

科技部專題研究計畫申請書

申請條碼：108WFD1910006

一、基本資料：



計畫類別(單選)	一般研究計畫				
研究型別	個別型				
計畫歸屬	工程司				
申請機構/系所(單位)	台灣首府學校財團法人台灣首府大學資訊與多媒體設計學系				
本計畫主持人姓名	謝慧民	職稱	助理教授	身分證號碼	R12070****
本計畫名稱	中文	高雄市愛河滯洪池之滯洪量動態模式建立與應用			
	英文	Establishment and Application of Dynamic Model of Flood Discharge divided into Detention Pond in the Love River of Kaohsiung City			
整合型總計畫名稱					
整合型總計畫主持人				身分證號碼	
全程執行期限	自民國 108 年 08 月 01 日起至民國 110 年 07 月 31 日				
研究學門	學門代碼	學門名稱			
	E0902	水利工程			
研究性質	☐ 純基礎研究 ☐ 導向性基礎研究 ☒ 應用研究 ☐ 技術發展				
【請考量己身負荷，申請適量計畫】 本年度申請主持科技部各類研究計畫(含預核案)共 <u>1</u> 件。(共同主持之計畫不予計入)					
本計畫是否為國際合作研究： ☒ 否； ☐ 是，請加填表IM01~IM03					
本計畫是否申請海洋研究船： ☒ 否； ☐ 是，請務必填寫表CM15。					
1. 本計畫是否有進行下列實驗/研究：(勾選下列任一項，須附相關實驗/研究同意文件) ☐ 人體試驗/人體檢體 ☐ 人類胚胎/人類胚胎幹細胞 ☐ 基因重組實驗 ☐ 基因轉殖田間試驗 ☐ 第二級以上感染性生物材料 ☐ 動物實驗(須同時加附動物實驗倫理3R說明) 2. 本計畫是否為人文司行為科學研究計畫： ☐ 是(請檢附已送研究倫理審查之證明文件)； ☐ 否 3. 本計畫是否為臨床試驗研究計畫： ☐ 是(請增填性別分析檢核表CM16)； ☒ 否					
計畫連絡人	姓名： <u>謝慧民</u> 電話：(公) <u>(06)5718888-749,278</u> (宅/手機) <u>0920-263007</u>				
通訊地址	台南市麻豆區中興街292號				
傳真號碼	(06)5710696	E-MAIL	hmhsieh@tsu.edu.tw		

計畫主持人簽章：_____

日期：_____

二、研究計畫中英文摘要：請就本計畫要點作一概述，並依本計畫性質自訂關鍵詞。

計畫中文關鍵詞	滯洪池、NETSTARS、SWMM、HEC-HMS、聯合運轉模式
計畫英文關鍵詞	Flood detention pond, NETSTARS, SWMM, HEC-HMS, joint operation model
計畫中文摘要	從2018年823及828暴雨造成台灣南部大淹水的報導，了解極端氣候造成極端降雨，導致許多防洪標準被打臉，幾則新聞報導說高雄市愛河流域的15座滯洪池發揮了效用，減少了許多淹水面積。然而也有負面報導指出滯洪池不是萬靈丹，需要參考他國的海綿城市政策才能大大減少淹水損失。然而究竟滯洪池發揮了多少效益，也需做檢視，以免花了大錢只解決少數問題。本研究對這個議題規劃兩年的工作，使用三個模式(HEC-HMS、SWMM及NETSTARS)來模擬地表逕流、雨水下水道及愛河主流的流況，建立防洪聯合運轉機制，使用兩場歷史颱風降雨資料作模式參數檢定，至少模擬兩場近年颱風暴雨做驗證，在愛河當時有部分滯洪池設施的情況下計算蓄洪及排水的水位及流量，也同時分析無滯洪池時抬高多少水位，增加了多少淹水體積及面積，藉以評估各滯洪池減少的災害損失及投入經費的益本比成效，並對常淹區的河道與管線擴寬建議分析。本防洪聯合運轉模式建立後，也可作為高雄市政府未來在愛河設置滯洪池位置及容量規劃的評估工具，或作為未來颱風暴雨事件致災的模擬及檢討參考。
計畫英文摘要	From the flooding reports of the 823 and 828 heavy rains in southern Taiwan in 2018, understanding extreme weather caused extreme rainfall, leading to many flood control standards being hit, and several news reports that 15 flood detention ponds in the Love River Basin in Kaohsiung have played a role in reducing a lot of flooded area. However, there are also negative reports that the detention pond is not a panacea, and it is necessary to refer to the Sponge City Policy of other countries to greatly reduce the flooding loss. However, it is necessary to check the effectiveness of the detention ponds, so as not to spend a lot of money to solve only a few problems. In this study, two years of work was planned on this topic, using three models (HEC-HMS, SWMM and NETSTARS) to simulate the discharge and water stage of surface runoff, rainwater and waterways and the mainstream flow of Love River, establish a joint operation mechanism for flood control, and two historical typhoon rainfalls data are used as a model parameter calibration. At least two typhoon storms in recent years are simulated to verify the water level and discharge hydrograph of flood storage and flood discharge in the case of exiting some flood detention facilities in Love River. Simultaneously, how much water level is raised when there are no flood detention facilities is analyzed, and how much flooding volume and area are raised. Those results are used to evaluate the disaster losses and the cost-effectiveness of the investment in each of the detention ponds, and to analyze the river channel and pipeline expansion in the often inundated area. After the establishment of this flood control joint operation model, it can also be used as an assessment tool of future location and capacity planning of the detention pond in Love River for the Kaohsiung City Government, or as a reference for the simulation and review of future typhoon storm events.
計畫概述	請概述執行本計畫之目的及可能產生對社會、經濟、學術發展等面向的預期影響性(三百字以內)。 ※此部分內容於獲核定補助後將逕予公開 本計畫二年內將完成NETSTARS模式的滯洪池側溢流操作功能，建立愛河防洪聯合運轉模式，以愛河4場颱風豪雨資料進行參數檢定與驗證，除了了解滯洪池的動態及效益，並探討高雄市常淹區的河道與管線擴寬地點，成果可提供管理單位參考

	o
--	---

三、研究計畫內容（以中文或英文撰寫）：

(一)研究計畫之背景。請詳述本研究計畫所要探討或解決的問題、重要性、預期影響性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。如為連續性計畫應說明上年度研究進度。

研究背景與動機

一則今周刊2018.08.30焦點新聞標題：「高雄為何滯洪量還不夠？那些年他們一起填掉的湖泊」（[連結網址：<https://www.bustoday.com.tw/article/category/80392/post/201808300021/高雄為何滯洪量還不夠？那些年他們一起填掉的湖泊>](https://www.bustoday.com.tw/article/category/80392/post/201808300021/高雄為何滯洪量還不夠？那些年他們一起填掉的湖泊)）與2018年823暴雨在高雄市造成的災情有著強烈的呼應，文章裡面說明高雄絕對需要滯洪池，滯洪池也的確發揮良好作用。只是滯洪池適合蓋在哪邊？滯洪量為什麼還不夠？為什麼有些地方近年來下雨必淹？這則新聞讓人聯想著高雄市近15年來陸續蓋的滯洪池到底夠不夠用，如果不夠用還有什麼策略可以舒緩水患呢？於是基於想要了解愛河在眾多滯洪池與抽水站聯合運轉的情況下，颱風暴雨的水量是如何實時(real time)儲存及排放的，本計畫將對這個議題規劃兩年的工作，使用三個模式(HEC-HMS、SWMM及NETSTARS)來模擬地表逕流、雨水下水道及愛河主流的流況，建立防洪聯合運轉機制，使用兩場歷史颱風降雨資料作模式參數檢定，至少模擬兩場近年颱風暴雨做驗證，在愛河當時有部分滯洪池設施的情況下如何蓄洪及排水的水位及流量，也同時分析無滯洪池時抬高多少水位，增加了多少淹水體積及面積，藉以評估各滯洪池減少的災害損失及投入經費的益本比成效，也將對常淹區的河道與管線擴寬建議分析。本聯合模式建立後也可作為高雄市政府未來在愛河設置滯洪池位置及容量規劃的評估工具，或作為未來颱風暴雨事件致災的模擬及檢討參考。有關愛河治理、近年淹水災情、滯洪池設置及淹水改善研究說明如下：

(1). 愛河命名及防洪治理：愛河從淺海變為窪地、沼澤，河道慢慢浮現。形成之初河道縱橫交錯，埤塘密布。十七世紀荷蘭人繪製的海圖上已出現愛河河道，但未更名稱。清朝時期，先民以「港」稱呼愛河的河段。1924年升格為高雄市，之後，稱愛河為「高雄川」。當時因修築高雄港，而疏濬愛河成寬73至128公尺，深3.6公尺的航道，作為工業運輸之用，因此，又稱「高雄運河」。光復後，愛河成為情侶談情說愛的地方，市民陸續在下游河岸經營划船所，出租小舟供情侶泛舟談心。1949年6月，颱風過後，發生愛河殉情事件，新生報北部版記者誤以為河畔招牌的「愛河」兩字為此河的名稱，於是以「愛河殉情」為報導標題，「愛河」一詞成為媒體共用的名稱，逐漸引負市民的共鳴，愛河之名不脛而走。民間自此改稱「愛河」，不再稱高雄川。1991年經議會決議通過，公告於1992年元旦起，恢復「愛河」名稱。民國101年5月8日經濟部核定公告高雄市管區域排水新增愛河及鼓山運河，愛河排水權責起點為台鐵西臨港線鐵路橋，權責終點為接九番埤排水起點（高速公路下無名橋）。鼓山運河排水權責起點為與愛河排水匯流口，權責終點為鼓山橋。本市鼓山三路、華安街及銀川街一帶由於鼓山運河排水淤積嚴重，排水斷面狹小，受出口愛河感潮影響，內水排放受阻，豪大雨造成積水災害。為解決愛河支線鼓山運河排水不良，水利局研擬鼓山運河排水整治計畫並規劃於鼓山地區興闢滯洪池，以改善積水問題。囿於整治經費龐大且市府預算有限，整治計畫無法進行。經高雄市政府向中央提報公告鼓山運河排水新增為高雄市管區域排水後，將向中央提報「易淹水區水患治理計畫」，向中央爭取經費，以推動鼓山運河排水長期整治計畫，以改善積水問題並提供市民遊憩休閒水岸空間。目前愛河大部分河段已達10年重現期水位加出水高與25年重現期水位不溢堤之防洪能力。就防洪標準來說，愛河水系內主幹道防洪能力在重現期距25年以上，主要分支線排水則為重現期距10~25年，下水道工程則以重現期距5年來設計居多。

(2). 愛河水系淹水災情檢討：高雄地區淹水的主因多為颱風外圍環流所造成之降雨及颱風過後之西南氣流引進之水氣所造成降雨，近年以2001年之潭美颱風所造之災情、2010年之凡那比颱風豪雨以及2018年823及828暴雨帶來之水災最為嚴重。故事要從1998年一場2小時豪雨(稱六四事件)造成高雄市三民區本和里、本館里及本源里一帶淹水說起，當時高雄市政府找來高雄市水利技師公會幫忙找出淹水原因以釐清責任歸屬，後來「六四暴雨高雄市本和里、正興里淹水計算報告」由成大防災中心負責執行計算工作(謝正倫等，1998)，此報告的淹水計算大致採用三種模式來分別進行愛河主流及支流的流況模擬，即集水分區降雨逕流模式HEC-1、河道水理演算模式CHARIMA(為NETSTARS模式水理功能之一)及市區下水道排水模式SWMM，可以計算集水分

區的出口流量歷線、愛河河道內的水位及流量歷線、下水道排水系統人孔的壓力水頭、管線流量及人孔溢流量，可以在下水道排水系統出口處比較仁愛河河道演算及下水道排水模擬的水位歷線，以判斷排水系統的排水能力。該報告指出正興里淹水，由 SWMM 模式的計算結果判斷，因暗管到明管交界面處地面較高，往下游兩旁甚低，因此水從明渠上、中游兩旁溢流流入低窪地區，因河道水位仍高，又碰到民族路下的排水彎道及隘口，更使下游水位壅高，因此退水較慢。當年 11 月高雄市政府水利局直接委託成功大學防災中心執行「高雄市愛河流域現況排洪檢討規劃」，於 1999 年 2 月完成檢討報告(謝正倫等，1999)。計畫主持人當時任職成大防災中心參與這兩個計畫的執行，對愛河的水理計算有相當程度的了解，高雄市政府依據報告建議拓寬民族路下的排水隘口。然而後來 2001 年之潭美颱風又造成災情，2001 年高雄市政府委託成功大學防災研究中心執行「高雄市防洪排水檢討規劃」案，建議設置至少 16 萬噸儲水量之滯洪池(包括莊敬國中預定地、科工館停車場、三民一號公園及台泥礦區)外，另於 K 幹線集水區增設 1 處滯洪池(本和里滯洪池)以可滿足愛河 20 年防洪標準，以利降低愛河主流洪峰流量。高雄市政府也依高雄市水利技師公會所進行愛河上游闢建滯洪池可行性評估案，於愛河主流上游榮總旁之農業區適當區域範圍內設置景觀生態滯洪池，將可大幅提升愛河排洪能力，符合區域排水設計標準，且改善效益可延續至下游寶珠溝出口處。後來愛河水系的防洪整建工程，主要是依據 2003 年水利規劃試驗所完成之「愛河水系改善檢討規劃報告」辦理各項計畫，後來高雄市政府 2004 年優先在本和里施作完成第一個滯洪池。然而愛河集水區屬於高雄市精華區，不斷的高度開發導致自然入滲減少、集流時間縮短、天然窪地消失等因素，且縣市合併後從集水區上游之仁武及柴山山區、中下游之都市計畫區雨水下水道、下游區域排水系統在 2012 年後均由高雄市政府水利局統一管理。

- (3). 高雄市廣設滯洪池的緣由：2010 年 09 月 19 日凡那比風災致使高雄各地淹水，也包括了已完工的本和里滯洪池鄰近區域淹水，檢討原因竟是一個排出水門故障所導致，除此之外還有許多地區淹水嚴重，因之前幾次颱風本和里滯洪池發揮效能儲水沒有發生災情，所以研議設置滯洪池成為補救淹水區之前填掉湖埤蓄水的好藥。2011 年 1 月 19 日高雄市政府尋求中央能儘速核定納入易淹水地區水患治理計畫內的 10 個滯洪池設置地點分別為位於典寶溪排水系統之岡山區白米里、劉厝厝境內之 A 區、B 區，以及梓官鄉典寶社區 F 區滯洪池。改善位於土庫排水系統之為隨里、嘉興里及台上里之五甲尾滯(蓄)洪池，玉庫里、潭底里區域之前峰子滯洪池。於鳳山溪排水上游之泵埔排水滯洪池以及鳳山圳滯洪池減緩下游鳳山區淹水情形。改善仁武區及楠梓區淹水之後勁溪中游(竹子門橋上游)滯洪池、改善仁大工業區之獅龍溪(中欄橋上游)滯洪池及仁武排水滯洪池。典寶溪 A 區滯洪池已在當年施工。所以不只愛河有滯洪池，後來典寶溪排水系統規劃建六座滯洪池，鳳山溪排水系統建三座滯洪池，土庫排水系統建四座滯洪池，後勁溪排水系統建三座滯洪池，此後也積極評估愛河水系上游滯洪池設置的可行性，於是設滯洪池變成高雄市政府短期治水的顯學。

- (4). 近年愛河水系淹水改善研究：2013 年財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會執行高雄市政府「愛河水系易淹水區改善規劃」計畫，根據愛河水系基本資料蒐集與歷史災害資料蒐集成果，愛河水系內約可分為 10 個易淹水區，分別為南鼓山一帶、北鼓山一帶、河邊街一帶河岸低地、二號運河低窪地區、愛河之心北岸之凹子底一帶、寶珠溝下游(三民區孝順街)、三民區本和里(本館支線)、鹽埕區、愛河上游(九番埤、林子埤)地區與 H 幹線，該畫則針對尚有淹水問題之易淹水區研擬改善對策，包括鼓山地區之山邊新設渠道與滯洪池對策、凹子底地區之新集水箱涵與滯洪池及抽水站對策、寶珠溝中下游段之河道改道與抽水站對策，建議愛河水系中長期防洪目標應設定為主河道達 50 年重現期洪峰不溢堤標準，並需削減 25 年洪峰至 10 年標準。當時愛河水系已完成滯洪設施滯洪量為 45.5 萬噸，中期目標滯洪量定為 80.2 萬噸、長期目標滯洪量定為 148.1 萬噸。為因應各大型滯洪方案無法執行之情況，該計畫建議同步運用小型滯洪方案作為替代方案，流域內有 65 個場所合計滯洪量約 33 萬噸。

