

摘要

本研究計畫屬於「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(三)」整合型計畫之子計畫二「台南科學園區排洪能力及洪災防治措施之研究」，全程計畫為期三年。

本文以台南科學工業園區及鹽水河流域為研究對象，根據研究區域內特殊之水文、地文狀況、排水系統及滯洪池的水流特性，建立排水及淹水模式，進行不同重現期降雨之淹水模擬。模式中包括雨水下水道系統演算、一維渠道變量流水理演算、二維地表漫地流演算及滯洪池演算等部分。在排水系統模式方面，利用美國環境保護署之暴雨經理模式，以模擬排水系統中水流之流況以及發生溢流點的流量歷線。一維渠道水理演算、主要根據一維變量流動力波方程式，非線性隱式差分法求解各時段之水深與流量。二維漫地流模式主要利用二維零慣性理論，以有限差分法求解地表之淹水深及流速。滯洪池模式是求解水文連續方程式，採用雙出口型式，建立滯洪演算程序，以獲得滯洪池之出流歷線。

本研究針對台南科學園區與鹽水流域之地文及水文特性，建立完整之都會區淹水模式，以台北市中央區民國 90 年 9 月納莉颱風事件進行模式驗證，並應用於台南科學園區及鹽水河流域不同降雨重現期的淹水境況模擬，同時，根據淹水模擬成果，進行研究區域排洪能力及洪災防治措施之研究。

關鍵詞： 雨水下水道系統，漫地流，滯洪池，地理資訊系統，排水系統淹水模式。

Abstract

This project is the subproject-2, A Study on Drainage Ability and Flood-Damage Mitigation Measures for Tainan Science-Based Industrial Park, of the three-year integrated project, Inundation Scenario Simulation and Decision Support System for Flood-Damage Mitigation in Pilot Areas (III).

Based on hydrologic and topographic conditions and hydraulic characteristics of storm systems, an inundation model is developed and applied in the Tainan Science-Based Industrial Park and the Yen-shui Creek Basin. The inundation model, which combines the 1-D channel-flow model, the 2-D overland-flow model, the detention pond simulation model and the storm sewer systems model, is developed to simulate the inundation in the study area. Storm Water Management Model (SWMM) is employed to solve the storm sewer flow component and to provide the surcharged flow hydrographs for surface runoff exceeding the capacity of the storm sewers. The 1-D unsteady dynamic flow model is used to simulate the water-stages and flow velocities in the channels. The 2-D diffusive overland-flow model considering the non-inertia equation with alternative direction explicit numerical scheme is then used to calculate the inundation zones and depths due to the surcharged water on overland surface. Detention pond model considers outlet work with rectangular orifices and weirs used for solving hydraulic equations to provide the outflow hydrographs of the detention ponds.

The drainage and inundation model is developed based on the topographical and hydraulic characteristics in the study area. The inundation model is verified by the Typhoon Nari event in Central Taipei area in 2001. Different flooding scenarios are simulated for the study area with different obstruction ratios of the sewer drainage systems in the Tainan Science-Based Industrial Park. The drainage improvement measures in the Yen-shui Creek

Basin are also evaluated with different designed storms. The simulated results are used to examine the flood draining ability of current drainage systems and flood mitigation measures and provide guide lines for the development of flood mitigation measures.

Keywords : Storm sewer system, Overland flow, Detention pond, Geographic Information System, Inundation model.

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
目錄.....	IV
圖錄.....	VI
表錄.....	IX
第一章 緒論	1
1-1 研究背景與目的.....	1
1-2 過去相關研究.....	2
第二章 研究方法	5
2-1 山區逕流模式.....	5
2-2 下水道模式.....	5
2-3 二維漫地流模式.....	7
2-4 一維河川渠流模式.....	9
2-5 水工結構物.....	11
2-6 模式銜接.....	17
第三章 模式驗證	20
3-1 背景說明.....	20
3-2 模擬結果與討論.....	21
第四章 模式應用	23
4-1 資料蒐集與建置.....	23

4-2 台南科學園區排水系統排洪能力檢討.....	27
4-3 台南科學園區週邊區域洪災防治措施檢討.....	31
4-4 預警監測系統.....	33
第五章 結論與建議.....	34
5-1 結論.....	34
5-2 建議.....	35
參考文獻.....	36
附圖.....	41
附表.....	69

圖錄

圖 2-1 都會區排水淹水模式架構及演算流程.....	41
圖 3-1 南港雨量站納莉颱風降雨組體圖.....	42
圖 3-2 台北市中央區雨量站及徐昇氏降雨分區.....	42
圖 3-3 台北市中央區數值地形高程.....	43
圖 3-4 台北市中央區土地利用分區.....	43
圖 3-5 台北市中央區抽水站及主要排水人孔.....	44
圖 3-6 台北市中央區納莉颱風調查淹水範圍.....	44
圖 3-7 台北市中央區納莉颱風模擬最大淹水深度.....	45
圖 3-8 基隆河與大坑溪匯流處溢堤河川水位歷線.....	46
圖 3-9 基隆河與大坑溪匯流處溢堤流量歷線.....	46
圖 3-10 台鐵松山隧道出土段入口累計進水體積歷線.....	47
圖 3-11 捷運南港機廠入口累計進水體積歷線.....	47
圖 3-12 捷運昆陽站入口累計進水體積歷線.....	48
圖 3-13 捷運市政府站入口累計進水體積歷線.....	48
圖 4-1 鹽水溪流域各重現期降雨組體圖.....	49
圖 4-2 鹽水溪流域主要排水分佈.....	50
圖 4-3 鹽水溪流域地形及台南科學園區地理位置.....	50
圖 4-4 鹽水溪流域土地利用情形.....	51
圖 4-5 台南科學工業園區土地利用分區.....	51
圖 4-6 台南科學園區排水系統佈置.....	52

圖 4-7 台南科學工業園區滯洪池 B 之設計平面圖	52
圖 4-8 台南科學工業園區滯洪池 D 之設計平面圖	53
圖 4-9 台南科學園區下水道系統無阻塞時之淹水境況模擬	54
圖 4-10 台南科學園區 A、C 下水道系統阻塞 10% 時之淹水境況模擬	55
圖 4-11 台南科學園區 A、C 下水道系統阻塞 20% 時之淹水境況模擬	56
圖 4-12 台南科學園區 A、C 下水道系統阻塞 30% 時之淹水境況模擬	57
圖 4-13 台南科學園區 B、D 下水道系統阻塞 10% 時之淹水境況模擬	58
圖 4-14 台南科學園區 B、D 下水道系統阻塞 20% 時之淹水境況模擬	59
圖 4-15 台南科學園區 B、D 下水道系統阻塞 30% 時之淹水境況模擬	60
圖 4-16 鹽水溪流域後續開發及防洪改善方案配置	61
圖 4-17 鹽水溪流域 2 年重現期淹水潛勢	61
圖 4-18 鹽水溪流域 5 年重現期淹水潛勢	62
圖 4-19 鹽水溪流域 10 年重現期淹水潛勢	62
圖 4-20 鹽水溪流域 25 年重現期淹水潛勢	63
圖 4-21 鹽水溪流域 50 年重現期淹水潛勢	63
圖 4-22 鹽水溪流域 100 年重現期淹水潛勢	64
圖 4-23 鹽水溪流域排洪改善方案 2 年重現期淹水境況模擬	64
圖 4-24 鹽水溪流域排洪改善方案 5 年重現期淹水境況模擬	65
圖 4-25 鹽水溪流域排洪改善方案 10 年重現期淹水境況模擬	65
圖 4-26 鹽水溪流域排洪改善方案 25 年重現期淹水境況模擬	66
圖 4-27 鹽水溪流域排洪改善方案 50 年重現期淹水境況模擬	66

圖 4-28 鹽水河流域排洪改善方案 100 年重現期淹水境況模擬.....	67
圖 4-29 台南科學園區即時水位監測系統.....	67
圖 4-30 台南科學園區各水位站歷史水位監測資訊查詢.....	68

表錄

表 3-1 台北市中央區雨量站納莉颱風降雨量統計.....	69
表 3-2 土地利用及對應之曼寧糙度值.....	70
表 3-3 台北市中央區地下鐵路及捷運系統納莉颱風淹水體積.....	70
表 3-4 台北市中央區納莉颱風期間抽水站停機時間記錄及模擬故障時間.....	71
表 3-5 納莉颱風期間台鐵松山隧道、捷運南港機廠、昆陽站及市政府站 調查及模擬淹水深度.....	71
表 4-1 研究區域各重現期降雨量及尖峰小時降雨強度.....	72
表 4-2 研究區域主要水系概況.....	72
表 4-3 南科園區內各種土地利用所佔面積比例.....	73
表 4-4 南科園區各集水分區資料.....	73
表 4-5 南科園區排水系統設計標準.....	74
表 4-6 南科園區滯洪池基本資料表.....	74
表 4-7 南科一期園區滯洪池設計數據資料表.....	74
表 4-8 南科一期園區滯洪池 D 抽水機基本資料表.....	75
表 4-9 台南科學園區 A、C 排水系統不同阻塞程度 各重現期降雨境況模擬淹水面積統計.....	75
表 4-10 台南科學園區 B、D 排水系統不同阻塞程度 各重現期降雨境況模擬淹水面積統計.....	75
表 4-11 鹽水河流域防洪改善方案 村落圍堤抽水站及大社座駕滯洪池抽水站基本資料.....	76

表 4-12 鹽水溪流域防洪改善方案滯洪池基本資料.....76

第一章 緒論

1-1 研究背景與目的

本計畫之研究區域為台南科學工業園區，位於台南市東北方約 12 公里之新市鄉三舍村與豐華村及善化鎮南部，原為台灣糖廠轄下之善化農場與道爺農場，其核心面積約 638 公頃。依行政院國家科學委員會初期規劃全區就業人數為 77,000 人，居住人口 5,400 人。園區內預計設置「微電子精密儀器」、「半導體」及「農業生物技術」等三個專業區，引進積體電路、電腦及週邊設備、通訊、光電、精密機械與生物技術等六大產業。目前園區內許多基本設施已陸續完工，多家高科技廠商亦已完成設廠並開始生產，未來為台灣重要高科技工業園區，亦為台灣重要的維生線之一，重要性由此可見。

台南科學園區之地勢較為低窪，若干自然排水路由於坡度平緩、泥砂淤積及通水斷面積不足等因素，故排洪成效不彰，水患經常發生。對於高密度發展、高科技、高產能之工業園區，一旦各項廠房建設完工，開始從事生產後發生水患發生，勢將對國家經濟造成嚴重影響。為避免上述情形發生，須針對園區內部排水設施之排洪能力進行分析，擬定洪災防治措施，將水患造成之衝擊降至最低。

園區內的排水系統分別流入鹽水溪及其排水路中。地形約由東北向西南傾斜，地勢東、北、西三面較高，中間較為低窪，形成一天然窪地。在南科園區開發後，地盤填高，原先可承納洪水之地區大幅縮減，因此在園區內設置有雨水下水道排水系統、滯洪池、抽水站及截流設施等，以加強園區內的排洪能力。本研究即是以台南科學工業園區為研究對象，針對雨水下水道系統、地表淹水及滯洪池之水理特性，建立一排水及淹水演算模

式，模擬當暴雨事件來臨時，排水系統的運作及地表淹水情形。

1-2 過去相關研究

本文內容主要分成雨水下水道模式、一維渠道水理模式、二維漫地流淹水模式及滯洪池演算模式等部分。在雨水下水道方面，Yen 與 Akan^[27]對於各種下水道演算模式做一回顧。Lager 與 Smith^[20]，Marsalek et al.^[21]，與 Huber^[11]將下水道模式應用幾個不同都市區狀況，並比較模擬值與觀測值的差異，指出暴雨經理模式 (Storm Water Management Model，簡稱 SWMM) 可得到較佳的結果且提供了溢流人孔點的逕流歷線。SWMM 模式主要依據變量流理論，以一維連續方程式與動力波理論為基礎，依水流流程之特性，將模式分成地表逕流與排水幹管輸水兩部份。在國內方面，顏氏^[36]等曾成功將 SWMM 運用在台北都會區大眾捷運系統防洪排水設計上。

在二維漫地流模式方面，主要的控制方程式為動力波方程式。國外方面，Cunge^[6]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之淹水深度，並將此模式應用於湄公河三角洲低窪之洪氾平原。後來 Vongvisessomjai^[25]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與長期之記錄，方可檢定其參數值。另 Balloffet^[4]，Xanthopoulos^[26]，Katopodes^[17, 18]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。Aknabi 及 Katopodes^[3]在初始無水陸地的洪水傳遞，利用有限元素法求解水流前進線及淹水深。Gustafsson^[8]利用交替方向隱式法解淺水波問題，並探討臨前狀況為無水陸地之流況。Inoue^[15]等利用 stagger scheme 模擬二維洪水波傳遞動態。Garcia^[7]等發展 MacCormack scheme 應用於二維 St. Venant equation，並模擬突擴性斷面水流產生環場流 (circulation) 之情形。在國內

方面，顏氏^[35]等對二維非慣性波方程式做各種數值模式的比較，包括了簡單顯示法 (simply explicit scheme, 簡稱 SES), 交替方向隱示法 (alternating direction implicit scheme, 簡稱 ADI), 連續鬆弛法 (linear successive over-relaxation scheme, 簡稱 SOR), 交替方向顯示法 (alternating direction explicit scheme, 簡稱 ADE)。文中指出，ADE 方法具有較短的執行時間。楊氏^[28]等曾利用有限元素法探討流域漫地流水理特性。吳氏^[29]建立二維漫地流淹水模式應用於八掌溪流域，以模擬其淹水情況。許氏^[30]等將二維核胞淹水模式應用於嘉義地區，並完成流域逕流及淹水之模擬，以及將二維核胞淹水模式應用於八掌溪北岸進行淹水模擬，並初步考慮一維河川水流對地表淹水之影響，並成功的銜接一維變量流模式及核胞淹水模式，以模擬八掌溪流域之淹水情況。

在一維渠道水理演算方面，許氏^[31]等結合一維河川變量流動力波模式與二維零慣性漫地流淹水模式，將考慮水流在地表漫地流出口與河川匯流情況及抽水站與閘門操作等之交互作用，同時可計算河川洪水及地表淹水之情況。Chang 等^[5]將一維河川變量流動力波模式與二維零慣性波漫地流淹水模式結合演算，配合地理資訊系統資料庫，應用於台灣高鐵車站，作為車站設計洪水位計算之依據。Hsu 等^[13]結合 SWMM 都市雨水下水道模式及二維零慣性波漫地流淹水模式的演算模式，並考慮抽水站的操作，以探討都會區地表淹水模擬及抽水站操作狀況對研究範圍淹水的影響。

在滯洪池演算模式方面，滯洪池出口一般主要可分為孔口流及堰流的出口形式。在堰流的研究上，Kindsvater 與 Carter^[19]根據試驗結果以及因次分析描述堰流的特徵。Kandaswamy 與 Rouse^[16]從試驗結果得知，流量係數 C_d 是堰上有效水頭與堰高比值 (H/W) 的函數，其中， H 為堰上之水頭， W 為堰高。Rajaratnam 與 Muralidhar^[22, 23]由試驗結果繪得堰上水流的

壓力及速度分佈，接著利用二維動量方程式及試驗數據推導自由跌水的流況特性。Hager^[9]利用動量及能量方程式推導出自由跌水的尾水深比值。Henderson^[10]則特別對 $10 < H/W < 20$ 的堰流問題進行討論。由前人研究得知，堰流的 C_d 值與 H/W (or W/H) 關係是依據水面剖線、壓力及速度分佈的實驗值，再配合半經驗理論公式，將預測的結果與試驗值作比較。在孔口流的研究方面，Akan^[1]提出一半圖解法，可設計在某重現期距下具有上、下兩出水口 (上方為堰，下方為孔口) 的滯洪池。Akan^[2]再提出單一出水口之半圖解法，其出水口可以是堰或者孔口出流。有關流量係數方面，Strelkoff^[24]以堰流理論為分析依據，探討水流通過矩形堰口之流量公式，並提出流量係數之經驗式。陳氏等^[32]對於圓形孔口排洪效應做一探討，流量係數會隨相對水頭之增加而有遞減之情況。黃氏^[34]以射流理論為依據，配合水槽試驗結果，提出單孔流量係數，流量係數會隨相對水頭之增加而有遞減之情況。

第二章 研究方法

本研究在第一年度曾就國內外暴雨淹水模式進行比較，包括丹麥 DHI 公司的 MOUSE 水理模式、美國科羅拉多州立大學的 FLO-2D 模式及國內的都會區淹水模式，評估結果認為國內都會區淹水模式針對都市地區見之排水設施所發展之模式，結合美國環保署之暴雨經理模式 (Storm Water Management Model, SWMM)、二維漫地流模式，同時考慮雨水下水道、抽水站系統及滯洪池水理演算，可完整模擬台南科學園區內各項排水設施之排洪功能；此外，本年度並將鹽水溪流域納入模擬範圍，為考慮排水路渠流與地表漫地流互動情形，本研究持續改善淹水模式，將一維渠道變量流水理演算功能納入模式，以建構更完整之都會區淹水模式，模式相關理論分述如下。

2-1 山區逕流模式

針對模擬區域上游地表坡度較大之區域，採用美國陸軍工兵團所發展之 HEC-1 模式，依降雨量及集水區之面積、形狀、坡度等特性計算出逕流歷線後，提供為一維渠道模式及二維漫地流模式中之上游入流邊界條件。

2-2 下水道模式

下水道部份引用美國環境保護署 (U.S. EPA) 所發展之暴雨經理模式 (Storm Water Management Model, SWMM)^[12] 的地表逕流 (RUNOFF) 及幹線輸水 (EXTRAN) 模組進行模式演算。

(1) 地表逕流 (RUNOFF)

地表逕流是模擬雨滴降落地面後，進入各排水幹道前之漫地流現象。當雨水降落後，如其強度超過地表入滲量，則地面凹陷處開始積水，積水達窪蓄飽和容量時，水便溢出而成為漫地流。在漫地流現象中，包括了降雨量及入滲量等。其模擬方式是經由動力波逕流演算，

計算匯入排水人孔之水流流量歷線。

(2) 幹線輸水 (EXTRAN)

EXTRAN 模組中假設無側流量，以求解一維緩變量流之連續方程式及動量方程式：

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (2-1)$$

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

式中，

- A ：通水斷面積 [m²]；
- Q ：下水道管線之流量 [m³/s]；
- t ：時間座標 [s]；
- x ：沿流動方向之空間座標 [m]；
- g ：重力加速度 [m/s²]；
- V ：斷面之平均速度 [m/s]；
- h ：水深 [m]；
- S_0 ：管線底床坡度；
- S_f ：管線摩擦坡降， $S_f = \frac{n^2 V |V|}{R^{4/3}}$ ；
- R ：水力半徑 [m]；
- n ：曼寧糙度 [m^{1/3}]。

利用疊代法求解式 (2-1) 及式 (2-2) 可得各排水幹線內之流量以及各人孔節點水位，當人孔節點若上游之總入流量大於下游管線之滿管流量，則有溢流量 Q_s 發生：

$$Q_s = Q_{in} - Q_f \quad (2-3)$$

- 式中，
- Q_{in} ：上游管線的總入流量 [m³/s]；
 - Q_f ：下游管線滿管設計流量， $Q_f = \frac{1}{n_c} A_f R_f^{2/3} S_f^{1/2}$ [m³/s]；
 - n_c ：管線曼寧糙度 [m^{1/3}]；
 - A_f ：管線截面積 [m²]；
 - R_f ：滿管流的水力半徑 [m]；
 - S_f ：管線摩擦坡降。

2-3 二維漫地流模式

對於一般之漫地流而言，變量流方程式中加速項之大小級次 (order of magnitude) 通常遠小於重力項或摩擦項。假設洪水歷線上升平緩，且忽略科氏力、風力及加速項之影響，則地表漫地流況可用二維零慣性模式予以描述，其控制方程式可簡化如下：

$$\frac{\partial d}{\partial t} + \frac{\partial(ud)}{\partial x} + \frac{\partial(vd)}{\partial y} = q_s + i \quad (2-4)$$

$$-\frac{\partial h}{\partial x} = S_{fx} + \frac{(q_s + i)u}{dg} \quad (2-5)$$

$$-\frac{\partial h}{\partial y} = S_{fy} + \frac{(q_s + i)v}{dg} \quad (2-6)$$

- 式中，
- x, y ：模擬區標示之迪卡兒空間座標 [m]；
 - t ：時間座標 [s]；
 - d ：模擬區地表水深 [m]；
 - u, v ：分別為沿 x, y 方向之平均流速 [m/s]；

$$S_{fx} : \text{地表沿 } x \text{ 方向之摩擦坡降, } S_{fx} = \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{d^{4/3}} ;$$

$$S_{fy} : \text{地表沿 } y \text{ 方向之摩擦坡降, } S_{fy} = \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{d^{4/3}} ;$$

n : 曼寧糙度值 [m^{1/3}] ;

h : 地表水位 $h = d + z$ [m] ;

z : 地表高程 [m] ;

g : 重力加速度 [m/s²] ;

i : 有效降雨強度 [m/s] ;

q_s : 單位網格面積人孔溢出的流量, $q_s = \frac{Q_s}{A_s}$ [m/s] ;

Q_s : 人孔溢流量 [m³/s] ;

A_s : 為人孔溢流所分配之面積 [m²] 。

上式中，式 (2-4) 為連續方程式，式 (2-5)、式 (2-6) 分別為沿 x , y 方向之運動方程式。若地形高程、曼寧糙度和側流量已知，則式 (2-4)、式 (2-5) 及式 (2-6) 含有三個因變數 d, u, v 。此含三因變數的偏微分聯立方程式，須利用數值方法求解之。本模式採用交替方向顯式差分法 (Alternating direction explicit method, 簡稱 ADE) 以建立模式。在穩定性限制方面，演算時距須滿足下二式^[47]：

$$\Delta t \leq \frac{SL^2}{d(u+v)} \quad (2-7)$$

$$\Delta t \leq \frac{d}{\left(\frac{5}{3}\right)^2 (u+v)S} \quad (2-8)$$

式中，
 S ：地表坡降，假設沿 x, y 方向之地表坡降近似
 $S_{ox} \approx S_{oy} = S$ ；
 d ：模擬區地表水深 [m]；
 u, v ：分別為沿 x, y 方向之平均流速 [m/s]；
 L ：網格間距，假設沿 x, y 方向之網格間距相同，
 $L = \Delta x = \Delta y$ [m]。

2-4 一維河川渠流模式

河川洪流演算係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動態，並使用非線性隱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^[35]。

河川之洪流演算，依據 de St. Venant Equation 所推導的一維緩變量流方程式，考慮完整之水流連續及運動方程式，即為動力波模式，其控制方程式依次為：

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} - q_{t1} + q_{t2} = 0 \quad (2-9)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X} \left(\frac{Q^2}{A} \right) - gA \left(S_o - \frac{\partial Y}{\partial X} - S_f \right) + q_{t2} \left(\frac{Q}{A} \right) = 0 \quad (2-10)$$

式中，
 t ：時間 [s]；
 X ：沿河川主流方向之空間座標 [m]；
 Y ：河川之水深 [m]；
 R ：水力半徑 [m]；

A : 河川通水斷面積 $[\text{m}^2]$;

Q : 河川流量 $[\text{m}^3/\text{s}]$;

q_{e1} : 單位河川長度之側入流量 $[\text{m}^2/\text{s}]$;

q_{e2} : 單位河川長度之溢流量 $[\text{m}^2/\text{s}]$;

g : 重力加速度 $[\text{m}/\text{s}^2]$;

S_o : 河道底床坡度 ;

S_f : 摩擦坡降, $S_f = \frac{n^2 Q |Q|}{AR^{4/3}}$;

n : 河川之曼寧糙度係數 $[\text{m}^{1/6}]$ 。

式 (2-9) 表示在一單位長度控制體積中，通過該體積之淨流量 $(-\frac{\partial Q}{\partial X} + q_{e1} - q_{e2})$ 等於該控制體積內所含水體積之變化率 $(\frac{\partial A}{\partial t})$ 。式 (2-10) 表示在一控制體積中，沿 X 方向之外力總和等於該控制體積中動量對時間之變化率，其外力包括由單位質量之重力 (gS_o) 、壓力梯度 $(-g\frac{\partial Y}{\partial X})$ 與摩擦阻力 $(-gS_f)$ 等所組成者。式 (2-10) 中假設側流流入河川時，不具沿 X 方向之速度分量，而溢流時，則具有沿 X 方向與河槽之平均速度 $(\frac{Q}{A})$ 相同之流速。式中，單位河川長度之側入流量 q_{e1} 包括由涵洞、閘門、抽水機或堰等方式，由二維漫地流地表或是滯洪池排入河川之流量，可由 2-5 節中水工結構物演算獲得。

