

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

都市地區淹水改善措施之效益評估研究--子計畫:都市地區 淹水模式之評估與應用研究(II) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型

計畫編號：NSC 98-2625-M-009-004-

執行期間：98年08月01日至99年07月31日

執行單位：國立交通大學土木工程學系（所）

計畫主持人：葉克家

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：李明儒

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 99 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成 果 報 告
☐ 期 中 進 度 報 告

都市地區淹水模式之評估與應用研究(2/3)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：NSC NSC 98-2625-M-009-004-

執行期間：98 年 8 月 01 日至 99 年 7 月 31 日

計畫主持人：葉克家

計畫參與人員：廖仲達、李明儒、李唯泰

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☐ 精簡報告 ☒ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- ☐ 赴國外出差或研習心得報告一份
- ☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- ☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- ☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年 ☐ 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學

中 華 民 國 99 年 10 月 31 日

摘要

隨著台灣社會經濟發展，都市地區颱風暴雨所帶來之淹水課題也日受重視，如排水閘門之管理操作、滯洪池之設置、分洪道之規劃、都市計畫發展與雨水下水道設計結合等。由於颱風、豪雨等天然災害之存在，使得都市排水與抽水站管理倍受矚目，如 2001 年納莉颱風重創北部地區淹水，造成地下鐵與捷運系統癱瘓；2004 年敏督利颱風重創全台多個鄉鎮；2005 年海棠颱風對台北及宜蘭縣農作物受損嚴重，部份低窪地區因積水不及宣洩造成良田農舍泡水有如汪洋。因此，都市排水、淹水課題對人民安全及財產之影響攸關重大。淹水地點與範圍受排水設施功能之限制，而排水設施承受之水量來自降雨形成之地表逕流，經由街道及其邊溝與邊溝進水口流入雨水下水道，傳輸至水門或抽水站而洩排入臨近之區域排水、河流、或湖泊海域。因此都市地區之淹水須整合淹水模式(降雨-逕流演算)、街道路網水流模式、雨水下水道網路模式、水門及抽水站操作模式等進行模擬演算。

本計畫研究目的在於對多個都市淹水模式理論與數模進行回顧，並評估既有國內外常用先進淹水模式之優缺點與功能限制，進而擇之應用於台灣本土案例。同時，依據總計畫之執行目標，結合各子計畫如降雨分佈、防洪排水設施、都市下水道等相關研究，進行共同應用對象(台北市玉成抽水站)之都市淹水潛勢分析，提出相關措施與建議，以達到改善都市地區淹水之目的。本計畫分三年進行，第一年度以模式回顧為主要方向，回顧與評估既有先進淹水模式之理論與計算概念，並對其模擬所需邊界條件、模式參數敏感度分析等進行研究；第二年度以案例分析為主要方向，針對總計畫共同應用對象進行模式實例應用；第三年度以效益評估及研提改善措施為主要方向，藉由共同應用對象之淹水潛勢分析等結果，提出可能之改善措施與建議。

本年度（第二年度）繼續蒐集、更新研究模擬區域之基本資料，並加以整理分析，完成模式建置與設定工作。待模式建制完成後，由共同研究颱風洪案例中，選定納莉颱風事件作為模擬案例，執行模式之檢定。檢定所得之最佳參數設定，代入柯羅莎颱風事件進行驗證，其模擬結果亦與實際調查大致相符，完成模式之檢定驗證；並藉由實際應用案例之現況模擬，將模擬結果與其他子計畫進行成果之整合與交流。

關鍵詞：地表逕流、淹水潛勢分析、淹水模式

Abstract

The study of flood resulted from typhoons and storms at urbanized area is getting important accompanied by the rapid growth of socioeconomic development in Taiwan. Some of the examples include the management and operation of storm water gates, the installation of detention pond, the planning of flood diversion way, and the combination of urban planning development and storm sewer design. The management of urban storm water and the pumping stations is therefore brought to great attention, for example: the paralyzed MRT system in Taipei by the flood resulted from the Nari Typhoon in 2001; the heavy damages on the cities and towns by the Mindulle Typhoon in 2004, and the inadequate drainage of floods at parts of Taipei by the Haitang Typhoon in 2005. Therefore, the flood has crucial effects on the protection of the lives and properties of citizens. The locations and area of inundation are affected by the function of drainage facilities, which bear the flow from the runoffs resulted from the rainfall. This runoff flow through the streets and the inlets of the trenches leading to the storm sewer before being transported to the water gates or the pumping stations in order to be drained to the rivers, lakes, or coastal areas nearby. Therefore the phenomenon of inundation could be simulated by integrating the inundation model, the street network surface flow model, the storm sewer network model, and the operation model of the water gates and pumping stations.

The purpose of this study is to review several urban inundation theories and numerical models to evaluate the advantages, disadvantages, and limitations of the existing domestic and foreign modern inundation models in order to choose and apply to the local cases in Taiwan. In the meantime, the sub-plan researches such as the rainfall distribution, flood control and drainage facilities, and the urban sewer are combined for the analysis of the urban potential inundation trend of the applied target (the Yu Cheng Pumping Station in Taipei). Related suggestions and measures would be made in order to achieve the goal of improving the inundation control in urban settings. This project would be a three-year study. The first year would be the review and evaluation of existing inundation model theories and their computations with emphasis on the research of the boundary conditions needed for the simulations plus the analysis of the sensitivity of the model variables. Entering into the second year, cases study is the mainly purpose by choosing same study area for simulating and application. Counter-measures and suggestions would be made in the third year, after attaining the results from the potential inundation tendency analysis.

In this year, continually collecting, updating and analyzing study area data are used for completing the setup of model. Then, the goal is choosing Nari typhoon event for model coefficients calibration, and finally choosing Krosa typhoon event for verifying. Simulation results are approximate field investigation records. After calibrating and verification model coefficients, the study results are integrating with other research projects under the integrated project.

Keywords: surface runoff, potential inundation tendency analysis, inundation model

目錄

摘要.....	I
Abstract	II
目錄.....	III
一、研究計畫之背景及目的.....	1
二、第一年度研究成果概述.....	1
三、研究方法.....	2
四、各年度工作項目	2
五、文獻回顧.....	3
5.1 漫地流數值理論及漫地流模式應用	3
5.1.1 漫地流數值理.....	3
5.1.2 漫地流模式應用.....	3
5.2 SOBEK 模式相關應用.....	4
六、研究成果.....	5
6.1 總計畫共同應用對象基本資料之蒐集與彙整分析.....	5
6.1.1 地理位置與建物分析.....	5
6.1.2 數值地形模型與土地利用資料.....	7
6.1.3 區域排水資料.....	9
6.1.4 抽水站系統.....	10

6.1.5 水文資料.....	13
6.2 模式之測試、檢定與驗證.....	14
6.2.1 模式檢定.....	14
6.2.2 檢定結果分析.....	18
6.2.3 模式驗證.....	23
6.3 共同應用對象之現況模擬.....	28
6.3.1 模擬案例說明.....	28
6.3.2 模擬結果分析.....	31
6.4 與其他子計畫成果及模組之整合測試.....	32
6.4.1 與子計畫一之整合測試.....	33
6.4.2 與總計畫(含子計畫三)之成果交流.....	37
七、結論與建議.....	38
7.1 結論.....	38
7.2 建議.....	38
參考文獻.....	39

子計畫二：都市地區淹水模式之評估與應用研究(2/3)

第二年度研究成果報告

計畫編號：NSC 98-2625-M-009-004-

執行期限：98 年 8 月 1 日至 99 年 7 月 31 日

總計畫主持人：蔡長泰

子計畫主持人：葉克家

計畫參與人員：李明儒、廖仲達、李唯泰

一、研究計畫之背景及目的

台灣地區夏秋兩季受颱風及西南氣流影響，常有暴雨發生，進而造成低窪地區與下水道排水宣洩不及等嚴重水患。又因國內經濟迅速成長，人口急遽增加，各地區都市化現象日益顯著，因此，有關都市地區洪水災害問題亦日趨重要，如都市內水溢淹問題、排水閘門之管理操作、都市街道與下水道淹排水設計整合等問題。

由於國內外目前可應用於淹水問題之模式頗多，但較缺乏模式整合評估與數模學理基礎之測試研究，各商用模式能否適用於台灣特有之水文特性皆有待探討。本計畫分三年進行，最終目的在於評估既有國內外常見之商用淹水模式，並進行不同暴雨事件之淹水問題模擬，結合各子計畫相關研究模組，如降雨分佈、街道流、下水道等，以臺北市玉成抽水站鄰近之集水區範圍為例，模擬都市淹水情形並提出改善措施建議。

第一年主要工作為文獻理論與數模回顧評估比較，並對於模式進行參數敏感度分析，研提後續年度將應用之淹水模式。第二年為共同應用對象基本資料之收集與彙整分析，模式之測試、檢定與驗證，並將淹水模式與其他子計畫模組整合測試。第三年將完成與其他子計畫成果及模組之整合，並對共同應用對象進行淹水潛勢分析，提供淹水改善方案之研擬與效益評估，最後配合整體計畫成果展示系統之建立。本子計畫之研究成果可提供各子計畫在都市內淹水研析時，探討來自山區逕流、漫地流之內水增量影響，並提供相鄰街道人孔水位高於地表時之漫地流模擬演算；並模擬出淹水深度、範圍及洪水流向，提供總計畫都市地區淹水改善措施之效益評估。

二、第一年度研究成果概述

第一年度進行了相關文獻蒐集與回顧，並提出國內外常用淹水模式之優缺點、功能限制條件進行綜合評估，再進一步以共同應用對象（台北市玉成抽水站），

配合 2001 年之納莉颱風事件作為模擬案例，執行模式參數之檢定。模式主要檢定參數為地表曼寧糙度，參考前人研究文獻所建議之糙度值，搭配不同土地利用型態，設定了幾組糙度參數進行模擬，再將模擬所得淹水範圍與實際調查進行對照比較。再經過淹水格網比對之後，得到一組模擬淹水情形與實際調查結果符合率最高之糙度值，作為後續模擬之糙度參數。此外，藉由案例模擬，瞭解模式計算過程中之數值穩定性與模擬時間等，配合先前的綜合評估，決定使用 SOBEK 模式作為後續研究之應用模式。

三、研究方法

本年度首先將繼續收集共同應用對象之基本資料，進一步分析資料屬性後進行數值模型之建置。數模完成之後將挑選數場代表性颱風事件模擬，進行模式之測試、檢定與驗證。待模式之檢定驗證完成之後，針對總計畫所訂定出共同應用對象之共同研究颱風案例，挑選具代表性（含設計）之颱風或暴雨事件進行淹水模擬，並與各子計畫密切整合，相互提供模擬結果，並將淹水模式與其他子計畫模組整合測試而未來也將持續收集應用範圍之最新 DTM 資料、街道配置圖、不同歷史颱風事件之淹水範圍資料等。

四、各年度工作項目

第一年

1. 都市淹水模式之理論與數模回顧
2. 現有國內外常用都市淹水模式優缺點、功能限制評估
3. 都市淹水模式之邊界條件、模式參數敏感度分析
4. 後續研究採用模式之選取

第二年

1. 總計畫共同應用對象基本資料之收集與彙整分析
2. 模式之測試、檢定與驗證
3. 共同應用對象之現況模擬
4. 與其他子計畫成果及模組之整合測試

第三年

1. 繼續與其他子計畫成果及模組之整合
2. 共同應用對象之淹水潛勢分析
3. 淹水改善方案之研擬與效益評估
4. 配合整體計畫成果展示系統之建立

五、文獻回顧

5.1 漫地流數值理論及漫地流模式應用

國內外關於漫地流數值理論與模式應用模擬之研究頗多，主要研究方向可分為兩部份：漫地流數值理論與漫地流模式應用，以下為前人相關研究文獻之回顧。

5.1.1 漫地流數值理論

漫地流數值理論以求解水深平均後之淺水波方程式為主：Gustafsson (1971) 利用交替方向隱式法求解淺水波之問題，並探討臨前狀況為無水陸地之流況。Xanthopoulos (1976)，Katopodes (1977, 1979)，Balloffet (1982) 曾建立二維數值模式以模擬潰壩後河川或洪氾平原區水流之流況等。Preissmann and Cunge (1980) 曾將洪氾區依地形與地貌畫分網格，配合所發展之理想渠道、堰等概念模式，再利用一維水流理論求解各網格中心點之淹水深度，並應用於湄公河三角洲低窪地區之洪氾平原。之後 Vongvisessomjai (1985) 亦將此模式應用在曼谷地區，但此種概念模式需要較完整之水文站網及長期之水文紀錄，方可檢定其參數值。Garcia (1986) 曾以 MacCormack scheme 應用於二維之聖凡南方程式 (St. Venant equation)，並模擬突擴斷面水流產生環流 (circulation) 之情形。Inoue et al. (1987) 利用交錯格網技巧 (stagger scheme)，模擬二維洪水波傳遞動態，以避免求解所產生之發散問題。Aknbi and Katopodes (1988) 對初始無水地面之洪水傳遞，利用有限元素法求解水流前進線及淹水深。Han et al. (1998) 以顯式法求解二維漫地流模式，探討堤防潰決後對於漢城市區造成之淹水情形。Ferrante et al. (2000) 將二維漫地流模式應用於羅馬市區，規劃洪水災害發生時之最佳逃生路線。Dan et al. (2006) 使用有限體積法，提出一個二維漫地流模式，並實地應用於越南首都河內市之洪氾區。Sanders (2007) 評估不同測量方式所測得之數值地形資料適用於地表淹水模式之分析。Gouldby (2008) 將地表以高程劃分成不同區域，建立各區域間之水位與淹水體積之關係，以河川溢流量配合水位體積曲線算出各區域之淹水深度，並應用於泰晤士河。Soumendra et al. (2010) 以一簡化之數值模式模擬氾濫平原於洪水時之情形，渠道內水流以一維有限體積法模擬近似之，溢流洪水則利用三角形格網處理，兩者之交界面以擴散波方程式計算，最後模式以英國的塞文河進行模擬，並與其他模式比較驗證。

5.1.2 漫地流模式應用

Frank et al. (2001) 運用 Delft-1D2D 的整合模式應用於在義大利中部 Liri Garigliano 集水區的洪氾平原上，模擬淹水歷程，並將洪災風險圖影像化，進行

洪災分類。Marka et al. (2004) 以一維水文模式結合地下管路、街道關係來模擬淹水，除了考慮地形及排水系統以外，還以手動劃分考慮土地利用分佈情形，應用於孟加拉首都達卡市。Hall and Tarantola (2005) 針對分佈型淹水模式邊界條件進行敏感度分析與校正。Wilson (2005) 將淹水模式 LISTFLOOD 應用三種不同高程資料形式，評估對淹水模擬結果之影響。Dutta and Alam (2007) 採用二維分佈式水文模式，結合地理資訊系統 (GIS)，應用於湄公河流域，推算一場洪水空間上之影響與持續時間，用以建立洪水預警系統。

而國內關於漫地流模式之應用研究方面：楊與蔡 (1995) 討論數值高程模型 (digital terrain model, DTM) 解析度對淹水模式分區代表高程之影響，證實數值高程模型解析度愈低則所模擬出之淹水結果與實際情形愈不相符。許等 (1996) 將二維核胞淹水模式應用於八掌溪，考慮一維河川水流對地表淹水之影響，成功銜接一維變量流及二維核胞淹水模式。盧 (1998) 成功銜接一維變量流及二維漫地流淹水模式，並模擬賀伯颱風臺北縣地區之淹水情況。蔡等 (1999) 建立市區排水與淹水模式，考慮街區積水深度之改變及相鄰街道間之流量交換關係，應用於工程設計及排水功能測試，進而建立淹水預警系統。陳 (2001) 則建立考量調節池效應之二維漫地流淹水模式，並應用於台南科學園區。顏 (2006) 使用 FLO-2D 模式，以東港溪下游之新園鄉為例，透過淹水潛勢分析，提出消洪減災之對策。

5.2 SOBEK 模式相關應用

本計畫中選用 SOBEK 模式作為淹水模擬模式，該模式為經濟部水利署與荷蘭 WL|Delft Hydraulic 公司共同合作研發之模式，目前經濟部水利署在進行易淹水地區治理計畫時，也常選用 SOBEK 模式進行淹排水模擬，也是業界顧問公司經常使用之商用模式之一。因此，以下針對 SOBEK 模式之相關應用案例進行回顧介紹。

謝 (2005) 針對地盤下陷區之淹水問題，利用 SOBEK 模式進行模擬，進而訂定排水之最佳抽水量。蔡 (2006) 應用 SOBEK 模式於雲林南部沿海地區，針對幾種常見之工程性綜合治水對策進行模擬分析，其結果可提供相關排水治理及水害防治作為參考。徐 (2007) 針對雲林地區之淹水問題，評估出適合做為溼地之環境條件，據以選出合適設置人工溼地之地區，再以 SOBEK 模式進行設置溼地之淹水模擬測試。林 (2008) 以曾文水庫下游之大內鄉為例，由不同重現期距之降雨條件來模擬大內地區之淹水情形，進行坡地淹水範圍分析，並探討坡地排水所衍生之淹水原因與問題癥結所在。李 (2009) 使用 SOBEK 模式模擬台北市玉成集水區，探討氣候變異前後不同水文條件，對於都市淹水之影響。

六、研究成果

6.1 總計畫共同應用對象基本資料之蒐集與彙整分析

在進行淹水模擬之前，首先針對研究模擬區域進行基本資料的蒐集。都市地區之淹水模擬所需輸入資料，通常包含了研究區域之水文資料、人孔及雨水下水道配置、抽水站系統資料、土地利用型態、數值地形模型（Digital Terrain Model，簡稱DTM）、歷年颱風事件淹水實際調查紀錄等相關資料，相關資料在經過整理分析後，便可作為模式建置與參數輸入之用。

本計畫在透過各相關政府機關及學術單位協助幫忙下，已順利完，相關資料之蒐集狀況如表 1 所示，而彙整分析之結果將於下進行說明。

表 1 基本資料蒐集狀況

資料類別	說明
研究區域範圍	玉成抽水站集水區
地表建物	玉成抽水站集水區民國 93 年之配置
土地利用狀況	玉成抽水站集水區民國 93 年之配置
下水道、人孔、明溝	玉成抽水站集水區民國 93 年之配置
抽水站系統	玉成抽水站舊站及擴建站資料
雨量紀錄	玉成抽水站集水區周遭中央氣象局雨量站：內湖、南港、信義、公館、木柵
水位紀錄	玉成抽水站實測紀錄(民國 97 年～99 年、納莉颱風、柯羅莎颱風)
數值地形模型	玉成抽水站集水區，精度為 4m×4m

6.1.1 地理位置與建物分佈

玉成集水區橫跨台北市信義、大安、南港、松山等四個行政區，東南方緊臨四獸山及南港山區，圖 1 為研究區域地理位置分布情形，該區域位於台北盆地境內，地勢低窪屬於盆地地形，由東南向北邊緩降，北側緊鄰基隆河，另外由於信義計畫，都市發展積極建設，多條聯外道路，構成四通八達之交通聯絡，促成人口集中。由圖 2 建築物分佈情況可知，市區中心隨著人口不斷集中，多已開發為住宅及商業建築用地。

