高值，即為該月最大日雨量。

觀測項目	統計加值項目
水位	每月最大水位
	年度最大水位
	最大順時變化率
	年度順時變化率
	最大順時負變化率
	年度順時負變化率
流速	每月最大流速
	年度最大流速
風速	每月最大風速
	年度最大風速
雨量	日最大時雨量
	日雨量
	月最大時雨量
	月最大日雨量

表 8-2. 各物理量加值統計項目

測站數據加值表如圖 8-12，該檔案表單分為歷史極值與年極值。各表單中皆對所有測站涵蓋之觀測項目進行極值計算，年極值為參考當年度之資料，歷史極值表單極值計算則根據所有歷史資料進行統計，於每次資料品管系統執行後，即會根據現有資料進行更新。

品管系統以年分及測站為單位個別輸出雨量加值表，供使用者進一步了解雨量資料，每一個雨量加值表單中皆設有 12 個表單，分別為該年度 1 月至 12 月之加值統計，以 2015 年之員山國中雨量站為例(如圖 8-13)(2015 員山國中雨量加值表)，開啟檔案可見下方表單可選擇所要檢視之月份，以圖中 9 月為例，第一行為統計項目、第二行起則為 2015/9/1 之時雨量、日最大時雨量之統計項目，而於表格第一行最下方則注有月最大時雨量及月最大日雨量資訊供使用者參考。

圖 8-12. 測站數據加值表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		1	2	3	4	5	6	7	
		四結仔尾橋	黎霧橋	白米橋	三塊厝橋	公館國小	員山國中	雞潭國小	安和國小
3	最大水位								
4	一月	0.935	1.017	2.864	10.583	17.5	6.5	9.5	
5	二月	0.876	0.949	2.514	10.53	15	11	7.5	
6	三月	0.836	1.014	2.654	10.539	33.5	15	22	
7	四月	0.858	0.992	4.515	13.098	12	14.5	18	
8	五月	0.889	1.079	4.382	13.441	22	22.5	47	
9	六月	0.895	1.19	3.561	11.428	39	34	55.5	
10	七月	1.75	3.628	4.348	12.98	21	53.5	57	
11	八月	2.484	5.328	5.407	15.541	115	78	115	
12	九月	2.499	4.253	4.701	11.976	32.5	51.5	42.5	
13	十月	1.134	1.639	2.462	10.806	29.5	31.5	24.5	
14	十一月	1.099	1.494	3.044	10.623	25.5	20	17.5	
15	十二月	1.065	1.655	2.424	10.465	16.5	15	30	
16	整年度	2.499	5.328	5.407	15.541	115	78	115	
19	水位計解析度	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
20	水位計可量最高水位	1000	1000	1000	1000				
21	水位計可量最低水位	-1000	-1000	-1000	-1000				
22	堤頂高	1000	1000	1000	1000				
23	最低底床高程	-99	-2.692	-99	9.99				
24	流速計解析度	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
25	流速計可量最大流速	20	20	20	20	20	20	20	
26	流速計可量最小流速	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	
27	風速計可量最大風速	100	100	100	100	100	100	100	
28	風速計可量最小風速	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

圖 8-13. 2015 員山國中雨量加值表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		2015/01	2015/02	2015/03	2015/04	2015/05	2015/06	2015/07	2015/08	2015/09	2015/10
1		0	0	0	0	0	0	1.1	0	1	
2		0	0	0	0	0	0	0.1	0.5	1	
3		0	0	0	0	0	0	2	0	0	
4		0	0	0	0	0	0	2.1	0	0.1	
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6		0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	
7		0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	
8		0	0	0	0	0	0	2.1	0	0	
9		0	0	0	0	0	0	30	0	0	
10		0	0	0	0	0	0	1	0	0	
11		0	0	0	0	0	0	3.1	0	0	
12		0	0	0	0	0	0	2	0	0	
13		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15		0	0	0	0	4.1	0	0	0	0	
16		0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	
17		0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
18		3	3.5	0	0	0	0	0	0	0	
19		2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	
20		4	0	0	0	0	0	0	0	0	
21		0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
22		0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24		0	0	0	0	0	0	3	0	0	
25		0	0	0	0	0	3.5	0	4	0	
26	日最大雨量	4	3.5	0	0	4.1	3.5	30	4	1	0
27	日雨量	11	0	0	0	4.1	3.5	26.1	7.5	2.1	0
28	月最大雨量	30									
29	月最大日雨量	26.1									

九、總結



台灣颱風洪水研究中心
MARLabs 財團法人國家實驗研究院

附錄一、即時測站站名、站碼簡易對照表 (20160901)

站碼	測站 類型	站名
01L_SJZW	①	四結仔尾橋水位站
02L_LWQ1	①	黎霧橋水位站
03L_BMQ1	①	白米橋水位站
04L_SKCQ	①	三塊厝橋水位站
05R_GGGX	⑤	公館國小雨量站
06R_YSGZ	⑤	員山國中雨量站
07R_LTGX	⑤	龍潭國小雨量站
08R_AZGX	⑤	安招國小雨量站
09R_HSGX	⑤	橫山國小雨量站
10R_KLGZ	⑤	蚵寮國中雨量站
11F_YSDQ	③	員山大橋流量站
12F_XCQ1	③	新城橋流量站
13F_ZSQ1	②	中山橋流速站
14F_SXQ1	③	聖興橋流量站
15F_YFQ1	③	燕鳳橋流量站
16F_WLLQ	②	五里林橋流速站
17W_KXL1	①	凱旋里淹水測站
18W_LML1	①	黎明里淹水測站
19W_MFL1	①	美福路 1 淹水測站
20W_GJL1	①	古結路 1 淹水測站
21W_GJL2	①	古結路 2 淹水測站
22W_MFL2	①	美福路 2 淹水測站
23W_GJL3	①	古結路 3 淹水測站
24W_JXL1	①	中崙路淹水測站
25W_MQX1	①	廟前巷淹水測站
26W_DSNL	①	大舍南路淹水測站
27W_YBL1	①	鹽埔路淹水測站
28W_STL1	①	石潭路淹水測站
29W_GCBX	①	公厝北巷淹水測站
30L_QDLQ	①	茄冬林橋水位站
31L_SDQ1	①	尚德橋水位站
32L_ZWDQ	①	壯圍大橋水位站