式 (2-9) 與式 (2-10) 為雙曲線型偏微分方程式，在天然河川中其應變數 (Q 、 A 或 Y) 通常無法直接求解，須利用數值方法方能解得。本模式利用非線性隱式差分法求解各時段之水深與流量，因採用非線性四點完全隱式差分法，故為無條件穩定。

2-5 水工結構物

(1) 孔口

當孔口上游水位 h_1 高於孔口中心線，且孔口下游外水位 h_2 低於孔口中心線，下游水位未對出流造成影響時，孔口出流量可表示如下^[27]：

$$Q_{odo} = \mu_o A_o \sqrt{2g} (h_1 - h_o)^{\frac{1}{2}} \quad (2-11)$$

若孔口下游水位 h_2 高於孔口中心線，則出流量決定於孔口兩端之水頭差^[27]：

$$Q_{odo} = \mu_o A_o \sqrt{2g} (h_1 - h_2)^{\frac{1}{2}} \quad (2-12)$$

式中，
 μ_o ：孔口流量係數，採用 0.61；
 A_o ：通水面積 [m²]；
 h_o ：孔口中心線高程 [m]；
 h_1 ：孔口上游水位 [m]；
 h_2 ：孔口下游水位 [m]；
 g ：重力加速度 [m/s²]。

若 h_1 低至孔口中心線高程 h_o 以下時，則孔口流量為零。

(2) 堰

假設堰上游水位 h_d 和堰下游水位 h_{wd} 高出堰頂高程 h_w 之值，分別為 h_1 與 h_2 ，即：

$$\begin{aligned} h_1 &= h_d - h_w, & h_1 &\geq 0 \\ h_2 &= h_{wd} - h_w, & h_2 &\geq 0 \end{aligned} \quad (2-13)$$

式中，
 h_w ：堰頂高程 [m]；
 h_d ：堰上游水位 [m]；
 h_{wd} ：堰下游水位 [m]。

則流過堰頂之水流可根據水位關係，依自由堰流或潛沒堰流公式計算^[6, 16, 48]：

$$Q_{owd} = \begin{cases} \mu_f w_w \sqrt{2g} (h_1 - h_2)^{3/2} & , \text{for } h_2 < \frac{2}{3} h_1 \\ \mu_s w_w h_1 \sqrt{2g} (h_1 - h_2) & , \text{for } h_2 \geq \frac{2}{3} h_1 \end{cases} \quad (2-14)$$

式中，
 μ_f ：自由堰流量係數，0.36~0.57；
 μ_s ：潛沒堰流量係數， $\mu_s = 2.598\mu_f$ ；
 w_w ：堰寬 [m]。

(3) 涵洞

涵洞流量可根據涵洞上下游水位表示如下：

$$Q = \mu_c A_c \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad (2-15)$$

式中，
 μ_c ：流量係數，採用 0.61；
 A_c ：通水斷面積 [m²]；
 h_1 ：涵洞上游水位 [m]；
 h_2 ：涵洞下游水位 [m]。

(4) 閘門

本模式在考慮二維漫地流格網水位、一維河川斷面水位、閘門底高程以及閘門頂高程間的相互關係後，將通過閘門流量的計算分為下列情況來考慮：

1. 當匯流處之二維漫地流格網水位與一維河川斷面水位均低於閘門底高程時，則匯流處之二維漫地流格網流至一維河川斷面水位之流量等於零。
2. 當匯流處之二維漫地流格網水位介於閘門底高程與閘門頂高程間，則根據匯流處之二維漫地流格網水位與一維河川斷面水位關係，以上述之自由堰或潛沒堰流方式計算通過閘門之流量^[6, 16]。
3. 當匯流處之二維漫地流格網水位高於閘門頂高程，則根據匯流處之二維漫地流格網水位與一維河川斷面水位關係，以上述之孔口流方式計算通過閘門之流量^[6, 16]。

此外，模式並考慮排水自動閘門情形，當外水位高於內水位時，可設定閘門自動關閉，亦即通過閘門之流量為零，避免一維河川洪水高漲時經由閘門倒灌入二維地表內造成淹水之情形。

(5) 抽水機

若考慮抽水站內設有多部抽水機，其總抽水量可以表示為：

$$Q_{odp} = \sum_{p=1}^{np} Q_p \quad (2-16)$$

式中，
 np ：抽水站內抽水機總數；
 Q_p ：第 p 部抽水機之抽水量 $[\text{m}^3/\text{s}]$ 。

對單一抽水機而言，當前池水位 h_d 低於抽水機之起抽水位 $h_{s,p}$ 時，抽水機不必運作，故流量 Q_p 為零。當前池水位 h_d 超過抽水機之起抽水位 $h_{s,p}$ 後，且水位介於停抽水位 $h_{e,p}$ 與最大可抽水位 $h_{f,p}$ 之間，並假設抽水機下游水位不影響抽水機之操作效率，則抽水機以設計抽水量進行排水：

$$Q_p = Q_{d,p} \quad \text{for } h_{f,p} > h_d > h_{e,p} \quad (2-17)$$

式中，
 $Q_{d,p}$ ：第 p 部抽水機之設計抽水量 [m^3/s]；
 $h_{e,p}$ ：第 p 部抽水機之停抽水水位 [m]；
 $h_{f,p}$ ：第 p 部抽水機之最大可抽水水位 [m]。

當前池水位 h_d 降至抽水機之停抽水水位 $h_{e,p}$ 以下時，則抽水機停止運作，流量 Q_p 再度為零。若滯洪池水位持續升高而超過抽水機之最大可抽水水位 $h_{f,p}$ 時，則該抽水機視為被水淹沒而失去功能，此時抽水機之設計抽水量 $Q_{d,p}$ 將重新設定為零，亦即縱使後來之水位再度降低至 $h_{e,p}$ 以下，抽水站仍不具排水功能。

(6) 滯洪池

滯洪池之演算係以水文方程式 (hydrologic equation) 為依據，忽略蒸發量，同時假設池底為不透水構造且無入滲損失之情況下，其進出流量與蓄水量之關係如下^[27]：

$$\frac{dS}{dt} = Q_{id} - Q_{od} \quad (2-18)$$

式中，
 S ：滯洪池蓄水量 [m^3]；
 t ：時間 [s]；
 Q_{id} ：滯洪池入流量 [m^3/s]；
 Q_{od} ：滯洪池出流量 [m^3/s]。

滯洪池入流的來源有兩部分，即雨水下水道管線出口排入滯洪池之流量 Q_{ids} 及漫地流之入流量 Q_{ido} ：

$$Q_{id} = Q_{ids} + Q_{ido} \quad (2-19)$$

式中，
 Q_{ids} ：下水道入流量 [m³/s]；
 Q_{ido} ：漫地流入流量 [m³/s]。

其中，下水道入流量可由 SWMM 模式計算管線末端流入滯洪池之流量，漫地流入流量則假設漫地流與滯洪池相鄰邊界長度 L ，則漫地流進入滯洪池之流量 Q_{ido} 可表示如下：

$$Q_{ido} = \int_0^L q_{ido} dl \quad (2-20)$$

式中，
 q_{ido} ：漫地流與滯洪池相鄰邊界之單位寬度進出流量 [m²/s]；
 L ：漫地流與滯洪池相鄰邊界長度 [m]。

q_{ido} 根據滯洪池內水位與漫地流水位間之關係決定，當滯洪池內水位 h_d 與其相鄰邊界之漫地流水位 h 相差較大，在邊界上將產生臨界流況， q_{ido} 可以自由堰流公式計算如下^[6, 16, 48]：

$$q_{ido} = \begin{cases} \mu_f \sqrt{2g} \cdot (h-z)^{\frac{3}{2}} & \text{for } (h_d - z) < \frac{2}{3}(h-z) \\ -\mu_f \sqrt{2g} \cdot (h_d - z)^{\frac{3}{2}} & \text{for } (h-z) < \frac{2}{3}(h_d - z) \end{cases} \quad (2-21)$$

式中，
 μ_f ：自由堰流量係數，0.36~0.57；
 h_d ：滯洪池內水位 [m]；
 h ：滯洪池相鄰邊界之漫地流水位 [m]；
 z ：滯洪池相鄰邊界之地表高程 [m]。

當滯洪池內水位 h_d 與其相鄰邊界之漫地流水位 h 相差不大時，可由水位差及潛沒堰流公式決定進出滯洪池之流量 q_{ido} [6, 16, 48]：

$$q_{ido} = \begin{cases} \mu_s \sqrt{2g} (h_d - z) (h - h_d)^{\frac{1}{2}} & \text{for } (h - z) \geq \frac{2}{3} (h_d - z) \\ -\mu_s \sqrt{2g} (h - z) (h_d - h)^{\frac{1}{2}} & \text{for } (h_d - z) \geq \frac{2}{3} (h - z) \end{cases} \quad (2-22)$$

式中，
 μ_s ：潛沒堰流量係數， $\mu_s = 2.598\mu_f$ ；
 μ_f ：自由堰流量係數， $0.36 \sim 0.57$ ；
 h_d ：滯洪池內水位 [m]；
 h ：滯洪池相鄰邊界之漫池流水位 [m]；
 z ：滯洪池相鄰邊界之地表高程 [m]。

式 (2-21) 及式 (2-22) 中， $q_{ido} > 0$ 表示水流由地表流進滯洪池內， $q_{ido} < 0$ 則表示水流由滯洪池內流到地表。將式 (2-21) 或式 (2-22) 計算所得之 q_{ido} 代入 (2-20) 式，積分可得到進出滯洪池邊界流量 Q_{ido} 做為滯洪池演算之入流條件，同時亦可由 q_{ido} 求得二維漫地流與滯洪池相鄰處之水深 d 及流速 u 、 v ，代入式 (2-4) 至式 (2-6) 中，提供為二維漫地流模式演算之邊界條件。

滯洪池出流設施之型式，包括孔口、堰流及抽水機動力排水等多種型式，其流量可由前述方程式分別求解後，代入下式中得到總出流量，做為一維河川渠流演算之側入流條件。

$$Q_{od} = Q_{odo} + Q_{odp} + Q_{odw} \quad (2-23)$$

式中，
 Q_{od} ：滯洪池的總出流量 [m³/s]；
 Q_{odo} ：由孔口所排出之流量 [m³/s]；
 Q_{odp} ：由抽水站所排出之流量 [m³/s]；
 Q_{odw} ：由堰所排出之流量 [m³/s]。

2-6 模式銜接

市區排水淹水模式結合山區逕流模式、雨水下水道模式、一維河系變量流模式及二維漫地流模式等，整體模式架構及演算流程如圖 2-2 所示，模式彼此間之銜接關係分別說明如下：

(1) 山區逕流模式與一維及二維模式銜接

由山區逕流模式計算出各上游集水區控制點之逕流歷線後，再依據控制點之空間位置與一維渠道或二維漫地流模式進行銜接，以側入流量的方式做為後續演算之邊界條件。

(2) 雨水下水道模式與二漫地流模式銜接

SWMM 與二維漫地流模式結合之流程係以降雨量輸入 SWMM 中之 RUNOFF 模組，可得到地表面的逕流歷線，再由 EXTRAN 模組進行管線中水流運算。當管線中 $Q_{in} > Q_f$ 時，由人孔溢出之溢流量 Q_s 即成為二維漫地流模式的輸入值，經二維漫地流模式演算後即可得模擬區域的淹水情況及淹水深度。一般情況，總入流量 Q_{in} 不超過設計出流量 Q_f ，則管中的流量為 $Q_c = Q_{in}$ ，經由下游管線排出而不發生溢流。假如 $Q_{in} > Q_f$ ，只有部分的流量 $Q_c = Q_f$ 會由下游管線排出，其餘超出設計容量的流量 $Q_s = Q_{in} - Q_f$ 則由人孔溢流至地表，視為二維漫地流淹水模式中的點源，藉以結合二維漫地流與雨水下水道模式。

(3) 一維河道模式與二漫地流模式銜接

當河道水位及漫地流均低於堤防頂高時，在河川斷面未發生溢流情形時，二維模式沿河岸堤防可視為無水流通過之封閉內邊界，一、二維模式可分別進行演算，僅在堰、抽水機及閘門等處有交互流量發生，可根據通過這些控制點之流量進行模式銜接，各水工結構物之流量計算說明如 2-5 節。

針對一維河道或二維漫地流水位高出堤防之情形，則採用河系溢堤洪水演算模式^[49, 50]，考慮二模式地表水路出口與河川水位之水流交互作用，同時演算出河川水位與流域淹水狀況；在河川洪水位模擬演算模式為一維變量流河川洪水演算模式，地表淹水模擬則採用二維地表漫地流淹水模式，並根據漫地流與河川水位關係，決定二者間交互作用之流量，將兩模式結合銜接，期能同時演算出河川水位與流域淹水狀況。

當二維漫地流格網格水位高於鄰接之一維河川斷面水位時，則水將排至河川；當匯流處之河川斷面水位高於二維漫地流網格水位，此時河川水回流至地表。流量則考慮漫地流網格與河川斷面間之水位關係，依自由堰流或潛沒堰流公式計算得出^[6, 16, 48]：

$$q = \begin{cases} \mu_f \sqrt{2g} (H_H - Z_w)^{\frac{3}{2}} & , \text{ for } (H_L - H_w) < \frac{2}{3} (H_H - H_w) \\ \mu_s \sqrt{2g} (H_L - Z_w) (H_H - H_L)^{\frac{1}{2}} & , \text{ for } (H_L - H_w) \geq \frac{2}{3} (H_H - H_w) \end{cases} \quad (2-24)$$

式中，
 μ_f ：自由堰流量係數，0.36~0.57；
 μ_s ：潛沒堰流量係數， $\mu_s = 2.598\mu_f$ ；
 Z_w ：堰頂高程 [m]；

g : 重力加速度 $[\text{m/s}^2]$;

H_H : 匯流處相鄰之河川斷面與網格中較高之水位 $[\text{m}]$;

H_L : 匯流處相鄰之河川斷面與網格中較低之水位 $[\text{m}]$ 。

當匯流處之網格水位高於河川水位時，水流是由地表流入河川，則此時式 (2-9) 中 $q_{t1} = q$ ，並以 q 做為二維漫地流模式中之入流邊界條件。當匯流處之河川水位高於地表網格水位時，水流是由河川斷面流入地表，則此時式 (2-9) 中 $q_{t2} = q$ ，並以 $-q$ 做為二維漫地流模式中之出流邊界條件。

第三章 模式驗證

由於台南科學園區近年大量工程開發，使得地形地貌大幅改變，同時，區內亦無造成嚴重淹水之颱風事件發生，因此缺乏適当事件可供模式驗證。民國 90 年 9 月的納莉颱風事件，在台北市中央區造成嚴重淹水，為近年降雨及淹水調查記錄最完整之颱風事件，由於台北市中央區亦為高度開發之都會區，區內亦設置有完整之下水道系統，因此可將本研究開發完成之都會區淹水模式，應用於台北市中央區納莉颱風事件進行模式驗證。

3-1 背景說明

民國 90 年 9 月納莉颱風侵襲台灣，造成台北市區嚴重災情，遭洪水淹沒的地下室多達數千處，其中，捷運及地下鐵兩大交通系統亦遭洪水灌入，捷運因此中斷營運數十日，損失慘重可謂空前。本研究就納莉颱風降雨最大期間 (16 日 12 時至 17 日 23 時) 在台北市中央區所造成之淹水情況加以模擬，以進行模式驗證，降雨採用中央氣象局及水利處於此期間有完整記錄之雨量站資料，共計十座雨量站，分別為士林、三重、台北、中正橋、永和、木柵、信義、南港、大直及內湖。各雨量站之降雨統計資料如表 4-1 所示，其中，南港站於 9 月 17 日上午 6 時至 7 時之小時降雨強度 105 mm/h 為各雨量站記錄之冠，9 月 16 日 12 時至 9 月 17 日 23 時之總雨量 787 mm，亦為十座雨量站記錄中之最高，其降雨組體圖如圖 3-1 所示。為簡化模式資料輸入，本研究根據雨量站位置以徐昇氏法進行降雨分區，如圖 3-2 所示。

地形資料採用國立中央大學太空及遙測中心提供精度 40 公尺 x 40 公尺網格之數值地形高程資料，如圖 3-3 所示，曼寧糙度值及建蔽率等相關參數，經使用地理資訊系統將網格與圖 3-4 的土地利用分區資料加以套疊，由各格點所在區域之土地利用狀況決定之，本研究採用之曼寧糙度值，

如表 3-2 所示。下水道管線資料包括主要排水幹線資料則由中華顧問工程司提供，區內共計 1,141 個主要人孔節點 (圖 3-5)，並經由地理資訊系統，根據人孔座標建立二維地表與下水道銜接對應之位置關係。

圖 3-6 為台北市政府於納莉颱風過後調查之淹水範圍^[40, 44]，圖中顯示受到基隆河與大坑溪匯流處溢堤之影響，南港、松山等區均發生嚴重積水，區內南港、成功及玉成等三座抽水站遭洪水淹沒而故障，另外，濱江與萬芳抽水站亦因超大降雨量造成內水淹水而於颱風期間故障，抽水站無法發揮應有之排洪功能，淹水情況因而加劇，洪水更從台鐵松山隧道出土段、捷運南港機廠、昆陽站與市政府站灌入地下鐵及捷運系統，北市兩大交通動脈嚴重受創。經由事後抽水量推估^[40, 41, 42]，由台鐵松山隧道出土段進水體積約 101.15 萬立方公尺，其中 22.15 萬立方公尺從台北車站流入捷運新店線系統，餘 79.0 萬立方公尺則分佈於台鐵松山站至萬華間；由捷運南港機廠與昆陽站等入口流入捷運板南線系統的水量約 39 萬立方公尺，進水體積及進水地點如表 3-3 所示。

3-2 模擬結果與討論

圖 3-7 為模式所模擬淹水結果，與圖 3-6 之淹水調查範圍相較，本模式之模擬已可反映出此次風災主要淹水範圍。模擬所得之基隆河與大坑溪匯流溢堤處河川水位與溢堤流量歷線，則分別如圖 3-8 與 3-9 所示，結果顯示，最高水位約為 12.0 m，此一結果略低於現場調查之洪痕線高程 12.5 m^[40]；在溢堤情況方面，受基隆河水位高漲之影響，自 17 日 3 時起有大量洪水由基隆河溢淹至市區內，尖峰流量達 350 m³/s，加上南港、成功、濱江與玉成等抽水站相繼故障的雙重影響，使得市區發生嚴重積水。表 3-4 為模擬所得各抽水站故障時間與實際故障時間記錄之比較，由表中可知，模擬結果與實際情形相當吻合。

模擬淹水深度在台鐵松山隧道出土段入口達 1.3 m，捷運南港機廠及昆陽站出入口更達 2.0 m，市政府站出入口則達 1.0 m，與實際淹水調查記錄比較於表 3-5，由於淹水深度超出防洪保護設施設計標準，造成大量洪水灌入台鐵松山隧道及捷運板南線，其進水體積歷線分別如圖 3-10 至圖 3-13 所示。台鐵松山站至萬華站間長度約 9.75 公里，地下隧道單孔平均寬度 10.5 m，淨高 6.6 m^[45]，則由此算得之隧道體積約 135 萬立方公尺，模式模擬所得台鐵松山隧道出土段入口累積進水體積約 95 萬立方公尺，與由事後抽水量所推估之 101.15 萬立方公尺接近，捷運南港線全長 10.3 公里，潛盾隧道斷面內徑 5.6 m^[46]，由此推估之隧道體積約為 50 萬立方公尺，模擬結果顯示，捷運南港機廠、昆陽站與市政府站分別進水 38.4、1.4 及 0.8 萬立方公尺，合計 40.6 萬立方公尺亦接近推估之 39.0 萬立方公尺。

第四章 模式應用

4-1 資料蒐集與建置

本子計畫為配合總計畫執行目標，本年度將鹽水溪流域納入研究模擬範圍，分析鹽水溪流域不同重現期淹水潛勢，提供子計畫四、五進行淹水災損評估及流域資訊整合展示。

鹽水溪流域西面台灣海峽，北接曾文溪流域，南臨二仁溪流域，東邊在中央山脈與高屏溪流域相接，流域面積約 410 平方公里，地勢為東南高而西北低，流域中下游地勢相當平坦，受降雨量集中，以及河道坡度平緩且蜿蜒的影響，排水不易，常有水患發生，尤其夏、秋兩季常遭颱風雨或西南氣流暴雨侵襲，造成流域嚴重之災情。

近年來政府陸續於研究區域內進行多項重大工程與土地開發案，諸如高速鐵路之興建、新市鄉的台南科學工業園區之開發、台南市安南區的台南科技工業區及本洲寮的新吉工業區之設定、高速公路永康交流道附近特定區計劃、永康六甲頂地區都市計劃、新市都市計劃及太平橋附近之歷史博物館等，使其重要性與日俱增。

其中台南科學工業園區由行政院國家科學委員會與台糖公司以合作開發方式取得土地使用權，位於台南市東北方約 12 公里之新市鄉三舍村與豐華村及善化鎮南部，原為台灣糖廠轄下之善化農場與道爺農場，其一期核心開發面積約 638 公頃，二期後續開發面積為 400 公頃。為模擬研究區域內不同降雨重現期之淹水潛勢，本計畫首先針對研究所需各項地文及水文資料加以蒐集整理，項目分述如下：

4-1-1 雨型資料

本計畫進行淹水模擬採用之設計降雨雨型，根據子計畫一針對鹽水溪流域進行降雨頻率分析之成果，各重現期之 24 小時總降雨量及尖峰小時降雨強度如表 4-1 所示，降雨組體圖則如圖 4-1 所示。其中，100 年重現期 24 小時總降雨量為 513 mm，尖峰小時降雨強度為 109 mm/hr。

4-1-2 水系

研究區域週邊主要水系包含鹽水溪主流(含許縣溪)、那拔林溪、虎頭溪、鹽水溪排水、大洲排水、新市排水、永康排水及柴頭溪排水，如表 4-2 及圖 4-2 所示。許縣溪、那拔林溪及虎頭溪於豐化橋上游處匯流成為鹽水溪主流，大洲排水、永康排水及柴頭港溪則分別於大洲一號橋、鹽行村洲子尾及鄭子寮橋匯入鹽水溪中游；而鹽水溪排水於四草內海處匯入鹽水溪下游。鹽水溪流域除鹽水溪主流在豐化橋以下河段已完成 100 年保護之堤防，及大洲排水堤防達 50 年設計標準外，其餘各排水路之通水能力，均在 10 年重現期標準以下，加上區域內地勢低窪，因此水患經常發生。大洲排水幹線長度 9.5 公里，流域面積 3,413 公頃，南科開發面積佔 128 公頃，位於流域中、下游之低窪地帶。大洲排水流域地盤高介於 3.5 公尺至 22 公尺，平均坡降約 1/500，流域中、上游為四方形，下游較為狹長，排水路右岸堤防為大洲與鹽水溪排水之分界，排水路左岸地盤較低，為此排水最易淹水之地區。

鹽水溪排水幹線長度 19 公里，流域面積 11,445 公頃，南科開發面積佔 489 公頃，位於流域上游之較高處。鹽水溪排水屬於感潮河段，感潮範圍長達 17.3 公里，流域形狀為長條形，中、上游地盤高介於 1.5 公尺至 13 公尺間，地勢平緩，平均坡度僅 1/2,000。安順寮排水為鹽水溪排水支流，長度為 10 公里，流域面積為 2,090 公頃。安順寮排水以東至南科園區開發

邊緣以西地盤最為低窪，為此排水流域常淹水之地區。

4-1-3 地形資料

地形資料採用國立中央大學太空及遙測中心之數值地形高程資料為基礎，本年度經由經濟部水利署水利規劃試驗所提供，順利取得鹽水溪流域北岸區域之實測地表高程，因此進行鹽水溪流域北岸區域之地形資料更新，圖 4-3 為完成更新後之鹽水溪流域地形高程。園區內部，則使用中華顧問工程司提供之園區地表高程資料進行更新。經整合更新上述地形資料後，本計畫建立鹽水溪流域全區精度 80 x 80 公尺之網格以進行二維漫地流淹水模擬，台南科學園區鄰近範圍則使用精度 40 x 40 公尺網格，園區內部則更進一步使用精度 20 x 20 公尺網格。

