

因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究

內政部建築研究所委託研究報告

(
109
年度)

因應氣候變遷土地使用規劃 減洪調適策略績效評估研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

因應氣候變遷土地使用規劃 減洪調適策略績效評估研究

受 委 託 者：國立成功大學
研 究 主 持 人：羅偉誠
協 同 主 持 人：蔡長泰、吳杰穎
研 究 員：巫孟璇
研 究 助 理：翁俊鴻、陳麗貞、黃智聰、譚禧年
研 究 期 程：中華民國 109 年 1 月至 109 年 12 月

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次	I
表次	III
圖次	V
摘要	IX
ABSTRACT	XIII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究方法	2
第二章 蒐集資料與文獻分析	5
第一節 研究案例選定及資料蒐集	5
第二節 文獻分析	31
第三章 模式建置與演算分析	45
第一節 地文性淹排水模式建置	45
第二節 佈置演算區域非結構性格網	50
第三節 給定演算區域格網曲線號碼值	52
第四節 演算與分析	56
第四章 有效降雨演算與分析	67
第一節 有效降雨最小化分析	67

第二節	進行優化地表逕流現象	76
第三節	最佳減災效能的土地使用規劃策略	79
第四節	氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響	90
第五章	結論與建議	97
第一節	結論	97
第二節	建議	99
附錄一	審查意見回覆	101
附錄二	模擬演算案例之雨量歷程	113
附錄三	各種條件下曲線號碼法 CN 值	139
附錄四	專家座談會會議紀錄	145
參考資料		157

表次

表 2-1	演算範圍內雨量站概況表	8
表 2-2	演算範圍內水位站概況表	9
表 2-3	演算範圍內潮位站概況表	11
表 2-4	演算範圍土地利用概況表	14
表 2-5	仁德區土地利用變化表	14
表 2-6	演算範圍防洪構造物一覽表	17
表 2-7	演算範圍內滯洪池概況表	20
表 2-8	演算範圍內抽水站概況表	26
表 2-9	美國自然資源保護局土壤質地分類表	34
表 2-10	土壤臨前水分條件	34
表 2-11	土地使用規劃相關法規	35
表 3-1	臺灣土壤性質分類表	52
表 3-2	SCS 曲線號碼表(AMC II)	53
表 3-3	國土利用對應土地利用型態 SCS 分類表	53
表 3-4	各雨量站之面積權重百分比	57
表 4-1	演算範圍內各雨量站重現期雨量	68
表 4-2	第 II 類土地利用與 CN 值對照表	69
表 4-3	不同初期扣除量計算水位降低百分比	75
表 4-4	未採用曲線號碼(CN 值)與現況(採用曲線號碼(CN 值))之水位差	75
表 4-5	規劃流動阻力布置前後之承洪目標區洪峰水位差及時間稽延	78
表 4-6	土地使用規劃減洪調適策略調整土地利用型態與調整前後之 CN 值	83
表 4-7	現況土地使用與調整土地利用型態後之有效降雨量	84
表 4-8	承洪目標區不同土地使用規劃減洪調適策略之最大水深差與減少百分比	84
表 4-9	承洪目標區不同土地使用規劃減洪調適策略之最大出流量差與減少百分比	85
表 4-10	基期及 RCP8.5 情境 21 世紀中降雨量頻率分析成果	92
表 4-11	RCP8.5 情境 21 世紀中降雨量變化表	93
表 4-12	承洪目標區在氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之最大水深	

差與減少百分比.....	94
表 4-13 承洪目標區在氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之最大出流 量差與減少百分比.....	94
附表 3-1 各種臨前水分條件 CN 值對照表	139
附表 3-2 都市區 CN 值參表考.....	140
附表 3-3 農耕地 CN 值參考表.....	141
附表 3-4 其他農業用地 CN 值參考表	142
附表 3-5 乾旱及半乾旱牧場 CN 值參考表	143

圖次

圖 1-1 研究流程圖	4
圖 2-1 演算範圍地理位置分布圖	6
圖 2-2 鹽水溪及二仁河流域概況圖	7
圖 2-3 演算範圍內雨量站分布圖	9
圖 2-4 演算範圍內水文站分布圖	11
圖 2-5 演算區域內數值高程圖	12
圖 2-6 演算範圍內交通路網圖	13
圖 2-7 演算範圍內土地利用概況圖	15
圖 2-8 仁德區土地利用概況圖(96 年).....	15
圖 2-9 仁德區土地利用概況圖(105 年).....	16
圖 2-10 演算範圍內水門分布圖	18
圖 2-11 演算範圍內滯蓄洪設施分布圖	21
圖 2-12 仁德滯洪池標準斷面圖	21
圖 2-13 仁德滯洪池溢流堤及閘門尺寸	22
圖 2-14 仁德滯洪池進出口型式流向及現勘照片	23
圖 2-15 港尾溝滯洪池標準斷面圖	23
圖 2-16 港尾溝滯洪池溢流堰及閘門尺寸	24
圖 2-17 港尾溝滯洪池進出口型式流向及現勘照片	25
圖 2-18 演算範圍內抽水站分布圖	28
圖 2-19 研究區域都市計畫區分布圖	29
圖 2-20 研究區域都市計畫土地使用分區圖.....	30
圖 3-1 自由堰流與潛沒堰流示意圖	49
圖 3-2 抽水站示意圖	49
圖 3-3 演算範圍格網佈置.....	51
圖 3-4 演算範圍細部格網佈置	52
圖 3-5 演算範圍內雨量站徐昇多邊形網	57
圖 3-6 尼莎暨海棠颱風期間面積平均雨量組體圖	58

圖 3-7 尼莎暨海棠颱風期間四草大橋潮位站潮位	59
圖 3-8 0823 豪雨期間面積平均雨量組體圖	60
圖 3-9 0823 豪雨期間四草大橋潮位站潮位	60
圖 3-10 0813 豪雨期間面積平均雨量組體圖	61
圖 3-11 0813 豪雨期間四草大橋潮位站潮位	61
圖 3-12 鹽水溪安順橋測站及二仁溪華醫大橋測站位置圖	63
圖 3-13 尼莎颱風期間模式演算之洪水歷程與測站實測資料比較圖	63
圖 3-14 0823 豪雨期間模式演算之洪水歷程與測站實測資料比較圖	64
圖 3-15 0813 豪雨期間模式演算之洪水歷程與測站實測資料比較圖	64
圖 3-16 研究區域於 0813 豪雨期間模式演算之淹水範圍與淹水站之水深比較圖	65
圖 4-1 演算範圍雨量站徐昇網分布	68
圖 4-2 臺南沿海不同重現期潮位歷線	69
圖 4-3 仁德區土地利用分布圖	69
圖 4-4 現況土地利用型態之有效降雨量於華醫大橋之水位歷線	71
圖 4-5 重現期 2 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線	72
圖 4-6 重現期 5 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線	73
圖 4-7 重現期 10 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線	73
圖 4-8 重現期 25 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線	74
圖 4-9 未採用曲線號碼法與現況(採用曲線號碼法)之演算水位差	76
圖 4-10 0813 豪雨期間中華醫大附近建物之水痕高度	77
圖 4-11 0813 豪雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋測站之水位歷線	78
圖 4-12 各重現期有效降雨規劃流動阻力布置前後之承洪目標區水位歷線	79
圖 4-13 承洪目標區上游農業區利用型態調整區域	85
圖 4-14 承洪目標區上游建成區利用型態調整區域	86
圖 4-15 承洪目標區公共設施用地利用型態調整區域	86
圖 4-16 不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區水深歷線	87
圖 4-17 不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區出流歷線	88
圖 4-18 都市規劃作業程序	89
圖 4-19 極端情境下的暴潮	95

圖 4-20	氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區水深歷線	95
圖 4-21	氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區出流歷線	96
附圖 2-1	尼莎暨海棠颱風演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	114
附圖 2-2	0823 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	117
附圖 2-3	0813 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	120
附圖 2-4	重現期 2 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	123
附圖 2-5	重現期 5 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	125
附圖 2-6	重現期 10 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	127
附圖 2-7	重現期 25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	129
附圖 2-8	氣候變遷情境(C0)重現期 2 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	131
附圖 2-9	氣候變遷情境(C0)重現期 5 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	133
附圖 2-10	氣候變遷情境(C0)重現期 10 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖	135
附圖 2-11	氣候變遷情境(C0)重現期 25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖.	137

摘要

關鍵詞：氣候變遷、土地使用規劃、土地利用型態調整、減洪調適

一、研究緣起

臺灣氣候變遷現象之一是短延時強降雨的發生頻率明顯增加，形成迅猛地表逕流導致淹水災情。都市的發展建設、人口的遷移與改變、加速土地利用的改變與都市計畫的需求。而土地利用的改變，如變更國土計畫、區域計畫、都市計畫等，也會改變現有的逕流現象導致淹水災情。

為進行因應土地利用變化造成之降雨逕流之影響分析，本研究整合考慮土地利用對逕流影響之有效降雨演算與都市淹水演算模式，以有效降雨最小化分析不同土地使用規劃減災調適策略之最小有效降雨量，再以地文性淹水模式演算現況與最小有效降雨之地表逕流與承洪目標區最大水深，進而規劃都市洪水流動阻力布置，進一步可分析氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響，藉由土地使用規劃中，土地利用型態的調整來進行減洪調適，以達到提升都市承洪韌性能力(承受洪水的回復力)之目的。

二、研究方法及過程

本計畫在都市淹水演算模式中新增一有效降雨演算模組，將研究區域之土地利用型態連結到演算有效降雨之曲線號碼，以曲線號碼演算初期降雨損失後可計算格區之有效降雨，藉由演算現況土地利用型態之有效降雨量，及不同土地使用規劃之最小有效降雨量推演進行有效降雨最小化分析。再以地文性淹水模式演算現況，計算最小有效降雨之地表逕流與承洪目標區最大水深，規劃都市洪水流動阻力布置，進一步可分析氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響，藉由土地使用型態的規劃與調整進行減洪調適，以達到提升都市承洪韌性能力之目的。

三、重要發現

(一) 採用曲線號碼法計算有效降雨演算水位與未採用曲線號碼法計算有效降雨演算水位之差值顯示重現期 25 年降雨事件之損失量與滯留量為最小。

(二) 由 2019 年 0813 豪雨事件演算結果可知，採用曲線號碼法可合理考慮入滲、蒸發、貯留等降雨逕流損失量。

- (三) 規劃流程流動阻力布置後，在重現期 10 年以下豪雨造成之洪水，可達到降低洪峰、延長洪水到達時間之效果，降低地表逕流造成的洪災風險。
- (四) 以現況土地利用面積平均有效降雨量為比較基準，3 種土地使用規劃減洪調適策略之面積平均有效降雨量，以土地使用規劃減洪調適策略 1(調整上游農業區土地利用型態)減少百分比最多，農業區調整土地使用型態前後之 CN 值相差較大。
- (五) 應用整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式，進行 3 種土地使用規劃減洪調適策略之地表逕流演算，由承洪目標區在不同土地使用規劃減洪調適策略，與現況土地利用之最大水深差及最大出流量差分別與其減少百分比可看出，與現況土地利用相比，土地使用規劃減洪調適策略下承洪目標區之最大水深與最大出流量均降低，重現期 25 年之降雨事件境況模擬結果之水深減少百分相較其他重現期降雨事件境況模擬結果大，尤以調整上游農業區使用型態水深與出流量減少百分比分別為 4.78% 與 7.31%之減洪效果最佳，顯示調整承洪目標區上游農業區利用型態後，重現期 25 年以下之豪雨事件均有減洪成效，重現期 25 年豪雨事件之逕流量相較其他重現期大，故上游能調節較多之洪水量。
- (六) 由承洪目標區在氣候變遷情境(C0)各重現期(2 年、5 年、10 年、25 年)降雨條件及重現期 50 年潮位條件下，不同土地使用規劃減洪調適策略與現況土地利用之最大水深差及最大出流量差分別與其減少百分比可看出，與現況土地利用相比，土地使用規劃減洪調適策略下承洪目標區之最大水深與最大出流量均降低，重現期 5 年之降雨事件境況模擬結果之水深減少百分相較其他重現期降雨事件境況模擬結果大，尤以調整上游農業區使用型態水深與出流量減少百分比分別為 5.77%、8.11%之減洪效果最好，顯示調整承洪目標區上游農業區使用型態後，在氣候變遷情境(C0)之逕流增加影響下，仍可調適重現期 5 年以下之豪雨事件。

四、主要建議事項

建議一

藉由都市計畫土地使用規劃，調整土地利用型態以進行減洪調適：中長期建議

主辦機關：縣市政府都發局

協辦機關：內政部營建署、內政部建築研究所

本年度已完成因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估初步研究，建議將土地使用規劃減洪調適策略建議應用於實務，針對承洪目標區之上游進行土地利用之調整，對於減洪績效之提昇較有助益。

建議二

因應氣候變遷之城鄉發展區空間規劃減洪研究：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

土地開發會減少入滲而增加地表逕流且改變流路，因而造成洪災風險增加，縱使目前規劃減洪設施，未來也可能因氣候變遷造成水文環境變化進而改變逕流。於既成之城鄉發展區，可透過減洪空間之規劃，增進未來城鄉發展區之災害韌性。

Abstract

Keywords : climate change, land-use planning, land-use pattern adjustment ,flood mitigation and adaptation

Background and objectives

One of the phenomena of climate change in Taiwan is that the frequency of short time duration and heavy rainfall has increased significantly, resulting in rapid flooding caused by flooding. Urban development and construction, population relocation and change, accelerated land-use change and increased demand for urban planning. Changes in land-use, such as changes in national spatial planning, regional planning, and urban planning, will also change existing runoff phenomena and cause flooding.

This study analyzes the impact of changing land-use planning on runoff, and discusses the flood reduction effect of land-use pattern adjustment. The minimum effective rainfall of different land-use pattern adjustments planning disaster mitigation and adjustment strategies are analyzed with the minimum effective rainfall. Then, the Physiographic drainage-inundation model (the PHD model) is used to calculate the surface runoff of the current situation and the minimum effective rainfall and the maximum inundated depth of the flood mitigation target area, and then the flow resistance layout of urban flood is planned, and the impact of climate change on the runoff phenomenon of land-use planning can be further analyzed. Through the planning and adjustment of land-use pattern, flood mitigation and adjustment can be applied to enhance the urban resilience to flood.