站碼	測站 類型	站名
(原 TF01)		
33L_DFQ1 (原 TF06)	①	大峰橋水位站
34L_DWQ1 (原 TF05)	①	大衛橋水位站
35L_XLQ1 (原 TF07)	①	西柳橋水位站
36F_DJQ1	⑥	東津橋流量站
37F_YXQ1	③	宜興橋流量站
38R_SSGX	⑤	深水國小雨量站
39F_YBQ1	⑥	鹽埔橋流量站
40F_SKCQ	⑦	三塊厝橋流速站
41F_QZDQ	③	溪州大橋流量站
42F_QSQ1	③	旗山橋
43F_BLDQ	③	寶隆大橋
44L_QNQ1	①	旗南橋
45L_YTQ1	①	圓潭橋
46F_DMQ1	③	東門橋
47F_GPQ1	③	溝坪橋
48L_GMLQ	①	噶瑪蘭橋蘭陽溪段水位站
49L_MFFC	①	美福防潮匣水位站
50L_KZL1	①	蚵仔寮潮位站
51F_BKQ1	⑧	寶公橋流量(速)站
52F_BMQ1	⑧	白米橋流量(速)站
53L_YBQ1	⑨	鹽埔橋水位站
CR1000_2_ MZDQ	-	名竹大橋
CR1000_ZJD Q	-	自強大橋

參考文獻

Atsushi HAMADA, Osamu ARACKWA, and Akiyo YATAGAI, “2011”, An Automated Quality Control Method for Daily Rain-gauge Data, Global Environmental Research 15/2011: 183-192.

IHFS Quality Code Operations Guide, National Weather Service, Office of Hydrologic Development, 2008

Alert/Alarm Operation Guide, National Weather Development, 2010

Observational Quality Control – General, Department of Commerce • National Oceanic & Atmospheric Administration • National Weather Service , NWSI 10-1305, July 29, 2014

董東璟、莊士賢、高家俊，1997，海氣象觀測資料品管系統之建立，Proc. 19th Conf. on Ocean Engineering in Republic of China Nov. 1997. 477-484

董東璟、莊士賢、高家俊，1998，海氣象觀測資料品管系統之建立，Proc. 19th Conf. on Ocean Engineering in Republic of China Nov. 1997. 351-358