4-1-4 土地利用

本研究區域跨越台南縣市，區內土地利用情形，根據內政部地政司的台灣省國土利用現況調查數化資料，可劃分為水利用地、建築、工業用地、農業、交通、遊憩、軍事及其他用地等，如圖 4-4 所示。其中，農地比例約佔 61%，住宅、工廠及公共設施約佔 11%，山地約佔 16%，魚塢約佔 12%^[51]。園區內部，則根據中華顧問工程司^[38]提供之資料，將網格劃分為工業用地、綠地、道路及住宅區等，並依照其利用型態來決定其曼寧 n 值。園區各種土地利用所佔面積及百分比如表 4-3 及圖 4-5。

4-1-5 台南科學園區排水設施

(1) 下水道系統資料

在本研究中根據中華顧問工程司所提供之下水道系統資料，將南科園區劃分為 A、B、C、D 等四個排水系統集水區，A 排水系統流入滯洪池 A，集水面積為 100 公頃，再流入鹽水溪排水路，B 排水系統

流入滯洪池 B，集水面積為 325 公頃，再流入鹽水溪排水路，C 排水系統流入滯洪池 C，集水面積為 107 公頃，再流入安順寮排水路，D 排水系統流入滯洪池 D，集水面積為 119 公頃，再流入大洲排水路，詳細資料如表 4-4。

南科園區的排水設施佈置如圖 4-6，排水系統之設計標準如表 4-5。園區內的排水幹線設計保護基準幹線採重現期 25 年之洪峰流量，總長度約為 15,839 m，箱涵人孔數 337 個，支線及路邊蒐集系統截流設施採重現期 10 年之洪峰流量為設計標準，總長度約為 9,209 m，箱涵人孔數 211 個。

(2) 滯洪池資料

園區內設有四個滯洪池，以攔蓄洪水降低洪峰流量及延後洪水到達下游的時間^[52]。滯洪池排水路係以側渠溢洪道之設計方式，於滯洪池邊設置一洩洪排水路 (side-channel)，使超出側渠高程之流量流入滯洪池中以確保其出流量不高於下游容許排洪量。圖 4-7 為滯洪池 B 平面示意圖，西邊為一鋸齒型溢洪道，作為緊急洩洪之用。

目前滯洪池的容量是以 50 年重現期距為標準，滯洪池 A 之面積為 5.0 公頃，調洪容量 133,600 立方公尺，排水面積為 94.47 公頃，在防汛期間，滯洪池的水深保持在低水位以下 (即孔口箱涵底高)，水位為 1.2 公尺，水由洩洪排水路經北五間厝小排匯入鹽水溪排水路；滯洪池 B 之面積為 15 公頃，調洪容量 439,400 立方公尺，排水面積為 287.56 公頃，在防汛期間，滯洪池的水位為 1.2 公尺，水由洩洪排水路經北五間厝中排匯入鹽水溪排水路；滯洪池 C 之面積為 5.0 公頃，調洪容量 169,100 立方公尺，排水面積為 107.11 公頃，在防汛期間，滯洪池的水位為 2.2 公尺，水由洩洪排水路接下游安順寮排水路；滯

洪池 D 之面積為 20.0 公頃，調洪容量 300,000 立方公尺，排水面積為 250 公頃，在防汛期間，滯洪池的水位為 1.5 公尺，滯洪池 D 利用永久抽水站抽排池內積水，於非豪雨期間，當池內水位高於大洲排水水深時，則利用永久抽水站旁之重力水路排除。

就滯洪池的出口型式而言，A、B、C 三個滯洪池同樣是上、下方各有一出口，上方為銳緣堰出流型式，而下方為正方形孔口出流型式，其基本資料及數據資料表分別見表 4-5，4-6。滯洪池 D 則是具備有抽水站，排出池內的積水。圖 4-8 為滯洪池 D 之設計平面圖^[39]。

(3) 抽水站資料

在園區內設置有一永久性抽水站，配置於滯洪池 D 之東北角，為四部 5.0 cms 之防洪抽水站。當水位達到 2.7 公尺時，啟動兩部抽水機，容量為 10.0 cms，停抽水位為 2.5 公尺；當水位達到 2.95 公尺時，再啟動一部抽水機，容量總共為 15.0 cms，停抽水位為 2.7 公尺；當水位達到 3.2 公尺時，再啟動 1 部抽水機，容量總共為 20.0 cms，停抽水位為 2.95 公尺，其基本資料如表 4-8^[39]。

4-2 台南科學園區排水系統排洪能力檢討

為檢討台南科學園區排水系統排洪能力，本計畫針對下水道排水系統正常運作及部份阻塞情形，分別進行各重現期之淹水模擬，由於台南科學園區下水道系統幹線採用 25 年重現期降雨重現期為設計標準，因此當降雨條件低於 25 年重現期時，下水道容量尚足以負荷發生之地表逕流，因此無地面淹水情形發生，故本節僅就降雨重現期 25 年、50 年及 100 年之情形進行探討。

4-2-1 排水系統正常運作

本研究針對台南科學園區下水道排水系統，假設系統無阻塞情況進行各重現期之淹水模擬，結果如圖 4-9 所示，圖中顯示，在 25 年重現期降雨條件下，B 排水系統上游支線因設計流量較小而發生人孔溢流情形，A、C 排水系統上游亦有零星人孔溢流，造成溢流人孔附近區域淹水情形，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 6.0 公頃，由於深度多在 30 公分以下，故淹水範圍沿道路系統分佈。在 50 年重現期降雨情形下，主要淹水之區域仍集中在 B 排水系統上游，但 A、C 排水系統上游人孔溢流亦明顯增加，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 15.6 公頃。在 100 年重現期降雨條件下，各排水系統上游因通水容量較小而普遍發生淹水情形，淹水範圍大幅增加，B、C 排水系統部分區域淹水深度達 30 公分以上，淹水範圍開始越過路緣而漫延至廠房基地，總計淹水深度高於 15 公分之面積有 40.0 公頃。

4-2-2 排水系統部份阻塞

由於台南科學園區主要仰賴下水道排水系統排除降雨逕流，下水道系統在長期使用後，往往容易發生淤塞情形，為了解下水道阻塞情形對園區排水的影響，因此本研究進一步針對台南科學園區不同下水道阻塞程度進行淹水境況模擬，以做為洪災防治措施擬訂參考。本研究將台南科學園區內四個排水系統區分為二組，各組分別包含兩個不相鄰的排水系統，即 A 與 C 為第一組，B 與 D 則為第二組，針對各組排水系統管線阻塞 10%、20% 及 30% 等情形進行模擬，以探討排水系統阻塞與地表淹水間的關係。

(1) A、C 排水系統阻塞

圖 4-10 為 A、C 排水系統管線阻塞 10% 情形下的淹水模擬結果，與圖 4-9 比較可發現，在 25 年重現期降雨條件下，僅園區北側 C 排水系統上游支線之淹水範圍較管線未阻塞時略為增加，總計淹水深度達

15 公分以上面積為 6.4 公頃。在 50 年重現期降雨情形下，則 A 排水系統上游區域亦開始較管線未阻塞時有增加的趨勢，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 18.1 公頃。在 100 年重現期降雨條件下，淹水區域持續較管線未阻塞時增加，A 排水系統並發生淹水深度超過 30 公分情形，總計淹水深度高於 15 公分之面積有 44.3 公頃。

圖 4-11 為 A、C 排水系統管線阻塞 20%情形下的淹水模擬結果，與圖 4-9 及圖 4-10 比較可發現，在 25 年重現期降雨條件下，C 排水系統上游受管線阻塞程度增加影響，淹水深度及範圍繼續擴大，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 7.8 公頃。在 50 年重現期降雨情形下，則 A 排水系統阻塞造成的淹水範圍不僅增加，並且開始往北擴及 B 排水系統的集水區，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 24.0 公頃。在 100 年重現期降雨條件下，深度高於 15 公分之淹水面積則進一步增加至 48.2 公頃。

圖 4-12 為 A、C 排水系統管線阻塞 30%情形下的淹水模擬結果，與圖 4-9 至圖 4-11 比較可發現，在 25 年重現期降雨條件下，A、C 排水系統上游均受管線阻塞程度增加而有較大淹水範圍，總計深度 15 公分以上的淹水面積為 12.2 公頃。在 50 年重現期降雨情形下，A 排水系統便有淹水深度超過 30 公分的情形，並且往北擴及 B 排水系統的集水區，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 27.2 公頃，幾乎為管線未阻塞時淹水面積的二倍。在 100 年重現期降雨情況下，淹水深度達 15 公分以上的面積則進一步增加至 53.6 公頃。表 4-9 為 A、C 排水系統不同阻塞程度的各重現期降雨境況模擬之淹水面積統計。

(2) B、D 排水系統阻塞

圖 4-13 為 B、D 排水系統管線阻塞 10%情形下的淹水模擬結果，

與圖 4-9 比較可發現，在 25 年重現期降雨條件下，B 排水系統沿線淹水情形即明顯較管線未阻塞時增加，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 12.1 公頃。在 50 年重現期降雨情形下，B 排水系統沿線淹水情況仍較管線未阻塞時為大，但其差異程度不似 25 年重現期降雨條件下的差異程度那般明顯，D 排水系統區域淹水情形則仍無明顯改變，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 19.4 公頃。在 100 年重現期降雨條件下，淹水區域仍受 B 排水系統阻塞影響而增加，總計淹水深度高於 15 公分之面積有 47.0 公頃。

圖 4-14 為 B、D 排水系統管線阻塞 20%情形下的淹水模擬結果，與圖 4-9 及圖 4-13 比較可發現，在 25 年重現期降雨條件下，B 排水系統上游受管線阻塞程度增加影響，淹水深度及範圍繼續擴大，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 14.5 公頃。在 50 年重現期降雨情形下，開始有超過 30 公分以上的淹水情形，並擴及 A 滯洪池北方區域，總計淹水深度達 15 公分以上面積為 29.2 公頃。在 100 年重現期降雨條件下，不僅淹水深度超過 30 公分以上面積明顯增加，多處廠房基地更出現大面積淹水，總計深度達 15 公分之淹水面積為 59.5 公頃。

圖 4-15 為 B、D 排水系統管線阻塞 30%情形下的淹水模擬結果，與圖 4-9、圖 4-13 及圖 4-14 比較可發現，在 25 年重現期降雨條件下，受 B 排水系統管線阻塞影響，深度達 15 公分的淹水面積為 23.1 公頃，已遠超過管線未阻塞時，50 年重現期降雨條件下的淹水面積。在 50 年重現期降雨情形下，則淹水深度達 15 公分的面積為 38.8 公頃，幾乎接近管線未阻塞時 100 年重現期降雨條件下的淹水面積。在 100 年重現期降雨情況下，B 排水系統阻塞造成的淹水情形繼續加劇，但 D 排水系統區域幾乎仍未有明顯改變，總計深度達 15 公分以上的淹水面

積為 70.3 公頃。表 4-10 為 B、D 排水系統不同阻塞程度的各重現期降雨境況模擬之淹水面積統計。

4-3 台南科學園區週邊區域洪災防治措施檢討

本年度為配合總計畫執行目標，將鹽水河流域納入研究區域，成果除提供子計畫四、五進行洪災損失評估及流域資訊查詢展示外，本研究同時蒐集鹽水河流域後續開發及洪災防治改善措施資料，並進行淹水境況模擬，以評估相關措施對於台南科學園區週邊區域淹水境況之影響。

目前台南科學園區已完成第一期面積 638 公頃之開發方案，並配置有四座滯洪池以降低園區開發對於週邊區域排水之影響，未來二期園區將持續開發面積 400 公頃，同時，南科特定區開發面積亦達 2,262 公頃，合計總開發面積達 3,300 公頃。其開發區域位於鹽水溪支流大洲及鹽水溪排水之集水區內，計畫開發區因地勢低窪影響，不利天然排水條件。經濟部水利規劃試驗所為因應南科週邊既定之開發計畫，已研擬南科園區及週邊水系改善方案，以降低開發區域之淹水及避免對週邊排水系統造成衝擊。茲將既定改善方案內容簡述如下：

未來南科後續工程四年實施計畫中，配合之排水改善方案包括疏浚鹽水溪北安橋至豐化橋間之河道斷面、改善座駕、三舍、大社、新市及看西等排水路，進行社內、大洲及豐華村落圍堤抽排工程，並設置大社及座駕等多座滯洪池；此外，並在安順寮排水匯入鹽水溪排水附近之和順寮農場範圍，進行填土整地及下水道排水改善工程；同時納入台南科技工業區及新吉之開發方案，排水改善方案除了疏浚鹽水溪主流河道外，尚包括三舍、座駕排水改善措施，社內、大洲及豐華村落圍堤，與大洲等多座滯洪池之設置，分別如表 4-11 及表 4-12 所示，各開發工程及防洪改善措施佈置如圖 4-16 所示。

4-3-1 鹽水河流域淹水潛勢

圖 4-17 至圖 4-22 為鹽水河流域各降雨重現期之淹水模擬結果，台南科學園區由於工程開發填土及下水道排水系統佈設，因此在降雨重現期 100 年以下，且排水系統正常運作之情況下，園區內均無 50 公分以上之淹水發生，但園區東側之座駕、三舍、大社、新市排水集水區，西側鹽水溪排水沿線低窪區域、大洲排水南側，均有局部零星淹水情形，深度多在 50 公分至 1 公尺間；安順寮排水與鹽水溪排水匯流處，當降雨重現期達 10 年以上，將發生嚴重淹水情形，深度約達 1 公尺。整體而言，則以西南沿海之台南市低窪區域為鹽水河流域內最易發生淹水之區域，淹水深度可達 2 公尺以上，其次則為曾文溪排水下游沿線之魚塭地區，以及鹽水溪及鹽水溪排水匯流處附近區域。

4-3-2 鹽水河流域洪災防治措施檢討

圖 4-23 至圖 4-28 為鹽水河流域各降雨重現期之淹水模擬結果，結果顯示，南科二期園區範圍由於開發填土，原有淹水情形已大幅改善，東側上游之大社、座駕排水區域，則因排水路改善及滯洪池設置，淹水情形亦為減輕；大洲村、社內村及豐華村等村落圍堤亦發揮預期效益，減少圍堤內淹水情形，但由於圍堤內部排水設施資料欠缺，故未能於模式中反應，而使得圍堤內低窪地區仍有局部積水情形。

和順寮農場、台南科技工業區及新吉工業區等開發區域，由於區內整地填土、路堤的修建與排水系統的改善，淹水情形亦大幅改善，但部份鄰近區域，則受開發方案之衝擊，造成下游排水不易而產生淹水情形；台南市區、鹽水溪及鹽水溪排水下游匯流處附近，則由於原本地勢較低窪，因此排水路改善之效益較低。

4-4 預警監測系統

由於台南科學園區內，經整地填高開發及下水道系統建置工程，區域內降雨於園區內發生淹水之機率，已大幅降低，但由於鄰近之大洲排水，蒐集園區東側上游集水區之地表逕流，在高重現期降雨之情形下，仍可能由於排水路或滯洪池水位高漲，而對於園區造成淹水之威脅，因此，針對區內重要排水路及滯洪池水位之掌握，為降低淹水災害之重要工作。

目前台南科學園區內已建立防洪監測中心及防洪預警系統，可提供相關資訊作為管理決策之參考使得區內排水在設計標準內能經常保持正常運作，隨時掌控排水狀況，適時發佈警訊提醒區內廠商，使其損失減至最低。圖 4-29 為園區內各水位站即時監測資訊，圖 4-30 則為園區內各水位站歷史水位資訊查詢展示。

第五章 結論與建議

5-1 結論

- (1) 本研究針對台南科學園區及鹽水河流域之區域特性，結合山區逕流模式、雨水下水道模式、一維渠道變量流模式及二維地表漫地流模式，並考慮滯洪池水理計算，完成都會區淹水模式之開發，同時，以民國 90 年 9 月台北市中央區納莉颱風事件記錄進行模式驗證，由淹水範圍、深度、抽水站操作狀況及地下設施淹水體積等多方面比較，均顯示模式具有良好的精度，可精確都會區暴雨事件的淹水情形。
- (2) 本研究除針對台南科學園區排水系統正常運作情形，分別進行重現期 25 年、50 年及 100 年三種重現期降雨之演算，獲得園區內暴雨淹水潛勢，在 100 年重現期降雨條件下，淹水範圍將越過路緣而漫延至廠房基地。本研究同時亦考慮排水系統不同阻塞情形，進行各重現期的淹水境況模擬，由研究結果顯示，B 排水系統的集水面積為各排水系統中最大，一旦發生淤塞情形，將對園區內淹水情形有最顯著的影響，其次則為 C 排水系統及 A 排水系統，D 排水系統的阻塞，則對於園區內淹水情形無明顯的影響。
- (3) 由淹水潛勢模擬結果顯示，鹽水河流域以西南沿海之台南市低窪區域為最易發生淹水之區域，在 100 年降雨重現期下，淹水深度可達 2 公尺以上，其次則為曾文溪排水下游沿線之魚塢地區，以及鹽水溪及鹽水溪排水匯流處附近區域。台南科學園區鄰近區域，則多為零星淹水情形。
- (4) 本研究蒐集鹽水河流域未來各項開發方案及排水防洪改善措施資

料，並進行淹水境況模擬，結果顯示，南科園區鄰近範圍之淹水情形將大幅改善；和順寮農場、台南科技工業區及新吉工業區等開發區域內之淹水情形亦可獲得改善，但部份鄰近區域，則可能受工程開發之衝擊產生淹水。

- (5) 台南科學園區現已完成即時水位監測系統之建置，並持續正常運作，將有助於掌控鄰近排水路之排水狀況，做為緊急應變決策支援之重要參考。

5-2 建議

- (1) 各項工程開發方案對於週邊區域造成之影響，建議應進一步評估規劃，設法降低開發而產生的衝擊。
- (2) 建議台南科學園區即時水位監測系統應納入園區鄰近上游區域之雨量與水位監測資料，掌握上游降雨及水情資訊，於颱風期間將可爭取更多寶貴的緊急應變所需時間，有助於強化園區防洪應變機制，降低洪災損失。

參考文獻

1. Akan, A.O. (1989), "Detention Pond Sizing for Multiple Return Period", *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 115, No. 5, pp.650-664.
2. Akan, A.O. (1990), "Single-Outlet Detention-Pond Analysis and Design", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, Vol. 116, No.4, pp.527-536.
3. Aknabi A. A. & Katopodes N. D. (1988), "Model for Flood Propagation on Initially Dry Land", *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 114, pp.689-705.
4. Balloffet, A. & Scheffler, M. L. (1982), "Numerical Analysis of the Teton Dam Failure Flood", *Journal of Hydraulic Research*, ASCE, Vol. 20, pp.317-428.
5. Chang, T. J. Hsu, M. H. Teng, W. S. and Huang, C. J. (2000) "A GIS-Assisted Distribution Watershed Model for Simulation Flood and Inundation", *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 36, No. 5, 975-988.
6. Cunge. J. A., Holly. F. M., and Verwey. A. (1980), "Practical Aspects of Computational River Hydraulics", Pitman Publishing Ltd., London.
7. Garcia R. & Kahawata R. A. (1986), "Numerical Solution of the St. Venant Equations with the MacCormack Finite-Difference Scheme", *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, Vol. 6, pp.259-274.
8. Gustafsson B. (1971), "An Alternating Direction Implicit Method for Solving the Shallow Water Equations", *Journal of the Computational Physics*, No. 7, pp.239-254.
9. Hager, W. H. (1983), "Hydraulics of Plane Free Overfall", *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 109, No. 12, Dec., pp.1683-1697.
10. Henderson, F. M. (1966), *Open Channel Flow*, Macmillan Co., New York,

N.Y.

11. Huber, W. C., (1975) Model for Storm Water Strategies. APWA Reporter.
12. Huber, W.C., Dickinson, R.E., (1988). "Storm Water Model. User's Manual Ver. IV", US Environmental Protection Agency.
13. Hsu, M. H. Chen, S. H. and Chang, T. J. (2000) "Inundation Simulation for Urban Drainage Basin with Storm Sewer System", Journal of Hydrology, Vol. 234, No. 1-2, 21-37.
14. Hunter R. (1946) Elementary Mechanics of Fluids, New York : John Wiley & Sons, Inc.
15. Inoue K., Iwasa Y. & 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, R. O. C.
16. Kandaswamy, P.K., and Rouse, H. (1957), "Characteristics of Flow Over Terminal Weirs and Sills", Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 83, No. 4, Aug., pp. 1-13.
17. Katopodes, N. D., & Strelkoff, T. (1978), "Computing Two Dimension Dam-Break Flow Wave", Journal of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 104
18. Katopodes, N. D., & Strelkoff, T. (1979), "Two-Dimensional Shallow Water-Wave Models", Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol.105, No, EM2, pp.317-434.
19. Kindsvater, C. E., and Carter, R. W. (1957), "Discharge Characteristics of Rectangular Thin-Plate Weirs", Journal of Hydraulics Division, ASCE, Vol. 83, No.6, pp. 1-36.
20. Lager, J. A. and Smith, W. G., (1974) Urban Stormwater Management and Technology – An Assessment. U.S. EPA Report, EPA-67012-74-040.
21. Marsalek, J., Dick, T. M., Wisner, P. E., and Clarke, W. G., (1975)

- "Comparative Evaluation of Three Urban Runoff Models", Water Resources Bulletin, AWRA, 11 (2).
22. Rajaratnam, N., and Muralidhar, D. (1968), "Characteristics of the Rectangular Free Overfall", Journal of Hydraulic Research, IAHR, Vol.6, No. 3, pp. 233-258.
 23. Rajaratnam, N., and Muralidhar, D. (1971), "Pressure and Velocity Distribution for Sharp-Crested Weirs", Journal of Hydraulic Research, IAHR, Vol.9, No. 2, pp. 241-248.
 24. Strelkoff, T. S. (1964) "Solutions of Highly Curvilinear Gravity Flows", Journal of Engg. Mech. Div. Proc., ASCE, Vol. 90, pp.195-219.
 25. Vongvisessomjai, S., Tingsanchali, T., & Chaiwat, C. (1985), "Bangkok Flood Plain Model", 21st IAHR Congress, Melbourne, Australia, 19-23 pp.433-488.
 26. Xanthopoulos, T. & Koutitas, C. (1976), "Numerical Simulation of Two-Dimensional Flood Wave Propagation due to Dam Failure", Journal of Hydraulic Research, Vol. 14, pp.321-331.
 27. Yen, B. C. and Akan, A. O. (1999) Hydraulic Design of Urban Drainage Systems. In: L. W. Mays (Eds.), Hydraulic Design Handbook, McGraw-Hill Inc., New York.
 28. 沈榮茂,楊德良 (1992),「流域之漫地流有限元素模式及穩定度分析之研究」,第六屆水利工程研討會論文集,新竹市,pp.82-93
 29. 吳啟瑞 (1993),「八掌溪流域之淹水模擬」,國立台灣大學農業工程研究所碩士論文.
 30. 許銘熙,鄧慰先,黃成甲 (1996),「嘉義地區逕流及淹水模式之研究 (四)」,台灣省水利局.
 31. 許銘熙,鄧慰先,盧重任,黃成甲,葉森海 (1998),「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究 (一)」,行政院國科會,台北市.

32. 陳正炎、藍令財、宋爾寧 (1996)「山地河川中圓孔式滯洪壩排洪流量公式之研究」,第八屆水利工程研討會,pp.271-278.
33. 陳增壽,張倉榮,鄧慰先,陳宣宏,陳春宏,李昌益 (2000),「台北都會區淹水區域預測之研究 (III),子計畫七:台北市中央區洪災境況模擬與應變措施之研究」,行政院國科會,台北市.
34. 黃宏斌 (1998)「調節池孔口配置之水理特性研究」,台灣水利,46 卷 1 期,pp.53-59.
35. 顏清連,許銘熙,陳昶憲,賴進松 (1986),「淡水河系洪水演算模式 (四)堤防潰決洪流模式之建立」,行政院國科會,防災科技研究報告 75-19,台北市.
36. 顏清連等 (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,台北市.
37. 行政院國科會 (1998),「台南科學工業園區排水防洪綱要計畫」.
38. 行政院國科會 (1998),「變更台南科學工業園區細部計畫 (擴大滯洪池案)」.
39. 行政院國科會 (1999),「滯洪池 D 及防洪抽水站規劃」.
40. 台北市政府 (2001),「台北市納莉颱風災後重建推動委員會防洪排水組第一次會議參考資料」.
41. 台北市政府捷運工程局 (2001),「台北捷運系統因納莉颱風造成淹水緣由及改善之初步檢討報告」.
42. 台北市政府捷運工程局 (2001),「納莉颱風-災後重建委員會簡報」.
43. 台北市政府捷運工程局 (2001),「捷運局第四處上呈之便簽」.
44. 台北市政府 (2001),「台北市納莉颱風災害防救處理專案報告」.
45. 交通部台北市區地下鐵路工程處 (2001),「專案工程介

紹」, <http://www.trupo.gov.tw/index3/index3-1.asp>.