Method and approach

The calculation of effective rainfall has been considered and integrated into an urban inundation model. The land-use of the study area is linked to the curve number of effective rainfall calculation. After the initial abstractions is calculated by the curve number, the effective rainfall can be calculated. The effective rainfall minimization analysis is carried out by calculating the effective rainfall of current land-use patterns and the minimum effective rainfall of different land-use planning.

Then, the surface runoff and the maximum inundated depth of the flood mitigation target area are calculated with the PHD model, and then the flow resistance layout of urban flood is planned, and the impact of climate change on the runoff phenomenon of land use planning can be further analyzed. Through the planning and adjustment of land-use patterns, flood mitigation and adjustment can be carried out to improve the urban flood resilience.

Main results

1. The difference of water level calculated with or without curve number method shows that the amount of loss and detention are minimum under 25-year return period rainfall event.
2. By the calculation result of a storm event on Aug, 12 in 2019, the curve number method could reasonably consider the rainfall-runoff loss, such as infiltration, evaporation, and detention.
3. After planning the flow resistance layout of an urban flood, the flood risk caused by rainfall runoff less than 10-year return period event could be reduced, flood peak could be decreased, and the arrival time of the flood could be extended.
4. This study has compared the mean areal effective rainfall between the calculated results of three land-use pattern adjustments planning disaster mitigation and adjustment strategies. The reduction percentage of the average effective rainfall of the strategy 1 is the largest, because there is a large difference of CN value between before and after land-use pattern adjustments in upstream agricultural areas.
5. Applying the PHD model to calculate the rainfall-runoff of three land-use pattern adjustments planning disaster mitigation and adjustment strategies. According to the results of the maximum difference and the decreasing percentage of water depth and outflow in the flood mitigation target area, the maximum water depths and outflows are decreasing under land-use pattern adjustments planning disaster mitigation and adjustment strategies. The simulation results show that the decreasing percentage of water depth of 25-year return period rainfall event is larger than the other return period rainfall events (2yr, 5yr and 10yr). There is the best effect of the strategy 1, the water depth could decrease up to 4.78%, and the outflow could decrease up to 7.31%. The results show that the flood in the flood mitigation target area could be effectively mitigated under the event below the 25-year return period event after land-use pattern adjustments in upstream agricultural areas. Since the runoff of 25-year return period event is larger than other return period events, the upstream could adjust much more flooding.
6. According to the maximum difference and the decreasing percentage of water depth and outflow calculated by the different land-use pattern adjustments planning disaster mitigation and adjustment strategies under rainfall events of the different return periods(2yr, 5yr, 10yr and 25yr) of climate change scenario (C0) and the 50-year return period storm surge event in target flood mitigation area, the maximum water depth, and outflow under

land-use pattern adjustments planning disaster mitigation and adjustment strategies is less than current land-use status. The simulation results show that the decreasing percentage of water depth of 5-year return period rainfall event is larger than the other return period events (2yr, 5yr and 10yr). There is the best effect of flood mitigation by adjusting the land use in the upstream agricultural area (the strategy 1), the water depth could decrease up to 5.77%, and the outflow could decrease up to 8.11%. Those results show that the flood still could be adapted under the event below 5-year return period after adjusting the land use of upstream agricultural land use in the flood mitigation target area under climate change scenario (C0).

Major suggestions

This study proposes two long-term strategies as follows:

For Bureau of Urban Development of municipalities and county government (long-term strategy)

A preliminary study on flood mitigation and adaptation strategies for land-use planning in response to climate change has been completed. It is suggested that flood mitigation and adaptation strategies for land-use planning of the urban planning division can be applied in the field. The adjustment of land-use in the upstream of the flood mitigation target area is more effective. to the improvement of flood mitigation

For Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior, ROC (long-term strategy)

Land development reduces the infiltration, increases the runoff, and changes the flow path, thus increasing the risk of flood disaster. Even if the current flood mitigation facilities are planned, the hydrological environment may change due to climate change in the future. In the existing urban and rural development areas, the planning of flood mitigation space can enhance the disaster resilience of future urban-rural development areas.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

隨著都市的發展建設、住宅區的密集、人口密度的增加，對土地的壓力也因而增加，土地使用與地表逕流亦隨之改變，而使都市暴露在較大的環境風險與災害(姜等人，2017)。根據都市計畫定期通盤檢討實施辦法第 5 條規定，都市計畫通盤檢討前應先進行計畫地區之基本調查及分析推計，作為通盤檢討之基礎，其內容至少應包括災害發生歷史及特性、災害潛勢情形；另依據前述實施辦法第 6 條，都市計畫通盤檢討時，應依據都市災害發生歷史、特性及災害潛勢情形，就都市防災避難場所及設施、流域型蓄洪及滯洪設施、救災路線、火災延燒防止地帶等事項進行規劃及檢討，並調整土地使用分區或使用管制。在進行都市計畫通盤檢討時，均須考量災害及減災。因此，如何引入防洪減災之概念來進行有效的都市分區及土地使用的規劃，減少在淹水風險較高的區域配置住宅區，以確保都市安全，是進行都市規劃重要的課題之一。造成都市淹水災害的地表逕流與有效降雨會因土地使用的型態不同而有流速快慢、入滲多寡的差異，為減緩暴雨產生的逕流所造成的淹水問題，本計畫應用曲線號碼法理論建立有效降雨演算模組估算有效降雨量，並以與之整合的地文性淹水演算模式演算不同土地使用比例與區位之都市規劃，對逕流產生的影響與改變。在掌握了土地使用對逕流造成的影響後，即可進行最佳減災效能的土地使用規劃策略，在提升都市土地承洪韌性的同時，評估土地使用區位與比例之配置所產生的減洪效果，進而歸納不同土地使用規劃之減洪調適策略績效評估成果，提供都市規劃及審議應用之參考。

本計畫目的為透過整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式之建立，檢視不同土地使用調整後之減洪績效，以作為未來都市規劃/空間規劃之參考。

貳、研究背景

臺灣氣候變遷現象之一是短延時強降雨的發生頻率明顯增加，形成迅猛地表逕流導致淹水災情。土地利用的改變，如變更國土計畫、區域計畫、都市計畫等，也會改變現有的逕流現象導致淹水災情。為因應氣候變遷所造成的雨量與逕流改變，減緩其對都市區域之衝擊，本計畫研究藉由分析改變土地使用規劃對逕流的影響，探討土地使用規劃後之減洪績效。

第二節 研究方法

本研究之工作項目及內容、研究方法及步驟概述如下：

壹、工作項目及內容

本研究執行期間自民國 109 年 1 月 31 日起至 109 年 12 月 31 日止，主要工作項目及內容如下：

一、計畫區內運用有效降雨最小化分析

(七) 演算現況土地利用型態之有效降雨量

本計畫將應用曲線號碼法進行有效降雨量演算之模組整合入地文性淹水模式，並以研究區域現況土地利用型態，進行有效降雨量之演算。

(八) 不同土地使用規劃減洪調適策略之最小有效降雨量推演

另以有效降雨量演算模組進行不同土地使用規劃境況下之有效降雨量模擬，推演出研究區域之最小有效降雨量，藉由最小有效降雨量可演算地表逕流量。

二、進行優化地表逕流現象

(一) 演算現況有效降雨形成之地表逕流及承洪目標區最大水深

透過整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式演算不同重現期降雨事件，現況土地使用境況下有效降雨形成之地表逕流及承洪目標區之最大水深，可了解現況土地使用對研究區域逕流行為之影響。

(二) 演算最小有效降雨形成之地表逕流及承洪目標區最大水深

根據有效降雨最小化分析所得之不同土地使用規劃減洪調適策略之最小有效降雨量，以地文性淹水模式演算最小有效降雨形成之地表逕流及承洪目標區最大水深，以探討不同土地使用規劃之減洪成效。

(三) 地表逕流洪水波分析

分析演算成果最小有效降雨(考慮入滲之有效降雨量為最小)情況下，以最小出流洪峰流量(以承洪目標區為集流點之出流量為最小)為目標，配置適當之土地使用區，規劃流

程流動阻力布置，即利用地表阻力遲滯洪水流動，以達到降低洪峰、延長洪水到達時間之效果，降低地表逕流造成的洪災風險。分析有最佳減災效能的土地使用規劃策略。

三、分析有最佳減災效能的土地使用規劃策略

以承洪目標區最小水深(調整土地使用型態後使承洪目標區之尖峰水深為最小)與最小出流洪峰流量為評估最佳減災效能之量化目標，試以不同的土地使用區位與比例演算可能之減災土地利用規劃，分析最佳減災效能之土地使用規劃策略，進一步可歸納不同土地使用規劃之減洪調適策略績效評估成果，提供都市規劃及審議應用。

四、分析氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響

由氣候變遷情境之降雨事件演算未來增加之逕流情形，針對目標區承受氣候變遷所造成的洪水，進行多組土地使用規劃演算水深及出流量，演算提升目標區承洪韌性之土地使用配置，探討土地使用規劃對目標區承洪之效果。

貳、研究方法及步驟

本研究依研究目的與工作項目及內容研擬本研究之研究步驟，如圖 1-1 所示。

本研究先進行研究案例選定及資料收集，根據研究目的需求選定研究案例地區，蒐集水文資料(包括雨量、水位、流量)、地文資料(包括排水系統、防洪建造物、重要街道地形與地貌、土地利用)、滯蓄洪設施及土地使用分區，瞭解研究案例地區之水文與地文特性，根據上述蒐集完成之資料進行都市非結構性格網佈置，並完成地文性淹排水模式之初步建置，接著以上述蒐集之水文資料進行案例測試以完成地文性淹排水模式之建置。

以上述建置之地文性淹排水模式，進行「有效降雨最小化分析」與「進行優化地表逕流現象」，再根據上述演算與分析結成果與土地使用分區資料，進行「分析有最佳減災效能的土地使用規劃策略」，進一步以氣候變遷降雨假設情境分析「氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響」。

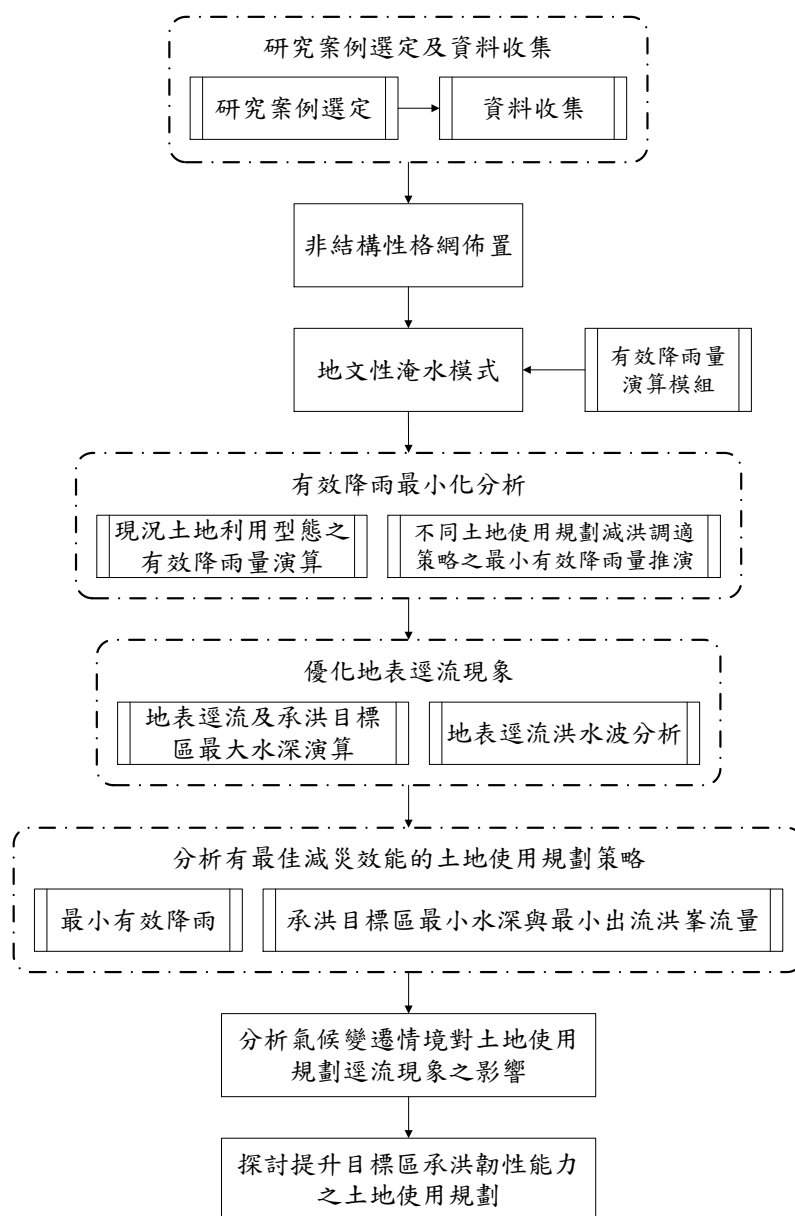


圖 1-1 研究流程圖

(資料來源：本研究成果)

第二章 蒐集資料與文獻分析

在進行研究區域淹水模擬演算之前，需先收集地文性淹排水模式之演算研究區域水文及地文之相關資料，以建置模式輸入檔及佈置演算格網。與本研究相關之文獻蒐集分淹水預報相關研究及減災措施相關研究說明如下。

第一節 研究案例選定及資料蒐集

經濟部水利署為因應未來水資源科技政策，於 106 年開始推動「智慧水管理產業創新發展計畫」，主要包含多個面向如智慧防汛、智慧灌溉、地下水及水庫智慧管理等，其中選定臺南市執行「智慧防汛網建置計畫」。臺南市 37 個行政區中，仁德區地處易淹水區域，臺南市政府為減緩仁德區淹水情形，建設有仁德滯洪池、港尾溝滯洪池等滯蓄洪設施。此外，根據臺南市政府民政局統計資料，自民國 99 年至 108 年共計 9 年間，仁德區人口成長總數於臺南市 37 區排名為第 3 名，僅次於永康區與安南區，成長率為 9.74%，在臺南市 37 個行政區中排名第 2 名，僅次於善化區人口成長率(10%)，顯見仁德區人口逐年成長，具都市發展潛力，隨著都市逐漸發展，土地利用、地形地貌改變，地表逕流量也隨之增加，若排水系統之改善與擴充有限或受限，則有尋求都市容洪與操作滯蓄洪設施以減輕淹水災害之需求。綜上所述，本研究選定臺南市仁德區為案例研究區域，案例研究區域之地理位置如圖 2-1 所示，並蒐集相關資料概述如下。