顏沛華、蔡宗旻、李友平，2009，水位數據品管檢核之研究，農業工程學報，第 55 卷第 4 期 80-89

經濟部水利署，2012，地面水文觀測手冊【資料處理篇】

經濟部水利署，2010，因應氣候變遷水文監測能量評析

附錄五 測試基地測站分布

宜蘭河流域

河川

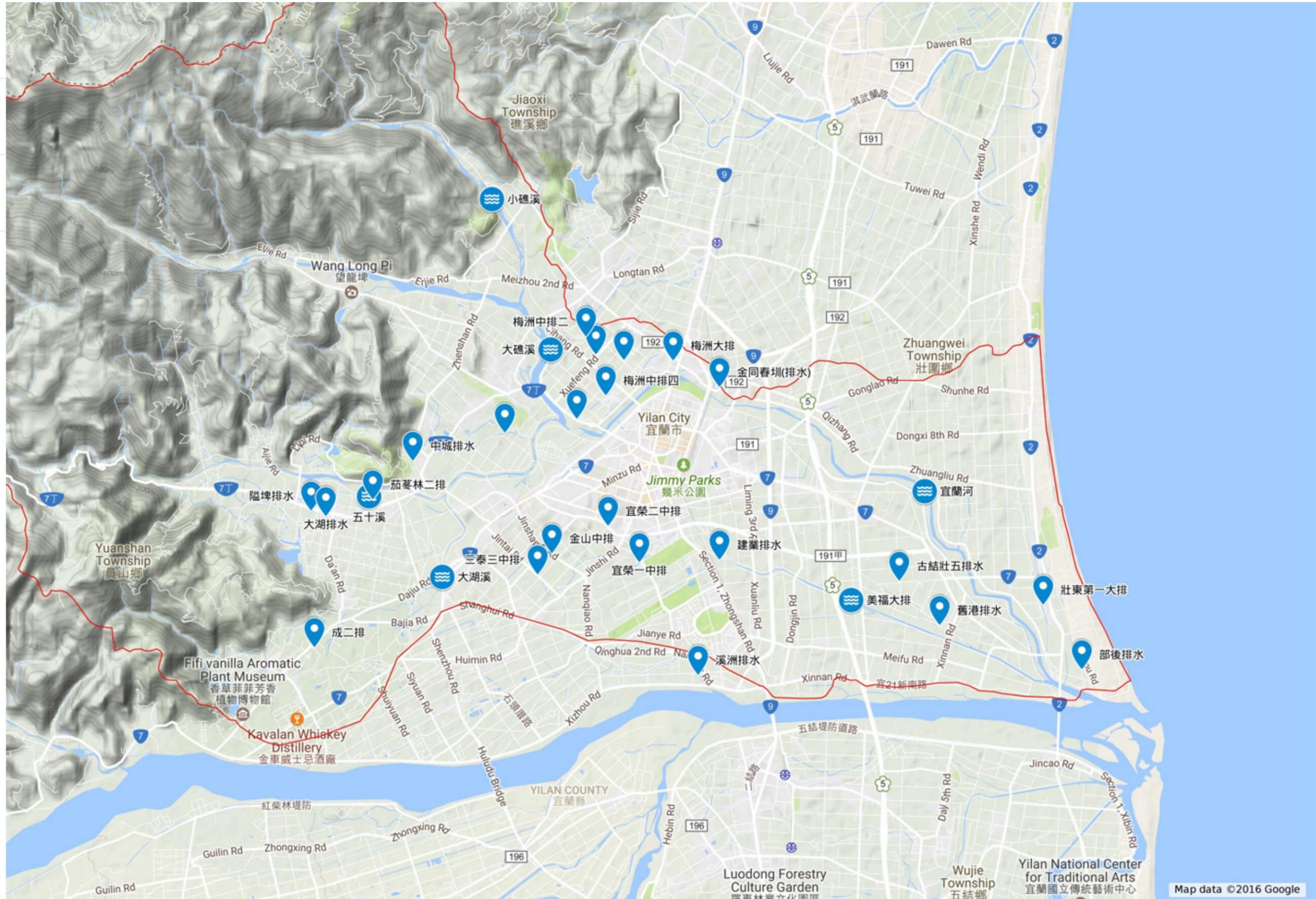
 所有項目

排水

 所有項目

流域範圍

 宜蘭河流域範圍



宜蘭河流域

河川

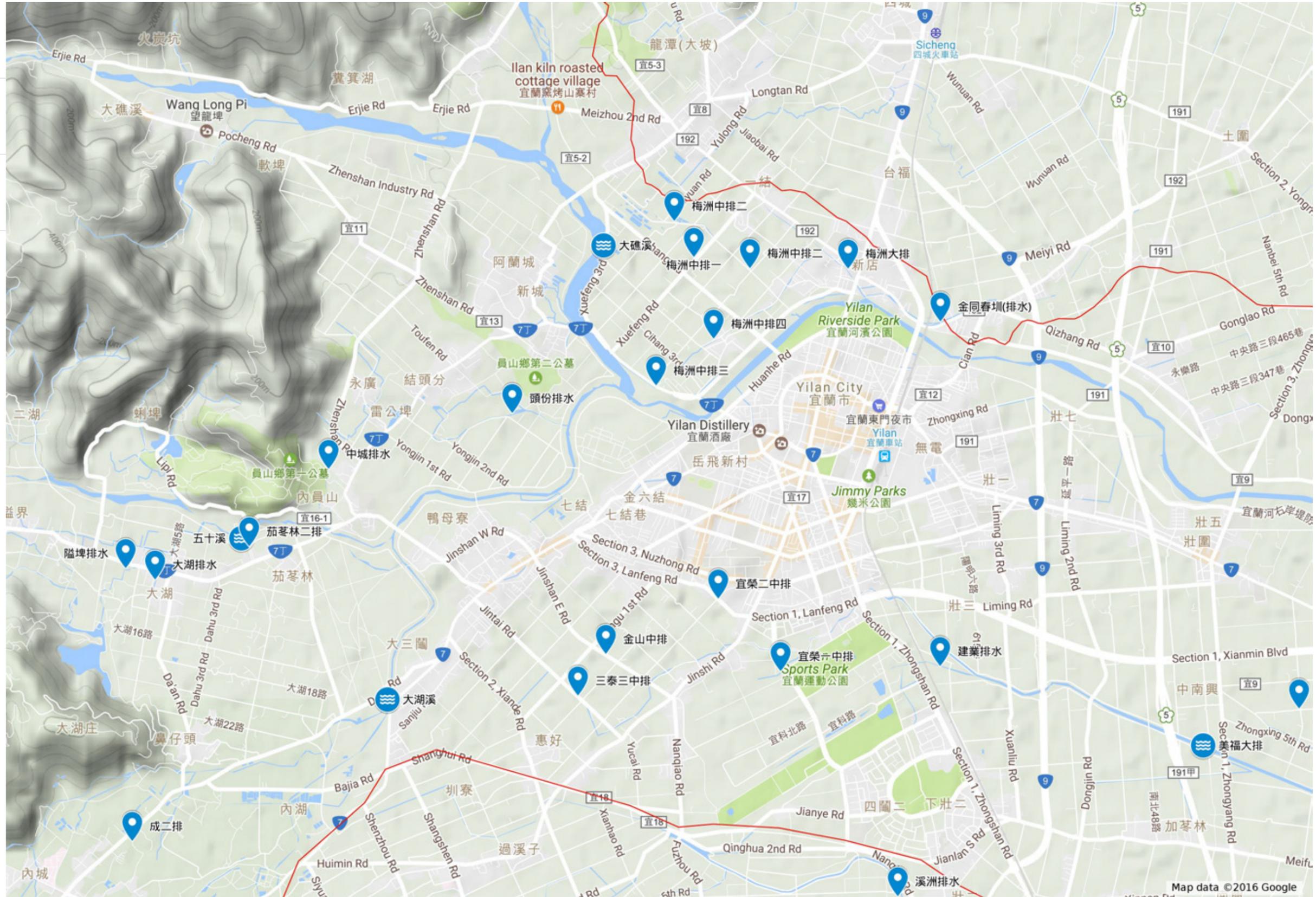
 所有項目

排水

 所有項目