46. 台北市政府捷運工程局 (2001), 「捷運局第四處上呈之便簽」.
47. 賴進松, 1986, 堤防潰決後二維性洪流演算模式, 國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文.
48. 顏榮甫, 林志翰, 蔡長泰, 2001, 明渠排水網路及水門流量控制之數值演算法, 中國土木水利工程學刊, 第 13 卷第 1 期.
49. 許銘熙, 鄧慰先, 吳啟瑞, 1991, 八掌河流域淹水模擬 (一) : 河川演算模式與沿岸地區淹水模式之建立, 行政院國科會防災科技研究報告 80-56.
50. 許銘熙, 顏清連, 謝慧民, 1990, 基隆河沿岸低窪地區淹水模式 (一) : 模式之建立與驗證, 行政院國科會防災科技研究報告 78-57.
51. 水利處第六河川局, 1998, 鹽水溪治理規劃報告.
52. 水利規劃試驗所, 1999, 台南科學園區完成區內外排水功能評估及改善計畫規劃-淹水模擬及滯洪池容量檢討.
53. 水利規劃試驗所, 2002, 台南科學園區暨周邊排水水系整體防洪規劃期初簡報。

附圖

附圖

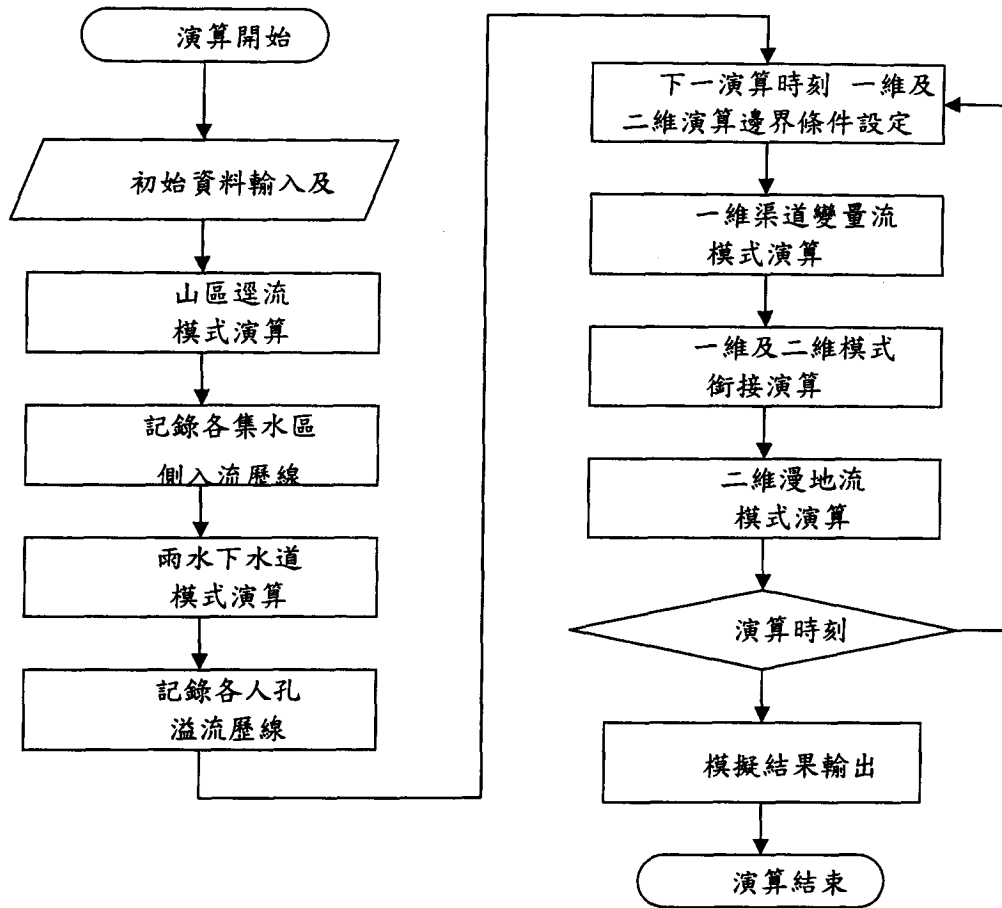


圖 2-1 都會區排水淹水模式架構及演算流程

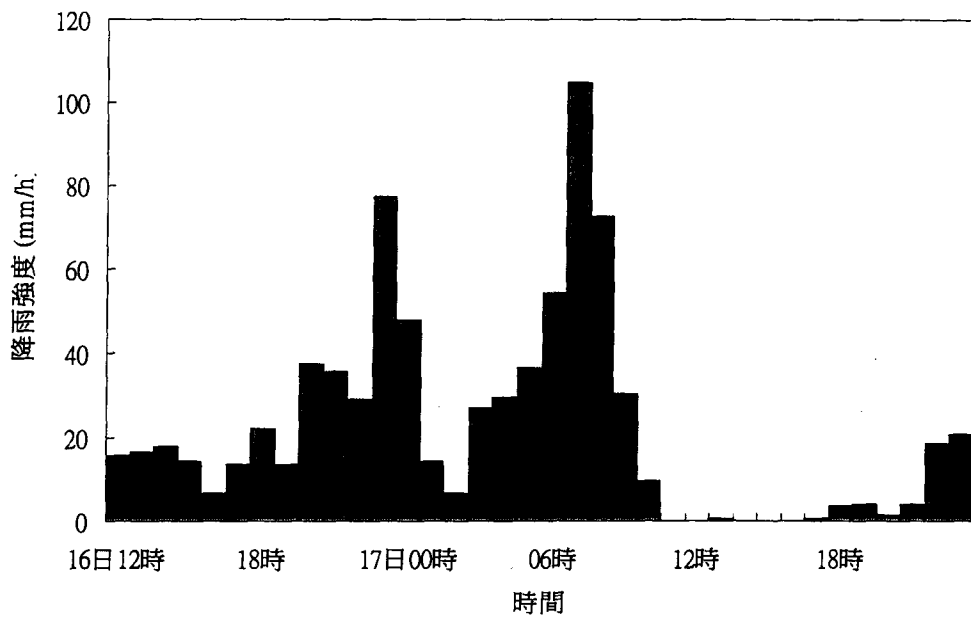


圖 3-1 南港雨量站納莉颱風降雨組體圖

(資料來源：中央氣象局)

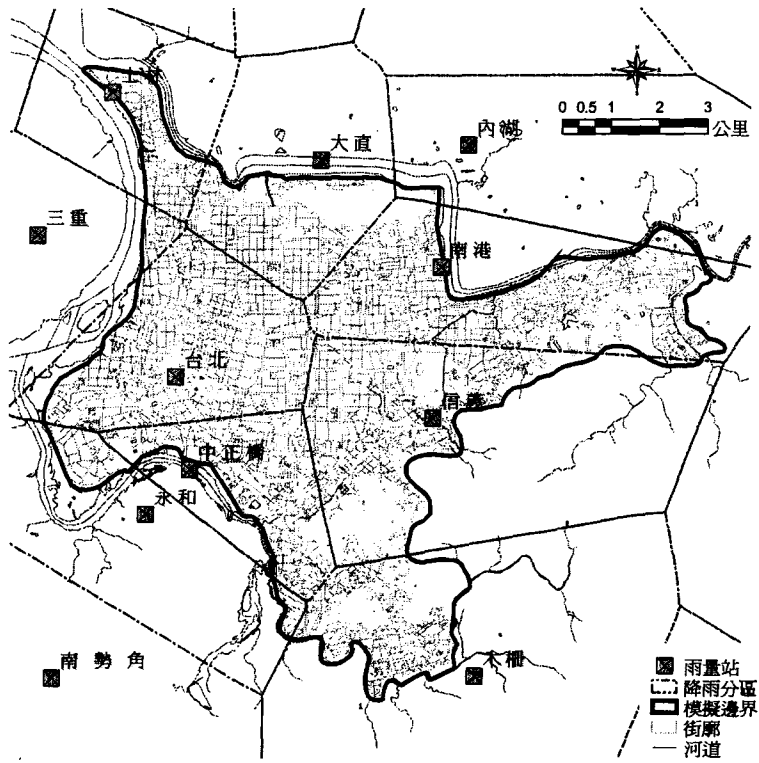


圖 3-2 台北市中央區雨量站及徐昇氏降雨分區

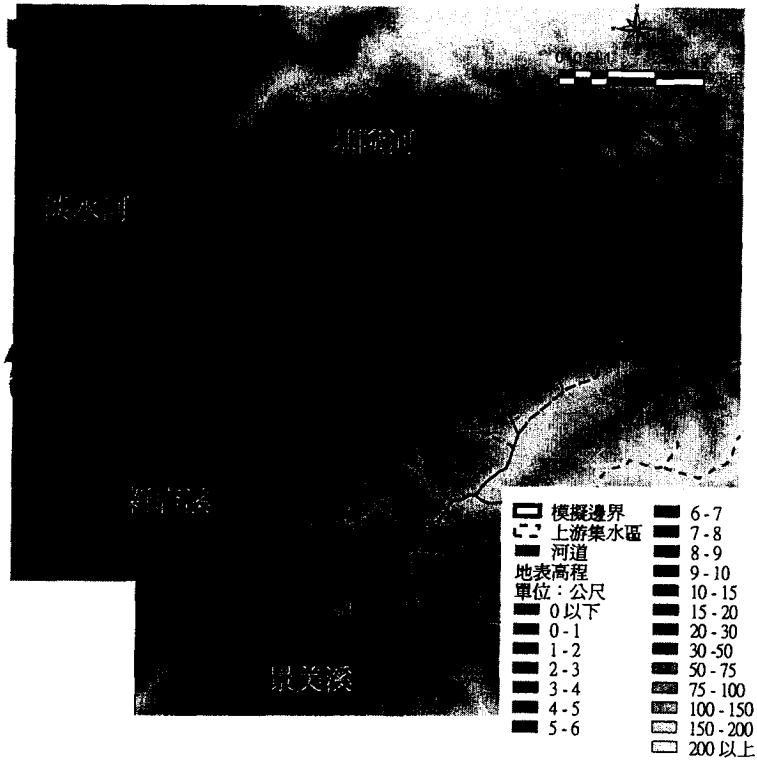


圖 3-3 台北市中央區數值地形高程

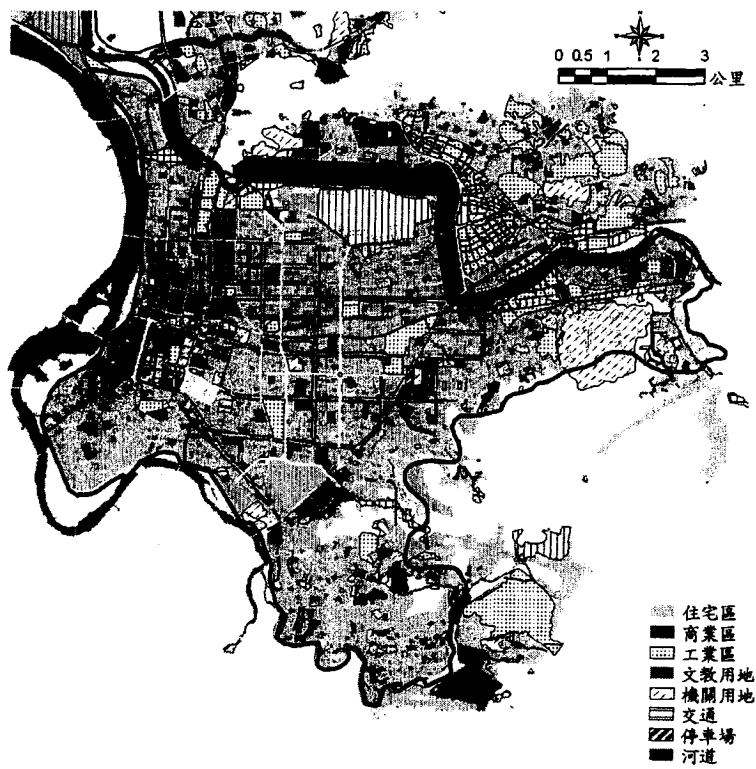


圖 3-4 台北市中央區土地利用分區

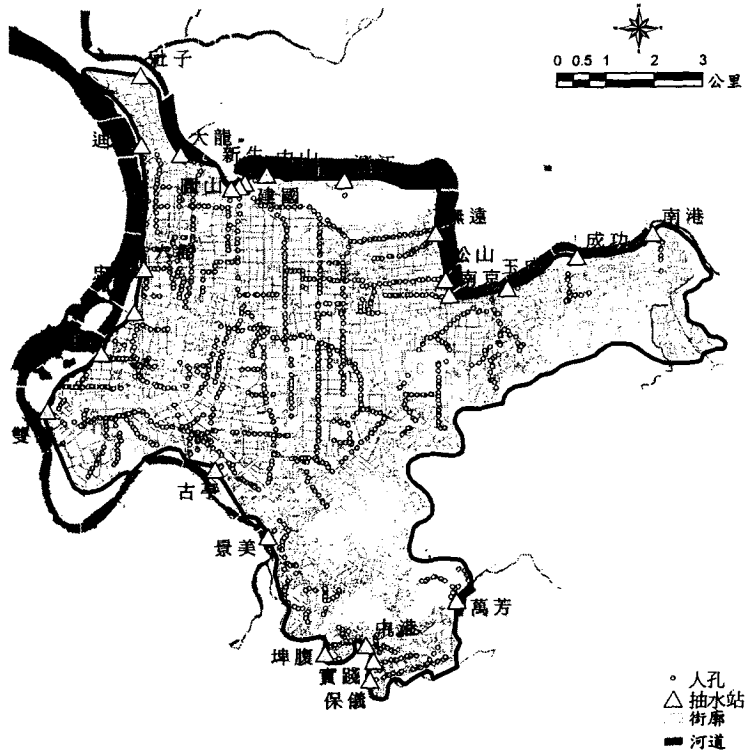


圖 3-5 台北市中央區抽水站及主要排水人孔

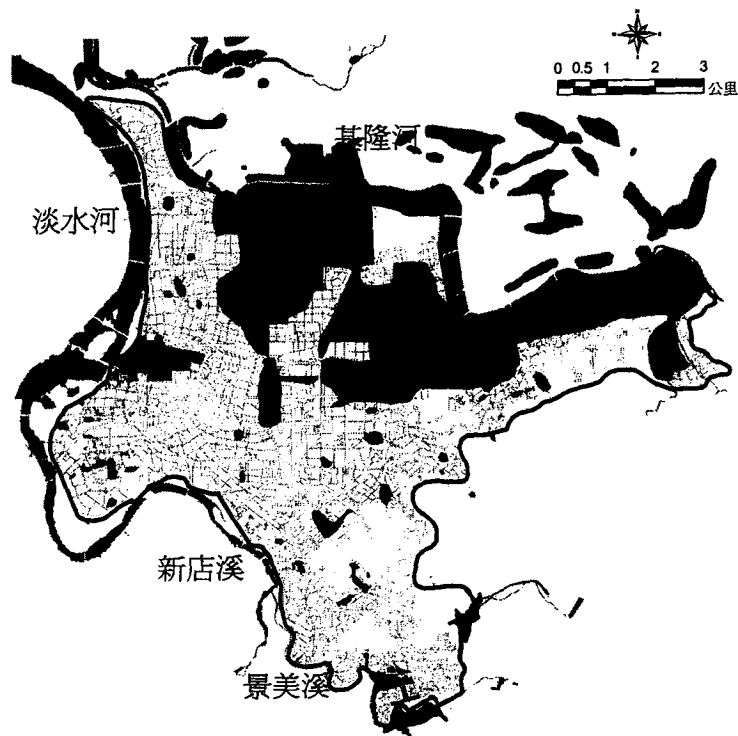


圖 3-6 台北市中央區納莉颱風調查淹水範圍

(資料來源：[40, 44])