經蒐集相關資料釐清來龍去脈後，本研究擬用集水分區降雨逕流模式 HEC-HMS、河道水理演算模式 NETSTARS、及市區下水道排水模式 SWMM 作為愛河水系滯洪池、抽水站聯合運轉的模式。使用 5M DTM 地形，利用 QGIS 工具劃分愛河集水區及 11 大支流子集水分區，以及各支流的小支流子集水分區。地文及水文資料輸入 HEC-HMS 可計算逕流歷線。使用 SWMM 建立雨水下水道管線資料，輸入上

游逕流歷線、抽水站操作可模擬管中水位及流量歷線，並計算淹水體積的人孔溢流歷線。使用NETSTARS計算愛河主支流明渠的水位及流量，並使用新增功能模擬愛河主流及支流相關滯洪池的進水、出水動態，調好各模式參數可以相互驗證交接處的流量及水位數據是否吻合，各模式間聯合運轉的機制則建立完成，最後做滯洪池效益評估及對常淹區的河道與管線擴寬建議分析。本計畫完成後，將這些模式的輸入檔及執行檔移交給高雄市政府水利局作檢討或規劃使用。

研究目的

本研究的工作重點在於愛河水系設置滯洪池洪水時期動態運轉及防洪效益探討，利用NETSTARS模式的滯洪池動態滯洪功能新增，搭配HEC-HMS及SWMM模式，建立愛河水系洪水演算聯合運轉機制，以兩場颱風暴雨進行參數檢定，以兩場颱風暴雨進行愛河滯洪池進出水動態模擬驗證，分二年工作進行，並將NETSTARS模式版本推到V4.5，最後做出滯洪池效益評估及河道及暗渠拓寬的建議，希望研究成果對愛河的滯洪量計算以及其減洪成效有所了解。

相關研究文獻回顧

針對滯洪池規劃及溢流操作、愛河滯洪池建置始末、世界各國滯洪規劃、各模式發展歷史相關研究，文獻探討可分為下列幾個部份：

1. 滯洪池規劃及溢流操作
2. 高雄市滯洪池建置歷史
3. 世界各國滯洪設施
4. 各模式發展歷史

以下針對各項細節分別加以描述：

1. 滯洪池規劃及溢流操作

滯洪池型式一般分為在槽式及離槽式，若欲於同一塊用地設置滯洪池，在相同之上、下游邊界條件，並採同樣之分析方法，在槽式滯洪池所推估之滯洪容量明顯會高於離槽式滯洪池，又若滯洪池設置之功能係採蒐納開發地區所產生之逕流，以不增加下游排水路負擔之情形下，一般多採在槽式滯洪池，如同「水土保持技術規範」及「非都市土地開發審議作業規範」設置滯洪池之功能需求；而若滯洪池設置之功能無需考慮開發行為，僅單純以洪峰消減方式改善既有水路通水斷面不足之問題，則在槽式與離槽式滯洪池皆可採用，如一般河川及區域排水、下游治理。常見滯洪容量分析方法有 2 種，分別為「波爾斯水庫演算法」(Puls reservoir routing method) 及「滯洪池三角單位歷線法」，「波爾斯水庫演算法」需先規劃設計滯洪池高程與其相應投影面積關係，以利特性曲線製作及推估出流歷線，進而計算滯洪容量與其相應最大洪水位；「滯洪池三角單位歷線法」無需先規劃設計滯洪池池型，即可藉由不同開發行為水文量之推估，進而計算滯洪容量，並以該滯洪容量為控制因素，再規劃設計滯洪池池型，一般採「滯洪池三角單位歷線法」無需推求最大洪水位，因為滯洪池孔口底至溢流堰底間之滯洪體積需大於或等於所推估滯洪容量，因此，其最大洪水位已間接被控制於孔口底至溢流堰底之間。若採用「波爾斯水庫演算法」推估滯洪容量，其成果未能符合實際需求時，可能會面臨滯洪池池型重新規劃設計之窘境，而若採用「滯洪池三角單位歷線法」推估滯洪容量，僅需已知滯洪池設置位置，即控制點位置，運用水文分析配合簡單數學幾何公式，不必描繪出、入流歷線，即可推估滯洪容量，且相關滯洪池池型規劃與設計工作可先擱置於最後，倘若其成果未能符合實際需求時，相關修正與調整工作，遠比採用「波爾斯水庫演算法」減化甚多。通常滯洪池有設計入口溢流及出口溢流，有些還要搭配抽水機操作，也都有溢流量計算公式可使用。

2. 高雄市滯洪池建置歷史

高雄市政府自2002年開始規劃興建滯洪池，迄今已建置13處滯洪池，包括本和里、寶業里、前峰子、山仔頂溝、獅龍溪、典寶溪A區、典寶溪B區及本安、永安、北屋、鳳山圳及柴山滯洪池等，總滯洪量約294.1萬噸。預定2018年底前陸續完成2座滯洪池，總滯洪量可達326萬噸，高居全國之冠，其中有多座滯洪池也獲得公共工程獎（如柴山滯洪公園獲金質獎水利類特優），對於高雄市從凡那比颱風淹水面積約6,797公頃，至梅姬颱風淹水面積約445公頃，整體淹水面積減少6,352公頃。高雄市15座滯洪池分佈如圖1所示。

根據高雄市政府水利局網站提供資訊，有關轄內滯洪池興建動工、完工、啟用資訊整理如下：

- (1). 本和滯洪池（愛河水系）：三民區本和里、本館里一帶低窪地區，位於小 K 幹線（大園街之下的箱涵管路，可排水至 K 幹線）、K 幹線（明誠路之下的箱涵管路，可排水至愛河）等排水系統及金獅湖交匯口區域，每逢颱風或暴雨來臨，極易發生淹水事件。2001 年 7 月 11~12 日潭美颱風帶來豪雨，高雄市區多處淹水。本館里最大淹水深度達 145cm；本和里為高雄市淹水最嚴重地區，深達 210cm。之後經由國立成功大學防災研究中心就高雄市洪排水進行檢討規劃，建議於原來本館埤的地點施設本和里滯洪池，希望有效消除本和里及本館里低窪區域的水患問題。工程費 17700 萬元，蓄水量 10 萬立方公尺，面積 3.14 公頃，2004.11 月底完工，為高雄市第一座滯洪池設施。
- (2). 岡山區典寶溪 B 區滯洪池（典寶溪排水系統）：工程費 13456 萬元、用地費 170000 萬元，滯洪量 105 萬噸，面積 15.6 公頃，完工後可與 A 區滯洪池聯合滯洪，2011 年 12 月 26 日動工，於 2014.07.07 完工。
- (3). 岡山區典寶溪 A 區滯洪池（典寶溪排水系統）：工程費 6559 萬元、用地費 88550 萬元，蓄水量 43 萬立方公尺，面積 17 公頃，於 2012.05.04 完工。
- (4). 三民區寶業生態滯洪池（愛河水系）：工程總經費 2.7 億元，滯洪量約 10 萬噸，滯洪面積 4.46 公頃，於 2011 年 4 月 18 日動工，2012.12.19 完工，由內政部營建署補助辦理，寶業滯洪公園分為南北兩池，完工啟用後可使原不足 5 年重現期之防洪保護標準提升至 50 年重現期，可改善相鄰集水區澄清路、義華路口積水問題。
- (5). 大寮區山仔頂溝滯洪池（鳳山溪排水系統）：工程費 6512 萬元、用地費 32400 萬元，蓄水量 22.5 萬立方公尺，面積 5.7 公頃，於 2013.02.08 完工。
- (6). 岡山區前峰子滯洪池（土庫排水系統）：工程費 8000 萬元、用地費 42000 萬元，蓄水量 37.5 萬立方公尺，面積 15.6 公頃，於 2013.05.25 完工。
- (7). 仁武區獅龍溪滯洪池（後勁溪排水系統）：工程經費為 4530 萬元，面積為 5.9 公頃，總蓄洪量約為 20 萬噸，於 2012 年 6 月底開工，於 2013 年 7 月 31 日完工。
- (8). 永安區永安滯洪池（竹仔港排水系統）：使竹仔港排水達 25 年降雨頻率防洪保護標準，工程費 3543 萬元，蓄水量 17 萬立方公尺，面積 9.5 公頃，於 2016 年 5 月 4 日啟用。
- (9). 三民區本安滯洪池（愛河水系）：總經費 2910 萬元，蓄水量 0.8 萬立方公尺，面積 0.5258 公頃，於 2016 年 5 月 25 日完工。
- (10). 仁武區北屋滯洪池（八卦寮地區排水系統）：工程費 2474 萬元，蓄水量 2.8 萬立方公尺，蓄洪空間 1.5 公頃，於 2017 年 2 月 18 日完工。
- (11). 鼓山區柴山生態滯洪池（愛河水系）：工程總經費為 2 億 4 千萬元，其中內政部營建署「流域綜合治理計畫」補助 1 億 8,720 萬元，高雄市政府自籌 5,280 萬元。於鼓山運河河道兩側設置 A、B 兩座滯洪池，滯洪量為 6.5 萬噸，面積 2.4 公頃，2017.7.6 啟用。
- (12). 鳥松區鳳山圳滯洪池（鳳山溪排水系統）：工程費 3850 萬元，土地徵收費 7 億 4 千餘萬元，滯洪量達 18 萬噸，面積約 5.5 公頃，於 2017 年 07 月 23 日完工，未來將可有效削減鳳山圳之洪峰流量，提升鳳山圳通洪能力至 10 年重現期水位及 25 年重現期不溢堤之需求。
- (13). 仁武區八卦里滯洪池（愛河水系）：工程費 2600 萬元，蓄水量 1.5 萬立方公尺，面積 2.96 公頃，已於 2018.03.30 完工。
- (14). 三民區十全滯洪池（愛河水系，**施工中**）：此工程中央補助款 3.15 億，併同興建立體停車場及 16 戶商店，預計 2018 年 9 月完工，完工後可提供滯洪量約 6 萬噸，可有效減少汛期寶珠溝排入下游之洪峰流量，以降低愛河之負荷。
- (15). 典寶溪 D 區滯洪池工程（典寶溪排水系統，**施工中**）：滯洪池面積 10 公頃及 25 萬噸滯洪量，總費用 7 億 3,500 萬元，其中用地費 6 億 6200 萬元，工程費 7,300 萬元；已於 2017 年 12 月 29 日開工，其間因工程用地取得遭遇困難，再經邱志偉立委協調及台糖公司同意以租用方式，促使本工程可於 2018 年 3 月 31 日進場施工。
- (16). 愛河之心（愛河水系）：愛河之心闢建工程（如圖 2 及圖 3 所示）乃是高雄市政府「愛河溯航計畫」之子計畫，斥資一億七千萬打造，東西兩側開挖兩個如意湖以及西湖，另外還打造一座情人橋，2006 年 9 月動工，2007 年 11 月 4 日啟用。此為典型的在槽式濕式滯洪池，滯洪功能方面，

因愛河之心為開放式設計，其空庫容積約 10 萬 m^3 ，加上愛河之心為感潮河段，平時河道具有一定水位，所以實際滯洪效果亦相當有限。

- (17).2018 年 8 月 15 日啟動愛河上游最後一哩路再造工程：依據 2013 年經濟部水利署核定北屋排水規畫報告及 2015 年核定北屋排水治理計畫執行滯洪工程，草潭埤北側現有埤塘池面，市府擬採市地重劃方式至少取得 3.6 公頃之公園兼滯洪池用地，以提供約 3.2 公頃之埤塘池面積，作為現有埤塘保留用地，南側之現有埤塘規劃於公五-一用地設置池面積約 1 公頃之滯洪公園，藉以蒐集本地區因開發後所產生之雨水逕流量。

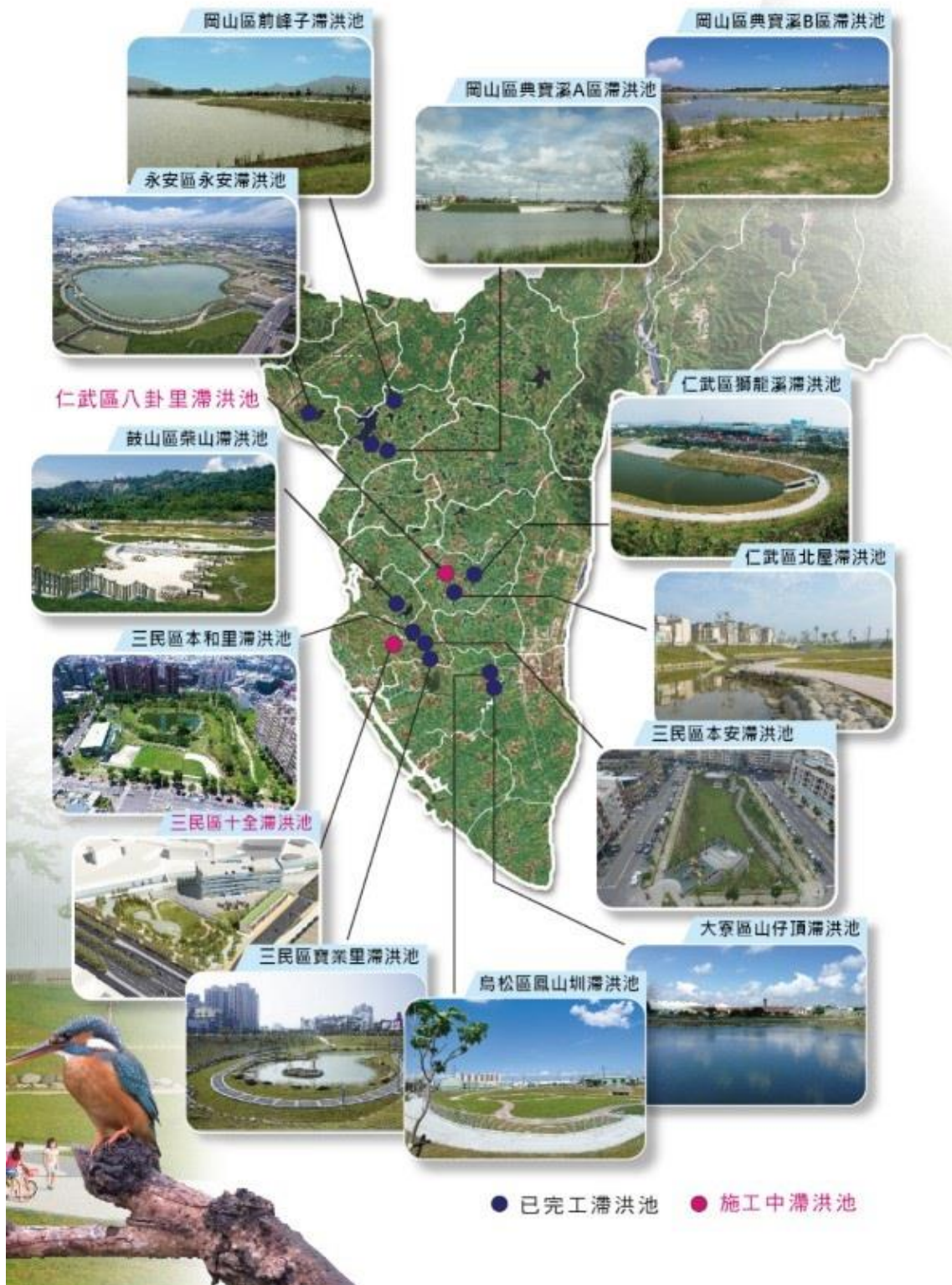


圖 1 高雄市 15 座滯洪池分佈(資料來源：高雄市低碳永續家園資訊網)

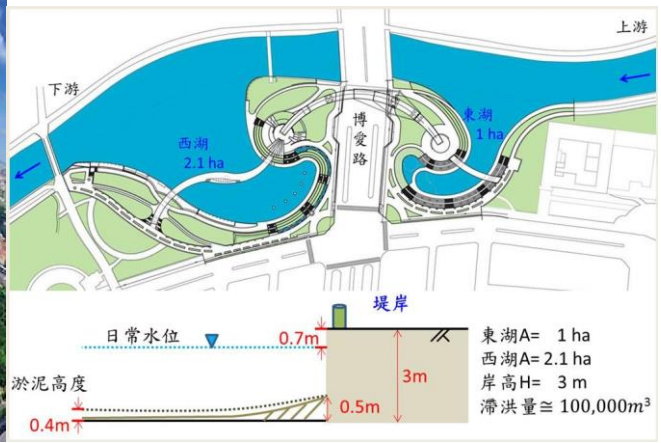


圖 2 愛河之心空拍圖(高雄市低碳永續家園資訊網) 圖 3 愛河之心平面配置圖(王筱雯等, 2012)