流域範圍

 宜蘭河流域範圍



宜蘭河雨量站

中央氣象局雨量站

📍 所有項目

颱洪中心雨量站

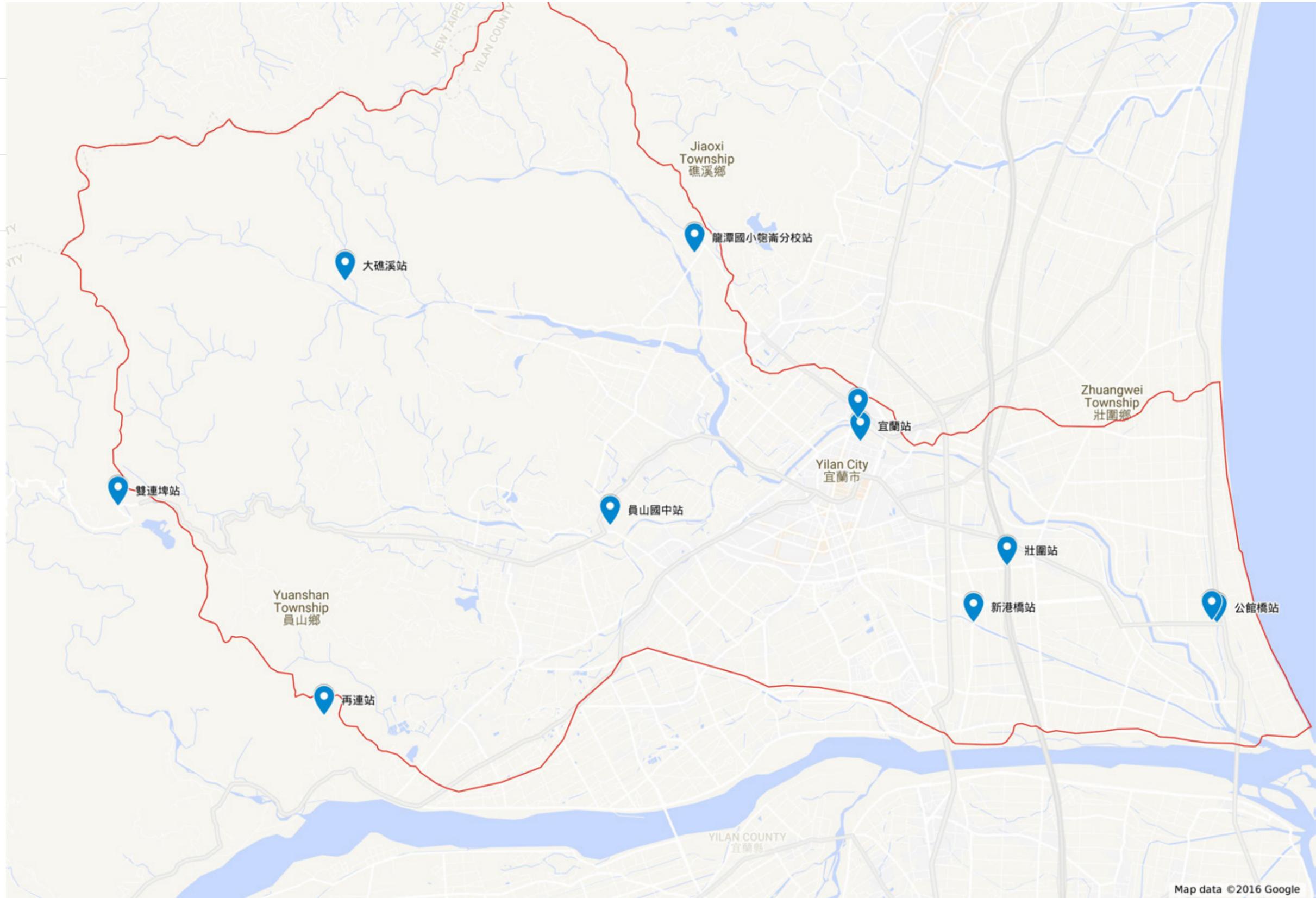
📍 所有項目

宜蘭縣政府雨量站

📍 所有項目

流域範圍

📍 宜蘭河流域



宜蘭河水位站_2016-10-10

水位站

所有項目

流域範圍

宜蘭河流域範圍



宜蘭河水位站_2016-10-10

水位站

所有項目

流域範圍

宜蘭河流域範圍



宜蘭河流速站_2016-10-10

流速站

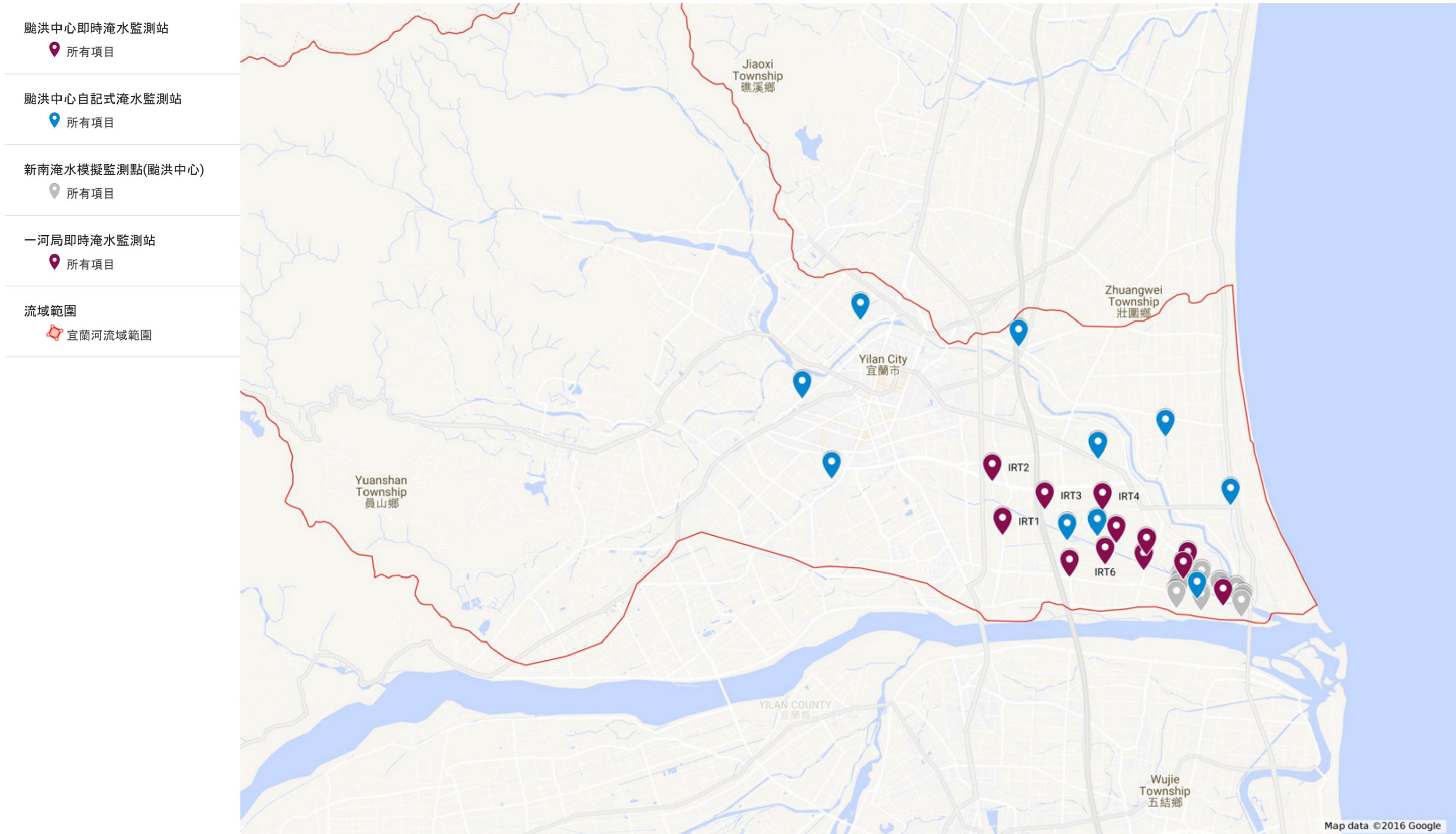
