

國立交通大學

土木工程研究所

碩士論文



雨水下水道淤積對於都市淹水之影響評估
Evaluation Study on Urban-area Inundation Influenced
by In-sewer Deposition

研究生：李明儒

指導教授：葉克家 教授

中華民國九十九年八月

雨水下水道淤積對於都市淹水之影響評估

學生：李明儒

指導教授：葉克家

國立交通大學土木工程研究所

中文摘要

雨水下水道是現代化都市基礎建設之一，其主要功能為即時排除地表逕流，使都市免於水患，因此如何使下水道功能正常運作，為健全都市排水之首要課題。而長久以來，雨水下水道之維護管理普遍不受重視，工地污泥流入管路、砂石業者違法排放洗砂廢水、民眾廢置雜物、各事業單位管線橫越交錯等各式各樣的人為或是自然因素，皆對下水道既有功能造成重大的衝擊。

本研究首先挑選水利署易淹水地區治理計畫中常用之 SOBEK 淹水模式，針對模式演算理論部份，瞭解其運算方法、流程架構、格網建構與功能特點；而應用案例方面選擇台北市玉成抽水站集水區，進行模式之檢定與驗證；最後再進一步分析在該雨水下水道不同區段與程度之淤積條件下，對於都市地區淹水範圍與深度之影響。

關鍵字：雨水下水道、淹水模式、下水道淤積。

Evaluation Study on Urban-area Inundation Influenced by In-sewer Deposition

Student: Ming-Ru Li

Advisor: Keh-Chia Yeh

Department of Civil Engineering

National Chiao Tung University

Abstract

Sewer systems, which are one of the basic constructions of modern city, have main function of draining surface runoff for preventing the occurrence of inundation events. Therefore, maintaining the normal function of sewer systems working is the core issue of city's drainage. However, proper maintenance of sewer system has been ignored for a long time. Both human activities and natural effects cause egregious impacts on sewer systems, such as flux of sludge, illegal emission of waste water for washing sand, arbitrarily placing miscellaneous articles, and pipes crossing irregularly.

This study first chooses SOBEM model as the numerical tool, which is usually used in WRA's projects of simulating and managing easy flooding areas, and the model's numerical methods, flowcharts, grid generation, and other functions. Second, the calibration and verification of SOBEM model is executed for the watershed of Yu-Cheng Pump Station in Taipei. Finally, the inundation areas and depths of the study area are evaluated under the conditions of different deposition levels and reaches of the sewer system.

Keywords: Sewer System, Inundation Model, In-sewer Deposits .

目錄

中文摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
符號說明.....	XI
第一章 緒論.....	1
1-1 研究動機.....	1
1-2 研究目的.....	1
1-3 研究流程.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
2-1 漫地流數值理論及漫地流模式應用.....	3
2-1-1 漫地流數值理論.....	3
2-1-2 漫地流模式應用.....	4
2-2 SOBEK 模式相關應用.....	5
2-3 雨水下水道.....	6
第三章 模式理論.....	8
3-1 模式介紹.....	8
3-2 模式理論.....	8
3-2-1 一維渠流模式.....	9
3-2-2 二維漫地流模式.....	10
3-2-3 雨水下水道模式.....	11
第四章 研究區域概況與資料建制.....	14
4-1 研究區域概況.....	14
4-1-1 地理位置與地形.....	14
4-1-2 水系.....	14
4-2 資料建置.....	15

4-2-1 水文資料.....	16
4-2-2 雨水排水系統資料.....	16
4-2-3 抽水站資料.....	17
4-2-4 地形高程與土地利用資料.....	17
第五章 模式檢定與驗證.....	19
5-1 模式檢定.....	19
5-1-1 檢定事件模擬條件.....	19
5-1-2 檢定過程說明.....	20
5-1-3 檢定結果分析.....	21
5-2 模式驗證.....	23
第六章 下水道淤積與淹水影響分析.....	25
6-1 下水道淤積假設.....	25
6-2 模擬條件.....	26
6-3 模式應用分析.....	27
6-3-1 下水道淤積對淹水面積之影響.....	27
6-4 結果與討論.....	28
第七章 結論與建議.....	31
7-1 結論.....	31
7-2 建議.....	32
參考文獻.....	33
附錄 A SOBEK 模式介紹.....	83
A-1 模式簡介.....	83
A-1-1 計算與分析優勢.....	83
A-1-2 圖形介面優勢.....	84
A-2 模組簡介.....	84
A-2-1 降雨逕流模組.....	85

A-2-2 渠流模組與河川水流模組.....	85
A-2-3 即時控制模組.....	86
A-2-4 下水道模組.....	86
A-2-5 漫地流模組.....	87



表錄

表 4-1 研究區域雨水下水道各管徑長度與比例	38
表 4-2 下水道系統體積統計	38
表 4-3 玉成集水區土地利用型態	38
表 5-1 一般地表曼寧糙度值建議使用範圍	39
表 5-2 各土地利用型態地表曼寧糙度值	39
表 5-3 模擬淹水面積比較表	39
表 5-4 淹水格網比較表	40
表 5-5 柯羅莎颱風淹水面積及淹水深度	40
表 6-1 下水道體積減少量與體積百分比	40
表 6-2 各重現期一日暴雨量	41
表 6-3 各重現期之下游邊界條件	41
表 6-4 淹水模擬結果面積統計（5 年重現期）	42
表 6-5 淹水模擬結果面積統計（10 年重現期）	42
表 6-6 淹水模擬結果面積統計（25 年重現期）	42
表 6-7 淹水模擬結果面積統計（50 年重現期）	43
表 6-8 淹水模擬結果面積統計（100 年重現期）	43
表 6-9 淹水模擬結果面積統計（200 年重現期）	43
表 6-10 各土地利用淹水面積統計（5 年重現期）	44
表 6-11 各土地利用淹水面積統計（10 年重現期）	44
表 6-12 各土地利用淹水面積統計（25 年重現期）	45
表 6-13 各土地利用淹水面積統計（50 年重現期）	45
表 6-14 各土地利用淹水面積統計（100 年重現期）	46
表 6-15 各土地利用淹水面積統計（200 年重現期）	46

表 6-16 各土地利用淹水面積變化（5 年重現期）	47
表 6-17 各土地利用淹水面積變化（10 年重現期）	47
表 6-18 各土地利用淹水面積變化（25 年重現期）	48
表 6-19 各土地利用淹水面積變化（50 年重現期）	48
表 6-20 各土地利用淹水面積變化（100 年重現期）	49
表 6-21 各土地利用淹水面積變化（200 年重現期）	49
表 6-22 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（5 年重現期）	50
表 6-23 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（10 年重現期）	50
表 6-24 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（25 年重現期）	51
表 6-25 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（50 年重現期）	51
表 6-26 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（100 年重現期）	52
表 6-27 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（200 年重現期）	52



圖錄

圖 3-1 人孔型式與人孔水位情形	53
圖 4-1 玉成集水區地理位置圖	54
圖 4-2 玉成集水區建築物分佈圖	54
圖 4-3 玉成集水區周遭水系分佈圖	55
圖 4-4 納莉、柯羅莎颱風各雨量站控制面積	55
圖 4-5 玉成集水區排水系統分佈圖	56
圖 4-6 抽水機組配置	56
圖 4-7 抽水機組配置現況	57
圖 4-8 玉成抽水站擴建橫剖面圖	57
圖 4-9 玉成抽水站擴建橫剖面圖	58
圖 4-10 玉成集水區數值地表高程	58
圖 4-11 玉成集水區土地利用情形	59
圖 4-12 土地利用百分比圖	59
圖 5-1 納莉 (NARI) 颱風路徑圖	60
圖 5-2 內湖雨量站 36 小時降雨組體圖	60
圖 5-3 信義雨量站 36 小時降雨組體圖	61
圖 5-4 南港雨量站 36 小時降雨組體圖	61
圖 5-5 公館雨量站 36 小時降雨組體圖	62
圖 5-6 納莉颱風玉成抽水站 36 小時實測水位	62
圖 5-7 納莉颱風淡水河流域實際調查淹水範圍	63
圖 5-8 三張犁截流溝之出流歷線	63
圖 5-9 第 1 組模擬結果之最大淹水範圍	64

圖 5-10 第 2 組模擬結果之最大淹水範圍	64
圖 5-11 第 3 組模擬結果之最大淹水範圍	65
圖 5-12 第 4 組模擬結果之最大淹水範圍	65
圖 5-13 第 5 組模擬結果之最大淹水範圍	66
圖 5-14 納莉颱風實際調查淹水範圍	66
圖 5-15 柯羅莎 (KROSA) 颱風路徑圖	67
圖 5-16 信義雨量站 48 小時降雨組體圖	67
圖 5-17 公館雨量站 48 小時降雨組體圖	68
圖 5-18 內湖雨量站 48 小時降雨組體圖	68
圖 5-19 南港雨量站 48 小時降雨組體圖	69
圖 5-20 柯羅莎颱風玉成抽水站 24 小時實測水位	69
圖 5-21 柯羅莎颱風淹水模擬範圍	70
圖 6-1 下水道淤積假設區段	70
圖 6-2 下水道淤積假設之上游區段	71
圖 6-3 下水道淤積假設之下游區段	71
圖 6-4 淡水河流域 24 小時無因次設計雨型	72
圖 6-5 各重現期下第一組淹水範圍圖	73
圖 6-6 各重現期下第二組淹水範圍圖	74
圖 6-7 各重現期下第三組淹水範圍圖	75
圖 6-8 各重現期下第四組淹水範圍圖	76
圖 6-9 各重現期下第五組淹水範圍圖	77
圖 6-10 各重現期下第六組淹水範圍圖	78
圖 6-11 各重現期下第七組淹水範圍圖	79
圖 6-12 各重現期下第八組淹水範圍圖	80
圖 6-13 各重現期下第九組淹水範圍圖	81



符號說明

- A : 管渠通水斷面積 [m^2] ;
- a : 邊牆摩擦係數 ;
- C : Chezy 係數 ;
- D : 圓形管平均直徑 ;
- d : 模擬區域地表水深 [m] ;
- g : 重力加速度 [m/s^2] ;
- h : 水位 [m] ;
- n : 曼寧糙度係數 ;
- Q : 流量 [m^3/s] ;
- R : 水力半徑 [m] ;
- S_0 : 渠底之縱向坡降 ;
- S_f : 能量坡降線 ;
- t : 時間 [s] ;
- u : x 方向之平均流速 [m/s] ;
- V : 速度 $\sqrt{u^2+v^2}$ [m/s] ;
- v : y 方向之平均流速 [m/s] ;
- x : 沿流動方向之空間座標 [m] ;
- A_f : 濕周面積 [m^2] ;
- Q_d : 管渠設計流量 [m^3/s] ;
- q_{lat} : 河道之側入流量 [m^2/s] ;
- W_f : 河寬 [m] ;
- τ_{wi} : 風生成剪力 [N/m^2] ;
- ρ_w : 水密度 [kg/m^3] 。

第一章緒論

1-1 研究動機

由於國內經濟穩定發展，人口數隨之不斷成長，各地都市區域發展迅速，地文條件亦隨之變動。然而，排水工程建設卻未能與都市發展齊頭並進，導致現有雨水下水道有部份不敷需求；而已完成之排水系統，也因管理維護權責劃分不明確，長期以來受到各式人為或自然因素影響（如工地污泥流入管路、砂石業者違法排放洗砂廢水、民眾廢棄雜物、各事業單位管線橫越交錯、結構老舊破損等），皆對下水道既有功能造成重大衝擊，使其無法發揮正常功效。再者，近年來全球各地受氣候變異影響，極端降雨事件發生機率增高，亦對市區原排水設計標準產生重大之衝擊。

台灣位處亞太平洋颱風移動路徑之範圍，於每年夏、秋兩季，常發生地區性熱雷雨、梅雨及颱風雨，皆能在短時間內產生大量地表逕流。若無法及時排除，將導致都市局部地區產生淹水情形，造成民怨及民眾生命財產之損失。再者，去年屏東縣林邊、佳冬地區受到莫拉克颱風影響，導致其雨水下水道及排水系統幾乎完全為泥砂所淤積，排水功能無法正常運作，經過長達數月之清理疏通工程之後，才得以回復。

基於以上因素，本研究欲藉由數值模式，擬定數組設計之淤積案例，模擬都市地區在下水道淤積、排水功能受損之條件下，其淹水情形之變化。並藉由模擬結果，瞭解不同淤積情況與淹水情形之關係，進一步評估下水道系統剩餘排水效能，作為下水道清淤及防洪安全之參考，以達到健全都市排水功能之目的。

1-2 研究目的

都市淹水問題在有良好管理及配套措施推動下，是可預先防範並

進行改善，而各種淹水改善措施及建議須仰賴於數模之分析研究。首先，本研究以水利署之易淹水地區治理計畫中，常用之 SOBEK 淹水模式進行評估。針對模式演算理論部分進行探討，瞭解其運算方法、流程架構、格網建構與功能特點。最後以台北市玉成集水區為研究對象，探討雨水下水道淤積對於研究區域內之下水道系統、區域排水及地表淹水的衝擊。

1-3 研究流程

本研究為能瞭解雨水下水道在不同區段與程度之淤積條件及降雨條件下，對於都市地區之區域排水及地表淹水衝擊影響，首先蒐集研究區域內之基本資料及納莉與柯羅莎兩場颱風事件相關紀錄，並進行相關資料整理建置。

進行淤積影響模擬前，先以徐昇氏法計算研究範圍內各雨量站之降雨權重分配，並搭配五組不同之曼寧糙度係數，以淹水調查較為完整之納莉事件，作為模式糙度參數之檢定測試；再以柯羅莎颱風作為驗證事件，代入檢定事件之參數設定進行模擬，完成模式之檢定驗證。

完成檢定驗證後，以六場不同期距之降雨事件，搭配十組不同之淤積情形進行模擬，探討下水道淤積對於都市地區排水效率及漫地流淹水之影響。

第二章文獻回顧

2-1 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。

2-1-1 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) 使用有限體積法結合綠色定理，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汎區。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。

2-1-2 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 集水區的洪汎平原上，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。

2-2 SOBEK 模式相關應用

本研究中選用 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 模式作為淹排水模擬之模式，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。

2-3 雨水下水道

在下水道模式方面，Stephenson (1981) 曾對都市排水系統之規劃進行探討，內容涵蓋降雨逕流分析、運動波數值模擬、數值模式比較、風險評估、下水道水理及排水網路設計等。Yen (1986) 則對於下水道之水理，有十分完整之整理，同時比較各種不同下水道模式之差異。Yen and Akan (1999) 針對都會區之漫地流與排水系統水理分析、下水道管線設計、調節池效應等主題進行研究。Iwata et al. (2001) 將都會區內在暴雨期間之排水系統，區分為地面道路、雨水下水道及地下商店街等三個系統，並探討地下商店街在洪水期間可能發生之淹水情況。Zoppou (2001) 整理多種都會區暴雨模式之限制及假設，根據研究方法將模式歸納分類為統計模式、經驗模式、水理模式及水文模式，同時探討各種模式在不同情況下之適用性。Schellart (2010) 研究出一套數值方法，用以預測下水道淤積物及其不確定性範圍，並應用於英國之下水道系統。

國內方面，顏等 (1989) 成功地將 SWMM 運用在台北都會區大眾捷運系統之防洪排水設計上。楊等 (1995) 將漫地流模式與下水道模式做初步之結合，模擬下水道人孔溢流所引致的地表淹水情形。薛 (2007) 應用擬似定量流理論，發展矩形斷面緩坡雨水下水道系統水流模式。張 (2008) 整合圓形斷面及矩形斷面演算方法，發展緩坡雨水下水道系統模擬模式，分析系統之輸水能力及人孔之溢流限制容量。李 (2009) 建立下水道系統與邊溝銜接之連結管交換算則，發展下水道系統與街道邊溝流耦合演算之模式。

在進行了前人研究成果回顧之後發現：國內方面，對於下水道管線淤積以及此方面之數值或是實驗室案例模擬，並無太多深入研究與

探討。因此，本研究將以台北市玉成集水區為例，針對下水道管線淤積，進行不同設計案例之數值模擬，以求得都市地區淹水情形變化與下水道淤積之關係，作為都市下水道系統監測與清淤工程之參考。



第三章 模式理論

3-1 模式介紹

本研究選用 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，模式以一維渠道演算為基礎，採用顯式有限差分模式來求解迪聖凡南方程式（de Saint Venant equation），而二維地表漫地流演算功能是由一維淺水流方程式擴展而成。此外，經濟部水利署在進行易淹水地區治理計畫時，也常選用 SOBEK 模式作為淹排水模擬之模式，可見模式本身已具相當程度之公信力，因此採用 SOBEK 模式作為本研究淹水模擬之工具。

SOBEK 模式依照應用區域可區分為區域排水（rural）、都市排水（urban）及河川（river）三個應用版本，該模式共包含九個模組，分別為：降雨逕流模組（rainfall - runoff）、渠流模組（channel - flow）、下水道模組（sewer - flow）、漫地流模組（overland - flow）、即時控制模組（real-time control module）、河川水流模組（river flow module）、水質分析模組（water quality module）、輸砂模組（emissions module）、地下水模組（ground water module）。本研究為考量整體都會區排水系統與漫地流之交互作用，故選用上述模組中之前四種，作為漫地流淹水模擬之用。

3-2 模式理論

SOBEK 模式以一維渠道演算為基礎，以顯式有限差分法求解迪聖凡南方程式（de Saint Venant equation），再根據一維淺水流方程式進一步發展出二維地表漫地流演算功能，可考慮整體河川、雨水下水

道系統與漫地流之交互作用。

3-2-1 一維渠流模式

河川水流演算是以一維變量流之動力波傳遞理論為依據，即利用迪聖凡南氏（de Saint Venant）所導出之緩變量流方程式來描述河川水流之流動，並使用非線性顯式差分法求解各時段之水深與流量，在主、支流匯流處，則以主支流水位相等及進出流量之平衡為匯流條件，以求解各斷面之水深及流量。

根據 de St. Venant 所推導之一維緩變量流方程式，考慮水流之連續及運動方程式，即為動力波模式，其控制方程式為：

$$\frac{\partial A_f}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_{lat} \quad (3-2-1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{Q^2}{A_f} \right] + gA_f \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 R A_f} - W_f \frac{\tau_{wi}}{\rho_w} = 0 \quad (3-2-2)$$

式中，

Q ：流量 $[m^3/s]$ ；

g ：重力加速度 $[m/s^2]$ ；

t ：時間 $[s]$ ；

x ：沿流動方向之空間座標 $[m]$ ；

h ：水位 $[m]$ ；

R ：水力半徑 $[m]$ ；

q_{lat} ：河道之側入流量 $[m^2/s]$ ；

A_f ：濕周面積 $[m^2]$ ；

C : Chezy 係數 ;

W_f : 河寬 [m] ;

τ_{wi} : 風剪力 [N/m^2] ;

ρ_w : 水密度 [kg/m^3] 。

其中，SOBEK 模式之 channel - flow 模組在處理運動方程式時，將風剪力造成的影響也考慮在內；由於在本研究範圍內渠流寬度不大，因此風剪力項影響較小，故將此項予以忽略不計。而各模式於考慮單位河川長度之側入流量時，包括經由涵洞、閘門、抽水機或堰等方式，排入渠道之流量，其流量之計算可由水工結構物演算獲得。

3-2-2 二維漫地流模式

SOBEK 模式在進行二維漫地流演算時，以顯式有限差分法求解二維動力波方程式，其中式 (3-2-3) 為連續方程式，式 (3-2-4)、(3-2-5) 分別為水平方向與垂直方向之動量方程式。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(ud)}{\partial x} + \frac{\partial(vd)}{\partial y} = 0 \quad (3-2-3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{u|V|}{c^2 d} + au|u| = 0 \quad (3-2-4)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial y} + g \frac{v|V|}{c^2 d} + av|v| = 0 \quad (3-2-5)$$

式中， u : x 方向之平均流速 [m/s] ;

v : y 方向之平均流速 [m/s] ;

V : 速度 $\sqrt{u^2 + v^2}$ [m/s] ;

d : 模擬區域地表水深 [m] ;

g : 重力加速度 [m/s^2] ;

h : 地表水位 $h = d + z$ [m] ;

a : 邊牆摩擦係數 ;

C : Chezy 係數。

(本研究採曼寧係數 n 計算, $n = \frac{1}{C} R^{1/6}$, R 為水力半徑)。

此外,關於一維渠流模式與二維漫地流模式之銜接,取決於渠道及漫地流水位相對於堤防高度之關係。

當渠道水位及漫地流水位均低於堤防高度時,即未發生溢流之情形,二維模式沿堤防視為無水流通過之封閉邊界,一、二維模式分別進行演算,僅於堰、抽水機及閘門等水工結構物處有交互流量發生,可根據通過這些控制點之流量進行模式銜接。

當渠道水位或漫地流水位高出堤防高度時,則採用河系溢提洪水演算,考慮地表漫地流與渠道水流之交互作用,同時演算渠道水位與集水區淹水之狀況。

3-2-3 兩水下水道模式

SOBEK 模式於進行下水道流況模擬部份,是採用一維變量流方程式進行水理演算,根據美國環境保護署所發展之暴雨經理模式 (storm water management model, SWMM) 的幹線輸水 (EXTRAN) 模組進行模擬,其控制方程式如下:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (3-2-6)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} = S_0 - S_f \quad (3-2-7)$$

式中，

A ：通水斷面積 [m^2] ；

Q ：管渠流量 [m^3/s] ；

x ：沿流動方向之空間座標 [m] ；

g ：重力加速度 [m/s^2] ；

V ：斷面之平均流速 [m/s] ；

y ：水深 [m] ；

S_0 ：渠底之縱向坡降；

S_f ：能量坡降線，可利用曼寧公式計算，即

$$S_f = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}$$

其中，

n ：曼寧糙度係數；

R ：水力半徑 [m] 。

雨水降落地面形成漫地流，經由邊溝匯集進入人孔後導入管線中，此部份之處理採用變量非均勻之自由液面流 (unsteady nonuniform free surface flow) 之水理特性，模擬水流在管渠中流動之情形。此外，各人孔皆視為與下水道管線連接之小蓄水池，其蓄水容積為人孔斷面積與人孔深度之乘積，並於設定時有三種型式之人孔可選擇，如圖

3-1 所示。如人孔上游端之入流量大於下端之最大輸流量，發生滿管流況導致人孔節點水位超出地表高程時，根據設定不同型式之人孔，將會產生三種不同情況：

1. 蓄水型 (Reservoir)：

設定此種人孔型式下，溢流之水量可暫時貯存於人孔附近，於入流量減少時再回流下水道系統。

2. 損失型 (Loss)：

設定此種人孔型式下，溢流之水量將排出下水道系統，進入漫地流系統。

3. 封閉型 (Closed)：

設定此種人孔型式下，下水道系統與漫地流系統將不會在此人孔進行水流交換之動作，純粹只在下水道系統中流動。

整體而言，幹線輸水模組針對動量方程式，利用動力波模式進行求解，因此可有效考慮迴水效應、逆向流及壓力流等狀況。

第四章 研究區域概況與資料建制

4-1 研究區域概況

台灣都市發展快速，都市地區之用地及街道網路等隨著改建或開發都會造成地貌改變或是土地利用型態變更，加上都市排水系統原本設計標準不高，而且經過長年使用造成管線老舊、毀損，以及集水區改變等因素，以致發生局部豪雨或颱風暴雨時，便有渲排不及而積水溢淹災情，造成民眾生活不便及財務經濟損失。故本研究以水文紀錄及抽排紀錄較為完整之台北市玉成抽水站排水系統（含信義區、南港區及部分大安區）為研究對象，以達成研究成果之實用性。

4-1-1 地理位置與地形

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 4-1 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。且由圖 4-2 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。

