

極端降雨事件對山坡地滯洪量及排洪量 之分析與應用-以臺灣南部地區為例

成果報告書

行政院農業委員會水土保持局
與您一起打拼

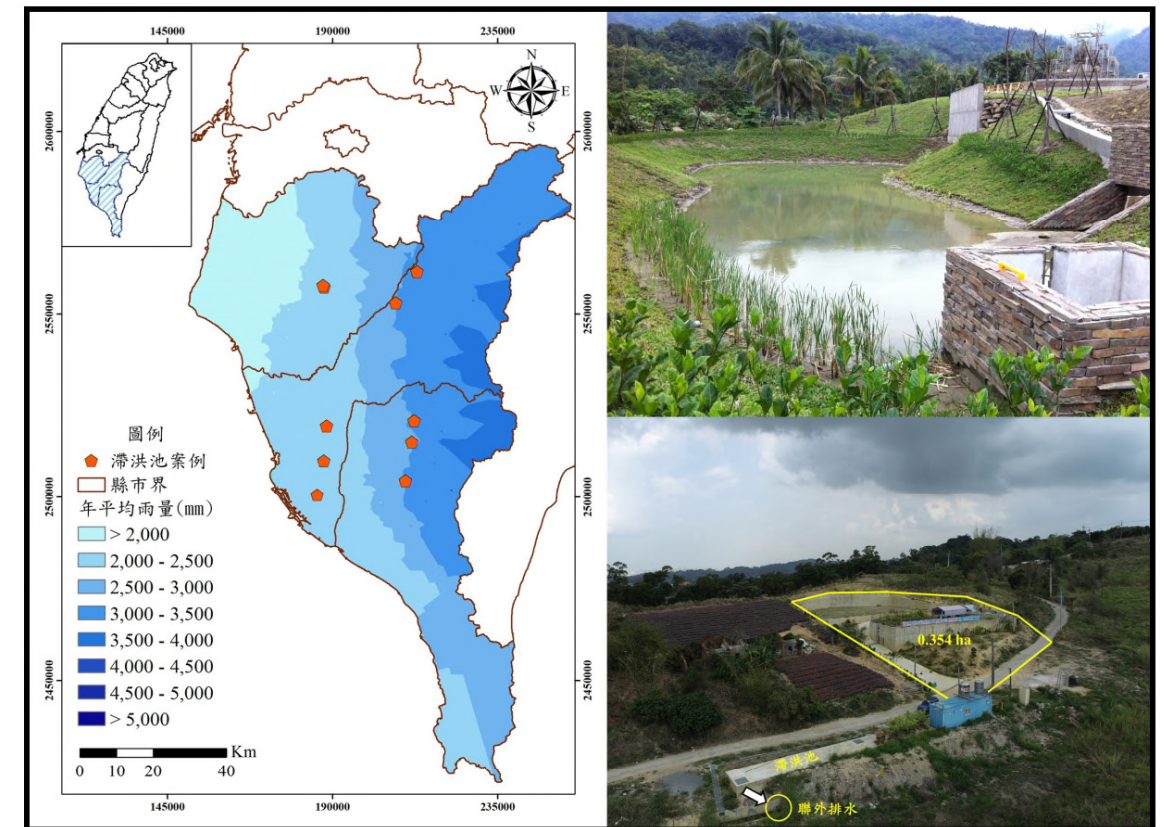


極端降雨事件對山坡地滯洪量及排洪量之分析與應用-以臺灣南部地區為例

成果報告書

109
年度

行政院農業委員會水土保持局



行政院農業委員會水土保持局
南投市中興新村光華路6號
<http://www.swcb.gov.tw>



行政院農業委員會水土保持局 編印
中華民國109年12月

極端降雨事件對山坡地滯洪量及排洪量之
分析與應用-以臺灣南部地區為例
**Analysis and application of flood detention
volume and drainage capacities in
Southern Taiwan**
(成果報告書)

執行單位：國立屏東科技大學

執行期間：109年02月06日至109年12月31日

計畫主持人：李明熹 副教授

共同主持人：陳彥銘 教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 109 年 12 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考)

極端降雨事件對山坡地滯洪量及排洪量之分析與應用

—以臺灣南部地區為例

摘要

本計畫以臺灣南部地區(臺南市、高雄市與屏東縣)為研究區域，選定 10 個滯洪池案例，分析不同法規設計標準下滯洪量之估算值，設置水文監測系統量測滯洪池(案例 7)之實際滯洪量及排洪量，期望探討設計規劃之適宜性。針對有完整資料的 5 場有效降雨事件進行滯洪量分析，僅 2 場有效降雨事件使滯洪池發生滯洪，其中第 8 場(109 年 8 月 3 日上午 11 點與下午 3 點)的每小時滯洪量皆為 21.86 m^3 ，最高達到 24.29 % 的滯洪效益；第 18 場(109 年 8 月 21 日下午 2 點至下午 5 點)的每小時滯洪量分別為 25.26 m^3 、 90 m^3 、 34.13 m^3 與 18.15 m^3 ，並且於下午 3 點時發生溢洪，最高達到 100 % 的滯洪效益。建議未來可持續量測滯洪池之各項水文參數，以期建立完整之滯洪效益評估模式，並針對實測降雨強度與無因次降雨強度公式更深入探討，提供主管機關未來在相關法規修訂及工程規劃設計之參考依據。

關鍵詞：滯洪池、滯洪量、排洪量

Analysis and application of flood detention volume and drainage capacities in Southern Taiwan

Abstract

In this project, 10 cases of flood detention ponds are selected to analyze the values of flood detention volume under different design standards in southern Taiwan. Set up a hydrological monitoring system to measure the actual flood detention volume and drainage capacities of the flood detention pond (case 7), hoping to explore the suitability of the design and planning. Based on the analysis of 5 effective rainfall events with complete data, only 2 effective rainfall events caused flood detention. Among them, the maximum detention efficiency of the eighth effective rainfall event is 24.29%, and that of the 18th effective rainfall event is 100% at 3:00 p.m. It is suggested that the hydrological parameters of the flood detention pond can be measured continuously, which can provide the reference for the relevant laws and engineering planning and design.

Keywords: flood detention pond, flood detention volume, drainage capacities

目次

摘要.....	I
Abstract.....	III
目次.....	V
表次.....	VII
圖次.....	XI
第一章 緒論	1-1
第一節 前言	1-1
第二節 計畫目標	1-1
第三節 工作進度	1-3
第二章 基本資料蒐集	2-1
第一節 研究區域概述	2-1
第二節 地文資料	2-4
第三節 水文資料	2-8
第四節 滯洪池案例資料	2-15
第五節 滯洪量設計規範	2-48
第六節 排洪量設計規範	2-51
第三章 不同法規設計標準下滯洪量估算值之分析	3-1
第一節 滯洪量之估算方法	3-1
第二節 不同設計標準下之滯洪量差異性探討	3-3
第四章 山坡地滯洪量與排洪量之探討	4-1
第一節 水文監測系統設置與量測	4-1
第二節 實際滯洪量與設計滯洪量之探討與分析	4-10
第三節 實測降雨強度與無因次降雨強度公式之探討	4-23
第五章 結論與建議	5-1

第一節 結論	5-1
第二節 建議	5-3
參考文獻.....	參-1
附錄.....	附錄 1-1
附錄一、滯洪池案例之設計規劃圖說	附錄 1-1
附錄二、工作會議意見回覆表	附錄 2-1
附錄三、期初審查意見回覆表	附錄 3-1
附錄四、期中審查意見回覆表	附錄 4-1
附錄五、期末審查意見回覆表	附錄 5-1

表次

表 1-1 工作進度表	1-3
表 2-1 研究區域基本資料及涵蓋之行政區域.....	2-2
表 2-2 研究區域之高程分布分析結果.....	2-5
表 2-3 研究區域之坡度分布分析結果.....	2-6
表 2-4 研究區域之坡向分布分析結果.....	2-7
表 2-5 極端降雨事件(2009~2020 年)基本資料	2-8
表 2-6 研究區域內雨量站基本資料.....	2-10
表 2-7 滯洪池案例分類標準	2-15
表 2-8 滯洪池案例基本資料.....	2-16
表 2-9 案例 1 及 2 之降雨量及降雨強度參數.....	2-18
表 2-10 案例 1 及 2 之水文參數.....	2-18
表 2-11 案例 1 及 2 之逕流係數加權計算結果.....	2-19
表 2-12 案例 1 及 2 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-19
表 2-13 案例 1 及 2 之永久性滯洪池設計表.....	2-20
表 2-14 案例 3 之降雨量及降雨強度參數.....	2-22
表 2-15 案例 3 之水文參數.....	2-22
表 2-16 案例 3 之逕流係數加權計算結果.....	2-23
表 2-17 案例 3 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-23
表 2-18 案例 3 之永久性滯洪池設計表.....	2-23
表 2-19 案例 4 之降雨量及降雨強度參數.....	2-25
表 2-20 案例 4 之水文參數.....	2-25
表 2-21 案例 4 之逕流係數加權計算結果.....	2-26
表 2-22 案例 4 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-26
表 2-23 案例 4 之永久性滯洪池設計表.....	2-27

表 2-24 案例 5 之降雨量及降雨強度參數.....	2-29
表 2-25 案例 5 之水文參數.....	2-30
表 2-26 案例 5 之逕流係數加權計算結果.....	2-30
表 2-27 案例 5 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-30
表 2-28 案例 5 之永久性滯洪池設計表.....	2-31
表 2-29 案例 5 之永久性滯洪池放流口及溢流口尺寸計算表.....	2-31
表 2-30 案例 6 之降雨量及降雨強度參數.....	2-33
表 2-31 案例 6 之水文參數.....	2-33
表 2-32 案例 6 之逕流係數計算結果.....	2-34
表 2-33 案例 6 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-34
表 2-34 案例 6 之永久性滯洪池設計表.....	2-35
表 2-35 案例 7 之降雨量及降雨強度參數.....	2-36
表 2-36 案例 7 之水文參數.....	2-36
表 2-37 案例 7 之逕流係數計算結果.....	2-37
表 2-38 案例 7 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-37
表 2-39 案例 7 之永久性滯洪池設計表.....	2-37
表 2-40 案例 7 之聯外排水系統水理計算表.....	2-38
表 2-41 案例 8 之降雨量及降雨強度參數.....	2-39
表 2-42 案例 8 之水文參數.....	2-39
表 2-43 案例 8 之逕流係數計算結果.....	2-40
表 2-44 案例 8 之永久性滯洪池需求計算表.....	2-40
表 2-45 案例 8 之永久性滯洪池設計表.....	2-41
表 2-46 案例 9 之降雨量及降雨強度參數.....	2-42
表 2-47 案例 9 之水文參數.....	2-42
表 2-48 案例 9 之逕流係數加權計算結果.....	2-43

表 2-49 案例 9 之永久性滯洪池需求計算表	2-43
表 2-50 案例 9 之永久性滯洪池設計表	2-44
表 2-51 案例 9 之下游排水系統容許排放流量檢討	2-44
表 2-52 案例 10 之降雨量及降雨強度參數	2-45
表 2-53 案例 10 之水文參數	2-45
表 2-54 案例 10 之逕流係數加權計算結果	2-46
表 2-55 案例 10 之永久性滯洪池需求計算表	2-46
表 2-56 案例 10 之永久性滯洪池設計表	2-47
表 2-57 滯洪量設計原則之法規彙整表	2-50
表 2-58 排洪量設計原則之法規彙整表	2-53
表 2-59 下游容許排洪量設計原則之法規彙整表	2-53
表 3-1 逕流係數參考值	3-2
表 3-2 不同設計標準下之滯洪量(案例 1)	3-5
表 3-3 不同設計標準下之滯洪量(案例 2)	3-6
表 3-4 不同設計標準下之滯洪量(案例 3)	3-7
表 3-5 不同設計標準下之滯洪量(案例 4)	3-8
表 3-6 不同設計標準下之滯洪量(案例 5)	3-9
表 3-7 不同設計標準下之滯洪量(案例 6)	3-10
表 3-8 不同設計標準下之滯洪量(案例 7)	3-11
表 3-9 不同設計標準下之滯洪量(案例 8)	3-12
表 3-10 不同設計標準下之滯洪量(案例 9)	3-13
表 3-11 不同設計標準下之滯洪量(案例 10)	3-14
表 4-1 滯洪量設計相關參數	4-10
表 4-2 儀器裝設情形及改善歷程	4-12
表 4-3 上游量測之成果	4-16

表 4-4 中游量測之成果	4-16
表 4-5 下游量測之成果	4-17
表 4-6 有效降雨事件之特性分析	4-19
表 4-7 有效降雨事件之滯洪量分析表	4-20
表 4-8 滯洪池體積使用分析表	4-22
表 4-9 無因次降雨強度公式之參數表	4-25
表 4-10 每場有效降雨事件之基本資料與重現期距推估表	4-25

圖次

圖 1-1 計畫實施方法與步驟架構圖	1-2
圖 2-1 研究區域之行政區域分布圖	2-2
圖 2-2 研究區域之山坡地分布圖	2-3
圖 2-3 研究區域之高程分布圖	2-4
圖 2-4 研究區域之坡度分布圖	2-6
圖 2-5 研究區域之坡向分布圖	2-7
圖 2-6 研究區域雨量站分布位置與年平均雨量等值圖	2-14
圖 2-7 滯洪池案例分布圖	2-17
圖 2-8 案例 1 及 2 之滯洪池照片	2-21
圖 2-9 案例 3 之滯洪池照片	2-24
圖 2-10 案例 4 之滯洪池照片	2-28
圖 2-11 案例 5 之滯洪池照片	2-32
圖 2-12 案例 6 之滯洪池照片	2-35
圖 2-13 案例 7 之滯洪池照片	2-38
圖 2-14 案例 8 之滯洪池照片	2-41
圖 2-15 案例 9 之滯洪池照片	2-44
圖 2-16 案例 10 之滯洪池照片	2-47
圖 4-1 儀器架設位置圖	4-1
圖 4-2 案例 7 現地照片及配置	4-2
圖 4-3 入流量量測之儀器架設方式	4-4
圖 4-4 入流量量測之儀器照片	4-4
圖 4-5 滯洪量量測之儀器照片	4-6
圖 4-6 出流量量測之儀器架設方式	4-8
圖 4-7 出流量量測之儀器照片	4-8

圖 4-8 雨量量測之儀器照片	4-9
圖 4-9 以降雨量 4mm-6hr 為門檻值之一場連續降雨示意圖	4-18
圖 4-10 不同重現期距與不同降雨強度之關係圖	4-24

第一章 緒論

第一節 前言

山坡地開發過後，因不透水面積增加，使得入滲量減少、地表逕流量增加與洪峰抵達時間縮短。依據水土保持技術規範第 95 條規定，需設置滯洪設施以降低山坡地開發對下游地區洪峰流量之衝擊，藉由該設施之蓄水體積及限制出流量而達到降低洪峰流量、遲滯洪峰到達時間或增加入滲等目的。而滯洪設施最大洪峰流量得依合理化公式計算之，其入流歷線至少採重現期距 50 年以上之洪水，出流歷線則為重現期距 25 年以下之洪水，且開發後之出流洪峰流量應小於入流洪峰流量百分之八十，並不得大於開發前之洪峰流量，同時不應超過下游排水系統之容許排洪量。

若出流洪峰流量以重現期距 25 年之設計為標準，當大多入流洪峰流量皆小於重現期距 25 年時，民眾較不容易感受滯洪池滯洪功能與效用。故本計畫期望透過實際案例進行不同法規設計標準下之滯洪量分析與於現地架設水文監測系統取得實測水文參數，在安全、經濟及有效之原則下，探討滯洪量與排洪量設計之適宜性。

第二節 計畫目標

本計畫將以臺灣南部地區(臺南市、高雄市與屏東縣)10 個滯洪池為研究區域，透過不同法規設計標準下滯洪量估算值之分析及滯洪池之滯洪量及排洪量量測與分析，期望在安全、經濟及有效的原則下，探討滯洪量與排洪量設計之適宜性，提供主管機關未來在相關法規修訂及工程規劃設計之參考依據。本年度計畫實施方法與步驟架構圖如圖 1-1 所示。計畫執行目標說明如下：

一、滯洪池案例資料蒐集

本計畫將針對南部地區 10 個滯洪池案例進行資料蒐集，包括各項水文與地文資料、設計規劃圖說等，以作為後續滯洪量及排洪量分析檢算之參考依據。

二、不同法規設計標準下滯洪量估算值之分析

依據本計畫蒐集之相關法規規定，完成南部地區 10 個滯洪池案例之滯洪量估算，進行滯洪量設計之適宜性探討。

三、滯洪池之滯洪量及排洪量量測與分析

選定南部地區 1 處滯洪池，量測每場降雨事件之入流量、出流量、降雨量、降雨強度與水位高度，完成實際滯洪量計算，再與該案所設計之滯洪量進行探討與分析，同時探討實測降雨強度與無因次降雨強度公式。

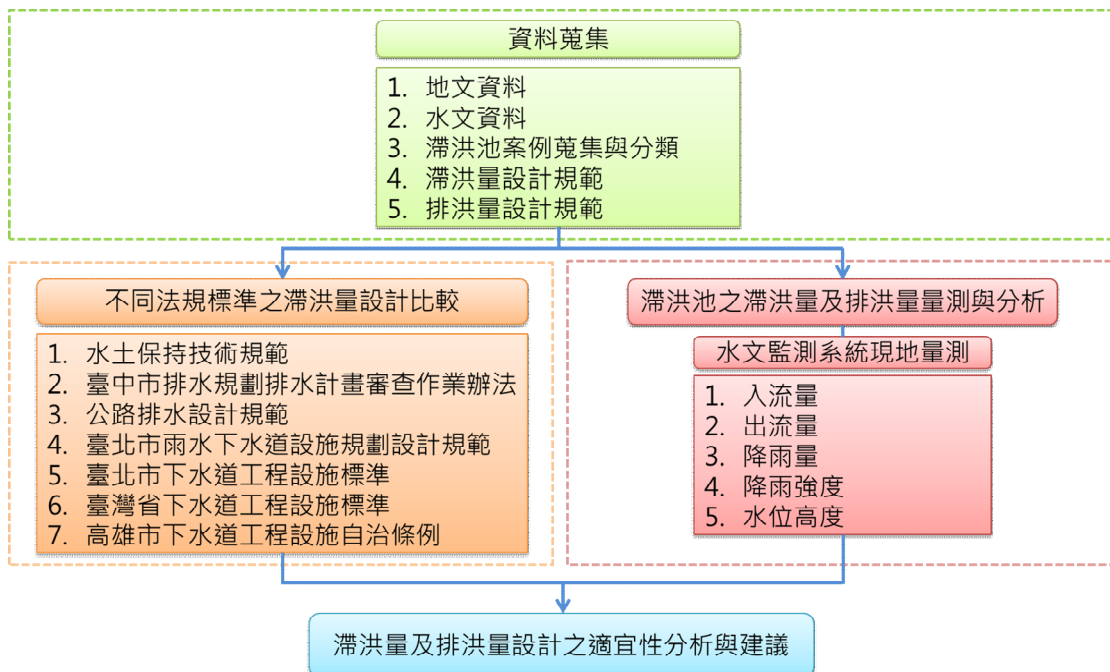


圖 1-1 計畫實施方法與步驟架構圖

第三節 工作進度

依據「行政院農業委員會水土保持計畫-109 年度細部計畫說明書核定本」，本計畫執行期限為 109 年 02 月 06 日至 109 年 12 月 31 日，工作進度皆已達成，如下：

表 1-1 工作進度表

工作項目	工作比重 (%)	預定進度	109 年度			
			1~3 月	4~6 月	7~9 月	10~12 月
資料蒐集	10	工作量或內容	地文及水文資料、滯洪池案例資料及不同法規之滯洪量與排放量設計資料蒐集	-	-	-
		累計百分比	100	100	100	100
不同法規設計標準下滯洪量估算值之分析	40	工作量或內容	-	臺南市 2 個案例不同法規標準之滯洪量設計比較檢討	高雄市 5 個案例不同法規標準之滯洪量設計比較檢討	屏東縣 3 個案例不同法規標準之滯洪量設計比較檢討
		累計百分比	0	33	66	100
滯洪池之滯洪量及排洪量量測與分析	40	工作量或內容	-	設置水文監測系統並開始量測數據	量測每場降雨事件的入流量、出流量、降雨量、降雨強度與水位高度	分析實際滯洪量與設計滯洪量、實測降雨強度與無因次降雨強度公式之探討
		累計百分比	0	33	66	100
分析成果彙整與報告撰寫	10	工作量或內容	-	期中成果彙整及報告撰寫	-	期末成果彙整及相關報告撰寫
		累計百分比	0	100	50	100
累計總進度	百分比		11	44	66	100

第二章 基本資料蒐集

本計畫針對研究區域(臺南市、高雄市與屏東縣)進行相關資料蒐集及彙整，以瞭解計畫執行背景與可能面臨之問題，包含地文資料、水文資料、滯洪池案例資料及不同法規之滯洪量與排洪量設計等資料，並提供作為後續滯洪量與排洪量相關分析檢算之重要參考依據。分別說明如下：

第一節 研究區域概述

本研究區域涵蓋臺灣南部地區的臺南市、高雄市及屏東縣，如圖 2-1 所示，其中三個縣市所包含之鄉鎮、行政區域及相關基本資料如表 2-1 所示，由表可得知臺南市、高雄市及屏東縣之面積分別為 2,191.65 km²、2,951.85 km² 及 2,775.60 km²，其涵蓋之鄉鎮區數量分別為 37 個、38 個及 29 個。於山坡地分布方面，依據行政院農業委員會水土保持局截至 109 年 5 月統計資料(台灣地區山坡地面積統計表)，可得知在臺南市、高雄市及屏東縣中，屬山坡地保育利用條例定義之山坡地面積分別為 505.08 km²、652.17 km² 及 926.80 km²(如圖 2-2)，結果顯示研究區域約有 26 % 屬於山坡地。

於氣候方面，南部地區之乾、濕季較為分明，主要原因為位於季風氣候範圍，夏季主要受到西南季風影響，使得該地區雨量豐沛；在冬季時則受到東北季風影響，但因北部高山之阻擋，季風不容易到達相較平坦之南部地區，故形成少雨之情形。

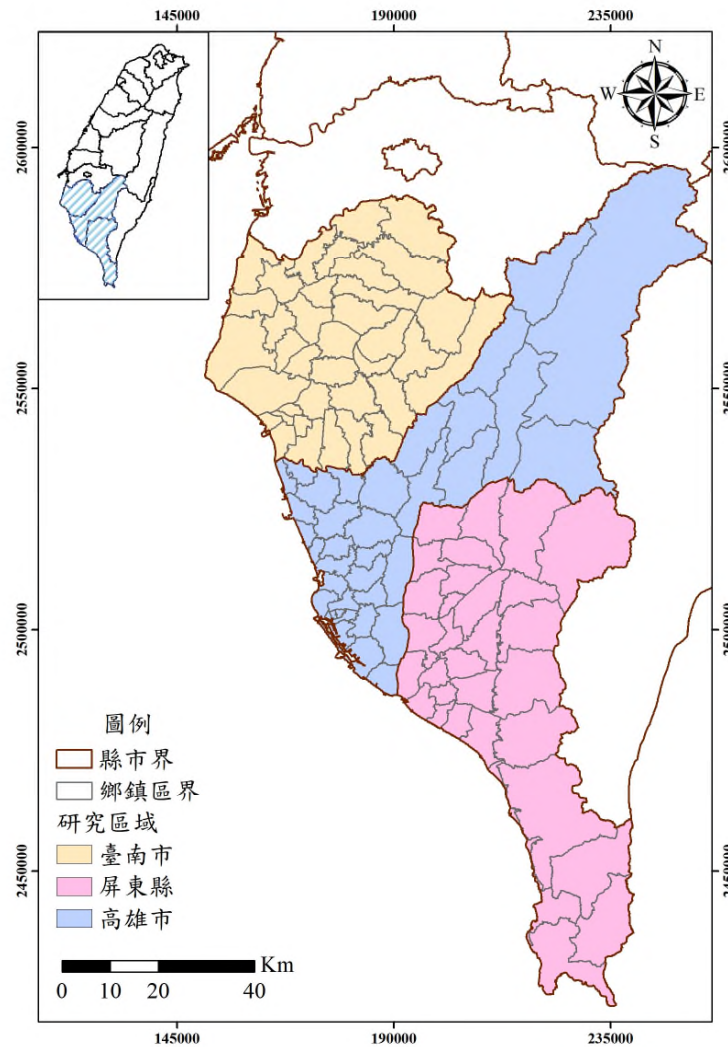


圖 2-1 研究區域之行政區域分布圖

表 2-1 研究區域基本資料及涵蓋之行政區域

縣市別	縣市面積 (km ²)	山坡地面積 (km ²)	鄉鎮區	鄉鎮區 數量(個)
臺南市	2,191.65	505.08	新營區、鹽水區、白河區、柳營區、後壁區、東山區、麻豆區、下營區、六甲區、官田區、大內區、佳里區、學甲區、西港區、七股區、將軍區、北門區、新化區、善化區、新市區、安定區、山上區、玉井區、楠西區、南化區、左鎮區、仁德區、歸仁區、關廟區、龍崎區、永康區、東區、南區、北區、安南區、安平區、中西區	37
高雄市	2,951.85	652.17	楠梓區、左營區、鼓山區、三民區、苓雅區、新興區、前金區、鹽埕區、前鎮區、旗津區、小港區、鳳山區、茂林區、甲仙區、六龜區、杉林區、美濃區、內門區、仁武區、田寮區、旗山區、梓官區、阿蓮區、湖內區、岡山區、茄萣區、路竹區、鳥松區、永安區、燕巢區、大樹區、大寮區、林園區、彌陀區、橋頭區、大社區、那瑪夏區、桃源區	38

縣市別	縣市面積 (km ²)	山坡地面積 (km ²)	鄉鎮區	鄉鎮區 數量(個)
屏東縣	2,775.60	926.80	屏東市、潮州鎮、東港鎮、恆春鎮、萬丹鄉、長治鄉、麟洛鄉、九如鄉、里港鄉、鹽埔鄉、高樹鄉、萬巒鄉、內埔鄉、竹田鄉、新埤鄉、枋寮鄉、新園鄉、崁頂鄉、林邊鄉、南州鄉、佳冬鄉、琉球鄉、車城鄉、滿州鄉、枋山鄉、三地門鄉、霧臺鄉、瑪家鄉、泰武鄉	29
總計	7,919.10	2,084.05	-	104

註：山坡地面積為截至 109 年 5 月行政院農業委員會水土保持局以山坡地保育利用條例定義統計之面積

資料來源：臺南市政府(2020)、高雄市政府(2020)、屏東縣政府(2020)、行政院農業委員會水土保持局(2020)及本計畫(2020)彙整

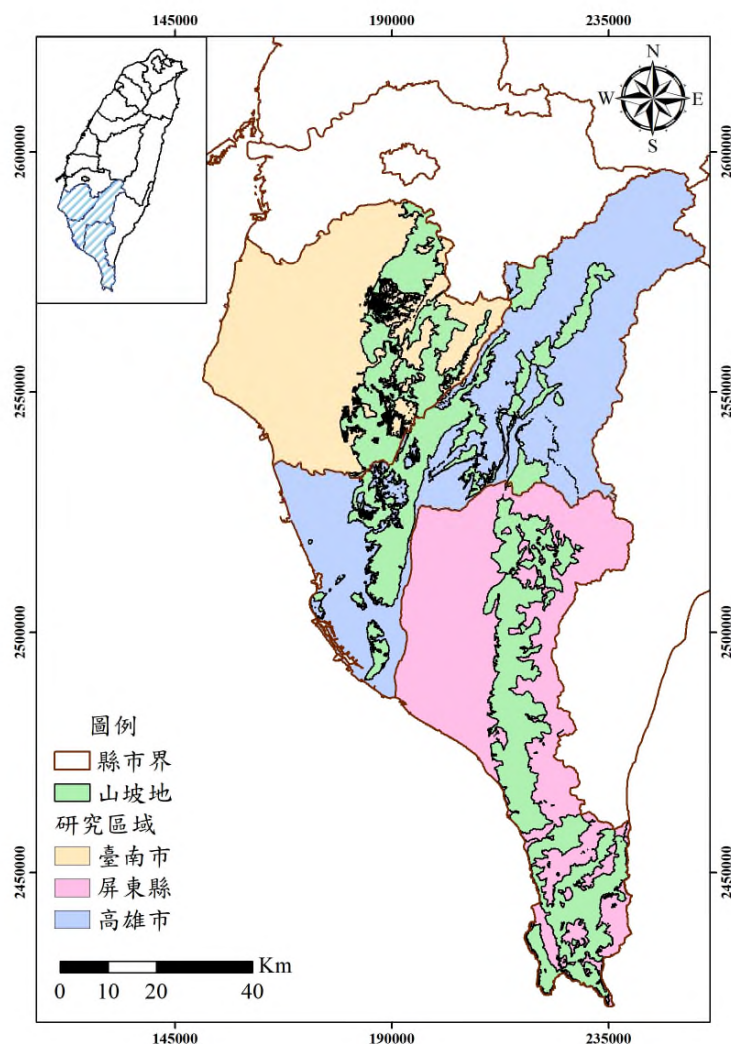


圖 2-2 研究區域之山坡地分布圖

第二節 地文資料

一、高程

本計畫利用內政部所提供的 5 m 網格數值地形模型資料(99 年至 101 年產製)，進行臺灣南部地區之高程分析。高程分布與高程分析結果如圖 2-3 及表 2-2 所示，從表中可以看出高程 100 m 以下所涵蓋面積為最大，約 3,880.84 km²(佔 49.01 %)；100 m-1,000 m 間約為 2,520.44 km²(佔 31.82 %)；1,000 m-2,000 m 間約為 1,034.73 km²(佔 13.07 %)；2,000 m 以上約為 483.10 km²(佔 6.01 %)。整體而言，研究地區之地勢由東往西遞減。

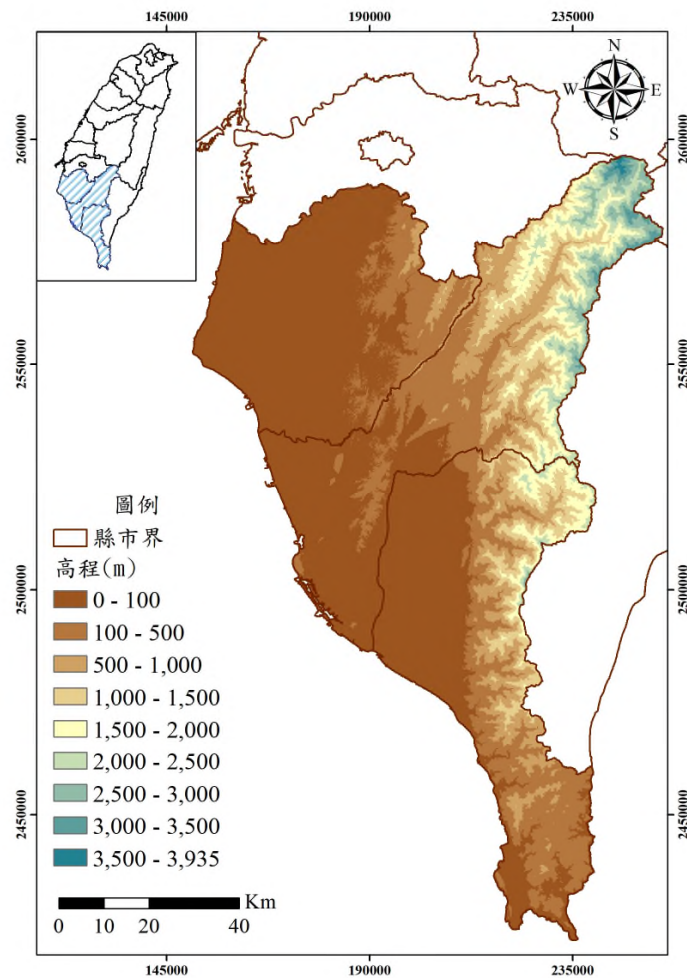


圖 2-3 研究區域之高程分布圖

表 2-2 研究區域之高程分布分析結果

高程(m)	面積(km ²)	百分比(%)
0 - 100	3,880.84	49.01
100 - 500	1,632.39	20.61
500 - 1,000	888.05	11.21
1,000 - 1,500	597.93	7.55
1,500 - 2,000	436.80	5.52
2,000 - 2,500	277.15	3.50
2,500 - 3,000	150.56	1.90
3,000 - 3,500	49.53	0.63
3,500 - 4,000	5.86	0.07
總計	7,919.10	100.00

資料來源：本計畫(2020)彙整

二、坡度

本計畫利用內政部所提供的 5 m 網格數值地形模型資料(99 年至 101 年產製)，並依據水土保持技術規範(2020)之坡度分級進行坡度分析，其結果如圖 2-4 及表 2-3 所示，從表中可以得知研究區域主要以一級坡所涵蓋面積佔最多，為 38.71 %(3,065.40 km²)；其次為六級坡，佔 23.24 %(1,840.53 km²)。而坡度三級坡以下所含涵蓋面積約為 4,251.88 km²，佔 53.69 %；坡度超過三級坡面積約為 3,667.22 km²，佔 46.31 %。整體而言，研究區域在東半部地區坡度變化較大。

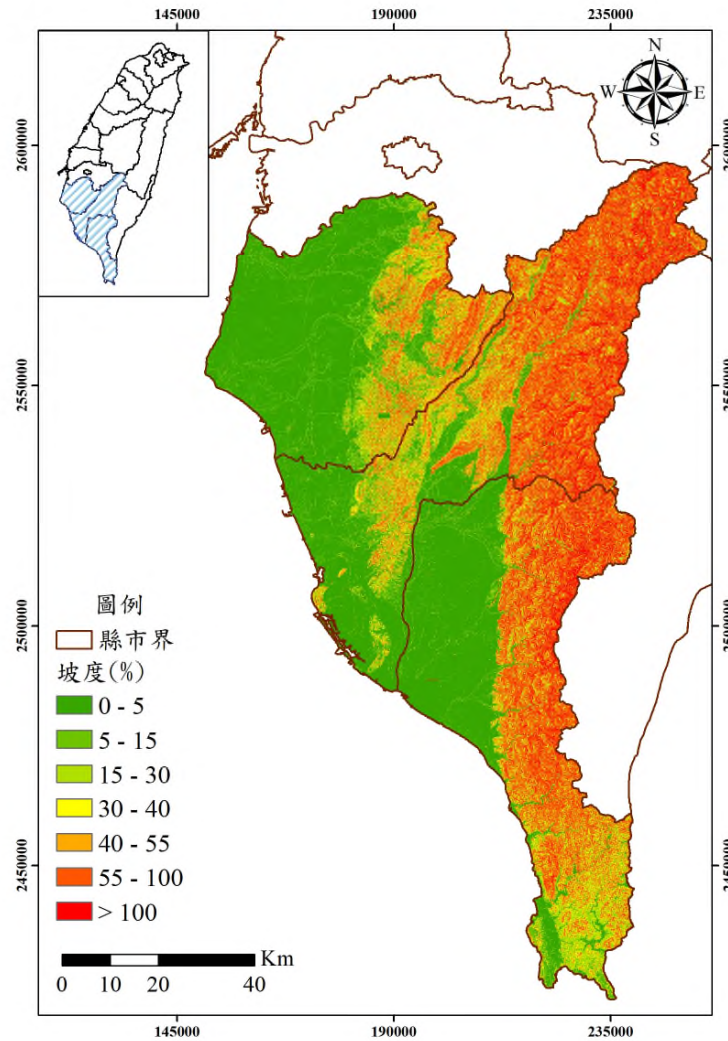


圖 2-4 研究區域之坡度分布圖

表 2-3 研究區域之坡度分布分析結果

坡度(S)(%)	面積(km ²)	百分比(%)
$S \leq 5\%$ (一級坡)	3,065.40	38.71
$5\% < S \leq 15\%$ (二級坡)	565.26	7.14
$15\% < S \leq 30\%$ (三級坡)	621.22	7.84
$30\% < S \leq 40\%$ (四級坡)	489.48	6.18
$40\% < S \leq 55\%$ (五級坡)	821.82	10.38
$55\% < S \leq 100\%$ (六級坡)	1,840.53	23.24
$S > 100\%$ (七級坡)	515.39	6.51
總計	7,919.10	100.00

資料來源：本計畫(2020)彙整

三、坡向

本計畫進行研究區域之坡向分析，其結果如圖 2-5 及表 2-4 所示，從表中可以看出西方向的坡向所佔面積最多，為 1,133.56 km²(佔 14.32 %)；其次為西南方向，為 1,073.25 km²(佔 13.55 %)；而東北方向所佔面積為最小，約 704.04 km²(佔 8.89 %)。