所有項目

流域範圍

宜蘭河流域範圍



宜蘭河淹水監測站_2016-10-10



典寶溪排水

河川與排水

 所有項目

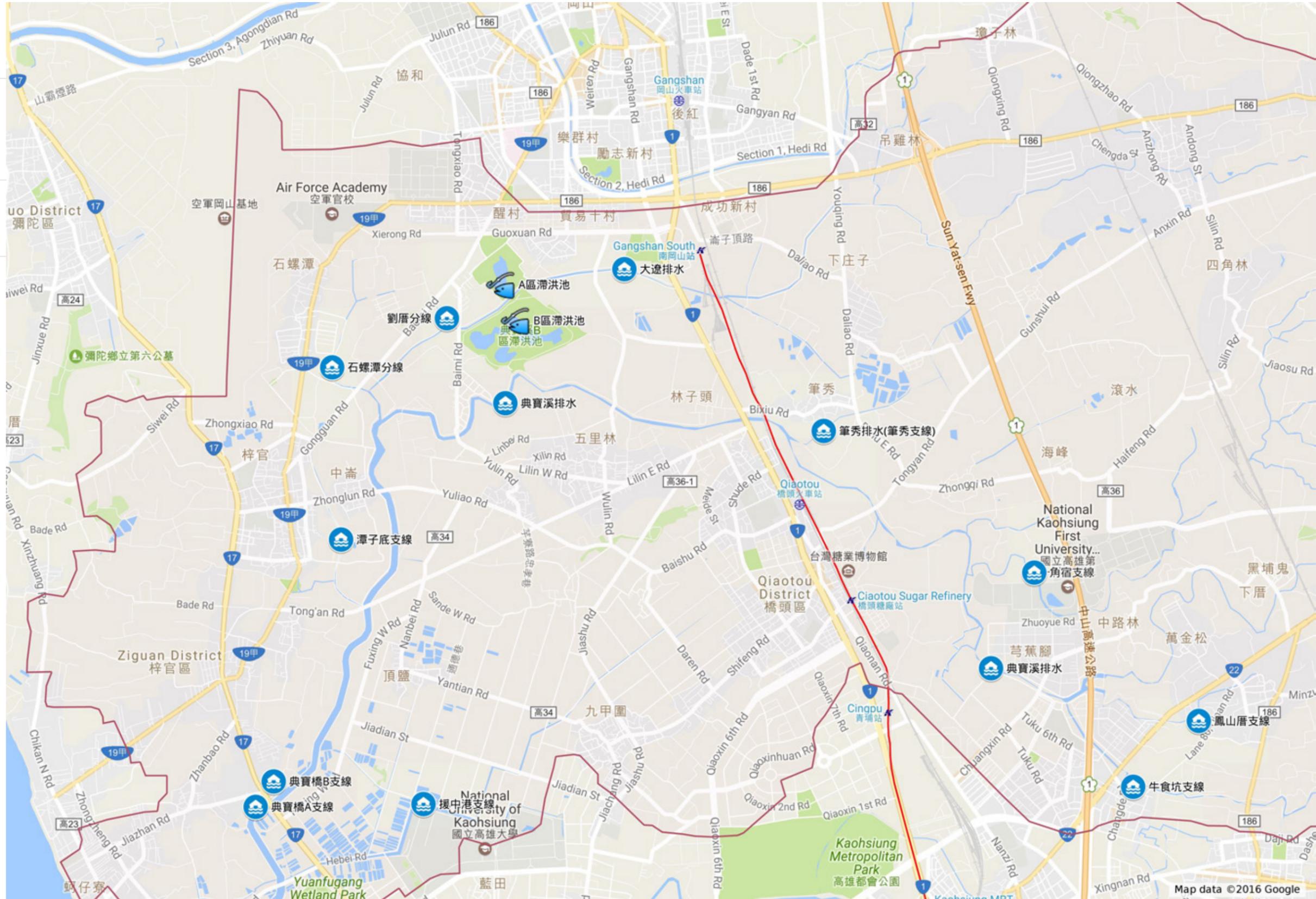
滯洪池

 A區滯洪池

 B區滯洪池

流域範圍

 典寶溪流流域邊界



典寶溪雨量站_2016-10-10

中央氣象局雨量站

所有項目

颱洪中心雨量站

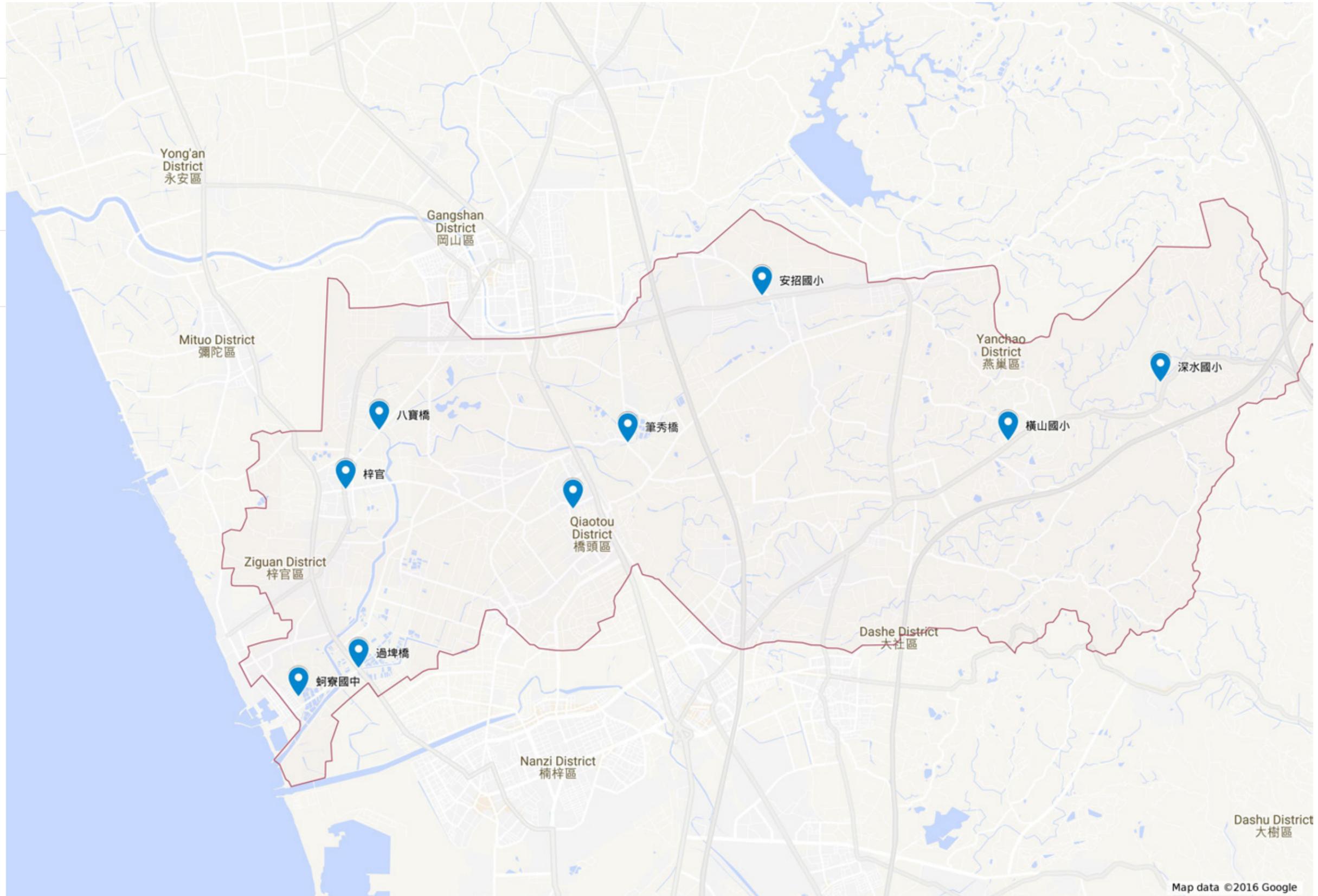
所有項目

高雄市政府雨量站

所有項目

流域

典寶溪流流域邊界