4-1-2 水系

圖 4-3 為研究區域主要水系分布情形，包括基隆河、四分溪、大坑溪均屬於淡水河水系。

(1) 基隆河

基隆河發源於平溪鄉菁桐附近，全長 86.4 公里，流域面積約 500 平方公里。上游從源頭自瑞芳約 30 公里，河谷狹窄呈 V 字形，谷中巨礫遍布，瀑布、壺穴地形特別發達。中游從瑞芳至南港，在瑞芳附近由東南轉北再轉往西流去；本段的河谷逐漸加寬，河床坡度逐漸減緩，水量增大，鵝卵石錯落其間，主要有峽谷、掘鑿曲流及河階地形。下游從八堵以下則向西南流，經汐止市、南港而進入台北盆地，其河道蜿蜒曲折，因此曲流地形十分發達，形成一條東窄西寬的河谷沖積扇，也因曲流擺盪幅度大，使得主河道排洪速度減緩，兩岸容易在大雨時發生水患。基隆河自南港以下進入台北市，最後在關渡隘口處與淡水河匯合，朝西入海。

(2) 大坑溪

大坑溪，又名為舊莊溪或東勢坑溪，位於台灣北部，屬於淡水河水系，為基隆河的支流，流域分佈於臺北縣汐止市西南部與台北市南港區東部、南部，是南港、汐止行政界線。該溪發源於牛鞍山、鹿窟山之間鞍部西側，先向西南流至大坑，轉向西北流經大坑尾、東勢坑、舊莊後，彎向東北迂迴地於坑子內注入基隆河。

(3) 四分溪

四分溪發源於福德公墓嶺頭東側，是大坑溪的主要支流，長約 4660 公尺，集水面積約 300 公頃，由南港、文山與信義等區交界處標高 250 公尺的源頭，往東北沿著研究院路流經中華工業技術學院、中央研究院等，於研究院路 1 段南深橋匯入大坑溪。

4-2 資料建置

在進行淹水模擬之前，必須先針對研究模擬區域進行基本資料的蒐集整理與建置分析，以利日後研究的進行。而淹水模擬之必要輸入參數通常包含了水文資料、人孔及雨水下水道配置、區域排水概況、抽水站系統資料、土地利用型態、地形高程等相關資料。

4-2-1 水文資料

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，承蒙中央氣象局協助，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、公館共四站，再以玉成集水區為目標，選擇有降雨紀錄之雨量站進行徐昇氏多邊形法，雨量站權重分析如圖 4-4。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。



4-2-2 雨水排水系統資料

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，目前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 4-5 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 4-1 為台北市與研究區雨水下水道之各管徑長度和比例。此外，將下水道之管線斷面積乘上其管線長度、人孔之斷面積乘上其人孔深度並進行統計，即可得到下水道管線及人孔之總體積，其統計資料如表 4-2。

4-2-3 抽水站資料

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 4-6、圖 4-7，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 4-8、圖 4-9 為玉成抽水站擴建橫剖面圖。

4-2-4 地形高程與土地利用資料

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 4-10 為研

究區域之數值地表高程。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 4-3 中資料筆數及圖 4-2 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 4-11 為研究區域內之土地利用情形。圖 4-12 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%。



第五章 模式檢定與驗證

5-1 模式檢定

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。

本研究以 2001 年 9 月之納莉颱風事件，進行 SOBEK 模式之檢定。在進行模擬之前，先將玉成排水系統依照實際配置情形劃分成三大次排水幹線系統（松隆路幹線、中坡北路幹線、南港幹線）整理建模，以集水區範圍為模擬邊界，並考慮抽水站之功能。

5-1-1 檢定事件模擬條件

本研究以玉成集水區為探討對象，並以民國 93 年之排水系統配置作為模式模擬之設定基礎。根據 SOBEK 模式模擬所需資料，蒐集 93 年之水文資料、雨水排水系統資料、地形高程及土地利用情形等資料，建構本次研究之模擬模型。

在格網大小部份，SOBEK 模式格網大小取決於使用之數值地形高程資料之精細程度，而本研究蒐集之玉成集水區數值地形高程資料為 $4m \times 4m$ ，但由於有少部份區域是屬於未公開之區塊，故利用 Surfer 軟體將資料內插成 $16m \times 16m$ ，作為模式建置之輸入資料。而邊界條件部份，由於檢定驗證案例分別為兩場不同之水文事件，其邊界條件將於之後就各案例分別介紹說明。

5-1-2 檢定過程說明

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 5-1 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 5-1 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 5-2）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，但若考慮玉成集水區實際建築用地使用情況，應以 0.07~0.10 較為合理。

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

5- 1 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 5- 2～圖 5- 5 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，颱風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 5- 6 所示，作為下游邊界之水位輸入條件。

5-1- 3 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 5- 7 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。

檢定結果係引用李（2009）「氣候變異對於都市淹水影響之評估與應用研究」之模擬結果，並加以分析。所得之淹水面積比較表如表 5- 3 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 5- 8 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 5- 4 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 5- 9~圖 5- 14 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。

5-2 模式驗證

為進行淹水模式之驗證，本研究以 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，如圖 5-15。中央氣象局於 10 月 7 日 20 時解除陸上颱風警報。柯羅莎颱風影響台灣期間 (10 月 4~7 日)。

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 5-16~圖 5-19 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 5-20 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 5-5 及圖 5-21 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。



第六章 下水道淤積與淹水影響分析

6-1 下水道淤積假設

由於雨水下水道均埋設於地表下，難以藉由遙測、衛星照片等高科技之助，而必須針對各個排水幹線、支線及人孔，逐條逐個深入調查測量，既費時費力又效果不彰。因此實際執行時，往往僅以開人孔之方式檢查下水道之淤積情形，難窺其全貌及其真實情形。本研究為探討於下水道淤積之情況下，對都市排水系統及地表淹水之影響，針對研究區域中較可能發生淤積之區域，設計了十組不同之淤積情況進行模擬。

本研究根據數值地形高程資料標出地勢平緩且地形低窪之區域，並透過下水道系統資料挑選出坡度較緩之下水道管線，符合上述兩項條件之管路，其流速較為緩慢且雨水容易挾帶沉積物質停留至此，發生下水道淤積之可能性較高。根據上述理由，本研究假設於下水道系統上游及系統下游各一淤積區段，如圖 6-1~圖 6-3 所示。除此之外，下水道管路若發生淤積，淤積物將固著於管路底部，造成管路之通水斷面積減少以及實際通水底床增高。本研究在此，透過改變管徑大小來反應通水斷面積變化之影響，並依據管徑變化大小提高管路高程，以模擬通水底床抬升所帶來之改變。根據以上假設，並搭配三組漸減之管徑比例，模擬不同程度之淤積情況。

研究中為探討雨水下水道淤積對於都市區域淹水之影響，因此根據上述假設條件設定了十組不同之下水道淤積情況，分別模擬之後將其結果加以統計比較，設定模擬案例如下所示：

第一組：模擬區域內下水道系統全無淤積情形發生，。

第二組：模擬區域內部份上游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之

0.9 倍，下水道體積減少 4,089 立方公尺。

第三組：模擬區域內部份下游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.9 倍，下水道體積減少 117,933 立方公尺。

第四組：模擬區域內部份上游及下游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.9 倍，下水道體積減少 122,022 立方公尺。

第五組：模擬區域內部份上游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.7 倍，下水道體積減少 10,975 立方公尺。

第六組：模擬區域內部份下游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.7 倍，下水道體積減少 316,557 立方公尺。

第七組：模擬區域內部份上游及下游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.7 倍，下水道體積減少 327,532 立方公尺。

第八組：模擬區域內部份上游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.5 倍，下水道體積減少 16,140 立方公尺。

第九組：模擬區域內部份下游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.5 倍，下水道體積減少 465,525 立方公尺。

第十組：模擬區域內部份上游及下游下水道發生淤積，其管徑為原管徑之 0.5 倍，下水道體積減少 481,665 立方公尺。

各組下水道體積減少量，分別與下水道系統之總體積進行比較，可以瞭解在不同淤積情況下所減少之下水道體積，與系統總體積之比例，其結果如表 6-1 所示。

6-2 模擬條件

為討論下水道淤積於不同之設計降雨條件下，對都市地區淹水程度之影響，採用中央氣象局信義站 1998~2008 年之一日降雨資料，並以皮爾森第三型分佈進行頻率分析後，參考了「台北縣市淹水潛勢資

料」報告中，淡水河流域 24 小時無因次設計雨型（如圖 6- 4）做為研究區域之代表雨型，各重現期逐時降雨分佈資料如表 6- 2 所示。

下游邊界條件方面，主要為三張犁截流溝下游出口處匯入基隆河之水位，參考「基隆河整體治理計畫」，基隆河於下游出口處之各重現期水位計算後所得。由於治理計畫報告中，係以發生極端值之條件設定最高洪水位，足以涵蓋最惡劣之情況，故本文以其模擬不同重現期之最大淹水範圍及深度。

6- 3 模式應用分析

完成 SOBEK 模式之檢定驗證後，將模式應用於玉成集水區，以不同之淤積條件，配合六場設計降雨事件（重現期 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年）及各重現期之水位作為下游邊界條件，如表 6- 3，模擬其淹水情形，以探討不同淤積情況下之差異。

6-3- 1 下水道淤積對淹水面積之影響

以玉成集水區為對象，分析該區域於各組淤積情形下，不同重現期降雨之淹水範圍。並且以淹水深度達 25 公分以上之區域才列入淹水格網統計，其面積格網統計如表 6- 4～表 6- 9 所示，其重現期降雨淹水範圍如圖 6- 5～圖 6- 14 所示。

為了分析於不同土地利用情形下之淹水面積變化，本研究針對集水區中占較大比例之建築用地、遊憩用地及交通用地此三種用地來做討論，並以淹水深度超過 25 公分之區域進行淹水統計，其統計結果如表 6- 10～表 6- 15，其淹水面積變化結果如表 6- 16～表 6- 21 所示。其面積比率在此定義為：各重現期下，各種用地上不同淤積條件之淹水面積與未發生淤積之淹水面積的比值。

此外，為了表示各組不同淤積條件對於淹水範圍的影響程度，將各組淹水面積與無淤積情形發生之淹水面積進行比較，即可得到因淤積所增加之淹水面積；再將所得之增加淹水面積與因淤積而減少之下水道體積相比，所得結果可以解釋為下水道因淤積而減少單位體積下，相對應增加之地表淹水面積。此比例愈高，則代表此組淤積條件對於淹水影響程度愈高，結果如表 6-22～表 6-27 所示。

6-4 結果與討論

由表 6-4～表 6-9 可知，淹水深度較深之面積受淤積影響而增加之變化較輕微，淹水面積變化量最高也僅有 0.13 公頃，如表 6-9 第十組與第一組淹水深度 3 公尺以上表格所示；而深度較淺之淹水面積較易受到淤積影響而增加，淹水面積變化量最高可達 24.78 公頃，如表 6-8 第十組與第一組淹水深度 3 公尺以上表格所示。另淹水面積主要集中於深度 0.5 公尺至 1.0 公尺之間，且受淤積影響變動亦較為明顯。此外於相同降雨情形下，各淤積情形下之淹水範圍確實會隨著淤積的程度增加而上升；並且隨著重現期距的增加，淹水範圍亦有隨其上升之趨勢。

由表 6-22～表 6-27 可知，下水道部份上、下游皆淤積造成之淹水面積增加為最多，其次為部份下游淤積，部份上游淤積之淹水增加面積則較少。但實際上，因下游淤積所減少之下水道體積亦遠大於上游淤積，此可由表 6-1 看出。因此，由增加之淹水面積比上減少之下水道體積所得到之比例，可以較正確的反應各組淤積條件所造成之淹水影響程度。在相同淤積程度下，下水道減少相同體積，上游淤積造成之影響遠大於下游淤積，如表 6-27 第二組與第三組之比較，上游可達下游之 25.29 倍。

由表 6-16～表 6-21 可以看出，在較低重現期（重現期 5 年、10

年)的情況下,建築用地與遊憩用地受下水道淤積影響較大,淹水面積增加比率最高可達 19.21%和 12.04%;而交通用地所受影響較小,最高為 2.98%,三種土地上淹水面積增加比率於重現期 10 年情況下有最大的差距。而隨著重現期距加大,建築與遊憩用地之增加比率有逐漸減緩的趨勢,於 200 年重現期情況下分別降為 9.54%和 6.41%;交通用地則有略為增加的趨勢,於 200 年重現期情況下為 4.48%,各用地之淹水面積增加比率差異逐漸減少。而造成以上趨勢的原因,係建築用地與遊憩用地於較高重現期情況下,下水道未發生淤積時已有大量區域淹水,因此在各組不同淤積條件下之淹水範圍無太多增加的空間;而交通用地於低重現期情況下受淤積影響淹水面積較小,因此隨著重現期距增加,淹水面積增加比率亦隨之逐漸增大。最終,各用地受淤積影響之淹水面積增加比率差異逐漸減少。

最大淹水範圍結果如圖 6-5~圖 6-14 所示,可看出下水道淤積與降雨所帶來之淹水範圍影響。重現期 5 年時,在無任何淤積情形下,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),其餘地區只有零星且範圍不大之淹水;上游淤積時,則可以看出於景勤、景新及雙和里開始有局部淹水產生;而下游淤積時,無法看出明顯差異。重現期 10 年時,無淤積情形與上游淤積情形之淹水範圍基本與重現期 5 年時無異,僅合成里開始出現部份淹水;而下游淤積時,可以看出於西村里開始出現少部份淹水。重現期 25、50 年時,無淤積及上游淤積情形下,三張、大仁、永春、景勤及景新里開始有大範圍淹水產生;下游淤積時,安康、西村及三犁里已有一半以上區域發生淹水。於較高重現期 100 及 200 年時,原淹水區域持續向外圍擴大且深度亦持續增加;下游淤積時,安康、西村、國業及三犁里幾乎已完全陷入淹水情形下。由以上情形可以得知:於上游淤積情形下,除了管線淤積區域之淹水面積

有些略增加外，其他區域並無明顯變化；而在下游淤積情況下，除了管線淤積區域之淹水面積及深度增加之外，於中游區域（安康、西村、國業及三犁里），亦帶來不小之影響。此外，下水道淤積所帶來之淹水面積增加，以重現期 25 及 50 年較為明顯，估計是在較高重現期時，下水道未發生淤積情況下，大部分區域已有淹水情形發生，因此淤積範圍增加幅度較小。



第七章 結論與建議

本研究選用 SOBEK 模式，以不同重現期降雨及不同土地利用型態之條件，探討下水道淤積對於都市地區淹水情形之影響。為達成研究目的並使研究成果更符合現實情況，本研究選定水文紀錄及淹水調查資料較為完整，且下水道系統密集構築之台北市玉成集水區為研究對象。研究區域內之下水道系統主要是由三大次排水幹線，松隆路、中坡北路及南港幹線匯流而成，以重力排水方式匯入三張犁截流溝之後進入基隆河排出。系統總計是由 1,658 條管線及 1,973 個人孔所組成，管線總長 78,696 公尺，系統總體積達 1,274,273 立方公尺。

另外，在下水道管線與淤積情形之假設方面，為統一討論所有管線管徑大小，在此將所有箱涵換算成同等通水面積之管涵；並將下水道淤積造成之通水面積減少，以管徑變化來反應淤積所造成之影響。根據上述假設前提，藉由檢定驗證及設計案例評估下水道系統剩餘排水效能，並提出下列結論與建議，作為下水道清淤及防洪安全之參考。

7-1 結論

1. 根據模擬結果看來，淹水深度較深部份集中於特定低窪地區，其範圍較不受下水道淤積影響而增加；而深度較淺之淹水面積較易受到下水道淤積影響而增加，其中以深度 0.5 公尺到 1.0 公尺之間為淹水面積變化較大之區間，且此區間之淹水範圍亦分佈最廣。
2. 由 SOBEK 模式模擬研究區域於不同重現期降雨下，隨著下水道淤積程度增加，其淹水範圍亦隨之增加；且於相同條件下，下水道減少相同體積，上游淤積對淹水範圍造成之影響大於下游淤積。

3. 若將模擬結果以土地利用型態區分，評估下水道淤積對各類用地之淹水面積影響。於低重現期時，以建築用地所受影響程度較大，遊憩用地次之，交通用地影響最小；不過隨著重現期距增加，各用地之淹水面積增加，但所受之影響程度差異減少。
4. 經 SOBEK 模式進行玉成集水區現況模擬後，分析結果可發現部份低窪地區（大致為五常、六藝、敦厚、雅祥、新仁及雅興里），在 5 年重現期及下水道無淤積情況下，有大範圍之淹水情形發生，這些地區之防洪策略或設施有待改善。

7-2 建議

1. 整體而言，若下水道系統於上游區域有淤積狀況產生，對集水區淹水情形影響較為嚴重。故於下水道調查工程上，可較著重於系統上游部份之監測。而下游低窪地區，則較易發生淤積。故建議在經過實際調查之後，可歸納出重點區域，定時進行清淤工作，以確保下游下水道之正常運作。
2. 往後模擬若可蒐集到詳細之下水道淤積深度、淤積區段資料，將可進行更完整之淤積情境模擬，並可進一步討論因淤積減少之管線體積，與地表增加之淹水體積兩者之間的關係，歸納出一關係式。
3. 若要考慮建物及地下室之效應，可使用更高解析度之 DTM 進行淹水模擬。依本研究之模擬經驗，應用雙核心個人電腦（中央處理器 AMD Phenom(tm)II X2 550 processor @3.11GHz，記憶體 DDR2-800 3.25G）對玉成集水區進行延時 24 小時降雨之淹水過程所需計算時間約為 10 小時，故建議可單就欲詳細探討之局部區域進行格網加密，以提高淹水模擬結果之正確性。

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. Schellart, A. N. A., Tait, S. J., and Ashley, R. M. (2010). "Estimation of uncertainty in long-term sewer sediment predictions using a response database." *Journal of Hydraulic Engineering*, 136(7), 403-411.
3. Balloffet, A. and Scheffler, M. L. (1982). "Numerical analysis of the Teton Dam failure flood." *Journal of Hydraulic Research*, 20, 317-428.
4. Cunge, J. A., Holly, F. M., and Verwey, A. (1980). "Practical Aspects of Computational River Hydraulics." Pitman Publishing Ltd., London.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
 11. Gustafsson, B. (1971). “An alternating direction implicit method for solving the shallow water equations.” Journal of the Computational Physics, 7, 239-254.
 12. Hall, J. W. and Tarantola, S. (2005). “Distributed sensitivity analysis of flood inundation model calibration.” Journal of Hydraulic Engineering, 131, 117-126.
 13. 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.
 14. 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.
 15. Ole, M. and Sutat, W. (2004). “Potential and limitation of 1D modeling of urban flooding.” Journal of Hydrology, 299, 284-299.
 16. 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.
 17. Sanders, B. F. (2007). “Evaluation of on-line DEMs for flood inundation modeling.” Advance in Water Resources, 30(8), 1831-1843.

18. Stephenson, D. (1981). "Stormwater Hydrology and Drainage, In Chow, V.T. (Ed.)." Developments in Water Science, Vol. 14, Elsevier, Amsterdam.
19. Vongvisessomjai, S., Tingsanchali, T., and Chaiwat, C. (1985). "Bangkok flood plain model." 21st IAHR Congress, Melbourne, Australia, 433-488.
20. 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, 13-20.
21. 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.
22. Yen, B. C. (1986). "Hydraulics of Sewers." In: Yen, B. C. (Ed.), Advances in Hydrosience, Vol. 14, Academic Press, New York, 1-123.
23. Yen, B. C. and Akan, A. O. (1999). "Hydraulic Design of Urban Drainage Systems." In: Mays, L. W. (Ed.), Hydraulic Design Handbook, McGraw-Hill Inc., New York.
24. Zoppou, C. (2001). "Review of Urban Storm Water Models." Environmental Modelling and Software with Environment Data News, 16, 195-231.
25. 顏清連(1989),「台北都會區大眾捷運系統防洪排水設計之研究」,國立台灣大學水工試驗所研究報告第 100 號。
26. 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。
27. 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。

28. 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)。
29. 楊昌儒、林延郎、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。
30. 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。
31. 盧重任(1998)，「台北縣板和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。
32. 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。
33. 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。
34. 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。
35. 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。
36. 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。
37. 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。
38. 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。
39. 陳宣宏(2002)，「漫地流與雨水下水道水流之交互動態模擬」，國立台灣大學博士論文。

40. 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。
41. 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。
42. 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。
43. 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。
44. 薛人豪(2007),「雨水下水道系統輸水能力之研究」, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
45. 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。
46. 張良裕(2008),「緩坡雨水下水道系統模擬模式之研究」, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
47. 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。
48. 李岳洋(2009),「下水道渠管網與邊溝市街流耦合演算模式之研究」, 國立臺灣大學土木工程學系碩士論文。
49. 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。

表 4-1 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%

表 4-2 下水道系統體積統計 單位：立方公尺

管線總體積	1204143
人孔總體積	70130
系統總體積	1274273

表 4-3 玉成集水區土地利用型態

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%

表 5-1 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 (百慕達草) 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 5-2 各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

表 5-3 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 5-4 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%

表 5-5 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

表 6-1 下水道體積減少量與體積百分比 單位：立方公尺

	體積減少量	體積百分比
第一組	0	0.00%
第二組	4088	0.32%
第三組	117933	9.25%
第四組	122021	9.58%
第五組	10974	0.86%
第六組	316557	24.84%
第七組	327532	25.70%
第八組	16139	1.27%
第九組	465525	36.53%
第十組	481664	37.80%
系統總體積	1274273	100.00%

表 6-2 各重現期一日暴雨量 單位：毫米

時間 (小時)	重現期距 (年)					
	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1	5.76	7.36	9.73	11.75	14.02	16.63
2	6.31	8.06	10.66	12.87	15.36	18.21
3	6.59	8.41	11.12	13.43	16.02	19.01
4	7.13	9.12	12.05	14.55	17.36	20.59
5	7.68	9.82	12.98	15.67	18.70	22.17
6	9.06	11.57	15.29	18.47	22.03	26.13
7	10.43	13.32	17.61	21.27	25.37	30.09
8	13.72	17.53	23.17	27.99	33.39	39.60
9	22.50	28.75	38.00	45.90	54.75	64.94
10	26.89	34.36	45.41	54.85	65.43	77.61
11	42.81	54.69	72.29	87.31	104.16	123.54
12	24.70	31.55	41.71	50.37	60.09	71.27
13	15.64	19.98	26.41	31.90	38.06	45.14
14	11.80	15.08	19.93	24.07	28.71	34.05
15	10.15	12.97	17.15	20.71	24.70	29.30
16	9.06	11.57	15.29	18.47	22.03	26.13
17	7.68	9.82	12.98	15.67	18.70	22.17
18	7.13	9.12	12.05	14.55	17.36	20.59
19	6.59	8.41	11.12	13.43	16.02	19.01
20	6.04	7.71	10.19	12.31	14.69	17.42
21	5.49	7.01	9.27	11.19	13.35	15.84
22	5.21	6.66	8.80	10.63	12.69	15.05
23	5.08	6.49	8.57	10.35	12.35	14.65
24	4.94	6.31	8.34	10.07	12.02	14.25
總雨量	278.38	355.68	470.12	567.82	677.38	803.38

表 6-3 各重現期之下游邊界條件

重現期距	重現期水位					
	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
水位 (公尺)	9.19	10.23	10.86	11.49	11.58	12.01

表 6-4 淹水模擬結果面積統計（5 年重現期）

淹水深度 (公尺)	重現期距：5 年										面積單位:公頃
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	
3.00 以上	4.71	4.74	4.71	4.74	4.76	4.71	4.76	4.76	4.79	4.84	
2.50-3.00	1.05	1.02	1.05	1.02	1.02	1.05	1.02	1.02	1.05	1.00	
2.00-2.50	1.92	1.92	1.92	1.92	1.89	1.92	1.89	1.89	1.95	2.05	
1.50-2.00	8.99	8.99	8.99	8.99	9.24	9.01	9.27	9.24	9.57	9.78	
1.00-1.50	49.56	49.61	49.56	49.56	51.07	49.54	51.07	51.07	51.89	53.63	
0.50-1.00	77.7	77.85	77.9	78.08	77.26	78.44	77.85	77.49	78.87	78.18	
0.25-0.50	56.86	56.88	57.27	57.16	56.58	57.37	57.19	58.04	57.37	60.36	
面積統計	200.78	201.01	201.4	201.47	201.83	202.04	203.06	203.52	205.49	209.84	