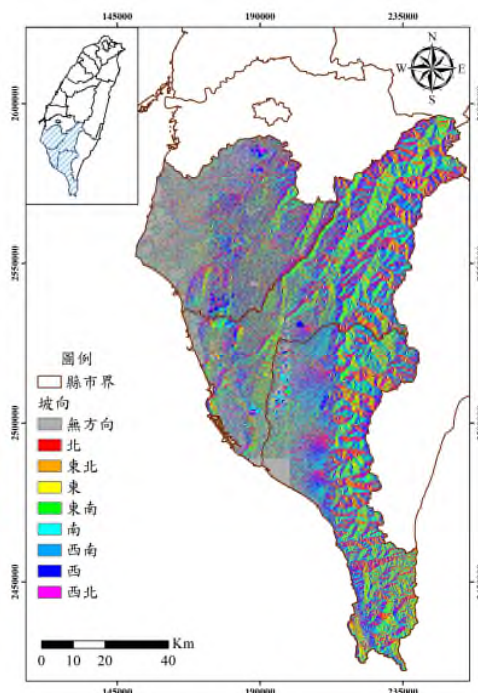


圖 2-5 研究區域之坡向分布圖

表 2-4 研究區域之坡向分布分析結果

坡向	面積(km ²)	百分比(%)
無方向	751.21	9.49
北	780.38	9.85
東北	704.04	8.89
東	753.89	9.52
東南	823.15	10.39
南	929.05	11.73
西南	1,073.25	13.55
西	1,133.56	14.32
西北	970.57	12.26
總計	7,919.10	100.00

資料來源：本計畫(2020)彙整

第三節 水文資料

一、極端降雨事件

本計畫蒐集曾對研究區域造成重大災情之歷年颱風事件基本資料(如表 2-5)，其中根據中央災害應變中心災害情報站之歷史資料顯示，2019 年白鹿颱風造成屏東部分地區嚴重淹水；2017 年尼莎颱風及海棠颱風造成臺南、高雄及屏東部分地區淹水，111 人受傷；2016 年梅姬颱風造成台南及高雄共 647 處地區淹水，燕巢區及旗山區發生崩塌；2016 年莫蘭蒂颱風造成臺南、高雄及屏東共 150 處地區淹水；2015 年蘇迪勒颱風使高雄及屏東共 42 條土石流潛勢溪流發佈黃色警戒及高雄 70 條土石流潛勢溪流發佈紅色警戒；2014 年麥德姆颱風對高雄及屏東 7 處造成淹水災情；2013 年天兔颱風使高雄及屏東共 32 條土石流潛勢溪流發佈黃色警戒；2012 年天秤颱風造成屏東部分地區道路中斷、電力中斷及淹水等災情；2012 年蘇拉颱風造成嘉義及台南 1 死 1 傷，並使高雄台 20、21 線道路中斷；2011 年南瑪都颱風造成南部地區 22 處淹水災情；2010 年凡那比颱風造成臺南、高雄及屏東等地區淹水，使得舊有崩塌持續擴大形成洪水災害；2009 年莫拉克颱風造成南部地區有許多淹水及重大土砂災害，人員有重大傷亡(約 561 死 54 失蹤)，部分地區道路中斷，高雄山區降雨量超過 2,500 mm。

表 2-5 極端降雨事件(2009~2020 年)基本資料

年份	編號	警報期間	中文名稱	侵台強度	最大累積降雨(mm)	研究區域內影響範圍	災情
2019	1911	08/23~08/25	白 鹿	輕度	712.0	屏東縣	淹水
2017	1709	07/28~07/30	尼 莎	中度	1,129.0	全區	淹水，111 人受傷
2017	1710	07/30-07/31	海 棠	輕度			

年份	編號	警報期間	中文名稱	侵台強度	最大累積降雨(mm)	研究區域內影響範圍	災情
2016	1617	09/25~09/28	梅 姬	中度	1,066.0	臺南市及高雄市	淹水，燕巢區及旗山區發生崩塌
2016	1614	09/12~09/15	莫蘭蒂	強烈	830.0	全區	淹水
2015	1513	08/06~08/09	蘇迪勒	中度	1,358.0	高雄市及屏東縣	發佈黃色或紅色警戒土石流潛勢溪流
2014	1410	07/21~07/23	麥德姆	中度	676.0	高雄市及屏東縣	淹水
2013	1319	09/19~09/22	天 兔	強烈	858.5	高雄市及屏東縣	發佈黃色警戒土石流潛勢溪流
2012	1214	08/21~08/28	天 秤	中度	887.5	屏東縣	道路中斷、電力中斷及淹水
2012	1209	07/30~08/03	蘇 拉	中度	1,821.5	臺南市及高雄市	人員傷亡，台20、21 線道路中斷
2011	1111	08/27~08/31	南瑪都	強烈	1,211.5	全區	淹水
2010	1011	09/17~09/20	凡那比	中度	1,125.0	全區	淹水及洪水災害
2009	0908	08/05~08/10	莫拉克	中度	2,855.0	全區	淹水及重大土砂災害，部分地區道路中斷，人員重大傷亡

資料來源：中央氣象局颱風資料庫(2020)、中央災害應變中心災害情報站(2020)及本計畫(2020)彙整

二、雨量資料

本計畫蒐集研究區域共 128 個中央氣象局雨量站資料，資料年限為各站起始年份至 2019 年，其詳細資料如表 2-6 所示，雨量站分布圖如圖 2-6a 所示。雨量站海拔高度在 100 m 以下者，有 84 個雨量站 (65.63 %)；100 m-1,000 m 者，有 29 個雨量站 (22.66 %)；1,000 m 以上者，有 15 個雨量站 (11.72 %)。雨量站採用起始年份最早為 1989 年，最近則為 2014 年。雨量站使用年限最長為 31 年，20 年以上共有 78 個雨量站 (60.94 %)。年平均雨量最大值發生在西大武山雨量站 (5,935.5 mm)；最小值發生在佳里雨量站 (1512.4 mm)；平均值為 2,530 mm；超過 2,000 mm 有 101 個雨量站 (78.91 %)；超過 3,000 mm 有 26 個雨量站 (20.31 %)。本計畫利用各雨量站之年平均雨量，以 ArcMAP 10.2 中的 Kriging 法繪製臺灣南部地區年平均雨量等值圖，如圖 2-6b 所示。藉由研究區域內雨量站之資料蒐集，作為後續滯洪量與排洪量相關分析檢算之參考依據。

表 2-6 研究區域內雨量站基本資料

站碼	站名	縣市	X 坐標 (TWD97)	Y 坐標 (TWD97)	高程 (m)	起始 年份	年 限	年平均雨量 (mm)
C00810	曾文	臺南市	198550	2568709	161	1989	31	2,812.8
C00830	北寮		198261	2553196	127	1989	31	2,992.9
C00840	王爺宮		188685	2569012	134	1989	31	2,093.4
C00860	大內		184531	2557601	38	1989	31	2,053.4
C00900	善化		178013	2556967	9	1989	31	1,765.9
C00930	玉井		194756	2558346	69	1993	31	2,366.8
C00950	安南		162389	2553041	4	1993	27	1,618.9
C00960	崎頂		185325	2539946	112	1993	27	2,343.8
C00970	虎頭埤		183161	2546810	71	1993	27	2,057.4
C00980	新市		178088	2551285	18	1993	27	1,914.0
C00990	媽廟		177569	2543558	18	1989	27	1,814.8

站碼	站名	縣市	X 坐標 (TWD97)	Y 坐標 (TWD97)	高程 (m)	起始 年份	年 限	年平均雨量 (mm)
C0X050	東河	臺南市	187154	2577269	25	1994	26	1,947.0
C0X060	下營		173888	2569623	19	1994	26	1,719.8
C0X080	佳里		162472	2563706	2	1994	26	1,512.4
C0X100	臺南市北區		167400	2545670	10	2014	6	2,016.3
C0X110	臺南市南區		166775	2540225	20	2014	6	2,001.2
C0X120	麻豆		173075	2564788	28	2014	6	1,888.3
C0X130	官田		179919	2565851	27	2014	6	1,919.4
C0X140	西港		168382	2558423	17	2014	6	2,006.4
C0X150	安定		170898	2555862	18	2014	6	1,967.9
C0X160	仁德		173886	2540974	26	2014	6	2,107.7
C0X170	關廟		181071	2540352	50	2014	6	2,233.8
C0X180	山上		184766	2552816	62	2014	6	2,225.8
C0X190	安平		163083	2543790	10	2014	6	1,900.9
C0X200	左鎮		189388	2550704	61	1989	31	2,140.9
C0X210	白河		190123	2582894	38	1994	26	2,067.9
C0X220	學甲		166306	2570041	26	1994	26	1,708.5
C0X230	鹽水		173024	2574678	29	1993	27	1,697.2
C0X240	關子嶺		199687	2581053	394	1992	28	3,078.1
C0X250	新營		180113	2578862	33	1989	31	1,806.8
C1N001	沙崙		179170	2537316	24	2014	5	2,103.2
C1O850	環湖		190464	2560866	44	1989	30	2,171.8
C1O870	大棟山		201142	2578878	1,249	1989	30	3,458.9
C1O880	關山		208443	2563551	223	1989	30	2,766.5
C1O921	楠西		197185	2564705	115	2014	5	2,580.2
C1X040	東原		195151	2576684	232	1994	25	2,272.8
C0X290	北門		160528	2574216	10	1994	25	1,533.1
C0V150	表湖	高雄市	215724	2573122	1,163	1989	29	3,227.2
C0V210	復興		230155	2568932	734	1993	27	2,693.7
C0V250	甲仙		208179	2553220	298	1993	27	2,956.5
C0V260	月眉		202824	2541154	126	1993	27	2,700.2
C0V310	美濃		200675	2533155	46	1993	27	2,617.8
C0V350	溪埔		193181	2515453	36	1993	27	2,277.1
C0V360	內門		195330	2541678	94	1993	27	2,721.8
C0V370	古亭坑		188638	2532590	74	1993	27	2,199.7
C0V400	阿公店		183835	2522755	56	2014	6	2,207.2
C0V440	鳳山		183821	2505314	27	1993	27	2,126.4
C0V450	鳳森		187526	2494048	51	1993	27	2,083.5

站碼	站名	縣市	X 坐標 (TWD97)	Y 坐標 (TWD97)	高程 (m)	起始 年份	年 限	年平均雨量 (mm)
C0V490	新興	高雄市	177921	2503203	20	2010	10	2,093.4
C0V500	旗津		176574	2498913	6	2010	10	1,837.5
C0V530	阿蓮		181000	2531516	34	2012	8	2,005.2
C0V610	梓官		174745	2517969	22	2014	6	2,008.2
C0V620	永安		171669	2524917	18	2014	6	1,977.5
C0V630	茄萣		166147	2534182	19	2014	6	2,043.3
C0V640	湖內		172486	2531989	35	2014	6	1,964.6
C0V650	彌陀		172622	2520549	28	2014	6	1,873.6
C0V660	岡山		177620	2521997	25	2014	6	2,137.8
C0V670	楠梓		176654	2513441	20	2014	6	2,151.5
C0V680	仁武		182984	2511341	40	2014	6	2,232.0
C0V690	鼓山		175534	2502761	30	2014	6	1,869.7
C0V700	三民		179205	2505146	24	2014	6	2,205.3
C0V710	苓雅		181198	2502668	34	2014	6	2,186.3
C0V720	林園		187705	2489905	15	2014	6	2,118.4
C0V730	大寮		187872	2500746	33	1993	27	2,197.2
C0V740	旗山		197019	2532049	60	1993	27	2,423.3
C0V750	路竹		173997	2528426	50	1993	27	1,778.7
C0V760	橋頭		178708	2517640	30	1993	27	2,105.8
C0V770	大社		182885	2514575	26	2014	6	2,399.0
C0V790	萬山		218004	2533906	410	2014	6	2,762.3
C0V800	六龜		212439	2544106	256	2014	6	3,296.3
C1V160	達卡努瓦		219852	2575306	1,040	1993	26	3,648.0
C1V170	排雲		245311	2595630	3,690	1993	26	3,309.5
C1V190	南天池		240977	2574636	2,700	1993	26	4,426.6
C1V200	梅山		231953	2574024	870	1993	26	3,187.7
C1V220	小關山		230913	2561379	1,781	1993	26	3,362.1
C1V231	高中		220987	2559258	731	2014	5	2,957.4
C1V300	御油山		220825	2544542	1,637	1993	26	4,141.9
C1V340	大津		213681	2531967	190	1993	26	3,459.2
C1V390	尖山		185102	2523746	60	1993	26	2,107.7
C1V460	楠溪		239067	2592577	1,857	1993	24	3,268.6
C1V570	吉東		203348	2528219	82	1993	26	2,571.0
C1V580	溪南 (特生中心)		228332	2553720	1,656	1993	26	4,526.5
C1V590	新發		213736	2550647	741	1993	26	3,341.2
C1V600	藤枝		225103	2552285	1,561	2014	5	3,573.3

站碼	站名	縣市	X 坐標 (TWD97)	Y 坐標 (TWD97)	高程 (m)	起始 年份	年 限	年平均雨量 (mm)
C1V780	多納林道	高雄市	223109	2531914	1,050	2014	5	3,844.7
C0R100	尾寮山	屏東縣	217556	2525845	1,006	1993	27	4,008.9
C0R130	阿禮		223676	2515845	1,040	1993	27	2,858.9
C0R140	瑪家		217798	2509213	740	1993	27	3,750.0
C0R150	三地門		213007	2512214	105	1993	27	2,971.4
C0R160	鹽埔新圍		201809	2515534	45	1993	27	2,532.9
C0R170	屏東		198010	2506765	26	1993	27	2,392.7
C0R190	赤山		210343	2499198	32	1993	27	2,917.5
C0R220	潮州		202684	2492809	23	1993	27	2,330.2
C0R240	來義		211435	2491998	87	1998	22	3,120.8
C0R260	春日		211721	2474624	76	1998	22	2,390.9
C0R280	檳榔		233158	2442000	242	1998	22	3,143.2
C0R350	貓鼻頭		222706	2424931	35	1998	22	1,910.4
C0R490	九如		197670	2515647	49	2014	6	2,545.7
C1R250	力里		211830	2481013	92	1998	20	2,686.0
C1R120	上德文		219645	2518112	820	1993	26	3,739.2
C1R110	口社		213567	2518878	110	1993	26	3,092.4
C0R440	大漢山		224590	2478462	1,654	2012	7	4,154.2
C1R290	石門山		224888	2446053	260	1998	21	2,225.5
C0R720	旭海		238411	2456312	214	1998	21	2,702.9
C0R650	竹田		203050	2498399	29	2014	6	2,318.3
C1R610	西大武山		222470	2501984	1,828	2014	5	5,935.5
C0R341	牡丹		228605	2447974	230	1998	21	2,863.3
C0R420	牡丹池山		233561	2452153	504	2000	19	3,027.8
C0R320	車城		220702	2441786	7	1998	21	1,956.7
C0R590	里港		198106	2519931	72	1993	27	2,309.8
C0R540	佳冬		203921	2480082	17	2014	6	2,386.9
C0R680	佳樂水		235709	2432863	13	1998	21	2,431.5
C0R640	東港		192440	2484882	21	2009	10	1,977.1
C0R700	枋山		215069	2460930	19	1998	21	1,994.1
C0R660	枋寮		207838	2474335	20	1998	21	1,969.2
C0R530	林邊		199560	2481347	16	2014	6	1,969.6
C0R480	長治		203005	2510381	57	2014	6	2,701.2
C0R580	南州		198829	2487451	10	1993	27	2,039.5
C0R520	崁頂		199272	2490649	18	2014	6	2,352.4
C0R470	高樹		209025	2525124	103	2014	6	2,802.3
C0R550	新埤		207076	2485432	38	2014	6	2,477.6

站碼	站名	縣市	X 坐標 (TWD97)	Y 坐標 (TWD97)	高程 (m)	起始 年份	年限	年平均雨量 (mm)
C0R560	新園	屏東縣	194623	2493832	22	2014	5	2,732.1
C0R670	楓港		218261	2454646	26	1998	21	2,146.0
C0R510	萬丹		197602	2498738	31	2014	6	2,555.3
C0R690	墾丁		230408	2429902	348	1998	21	2,286.1
C1R630	龍泉		207960	2507476	60	2014	5	2,532.1
C0R600	舊泰武		215545	2498732	766	2014	6	4,329.5
C0R570	麟洛		201408	2505702	37	1993	27	2,531.1

資料來源：中央氣象局(2020)及本計畫(2020)彙整

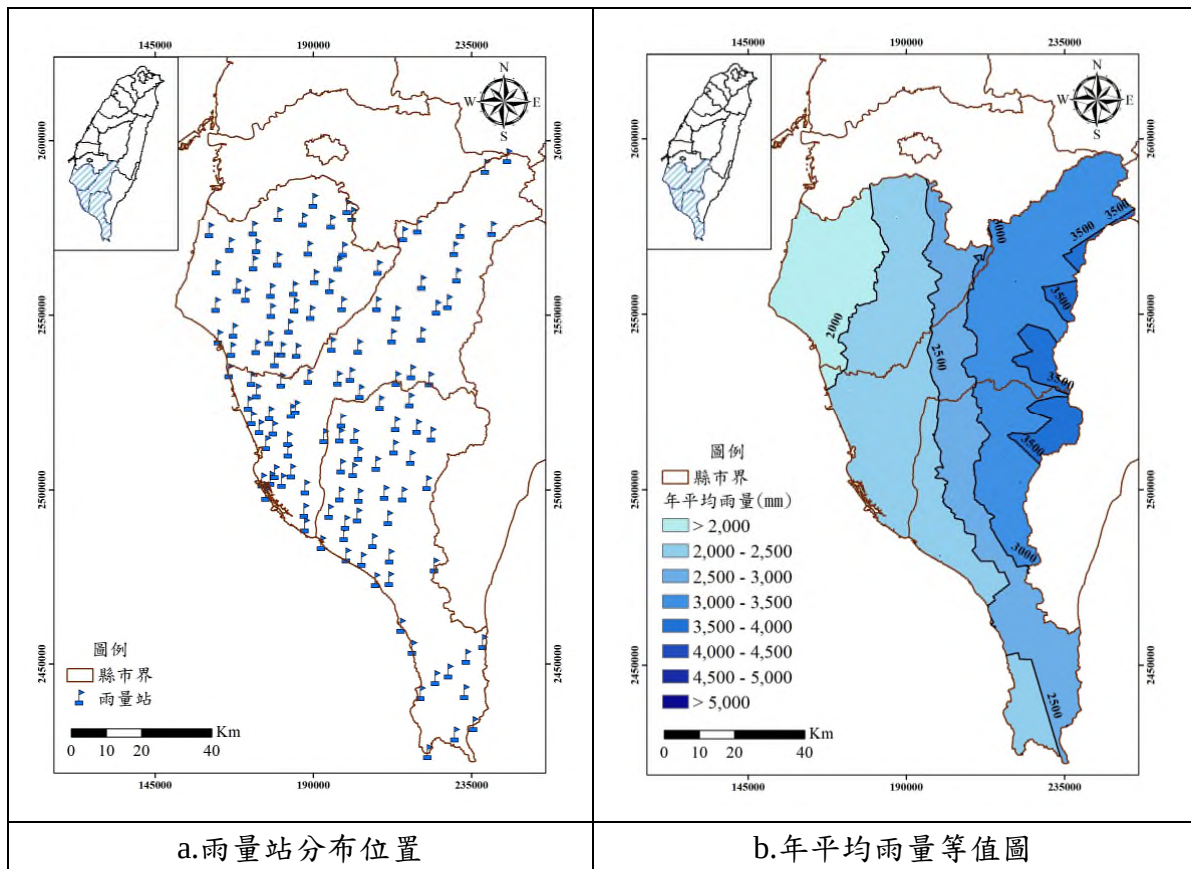


圖 2-6 研究區域雨量站分布位置與年平均雨量等值圖

第四節 滯洪池案例資料

為探討滯洪量與排洪量設計之適宜性，本計畫以前一節(二、雨量資料)所計算之臺灣南部地區平均年降雨量(2,530 mm)及滯洪池之上游集水區面積(1 ha)為基準，分為 A、B、C 及 D 共 4 種類別(如表 2-7)，依據不同類別挑選出臺灣南部地區共 10 個以水土保持計畫所設計之滯洪池。其中，因各水土保持計畫核定時間皆不同，為使分析更加符合現今臺灣南部地區之降雨特性，本計畫不採用原水土保持計畫中的降雨量，而是依據各滯洪池案例之坐標，挑選出鄰近滯洪池之雨量站，並計算出截至 2019 年之年平均雨量(如表 2-6)，作為分類及後續探討不同設計標準下之滯洪量差異性之依據。由 2-8 表可得知臺南市有 2 個案例；高雄市有 5 個案例；屏東縣則有 3 個案例(滯洪池位置如圖 2-7)。其中 A、B、C 及 D 類別分別有 2 個、3 個、3 個及 2 個。依據所蒐集之案例成果彙整如下：

表 2-7 滯洪池案例分類標準

年平均雨量 集水區面積	$\leq 2,530 \text{ mm}$	$> 2,530 \text{ mm}$
$\leq 1 \text{ ha}$	A	B
$> 1 \text{ ha}$	C	D

表 2-8 滯洪池案例基本資料

案例	縣市	核定年份	案例名稱	坐標(TWD97)		高程(m)	集水區面積(ha)	鄰近雨量站	年平均雨量(mm)	類別
				X	Y					
1	臺南市	98	臺南縣南瀛天文教育園區 水土保持計畫	187701	2557398	60~62	Det1=1.954	大內	2,053.4	C
2				187665	2557591	39	Det2=0.750			A
3	高雄市	99	高雄縣甲仙鄉小林村罹難者紀念公園 工程水土保持計畫	213048	2561554	387~389	1.633	甲仙	2,956.5	D
4		100	甲仙攔河堰管理中心遷建工程 水土保持計畫	207248	2553087	249~251	0.112			B
5		102	國立高雄應用科技大學燕巢校區教學 校舍新建工程 水土保持計畫第一次變更設計	188393	2519510	47~52	P4=4.384	尖山	2,107.7	C
6		95	高雄縣大寮鄉拷潭段 986-43 地號 納骨堂新建工程水土保持變更計畫	185870	2500530	61~66	1.310	大寮	2,197.2	C
7		107	高雄市大樹區小坪段 371 地號 鳳邑慈惠堂水土保持計畫	187600	2510026	100~101	0.354	仁武	2,232.0	A
8	屏東縣	94	屏東縣高樹鄉大路關生態主題遊樂區 水土保持變更計畫	211641	2515110	123~126	P1=11.1378	三地門	2,971.4	D
9		99	屏東縣三地門鄉安坡段 738-1 地號 馬兒教會教堂新建工程 水土保持計畫	212280	2520929	93~95	0.5	口社	3,092.4	B
10		106	國家免疫馬匹畜牧場水土保持計畫	209938	2504525	83~85	Det4=0.547	龍泉	2,532.1	B

資料來源：森山工程顧問有限公司及本計畫(2020)彙整

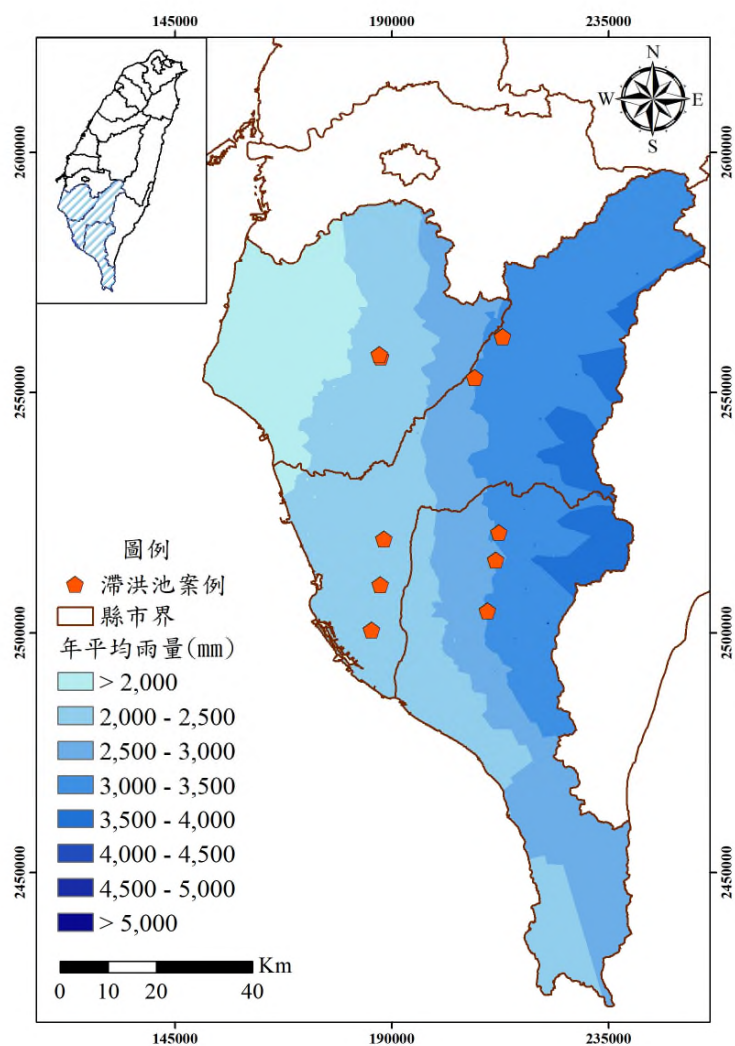


圖 2-7 滯洪池案例分布圖

一、臺南縣南瀛天文教育園區水土保持計畫

(一)計畫目的

臺南縣南瀛天文生態教育園區設立的主要目標為協助推廣天文科學及生態教育，希望藉由多樣化的學習環境，可充分達到天文科學及生態教育成果，奠定國人科學知識基礎。

本園區第一期之工程面積為 0.9983 ha，該水土保持計畫於 93 年 4 月核定，並已施工完成相關之水土保持設施、天文觀測館、觀測圖頂及觀星平台等，為使本園區天文教育設施更趨於完善並結合當地自然生態環境，故進行本次擴建工程。(森山工程顧問有限公司，2009)

(二)水文參數

表 2-9 案例 1 及 2 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均 雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
二溪測站	2055.5	88.49205	21.12243	55	0.62561	0.54799	0.3072

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

表 2-10 案例 1 及 2 之水文參數

案例編號			代號	1	2
集水分區			-	D	F
集水面積 (ha)	開發前		A	1.954	0.750
	開發中	已開發		1.344	0.086
		未開發		0.610	0.664
	開發後	已開發		1.344	0.086
		未開發		0.610	0.664
採用降雨延時 (min)	開發前		t _c	1.07	1.62
	開發中			2.57	1.15
	開發後			2.78	1.71

案例編號		代號	1	2
重現期距 25 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	I_{tc}^{25}	147.1	146.2
	開發中		144.7	147.0
	開發後		144.4	147.7
重現期距 50 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	I_{tc}^{50}	161.1	160.1
	開發中		158.4	160.9
	開發後		158.1	161.7
重現期距 25 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	0.683	0.228
	開發中		0.697	0.237
	開發後		0.688	0.237
重現期距 50 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{50}	0.748	0.250
	開發中		0.764	0.260
	開發後		0.754	0.259

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

(三)逕流係數

表 2-11 案例 1 及 2 之逕流係數加權計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	地表狀況	逕流係數 (C)	面積 (ha)	採用 C 值
1	D	開發前	丘陵區	0.75	0.610	0.856
			非農業使用	0.90	1.466	
		開發中	丘陵區	0.75	0.610	0.927
			裸露地	1.00	1.466	
		開發後	丘陵區	0.75	0.610	0.891
			非農業使用	0.95	1.466	
2	F	開發前	丘陵區	0.75	0.750	0.750
		開發中	丘陵區	0.75	0.664	0.779
			裸露地	1.00	0.086	
		開發後	丘陵區	0.75	0.664	0.773
			非農業使用	0.95	0.086	

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

(四)滯洪池參數

表 2-12 案例 1 及 2 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	1	2
滯洪設施編號	Det1	Det2
集水分區	D	F

集水面積 A(ha)	1.954	0.750
開發後之 50 年洪峰流量 Q_1 (cms)	0.754	0.259
開發前之 25 年洪峰流量 Q_2 (cms)	0.683	0.228
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=tb(Q_1-Q_2)/2 \times 3600$	127.8	55.8
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	140.6	61.4

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

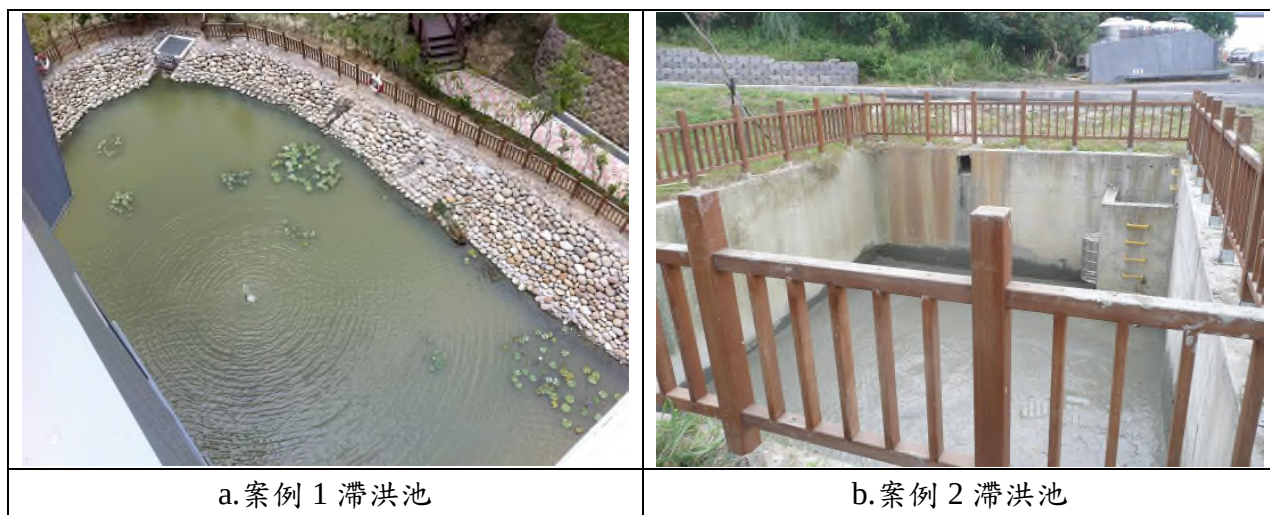
表 2-13 案例 1 及 2 之永久性滯洪池設計表

案例編號		1	2
滯洪設施編號		Det1	Det2
集水分區		D	F
集水面積 A(ha)		1.954	0.750
需求量體	滯洪池需求蓄洪量(m^3), V_1	140.6	61.4
滯洪池設計容積	設計深度(m), h	0.50	1.31
	設計面積(m^2), A	377.0	49.2
	設計容積(m^3), $V_{des}=A \times h$	188.5	64.5
	設計安全檢核 F.S, $V_{des1} > V_1$	OK	OK
滯洪池放流口 流量檢核	開發後之 50 年洪峰流量 Q_1 (cms)	0.754	0.259
	開發前之 25 年洪峰流量 Q_2 (cms)	0.683	0.228
	設計調節後出流量(cms) $Q_{out}=Q_1 \times 80\%$ 且 $< Q_2$	0.603	0.207
	方形放流口採用寬度(m), W	0.76	0.27
	方形放流口採用高度(m), H	0.50	0.26
	方形放流口採用水位差(m), h^1	-	1.18
	$Q_{DES1}=2.36 \times B^{1.13} \times h_d^{1.53}$	0.599	0.203
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES1} < Q_{out}$	OK	OK
滯洪池溢洪口 流量檢核 (流量係數 C=0.6)	開發後之 50 年洪峰流量 Q_1 (cms)	0.754	0.259
	溢流口採用長度(m), L	5.6	2.7
	溢流口採用寬度(m), h_3	0.45	0.30
	溢流口流量 $Q_{DES2}=C \times L \times h_3^{3/2}$	1.014	0.266
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES2} > Q_1$	OK	OK
滯洪池臥管 流量檢核	圓形臥管採用直徑(m), D	0.6	0.3
	圓形臥管通水斷面積 $A(m^2)$ $A=(D^2/8)(4.188-\sin 4.1888)$	0.227	0.057
	圓形臥管埋設坡度(%), S	5	8
	圓形臥管流速(m/s), $V=1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	5.962	4.751
	臥管流量 $Q_{DES3}=A \times V$	1.353	0.271
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES3} > Q_{DES2}$	OK	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-8 所示，集水區分區圖、水土保持設施配置圖、案例 1 滯洪沉砂池設計圖、案例 2 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-1~1-4 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

圖 2-8 案例 1 及 2 之滯洪池照片

二、高雄縣甲仙鄉小林村罹難者紀念公園工程水土保持計畫

(一)計畫目的

高雄市甲仙區小林村緊鄰楠梓仙溪(旗山溪)，因民國 98 年 8 莫拉克颱風重創南臺灣，使小林村受到獻肚山崩落而掩埋。因此高雄市政府從文化歷史、生態景觀、交通運輸、災難紀念及永續經營等五個面向切入，計畫於本基地興建此紀念公園。由於基地位於山坡地，為確保山坡地開發工程品質及防止整地過程中因土壤沖蝕及逕流造成災害，提出本基地之水土保持計畫，作為未來施作水土保持工程之依據。(森山工程顧問有限公司，2010)

(二)水文參數

表 2-14 案例 3 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均 雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
甲仙測站	2857	94.53116	16.86413	55	0.57707	0.55277	0.30419

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

表 2-15 案例 3 之水文參數

案例編號		代號	3
集水分區		-	A
集水面積 (ha)	開發前	A	1.633
	開發中		1.633
	開發後		1.633
採用降雨延時 (min)	開發前	t_c	1.59
	開發中		1.27
	開發後		1.68
重現期距 25 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	$I_{t_c}^{25}$	151.8
	開發中		152.3
	開發後		151.7
重現期距 50 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	$I_{t_c}^{50}$	166.1
	開發中		166.6
	開發後		165.9

案例編號		代號	3
重現期距 25 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(\text{cms})$	開發前	Q_{25}	0.517
	開發中		0.691
	開發後		0.654
重現期距 50 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(\text{cms})$	開發前	Q_{50}	0.565
	開發中		0.756
	開發後		0.715

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

(三)逕流係數

表 2-16 案例 3 之逕流係數加權計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	地表狀況	逕流係數 (C)	面積 (ha)	採用 C 值
3	A	開發前	丘陵區	0.75	1.633	0.75
		開發中	裸露地	1.00	1.633	1.00
		開發後	建築開發行為	0.95	1.633	0.95

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

(四)滯洪池參數

表 2-17 案例 3 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	3
滯洪設施編號	Det1
集水分區	A
集水面積 A(ha)	1.633
開發後之 50 年洪峰流量 $Q_1(\text{cms})$	0.715
開發前之 25 年洪峰流量 $Q_2(\text{cms})$	0.517
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=t_b(Q_1-Q_2)/2 \times 3600$	356.4
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	392.0

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

表 2-18 案例 3 之永久性滯洪池設計表

案例編號	3
滯洪設施編號	Det1
集水分區	A

案例編號		3
集水面積 A(ha)		1.633
需求量體	滯洪池需求蓄洪量(m^3), V_1	392.0
滯洪池設計容積	設計深度(m), h	0.93
	設計平均面積(上底+下底)/2(m^2), A	450.0
	設計容積(m^3), $V_{des}=A \times h$	418.5
	設計安全檢核 F.S, $V_{des1} > V_1$	OK
滯洪池放流口 流量檢核	開發後之 50 年洪峰流量 Q_1 , (cms)	0.715
	開發前之 25 年洪峰流量 Q_2 , (cms)	0.517
	方形放流口採用寬度(m), W	0.28
	方形放流口採用高度(m), H	0.93
	$Q_{DES1}=2.36 \times B^{1.13} \times h_d^{1.53}$	0.501
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES1} < Q_1 \times 80\%$ 且小於 Q_2	OK
滯洪池臥管 流量檢核	圓形臥管採用直徑(m), D	0.6
	圓形臥管通水斷面積 $A(m^2)$ $A=(D^2/8)(4.188-\sin 4.1888)$	0.242
	圓形臥管埋設坡度(%), S	2
	圓形臥管流速(m/s), $V=1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	3.792
	臥管流量 $Q_{DES2}=A \times V$	0.92
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES2} > Q_{DES1}$	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-9 所示，集水區分區圖、水土保持設施配置圖、案例 3 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-5~1-7 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