本研究選定之研究區域為臺南市仁德區，因臺南市位處嘉南平原，地勢平坦，易有越域水流現象發生，仁德行政區範圍及其鄰近區域內有兩條中央管河川，分別為鹽水溪及二仁溪，本研究為考量越域水流之影響，因此模式進行降雨逕流模擬時，將以鹽水溪流域及二仁溪流域為模擬演算區域。以下將針對演算範圍進行水文、地文等基本資料蒐集。

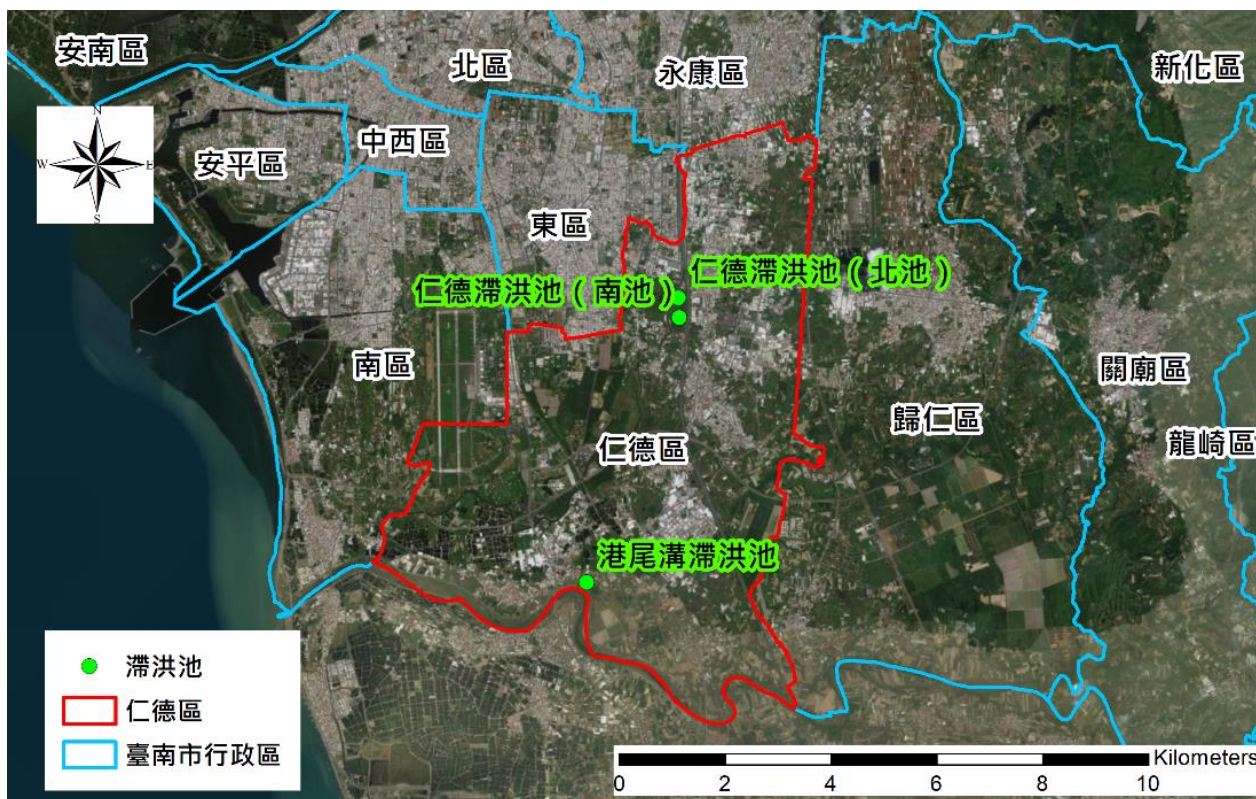


圖 2-1 演算範圍地理位置分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

壹、水系概況

鹽水溪主流發源於臺南市龍崎區大坑尾中央山脈南部，向西流經龍崎區、關廟區後，於歸仁區轉北流至新市區，與支流那拔林溪及虎頭溪排水匯合後再轉西南經永康區，於安南區匯入鹽水溪排水後流入臺灣海峽，主流全長約 41.3 公里，流域面積約 343.17 平方公里。上游自發源地至新南北寮橋屬山區型河川，河道受兩岸山地侷限蜿蜒於山谷中；中游新南北寮橋至豐化橋屬淺山河川，平均坡降約 1/700；下游豐化橋至河口為典型平地河川，平均坡降約為 1/3000。

二仁溪流域北與鹽水溪流域相鄰，主流發源於高雄市內門區木柵村山豬湖山，自北往南流經內門盆地後，穿行於丘陵山谷間至崗山頭地區而後再蜿蜒西行，於高雄市茄萣區白沙崙與臺南市南區喜樹之間流入臺灣海峽，主流全長約 61.2 公里，流域面積 339.2 平方公里。中上游木柵至崇德橋河段平均坡度為 1/323；下游崇德橋至河口，平均坡度為 1/3,500，流域位置如圖 2-2 所示。

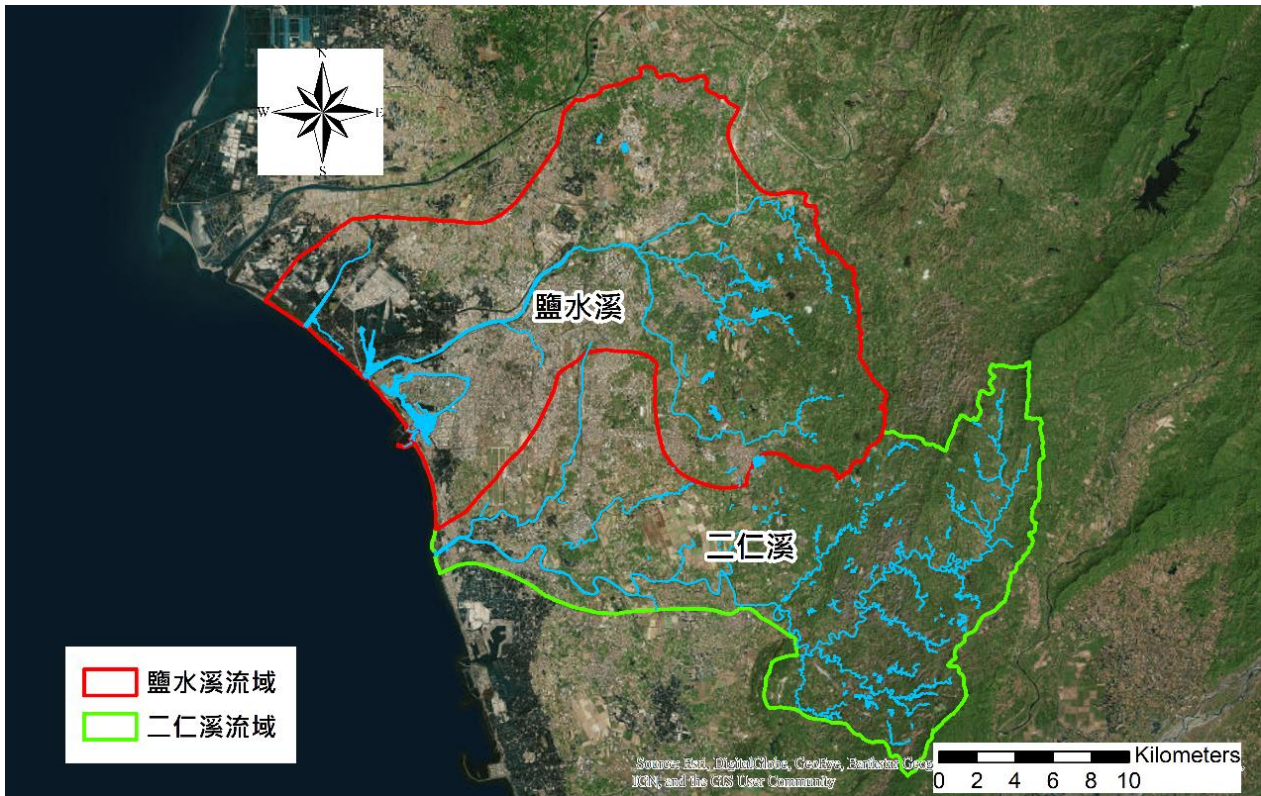


圖 2-2 鹽水溪及二仁溪流域概況圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

貳、水文資料

水文資料包括雨量、水位、流量及潮位等，降雨歷程作為本研究地文性淹排水模式之演算輸入水文條件，潮位歷程為模式演算之下游邊界條件，水位及流量則可供模式進行檢定與驗證之用。演算範圍內設置有許多水文記錄測站，包括雨量測站、記錄水位、流量等水文測站及潮位測站等，分別說明如下。

一、雨量

蒐集演算範圍內所有中央氣象局及水利署所轄測站之雨量資料總計 24 站，其中氣象局 20 站，水利署 4 站，各雨量測站之基本概況及分布位置如表 2-1 及圖 2-3 所示。

表2-1 演算範圍內雨量站概況表

站名	站號	主管機關	TWD97_X	TWD97_Y	記錄時間	備註
467410	臺南	氣象局	168476	2543751	1897~迄今	
467420	永康	氣象局	171773	2548739	1947~迄今	
C00900	善化	氣象局	178013	2556958	1988~迄今	
C00950	安南	氣象局	162389	2553033	1992~迄今	原站號為C1O95
C00960	崎頂	氣象局	185325	2539937	1992~迄今	原站號為C1O96
C00970	虎頭埤	氣象局	183161	2546802	1992~迄今	原站號為C1O97
C00980	新市	氣象局	178088	2551277	1992~迄今	原站號為C1O98
C00990	媽廟	氣象局	177569	2543550	1992~迄今	原站號為C1O99
C0V360	內門	氣象局	195330	2541669	1992~迄今	原站號為C1V360
C0V370	古亭坑	氣象局	188639	2532582	1992~迄今	
C0V530	阿蓮	氣象局	181000	2531507	2012~迄今	原站號為C1V530
C0V640	湖內	氣象局	172486	2531980	2013~迄今	
C0X100	臺南市北區	氣象局	167400	2545662	2013~迄今	
C0X110	臺南市南區	氣象局	166775	2540217	2013~迄今	
C0X150	安定	氣象局	170898	2555854	2013~迄今	
C0X160	仁德	氣象局	173886	2540965	2013~迄今	
C0X170	關廟	氣象局	181071	2540344	2013~迄今	
C0X180	山上	氣象局	184766	2552808	2013~迄今	
C0X190	安平	氣象局	163084	2543781	2013~迄今	
C1N001	沙崙	氣象局	179170	2537307	1992~迄今	原站號為C1N000
01N860	崎頂	水利署	184354	2540549	1973~迄今	
01O710	虎頭埤	水利署	182064	2547285	1980~迄今	
01P190	木柵	水利署	195350	2541692	1959~迄今	
01P280	古亭坑	水利署	188908	2532538	1980~迄今	

(資料來源：中央氣象局、水利署地理資訊倉儲中心)

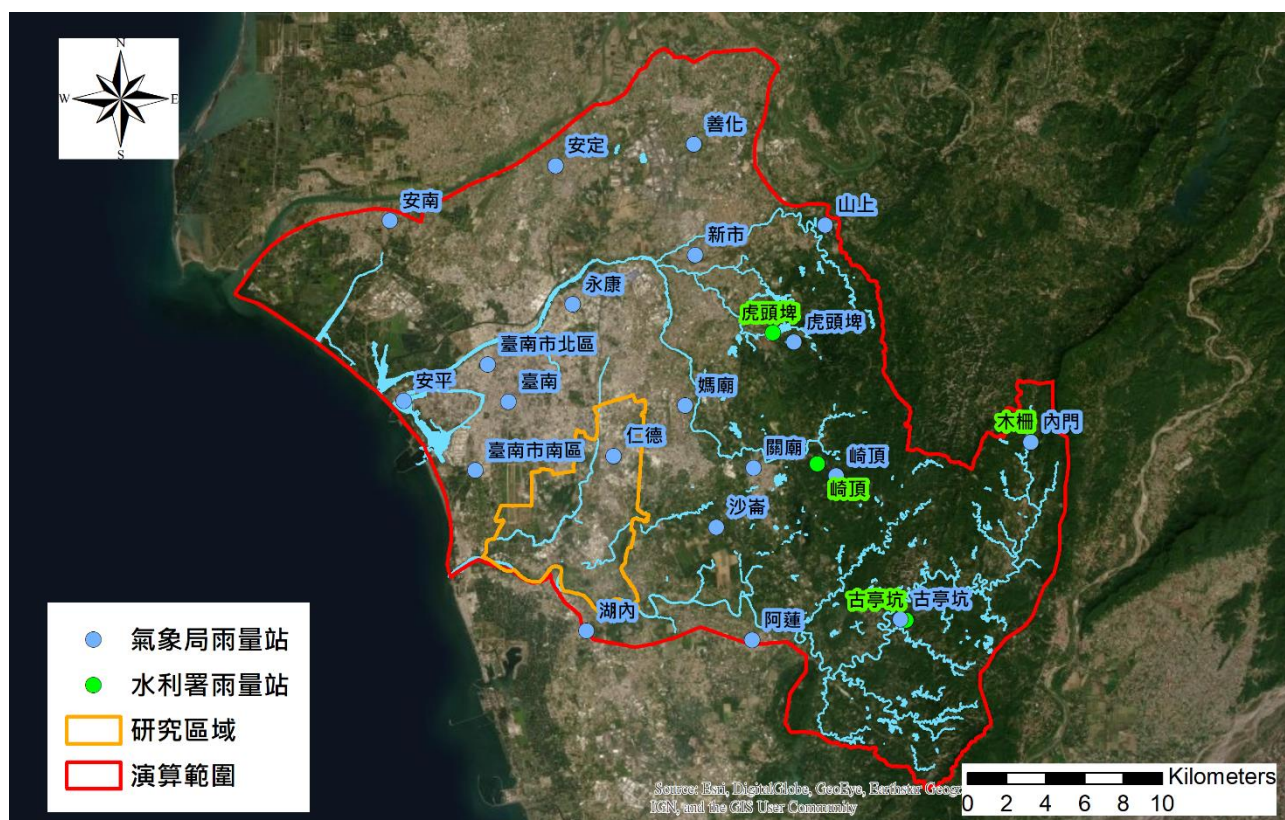


圖 2-3 演算範圍內雨量站分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

二、水位及流量

鹽水溪及二仁溪流域範圍內現存之水位站共有 52 站，其中屬於水利署架設有 12 站，臺南市政府架設有 40 站。其中鹽水溪新市站、二仁溪南雄橋(阿蓮(2))及崇德橋等 3 站亦同時記錄流量資料，各水文測站之基本概況及分布位置如表 2-2 及圖 2-4 所示。