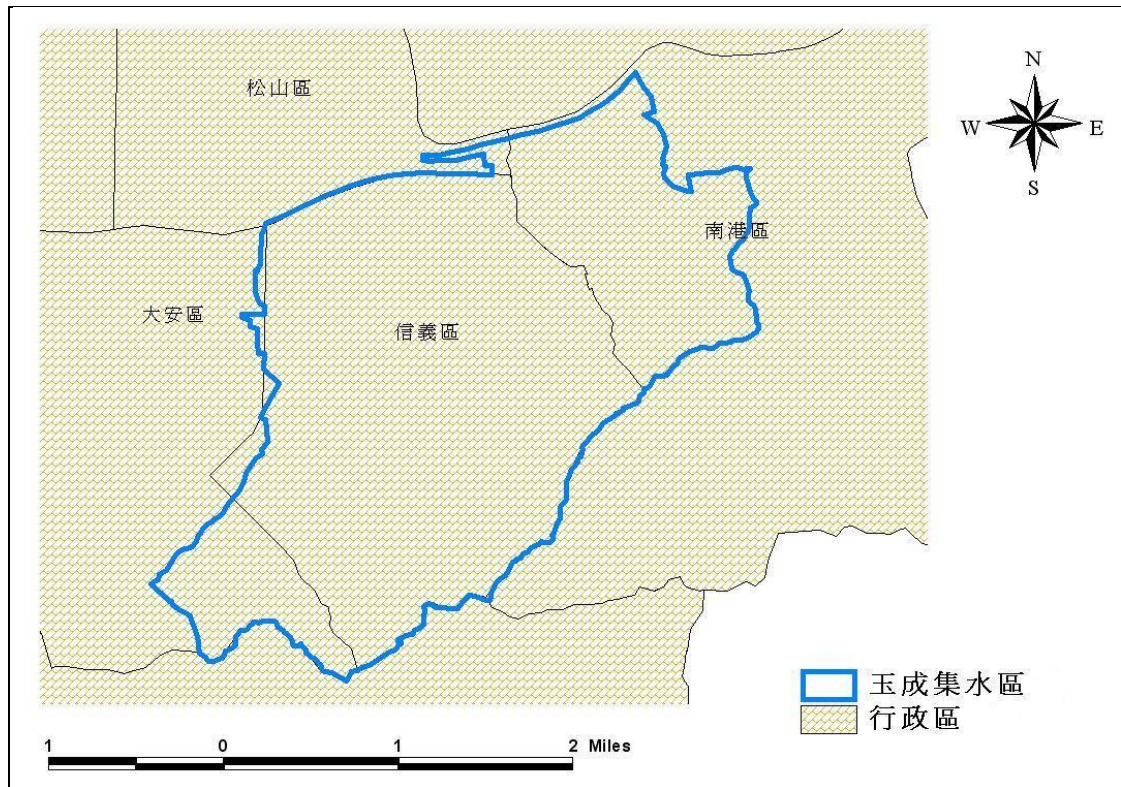


圖 1 玉成集水區地理位置

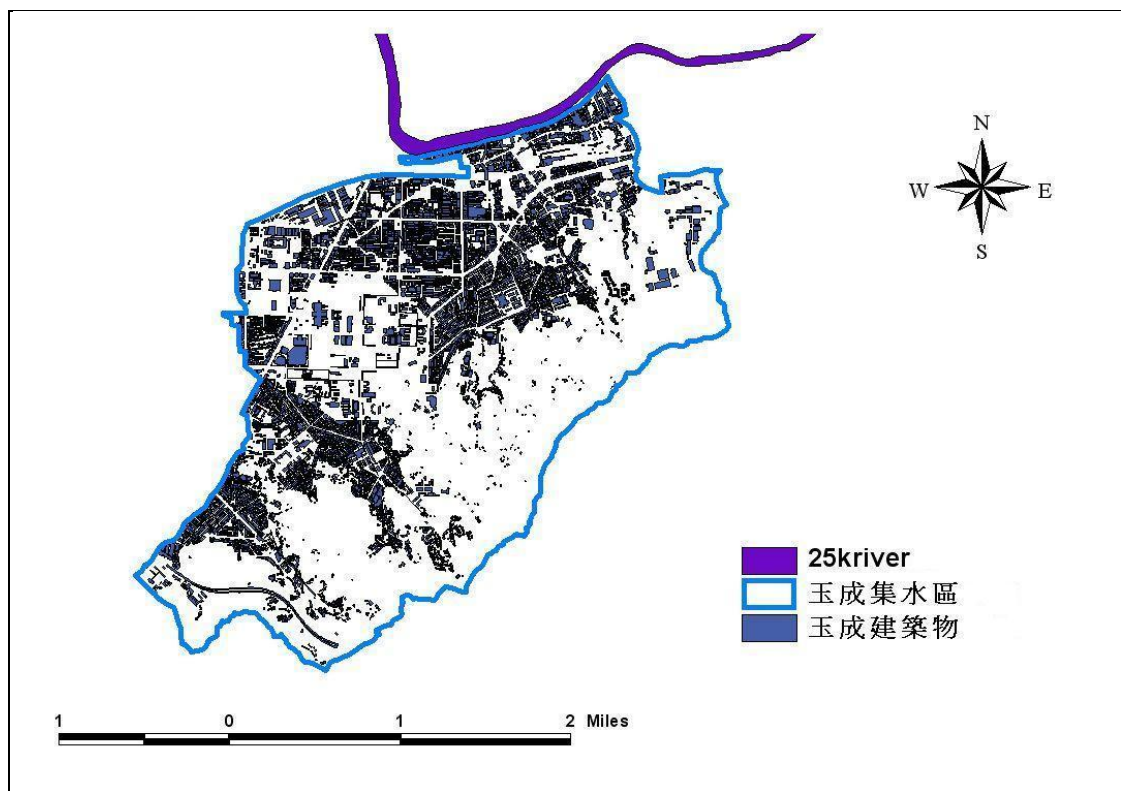


圖 2 玉成集水區建築物分佈

6.1.2 數值地形模型與土地利用資料

地形高程方面，採用台北市政府提供之玉成集水區及其周遭行政區最新實測資料，用以建置數值模擬之網格輸入資料，圖 3 為研究區域之數值地形模型。本研究蒐集之玉成集水區數值地表高程資料精細程度為 $4m \times 4m$ ，由於有少部區域是屬於未公開之區塊，故利用 Surfer 軟體將資料內插成 $16m \times 16m$ ，作為模式所用之資料。

土地利用資料方面，則根據內政部地政司的台灣省國土利用現況調查數化資料，用以決定格網點之曼寧糙度 n 值。由表 2 中資料筆數及圖 2 建築物分佈圖可知，信義區、南港區隨著人口不斷集中，多已開發為住宅及商業建築用地，工業區主要以分布在南港區居多，而保護區及公園綠地主要集中在東南方，提供民眾假日遊憩休閒，如圖 4 為研究區域內之土地利用情形。圖 5 則為研究區域歸類後之各土地利用所佔百分比，其中以建築用地所佔比例最大，為 73.86%，其次為遊憩用地 17.39% 及交通用地 6.44%。

表 2 玉成集水區土地利用資料

項目 利用型態	資料筆數	百分比 (%)
工業區	30	1.99%
公共設施	71	4.71%
公園綠地	167	11.08%
古蹟保存區	1	0.07%
市場用地	17	1.13%
交通用地	97	6.44%
行水區	2	0.13%
住宅區	846	56.14%
保護區	23	1.53%
娛樂區	3	0.20%
商業區	180	11.94%
農業區	3	0.20%
學校用地	30	1.99%
機關用地	37	2.46%

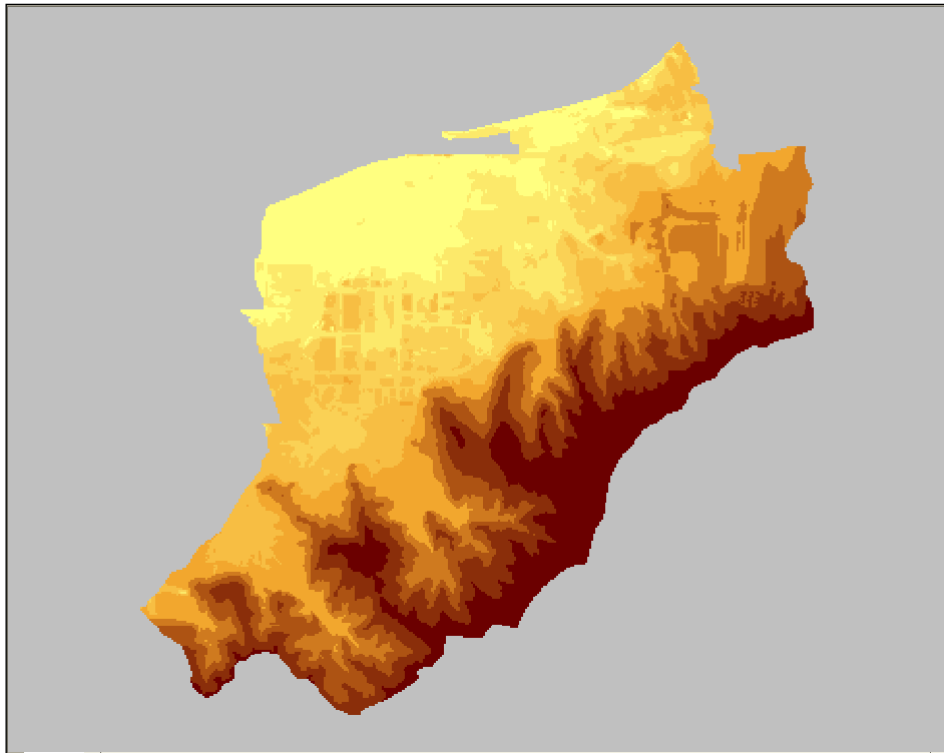


圖 3 玉成集水區數值地形模型

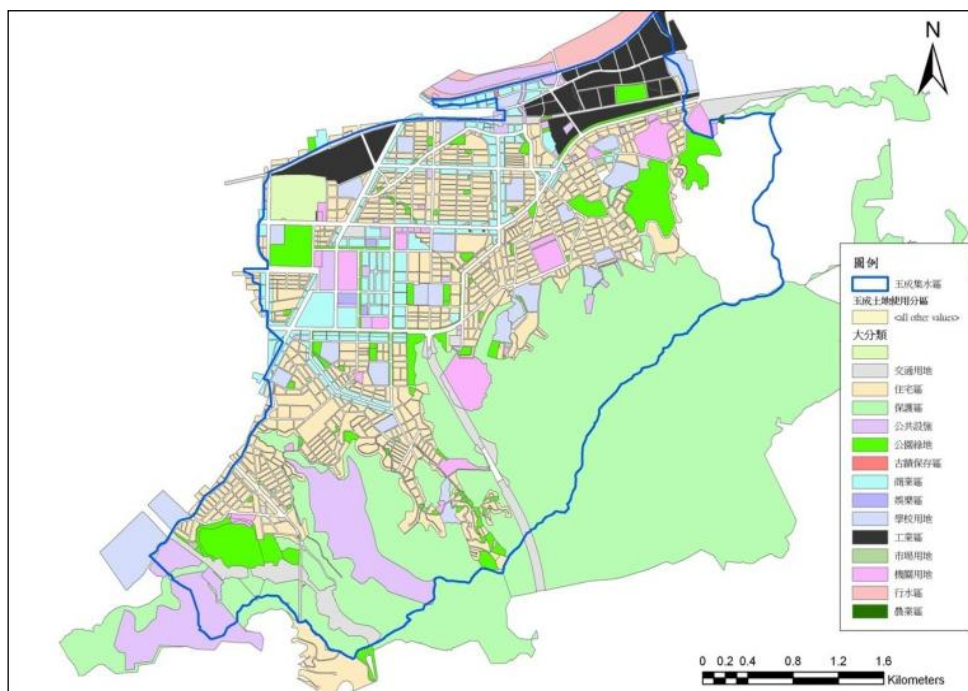


圖 4 玉成集水區土地利用情形

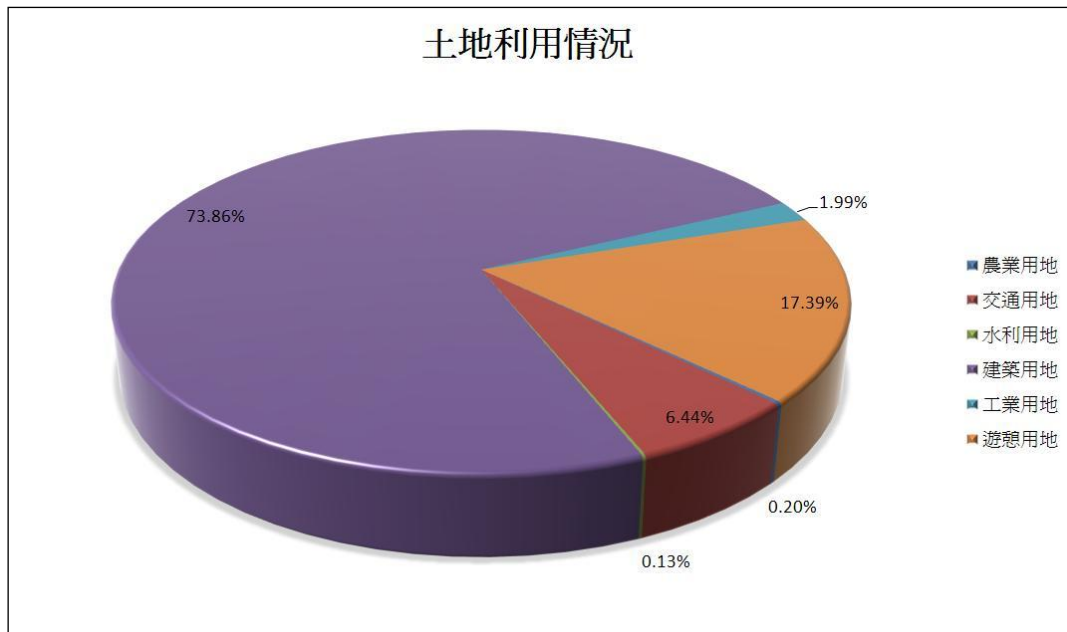


圖 5 土地利用百分比圖

6.1.3 區域排水系統資料

根據「台北市雨水排水系統設計規範」，台北市雨水排水系統採用五年重現期之設計標準，透過台北市政府之協助，已順利蒐集研究區域內之排水系統相關資料。研究區域內之玉成排水系統，主要是由三大次排水幹線，松隆路幹線、中坡北路幹線、南港幹線匯流而成，經由雨水下水道系統銜接至上述流域內之河川支流排水，以重力排水方式流入三張犁截流溝進入基隆河。圖 6 為玉成集水區之排水系統及雨水下水道系統分佈圖，由此圖可看出玉成集水區已建置密集之雨水下水道系統，而下水道總長為 78,696 公尺。經過資料整理之後，將研究區域內下水道系統納入淹水模式中以進行模擬，共計完成建置 1,658 個下水道管線，1,973 個人孔資料。

另外關於國內機關於雨水下水道工程設計上，起始管徑最小由直徑 600 mm 開始，由上游向下游管徑逐漸加大至某一最大管徑，而更大管徑之涵管由於施工及運送不便而採用箱涵。一般來說，下水道資料若為圓管，則為其管件之直徑資料；但若為箱涵形式，則為下水道矩形斷面之寬度與高度數據。本研究計畫中為統一討論所有管線管徑大小，先將箱涵形式之管件計算其斷面積後，換算該面積若為圓管時之直徑。經過此換算可將研究區域中之管渠管徑大小和長度的關係統計出來，以求對區域的管渠長度特性有所瞭解，如表 3 為台北市與研究區雨水下水道之各管徑長度和比例。

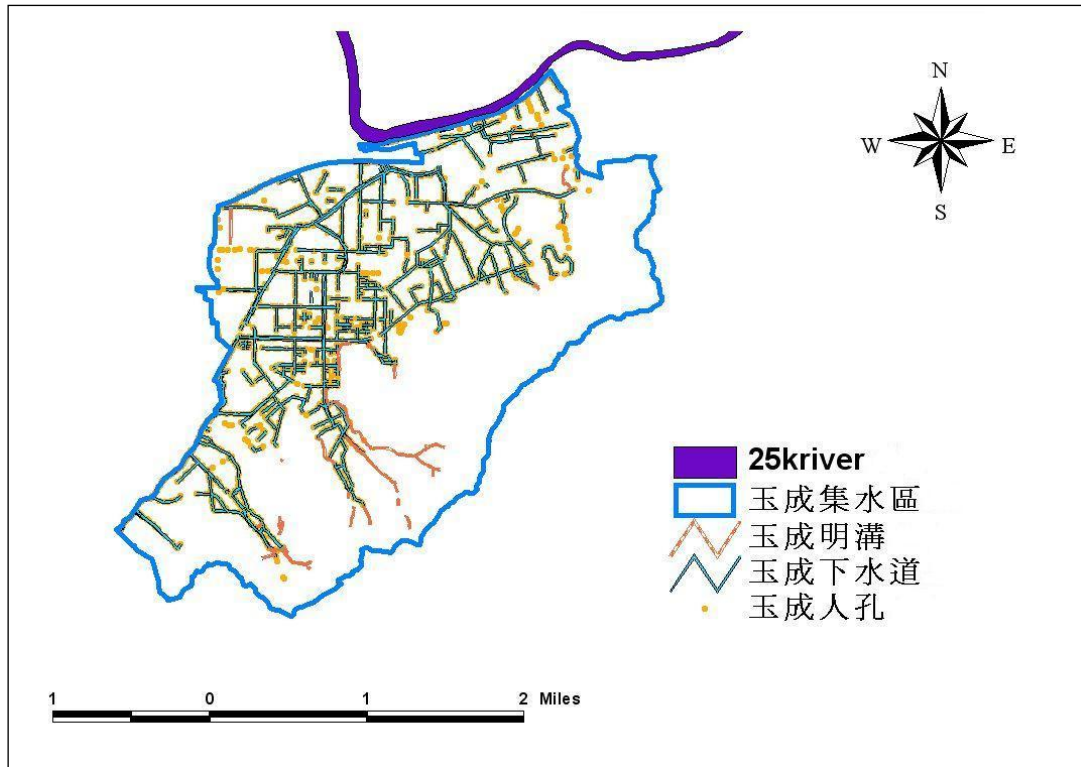


圖 6 玉成集水區排水系統分佈

表 3 研究區域雨水下水道各管徑長度與比例

城市（公頃）	台北市（27030）		玉成集水區（1627.4）	
管徑（公尺）	長度（公尺）	比例	長度（公尺）	比例
0.5-1.0	5552	3.1%	13416.09	22.21%
1.1-1.5	23820	13.4%	15824.27	26.23%
1.6-2.0	32243	18.1%	9197.67	14.88%
2.1-2.5	22543	12.7%	6054.50	8.32%
2.6-3.0	24887	14.0%	5511.80	8.60%
3.0 以上	69049	38.8%	17580.19	19.75%
總長度（公尺）	178094	100.0%	67584.52	100%