表 6-5 淹水模擬結果面積統計（10 年重現期）

淹水深度 (公尺)	重現期距：10 年										面積單位:公頃
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	
3.00 以上	4.99	5.07	5.02	5.08	5.12	5.07	5.12	5.15	5.04	5.12	
2.50-3.00	1	0.95	0.97	1.02	0.92	0.95	0.95	0.92	0.97	0.97	
2.00-2.50	3.53	3.56	3.53	3.57	3.69	3.64	3.66	3.89	3.56	3.64	
1.50-2.00	21.3	21.3	21.32	21.28	22.6	22.04	22.89	23.45	21.27	22.89	
1.00-1.50	70.07	70.04	70.07	70.04	70.43	70.17	70.60	70.84	70.02	70.71	
0.50-1.00	82.69	82.79	82.82	83.37	83	83.17	84.02	83.17	88.27	89.42	
0.25-0.50	62.57	62.85	63.44	63.07	64.64	68.22	71.01	68.58	75.24	79.85	
面積統計	246.14	246.55	247.17	247.81	250.39	253.26	258.25	256	264.37	272.59	

表 6-6 淹水模擬結果面積統計（25 年重現期）

淹水深度 (公尺)	重現期距：25 年										面積單位:公頃
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	
3.00 以上	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	5.30	5.30	
2.50-3.00	1.02	1.02	1	1.02	1.08	1	1.02	1	1.05	1.05	
2.00-2.50	7.99	7.99	7.96	8.01	8.24	7.83	7.99	7.81	8.58	8.32	
1.50-2.00	46.92	47.1	46.46	47.05	47.87	45.98	47.10	45.7	49.15	47.85	
1.00-1.50	68.99	69.07	69.32	69.07	68.84	69.35	69.20	69.25	68.48	68.74	
0.50-1.00	91.32	91.49	92.65	92.77	92.65	97.97	98.82	102.91	97.13	106.98	
0.25-0.50	86.37	87.5	88.19	89.14	90.73	92.85	96.15	95.03	100.15	105.11	
面積統計	307.89	309.45	310.86	312.35	314.68	320.26	325.56	326.96	329.83	343.35	

表 6-7 淹水模擬結果面積統計（50 年重現期）

淹水深度 (公尺)	重現期距：50 年									
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組
3.00 以上	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.32	5.32	5.32	5.32
2.50-3.00	1.95	1.97	1.95	1.96	1.95	2	2.00	1.97	2	2.00
2.00-2.50	12.44	12.77	12.44	12.76	12.44	13	12.42	12.44	12.72	12.36
1.50-2.00	60.72	60.6	60.65	60.67	60.42	60.8	60.62	60.29	61.21	60.16
1.00-1.50	71.17	71.37	71.07	71.44	71.37	71.04	71.32	71.91	70.5	71.71
0.50-1.00	121.57	122.21	124.01	123.62	128.05	126.77	132.94	130.82	136.04	144.36
0.25-0.50	119.78	120.4	119.88	121.11	120.88	128.54	129.36	122.11	135.45	137.78
面積統計	392.99	394.68	395.34	397.11	400.46	407.5	413.98	404.86	423.24	433.69

表 6-8 淹水模擬結果面積統計（100 年重現期）

淹水深度 (公尺)	重現期距：100 年									
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組
3.00 以上	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.17	5.17
2.50-3.00	2.51	2.48	2.51	2.49	2.48	2.56	2.56	2.48	2.89	2.89
2.00-2.50	18.41	18.43	18.66	18.60	18.46	19.25	19.10	18.46	20.04	19.66
1.50-2.00	67	67.05	67.46	67.60	67.02	67.76	67.71	67.02	67.99	68.10
1.00-1.50	73.83	73.96	73.37	73.50	74.83	73.42	74.70	75.44	73.01	74.85
0.50-1.00	133.15	134.71	133.96	135.42	138.04	141.03	145.48	140.54	151.17	157.93
0.25-0.50	127.95	128.13	129.66	130.11	128.18	136.29	137.01	129.31	139.29	140.90
面積統計	427.98	429.9	430.77	433.01	434.15	445.47	451.71	438.4	459.57	469.50

表 6-9 淹水模擬結果面積統計（200 年重現期）

淹水深度 (公尺)	重現期距：200 年									
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組
3.00 以上	5.56	5.5	5.48	5.48	5.56	5.4	5.40	5.58	5.43	5.43
2.50-3.00	5.53	5.58	5.63	5.58	5.53	5.66	5.63	5.61	5.66	5.66
2.00-2.50	35.2	34.84	35.02	34.82	35.25	35.43	35.40	36.17	37.2	37.20
1.50-2.00	74.78	74.88	74.32	74.52	74.73	73.32	73.16	74.39	72.17	72.12
1.00-1.50	76.62	76.98	76.06	76.26	78.05	75.83	77.18	78.92	76.24	78.49
0.50-1.00	157.18	158.8	158.23	159.80	161.64	165.58	169.50	164.12	174.03	179.58
0.25-0.50	137.04	137.16	139.26	139.44	137.55	144.1	145.23	137.86	145.43	146.48
面積統計	491.9	493.75	494	495.90	498.3	505.32	511.51	502.66	516.15	524.95

表 6-10 各土地利用淹水面積統計（5 年重現期） 單位：公頃

組別 \ 土地利用	遊憩用地	交通用地	建築用地
第一組	7.50	6.71	59.96
第二組	7.50	6.73	60.08
第三組	7.58	6.76	60.13
第四組	7.58	6.76	60.19
第五組	7.53	6.78	60.34
第六組	7.65	6.76	60.49
第七組	7.68	6.81	60.68
第八組	7.55	6.78	61.67
第九組	7.86	6.86	61.75
第十組	7.96	6.91	64.93

表 6-11 各土地利用淹水面積統計（10 年重現期） 單位：公頃

組別 \ 土地利用	遊憩用地	交通用地	建築用地
第一組	10.88	8.58	78.75
第二組	10.88	8.58	79.33
第三組	10.91	8.58	78.95
第四組	11.62	8.55	82.46
第五組	11.26	8.65	82.94
第六組	11.49	8.65	80.72
第七組	11.78	8.68	85.53
第八組	11.21	8.68	89.98
第九組	11.96	8.76	83.48
第十組	12.19	8.83	93.88

表 6-12 各土地利用淹水面積統計（25 年重現期） 單位：公頃

組別 \ 土地利用	遊憩用地	交通用地	建築用地
第一組	15.67	10.52	107.11
第二組	15.67	10.50	108.90
第三組	15.74	10.52	107.96
第四組	15.77	10.52	109.70
第五組	16.00	10.55	114.38
第六組	16.03	10.68	110.64
第七組	16.56	10.73	117.20
第八組	16.74	10.62	117.73
第九組	17.20	11.55	118.02
第十組	18.15	11.42	125.72

表 6-13 各土地利用淹水面積統計（50 年重現期） 單位：公頃

組別 \ 土地利用	遊憩用地	交通用地	建築用地
第一組	23.09	12.08	148.33
第二組	23.17	12.08	149.89
第三組	23.30	12.19	149.02
第四組	23.81	13.1	148.84
第五組	23.09	12.06	153.16
第六組	24.37	13.47	154.80
第七組	24.47	13.39	159.28
第八組	23.17	12.06	156.21
第九組	25.45	14.00	162.53
第十組	25.63	14.03	169.65

表 6-14 各土地利用淹水面積統計（100 年重現期） 單位：公頃

組別 \ 土地利用	遊憩用地	交通用地	建築用地
第一組	26.70	13.57	162.66
第二組	26.73	13.54	164.04
第三組	26.88	13.80	164.04
第四組	26.65	14.67	164.30
第五組	26.85	13.54	166.76
第六組	27.72	14.80	171.60
第七組	27.85	14.85	175.62
第八組	26.96	13.59	169.47
第九組	29.34	15.18	178.20
第十組	29.59	15.23	184.60

表 6-15 各土地利用淹水面積統計（200 年重現期） 單位：公頃

組別 \ 土地利用	遊憩用地	交通用地	建築用地
第一組	31.69	17.18	188.29
第二組	31.67	17.15	189.62
第三組	31.74	17.28	189.75
第四組	31.74	17.28	190.98
第五組	31.90	17.20	192.31
第六組	32.15	17.56	196.22
第七組	32.61	17.54	200.14
第八組	32.15	17.33	194.71
第九組	33.46	17.87	200.73
第十組	33.72	17.95	206.26

表 6-16 各土地利用淹水面積變化（5 年重現期） 單位：公頃

	遊憩用地		交通用地		建築用地	
	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率
第一組	0	100.00%	0	100.00%	0	100.00%
第二組	0	100.00%	0.03	100.38%	0.13	100.21%
第三組	0.08	101.02%	0.05	100.76%	0.18	100.30%
第四組	0.08	101.07%	0.05	100.75%	0.23	100.38%
第五組	0.03	100.34%	0.08	101.15%	0.38	100.64%
第六組	0.15	102.05%	0.05	100.76%	0.54	100.90%
第七組	0.18	102.40%	0.1	101.49%	0.72	101.20%
第八組	0.05	100.68%	0.08	101.15%	1.72	102.86%
第九組	0.36	104.78%	0.15	102.29%	1.79	102.99%
第十組	0.46	106.13%	0.2	102.98%	4.97	108.29%

表 6-17 各土地利用淹水面積變化（10 年重現期） 單位：公頃

	遊憩用地		交通用地		建築用地	
	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率
第一組	0	100.00%	0	100.00%	0	100.00%
第二組	0	100.00%	0	100.00%	0.59	100.75%
第三組	0.03	100.24%	0	100.00%	0.2	100.26%
第四組	0.74	106.80%	-0.03	99.65%	3.71	104.71%
第五組	0.38	103.53%	0.08	100.90%	4.2	105.33%
第六組	0.61	105.65%	0.08	100.90%	1.97	102.50%
第七組	0.9	108.27%	0.1	101.17%	6.78	108.61%
第八組	0.33	103.06%	0.1	101.19%	11.24	114.27%
第九組	1.08	109.88%	0.18	102.09%	4.74	106.01%
第十組	1.31	112.04%	0.25	102.91%	15.13	119.21%

表 6-18 各土地利用淹水面積變化（25 年重現期） 單位：公頃

	遊憩用地		交通用地		建築用地	
	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率
第一組	0	100.00%	0	100.00%	0	100.00%
第二組	0	100.00%	-0.03	99.76%	1.79	101.67%
第三組	0.08	100.49%	0	100.00%	0.84	100.79%
第四組	0.1	100.64%	0	100.00%	2.59	102.42%
第五組	0.33	102.12%	0.03	100.24%	7.27	106.79%
第六組	0.36	102.29%	0.15	101.46%	3.53	103.30%
第七組	0.89	105.68%	0.21	102.00%	10.09	109.42%
第八組	1.08	106.86%	0.1	100.97%	10.62	109.92%
第九組	1.54	109.80%	1.02	109.73%	10.91	110.18%
第十組	2.48	115.83%	0.9	108.56%	18.61	117.37%

表 6-19 各土地利用淹水面積變化（50 年重現期） 單位：公頃

	遊憩用地		交通用地		建築用地	
	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率
第一組	0	100.00%	0	100.00%	0	100.00%
第二組	0.08	100.33%	0	100.00%	1.56	101.05%
第三組	0.2	100.89%	0.1	100.85%	0.69	100.47%
第四組	0.72	103.12%	1.02	108.44%	0.51	100.34%
第五組	0	100.00%	-0.03	99.79%	4.84	103.26%
第六組	1.28	105.54%	1.38	111.44%	6.48	104.37%
第七組	1.38	105.98%	1.31	110.84%	10.95	107.38%
第八組	0.08	100.33%	-0.03	99.79%	7.88	105.32%
第九組	2.36	110.20%	1.92	115.89%	14.21	109.58%
第十組	2.54	111.00%	1.95	116.14%	21.32	114.37%

表 6-20 各土地利用淹水面積變化（100 年重現期） 單位：公頃

	遊憩用地		交通用地		建築用地	
	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率
第一組	0	100.00%	0	100.00%	0	100.00%
第二組	0.03	100.10%	-0.03	99.81%	1.38	100.85%
第三組	0.18	100.67%	0.23	101.70%	1.38	100.85%
第四組	-0.05	99.81%	1.1	108.11%	1.64	101.01%
第五組	0.15	100.58%	-0.03	99.81%	4.1	102.52%
第六組	1.02	103.84%	1.23	109.06%	8.93	105.49%
第七組	1.15	104.31%	1.28	109.43%	12.96	107.97%
第八組	0.26	100.96%	0.03	100.19%	6.81	104.19%
第九組	2.64	109.88%	1.61	111.89%	15.54	109.55%
第十組	2.89	110.82%	1.66	112.23%	21.94	113.49%

表 6-21 各土地利用淹水面積變化（200 年重現期） 單位：公頃

	遊憩用地		交通用地		建築用地	
	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率	變化面積	面積比率
第一組	0	100.00%	0	100.00%	0	100.00%
第二組	-0.03	99.92%	-0.03	99.85%	1.33	100.71%
第三組	0.05	100.16%	0.1	100.60%	1.46	100.77%
第四組	0.05	100.16%	0.1	100.58%	2.69	101.43%
第五組	0.2	100.65%	0.03	100.15%	4.02	102.13%
第六組	0.46	101.45%	0.38	102.24%	7.94	104.21%
第七組	0.92	102.90%	0.36	102.10%	11.85	106.29%
第八組	0.46	101.45%	0.15	100.89%	6.43	103.41%
第九組	1.77	105.57%	0.69	104.02%	12.44	106.61%
第十組	2.03	106.41%	0.77	104.48%	17.97	109.54%

表 6-22 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（5 年重現期）

	淹水總面積 (公頃)	增加淹水面積 (A) (平方公尺)	減少下水道體積 (B) (立方公尺)	(A/B)
第一組	200.78	0	0	-
第二組	201.01	2300	2152	1.07
第三組	201.40	6200	62070	0.10
第四組	201.47	6900	64222	0.11
第五組	201.83	10500	6456	1.63
第六組	202.04	12600	186210	0.07
第七組	203.06	22800	192666	0.12
第八組	203.52	27400	10760	2.55
第九組	205.49	47100	310350	0.15
第十組	209.84	90600	321110	0.28

表 6-23 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（10 年重現期）

	淹水總面積 (公頃)	增加淹水面積 (A) (平方公尺)	減少下水道體積 (B) (立方公尺)	(A/B)
第一組	246.14	0	0	-
第二組	246.55	4100	2152	1.91
第三組	247.17	10300	62070	0.17
第四組	247.81	16700	64222	0.26
第五組	250.39	42500	6456	6.58
第六組	253.26	71200	186210	0.38
第七組	258.25	121100	192666	0.63
第八組	256.00	98600	10760	9.16
第九組	264.37	182300	310350	0.59
第十組	272.59	264500	321110	0.82

表 6-24 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（25 年重現期）

	淹水總面積 (公頃)	增加淹水面積 (A) (平方公尺)	減少下水道體積 (B) (立方公尺)	(A/B)
第一組	307.89	0	0	-
第二組	309.45	15600	2152	7.25
第三組	310.86	29700	62070	0.48
第四組	312.35	44600	64222	0.69
第五組	314.68	67900	6456	10.52
第六組	320.26	123700	186210	0.66
第七組	325.56	176700	192666	0.92
第八組	326.96	190700	10760	17.72
第九組	329.83	219400	310350	0.71
第十組	343.35	354600	321110	1.10

表 6-25 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（50 年重現期）

	淹水總面積 (公頃)	增加淹水面積 (A) (平方公尺)	減少下水道體積 (B) (立方公尺)	(A/B)
第一組	392.99	0	0	-
第二組	394.68	16900	2152	7.85
第三組	395.34	23500	62070	0.38
第四組	397.11	41200	64222	0.64
第五組	400.46	74700	6456	11.57
第六組	407.50	145100	186210	0.78
第七組	413.98	209900	192666	1.09
第八組	404.86	118700	10760	11.03
第九組	423.24	302500	310350	0.97
第十組	433.69	407000	321110	1.27

表 6-26 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（100 年重現期）

	淹水總面積 (公頃)	增加淹水面積 (A) (平方公尺)	減少下水道體積 (B) (立方公尺)	(A/B)
第一組	427.98	0	0	-
第二組	429.90	19200	2152	8.92
第三組	430.77	27900	62070	0.45
第四組	433.01	50300	64222	0.78
第五組	434.15	61700	6456	9.56
第六組	445.47	174900	186210	0.94
第七組	451.71	237300	192666	1.23
第八組	438.40	104200	10760	9.68
第九組	459.57	315900	310350	1.02
第十組	469.50	415200	321110	1.29

表 6-27 各組淹水增加面積、下水道減少體積及其比例（200 年重現期）

	淹水總面積 (公頃)	增加淹水面積 (A) (平方公尺)	減少下水道體積 (B) (立方公尺)	(A/B)
第一組	491.90	0	0	-
第二組	493.75	18500	2152	8.60
第三組	494.00	21000	62070	0.34
第四組	495.90	40000	64222	0.62
第五組	498.30	64000	6456	9.91
第六組	505.32	134200	186210	0.72
第七組	511.51	196100	192666	1.02
第八組	502.66	107600	10760	10.00
第九組	516.15	242500	310350	0.78
第十組	524.95	330500	321110	1.03

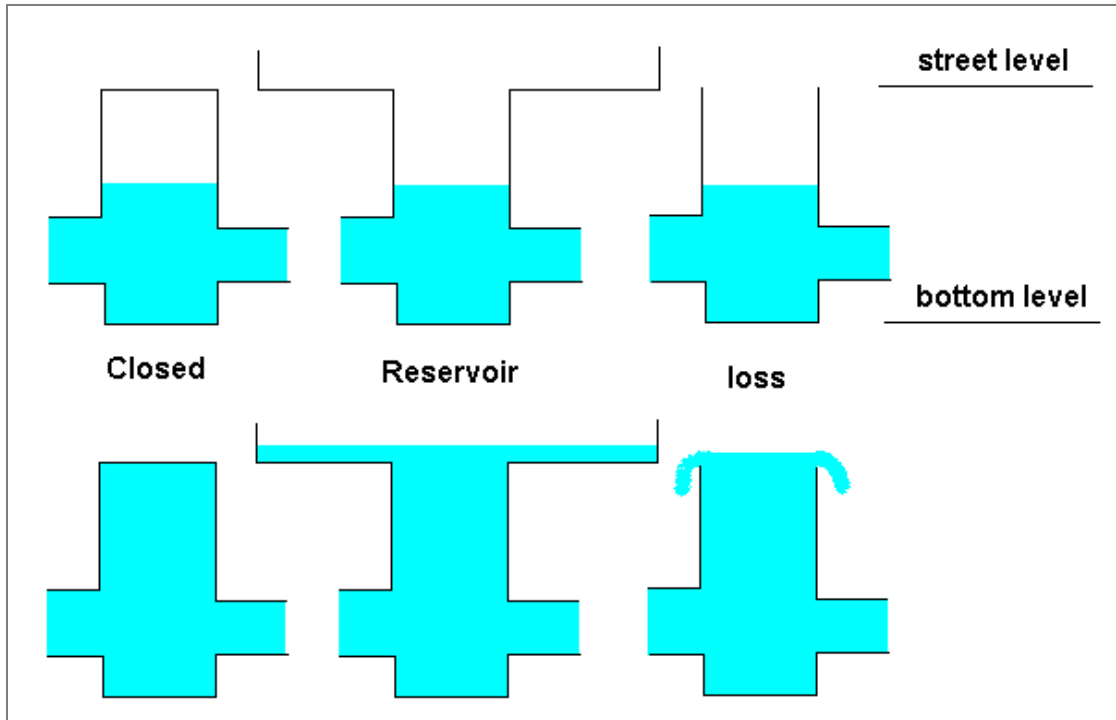


圖 3-1 人孔型式與人孔水位情形

(上列三圖為各型式人孔於人孔水位未超出地表高程時之情形)

(下列三圖為各型式人孔於人孔水位超出地表高程時之情形)