3. 世界各國滯洪設施

屏東縣政府參考屏東科技大學工學院長丁澈士相關報告建議，在來義、萬巒與新埤鄉交界，開挖大潮州地下水人工補注湖，便成為一項重要的觀察指標。大潮州人工湖是為了減緩佳冬、林邊及枋寮一帶地層下陷的問題，開發基地位處佔地300公頃。透過補注地下水，除可減緩因下游沿海地區過度抽取地下水造成地層下陷的速度外，另可供應每日約10萬立方公尺的地下水。這項工程「地下水庫」分二期，費用共計14億元，第1期工程2018年10月完工。

台中市水湳智慧城內計畫道路2018.4.26日通車，總長度約25公里，道路及人行道總面積約35萬平方公尺，除可讓道路四通八達之外，市府也同步在地下建設一座全國最大的社區中水道，未來接管後，所有的汙水再生利用可同步進行，進一步供應中科用水需求，是回收水再利用的工程，雖不是滯洪池，但把水存於地底下的概念與地下水庫類似。

日本埼玉縣春日部市設有深達50米、屬世界最大級的放水路，稱為「首都圈外郭放水路」(しゅとけんがいかくほうすいろう)，在滂沱大雨時盡快把雨水排掉，避免出現水浸，必要時則可當作地下水庫，並且可開放予遊客參觀。調壓水槽長177米、闊78米、高18米，由59支重500噸的混凝土柱支撐，看上去貌似古希臘的神殿，因此被暱稱「地下神殿」，場面非常震撼，如圖4所示。首都圈外郭放水路位於埼玉縣春日部市的16號國道底下，深達50米，全長6.3公里，總儲水量達67萬立方米，相等於約2680個標準游泳池。整個設施設有地下放水隧道、豎井、調壓水槽和降壓水槽等，為全球規模最大，宛如地下宮殿，更成為日本指定一級河川。設施又稱為「G-Cans Project」，由1993開始動工，花費13年，於2006年全部完工，共耗資2400億日元。當暴雨來襲時，日本首都圈包括東京都、神奈川縣、埼玉縣及千葉縣的雨水和數條主要河川的洪水，會透過5座巨大蓄水井，匯流入地下水道，再於江戶川排出，以避免首都圈出現水浸，如圖5所示。

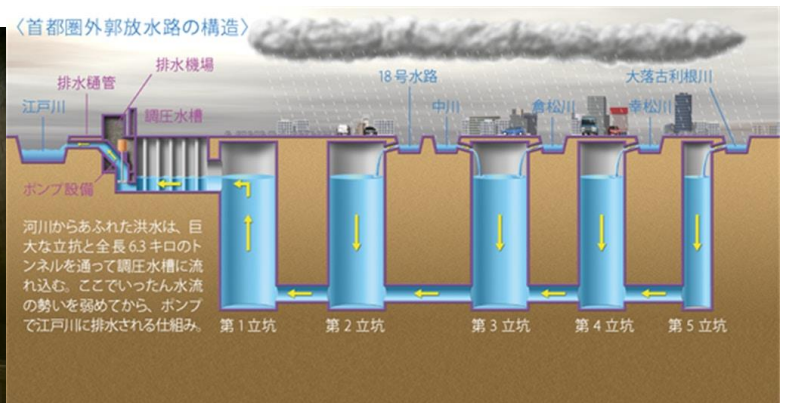
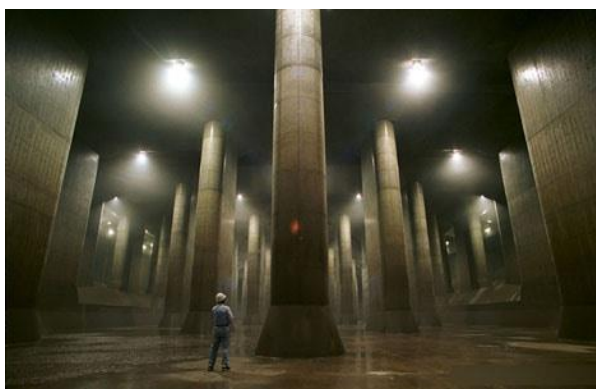


圖 4 日本地下神殿

圖 5 五座巨大蓄水井 (都圈外郭放水路官網)

香港亦有同樣設計的地下蓄洪池，包括大坑東、上環和2017年3月全面啟用的跑馬地蓄洪池，香港這3個蓄洪池的規模雖然較日本小，但對市區防治水浸有重要作用，可有效減低水浸風險。香港最早啟用的是大坑東蓄洪池，隱藏於大坑東遊樂場的欖球場和足球場的地底。事緣旺角於1997年和1998年間曾發生多次嚴重水浸，政府因此開展大坑東蓄洪計劃。大坑東蓄水池於2001年12月動工，2004年

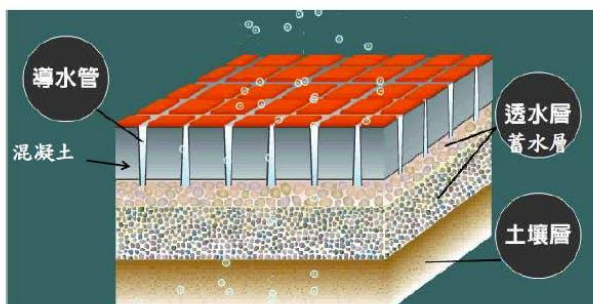
9月竣工，整體面積長136米、闊130米和深9.5米，總容量為10萬立方米，相等於40個標準泳池。當暴雨時，入水口暗渠引入的雨水就會流入蓄洪池；當雨水減退，便會把蓄洪池內的雨水抽進排水系統，再流出大海。該蓄洪池的設計可抵禦50年一遇的暴雨，即每小時超過100毫米的降雨量，較香港天文台界定為「黑色暴雨」的每小時70毫米更高。於2009年啟用的上環雨水泵房。整個項目包括一個9000立方米的地下蓄洪池，容量約等於4個標準游泳池，還有泵房、裝有水閘的導流室和相關連接排水管道等等，共斥資2億港元興建。跑馬地蓄洪池，總容量為6萬立方米，相等於約24個標準游泳池。蓄洪池位於跑馬地遊樂場地下，工程共耗資共10.7億元，以紓緩灣仔、跑馬地和銅鑼灣一帶的水浸問題。

荷蘭鹿特丹第一座完成的「儲水廣場」，是2013年完工，位在市政中心的Benthamplein廣場。平時，它是有籃球場、公園、露天小劇場的市民開放活動空間。強降雨時，它特殊設計的走道，會引導四周的水流進較低的廣場，發揮蓄水滯洪功能。雨停後，水就慢慢排到鄰近的運河中。除了「儲水廣場」，鹿特丹市政府在市中心一座大型地下停車場的地底，挖了一個有四座奧林匹克標準游泳池大小的儲水槽。另外，也在市區內闢建更多「綠地」，包括建築物上可以吸水的綠色屋頂和綠色牆面。

瑞士面積跟台灣差不多，不過卻是高山地形，一但下雨往往會造成河水暴漲，不過瑞士大規模治水計畫，包括規劃地下防洪系統，以及透過天氣預報研判，決定是否洩洪，將豪雨災損減到最低。在首都伯恩上游城市底下建疏洪隧道，以排除暴雨及融冰。

國人陳瑞文提出的「JW 生態工法」想要創造出會呼吸的海綿道路(如圖6所示)，他所使用的材料是兩種看起來最不環保，搭在一起卻是絕配的廢塑膠與混凝土，然後再透過綠色工法垂直向下，打造出地表的毛細孔，接著再由碎石層分散承重，總厚度40 CM，讓雨水能夠滲透與過濾，等到第三層地底吸收雨水後，便能涵養地底的生態系統，它同時解決了淹水與儲水的問題，更神奇的是能改善熱島效應，降低路面溫度。主要特性是受重耐壓不怕壞，因此受限於台灣〈採購法〉法規第 46 條規定招標工程都要符合「最低標」，由於單價為柏油路4倍，因而公共工程甚少採用。在新北市汐止中正社區施作120公尺，寬4公尺的海綿道路，經實測可儲存超過70噸的雨水。以他的工法搭配的海綿城市概念如圖7所示。

JW 生態工法：高承載高透水鋪面



透水率: 1500mm/hr – 12,000mm/hr



圖 6 JW 生態工法施工概念圖 (官網圖片)

圖 7 海綿城市概念圖 (官網圖片)

4. 各模式發展歷史

(1).集水分區降雨逕流模式(HEC-HMS 模式)

HEC -HMS是以HEC -1為基礎所研發的軟體，兩者均由美國陸軍工兵團(US Army Corps of Engineers)所發展，用以模擬河川及排水路上游山區集水區之降雨逕流，為水文模式系統，被廣泛使用模擬逕流。本模式藉由輸入河川域之降雨與集水區參數 (如入滲、蒸發、蒸散、截留、窪蓄等)，以模擬流域降雨-逕流關係。除了既有的水文分析、資料儲存及管理能力外，其所具備的圖形使用介面與物件導向化系統，不但簡化了建立模型與資料輸入工作，更加強了後續的分析與管理工作。在降雨-逕流模型之建立上包括流域模組(Basin model)、氣象模組(Meteorologic model) 與控制設定(Control pecification)等三元件。使用HEC-HMS 模式時，需依集水面積、形狀、坡度及水路長度等地文特性及設計降雨量等資料與參述，透過各元件之輸入，即可模擬集水區基流量、漫地流及洪水等各類型流量歷線。目前最新版本為V4.3版。

HEC-GeoHMS 為美國德州大學 (University of Texas at Austin)、HEC (Hydrologic Engineering Center) 及 ESRI (Environmental Systems Research Institute) 共同合作開發，架構於 ArcGIS 環境下之前處理界面，整合既有的空間分析模組 (Spatial Analyst)，具有資料管理、地形處理、集水區處理、HMS 模式支援等四項主要功能 (USACE,2000)，配合研究區域之數位高程模型 (Digital Elevation Model,DEM) 在 ArcGIS 中處理成諸多小型子集水區。QGIS 也可以處理類似 ArcGIS 空間分析的成果，轉成 HEC-HMS 輸入格式提供使用。

HEC-HMS 模式所使用之主要參數有(1)逕流曲線值(Curve Number, CN)，CN值跟土地利用與土壤有關；CN 值之參數範圍為 1~100；值越大，表示開發程度越高，(2)延遲時間(Lag time)，為將雨量轉化成子集水區逕流量之用，(3)基流量(Base flow)，河道中 基本流量，集水區越大基流量會越大，整體水量高估或低估時，可調整此值，(4)馬斯金更法(Muskingum)為一種洪水演算法，在模式中是計算節點與節點之間的量值。各參數如下說明，且流域內不同子集水區所使用之相關參數，將依照其各別地文特性之不同作不同參數值之設定。HEC-1模式是HEC-HMS的前身，HEC-1模式中之運動波模式計算逕流量，其控制方程式可表示如下：

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1)$$

$$Q = \alpha A^m \quad (2)$$

式中， A ：面積； Q ：流量； α ：糙度參數； m ：幾何參數； q ：側流量。

輸入資料包含水文及地文資料兩類，其中水文資料為降雨組體圖，而地文資料則分為漫地流元素及渠道元素兩種，漫地流元素包含漫地流長度、漫地流坡度及漫地流粗糙係數，渠道元素包含渠道長度、渠道坡度、渠道控制面積、渠道斷面形狀及渠道粗糙係數。

以愛河水系而言，在缺乏排水系統資料的集水區、未淹水的區域或假設上游不淹水的情況下，將不做此區的排水模擬，因此河道演算的側流量則以水文模式來推估較為方便及實用。因此研究範圍內大部分區域需計算河川及排水幹線上游的小集水分區降雨逕流量，來作為河道水理演算及市區下水道系統排水模擬之上游邊界。

(2).河川水理演算(NETSTARS 模式)

NETSTARS (network stream tube model for alluvial river simulation) 模式為李鴻源教授及計畫主持人等在1996年發展完成V1.0。本模式為擬似二維沖淤模式，凡主支流、複雜河系、陡坡、緩坡、水躍、定量流及變量流之水理及相對應底床沖淤特性均可模擬，同時藉由流管之重新分配進行輸砂演算，可以反應河床橫斷面之不規則化。一般河川輸砂模式大多以總輸砂量公式去計算輸砂量，所以在不平衡輸砂流況下會有較大的誤差，此模式採用推移載及懸浮載分別計算方式，可以反映懸浮質控制之不平衡輸砂狀況。同時因具有處理節點之水理及輸砂分配能力，所以適用於一般網路型河川及水工模型試驗沖淤問題之模擬。2004年完成V2.0版本，有視窗中、英文版程式輔助視覺化繪圖，並建立數位學習網站。2013年完成V3.0版本，在總輸砂量計算的公式就有15個可供選擇，而推移載計算公式也有11個可選用。V3.0後也提供只計算輸砂量，不算河床沖淤的選擇。在V3.0增加了2種岩盤沖刷機制計算岩盤沖刷深度、18個橋墩沖刷公式計算橋梁斷面局部沖刷深度，以八掌溪為案例進行檢定驗證。2018年完成V4.0版本，增加了26個側溢流公式可計算河川分洪流量，以員山子分洪為案例進行檢定驗證。

本模式水理模擬分定量流、迴水演算與變量流三種算法，定量流模式 (steady-energy) 係根據一維能量方程式配合節點連續差分求解，求得水位及流量值，主要取自BRALLUVIAL模式有關水理部分理論；變量流模式 (unsteady-momentum) 係根據de St. Venant之一維渠道緩變量流連續及動量方程式再配合節點連續差分求解，求解水位及流量值，主要採用CHARIMA模式的水理理論及解法；迴水演算方面，係採用GSTARS模式水理部分加入網路節點處理修改而成，具有處理陡坡及水躍的功能，其適用範圍較廣。

輸砂模擬以水理模擬所得河川網路的水位、流量配合流管理論分成多個流管，假設所分的每個流管在已知斷面輸水能力均相同，並分別計算輸砂量，再代入輸砂連續方程式中求解每個流管中平均底床沖淤情形。因每個時間段流量並非固定，所以每次流管分配的邊界也會有所不同，如此即可模擬橫向的河床沖淤變化。其中輸砂量計算又可分由輸砂公式直接計算總輸砂量及底床載、懸浮載分別計算

後再合併為總輸砂量兩種方法，尤其在高懸浮載的河川或不平衡輸砂現象明顯的區域即需使用後者來計算方能符合實際物理現象。

在計算過程中濕周的區域乃是可能發生沖淤的範圍，在輸入資料中更可控制每個斷面最低沖刷高程、寬度及最高淤積高程，以防止特殊之沖刷(如底部人工結構物)或淤積(如排砂工)條件。大部份河川上游邊界入砂量之實測資料甚少，以採用流量、輸砂量率定曲線為最多。下游邊界懸浮載濃度則由濃度梯度或濃度值來控制;下游邊界輸砂量則由輸砂公式計算求得，不需加以控制。模式需檢定的參數有河道曼寧n值、流管數、 Δt 、上游輸砂量率定曲線、可沖刷層厚度、輸砂公式等。後來增加的參數為曼寧n值自動計算公式、岩盤沖刷公式、橋墩沖刷公式及其相關的參數，由於模式功能越多個階段要檢定的參數也變得越多，但因選擇性增加可以適度提高模擬的精度。

以愛河水系而言，可依規劃的曼寧n值計算的治平橋(sec.15)水位站及二號運河截流站的水位與實測資料比較，再調整局部參數以符合水位記錄，作為參數檢定的依據。

(3).市區下水道排水模式(SWMM 模式)