圖 2-9 案例 3 之滯洪池照片

三、甲仙攔河堰管理中心遷建工程水土保持計畫

(一)計畫目的

受 97 年卡玫基、辛樂克颱風及 98 年莫拉克颱風超大豪雨衝擊，原甲仙攔河堰管理中心後方邊坡傾斜管監測變位已達危險值，為確保中心人員之安全，遂將管理中心辦公房舍將遷至甲仙區大田村老人活動中心附近。由於基地位於山坡地上，經查詢土石流防災資訊網，非位處土石流潛勢溪流，亦非座落於特定水土保持區，但為確保山坡地開發工程品質及防止整地過程中土壤沖蝕及逕流造成災害，提出本基地之水土保持計畫，作為施工時水土保持工程之依據。(森山工程顧問有限公司，2011)

(二)水文參數

表 2-19 案例 4 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均 雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
甲仙測站	3279	96.6606	15.73858	55	0.56228	0.55437	0.3032

資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

表 2-20 案例 4 之水文參數

案例編號		代號	4
集水分區		-	A
集水面積 (ha)	開發前	A	0.112
	開發中		0.112
	開發後		0.112
採用降雨延時 (min)	開發前	t_c	1.28
	開發中		1.07
	開發後		1.29
重現期距 25 年 降雨強度	開發前	$I_{t_c}^{25}$	154.3
	開發中		154.7

案例編號		代號	4
(mm/hr)	開發後		154.3
重現期距 50 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	I_{tc}^{50}	168.7
	開發中		169.1
	開發後		168.7
	開發後		168.7
重現期距 25 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	0.036
	開發中		0.048
	開發後		0.046
	開發後		0.046
重現期距 50 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{50}	0.039
	開發中		0.053
	開發後		0.050
	開發後		0.050

資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

(三)逕流係數

表 2-21 案例 4 之逕流係數加權計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	地表狀況	逕流係數 (C)	面積 (ha)	採用 C 值
4	A	開發前	非農業使用	0.75	0.112	0.75
		開發中	裸露地	1	0.112	1
		開發後	建築開發行為	0.95	0.112	0.95

資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

(四)滯洪池參數

表 2-22 案例 4 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	4
滯洪設施編號	Det1
集水分區	A
集水面積 A(ha)	0.112
開發後之 50 年洪峰流量 $Q_1(cms)$	0.050
開發前之 25 年洪峰流量 $Q_2(cms)$	0.036
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=t_b(Q_1-Q_2)/2 \times 3600$	25.20
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	27.72

資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

表 2-23 案例 4 之永久性滯洪池設計表

案例編號		4	
滯洪設施編號		Det1	
集水分區		A	
集水面積 A(ha)		0.112	
需求量體	滯洪池需求蓄洪量(m³),V₁	27.72	
滯洪池設計容積	設計有效深度(m),h	0.62	
	設計平均面積(底面積+頂面積)/2(m²),A	48.4	
	設計容積(m³),V _{des} =Axh	30.01	
	設計安全檢核 F.S,V _{des1} >V₁	OK	
滯洪池放流口 流量檢核	開發後之 50 年洪峰流量 Q₁,(cms)	0.050	
	開發前之 25 年洪峰流量 Q₂,(cms)	0.036	
	方形放流口採用高度(m),H	0.135	
	方形放流口採用寬度(m),W	0.135	
	方形放流口採用水位差(m),h¹	0.5525	
	Q _{DES1} =CxHxW(2gxh¹)⁰.⁵	0.036	
	設計安全檢核 F.S, Q _{DES1} <Q₁x80% 且不大於 Q₂	OK	
滯洪池溢洪口 流量檢核 (流量係數 C=0.6)	開發後之 50 年洪峰流量 Q₁,(cms)	0.05	
	溢流口採用長度(m),L	3.2	
	溢流口採用寬度(m),h₂	0.1	
	溢流口流量 Q _{DES2} =CxLxh₂³/²	0.061	
	設計安全檢核 F.S,Q _{DES2} >Q₁	OK	
滯洪池放流管 流量檢核	圓形臥管採用直徑(m),D		0.3
	圓形臥管埋設坡度(%),S		1.1
	承容放流口 流量檢核	設計水深(m)	0.12
		通水斷面積(m²),A₁	0.0264
		流速(m/s),V₁	1.402
		流量(cms), Q _{DES3} =A₁xV₁	0.037
		設計安全檢核 F.S, Q _{DES3} > Q _{DES1}	OK
	承容溢洪口 流量檢核	設計水深(m)	0.15
		通水斷面積(m²),A₂	0.035
		流速(m/s),V₂	1.554
		流量(cms), Q _{DES4} =A₂xV₂	0.054
		設計安全檢核 F.S, Q _{DES4} > Q _{DES2}	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-10 所示，水土保持設施配置圖、案例 4

滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-8~1-10 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

圖 2-10 案例 4 之滯洪池照片

四、國立高雄應用科技大學燕巢校區教學校舍新建工程水土保持計畫 第一次變更設計

(一)計畫目的

國立高雄應用科技大學自創校以來，學生人數不斷增加，校地不斷擴建，至今已呈飽和狀態，為使學校教學品質提升，幸獲教育部核准的燕巢校區作為第二校區。本計畫原於 99 年 12 月 7 日經高雄縣政府府農保字第 0990307098 號函核定通過，並於 100 年 12 月 23 日取得施工許可證後進場施工，但因下列主要原因需提送變更計畫，說明如下(森山工程顧問有限公司，2013)：

- 1.辦理細部設計及建築設計階段時調整設計部分水保設施施作尺寸及數量。
- 2.現場施工需求需新增施工便道。
- 3.經重新檢討基地之排水系統後，為求集水區徑流水能全部經由滯洪沉砂池沉砂及滯洪再外排，故新增部份排水設施截流排水，以導引至滯洪沉砂池內，並變更滯洪沉砂池之設計及另新增永久沉砂池兩座以滯洪沉砂之效。

(二)水文參數

表 2-24 案例 5 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均 雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
竹子腳 測站	2376	91.3	18.9	55	0.6	0.55	0.31

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

表 2-25 案例 5 之水文參數

案例編號		代號	5
集水分區		-	P4
集水面積(ha)		Area	4.384
計算集流時間(min)		tc	3.98
25 年降雨強度(mm/hr)		I ₂₅	147.0
50 年降雨強度(mm/hr)		I ₅₀	161.0
25 年洪峰 流量(cms)	開發前	Q ₂₅	1.522
	開發後	Q ₂₅	1.547
50 年洪峰 流量(cms)	開發前	Q ₅₀	1.667
	開發後	Q ₅₀	1.694

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

(三)逕流係數

表 2-26 案例 5 之逕流係數加權計算結果

案例 編號	集水 分區	開發狀態	地表狀況	逕流係數 (C)	面積 (ha)	採用 C 值
5	P4	開發前	丘陵區	0.85	4.384	0.85
		開發中	丘陵區	0.85	4.488	0.886
			裸露地	1.00	1.43	
		開發後	丘陵區	0.85	3.775	0.864
			非農業使用	0.95	0.609	

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

(四)滯洪池參數

表 2-27 案例 5 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	5
滯洪設施編號	P4
集水分區	P4
集水面積 A(ha)	4.384
開發後之 50 年洪峰流量 Q ₁ (cms)	1.694
開發前之 25 年洪峰流量 Q ₂ (cms)	1.522
基期(hr), $t_b = 2.67t_p$, $t_p = t_c^{0.5} + 0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m ³), $V_{s2} = t_b(Q_1 - Q_2)/2 \times 3600$	309.6
滯洪設施之蓄洪量(m ³), $V_{sd} = (1.1) \times V_{s2}$	340.6

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

表 2-28 案例 5 之永久性滯洪池設計表

案例編號	5
滯洪設施編號	P4
滯洪設施計算容量(m ³)	340.6
設計平均面積(m ²)	760
設計滯洪深度(m)	1.05
設計滯洪量(m ³)	798

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

表 2-29 案例 5 之永久性滯洪池放流口及溢流口尺寸計算表

案例編號		5
滯洪設施編號		P4
開發前 25 年洪峰流量, $Q_{25}(\text{cms})$		1.526
開發後 50 年洪峰流量*80%, (cms)		1.355
採用檢核出流量, $Q_{app}(\text{cms})$		1.355
放流口	開口尺寸, $B*H_d(\text{m})$	0.57x1.05
	孔口尺寸, $W*H_0(\text{m})$	-
滯洪水深, $h(\text{m})$		1.05
設計放流量, $Q_{D1}(\text{cms})$		1.347
放流量檢核, $Q_{D1} > Q_{app}$		OK
溢洪口	開口尺寸, $b*h(\text{m})$	1.8x0.75
	有效溢流周長, $\lambda(\text{m})$	-
溢流水深, $h(\text{m})$		-
溢洪出水高(m)		0.3
設計溢洪量, $Q_{D2}(\text{cms})$		2.066
溢洪量檢核, $Q_{D2} > Q_{50}$		OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-11 所示，排水分區圖、水土保持設施配置圖、案例 5 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-11~1-14 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

圖 2-11 案例 5 之滯洪池照片

五、高雄縣大寮鄉拷潭段986-43地號納骨堂新建工程水土保持變更計畫

(一)計畫目的

原水土保持計畫已於民國 93 年 1 月提送，經高雄縣政府於民國 93 年 6 月 25 日審核通過在案。因本案於山坡地加強雜項執照審查期間，依據審查單位要求，重新合併本計畫使用面積「拷潭段 989-1、989-11、989-12、989-13、986-22、986-23 等 6 筆地號」等地號之土地為「拷潭段 986-43 地號」，但仍維持原核定計畫使用面積 0.9440ha 及範圍，又因經重新檢討經費籌措等問題考量，基地內僅施作納骨堂設施，故修正計畫名稱為「高雄縣大寮鄉拷潭段 986-43 地號納骨堂新建工程」，提出本水土保持變更計畫，作為未來水土保持工程施作之依據，並以完善之設計成果，確實做好水土保持。(森山工程顧問有限公司，2006)

(二)水文參數

表 2-30 案例 6 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
鳳山農田水利會雨量站	1822.6	85.93	23.62	55	0.65	0.55	0.31

資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)

表 2-31 案例 6 之水文參數

案例編號			代號	6
集水分區			-	A
集水面積 (ha)	開發前		A	1.31
	開發中	已開發		0.7601
		未開發		0.5499
	開發後	已開發		0.7601
		未開發		0.5499

案例編號		代號	6
採用降雨延時 (min)	開發前	t_c	1.90
	開發中		1.33
	開發後		2.48
重現期距 25 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	$I_{t_c}^{25}$	143.5
	開發中		144.5
	開發後		142.6
重現期距 50 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	$I_{t_c}^{50}$	157.2
	開發中		158.2
	開發後		156.1
重現期距 25 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	0.444
	開發中		0.489
	開發後		0.471
重現期距 50 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{50}	0.486
	開發中		0.535
	開發後		0.516

資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)

(三)逕流係數

表 2-32 案例 6 之逕流係數計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	採用 C 值
6	A	開發前	0.85
		開發中	1
		開發後	0.95

資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)

(四)滯洪池參數

表 2-33 案例 6 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	6
集水分區	A
集水面積 A(ha)	1.31
開發後之 50 年洪峰流量 $Q_1(cms)$	0.516
開發前之 25 年洪峰流量 $Q_2(cms)$	0.444
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=t_b(Q_1-Q_2)/2 \times 3600$	129.6
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	142.56

資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)

表 2-34 案例 6 之永久性滯洪池設計表

案例編號		6
集水分區		A
集水面積 A(ha)		1.31
滯洪池設計容積	設計深度(m),H	1.49
	設計寬度(m),W	16
	設計長度(m),L	6
	設計容積(m ³), $V_{des}=H \times W \times L$	143.04
	設計安全檢核 F.S, $V_{des} > V_{sd}$	OK
滯洪池放流口 流量檢核	設計調節後出流量(cms) $Q_{out}=Q_1 \times 80\% \text{ 且 } < Q_2$	0.413
	圓形放流口採用直徑(m),D	0.3
	圓形放流口採用水位差(m),h'	1.34
	$Q_{DES}=C \times A(2gx h')^{0.5}$	0.217
滯洪池溢洪口 流量檢核	溢流口採用底寬(m),b	1.5
	溢流口採用水深(m),h	0.4
	排水溝深度(m)	0.5
	溢洪口高度(m),H	0.9
	溢流口流量 $Q_d=1.767bh^{3/2}$	0.671
$Q_{DES}=C \times (B \times D)(2gx h')^{0.5}$ C=0.6(涵管系數)	既有聯外排水溝有效斷面 bxd,(m ²)	0.75
	既有聯外排水溝曼寧 n 值	0.04
	既有聯外排水溝坡度%	6.6
	既有聯外排水量 $Q_g=AV$, (cms)	1.486
設計安全檢核 F.S		$Q_{DES} < Q_{out} < Q_g$ OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-12 所示，排水分區圖、水土保持設施配置圖、案例 6 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-15~1-18 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)

圖 2-12 案例 6 之滯洪池照片

六、高雄市大樹區小坪段371地號鳳邑慈惠堂水土保持計畫

(一)計畫目的

為樹立民間正直信仰、促進社會和諧、帶來社會安定、達到淨化社會人心等目標，以興辦公益慈善及文化教育建設事務為服務宗旨，於大樹區現址興建「鳳邑慈惠堂」。由於基地部份位於山坡地上，為確保山坡地開發工程品質及防止整地過程中土壤沖蝕及變流造成災害，提出水土保持計畫，做為未來施工時水土保持工程之依據，並將開發後對山坡地環境不利衝擊減至最低程度。(森山工程顧問有限公司，2018)

(二)水文參數

表 2-35 案例 7 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
溪埔氣候站	2488.3	92.17	18.32	55	0.59	0.55	0.31

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

表 2-36 案例 7 之水文參數

案例編號		代號	7
集水面積(ha)	開發前	A	0.354
重現期距 25 年降雨強度 (mm/hr)	開發前	I_{tc}^{25}	150
重現期距 50 年降雨強度 (mm/hr)	開發後	I_{tc}^{50}	164.1
重現期距 25 年洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	0.111
	開發後		0.140
重現期距 50 年洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{50}	0.121
	開發後		0.153

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

(三)逕流係數

表 2-37 案例 7 之逕流係數計算結果

案例編號	開發狀態	採用 C 值
7	開發前	0.75
	開發後	0.95

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

(四)滯洪池參數

表 2-38 案例 7 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	7
滯洪設施編號	Det1
集水面積 A(ha)	0.354
開發後之 50 年洪峰流量 Q_3 (cms)	0.153
開發前之 25 年洪峰流量 Q_1 (cms)	0.111
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=t_b(Q_3-Q_1)/2 \times 3600$	75.6
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	83.2

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

表 2-39 案例 7 之永久性滯洪池設計表

案例編號		7
滯洪設施編號		Det1
集水面積 A(ha)		0.354
滯洪池需求量	滯洪需求容量(m^3), V_1	83.2
滯洪池設計容積	平均面積(m^2), A_1	90
	滯洪池高度(m), H_{d1}	1
	滯洪池容積(m^3), V_{d1}	90
滯洪池放流口 流量檢核	尺寸 $b \times h$ (m)	0.22×0.2
	水位差(m), h'	0.9
	$Q_{D1}=C \times A(2g \times h')^{0.5}$	0.111
	採用檢核出流量, Q_1 (cms)	0.111
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES1} \leq Q_1$	OK
滯洪池溢洪口 流量檢核	溢流口長度(m), b	2
	溢流口高度(m), h	0.15
	$Q_{D2}=1.767 \times b \times h^{3/2}$	0.205
	檢核出流量, Q_3 (cms)	0.153
	設計安全檢核 F.S, $Q_{D2} > Q_3$	OK

案例編號		7
排放管流量檢核	直徑(m),D	0.3
	設計水深(m),y	0.225
	最小坡度(%),S	4.9
	流速(m/s),V	3.732
	流量(cms), Q_{D3}	0.213
	設計安全檢核 $F.S, Q_{D3} > Q_{D2}$	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

表 2-40 案例 7 之聯外排水系統水理計算表

案例編號		7
東南側天然坑溝	集水區面積(ha)	5.742
	洪峰流量, Q (cms)	1.660
	渠道坡度(%)	3.0
	坑溝斷面(m)	9×1
	容許排洪量, Q_u (cms)	22.164
基地範圍內 (A1~A6)	開發前洪峰流量 (25 年重現期), Q_1 (cms)	0.111
	開發後控制流量, Q_{D1} (cms)	0.111
基地範圍外 (A7)	開發前洪峰流量 (25 年重現期), Q_2 (cms)	0.066
設計安全檢核	$Q_{D1} \leq Q_1$, (cms)	$0.111 \leq 0.111$, OK
	$Q + Q_{D1} + Q_2 \leq Q_u$, (cms)	$1.837 \leq 22.164$, OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-13 所示，排水分區圖、水土保持設施配置圖、案例 7 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-19~1-22 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

圖 2-13 案例 7 之滯洪池照片

七、屏東縣高樹鄉大路關生態主題遊樂區水土保持變更計畫

(一)計畫目的

本開發案位於屏東縣高樹鄉，屬於屏北之高樹鄉大路關段，原為台鳳公司大路開農場，擬新建成為熱帶植物生態文化主題遊樂園，原計畫已於民國 92 年 8 月提送屏東縣高樹鄉大路關生態主題遊樂區水土保持計畫，經審核通過並於 93 年 10 月 28 日申報開工。然因市場需求不同、整體配置改變及力求符合當地生態等因素考量，故對整地開發配置進行調整，在不改變水土保持功能的前提下，重新改變配置部分水土保持設施設施位置及形式，故提出本水土保持變更計畫，作為未來水土保持工程施作之依據。(森山工程顧問有限公司，2005)

(二)水文參數

表 2-41 案例 8 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均雨量 (mm)	I_{25}^{60}	A	B	C	G	H
高樹氣候站	2608.6	93	17.78	55	0.59	0.55	0.30

資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

表 2-42 案例 8 之水文參數

案例編號			代號	8
滯洪設施編號			-	P1
集水面積 (ha)	開發前		A	11.1378
	開發中	已開發		11.1378
		未開發		0
	開發後	已開發		11.1378
		未開發		0
採用降雨延時 (min)	開發前		t _c	12.78
	開發中			5.79
	開發後			6.27
重現期距 25 年	開發前		I ₂₅ ⁶⁰	137.2

案例編號		代號	8
降雨強度 (mm/hr)	開發中		146.0
	開發後		145.4
重現期距 50 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	I_{tc}^{50}	150.0
	開發中		159.7
	開發後		159.0
重現期距 25 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	2.970
	開發中		4.517
	開發後		4.047
重現期距 50 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{50}	3.248
	開發中		4.940
	開發後		4.426

資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

(三)逕流係數

表 2-43 案例 8 之逕流係數計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	採用 C 值
8	P1	開發前	0.7
		開發中	1
		開發後	0.9

資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

(四)滯洪池參數

表 2-44 案例 8 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	8
滯洪設施編號	P1
集水面積 A(ha)	11.1378
開發後之 50 年洪峰流量 $Q_1(cms)$	4.426
開發前之 25 年洪峰流量 $Q_2(cms)$	2.970
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_s=t_b(Q_1-Q_2)/2 \times 3600$	2702.04
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_s$	2972.25

資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

表 2-45 案例 8 之永久性滯洪池設計表

案例編號		8
滯洪設施編號		P1
集水面積 A(ha)		11.1378
需求量體	滯洪池需求蓄洪量(m^3), V_1	2972.25
滯洪池設計容積	設計深度(m), H_1	1.2
	設計面積(m^2), A_1	2500
	設計容積(m^3), $V_{des} = A_1 \times H_1$	3000
滯洪池放流口 流量檢核	設計調節後出流量(cms) $Q_{out} = Q_1 \times 80\%$ 且 $< Q_2$	2.970
	方形放流口採用底寬(m), B_1	0.6
	方形放流口採用高度(m), H_1	1.2
	$Q_{DES} = 2.36 \times B_1^{1.13} \times H_1^{1.53}$	1.751
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES} < Q_{out}$	OK
滯洪池溢洪口 流量檢核	溢流口採用底寬(m), B_2	10
	溢流口採用水深(m), H_2	0.40
	溢流口流量 $Q_{DES2} = 1.767 \times B_2 \times H_2^{3/2}$	4.470
	設計安全檢核 F.S, $Q_{DES2} > Q_1$	OK
$Q_g = AV$	既有聯外排水溝有效斷面 A' , (m^2)	0.75
	既有聯外排水溝曼寧 n 值	0.014
	既有聯外排水溝坡度 %	2.7
	既有聯外排水量 $Q_g = A'V$, (cms)	3.140
設計安全檢核 F.S	$Q_{DES} < Q_{out} < Q_g$	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-14 所示，排水分區圖、水土保持設施配置圖、案例 8 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-23~1-25 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

圖 2-14 案例 8 之滯洪池照片

八、屏東縣三地門鄉安坡段738-1地號馬兒教會教堂新建工程水土保持計畫

(一)計畫目的

本教會係馬兒村村民信仰及傳播福音的中心，現有教堂已不敷使用，經多方努力及各相關單位的協助，得以著手計畫興建。

因基地位於山坡地，依據水土保持法第 12 條第 1 項第 4 款及水土保持計畫審核監督辦法第 3 條第 1 項第 5 款規定，本案為開發建築用地，且建築基地面積超過 500 平方公尺，應先擬具水土保持計畫送主管機關審核。為防止整過程中土壤沖蝕及逕流造成災害，提出本基地之水土保持計畫，以作為未來施工時水土保持工程之依據。(森山工程顧問有限公司，2010)

(二)水文參數

表 2-46 案例 9 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均 雨量 (mm)	I_{25}^{60}	A	B	C	G	H
古夏雨量站	3,091.9	95.8	16.18566	55	0.56827	0.55371	0.30360

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

表 2-47 案例 9 之水文參數

案例編號		代號	9
集水分區		-	A
集水面積 (ha)	開發前	A	0.5
	開發中		0.5
	開發後		0.5
採用降雨延時 (min)	開發前	t_c	3.50
	開發中		3.51
	開發後		3.80
重現期距 25 年	開發前	I_{25}^{60}	150.2

案例編號		代號	9
降雨強度 (mm/hr)	開發中		150.2
	開發後		149.7
重現期距 50 年 降雨強度 (mm/hr)	開發前	I_{tc}^{50}	164.2
	開發中		164.2
	開發後		163.7
重現期距 25 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	0.156
	開發中		0.209
	開發後		0.198
重現期距 50 年 洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{50}	0.171
	開發中		0.228
	開發後		0.216

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

(三)逕流係數

表 2-48 案例 9 之逕流係數加權計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	逕流係數(C)
9	A	開發前	0.75
		開發中	1.00
		開發後	0.95

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

(四)滯洪池參數

表 2-49 案例 9 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	9
滯洪設施編號	Det1
集水分區	A
集水面積 A(ha)	0.5
開發後之 50 年洪峰流量 $Q_1(cms)$	0.216
開發前之 25 年洪峰流量 $Q_2(cms)$	0.156
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=tb(Q_1-Q_2)/2 \times 3600$	108.0
滯洪設施之蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	118.8

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

表 2-50 案例 9 之永久性滯洪池設計表

案例編號		9
滯洪設施編號		Det1
集水分區		A
集水面積 A(ha)		0.5
需求量體	滯洪池需求蓄洪量(m^3), V_{sd}	118.8
滯洪池設計容積	設計深度(m), h	0.90
	設計面積(m^2), A	135.0
	設計容積(m^3), $V_{des}=A \times h$	121.5
滯洪池放流口 流量檢核	開發後之 50 年洪峰流量 Q_3 , (cms)	0.216
	開發前之 25 年洪峰流量 Q_1 , (cms)	0.156
	方形放流口採用寬度(m), B	0.40
	方形放流口採用高度(m), D	0.20
	方形放流口採用水位差(m), h'	0.8
	$Q_{DES}=C \times A(2gxh')^{0.5}$	0.144
	設計安全檢核 F.S., $Q_{DES} < Q_1 * 80\% \text{ 且 } < Q_2$	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

表 2-51 案例 9 之下游排水系統容許排放流量檢討

型式	斷面尺寸 (m)	坡度 (%)	水流深 (m)	出水高 (m)	容許排放量 Q_g (cms)	開發後排放量 Q_{DES} (cms)	安全檢核 $Q_g > Q_{50}$
矩形溝	0.6x0.7	3.0	0.5	0.2	1.140	0.144	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-15 所示，排水分區圖、水土保持設施配置圖、案例 9 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-26~1-28 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)

圖 2-15 案例 9 之滯洪池照片

九、國家免疫馬匹畜牧場水土保持計畫

(一)計畫目的

衛生福利部疾病管制署為生產抗蛇毒血清製劑，前奉行政院核定新建「國家免疫馬匹畜牧場」，該畜牧場位於國立屏東科技大學校區內之東南側，原申辦過程經屏東縣政府同意免擬具水土保持計畫並已取得建築使用執照，已於 102 年底完工並自 103 年起委託廠商啟用部分馬舍試營運，惟馬匹飼養規模超過 20 匹以上則必須依法取得畜牧場登記證，故刻正依屏東縣政府要求辦理環境影響評估及規劃廢水處理設施，由於該馬場基地屬山坡地，應依「水土保持法」實施水土保持之處理與維護，故提出本案之水土保持計畫，以符合相關規定。(森山工程顧問有限公司，2017)

(二)水文參數

表 2-52 案例 10 之降雨量及降雨強度參數

測站	年平均雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H
屏科大測站	2,657.1	93.32	17.58	55	0.59	0.55	0.3

資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)

表 2-53 案例 10 之水文參數

案例編號		代號	10
集水分區		-	D
集水面積(ha)		A	0.547
重現期距 25 年降雨強度(mm/hr)		I_{tc}^{25}	147.9
重現期距 50 年降雨強度(mm/hr)		I_{tc}^{50}	161.7
重現期距 25 年洪峰流量 $Q=CIA/360(cms)$	開發前	Q_{25}	0.191
	開發後		0.213
重現期距 50 年洪峰流量		Q_{50}	0.209

案例編號		代號	10
$Q=CIA/360(\text{cms})$	開發後		0.233

資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)

(三)逕流係數

表 2-54 案例 10 之逕流係數加權計算結果

案例編號	集水分區	開發狀態	逕流係數 (C)
10	D	開發前	0.85
		開發中	1.00
		開發後	0.95

資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)

(四)滯洪池參數

表 2-55 案例 10 之永久性滯洪池需求計算表

案例編號	10
滯洪設施編號	Det4
集水分區	D
集水面積 A(ha)	0.547
開發前 25 年洪峰流量 $Q_1(\text{cms})$	0.191
開發後 50 年洪峰流量 80%, (cms)	0.186
開發後 50 年洪峰流量 $Q_3(\text{cms})$	0.233
基期(hr)	1
設計滯洪量 $V_{s2}(\text{m}^3)$	84.6
所需設計蓄洪量 $V_{sd}(\text{m}^3)$	93.1

資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)

表 2-56 案例 10 之永久性滯洪池設計表

案例編號		10
滯洪設施編號		Det4
集水分區		D
集水面積 A(ha)		0.547
需求量體	滯洪池需求蓄洪量(m^3), V_{SD}	93.1
滯洪池設計容積	設計深度(m), h	0.65
	設計面積(m^2), A	170
	設計容積(m^3), $V_{des}=A \times h$	110.5
滯洪池放流口 流量檢核	開發前 Q_{25} , (cms)	0.191
	開發後 Q_{50} , (cms)	0.233
	開發後 $Q_{50 \times 80\%}$, (cms)	0.186
	採用檢核出流量 Q_{app} , (cms)	0.186
	方形放流口尺寸(m), $b \times h$	0.32x0.31
	設計出流量 Q_{D1} , (cms)	0.185
	出流量檢核 F.S, $Q_{D1} < Q_{app}$	OK
滯洪池溢洪口 流量檢核 (流量係數 $C=0.6$)	溢洪口尺寸(m), $b \times h$	1x0.3
	設計溢洪量 Q_{D2} , (cms)	0.289
	溢洪量檢核 F.S, $Q_{D2} > Q_{50}$	OK

資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)

(五)設計規劃圖說

滯洪池照片如圖 2-16 所示，排水分區圖、水土保持設施配置圖、案例 10 滯洪沉砂池設計圖如 P.附錄 1-29~1-33 所示。



資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)

圖 2-16 案例 10 之滯洪池照片

第五節 滯洪量設計規範

本計畫蒐集現今滯洪量設計之相關法規並彙整如表 2-57 所示，從表中可得知滯洪量設計之法規包含「水土保持技術規範(2020)」、「臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)-附件一、排水計畫格式及內容」、「臺北市下水道工程設施標準(2010 年廢止)」、「臺灣省下水道工程設施標準(2006 年廢止)」及「高雄市下水道工程設施自治條例(2006 年廢止)」，各規範之設計原則說明如下：

一、水土保持技術規範(2020)第95條：入流歷線至少採重現期距50年以上之洪水，出流歷線則為重現期距25年以下之洪水。

二、臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)-附件一、排水計畫格式及內容(第五章第2點)：

(一)開發區若位屬都市計畫區，其滯洪設施之設計容量至少應採用開發後 50 年以上一次頻率之降雨強度計算開發後之雨水最大逕流量，排放量不得超過開發前 10 年一次頻率之降雨強度計算開發後之雨水最大逕流量。

(二)開發區若位屬非都市計畫區，其滯洪設施之設計容量至少應採用開發後 100 年以上一次頻率之降雨強度計算開發後之雨水最大逕流量，排放量不得超過開發前 25 年一次頻率之降雨強度計算開發後之雨水最大逕流量。

三、臺北市下水道工程設施標準(2010年廢止)第17條：調節池設計之容量於山坡地時以10年一次之暴雨強度，平原地區以5年一次之暴雨強度計算社區開發後之雨水最大逕流量。

四、臺灣省下水道工程設施標準(2006年廢止)第14條：調節池設計之容量為山坡地以10年一次之暴雨強度，平原地區以5年一次之暴雨強度計算社區開發後之雨水最大逕流量。

五、高雄市下水道工程設施自治條例(2006年廢止)第17條：調節池容量以5年一次之降雨強度計算雨水最大逕流量。

綜合上述，因臺北市下水道工程設施標準、臺灣省下水道工程設施標準與高雄市下水道工程設施自治條例皆已廢止，本計畫首先選定現行之水土保持技術規範(2020)與臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)常見的設計標準(重現期距 50 年及 100 年)作為入流量之參考依據。此外，為進行不同法規設計標準下之滯洪量分析，另探討在入流流量較小(重現期距 25 年)與在極端降雨事件(重現期距 200 年)之情況下滯洪量之差異，故本計畫最終共選定 4 組入流流量(重現期距 25 年、50 年、100 年及 200 年(極端降雨事件))。

表 2-57 滯洪量設計原則之法規彙整表

法規		設計原則	
水土保持技術規範	第 95 條	入流歷線至少採 50 年以上之洪水，出流歷線則為 25 年以下之洪水	
臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法 (附件一、排水計畫格式及內容)	第五章 第 2 點	都市計畫區	開發後 50 年以上一次頻率之最大逕流量，排放量不得超過開發前 10 年一次頻率之最大逕流量
		非都市計畫區	開發後 100 年以上一次頻率之最大逕流量，排放量不得超過開發前 25 年一次頻率之最大逕流量
臺北市下水道工程設施標準 (2010 年廢止)	第 17 條	山坡地	以 10 年一次之暴雨強度計算社區開發後之雨水最大逕流量
		平原地區	以 5 年一次之暴雨強度計算社區開發後之雨水最大逕流量
臺灣省下水道工程設施標準 (2006 年廢止)	第 14 條	山坡地	以 10 年一次之暴雨強度計算社區開發後之雨水最大逕流量
		平原地區	以 5 年一次之暴雨強度計算社區開發後之雨水最大逕流量
高雄市下水道工程設施自治條例 (2006 年廢止)	第 17 條	以 5 年一次之降雨強度計算雨水最大逕流量	

資料來源：水土保持技術規範(2020)、臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)、臺北市下水道工程設施標準(2010 年廢止)、臺灣省下水道工程設施標準(2006 年廢止)、高雄市下水道工程設施自治條例(2006 年廢止)及本計畫(2020)彙整

第六節 排洪量設計規範

本計畫蒐集現今排洪量設計之相關法規並彙整如表 2-58 所示，從表中可看出包含「水土保持技術規範(2020)」、「臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)-附件一、排水計畫格式及內容」。其中因上述規範規定排洪量不應超過下游排水系統之容許排洪量，故本計畫亦針對下游排水系統常見之設計規範進行統整，如表 2-59 所示，包含「公路排水設計規範(2018)」、「臺北市雨水下水道設施規劃設計規範(2010)」、「臺北市下水道工程設施標準(2010 年廢止)」、「臺灣省下水道工程設施標準(2006 年廢止)」及「高雄市下水道工程設施自治條例(2006 年廢止)」。各規範之設計原則說明如下：

一、水土保持技術規範(2020)第95條：出流歷線則為重現期距25年以下之洪水。基地開發後之出流洪峰流量應小於入流洪峰流量百分之八十，並不得大於開發前之洪峰流量。且不應超過下游排水系統之容許排洪量。

二、臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)-附件一、排水計畫格式及內容：

(一)第四章第 5 點：開發區排水出口之排洪能力不得大於開發前重現期距 10 年之洪峰流量，及現況下游排水路之排洪能力。

(二)第五章第 2 點：開發區若位屬都市計畫區，排放量不得超過開發前 10 年一次頻率之降雨強度計算開發後之雨水最大逕流量；開發區若位屬非都市計畫區，排放量不得超過開發前 25 年一次頻率之降雨強度計算開發後之雨水最大逕流量。

- 三、公路排水設計規範(2018)第三章第2節：除有規定者，公路排水設施設計重現期距應視設施規模之經濟性及安全性，如表2-59。
- 四、臺北市雨水下水道設施規劃設計規範(2010)第2條：雨水下水道設施計畫逕流量應依相關條件估算，若面積小於一百公頃者，可採用合理化公式計算；若面積超過一百公頃時則需將集水區分割為數個小於一百公頃之小區域，採用合理化公式及其他逕流推估法計算，選取其最大逕流量作為設計。設計重現期如表2-59所示。
- 五、臺北市下水道工程設施標準(2010年廢止)第7條：雨水逕流量應依相關條件估算，並得以合理法公式計算之，各項設施之設計重現頻率規定如表2-59所示。
- 六、臺灣省下水道工程設施標準(2006年廢止)第6條：降雨重現頻率採用二年至十年發生一次為準。
- 七、高雄市下水道工程設施自治條例(2006年廢止)第7條：逕流量以合理法為計算標準，但有充分之實測資料並經詳細檢討時，得以其他方式計算之。降雨強度採用五年發生一次之頻率為原則。

綜合上述，因臺北市下水道工程設施標準、臺灣省下水道工程設施標準與高雄市下水道工程設施自治條例皆已廢止，為符合下游容許排洪量，本計畫選定現行之水土保持技術規範(2020)、臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)、公路排水設計規範(2018)及臺北市雨水下水道設施規劃設計規範(2010)常見的設計標準(重現期距 5 年、10 年及 25 年)作為出流量之參考依據。

表 2-58 排洪量設計原則之法規彙整表

法規		設計原則	
水土保持技術規範	第 95 條	出流歷線則為重現期距 25 年以下之洪水。基地開發後之出流洪峰流量應小於入流洪峰流量百分之八十，並不得大於開發前之洪峰流量。且不應超過下游排水系統之容許排洪量。	
臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法 (附件一、排水計畫格式及內容)	第四章 第 5 點	開發區排洪能力不得大於開發前重現期距 10 年之洪峰流量及現況下游排水路之排洪能力。	
	第五章 第 2 點	都市計畫區	排放量不得超過開發前 10 年一次頻率之最大逕流量。
		非都市計畫區	排放量不得超過開發前 25 年一次頻率之最大逕流量。

資料來源：水土保持技術規範(2020)及臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法(2018)-附件一、排水計畫格式及內容及本計畫(2020)彙整

表 2-59 下游容許排洪量設計原則之法規彙整表

法規		設計原則		
公路排水設計 規範	第三章 第 2 節	排水設施種類	重現期距(年)	
			省縣道	鄉道
		淺溝及路邊溝	5~10	2~5
		進水口	5~10	2~5
		排水聯絡支管	5~10	2~5
		涵洞	10~50	5~20
		排水路(寬度 ≥ 10 m)	20~50	10~50
		排水路(寬度 < 10 m)	10~20	5~20
		平台截流溝及豎溝	5~20	5~20
臺北市雨水下水道設施規劃設計 規範	第 2 條	排水設施種類	重現期距(年)	
		平原地區排水系統	5	
		山坡地社區開發系統	10	
		雨水調節池	5	
		抽水站外水位	10	
臺北市下水道工程 設施標準 (2010 年廢止)	第 7 條	排水設施種類	重現期距(年)	
		平原地區排水系統	5	
		山坡地社區開發排水系統	10	
		雨水調節池	20	
		抽水站外水位	10	
		車行地下道	20	
臺灣省下水道工程 設施標準 (2006 年廢止)	第 6 條	採用 2 年至 10 年發生一次之重現期距		