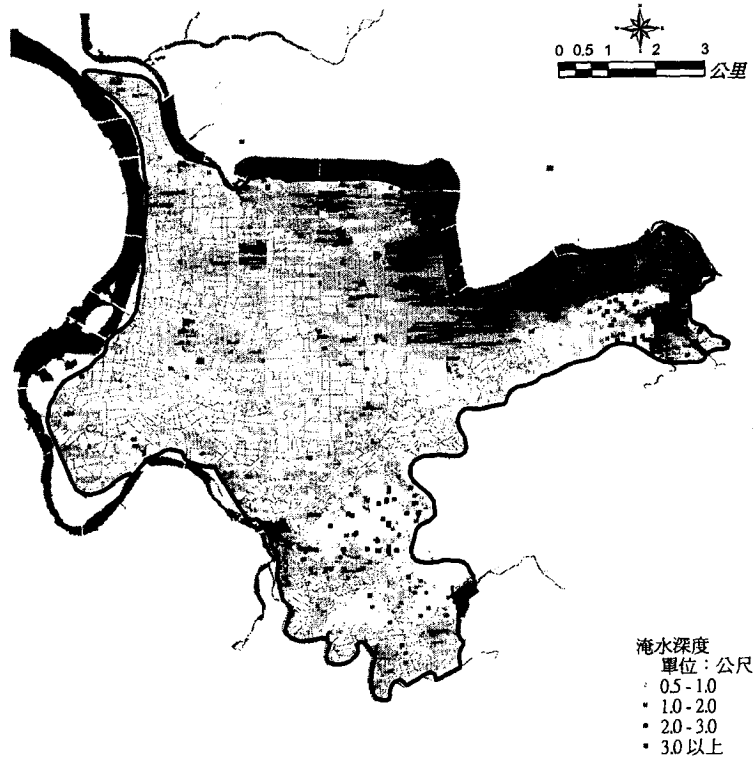


圖 3-7 台北市中央區納莉颱風模擬最大淹水深度

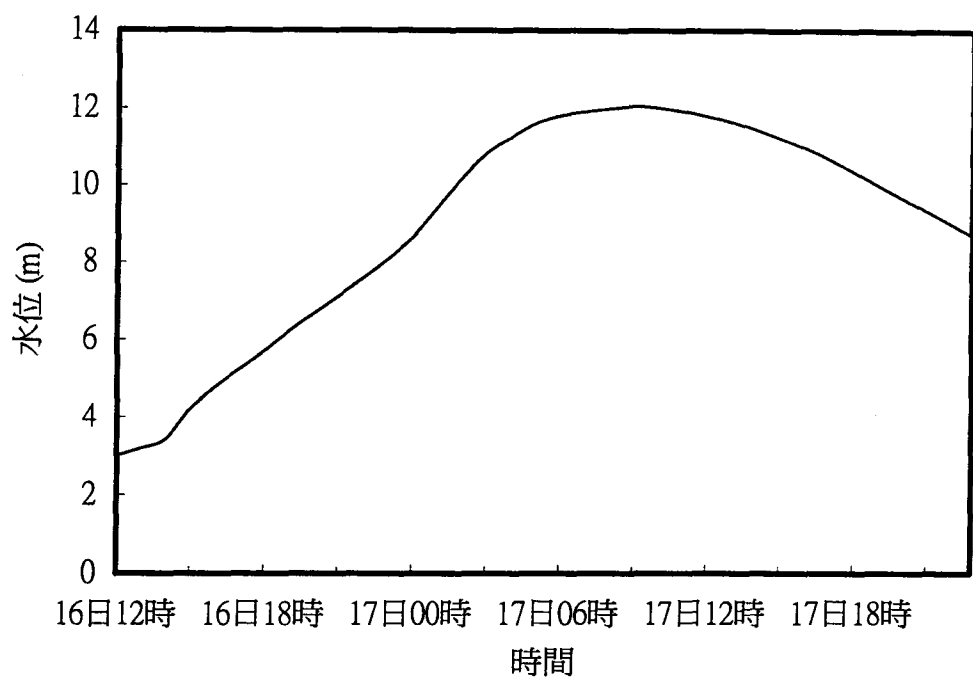


圖 3-8 基隆河與大坑溪匯流處溢堤河川水位歷線

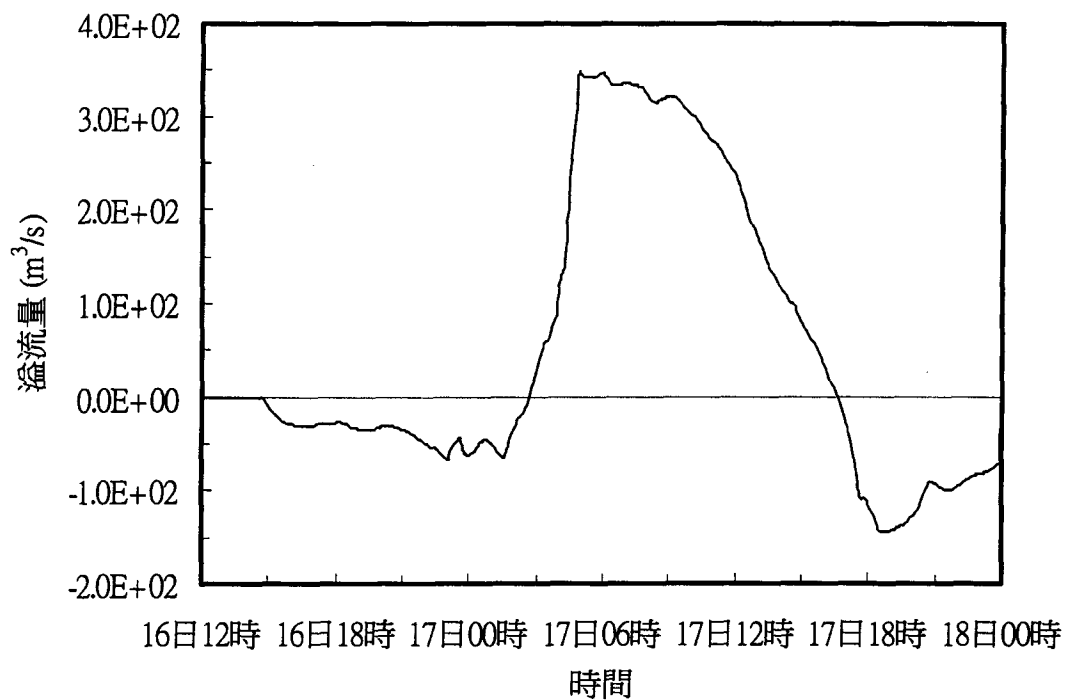


圖 3-9 基隆河與大坑溪匯流處溢堤流量歷線

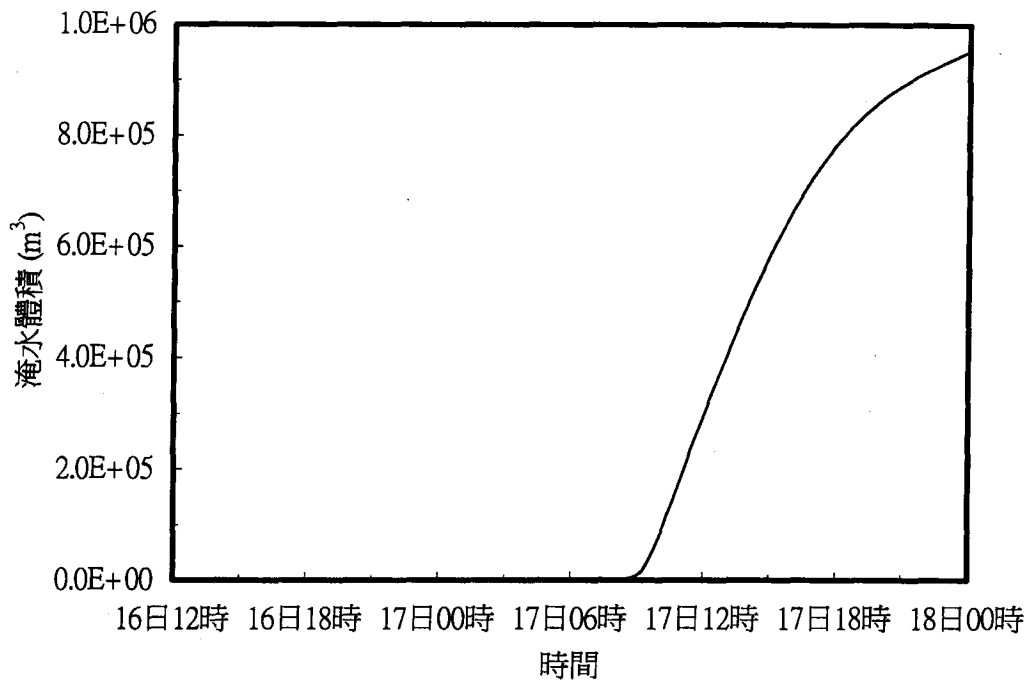


圖 3-10 台鐵松山隧道出土段入口累計進水體積歷線

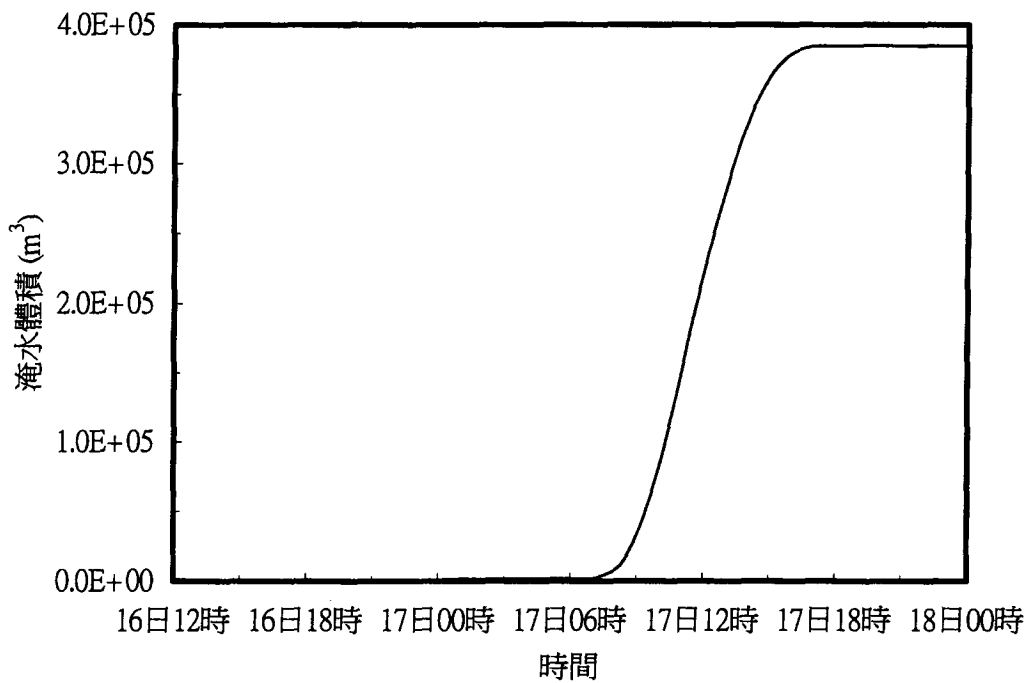


圖 3-11 捷運南港機廠入口累計進水體積歷線

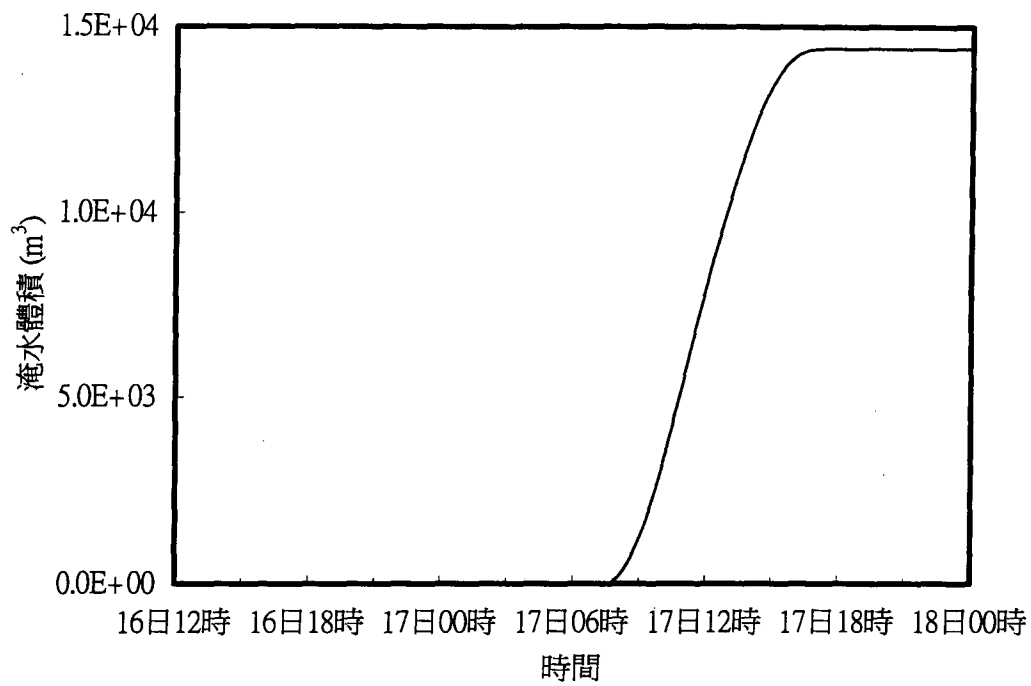


圖 3-12 捷運昆陽站入口累計進水體積歷線

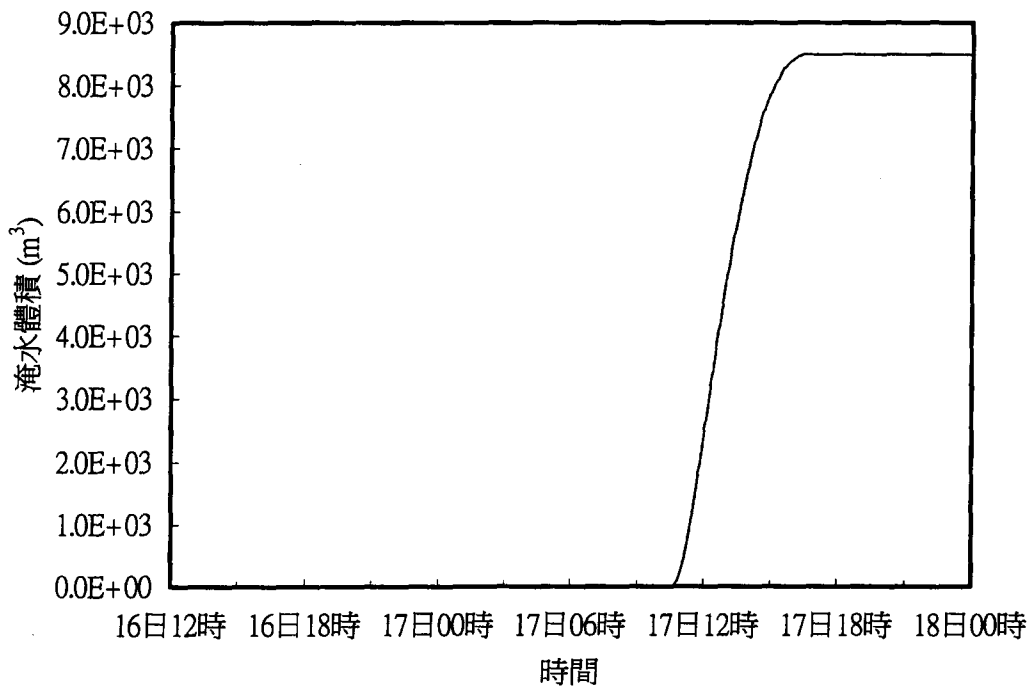
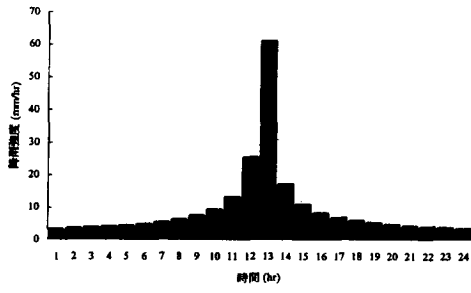
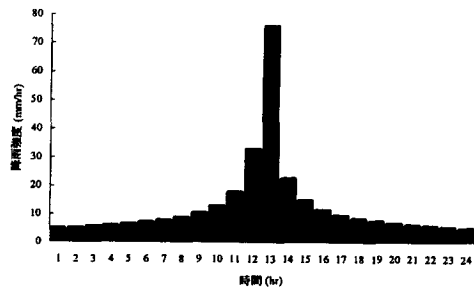


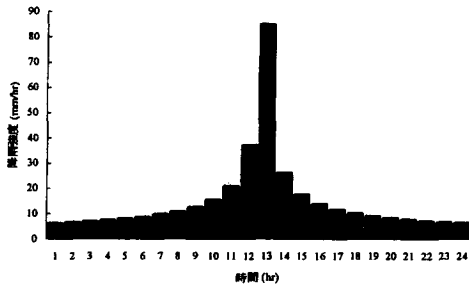
圖 3-13 捷運市政府站入口累計進水體積歷線



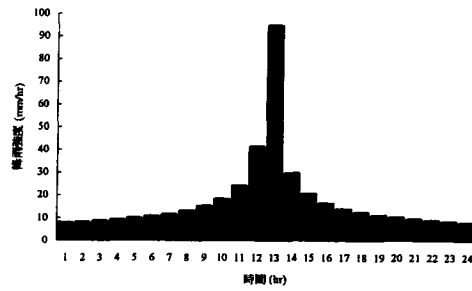
(a) 2 年重現期



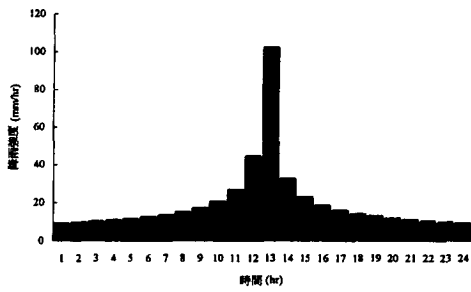
(b) 5 年重現期



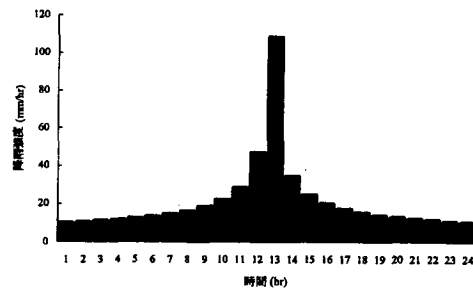
(c) 10 年重現期



(d) 25 年重現期



(e) 50 年重現期



(f) 100 年重現期

圖 4-1 鹽水溪流流域各重現期降雨組體圖

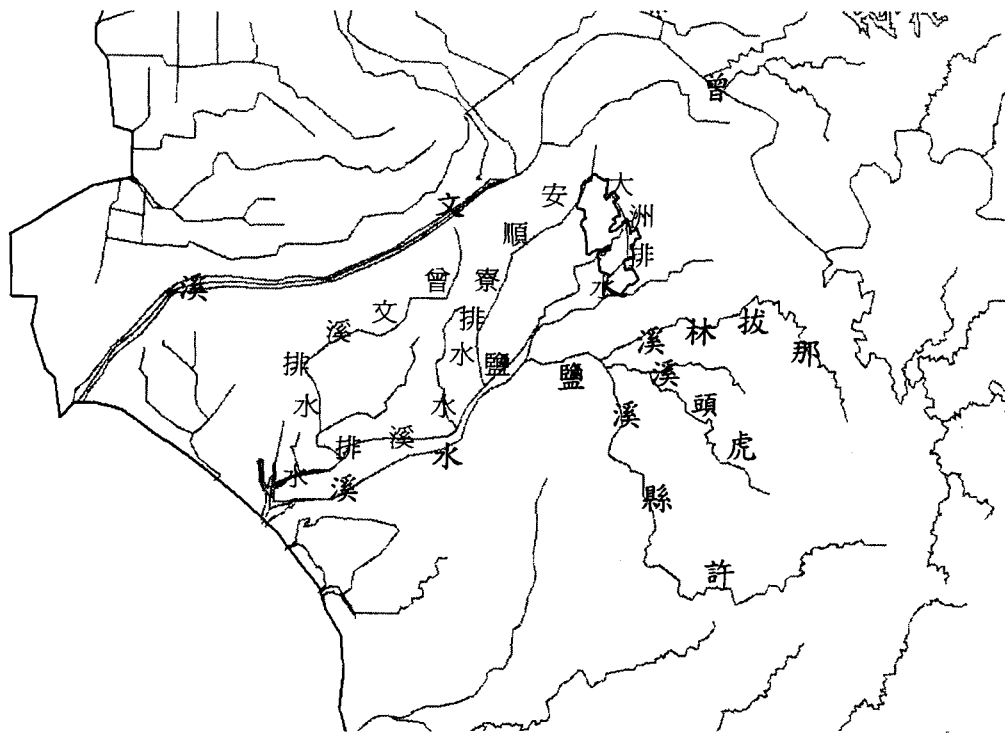


圖 4-2 鹽水溪流域主要排水分佈

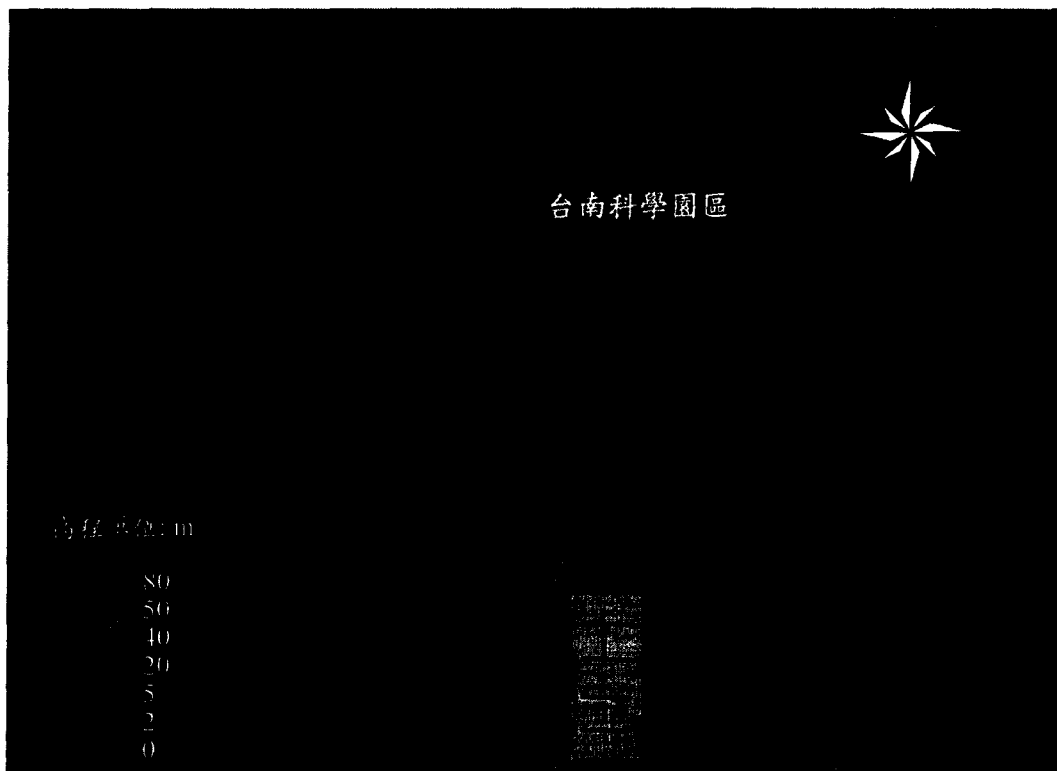


圖 4-3 鹽水溪流域地形及台南科學園區地理位置

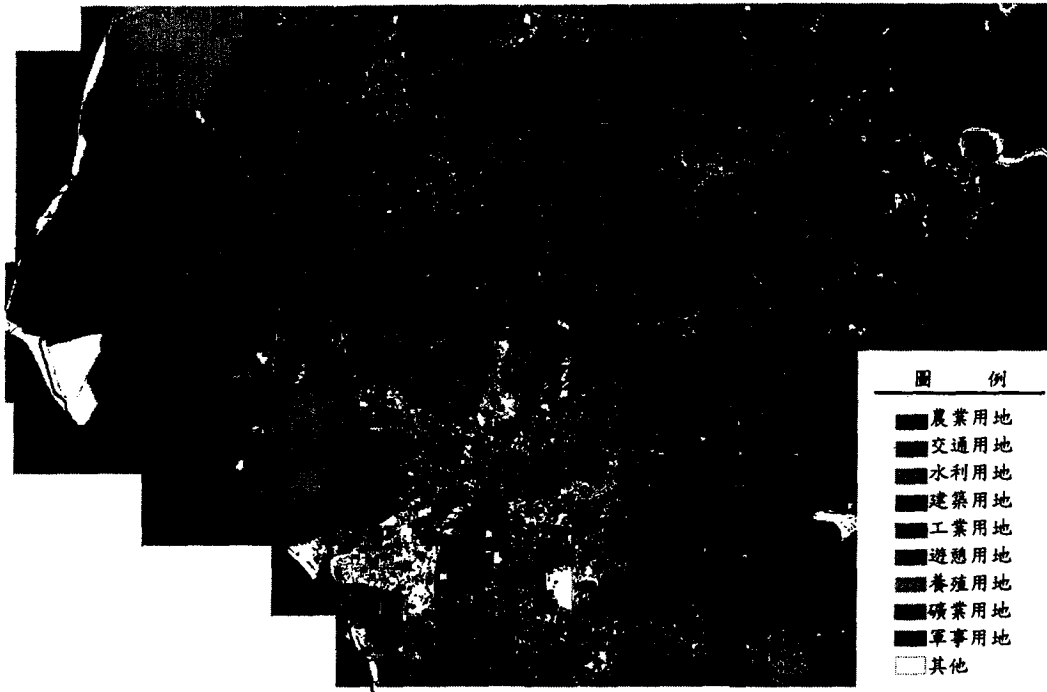


圖 4-4 鹽水河流域土地利用情形

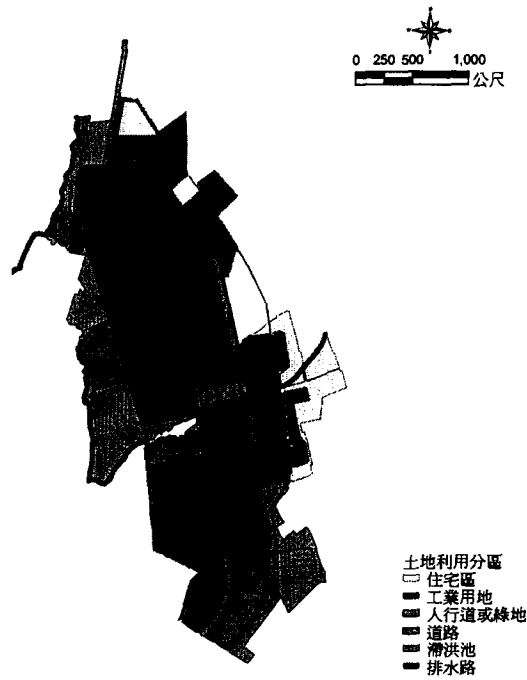


圖 4-5 台南科學工業園區土地利用分區
(資料來源：[38])

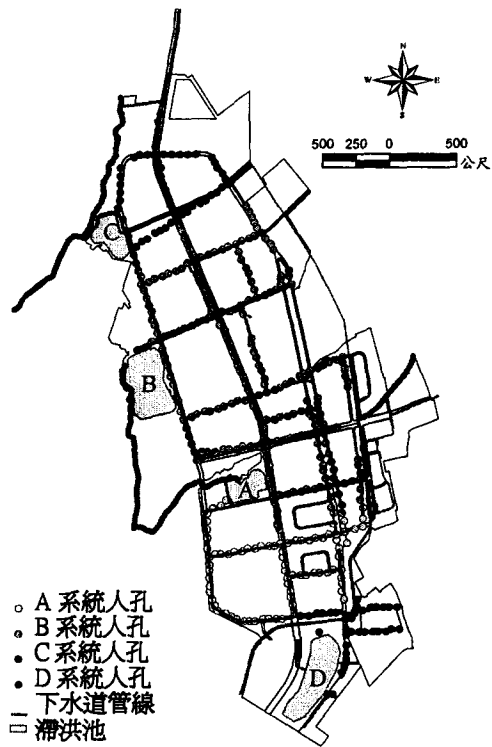


圖 4-6 台南科學園區排水系統佈置

(資料來源：[38])

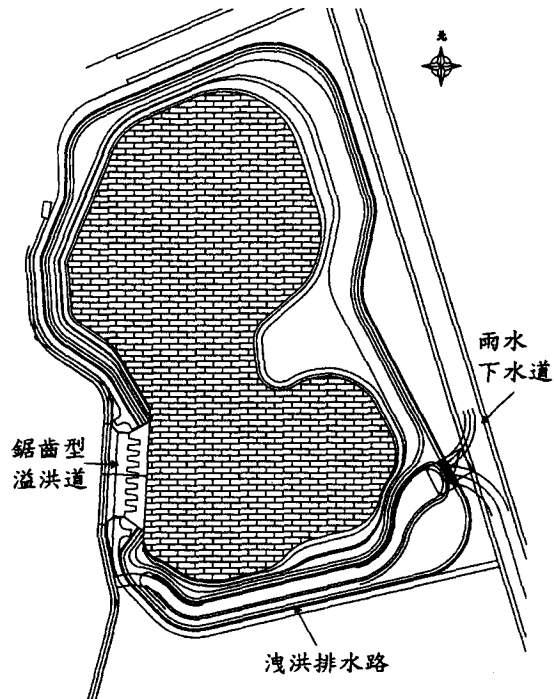


圖 4-7 台南科學工業園區滯洪池 B 之設計平面圖

(資料來源：[38])

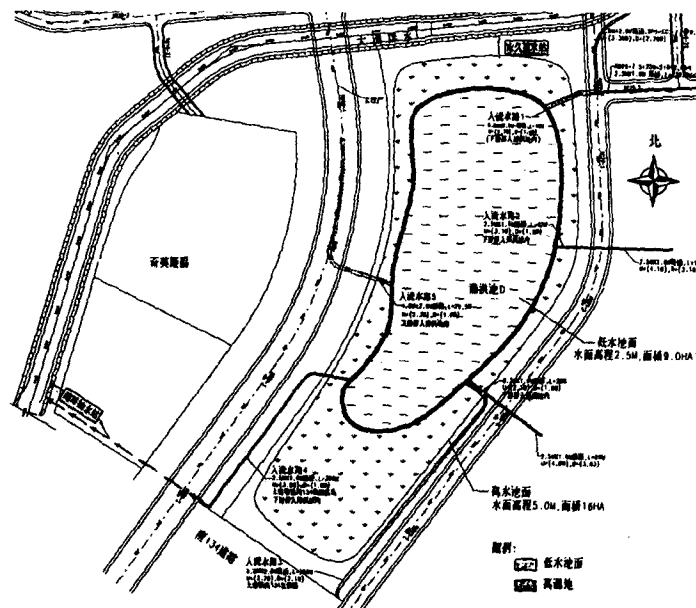
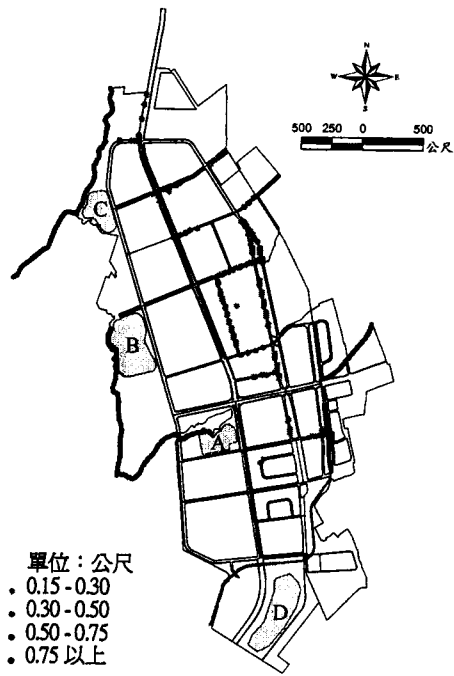
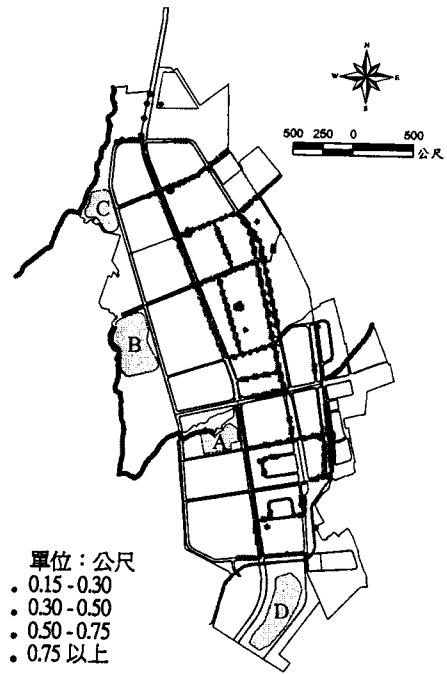