SWMM自1971年開發以來，已經經歷過多次升級。在世界範圍內廣泛應用於城市地區的暴雨洪水、合流式下水道、排汙管道以及其它排水系統的規劃、分析和設計，在其它非城市區域也有廣泛的應用。早期的SWMM4的原始碼仍是FORTRAN，有釋出原始碼提供修改。SWMM5為美國環保署(U.S. EPA)公開發行應用於暴雨逕流管理之暴雨經理模式軟體，自2004/10 正式公開發行以來，歷經多次更新其版次之註記上一直維持5.0.0XX；距前次於 2011/4/21 更新之 5.0.022 版本有接近 3 年之久而於2014/3/24 發表之更新版本，在版次註記已跳躍為 5.1.001，有開放源碼是C語言架構的程式，包含了51個C語言檔案與許多標頭檔案構成。可以在Windows作業系統下執行SWMM5，提供了一個寬鬆的綜合性環境，可以對研究區輸入的資料進行編輯、模擬水文、水力和水質情況，並可以用多種形式對結果進行顯示，包括對排水區域和系統輸水路線進行彩色編碼，提供結果的時間序列曲線和圖表、坡面圖以及統計頻率的分析結果。

當都市下水道容量不足以排除暴雨期間之暴雨量時，多餘之流量則由人孔或明渠溢出，造成市區之淹水，由於都會區內除地表逕流外尚包含下水道系統之分布，SWMM可以模擬暴雨時地表逕流量、雨水下水道系統中排水幹線流況以及由幹線人孔溢出之流量。本模式主要依據運動波理論，以一維連續方程式與運動方程式為基礎，依水流流程之特性，將模式分為地表逕流與排水幹線輸水兩部份，地表逕流主要依據運動波理論，將集水區之降雨量經由逕流演算，計算匯入排水幹線之流量歷線，幹線輸水部份則利用疊代法求解之運動波方程式，計算排水幹線之流量以及溢出人孔之水量。當下水道系統容量不足時，水流無法由管線往下游輸送，部份水流則自人孔溢出，其人孔溢流量之計算如下：

$$S = \sum_{i=1}^{n_s} (Q_{in})_i + Q_w - Q_f \quad (3)$$

式中， S ：人孔溢流量(cms)； n_s ：人孔上游入流幹線之數目； $(Q_{in})_i$ ：人孔上游第*i*個入流幹線之流量(cms)； Q_w ：人孔之地表入流量(cms)； Q_f ：人孔下游幹線之滿管流量(cms)。

下水道輸水時，乃是將地表逕流量匯集於人孔處作為排水系統幹線之入流量，總和上游管線之輸水量及人孔入流量，作為該幹線之流量，再往下游輸水。如果下游之管線輸水容量小於該幹線之流量，則排水幹線便以滿管流輸水，多餘部份便由人孔溢流至地面。

以愛河水系而言，經由SWMM模式之演算可得到沿雨水下水道兩側集水區流入下水道之地表逕流量、下水道中各管線之流量及水位歷線，以及人孔或明渠處的溢流流量及體積，此溢流體積可與實際調查之淹水量作一比較。

(4).地理資訊系統工具(QGIS)

Quantum GIS (QGIS) 是相當友善的開放原始碼地理資訊系統，使用GNU(General Public License)授權，屬於 Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)的官方計畫。QGIS 的目標是成為一個使用簡單的 GIS，提供了常見的功能與圖徵。藉著核心圖徵提供基本功能與附加元件(Python 或 C++)持續地擴充，讓使用者可以瀏覽、管理、編輯、分析資料以及製圖。本計畫用來製作子集水分區及套用蒐集圖資，並套疊模式跑出人孔淹水位置，可做許多視覺化的套圖，對於理解成果相當有幫助。

(二)研究方法、進行步驟及執行進度。請分年列述：1.本計畫採用之研究方法與原因。2.預計可能遭遇之困難及解決途徑。3.重要儀器之配合使用情形。4.如為須赴國外或大陸地區研究，請詳述其必要性以及預期效益等。

研究方法與進行步驟

本研究擬分二年完成下列二部份研究：

第一年：進行河川滯洪池側溢流公式整理分析、愛河水系斷面及滯洪池資料蒐集整理、愛河水系致災颱風降雨及水位流量資料蒐集與分析、以 HEC-HMS、SWMM 及 NETSTARS 模式建立愛河地文及水文資料、NETSTARS 加入滯洪池溢流量動態功能建置與測試、模式聯合運轉機制建立與參數檢定。

第二年：進行愛河流域致災嚴重的颱風暴雨資料蒐集整理、至少兩場颱風暴雨及滯洪池操作紀錄資料實況模擬驗證、已建滯洪池減災益本比評估、加入新規劃的 10 個滯洪池歷史事件重演模擬分析、常淹區的河道與管線擴寬建議分析、NETSTARS 中英文操作手冊編修。

各年之研究內容與研究方法詳述如下：

第一年

研究內容重要工作項目細分為下列幾部份：

1. 河川滯洪池側溢流公式整理分析
2. 愛河水系歷史、斷面及滯洪池資料蒐集整理
3. 愛河水系致災颱風降雨及水位流量資料蒐集與分析
4. HEC-HMS 模式建立愛河水系子集水分區資料
5. SWMM 模式建立愛河水系下水道資料
6. NETSTARS 模式建立愛河水系斷面資料
7. NETSTARS 加入滯洪池溢流量動態功能建置與測試
8. 模式聯合運轉機制建立與參數檢定

各部份的研究進行方法詳述如下：

1. 河川滯洪池側溢流公式整理分析

有關河川洪流導致溢堤的研究一般採用的是自由堰流(Cung et al., 1980; Kandaswamy and Rouse, 1957)來計算其溢流量；謝慧民曾在台大許銘熙(1990)教授指導下以一個變量流演算模式加入側溢流功能，用在琳恩颱風時期基隆河沿岸溢堤後低窪地區的淹水模擬，獲致良好成果。Han et al. (1998)針對韓國首爾附近的河川，於堤防破堤時計算其溢流量，破堤之溢流量計算與破堤之位置、破堤的寬度與堤內外水位的高度有關。

有關滯洪池離槽入口側自然溢流的公式方面，超過開發前洪峰流量或下游渠道容許排放量部份，設置溢流堤(堰)溢流進入滯洪池，逐時進入流量可採用寬頂堰公式計算： $Q=1/2 \times C_c \times L \times (2g)^{1/2} \times H^{3/2}$ 。有些滯洪池入口會利用閘門控制啟閉，調整滯洪池之入流量。其中， C_c ：堰流係數 0.3~0.4， L ：溢流堤長度， H ：溢流水深。

有關滯洪池離槽出口形式，如果是矩形開口則有(1).重力壩： $Q=2.09 B H^{1.73}$ ，(2).懸臂式壩： $Q=2.36 B^{1.13} H^{1.53}$ ，如果是壓力孔口則圓形孔口流公式 $Q=2.78 D^2 h^{0.5}$ 。離槽式滯洪池出口係於排水路洪水消退後再行排放，故出口通常採用閘門方式控制。閘門之設計寬度應考慮最大排洪量不得大於下游容許排放量。閘門之出流量與水位高之關係可依下式決定：當 $H_o > 2/3 H_i$ ， $Q=C \times H_o \times B \times (2gH)^{0.5}$ ；當 $H_o \leq 2/3 H_i$ ， $Q=1.704 \times C \times B \times (H_i)^{1.5}$ 。其中， B ：開口寬度(m)， H ：開口以上水位高度(m)， D ：孔口直徑(m)， h ：孔口水頭高度(m)， $H=H_i-H_o$ ， H_o =外水位與閘門底檻高程之差(m)， H_i =池內水位與閘門底檻高程之差(m)， B =閘門寬度(m)， C =流量係數0.7~0.9。

目前NETSTARS模式已有26個側溢流堰副程式，將再加入這些可用的側溢流堰公式成為副程式提供側溢流量計算的選擇。

2. 愛河水系歷史、斷面及滯洪池資料蒐集整理

高雄平原為下淡水溪（高屏溪），以及較小的後勁溪、愛河和前鎮河-鳳山溪等河川沖積而成。然

而，冬夏雨量分佈不均，旱澇差異頗大，影響農業發展。1837年，曹謹出任鳳山縣令時自下淡水溪引溪水，築圳道，連接河川與古埤塘，總長130多公里。沿線密佈半人工的大型埤塘，包括內惟埤、金獅湖、九番埤、樣仔林埤、本館埤、寶珠溝埤、阿彌陀埤、田寮埤、菜公埤、草衙埤、潑皮湖、草潭埤、觀音湖埤和面積最大的大埤（現澄清湖）與蓮池潭。曹公圳的灌溉與洪泛調節功能一直持續到20世紀末，高雄平原可說是小型埤塘遍佈，點綴數座較大湖泊的綠野湖區。若這些湖沼全都保留與城市規劃共存，大高雄將可說是「百湖之城」！若我們追蹤高雄歷史地圖與文史紀錄，直到1970年代左右，北高雄的湖泊區大致上都還保存完好，但卻在1970年代末～1990年代中之間，幾乎全遭摧毀。以下是這些湖泊消失的歷程及治水觀念的轉變：（摘自今周刊2018.08.30焦點新聞）

- (1).大小貝湖：古稱「大埤」，至1970年代仍發揮水利調節作用。但1980年代長庚醫院取得十多公頃土地，填平小貝湖中央興建高雄長庚醫院。接著1990年代中，勞工育樂中心與澄清湖棒球場填平剩餘的小貝湖北側地帶。小貝湖殘跡自此只剩下一長庚醫院後方的一個小水池。1990年代後澄清路周邊開發日盛，但卻屢次淹水。
- (2).內惟埤：1990年代隨著41期重畫區開闢，中華藝校，美術館和周邊建地的興築陸續將湖區填平。
- (3).本館埤、寶珠埤：1980年代開始，北高雄大量開發道路與重劃區，此兩湖以及更多小型埤塘（如菜公埤、阿彌陀埤、樣仔林埤等）陸續在1990年代中以前被填平消失或大幅縮小。後來幾次大雨，嚴重淹水區和這些埤塘有相當重疊性。
- (4).在1990年代的大開發大填土後，2000年代開始，高雄治水政策大改變，從圍堵築堤的思維轉變為還地、滯洪。在過去內惟埤上，只是面積已經縮小十倍。2004年第一座專用滯洪池「本和滯洪池」完工，所在位置可說是過去本館埤殘留的小小一塊，2014年樣仔林埤濕地恢復了「樣仔林埤」部分功能，最後施工中的三民十全滯洪池就在被填平的寶珠埤旁，這些都只是恢復愛河-曹公水系的蓄洪調節功能而已。所以滯洪池不過是恢復古代埤塘的部分功能。單一座小貝湖（40公頃）、內惟埤（30公頃）面積就分別是寶業滯洪池、本和滯洪池的十倍。

根據水利署高雄地區的地層下陷資料，在76-92年度之最大累積下陷總量高達0.23m，造成原地勢低窪區之高程再次下降，因而容易感潮。但在100年度以後地層下陷服務團觀測資料均顯示地層下陷情況不明顯，顯示高雄地區地層下陷已趨緩。

愛河源於高雄縣仁武鄉八卦寮，自東北而西南，經左營、三民、鼓山、鹽埕、前金、苓雅等區，而後注入高雄港第一港口。主流全長12公里，流經高雄市區約10.5公里。河道寬度出口段渠寬約80~120公尺，往上游逐漸縮小，至上游段之寬度僅剩8~10公尺，平均坡度為1/850，流域面積62平方公里，水系地形如圖8所示。愛河水系主要匯集高雄市區下水道排入量及少部分位於仁武區境內社區、農田排水，堤岸除部分上游河段為土渠，皆為砌石或混凝土內面工。在其近年水患部分，因河口易受潮汐影響（依據市府在微笑礮間工程後續操作歷程中發現，感潮段非僅止於鼎新橋，約略至少到民族橋），流量排出不易，造成愛河水位壅高，連帶造成支分線排水不易，使相對地勢低窪地區內水不易排除而淹水。因愛河為感潮河川，河水水位受高雄港海水漲退影響而變化，潮汐平均落差為0.72公尺，而五年一次的暴雨之水位落差在治平橋可達1.53公尺，在高雄橋只有0.78公尺，水流極為平緩。出海口水深為3.7公尺，往上游逐漸遞減，建國橋為3公尺，治平橋為2.1公尺，至民族路的寶珠溝為0.7公尺。因受高雄港海水潮汐的影響，愛河下游為海水，中、上游為淡水，感潮河段可達民族路的寶珠溝。愛河主流的橋樑計有21座，平均每500公尺就有一座橋，最接近出海口的橋是港區鐵路專用橋。最接近源頭的橋是高雄榮民總醫院後側的後港橋。

愛河排水集水區除愛河排水幹線外，另有民生路、二號運河（幸福川）、鼓山、鼓岩、九如、內惟埤、寶珠、本館（K幹線）、林子埤（D支線）、九番埤（榮總排水）及北屋排水等11條主要排水支線，其排水系統位置如圖9所示，排水系統圖如圖10所示。雨水下水道系統（如圖11），係以排水側溝收集至集水槽，排入雨水下水道後，直接排入愛河幹線或其他支線排水，最後再排入高雄港，如該等設施有阻塞或損壞，則易造成豪雨時瞬間路邊積水等問題。雨水下水道系統依前台灣省政府住都局於民國65及73年規劃，主要分為高雄市、鳳山區、澄清湖特定區及楠梓交流道特定區等，水利規劃試驗所民國92年完成「愛河水系改善檢討規劃報告」，愛河排水幹線沿岸之暗渠包括下水道箱涵及涵管，經調查總數約為460處，2014年高雄市政府水利局統計愛河水系系水道系統人孔有1,114個，管線有1,129條。

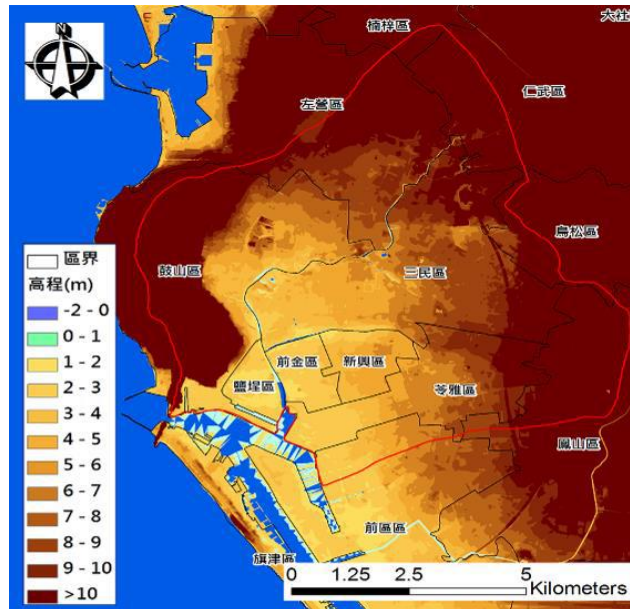


圖 8 愛河水系地形圖(資料來源：2013 研究報告)



圖 9 愛河水系排水系統位置圖(資料來源：2013 研究報告)

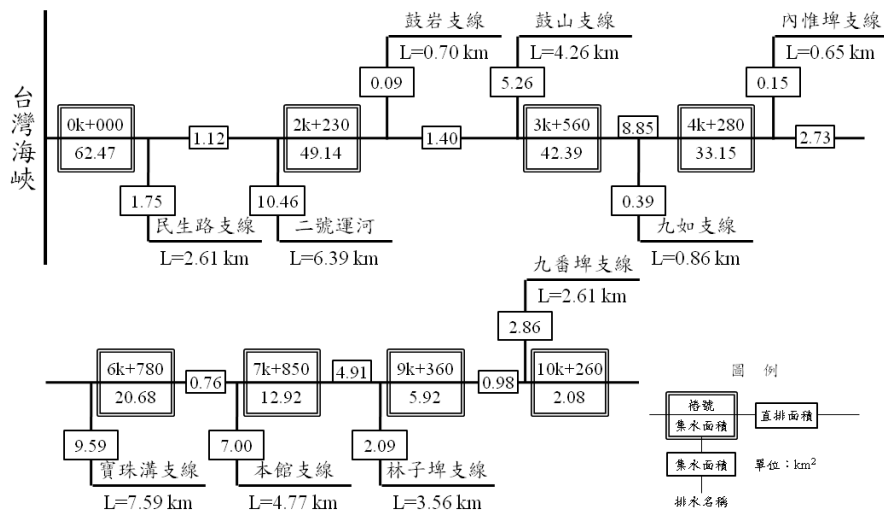


圖 10 愛河水系排水系統排水支線示意圖(資料來源：2013 研究報告)