法規		設計原則
高雄市下水道工程 設施自治條例 (2006 年廢止)	第 7 條	採用 5 年發生一次之重現期距

資料來源：公路排水設計規範(2018)及臺北市雨水下水道設施規劃設計規範(2010)、臺北市下水道工程設施標準(2010 年廢止)、臺灣省下水道工程設施標準(2006 年廢止)、高雄市下水道工程設施自治條例(2006 年廢止)及本計畫(2020)彙整

第三章 不同法規設計標準下滯洪量估算值之分析

由第二章第五節及第六節所蒐集之規範可得知在不同地區及不同單位中，對於滯洪量之入流流量與下游容許排洪量之設計皆有不同標準，因此本計畫以較常見之標準作為計算滯洪量之依據，設定 4 組入流流量(重現期距 25 年、50 年、100 年及 200 年(極端降雨事件))與 3 組下游容許排洪量(重現期距 5 年、10 年及 25 年)，並採用水土保持技術規範(2020)估算滯洪量之方法分析，探討滯洪量設計之適宜性。

第一節 滯洪量之估算方法

一、滯洪量

依據水土保持技術規範第 96 條，利用開發前、中、後之洪峰流量繪製成三角單位歷線圖，以三角形同底不等高，依下列公式 3-1 及公式 3-2 求出永久滯洪量(V_{S2} , m^3)及設計蓄洪量(V_{sd} , m^3)：

$$V_{S2} = \frac{t'_b(Q_3 - Q_1)}{2} \times 3600 \quad (3-1)$$

$$V_{sd} = 1.1V_{S2} \quad (3-2)$$

式中， Q_3 為開發後之洪峰流量(m^3/s)； Q_1 為開發前之洪峰流量(m^3/s)； t'_b 為基期(hr)，基於安全考量，設計基期至少應採 1 小時以上之設計(不足 1 小時者，仍以 1 小時計算)。

二、洪峰流量

依據規範第 17 條進行開發前後洪峰流量之估算，有實測資料時，得採用單位歷線分析；面積在一千公頃以內者，無實測資料時，得採用合理化公式(Rational Formula)計算，如公式 3-3：

$$Q_p = \frac{1}{360} CIA \quad (3-3)$$

式中， Q_p ：洪峰流量(m^3/s)； C ：逕流係數(無單位)； I ：降雨強度(mm/hr)； A ：集水區面積(ha)。

三、逕流係數

開發前後之逕流係數(C 值)，將依據規範第 18 條進行本計畫案例之逕流係數 C 值選定，其參考值如表 3-1 所示。

表 3-1 逕流係數參考值

集水區狀況	陡峻山地	山嶺區	丘陵地或森林	平坦耕地	非農業使用
無開發整地區之逕流係數	0.75~0.90	0.70~0.80	0.50~0.75	0.45~0.60	0.75~0.95
開發整地區整地後之逕流係數	0.95	0.90	0.90	0.85	0.95~1.00

四、降雨強度

依據規範第 16 條，降雨強度之推估值不得小於下列無因次降雨強度公式之推估值，如公式 3-4：

$$\begin{aligned} \frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} &= (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C} \\ I_{60}^{25} &= \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2 \\ A &= \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2 \\ B &= 55 \\ C &= \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2 \\ G &= \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2 \\ H &= \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2 \end{aligned} \quad (3-4)$$

式中， T ：重現期距(年)； t ：降雨延時或集流時間(min)； I_t^T ：重現期距 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度(mm/hr)； P ：年平均降雨量(mm)； A 、 B 、 C 、 G 與 H 為係數。

第二節 不同設計標準下之滯洪量差異性探討

因各案例之核定時間皆不同，為使滯洪量差異性分析更加符合現今之降雨特性，本計畫係依據各案例之滯洪池坐標，挑選出鄰近滯洪池的雨量站，並以各雨量站截至 2019 年之年平均雨量(如表 2-8)搭配第二章第四節已彙整的 10 個滯洪池案例計算滯洪量所需之相關參數，再參照前述所設定之標準(4 組入流流量(重現期距 25 年、50 年、100 年及 200 年)與 3 組下游容許排洪量(重現期距 5 年、10 年及 25 年))，以水土保持技術規範(2020)估算滯洪量之方法進行分析，並將入流採重現期距 50 年之洪峰流量(開發後)及出流採重現期距 25 年之洪峰流量(開發前)所計算的永久滯洪量(V_{S2})設為基準值，探討基準值與其餘不同設計標準之滯洪量的比值關係，案例 1~10 之分析成果分別如表 3-2~表 3-11 所示。

由下表可得知在案例 1~10 的分析成果中，皆以入流採重現期距 25 年之洪峰流量(開發後)及出流採重現期距 10 年之洪峰流量(開發前)所計算的永久滯洪量為最小，分別為基準值之 1.26 倍、1.31 倍、1.01 倍、1.01 倍、1.27 倍、1.15 倍、1.00 倍、0.99 倍、1.01 倍及 1.09 倍，表示若以該設計標準進行設計，雖然滯洪量體與基準值差異不大，但因出流採重現期距 10 年之洪峰流量，當入流大於重現期距 10 年之洪峰流量時，相較出流採重現期距 25 年之洪峰流量(開發前)之設計標準能較容易發揮滯洪的功能與效益，同時亦能更加保護下游之排水系

統，避免下游之排水系統無法承容。

而入流採重現期距 200 年之洪峰流量(開發後)及出流採重現期距 5 年之洪峰流量(開發前)所計算的永久滯洪量為最大，分別為基準值之 4.72 倍、5.16 倍、2.18 倍、2.18 倍、4.76 倍、3.55 倍、2.06 倍、1.96 倍、2.19 倍及 2.92 倍，換句話說，採用以上設計標準之洪峰流量計算滯洪量，永久滯洪池之尺寸將會差 2~5 倍；其次為入流採重現期距 200 年之洪峰流量(開發後)及出流採重現期距 10 年之洪峰流量(開發前)所計算的永久滯洪量，分別為基準值之 3.86 倍、4.20 倍、1.94 倍、1.94 倍、3.89 倍、2.98 倍、1.84 倍、1.77 倍、1.94 倍及 2.50 倍，倘若採用以上設計標準之洪峰流量計算滯洪量，永久滯洪池之尺寸將會差 2~4 倍。綜合上述，在土地利用與開發之許可下，滯洪池以極端降雨事件之情況為設計標準搭配重現期距較小之排放量，其滯洪體積大，安全性高，可降低災害發生頻率。若為土地利用受限之地區(如都會區)，其土地成本較高且取得較為困難，在安全、經濟及有效之原則考量下，建議採用多功能複合式滯洪池之設計規劃，並進行各項原則之效益評估，以期創造更多元之附加價值。

表 3-2 不同設計標準下之滯洪量(案例 1)

案例			1										
重現期距 參數			$Q_{50}-Q_{25}$ (A)	$Q_{50}-Q_{10}$ (B)	$Q_{50}-Q_5$ (B)	$Q_{200}-Q_{25}$ (B)	$Q_{200}-Q_{10}$ (B)	$Q_{200}-Q_5$ (B)	$Q_{100}-Q_{25}$ (B)	$Q_{100}-Q_{10}$ (B)	$Q_{100}-Q_5$ (B)	$Q_{25}-Q_{10}$ (B)	$Q_{25}-Q_5$ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		1.954										
	開發後	已開發	1.344										
		未開發	0.610										
降雨延時 t_c (min)	開發前		1.070										
	開發後		2.780										
逕流係數 C	開發前		0.856										
	開發後		0.891										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		$I_{25}=147.1$	$I_{10}=128.7$	$I_5=114.8$	$I_{25}=147.1$	$I_{10}=128.7$	$I_5=114.8$	$I_{25}=147.1$	$I_{10}=128.7$	$I_5=114.8$	$I_{10}=128.7$	$I_5=114.8$
			$I_{50}=161.0$			$I_{200}=188.9$			$I_{100}=175.0$			$I_{25}=147.1$	
	開發後		$I_{25}=144.4$	$I_{10}=126.3$	$I_5=112.7$	$I_{25}=144.4$	$I_{10}=126.3$	$I_5=112.7$	$I_{25}=144.4$	$I_{10}=126.3$	$I_5=112.7$	$I_{10}=126.3$	$I_5=112.7$
			$I_{50}=158.0$			$I_{200}=185.4$			$I_{100}=171.7$			$I_{25}=144.4$	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		$Q_{25}=0.684$	$Q_{10}=0.598$	$Q_5=0.533$	$Q_{25}=0.684$	$Q_{10}=0.598$	$Q_5=0.533$	$Q_{25}=0.684$	$Q_{10}=0.598$	$Q_5=0.533$	$Q_{10}=0.598$	$Q_5=0.533$
			$Q_{50}=0.748$			$Q_{200}=0.878$			$Q_{100}=0.813$			$Q_{25}=0.684$	
	開發後		$Q_{25}=0.694$	$Q_{10}=0.607$	$Q_5=0.541$	$Q_{25}=0.694$	$Q_{10}=0.607$	$Q_5=0.541$	$Q_{25}=0.694$	$Q_{10}=0.607$	$Q_5=0.541$	$Q_{10}=0.607$	$Q_5=0.541$
			$Q_{50}=0.759$			$Q_{200}=0.891$			$Q_{100}=0.825$			$Q_{25}=0.694$	
基期 t_b (hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 $V_{S2}(m^3)$			136.33	290.22	406.63	372.59	526.48	642.89	254.46	408.35	524.76	172.08	288.49
比值(B/A)			1.00	2.13	2.98	2.73	3.86	4.72	1.87	3.00	3.85	1.26	2.12

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)及本計畫(2020)彙整

表 3-3 不同設計標準下之滯洪量(案例 2)

案例			2										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		0.750										
	開發後	已開發	0.086										
		未開發	0.664										
降雨延時 t _c (min)	開發前		1.620										
	開發後		1.710										
逕流係數 C	開發前		0.750										
	開發後		0.773										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =146.2	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1	I ₂₅ =146.2	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1	I ₂₅ =146.2	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1
			I ₅₀ =160.1			I ₂₀₀ =187.7			I ₁₀₀ =173.9			I ₂₅ =146.2	
	開發後		I ₂₅ =146.1	I ₁₀ =127.8	I ₅ =114.0	I ₂₅ =146.1	I ₁₀ =127.8	I ₅ =114.0	I ₂₅ =146.1	I ₁₀ =127.8	I ₅ =114.0	I ₁₀ =127.8	I ₅ =114.0
			I ₅₀ =159.9			I ₂₀₀ =187.5			I ₁₀₀ =173.7			I ₂₅ =146.1	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.228	Q ₁₀ =0.200	Q ₅ =0.178	Q ₂₅ =0.228	Q ₁₀ =0.200	Q ₅ =0.178	Q ₂₅ =0.228	Q ₁₀ =0.200	Q ₅ =0.178	Q ₁₀ =0.200	Q ₅ =0.178
			Q ₅₀ =0.250			Q ₂₀₀ =0.293			Q ₁₀₀ =0.272			Q ₂₅ =0.228	
	開發後		Q ₂₅ =0.229	Q ₁₀ =0.201	Q ₅ =0.179	Q ₂₅ =0.229	Q ₁₀ =0.201	Q ₅ =0.179	Q ₂₅ =0.229	Q ₁₀ =0.201	Q ₅ =0.179	Q ₁₀ =0.201	Q ₅ =0.179
			Q ₅₀ =0.251			Q ₂₀₀ =0.294			Q ₁₀₀ =0.273			Q ₂₅ =0.229	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m³)			40.44	91.88	130.79	118.53	169.96	208.87	79.48	130.92	169.83	52.83	91.74
比值(B/A)			1.00	2.27	3.23	2.93	4.20	5.16	1.97	3.24	4.20	1.31	2.27

資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)及本計畫(2020)彙整

表 3-4 不同設計標準下之滯洪量(案例 3)

案例			3										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		1.633										
	開發後	已開發	1.633										
		未開發	0										
降雨延時 t _c (min)	開發前		1.590										
	開發後		1.680										
逕流係數 C	開發前		0.750										
	開發後		0.950										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =152.4	I ₁₀ =133.5	I ₅ =119.3	I ₂₅ =152.4	I ₁₀ =133.5	I ₅ =119.3	I ₂₅ =152.4	I ₁₀ =133.5	I ₅ =119.3	I ₁₀ =133.5	I ₅ =119.3
			I ₅₀ =166.6			I ₂₀₀ =195.1			I ₁₀₀ =180.9			I ₂₅ =152.4	
	開發後		I ₂₅ =152.2	I ₁₀ =133.4	I ₅ =119.2	I ₂₅ =152.2	I ₁₀ =133.4	I ₅ =119.2	I ₂₅ =152.2	I ₁₀ =133.4	I ₅ =119.2	I ₁₀ =133.4	I ₅ =119.2
			I ₅₀ =166.5			I ₂₀₀ =195.0			I ₁₀₀ =180.7			I ₂₅ =152.2	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.518	Q ₁₀ =0.454	Q ₅ =0.406	Q ₂₅ =0.518	Q ₁₀ =0.454	Q ₅ =0.406	Q ₂₅ =0.518	Q ₁₀ =0.454	Q ₅ =0.406	Q ₁₀ =0.454	Q ₅ =0.406
			Q ₅₀ =0.567			Q ₂₀₀ =0.664			Q ₁₀₀ =0.615			Q ₂₅ =0.518	
	開發後		Q ₂₅ =0.656	Q ₁₀ =0.575	Q ₅ =0.514	Q ₂₅ =0.656	Q ₁₀ =0.575	Q ₅ =0.514	Q ₂₅ =0.656	Q ₁₀ =0.575	Q ₅ =0.514	Q ₁₀ =0.575	Q ₅ =0.514
			Q ₅₀ =0.717			Q ₂₀₀ =0.840			Q ₁₀₀ =0.779			Q ₂₅ =0.656	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m ³)			358.21	473.59	560.87	579.12	694.51	781.79	468.66	584.05	671.33	363.13	450.41
比值(B/A)			1.00	1.32	1.57	1.62	1.94	2.18	1.31	1.63	1.87	1.01	1.26

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)及本計畫(2020)彙整

表 3-5 不同設計標準下之滯洪量(案例 4)

案例			4										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		0.112										
	開發後	已開發	0.112										
		未開發	0										
降雨延時 t _c (min)	開發前		1.280										
	開發後		1.290										
逕流係數 C	開發前		0.750										
	開發後		0.950										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =152.9	I ₁₀ =134.0	I ₅ =119.7	I ₂₅ =152.9	I ₁₀ =134.0	I ₅ =119.7	I ₂₅ =152.9	I ₁₀ =134.0	I ₅ =119.7	I ₁₀ =134.0	I ₅ =119.7
			I ₅₀ =167.2			I ₂₀₀ =195.7			I ₁₀₀ =181.4			I ₂₅ =152.9	
	開發後		I ₂₅ =152.8	I ₁₀ =133.9	I ₅ =119.6	I ₂₅ =152.8	I ₁₀ =133.9	I ₅ =119.6	I ₂₅ =152.8	I ₁₀ =133.9	I ₅ =119.6	I ₁₀ =133.9	I ₅ =119.6
			I ₅₀ =167.1			I ₂₀₀ =195.7			I ₁₀₀ =181.4			I ₂₅ =152.8	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.036	Q ₁₀ =0.031	Q ₅ =0.028	Q ₂₅ =0.036	Q ₁₀ =0.031	Q ₅ =0.028	Q ₂₅ =0.036	Q ₁₀ =0.031	Q ₅ =0.028	Q ₁₀ =0.031	Q ₅ =0.028
			Q ₅₀ =0.039			Q ₂₀₀ =0.046			Q ₁₀₀ =0.042			Q ₂₅ =0.036	
	開發後		Q ₂₅ =0.045	Q ₁₀ =0.040	Q ₅ =0.035	Q ₂₅ =0.045	Q ₁₀ =0.040	Q ₅ =0.035	Q ₂₅ =0.045	Q ₁₀ =0.040	Q ₅ =0.035	Q ₁₀ =0.040	Q ₅ =0.035
			Q ₅₀ =0.049			Q ₂₀₀ =0.058			Q ₁₀₀ =0.054			Q ₂₅ =0.045	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m³)			24.72	32.66	38.66	39.93	47.87	53.87	32.32	40.26	46.27	25.05	31.05
比值(B/A)			1.00	1.32	1.56	1.62	1.94	2.18	1.31	1.63	1.87	1.01	1.26

資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)及本計畫(2020)彙整

表 3-6 不同設計標準下之滯洪量(案例 5)

案例			5										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		4.384										
	開發後	已開發	4.384										
		未開發	0										
降雨延時 t _c (min)	開發前		3.710										
	開發後		3.980										
逕流係數 C	開發前		0.850										
	開發後		0.864										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =143.4	I ₁₀ =125.5	I ₅ =112.0	I ₂₅ =143.4	I ₁₀ =125.5	I ₅ =112.0	I ₂₅ =143.4	I ₁₀ =125.5	I ₅ =112.0	I ₁₀ =125.5	I ₅ =112.0
			I ₅₀ =157.0			I ₂₀₀ =184.1			I ₁₀₀ =170.6			I ₂₅ =143.4	
	開發後		I ₂₅ =143.0	I ₁₀ =125.2	I ₅ =111.6	I ₂₅ =143.0	I ₁₀ =125.2	I ₅ =111.6	I ₂₅ =143.0	I ₁₀ =125.2	I ₅ =111.6	I ₁₀ =125.2	I ₅ =111.6
			I ₅₀ =156.5			I ₂₀₀ =183.6			I ₁₀₀ =170.1			I ₂₅ =143.0	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =1.485	Q ₁₀ =1.299	Q ₅ =1.159	Q ₂₅ =1.485	Q ₁₀ =1.299	Q ₅ =1.159	Q ₂₅ =1.485	Q ₁₀ =1.299	Q ₅ =1.159	Q ₁₀ =1.299	Q ₅ =1.159
			Q ₅₀ =1.625			Q ₂₀₀ =1.906			Q ₁₀₀ =1.765			Q ₂₅ =1.485	
	開發後		Q ₂₅ =1.505	Q ₁₀ =1.317	Q ₅ =1.175	Q ₂₅ =1.505	Q ₁₀ =1.317	Q ₅ =1.175	Q ₂₅ =1.505	Q ₁₀ =1.317	Q ₅ =1.175	Q ₁₀ =1.317	Q ₅ =1.175
			Q ₅₀ =1.647			Q ₂₀₀ =1.932			Q ₁₀₀ =1.789			Q ₂₅ =1.505	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m ³)			292.33	626.27	878.88	804.41	1,138.35	1,390.96	548.37	882.31	1,134.92	370.22	622.84
比值(B/A)			1.00	2.14	3.01	2.75	3.89	4.76	1.88	3.02	3.88	1.27	2.13

資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)及本計畫(2020)彙整

表 3-7 不同設計標準下之滯洪量(案例 6)

案例			6										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		1.310										
	開發後	已開發	0.760										
		未開發	0.550										
降雨延時 t _c (min)	開發前		1.900										
	開發後		2.480										
逕流係數 C	開發前		0.850										
	開發後		0.950										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =147.0	I ₁₀ =128.7	I ₅ =114.8	I ₂₅ =147.0	I ₁₀ =128.7	I ₅ =114.8	I ₂₅ =147.0	I ₁₀ =128.7	I ₅ =114.8	I ₁₀ =128.7	I ₅ =114.8
			I ₅₀ =160.9			I ₂₀₀ =188.6			I ₁₀₀ =174.8			I ₂₅ =147.0	
	開發後		I ₂₅ =146.1	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1	I ₂₅ =146.1	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1	I ₂₅ =146.1	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1	I ₁₀ =127.9	I ₅ =114.1
			I ₅₀ =159.9			I ₂₀₀ =187.5			I ₁₀₀ =173.7			I ₂₅ =146.1	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.455	Q ₁₀ =0.398	Q ₅ =0.355	Q ₂₅ =0.455	Q ₁₀ =0.398	Q ₅ =0.355	Q ₂₅ =0.455	Q ₁₀ =0.398	Q ₅ =0.355	Q ₁₀ =0.398	Q ₅ =0.355
			Q ₅₀ =0.498			Q ₂₀₀ =0.583			Q ₁₀₀ =0.541			Q ₂₅ =0.455	
	開發後		Q ₂₅ =0.484	Q ₁₀ =0.424	Q ₅ =0.378	Q ₂₅ =0.484	Q ₁₀ =0.424	Q ₅ =0.378	Q ₂₅ =0.484	Q ₁₀ =0.424	Q ₅ =0.378	Q ₁₀ =0.424	Q ₅ =0.378
			Q ₅₀ =0.530			Q ₂₀₀ =0.621			Q ₁₀₀ =0.575			Q ₂₅ =0.484	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m³)			134.79	236.90	314.15	299.21	401.32	478.57	217.00	319.11	396.36	154.69	231.94
比值(B/A)			1.00	1.76	2.33	2.22	2.98	3.55	1.61	2.37	2.94	1.15	1.72

資料來源：森山工程顧問有限公司(2006)及本計畫(2020)彙整

表 3-8 不同設計標準下之滯洪量(案例 7)

案例			7										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		0.354										
	開發後	已開發	0.354										
		未開發	-										
降雨延時 t _c (min)	開發前		5.130										
	開發後		1.380										
逕流係數 C	開發前		0.750										
	開發後		0.950										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =142.4	I ₁₀ =124.6	I ₅ =111.2	I ₂₅ =142.4	I ₁₀ =124.6	I ₅ =111.2	I ₂₅ =142.4	I ₁₀ =124.6	I ₅ =111.2	I ₁₀ =124.6	I ₅ =111.2
			I ₅₀ =155.8			I ₂₀₀ =182.7			I ₁₀₀ =169.3			I ₂₅ =143.4	
	開發後		I ₂₅ =148.1	I ₁₀ =129.6	I ₅ =115.7	I ₂₅ =148.1	I ₁₀ =129.6	I ₅ =115.7	I ₂₅ =148.1	I ₁₀ =129.6	I ₅ =115.7	I ₁₀ =129.6	I ₅ =115.7
			I ₅₀ =162.1			I ₂₀₀ =190.0			I ₁₀₀ =176.1			I ₂₅ =148.1	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.105	Q ₁₀ =0.092	Q ₅ =0.082	Q ₂₅ =0.105	Q ₁₀ =0.092	Q ₅ =0.082	Q ₂₅ =0.105	Q ₁₀ =0.092	Q ₅ =0.082	Q ₁₀ =0.092	Q ₅ =0.082
			Q ₅₀ =0.115			Q ₂₀₀ =0.135			Q ₁₀₀ =0.125			Q ₂₅ =1.485	
	開發後		Q ₂₅ =0.138	Q ₁₀ =0.121	Q ₅ =0.108	Q ₂₅ =0.138	Q ₁₀ =0.121	Q ₅ =0.108	Q ₂₅ =0.138	Q ₁₀ =0.121	Q ₅ =0.108	Q ₁₀ =0.121	Q ₅ =0.108
			Q ₅₀ =0.151			Q ₂₀₀ =0.178			Q ₁₀₀ =0.164			Q ₂₅ =0.138	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m ³)			83.52	107.09	124.92	130.50	154.08	171.91	107.01	130.58	148.41	83.59	101.43
比值(B/A)			1.00	1.28	1.50	1.56	1.84	2.06	1.28	1.56	1.78	1.00	1.21

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)及本計畫(2020)彙整

表 3-9 不同設計標準下之滯洪量(案例 8)

案例			8										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		11.138										
	開發後	已開發	11.138										
		未開發	-										
降雨延時 t _c (min)	開發前		12.780										
	開發後		6.270										
逕流係數 C	開發前		0.700										
	開發後		0.900										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =137.5	I ₁₀ =120.5	I ₅ =107.6	I ₂₅ =137.5	I ₁₀ =120.5	I ₅ =107.6	I ₂₅ =137.5	I ₁₀ =120.5	I ₅ =107.6	I ₁₀ =120.5	I ₅ =107.6
			I ₅₀ =150.3			I ₂₀₀ =176.1			I ₁₀₀ =163.2			I ₂₅ =137.5	
	開發後		I ₂₅ =145.7	I ₁₀ =127.7	I ₅ =114.0	I ₂₅ =145.7	I ₁₀ =127.7	I ₅ =114.0	I ₂₅ =145.7	I ₁₀ =127.7	I ₅ =114.0	I ₁₀ =127.7	I ₅ =114.0
			I ₅₀ =159.3			I ₂₀₀ =186.5			I ₁₀₀ =172.9			I ₂₅ =143.0	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =2.977	Q ₁₀ =2.609	Q ₅ =2.331	Q ₂₅ =2.977	Q ₁₀ =2.609	Q ₅ =2.331	Q ₂₅ =2.977	Q ₁₀ =2.609	Q ₅ =2.331	Q ₁₀ =2.609	Q ₅ =2.331
			Q ₅₀ =3.256			Q ₂₀₀ =3.813			Q ₁₀₀ =3.534			Q ₂₅ =2.977	
	開發後		Q ₂₅ =4.056	Q ₁₀ =3.554	Q ₅ =3.175	Q ₂₅ =4.056	Q ₁₀ =3.554	Q ₅ =3.175	Q ₂₅ =4.056	Q ₁₀ =3.554	Q ₅ =3.175	Q ₁₀ =3.554	Q ₅ =3.175
			Q ₅₀ =4.435			Q ₂₀₀ =5.194			Q ₁₀₀ =4.815			Q ₂₅ =4.056	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m³)			2,624.25	3,286.89	3,788.17	3,989.96	4,652.60	5,153.87	3,307.10	3,969.75	4471.02	2,604.04	3,105.31
比值(B/A)			1.00	1.25	1.44	1.52	1.77	1.96	1.26	1.51	1.70	0.99	1.18

資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)及本計畫(2020)彙整

表 3-10 不同設計標準下之滯洪量(案例 9)

案例			9										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		0.500										
	開發後	已開發	0.500										
		未開發	-										
降雨延時 t _c (min)	開發前		3.500										
	開發後		3.800										
逕流係數 C	開發前		0.750										
	開發後		0.950										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =150.2	I ₁₀ =131.6	I ₅ =117.6	I ₂₅ =150.2	I ₁₀ =131.6	I ₅ =117.6	I ₂₅ =150.2	I ₁₀ =131.6	I ₅ =117.6	I ₁₀ =131.6	I ₅ =117.6
			I ₅₀ =164.2			I ₂₀₀ =192.3			I ₁₀₀ =178.2			I ₂₅ =150.2	
	開發後		I ₂₅ =149.7	I ₁₀ =131.2	I ₅ =117.2	I ₂₅ =149.7	I ₁₀ =131.2	I ₅ =117.2	I ₂₅ =149.7	I ₁₀ =131.2	I ₅ =117.2	I ₁₀ =131.2	I ₅ =117.2
			I ₅₀ =163.7			I ₂₀₀ =191.7			I ₁₀₀ =177.7			I ₂₅ =149.7	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.156	Q ₁₀ =0.137	Q ₅ =0.122	Q ₂₅ =0.156	Q ₁₀ =0.137	Q ₅ =0.122	Q ₂₅ =0.156	Q ₁₀ =0.137	Q ₅ =0.122	Q ₁₀ =0.137	Q ₅ =0.122
			Q ₅₀ =0.171			Q ₂₀₀ =0.200			Q ₁₀₀ =0.186			Q ₂₅ =0.156	
	開發後		Q ₂₅ =0.198	Q ₁₀ =0.173	Q ₅ =0.155	Q ₂₅ =0.198	Q ₁₀ =0.173	Q ₅ =0.155	Q ₂₅ =0.198	Q ₁₀ =0.173	Q ₅ =0.155	Q ₁₀ =0.173	Q ₅ =0.155
			Q ₅₀ =0.216			Q ₂₀₀ =0.253			Q ₁₀₀ =0.234			Q ₂₅ =0.198	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m³)			107.28	142.06	168.37	173.73	208.51	234.82	140.51	175.28	201.59	108.83	135.14
比值(B/A)			1.00	1.32	1.57	1.62	1.94	2.19	1.31	1.63	1.88	1.01	1.26

資料來源：森山工程顧問有限公司(2010)及本計畫(2020)彙整

表 3-11 不同設計標準下之滯洪量(案例 10)

案例			10										
重現期距 參數			Q ₅₀ -Q ₂₅ (A)	Q ₅₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₅₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₂₅ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₁₀ (B)	Q ₁₀₀ -Q ₅ (B)	Q ₂₅ -Q ₁₀ (B)	Q ₂₅ -Q ₅ (B)
集水面積 A(ha)	開發前		0.547										
	開發後	已開發	0.547										
		未開發	-										
降雨延時 t _c (min)	開發前		1.270										
	開發後		1.270										
逕流係數 C	開發前		0.850										
	開發後		0.950										
降雨強度 I(mm/hr)	開發前		I ₂₅ =150.4	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6	I ₂₅ =150.4	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6	I ₂₅ =150.4	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6
			I ₅₀ =164.6			I ₂₀₀ =192.8			I ₁₀₀ =178.7			I ₂₅ =150.4	
	開發後		I ₂₅ =150.4	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6	I ₂₅ =150.4	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6	I ₂₅ =150.4	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6	I ₁₀ =131.8	I ₅ =117.6
			I ₅₀ =164.6			I ₂₀₀ =192.8			I ₁₀₀ =178.7			I ₂₅ =150.4	
洪峰流量 Q(cms)	開發前		Q ₂₅ =0.194	Q ₁₀ =0.170	Q ₅ =0.152	Q ₂₅ =0.194	Q ₁₀ =0.170	Q ₅ =0.152	Q ₂₅ =0.194	Q ₁₀ =0.170	Q ₅ =0.152	Q ₁₀ =0.170	Q ₅ =0.152
			Q ₅₀ =0.213			Q ₂₀₀ =0.249			Q ₁₀₀ =0.231			Q ₂₅ =0.194	
	開發後		Q ₂₅ =0.217	Q ₁₀ =0.190	Q ₅ =0.170	Q ₂₅ =0.217	Q ₁₀ =0.190	Q ₅ =0.170	Q ₂₅ =0.217	Q ₁₀ =0.190	Q ₅ =0.170	Q ₁₀ =0.190	Q ₅ =0.170
			Q ₅₀ =0.238			Q ₂₀₀ =0.278			Q ₁₀₀ =0.258			Q ₂₅ =0.217	
基期 tb'(hr) (不足 1 小時，仍以 1 小時計)			1										
永久滯洪量 V _{S2} (m ³)			77.87	121.31	154.17	151.32	194.76	227.61	114.59	158.03	190.89	84.58	117.44
比值(B/A)			1.00	1.56	1.98	1.94	2.50	2.92	1.47	2.03	2.45	1.09	1.51

資料來源：森山工程顧問有限公司(2017)及本計畫(2020)彙整

第四章 山坡地滯洪量與排洪量之探討

本計畫於 109 年 6 月 10 日至案例 7 之滯洪池設置水文監測系統，進行實際滯洪量與設計滯洪量之探討與分析，同時探討實測降雨強度與無因次降雨強度公式，提供相關單位在研擬防災、減災、避災因應對策與調適策略及法規訂定之參考依據，分別說明如下：

第一節 水文監測系統設置與量測

一、儀器架設地點

為探討現行水保計畫中，不同重現期距入流洪峰流量及出流洪峰流量與滯洪量之關係，本計畫依據第二章所挑選之 10 個滯洪池，首先篩選出其型式符合矩形、封底、單一入流口及放流口之案例，再考量現地儀器架設的可行性，最終選定案例 7(高雄市大樹區小坪段 371 地號鳳邑慈惠堂水土保持計畫)之滯洪池設置水文監測系統，位置如圖 4-1 所示，其上游集水區面積為 0.354 公頃，現地照片如圖 4-2 所示。



圖 4-1 儀器架設位置圖



圖 4-2 案例 7 現地照片及配置

二、量測儀器簡介

(一)入流歷線量測(上游)

主要為透過設置流速計與水位計，量測計畫範圍內單場降雨事件產生之地表逕流，其流入滯洪池之入流歷線。

量測方式為採用非接觸式雷達波表面流速計及壓力式水位計分別測得流速與水位高度，透過斷面資料計算出入流流量。此外，亦搭配低功耗設計及高防護等級之資料記錄器，即時掌握正確水位及流速等相關資訊。入流量量測之儀器架設方式如圖 4-3 所示。

量測儀器包含壓力式水位計、雷達波流速計及具資料傳輸功能記錄器，相關規格及照片(圖 4-4)如下：

1.壓力式水位計規格

(1)水位量測範圍：0-200 mH₂O

(2)水位量測精度： $\pm 0.25\%$ FS

(3)水位解析度：1 mm

(4)工作溫度： $-20^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$

(5)防護等級：IP68

(6)具內部的溫度補償

2.雷達波流速計規格

(1)流速量測範圍：0.2-12 m/s

(2)流速量測精度： $\pm 0.03\text{m/s}$

(3)流速解析度：0.01m/s

(4)工作溫度： $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$

(5)防護等級：IP68

3.資料記錄器規格

(1)信號輸入：RS485(標準 Modbus RTU 通訊協定)

(2)記錄間距：1 分~24 小時

(3)記錄容量：每分鐘記錄可保存 3 年以上資料

(4)具 4G LTE、NB-IoT、Wi-Fi 傳輸功能

(5)具現場連線設定用連接埠、USB、類比輸出

(6)電源輸入：12-24 VDC

(7)工作溫度： $-10\sim 65^{\circ}\text{C}$ (非結露)

(8)儲存溫度： $-20\sim 85^{\circ}\text{C}$ (非結露)

(9)防護等級：IP68

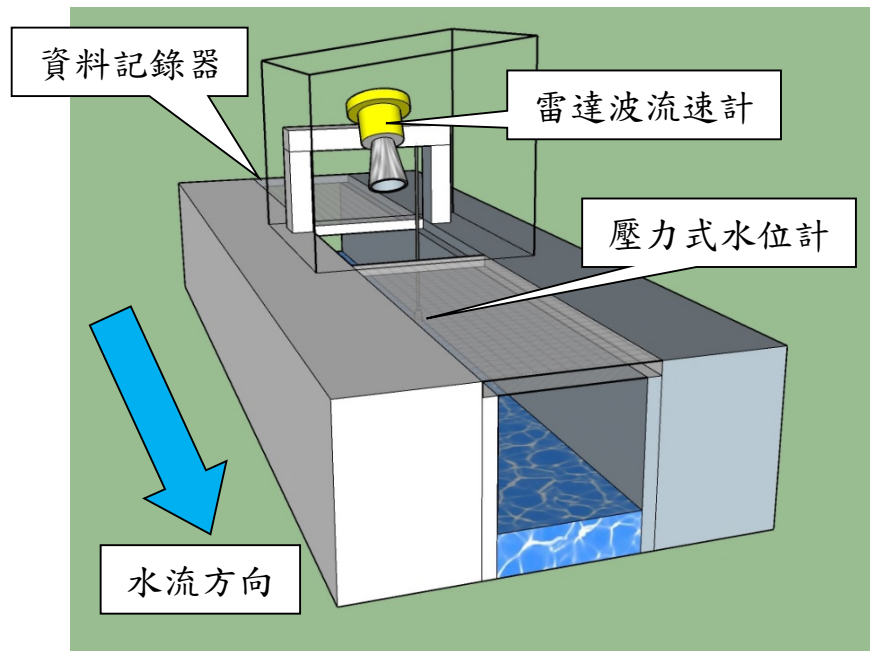


圖 4-3 入流量量測之儀器架設方式

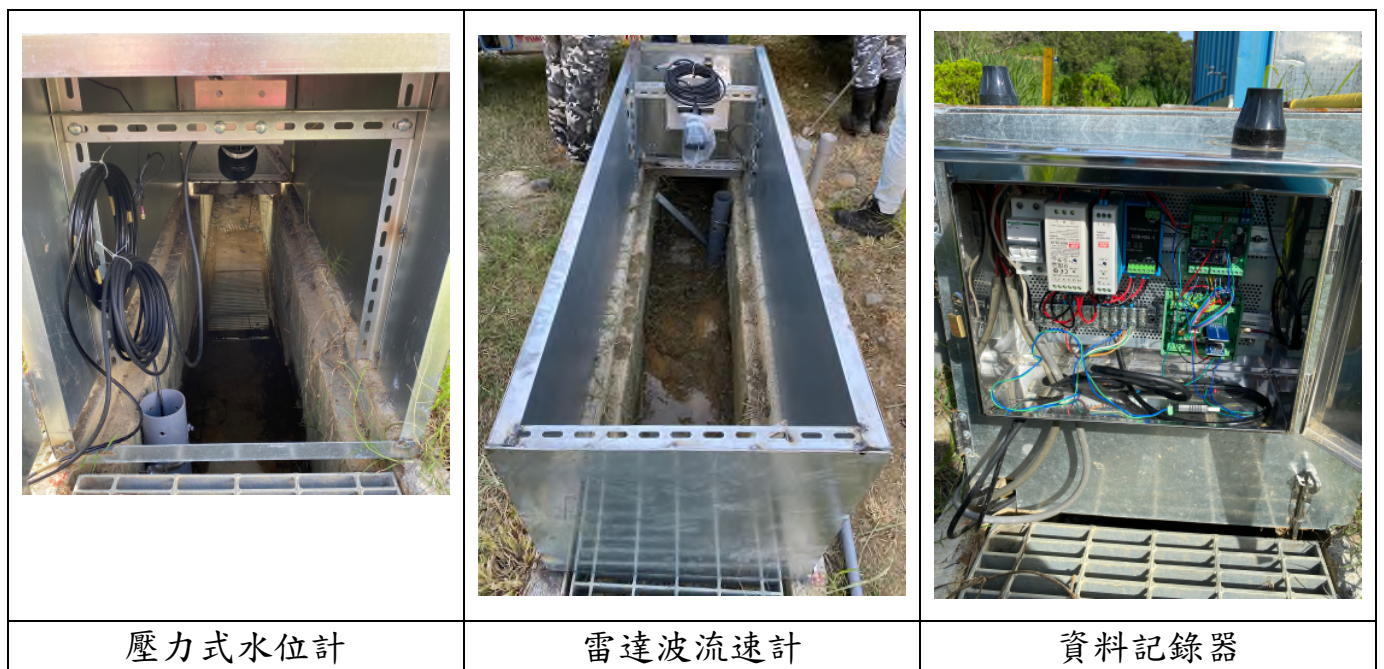


圖 4-4 入流量量測之儀器照片

(二)滯洪量量測(中游)