6.1.4 抽水站系統

玉成抽水站位於台北市南港區成美橋側基隆河左岸，於 1987 年完工，集水區範圍包括辛亥路以北、基隆路及光復南路以東、向陽路以西和基隆和以南區域，總面積約 1,627 公頃。抽水站現有裝置 7 部 26.3cms 共計抽水量 184.1cms 之抽水機組，詳細配置及現況如圖 7、圖 8，抽水機組設定 1.8m 為啟動水位、2.4m 為起抽水位高程，設計外水位採用基隆河十年重現期之洪水位。在經過新站擴建之後，更增設了 4 部單機抽水量 12.5cms、揚程 7.0m 之抽水機，與舊站聯合運轉，如圖 9、圖 10 為玉成抽水站擴建橫剖面圖，而擴建站地理位置如圖 11 所示。

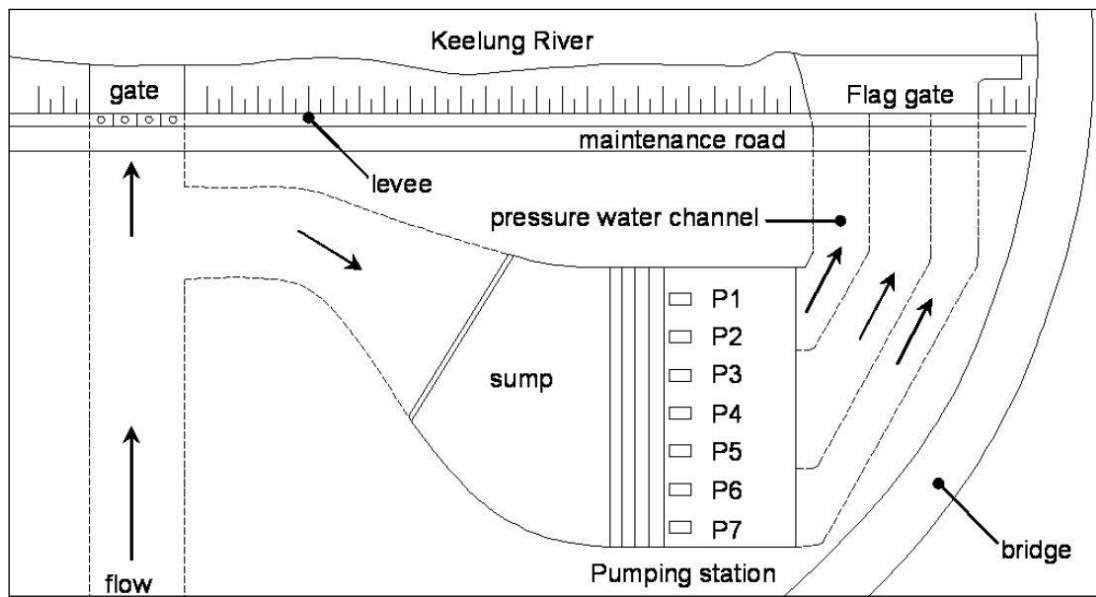


圖 7 抽水機組配置



圖 8 抽水機組配置現況

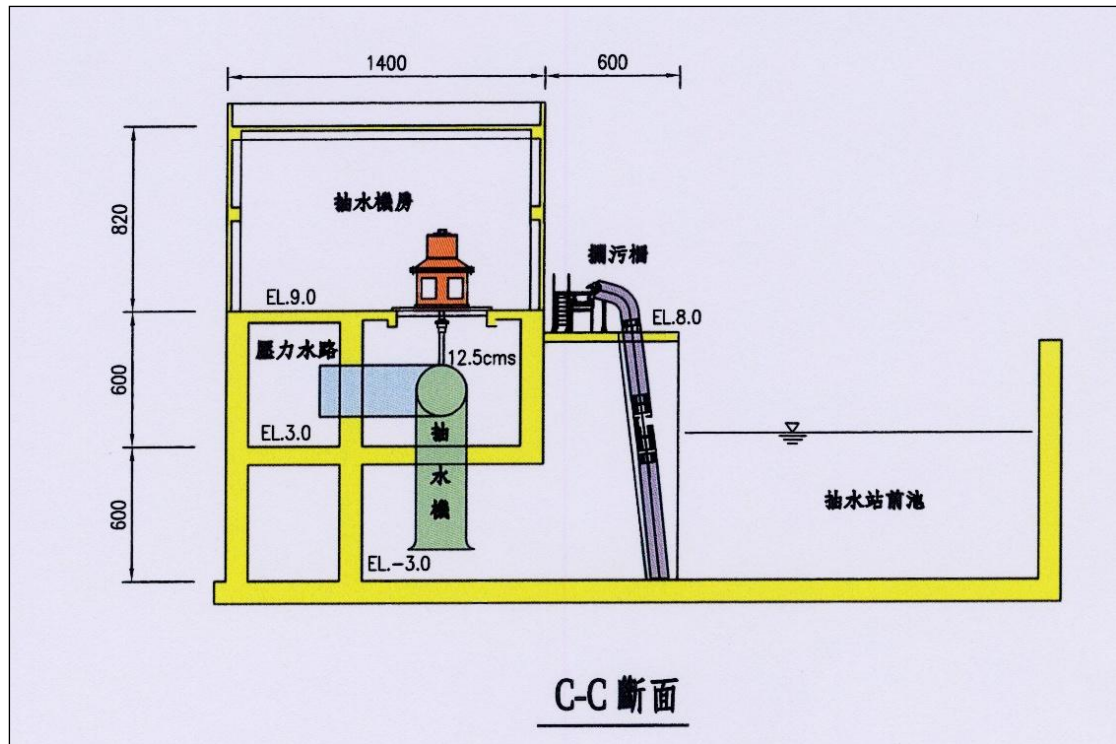


圖 9 玉成抽水站擴建橫剖面圖

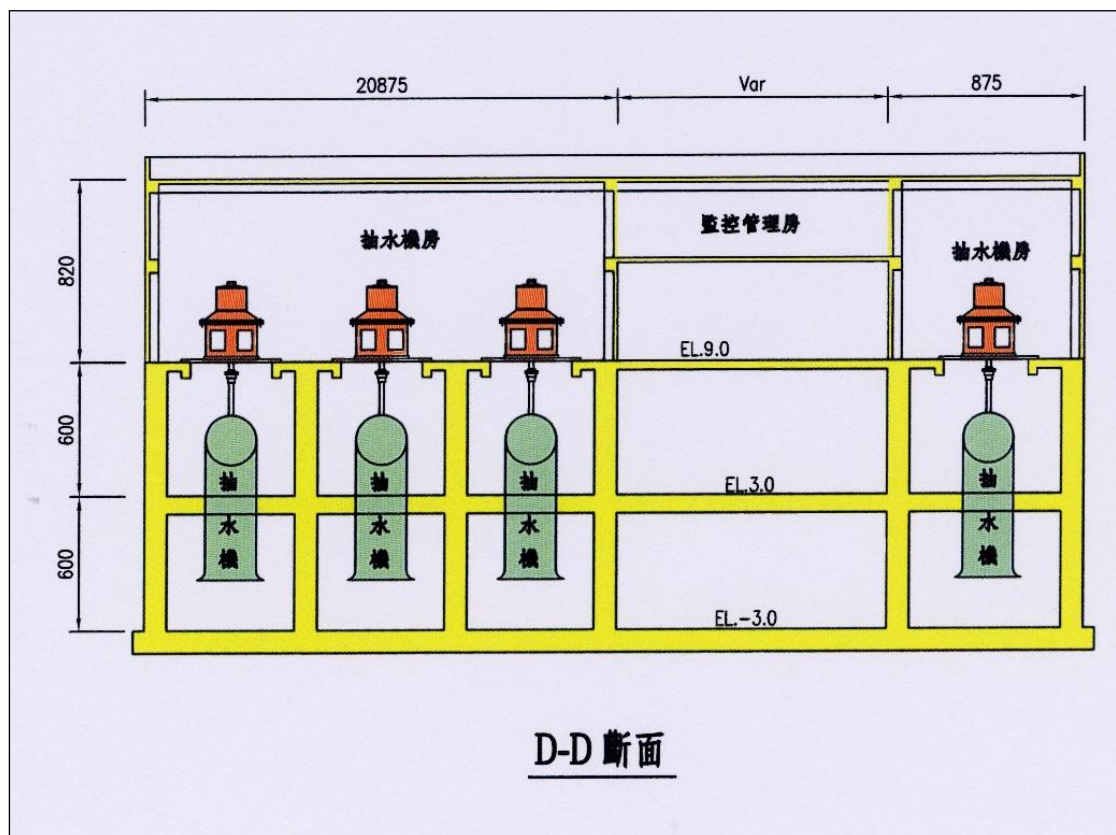


圖 10 玉成抽水站擴建橫剖面圖

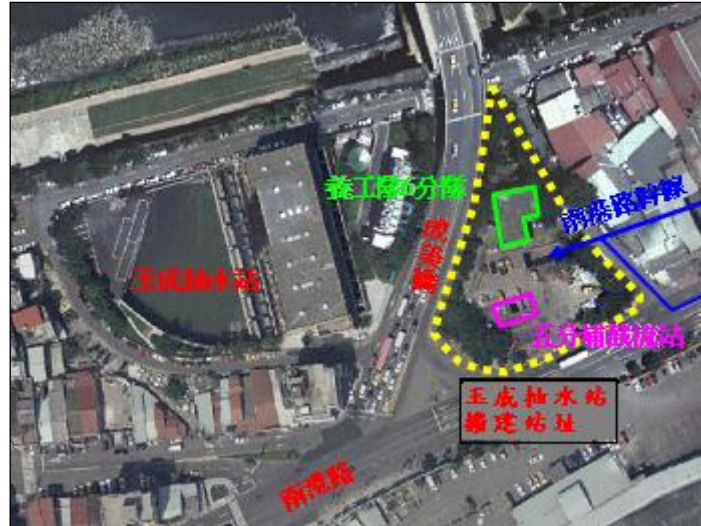


圖 11 玉成抽水站擴建站址

6.1.5 水文資料

以玉成集水區為目標，蒐集研究區域周邊鄰近測站之歷年雨量及水位紀錄。雨量紀錄方面，順利蒐集歷年雨量站資料，區域周邊測站分別為內湖、南港、信義、公館及木柵共五站，其分佈位置如圖 12 所示。而水位紀錄方面，以玉成抽水站之實測內、外水位紀錄資料為主，該紀錄承蒙台北市政府工務局水利工程處配合提供。

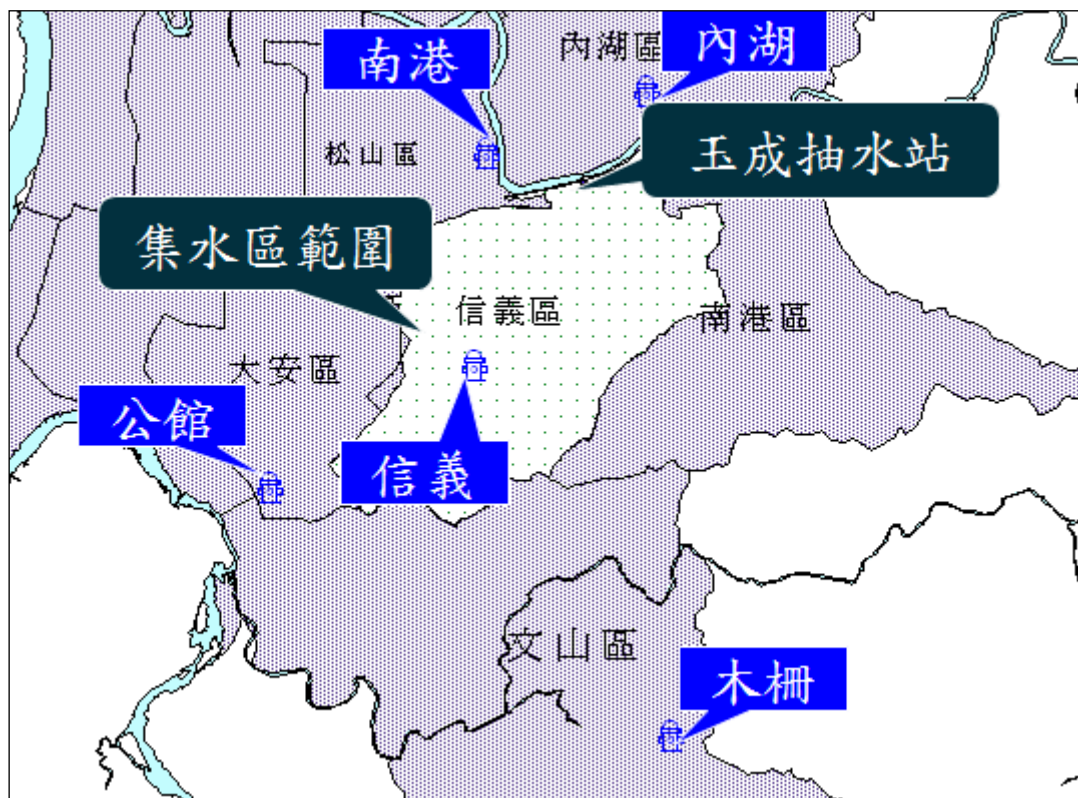


圖 12 雨量測站分佈圖

6.2 模式之測試、檢定與驗證

模式中參數檢定之方式，首先參考相關文獻之建議值，設計若干組參數設定，再利用單一場水文事件進行模擬，並比較在各組不同參數設定下之模擬結果，挑選出模擬結果與實際情形最符合之設定條件，最後再套用此組參數設定以另一場水文事件進行驗證。若驗證結果良好，則表示模式完成檢定驗證工作。反之，則必須重新進行參數之檢定。

6.2.1 模式檢定

淹水模式中，主要檢定參數為地表之曼寧糙度係數。檢定時首先參考國內外相關研究文獻中之建議糙度值，整理如表 4 所示。為能適當掌握地表糙度對淹水模擬結果之影響，本研究參考蒐集之土地利用現況調查資料，將土地利用情形分為農業用地、交通用地、水利用地、建築用地、工業用地、公園綠地及其他共七類，做為各種土地利用曼寧糙度分類之依據。

檢定過程首先依據表 4 中所建議之地表糙度範圍，設計了五組漸增之地表曼寧糙度係數（如表 5）代入模式進行模擬。由於不同土地利用之曼寧糙度值都有其建議使用範圍，因此五組參數在設計上便將各土地利用建議值範圍由小到大涵蓋之。其中住宅區因不同鋪面覆蓋，地表糙度建議值最小為 0.05，最大可達 0.10。

因玉成集水區為開發較完全之都會區，建築用地比例相對較大，因此土地利用型態最主要為建築、工業及公園綠地，故調整各組糙度值著重於該三種土地利用；第一組參數較偏此三種土地利用地表曼寧糙度值建議範圍的最小值，而第三組參數則為建議範圍較偏低的中間值，第五組參數為建議範圍較偏高的中間值，而第二、四組地表曼寧糙度值則分別介於第一、三、五組。

檢定事件方面，選擇 2001 年 9 月發生之納莉颱風事件進行模擬，此事件之實際淹水調查資料較為完整，且為研究區域內發生之重大淹水災害事件之一。納莉颱風（Nari），2001 年 9 月 6 日 11 時於台灣東北方海面形成，日本氣象廳即命名為納莉颱風，年度編號為 0116，並發佈為中度颱風。颱風中心於 9 月 16 日 21 時 40 分左右在台灣東北角登陸，納莉颱風侵襲台灣期間造成嚴重災情，其颱風路徑如圖 13 所示。納莉颱風在台灣共停留 49 小時，停留時間之長，亦是百年僅見。

圖 14～圖 17 為納莉颱風侵台期間（90 年 9 月 16 日 0 時起），玉成集水區周遭雨量站之 36 小時降雨組體圖，由此圖可看出降雨集中於 16 日 22 時至 24 時，每小時雨量均超過 40 毫米，而且內湖、南港這兩個雨量站在 23 時雨量均超過 70 毫米；隔日 07 時所降下之雨量又為另一波高峰，雨量均超過 50 毫米以上，颱洪發生期間總計累積雨量為 810 毫米以上，因降雨過度集中，造成多處淹水災情。

下游邊界方面，採用玉成抽水站之實測水位紀錄，根據於納莉颱風期間（2001

年 9 月 16 日 0 時起 36 小時) 之實測水位紀錄如圖 18 所示，作為下游邊界之水位輸入條件。

表 4 一般地表曼寧糙度值建議使用範圍

土地利用型態	地表曼寧糙度值範圍
農業區	0.03 - 0.07 (休耕地) 0.10 - 0.20 (牧草場) 0.30 - 0.48 (百幕達草) 0.40 - 0.80 (灌木叢)
瀝青、裸土及礫石	0.01 - 0.03
住宅區	0.05 - 0.10
工業區、商業區	0.05 - 0.08
森林	0.15 - 0.60
水利用地	0.01 - 0.02

表 5 各組土地利用型態地表曼寧糙度值

組數 利用型態	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組	第 5 組
農業用地	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
交通用地	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
水利用地	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
建築用地	0.07	0.08	0.085	0.09	0.1
工業用地	0.06	0.07	0.075	0.08	0.08
遊憩用地	0.08	0.09	0.1	0.1	0.1
其他	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05