表2-2 演算範圍內水位站概況表

站名	站號	流域	主管機關	X	Y	紀錄年份
南雄橋(阿蓮(2))	1660H009	二仁溪	第六河川局	182140	2532204	1991~迄今
崇德橋	1660H010	二仁溪	第六河川局	184551	2530661	1984~迄今
39號二仁溪橋	1660H011	二仁溪	第六河川局	177980	2533506	2011~迄今
二層行橋	1660H012	二仁溪	第六河川局	170580	2535231	2012~迄今
華醫大橋	1660H013	二仁溪	第六河川局	172771	2540091	2012~迄今
灣裡抽水站水門	W1770202	二仁溪	臺南市政府	166138	2535520	2012~迄今
網寮橋	W1771002	二仁溪	臺南市政府	173161	2544320	2014~迄今
文化站	W1771004	二仁溪	臺南市政府	173577	2545910	2016~迄今
五甲教養院旁箱涵橋	W1771101	二仁溪	臺南市政府	176885	2539300	2013~迄今

表2-2 演算範圍內水位站概況表

站名	站號	流域	主管機關	X	Y	紀錄年份
五空橋	W1771701	二仁溪	臺南市政府	170147	2536450	2012~迄今
洋子下橋	W1771702	二仁溪	臺南市政府	172362	2539630	2012~迄今
鯽潭橋	W1771703	二仁溪	臺南市政府	173155	2543490	2012~迄今
大甲橋	W1771704	二仁溪	臺南市政府	167825	2535980	2012~迄今
港尾溝溪水門內水位	W1771705	二仁溪	臺南市政府	171197	2535540	2012~迄今
港尾溝溪水門外水位	W1771706	二仁溪	臺南市政府	171197	2535540	2012~迄今
港尾溝臺86線下橋	W1771707	二仁溪	臺南市政府	174279	2537140	2012~迄今
港尾溝溪分洪口	W1771708	二仁溪	臺南市政府	173804	2536430	2015~迄今
港尾溝溪分洪匯流口	W1771709	二仁溪	臺南市政府	174873	2533750	2015~迄今
仁德滯洪北池	W1771710	二仁溪	臺南市政府	172830	2540650	2015~迄今
仁德滯洪南池	W1771711	二仁溪	臺南市政府	172802	2540200	2015~迄今
萬代橋	W1771712	二仁溪	臺南市政府	173004	2541390	2015~迄今
蘇厝橋	W1774501	曾文溪	臺南市政府	173265	2558430	2012~迄今
曾文溪排水無名橋	—	曾文溪	臺南市政府	164082	2547190	2013~迄今
新市	1650H006	鹽水溪	第六河川局	175903	2550925	1991~迄今
永安橋	1650H008	鹽水溪	第六河川局	172030	2550224	2011~迄今
安順橋	1650H009	鹽水溪	第六河川局	169431	2547764	2011~迄今
第十號橋	1650H010	鹽水溪	第六河川局	163506	2550685	2011~迄今
仁愛橋	1650H011	鹽水溪	第六河川局	170582	2551599	2011~迄今
中正橋	1650H012	鹽水溪	第六河川局	169613	2546626	2011~迄今
新灣橋	1650H013	鹽水溪	第六河川局	176415	2546788	2011~迄今
喜樹抽水站	W1770201	鹽水溪	臺南市政府	165992	2539400	2012~迄今
北辰橋	W1770401	鹽水溪	臺南市政府	169394	2546690	2014~迄今
民生截流站	W1770801	鹽水溪	臺南市政府	167213	2544040	2014~迄今
顯宮橋	W1770901	鹽水溪	臺南市政府	161756	2550610	2012~迄今
濱海橋	W1770902	鹽水溪	臺南市政府	165303	2547140	2012~迄今
怡安培安路口	W1770903	鹽水溪	臺南市政府	169277	2549020	2012~迄今
鹽水溪橋	W1770904	鹽水溪	臺南市政府	167235	2546750	2012~迄今
安清城南路口	W1770906	鹽水溪	臺南市政府	160291	2550220	2013~迄今
城西橋	W1770907	鹽水溪	臺南市政府	156584	2550740	2013~迄今
總安橋	W1770910	鹽水溪	臺南市政府	168991	2550400	2014~迄今
永康排水分洪口	W1771001	鹽水溪	臺南市政府	173472	2550030	2012~迄今
永康排水分洪閘門	W1771003	鹽水溪	臺南市政府	173516	2550790	2014~迄今
穗芳橋	W1771201	鹽水溪	臺南市政府	179532	2548980	2013~迄今
牛稠橋	W1771202	鹽水溪	臺南市政府	179376	2550600	2013~迄今
新豐1號橋	W1771203	鹽水溪	臺南市政府	181268	2546990	2013~迄今
帝溪橋	W1771206	鹽水溪	臺南市政府	179732	2548580	2016~迄今
北新大橋	W1771801	鹽水溪	臺南市政府	181638	2540830	2014~迄今
新市橋	W1774401	鹽水溪	臺南市政府	177495	2551770	2013~迄今
港口橋	W1774502	鹽水溪	臺南市政府	171873	2554400	2012~迄今

表2-2 演算範圍內水位站概況表

站名	站號	流域	主管機關	X	Y	紀錄年份
永康排水出水口	—	鹽水溪	臺南市政府	171360	2549500	2017~迄今
海西抽水站旁箱涵橋	—	鹽水溪	臺南市政府	165020	2548950	2017~迄今
海尾滯洪池	—	鹽水溪	臺南市政府	165706	2548700	2014~迄今

(資料來源：水利署地理資訊倉儲中心、臺南市水利局地理資訊平台)

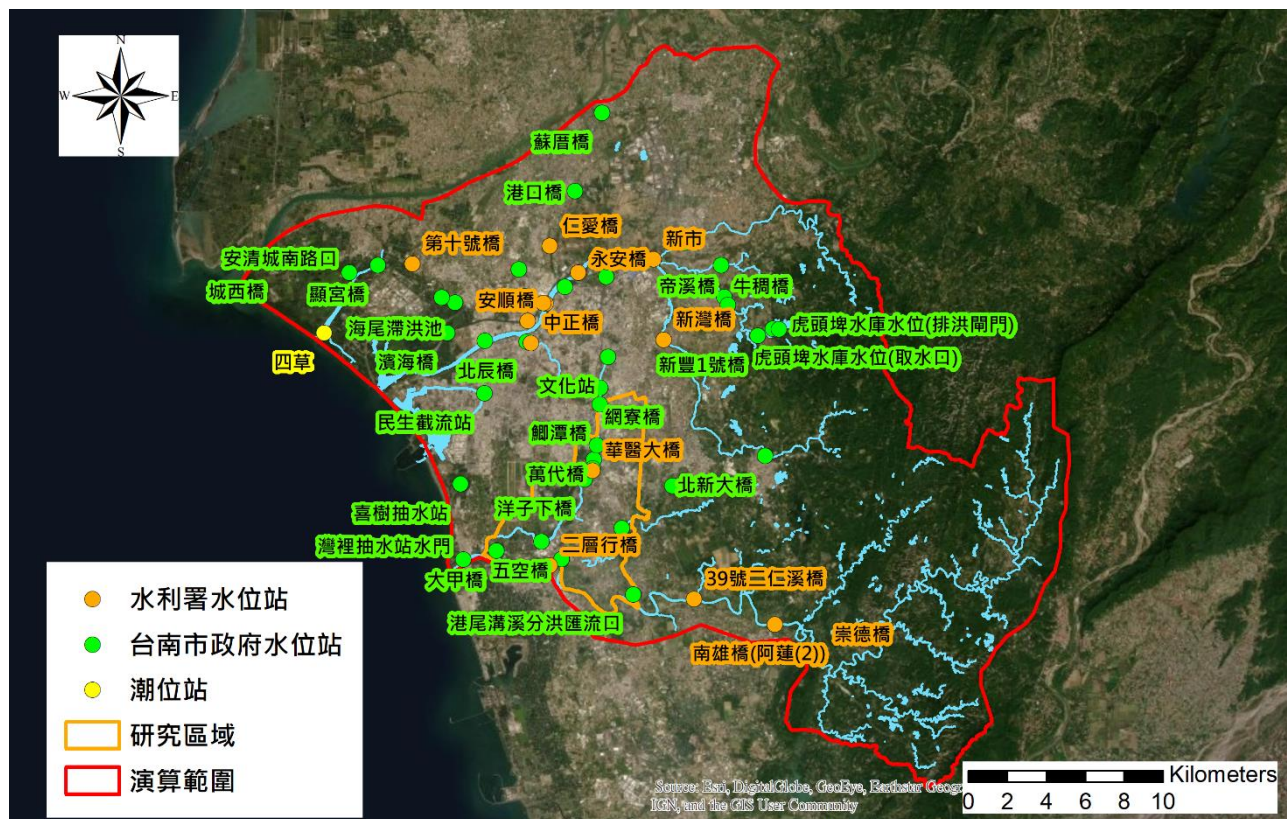


圖 2-4 演算範圍內水文站分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

三、潮位

在海象資料部分，本計畫亦蒐集鹽水溪及二仁溪河口周圍潮位資料，潮位測站之概況及分布位置如表 2-3 及圖 2-4 所示。

表2-3 演算範圍內潮位站概況表

站名	站號	主管機關	TWD97_X	TWD97_Y	位置
四草	11781	水利署	158977	2547143	鹿耳門溪 四草漁港出口

(資料來源：水利署地理資訊倉儲中心)

參、地文資料

一、地形地勢

演算範圍內鹽水溪及二仁溪流域之高程，大致上皆為西向東遞減，除了臺南市新化區、龍崎區及高雄市田寮區及內門區地勢較高達 50 公尺以上，其餘地區高程皆為小於 50 公尺的平原地區，沿海地區高程，高程分布情形詳如圖 2-5。

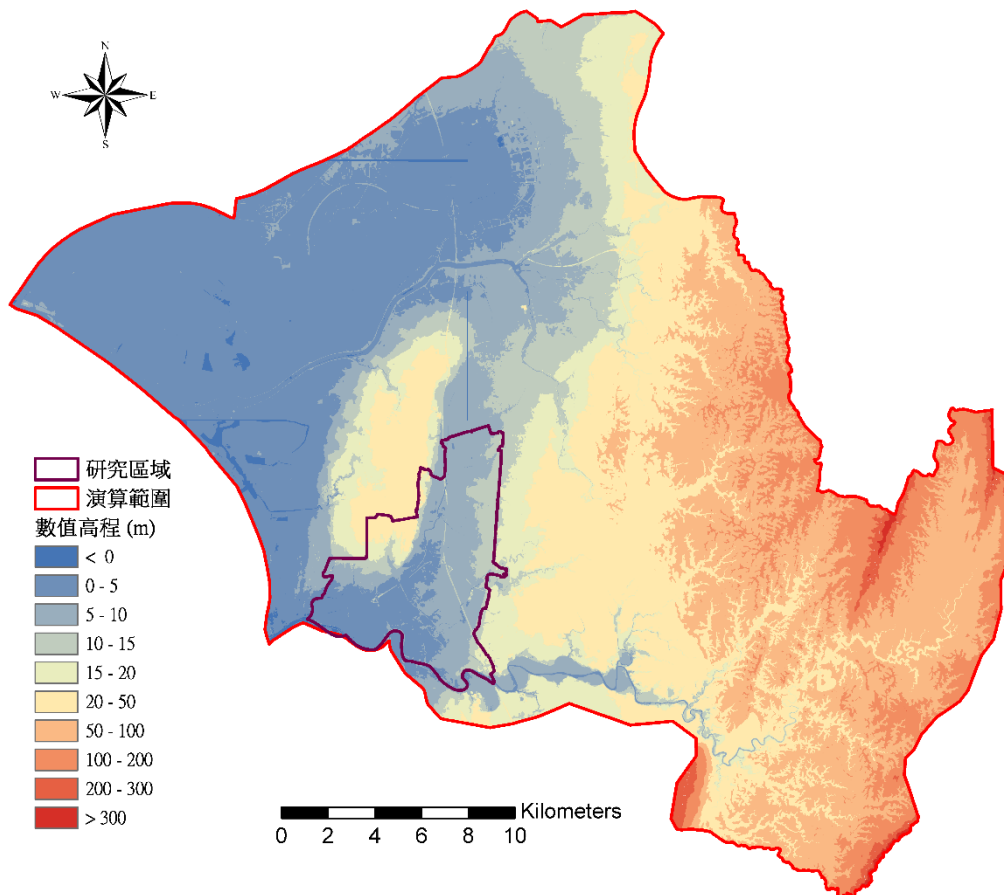


圖 2-5 演算區域內數值高程圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

二、交通系統

演算範圍聯外交通路線發達，除了高鐵及臺鐵之外，尚有國道一號公路(中山高速公路)、國道三號公路(南部第二高速公路)、國道八號公路、臺 86 線(東西向快速道路)、臺 1 線、臺 3 線、臺 17 線、臺 17 甲線、臺 17 乙線、臺 19 線、臺 19 甲線、臺 20 線、臺 28 線、臺 39 線及縣道 177、178、180、182 與其他市區道路等聯外道路，交通路網分布情形如圖 2-6 所示。

