

都會型滯洪池特色之介紹-以高雄市寶業里滯洪池為例

A brief introduction of typical detention pond in ultra-urban areas: a case study of detention pond in the Bao-Ye neighborhood, Kaohsiung

高雄市政府水利局¹

鴻威國際工程顧問股份有限公司²

副工程司¹

總工程司²

林庚達

廖俊傑

Keng-Ta Lin

Jun-Jie Liao

摘要

近年來都市化發展下，原具調洪之農田窪地消失殆盡，導致下游排水設施無法負荷產生淹水，以滯洪池延緩洪峰為減輕下游洪災手段之一。而降低滯洪池用地之成本，為公部門推動工程興建之契機。高雄市寶業里滯洪池興建於公園及學校用地，合計 4.46 公頃，省卻了用地成本，並經內政部營建署挹注工程經費發包施工後，工程即將於今年完工啟用。本滯洪池之操作配合地形與雨水下水道系統高程採用重力滯洪為主，輔以機械抽蓄並行方式，滯洪量可達 10 萬噸，可將目前澄清、義華路口約 5 年降雨頻率之保護標準予以提升，減緩下游義華路箱涵流量之負荷，此外，施工期間，經由簡易滯洪操作機制執行後，原有易淹水區域未有淹水情形發生，顯示工程效益於工程啟動後已發揮初步滯洪功能。另一方面，滯洪池工程結合現地既有植栽等設施，平時可作為附近民眾休閒遊憩場所，使都市型防洪治水工程融入城市生活中，以小投資發揮工程最大效益，此外更賦予實體教育之功能，創造一處複合式多功能的景觀滯洪池。

關鍵詞：滯洪池，抽水站

Abstract

Water detention ponds have been often used to cope with the uncertain flood risks in recent years. From the government point of view, it is important to implement detention facilities at the meanwhile minimize the costs of public investment. The case here (the Bao-Ye neighborhood retention pond) illustrates a way to establish a detention pond with little investment by implementing in place where is planned to be public park and school. The construction work is financially supported from the Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior and will be accomplished later in 2012. The detention pond is 4.46 hectare and the total detention capacity is one million tons. It will offer the surrounding area around five-year duration of flood protection (through strategies of gravity

flow and pumping) to release the pressure at the downstream drainage system. The pilot study indicates it not only successes in water detention but also offers a recreation waterfront environment for local residents. Flood protection strategy in this way can therefore be interpreted in urban living and become a part of urban water landscape.

Keywords: detention pond, pumping station

一、前言

近年來高雄市澄清湖特定區及鳳山赤山地區一帶都市化迅速發展，原具有涵養蓄水功能之地貌逐漸消失，不透水表層取而代之，導致降雨逕流量大增，另一方面，上游小貝湖窪地滯洪效益尚失，加上發生極端暴雨之水文現象日益頻繁，至下游澄清與義華路口之雨水箱涵容量無法納上游鳳山區內部分水量，包含百甲圳、赤山第一、二圳等灌溉水路局部區域及 A 幹線雨水箱涵排入之水量，致逢大豪雨時常造成周邊地區因雨水宣洩不及而積水。

從「總合治水觀點」觀之，解決義華路與澄清路口一帶長年淹水問題，於現況都會區雨水下水道排水系統容量不易提升情況下，透過設置滯洪池之工程手段，將可降低 A 幹線洪峰流量，減緩淹水發生率。且在高度都市發展密集區內，規劃滯洪池位置於公有設施用地，除可減輕公部門在土地徵收成本上的壓力外，更可透過多目標開發使用，賦予滯洪池兼具滯洪、景觀休憩等多功能複合式都會生態公園。

都會區內成功推動闢建滯洪池案例首要關鍵議題為降低土地徵收成本(往往佔總經費 7 成)，其次為施工技術及建設經費。以寶業里滯洪池工程為例，規劃設置於高雄市三民區寶業里 41 期自辦重劃區內公園與學校預定地(少子化下，暫無設校需求)，其中學校用地約 2.69 公頃(北側滯洪池)，公園用地約 1.77 公頃(南側滯洪池)，總面積為 4.46 公頃，如圖 1 所示。因位置規劃於公共設施用地上，故公部門無需額外負擔土地徵收費用，此為本案成功推動之契機，且經委託高雄市水利技師公會就水利專業技術評估滯洪效益，報告書[1]顯示該滯洪池計畫無用地費用下，可使公部門在小投資下發揮工程最大效益。

因寶業里滯洪池屬於離槽式滯洪池，因此利用引流、出流箱涵及抽水機操作滯洪降低 A 幹線雨水下水道系統之洪峰流量，減緩該區域淹水發生率。滯洪池之滯洪效益可達 10 萬噸蓄水量，且設計保護標準可達 50 重現期 120 分鐘降雨。滯洪池結合現地既有植栽等設施，平時可做為附近民眾休閒遊憩場所，並將都市型防洪治水工程融入城市生活中，以小投資發揮工程最大效益，賦予都會型水利設施兼有改善區域排洪外，更可成為都市景觀特色新地標。

二、集水區水文水理分析檢討

1、淹水原因調查：

高雄市三民區澄清路與義華路一帶每逢暴雨易造成程度不一之積水災害[2]，不僅影響交通更造成周遭民眾財產嚴重損失。本案統計 94 年迄今數場具代表性暴雨雨量資料(94 年 0612 豪雨；95 年 0714 碧利斯颱風；97 年 0605 豪雨、0717 卡玫基颱風；98 年 0808 莫拉克颱風；99 年 0919 凡那比颱風)[3,4]，當最大時雨量大於 60mm/hr 或連續 2 小時之時雨量強度達 45mm/hr 以上者，皆容易造成該區域積水災情。另一方面，藉由田野調查訪談鄰近里辦公處，積水現象之發生常由澄清路與義華路口東北側路面開始，且鄰近道路之百甲圳有溢淹之情形，隨水量增加，即開始漫淹過澄清路中央分隔島至西北側住宅區，而澄清路南側因地勢較高，積水程度較輕微。

2、雨水下水道系統與灌溉系統調查：

都會型滯洪池主要用以分散都市雨水下水道系統洪峰流量居多，本案進行測量調查及參考重劃區開發之竣工圖說，將集水區範圍內主要雨水下水道系統整理如表 1 所示[2]，並將排水流向簡略繪製，如圖 2 所示。現況集水區雨水下水道系統包含 A 及 B 主要幹線，其中 A 幹線雨水下水道位於鳳山區文衡路，主要負擔文山重劃區內雨水排洩，始於鳳山區鳳松路附近，呈東西走向，於青年路口處，承納青年路上游次幹線雨水箱涵（ $W \times H = 2.4m \times 2.5m$ ），於文濱路與文安街次幹線分別為 1.5m 及 1.2m 方形雨水箱涵，最終於澄清路以 $4.5m \times 2.5m$ 三孔過路箱涵匯入三民區義華路之雨水箱涵（ $3.0m \times 2.7m$ ），隨後往下游排入愛河支流寶珠溝排水系統。B 幹線為 41 期自辦重劃區內主要雨水收集系統，於褒揚東街之 $2.0m \times 1.4m$ 雨水箱涵呈東西走向，經文安南街於公園及學校用地間之道路，排入三民區覺民路雨水箱涵（ $2.4m \times 2.16m$ ）。