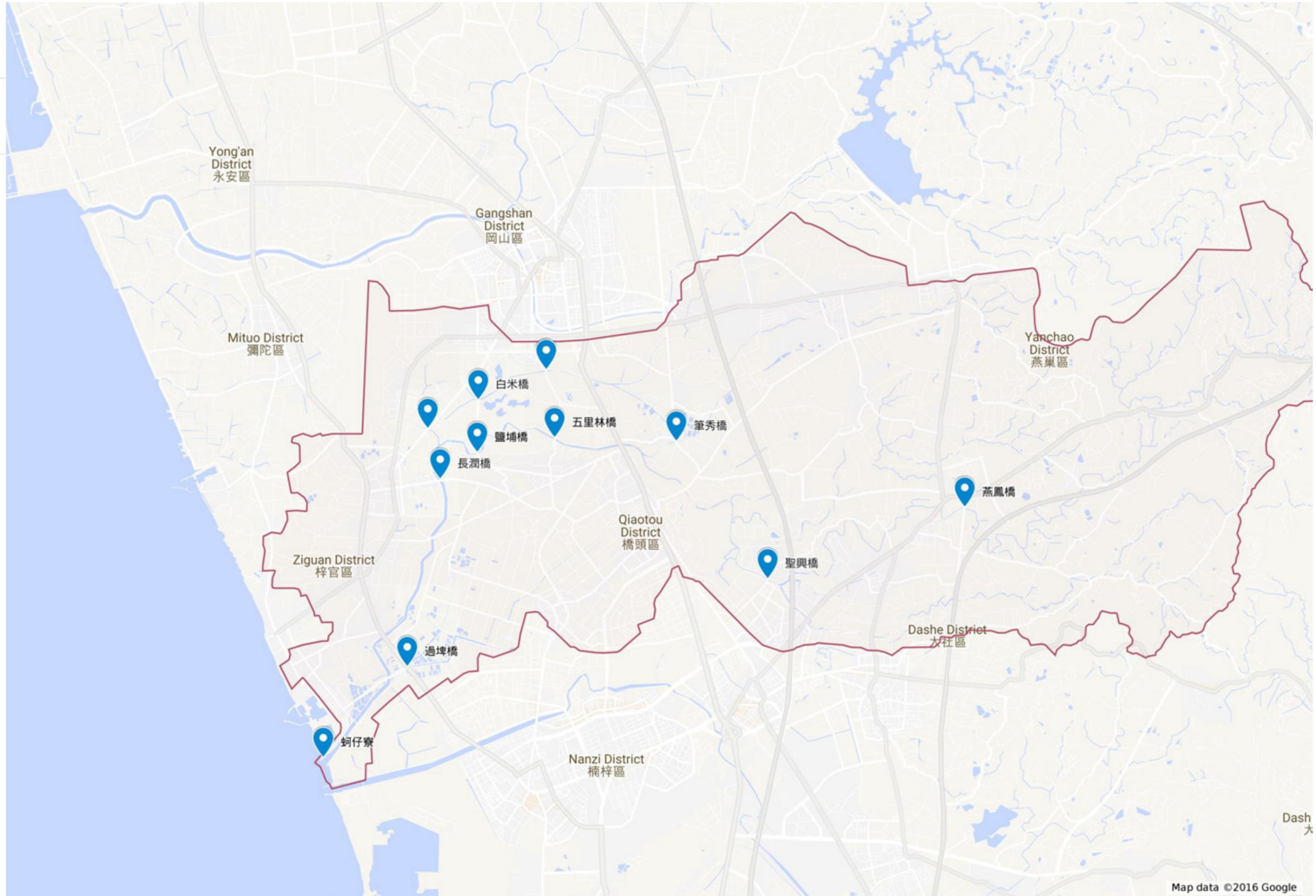
典寶溪水位站_2016-10-10

水位站

所有項目

流域範圍

典寶溪流域邊界



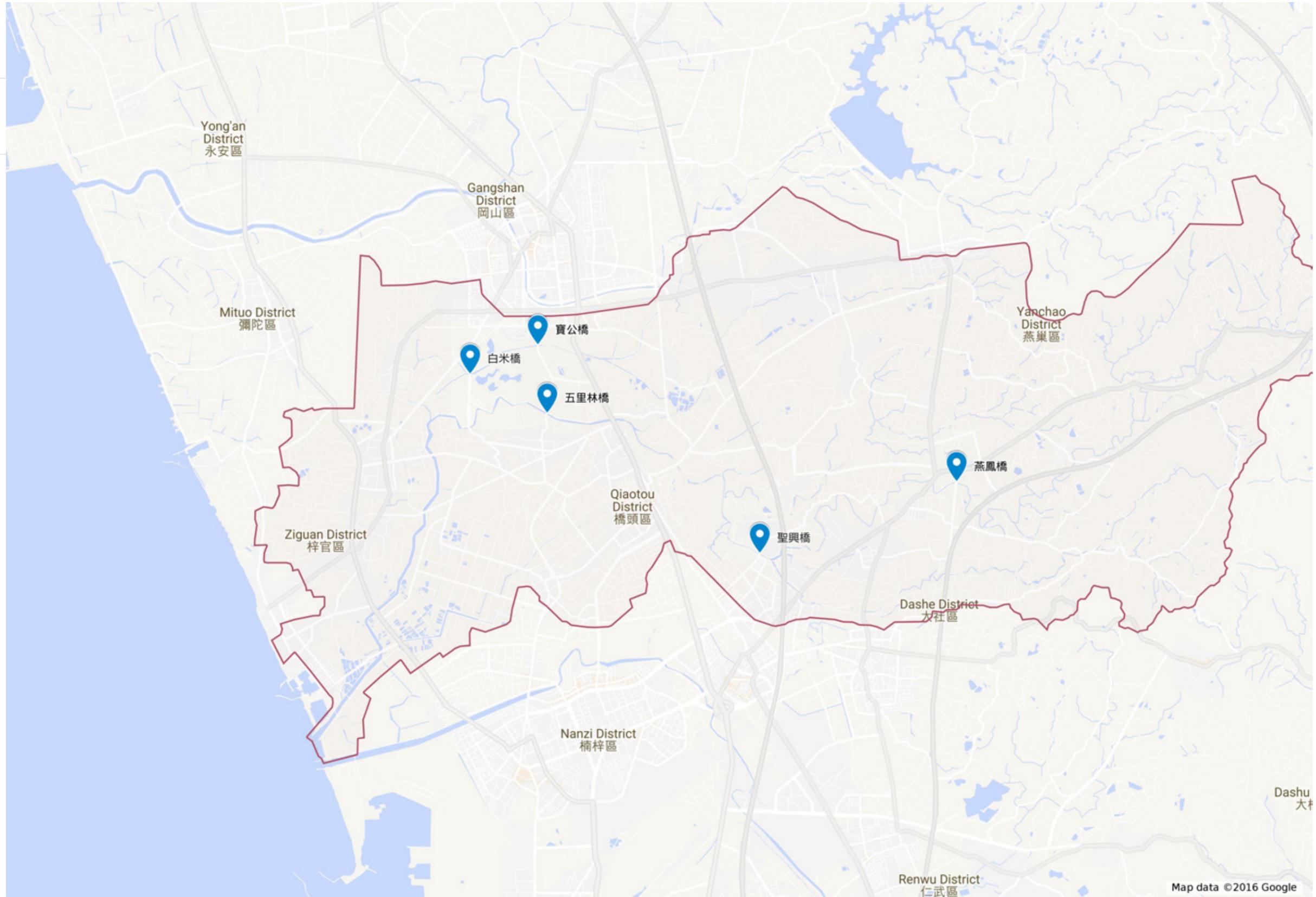
典寶溪流速站_2016-10-10

流速站

 所有項目

流域範圍

 典寶溪流域邊界



典寶溪淹水站_2016-10-10

颱洪中心即時淹水監測站

所有項目

颱洪中心自記式淹水監測站

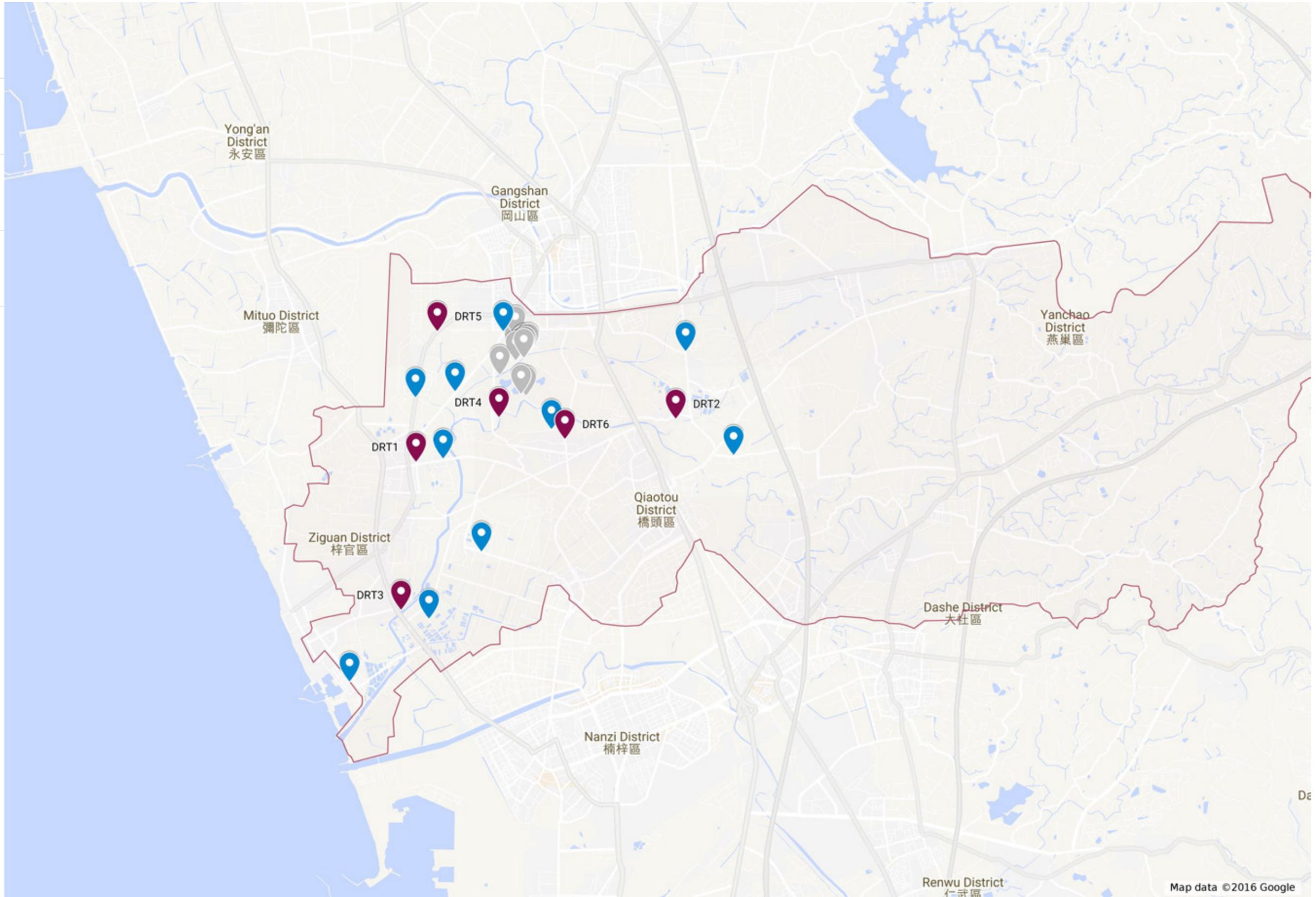
所有項目

颱洪中心滯洪池水位監測