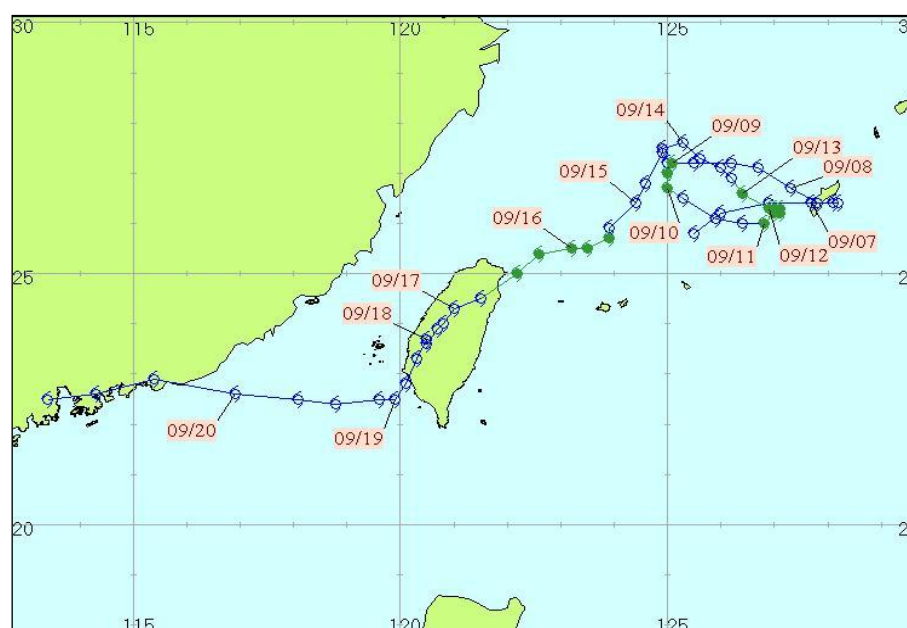


圖 13 納莉（Nari）颱風路徑圖

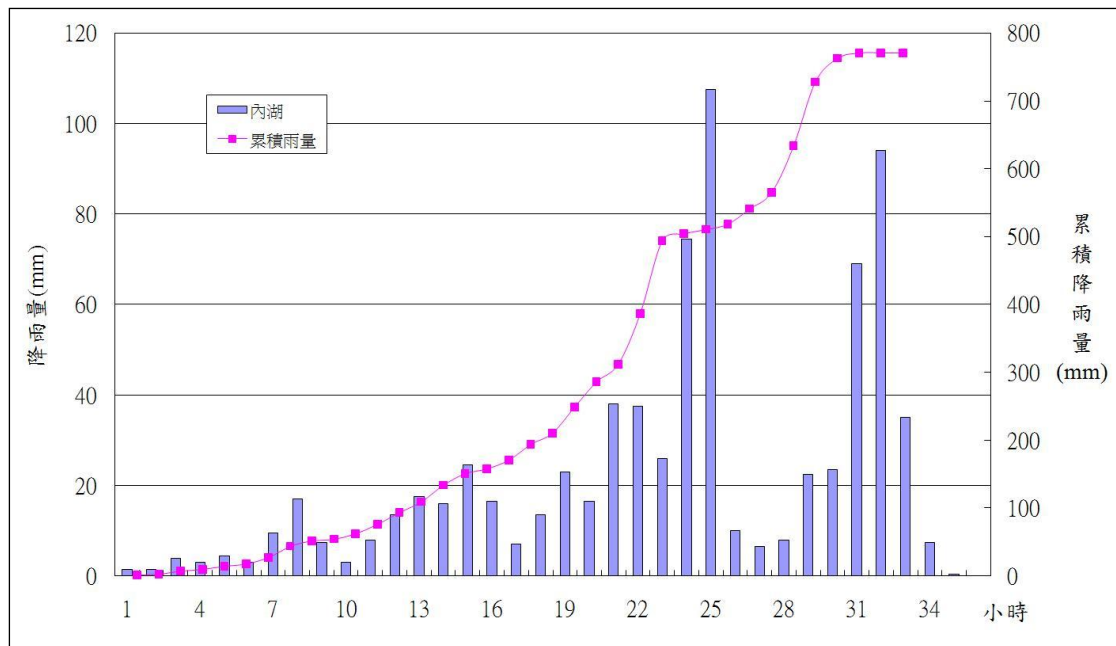


圖 14 內湖雨量站 36 小時降雨組體圖

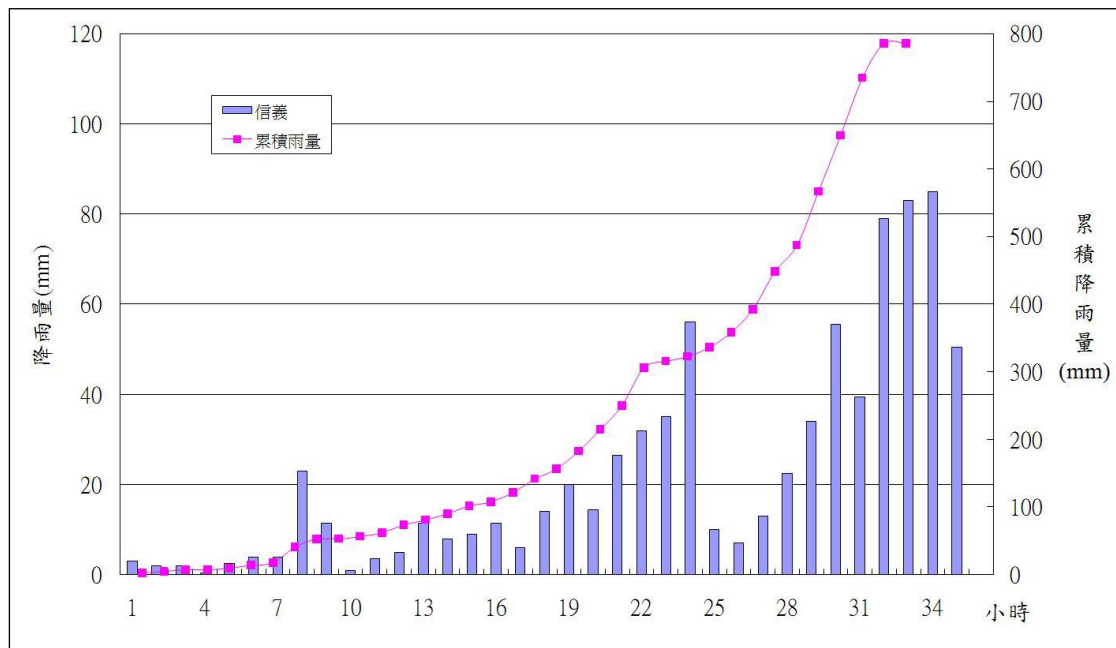


圖 15 信義雨量站 36 小時降雨組體圖

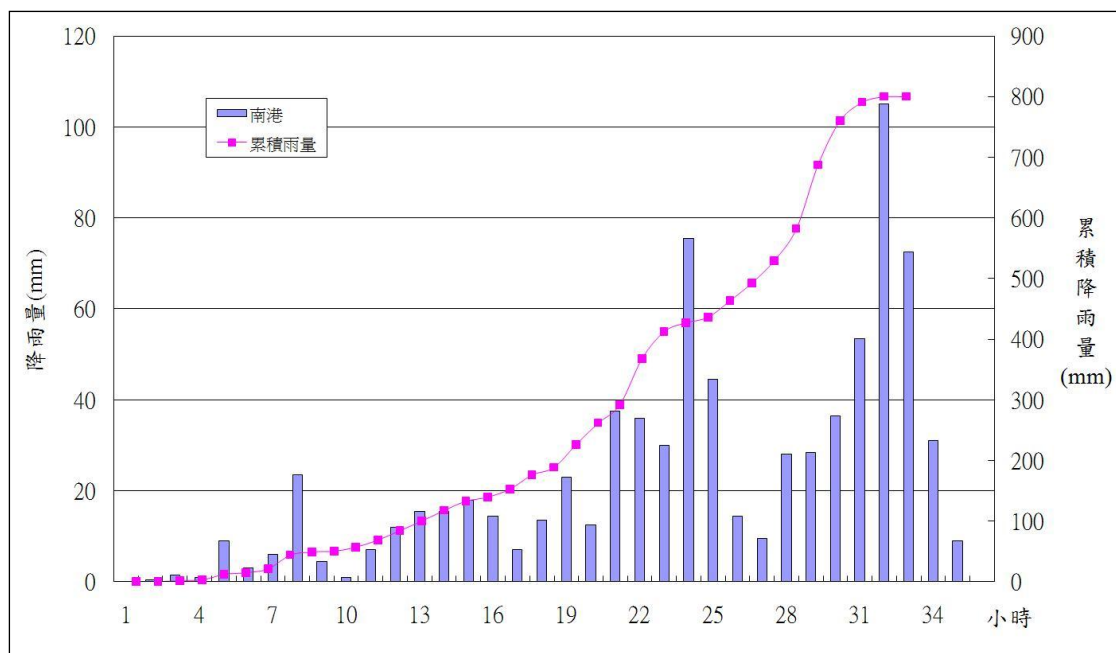


圖 16 南港雨量站 36 小時降雨組體圖

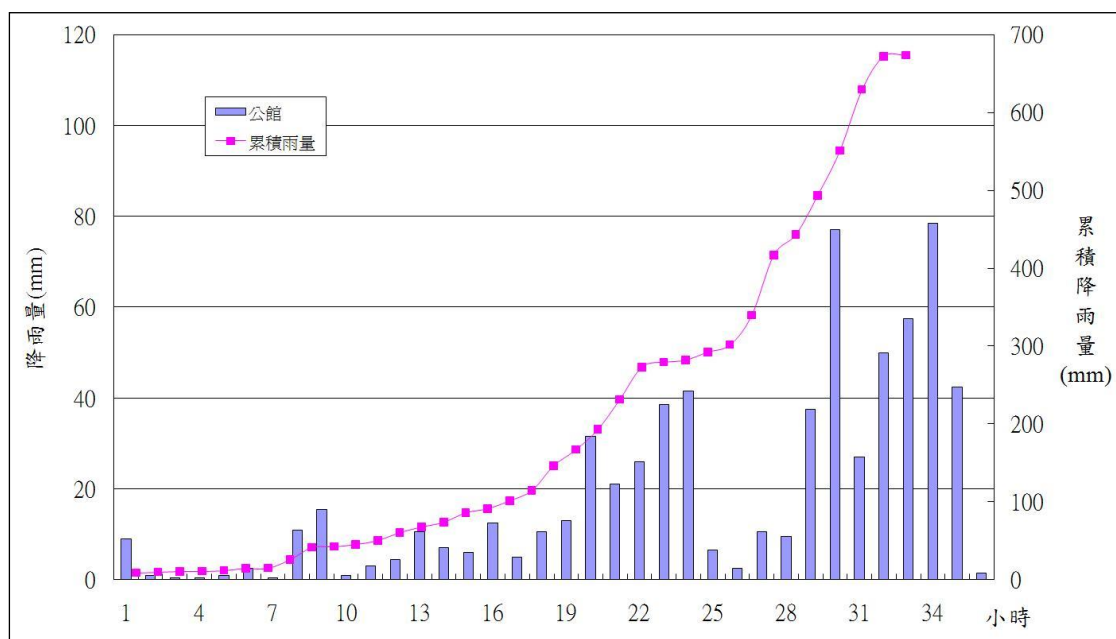


圖 17 公館雨量站 36 小時降雨組體圖

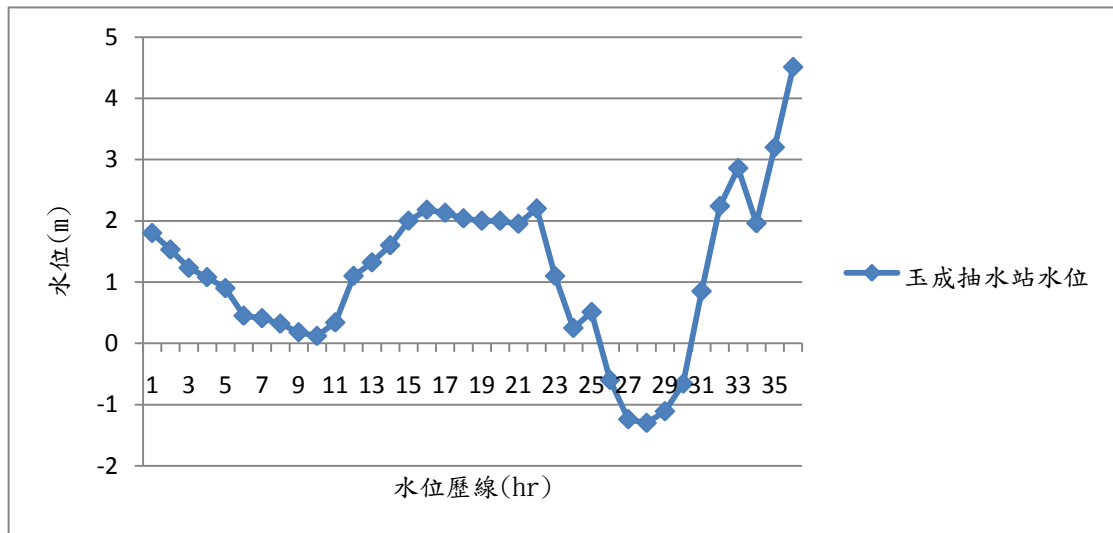


圖 18 納莉颱風玉成抽水站 36 小時實測水位

6.2.2 檢定結果分析

為進行模式檢定，本研究經由國家災害防救科技中心協助，取得淡水河流域於納莉颱風期間之實際淹水調查資料。資料顯示，排除局部區域因人為造成排水阻塞導致淹水之外，多數淹水區域主要受到颱風所挾帶之豐沛雨量影響，使得溪水暴漲以及局部堤防潰決而產生淹水情形。經由地理資訊系統完成淹水地點空間定位之後，繪製成圖 19 之納莉颱風實際調查淹水範圍。如圖所示，紫色淹水區塊為台北市中山、松山、大安、信義、南港、內湖等行政區，有較大之淹水範圍，其餘粉紅色部份為台北縣淹水區域。

檢定事件模擬完成後，整理所得各組土地利用型態之淹水面積比較表如表 6 所示。另外，各組地表曼寧糙度值對於三張犁截流溝支出水歷線之影響，亦如圖 20 所示。圖中顯示，若採用較大之曼寧糙度值，將會降低集水區下游之出流量，亦即有較多之雨水滯留在集水區中，因此淹水範圍會較大。而研究區域內土地利用型態最主要為建築、工業及公園綠地，故調整各組糙度值著重於該三種土地利用，以第一組及第五組為例：若將建築用地及工業用地之曼寧糙度值分別調高 43%（由 0.07 調整為 0.1）、30%（由 0.06 調整為 0.08），則其淹水面積約增加 1.5%，而其下游出流量則相對減少。

選取模擬淹水深度超過 0.25 公尺之淹水格網，利用地理資訊系統與納莉實際淹水調查資料進行細部之套疊比較及統計。各組模擬所得之淹水格網，若落在實測淹水範圍內則歸類為符合格網，若落在實測範圍外則歸類為不符合格網；同樣的，各組模擬所得之不淹水格網，若落在實測淹水範圍內則歸類為不符合格網，若落在實測範圍外則歸類為符合格網。與實際調查比較，符合比例愈高，可視為愈趨近實際之淹水情況。各組模擬之淹水格網符合數及其比例，經過統計之後可得表 7 之結果。由表中可以看出，第四組符合實測格網數最多，其符合比例 67.69% 為各組中最高，接著依序為第三組、第一組、第二組及第五組。

將各組之模擬淹水深度超過 0.25 公尺之淹水範圍，與納莉颱風實際調查淹水範圍進行對照比較，如圖 21～圖 26 所示。透過比較可以看出，第一組及第二組淹水結果雖集中於信義區、南港區等地勢低窪處，但與實測資料比較則明顯偏低；第三組淹水結果雖較接近實測資料，但週邊少數零星淹水似乎稍嫌不足；而第四組之糙度值模擬之淹水範圍及淹水趨勢及週邊少數零星淹水情況與實際調查淹水範圍較為一致；至於第五組之糙度值模擬之淹水範圍及淹水趨勢及週邊少數零星淹水情況與實際調查淹水範圍則稍嫌偏多。

由格網統計及套疊對照之檢定結果顯示，可知第四組曼寧糙度係數模擬之淹水情況與實際調查最為一致，故採用第四組參數作為後續模擬之用。

表 6 模擬淹水面積比較表

淹水深度（公尺）	曼寧糙度分組				
	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組	第 5 組
0.25-0.50	57.98	58.19	58.47	59.14	59.78
0.50-1.00	76.65	77.24	77.77	78.57	79.62
1.00-1.50	49.77	50.53	50.97	51.71	52.35
1.50-2.00	9.32	9.52	9.70	9.83	10.21
2.00-2.50	1.89	1.97	2.07	2.12	2.20
2.50-3.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.13
3.00 以上	4.97	4.97	4.99	4.99	4.99
淹水面積合計	201.68	203.55	205.11	207.49	210.28

表 7 淹水格網比較表

組數	符合格網	不符合格網	總淹水格網	符合格網比例
第一組	10341	5931	16272	63.55%
第二組	10281	5991	16272	63.18%
第三組	10824	5448	16272	66.52%
第四組	11014	5258	16272	67.69%
第五組	9990	6282	16272	61.39%

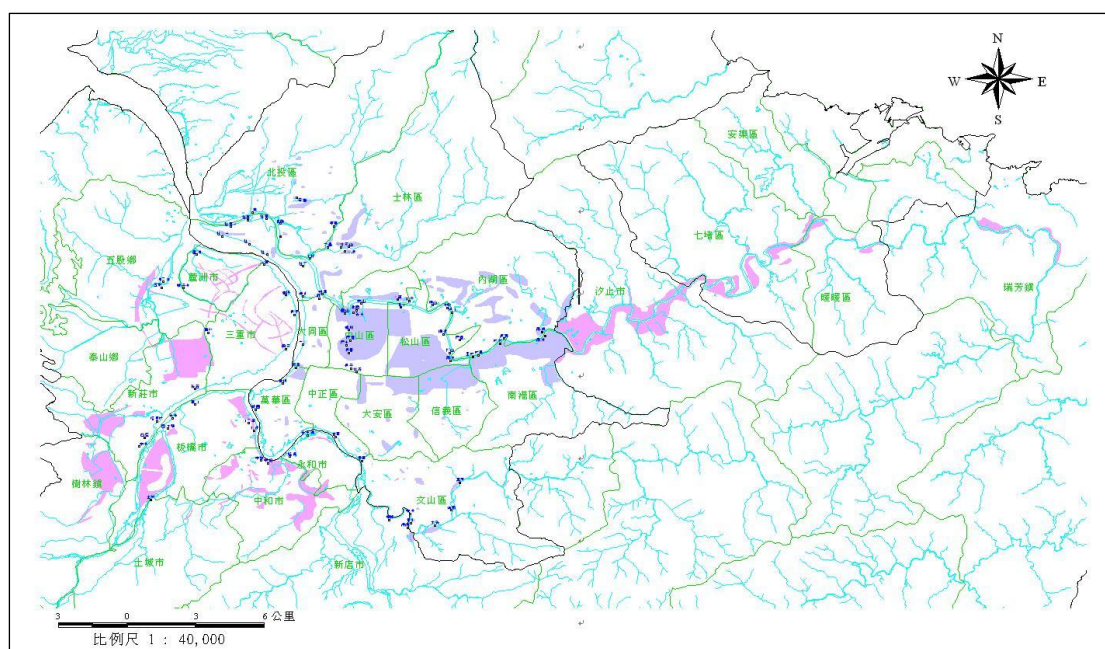


圖 19 納莉颱風淡水河流域實際調查淹水範圍
(摘自納莉颱風災因分析及綜合檢討評估報告)