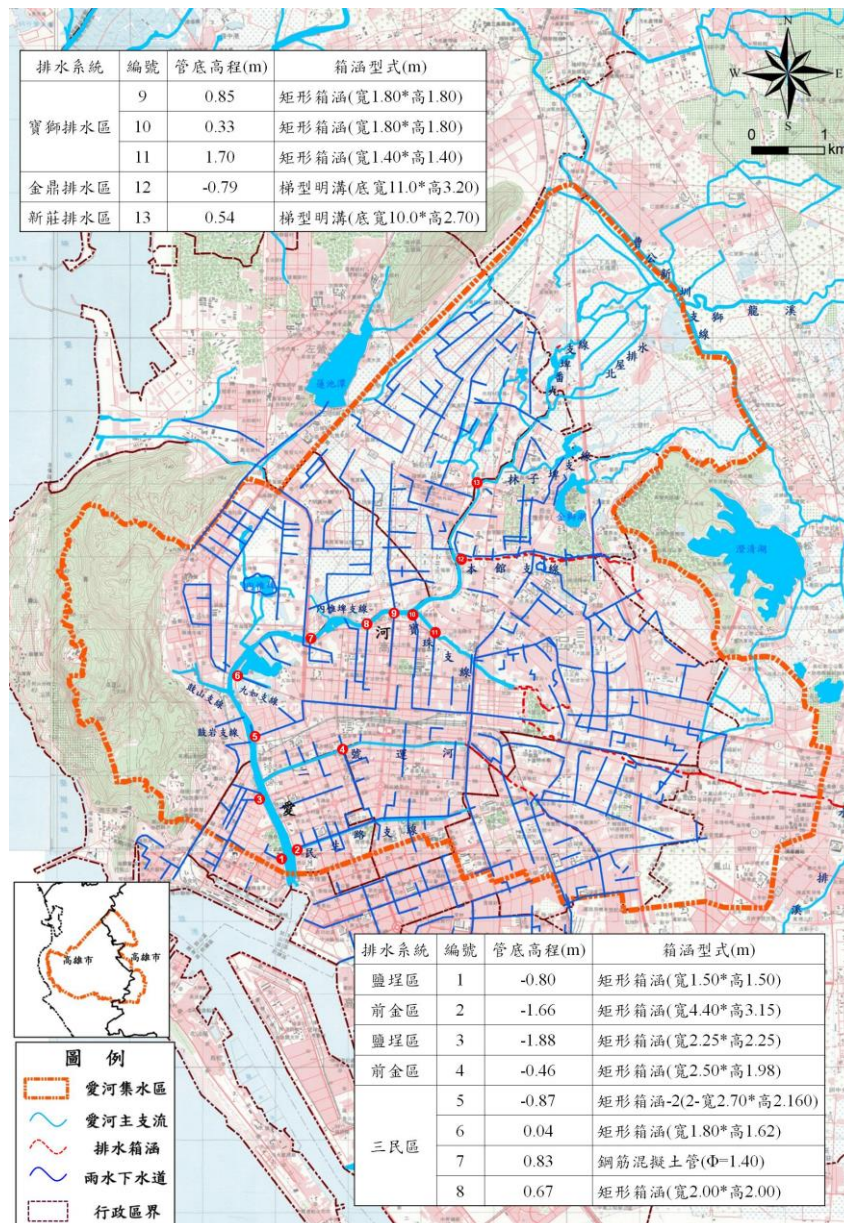


圖 11 愛河水系排水及雨水下水道系統位置圖(資料來源：2013 研究報告)

高雄港區現在之長期觀測驗潮站有兩處，其一設置於蓬萊商港區10號碼頭愛河出海口附近，離一港口距離不遠，紀錄較為完整無中斷，另一站設於二港口內港第10船渠內，離二港口距離較近，資料完整性較差，因此一般皆是以一港口之潮位站資料為依據。港灣技術研究所曾分析民國55年至83年間之高雄港潮位記錄，結果顯示高雄港二十九年間之平均潮差約為0.67公尺，最大潮差則為0.92公尺。愛河沿線的九個流量測站(簡稱為L1~L9)和10號碼頭潮位站的地理位置如圖12所示(2004)，颱風暴雨期間的水位、流量逐時紀錄資料將向上網向經濟部水利署水文資料申請網申請，或洽高雄市政府水利處(愛河2012年成為高雄市政府管的區域排水)申請。

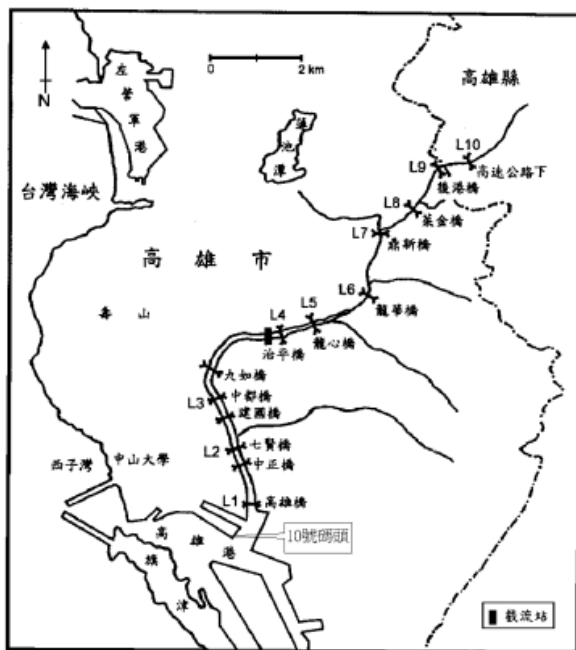


圖 12 愛河水文測站和高雄港 10 號碼頭驗潮站的地理位置圖

3. 愛河水系致災颱風降雨及水位流量資料蒐集與分析

本年度以蒐集2010年以前高雄市的颱風暴雨淹水資料為主，包括2001年的潭美颱風及2010年的凡那比颱風相關資料。2001年高雄地區因潭美颱風引進旺盛西南氣流，於7月11日下午5時起連續10小時豪雨，參考中央氣象局前鎮及左營兩處氣象站紀錄，該事件累積總降雨量分別為525公厘及493公厘，其中左營氣象站1小時最高降雨量126.5公厘，已接近重現期100年頻率暴雨，3小時連續雨量最高329公厘，超過重現期200年頻率暴雨300公厘；前鎮氣象站1小時最高降雨量119.5公厘，3小時連續雨量最高239公厘。降雨量均遠超過高雄市防洪排水設計標準(排水5年，防洪10~25年)，加上愛河河口潮位暴漲，排洪受阻，造成高雄市鹽埕區、本館里、本和里、寶珠溝、二號運河等多處低窪地區積水盈尺，淹水面積達300公頃，雨勢稍歇後淹水雖迅速退去，但受災面積廣大，嚴重影響居民安危，財物損失亦難以估計。

相較於潭美颱風，2010年9月之凡那比颱風在高雄地區降下了更劇烈的降雨，降雨強度超過100毫米，高雄地區共有岡山、鳳雄、竹子腳、左營、尖山等雨量測站48小時累積降雨強度超過重現期距200年的降雨量，遠高於區域排水的排洪能力，高雄沿海河系連續高強度的豪大雨造成溪水水位暴漲，加上適逢西南沿海大潮，內外水位高漲，重力排水效果不足，造成多數低窪地區淹水，包括愛河及其支流沿岸在內，災害的規模與損失為近10年來最嚴重，淹水面積甚至遠較潭美颱風時嚴重。

高雄市淹水資料蒐集方面，張盛涵等(2011)對凡那比颱風高雄市各區進行淹水訪談及繪製各區淹水圖；2013年「愛河水系易淹水區改善規劃」計畫報告有潭美颱風及凡那比颱風的淹水受災戶分佈圖及致災檢討分析。

愛河水系雨量站資料蒐集方面，經濟部水利署雨量站為三民站，中央氣象局測站為高雄站、岡山站、鳳雄站、左營站、鳳山站等五站，其中以高雄站資料較全。潮位站資料方面，有中央氣象局永安潮位站、高雄潮位站等測站可蒐集作為愛河河道演算的下游水位邊界條件。

4. HEC-HMS 模式建立愛河水系子集水分區資料

2013年「愛河水系易淹水區改善規劃」計畫已使用HEC-HMS進行逕流模擬，子集水分區面積及幹、支線各種輸入參數列表可以直接使用來進行各颱風暴雨事件幹、支線出口逕流模擬。不足部分，本計畫再使用使用5M DTM地形以QGIS劃分更細的子集水區，將各種相關參數計算出來，提供HEC-HMS進行逕流量歷線模擬，其輸入地文參數資料例參考HEC-1如表1。(此為1998年淹水檢討報告資料，當時只有劃分9條支流，與2013年規劃報告有11條支流比較，其名稱及位置有一些差異)

表 1 HEC-HMS 模式集水區地文參數表例

流域	集水區 支流名稱	匯流處 斷面編號	集水 區編號	面積(k m ²)	主支流 長(km)	主支流坡度 (s=1/1000)	支流曼 寧 n 值	漫地流 長(km)	漫地流坡度 (s=1/1000)	漫地流 曼寧 n 值
1	K 幹線上游	29	I	11.986	3.562	2.116	0.025	1.5671	3.19	0.07
2	第一支流	24	II	5.981	3.031	1.108	0.02	0.9637	5.707	0.10
3	寶珠排水溝	19	III	10.687	5.469	1.508	0.02	0.7620	1.9685	0.05
4	二號運河	7	IV	10.538	5.261	1.454	0.02	0.9903	3.019	0.07
5	凹子底排水溝	28	V	3.462	1.926	2.326	0.025	0.6824	1.992	0.05
6	內惟埤截水溝	17	VI	7.849	3.383	2.128	0.025	1.0354	5.7948	0.1
7	鼓山截水溝	11	VII	3.36	0.705	7.773	0.03	0.9671	6.204	0.1
8	中正橋左幹線	5	VIII	1.784	0.817	8.935	0.03	0.543	9.208	0.1
9	寶珠溝上游		IX	6.126	3.631	1.501	0.02	0.9637	5.707	0.1
10	----									
11	----									

5. SWMM 模式建立愛河水系下水道資料

2013年「愛河水系易淹水區改善規劃」計畫並未使用SWMM做高雄市區下水道水流模擬，因此大都規劃滯洪池來滿足計畫洪水量的需求。由衛星影像觀察到許多支流仍有暗渠，許多淹水點發生在支流交接處及暗管區，目前營建署極力推SWMM用於各城市雨水下水道計算水流，可以評估哪些人孔溢流造成淹水，這對了解淹水原因非常有幫助，並可以進一步研議拓寬斷面對淹水的改善效果。但該研究報告內有詳盡的淹水受災戶調查圖，以這些淹水位置及滯洪池設置點，在SWMM模式資料檔建置相關的雨水下水道資料及降雨資料。愛河支線的雨水下水道斷面、管線資料將透過成大防災中心及高雄市政府水利局蒐集並建置之，支流寶珠溝逕流資料例整理如表2所示，其管線資料例整理如表3所示。

表 2 SWMM 模式寶珠溝逕流資料例

分區名稱	所入人孔	逕流寬度(m)	集水面積(公頃)	地表坡度	地表 n 值
NAMEW	NGTO	WIDTH	WAREA	WW4	WW5
61001	62001	1846	715.1	0.005	0.018
61002	62002	172	23.4	0.003	0.018
61003	62003	265	27	0.005	0.018
61004	62004	194	11.9	0.004	0.018
61005	62005	793	53.4	0.002	0.018
61006	62006	253	43.4	0.002	0.018
61007	62007	325	46.4	0.002	0.018
61008	62008	1674	242.9	0.002	0.018

表 3 SWMM 模式寶珠溝管線資料例

管線名稱	下游人孔	管線型式	管線寬(m)	管線長(m)	管線坡度	管線 n 值	管線高度(m)	上游管底高(m)
NAMEG	NGTO	NPG	GWIDTH	GLEN	G3	G6	DEEP	ZP1
63001	62002	1	12	210	0.0013	0.015	3.4	2.2
63002	62003	1	12	340	0.0009	0.015	3.4	1.93
63003	62004	1	12	415	0.001	0.015	3.4	1.61
63004	62005	1	12	280	0.0036	0.018	3.4	1.2
63005	62006	1	12	180	0.0009	0.032	3.6	0.2
63006	62007	1	12	500	0.0013	0.015	3.6	0.03
63007	62008	1	12	360	0.0013	0.015	3.6	-0.62

6. NETSTARS 模式建立愛河水系斷面資料

2013年「愛河水系易淹水區改善規劃」計畫使用HEC-RAS進行愛河主流計畫洪水水位計算，NETSTARS模式之前有開發轉換HEC-RAS資料檔的小程式，在取得原始資料後即可轉檔成NETSTARS模式斷面的輸入格式文字檔案，如有斷面更新資料再做局部資料更新即可。該報告有愛河詳細的左、右岸頂高程提供比對，若斷面水位比堤頂高則還可以利用NETSTARS模式加入側溢流堰功能模擬該斷面的側溢流量，以真實反應淹水分流的狀況。愛河主支流明渠部分使用本模式模擬，因感潮特性可使用變量流水理模擬漲退潮的水流量及水位較符合愛河的水流特性。

7. NETSTARS 加入滯洪池溢流量動態功能建置與測試

先在NETSTARS模式加入讀取斷面設置滯洪池資訊的卡及讀取滯洪池設計容量、初始儲存量、底高、入口堰及出口堰高等資訊的資料檔的功能。NETSRARS模式有四種水理演算法，每種演算法的基本方程式加入滯洪池側溢流量公式後，將此項計算式加入程式中。然後在模式裡擺一個控制卡變數，可以控制是否計算滯洪池側溢流功能，如是的話變數值為1，變數為0時代表不計算，有計算滯洪池溢流的話，將設定一個剩餘容量變數，並依據溢流量自動計算滯洪池內水位高，如剩餘容量低於0關閉計算滯洪池溢流，若內水位高過外水位則是回流狀態，使用寬頂堰公式計算回流量，並將側溢流量改為此回流量並加負號。計算得到側溢流量將依連結及斷面編號做個別檔逐筆資料輸出，推進此版本為NETSTARS V4.5。以本和里滯洪池側溢流案例做測試，觀察是否有數值發散以進行修改。

8. 模式聯合運轉機制建立與參數檢定

本研究採用集水分區降雨逕流模式HEC-HMS、河道水理演算模式NETSTARS、及市區下水道排水模式SWMM建立愛河水系滯洪池、抽水站聯合運轉的機制。為了檢定各模式的參數，使用了2001年潭美颱風及2010凡那比颱風的淹水調查及雨量、水位站流量站的紀錄資料做模擬。

將地文及水文資料輸入HEC-HMS計算排水出口的逕流歷線。使用SWMM輸入管線資料、上游逕流歷線、抽水站操作模擬管中水位及流量歷線，包括排水出口的流量歷線及造成淹水的人孔溢流歷線，如無淹水情況，可以與HEC-HMS的計算結果比較；如果有淹水情形，則兩模式計算的出口流量歷線差異大致可以算出淹水量，並與SWMM模式算的人孔溢流量比較，調整模式參數，使歷線盡量吻合，則此排水分區兩模式聯合機制建立完成。使用NETSTARS模式建立了愛河的主、支流斷面資料及相關滯洪池的容量、底高、入口堰及出口堰高等地文資料，水文資料的上游邊界使用HEC-HMS模擬的流量歷線，下游邊界使用潮位站水位歷線，做愛河水系各斷面的水位、流量歷線模擬。在支流出口處比較SWMM模擬的水位歷線，調整模式參數，使歷線盡量吻合，則此排水分區兩模式聯合機制建立完成，所有排水分區均做完這些比對工作，則各模式間聯合運轉的機制始建立完成。各模式模擬的重疊區要相互檢驗水位或流量，確保進出體積守恆。

第二年

研究內容重要工作項目細分為下列幾部份：

1. 愛河流域致災嚴重的颱風暴雨資料蒐集整理
2. 至少兩場颱風暴雨及滯洪池操作紀錄資料實況模擬驗證
3. 已建滯洪池減災益本比評估
4. 加入新規劃的 10 個滯洪池歷史事件重演模擬分析
5. 常淹區的河道與管線擴寬建議分析
6. NETSTARS 中英文操作手冊編修

各部份的研究內容詳述如下：

1. 愛河流域致災嚴重的颱風暴雨資料蒐集整理

本年度針對高雄市2011年以後的淹水事件進行資料蒐集與整理，包括了2016年的梅姬颱風及2018年的823及828兩場暴雨災情。2016年9月經濟部水利署規劃試驗所「105年梅姬颱風高雄地區淹水專案調查報告」有各排水系統的治水成效分析及淹水範圍圖，愛河的鼓山區有126公頃淹水面積，可以提供模式模擬成果的比對。