圖 4-1 玉成集水區地理位置圖

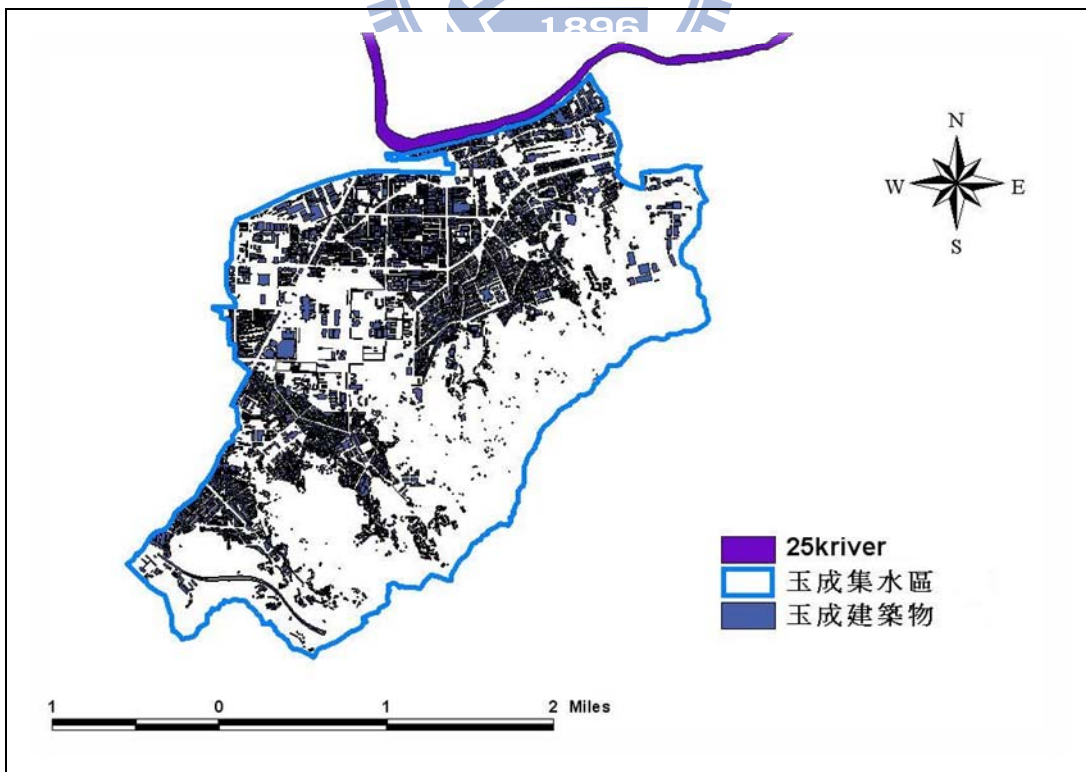


圖 4-2 玉成集水區建築物分佈圖

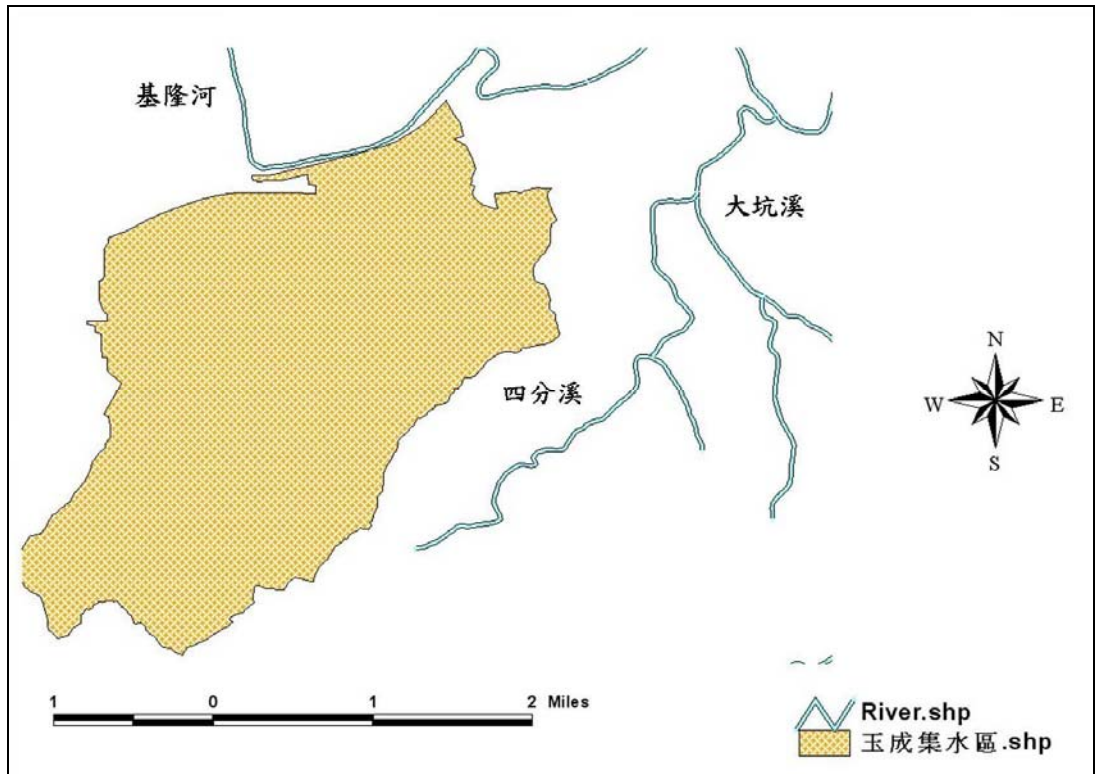


圖 4-3 玉成集水區周遭水系分佈圖

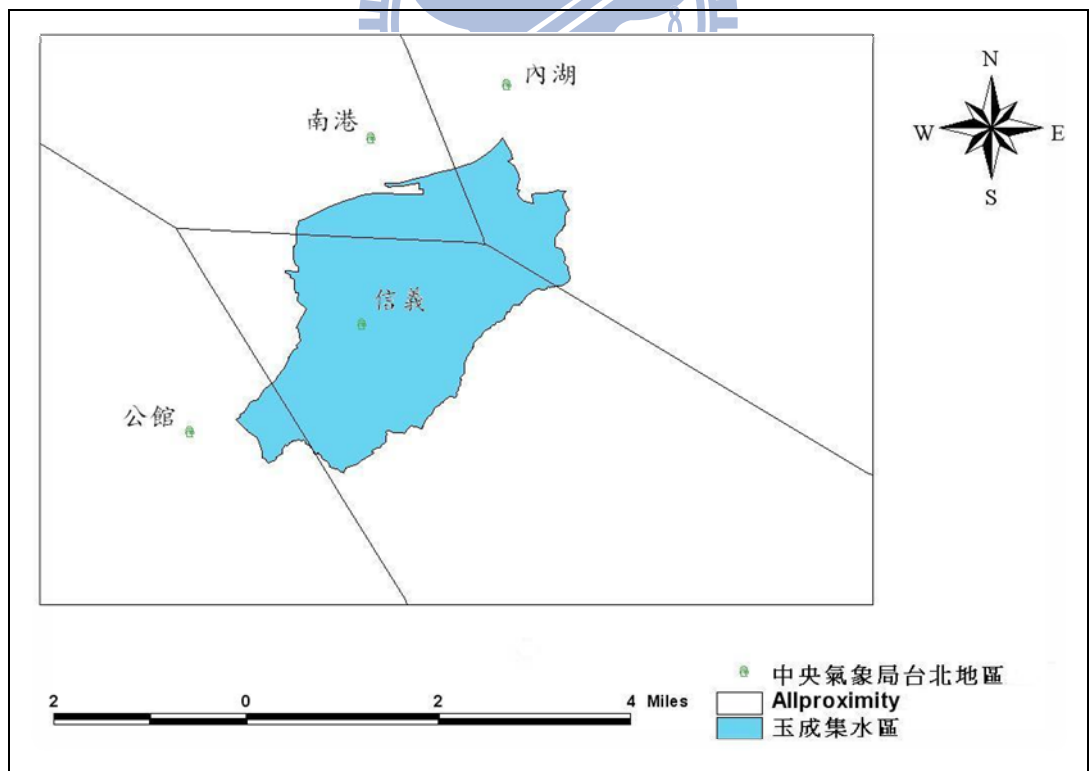


圖 4-4 納莉、柯羅莎颱風各雨量站控制面積

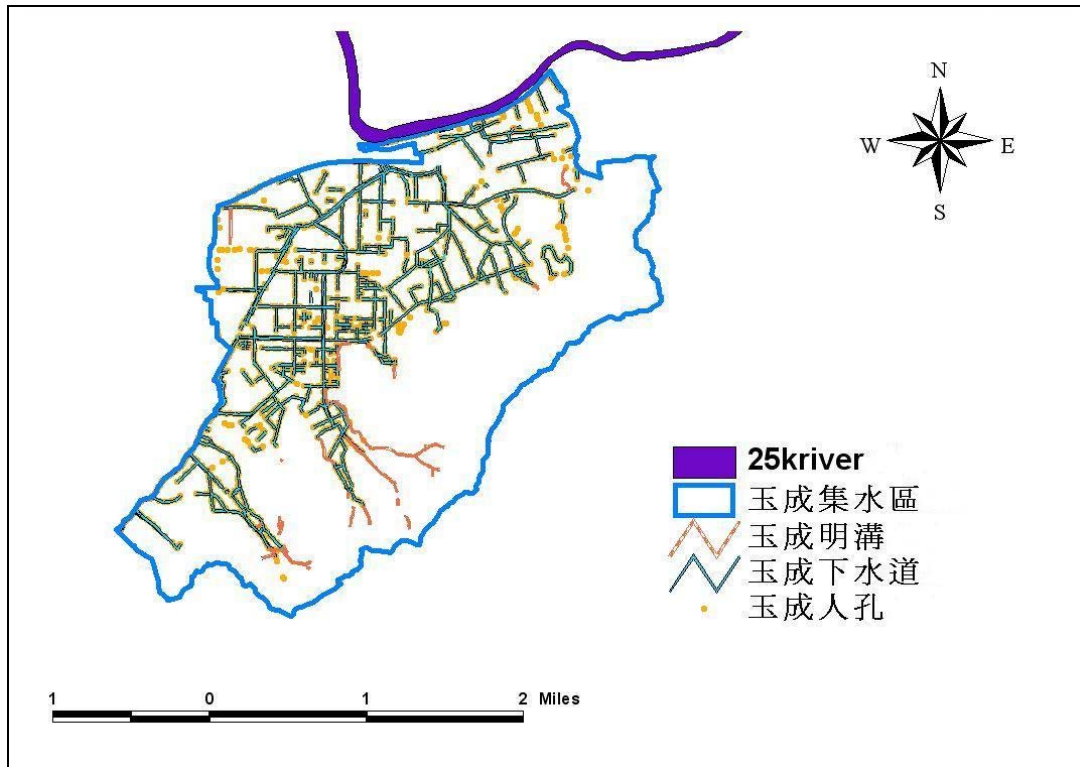


圖 4-5 玉成集水區排水系統分佈圖

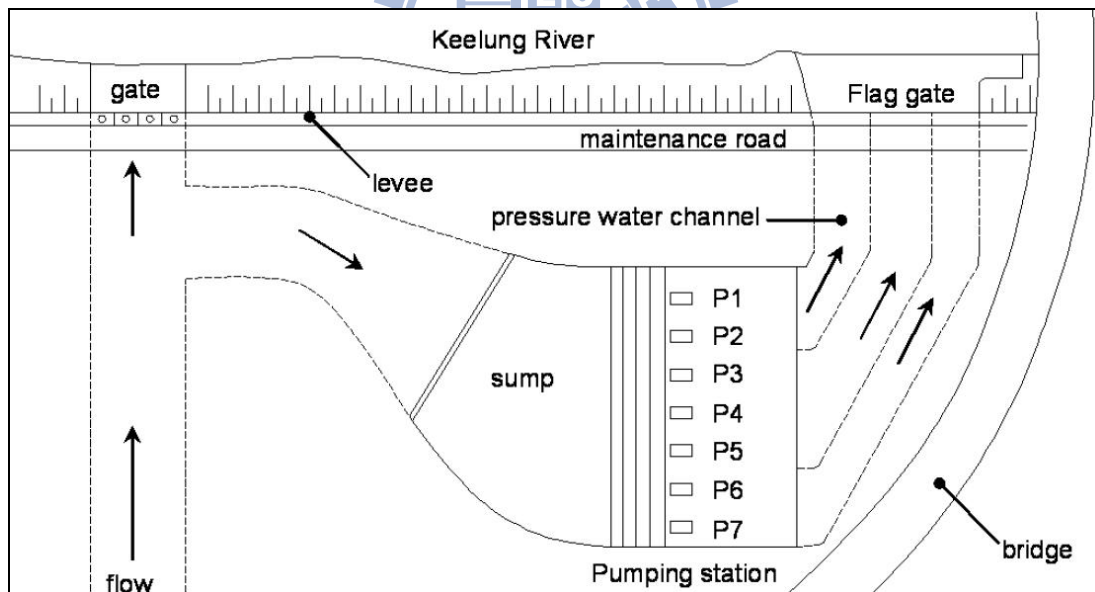


圖 4-6 抽水機組配置



圖 4-7 抽水機組配置現況

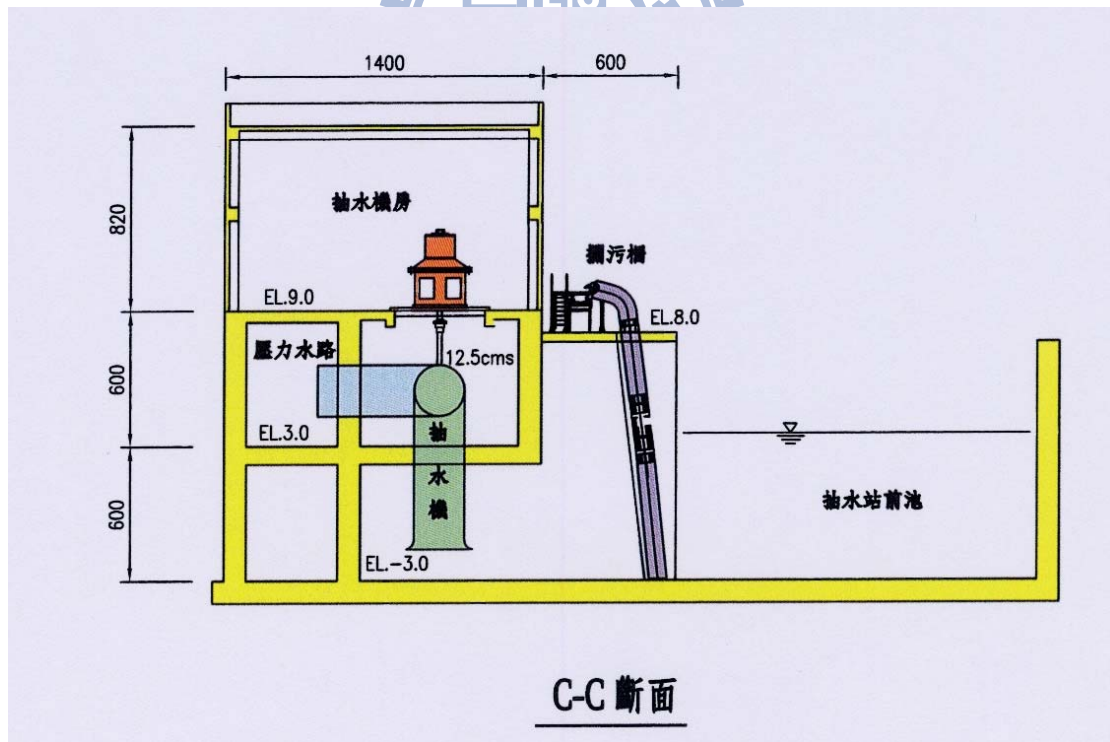


圖 4-8 玉成抽水站擴建橫剖面圖

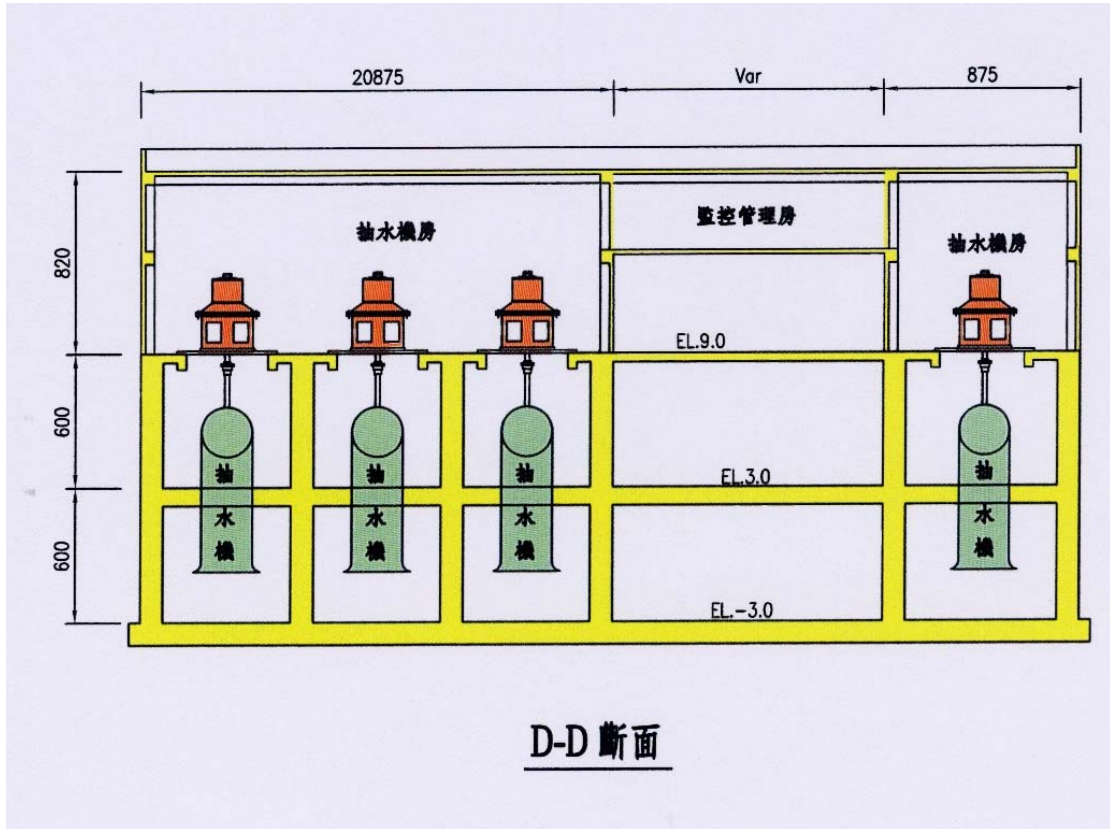


圖 4-9 玉成抽水站擴建橫剖面圖

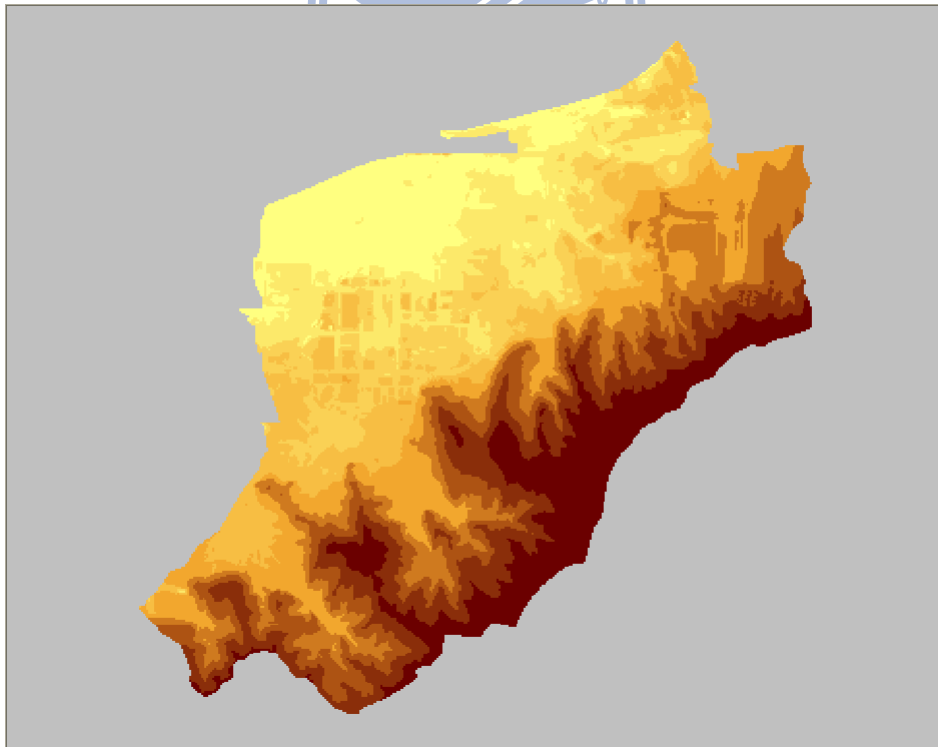


圖 4-10 玉成集水區數值地表高程

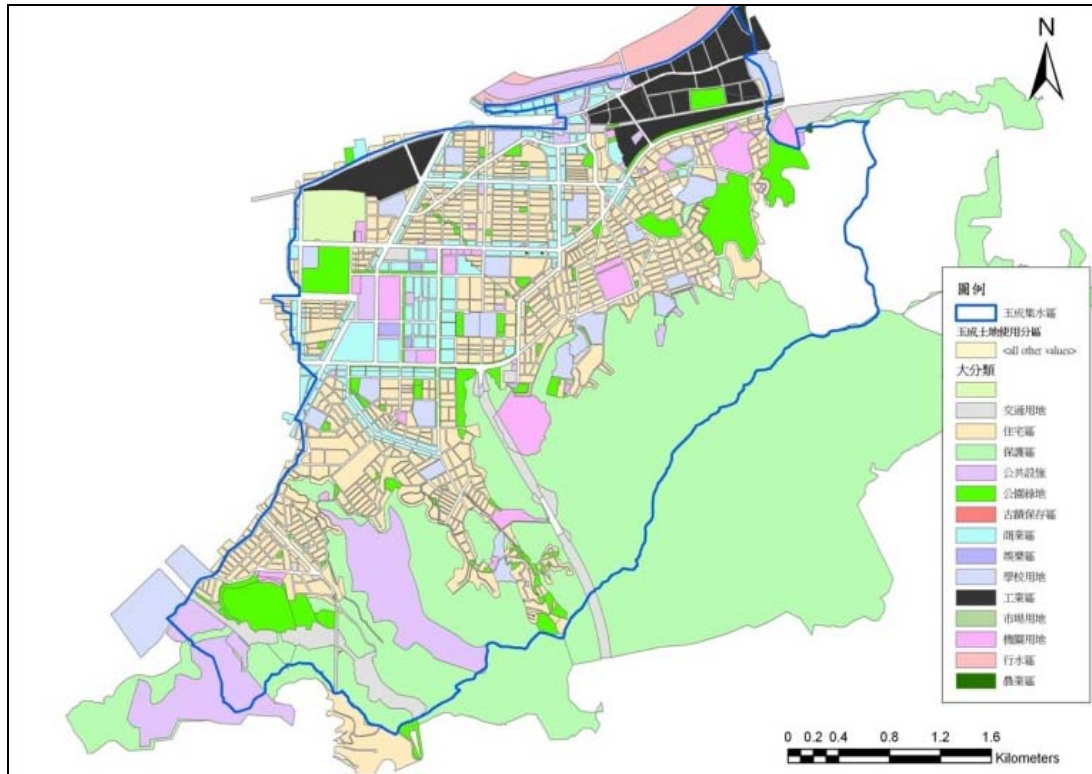