主要為量測滯洪池在降雨事件中是否有發生滯洪之效益，期望透過水位變化歷程，瞭解滯洪量變化之情形。

量測方式為採用接觸式水位計，透過滯洪池底面積換算成滯

洪體積。量測儀器為自計壓力式水位計，將水位計固定至滯洪深度底部，外部以 PVC 管包覆並開孔，其開口使管內與管外水層連結，亦搭配低功耗設計及高防護等級之資料記錄器，即時掌握正確水位之資訊。其規格及照片(圖 4-5)如下：

1. 壓力式水位計規格

- (1) 水位量測範圍：0-200 mH₂O
- (2) 水位量測精度：±0.25 %FS
- (3) 水位解析度：1 mm
- (4) 工作溫度：-20 °C~+70 °C
- (5) 防護等級：IP68
- (6) 具內部的溫度補償

2. 資料記錄器規格

- (1) 信號輸入：RS485(標準 Modbus RTU 通訊協定)
- (2) 記錄間距：1 分~24 小時
- (3) 記錄容量：每分鐘記錄可保存 3 年以上資料
- (4) 具 4G LTE、NB-IoT、Wi-Fi 傳輸功能
- (5) 具現場連線設定用連接埠、USB、類比輸出
- (6) 電源輸入：12-24 VDC
- (7) 工作溫度：-10~65°C(非結露)
- (8) 儲存溫度：-20~85°C(非結露)
- (9) 防護等級：IP68

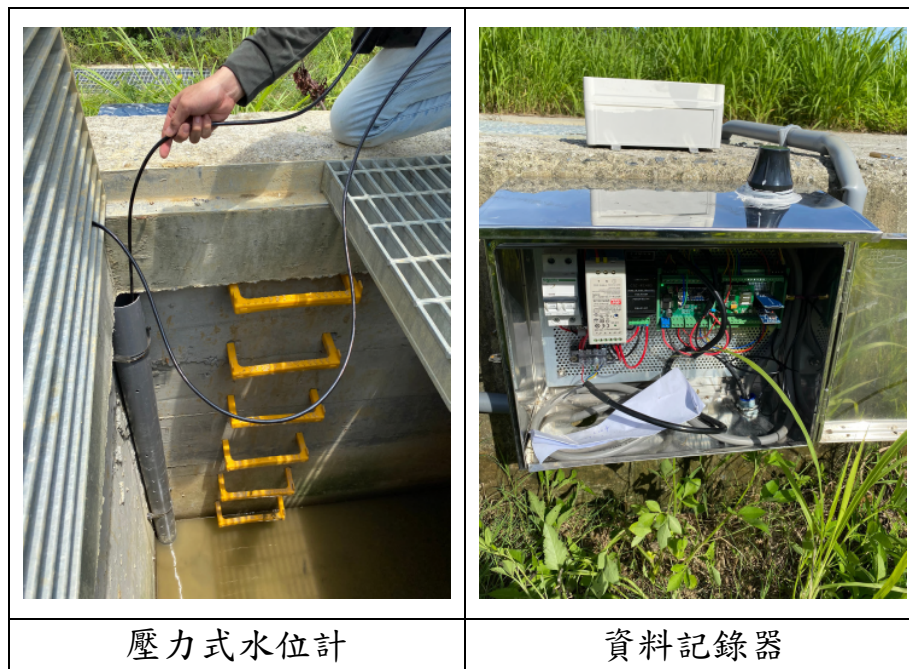


圖 4-5 滯洪量量測之儀器照片

(三)出流歷線量測(下游)

本計畫透過流速計與水位計設置，量測基地範圍內單場降雨事件中滯洪池流出量，於滯洪池流出之出流歷線。

因滯洪池排放流口為矩型且無渠道，因此無法採用雷達波流速計進行測量，故本計畫採用接觸式之電磁式流量計進行量測，儀器架設方式如圖 4-6 所示，亦搭配低功耗設計及高防護等級之資料記錄器，即時掌握正確水位之資訊。其規格及照片(圖 4-7)如下：

1.電磁式流量計

(1)輸出信號：4-20mA；脈衝/頻率 2kHz(默認)，
5kHz(Max)

(2)電纜口尺寸：M20×1.5(標配尼龍防水接頭，可選配
防爆金屬接頭)

(3)電源電壓：110/220VAC(100-240VAC)，50Hz/60Hz；
24VDC $\pm$ 10%，用電功耗： $\leq$ 15VA

(4)電極形式：內插式

(5)連接法蘭標準：JIS10K/20K/40K

(6)測量管材質：標準 SUS304 材質

(7)外殼材料：標配碳鋼

(8)防護等級：IP67

2. 資料記錄器規格

(1)信號輸入：RS485(標準 Modbus RTU 通訊協定)

(2)記錄間距：1 分~24 小時

(3)記錄容量：每分鐘記錄可保存 3 年以上資料

(4)具 4G LTE、NB-IoT、Wi-Fi 傳輸功能

(5)具現場連線設定用連接埠、USB、類比輸出

(6)電源輸入：12-24 VDC

(7)工作溫度：-10~65°C(非結露)

(8)儲存溫度：-20~85°C(非結露)

(9)防護等級：IP68

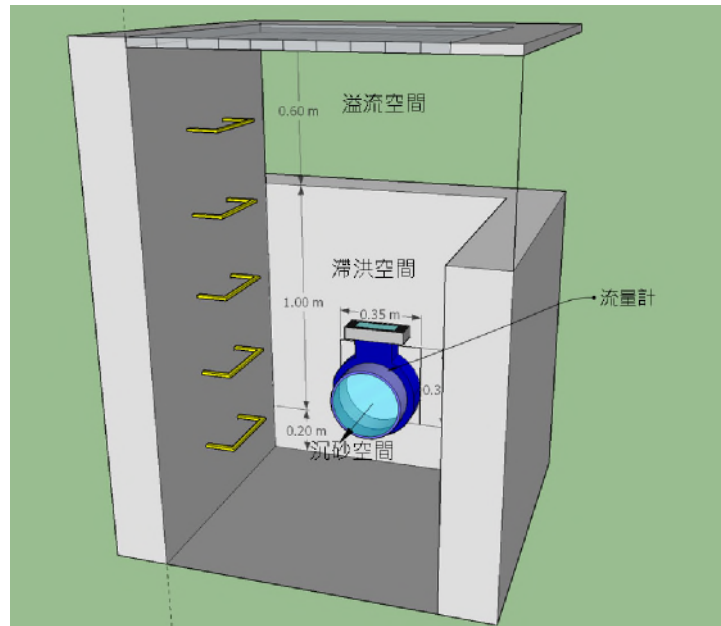


圖 4-6 出流量量測之儀器架設方式

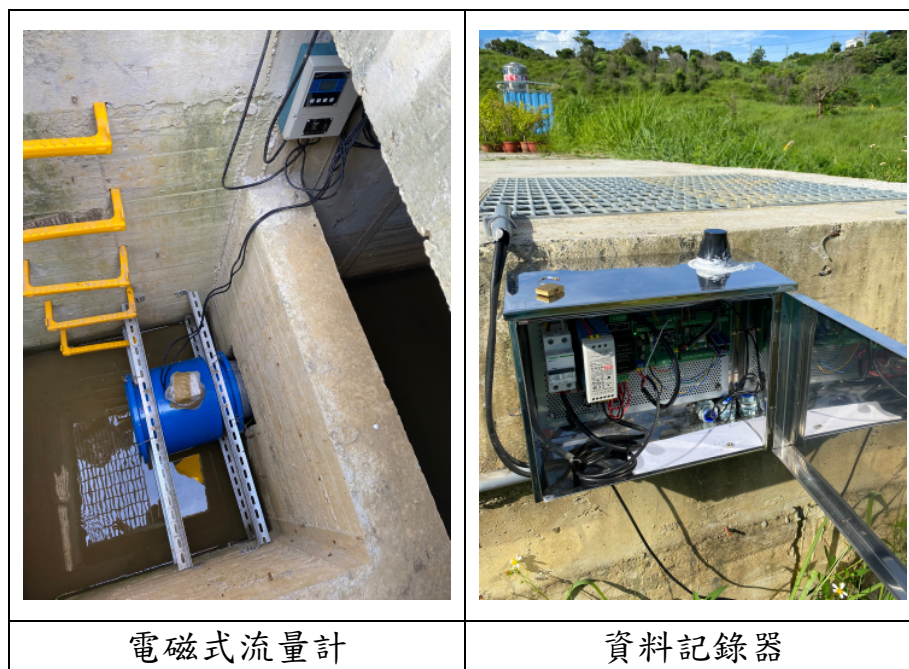


圖 4-7 出流量量測之儀器照片

(四)雨量量測

本計畫使用雨量計為日進環境科技有限公司出產的雨量計，型號為 NET-205，其精度為 0.5 mm，如圖 4-8 所示。儀器量測原理為利用傾倒杯計算降雨量，當雨水經由口徑 200 mm 的

承雨口流入傾斗杯，到達一定雨量時，傾倒杯傾倒且同時帶動磁簧開關並輸出脈衝信號。

本計畫已於鄰近出流歷線量測儀器之空地設置 1 處降雨量觀測之測站，並連結出流歷線量測之資料記錄器，將雨量資料紀錄並同時回傳。



圖 4-8 雨量量測之儀器照片

第二節 實際滯洪量與設計滯洪量之探討與分析

一、設計滯洪量

本計畫蒐集儀器設置地點(案例 7-高雄市大樹區小坪段 371 地號鳳邑慈惠堂水土保持計畫)之滯洪量設計相關參數，以作為後續分析之參考依據，如表 4-1 所示：

表 4-1 滯洪量設計相關參數

滯洪設施編號	Det1
集水面積 A(ha)	0.354
開發後之 50 年洪峰流量 Q_3 (cms)	0.153
開發前之 25 年洪峰流量 Q_1 (cms)	0.111
基期(hr), $t_b=2.67t_p$, $t_p=t_c^{0.5}+0.6t_c$, min=1hr	1
設計滯洪量(m^3), $V_{s2}=t_b(Q_3-Q_1)/2 \times 3600$	75.6
所需設計蓄洪量(m^3), $V_{sd}=(1.1) \times V_{s2}$	83.2
滯洪池高度(m), H_{d1}	1.0
滯洪設計容積(m^3), V_{d1}	90.0
開發前之逕流係數	0.75
開發後之逕流係數	0.95
滯洪池放流口流量(cms)	0.111
滯洪池溢洪口流量(cms)	0.205
排放管流量(cms)	0.213

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

二、實際滯洪量估算

本計畫已於 109 年 6 月 10 日設置水文監測系統，並於 109 年 6 月 11 日起開始以每 10 分鐘為單位進行記錄，但因現地訊號不佳，通訊時好時壞，導致數據常無法順利以 4G LTE 之形式回傳網路伺服器端，三個地點(上、中、下游)皆僅有部分數據。109 年 6 月 24 日雖至現地將天線拉出並加裝訊號強波器，但改善效果仍不佳，因此在 109 年 7 月 16 日至現地加裝記憶卡模組，並於 109 年 7 月 17 日起固定每周至少一次前往儀器設置地點蒐集水文數據，遇雨則順延一天前往。

而 109 年 8 月 2 日前往蒐集數據時，發現除了雨量筒有數據外，水位計、流量計及流速計皆於 109 年 7 月 27 日上午 10 點 30 分後無資料紀錄，當下即打給廠商詢問，廠商提供的解決方法為重新啟動資料紀錄器及儀器，並更換記憶卡模組，故下午至仁武區購買完所需耗材即回現地更換並重啟，儀器皆於 109 年 8 月 2 日下午 4 點半後開始記錄。

109 年 8 月 10 日至現地時發現儀器及電線遭受人為破壞，經檢查後，109 年 8 月 3 日下午 5 點 20 分後便無資料，僅雨量筒有持續記錄，隨即通報廠商處理，108 年 8 月 20 日廠商至現地維修儀器與線路，下午 1 點 40 分後重啟儀器並開始紀錄。

本團隊於 109 年 8 月 25 日前往現地蒐集數據時，打開儀器箱發現資料紀錄器已停止運作，儀器於 109 年 8 月 22 日下午 3 點時斷訊，根據中央氣象局巴威颱風警報記者會指出臺灣受巴威颱風環流影響，對流雲系發展旺盛且不穩定，疑似是因雷擊，使得大流量之電流瞬間通過儀器的線路，造成工業級隔離型 RS485 中繼器及資料紀錄器主機板損壞。其中因工業級隔離型 RS485 中繼器屬特製品，且已無在網路上販售，故須先訂製，再於 109 年 9 月 6 日前往高雄門市購買。109 年 9 月 7 日收到廠商寄來之資料紀錄器主機板，即連同攜帶工業級隔離型 RS485 前往現地更換，經現地測試後，資料仍無法正常被記錄，故與廠商協調後，決定更換整個資料紀錄器模組。109 年 9 月 22 日收到資料紀錄器模組，翌日上午 8 點至現場更換模組並測試，最後於上午 10 點正式啟動儀器並成功開始記錄。由於儀器資料紀錄器損壞，109 年 8 月 22 日下午 3 點起至 109 年 9 月 23 日上午 10 點屬維修期間，並無紀錄數據，故本計畫亦無法進行資料分析。儀器

裝設情形及改善歷程如表 4-2 所示。

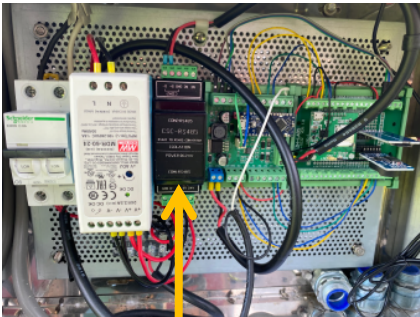
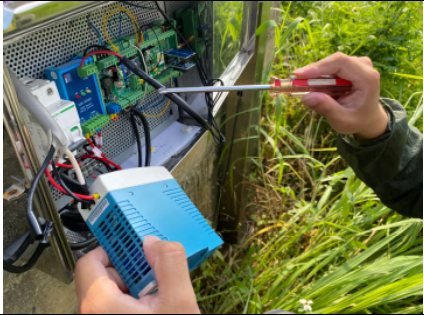
綜合上述，本計畫將資料分為兩大部分進行統整與分析，第一部份為不完整之伺服器或記憶卡資料，紀錄時間為 109 年 6 月 11 日至 109 年 7 月 16 日，因上、中、下游之收訊狀況不一致，無法將數據對照並分析，僅針對資料作統整；第二部份為完整之現地紀錄資料，紀錄時間為 109 年 7 月 17 日起至 109 年 7 月 27 日上午 10 點 30 分、109 年 8 月 2 日下午 4 點 40 分至 109 年 8 月 3 日下午 5 點 20 分、109 年 8 月 20 日下午 1 點 40 分至 109 年 8 月 22 日下午 3 點及 109 年 9 月 23 日上午 10 點起至 109 年 10 月 31 日止。

表 4-2 儀器裝設情形及改善歷程

日期/項目	處理情形
109 年 6 月 10 日/ 設置水文監測系統	

日期/項目	處理情形	
109 年 6 月 24 日/ 天線改善		
109 年 7 月 16 日/ 加裝記憶卡模組		
109 年 7 月 17 日/ 現地蒐集數據		

日期/項目	處理情形	
109 年 8 月 2 日/ 更換記憶卡 並重啟儀器		
109 年 8 月 10 日/ 儀器遭受人為破壞		
108 年 8 月 20 日/ 廠商至現地維修儀器		

日期/項目	處理情形	
109 年 8 月 25 日/ 現地蒐集數據， (儀器因雷擊損壞)	 RS485 損壞	
109 年 9 月 6 日/ 購買工業級隔離型 RS485		
109 年 9 月 7 日/ 更換資料紀錄器主機 板與工業級隔離型 RS485		
109 年 9 月 23 日/ 更換資料紀錄器模組		

(一)不完整之伺服器或記憶卡資料

考量數據無法以 10 分鐘為一筆之形式完整呈現，本計畫將 109 年 6 月 11 日至 109 年 7 月 16 日、109 年 7 月 27 日至 109 年 8 月 2 日與 109 年 8 月 3 日至 109 年 8 月 20 日期間所蒐集之流速、水位及流量資料以每日最大值進行彙整，雨量資料則是以每日累積雨量呈現，如表 4-3~表 4-5 所示：

1.上游

表 4-3 上游量測之成果

日期	流速(m/s)	水位(m)
6/24	0.33	0.12
6/26	0.37	0.15

2.中游

表 4-4 中游量測之成果

日期	水位(m)	日期	水位(m)
6/11	0.04	6/20	0.01
6/12	0.03	6/21	0.01
6/13	0.02	6/22	0.02
6/14	0.02	6/23	0.05
6/15	0.02	6/24	0.03
6/16	0.02	6/25	0.17
6/17	0.02	6/26	0.05
6/18	0.02	6/28	0.03
6/19	0.02	6/29	0.17
6/20	0.01	7/01	0.24

3.下游

表 4-5 下游量測之成果

日期	雨量(mm)	日期	雨量(mm)
6/26	30.0	8/7	1
6/28	1.5	8/8	14.5
6/29	129.0	8/9	1
6/30	28.0	8/10	1
7/01	55.0	8/11	45
7/27	3.0	8/12	1
7/28	32.5	8/13	140.5
7/29	10.5	8/14	119
7/31	3.5	8/15	123
8/1	0.5	8/16	10.5
8/2	78	8/17	1
8/3	90	8/18	10
8/4	93	8/19	4.5
8/5	1.5	8/20	3
8/6	7		

(二)現地紀錄資料

由於前述資料不完整，無法準確分割有效降雨事件，因此本計畫僅蒐集水文監測系統架設後完整之現地紀錄資料進行後續分析。此外，因雨量筒於 109 年 8 月 2 日至 109 年 8 月 20 日期間內仍有持續記錄資料，因此本計畫於該期間內亦進行雨場分割與實測降雨強度與無因次降雨強度公式之探討，說明如下：

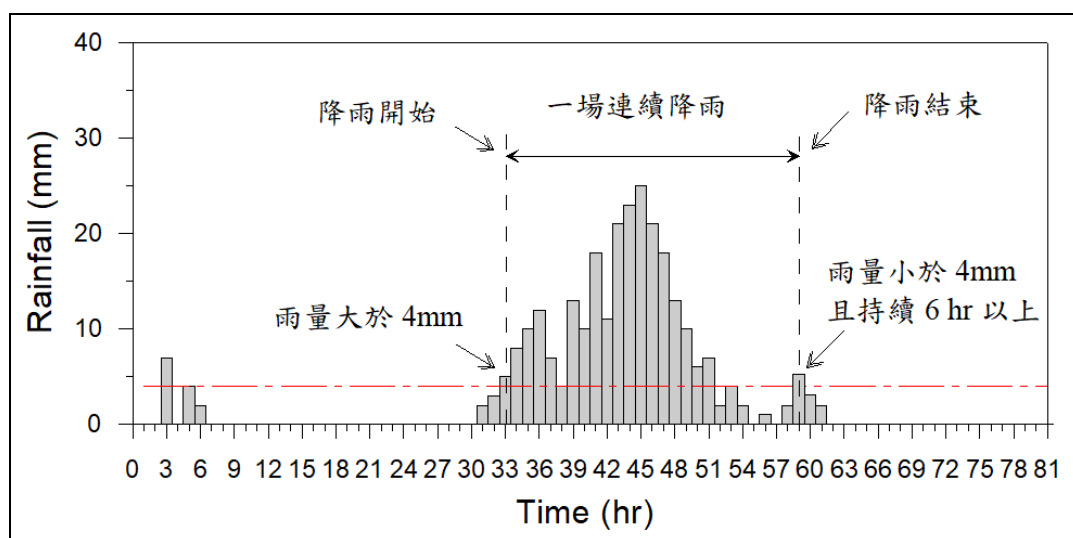
1.雨場分割

降雨事件是由大大小小不連續的時間序列所組成，在進行實際滯洪量估算之前，必需先選定一種雨場分割方法作為一場連續降雨的定義，才能進一步計算影響滯洪量之各種水

文參數，故本計畫採用詹錢登與李明熹(2004)提出之雨場分割方法，該方法同時亦為現今行政院農業委員會水土保持局進行土石流降雨警戒分析之雨場分割標準，定義說明如下：

一場連續降雨過程，以時雨量大於 4 mm 處為有效降雨時間開始，以時雨量連續 6 小時均小於 4 mm 處為有效降雨結束處。將有效降雨開始到降雨結束區間，當作一場有效連續降雨，如圖 4-9 所示。

依據上述定義進行雨場分割後，共計有 18 場有效降雨事件，各場有效降雨事件之降雨特性分析如表 4-6 所示。由表可得知單場累積降雨量介於 6.0~140.0 mm 之間，平均約 49.5 mm，其中以第 16 及 17 場為最小，第 18 場為最大；單場降雨延時介於 1~14 hr 之間，平均約 3.5 hr，其中以第 8 場為最長；單場最大降雨強度介於 5.0~83.5 mm/hr 之間，平均約 23.5 mm/hr，以第 5 場為最小，第 13 場為最大。



資料來源：詹錢登與李明熹(2004)

圖 4-9 以降雨量 4mm-6hr 為門檻值之一場連續降雨示意圖

表 4-6 有效降雨事件之特性分析

有效降雨 事件 (場次)	降雨 開始	降雨 結束	累積 雨量 (mm)	降雨 延時 (hr)	最大降雨 強度 (mm/hr)
1	7/20 14:00	7/20 16:00	20.0	2	10.0
2	7/23 14:00	7/23 16:00	16.0	2	9.0
3	7/25 11:00	7/25 12:00	16.5	1	16.5
4*	7/28 00:00	7/28 02:00	11.5	2	7.0
5*	7/28 16:00	7/28 18:00	9.5	2	5.0
6*	7/29 18:00	7/29 19:00	7.5	1	7.5
7*	8/02 14:00	8/02 16:00	73.0	2	53.0
8	8/03 02:00	8/03 16:00	63.5	14	13.0
9*	8/03 23:00	8/04 06:00	83.0	7	33.0
10*	8/04 16:00	8/04 18:00	14.5	2	7.5
11*	8/08 19:00	8/08 20:00	13.5	1	13.5
12*	8/11 09:00	8/11 11:00	39.5	2	28.5
13*	8/13 15:00	8/13 18:00	135.0	3	83.5
14*	8/14 15:00	8/15 00:00	116.0	9	34.0
15*	8/15 12:00	8/15 18:00	120.5	6	69.0
16*	8/16 16:00	8/16 17:00	6.0	1	6.0
17*	8/18 15:00	8/18 16:00	6.0	1	6.0
18	8/21 14:00	8/21 19:00	140.0	5	21.5
平均	-	-	49.5	3.5	23.5

註：* 表示該場有效降雨事件因儀器損壞，僅蒐集雨量資料進行分析。

2. 實際滯洪量分析

經有效雨場分析後，即可搭配水文監測系統之實測資料，獲得每場降雨事件的流量、水位與雨量，其中因儀器在量測期間因不可抗力因素而損壞，故本計畫僅針對有完整資料的 5 場有效降雨事件(第 1 場、第 2 場、第 3 場、第 8 場及第 18 場)進行滯洪量計算與分析，結果如表 4-7 所示，由

表可得知僅有 2 場有效降雨事件使滯洪池發生滯洪，首先為第 8 場有效降雨事件(109 年 8 月 3 日)，期間共發生 2 次滯洪，分別為上午 11 點與下午 3 點，滯洪量皆約為 21.86 m^3 ；而在第 18 場有效降雨事件(109 年 8 月 21 日)時，則是於下午 2 點至下午 5 點發生滯洪，每小時之滯洪量分別約為 25.26 m^3 、 90 m^3 、 34.13 m^3 與 18.15 m^3 ，其中下午 3 點時，滯洪池水位達到 1 m，顯示入流量體已滿足該滯洪池之設計容積(90 m^3)(滯洪量設計相關參數詳如表 4-1)，進而發生溢洪。綜合上述，在以上兩場有效降雨事件中，滯洪池已達到降低洪峰流量與遲滯洪峰到達時間之功能，加上因出流量皆小於放流口之設計標準(0.111 cms)，亦不會造成下游之危害。

表 4-7 有效降雨事件之滯洪量分析表

有效降雨事件 (場次)	時間	時雨量 (mm)	上游 入流流量 Q_{in} (cms)	中游 水位 (m)	下游 出流流量 Q_{out} (cms)	滯洪量 (m^3)
1	7/20 14:00	10.0	0.0093	0.20	0.0001	0.00
	7/20 15:00	10.0	0.0093	0.20	0.0047	0.00
2	7/23 14:00	9.0	0.0084	0.18	0.0000	0.00
	7/23 15:00	7.0	0.0065	0.20	0.0029	0.00
3	7/25 11:00	16.5	0.0154	0.20	0.0031	0.00
8	8/03 02:00	7.0	0.0065	0.17	0.0000	0.00
	8/03 03:00	6.5	0.0061	0.20	0.0022	0.00
	8/03 04:00	1.0	0.0009	0.20	0.0005	0.00
	8/03 05:00	2.0	0.0019	0.20	0.0009	0.00
	8/03 06:00	10.5	0.0098	0.20	0.0049	0.00
	8/03 07:00	2.0	0.0019	0.20	0.0009	0.00
	8/03 08:00	0.5	0.0005	0.20	0.0002	0.00

有效降雨事件 (場次)	時間	時雨量 (mm)	上游 入流流量 Q_{in} (cms)	中游 水位 (m)	下游 出流流量 Q_{out} (cms)	滯洪量 (m^3)
8	8/03 09:00	0.5	0.0005	0.20	0.0002	0.00
	8/03 10:00	0.5	0.0005	0.20	0.0002	0.00
	8/03 11:00	13.0	0.0121	0.44	0.0061	21.86
	8/03 12:00	1.5	0.0014	0.20	0.0007	0.00
	8/03 13:00	2.5	0.0023	0.20	0.0012	0.00
	8/03 14:00	3.5	0.0033	0.20	0.0016	0.00
	8/03 15:00	13.0	0.0121	0.44	0.0061	21.86
18	8/21 14:00	25.0	0.0234	0.48	0.0070	25.26
	8/21 15:00	54.0	0.0504	1.00	0.0252	90.00
	8/21 16:00	31.0	0.0290	0.58	0.0145	34.13
	8/21 17:00	21.5	0.0201	0.40	0.0100	18.15
	8/21 18:00	8.5	0.0079	0.20	0.0040	0.00

3.滯洪池之滯洪效益分析

本計畫彙整前一小節所有進行滯洪量分析之有效降雨事件，將每場降雨事件之最大滯洪量分別除以原設計規劃之滯洪體積($90 m^3$)，即可得知各事件之最大滯洪體積百分比，同時亦能瞭解滯洪池之滯洪效益，分析結果如表 4-8 所示。由表可得知第 8 場及第 18 場有效降雨事件之最大滯洪體積百分比分別為 24.29 %與 100.00 %，顯示在這 2 場降雨期間內，滯洪池分別達到 24.29 %與 100.00 %之滯洪效益。

若以 5 場有效降雨事件之平均值來看，整體滯洪效益僅有 24.86 %，其主要原因是今年極端降雨事件相對往年較少，加上儀器遭受不可抗力因素損壞與人為破壞，使得僅有部分數據可供分析，建議未來可持續量測滯洪池之水文參

數，建立完整之滯洪效益評估模式，以提供主管機關未來在相關法規修訂及工程規劃設計之參考依據。

表 4-8 滯洪池體積使用分析表

有效降雨 事件 (場次)	降雨 開始	降雨 結束	累積 雨量 (mm)	降雨 延時 (hr)	最大 滯洪量 (m ³)	最大滯洪 體積 百分比 (%)
1	7/20 14:00	7/20 16:00	20.0	2	0.00	0.00
2	7/23 14:00	7/23 16:00	16.0	2	0.00	0.00
3	7/25 11:00	7/25 12:00	16.5	1	0.00	0.00
8	8/03 02:00	8/03 16:00	63.5	14	21.86	24.29
18	8/21 14:00	8/21 19:00	140.0	5	90.00	100.00
平均	-	-	51.5	4.8	-	24.86

第三節 實測降雨強度與無因次降雨強度公式之探討

本計畫於 109 年 7 月 17 日起至 109 年 8 月 22 日下午 3 點止及 109 年 9 月 23 日上午 10 點起至 109 年 10 月 31 日止，共計蒐集 18 場有效降雨事件之數據，因雨量紀錄未達 1 年，為進行最大實測降雨強度與無因次降雨強度公式之探討，僅能先以公式反推進行分析。

首先於每場有效降雨事件找出時雨量之最大值，即可得知該場降雨事件的實測最大降雨強度，故實際降雨延時為 60 分鐘，再將截至 2019 年統計之現地(案例 7)的年平均雨量(仁武雨量站：2,232 mm)與實際降雨延時(60 分鐘)代入無因次降雨強度公式(如公式 3-4)，各參數如表 4-9 所示，即可得出一關係式。最後將每場降雨事件的實測最大降雨強度代入關係式，即可透過試誤法反推出該場降雨之最大重現期距，分析結果如圖 4-10 所示及表 4-10 所示。由表可得知 18 場有效降雨事件之重現期距介於 0.024~9.690 年，其中僅有 2 場降雨之重現期距大於 1 年，分別為第 13 及 15 場有效降雨事件；實測最大降雨強度分別達到 83.5 及 69.0 mm/hr；重現期距分別為 9.690 及 3.188 年，換句話說，該地區分別為平均 9.690 及 3.188 年才會發生一次超過該降雨強度(83.5 及 69.0 mm/hr)的情形。

綜上所述，以 18 場有效降雨事件之平均值來看，累積雨量與實測最大降雨強度皆偏低，主要是因今年的極端降雨事件相較以往少，2020 年僅有 5 個颱風發布颱風警報(中央氣象局颱風資料庫之有發警報颱風列表，2020)，且皆無侵襲臺灣，因此建議未來持續進行以年為單位的長時間監測，蒐集更多場有效降雨事件資料方能針對實測降雨強度與無因次降雨強度公式作更進一步的深入探討。

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C}$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2$$

$$B = 55$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2 \quad (3-4)$$

式中， T ：重現期距(年)； t ：降雨延時或集流時間(min)； I_t^T ：重現期距 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度(mm/hr)； P ：年平均降雨量(mm)； A 、 B 、 C 、 G 與 H 為係數。

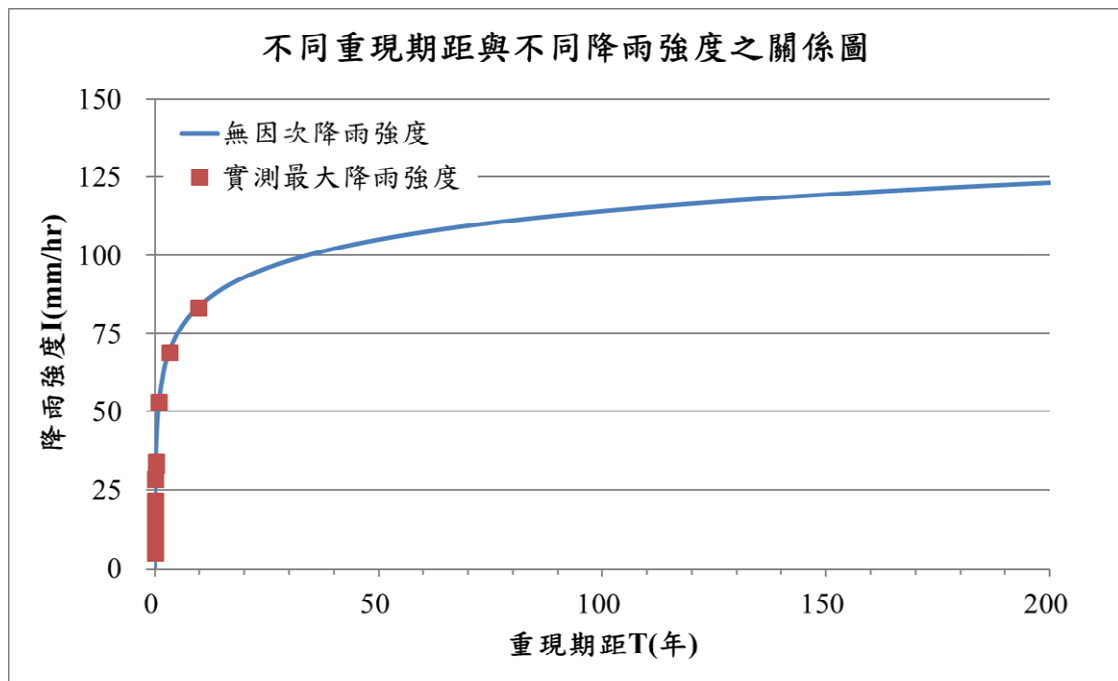


圖 4-10 不同重現期距與不同降雨強度之關係圖

表 4-9 無因次降雨強度公式之參數表

年平均雨量 (mm)	I_{60}^{25}	A	C	G	H	降雨延時 t(min)
2,232	90.134	19.772	0.611	0.549	0.306	60

表 4-10 每場有效降雨事件之基本資料與重現期距推估表

有效降雨 事件(場)	降雨開始	降雨結束	累積 雨量 (mm)	實測最大 降雨強度 (mm/hr)	重現期距 T(年)
1	7/20 14:00	7/20 16:00	20.0	10.0	0.035
2	7/23 14:00	7/23 16:00	16.0	9.0	0.032
3	7/25 11:00	7/25 12:00	16.5	16.5	0.057
4	7/28 00:00	7/28 02:00	11.5	7.0	0.027
5	7/28 16:00	7/28 18:00	9.5	5.0	0.024
6	7/29 18:00	7/29 19:00	7.5	7.5	0.029
7	8/2 14:00	8/2 16:00	73.0	53.0	0.935
8	8/3 02:00	8/3 16:00	63.5	13.0	0.044
9	8/3 23:00	8/4 06:00	83.0	33.0	0.202
10	8/4 16:00	8/4 18:00	14.5	7.5	0.029
11	8/8 19:00	8/8 20:00	13.5	13.5	0.045
12	8/11 09:00	8/11 11:00	39.5	28.5	0.143
13	8/13 15:00	8/13 18:00	135.0	83.5	9.690
14	8/14 15:00	8/15 00:00	116.0	34.0	0.218
15	8/15 12:00	8/15 18:00	120.5	69.0	3.188
16	8/16 16:00	8/16 17:00	6.0	6.0	0.025
17	8/18 15:00	8/18 16:00	6.0	6.0	0.025
18	8/21 14:00	8/21 19:00	140.0	21.5	0.084
平均	-	-	49.5	23.5	0.824

第五章 結論與建議

本計畫針對研究區域(臺南市、高雄市與屏東縣)選定 10 個滯洪池案例進行資料蒐集及彙整，探討在不同法規設計標準下之滯洪量估算值，以及設置水文監測系統量測與分析案例 7 滯洪池之實際滯洪量及排洪量，其結果分別說明如下：