農田灌溉渠道系統因取水需求，常束縮下游渠道斷面予以抬昇水位，以利取水灌溉，百甲圳為典型案例。計畫區內主要相關灌溉系統為赤山第一、二圳及百甲圳，隸屬曹公圳系統支流。曹公圳於鳥松區中正路夢裡橋上游 200 公尺處，分流出赤山第一圳後沿澄清湖側往南流銜接赤山第二圳。赤山第二圳於正修科技大學宿舍旁有兩孔入水口，斷面尺寸分別為 $1.0m \times 3.8m$ 及 $2.0m \times 1.6m$ ，前者渠底高程較後者低，向西排至百甲圳分流處，百甲圳自赤山第二圳分流後，斷面束縮成 $1.7m \times 1.6m$ ，流經濱山街 50 巷時，渠道寬度再束縮為 0.6m，終點匯入文衡路 A 幹線後接入義華路雨水箱涵；另一分流箱涵受限於濱山街雨水箱涵渠底高程，不利重力排放，分洪效果有限。

3、水文分析及模式建置：

由於降雨強度公式甚多，考量都會區滯洪池保全對象眾多，降雨強度之選擇以保守為宜。本案採用經濟部水利署研究報告[5]所推算高雄雨量站之五年頻率 3 參數 Horner 公式，其位置在本計畫區附近雨量資料最長(1938~2001)，相較其他單位之降雨強度公式保守，依高雄雨量站所推算結果，各頻率年降雨強度公式如式(1)~式(3)所示[6]，其中 I_5 、 I_{10} 及 I_{50} 分別為 5 年、10 年及 50 年降雨強度，單位為 mm/hr， t 為降雨延時，單位為 min。

$$I_5 = \frac{928}{(t+18.5)^{0.5863}} \quad (1)$$

$$I_{10} = \frac{1062}{(t + 22.8)^{0.5716}} \quad (2)$$

$$I_{50} = \frac{1263}{(t + 34.1)^{0.523}} \quad (3)$$

根據文獻資料[7]顯示，赤山 A 幹線雨水下水道下游端集流時間在 30 分鐘內，因此以短延時(60min)降雨進行分析即可模擬洪峰流量，本案採用中央氣象局高雄氣象站 5 年頻率 60 分鐘設計雨型進行設計，求出最佳之滯洪池方案，並在提高保護標準之考量下，以 5 年頻率延時 120 分鐘、10 年頻率及 50 年頻率下延時 60 分鐘、120 分鐘等設計雨型進行模擬演算，其中 5 年頻率、10 年頻率及 50 年頻率 Horner 公式依位序法推算設計雨型，各設計雨型降雨量分布、總雨量與平均降雨強度，如圖 3 及 4 所示。本計劃採用美國環保署(US EPA)發展應用於暴雨逕流管理之軟體 SWMM(Storm Water Management Model)[8]進行水理演算分析工具，該工具係利用一維之連續方程式及動量方程式模擬雨水下水道水流流況。

赤山 A 幹線集水區面積約 100 公頃（不包含區外小貝湖集水區面積 32 公頃），其土地使用分區以住宅用地居多，其他尚有商業、工業、公園、學校、機關等用地，雖 SWMM 模式手冊對各種形式用地之不透水率有相關建議值，但考量本案土地不透水面積百分率較美國高，因此本案不透水面積百分比於商業區採 90%，住宅區為 80~85%，工業區與機關用地為 75%，學校與公園為 70%。

土壤水份入滲對於集水區地表逕流特性有明顯影響，本案採用 Horton 入滲公式[9]進行考量，依據計畫區鑽探報告[4]，滯洪池預定地下方 10.5m 為砂質黏土質粉土，故入滲參數-起始入滲率 f_i 為 7.62cm/hr，終極入滲率 f_o 為 1.32cm/hr，入滲遞減率 α 為 5.4hr⁻¹。另地表阻滯率 D_d 代表窪蓄之降雨損失，透水表面與非透水表面分別採用 0.5cm 及 0.2cm。地表阻力係數 N，依模式之建議透水區採用 0.24，不透水區採用 0.013。

本案採用 5 年頻率 60 分鐘設計降雨事件(高雄市雨水下水道設計標準)進行現況模擬檢討現況排水系統，而改善方案則依據圖 3 及 4 之設計雨型進行模擬。水理演算模擬採用動力波運算方式分析，分析 4 小時及 6 小時兩種降雨歷程情況，且成果分析間距採用 10 分鐘，Routing time 採用 1 秒鐘，採用 Runoff 及 Extran 兩種模組。

4、集水分區及現況排水系統檢討：

三民區義華路雨水箱涵屬寶珠溝排水系統，容許排入之逕流量為 18.25cms[10]。匯入義華路之主要排水系統為 A 幹線，其主要之集水區包含赤山第一、二圳、百甲圳及小貝湖排水部分區域外來水，依據「澄清湖特定區雨水下水道規劃重新檢討」報告書[6]劃定之赤山排水分區，並納入文山重劃區竣工雨水下水道統及現場勘查測量資料，進行 A 幹線集水區之劃分，繪製 A 幹線之集水分區及排水系統圖，如圖 2 所示。

A 幹線之集水區東邊主要以烏松區鳳松路為界，北邊大致以長庚醫院開發範圍為界，西邊則以三民鳳山區界劃分，南邊則以鳳山區建國三路與八德路為界，總集水面積約為 100 公頃。A 幹線雨水箱涵總長約 1422.5 公尺，起自文東街往文衡路排入義華路雨

水箱涵，箱涵尺寸為 1.3m×1.25m~4.5m×2.5m，支線分佈於鳳山區文安街、文濱路、青年路、八德路二段及文南街，總長約 2407 公尺，箱涵尺寸為 1.2m×1.2m~2.4m×2.5m，詳細管線資料，如表 1 所示。

依據表 1 及圖 2 集水區資料匯入 SWMM 程式，採用 5 年頻率 60 分鐘降雨模擬現況排水系統之結果顯示，A 幹線下游出口處最大流量為 24.38cms，其流量歷線如圖 5 所示，此外，A 幹線不僅收納本身集水分區流量，且額外負擔濱山街上游匯集區外小貝湖排水分區流量，以 5 年降雨頻率計算結果，濱山街預計承納區外 7.21cms 流量[2]，因此總逕流量 28.59cms 超過義華路兩水箱涵容許逕流量 18.25cms[10]。青年路 A3 支線中下游流量歷線如圖 6 所示，下游出口最大流量為 6.74cms，且 A3 支線 A34' 人孔附近（靠近濱山街青年路口）會發生溢流，A3 支線及 A 幹線均為滿管之狀態，如圖 7 所示，雖然 A 幹線下游出口處未發生溢流，但 A0 人孔之總水頭高為 EL.+10.3m，而澄清路中心地面高程為 EL.+10.6m（澄清路兩側高程則更低），兩者相差最大僅約 30 公分，A 幹線水位過高將導致側溝無法將地面逕流順利排入 A 幹線。另外，百甲圳農田灌排系統亦受到 A 幹線出口處(義華路口)箱涵滿管之影響，發生溢流情況，如圖 8 所示。