圖 4-11 玉成集水區土地利用情形

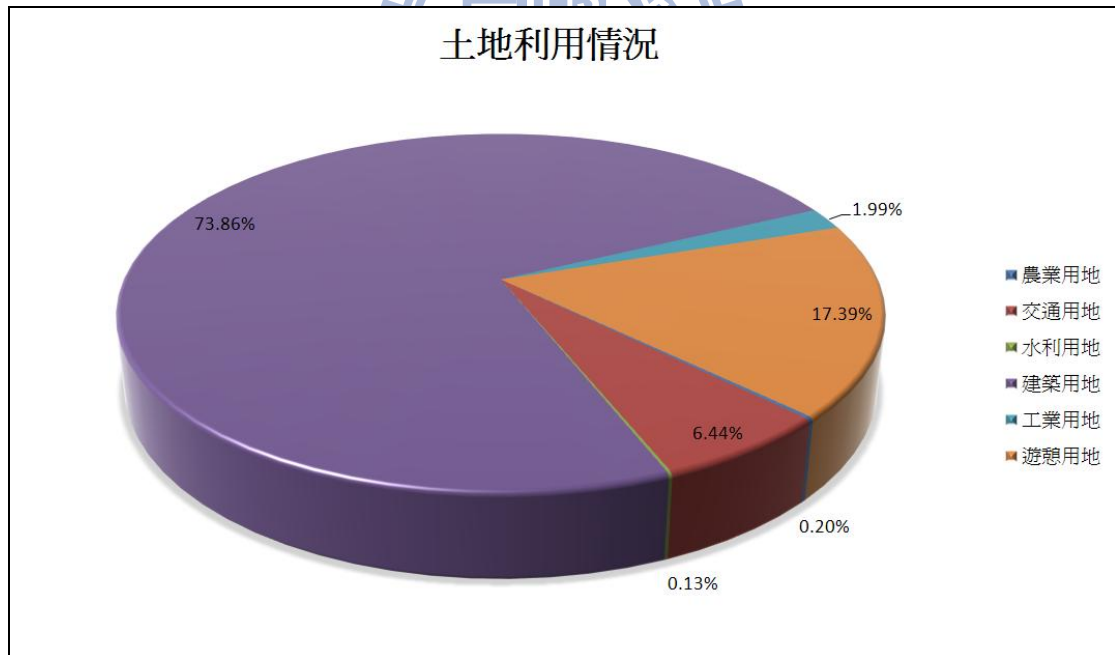


圖 4-12 土地利用百分比圖

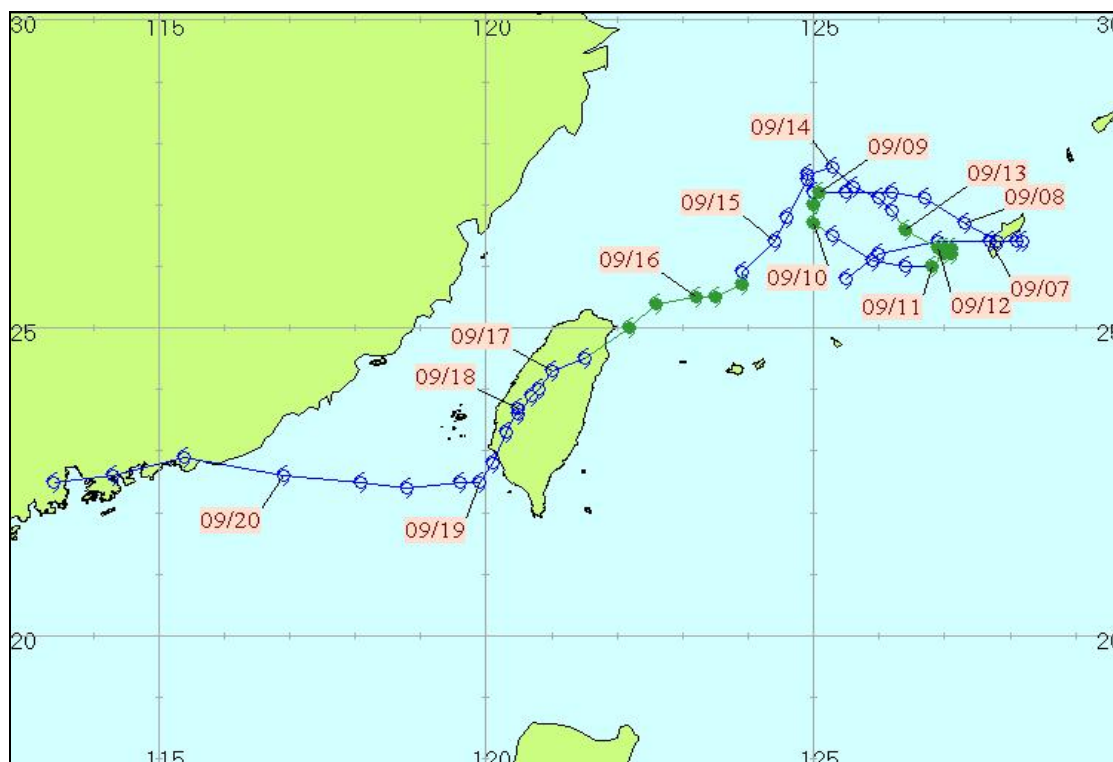


圖 5-1 納莉 (Nari) 颱風路徑圖

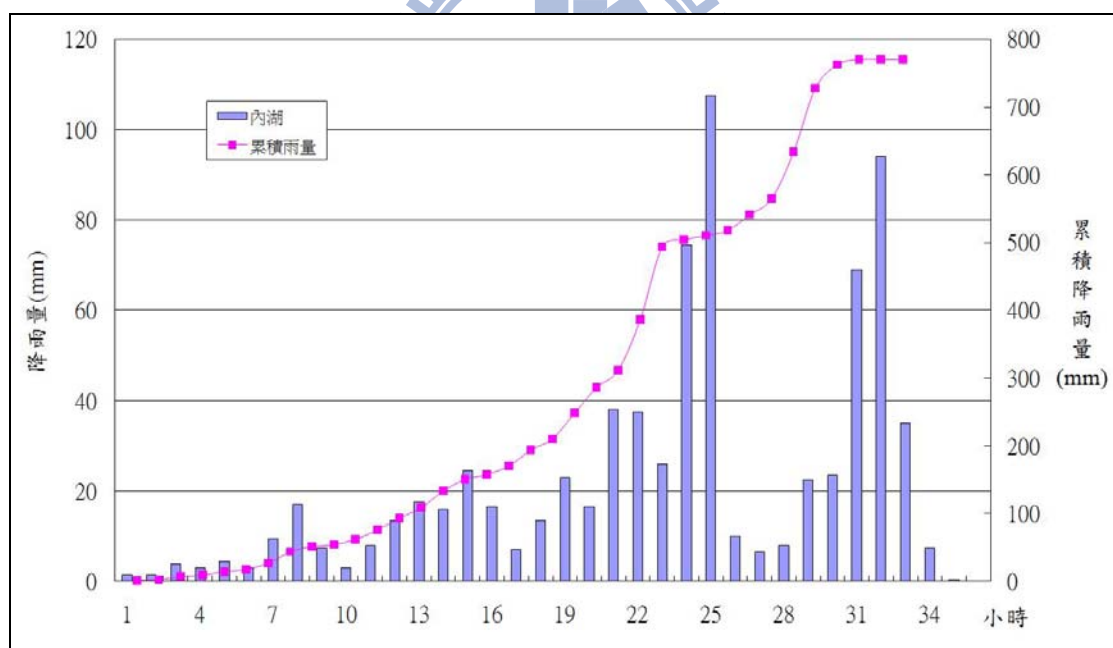


圖 5-2 內湖雨量站 36 小時降雨組體圖

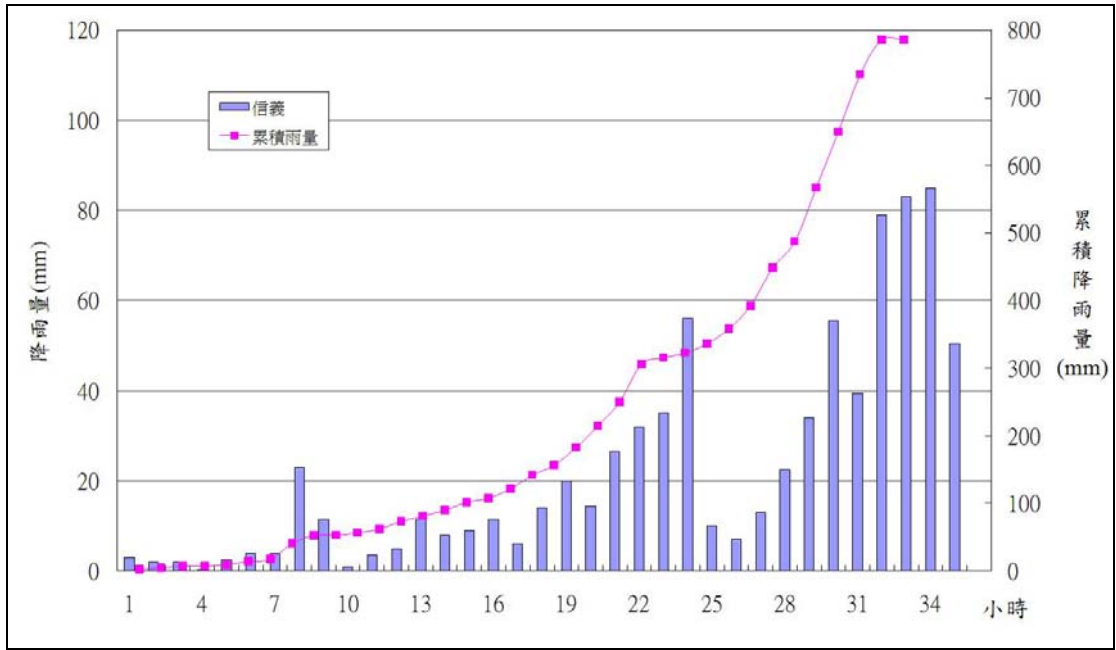


圖 5-3 信義雨量站 36 小時降雨組體圖

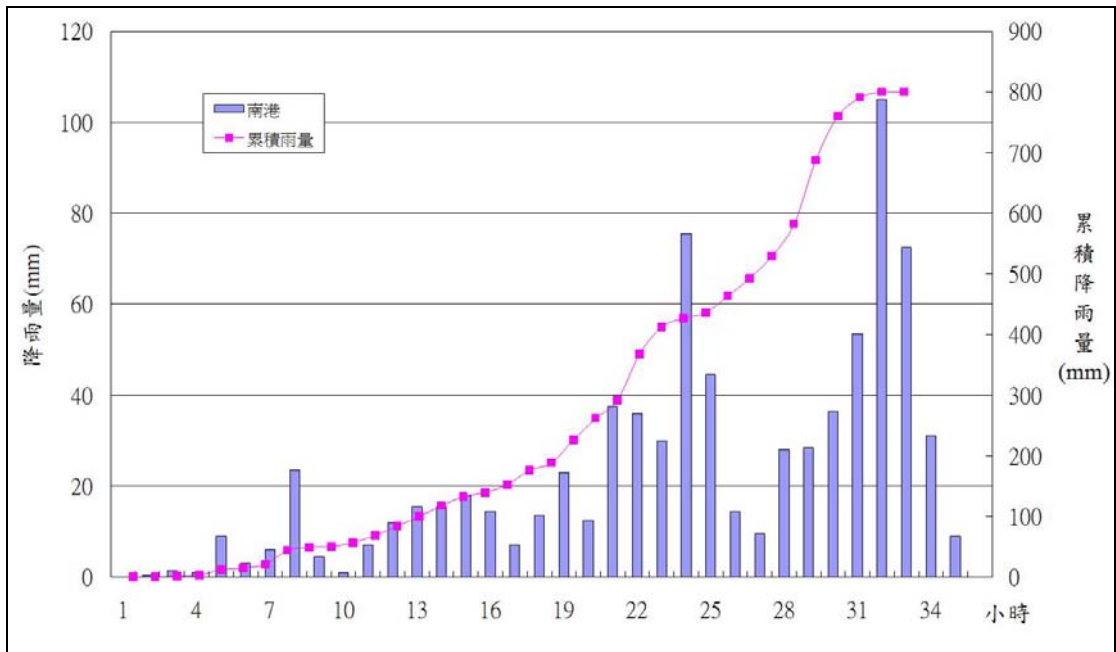


圖 5-4 南港雨量站 36 小時降雨組體圖

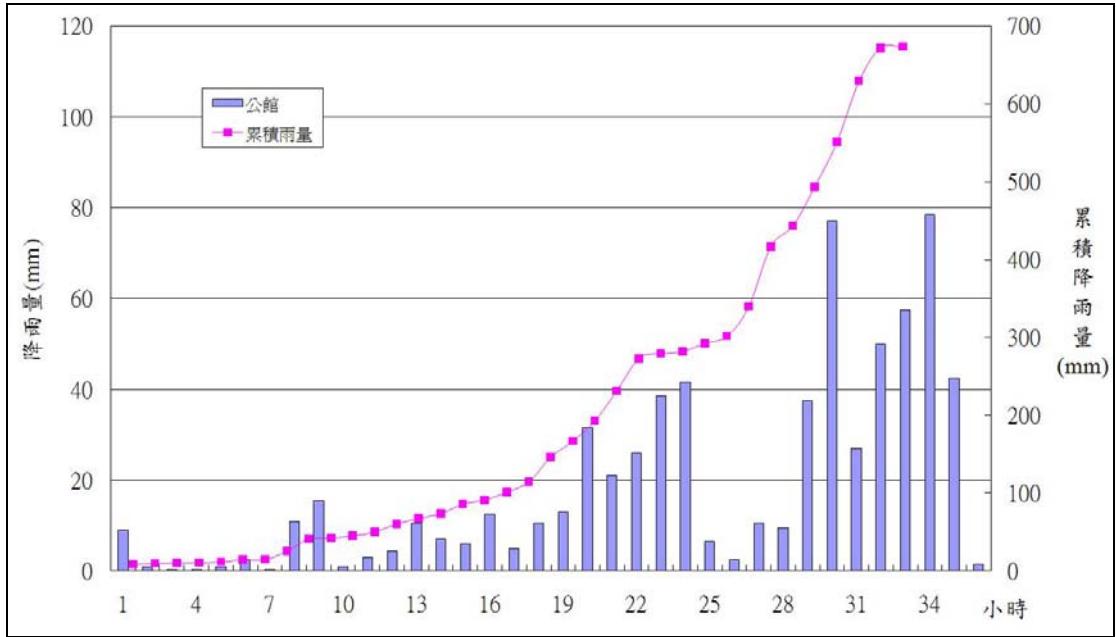


圖 5-5 公館雨量站 36 小時降雨組體圖

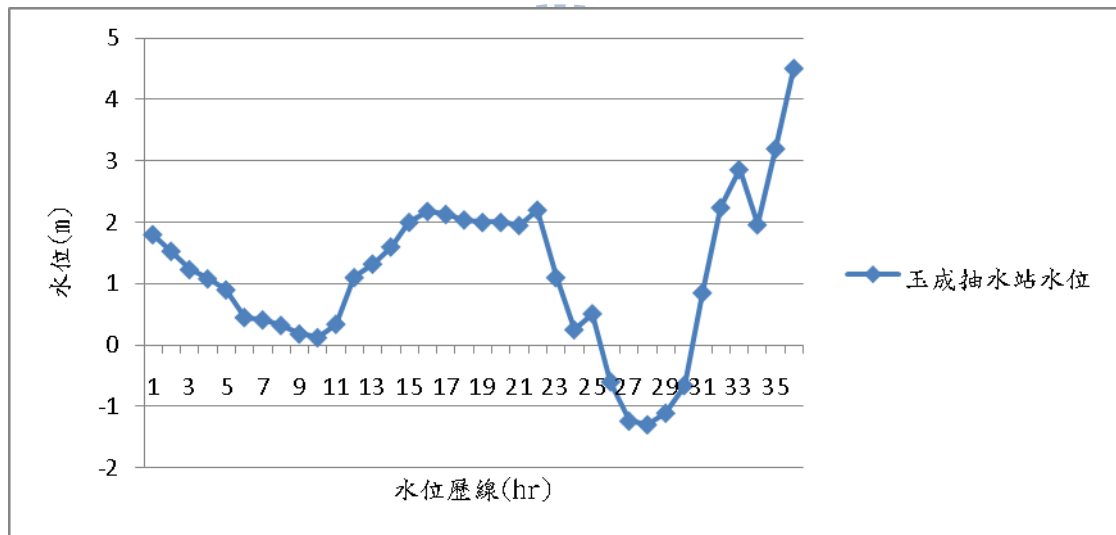


圖 5-6 納莉颱風玉成抽水站 36 小時實測水位

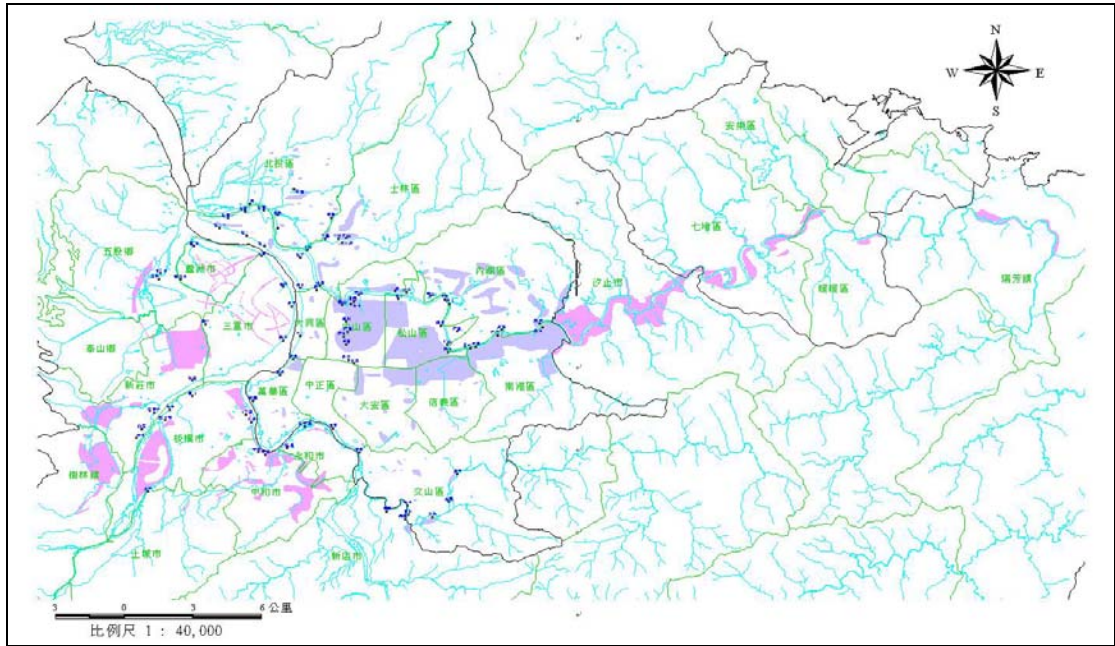


圖 5-7 納莉颱風淡水河流域實際調查淹水範圍
(摘自納莉颱風災因分析及綜合檢討評估報告)