防823水淹港都再現，高市府跨局處防洪，據報導有些滯洪池在823豪雨發揮了功效，如高市鼓山區惠安里長洪進成：「如果到一定的水位，它就會自動抽水了，包括823這次也都沒有淹水呀。」高市水利局代理局長韓榮華：「淹水的改善，我們會針對一些淹水區域的部分，來做一些通盤的檢討。」行政院核定前瞻基礎建設水環境計畫之「縣市管河川及區域排水整治計畫」，係採滾動式檢討方式辦理，今年0823熱帶低氣壓豪雨造成台灣中南部地區淹水災情後，水利署即已啟動調查檢討程序，並於9月14日審議急待辦理之排水改善工作，調整經費勻應。高雄八二三豪雨最大時雨量一一一毫米，逼近莫拉颱風最大時雨量一一五．五毫米，市府打造十五座滯洪池，縮小淹水面積至六百六十七公頃，比較凡那比時雨量六十三毫米、淹水面積六千八百公頃，相當於減少十倍淹水面積。因823也造成鳳山、苓雅區一帶積水，地方將爭取衛武營三座生態池往下挖2.5公尺成為滯洪池，經費只需寶業里滯洪池的一半，市府已委託專業技師公會規劃檢討，明年度應該可以蒐集到823及827豪雨完整的淹水災情專案報告。

愛河水系雨量站資料蒐集方面，經濟部水利署雨量站為三民站，中央氣象局測站為高雄站、岡山站、鳳雄站、左營站、鳳山站，其中資料較全的是高雄站。潮位站資料方面，有中央氣象局永安潮位站、高雄潮位站等測站可蒐集作為愛河河道演算的下游水位邊界條件。2012年以後的水位流量站資料將洽高雄市政府水利局蒐集。

2. 至少兩場颱風暴雨及滯洪池操作紀錄資料實況模擬驗證

本和里原來是被填平的本館埤，因為原有蓄洪功能的埤塘被填平，起造大樓，才會導致每雨必淹的情形。本和里滯洪池 2004 年底完工（景觀設施如圖13），滯洪池滯洪量達 100,000立方公尺，滿足本地區降雨頻率 20 年，延時 1 小時雨量 98mm/hr 的排水，規劃可延滯洪峰約 2.3 小時。調節池先收納來自雨水下水道的排水，再利用抽水機組進入滯洪池。當暴雨過後，愛河及 K 幹線的水位下降後，再將滯洪池中的水抽至 K 幹線排放，最後水流至愛河宣洩。抽水站有 5 座抽水機組，每座最高抽水量為 3.0 立方公尺/秒，即最大抽水量 為 15.0 立方公尺/秒。其中有 2 座抽水機組可機動調整，可將調節池的水抽進滯洪池，也可以將水抽至 K 幹線排放。滯洪池上游集流範圍如圖14所示。

本和里滯洪池2004 年11月底完工後，使該區的淹水問題獲得改善。之後2005年至2010年的暴雨事件造成高雄市部分地區淹水成災的描述如下：

- (1).2005 年 6 月 12 日，因梅雨季的滯留鋒面造成高雄地區豪雨，鳥松鄉及仁武鄉等地區積水，本和里、本館里地區沒有發生水患。
- (2).2008 年 7 月 17 日，卡玫基颱風帶來豪雨，三民區多處淹水，本和里、本館里地區沒有發生水患。
- (3).2009 年 8 月 7~8 日，莫拉克颱風帶來豪雨，三民區多處淹水，本和里、本館里地區沒有發生水患。
- (4).然而 2010 年 9 月 19~20 日由凡那比颱風帶來的暴雨，使本和里、本館里地區再次成為水鄉澤國。

本和里地區的外水為K幹線，而其內水部分下水道與K 幹線連結處之高程約為2.7m，因此以往當

K幹線水位達2.7m 時(其滿水位為4.65m)，內水便無法宣洩而淹水（如圖15）。本和里防洪設計標準為採用 100 年一次暴雨尖峰流量為設計基準(約24CMS)，採用自動警示與廣播系統，搭配自動及手動雙控系統，其調洪機制和金獅湖做搭配。金獅湖上游集水面積約169 公頃，其湖面約10 公頃可作為本和里的前置滯洪池。本和里滯洪池的蓄洪作業是當 K 排水幹線水位大於 4.32公尺時開始蓄洪。當水位未超過 4.32 公尺時採行重力排洪，超過 4.32 公尺但未達 6.45 公尺時採取機械抽水滯洪作業。排洪時，當 K 幹線水位高於 3.6 公尺時，採取機械抽水方式將洪水排到 K 排水幹線；當 K 排水幹線低於 3.6 公尺時，抽水站就開始自然排洪工作，將洪水藉由 K 幹線排至愛河。

利用第一年2場颱風及本年度的823及828兩場暴雨進行本和里滯洪池操作的減災的驗證，如果其他已完成滯洪池操作有紀錄的話也可以一併作檢視驗證。本年度需要加入已完工滯洪池，利用2016梅姬颱風、2018年823及828兩場暴雨其中至少兩場作各模式聯合運轉的出口水位、流量歷線驗證。

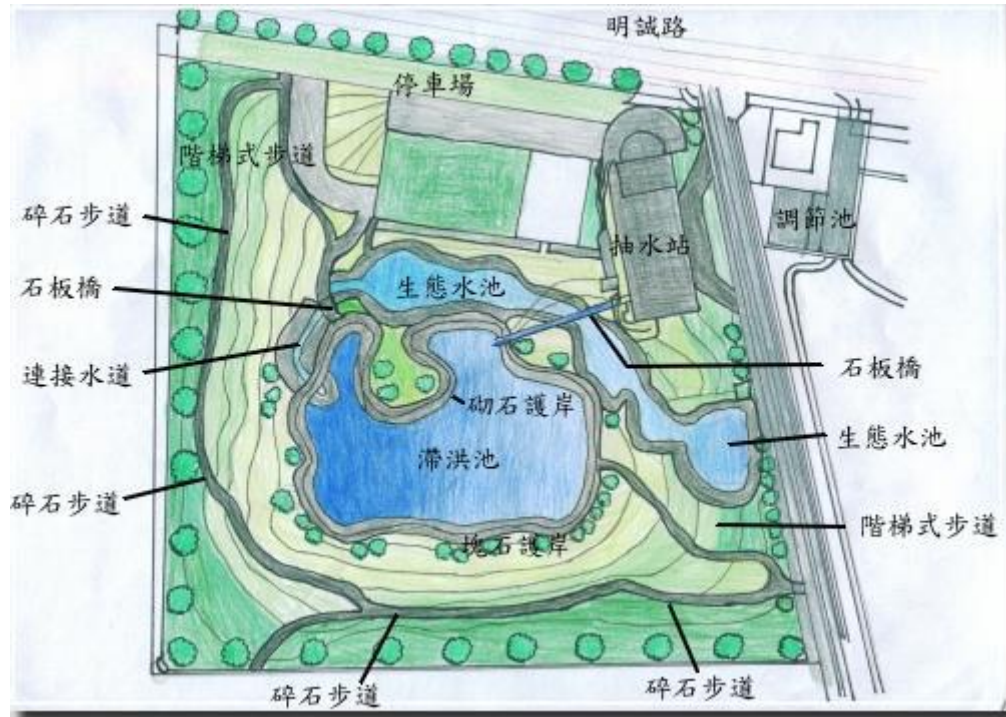


圖 13 本和里滯洪池景觀示意。（資料來源：高雄市政府水利局）



圖 14 本和里滯洪池位置和集流範圍示意圖

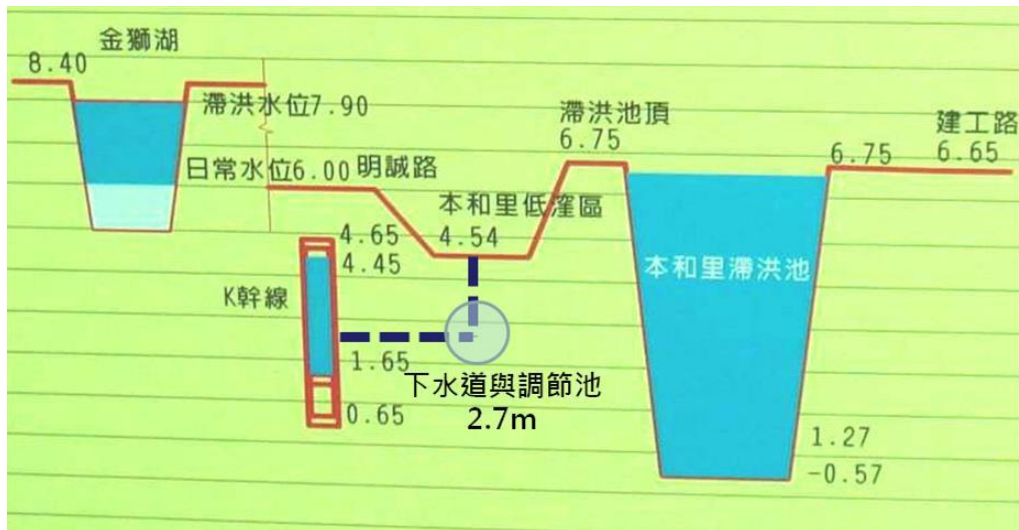


圖 15 本和里地區各防洪設施所處高程示意圖(資料來源：2013 研究報告)

3. 已建滯洪池減災益本比評估

蒐集2001年之潭美颱風、2010年凡那比颱風以及2018年823及828暴雨期間愛河雨量站、水位流量站及水災調查圖，以上一年度建立的滯洪池聯合運轉模式為基礎，加入高雄市政府已建的13個滯洪池進行模擬，分析淹水體積減少量及減少淹水區域面積，並估算已建的滯洪池在不同颱風暴雨的益本比效益。已建滯洪池包括工程費及徵收用地費為工程成本，效益則是滯洪池建置後歷次颱風暴雨減少的淹水面積，以當地單位面積淹水戶數損害賠償的金額每戶5000元計算單位面積的淹水戶數，再算減少淹水的戶數乘以5000元。這4個事件造成大面積淹水，約17年時間，這些滯洪池可能裝滿再溢出，有些事件則是有滯洪未滿出無淹水，還需要每個滯洪池運轉紀錄輔助計算實際滯洪量，假設沒滯洪就能造成淹水，那這些年來累積的滯洪量就是減災的效益計算依據，即以各滯洪池平均每年滯洪量去算出減少的淹水面積，則每年平均的減災效益可以計算得到，再以各滯洪池使用年限來估算益本比，則可評估這些滯洪池防洪成效的排序。

4. 加入新規劃的 10 個滯洪池歷史事件重演模擬分析

蒐集2001年之潭美颱風、2010年凡那比颱風以及2018年823及828暴雨期間愛河雨量站、水位流量站及水災調查圖，以已建立的現有滯洪池加入聯合運轉模式為基礎，再加入高雄市政府新規劃的10個滯洪池進行模擬，分析淹水體積減少量及減少淹水區域面積，並估算這些新的滯洪池在不同颱風暴雨的益本比效益。

5. 常淹區的河道與管線擴寬建議分析

對於2018年極端氣候超大集中降雨823及828事件造成台灣南部大淹水來說，各地滯洪池的量仍有往上調的空間，然而設置滯洪量滿足計畫洪水量也無法保證不淹水。荷蘭從2000年已經開始還地於河海，檢討淹水原因，拓寬某些河段的河寬已經是必要之作為，許多臨河私有地被徵收來擴寬及加深渠道提升排洪能力。如用地下儲水概念，有些常淹水地點的都市暗渠往兩側擴寬增加通水能力也是可行的手段，既可儲水又可增加排水通水面積，增加流出量，往地下施工還可減少土地徵收問題，因此本計畫最後將用前面的研究成果，找出愛河主流常溢堤位置及雨水下水道管線人孔溢流處，優先建議改建拓寬，增強該段排洪能力。

6. NETSTARS 中英文操作手冊編修

經過這二年發展，滯洪池運轉功能加入後，原來的NETSTARS中文及英文技術手冊相關的理論、案例、輸入卡都要修訂，因此將增加愛河滯洪池運轉案例在手冊中。

執行進度

詳細的研究執行時間表：

第一年：

工作項目 \ 月	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
河川滯洪池側溢流公式整理分析												
愛河水系歷史、斷面及滯洪池資料蒐集整理												
愛河水系致災颱風降雨及水位流量資料蒐集與分析												
以 HEC-HMS、SWMM 及 NETSTARS 模式建立愛河地文及水文資料												
NETSTARS 加入滯洪池溢流量動態功能建置與測試												
模式聯合運轉機制建立與參數檢定												
報告撰寫												

第二年：

工作項目 \ 月	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
愛河流域致災嚴重的颱風暴雨資料蒐集分析												
至少兩場颱風暴雨及滯洪池操作紀錄資料實況模擬驗證												
已建滯洪池減災益本比評估												
加入新規劃的 10 個滯洪池歷史事件重演模擬分析												
常淹區的河道與管線擴寬建議分析												
NETSTARS 中英文操作手冊編修												
報告撰寫												

預期困難及解決途徑

第一年：

滯洪池側溢流堰公式再從水保領域及近年水工實驗蒐集，高雄市大型滯洪設施是政府近十年來才著墨的水工構造物，已尋找近年發表過的側溢流堰公式整理加入NETSTARS，滯洪池操作有抽水機及溢流堰搭配，所以先要瞭解高雄市各滯洪池的運作機制，才能將新的公式及操作模式控制加入模式中做為選項控制，這會花比較多的摸索時間。高雄市政府水利處颱風暴雨期間測站的水位、流量紀錄資料是否齊全會影響模式的參數檢定成效，這些資料如果不齊，還需要做補遺分析。有關新聞報導高雄市滯洪池的效益反應並非完全都是正面的，周邊居住民眾大部分有感減少淹水的功能，但是廣設滯洪池也有操作維護的管理問題，到底高雄市政府的治水理念是繼續蓋滯洪池還是還地於河拓寬通水斷面，希望透過本研究的成果了解及釐清問題，才能對症下藥，讓已負載2500億的高雄，錢能花在刀口上，有效解決淹水問題，管理才能永續下去。

第二年：

2018年的823及827暴雨相關的淹水報告仍不完整，希望下年度有關單位能有完整報告，包括淹水地點及受災戶補助等細部資訊，有助於做模擬驗證。滯洪池的操作紀錄是否完備，影響著模擬計算的精度，希望藉這此次研究，能提出缺乏那些觀測資料的問題，提供高雄市政府參考。未來聯合運轉模式建立後，要釐清淹水問題，詳盡的觀測資料提供模擬驗證將會非常重要。對於網路報導高雄市政府要再規劃10個滯洪池來滿足計畫洪水量的需求，希望能蒐集到規劃資料提供模擬，以分析評估設置前後的效益。

(三)預期完成之工作項目及成果。請分年列述：1.預期完成之工作項目。2.對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。3.預期完成之研究成果（如期刊論文、研討會論文、專書、技術報告、專利或技術移轉等質與量之預期成果）。4.學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。

1.預期完成之工作項目

第一年：

1. 完成河川滯洪池側溢流公式整理分析
2. 完成愛河水系歷史、斷面及滯洪池資料蒐集整理
3. 完成愛河水系致災颱風降雨及水位流量資料蒐集與分析
4. 完成 HEC-HMS 模式建立愛河水系子集水分區資料
5. 完成 SWMM 模式建立愛河水系下水道資料
6. 完成 NETSTARS 模式建立愛河水系斷面資料
7. 完成 NETSTARS 加入滯洪池溢流量動態功能建置與測試
8. 完成模式聯合運轉機制建立與參數檢定

第二年：

1. 完成愛河流域致災嚴重的颱風暴雨資料蒐集整理
2. 完成至少兩場颱風暴雨及滯洪池操作紀錄資料實況模擬驗證
3. 完成已建滯洪池減災益本比評估
4. 完成加入新規劃的 10 個滯洪池歷史事件重演模擬分析
5. 完成常淹區的河道與管線擴寬建議分析
6. 完成 NETSTARS 中英文操作手冊編修

2.對於參與之工作人員，預期可獲之訓練

參與本研究計畫的人員將可獲得如下訓練：

1. 對 NETSTARS 模式及新增功能有進一步了解。
2. 對滯洪池側溢流堰公式有進一步了解，並瞭解愛河本和里滯洪池實測案例檢定驗證的做法。
3. 對愛河防洪及滯洪池的細節及問題進一步了解。
4. 對愛河滯洪池操作的效益有進一步了解。
5. 對使用 HEC-HMS 模擬愛河水系逕流量有通盤概念。
6. 對使用 SWMM 模擬愛河下水道流況的流程有通盤概念。
7. 對整體 NETSTARS 模式之推廣與應用面有通盤了解。