經檢討水力分析結果，積水主因應為 A 幹線總逕流量超過下游三民區義華路兩水箱涵容許排放量，致澄清路與義華路口附近箱涵呈現滿管，甚至由百甲圳溢流，此時排水功能尚失，低窪處即開始積水。

三、滯洪池水利工程規劃特色

1、公共設施用地多目標使用：

寶業里滯洪池規劃設置於公園及學校公共設施用地，其中公園用地規劃設置南池，學校用地規劃設置北池，南北兩池以連通箱涵串連並設置閘門控制系統。本案未推展施工前，公園用地已依都市計畫土地使用分區闢建為公園，提供周邊民眾休憩使用，園區內除基本植栽外，另有簡易體適能運動設施及小型生態池，惟園區內植栽間距過密凌亂，未能凸顯該區域之特性。另學校用地部分，經洽詢高雄市政府教育局表示考量少子化情況下，短期內並無設校需求。

都市計畫土地使用分區限制都市土地開發行為，公園及學校用地倘僅供闢建公園或興建學校使用，將土地利用僅是單一目標使用。由於近年來都市防災課題受到重視，因都會區土地成本高昂情況下，推動公共設施用地作為減、滯洪多目標使用刻不容緩。本案依「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」[11]，將公園及學校用地作多目標使用，平時作為休憩使用，大豪雨期間作為滯洪池使用，且未來該區域之發展有設校需求時，學校用地內可透過工程手段於地面上闢建校舍使用，地面下仍作為地下滯洪池使用，此方式於日本已有前例可循，故本案主要特色之一為賦予公共設施用多目標使用。

2、雙池滯洪操作：

本案可供滯洪池使用之面積約為 4.46 公頃，分為北側滯洪池(下稱北池)及南側滯洪池(下稱南池)兩個系統，最高水位 EL.+11.5m，南北兩池合計最大容量滿足 10 萬噸。南、

北兩滯洪池之間以箱涵聯通並設置閘門管控，低強度降雨下僅需使用北池滯洪，當北側滯洪池水位超過 EL.+9.5m 時，再開啟閘門讓北池及南池聯通操作，以應付強度較高且延時較長之降雨。

滯洪池重力與機械滯洪操作水位，如圖 9 及如表 2 所示，當義華路口水位低於 EL.+9.29m 可利用渠道直接排洪，當水位為 EL.+9.29m，此時義華路口流量約為 12~13cms（約等於 2/3 允許排放量 18.25cms），開始啟動滯洪池入流機制，當滯洪池水位到達 EL.+10.5m 停止入流機制。

滯洪池重力與機械退水水位，如圖 10 及表 3 所示，當義華路口水位降低至 EL.+8.5m 義華路口流量會低於 10cms 以下，此時開始啟動滯洪池出流機制，當滯洪池水位到達 EL.+6.5m 停止出流機制。

3、保護標準：

目前高雄市雨水下水道採用 5 年重現期之保護標準（降雨強度相當於每小時雨量 71.87mm），本案至少須滿足 5 年重現期之地表逕流經滯洪池調節後，義華路口流入高雄市之流量小於 18.25cms 且雨水下水道不得滿管為保護標準。

四、滯洪池景觀工程規劃特色

城市的定義已非以經濟發展層級為城市主要形成架構，社會結構中的綠色意識抬頭，都市意義的界定逐漸轉型，創造城市的新機能及新活動，將從此開始產生一個城市的新起點。利用都市綠地不只結合蓄水防洪及環保教育之環境，讓綠色自然空間透過活動及機能動線之頻繁滲透至市民生活中，民眾亦可於平日活動中親近此處。

從澄清路為起點，藉由縣市合併為契機，重新整頓城市邊界的失落空間，期望以水利設施與公園綠地的結合發想，讓都會型滯洪池景觀生態公園，成為城區中心發散點、縣市邊境的接合中心。以生活結合森活的概念，將水與綠的環境韻律，如都市心肺般，由鄰近社區傳遞到整個大高雄區域。因此整體規劃景觀工程規劃特色如下：

1、與環境共生的滯洪水利系統：

在不影響防洪功能前提下，對於都市防洪設施之景觀營造，以不破壞地景結構的完整性給予附加價值，藉由串連固結不同的排水系統，讓綠地開放空間結合形成綠廊道網路，藉此提供生物物種流動與多樣性，不致受到人為環境的影響而中斷。在國土保安與綠色營造達到雙贏的成效，以期滯洪水利系統符合環境共生目標。

(1)北池-生活：

圖 11 為北池完工願景圖，從都市環境課題著眼，以規劃設計為工具，結合水利景觀設施、休閒遊憩功能，配合未來城市規劃藍圖，提供區域休閒、遊憩、綠地空間。池體於平日仍可做為多用途之活動草坪廣場、簡易球場等低維護成本之公共設施，以增進空間之有效利用，寬闊的大草原亦兼具都市防災避難之用途。

(2)南池-森活：

圖 12 為南池完工願景圖，南池森活給予自然生態棲息、復育的庇護場所，讓滯洪池空間兼具生態用地；將綠色環境納入整體空間發展脈絡考量，連結都市綠色網絡，形成一個穩定的生態區域空間。池體可局部維持一固定水位之蓄水量，營造成一穩定的溼地生態系；若是滯洪淹水時，由於選種短期間可耐水浸泡之植被，故不致因此受到傷害或死亡。

2、共享資源的綠色學習園區：

都市中滯洪池的公共建設興建，不僅是水利設施的開發，藉由生活博物館的概念導入，水利機械、滯洪空間亦是生活環境教育的教室。滯洪池不再是封閉、讓人討厭的鄰避設施，而是從日常生活所需之外，扮演都市保全與環境教育的重要角色。

3、生態手法改善都市內環境汙染與微氣候的調節，提升週遭環境生活品質：

基本的防洪保水功能、水資源淨化循環、綠地環境保護、抑制 CO2 總量、減緩都市溫室效應、提供都市生物棲息空間等……，滯洪池的功能已由單一導向，轉變成複合型多功能使用所取代，在營造安全的生活空間的前提下，攜手改善都市生態環境，進行區域微氣候調節，整體提升週遭環境生活品質。