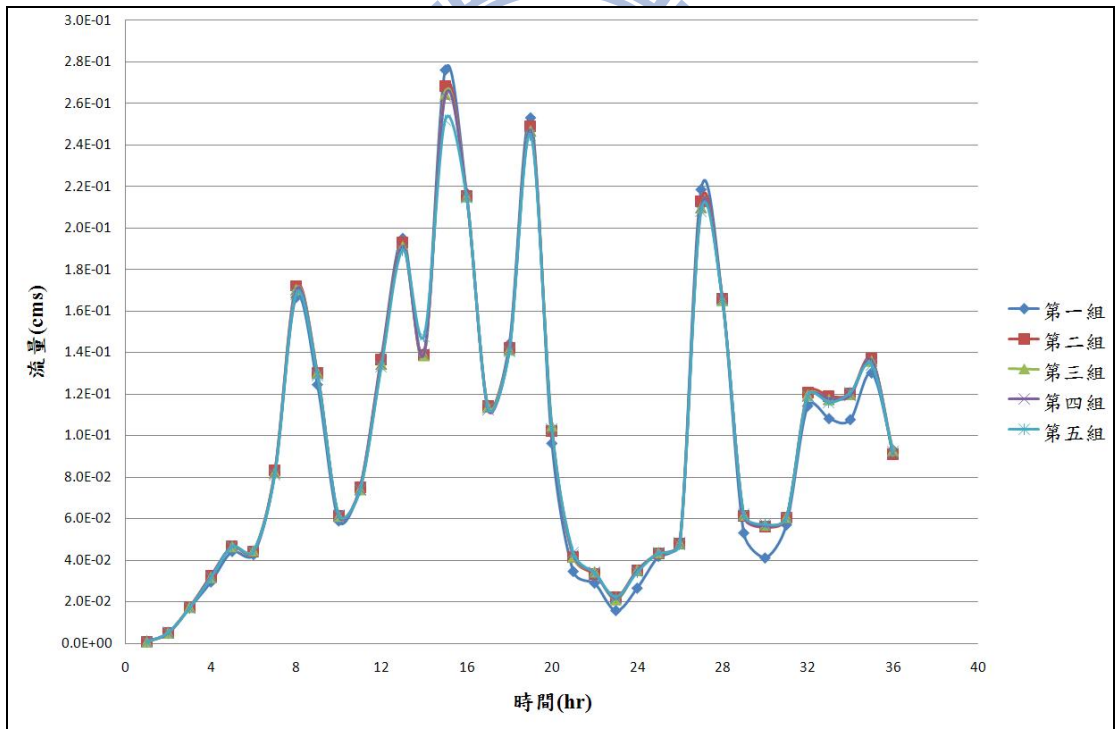


圖 5-8 三張犁截流溝之出流歷線

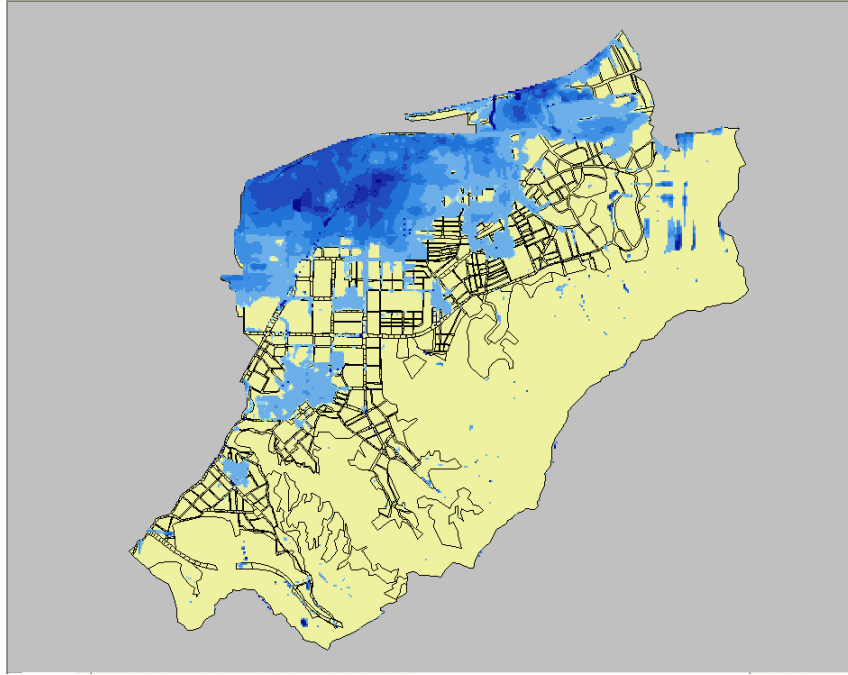


圖 5-9 第 1 組模擬結果之最大淹水範圍

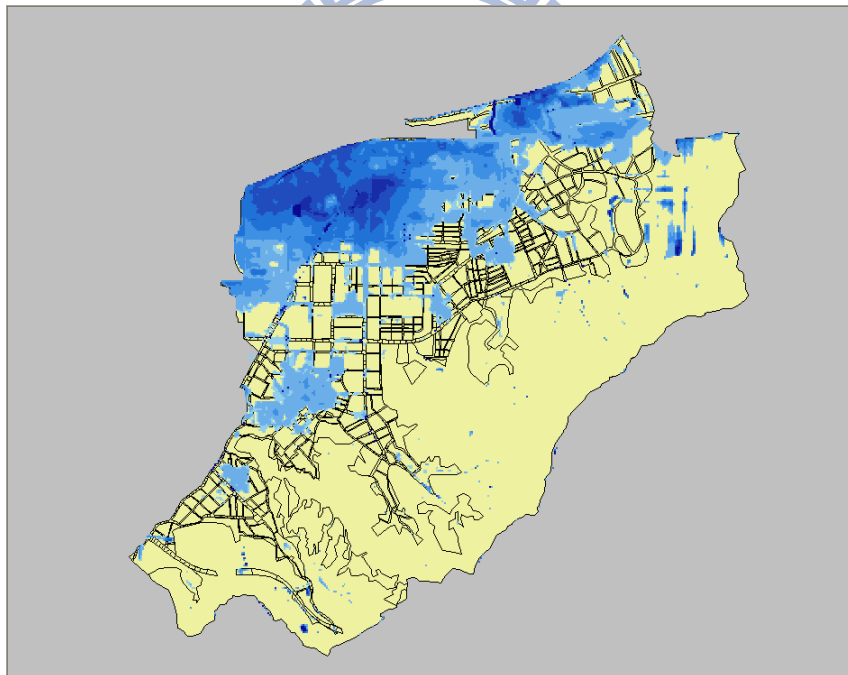


圖 5-10 第 2 組模擬結果之最大淹水範圍

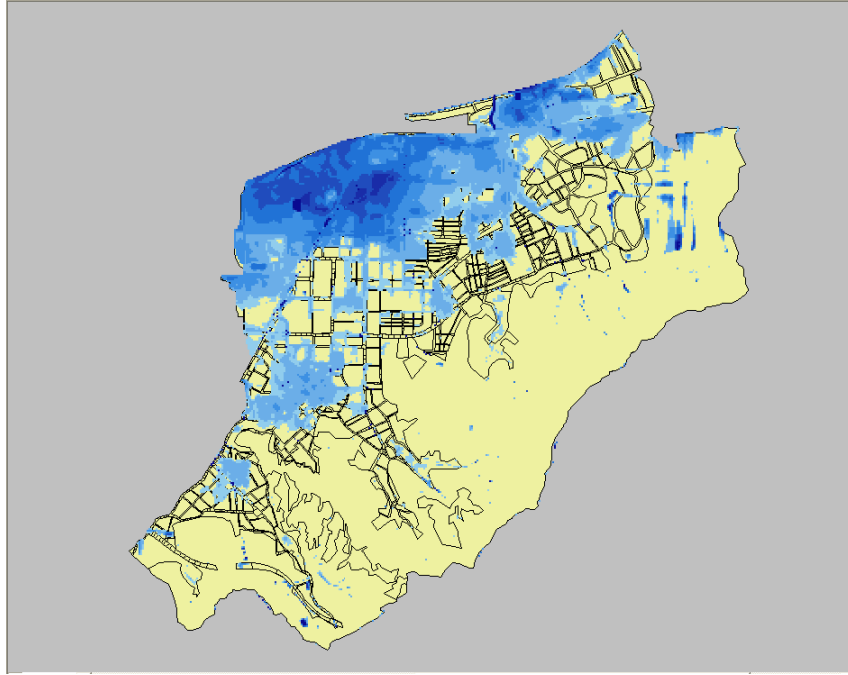


圖 5-11 第 3 組模擬結果之最大淹水範圍

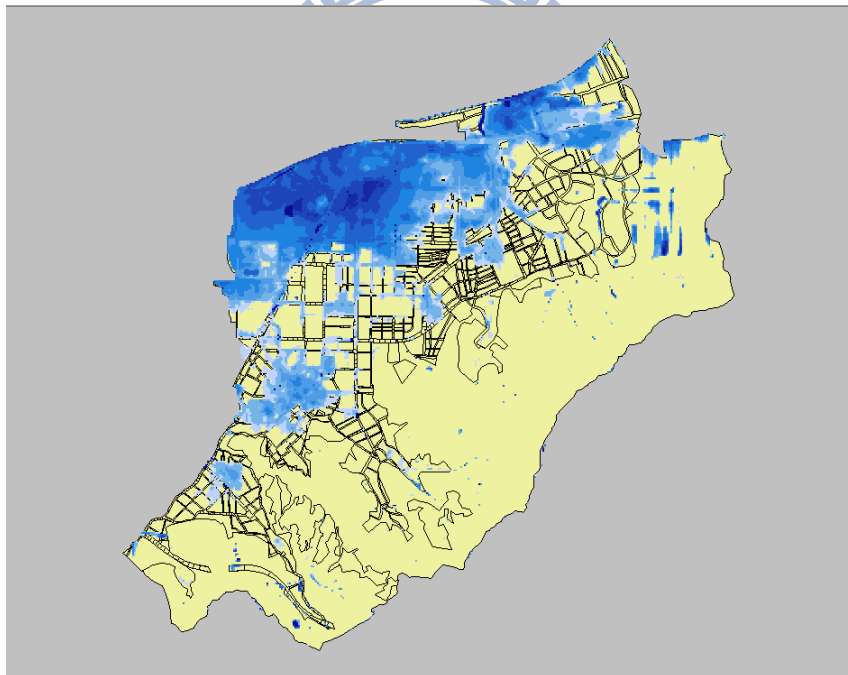


圖 5-12 第 4 組模擬結果之最大淹水範圍

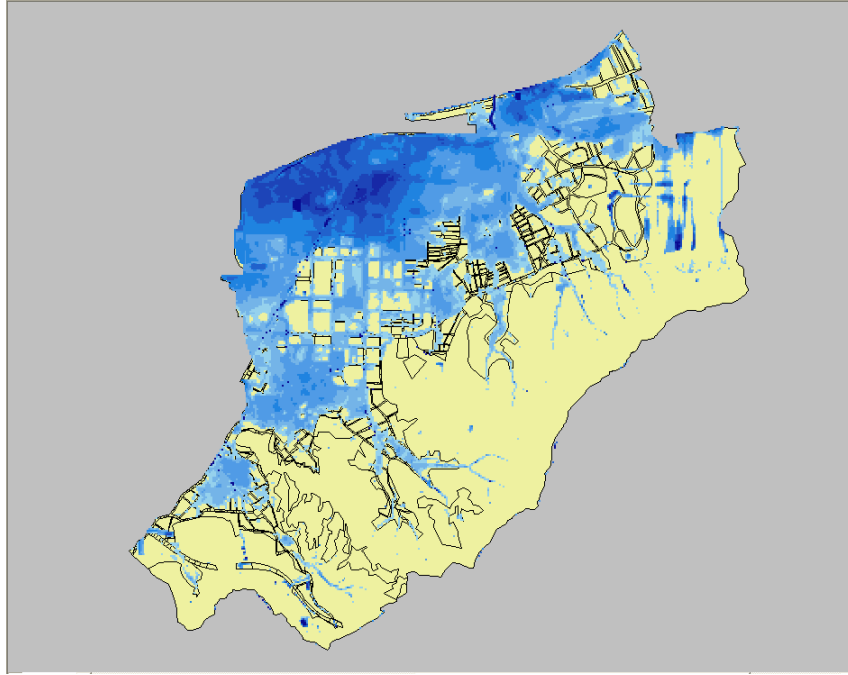


圖 5-13 第 5 組模擬結果之最大淹水範圍

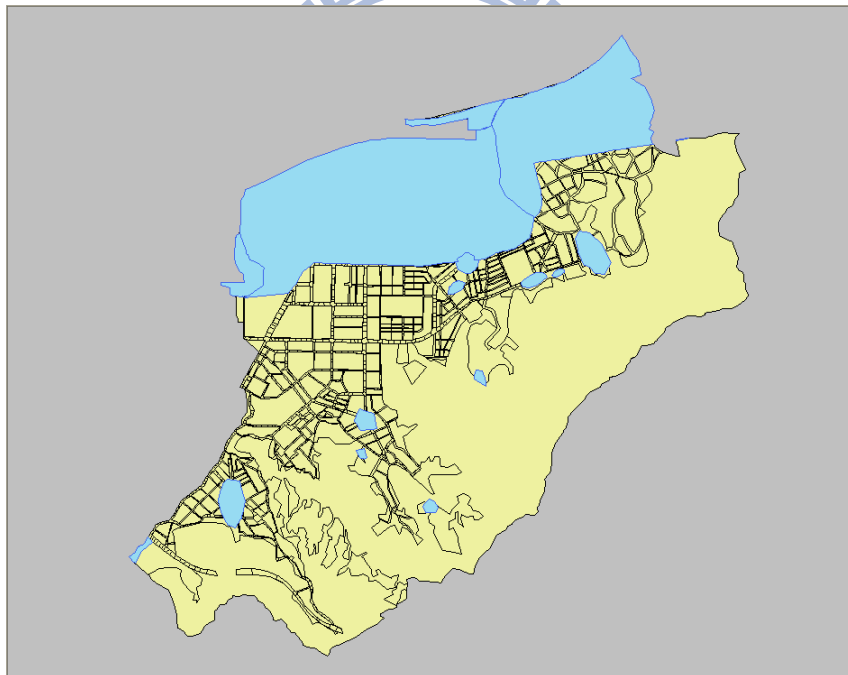


圖 5-14 納莉颱風實際調查淹水範圍

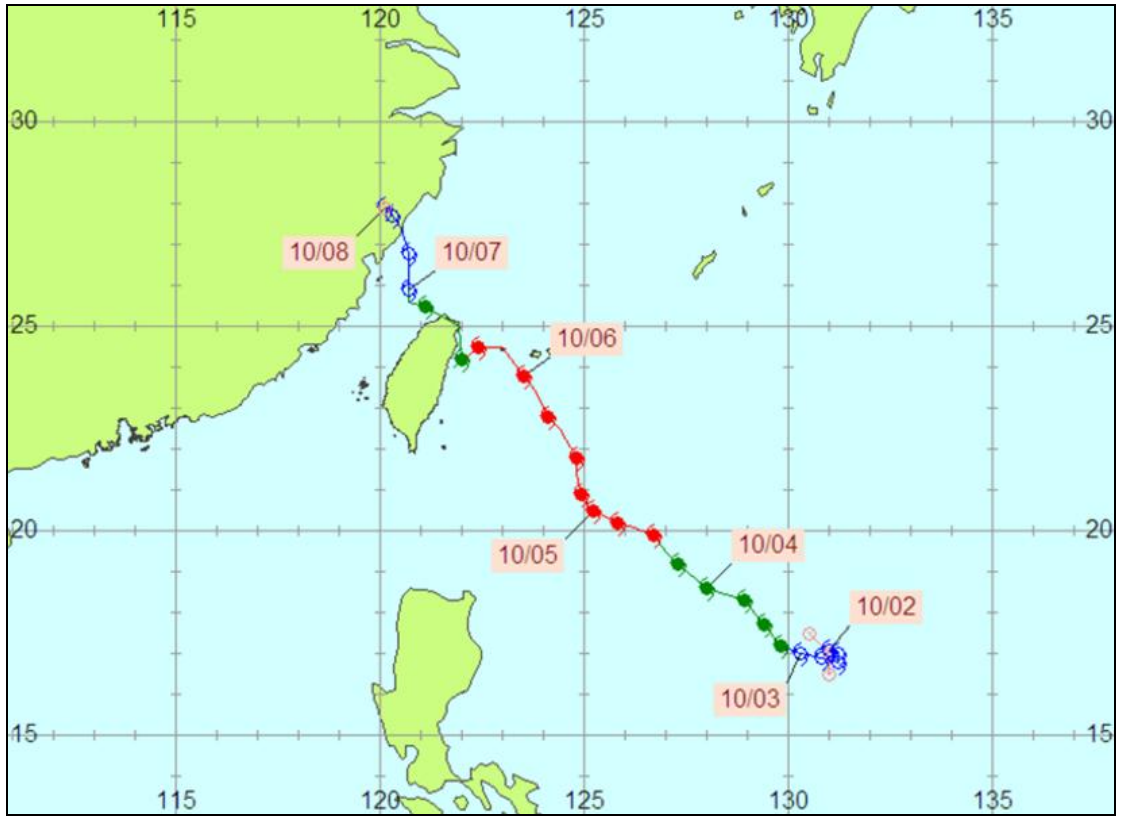


圖 5- 15 柯羅莎 (Krosa) 颱風路徑圖



圖 5- 16 信義雨量站 48 小時降雨組體圖

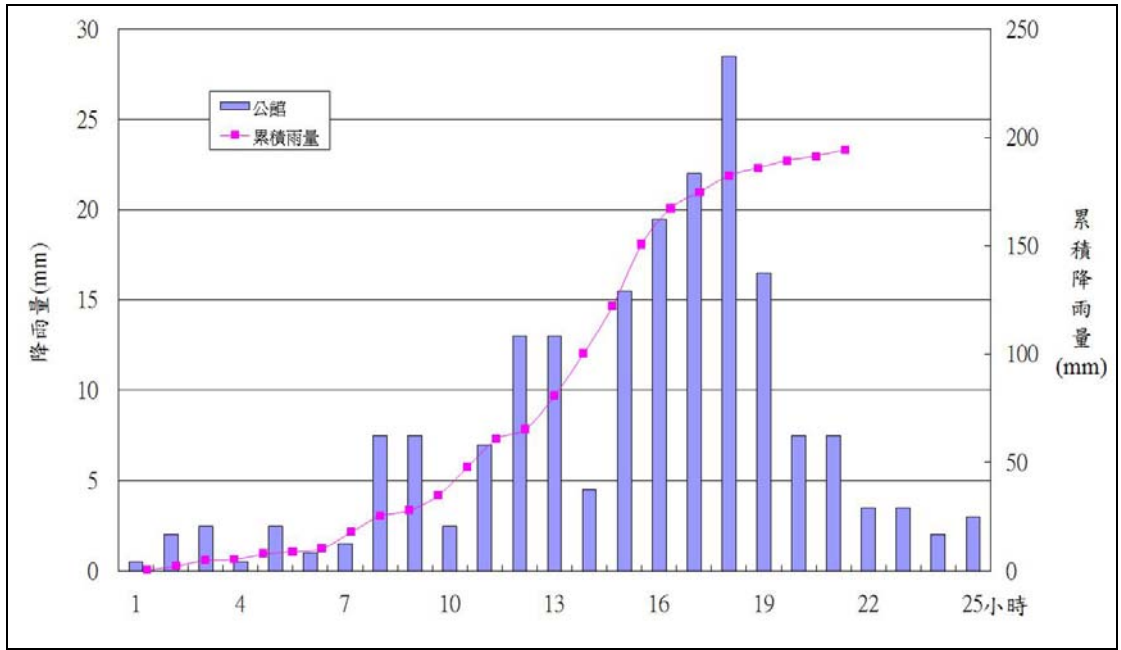


圖 5-17 公館雨量站 48 小時降雨組體圖

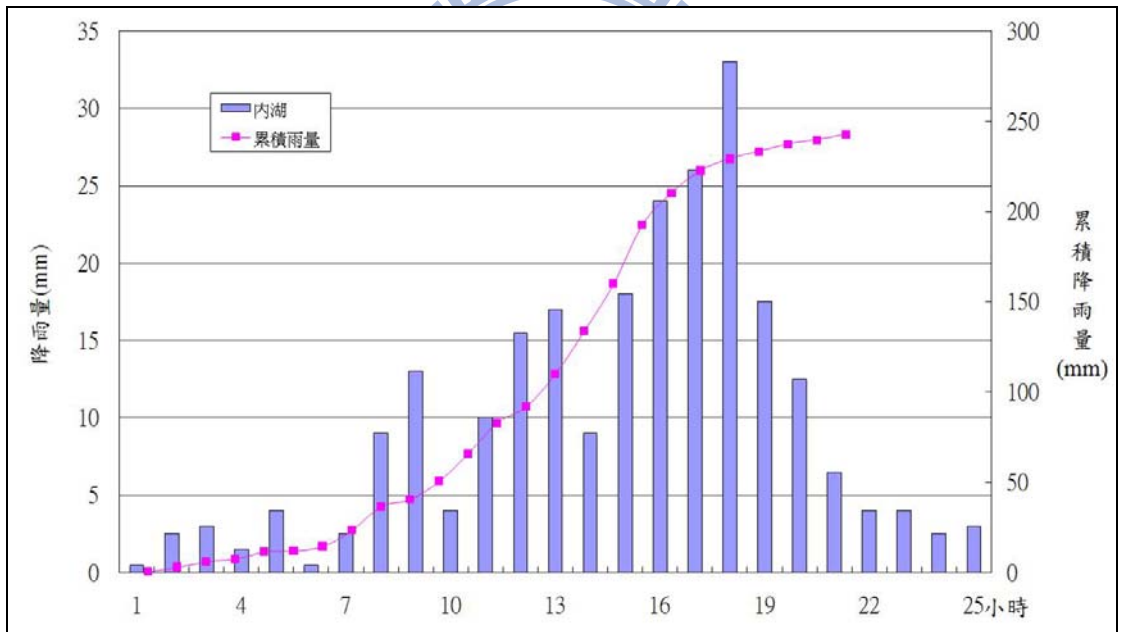


圖 5-18 內湖雨量站 48 小時降雨組體圖

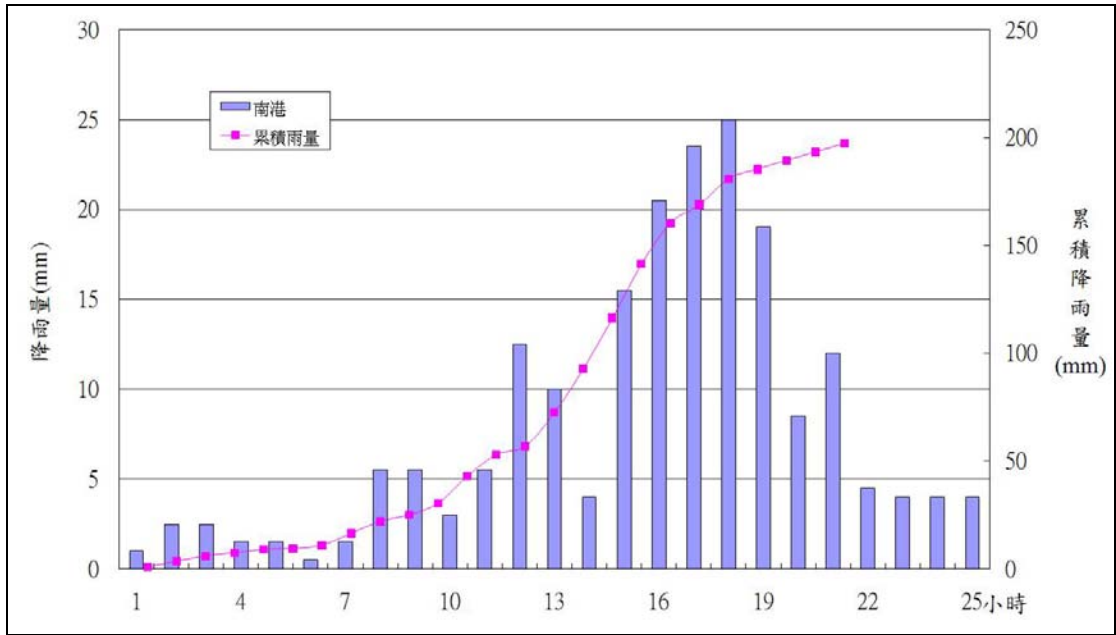


圖 5-19 南港雨量站 48 小時降雨組體圖

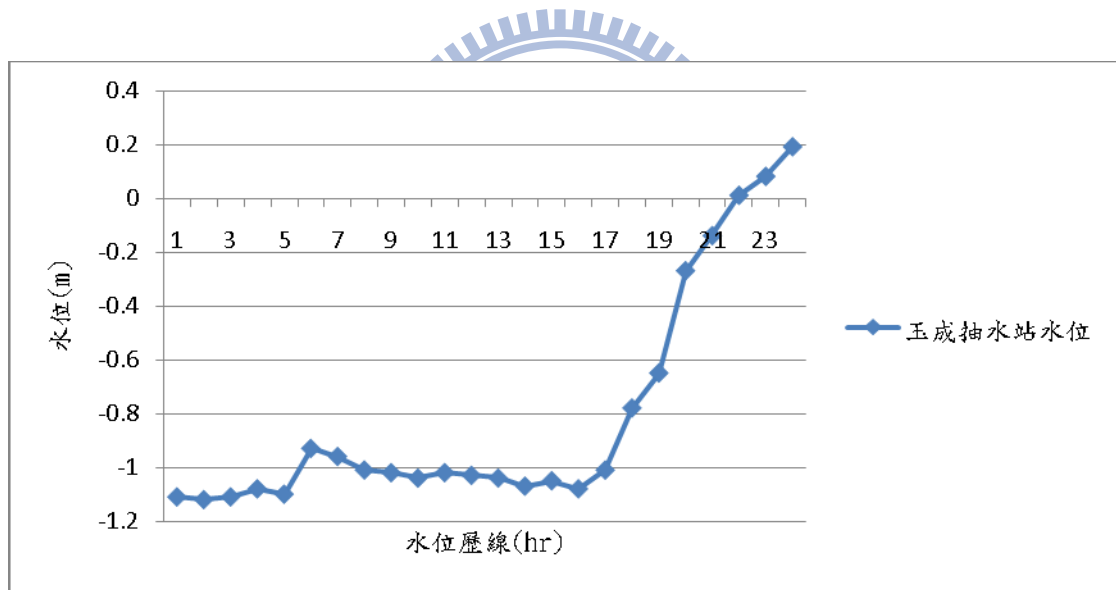


圖 5-20 柯羅莎颱風玉成抽水站 24 小時實測水位

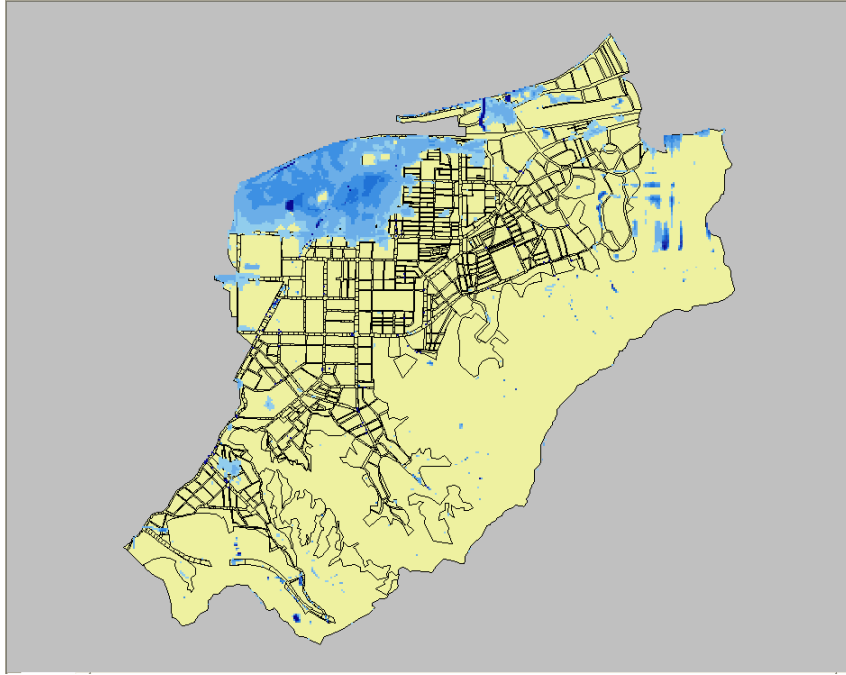


圖 5-21 柯羅莎颱風淹水模擬範圍

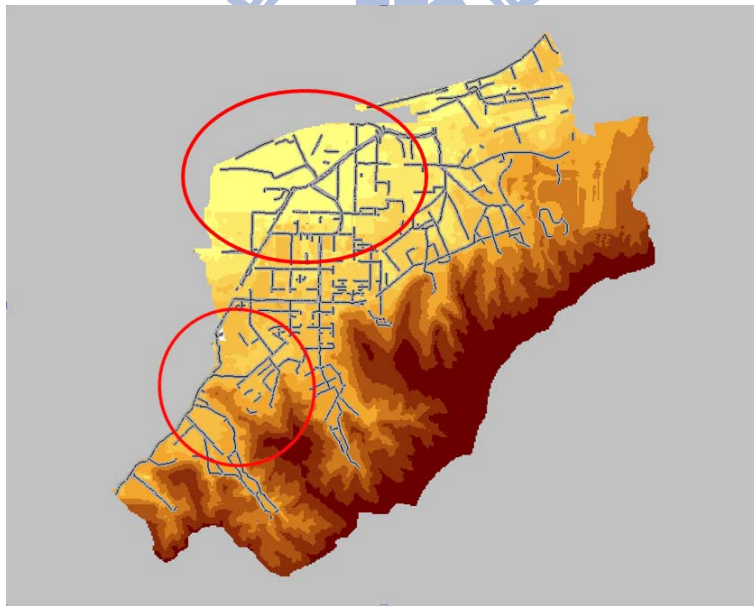


圖 6-1 下水道淤積假設區段

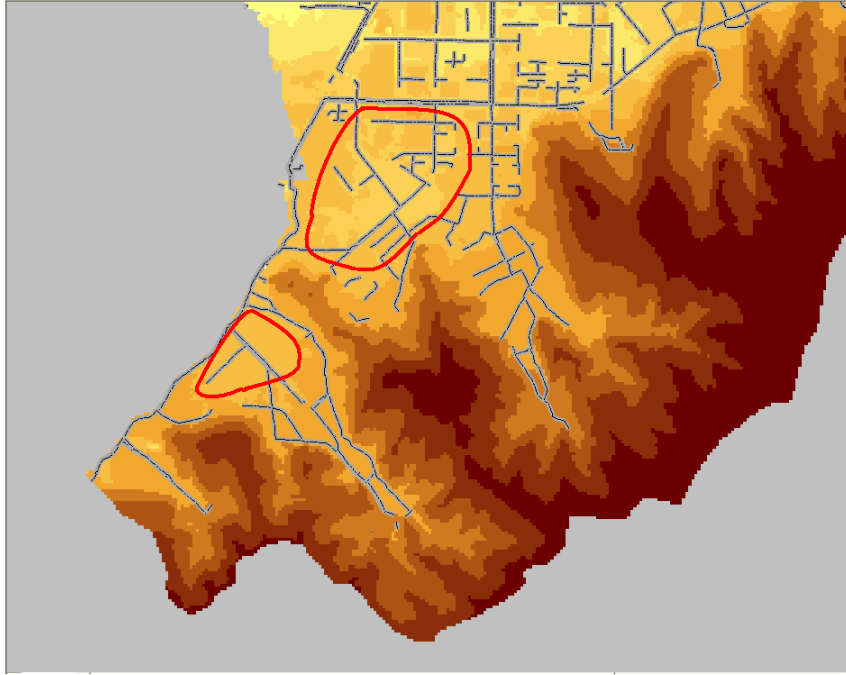


圖 6-2 下水道淤積假設之上游區段

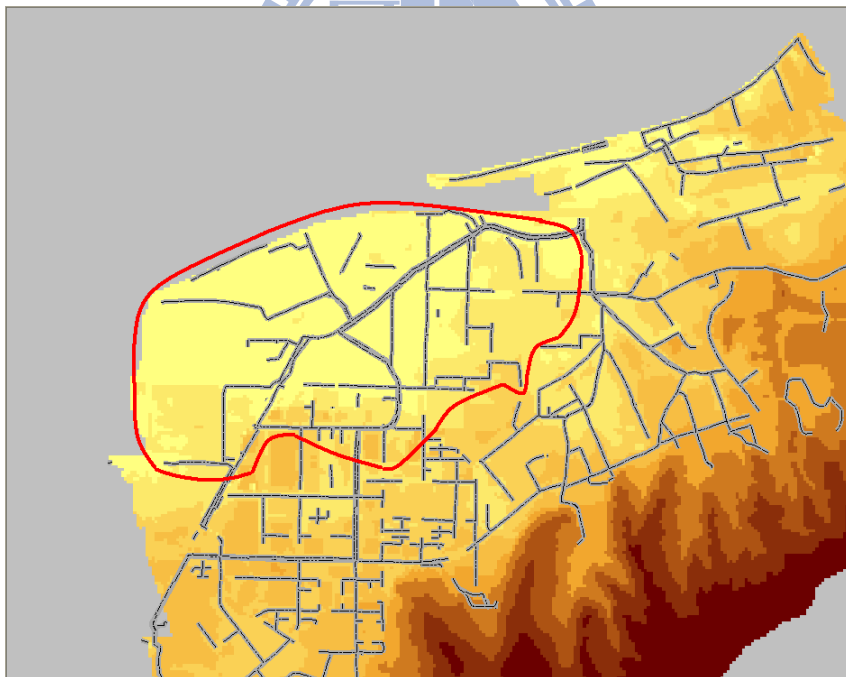


圖 6-3 下水道淤積假設之下游區段

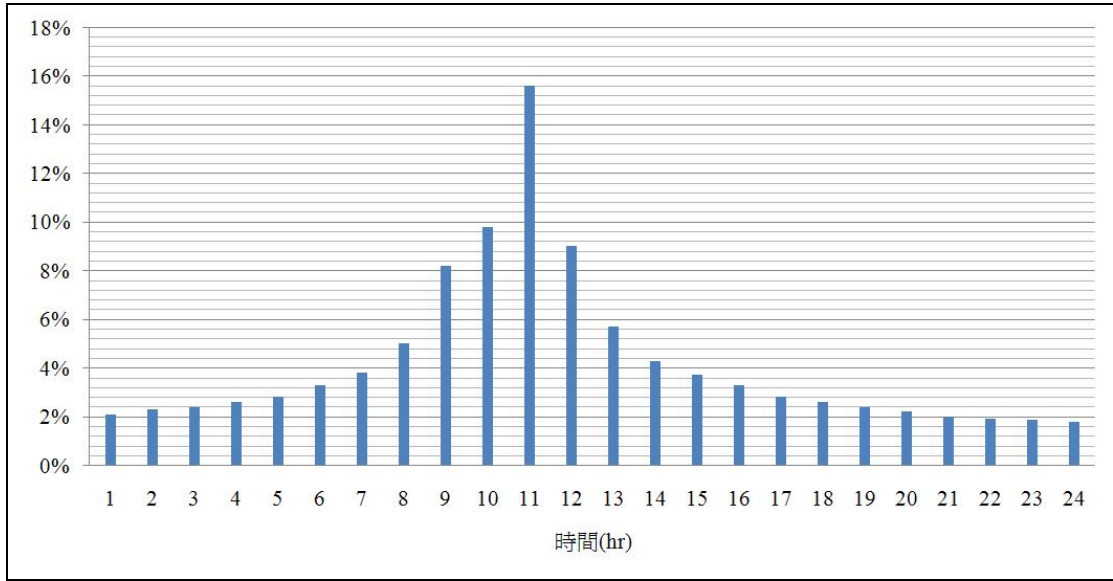
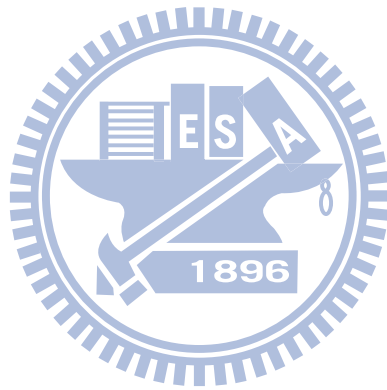