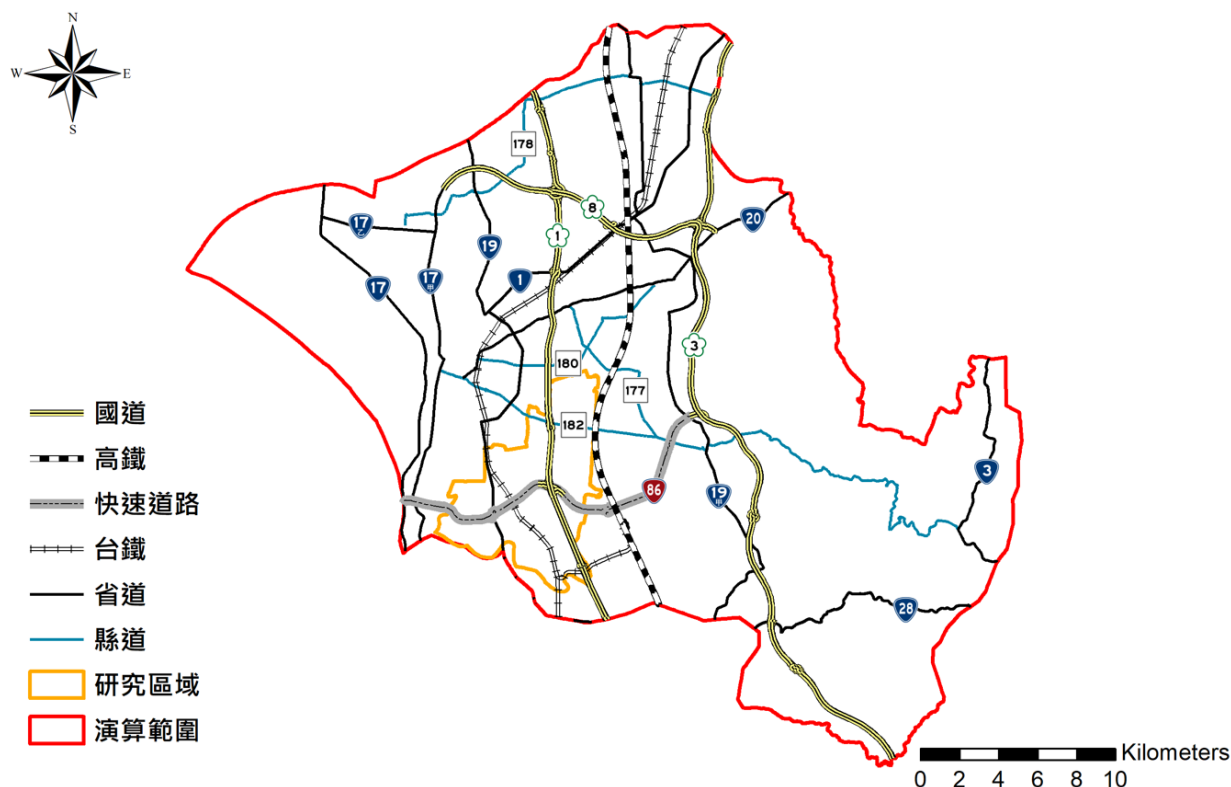


圖 2-6 演算範圍內交通路網圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

三、土地利用

根據內政部營建署國土測繪中心民國 96 年國土利用調查資料，演算範圍內土地利用以農業用地為主，主要分布在鹽水溪流域及二仁溪流域中下游，約佔全區面積 38.87%；其次為森林用地，主要集中在二仁溪中上游，約佔全區面積 22.52%；第三則為建築用地，主要集中在舊臺南市區及永康區、仁德區及新營區，約佔全區面積 13.65%，其餘各土地利用之分布情形如表 2-4 及圖 2-7 所示。考量到環境的快速變化及實際需求，本計畫蒐集內政部國土測繪中心於 105 年更新之土地利用調查資料，以了解研究區域範圍內的土地利用情形。分析仁德區更新前後之土地利用情形可知，相較 96 年與 105 年調查成果可發現農業用地減少約 8%、其他用地減少約 1%，主要變更為交通、水利、公共及建築使用，各項用地變化及分布情形如表 2-5 及圖 2-8、圖 2-9 所示。

表2-4 演算範圍土地利用概況表

土地利用分類	面積(平方公里)	比例(%)
農業用地	306.32	38.87
森林用地	177.49	22.52
交通用地	55.67	7.06
水利用地	28.52	3.62
建築用地	107.60	13.65
公共用地	14.45	1.83
遊憩用地	15.23	1.93
礦鹽用地	0.97	0.12
其他用地	81.88	10.39

(資料來源：本研究蒐集彙整)

表2-5 仁德區土地利用變化表

土地利用分類	96年調查成果		105年調查成果	
	面積(平方公里)	比例(%)	面積(平方公里)	比例(%)
農業用地	22.22	44.06	18.10	35.90
森林用地	3.59	7.13	3.64	7.21
交通用地	4.26	8.44	6.49	12.88
水利用地	1.51	2.99	2.35	4.65
建築用地	11.00	21.80	11.63	23.07
公共用地	1.08	2.14	2.02	4.01
遊憩用地	0.80	1.58	0.89	1.77
礦鹽用地	0.13	0.25	0.04	0.07
其他用地	5.85	11.60	5.27	10.45

(資料來源：本研究蒐集彙整)

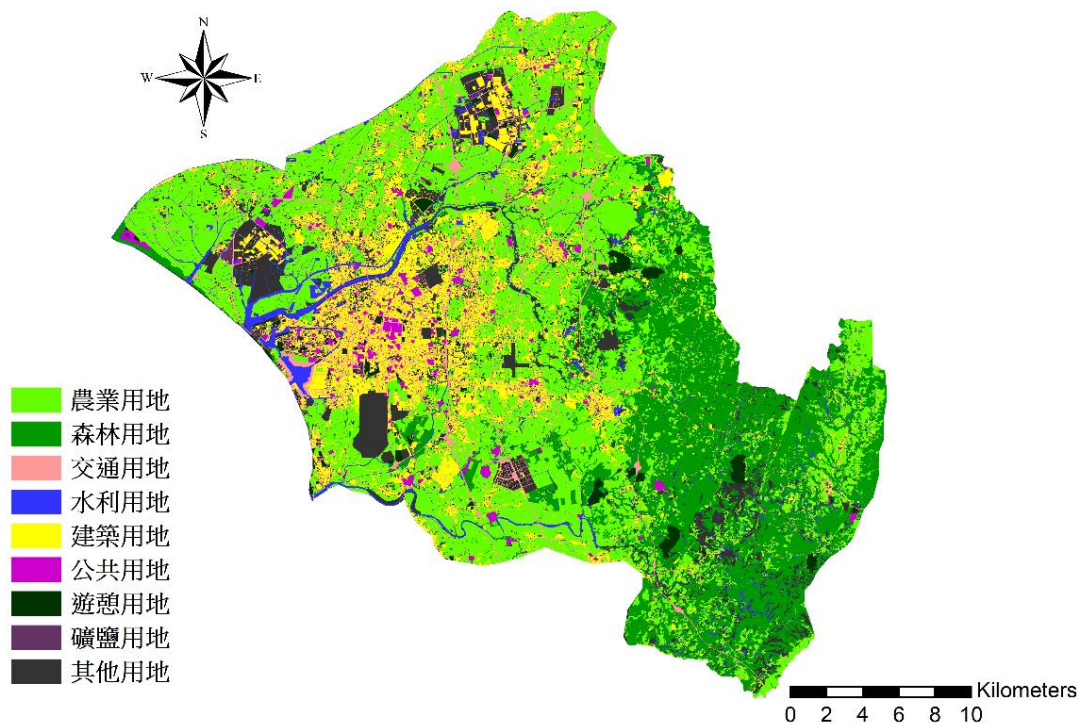


圖 2-7 演算範圍內土地利用概況圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

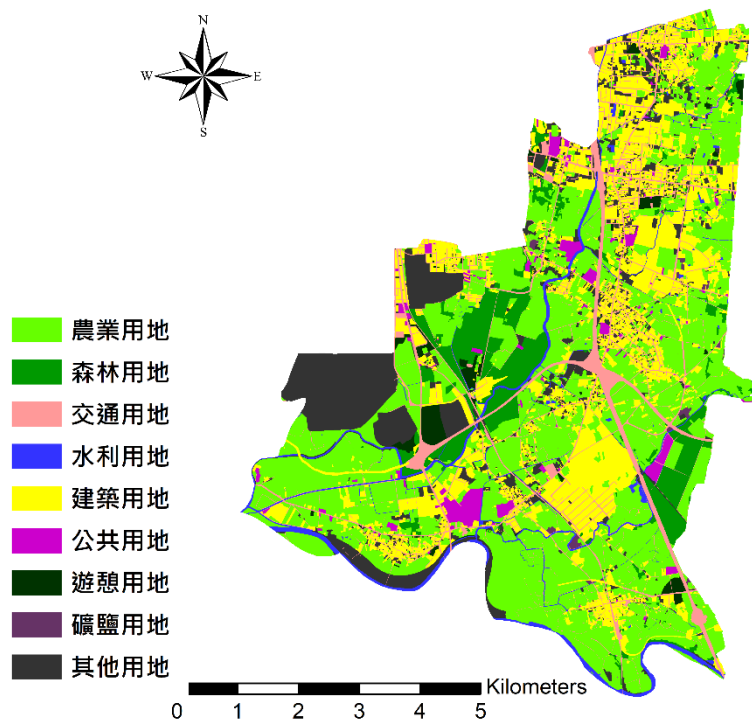


圖 2-8 仁德區土地利用概況圖(96 年)

(資料來源：本研究蒐集彙整)

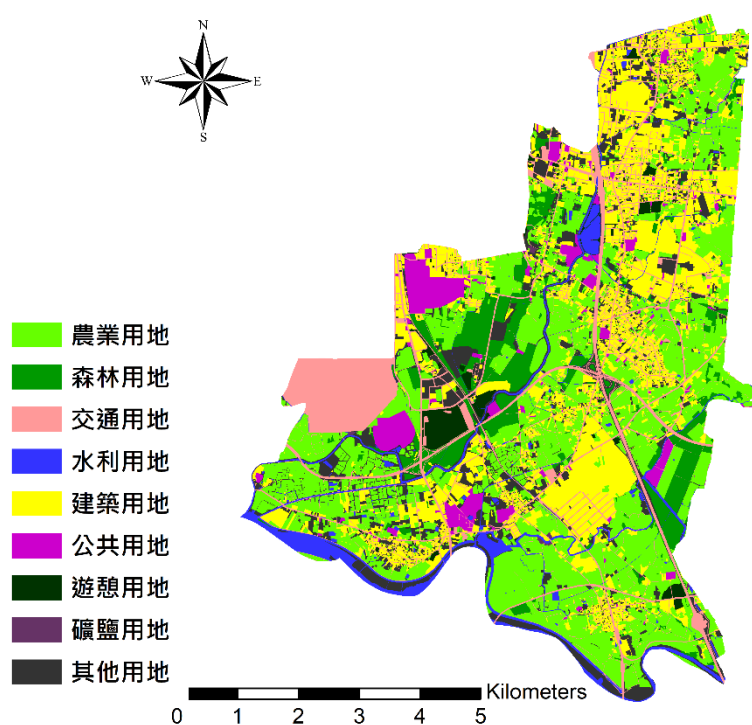


圖 2-9 仁德區土地利用概況圖(105 年)

(資料來源：本研究蒐集彙整)

四、水利設施

演算範圍內之水利設施依防洪構造物、水門、抽水站、滯蓄洪設施分別說明如下。

(一) 防洪構造物

鹽水溪現有防洪構造物，左岸計有安平堤防、鄭子寮堤防、鹽行堤防、三民堤防、車行堤防等；而右岸計有四草堤防、溪心寮堤防、安順堤防、大洲堤防、北勢堤防等，共計 36,271 公尺。

二仁溪現有防洪構造物，左岸計有圍子內堤防；右岸計有灣裡堤防及大甲堤防，共計 3,758 公尺，各防洪構造物詳如表 2-6 所示。

表2-6 演算範圍防洪構造物一覽表

流域	岸別	堤防名	長度
鹽水溪	左岸	安平堤防	2,680
		鄭子寮堤防	5,611
		鹽行堤防	3,460
		三民堤防	3,555
		車行堤防	1,603
	右岸	四草堤防	770
		溪心寮堤防	8,599
		安順堤防	3,950
		大洲堤防	2,869
		北勢堤防	3,174
小計			36,271
二仁溪	左岸	圍子內堤防	1,776
	右岸	灣裡堤防	1,086
		大甲堤防	896
小計			3,758

(資料來源：「臺南市淹水潛勢圖(第二次更新)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年)