4、自然景觀涵構創造

藉由設計手法，以複層植栽綠化與植栽地多樣性創造，讓自然景觀涵構組成之綠園及連結都市生態廊道，避免因都市發展開發，壓迫了生物生存空間。

5、綠色新都心的有機擴展

透過本案的示範，重建都市開發建設與生態平衡間的省思，重新連結生活與環境的相互關係，以生活、森活為起點，促進環境融合，賦予滯洪池在都市空間環境結構中的新定位。

五、滯洪效益分析

本案例採用美國環保署發展之 SWMM5.0 版模式進行分析，探討滯洪池設置前後 5 年、10 年、50 年重現期之 60 分鐘及 120 分鐘延時降雨事件下之滯洪效益，其分析結果如表 4 及表 5 所示。從 5 年重現期 60 分鐘降雨事件(即高雄市目前雨水下水道保護標準)模擬結果顯示，引流及出流箱涵設置後未啟動滯洪池之前，義華路口 A 幹線之洪峰流量為 26cms，啟動滯洪後義華路口 A 幹線之洪峰流量為 12.03cms，北池最高水位為 EL.+8.76m，因小於 EL.+9.5m 故未開啟南北池聯通閘門，南池未啟動滯洪機制，亦不需啟動機械滯洪。北池最大蓄水量為 26,387 噸，A 幹線亦不會發生滿管，滯洪前後義華路口流量歷線及 A 幹線水位縱斷面，詳如圖 13(a)。

考慮極端降雨情形，以 50 年重現期 120 分鐘降雨進行模擬(相當於時雨量 87.5mm 連續下兩小時)，由模擬成果可以得知引流及出流箱涵設置後未啟動滯洪池之前義華路口 A 幹線之洪峰流量為 39.37cms，滯洪後義華路口 A 幹線之洪峰流量為 15.24cms，北

側滯洪池與南側滯洪池已聯通，滯洪池最高水位為 EL.+10.30m，當重力滯洪效果變差時啟動機械滯洪，北側及南側滯洪池在此條件下蓄水量合計約為 75,622 噸，而滯洪池水位歷線，如圖 14 所示。文衡路 A 幹線 A2 人孔附近略呈現滿管現象但不會發生淹水（水位為 EL.+10.55m，管頂高程為 EL.+10.4m，現況地面高程 EL.+11.7m），滯洪前後義華路口流量歷線及 A 幹線水位縱斷面，如圖 13(b)所示。

大致而言對於較低重現期之降雨下，僅使用北池即可達到防洪功能，對於較高重現期之降雨則需配合南池進行操作，若發生高重現期且長延時（2 個小時以上）之極端降雨事件則需啟動機械滯洪空間。

為了解滯洪池退水情形故將退水機制以 SWMM 進行模擬，本計畫設定義華路口 A 幹線水位降至 EL.+8.50m 時開啟重力出流箱涵，待滯洪池水位降低至 EL.+8.20m 時再啟動機械出流，茲將 5 年重現期 60 分鐘降雨事件及 50 年重現期 120 分鐘降雨事件之模擬滯洪池退水歷程加以分析，其模擬成果如圖 15 及圖 16 所示，並將各重現期之退水時間整理如表 5 所示。

大致而言重力退水所需時間會因不同降雨事件而有差異（因為滯洪池最高水位不同），以 50 年重現期 120 分鐘降雨事件為例，重力退水約需 180 分鐘，不同重現期降雨事件機械退水所需時間則相同，機械退水需時約 90 分鐘，但若僅使用北池則機械退水時間亦相對較短（約 50 分鐘），以 5 年重現期 60 分鐘降雨事件而言整體退水時間可在 2 小時之內完成。

六、結論

近年來因都市發展迅速，造成都市不透水面積增加，區域逕流增加不易宣洩，且原具有調節水位、減輕洪水災害之窪地減少。因此每當豪雨來襲，高雄轄區百甲圳、第一、二赤山圳局部區域及鳳山區 A 幹線之雨水逕流量大增，遠超過原規畫容量，使高雄赤山、寶業里無法負擔區外排水；澄清路與義華路口一帶更是長年淹水。考量現有排水設施容量得以提供空間不易且有限，選定高雄市三民區寶業里 41 期自辦市地重劃區內公園學校預定地設置「寶業里滯洪池」，其中文小用地約 2.69 公頃，公園用地約 1.77 公頃，其總面積為 4.46 公頃。在工程完工後，該都化區滯洪池於水利滯洪設施及休閒遊憩規劃上具有以下特色：

- 1、滯洪池基地擇定於公共設施用地，除免除公部門土地徵收成本外，更賦予土地多目標使用。
- 2、滯洪池分為互相連通之南北兩池，將提供最大 10 萬噸之容量儲納洪水，並配合兩條引流箱涵，將 A 幹線之水量引入滯洪池，可降低暴雨時澄清義華路口之箱涵水位。
- 3、滯洪池之操作配合地形與雨水下水道系統高程採用重力滯洪為主（約 90%），輔以機械抽蓄並行方式（約 10%），將澄清、義華路口目前約 5 年降雨頻率之保護標準予以提升。
- 4、滯洪池於下游水位得以退水情況下，約略 4 小時內可將滯洪池中大部分之池水予以

退水，以提供應付下一場暴雨。

- 5、抽水站體除作為該滯洪池防汛整備中心，平時亦可作為簡易解說中心，兼有防汛與教育功能。
- 6、滯洪池結合現地現有植栽等設施，屬於複合式多功能的景觀滯洪池，平時可做為附近民眾休閒遊憩場所，並將都市型防洪治水工程融入城市生活中，賦予實體教育之功能，使其滯洪池在改善區域排洪上亦能景觀美學。

七、參考文獻

- 7、高雄市 41 期重劃區內公園學校用地設置雨量調節池規劃評估報告書，高雄市政府工務局下水道工程處（現為高雄市政府水利局），98 年 11 月。
- 8、鳳山市赤山雨水調節池及文山路排水改善工程，高雄縣政府，97 年。
- 9、中央氣象局，<http://www.cwb.gov.tw>。
- 10、「高雄市寶業里滯洪池工程」初步設計報告書（定稿版），高雄市政府工務局下水道工程處（現為高雄市政府水利局），99 年 11 月 7 日。
- 11、水文設計應用手冊，經濟部水資源局，90 年 12 月。
- 12、高雄市(凹子底、灣子內、崗山仔等地區)雨水下水道系統規劃報告，臺灣省政府建設廳公共工程局編製，民國 65 年 7 月，pp.24。
- 13、「澄清湖特定區雨水下水道規劃重新檢討」報告書，高雄縣政府，96 年。
- 14、Storm water management model user's manual(ver. 5.0), lewis A. Rossman, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory, July 2010.
- 15、Horton, R. E.(1939). "Analysis of runoff plot experiments with varying infiltration capacity," transaction American Geophysics Union, 20, 693-711.
- 16、寶珠溝下游及幹線拓建工程規劃報告書，高雄市政府工務局下水道工程處，95 年。
- 17、都市計畫公共設施用地多目標使用辦法，內政部 101.1.10 台內營字第 1000811230 號令修正。