圖 4-8 台南科學工業園區滯洪池 D 之設計平面圖

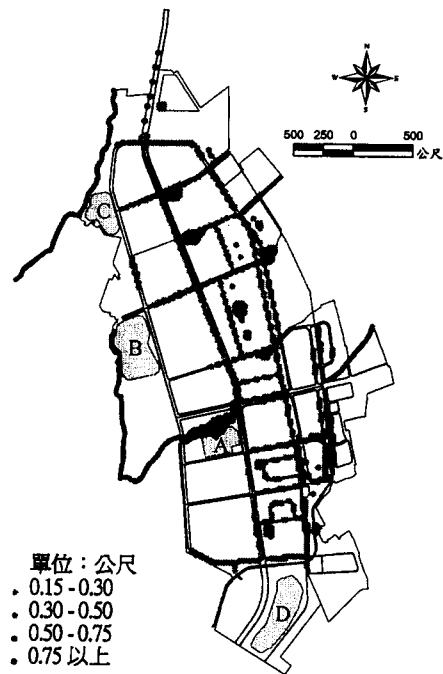
(資料來源：[38])



(a) 25 年重現期

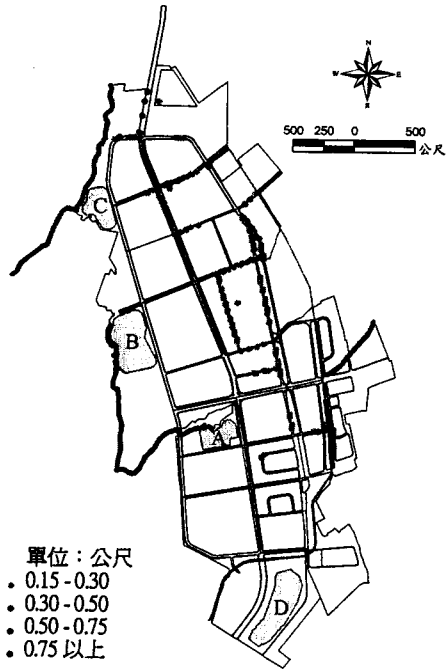


(b) 50 年重現期

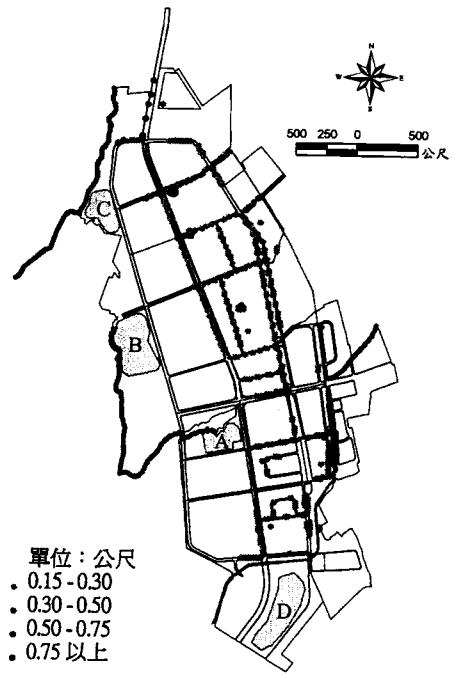


(c) 100 年重現期

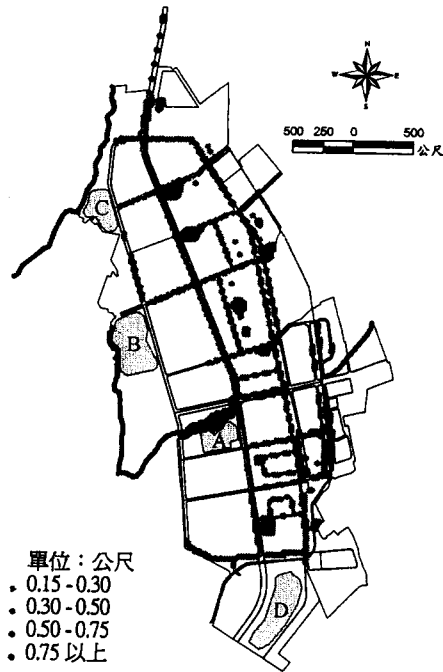
圖 4-9 台南科學園區下水道系統無阻塞時之淹水境況模擬



(a) 25 年重現期

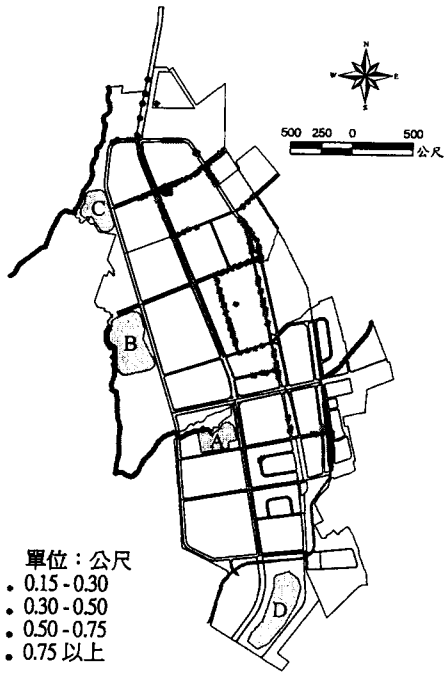


(b) 50 年重現期

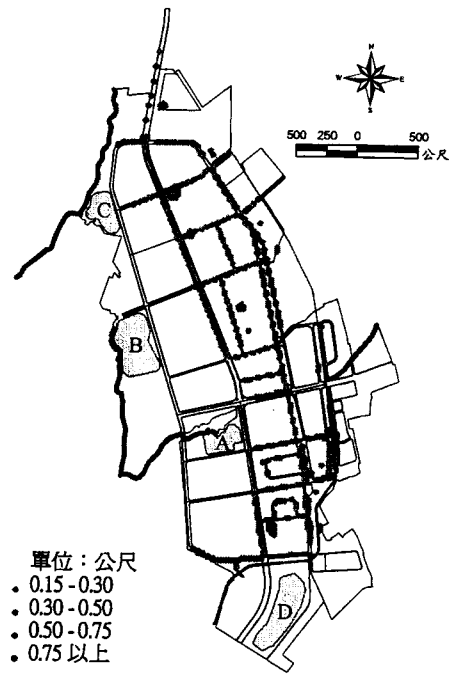


(c) 100 年重現期

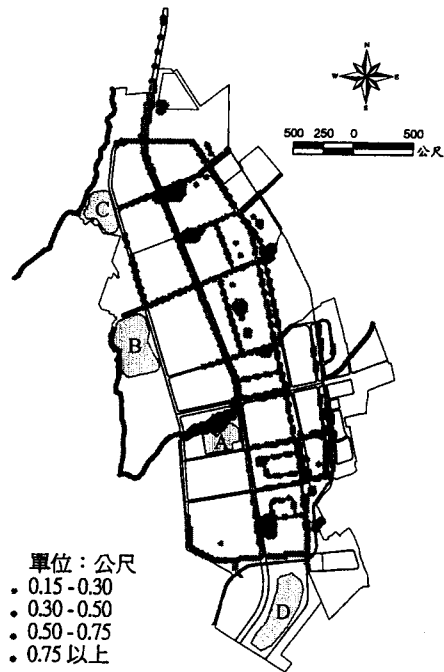
圖 4-10 台南科學園區 A、C 下水道系統阻塞 10% 時之淹水境況模擬



(a) 25 年重現期

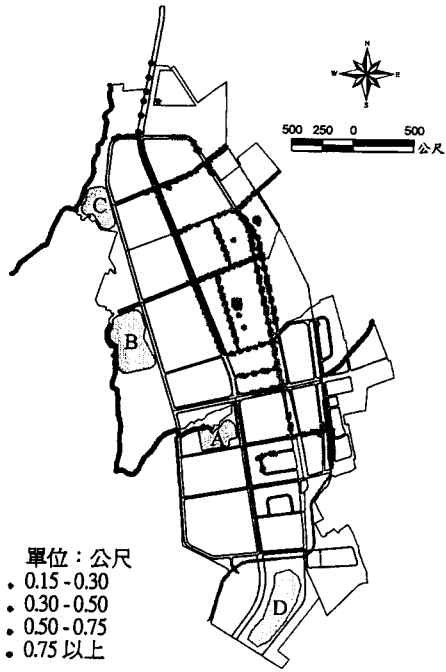


(b) 50 年重現期

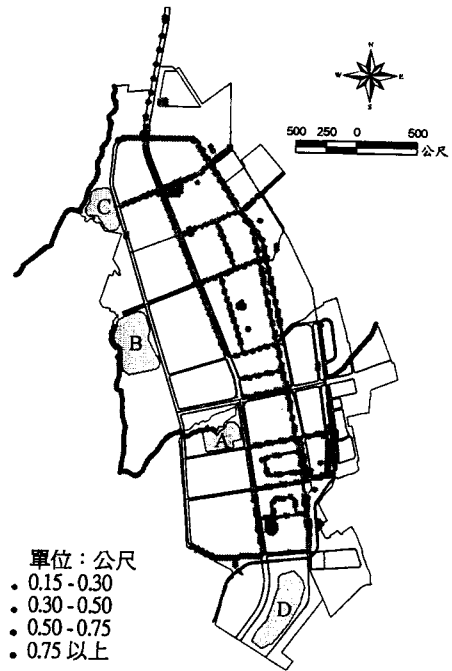


(c) 100 年重現期

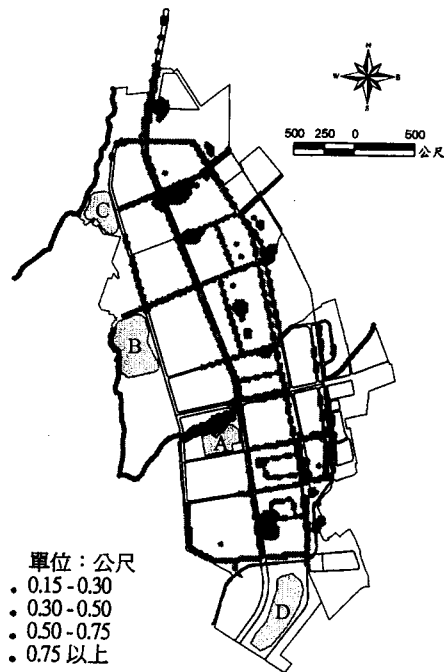
圖 4-11 台南科學園區 A、C 下水道系統阻塞 20% 時之淹水境況模擬



(a) 25 年重現期

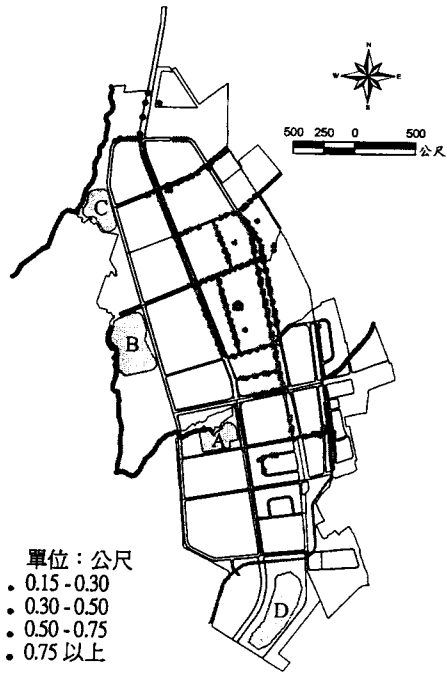


(b) 50 年重現期

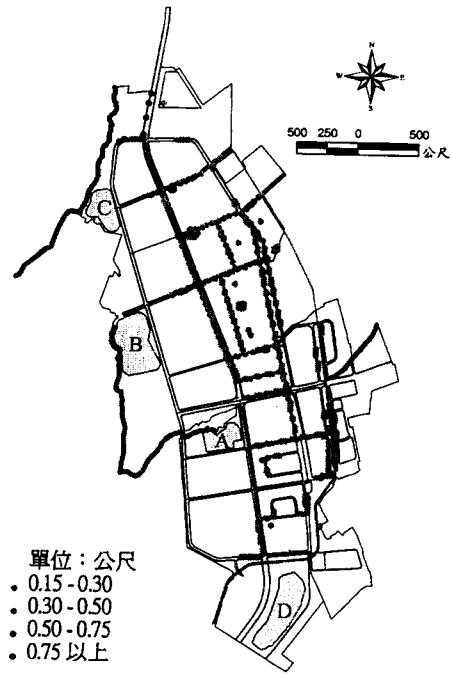


(c) 100 年重現期

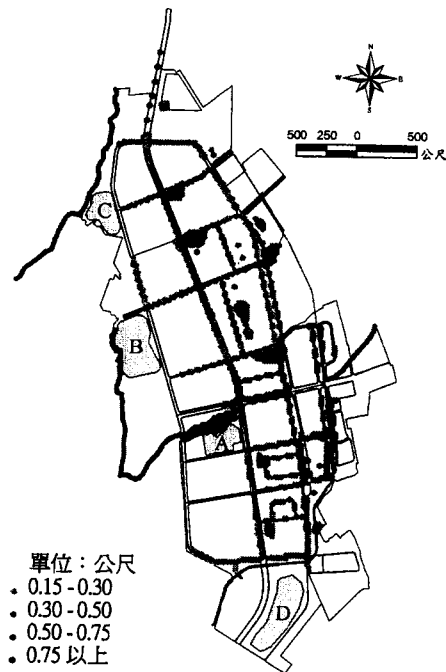
圖 4-12 台南科學園區 A、C 下水道系統阻塞 30% 時之淹水境況模擬



(a) 25 年重現期

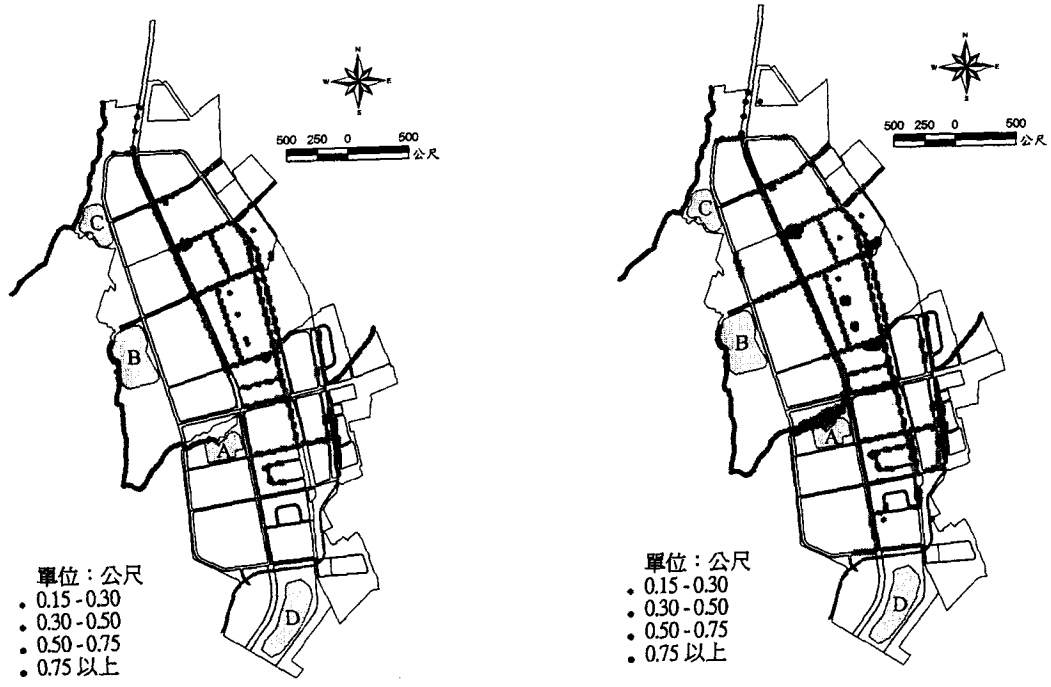


(b) 50 年重現期



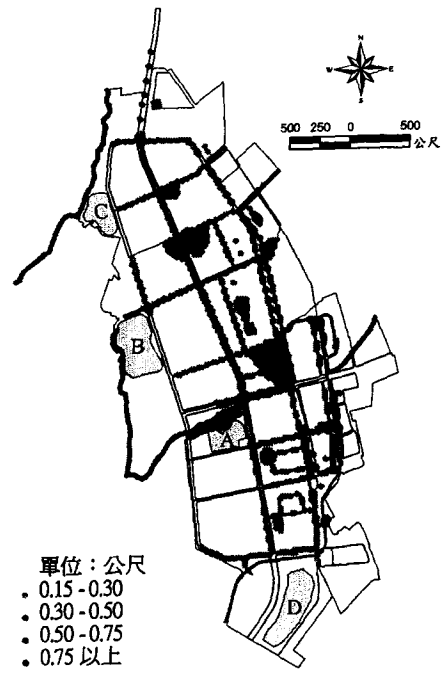
(c) 100 年重現期

圖 4-13 台南科學園區 B、D 下水道系統阻塞 10% 時之淹水境況模擬



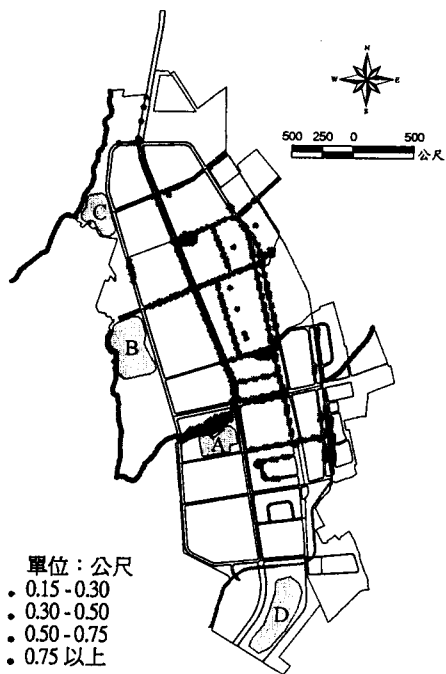
(a) 25 年重現期

(b) 50 年重現期

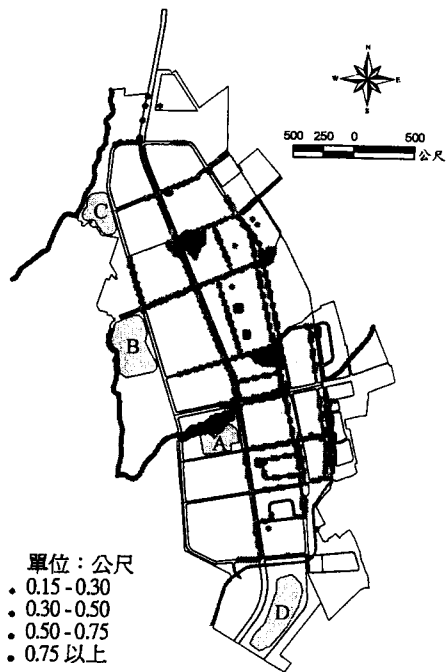


(c) 100 年重現期

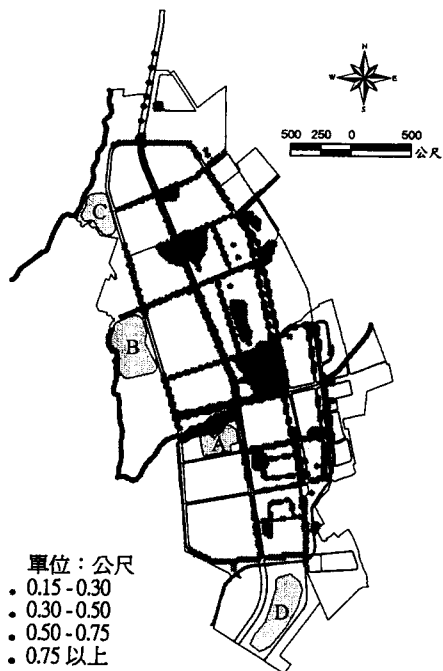
圖 4-14 台南科學園區 B、D 下水道系統阻塞 20% 時之淹水境況模擬



(a) 25 年重現期



(b) 50 年重現期



(c) 100 年重現期

圖 4-15 台南科學園區 B、D 下水道系統阻塞 30% 時之淹水境況模擬

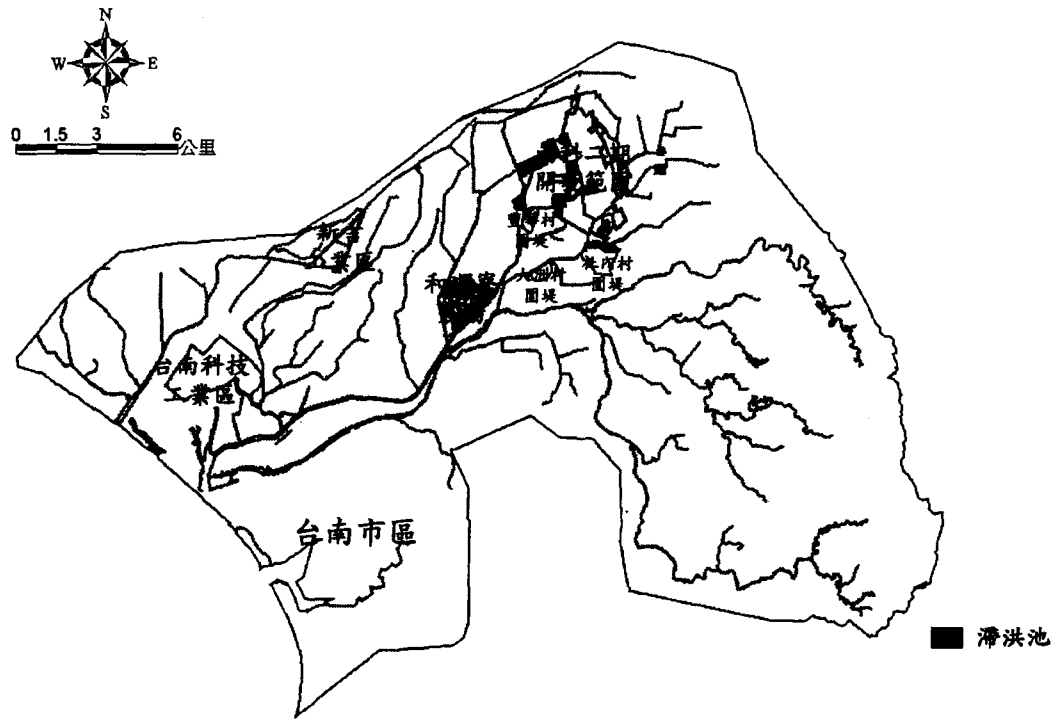


圖 4-16 鹽水河流域後續開發及防洪改善方案配置

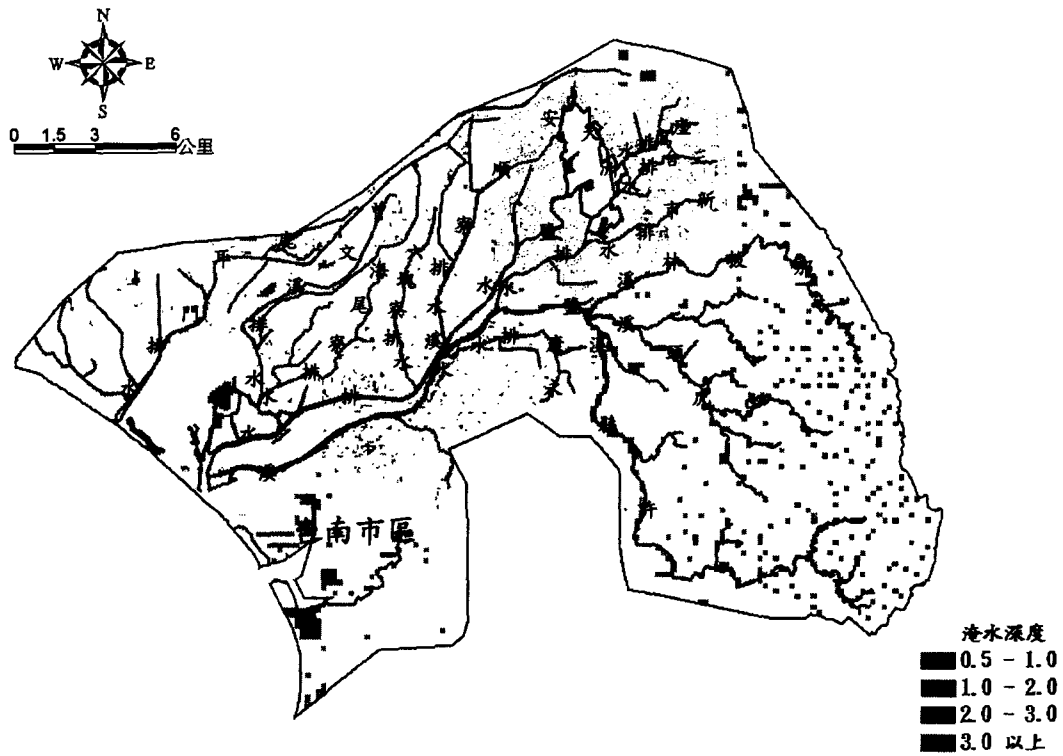


圖 4-17 鹽水河流域 2 年重現期淹水潛勢

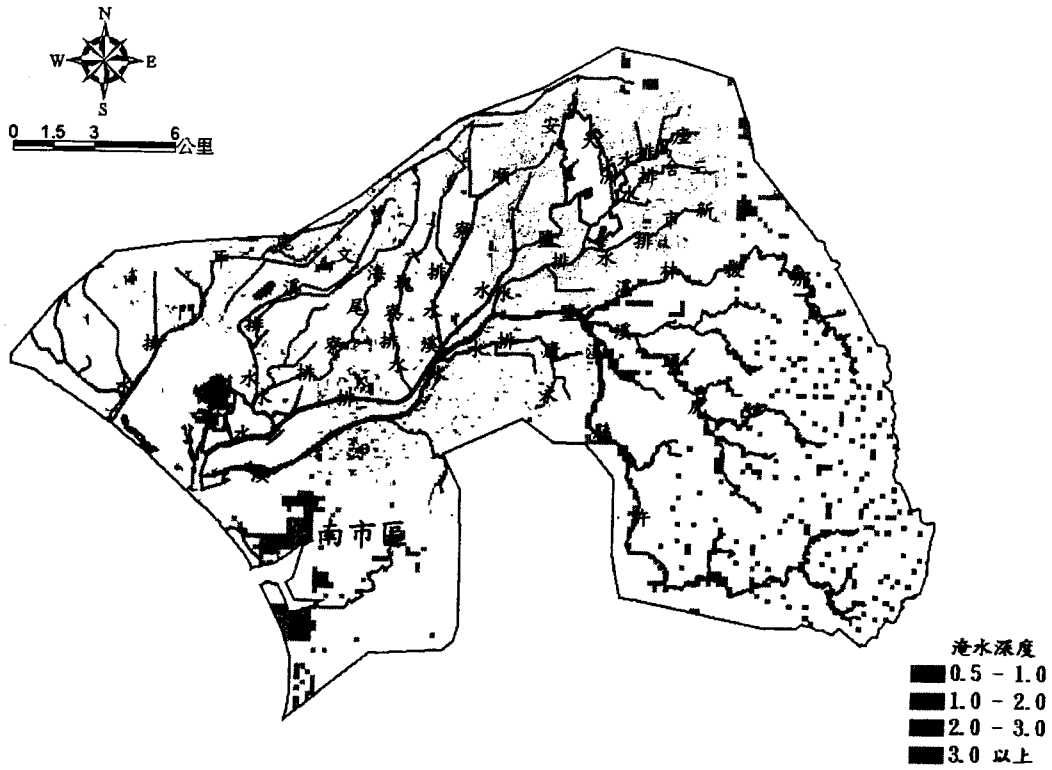


圖 4-18 鹽水溪流域 5 年重現期淹水潛勢

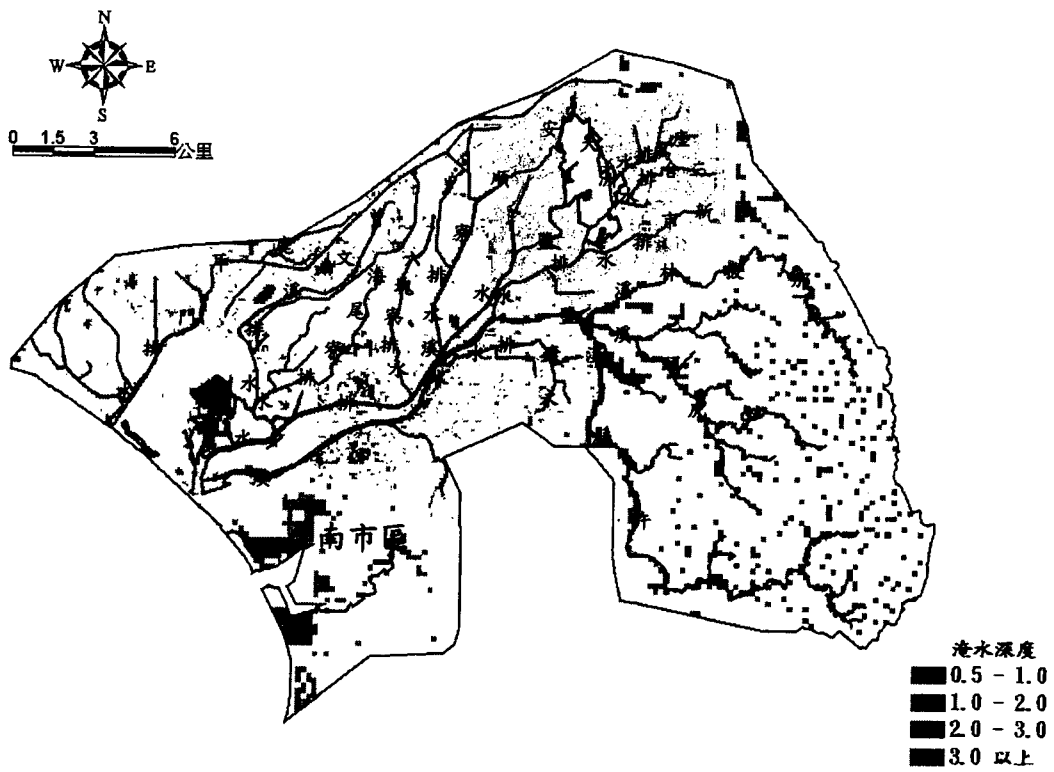


圖 4-19 鹽水溪流域 10 年重現期淹水潛勢

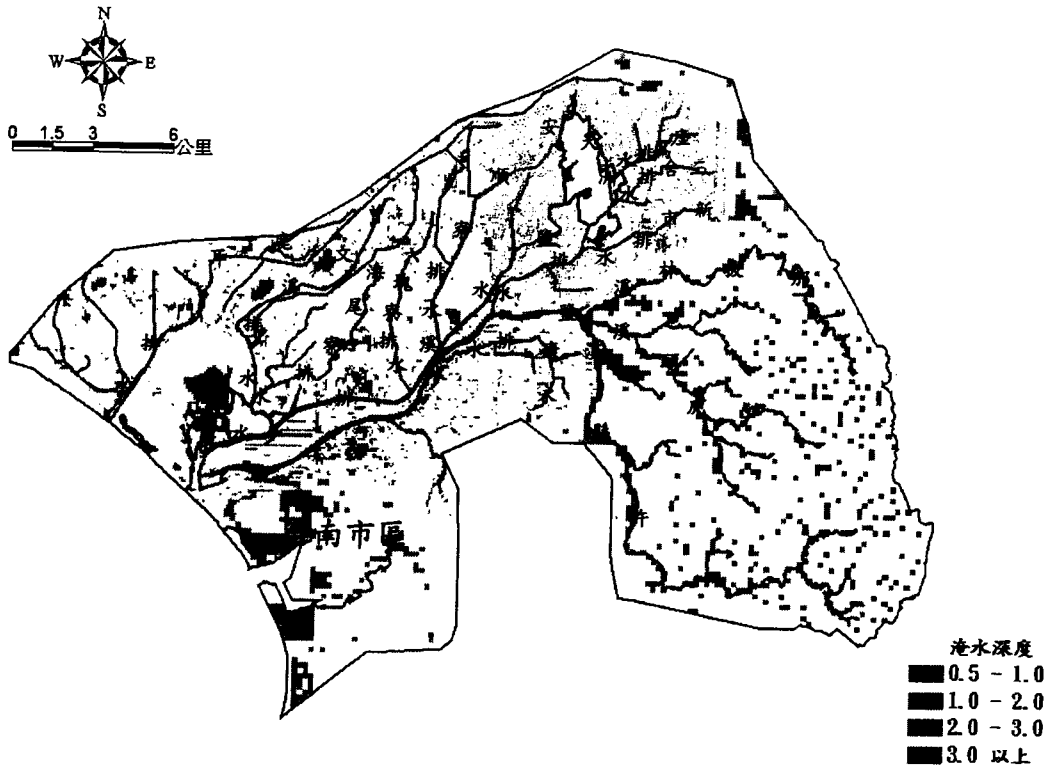


圖 4-20 鹽水河流域 25 年重現期淹水潛勢

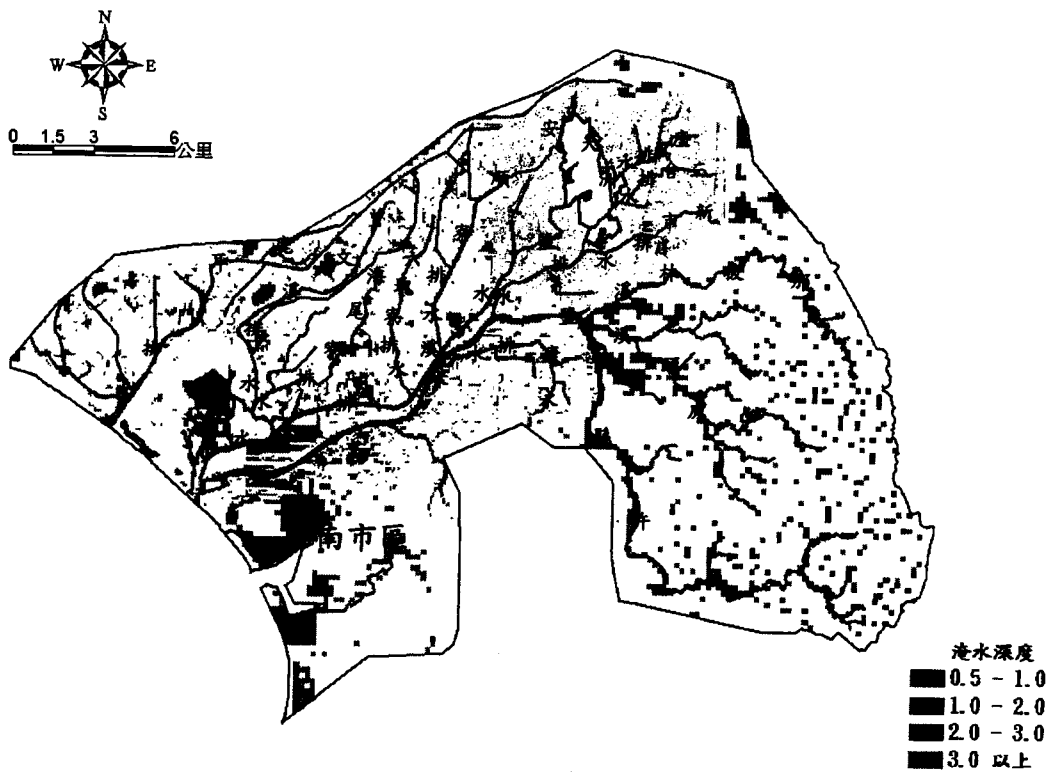


圖 4-21 鹽水河流域 50 年重現期淹水潛勢

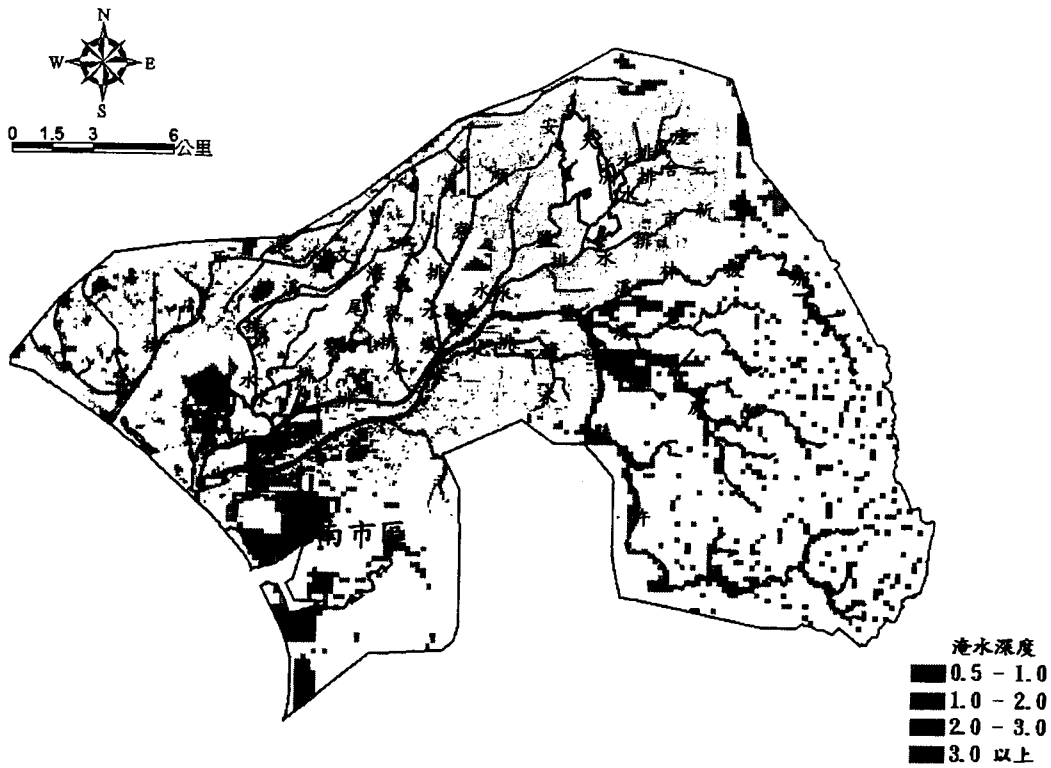


圖 4-22 鹽水河流域 100 年重現期淹水潛勢

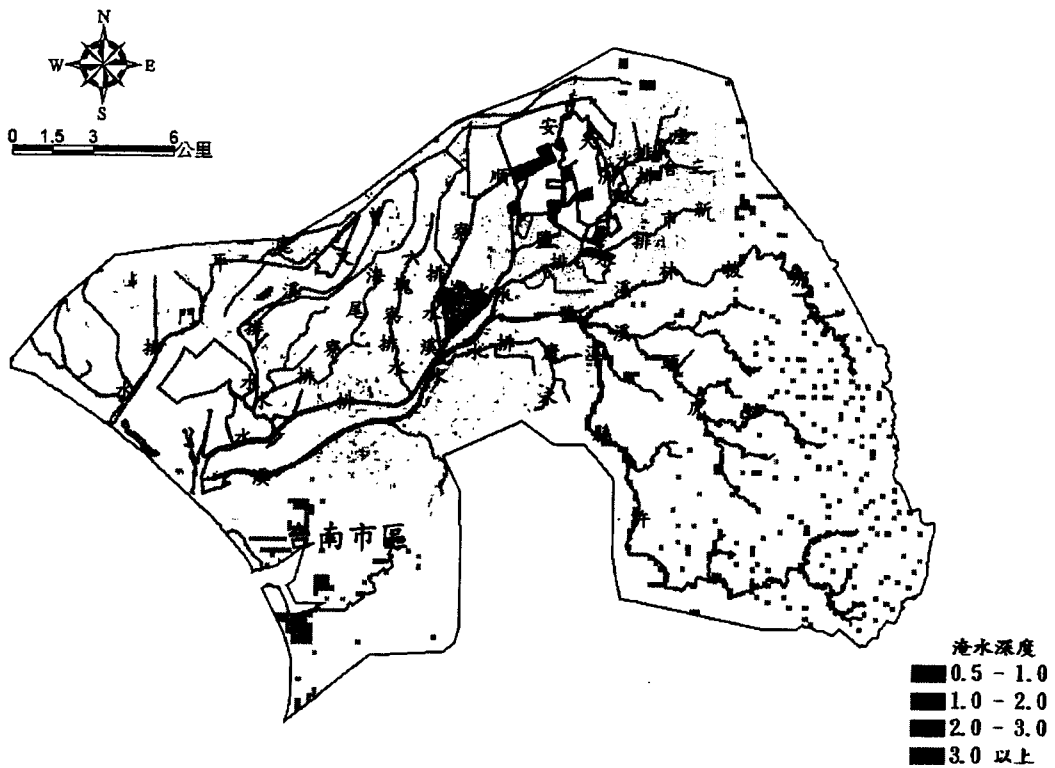


圖 4-23 鹽水河流域排洪改善方案 2 年重現期淹水境況模擬

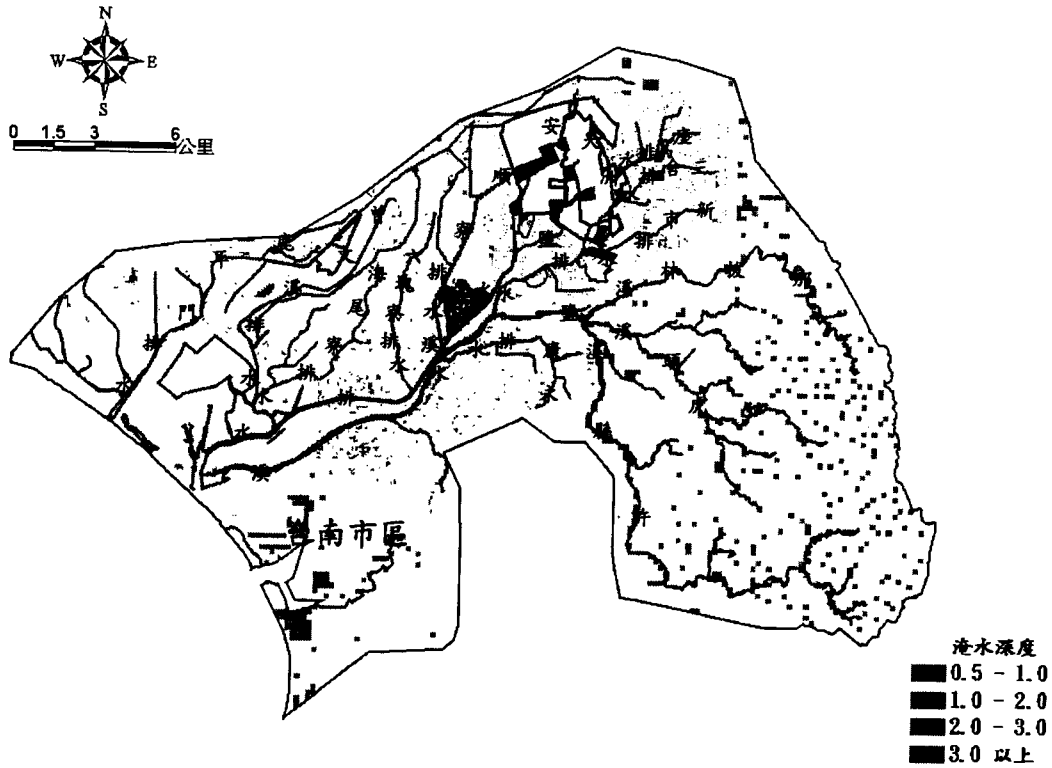


圖 4-24 鹽水河流域排洪改善方案 5 年重現期淹水境況模擬

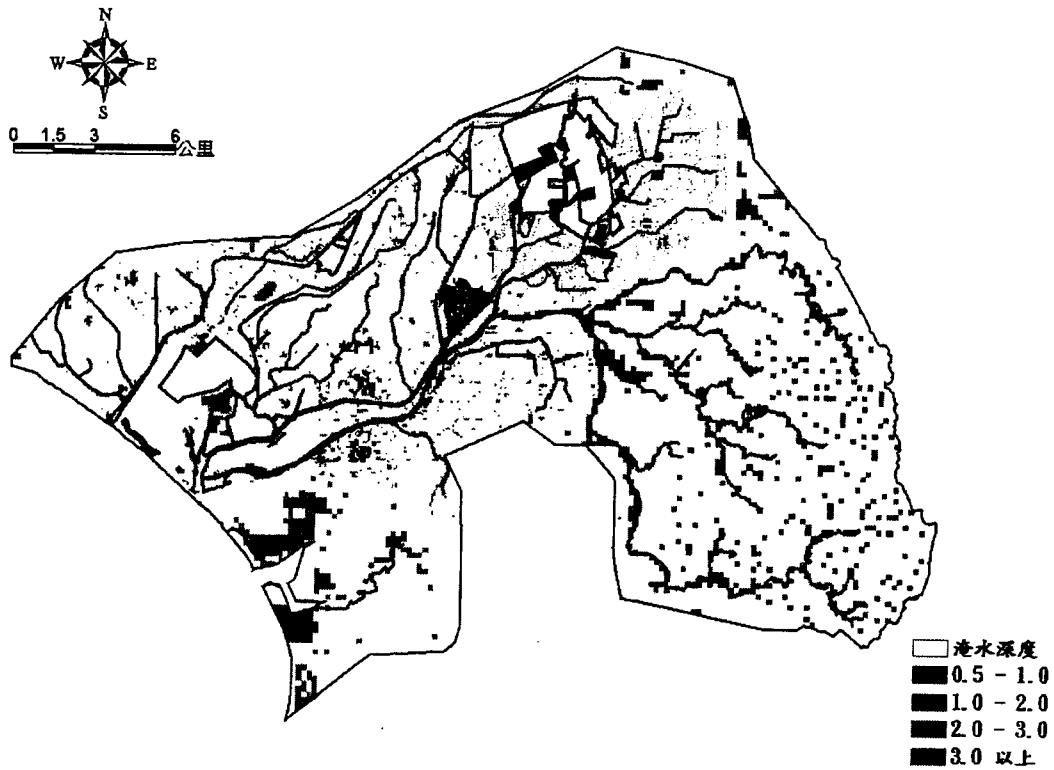


圖 4-25 鹽水河流域排洪改善方案 10 年重現期淹水境況模擬

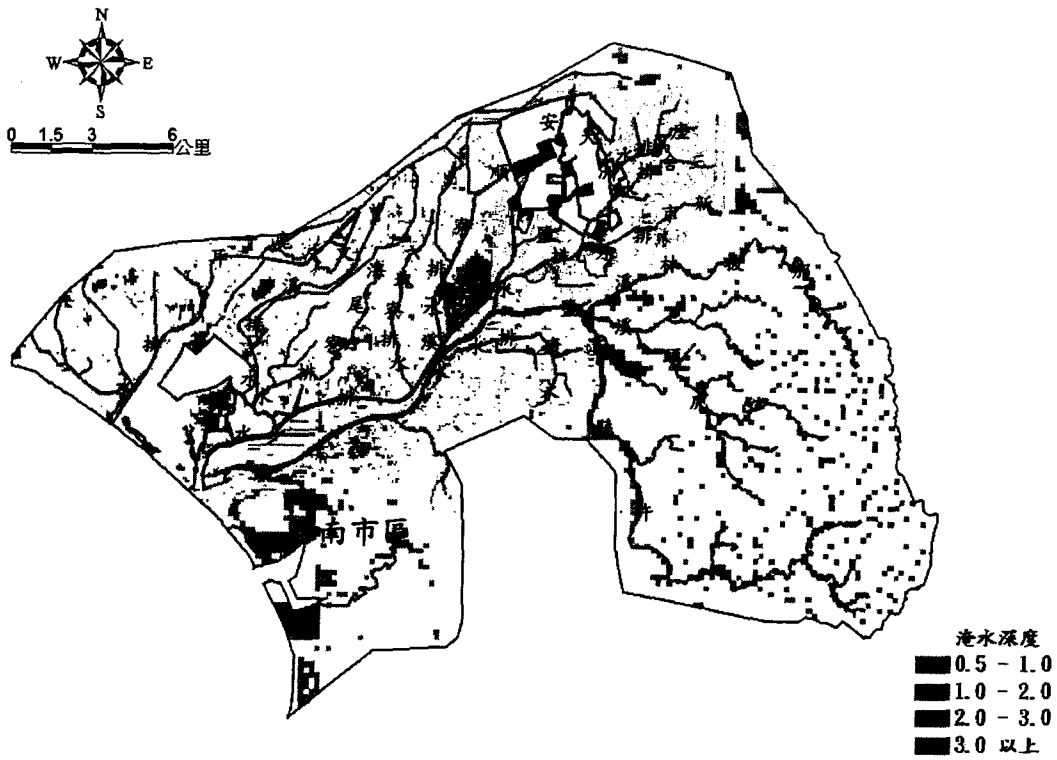


圖 4-26 鹽水河流域排洪改善方案 25 年重現期淹水境況模擬

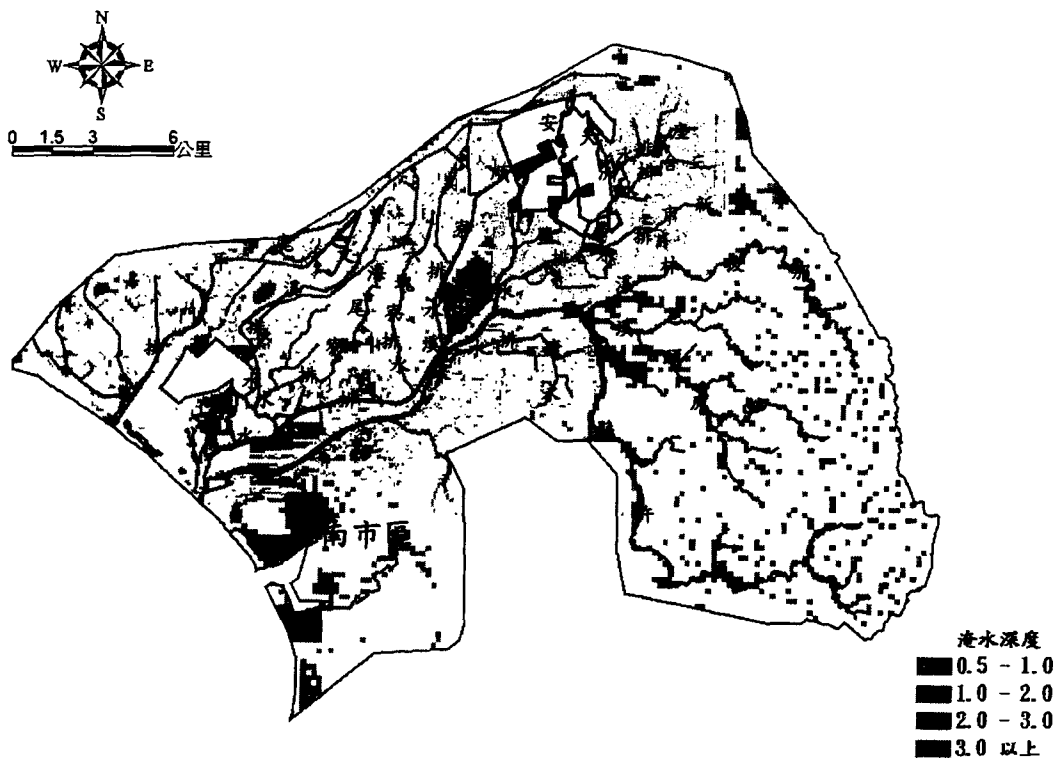


圖 4-27 鹽水河流域排洪改善方案 50 年重現期淹水境況模擬

圖 4-30 台南科學工業園區各水位站歷史水位監測資訊查詢

日期	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
97.11.01	3.32	3.41	3.50	3.59	3.68	3.77	3.86	3.95	4.04	4.13	4.22	4.31	4.40	4.49	4.58	4.67	4.76	4.85	4.94	5.03	5.12	5.21	5.30	5.39	5.48	5.57	5.66	5.75	5.84	5.93	6.02	6.11	6.20	6.29	6.38	6.47	6.56	6.65	6.74	6.83	6.92	7.01	7.10	7.19	7.28	7.37	7.46	7.55	7.64	7.73	7.82	7.91	8.00	8.09	8.18	8.27	8.36	8.45	8.54	8.63	8.72	8.81	8.90	8.99	9.08	9.17	9.26	9.35	9.44	9.53	9.62	9.71	9.80	9.89	9.98	10.07	10.16	10.25	10.34	10.43	10.52	10.61	10.70	10.79	10.88	10.97	11.06	11.15	11.24	11.33	11.42	11.51	11.60	11.69	11.78	11.87	11.96	12.05	12.14	12.23	12.32	12.41	12.50	12.59	12.68	12.77	12.86	12.95	13.04	13.13	13.22	13.31	13.40	13.49	13.58	13.67	13.76	13.85	13.94	14.03	14.12	14.21	14.30	14.39	14.48	14.57	14.66	14.75	14.84	14.93	15.02	15.11	15.20	15.29	15.38	15.47	15.56	15.65	15.74	15.83	15.92	16.01	16.10	16.19	16.28	16.37	16.46	16.55	16.64	16.73	16.82	16.91	17.00	17.09	17.18	17.27	17.36	17.45	17.54	17.63	17.72	17.81	17.90	17.99	18.08	18.17	18.26	18.35	18.44	18.53	18.62	18.71	18.80	18.89	18.98	19.07	19.16	19.25	19.34	19.43	19.52	19.61	19.70	19.79	19.88	19.97	20.06	20.15	20.24	20.33	20.42	20.51	20.60	20.69	20.78	20.87	20.96	21.05	21.14	21.23	21.32	21.41	21.50	21.59	21.68	21.77	21.86	21.95	22.04	22.13	22.22	22.31	22.40	22.49	22.58	22.67	22.76	22.85	22.94	23.03	23.12	23.21	23.30	23.39	23.48	23.57	23.66	23.75	23.84	23.93	24.02	24.11	24.20	24.29	24.38	24.47	24.56	24.65	24.74	24.83	24.92	25.01	25.10	25.19	25.28	25.37	25.46	25.55	25.64	25.73	25.82	25.91	26.00	26.09	26.18	26.27	26.36	26.45	26.54	26.63	26.72	26.81	26.90	26.99	27.08	27.17	27.26	27.35	27.44	27.53	27.62	27.71	27.80	27.89	27.98	28.07	28.16	28.25	28.34	28.43	28.52	28.61	28.70	28.79	28.88	28.97	29.06	29.15	29.24	29.33	29.42	29.51	29.60	29.69	29.78	29.87	29.96	30.05	30.14	30.23	30.32	30.41	30.50	30.59	30.68	30.77	30.86	30.95	31.04	31.13	31.22	31.31	31.40	31.49	31.58	31.67	31.76	31.85	31.94	32.03	32.12	32.21	32.30	32.39	32.48	32.57	32.66	32.75	32.84	32.93	33.02	33.11	33.20	33.29	33.38	33.47	33.56	33.65	33.74	