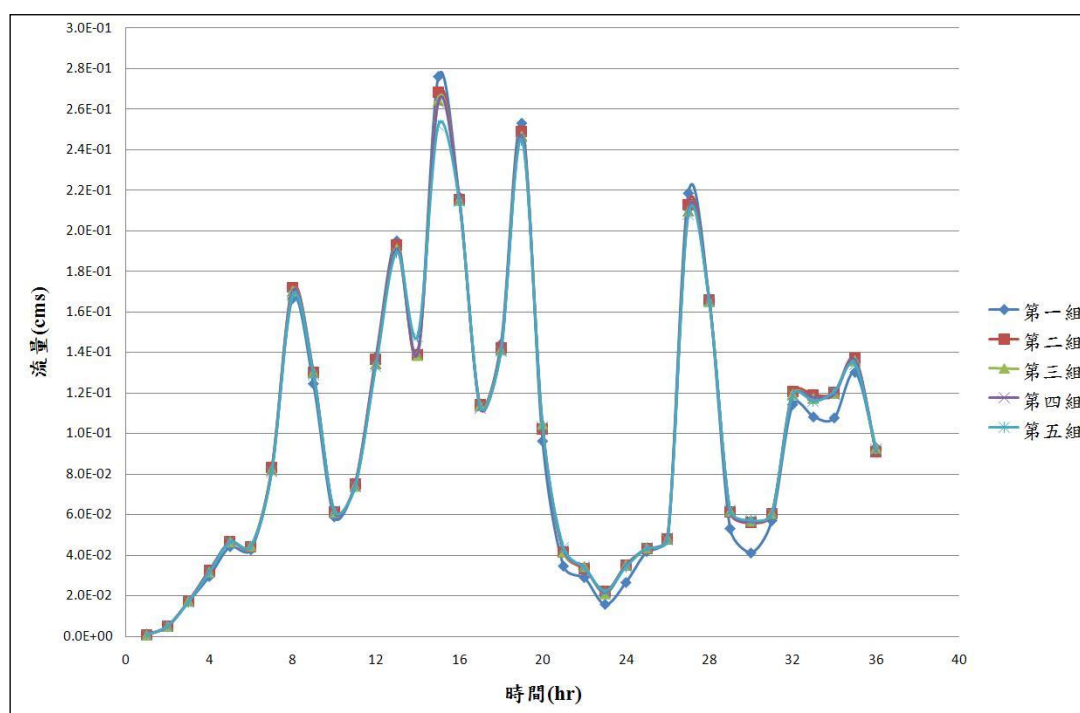


圖 20 三張犁截流溝之出流歷線

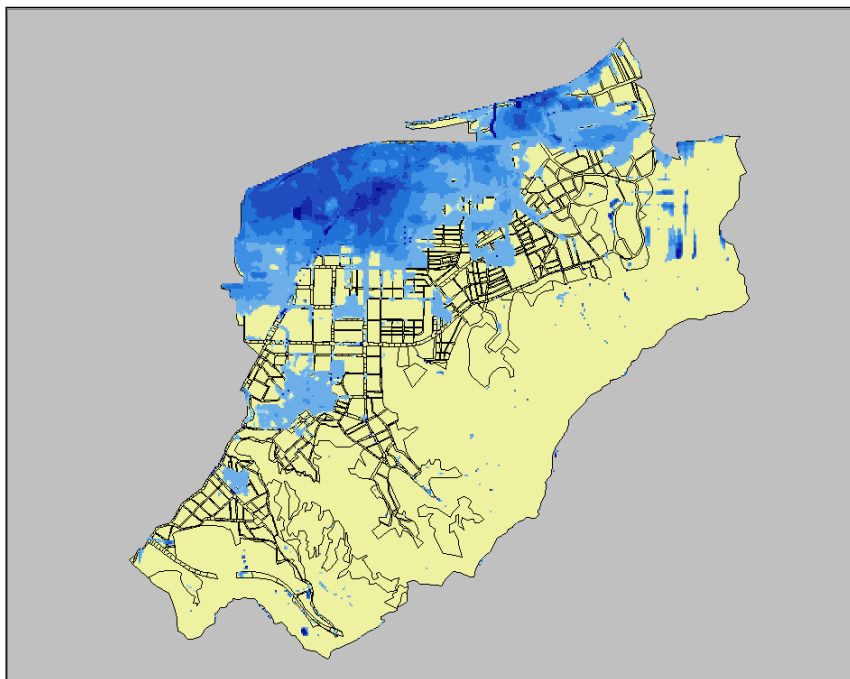


圖 21 第 1 組模擬結果之最大淹水範圍

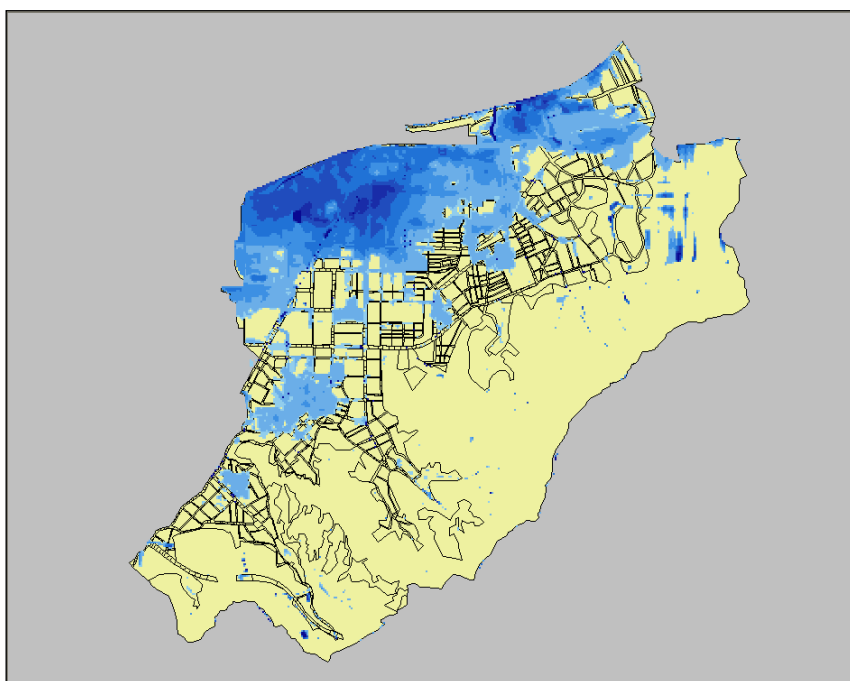


圖 22 第 2 組模擬結果之最大淹水範圍

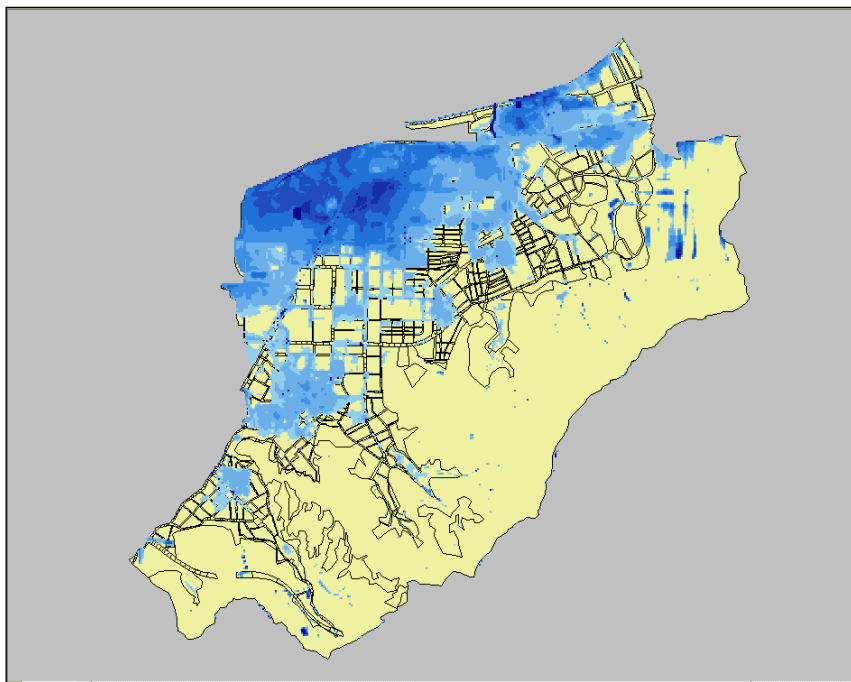


圖 23 第 3 組模擬結果之最大淹水範圍

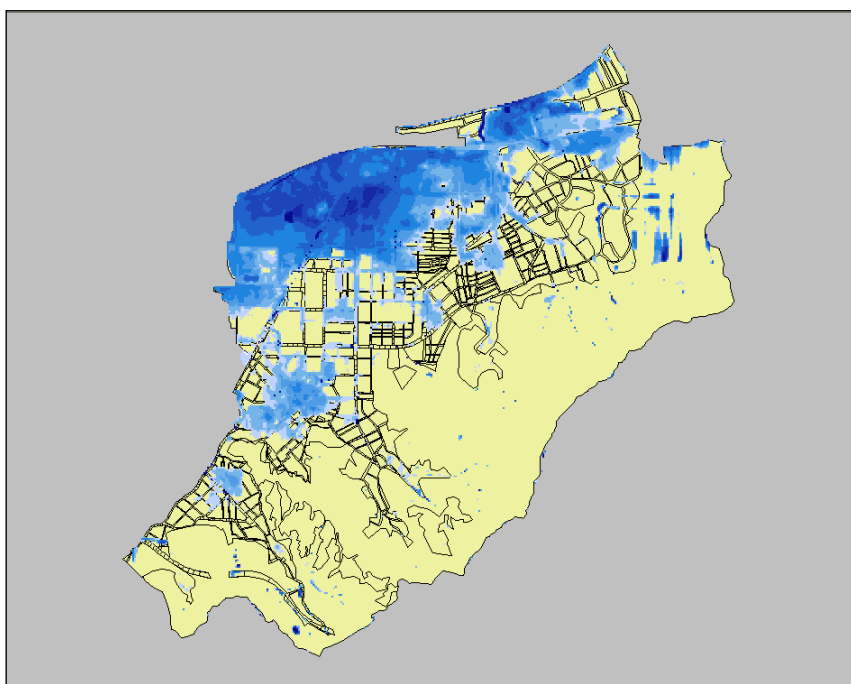


圖 24 第 4 組模擬結果之最大淹水範圍

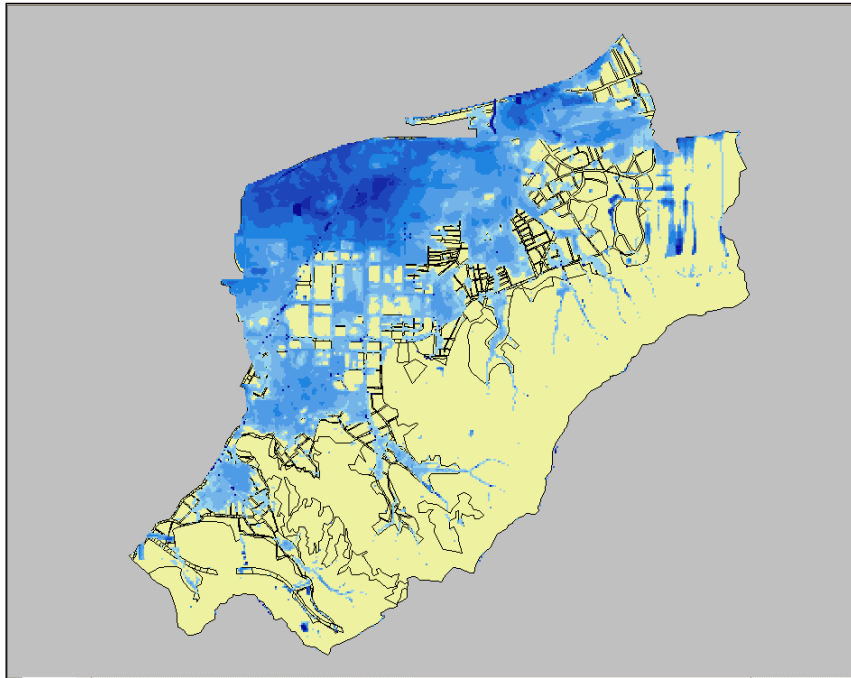


圖 25 第 5 組模擬結果之最大淹水範圍

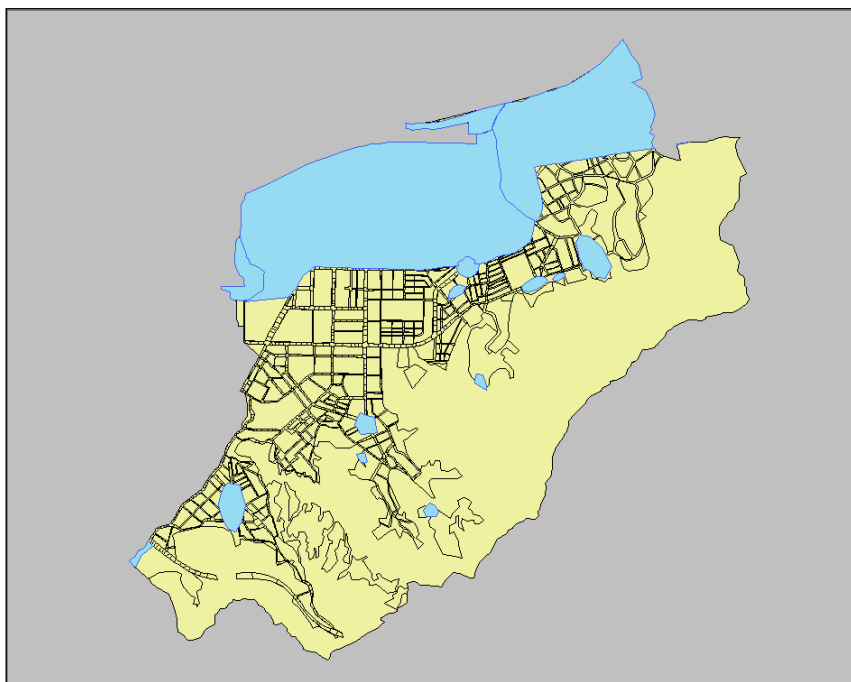


圖 26 納莉颱風實際調查淹水範圍

6.2.3 模式驗證

為進行淹水模式之驗證，以 2007 年 10 月發生之柯羅莎颱風作為驗證事件，並蒐集研究區域附近雨量及水位站之實測紀錄，再以先前檢定所得之參數，代入模擬進行模式之驗證。

柯羅莎颱風 (Krosa)，2007 年於呂宋島東方海面形成，年度編號為 0715，並發佈為強烈颱風。中央氣象局於 4 日 17 時針對柯羅莎颱風發布海上颱風警報，5 日 05 時發布海上陸上颱風警報；柯羅莎颱風中心於，6 日 22 時 30 分左右於頭城及三貂角間登陸，其移動軌跡如圖 27 所示。中央氣象局於 10 月 7 日 20 時解除陸上颱風警報。

蒐集研究區周遭雨量站於颱風期間之實測降雨，並將信義、公館、內湖、南港等雨量站以徐昇氏分配各雨量站面積權重。信義、公館、內湖、南港 24 小時降雨組體圖，如圖 28～圖 31 所示。

下游邊界條件係採用台北市政府工務局水利工程處所管轄之玉成抽水站，於柯羅莎颱風期間（2007 年 10 月 5 日 22 時起 24 小時）之實測水位紀錄，如圖 32 所示，作為下游邊界之水位輸入條件。

將 24 小時降雨歷線及下游邊界條件輸入模式進行淹水模擬，結果如表 8 及圖 33 所示。由圖上及對照 Google Earth 來研判淹水大多集中於永吉路 225 巷、忠孝東路五段以北及虎林街附近區域，由於地勢低窪，因此有較大之淹水範圍及淹水深度；靠近基隆河沿岸因地勢低窪而形成淹水，集水區中央處為信義行政區，因下水道系統建置較完整，有少數零星淹水現象，三張犁截流溝匯流處也同樣因地勢低窪及位處兩排水匯流口而有淹水情形。

整體而言，模擬之淹水範圍與實際災點調查資料比較，除少部份零星淹水區域不合之外，大部分模擬淹水區域均與調查結果相符。至此，完成模式之檢定與驗證。

表 8 柯羅莎颱風淹水面積及淹水深度

淹水深度（公尺）	淹水面積（公頃）
3.00 以上	4.02
2.50-3.00	1.54
2.00-2.50	1.72
1.50-2.00	5.22
1.00-1.50	26.68
0.50-1.00	80.03
0.25-0.50	49.84
淹水面積合計	169.04