表 1 集水區內雨水下水道資料[2]

所屬 幹線	管線編號	人孔編號		管線長度 (公尺)	斷面型式 WXH=寬X 高(公尺)	渠底高程		下游人孔		上游人孔		
		下游	上游			下游	上游	人孔頂 高程	人孔底 高程	人孔頂 高程	人孔底 高程	
A 幹線 集水區	A0-A1	A0	A1	189.35	4.5X2.5	7.54	7.68	10.64	7.54	11.27	7.68	
	A1-A2	A1	A2	136	2.4X2.4	7.68	8	11.27	7.68	11.87	8	
	A2-A3	A2	A3	259	2.4X2.4	8	8.59	11.87	8	12.5	8.59	
	A3-A4	A3	A4	56.71	2.1X2.1	8.59	8.66	12.5	8.59	12.79	8.66	
	A4-A5	A4	A5	53.42	2.1X2.1	8.66	8.91	12.79	8.66	13.01	8.91	
	A5-A6	A5	A6	60.9	2.1X2.1	8.91	9.41	13.01	8.91	13.28	9.41	
	A6-A7	A6	A7	63.35	2.1X2.1	9.41	9.42	13.28	9.41	13.44	9.42	
	A7-A8	A7	A8	60.79	2.1X2.0	9.42	9.43	13.44	9.42	13.63	9.43	
	A8-A9	A8	A9	51.72	1.6X1.55	9.43	9.99	13.63	9.43	13.9	9.99	
	A9-A10	A9	A10	8.56	1.6X1.55	9.99	10.08	13.9	9.99	13.92	10.08	
	A10-A11	A10	A11	53.31	1.6X1.55	10.08	10.76	13.92	10.08	14.18	10.76	
	A11-A12	A11	A12	56.87	1.6X1.55	10.76	10.83	14.18	10.76	14.18	10.83	
	A12-A13	A12	A13	49.89	1.6X1.55	10.83	11.05	14.18	10.83	14.31	11.05	
	A13-A14	A13	A14	58.04	1.6X1.55	11.05	11.08	14.31	11.05	14.3	11.08	
	A14-A15	A14	A15	78.05	1.35X1.35	11.08	12.07	14.3	11.08	14.17	12.07	
	A15-A16	A15	A16	93.23	1.35X1.35	12.07	12.59	14.17	12.07	14.39	12.59	
	A16-A17	A16	A17	93.3	1.30X1.25	12.59	13.09	14.39	12.59	15.26	13.09	
	A1 支線	A1-A11'	A1	A1-1	138	1.2X1.2	7.68	9.17	11.27	7.68	11.9	9.17
		A11'-A12'	A1-1	A1-2	124	1.2X1.2	9.17	9.51	11.9	9.17	12.1	9.51
	A2 支線	A2-A21'	A2	A21'	138	1.5X1.5	8.5	9.09	11.87	8	12.35	9.09
		A21'-A22'	A21'	A22'	128	1.5X1.5	9.09	9.4	12.35	9.09	3.19	9.4
	A3 支線	A3-A31'	A3	A31'	141.3	2.4X2.5	8.59	9.13	12.5	8.59	13.03	9.13
		A31'-A32'	A31'	A32'	197.78	2.2X2	9.13	9.54	13.03	9.13	13.1	9.54
		A32'-A33'	A32'	A33'	79.73	1.5X1.5	9.54	9.73	13.1	9.54	12.8	9.73
		A33'-A34'	A33'	A34'	99.29	1.4X1.4	9.73	9.94	12.8	9.73	12.87	9.94
		A34'-A35'	A34'	A35'	125.02	1.2X1.2	9.94	10.38	12.87	9.94	13.29	10.38
		A35'-A36'	A35'	A36'	230.76	1.2X1.2	10.38	10.73	13.29	10.38	12.95	10.73
		A34'-A37'	A34'	A37'	257.72	2.1X2.1	9.94	12.81	12.87	9.94	16.04	12.81
	A9 支線	A9-A91'	A9	A91'	38.92	1.4X1.4	9.99	10.06	13.9	9.99	13.2	10.06
		A91'-A92'	A91'	A92'	65.16	1.4X1.4	10.06	10.17	13.2	10.06	14.23	10.17
		A92'-A93'	A92'	A93'	71.26	1.2X0.7	10.17	11	14.23	10.17	14.26	11
		A93'-A94'	A93'	A94'	65.23	1.3X1.3	11	10.21	14.26	11	14.21	10.21
A94'-A95'		A94'	A95'	70.9	1.3X1.3	10.21	10.79	14.21	10.21	14.43	10.79	
A95'-A96'	A95'	A96'	165.3	1.0X1.0	10.79	11.88	14.43	10.79	14.6	11.88		
A15 支線	A15-A151'	A15	A151'	126.1	1.2X1.23	12.07	12.91	14.17	12.07	14.52	12.91	
	A151'-A152'	A151'	A152'	72.25	1.2X1.2	12.91	13.1	14.52	12.91	14.72	13.1	
	A152'-A153'	A152'	A153'	72.25	1.2X1.25	13.1	13.3	14.72	13.1	15.07	13.3	

備註:A2、A3、A33'、A34'、A34'、A91'及A92'人孔覆蓋，參考民國65年規劃報告規劃值

表 2 滯洪池入流操作說明

水位 (EL.+m)	重力滯洪	機械滯洪	情境說明
義華路口水位 7.54m~9.29m	否	否	A 幹線排洪
義華路口水位 = 9.29m	啓動	否	1.A 幹線繼續排洪 2.啓用北側滯洪池
滯洪池水位 = 9.5m	持續啓動	否	1.北側滯洪池持續進水 2.啓用南側滯洪池 3.南北兩側滯洪池聯通
滯洪池水位 = 9.8m	持續啓動	啓動	1.啓動機械滯洪 2.機械與重力滯洪同時運轉
滯洪池水位 = 10.1m	關閉	持續啓動	1.停止重力滯洪 2.機械滯洪持續運轉
滯洪池水位 = 10.5m		關閉	1.停止機械滯洪 2.滯洪池停止入流

表 3 滯洪池出流操作說明

水位 (EL.+m)	重力退水	機械退水	情境說明
義華路口水位 > 8.5m	否	否	1.A 幹線流量過大不適合退水
義華路口水位 = 8.5m	啓動	否	1.開始重力退水
滯洪池水位 = 8.2m	持續啓動	啓動	1.開始機械退水 2.重力與機械退水同時運轉
滯洪池水位 = 7.8m	關閉	持續啓動	1.停止重力退水
滯洪池水位 = 6.5m	否	關閉	1.停止機械退水