3.預期完成之研究成果

本研究預期成果如下：

1. NETSTARS 模式增加滯洪池側溢流操作的功能。
2. 以至少 4 場颱風豪雨做聯合運轉模式的參數檢定及驗證，清楚滯洪池在防洪系統運作上如何扮演重要的角色。
3. 高雄市愛河水系新舊滯洪池效益評估。
4. 建立愛河防洪聯合運轉模式，可以移轉給高雄市政府水利局使用。
5. 做出常淹區的河道與管線擴寬建議分析，有助於對都市下水道系統局部淹水原因的了解。
6. 每年度研究成果將發表國內外期刊論文至少 2 篇。

4.學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻

本計畫二年內將完成NETSTARS模式的滯洪池側溢流操作功能，建立愛河防洪聯合運轉模式，以愛河4場颱風豪雨資料進行參數檢定與驗證，除了了解滯洪池的動態及效益，並探討高雄市常淹區的河道與管線擴寬地點，成果可提供管理單位參考。

參考文獻

1. Han, K. Y., Lee, J. T. and Park, J. H. 1998. Flood inundation analysis resulting from levee-break. *Journal of Hydraulic Research*, 36, 747-759.
2. Lee, H.Y., Hsieh, H.M, 2003, "Numerical Simulations of Scour and Deposition in a Channel Network", *International Journal of Sediment Research*, Vol. 18, No. 1, pp. 32-49.
3. Molinas, A., and Yang, C.T. , Computer Program User's Manual for GSTARS, U.S. Department of Interior Bureau of Reclamation Engineering and Research Center, Denver, Colorado, 1986.
4. U.S. Army Corp of Engineerings Water Resources Support Center , 1998 , " HEC-1 Flood Hydrograph Package User's Mannual " , The Hydrologic Engineering Center , Computer Program 723-X6-2010.
5. U.S. Environmental Protection Agency, "SWMM, Storm Water Management Model Version 4.30", U.S. EPA Release , May, 1994.
6. US Army Corps of Engineers (USACE), (2016), HEC-HMS_Users_Manual_4.2.
7. 王筱雯、蘇郁文、詹錢登，2012，河川復育計畫完工後之評估-以高雄愛河及台中高山溪為例，*農業工程學報*第 58 卷第 2 期，P.39~P.53。
8. 林士凱，2011，都市型河川復育成效評估之研究-以愛河為例，國立成功大學水利及海洋工程學系碩士論文。
9. 翁志偉、李明德，2014，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* 17 期。
10. 高雄市政府下水道工程處，「八十七年連續雨造成高雄市三民區本安里、本和里、正興里等低窪地區淹水原因與責任歸屬鑑定報告書」，高雄市水利技師公會執行，民國八十七年七月三十一日。
11. 高雄市政府下水道工程處，「高雄市愛河 K 幹線末端（明誠路至河堤路段）拓寬工程規畫報告」，星偉工程顧問有限公司執行，民國八十七年十月。
12. 高雄市政府工務局下水道工程處，「高雄市本和里滯洪池工程設計報告書」，高捷工程顧問有限公司執行 (2003)。
13. 高雄市政府工務局下水道工程處，「高雄市防洪排水檢討規劃」，國立成功大學防災研究中心執行 (2001)。
14. 高雄市政府水利局，2013，愛河水系易淹水區改善規劃，財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會執行。
15. 張盛涵、吳明溟、莊庭鳳、江國葳，2011，凡那比颱風高雄區域淹水調查與分析，2011 土木與生態工程研討會，pp.437-444。
16. 許銘熙、謝慧民，1990，「琳恩颱風台北市區淹水模擬」，*台灣水利* (ISSN 0492-1505)，第 38 卷第 2 期，p.22。
17. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2003，「愛河水系改善檢討規劃報告」。
18. 歐信宏，(2001)，HEC-HMS 降雨-逕流模式應用之研究，國立成功大學水利及海洋工程系碩士論文。
19. 歐陽慧濤、喻新、賴志鈞、陳怡君，2008，HEC-HMS 模式最佳化分析工具於流域參數檢定之應用-以蘭陽溪流域為例，*國立宜蘭大學工程學刊*第四期, 75-84 頁。
20. 蔡致維，2004，愛河之水文研究，國立中山大學海洋資源研究所碩士論文。
21. 賴進松、譚義績、張倉榮、林永峻、張向寬，2017，高雄市淹水數值模型精進及加值應用，經濟部水利署水利規劃試驗所研究報告。
22. 謝正倫、曾志民、謝慧民，2000，「高雄市愛河流域洪災重現及排洪檢討」，八十八年度電子計算機於土木水利工程應用研討會論文集，pp.808-817。
23. 謝正倫、謝慧民、曾志民、黃敏郎，1998,7，「六四暴雨高雄市本和里、正興里淹水計算報告」，國立成功大學防災研究中心研究報告。
24. 謝正倫、謝慧民、曾志民等，1999，「高雄市愛河流域現況排洪檢討規劃」，高雄市政府工務局下水道工程處委託，國立成功大學防災研究中心執行，p.1-106。
25. 謝慧民，2013,08，「複雜河系沖淤模式 NETSTARS V3.0 使用者技術手冊」，台灣首府大學資訊與多媒體設計學系研究報告第 10201 號。

五、申請補助經費：

- (一) 請將本計畫申請書之第七項(表CM07)、第八項(表CM08)、第九項(表CM09)、第十項(表CM10)、第十一項(表CM11)、第十二項(表CM12)所列費用個別加總後，分別填入「研究人力費」、「耗材、物品、圖書及雜項費用」、「國外學者來臺費用」、「研究設備費」、「國外差旅費-執行國際合作與移地研究」及「國外差旅費-出席國際學術會議」等欄內。
- (二) 管理費為申請機構配合執行本計畫所需之費用，其計算方式係依本部規定核給補助管理費之項目費用總和及各申請機構管理費補助比例計算後直接產生，計畫主持人不須填寫「管理費」欄。
- (三) 「貴重儀器中心使用額度」係將第十三項(表CM13)所列使用費用合計數填入。
- (四) 請依各年度申請博士後研究之名額填入下表，如於申請時一併提出「補助延攬博士後研究(含大陸)員額/人才進用申請書」(表CIF2101、CIF2102)，若計畫核定僅核定名額者應於提出合適人選後，另依據本部「補助延攬客座科技人才作業要點」規定向本部提出進用申請，經審查通過後，始得進用該名博士後研究。
- (五) 申請機構或其他單位(含產業界)提供之配合項目，請檢附相關證明文件。

金額單位：新臺幣元

執行年次		第一年 (108年8月 ~109年7月)	第二年 (109年8月 ~110年7月)	第三年	第四年	第五年
補助項目						
業 務 費		668,000	600,000			
研究人力費		408,000	360,000			
耗材、物品、圖書及雜項費用		260,000	240,000			
國外學者來臺費用		0	0			
研 究 設 備 費		0	0			
國 外 差 旅 費		0	0			
執行國際合作與移地研究		0	0			
出席國際學術會議		0	0			
管 理 費		53,440	48,000			
合 計		721,440	648,000			
貴重儀器中心使用額度		0	0			
博士後研究	國內、外區	共 0 名	共 0 名	共 _____ 名	共 _____ 名	共 _____ 名
	大陸地區	共 0 名	共 0 名	共 _____ 名	共 _____ 名	共 _____ 名
申請機構或其他單位(含產業界)提供之配合項目(無配合補助項目者免填)						
配合單位名稱		配合補助項目		配合補助金額		配合年次
						證明文件

六、主要研究人力：

(一) 請依照「主持人」、「共同主持人」、「協同研究人員」及「博士後研究」等類別之順序分別填寫。

類別	姓名	服務機構/系所	職稱	在本研究計畫內擔任之具體工作性質、項目及範圍	*每週平均投入工作時數比率(%)
主持人	謝慧民	台灣首府學校財團法人台灣首府大學資訊與多媒體設計學系	助理教授	主持督導計畫進行	50%
協同研究人員	葉金妮	台灣首府大學資訊與多媒體設計學系	兼任研究助理	愛河水文及地文資料處理包括QGIS套圖	50%
協同研究人員	過梅芳	台灣首府大學資訊與多媒體設計學系	兼任研究助理	SWMM輸入資料處理及模擬	50%
協同研究人員	溫禮安	台灣首府大學資訊與多媒體設計學系	兼任研究助理	NETSTARS模式資料處理及模擬	50%
協同研究人員	邱彥甫	台灣首府大學資訊與多媒體設計學系	兼任研究助理	HEC-HMS模式輸入資料整理及模擬	50%
協同研究人員	待聘	國立成功大學水利及海洋工程研究所	兼任研究助理	NETSTARS模式加入滯洪池溢流操作功能及報告彙整	50%

※ 註：每週平均投入工作時數比率係填寫每人每週平均投入本計畫工作時數佔其每週全部工作時間之比率，以百分比表示（例如：50%即表示該研究人員每週投入本計畫研究工作之時數佔其每週全部工時之百分之五十）。

(二) 如申請博士後研究，請另填表CIF2101及CIF2102(若已有人選者，請務必填註人選姓名，並將其個人資料表(表C301～表C303)併同本計畫書送本部)。

七、研究人力費：

- (一) 凡執行計畫所需助理人員費用，均得依預估研究人力（專任助理、兼任助理及臨時工）需求填寫，並請述明該助理人員在本計畫內擔任之具體內容、性質、項目及範圍，以利審查。
- (二) 約用專任助理，請依其於專題研究計畫負責之工作內容，所應具備之專業技能、獨立作業能力、預期績效表現及相關學經歷年資等條件，綜合考量敘薪，並檢附各機構自訂之薪資支給依據，以為本部核定聘用助理經費之參考。
- (三) 請分年列述。

第 1 年

金額單位：新臺幣元

類別	金額	請敘明在本計畫內擔任之具體內容、性質、項目及範圍 (如約用專任助理，請簡述其於計畫內所應具備之專業技能、獨立作業能力、預期績效表現及相關學經歷年資等條件)
兼任助理(碩士生-學習範疇)	120,000	NETSTARS模式加入滯洪池溢流操作功能及報告彙整 (月支費用 10000.00元 x 12.00月) x 1名
兼任助理(大專生-學習範疇)	288,000	1. 愛河水文及地文資料處理包括QGIS套圖 2. SWMM輸入資料處理及模擬 3. NETSTARS模式資料處理及模擬 4. HEC-HMS模式輸入資料整理及模擬 (月支費用 6000.00元 x 12.00月) x 4名
合計	408,000	

第 2 年

金額單位：新臺幣元

類別	金額	請敘明在本計畫內擔任之具體內容、性質、項目及範圍 (如約用專任助理，請簡述其於計畫內所應具備之專業技能、獨立作業能力、預期績效表現及相關學經歷年資等條件)
兼任助理(大專生-學習範疇)	360,000	1. 愛河流域致災嚴重的颱風暴雨資料蒐集整理 2. 至少兩場颱風暴雨及滯洪池操作紀錄資料實況模擬驗證 3. 已建滯洪池減災益本比評估 4. 加入新規劃的10個滯洪池歷史事件重演模擬分析 5. 常淹區的河道與管線擴寬建議分析 6. NETSTARS中英文操作手冊編修 (月支費用 6000.00元 x 12.00月) x 5名
合計	360,000	

八、耗材、物品、圖書及雜項費用：

- (一) 凡執行研究計畫所需之耗材、物品(非屬研究設備者)、圖書及雜項費用，均可填入本表內。
 (二) 說明欄請就該項目之規格、用途等相關資料詳細填寫，以利審查。
 (三) 若申請單位有配合款，請於備註欄註明。
 (四) 請分年列述。

第 1 年

金額單位：新臺幣元

項 目 名 稱	說 明	單 位	數 量	單 價	金 額	備 註
消耗性器材	磁碟片、光碟片、影印紙、雷射印表機碳粉匣、彩色印表機墨水匣、彩色雷射碳粉匣、隨身碟、鍵盤、滑鼠、電腦用喇叭、耳機麥克風、3D列印耗材等	式	1	80,000	80,000	
電腦使用費	定期維修電腦所需費用，包括螢幕、主機板及相關組件、顯示卡、不斷電系統、硬碟、記憶體、電源連接線、相關延長線及連接線等	式	1	30,000	30,000	
雜支	影印及報告印刷費、打字、文具、書籍、加入學會年費、教育訓練、電池及郵電、取得證照相關費用等	式	1	60,000	60,000	
論文發表費	國內外期刊刊登費或研討會發表之報名費、註冊費	式	1	30,000	30,000	
國內差旅費	計畫聯絡、參加會議、技術研習及蒐集資料	式	1	20,000	20,000	
資料檢索費	歷年愛河大斷面及堤防、2000至2011年高雄市歷史颱風雨量、潮位資料、愛河流量、水位資料等	式	1	40,000	40,000	
合 計					260,000	

第 2 年

金額單位：新臺幣元

項 目 名 稱	說 明	單 位	數 量	單 價	金 額	備 註
消耗性器材	磁碟片、光碟片、影印紙、雷射印表機碳粉匣、彩色印表機墨水匣、彩色雷射碳粉匣、隨身碟、鍵盤、滑鼠、電腦用喇叭、耳機麥克風、3D列印耗材等	式	1	70,000	70,000	
電腦使用費	定期維修電腦所需費用，包括螢幕、主機板及相	式	1	30,000	30,000	

	關組件、顯示卡、不斷電系統、硬碟、記憶體、電源連接線、相關延長線及連接線等					
雜支	影印及報告印刷費、打字、文具、書籍、加入學會年費、教育訓練、電池及郵電、取得證照相關費用	式	1	60,000	60,000	
論文發表費	國內外期刊刊登費或研討會發表之報名費、註冊費	式	1	30,000	30,000	
國內差旅費	計畫聯絡、參加會議、技術研習及蒐集資料	式	1	20,000	20,000	
資料檢索費	2011年後高雄市雨量資料、潮位資料、愛河水位、流量紀錄資料	式	1	30,000	30,000	
合 計					240,000	

十四、近三年內執行之研究計畫

(請務必填寫近三年所有研究計畫，不限執行本部計畫)

計畫名稱 (本部補助者請註明編號)	計畫內擔任之工作	起迄年月	補助或委託機構	執行情形	經費總額
基隆河員山子分洪分流量、泥砂濃度數值及3D動畫模擬 (106-2221-E-434-001-)	主持人	2017/08/01~ 2018/07/31	科技部	已結案	684,000
微電影—迷人的麻豆柚香花季	企畫書撰寫	2016/03/01~ 2016/05/31	台灣首府大學校內 專題計畫	已結案	120,000
2016MOCCS雲嘉南磨課師計畫	課程拍攝與 剪輯	2016/02/01~ 2016/12/31	教育部雲嘉南區域 中心	已結案	260,000
合 計					1,064,000