33.83	33.92	34.01	34.10	34.19	34.28	34.37	34.46	34.55	34.64	34.73	34.82	34.91	35.00	35.09	35.18	35.27	35.36	35.45	35.54	35.63	35.72	35.81	35.90	35.99	36.08	36.17	36.26	36.35	36.44	36.53	36.62	36.71	36.80	36.89	36.98	37.07	37.16	37.25	37.34	37.43	37.52	37.61	37.70	37.79	37.88	37.97	38.06	38.15	38.24	38.33	38.42	38.51	38.60	38.69	38.78	38.87	38.96	39.05	39.14	39.23	39.32	39.41	39.50	39.59	39.68	39.77	39.86	39.95	40.04	40.13	40.22	40.31	40.40	40.49	40.58	40.67	40.76	40.85	40.94	41.03	41.12	41.21	41.30	41.39	41.48	41.57	41.66	41.75	41.84	41.93	42.02	42.11	42.20	42.29	42.38	42.47	42.56	42.65	42.74	42.83	42.92	43.01	43.10	43.19	43.28	43.37	43.46	43.55	43.64	43.73	43.82	43.91	44.00	44.09	44.18	44.27	44.36	44.45	44.54	44.63	44.72	44.81	44.90	44.99	45.08	45.17	45.26	45.35	45.44	45.53	45.62	45.71	45.80	45.89	45.98	46.07	46.16	46.25	46.34	46.43	46.52	46.61	46.70	46.79	46.88	46.97	47.06	47.15	47.24	47.33	47.42	47.51	47.60	47.69	47.78	47.87	47.96	48.05	48.14	48.23	48.32	48.41	48.50	48.59	48.68	48.77	48.86	48.95	49.04	49.13	49.22	49.31	49.40	49.49	49.58	49.67	49.76	49.85	49.94	50.03	50.12	50.21	50.30	50.39	50.48	50.57	50.66	50.75	50.84	50.93	51.02	51.11	51.20	51.29	51.38	51.47	51.56	51.65	51.74	51.83	51.92	52.01	52.10	52.19	52.28	52.37	52.46	52.55	52.64	52.73	52.82	52.91	53.00	53.09	53.18	53.27	53.36	53.45	53.54	53.63	53.72	53.81	53.90	53.99	54.08	54.17	54.26	54.35	54.44	54.53	54.62	54.71	54.80	54.89	54.98	55.07	55.16	55.25	55.34	55.43	55.52	55.61	55.70	55.79	55.88	55.97	56.06	56.15	56.24	56.33	56.42	56.51	56.60	56.69	56.78	56.87	56.96	57.05	57.14	57.23	57.32	57.41	57.50	57.59	57.68	57.77	57.86	57.95	58.04	58.13	58.22	58.31	58.40	58.49	58.58	58.67	58.76	58.85	58.94	59.03	59.12	59.21	59.30	59.39	59.48	59.57	59.66	59.75	59.84	59.93	60.02	60.11	60.20	60.29	60.38	60.47	60.56	60.65	60.74	60.83	60.92	61.01	61.10	61.19	61.28	61.37	61.46	61.55	61.64	61.73	61.82	61.91	62.00	62.09	62.18	62.27	62.36	62.45	62.54	62.63	62.72	62.81	62.90	62.99	63.08	63.17	63.26	63.35	63.44	63.53	63.62	63.71	63.80	63.89	63.98	64.07	64.16	64.25	64.34	64.43	64.52	64.61	64.70	64.79	64.88	64.97	65.06	65.15	65.24	65.33	65.42	65.51	65.60	65.69	65.78	65.87	65.96	66.05	66.14	66.23	66.32	66.41	66.50	66.59	66.68	66.77	66.86	66.95	67.04	67.13	67.22	67.31	67.40	67.49	67.58	67.67	67.76	67.85	67.94	68.03	68.12	68.21	68.30	68.39	68.48	68.57	68.66	68.75	68.84	68.93	69.02	69.11	69.20	69.29	69.38	69.47	69.56	69.65	69.74	69.83	69.92	70.01	70.10	70.19	70.28	70.37	70.46	70.55	70.64	70.73	70.82	70.91	71.00	71.09	71.18	71.27	71.36	71.45	71.54	71.63	71.72	71.81	71.90	71.99	72.08	72.17	72.26	72.35	72.44	72.53	72.62	72.71	72.80	72.89	72.98	73.07	73.16	73.25	73.34	73.43	73.52	73.61	73.70	73.79	73.88	73.97	74.06	74.15	74.24	74.33	74.42	74.51	74.60	74.69	74.78	74.87	74.96	75.05	75.14	75.23	75.32	75.41	75.50	75.59	75.68	75.77	75.86	75.95	76.04	76.13	76.22	76.31	76.40	76.49	76.58	76.67	76.76	76.85	76.94	77.03	77.12	77.21	77.30	77.39	77.48	77.57	77.66	77.75	77.84	77.93	78.02	78.11	78.20	78.29	78.38	78.47	78.56	78.65	78.74	78.83	78.92	79.01	79.10	79.19	79.28	79.37	79.46	79.55	79.64	79.73	79.82	79.91	80.00	80.09	80.18	80.27	80.36	80.45	80.54	80.63	80.72	80.81	80.90	80.99	81.08	81.17	81.26	81.35	81.44	81.53	81.62	81.71	81.80	81.89	81.98	82.07	82.16	82.25	82.34	82.43	82.52	82.61	82.70	82.79	82.88	82.97	83.06	83.15	83.24	83.33	83.42	83.51	83.60	83.69	83.78	83.87	83.96	84.05	84.14	84.23	84.32	84.41	84.50	84.59	84.68	84.77	84.86	84.95	85.04	85.13	85.22	85.31	85.40	85.49	85.58	85.67	85.76	85.85	85.94	86.03	86.12	86.21	86.30	86.39	86.48	86.57	86.66	86.75	86.84	86.93	87.02	87.11	87.20	87.29	87.38	87.47	87.56	87.65	87.74	87.83	87.92	88.01	88.10	88.19	88.28	88.37	88.46	88.55	88.64	88.73	88.82	88.91	89.00	89.09	89.18	89.27	89.36	89.45	89.54	89.63	89.72	89.81	89.90	90.00

圖 4-30 台南科學工業園區各水位站歷史水位監測資訊查詢

附表

表 3-1 台北市中央區雨量站納莉颱風降雨量統計

(9/16 12 時至 9/17 23 時，資料來源：中央氣象局)

雨量站	士林	三重	台北	中正橋	永和
總雨量 (mm)	576.0	554.0	618.0	630.0	565.0
連續 24 小時 最大雨量 (mm)	548.5	526.5	593.5	613.0	530.5
尖峰降雨強度 (mm/h)	94.0	68.0	77.0	95.0	93.5
尖峰降雨小時	9/16 23:00 至 9/17 00:00	9/17 06:00 至 9/17 07:00	9/17 08:00 至 9/17 09:00	9/17 09:00 至 9/17 10:00	9/17 08:00 至 9/17 09:00

雨量站	木柵	信義	南港	大直	內湖
總雨量 (mm)	669.5	549.0	787.0	629.5	732.0
連續 24 小時 最大雨量 (mm)	542.5	509.0	744.5	611.5	713.0
尖峰降雨強度 (mm/h)	57.5	84.5	105.0	93.5	109.5