(二) 水門

演算範圍內水門資料共計 1,695 筆，其中位於鹽水溪流域內計有 409 筆，二仁溪流域內計有 1,286 筆，水門分布位置如圖 2-10 所示。

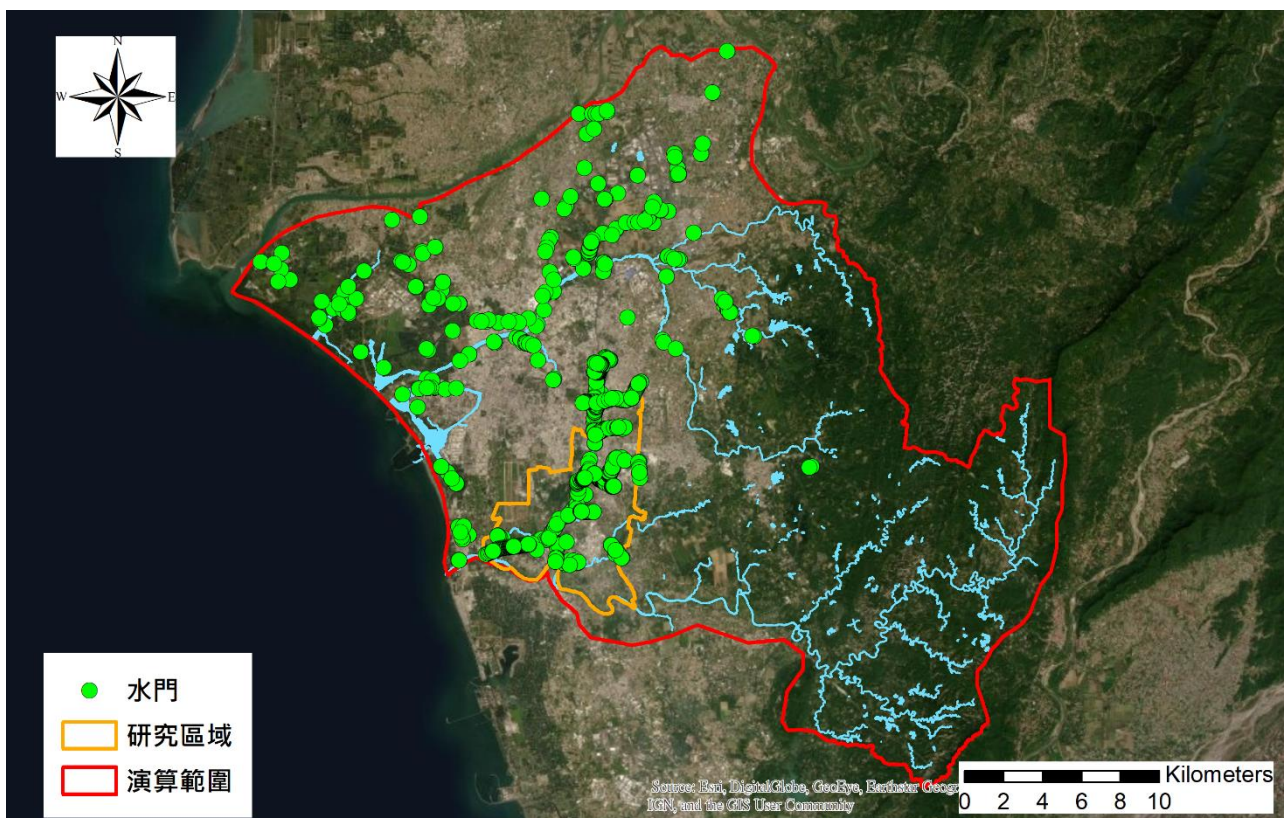


圖 2-10 演算範圍內水門分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(三) 現有滯蓄洪設施

本研究蒐集滯蓄洪設施資料包括滯洪池與抽水站，分述如下。

1. 滯洪池

演算範圍內共有 18 處滯洪池，總滯洪量為 441.19 萬噸，其中鹽水溪流域有 15 處，主要集中在新市區的南部科學工業園區，由南部科學工業園區管理局管理，多為兼具景觀及遊憩功能之滯洪池；二仁溪流域則有 3 處，皆位於仁德區，各滯洪池之概況及分布位置如表 2-7 及圖 2-11 所示。位於研究區域之 3 處滯洪池，仁德滯洪池(北池、南池)與港尾溝滯洪池相關資訊分述如下。

(1) 仁德滯洪池

仁德滯洪池為依據「易淹水地區水患治理計畫第 2 階段」實施計畫設置，地點位於萬代橋下游左岸，總面積 24 公頃。

滯洪池共分為南、北兩池，其北池功能為收集塗庫仔排水上游集水區，包含雨水

下水道仁德四街 Q 幹線、仁中街 R 幹線、及仁德排水舊河道以北仁德都市計畫區之逕流，於塗庫仔排水路上游設溢流堤將集水區中上游水量排入滯洪池北池，再以抽排方式排放滯洪池之內水至三爺溪。

仁德滯洪池南池之功能主要為降低三爺溪排水主流之洪峰流量，透過三爺溪排水之溢流堤，於水位壅高時分攤部分洪水，待洪峰過後，再以重力方式排除滯洪水量，可有效降低三爺溪排水洪峰流量約 40cms。

南、北滯洪池最大蓄水面積分別為 16 公頃與 2 公頃，最大蓄水量分別為 4.38 萬噸及 50.98 萬噸，滯洪池深度均為 4.5 公尺，淺池區池底高程均為 2 公尺，深池區則為 1.2 公尺，預計可增加保護人口約 2 萬人，滯洪池標準斷面圖如圖 2-12 所示，溢流堤及排洪閘門尺寸詳圖 2-13。

為模擬進出仁德滯洪池水流現象與滯蓄洪情形，本研究將上述進出滯洪池之流向與進出口型式及於 108 年 9 月 20 日之現場踏勘拍照繪製如圖 2-14 所示。

(2) 港尾溝滯洪池

依據民國 102 年 2 月「易淹水地區水患治理計畫第一階段實施計畫縣管港尾溝排水出口改善工程(滯洪池及抽水機平台工程)竣工圖(修正)」，顯示因下游長期飽受二仁溪壅水，致內水無法排水，故採設置 268 公尺背水堤、10 公頃滯洪池，並搭配抽水機組改善出口段淹水問題，並於中游採高、低地分流方式，設置 3.8 公里疏洪道將港尾溝溪排水、上游洪水量疏洪至二仁溪，以解決下游淹水問題。港尾溝滯洪池標準剖面詳圖 2-15，其溢流堰與排水剖面則詳圖 2-16 所示。

為模擬進出港尾溝滯洪池水流現象與滯蓄洪情形，本研究將上述進出滯洪池之流向與進出口型式及於 108 年 9 月 20 日之現場踏勘拍照繪製如圖 2-17 所示。

表2-7 演算範圍內滯洪池概況表

名稱	座標X	座標Y	面積 (公頃)	滯洪量 (萬噸)	呆水位 (m)	滿水位 (m)	抽水機	抽水量 (cms)	閘門數	管理單位
國立臺灣歷史博物館 滯洪池	171606	2550896	5.12	22.28	1.8	4	0	0	1	臺南市政府 水利局
港尾溝滯洪池	170802	2535092	10	30	0	4	12	6	4	臺南市政府 水利局
南科滯洪池A (道爺湖)	176109	2555441	5	13.36	1.2	5.3	0	0	1	南科管理局
南科滯洪池B (霞客湖)	175374	2556330	15	43.94	1.2	5.5	0	0	1	南科管理局
南科滯洪池C (三抱竹湖)	175102	2557374	5	16.91	2.2	6	0	0	1	南科管理局
南科滯洪池D (迎曦湖)	176646	2553895	20	30	2.5	6	5	20	2	南科管理局
南科滯洪池E1 (安定湖)	174671	2556972	13.41	47.94	1.5	6.5	0	0	5	南科管理局
南科滯洪池E2 (舒湖)	175149	2556049	3.27	10.04	1.7	6	0	0	3	南科管理局
南科滯洪池F (堤塘湖)	174895	2554619	10.86	38.05	1	5	0	0	5	南科管理局
樹谷滯洪池3 (曼陀林湖)	173433	2555001	15	54.03	0.8	3.86	0	0	2	樹谷園區
樹谷滯洪池5	174764	2555110	7	34.15	1.2	4.21	0	0	1	樹谷園區
三舍滯洪池抽水站	177390	2555330	3.5	13.485	1.5	5	2	4.8	2	新市區公所
座駕滯洪池抽水站	177205	2556210	4.5	15.025	1.5	5	2	4.8	2	新市區公所
仁德滯洪池(北池)	172981	2540809	2.52	9	1.7	6.5	0	0	1	臺南市政府 水利局
仁德滯洪池(南池)	172847	2540451	14.03	50	1.7	6.5	0	0	1	臺南市政府 水利局
立德滯洪池(一)	163904	2551169	2.06	3.868	0.8	3.2	0	0	2	臺南市政府 水利局
立德滯洪池(二)	163449	2550813	2	3.653	0.3	3.1	0	0	2	臺南市政府 水利局
永康分洪滯洪池	173606	2550583	1.3	5.46	1.8	5.1	2	8	0	臺南市政府 水利局

(資料來源：「高時空解析度淹水模式之應用研究」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國106年)