圖 6-4 淡水河流域 24 小時無因次設計雨型



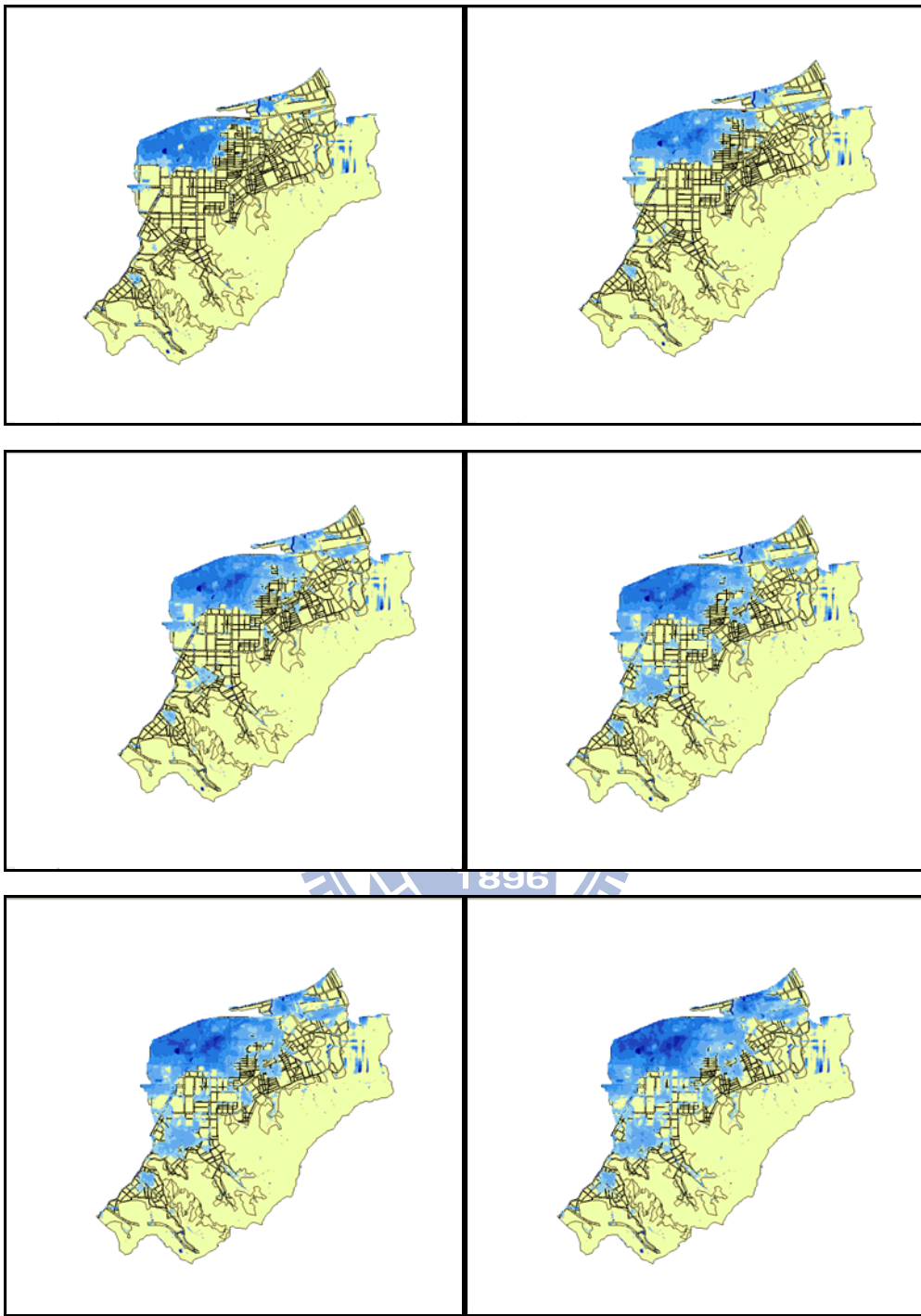


圖 6-5 各重現期下第一組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

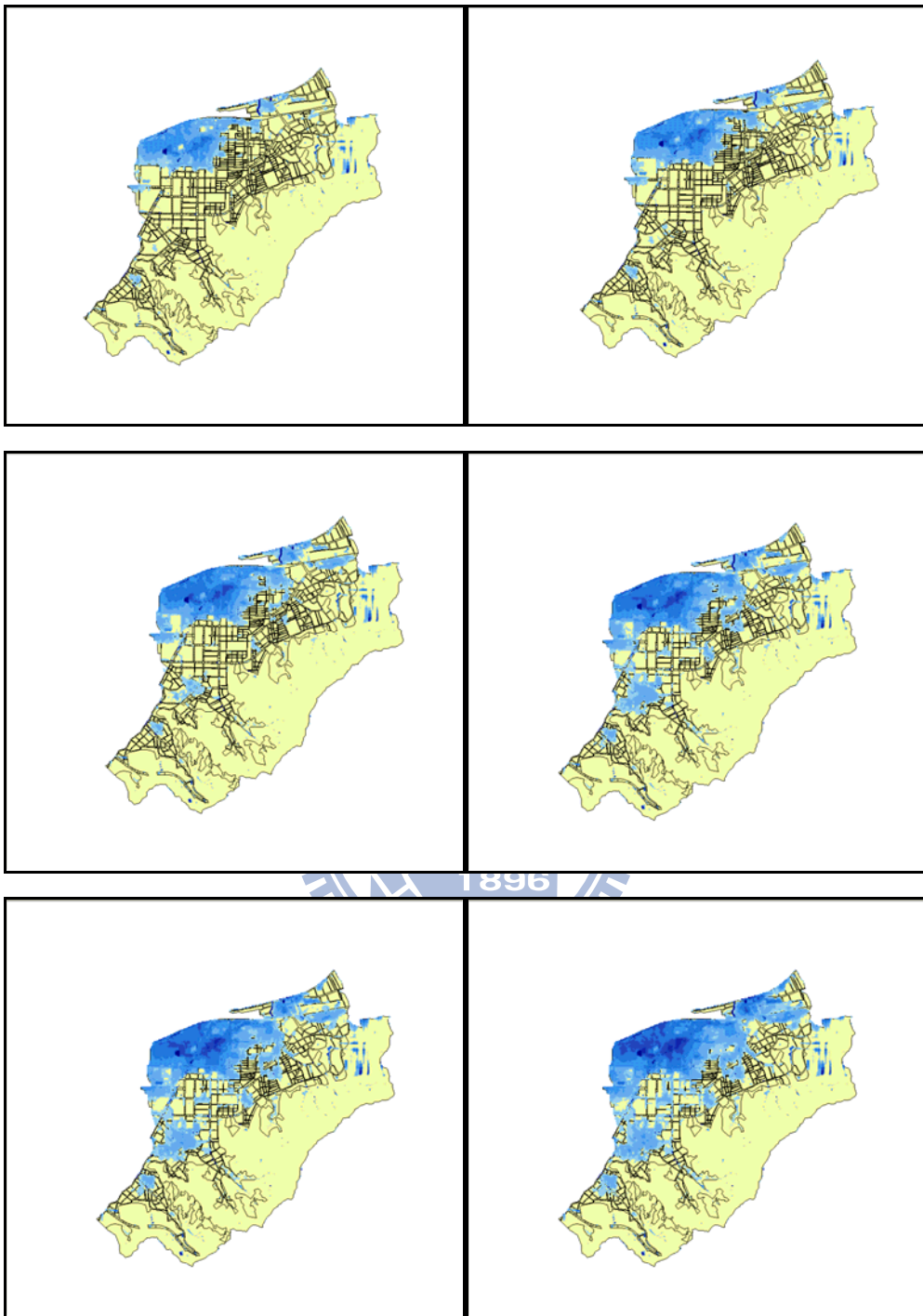


圖 6-6 各重現期下第二組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

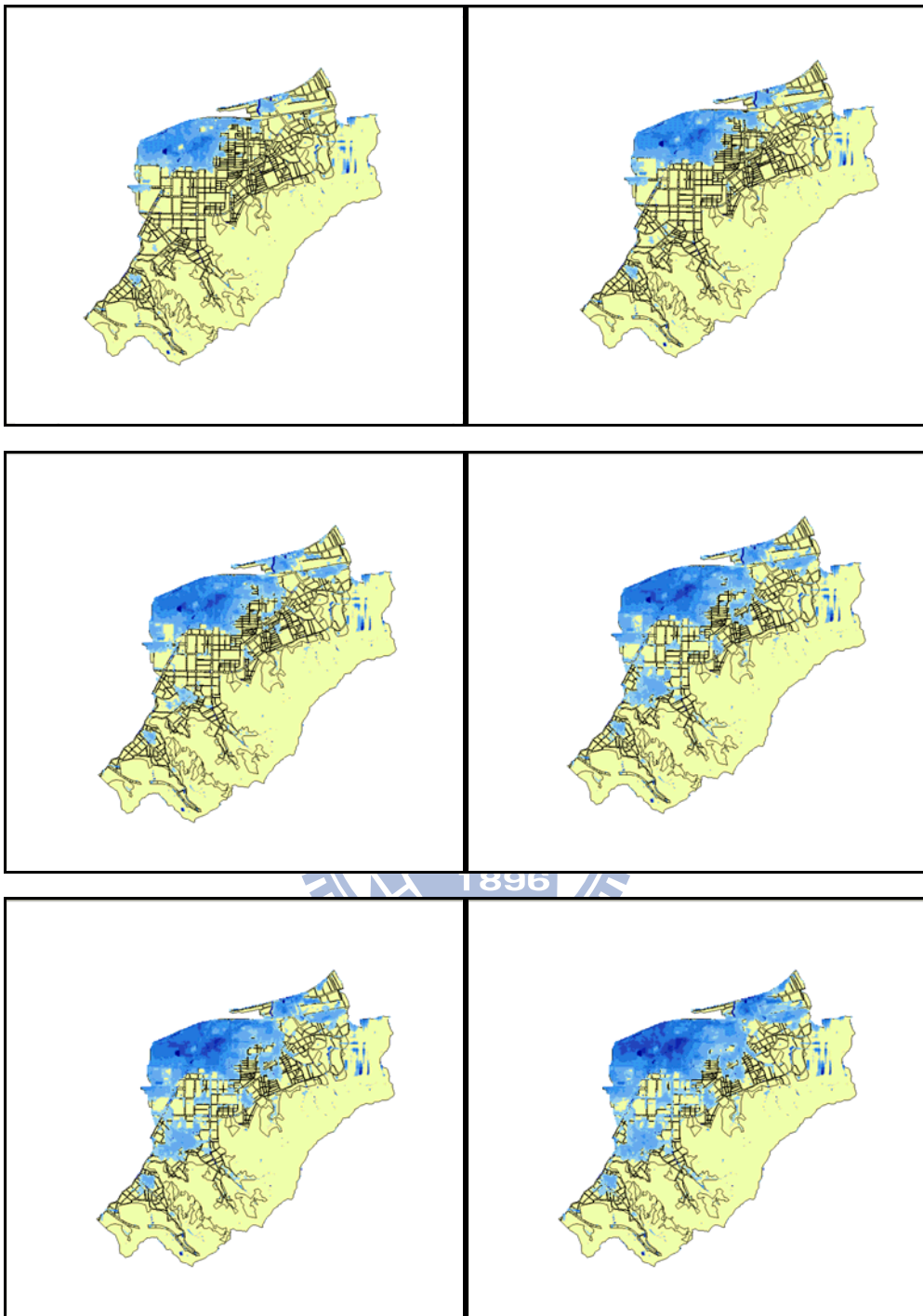


圖 6-7 各重現期下第三組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

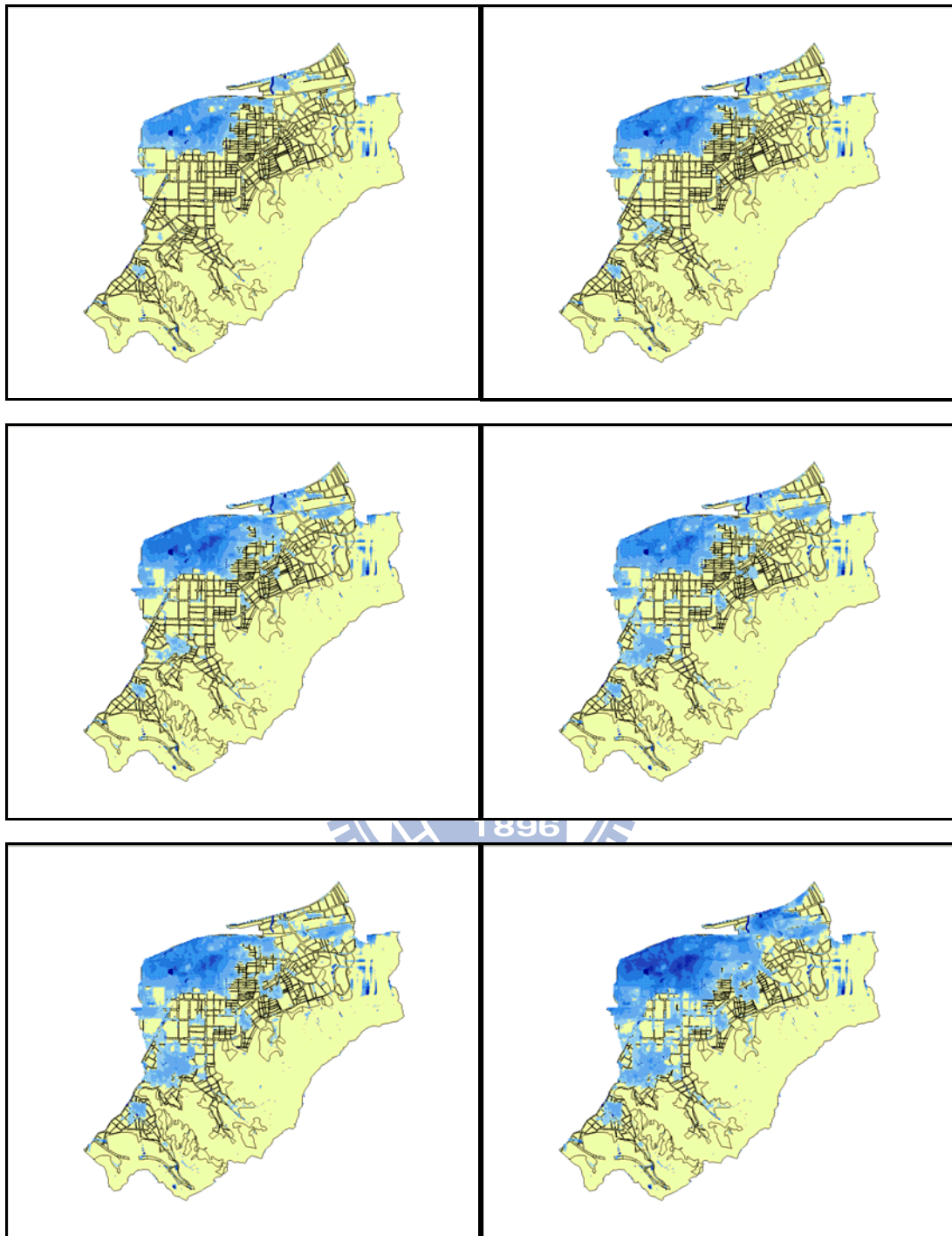


圖 6-8 各重現期下第四組淹水範圍圖
(依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

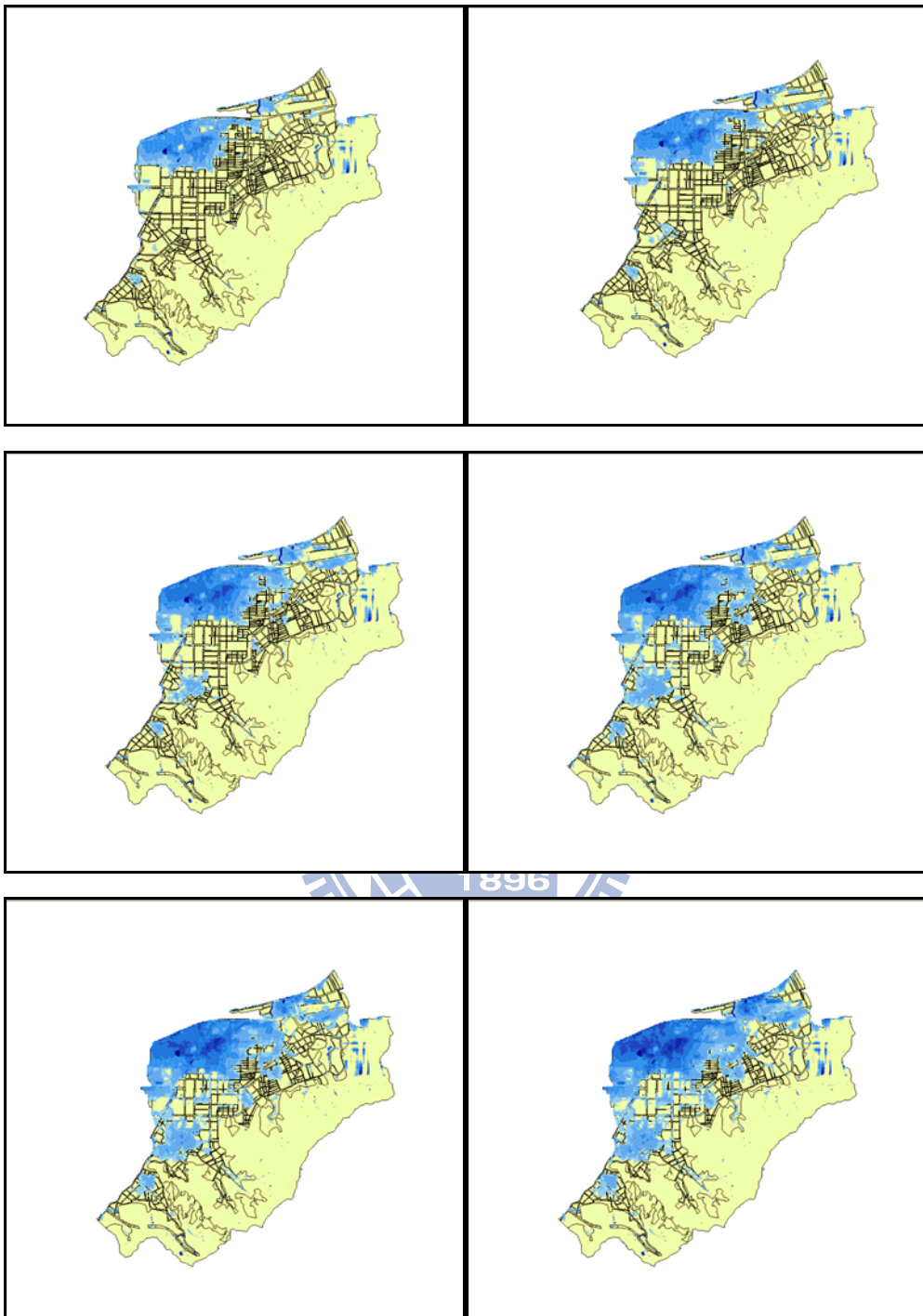


圖 6-9 各重現期下第五組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

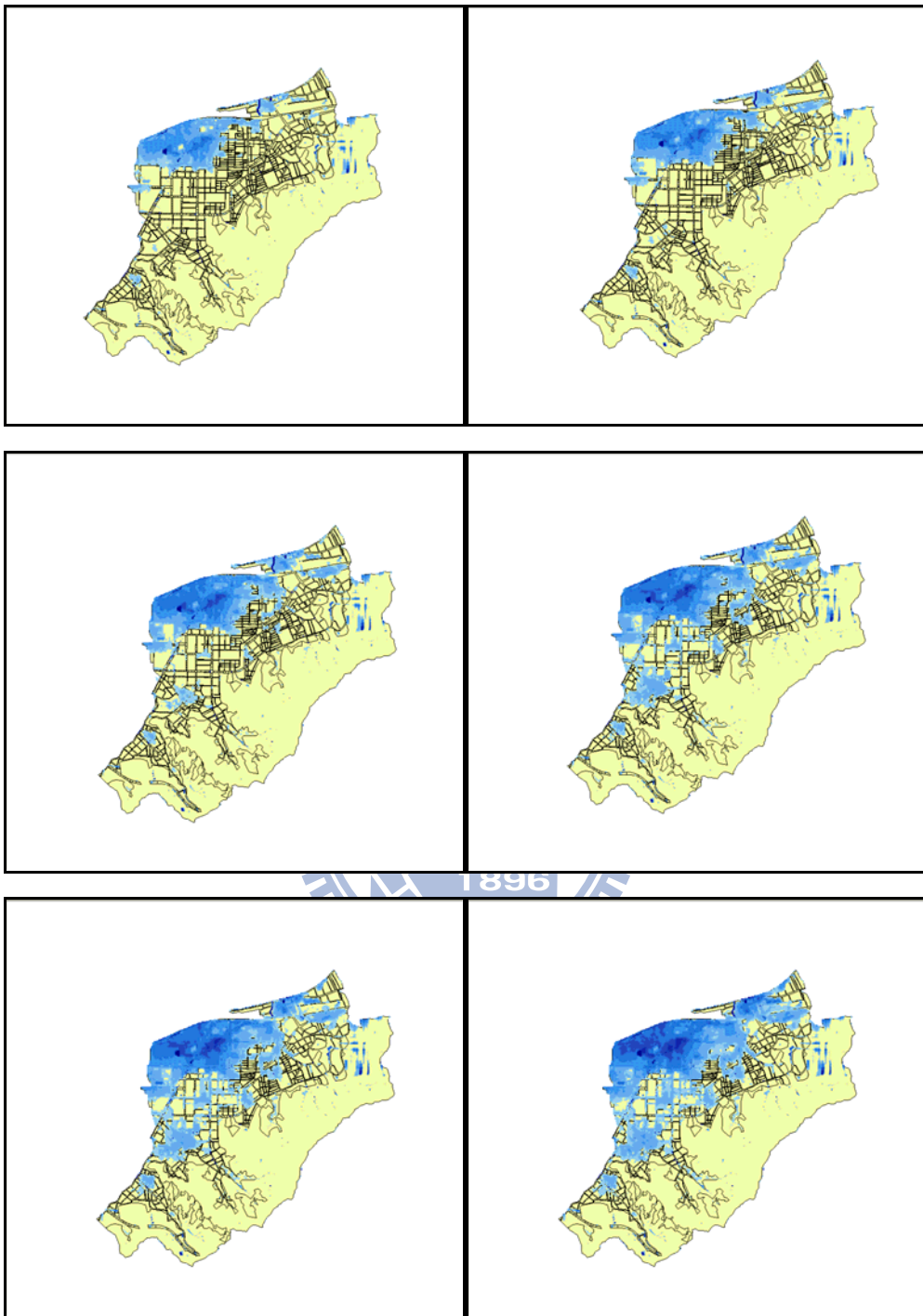


圖 6-10 各重現期下第六組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

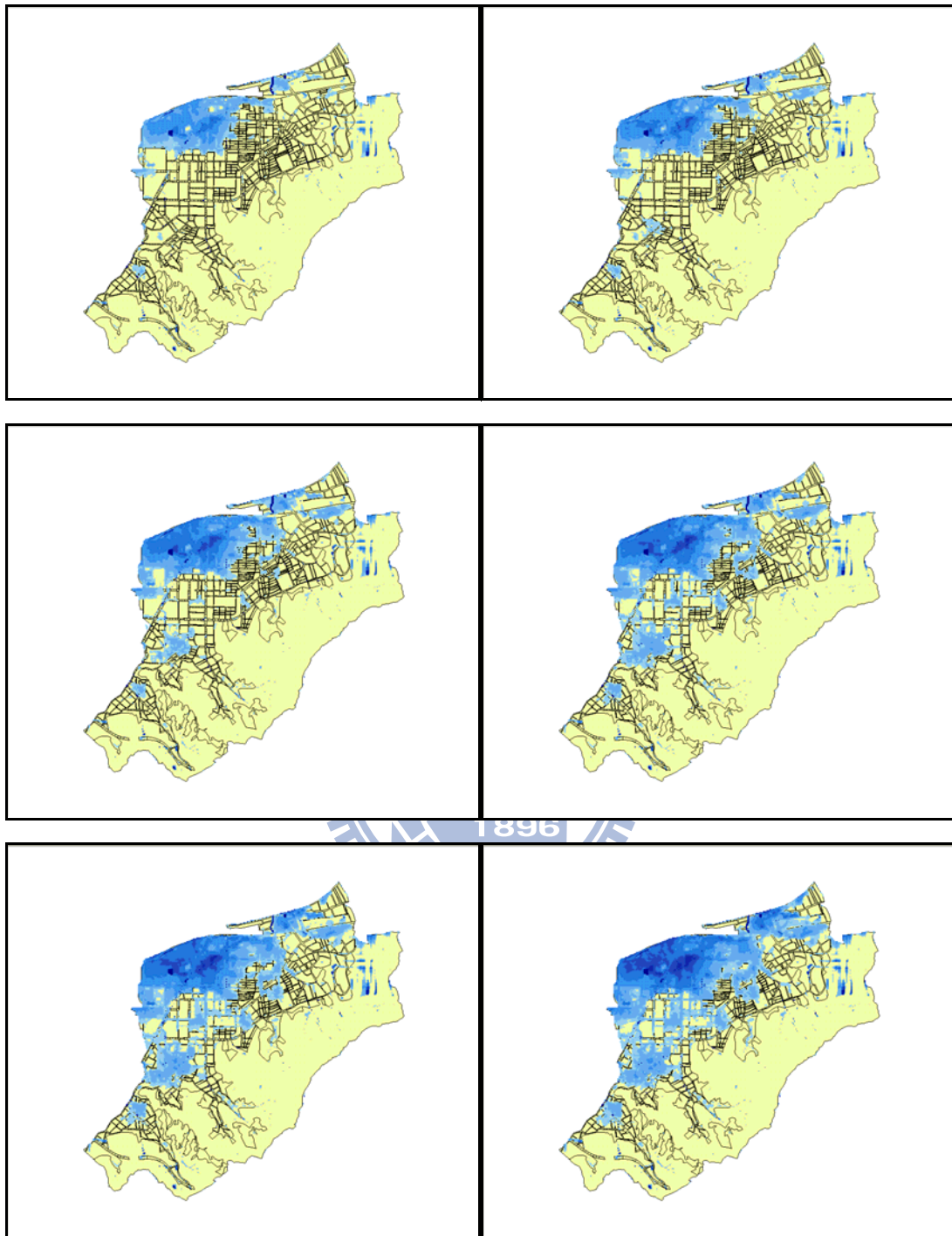


圖 6-11 各重現期下第七組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

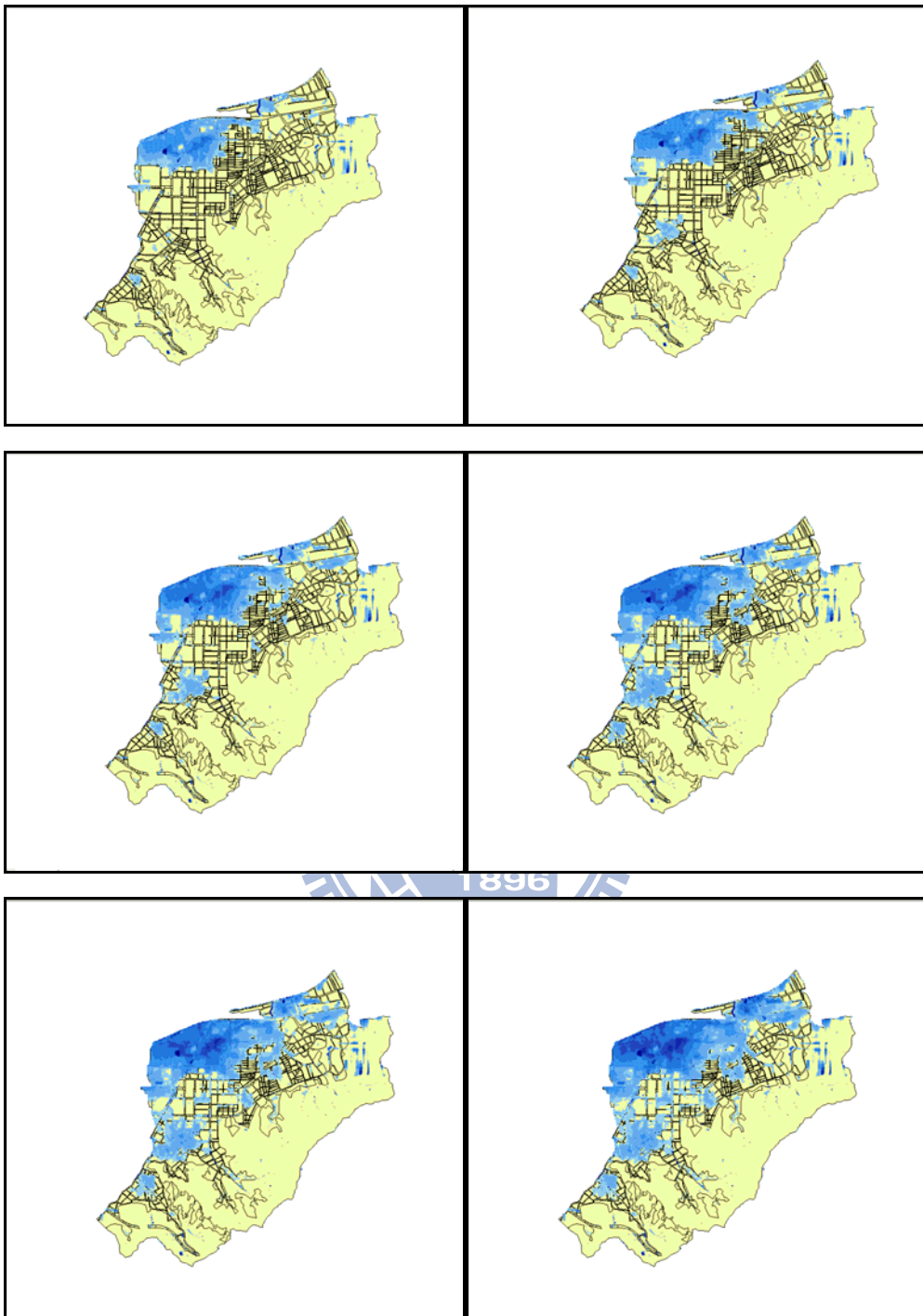


圖 6-12 各重現期下第八組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

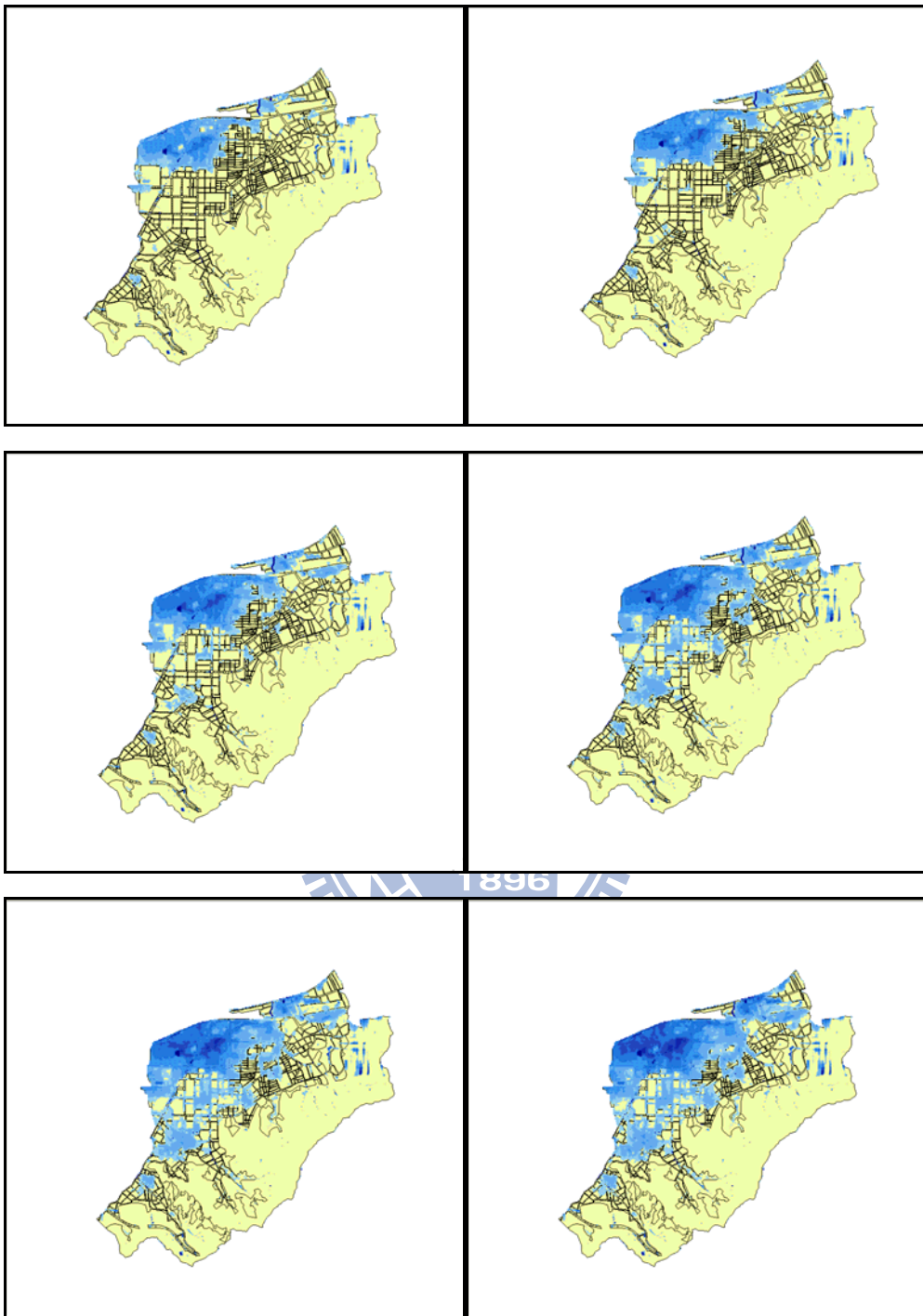


圖 6-13 各重現期下第九組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

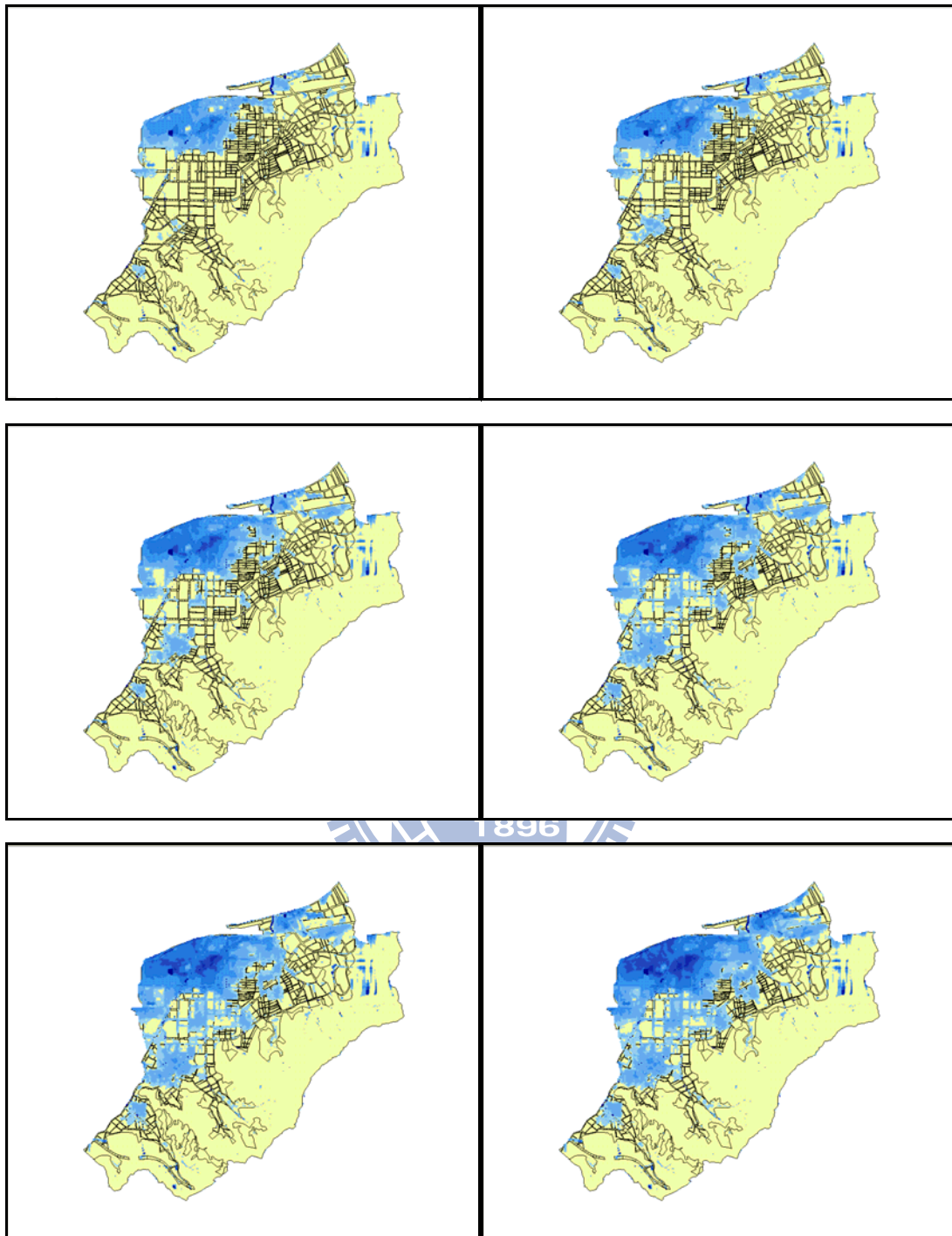


圖 6-14 各重現期下第十組淹水範圍圖
 (依序為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年)

附錄 A SOBEK 模式介紹

A-1 模式簡介

SOBEK 模式為經濟部水利署與荷蘭 WL|Delft Hydraulic 公司所共同合作研發，初期模式以一維渠道演算為基礎，採用顯式有限差分模式求解迪聖凡南方程式（de Saint Venant Equation）。模式同時納入下水道、抽水站、閘門、堰及滯洪池等水利設施，目前模式已擴展至二維地表漫地流之淹水模擬。SOBEK 模式除了可進行水理演算外，亦可應用於水質、輸砂及鹽分之模擬，應用範圍相當廣泛。SOBEK 模式具有視窗化之操作介面，模擬所需相關資料可逕行於模式中進行輸入，亦可透過 SOBEK 模式整合地理資訊系統之功能，直接讀入建置於地理資訊系統之資料庫檔案，待輸入完成後，即可於 SOBEK 模式中進行演算。



A-1-1 計算與分析優勢

1. 模式之核心程式可精確並快速的進行計算，即使是龐大而複雜的資料量，亦可維持電腦數值計算時的穩定性。
2. 特別設計的計畫管理功能，可以輕易對於龐大的計畫進行檔案管理，並讓各個專案間的負責人分享、互傳檔案資訊。
3. 可以模擬簡單或是大量複雜支流所組成之河系，並可考慮各式斷面與包含各類型之水工結構物。
4. 使用者可使用時間序列或著標準化公式定義各種類型之邊界條件、側入流條件與出流條件。
5. 可輕易的耦合其他 SOBEK 模組，如水質模組與輸砂模組。而對於非 SOBEK 格式之模組與模式，易提供結合互通之利用方式。

6. 強大且專業的售後支援服務，專家學者可為使用者提供關於 SOBEK 使用上或技術上、理論上的支援服務，甚至可以為使用者提供與其他模式互通資料格式之作業方式。

A-1-2 圖形介面優勢