尖峰降雨小時	9/16 22:00 至 9/16 23:00	9/17 07:00 至 9/17 08:00	9/17 06:00 至 9/17 07:00	9/16 23:00 至 9/17 00:00	9/16 23:00 至 9/17 00:00

表 3-2 土地利用及對應之曼寧糙度值

土地利用	曼寧糙度值 ($m^{1/3}$)
商業區	0.20
工業區	0.15
住宅區	0.13
道路、停車場	0.10
綠地	0.10
河道	0.05
其他	0.13

表 3-3 台北市中央區地下鐵路及捷運系統納莉颱風淹水體積

運輸系統	進水車站、 建物與路段	進水地點	推估進水量* ($\times 10^4 m^3$)	模擬進水量** ($\times 10^4 m^3$)
台鐵系統	松山站至萬華站。	臺鐵松山車站附近之隧道 出土段灌入南隧道。	79.0	95.0
淡水—新店捷運線	1. 雙連站、中山站、台北車站、臺大醫院站、中正紀念堂站及中正紀念堂至古亭站之隧道(由新店站累計距離約 9000 公尺處)、 2. 捷運行控中心及行政大樓地下室 B4 及 B5 層，計 5 站	1. 臺鐵松山車站附近之隧道出土段灌入南隧道； 2. 台鐵台北車站 U2 層淹水灌入捷運台北車站。	22.15	
板橋—南港捷運線	1. 昆陽站、後山埤站、永春站、市政府站、國父紀念館站、忠孝敦化站、忠孝復興站、忠孝新生站、善導寺站、台北車站、西門站及西門站與龍山寺站間之隧道，共計 11 站。 2. 捷運南港機廠。	1. 南港機廠出土段； 2. 南港線昆陽站； 3. 市政府站； 4. 174A 標地下街施工連續壁上方缺口灌入捷運台北車站； 5. SOGO 百貨淹水量由忠孝復興站通風井下方管道間空心磚牆破裂處灌入車站。	39.0	40.6

資料來源：[41, 42, 43]

表 3-4 台北市中央區納莉颱風期間抽水站停機時間記錄及模擬故障時間

抽水站	萬芳	南港	成功	濱江	玉成
總設計抽水量 (m ³ /s)	20.0	20.0	32.0	32.0	184.1
記錄停機時間*	09/16 23:23	09/17 00:19	09/17 04:00	09/17 08:00	09/17 09:00
模擬故障時間	09/16 23:26	09/17 00:14	09/17 03:53	09/17 08:02	09/17 08:56

*資料來源：[40]

表 3-5 納莉颱風期間台鐵松山隧道、捷運南港機廠、昆陽站及市政府站
調查及模擬淹水深度

地點	台鐵 松山隧道	捷運 南港機廠	捷運 昆陽站	捷運 市政府站
調查淹水深度	1~2 m*	2 m**	2 m**	0.95 m**
模擬淹水深度	1.5 m	2.0 m	2.0 m	1.0 m

*資料來源：[44]

**資料來源：[40]

表 4-1 研究區域各重現期降雨量及尖峰小時降雨強度

重現期	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年
總降雨量 (mm)	224	307	361	424	469	513
尖峰小時 降雨強度 (mm/hr)	61	76	85	95	102	109

表 4-2 研究區域主要水系概況

河川 型態	名稱	長度 (km)	流域面積 (km ²)	起點	迄點	備註
天然 河川	鹽水溪 (含許縣溪)	41.30	343.17	大坑尾	河口	中央管河川
	那拔林溪	22.5	37.19	大坑尾	豐化橋	中央管河川
	虎頭溪	17.00	51.60	大坑尾	豐化橋	區域排水
區域 排水	鹽水溪排水	24.65	99.33	台糖善化農場	四草內海	
	大洲排水	9.72	35.58	善化道爺農場	大洲一號橋	
	新市排水	3.5	11.35	大社村	新市一號橋	
	永康排水	3.81	19.35	蜈蚣潭中排及東 邊寮支線匯合處	鹽行村 洲子尾	
	柴頭溪排水	4.81	12.90	東區後甲裏	鄭子寮橋	

表 4-3 南科園區內各種土地利用所佔面積比例

土地使用項目	面積 (公頃)	百分比 (%)
(一)廠房用地		
自建廠房	266.08	40.77
標準廠房	17.97	2.75
(二)公共設施用地		
環保設施	18.64	2.86
通關服務中心	6.92	1.06
公用事業	16.19	2.48
停車場	9.44	1.45
(三)公園	54.73	8.39
(四)綠地	57.38	8.79
(五)服務及管理中心用地	11.45	1.75
(六)住宅社區用地		
住宅區	16.58	2.54
學校用地	5.88	1.18
社區中心	0.55	0.09
(七)生態保護用地	30.00	4.60
(八)其他設施用地		
灌排用地	13.79	2.11
零售及服務業	30.03	4.60
道路	97.04	14.87
合計	652.67	100.00

資料來源：[38]

表 4-4 南科園區各集水分區資料

排水分區	集水區編號	流入滯洪池	集水面積 (公頃)
鹽水溪排水路	A	A	100.48
	B	B	325.41
安順寮排水路	C	C	107.11
大洲排水路	D	D	119.67

資料來源：[38]

表 4-5 南科園區排水系統設計標準

排水設施	設計重現期
排水幹線	25 年
排水支線	10 年
滯洪池設計容量	50 年
滯洪池設計出口流量	10 年
截流設施	10 年

資料來源：[38]

表 4-6 南科園區滯洪池基本資料表

基本資料	滯洪池 A	滯洪池 B	滯洪池 C	滯洪池 D
設計面積 (公頃)	5.0	15.0	5.0	20.0
設計調洪量 (m ³)	133,600	439,400	169,100	300,000
集水面積 (公頃)	100.48	325.41	107.11	119.67
最大出口流量 (m ³ /s)	4.9	17.68	4.3	20.0
下游容許排洪量 (m ³ /s)	5.7	18.6	5.0	30.4

資料來源：[38]

表 4-7 南科一期園區滯洪池設計數據資料表

設計數據	滯洪池 A	滯洪池 B	滯洪池 C
池底高程 (m)	-0.5	-0.5	0.5
正方形孔口箱涵 (m)	0.9*0.9	0.9*0.9	0.9*0.9
孔口箱涵底高 (m)	1.2	1.2	2.2
溢洪堰底高 (m)	4.75	4.2	5.1
溢洪堰頂高 (m)	5.5	5.3	6.0
堰寬 (m)	18	76	18

資料來源：[38]

表 4-8 南科一期園區滯洪池 D 抽水機基本資料表

抽水機編號	容量 (m ³ /s)	起抽水位 (m)	停機水位 (m)
No.1	5	2.7	2.5
No.2	5	2.7	2.5
No.3	5	2.95	2.7
No.4	5	3.2	2.95

資料來源：[39]

表 4-9 台南科學園區 A、C 排水系統不同阻塞程度
各重現期降雨境況模擬淹水面積統計

阻塞率	淹水面積 (單位：公頃)		
	25 年	50 年	100 年
無阻塞	6.0	15.6	40.0
10 %	6.4	18.1	44.3
20 %	7.8	24.0	48.2
30 %	12.2	27.2	53.6

表 4-10 台南科學園區 B、D 排水系統不同阻塞程度
各重現期降雨境況模擬淹水面積統計

阻塞率	淹水面積 (單位：公頃)		
	25 年	50 年	100 年
無阻塞	6.0	15.6	40.0
10 %	12.1	19.4	47.0
20 %	14.5	29.2	59.5
30 %	23.1	38.8	70.3

表 4-11 鹽水河流域防洪改善方案
村落圍堤抽水站及大社座駕滯洪池抽水站基本資料

村落名稱	集水面積 (ha)	圍堤標高 (m)	抽水規模 (cms)	起抽水位 (m)	停抽水位 (m)	前池面積 (m ²)	前池深度 (m)	池底標高 (m)
社內村	95	6.5~8.5	9.0	2.30	1.30	1462	5.0	-1.00
大洲村	35	6.5~8.5	4.0	2.20	1.20	781	5.0	-1.50
豐華村	37	4.0	3.0	1.0	0.2	780	4.0	-2.0
大社滯洪池	160	—	2.0	2.17	2.17	47000	4.83	1.47
座駕滯洪池	165	—	2.0	2.12	2.12	47000	5.08	1.42

資料來源：[53]

表 4-12 鹽水河流域防洪改善方案滯洪池基本資料

滯洪池名稱	集水面積 (ha)	滯洪池容量 (m ³)	滯洪池面積 (ha)	呆水位標高 (m)	溢流堤標高 (m)	出口閘門		地盤高 (m)
						B×H	底高	
大社滯洪池	160	208,680	4.95	1.77	5.8	5.0×2.5	3.80	6.30
座駕滯洪池	165	221,370	4.95	1.72	6.0	5.0×2.5	4.00	6.50
特定區甲滯洪池	88	109,000	4.5	8.50	10.5	3.0×2.5	8.50	11.00
特定區乙滯洪池	116	124,200	5.0	8.00	10.2	4.0×2.5	8.00	10.70
特定區丙滯洪池	50	62,200	2.5	5.50	7.5	2.5×2.5	5.50	8.00
特定區丁滯洪池	48	61,400	2.5	5.50	7.5	2.5×2.5	5.50	8.00
新市擴大都市計畫 新市滯洪池	185	500,000	24.0	2.70	4.8	6.0×2.5	2.70	5.30
南科二期 E 池	292	532,000	25.0	1.50	5.1	8.0×2.5	1.50	6.60
南科二期 F 池	108	337,600	13.5	1.40	3.80	4.0×2.5	1.40	5.20
特定區鹽水溪排水 滯洪池	55	158,000	6.5	1.40	4.0	2.5×2.5	1.40	4.50
特定區看西滯洪池	165	474,000	19.0	1.30	4.0	5.0×2.5	1.30	4.50
特定區安順寮滯洪池	368	766,000	31.0	1.40	4.5	10×2.5	1.40	5.00

資料來源：[53]