第一節 結論

- 一、本計畫以臺灣南部地區平均年降雨量(2,530 mm)及滯洪池之上游集水區面積(1 ha)為基準，分為A、B、C及D共4種類別，依據不同類別挑選出10個滯洪池案例，並進行資料蒐集及彙整，其中分別有2個、5個及3個案例位屬於臺南市、高雄市與屏東縣。
- 二、在10個案例之滯洪量設計之適宜性分析成果中，皆以入流採 Q_{25} (開發後)及出流採 Q_{10} (開發前)所計算的永久滯洪量為最小，分別為基準值之0.99倍~1.27倍，表示若以該設計標準進行設計，滯洪量體與基準值差異不大，當入流大於 Q_{10} 時，相較容易發揮滯洪的功能與效益，同時亦能避免下游之排水系統無法承容。
- 三、在10個案例之滯洪量設計之適宜性分析成果中，入流採 Q_{200} (開發後)及出流採 Q_5 (開發前)所計算的永久滯洪量為最大(尺寸差2~5倍)，入流採 Q_{200} (開發後)及出流採 Q_{10} (開發前)為次之(尺寸差2~4倍)。因此在土地利用與開發之許可下，滯洪池以極端降雨事件之情況為設計標準搭配重現期距較小之排放量，其滯洪體積大，安全性高，可降低災害發生頻率。
- 四、本計畫選定案例7(高雄市大樹區小坪段371地號鳳邑慈惠堂水土保持計畫)之滯洪池設置水文監測系統，並於109年6月11日起開

始以每10分鐘為單位進行記錄，由於儀器設備常因不可抗力因素無法記錄或是受到破壞，因此將資料分為兩大部分進行統整與分析，第一部份為不完整之伺服器或記憶卡資料，紀錄時間為109年6月11日至109年7月16日，僅針對資料作統整；第二部份為完整之現地紀錄資料，紀錄時間為109年7月17日起至109年7月27日上午10點30分、109年8月2日下午4點40分至109年8月3日下午5點20分、109年8月20日下午1點40分至109年8月22日下午3點及109年9月23日上午10點起至109年10月31日止。

五、本計畫共分割出18場有效降雨事件，可得知單場累積降雨量介於6.0~140.0 mm，平均約49.5 mm，其中以第16及17場為最小，第18場為最大；單場降雨延時介於1~14 hr，平均約3.5 hr，其中以第8場為最長；單場最大降雨強度介於5.0~83.5 mm/hr，平均約23.5 mm/hr，以第5場為最小，第13場為最大。

六、本計畫針對有完整資料的5場有效降雨事件進行滯洪量計算與分析，僅有2場有效降雨事件發生滯洪，其中第8場(109年8月3日上午11點與下午3點)的每小時滯洪量皆約為21.86 m³；第18場(109年8月21日下午2點至下午5點)的每小時滯洪量分別為25.26 m³、90 m³、34.13 m³與18.15 m³，並且於下午3點時發生溢洪，入流量體已滿足該滯洪池之設計容積(90 m³)。綜合上述，滯洪池已達到降低洪峰流量與遲滯洪峰到達時間之功能，加上因出流量皆小於放流口之設計標準(0.111 cms)，亦不會造成下游之危害。

七、滯洪池之滯洪效益分析結果顯示，在第8場及第18場有效降雨事件降雨期間內，滯洪池分別達到24.29 %與100 %之滯洪效益。

八、實測降雨強度與無因次降雨強度公式之分析結果顯示，18場有效降雨事件之重現期距介於0.024~9.690年，其中第13及15場有效降雨事件之重現期距大於1年，實測最大降雨強度分別達到83.5及69.0 mm/hr。此外，該地區分別為平均9.690及3.188年才會發生一次超過該降雨強度(83.5及69.0 mm/hr)的情形。

第二節 建議

- 一、若為土地利用受限之地區(如都會區)，其土地成本較高且取得較為困難，在安全、經濟及有效之原則考量下，建議採用多功能複合式滯洪池之設計規劃，以期創造更多元之附加價值。
- 二、在野外設置儀器時，應先針對地點進行全方位考量與評估，以及備妥第二方案，避免因訊號不穩、人為破壞或雷擊等因素影響儀器運作及紀錄。
- 三、由於今年的降雨量相較往年少，建議持續進行長時間之監測，蒐集更多有效降雨事件方能增加資料分析之可靠度及準確性，再針對實測降雨強度與無因次降雨強度公式深入探討，提供主管機關未來在相關法規修訂及工程規劃設計之參考依據。

參考文獻

1. 中央災害應變中心-災害情報站，<https://www.emic.gov.tw/cht/index.php?>。
2. 中央氣象局颱風資料庫，https://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/public/warning_typhoon_list/。
3. 交通部，公路排水設計規範，2018。
4. 行政院農業委員會水土保持局，<https://www.swcb.gov.tw/>。
5. 行政院農業委員會水土保持局，水土保持技術規範，2020。
6. 屏東縣政府全球資訊網，<https://www.pthg.gov.tw/Default.aspx>。
7. 翁志偉、李明德，” 滯洪池長、短延時之滯洪容量分析探討--以信義水森坡地區防洪蓄水池為例”，水利會訊，第 17 期，1-11 頁，2014。
8. 高雄市政府，高雄市下水道工程設施自治條例，1991。
9. 高雄市政府全球資訊網，<https://www.kcg.gov.tw/Default.aspx>。
10. 森山工程顧問有限公司，甲仙攔河堰管理中心遷建工程水土保持計畫，2011。
11. 森山工程顧問有限公司，屏東縣三地門鄉安坡段 738-1 地號馬兒教會教堂新建工程水土保持計畫，2010。
12. 森山工程顧問有限公司，屏東縣高樹鄉大路關生態主題遊樂區水土保持變更計畫，2005。
13. 森山工程顧問有限公司，高雄市大樹區小坪段 371 地號鳳邑慈惠堂水土保持計畫，2018。
14. 森山工程顧問有限公司，高雄縣大寮鄉拷潭段 986-43 地號納骨

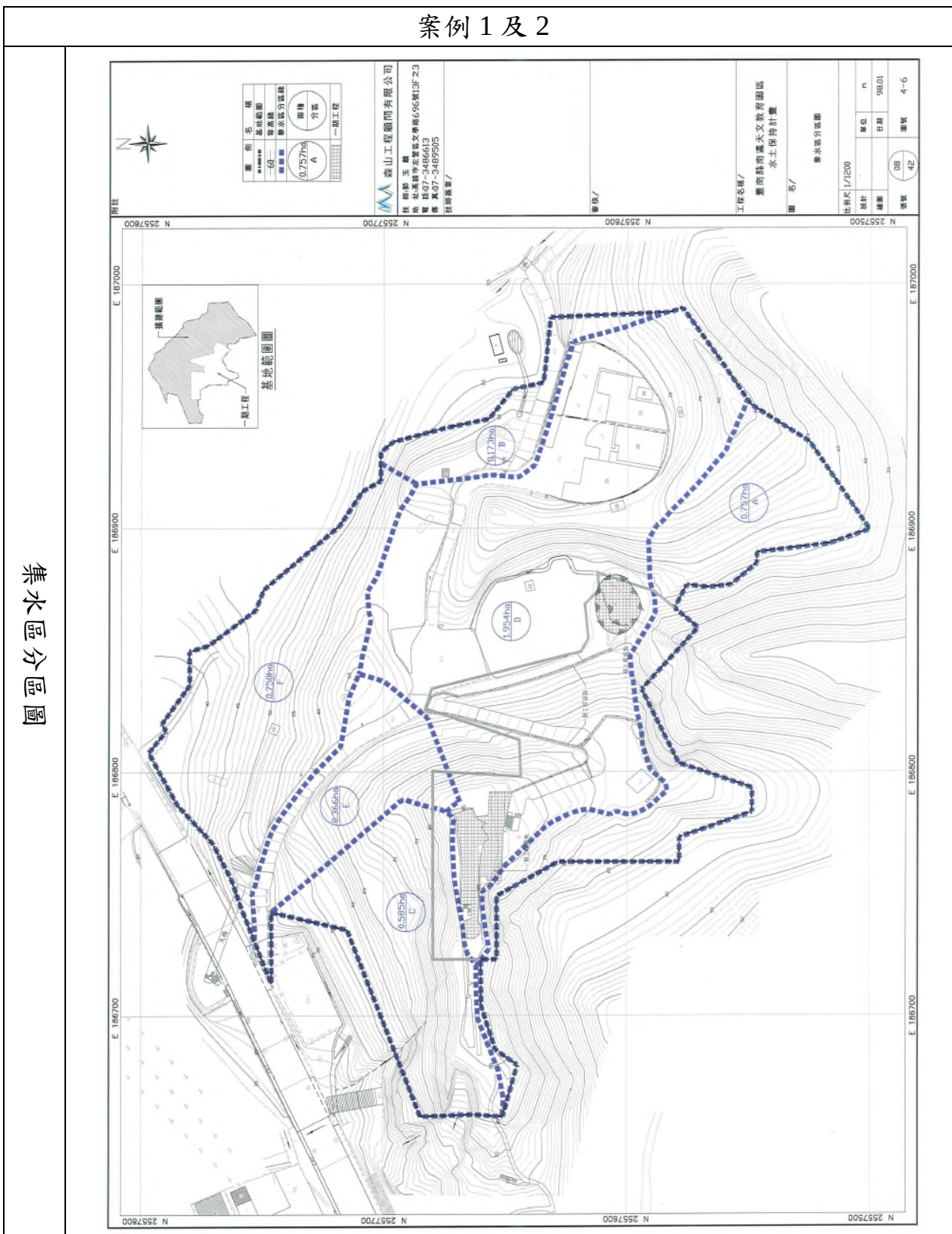
堂新建工程水土保持變更計畫，2006。

15. 森山工程顧問有限公司，高雄縣甲仙鄉小林村罹難者紀念公園工程水土保持計畫，2010。
16. 森山工程顧問有限公司，國立高雄應用科技大學燕巢校區教學校舍新建工程水土保持計畫第一次變更設計，2013。
17. 森山工程顧問有限公司，國家免疫馬匹畜牧場水土保持計畫，2017。
18. 森山工程顧問有限公司，臺南縣南瀛天文教育園區水土保持計畫，2009。
19. 詹錢登、李明熹，”土石流發生降雨警戒模式”，中華水土保持學報，第 35 卷，第 3 期，275-285 頁，2004。
20. 臺中市政府，臺中市排水規劃排水計畫審查作業辦法，2018。
21. 臺北市政府，臺北市下水道工程設施標準，1990。
22. 臺北市政府，臺北市雨水下水道設施規劃設計規範，2010。
23. 臺南市政府全球資訊網，<https://www.tainan.gov.tw/>。
24. 臺灣省政府，臺灣省下水道工程設施標準，1997。

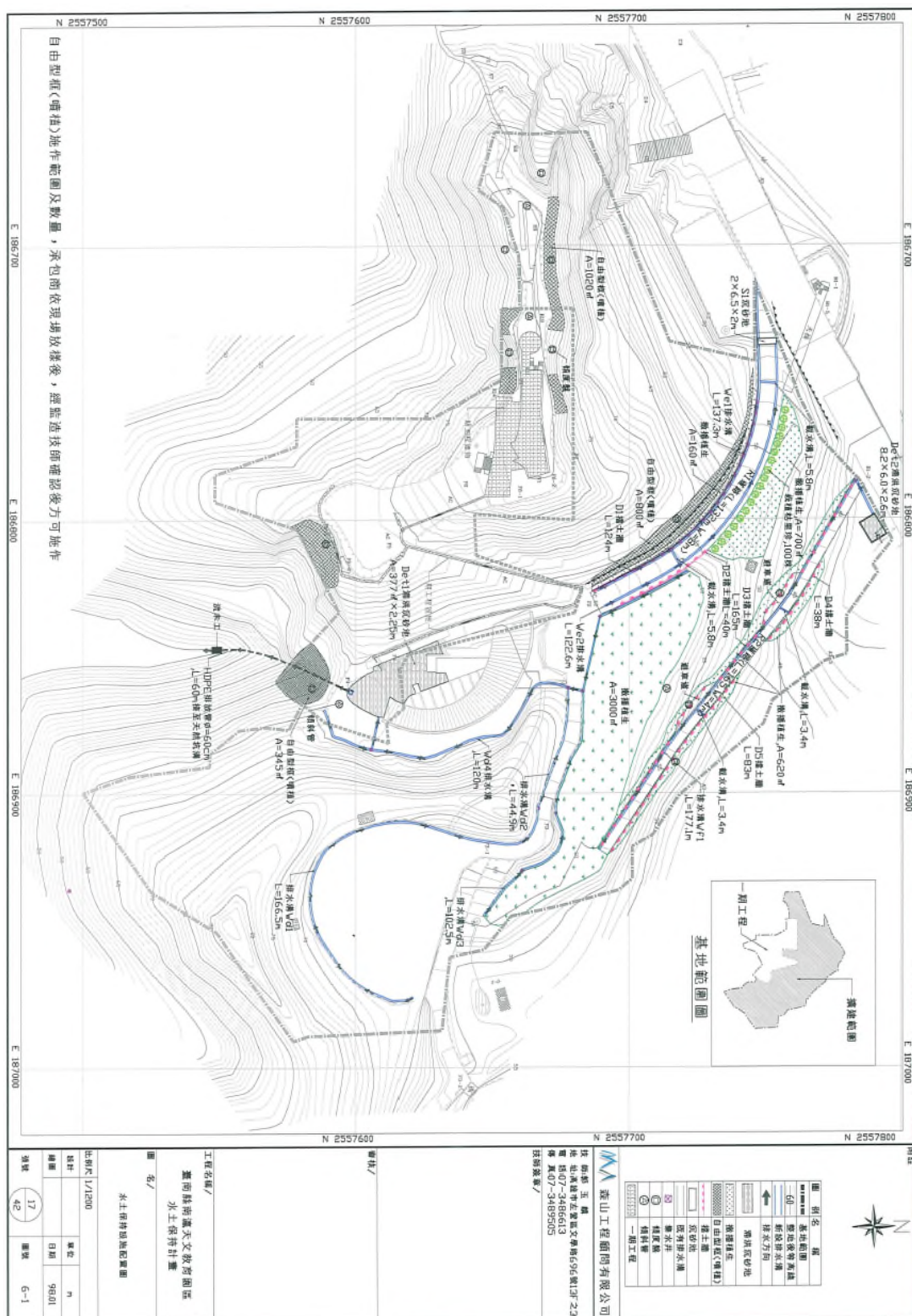
附錄

附錄一、滯洪池案例之設計規劃圖說

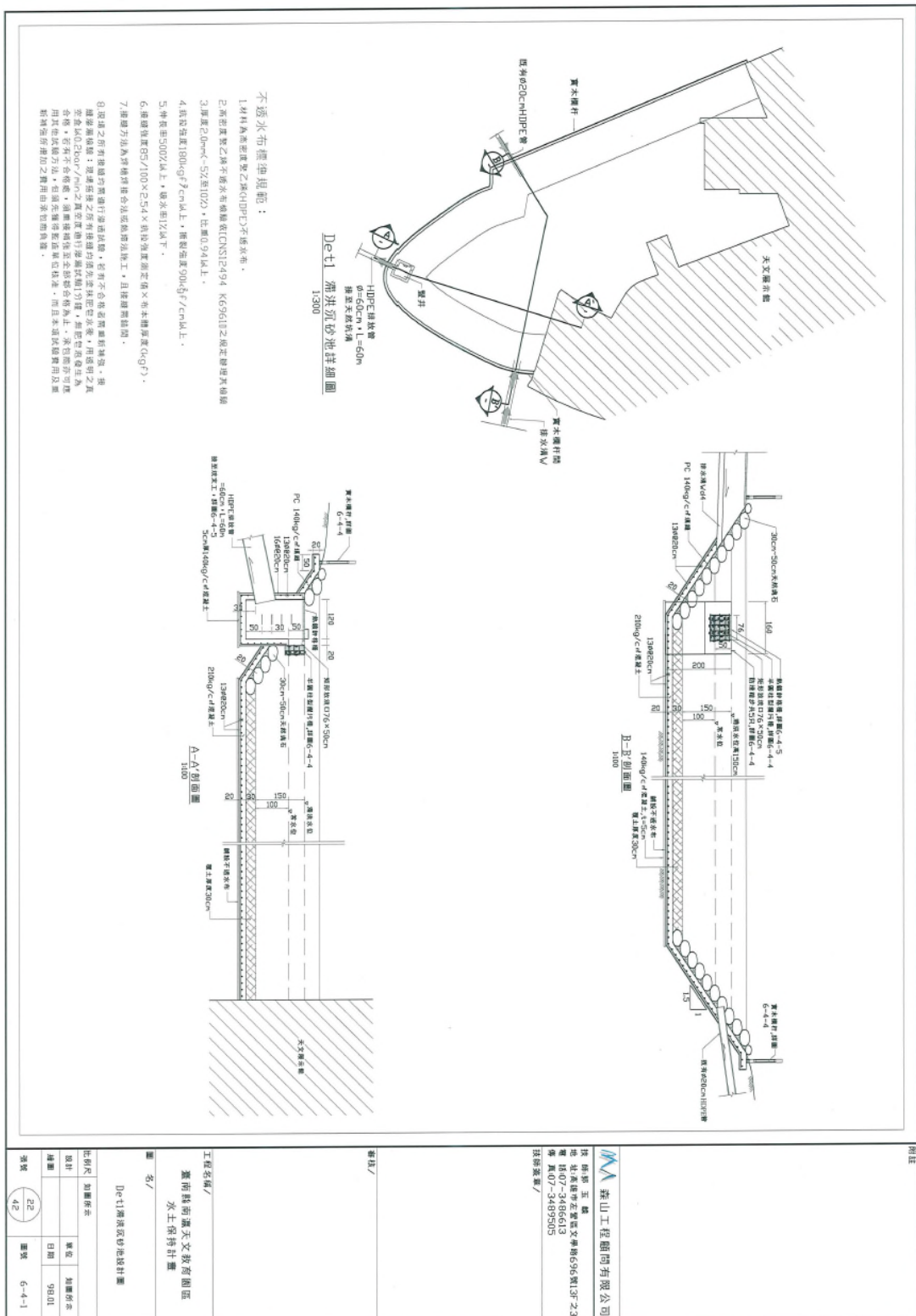
案例 1 及 2



案例 1 及 2



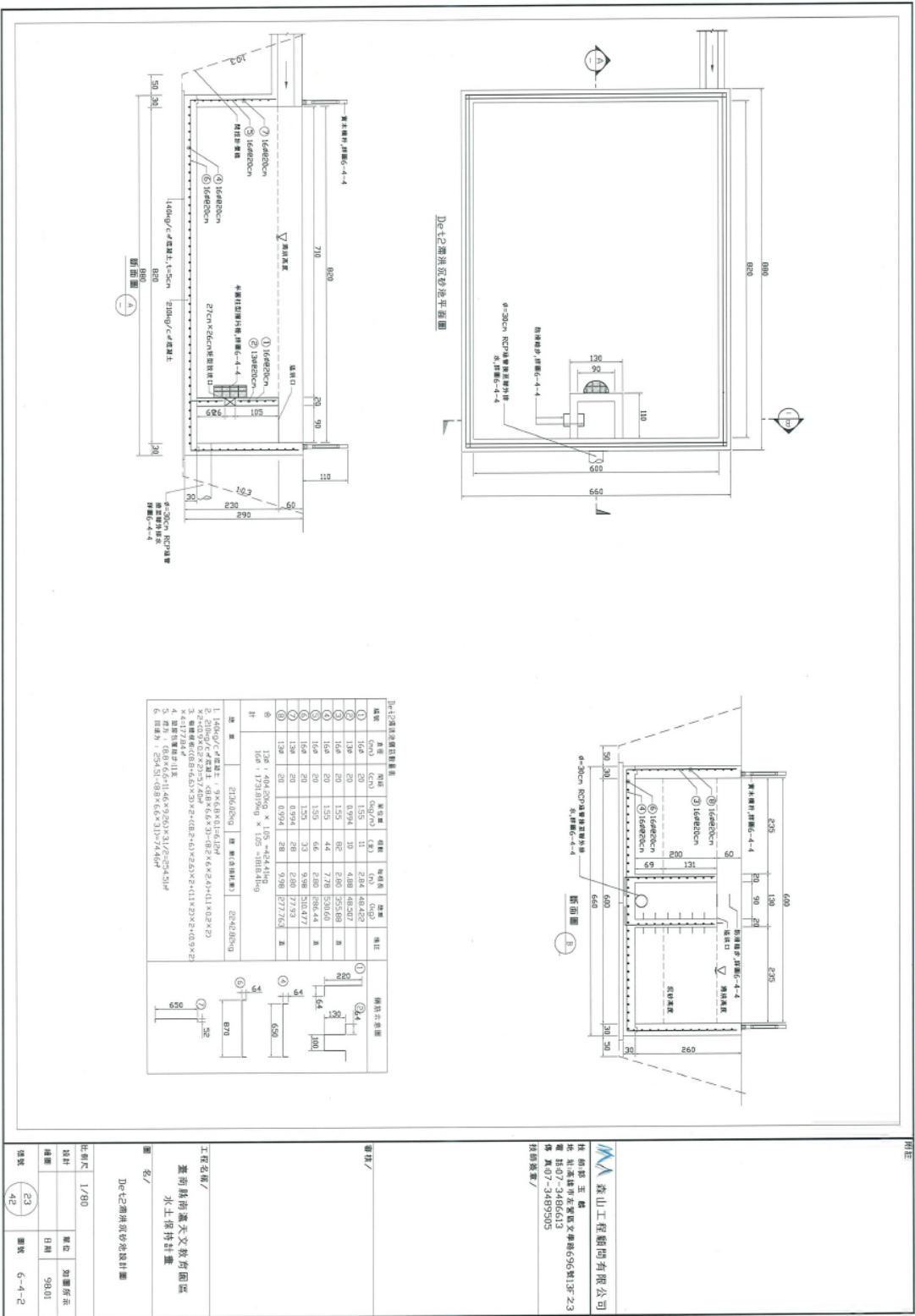
案例 1 及 2



案例 1 滯洪沉砂池設計圖

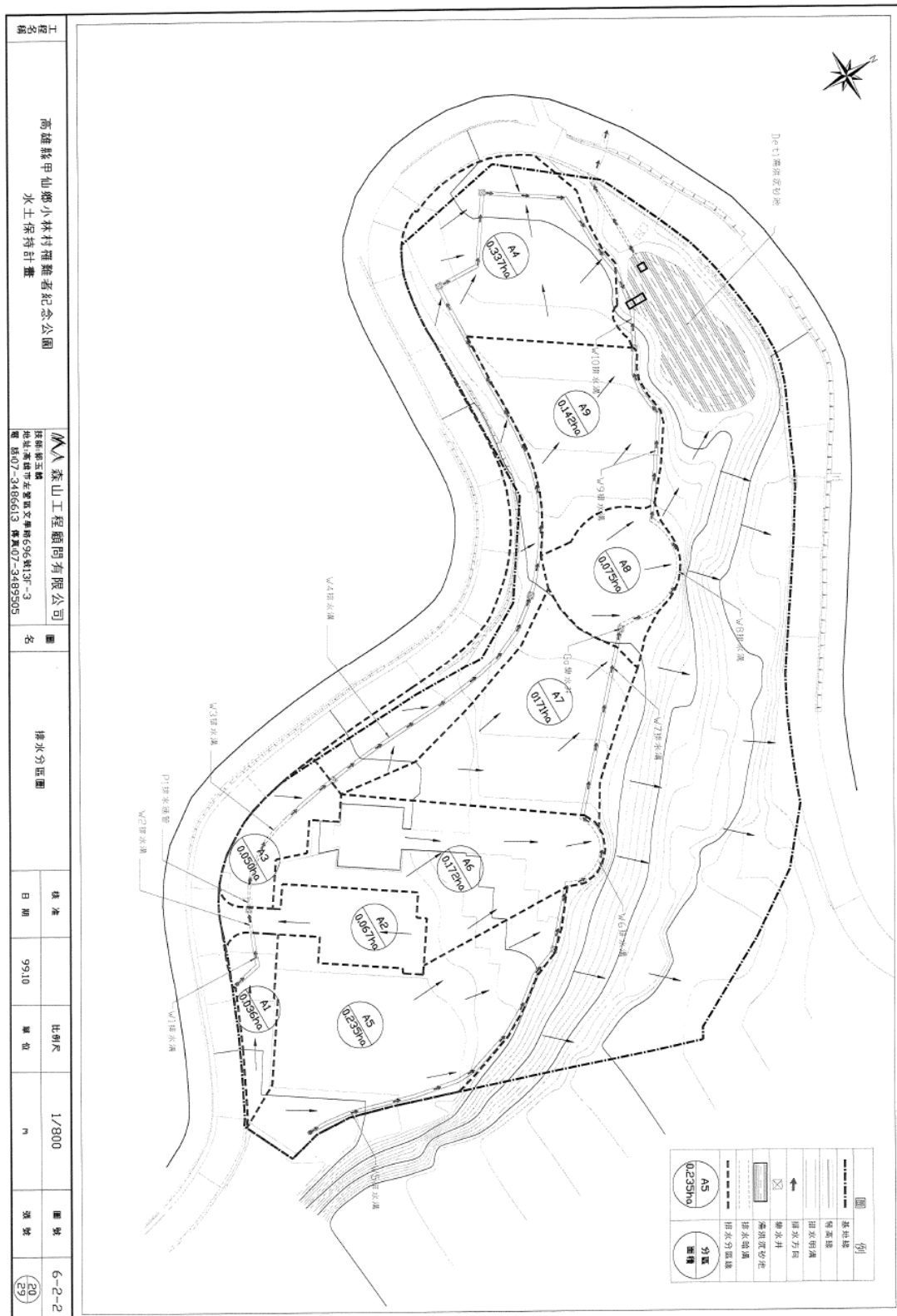
案例 1 及 2

案例 2 滯洪沉砂池設計圖



資料來源：森山工程顧問有限公司(2009)

案例 3

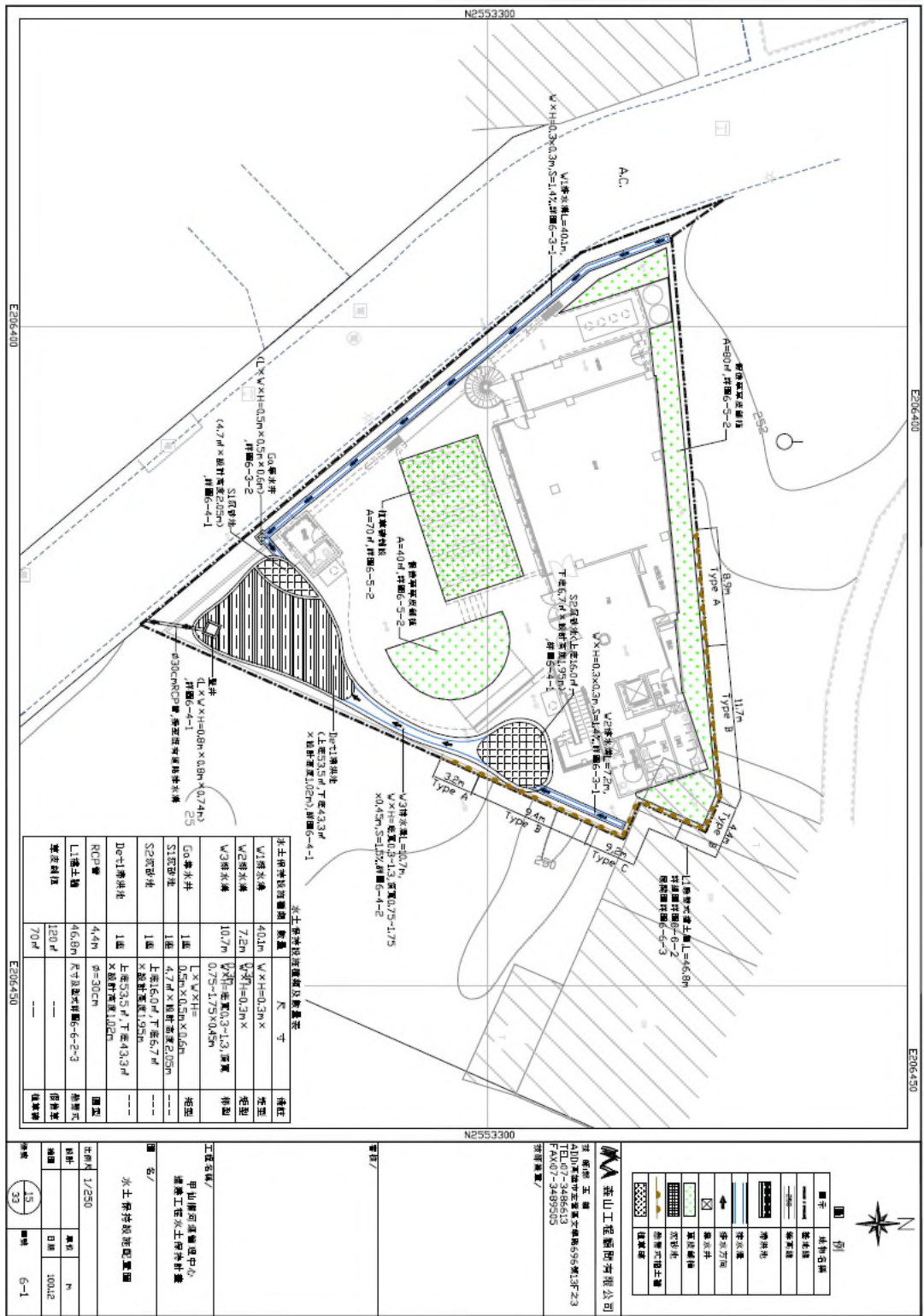


圖區分區水集

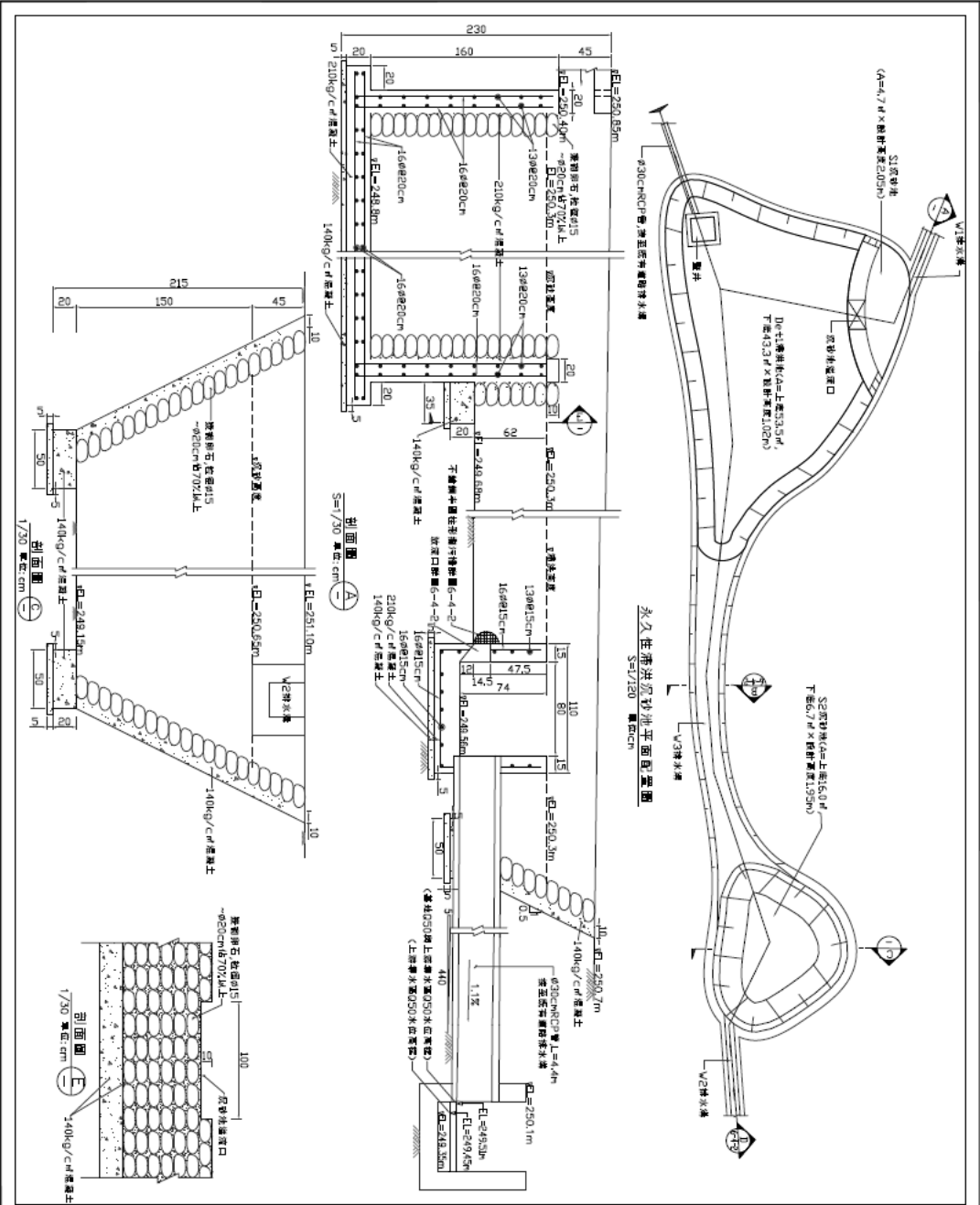


案例 4

水土保持設施配置圖

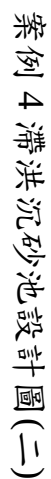


案例 4



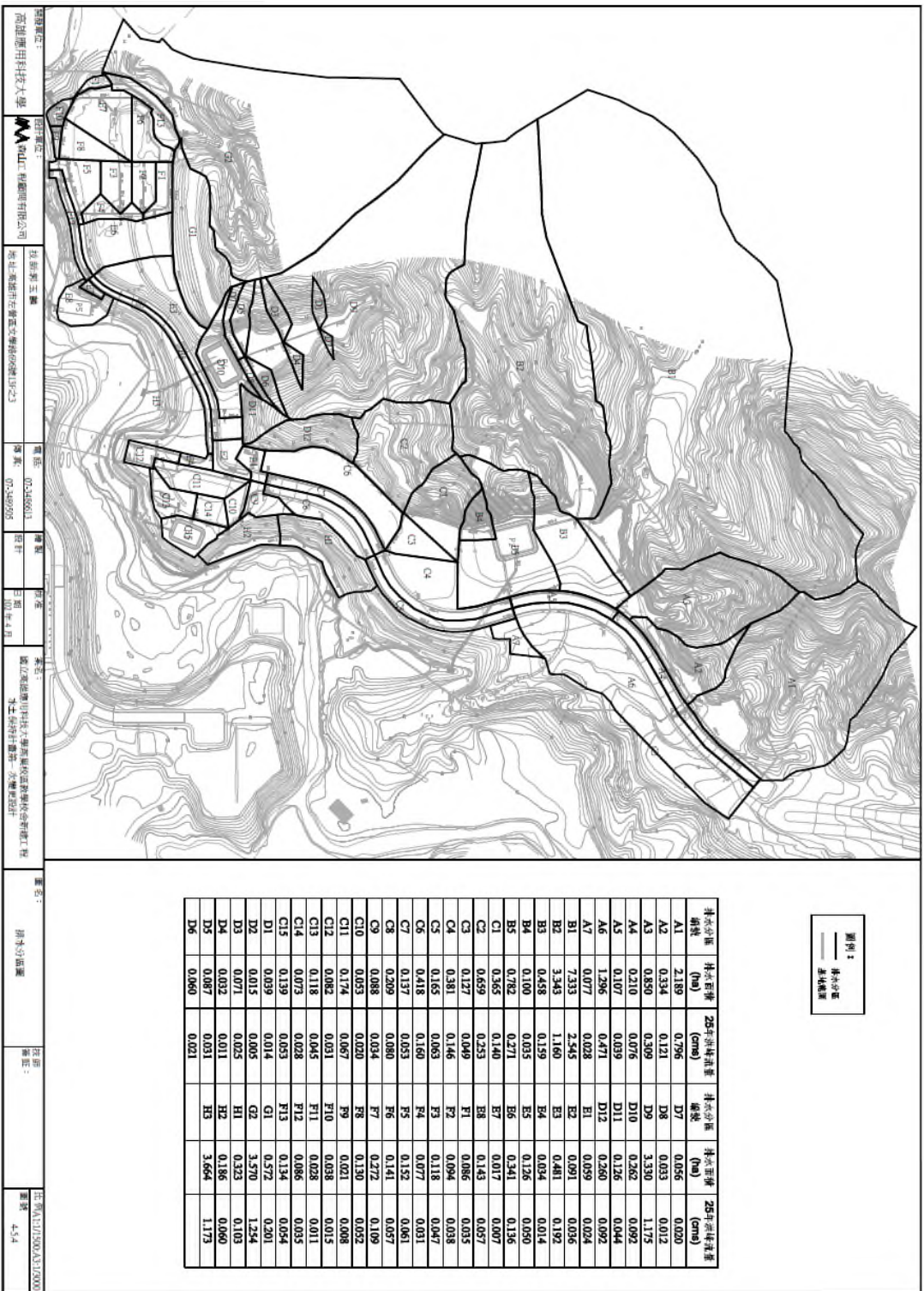
案例 4 滯洪沉砂池設計圖(一)