1. 結合地理資訊系統。無論多複雜之河川網絡與水工結構物，均可借助使用地理資訊系統，以較簡易的方式完成各種佈置，如何河川網絡的分佈形狀、水工結構物的位置設定、下水道系統之分佈狀況，並可藉由地理資訊系統匯入土地利用狀態資訊，都只須以滑鼠在地圖上進行設定即可。
2. 利用人性化之對話視窗，簡單的完成各類條件之設定編輯，如邊界條件、河川斷面、起始條件及最後圖形輸出條件等設定，大幅簡化資料輸入之時間。
3. 所有結果均可進行動態的可視化展示，無論是二維漫地流淹水深度或流速隨時間之變化、河川渠流流動之側視、下水道系統水位之側視、迴水演算之水面剖線等。

A-2 模組簡介

SOBEK 模式包含下列九種模組，可針對不同之地表水系統問題，進行整合之模擬，分別為：降雨逕流模組（rainfall - runoff）、渠道水流模組（channel - flow）、下水道模組（sewer - flow）、漫地流模組（overland - flow）、即時控制模組（real-time control module）、河川水流模組（river flow module）、水質分析模組（water quality module）、輸砂模組（emissions module）、地下水模組（ground water

module)。

A-2- 1 降雨逕流模組 (rainfall - runoff)

1. 可模擬降雨逕流與其他水文過程。
2. 可由集水區地面高程、土壤特性、地表曲率及排水特性等細節設定集水區，且無集水區數目之限制。
3. 可全面性的考慮各類降雨逕流過程如：地表逕流及伏流、飽和及非飽和儲水區，並可考慮作物蒸散量及毛細管現象。
4. 使用分離暴雨事件或長時間之氣象資料進行統計分析。
5. 使用者可讀取先前設定過之雨型資料或降雨紀錄，不用再次進行輸入設定，並亦可考慮降雨隨空間之變化而增加設定任意數目之雨量站及雨量紀錄資料。
6. 實用上常與渠道水流模組、河川水流模組及漫地流模組耦合使用，可完整而全面的模擬地表水文過程。
7. 可配合其他模組進行水庫演算，或是洪水、乾旱事件。

A-2- 2 渠流模組(channel - flow)與河川水流模組(river flow module)

1. 以完整迪聖凡南方程式 (de Saint Venant Equation) 進行模擬，包含明渠流過渡問題與自然河川之迴水演算。
2. 可模擬任何型式之斷面，包含開放與封閉斷面、非對稱剖面、y-z 方向剖面。
3. 完全符合質量守恆，並且有一套自動化網格乾濕判斷程序。
4. 可計算還有超臨界流與移動式水躍現象的陡坡渠道，如同計算緩坡渠道中亞臨界流般不易產生發散現象。
5. 可輕易計算包含任意大小之迴圈或分支的複雜河川網絡。

6. 任何形式之水工結構物（抽水機、堰、各式閘門、涵洞、橋樑、滯洪池等，無論何種幾何外型與尺寸均可）可以簡易方式進行調整與設置。
7. 河川之水理演算部份亦可結合輸砂模組，進行河川之輸砂問題演算，甚至可模擬涵洞或橋樑之淤積與沖刷問題。
8. 給定風力大小與風向之資料，不論是定值或時間序列，亦可考慮風剪力對水位之影響。
9. SOBEK 模式可接受任何形式之邊界條件與初始條件設定。
10. 側入流與出流均可以定值形式、時間序列型態或是公式型態給定，也可設定由降雨逕流模組中計算結果作為輸入條件。

A-2-3 即時控制模組 (real-time control module)

1. 使用者可對河川網絡中包含之各種結構物進行複雜之即時控制程序模擬。
2. 可利用調整閘門、堰、水門或抽水機等設施，對水位、流量、預報降雨等做出最佳化之操作策略。
3. 即時控制模組可與 Matlab 進行連結，甚至允許使用者在 Matlab 中定義完整的控制程序。
4. 允許使用者在水系統中加入新發生之水文事件，以模擬該事件對於系統之影響。
5. 幫助使用者靈活選擇最佳之水系統控制策略，亦可處理所有標準的全自動灌溉操作程序。

A-2-4 下水道模組 (sewer - flow)

1. SOBEK 下水道模組允許使用者在不同水理條件和不同下水道配

- 置、操作策略下，分析下水道系統之排水能力。
2. 可以與漫地流模組、降雨逕流模組及渠流模組相互結合，進行地表漫地流與下水道系統之耦合演算。
 3. 將下水道分為三類進行演算：混合式下水道、分離式下水道、改進後之分離式下水道。

A-2-5 漫地流模組 (overland - flow)

1. SOBEK 之漫地流模組乃針對二維之淹水狀況所設計，可以模擬河川溢提之後，週遭區域之淹水情況。
2. 可模擬湖泊水流氾濫週遭區域之淹水情形。
3. 可與渠流模組和河川水流模組進行耦合演算。
4. 可將模擬結果，如淹水深度、流速分佈等進行動態畫面展示。