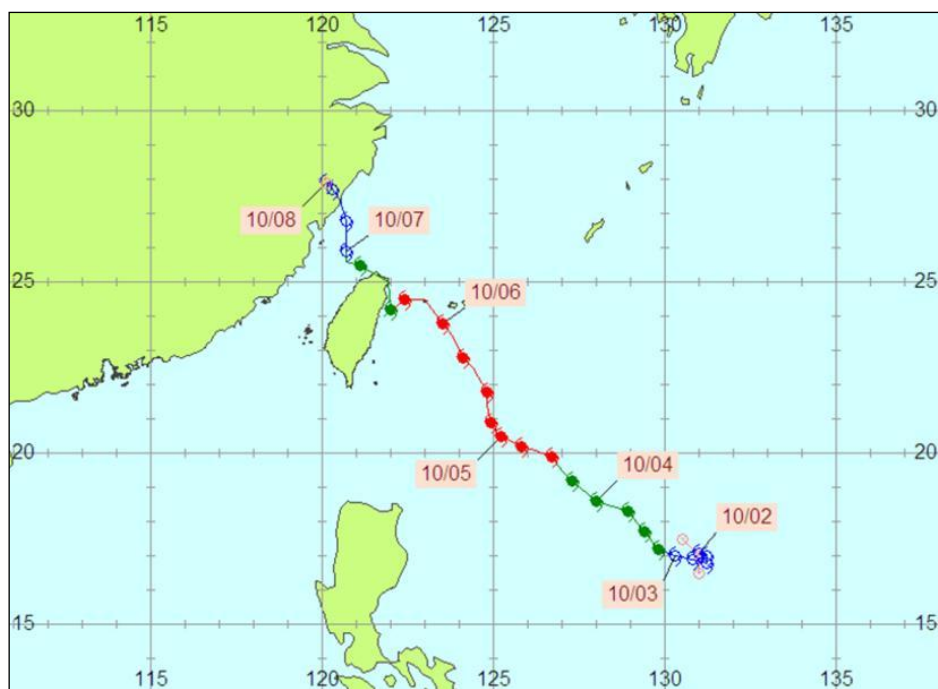


圖 27 柯羅莎 (Krosa) 颱風路徑圖

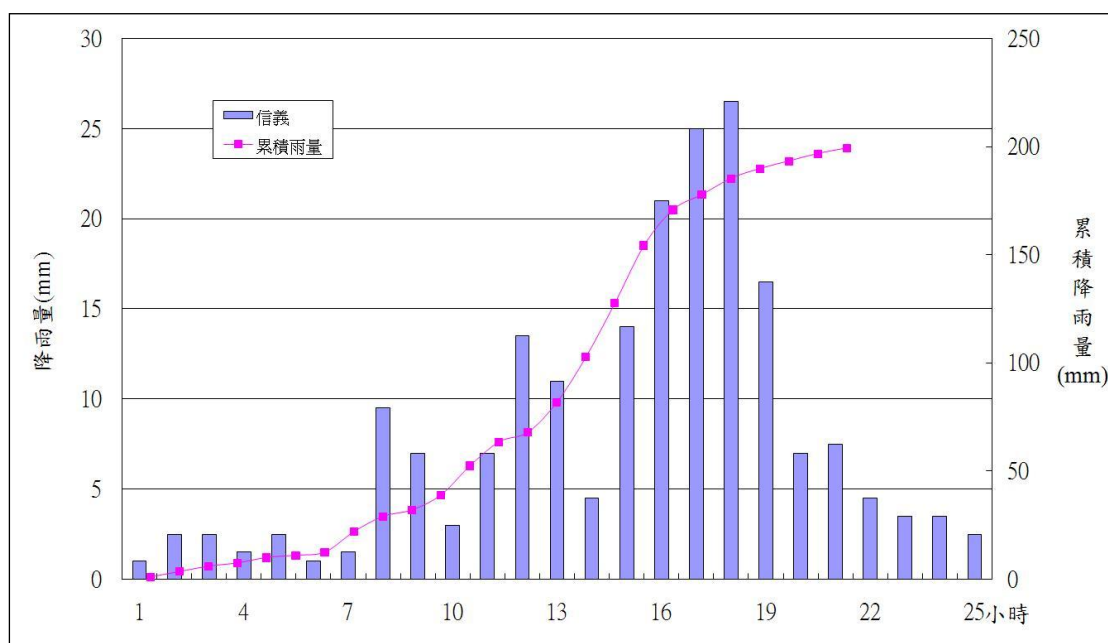


圖 28 信義雨量站 24 小時降雨組體圖

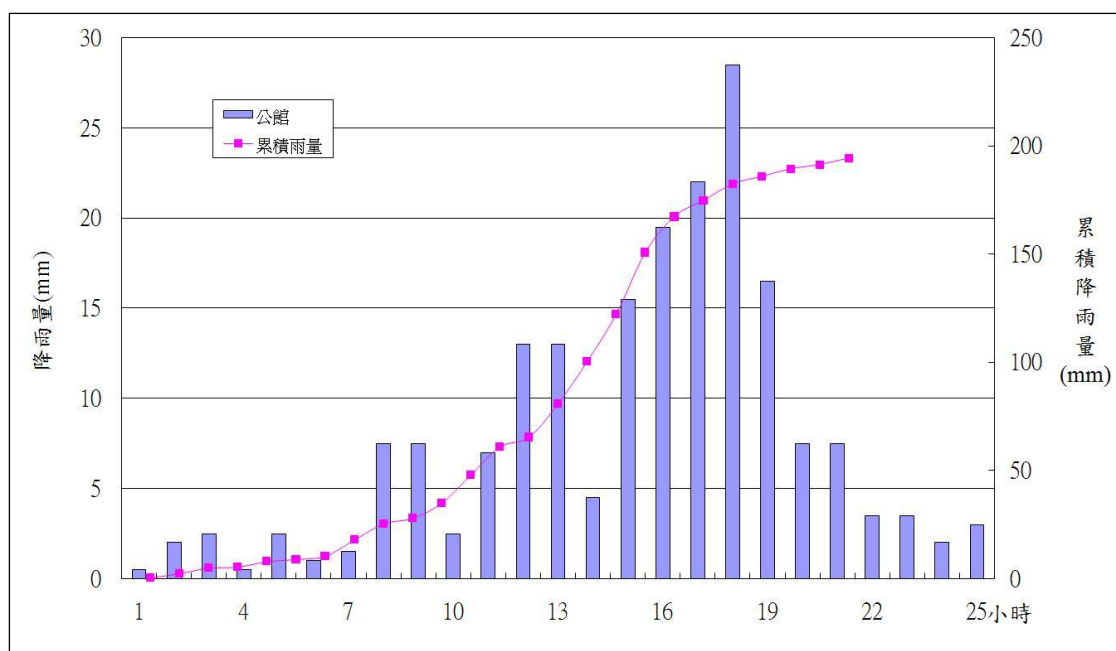


圖 29 公館雨量站 24 小時降雨組體圖

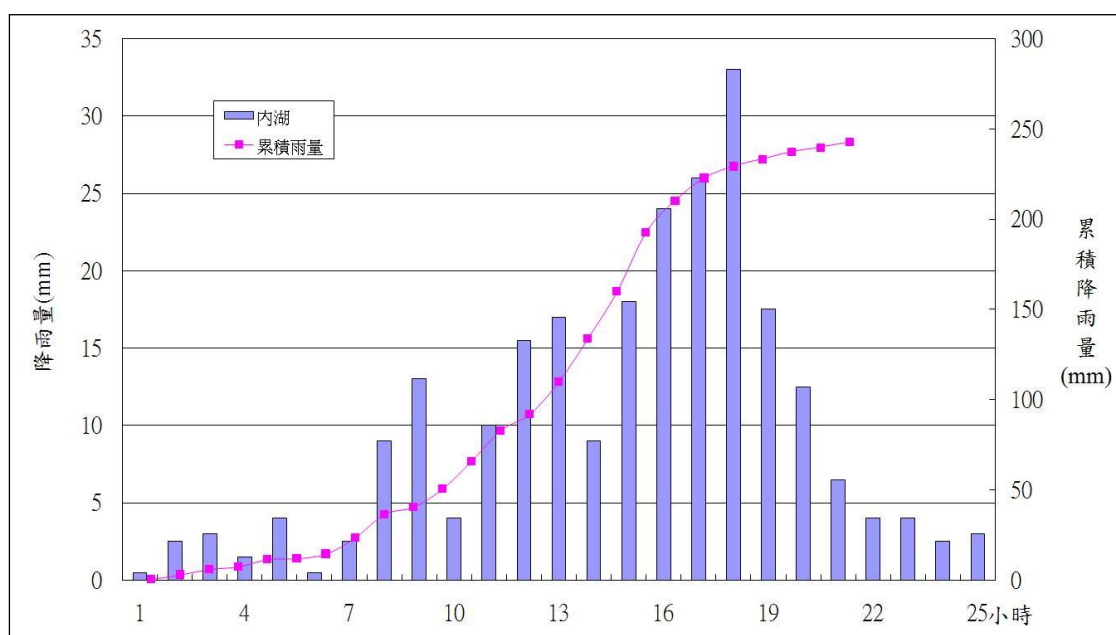


圖 30 內湖雨量站 24 小時降雨組體圖

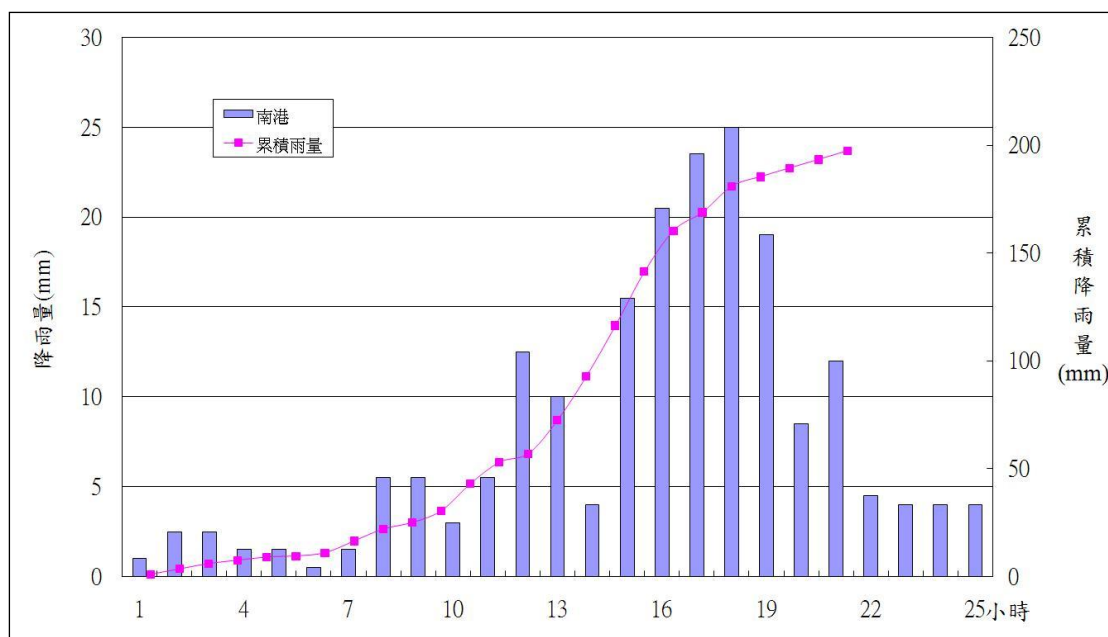


圖 31 南港雨量站 24 小時降雨組體圖

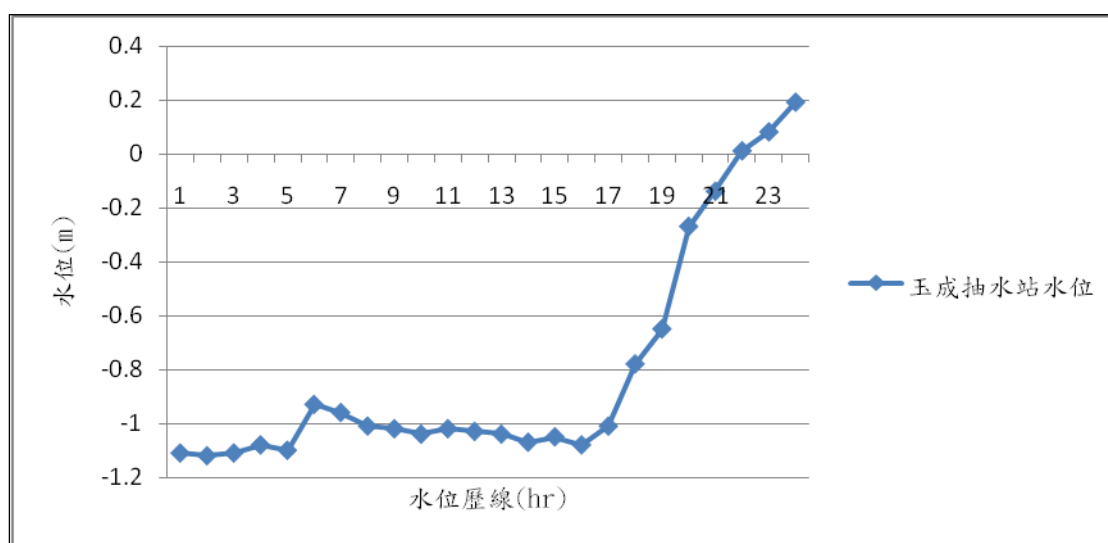


圖 32 柯羅莎颱風玉成抽水站 24 小時實測水位

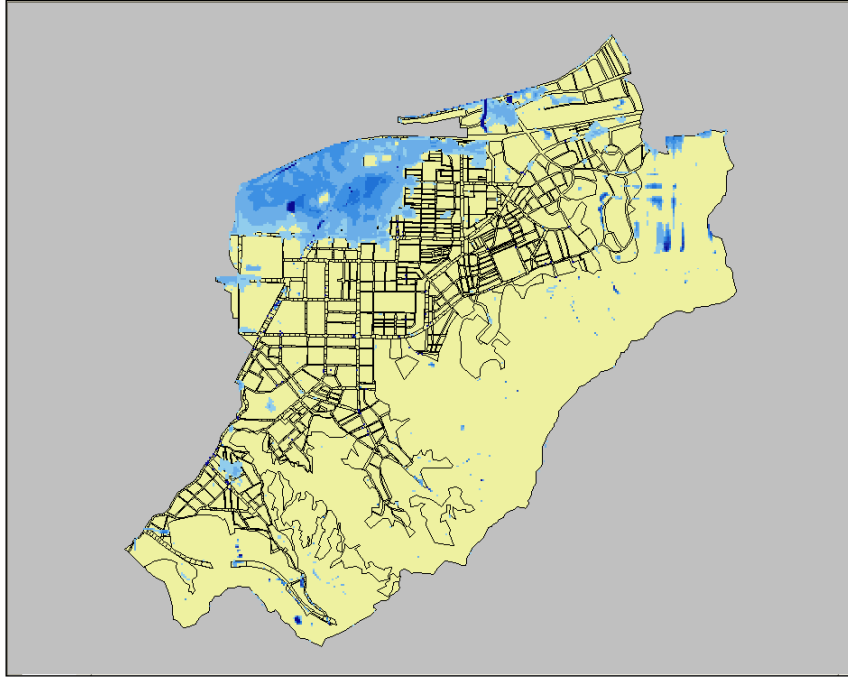


圖 33 柯羅莎颱風淹水模擬範圍

6.3 共同應用對象之現況模擬

完成模式之檢定驗證後，由總計畫訂定出共同應用對象之颱風案例，挑選具代表性（含設計）之颱風或暴雨事件進行淹水模擬，模擬之案例以降雨逕流所造成之都市內水淹水為主，暫不考慮基隆河所造成之溢堤淹水情形，以利於模擬檢驗都市之排水系統、抽水站等是否足夠因應淹水狀況之發生。

6.3.1 模擬案例說明

現況模擬案例部份，擬定以 2008 年 9 月發生之辛樂克颱風作為模擬案例，蒐集整理研究區域附近雨量及水位站之實測紀錄後，再代入先前檢定驗證所得之參數及模擬設定，進行現況模擬。

辛樂克颱風（Sinlaku），2008 年 9 月 8 日於呂宋島東南方海面形成，颱風中心於 14 日 1 時 50 分左右於宜蘭縣蘭陽溪附近登陸。登陸後不久，強度減弱並向南偏移呈現打轉現象後，並於 10 時前掠過台灣東北角進入台灣北部海面；同日下午，滯留不動，16 日 14 時 30 分解除海上颱風警報，其行徑路線圖如圖 34 所示。辛樂克颱風侵襲台灣時間相對較長，各地有多處累積雨量超過 1,000 毫米，宜蘭地區淹水嚴重，台北市也出現將近 600 毫米的雨量。

圖 35～圖 38 為辛樂克颱風侵台期間（97 年 9 月 14 日 7 時起），玉成集水區周遭雨量站之 24 小時降雨組體圖，由此圖可看出降雨集中於 14 日 16 時至 18 時，每小時雨量均超過 20 毫米，而且內湖、公館這兩個雨量站在 20 時雨量均超過 30 毫米。

下游邊界方面，採用玉成抽水站之實測水位紀錄，根據於辛樂克颱風期間（2008 年 9 月 14 日 7 時起 24 小時）之實測水位紀錄如圖 39 所示，作為下游邊界之水位輸入條件。