科技部工程司專題計畫主持人近五年成果績效表

申請人於申請截止日前 5 年內曾生產、請育嬰假者，研究成果評比年限得延長至 7 年，曾服國民義務役者，得依實際服役時間予以延長，但應檢附相關證明文件。

姓名：謝慧民

職稱：助理教授

服務單位：台灣首府大學資訊與多媒體設計學系

一、近五年最具代表性之學理創新/實務成果、期刊論文/書籍發表、系統應用/技術突破之表現(至多五項)。並請簡述國內外相關研究成果之比較。

- 1、NETSTARS V4.0 模式新增功能：新增項目為側溢流堰流量及濃度計算，側溢流堰流量係數共 23 個公式，加入 NETSTARS 模式中，並用員山子分洪實測分洪記錄檢定參數及驗證，檢定場成果較佳，驗證場有兩場部分水位較高，溢流量超過 1300CMS，有可能是流量係數太大導致，後續研究將再檢討流量係數下限值。(目前正整理成果投稿國內期刊農業工程學報)
- 2、NETSTARS V3.0 模式新增功能：由原有 7 個公式(編號 1-7)，擴增為 26 個公式，其中 Total Load 公式有 15 個，Bed Load 的公式有 11 個。共有 21 個(編號 1-2 是原有功能)與植栽無關的曼寧 n 值自動推估公式，可以反應不同水位計算出不同曼寧 n 值的成果，比較符合現況。可沖刷深度參數 Alt 值可以在每一個斷面給不同的值。還有河川沖淤較嚴重的岩盤沖刷模組開發、模式資料輸入的視窗界面開發、各項使用手冊撰寫與修訂、中文網站功能擴充及開發等。岩盤沖刷除了加入 SRH-1D 的公式外，也新加入考慮懸浮載影響的磨蝕公式，使用八掌溪十年內實測資料加以驗證，並做是否考慮岩盤沖刷之成果比較。視窗界面開發的部分，模式有四個主要輸入檔，共設計四個頁籤視窗提供操作及存檔，並有整合為輸入檔功能。數位學習網站的擴充包括留言板、FAQ、操作測驗、問卷等功能。另外，也加入橋墩沖刷功能，共建置 18 個公式提供選用，以八掌溪近十年河床資料驗證，了解哪些公式比較精確，已刊登於中華水土保持學報(2014.06)。
- 3、3D 流體模擬軟體模擬水流成果：以 Maya、RealFlow、Blender、Glu3D for 3ds Max 等四種 3D 動畫軟體流體模擬功能進行水流過長方形橋墩現場、水流過堰及擋板水躍試驗、水流過圓形橋墩試驗等三種流況模擬，與水工模型試驗結果比較分析，並建立經驗參數及精度排序。精度評分結果：Realflow 各項表現均佳，排名第一，Maya 則因為水花較大因素排名第二；效能評估結果，Blender 排名第一，Glu3D for 3ds max 排名第二。就實用性而言仍是精度較佳為主，因此就純水流模擬仍建議選擇 Realflow 及 Maya 來模擬。以上成果均已上傳 Youtube 提供參考。國內期刊農業工程學報(2015.6)已刊登。
- 4、3D 流體模擬軟體模擬水流與沙運動成果：加入沙運動模擬方面，蒐集了水躍沖刷坑、過堰含砂跌水、橋墩附近渦流掏刷之水工模型試驗成果，以 3D 流體模擬軟體 3ds Max 2015、RealFlow、Maya、Blender 算圖成果做比較，Maya 各項表現均佳，排名第一，RealFlow 則因為找不到如何將 3ds Max 粒子系統轉出的方法，因此使用 RealFlow 內的流體當砂子進行模擬，排名第二，Blender 雖然三個案例砂顆粒會移動，但是流體對其作用的能力不太明顯，水流有兩個案例用粒子，水流呈現霧狀的現象，排名第三，3ds Max 2015 則是因為砂粒不會運動評分排序最後。關於使用 Maya 軟體時也以模擬與實測比較的成果做參數敏感度分析，並刊登於國內期刊農業工程學報(2016.12)。

二、近五年協助產業發展績效：技術移轉、著作授權、產學合作、協助產業發展、實作研究上之成果與貢獻、產業規範/標準之建立。

- 1、技術移轉及實作研究上之成果與貢獻：至 2014 年共完成 NETSTARS V3.0 模式視窗化擴充及中文數位學習網站擴充，透過網站可以提供學習資源包括範例檔、程式執行檔、影音教學、操作測驗等。輸砂公式擴充為 26 個、曼寧 n 值自動計算公式達 21 個，並完成岩盤沖刷模組的開發，橋墩沖刷公式 18 個，成為業界擬似二維輸砂模式功能最多的工具，視窗化界面也提供英文版，也有英文版網頁，有助於擴展到國外使用。已將 2010-2013 的所有研發成果上傳至：<http://www.hmhsieh.idv.tw/hmhsieh/netstars.htm> 提供使用者下載。2018 年完成 NETSTARS V4.0 模式加入側溢流堰流量及濃度計算新增功能，側溢流堰流量係數共 23 個公式，已使用員山子分洪實測資料進行檢定驗證，分洪時間大都可有效模擬出來，分洪量模擬也得到不錯成果，有助於了解分洪成效。
- 2、協助產業發展績效：許多工程顧問公司根據政府單位要求，已漸漸使用 NETSTARS 模式來進行輸砂及河床沖淤相關課題的分析，模擬成果或多或少提供相關規劃案整體研判的參考，主持人曾參與成功大學防災研究中心、台灣大學水工所、逢甲大學、長榮大學、中興測量研究計畫當顧問提供技術的協助。電影產業對於流體模擬仍視之為艱鉅任務，3D 電腦動畫因科技發展而日新月異，做出擬真效果指日可待，主持人持續在這方面下功夫，已經透過國科會計畫完成八掌溪仁義潭攔河堰附近 3D 水流模擬，經產學合作協助國立成功大學防災研究中心完成南化集水區 3D 飛行模擬、曾文水庫防災演練 3D 動畫等兩個有關的水流動畫案，也從事 3D 動畫設計的教學，以及協助成功大學防災研究中心執行兩年度的自主防災計畫非線性影音剪輯工作，未來精進技術後將可以應用在水利產業的模擬、3D 合成、宣傳等工作上。2016 年參與麻豆在地的柚香活動拍攝，並製作成磨課師課程(MOOCs)：「農產品的心競爭～看麻豆文旦的深耕與拔尖」共 35 個影片片段，將來課程上線後，對於學員了解麻豆在地特色有所幫助，將可以協助促進麻豆商圈產業的發展。2017 年 12 月參與行政院農業委員會水土保持局臺南分局委辦之「牛埔農塘泥岩環境與地景優化規劃」計畫案，為共同主持人，協助 3D 動畫 5.5 分鐘的內容規劃、腳本規劃、製作協調及行銷規劃等工作，已在 2018 年 12 月結案。
- 3、校外審查績效：自民國 96 年 6 月開始為公共工程委員會審查委員，至今擔任過超過 20 個單位的委辦計畫審查委員，大約審查超過 200 件計畫案。
- 4、校外資訊服務績效：以主題為「3D 動畫發展與就業趨勢」擔任就業輔導講座講師，對將進入職場的技職學生充實本職學能有幫助。陸續有服務高中職的時間為：105 年 4 月 20 日長榮中學多媒體科、105 年 12 月 6 日協志工商資訊科、105 年 12 月 27 日曾文農工電繪科、105 年 12 月 30 日曾文農工機械科等，106 年 12 月 22 日曾文農工電機科，大多獲致好評，讓學生多了解一些 3D 動畫有趣的知識。
- 5、NETSTARS 模式推廣績效：民國 97 年、98 年、99 年、100 年、101 年、104 年計畫主持人已對成大、台大及逢甲大學使用的學生進行共 8 次 NETSTARS 模式含資料輸入、視窗界面及二維河床變遷繪圖講習，錄製影音資料，對模式的推廣使用有相當大的幫助。另外 101 年度也獲嶺東科技大學邀請，對碩士班學生專題演講 2 場次，題目為：(1)數學模式的視窗程式開發、地理資訊系整合與數位學習網建置。(2)3D 動畫、虛擬實境及遊戲應用於防災整備工作。

三、近五年國內外之成就與榮譽(請註明名稱及日期)：例如 1.獲得國內外重要獎項及其他榮譽，2.國際研討會邀請專題演講或規劃委員，3.國際重要委員會之委員。

1. 跨領域的成績：計畫主持人自民國 91 年 2 月的致遠管理學院資訊管理學系到目前的台灣首府大學資訊與多媒體設計學系，就努力學習該領域的課程，包括程式語言下-JAVA、資料庫系統、電子商務概論、程式設計 VIRUAL C++、計算機概論、多媒體製作、辦公室自動化、虛擬實境、程式語言(一)、程式語言(二)、資訊專題(一)、資訊專題(二)、電腦繪圖與動畫、工程概論、電腦遊戲製作、數位影像處理、專案管理、數位學習概論、3D 動畫、計算機網路概論、多媒體概論、計算機組織、3D 模型設計、腳本設計、數位遊戲概論、數位內容導論、3D 動畫設計(一)、3D 動畫設計(二)、專題研究(一)、畢業專題(二)、3D 空間設計、3D 遊戲進階、行動裝置遊戲概論、設計概論、電腦與軟體應用等 30 幾種科目，研究方向也以水利與資訊、虛擬實境、3D 動畫應用為主。從民國 94 年開始累積資訊與多媒體跨領域的國際及國內證照 84 張，有資訊管理、專案管理、3D 動畫、2D 動畫、3D 空間設計、影像處理、電腦技術、遊戲企劃、遊戲美術、辦公室軟體應用、資料庫管理、多媒體、雲端及音效製作等領域，近五年的證照包括：

- (1). TQC 行動裝置應用專業級認證(2014.01.21)
- (2). TQC 行動專業人員證照(2014.03.07)
- (3). TQC 專業行銷人員證照(2014.03.07)
- (4). TQC 專業 e-Office 人員證照(2014.03.07)
- (5). TQC 雲端服務商務人員證照(2014.03.07)
- (6). 中國大陸 CEAC 認證 Music maker 數字音樂講師證(2014.03.13)
- (7). Autodesk AutoCAD 2013 Certified Professional 認證(2014.06.01)
- (8). MTA_HTML5 Application Development Fundamentals 認證(2014.11.08)
- (9). 數據分析師標準級(Core)認證(2015.2.24)
- (10).數據分析師專業級(Expert)認證(2015.2.24)
- (11).3D 列印設計師 3DPD 專業級/甲級認證(2015.07.20)
- (12).3D 列印時尚設計 3DPFD 專業級/甲級認證(2015.07.20)
- (13).3D 列印文創設計 3DPCCD 專業級/甲級認證(2015.07.20)
- (14).3D 列印商品設計師 3DPCD 專業級/甲級認證(2015.07.20)
- (15).ITAS 創新創意思考方法應用—標準級(2015.7.20)
- (49).ITAS 創新創意思考方法應用—專家級(2015.7.20)
- (50).物聯網智慧應用及技術 IOT Application and Technology 專業級(2015.08.20)
- (51).數據分析師專業級 Expert 證照(2015.08.24)
- (52).數據分析師標準級 Core 證照(2015.08.24)
- (53).3D 數位建模證照(2015.09.09)
- (54).App Inventor 雲端手機程式設計(2015.09.09)
- (55).App Inventor 雲端手機應用程式設計師(2015.09.21)
- (56).MUSIC MAKER 21 證照(2016.02.02)
- (57).電子商務網路行銷認證(2016.8.8)
- (58).網路商城經營行銷管理人員認證(2016.8.8)
- (59).Smart Apps Creator 3 Certified professional Instructor 高階證照(2017.10.27)
- (60).Interactive Multimedia Apps Design Certified Document of Smart Apps Creator 3 中階證照(2017.11.29)
- (61).大數據行銷管理師乙級證照(2017.12.09)
- (62).網路與社群行銷管理師(2017.12.09)
- (63).時尚形象管理師 FIMM 專業級/甲級(2018.02.10)

- (64).雲端技術資訊管理師 CTIMM 專業級/甲級(2018.02.10)
- (65).國際會展產業專案管理師 ICEIPMM 專業級/甲級(2018.02.10)
- (66).生態休閒管理師 ECOLMM 專業級/甲級(2018.02.10)
- (67).時尚形象設計師 FID 專業級/甲級(2018.02.12)
- (68).雲端服務應用管理師 CSAMM 專業級/甲級(2018.02.12)
- (69).會議展覽管理師 CEMM 專業級/甲級(2018.02.12)
- (70).生態觀光旅遊管理師 ETTM 專業級/甲級(2018.02.12)
- (71).FID Professional grade 國際證照(2018.02.22)
- (72).CSAMM Professional grade 國際證照(2018.02.22)
- (73).TQC+Python 3 程式語言認證(2018.06.03)
- (74).MOCC Word 2016 企業級(Enterprise)認證(2018.08.01)
- (75).MOCC PowerPoint 2016 企業級(Enterprise)證照(2018.08.01)
- (76).AI 人工智慧、管理師 AIMM 證照(2018.08.02)
- (77).文創設計師 CCD 證照(2018.08.02)
- (78).MOCC 網路商城經營行銷管理人員認證(2018.09.03)
- (79).微軟 MTA Python 證照(2018.11.17)
- 2、研究服務：「2014 多媒體與創新設計學術研討會籌備委員會」編輯委員(2014.4 月-6 月)、「2015 多媒體與創新設計學術研討會籌備委員會」審查委員及分項主持人(2015.4 月-6 月)、「2016 多媒體與創新設計學術研討會籌備委員會」審查委員(2016.4 月-6 月)、「2017 多媒體與創新設計學術研討會籌備委員會」籌備委員、審查委員、評論人(2017.4 月-6 月)。2018.12 台灣首府大學研究感謝狀。
- 3、國外論文審查：Geomorphology (2015 審查 3 篇，編號 5262、5875、6016；2016 審查 1 篇 6340；2015 年 12 月 10 日獲得一個 Certificate Reviewing 認證)、Atmospheric and Oceanic Sciences(2017 審查 1 篇 TAO-D-17-00044)。

四、近五年在人才培育、研究團隊建立及服務方面的重要貢獻及成就：
獲得各類教學獎項；所指導之學生曾獲之獎項及特出之表現。

- 1、政府機關計畫案審查服務：自民國 96 年 6 月起開始納入行政院公共工程委員會評審委員名單中，參與審查的服務單位包括台南市政府、台南縣政府、雲林縣政府、水利署水利規劃試驗所、水利署第三河川局、水利署第五河川局、水利署第六河川局、水利署第七河川局、水利署南區水資源局、水利署中區水資源局、農委會水土保持局、農委會水保局第四工程所、營建署、交通部雲嘉南管理處、高雄市政府、公路局五工處、雲林縣政府、嘉義南興國中、自來水公司第七區處、高雄市殯葬管理處、高雄市消防局等。
- 2、專題製作：102 年度帶 1 組專題，「遊戲宣傳影片製作—公主奇緣」以 3ds max 製作角色動畫，以剪輯軟體 Premiere 合成 3D 遊戲宣傳動畫。103 年度帶 2 組專題，「Time of Travel—憶，小琉球」以剪輯軟體 Premiere 及 iClone 製作微電影，「桌上型遊戲設計—卡通門牌」則是設計一套桌上型遊戲。104 年度帶 3 組專題，「3D 動畫—櫻花祭」、「以 MAYA 模擬水砂流過半圓柱形堰水工試驗案例之參數敏感度分析」、「未來城市-2070」。105 年度帶 1 組專題，「桌上型遊戲-麻豆在地大富翁」，使用了 3D 列印客製化的公仔。106 年度帶了 2 組專題，「Unity 遊戲製作—貪食蛇」、「台首大資多系 360 度影像導覽 App」，使用熱門遊戲引擎 Unity 製作遊戲，及用 Smart App Creator 製作 App，都是業界常用軟體，使學生學以致用。105 年度指導學生參加「2017 教育實踐與設計實務學生專題製作競賽作品-麻豆在地大富翁」獲得設計實務類佳作。106-107 年度帶了 4 組專題，1 組製作 3D 動畫，3 組製作 2D 動畫，

成果均已完成審查。

- 3、科技部計畫：103 年度及 106 年度等 2 年補助研究計畫大量使用校內 1-4 年級多媒體系學生協助開發資訊系統及製作高互動網頁，還有製作 3D 水流動畫、開發視窗系統、整理水文及水理資料執行 NETSTARS 模式，使學生對於所學的應用有多一份體認及增加其工作經驗，並讓多位學生成功推甄上研究所。
- 4、校外服務：106-107 年參與計畫擔任共同主持人，協助他們 3D 動畫技術。民國 103 年擔任三星統計服務有限公司「調查與研究方法分析師」認證推廣專業顧問。106 年-107 年擔任三星統計服務有限公司「大數據行銷管理師」認證推廣專業顧問。
- 5、校內服務：獲選為 103、104 年度校務會議教師代表；獲選為 103-107 年度台灣首府大學資訊與多媒體設計學系之教師評審委員及課程規劃委員；獲選為 103-104 年設計學院課程規畫委員會委員；獲選為 103 年度台灣首府大學第六屆校務發展委員會委員；獲選為 104 年度台灣首府大學第七屆校務發展委員會委員；獲選為 104 年度台灣首府大學衛生委員會委員。獲選為 104 年度台灣首府大學獎補助經費專責規畫小組委員；104 學年度第 2 學期「教師教學觀摩活動」經驗分享。104 年度獲聘為「設計學院數位媒體產學研究中心」數位教材組組長一年；105-107 年度獲聘為教育與設計學院課程規畫委員會委員；105 年度獲聘為台灣首府大學課程規畫委員會委員；106 年度擔任學術著作及研究計畫申請案之審查委員。獲選 106 年度優良導師。