工程名稱/		設計/	
中山縣政府建設中心		設計/	
建築工程設計事務所		設計/	
永久性滯洪沉砂池設計圖(一)		設計/	
工程名稱/		設計/	
中山縣政府建設中心		設計/	
建築工程設計事務所		設計/	
永久性滯洪沉砂池設計圖(一)		設計/	
工程名稱/		設計/	
中山縣政府建設中心		設計/	
建築工程設計事務所		設計/	
永久性滯洪沉砂池設計圖(一)		設計/	
工程名稱/		設計/	
中山縣政府建設中心		設計/	
建築工程設計事務所		設計/	
永久性滯洪沉砂池設計圖(一)		設計/	



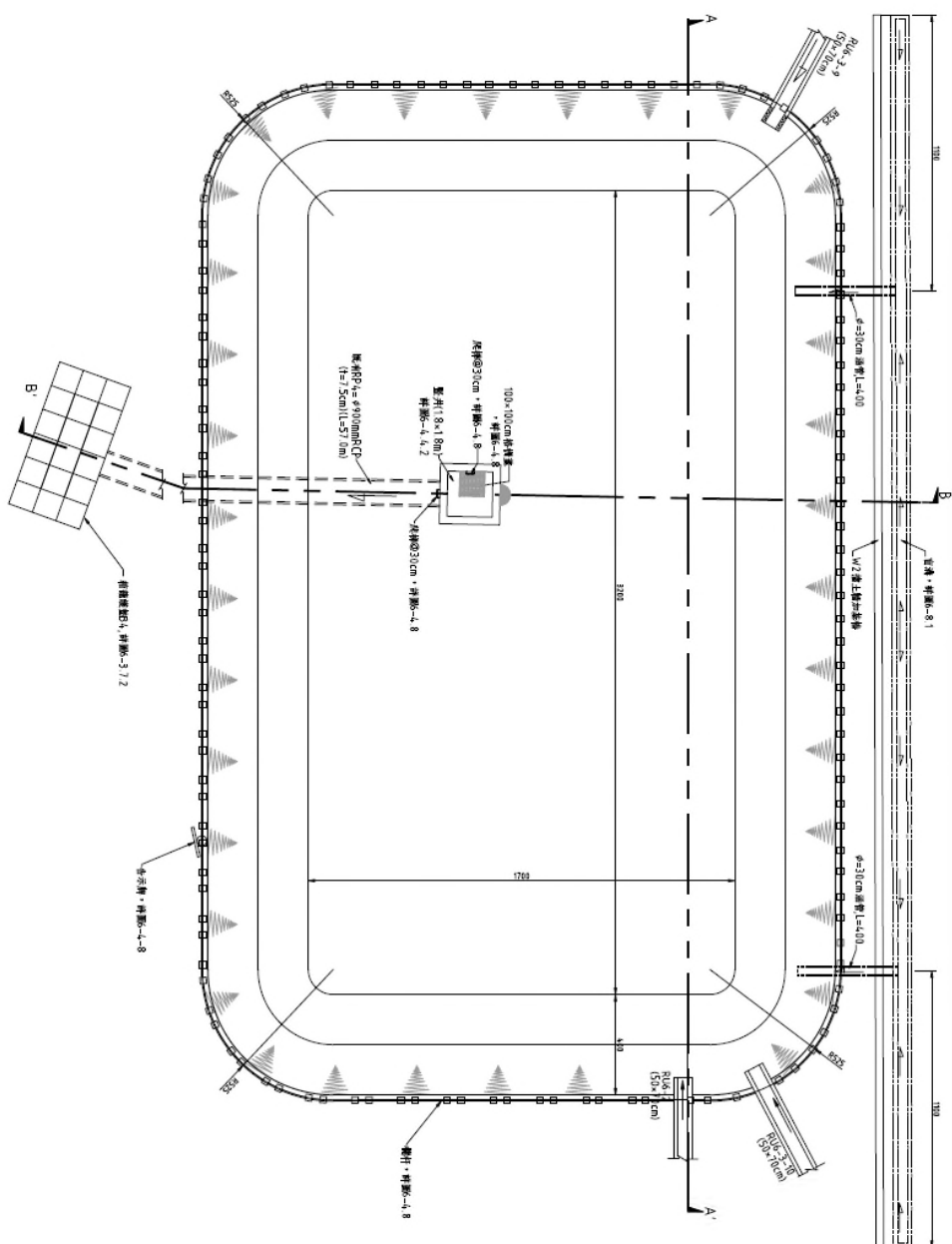
資料來源：森山工程顧問有限公司(2011)

案例 5



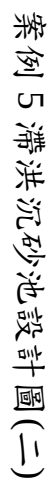
排水分區圖

案例 5



案例 5 滯洪沉砂池設計圖(一)

[illegible]



資料來源：森山工程顧問有限公司(2013)

案例 6



排水分區圖

圖 示		香港路 安東路 永泰路 清水力路 葛井 清水井 永久噴泉噴射器 	新橋 橋承分區 0.26ha An11 	清水分區線
-----	--	---	----------------------------------	-------

森山工程顧問有限公司
ADD: 高雄市左營區文學路696號13F 23
TEL: 07-34886613 FAX: 07-3489505
技師簽章/

工程名稱/ 高雄縣大寮鄉萬澤段986-43地號 納骨堂新建工程水土保持變更計畫	圖 名/
---	------

排水分區配置圖

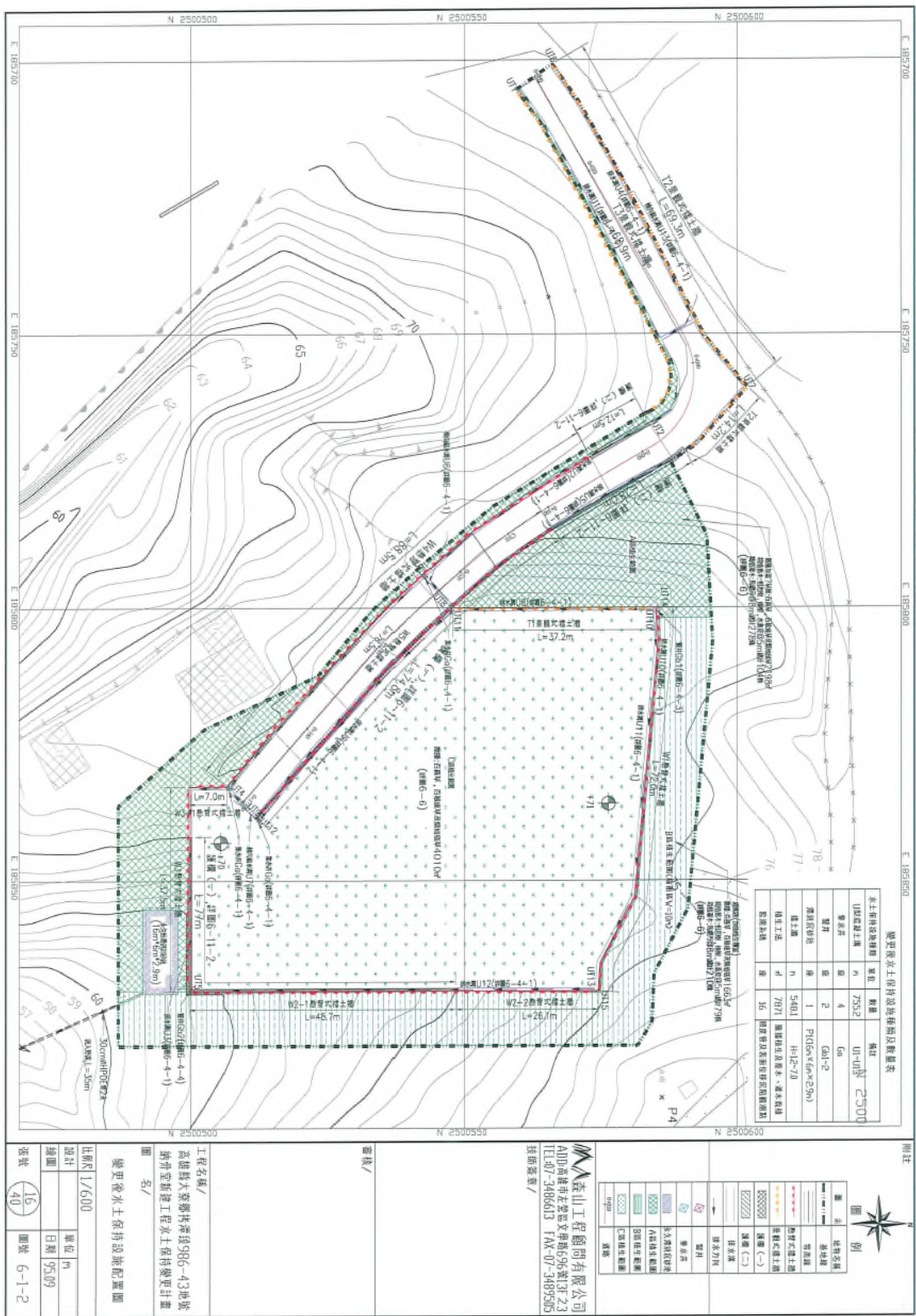
比例尺	1/800
-----	-------

2000	2001
2002	2003

張數	$\frac{10}{40}$
----	-----------------

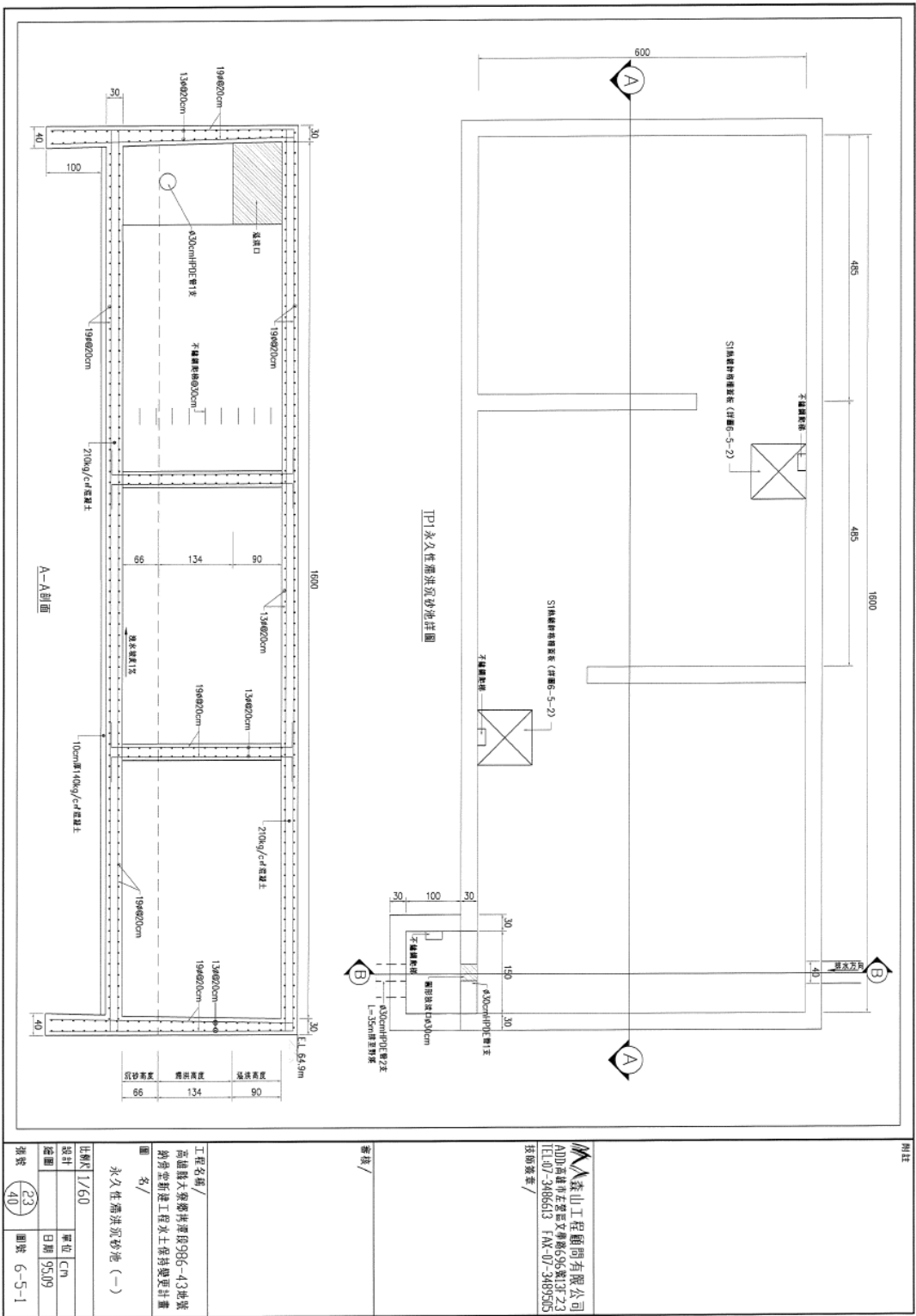
案例 6

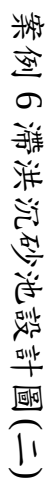
水土保持設施配置圖



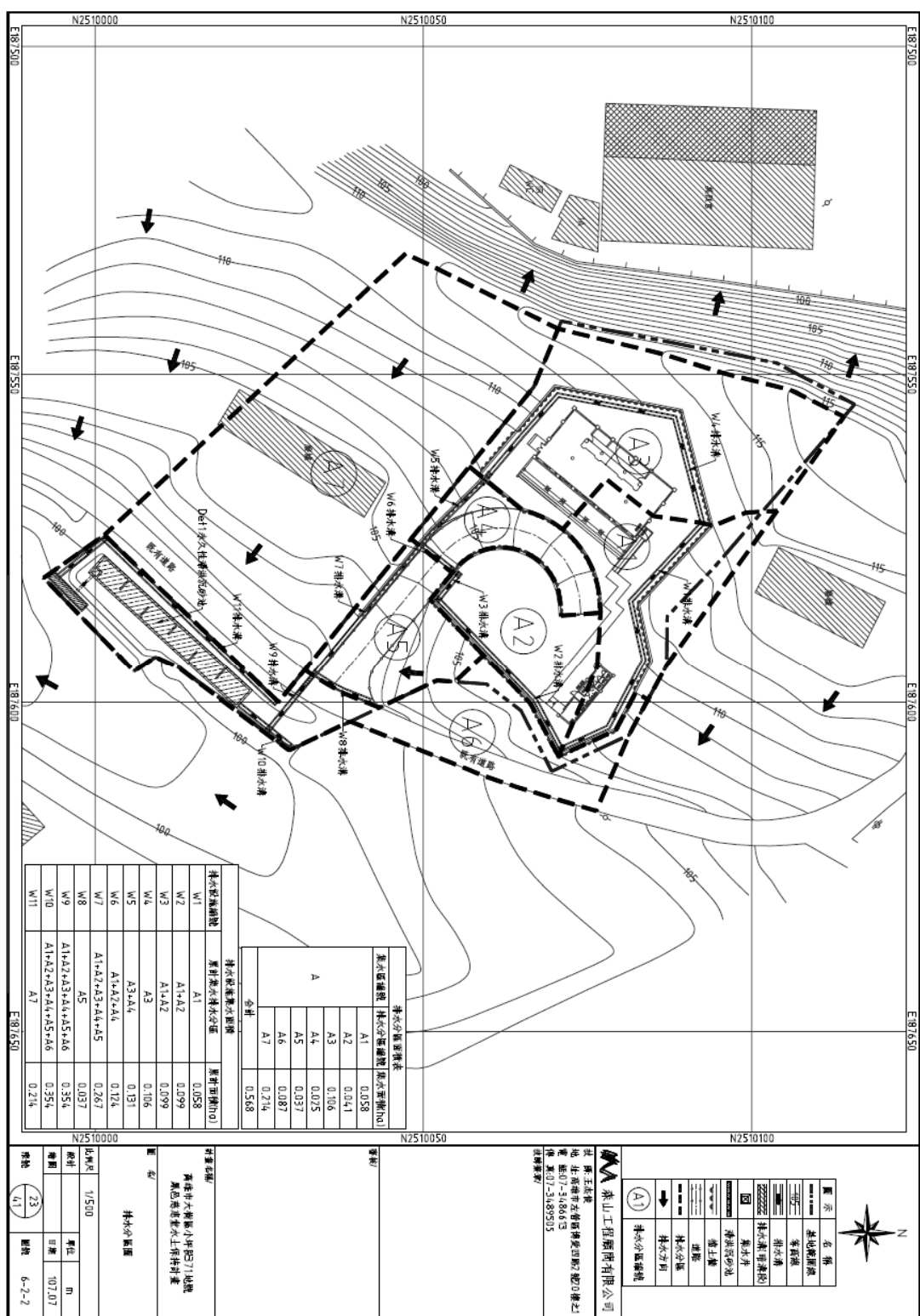
案例 6

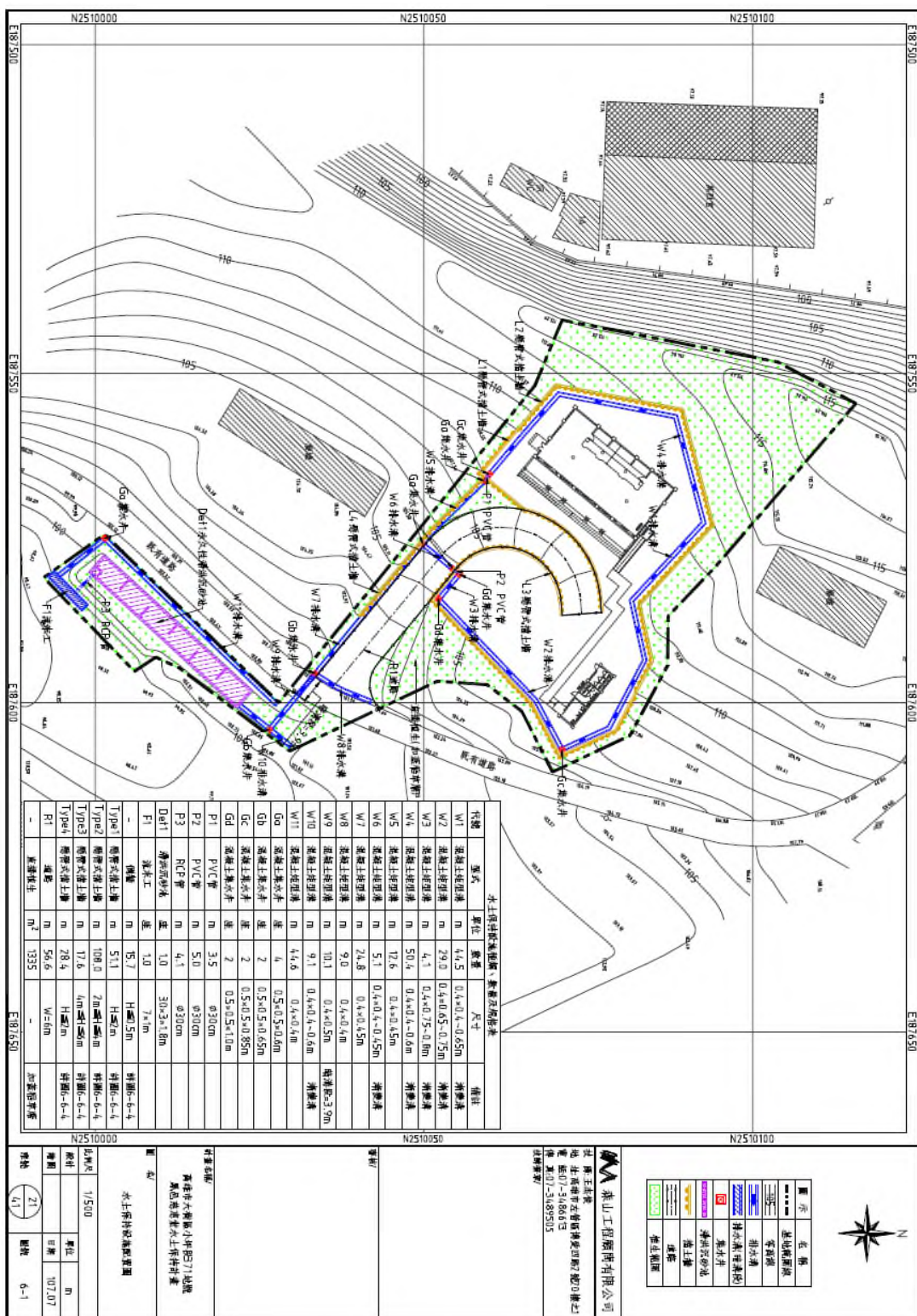
案例 6 滯洪沉砂池設計圖(一)



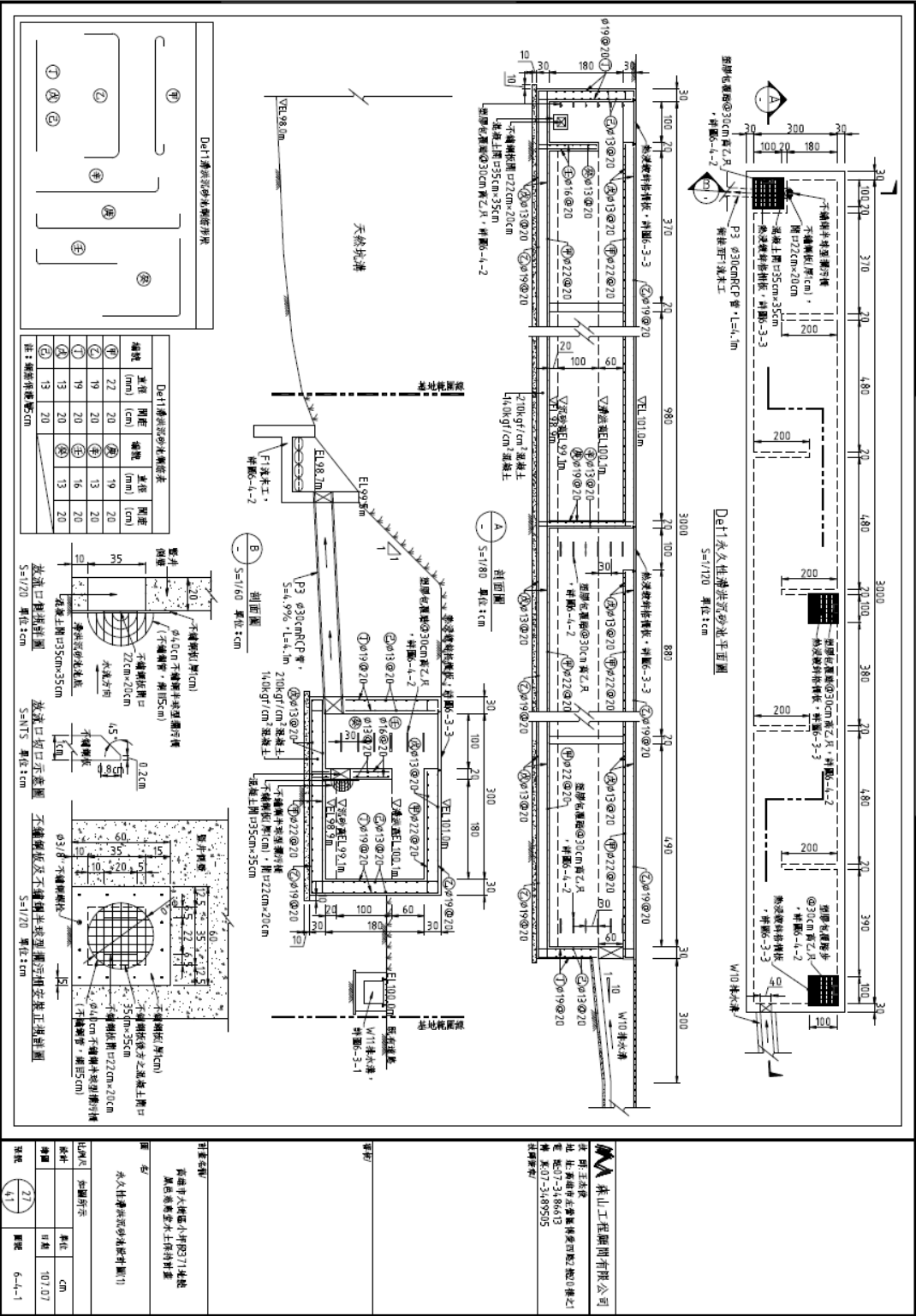


附錄 1-18



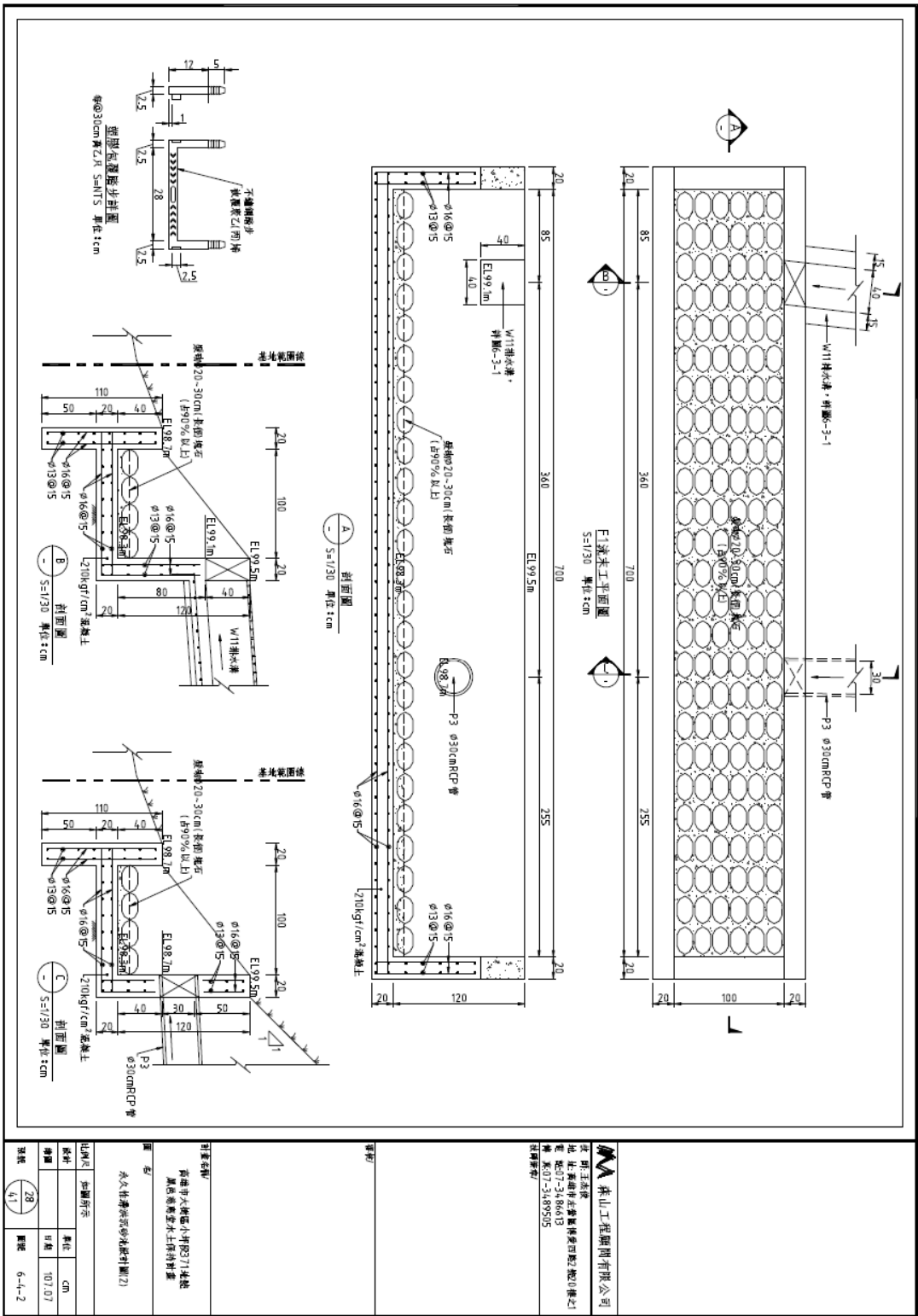


案例 7



案例 7 滯洪沉砂池設計圖(一)

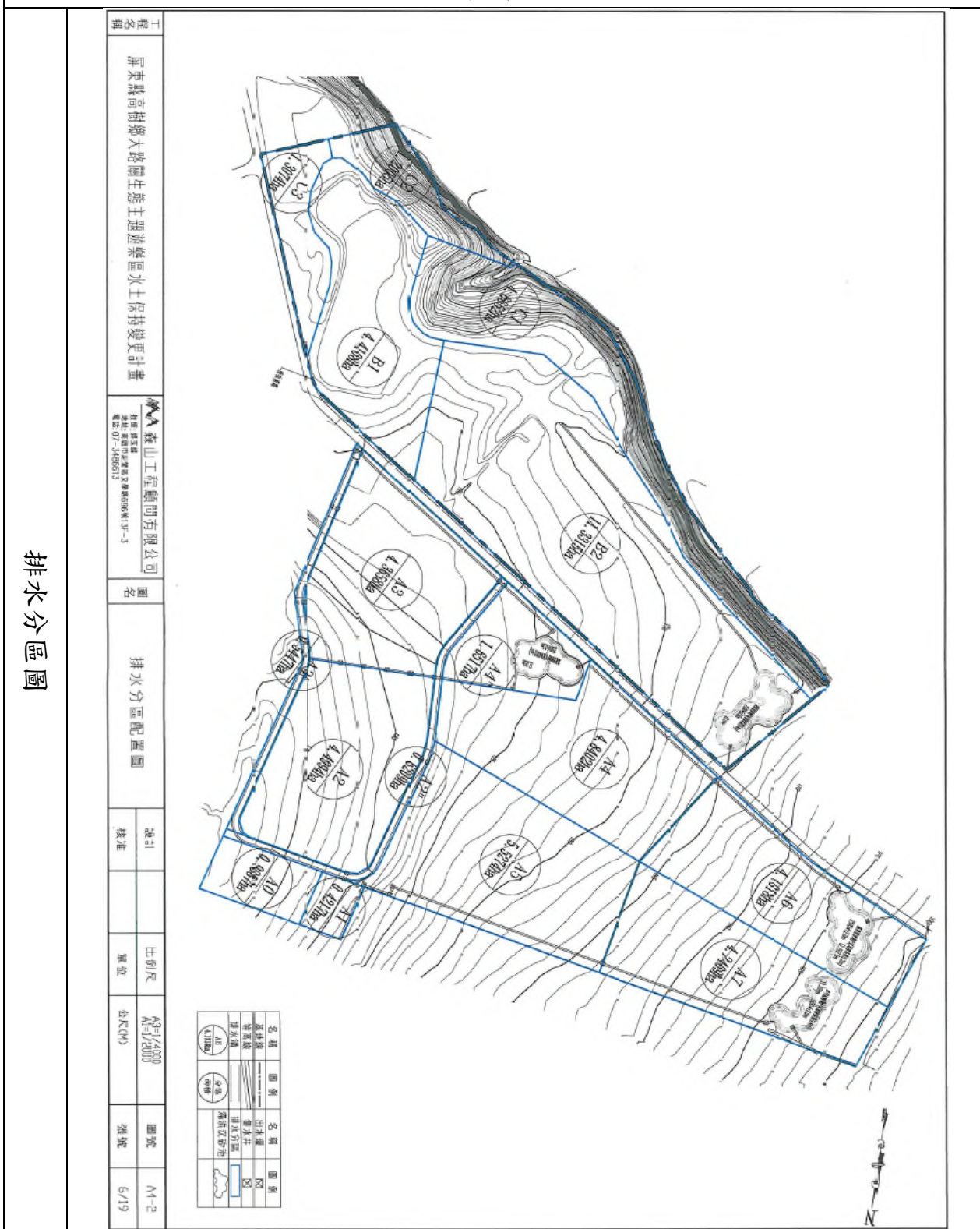
案例 7



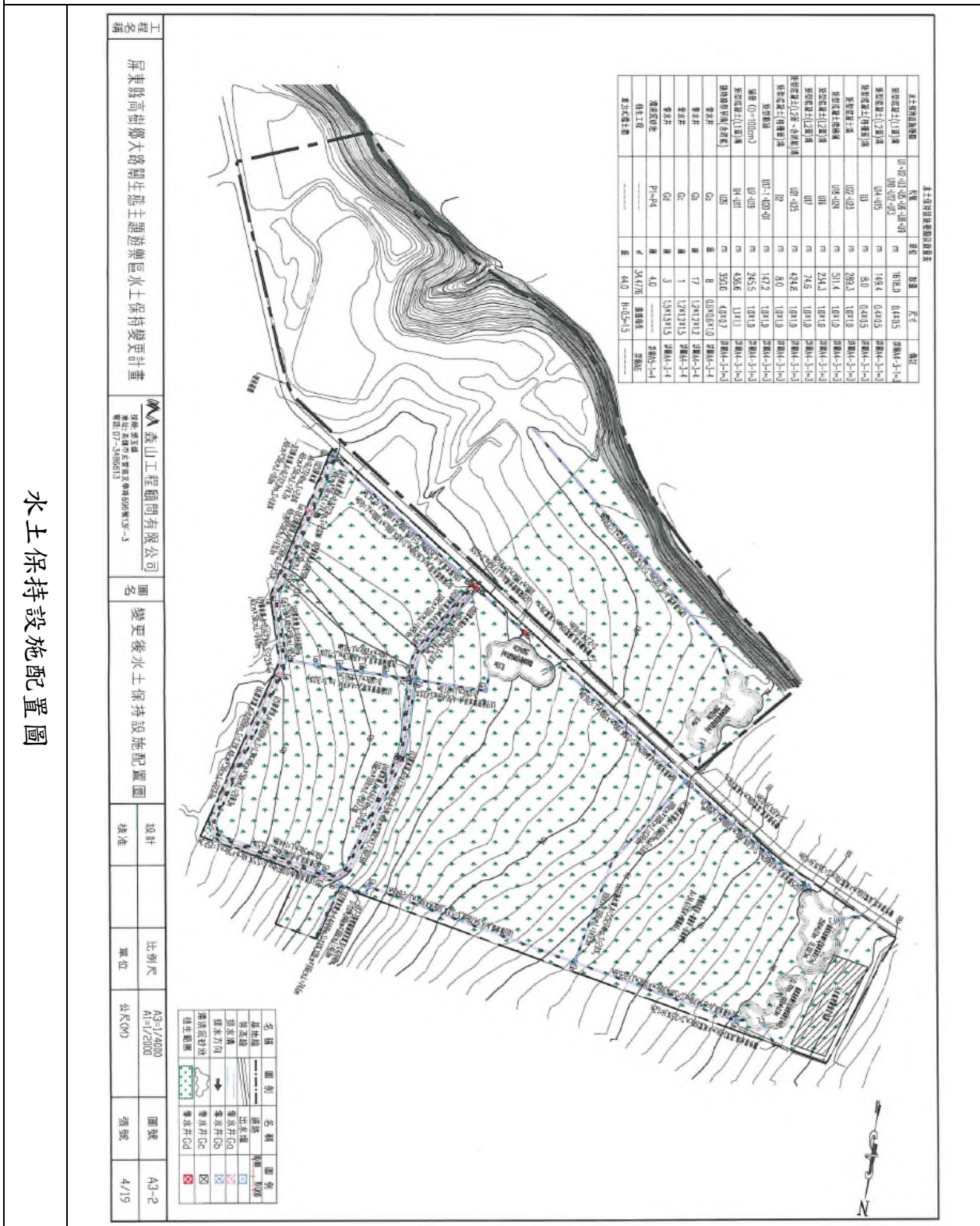
案例 7 滯洪沉砂池設計圖(二)

資料來源：森山工程顧問有限公司(2018)