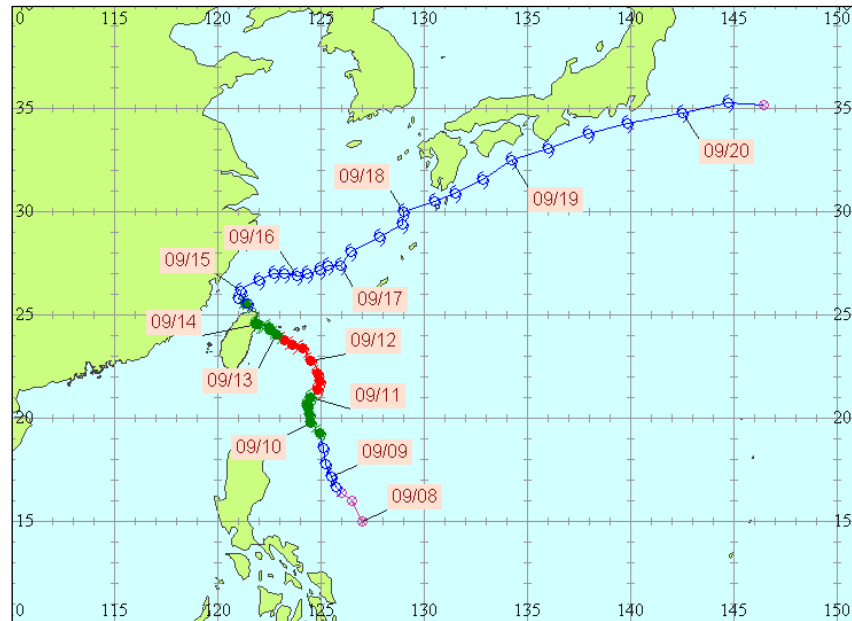


圖 34 辛樂克（Sinlaku）颱風路徑圖

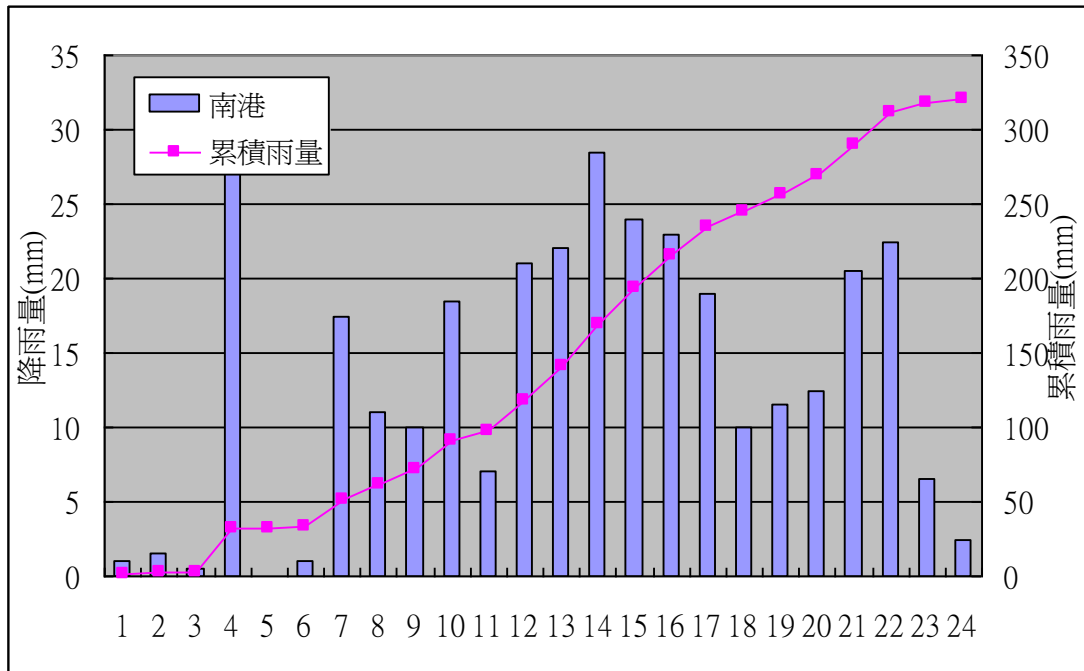


圖 35 南港雨量站 24 小時降雨組體圖

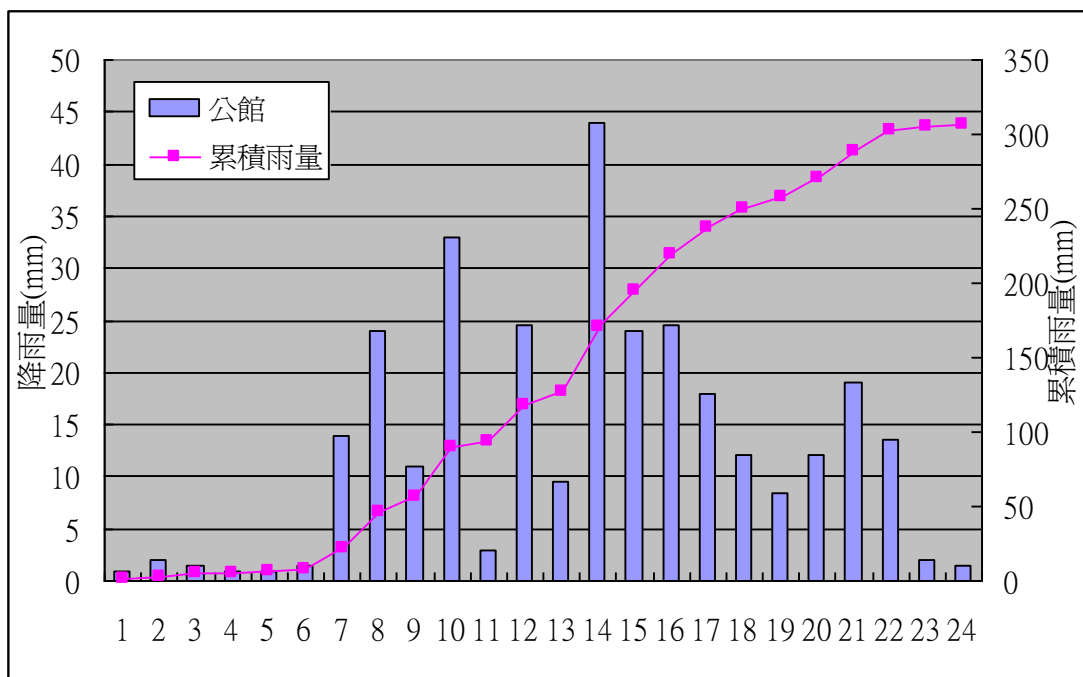


圖 36 公館雨量站 24 小時降雨組體圖

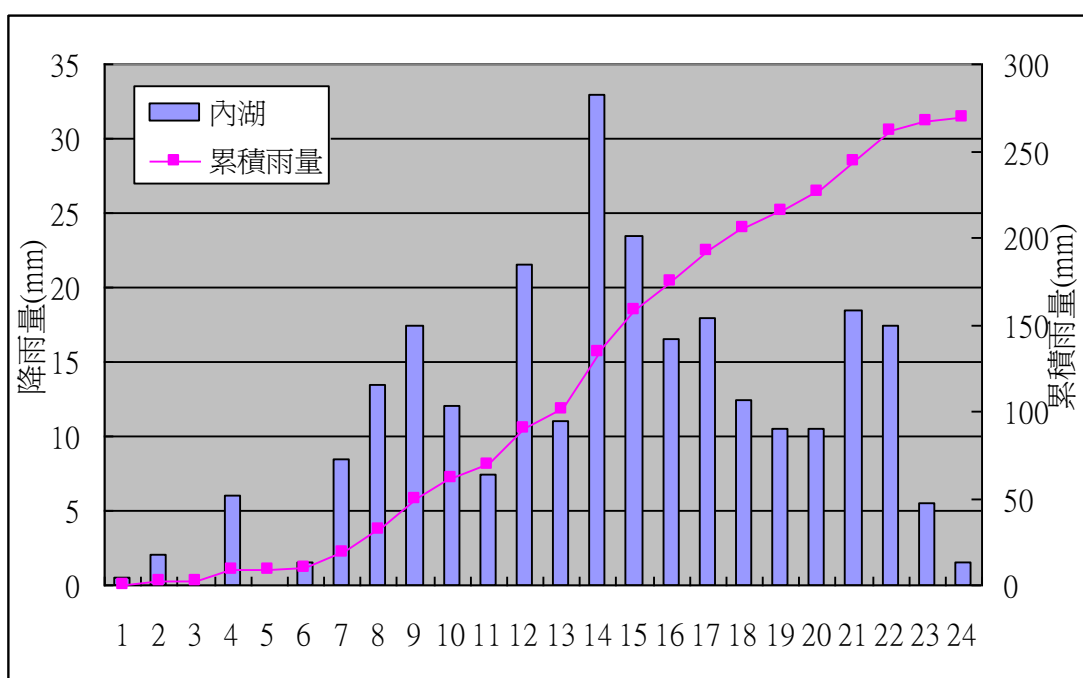


圖 37 內湖雨量站 24 小時降雨組體圖

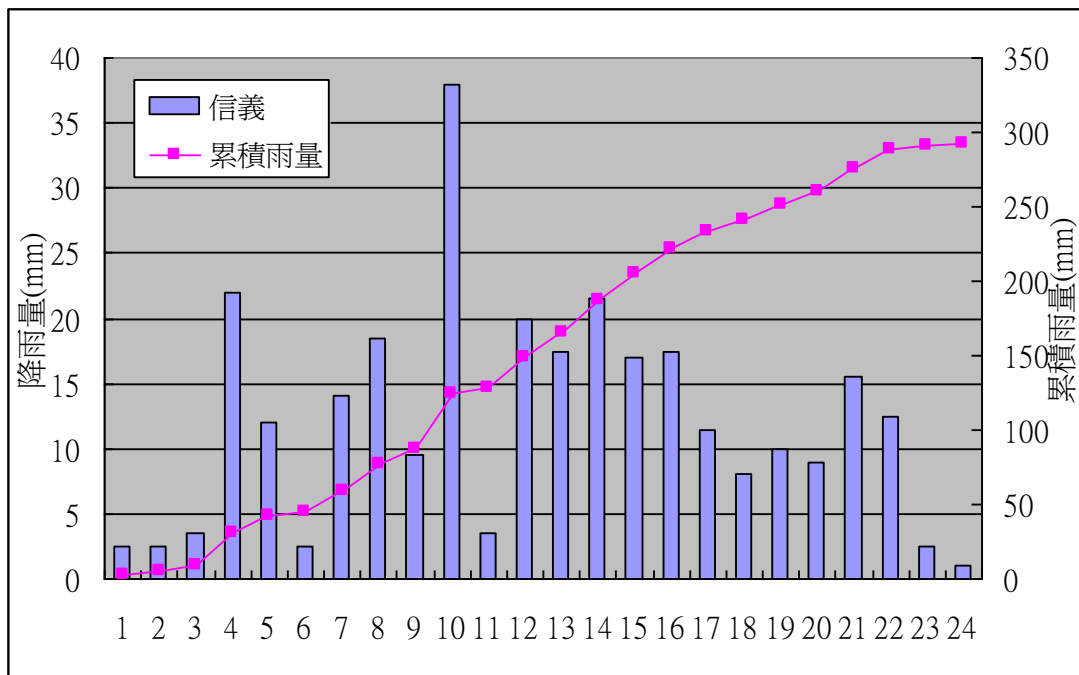


圖 38 信義雨量站 24 小時降雨組體圖

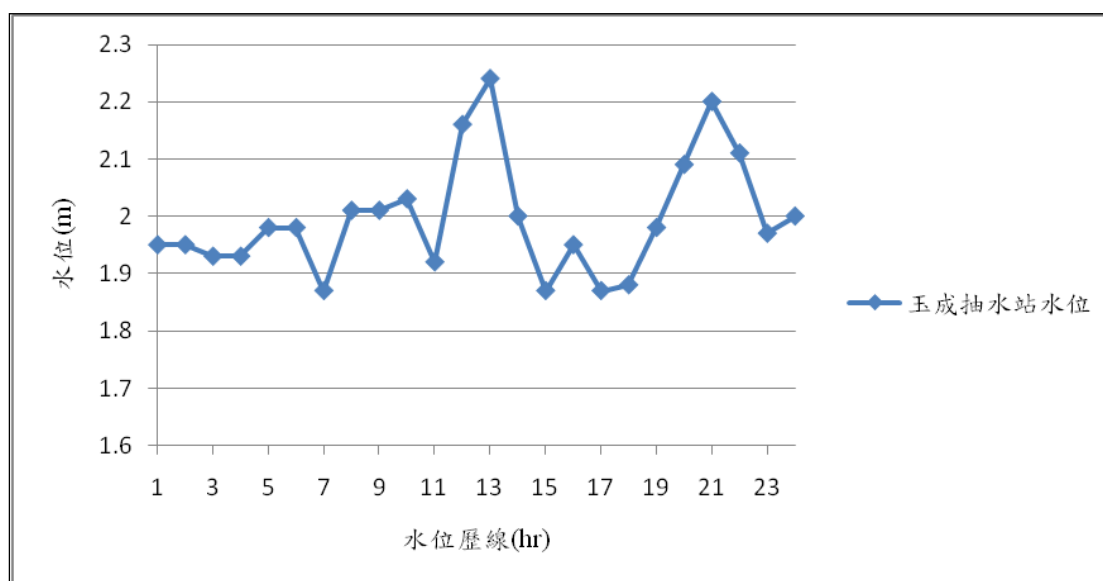


圖 39 辛樂克颱風玉成抽水站 24 小時實測水位

6.3.2 模擬結果分析

辛樂克事件之淹水模擬結果如表 9 及圖 40 所示，由淹水模擬範圍可以看出淹水主要集中於信義區靠近基隆河沿岸低窪地區（五常、六藝、敦厚、雅祥、新仁及雅興里），忠孝東路七段鄰近地區也同樣因地勢低窪而有淹水情形產生。其餘如松仁路、松德路等地區，只有範圍不大之零星淹水，且大多集中於排水路兩側。另外，集水區中央處為信義行政區，因人口較為集中，多已開發為住宅及商

業建築用地，區域排水路及建置較完整的下水道系統發揮即時排水功能，故較無淹水情況產生。

表 9 辛樂克颱風淹水面積及淹水深度

淹水深度（公尺）	淹水面積（公頃）
3.00 以上	4.71
2.50-3.00	1.05
2.00-2.50	2.05
1.50-2.00	9.02
1.00-1.50	49.56
0.50-1.00	83.14
0.25-0.50	56.86
淹水面積合計	206.39

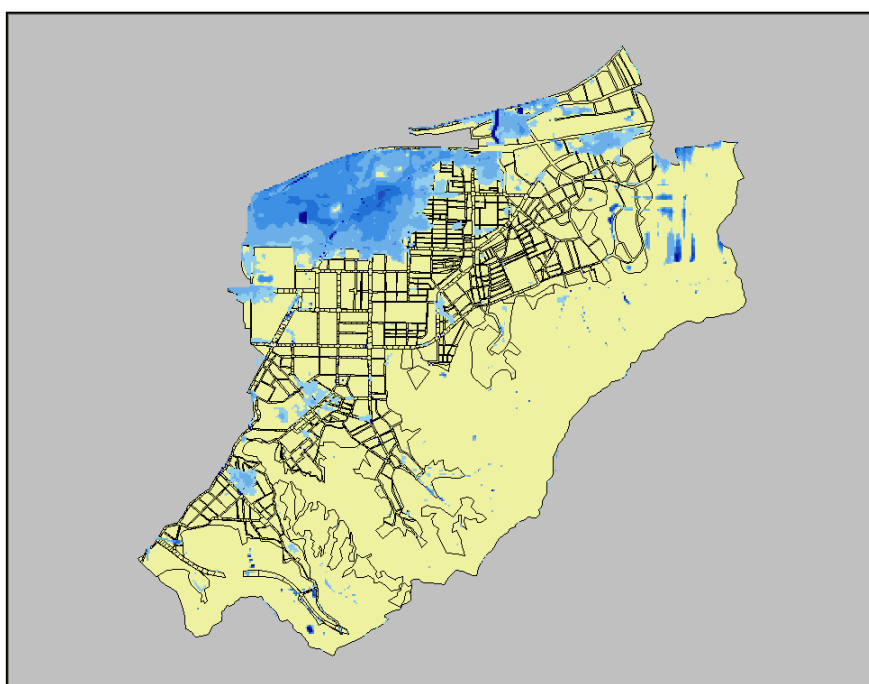


圖 40 辛樂克颱風淹水模擬範圍

6.4 與其他子計畫成果及模組之整合測試

關於各子計畫間協調整合部份，由於都市排水系統之集水區面積不大，通常為大面積降雨之局部地區，若成為大範圍降雨事件之降雨中心，則實際承受之雨量將與面積平均雨量有明顯不同，再加上集水區面積小、集流時間短，因而影響

排水系統之設計預期功能，而造成面積平均雨量低於設計標準，但局部豪雨太大而渲洩不及情事，因此需要研究暴雨中心與面積平均雨量之關係，以掌握降雨-逕流機制。

淹水之區域與範圍與排水系統功能有關，排水系統所需處理之水量則是來自降雨形成之地表逕流，經由街道、道路邊溝及邊溝進水口流入雨水下水道，再進一步輸送至水門或是抽水站而排出。因此都市地區之淹水現象模擬，需整合降雨-逕流演算、街道路網水流模式、雨水下水道網路模式等模式進行演算。

本子計畫「都市地區淹水模式之評估與應用研究」，所負責之主要工作為淹水模式之學理研析，並進行應用研究示範區之降雨-逕流淹水演算，進一步提供街道流量與淹水改善效果。而關於各子計畫間協調整合之機制與成果交流，將於下分別進行說明。

6.4.1 與子計畫一之整合測試

子計畫一「都市地區淹水模式之評估與應用研究」，負責都市地區暴雨空間分佈之研究，旨在分析應用研究示範區之降雨分佈資訊，以提供淹水模式之降雨條件。具體來說，子計畫一之研究成果包含地區暴雨空間分佈、降雨分佈資訊、雨胞函數、雨胞推估值等，將可作為本子計畫於不同暴雨空間分佈下之降雨輸入條件，而模擬所得之淹水範圍、深度與漫地流情形等結果，再提供給其他子計畫進行整合。

本研究利用子計畫一研究成果所得之雨胞推估值，進行不同降雨輸入條件下之淹水模擬。於共同應用對象之現況模擬中，本研究以 2008 年之辛樂克颱風事件作為模擬案例；而子計畫一利用暴雨空間分佈模式演算所得之研究結果，在此將作為本計畫之降雨輸入條件。運用先前模擬辛樂克颱風事件之相同設定及水位邊界條件，代入子計畫一提供之橢圓雨胞推估值作為降雨輸入，進行淹水模擬。辛樂克颱風侵台期間，各雨量站之橢圓雨胞推估值如圖 41～圖 44 所示。

運用雨胞推估值作為辛樂克事件降雨輸入之淹水模擬結果如表 10 及圖 45 所示，由淹水模擬範圍可以看出，淹水同樣集中於信義區靠近基隆河沿岸及忠孝東路七段鄰近之低窪地區，但淹水範圍及淹水深度都有增加之情形。原先未淹水之周圍地段，也開始有淹水情形產生；原先如松仁路、松德路等零星淹水地區，其淹水範圍也有擴大之情形。

表 10 辛樂克颱風淹水面積及淹水深度

淹水深度（公尺）	淹水面積（公頃）
3.00 以上	4.8
2.50-3.00	1.14
2.00-2.50	3.46
1.50-2.00	11.32
1.00-1.50	51.12
0.50-1.00	86.69
0.25-0.50	58.76
淹水面積合計	217.29