所有項目

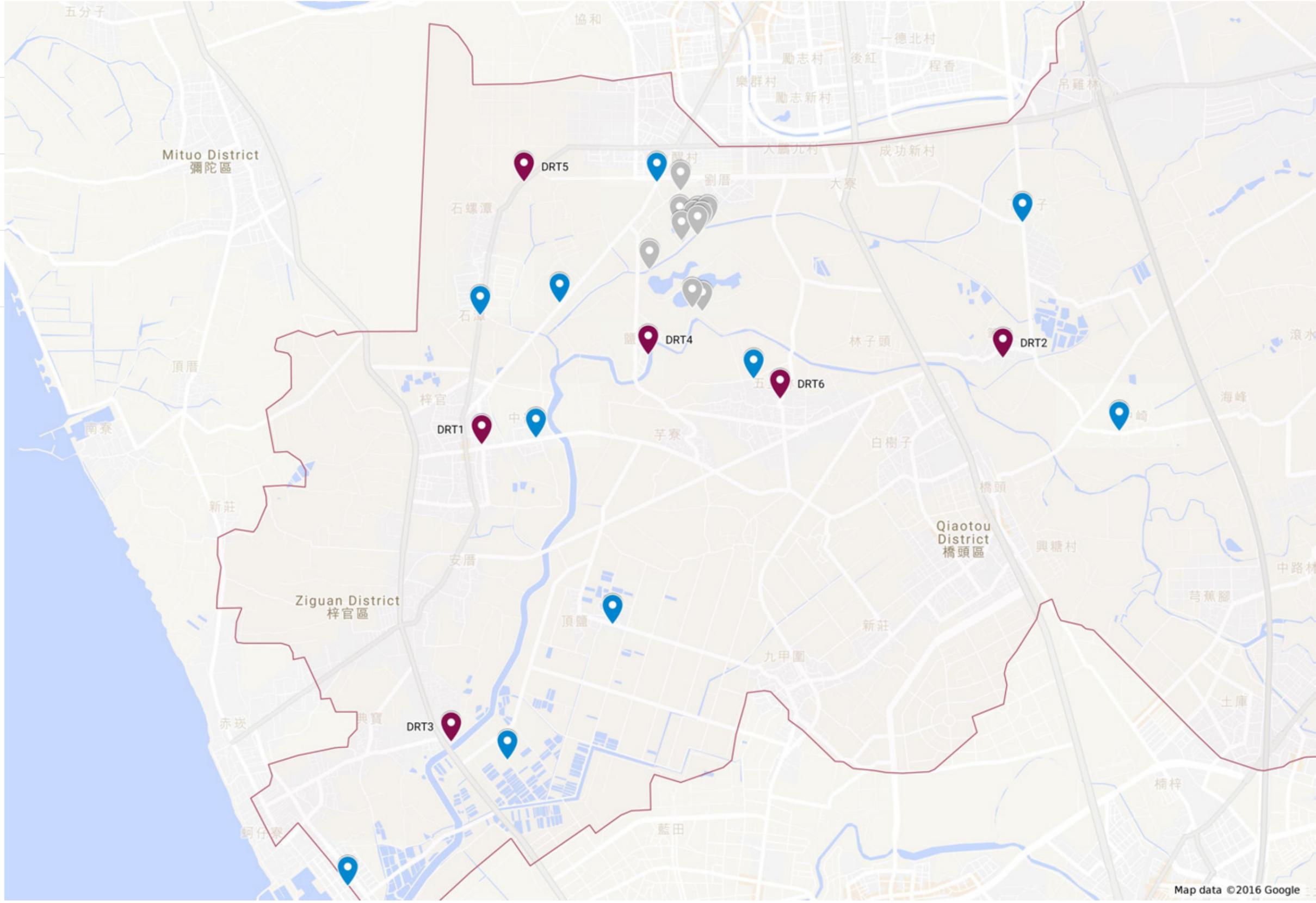
流域範圍

典寶溪流域邊界



典寶溪淹水站_2016-10-10

- 颶洪中心即時淹水監測站
● 所有項目
- 颶洪中心自記式淹水監測站
● 所有項目
- 颶洪中心滯洪池水位監測
● 所有項目
- 流域範圍
● 典寶溪流域邊界



經濟部水利署水利規劃試驗所出版品版權頁資料

105 年典寶溪及宜蘭河防災監測及模式測試基地觀測

出版機關： 經濟部水利署水利規劃試驗所

地址： 臺中市霧峰區吉峰里中正路 1340 號

電話： (04) 2330-4788

傳真： (04) 2332-3303

網址： <http://www.wrap.gov.tw/>

編著者： 財團法人國家實驗研究院台灣颱風洪水研究中心

出版年月： 105 年 12 月

版次： 初版

定價： 新台幣 800 元

EBN： 10105F0065

著作權利管理資訊： 經濟部水利署水利規劃試驗所保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署水利規劃試驗所同意或書面授權。

電子出版： 本書製有光碟片

聯絡資訊： 經濟部水利署水利規劃試驗所

電話： (04) 2330-4788