表 4 滯洪池使用情形分析表

重現期	降雨延時 (分鐘)	平均降雨強度 (mm/hr)	北側滯洪池		南側滯洪池		重力滯洪	機械滯洪	備註
			最高水位 (EL.+m)	最大蓄水量 (噸)	最高水位 (EL.+m)	最大蓄水量 (噸)			
5	60	72	8.76	26,387	無水	0	啟用	未啟用	僅使用北側滯洪池
	120	52	9.11	31,023	無水	0	啟用	未啟用	僅使用北側滯洪池
10	60	85	9.31	33,734	無水	0	啟用	未啟用	僅使用北側滯洪池
	120	63	9.50	36,445	8.82	13,392	啟用	未啟用	南北滯洪池皆使用
50	60	115	9.50	36,445	9.05	15,781	啟用	未啟用	南北滯洪池皆使用
	120	87	10.3	44,602	10.3	31,020	啟用	啟用	南北滯洪池皆使用

表 5 滯洪池減洪效果分析表

重現期	降雨延時 (分鐘)	總雨量 (mm)	滯洪前義華路口流量	滯洪後義華路口流量	減洪效果	下水道是否滿管
5	60	72	26.00	12.03	13.97	否
	120	103	29.13	13.45	15.68	否
10	60	85	30.10	13.34	16.76	否
	120	125	32.36	14.30	18.06	否
50	60	115	38.25	15.00	23.25	是
	120	175	39.37	15.24	24.13	是