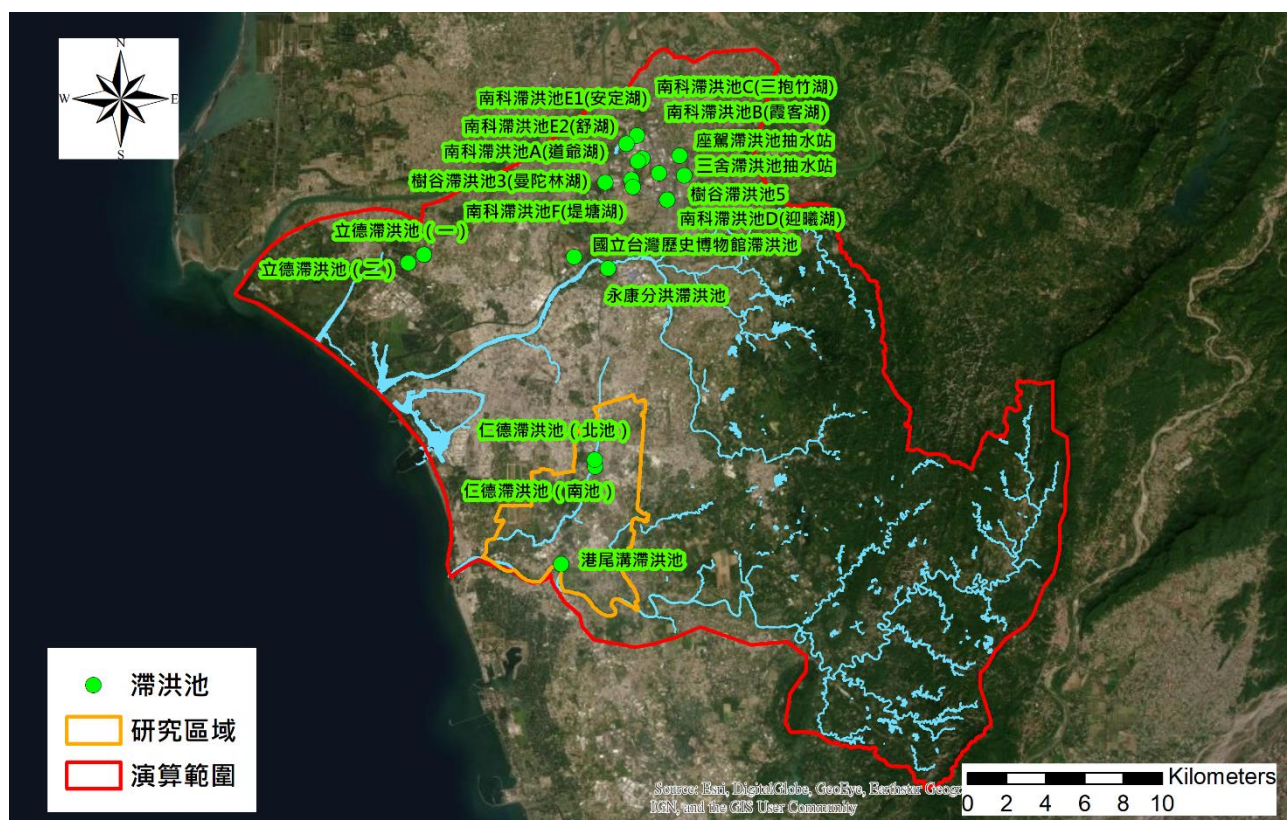


圖 2-11 演算範圍內滯蓄洪設施分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

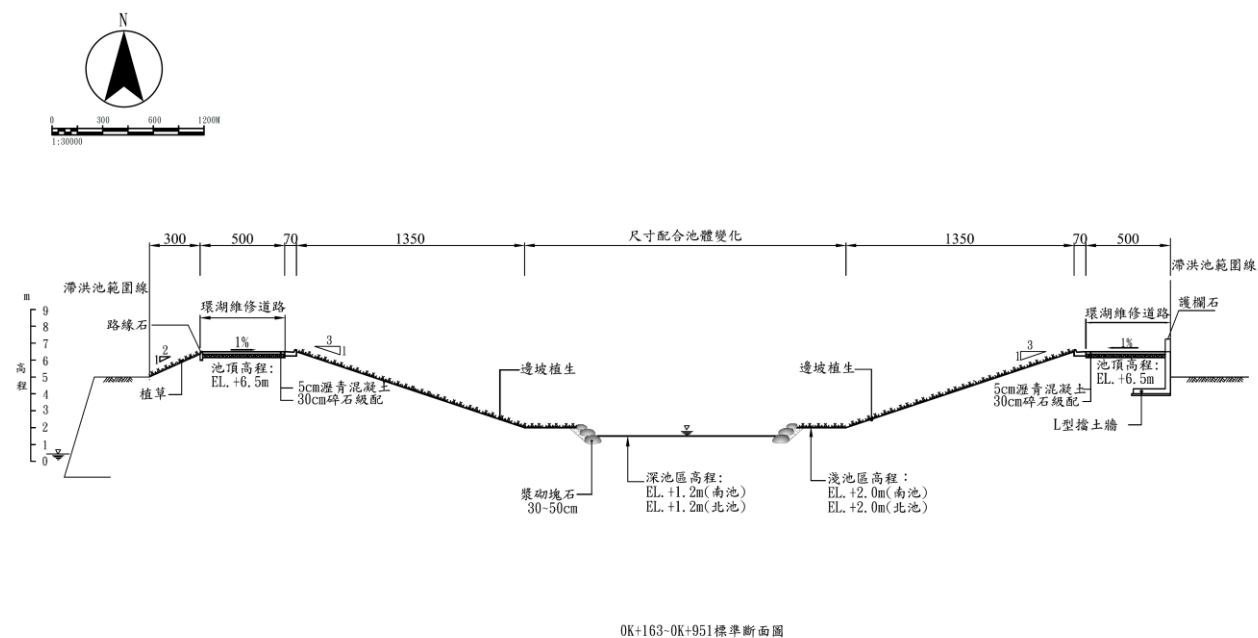
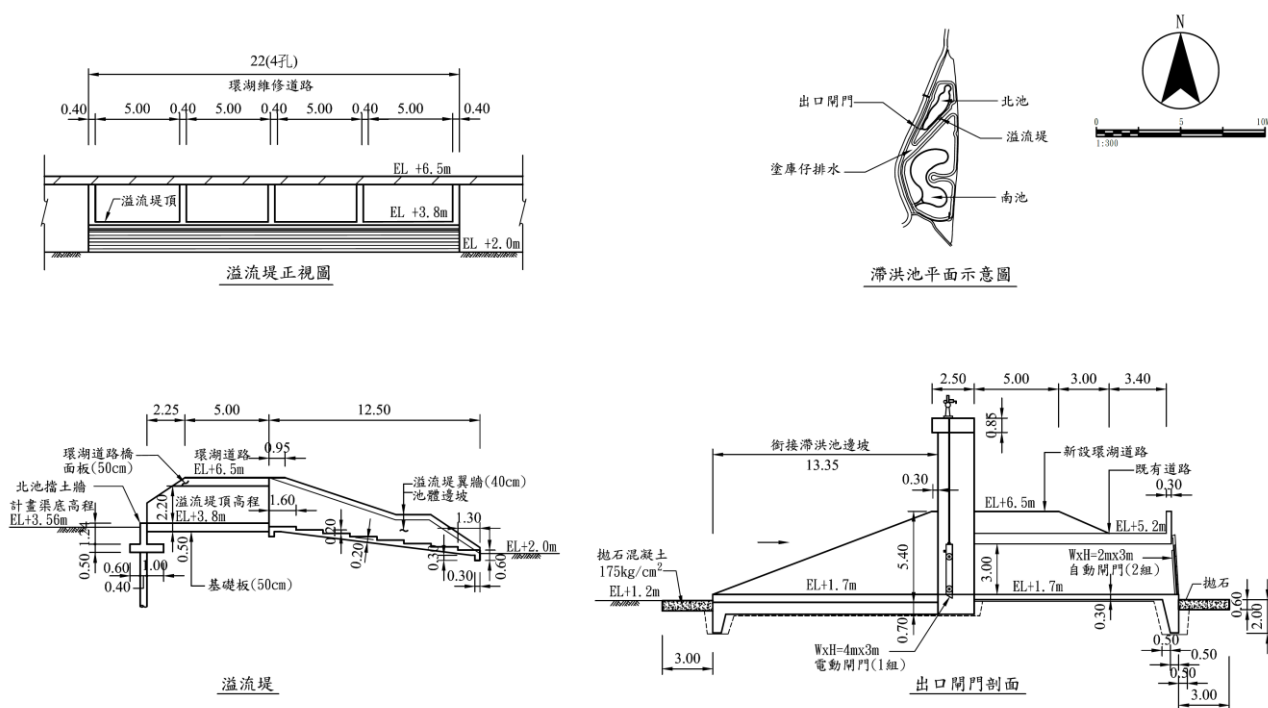
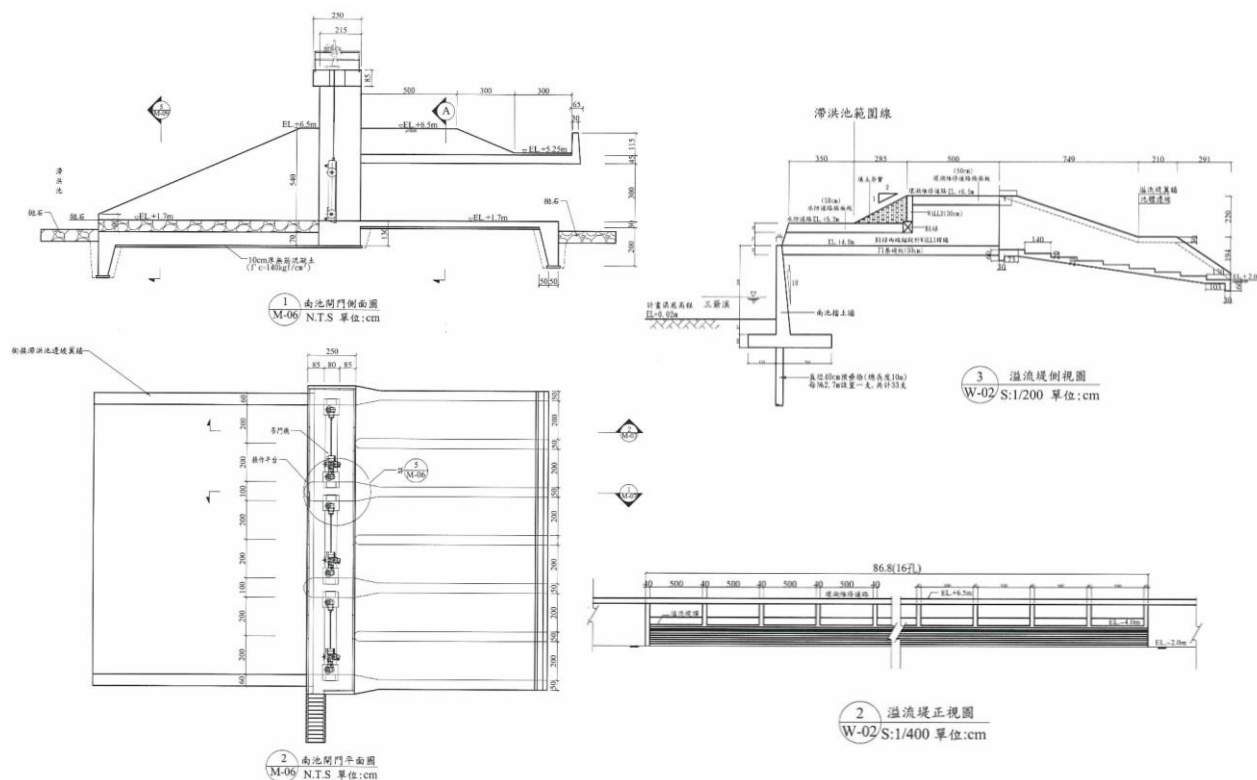


圖 2-12 仁德滯洪池標準斷面圖

(資料來源：「三爺溪排水仁德滯洪池治理工程」，經濟部水利署第六河川局，民國 103 年)



(a)北池



(b)南池

圖 2-13 仁德滯洪池溢流堤及閘門尺寸

(資料來源：「三爺溪排水仁德滯洪池治理工程」，經濟部水利署第六河川局，民國 103 年)



圖 2-14 仁德滯洪池進出口型式流向及現勘照片

(資料來源：本研究蒐集彙整)

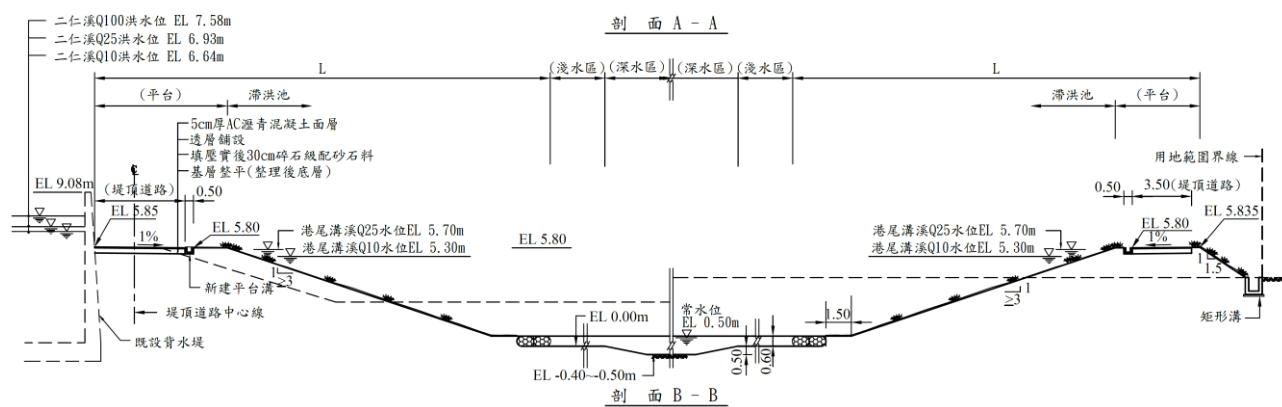
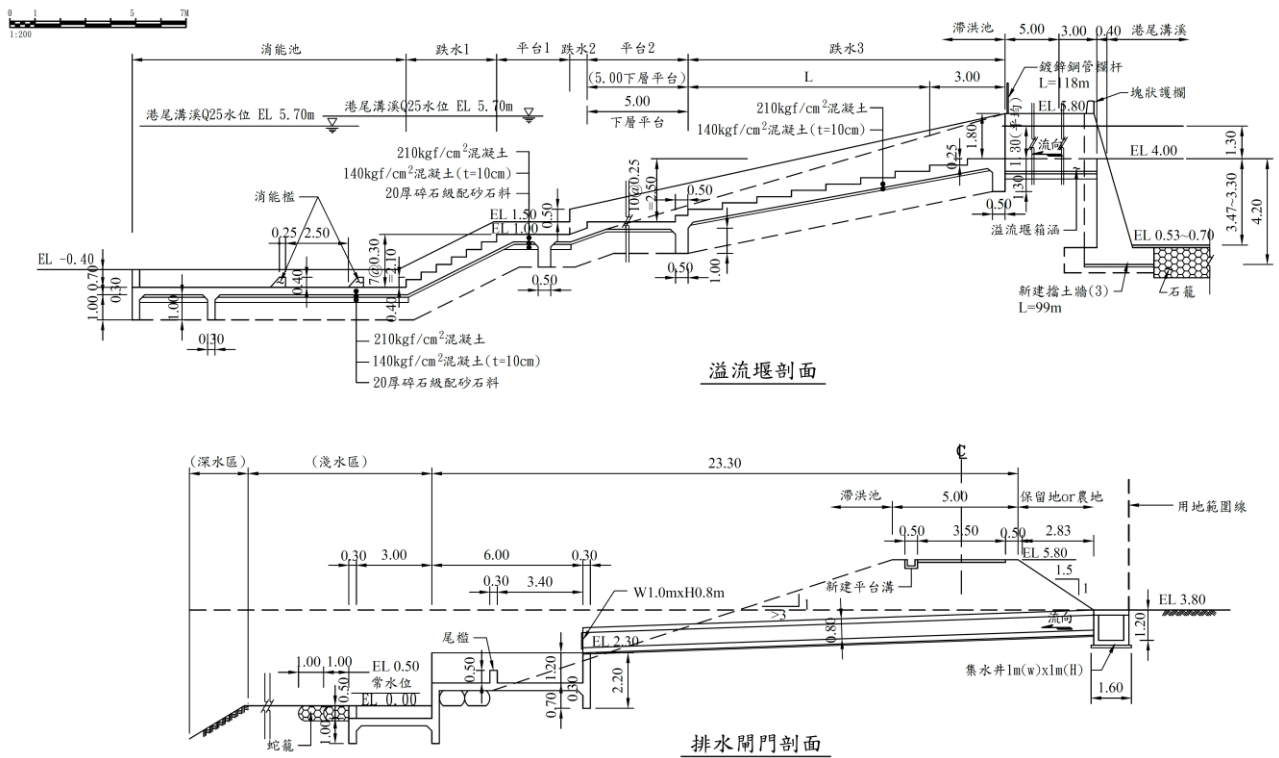


圖 2-15 港尾溝滯洪池標準斷面圖

(資料來源：「三爺溪排水仁德滯洪池治理工程」，臺南市政府水利局，民國 102 年)



資料來源:臺南市政府水利局,「港尾溝溪排水出口改善工程(滯洪池及抽水機平台工程)」竣工圖102.2。

圖 2-16 港尾溝滯洪池溢流堰及閘門尺寸

(資料來源：「港尾溝溪排水出口改善工程(滯洪池及抽水機平台工程)」，臺南市政府水利局，民國 102 年)



圖 2-17 港尾溝滯洪池進出口型式流向及現勘照片

(資料來源：本研究蒐集彙整)

2. 抽水站與移動式抽水機

演算範圍內共設有 174 站抽水站，其中包含固定式抽水站 36 站及移動式抽水站 138 站，分布位置如圖 2-18 所示，固定式抽水站之概況如表 2-8 所示，統計總抽水量 451.1cms。臺南市政府所轄之抽水站管理屬臺南市政府水利局水門抽水站管理科業務。

表2-8 演算範圍內抽水站概況表

抽水站	排水出口 (mm)	保護面積 (ha)	總抽水量 (CMS)	總組數	抽水量×組	揚程 (M)	最低水位	最高水位	內水	TWD97 X座標	TWD97 Y座標
永康分洪站	1350	1926.0	32.0	8	4.0*8	5.20	2.20	3.40	永康大排	173535.93	2550778.89
三崁店抽水站	1350	44.0	12.0	3	4.0*3	4.50	1.00	3.00	三崁店社區	172489.08	2550474.18
永康抽水站	4500	1926.0	41.5	5	8.3*5	3.00	0.50	5.40	永康大排	170935.19	2549253.04
永康東抽水站	1800	1926.0	25.5	3	8.5*3	4.50	1.00	5.00	永康大排	170986.90	2549341.36
和順寮抽水站	1000	192.0	4.0	2	2.0*2	3.10	0.80	3.00	忘憂湖滯洪池	171969.33	2551030.59
安定抽水站	1100	565.0	10.0	4	2.5*4	4.50	4.20	6.50	安定排水	172243.47	2558426.87
九份子	1350 700	164.0	12.0	6	4.0*2 1.0*4	5.00	0.90	2.50	九份子生態池	166275.62	2546243.92
北安抽水站	1850	86.0	32.0	4	8.0*4	4.80	0.50	2.70	鄭仔寮社區	167908.09	2546711.11
賢北街抽水平台	500	1.0	0.5	1	0.5*1	6.00	0.75	2.90	賢北、大港里	166139.45	2545724.18
文賢抽水站	1350	80.0	16.0	4	4.0*4	5.00	-0.40	1.20	大港寮社區	166489.47	2545988.02
安平抽水站	500 1000	41.0	15.2	8	2.6*2 3.0*2 1.0*4	0.00	-2.43	-0.23	安平老街	164009.35	2544318.69
鯤鯓抽水站	1200	34.0	8.0	4	2.0*4	3.52	-0.88	1.22	鯤鯓社區	165206.52	2540258.65
喜樹抽水站	1500	153.4	25.0	5	5.0*5	3.95	-1.50	1.80	喜樹大排A幹線	165930.16	2539457.24
灣裡抽水站	1650	65.0	19.8	3	6.6*3	5.20	-1.50	1.70	灣裡社區	166082.57	2535513.92
安中抽水站	1200	5.0	7.0	2	3.5*2	4.00	-0.10	3.00	本淵中排一	163885.55	2549546.57
天馬抽水站	1100	4.0	5.0	2	2.5*2	3.50	-0.30	2.10	淵中排水	164784.28	2548987.71
海西抽水站	1100	4.0	6.0	4	2.5*2 0.5*2	3.50	-0.30	2.10	海尾寮社區下水道	165030.19	2548975.24
海東抽水站	1100	4.0	7.0	3	2.5*2 2.0*1	4.00	-0.30	2.10	本淵寮社區下水道	165229.49	2549782.55