案例 8

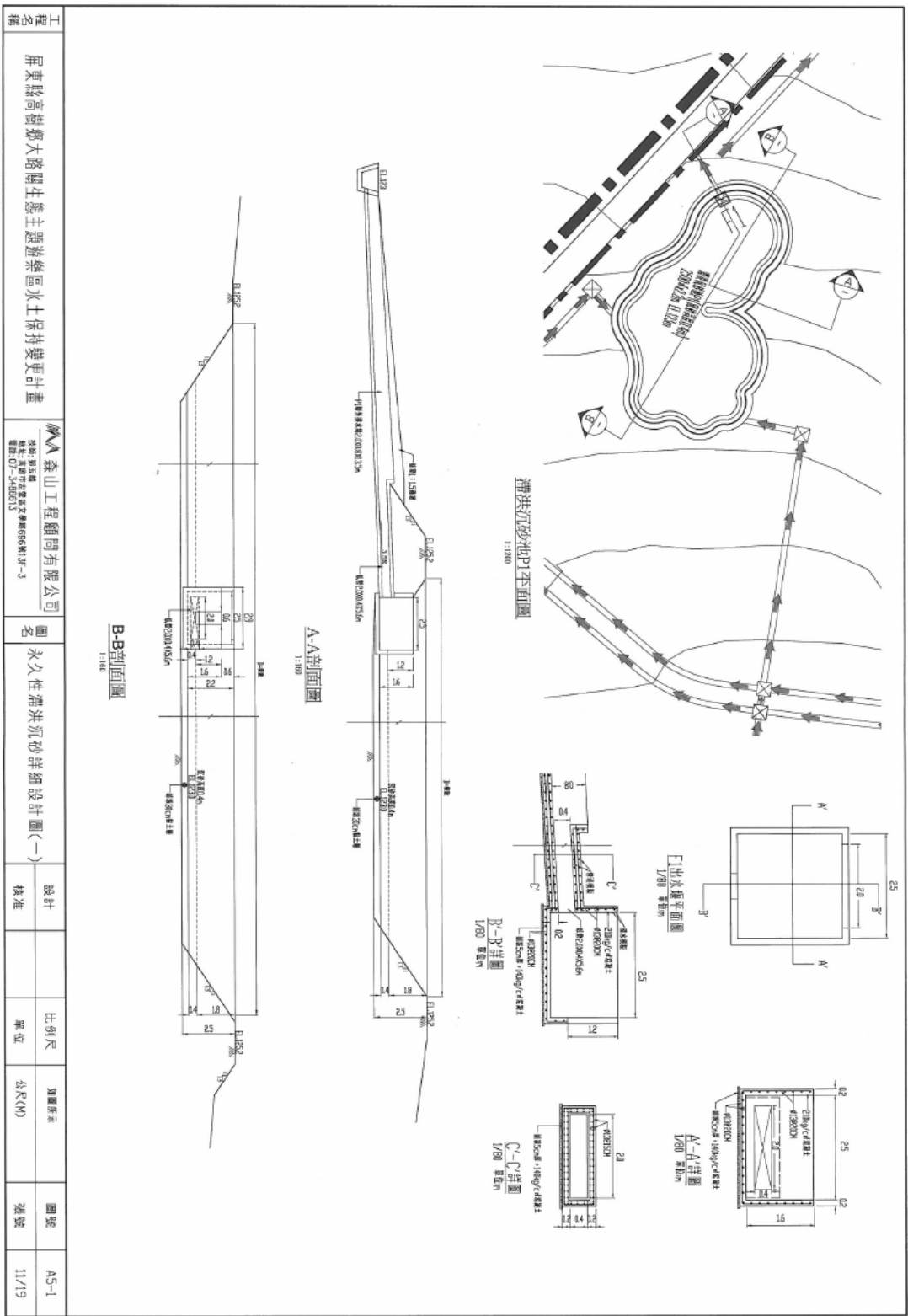


案例 8



案例 8

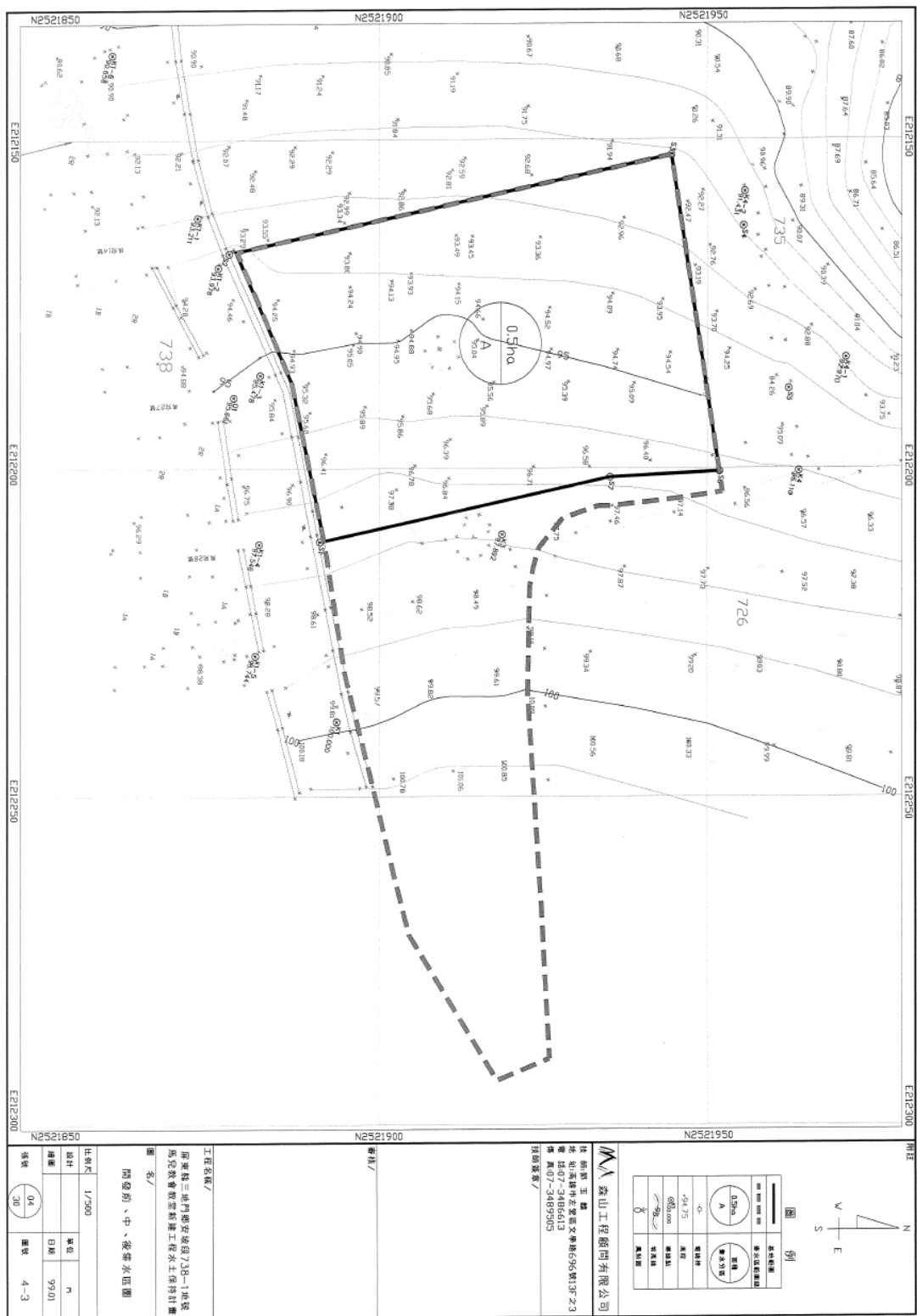
案例 8 滯洪沉砂池設計圖



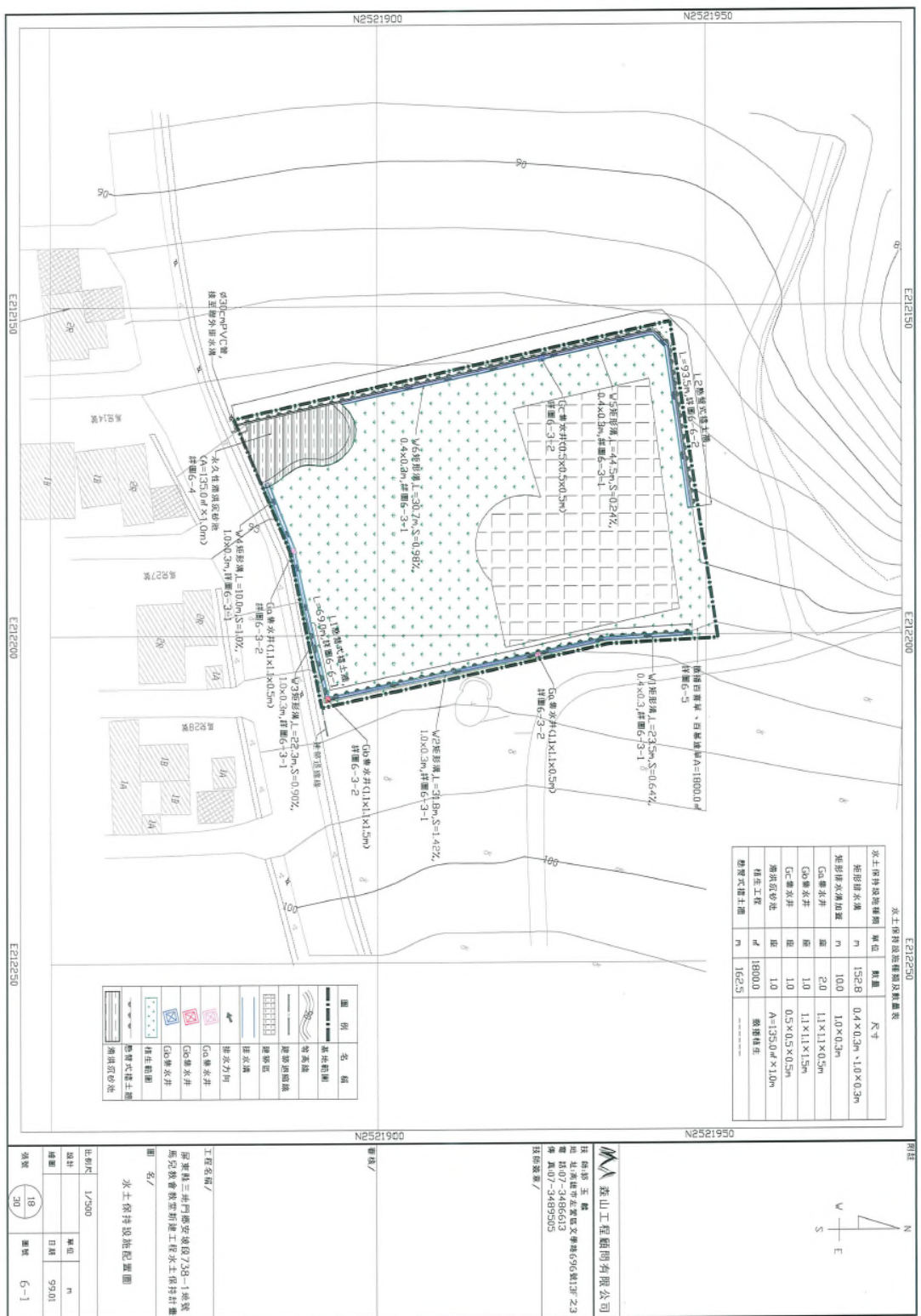
資料來源：森山工程顧問有限公司(2005)

案例 9

排水分區圖

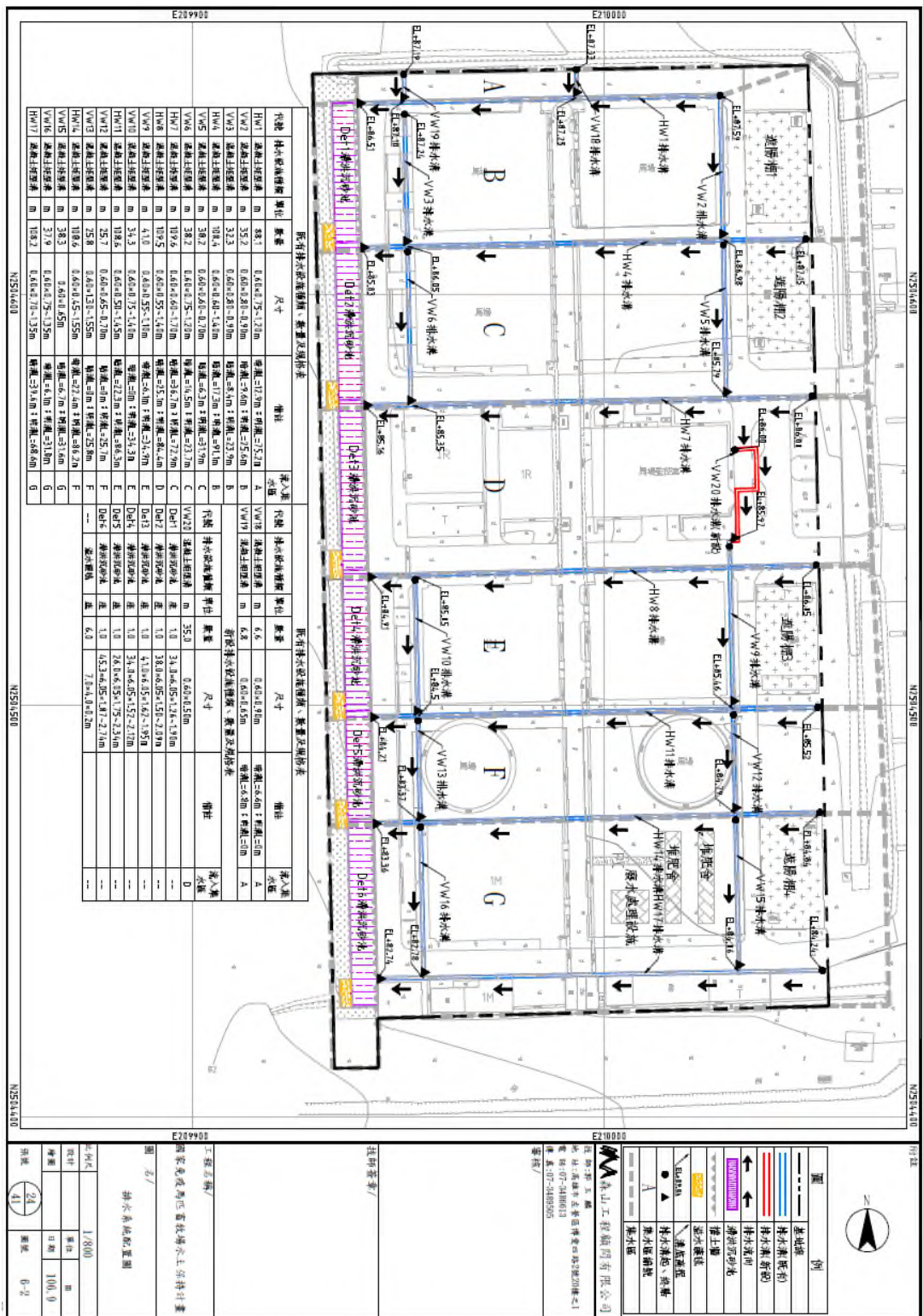


案例 9



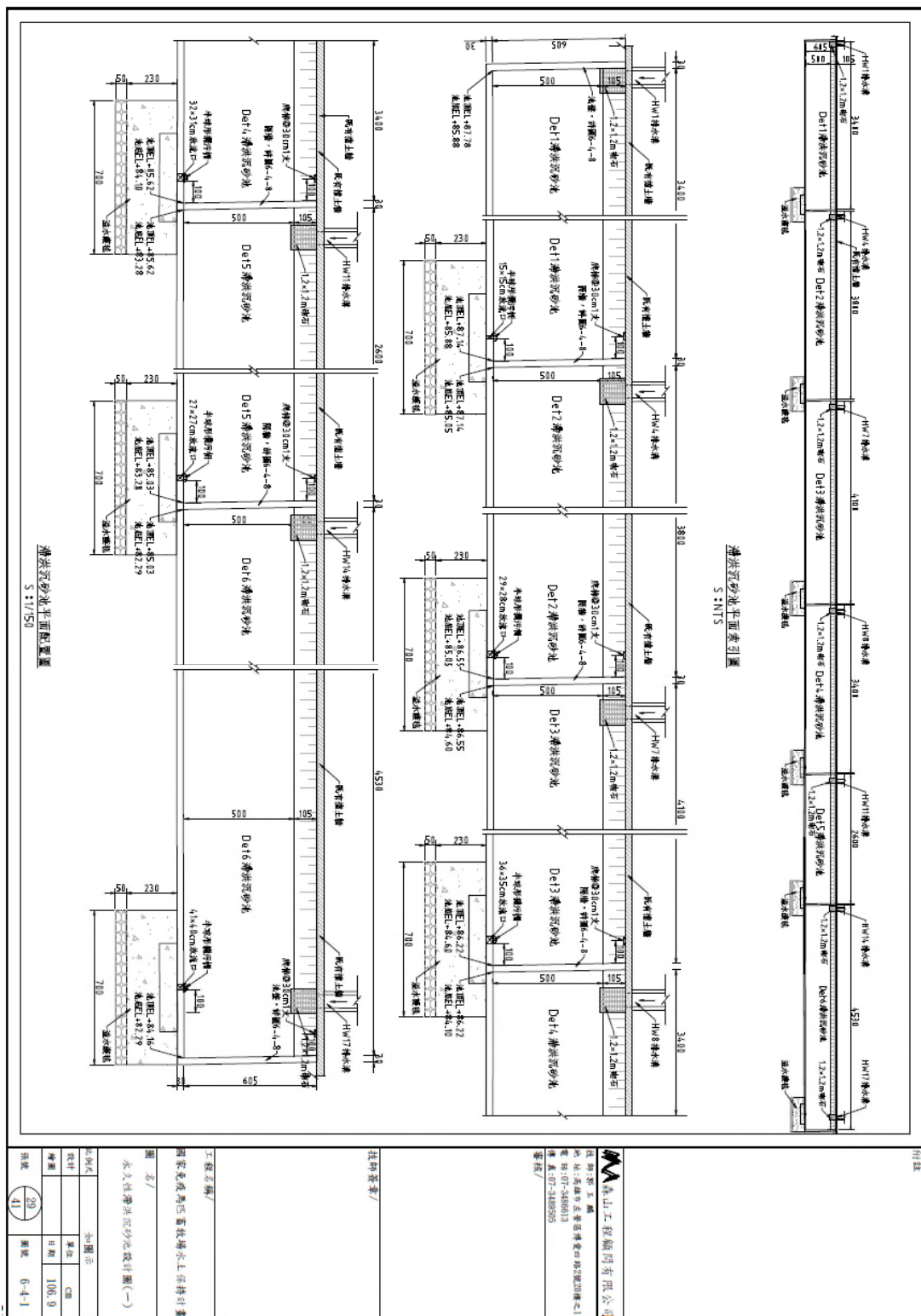
水土保持設施配置圖

案例 10



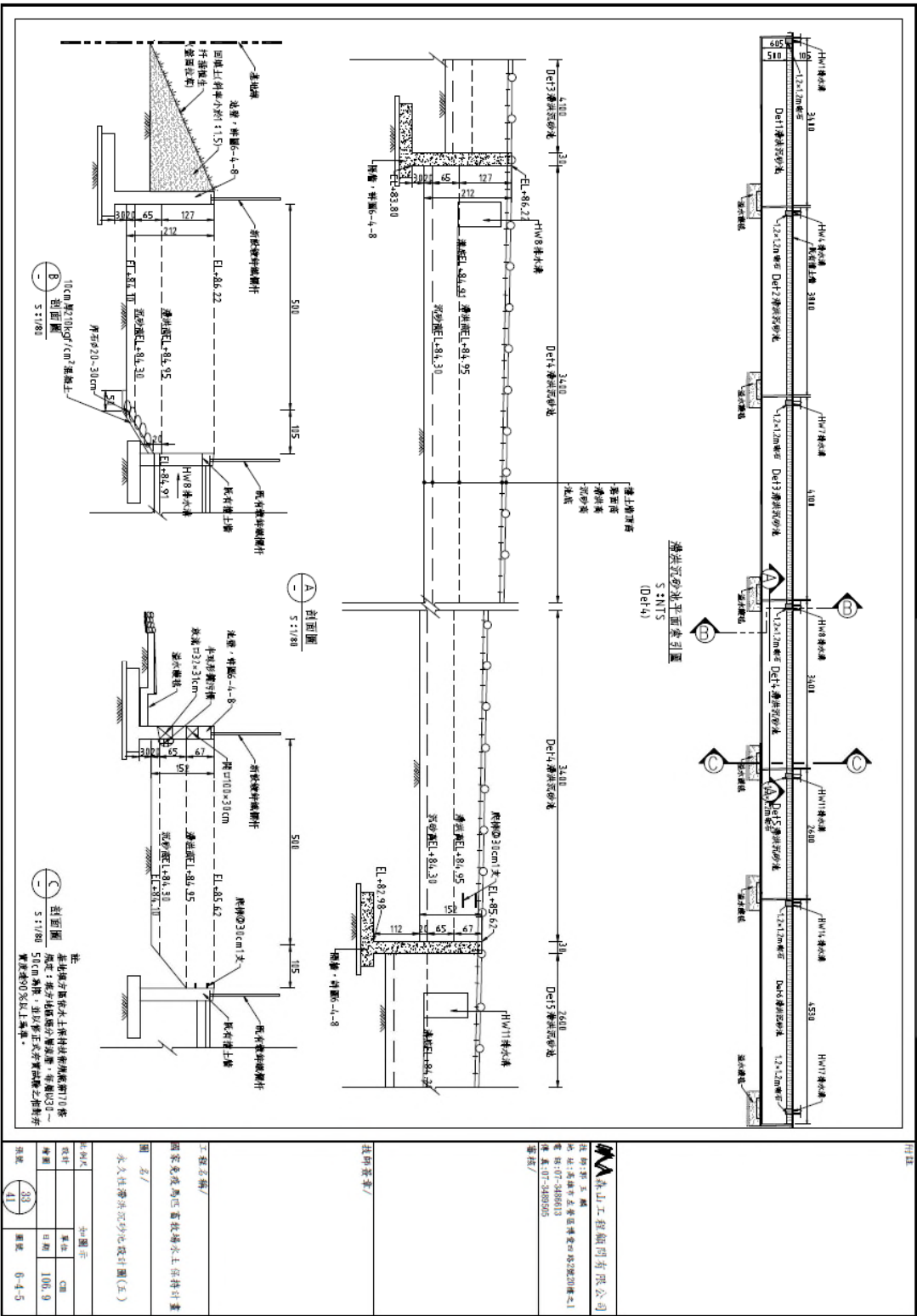
排水分區圖

案例 10



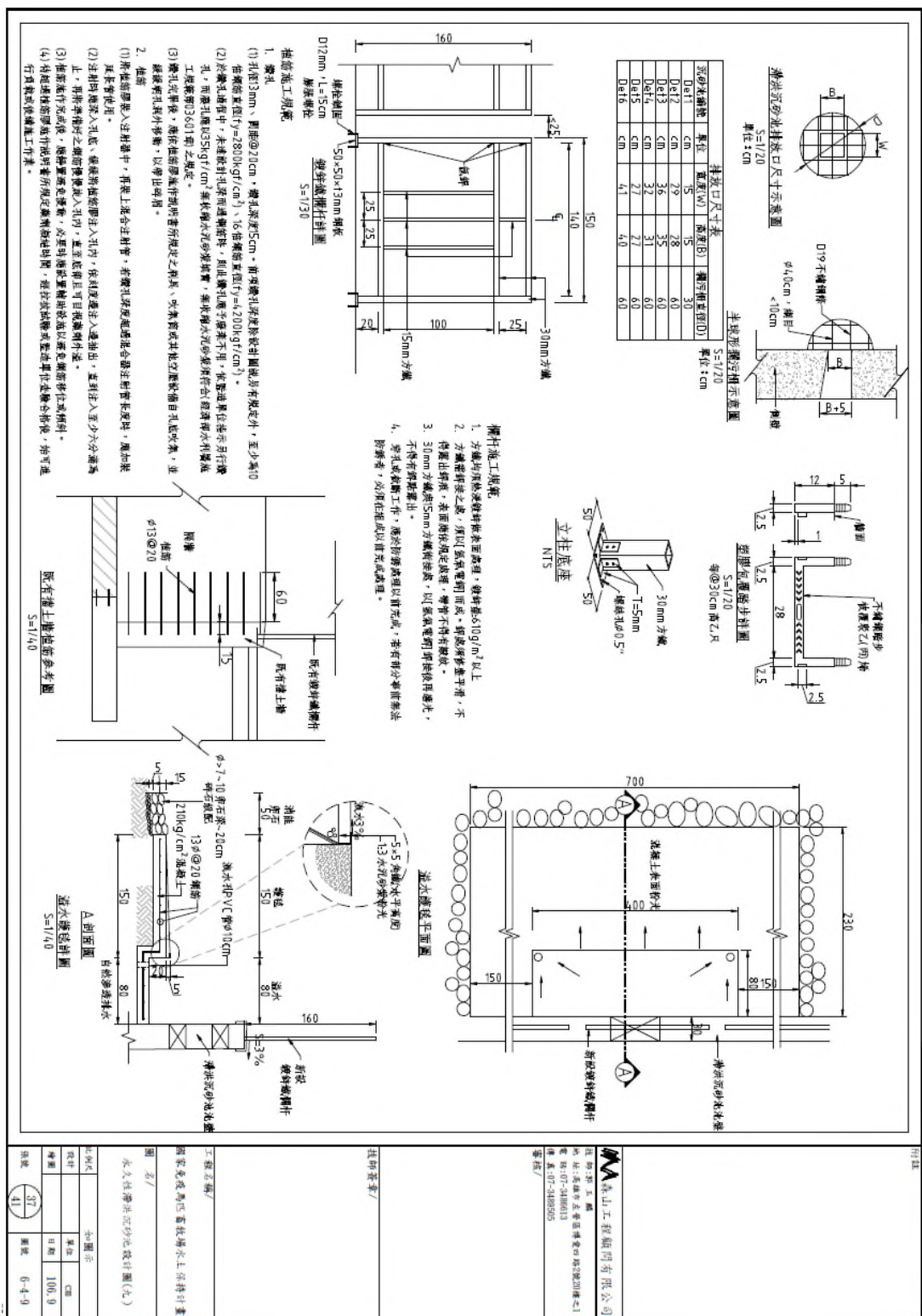
案例 10 滯洪沉砂池設計圖(一)

案例 10



案例 10 滯洪沉砂池設計圖(二)

案例 10 滯洪沉砂池設計圖(三)



附錄 1-33

附錄二、工作會議意見回覆表

壹、時間：109 年 2 月 15 日(星期六)上午 9 時 30 分

貳、地點：本局第五會議室

參、主持人：本局陳組長○光 紀錄：吳○豪

肆、出(列)席單位人員：詳簽到簿。

伍、受委託單位簡報：略。

陸、結論：

委員意見	回覆說明
1.本計畫係分析不同重現期出入流洪峰流量與集水區面積高程等關係之探討研究，惟計畫內容建請加強論述研究目標，及研究區域樣區選擇依據，以供後續檢討設計基準之參考。	謝謝委員意見。本計畫已將計畫目標加強補充說明於第一章第二節，如 P.1-1~1-2 所示。
2.因應本局刻正辦理山坡地範圍通盤檢討，至滯洪池案例分為都會區及山區，不宜使用高程 100 公尺上下進行區分，請修正。	謝謝委員意見。本計畫改以第二章第三節所計算之臺灣南部地區平均年降雨量(2,530 mm)及滯洪池之上游集水區面積(1 ha)為基準，分為 A、B、C 及 D 共 4 種類別，依據不同類別選定臺灣南部地區共 10 個依據水土保持計畫所設計之滯洪池案例，如 P.2-15 所示。
3.滯洪池案例建請納入中部科學園區水土保持計畫示範區進行研究；另	謝謝委員意見。本年度計畫係以臺灣南部地區為研究區域，中部地區可列

因滯洪沉砂設施設計量體與降雨強度有相當之關係，請協助搭配實測資訊檢視無因次降雨強度之檢討與建議。	為後續新年度計畫案例分析之參考依據；另本計畫已選定案例 7 之滯洪池設置水文監測系統，並於第四章第三節進行實測降雨強度與無因次降雨強度公式之探討，如 P.4-23~4-25 所示。
---	---

附錄三、期初審查意見回覆表

委員意見	回覆說明
委員 A	
1.此計畫係在極端降雨事件的基礎下進行研究，惟計畫書內完全未論及極端降雨事件之分析或模擬，建議補充或更改題目。	謝謝委員意見。本計畫已於第三章探討在極端降雨事件之情況下(重現期距 200 年)滯洪量之差異，如 P.3-1~3-14 所示。
2.依據計畫目標，以臺灣南部 10 個滯洪設施做為案例，擬透過不同法規設計標準進行滯洪池之滯洪量及排洪量之分析。但是，這些案例皆屬水土保持計畫所設計之滯洪池，實不宜採用水利署出流管制法規進行事後分析，請考量。	謝謝委員意見。遵照辦理，本計畫已修正為利用水土保持技術規範(2020)估算滯洪量之方法，探討滯洪量常見設計標準之差異性，如 P.3-1~3-3 所示。
3.本計畫認為：前滯洪池均採 50 年重現期設計標準，惟多數入流洪峰流量皆小於重現期 25 年，導致滯洪池滯洪功能與效用較容易被民眾質疑。此論點與本計畫所要解決的極端降雨事件似乎存在矛盾，況且滯洪池屬防災措施，倘若 25 年重現期洪峰流量對下游地區偉有肇災之虞，令其順利通過也無妨。因此，建議本計畫仍應以極端降雨事件(重	謝謝委員意見。本計畫已將前言之部份論點作修正(如 P.1-1)，並於第三章探討在極端降雨事件之情況下(重現期距 200 年)滯洪量之差異，如 P.3-1~3-14 所示。

現期至少 200 年)為研究對象，才有一定的價值。	
委員 B	
1.案例 1-10 均為滯洪沉砂池，沉砂池如何界定沉砂量和滯洪量宜敘明。	謝謝委員意見。本計畫主要以不同法規設計標準估算滯洪量並分析，僅針對滯洪量設計之適宜性進行探討。
2.規範蒐集缺臺北市、臺灣省以及高雄市資料。	謝謝委員意見。已將「臺北市下水道工程設施標準(2010 年廢止)」、「臺灣省下水道工程設施標準(2006 年廢止)」及「高雄市下水道工程設施自治條例(2006 年廢止)」規範補充於第二章第五節及第六節，如 P.2-48~2-54。
委員 C	
1.P.2-1 山坡地範圍面積建議參考本局全球資訊網>業務內容>水土保持>坡地保育>山坡地基本資料說明內統計表資料為依據。	謝謝委員意見。已修正為行政院農業委員會水土保持局截至 109 年 5 月之統計資料，如 P.2-1 所示。
2.表 2-1 研究區域基本資料及涵蓋之行政區域建議新增山坡地範圍面積欄位，以對應主文說明。	謝謝委員意見。已新增山坡地面積欄位於表 2-1，如 P.2-2~2-3 所示。
3.表 2-5 極端降雨事件(2009~2019 年)基本資料欄位有「侵台路徑分類」，請補充代號意義，倘與本研究計畫尚無關聯，建議刪除。	謝謝委員意見。已將表 2-5「侵台路徑分類」欄位刪除，如 P.2-8~2-9 所示。

4.表 2-10 案例 1 及 2 之水文參數其中 案例 1、2 應為表 2-8 滯洪池案例基本資料中之編號，建議統一表示方式，以利閱讀。(p.2-22、2-27、2-32、2-37、2-42、2-47、2-52 等亦如是)	謝謝委員意見。已將原表 2-8 中之標題列「編號」更正為「案例」，如 P.2-16 所示。
5.表 2-11 案例 1 及 2 之逕流係數加權計算結果直接納入水土保持計畫集水分區編號，而雖提供相關水土保持計畫集水分區圖，但因尺寸過小不易閱讀。	謝謝委員意見。已將各案例之設計規劃圖說尺寸放大並彙整為附錄一，如 P.附錄 1-1~1-33 所示。
6.第三章節滯洪量部分公式格式字體不一，請統一(如公式 3-4、3-5 等)。	謝謝委員意見。已將第三章節滯洪量相關公式之格式與字體進行統一，如 P.3-1~3-3 所示。
7.建議選定案例可於第四章山坡地滯洪量與排洪量之探討前言就直接敘明選定臺灣南部地區滯洪池為案例 7。	謝謝委員意見。已於第四章的前言中補充說明，如 P.4-1 所示。
8.表 4-2 不同重現期距之降雨強度推估表最後一列是否為誤植，請確認。	謝謝委員意見。已將原表 4-2 移除，改以表 4-10 每場有效降雨事件之基本資料與重現期距推估表呈現，如 P.4-25 所示。
9.本案工作執行計畫書請於末章增加工作預定進度。	謝謝委員意見。已於第一章第三節補上工作預定進度，如 P.1-3 所示。

附錄四、期中審查意見回覆表

委員意見	回覆說明
1.P.2-8 內文應和表 2-5 整合。	謝謝委員意見。已將P.2-8 內文應和表 2-5 整合，如 P.2-8~2-9 所示。
2.P.2-14 表 2-8 鄰近雨量站平均年降雨和原水保計畫不符處，宜敘明。	謝謝委員意見。因各水土保持計畫核定時間皆不同，為使分析更加符合現今臺灣南部地區之降雨特性，本計畫不採用原水土保持計畫中的降雨量，而是依據各滯洪池案例之坐標，挑選出鄰近滯洪池之雨量站，並計算出截至 2019 年之年平均雨量(如表 2-6)，作為分類及後續探討不同設計標準下之滯洪量差異性之依據。已補充說明於 P.2-15~2-17。
3.P.2-48 增列表 2-59 宜修正委員 B.2 意見回復內容。	謝謝委員意見。已將「臺北市下水道工程設施標準(2010 年廢止)」、「臺灣省下水道工程設施標準(2006 年廢止)」及「高雄市下水道工程設施自治條例(2006 年廢止)」規範補充於第二章第五節及第六節，如 P.2-48~2-54。
4.P.3-1 4 組入流流量和 3 組下游容許排洪量，應在第二章基本資料中敘明；惟案例 1~5 表 3-2 至表 3-5 使用降雨強度、洪峰流量和基本資料無	謝謝委員意見。本計畫已補充說明於第二章第五節與第六節，如 P.2-49、2-52 所示；因各案例之核定時間皆不同，為使滯洪量差異性分析更加符合

法整合。	現今之降雨特性，本計畫係依據各案例之滯洪池坐標，挑選出鄰近滯洪池的雨量站，並以各雨量站截至 2019 年之年平均雨量(如表 2-8)搭配第二章第四節已彙整的 10 個滯洪池案例計算滯洪量所需之相關參數進行滯洪量之分析，如 P.3-3 所示。
5.P.3-5 至 3-9 應不同案例，相同條件分析其差異性。	謝謝委員意見。本計畫雖以年平均雨量及集水區面積分成 4 種類別選定不同滯洪池案例，惟每個滯洪池的高程、坡度、逕流係數與集流時間等皆不一致，無法在真正相同的條件下進行分析。
6.第四章案例 7 應先分析。	謝謝委員意見。已針對案例 7 進行分析，如 P.4-1~4-10 所示。
7.表 2-1 請註明資料取得日期。	謝謝委員意見。已將資料取得日期補充說明於表 2-1 之註解及資料來源，如 P.2-2~2-3 所示。
8.請將工作會議紀錄納入附錄。	謝謝委員意見。已將工作會議紀錄及回覆納入附錄一，如 P.附錄 2-1~附錄 2-2 所示。
9.期中如有小結論，應可納入，並增補接下來之工作內容進度尤佳。	謝謝委員意見。遵照辦理。已在期末報告將結論納入，如 P.5-1~5-3。

附錄五、期末審查意見回覆表

壹、時間：109 年 12 月 14 日(星期一)上午 9 時 0 分起

貳、地點：本局 B 區第三會議室(A 場)、應變小組會議室(B 場)、第一會議室(C 場)

參、主持人：林副局長○立(A 場上午)、王副局長○倫(B 場，鐘主任○榮代理)、連主任秘書○吉(C 場上午)、徐總工程司○彥(C 場下午)、陳副總工程司○宇(A 場下午)

肆、出(列)席單位人員：略。

紀錄：高○毅

伍、計畫主持人簡報：略。

委員意見	回覆說明
1.建議後續對出流承接之排水系統是否足以負荷研究。	謝謝委員意見。待後續新計畫將針對出流承接之排水系統是否足以負荷進行研究與分析。
2.滯洪池滯洪量雖然是以洪峰流量計算，但是滯洪容量與降雨事件延時有關，僅探討洪峰流量不容易看到滯洪容量的問題。	謝謝委員意見。本計畫之滯洪量估算係在已知降雨事件延時之情況下，以實測入流歷線搭配出流歷線計算之。
3.實測與計算值之比較為本案重點，惟儀器遭受不可抗力因素損壞與人為破壞，使得僅有部分數據可供參考，有無改進方式？	謝謝委員意見。本計畫建議在野外設置儀器時，應先針對地點進行全方位考量與評估，以及備妥第二方案，避免因訊號不穩、人為破壞或雷擊等因素影響儀器運作及紀錄。