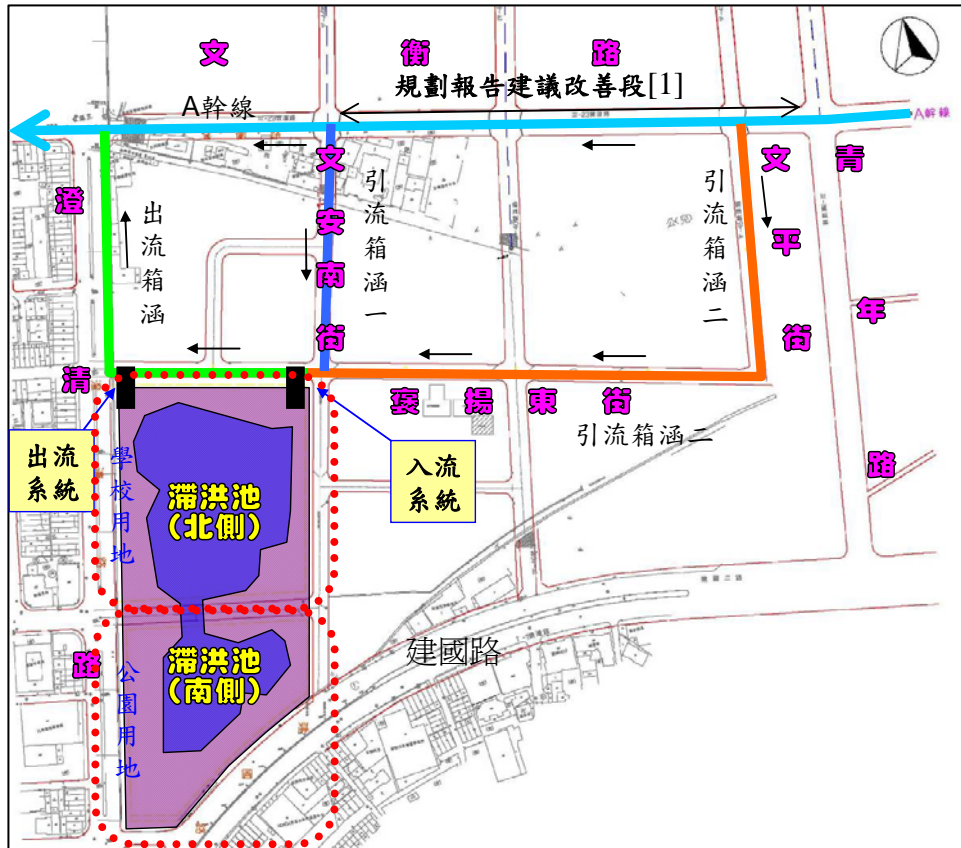


圖 1 寶業里滯洪池工程位置圖

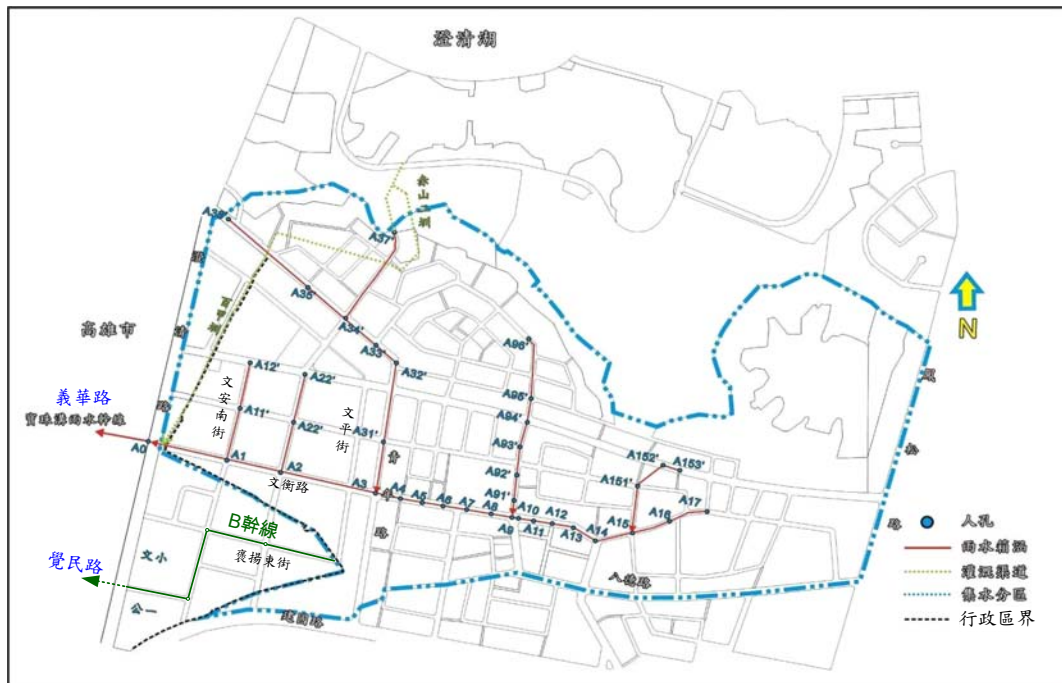


圖 2 集水區範圍及雨水下水道分佈圖

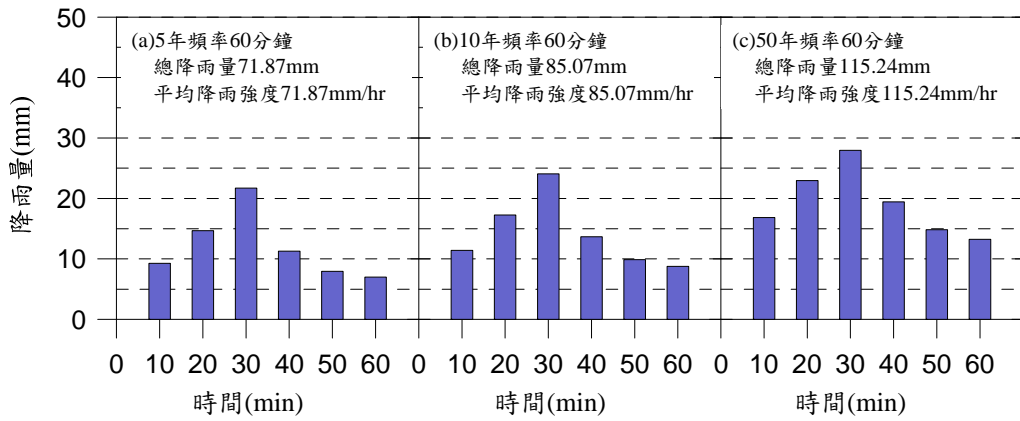


圖 3 高雄站 5 年、10 年及 50 年頻率下 60 分鐘之設計雨型

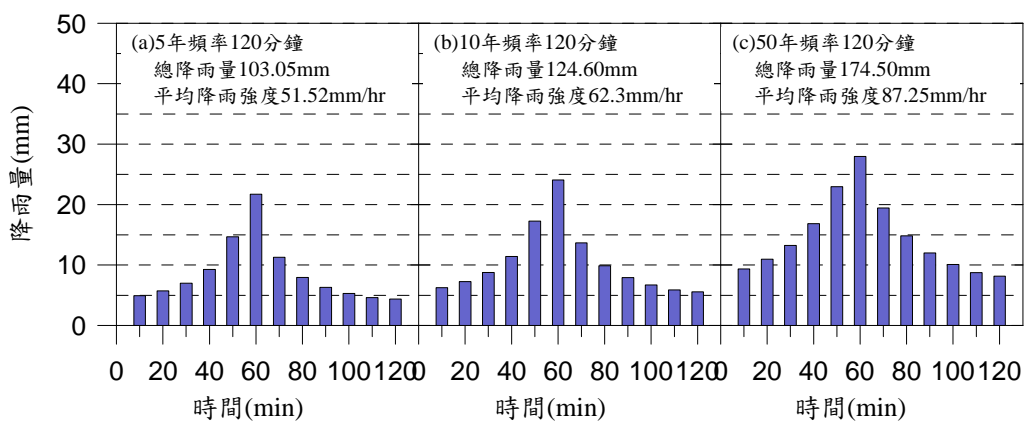


圖 4 高雄站 5 年、10 年及 50 年頻率下 120 分鐘之設計雨型

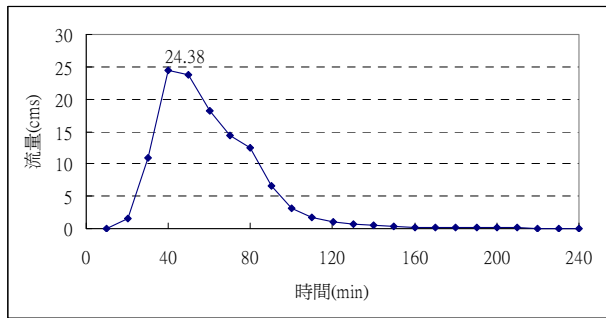


圖 5 A 幹線下游流量歷線

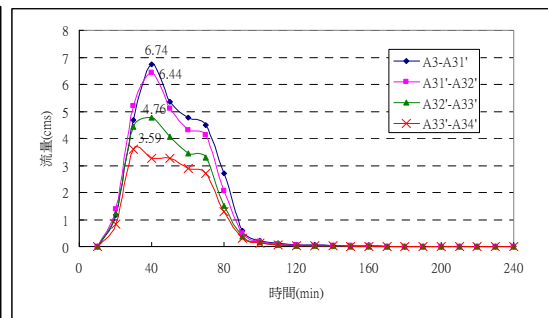


圖 6 A3 支線中下游流量歷線

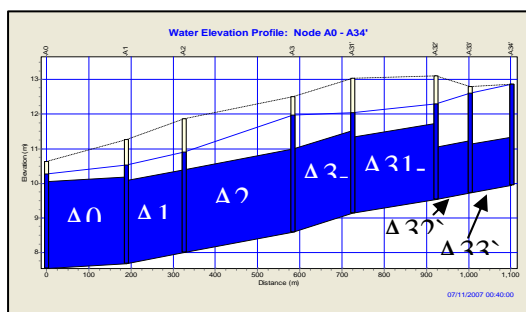


圖 7 A 幹線下游及 A3 支線中下游水位縱斷面圖

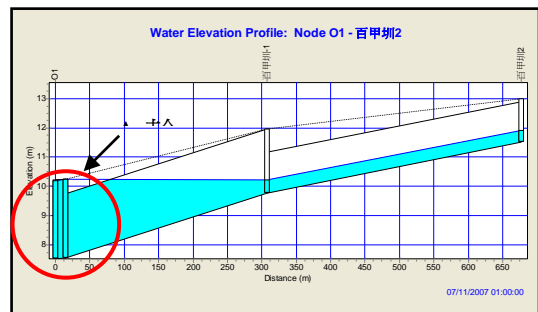


圖 8 百甲圳水位縱斷面圖

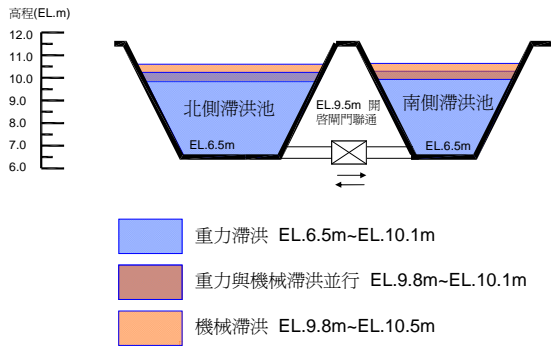


圖 9 重力及機械滯洪水位圖

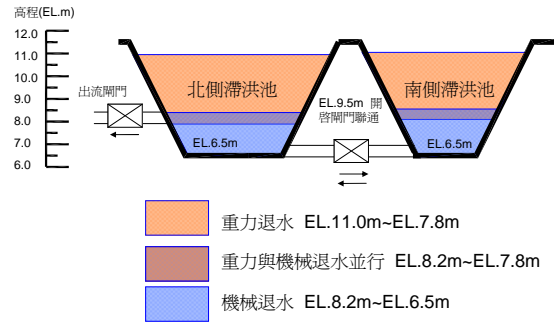


圖 10 重力及機械退水水位圖



北翼入口廣場
 澄清路與文安南街出入口廣場，連接北翼池坡道入口，動線引領入至北池池底。平時池底無水時，可供棒球、壘球等活動使用，開放型入口空間，讓使用者可容易進入使用。