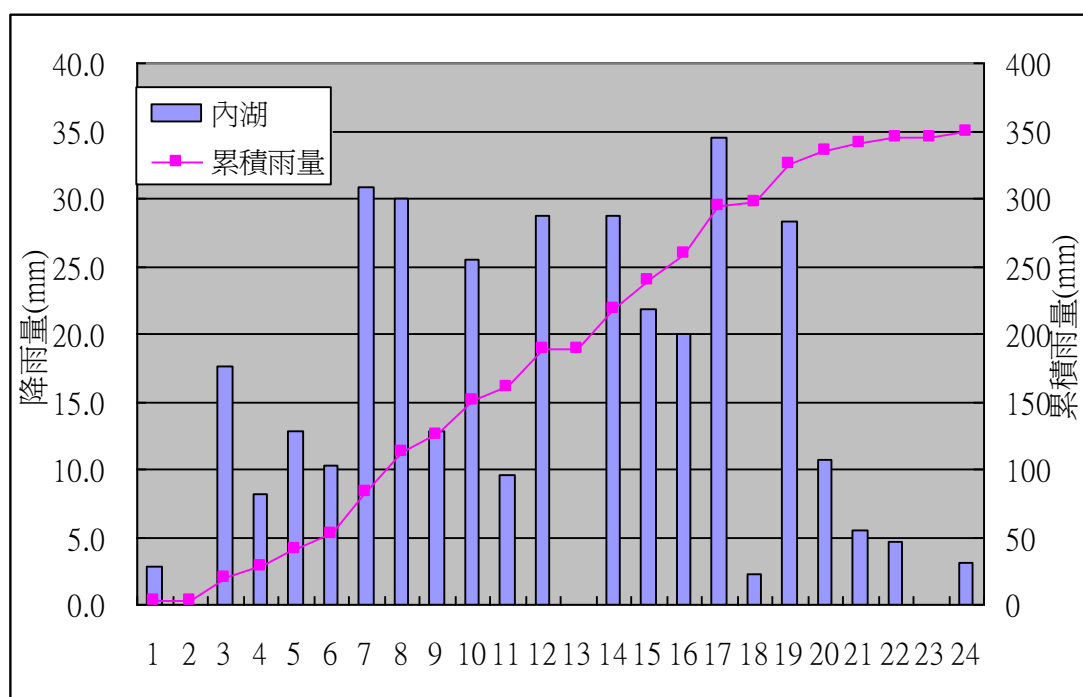


圖 41 內湖雨量站 24 小時雨胞推估值

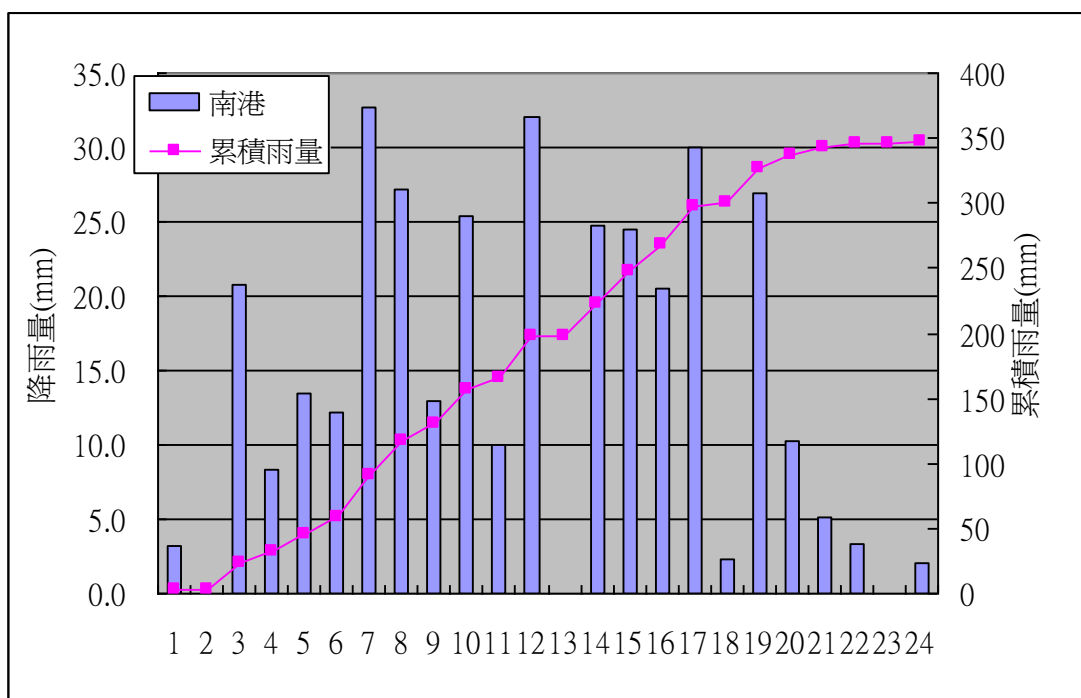


圖 42 南港雨量站 24 小時雨胞推估值

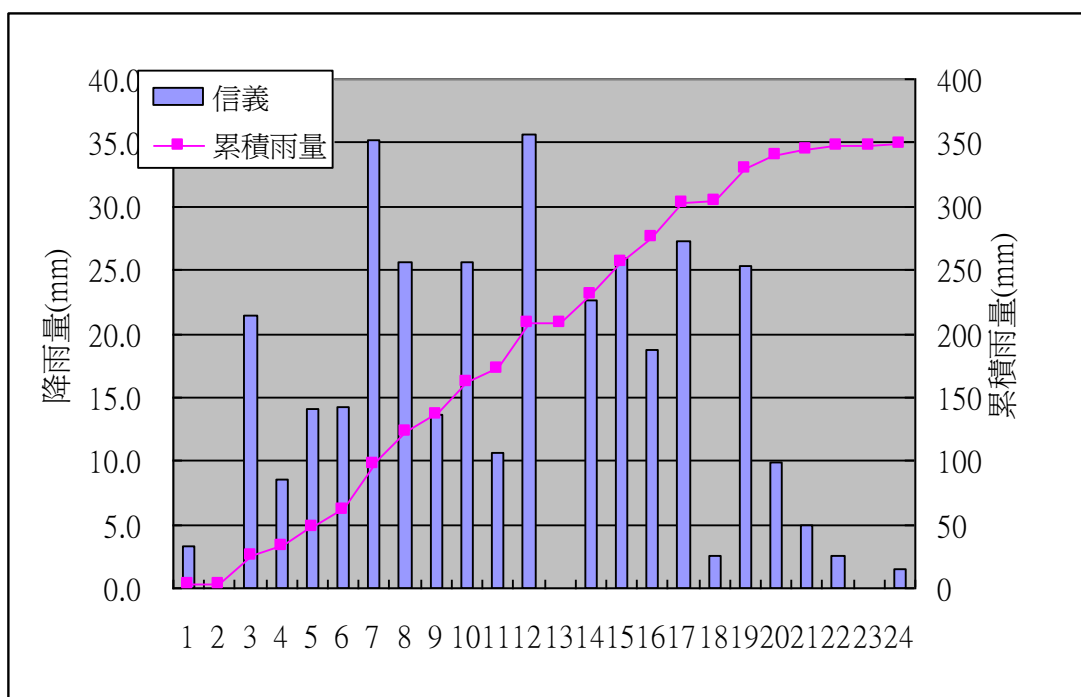


圖 43 信義雨量站 24 小時雨胞推估值

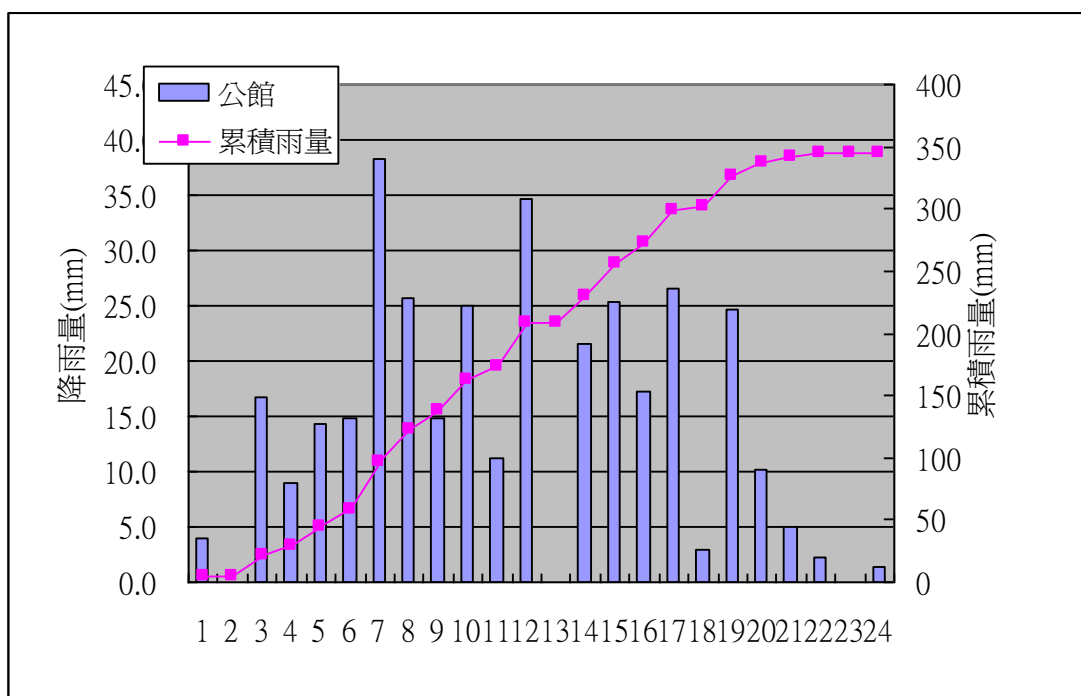


圖 44 公館雨量站 24 小時雨胞推估值

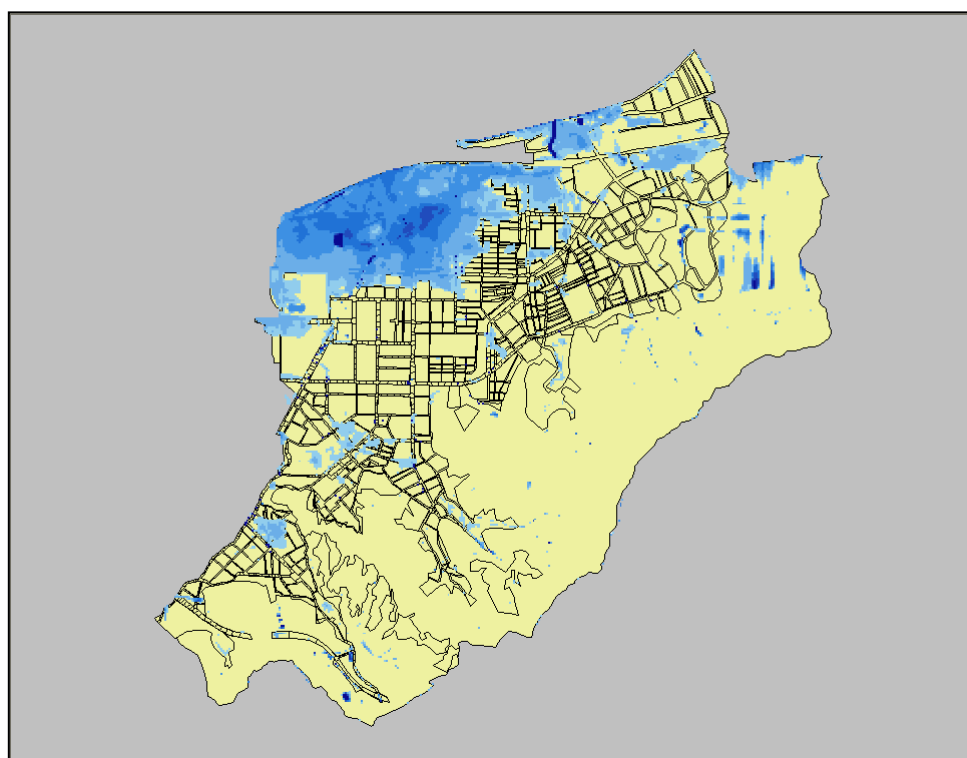


圖 45 辛樂克颱風淹水模擬範圍

6.4.2 與總計畫（含子計畫三）之成果交流

總計畫「都市地區淹水改善措施之效益評估研究」，收集彙整共同研究示範區相關資料，並整合各子計畫之研究成果，研提淹水改善措施。而其中包含之子計畫三，亦負責執行示範區街道路網水流對淹水現象之影響研究，以瞭解街道邊溝進水口及人孔與雨水下水道之水流交換條件及輸水能力，提供雨水下水道與街道及抽水站間之流量資訊。

本子計畫將提供其不同控制點模擬結果之流量歷線，當作其街道流邊界條件使用，如位於中坡北路排水幹線出流口之三張犁截流溝，納莉颱風事件模擬結果之出流歷線如圖 20 所示；或設置觀測點於模式街道上，提供模擬之地表淹水水深及流速，可作為其街道路網模式之輸入條件；或如圖 46 所示，其為納莉颱風事件中，中坡北路上其中一人孔之水位歷線，可作為街道水流與下水道水流交換模式之參考資料。後續將繼續進行共同應用對象之現況模擬，提供更多淹水模擬演算結果，作為街道路網與雨水下水道模式之輸入參考。

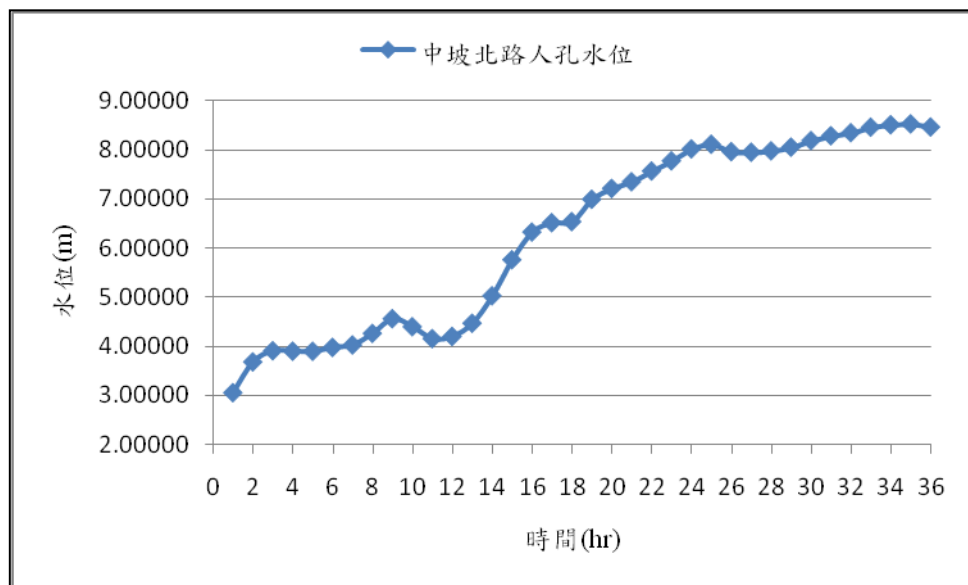


圖 46 納莉颱風 36 小時人孔水位

七、結論與建議

7.1 結論

1. 第一年度評估選定之應用模式 SOBEK 模式，在經過模式測試以及兩場颱風事件之參數檢定驗證後，模擬演算結果與實際調查情形相符，證明其於實際案例應用上之可行性，往後所得結果可供相關洪災模擬與避難規劃參考。
2. 經 SOBEK 模式進行應用案例模擬後，分析結果可發現部份低窪地區(五常、六藝、敦厚、雅祥、新仁及雅興里等)，在不同場次之颱風事件模擬下，皆有大範圍之淹水情形產生，此部份於往後第三年之淹水改善方案之研擬與效益評估中應多加注意。

7.2 建議

1. 往後模擬可配合都市計畫，建立都市計畫更新後之土地利用狀態，以符合應用研究區之現況；此外可單就欲探討之更細部區域格網，使用更高解析度之數值地形模型，以提高相關洪災模擬與避難規劃參考之可信度。
2. 往後可考慮玉成抽水站與擴建站之抽水機組於不同聯合運轉方案下，其排水效益及其對集水區淹水範圍及深度之改善情形。

參考文獻

1. Aknbi, A. A. and Katopodes, N. D. (1988). "Model for flood propagation on initially dry land." *Journal of Hydraulic Engineering*, 114, 689-705.
2. Balloffet, A. and Scheffler, M. L. (1982). "Numerical analysis of the Teton Dam failure flood." *Journal of Hydraulic Research*, 20, 317-428.
3. Cunge, J. A., Holly, F. M., and Verwey, A. (1980). "Practical Aspects of Computational River Hydraulics." Pitman Publishing Ltd., London.
4. Nguyen, D. K. and Shi, Y. E. (2006). "2D shallow-water model using unstructured finite-volumes methods." *Journal of Hydraulic Engineering*, 132(3), 258-269.
5. Dutta, D., Alam, J., Umeda, K., Hayashi, M., and Hironaka, S. (2007). "A two-dimensional hydrodynamic model for flood inundation simulation: A case study in the lower Mekong River basin", *Hydrological Processes*, 21 (9), 1223-1237.
6. Ferrante, M., Napolitano, F., and Ubertini, L. (2000). "Optimization of transportation networks during urban flooding." *Journal of the American Water Resources Association*, 36 (5), 1115-1120.
7. Frank, E., Ostan, A., Caccato, M. & Stelling, G.S. (2001). "Use of an integrated one dimensional-two dimensional hydraulic modeling approach for flood hazard and risk mapping River Basin Management." eds R.A. Falconer & W.R. Blain, WIT Press, Southampton, UK, 99-108.
8. Garcia, R. and Kahawata, R. A. (1986). "Numerical solution of the St. Venant equations with the MacCormack finite-difference scheme." *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 6, 259-274.
9. Gouldby, B., Sayers, P., Mulet-Marti, J., Hassan, M. A. A. M., and Benwell, D. (2008). "a methodology for regional-scale flood risk assessment. " *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management*, 161(3), 169-182.

10. Gustafsson, B. (1971). "An alternating direction implicit method for solving the shallow water equations." *Journal of the Computational Physics*, 7, 239-254.
11. Hall, J. W. and Tarantola, S. (2005). "Distributed sensitivity analysis of flood inundation model calibration." *Journal of Hydraulic Engineering*, 131, 117-126.
12. Inoue, K., Iwasa, Y., and Matsuo, N. (1987). "Numerical analysis of two dimensional free surface flow by means of finite difference method and its application to practical problems." *Proceedings of ROC-Japan Joint Seminar on Water Resources Engineering*, Taipei.
13. Iwata, M., Fujiwara, N., Morikawa, H. and Yoo, A. (2001). "Flood Simulation of Highly Urbanized Areas in Japan Using MOUSE." *Proceeding of DHI Software*, DHI Software.
14. Ole, M. and Sutat, W. (2004). "Potential and limitation of 1D modeling of urban flooding." *Journal of Hydrology*, 299, 284-299.
15. Kuiry, S. N., Sen, D., and Bates, P. D. (2010). "Coupled 1D-quasi-2D flood inundation model with unstructured grids." *Journal of Hydraulic Engineering*, 136(8), 493-506.
16. Sanders, B. F. (2007). "Evaluation of on-line DEMs for flood inundation modeling." *Advance in Water Resources*, 30(8), 1831-1843.
17. Vongvisessomjai, S., Tingsanchali, T., and Chaiwat, C. (1985). "Bangkok flood plain model." 21st IAHR Congress, Melbourne, Australia, 433-488.
18. Wilson, M.D. (2005). "The use of elevation data in flood inundation modelling: a comparison of ERS interferometric SAR and combined contour and differential GPS data." *Intl. J. River Basin Management* Vol. 3, 1 3–20.
19. Xanthopoulos, T. and Koutitas, C. (1976). "Numerical simulation of two-dimensional flood wave propagation due to dam failure." *Journal of Hydraulic Research*, 14, 321-331.

20. 許銘熙、鄭克聲、易任、林國峰(1993),「台灣地區降雨與延時特性分析」,國立台灣大學水工試驗所研究報告,第156號。
21. 許銘熙、黃宏斌(1993),「台灣地區雨量強度-延時-頻率關係之研究(二)」,交通部氣象局專題研究報告,國立台灣大學水工試驗所研究報告,第164號。
22. 楊昌儒、蔡長泰(1995),「數值高程模型解析度對嘉義沿海地區淹水模式影響之研究—以賀伯颱風為例」,台灣水利,46(1)。
23. 楊昌儒、林廷郎、蔡長泰、游保杉、顏沛華(1995),「地理資訊系統在城鎮淹水模擬上之應用」,台灣水利,43(1),41-55。
24. 許銘熙、鄧慰先(1997),「八掌溪北岸淹水預報模式之研究(三)」,行政院國家科學委員會研究計畫報告。
25. 盧重任(1998),「台北縣板橋地區洪水及淹水演算」,國立台灣大學農業工程研究所碩士論文。
26. 蔡長泰(1999),「市區排水與淹水模式之研究(二)」,行政院國科會專題報告。
27. 許銘熙、張倉榮、鄧慰先、陳宣宏、林洙宏、傅金城(1999),「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(二)」,行政院國家科學委員會研究計畫報告。
28. 許銘熙、李明旭、連宛渝(2001),「視窗化二維淹水模式之發展與應用」,第十二屆水利工程研討會。
29. 張倉榮(2001),「基隆河流域整治段颱風災害淹水境況模擬(二)」,行政院國家科學委員會研究計畫報告。
30. 賴進松、郭振泰、張向寬(2001),「市區雨水下水道水理模擬與易積水處改善方案之研究」,行政院國家科學委員會研究計畫報告。
31. 陳欣怡(2001),「台南科學工業園區暴雨排水之動態模擬」,國立台灣大學農業工程研究所碩士論文。

32. 許銘熙、張倉榮、鄧慰先、謝龍生、黃成甲、葉森海(2005),「臺北縣市淹水潛勢資料」,行政院國家科學委員會研究計畫報告。
33. 陳宣宏(2002),「漫地流與雨水下水道水流之交互動態模擬」,國立臺灣大學博士論文。
34. 陳志鴻(2005),「應用淹水模式評估都市區雨水下水道之效能」,國立臺灣大學碩士論文。
35. 謝建宏(2005),「二維淹水模式應用於宜蘭縣嚴重感潮低地三個排水系統排洪最佳抽水量擇定之研究」,國立中興大學水土保持學系碩士論文。
36. 顏瑞龍(2006),「東港溪流域淹水模擬與消洪策略分析」,國立屏東科技大學土木工程系碩士論文。
37. 蔡佳璋(2006),「綜合治水對策中 SOBEK 淹水模式之應用—以雲林南部沿海地區為例」,國立中興大學土木工程學系碩士論文。
38. 徐慶安(2007),「人工溼地設立與淹水減緩效益之分析雲林沿海地區個案研究」,國立台灣大學地理環境資源學研究所碩士論文。
39. 林志鴻(2008),「坡地社區淹水問題改善策略之探討 -以台南縣大內地區排水為例」,國立中興大學水土保持學系碩士論文。
40. 李冠曄(2009),「氣候變異對於都市淹水影響之評估與應用研究」,國立交通大學土木工程研究所碩士論文。

無衍生研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：葉克家			計畫編號：98-2625-M-009-004-				
計畫名稱：都市地區淹水改善措施之效益評估研究--子計畫：都市地區淹水模式之評估與應用研究(II)							
成果項目			量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
			實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)	無
---	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與（閱聽）人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

☒達成目標

☐未達成目標（請說明，以 100 字為限）

☐實驗失敗

☐因故實驗中斷

☐其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：☐已發表 ☐未發表之文稿 ☒撰寫中 ☐無

專利：☐已獲得 ☐申請中 ☒無

技轉：☐已技轉 ☐洽談中 ☒無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）