圖 11 北池及北翼入口廣場完工願景圖



南翼入口廣場
 澄清路與建國路出入口廣場，由於位置處於三岔路口交界，提供較寬闊的入口平台，連接生態觀戰池。本廣場設置多種多樣性植栽，營造生態廣場空間，有別於北池以休閒活動機能使用部分。



圖 12 南池及南翼入口廣場完工願景圖

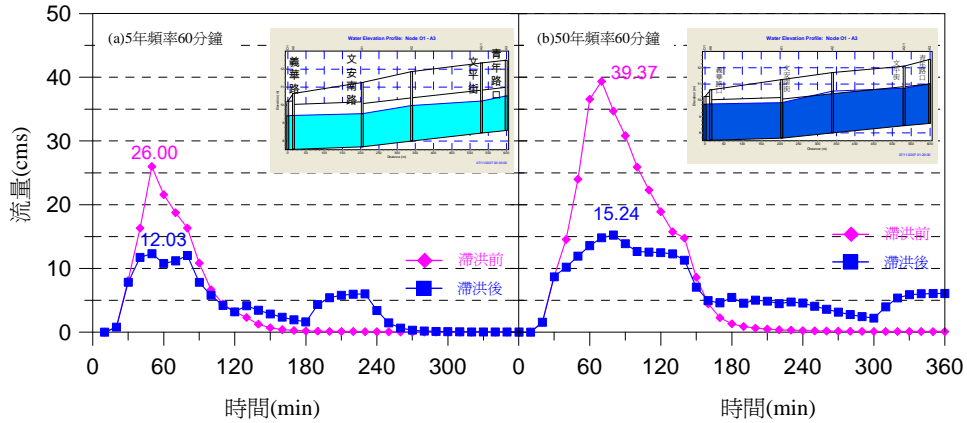


圖 13 義華路與澄清路口 A 幹線流量歷線

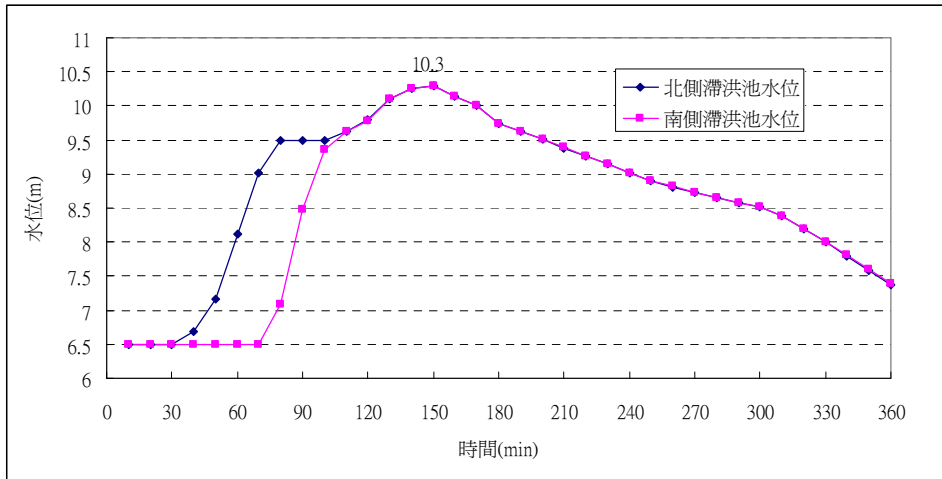


圖 14 50 年頻率 120 分鐘重限期北池及南池滯洪池水位歷線圖

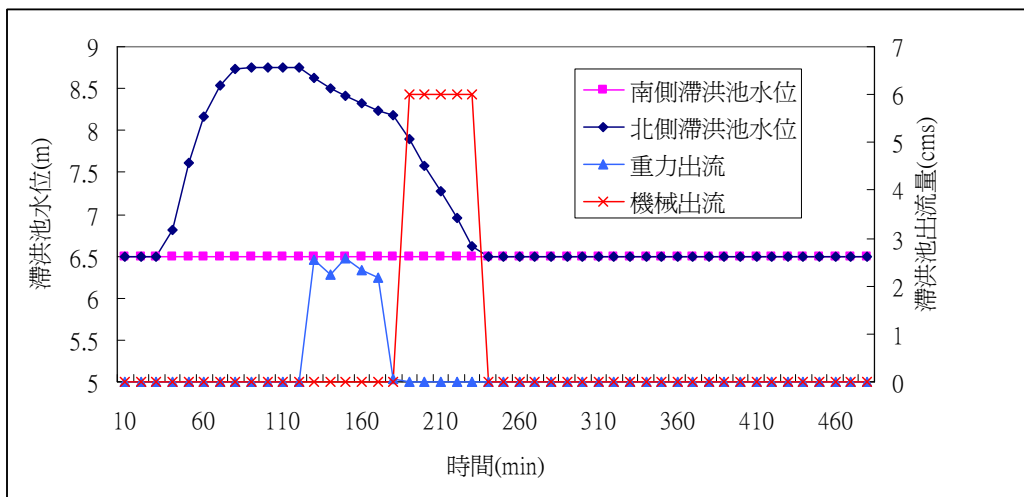


圖 15 5 年頻率 60 分鐘重限期下，滯洪池水位及出流歷線圖

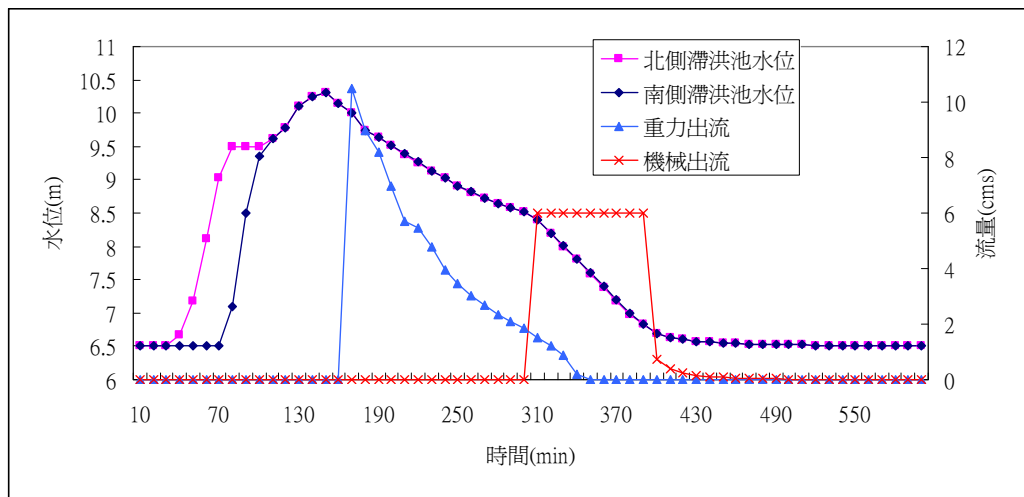


圖 16 50 年頻率 120 分鐘重限期下，滯洪池水位及出流歷線圖