表2-8 演算範圍內抽水站概況表

抽水站	排水出口 (mm)	保護面積 (ha)	總抽水量 (CMS)	總組數	抽水量×組	揚程 (M)	最低水位	最高水位	內水	TWD97 X座標	TWD97 Y座標
海尾寮抽水站	900	6.0	3.0	2	1.5*2	3.50	-0.30	2.10	海尾寮社區下水道	166104.66	2548670.18
鹿耳門抽水站	1200	37.6	12.0	4	3.0*4	3.52	-0.50	1.50	鹿耳社區下水道	159975.25	2548639.26
大灣小排七站	1350	100.0	10.0	3	4.0*2 2.0*1	3.00	5.50	7.40	大灣A幹線	173613.67	2545916.88
崑山抽水站	1800	300.0	21.0	3	7.0*3	6.00	2.00	7.30	大灣B幹線	173194.63	2544158.21
土庫抽水站	1350	287.0	21.0	6	3.0*4 4.5*2	4.00	2.40	6.30	土庫排水 石橋仔排水	173053.26	2542575.32
港尾溝抽水站	500	289.4	0.0	5	0.5*5 0.5*6(移抽)	6.50	0.50	4.00	港尾溝滯洪池	171036.86	2535420.74
田厝抽水站	1500	74.1	9.0	2	4.5*2	4.50	1.20	4.00	田厝里社區	171746.93	2537831.21
二層行抽水站	1200	78.0	9.0	3	3.0*3	4.00	0.85	4.50	二層行排水	169872.14	2536312.82
保安抽水站	1800	546.0	48.0	6	8.0*6	2.70	1.70	4.80	港尾溝支線	171150.97	2535663.77
正義抽水站	1000	0.0	6.0	3	2.0*3	6.90	2.30	6.00	區域箱涵	173110.13	2541666.94
社內抽水站	1200	120.0	12.0	4	3.0*4	4.90	1.80	4.40	社內/新和里	175812.15	2553093.05
坐駕抽水站	1200	80.0	4.8	2	2.4*2	6.58	0.30	7.80	座駕排水	177200.24	2556198.11
三舍抽水站	1200	80.0	4.8	2	2.4*2	6.58	0.30	7.80	三舍排水	177400.87	2555322.26
豐華抽水站	1000	60.0	3.0	3	1.0*3	3.60	0.50	3.00	豐華社區	173583.46	2554067.72
大洲抽水站	1000	40.0	6.0	3	2.0*3	4.30	1.50	4.70	大洲里社區	174169.78	2552503.26
新市衛生排	500	66.0	1.0	2	0.5*2	3.00	0.60	5.00	新市衛生排水	176459.55	2553477.45
新和重劃一	500	1.0	1.0	2	0.5*2	2.00	4.00	7.50	新和重劃區	176828.23	2553442.42
新和重劃二	500	2.0	1.0	2	0.5*2	2.00	4.00	7.50	新和重劃區	176992.37	2553485.92

(資料來源：臺南市政府資料開放平台)

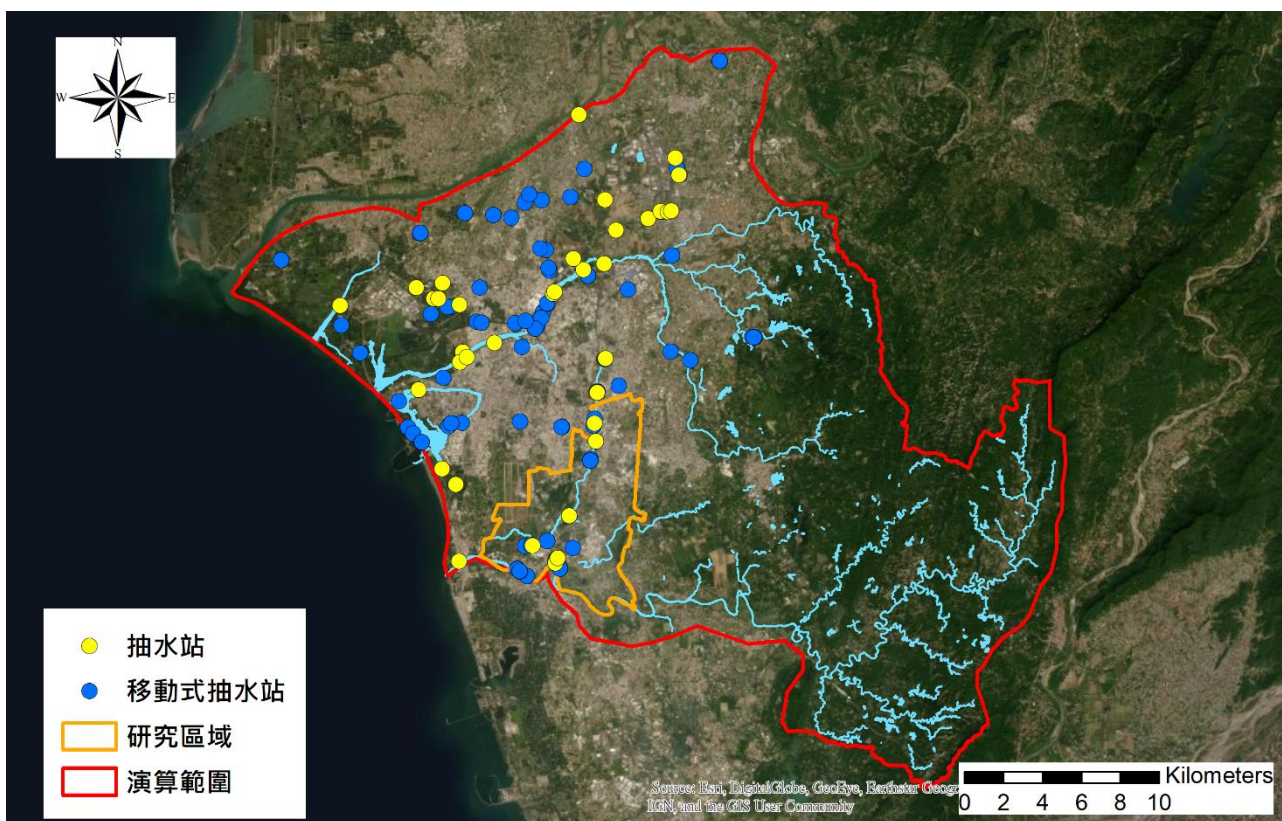


圖 2-18 演算範圍內抽水站分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

五、都市計畫與土地使用分區管制

本計畫之研究區為臺南市仁德區，有「仁德都市計畫」、「仁德(文賢地區)都市計畫」、「高速公路臺南交流道附近特定區計畫」及「臺南都會公園特定區計畫」等 4 個都市計畫區，位置分布如圖 2-19，其計畫目標年分別為民國 110 年、115 年、115 年及 117 年，本計畫依據都市計畫土地使用分區類別表及「都市計畫書圖製作要點」規定其 RGB 顏色及圖例，分別繪製都市計畫之土地使用分區如圖 2-20 所示。

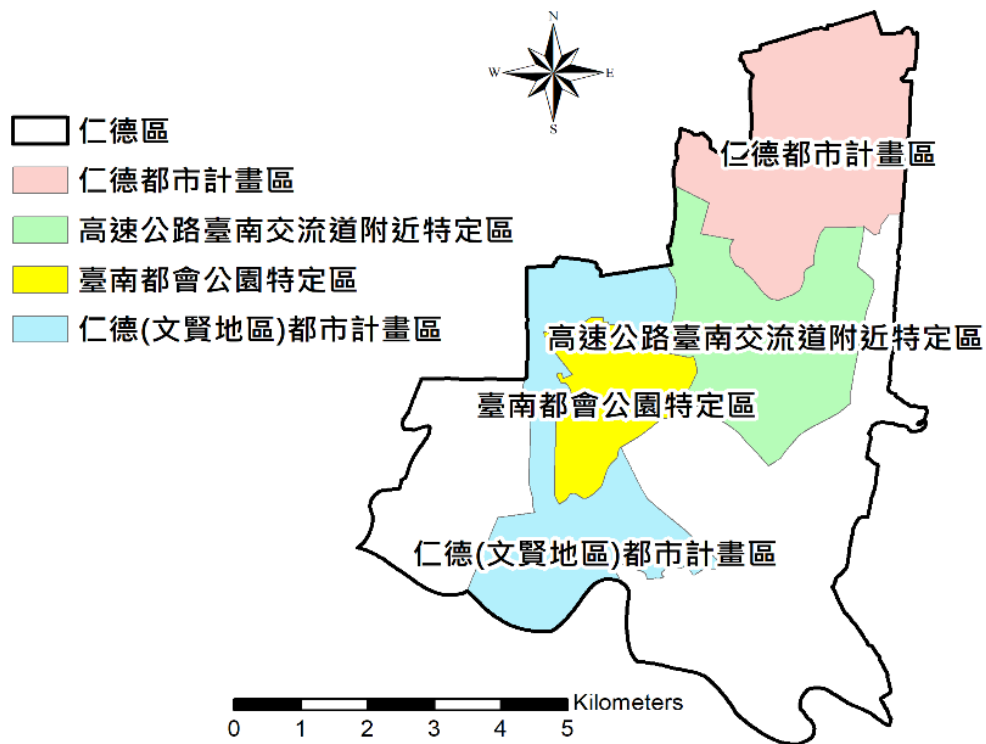


圖 2-19 研究區域都市計畫區分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

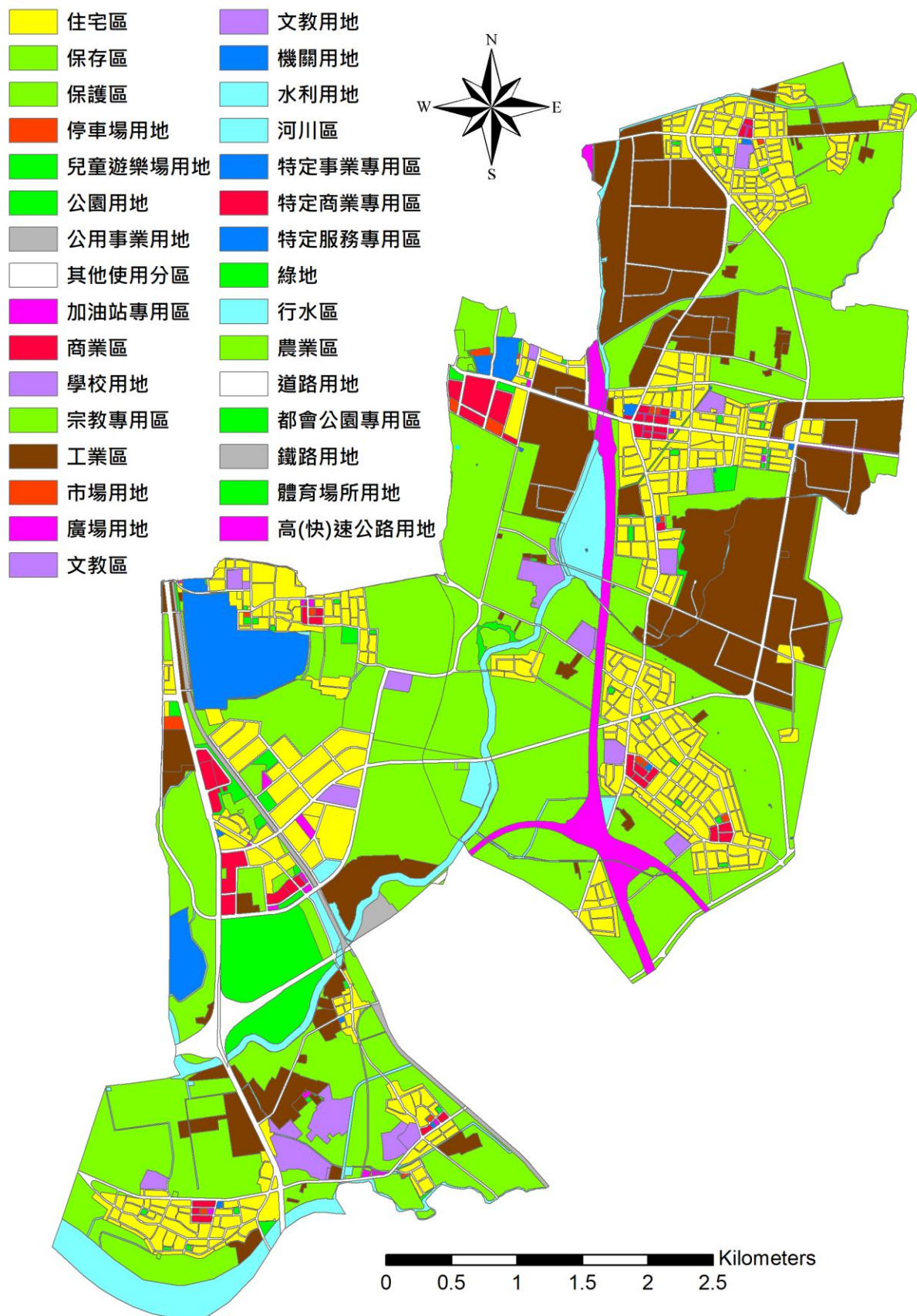


圖 2-20 研究區域都市計畫土地使用分區圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

第二節 文獻分析

壹、SCS 曲線號碼法(Soil Conservation Service Curve Number Method)

降雨—逕流的研究大約可追溯到 1674 年，法國學者 Perreault 利用法國巴黎塞納河的實測雨量記錄 P_a 與估算的年逕流量 Q_a ，得出 $Q_a = P_a/6$ 的關係式(Linsley, 1982)，以現代水文學的觀點來看，這個關係式省略了相當多因素，但時至今日，由降雨量乘上百分比換算成逕流量的概念仍然被廣泛使用，如合理化公式(Rational formula)中的逕流係數(Coefficient of runoff)等。

通常降雨逕流模型的基本型式可表示為：

$$Q = P - L \quad (1)$$

其中 Q 是總逕流量， P 是總降雨量， L 是水文扣除量(Hydrologic abstractions)，例如蒸發、蒸散、窪蓄、截流和入滲等，為了瞭解入滲或水文扣除量與逕流量之關係，本計畫將利用曲線號碼法(SCS-CN method)進行有效降雨量和入滲總量之計算，曲線號碼法為美國自然資源保育局(National Resources Conservation Service, NRCS)的前身土壤保持局(Soil Conservation Service)於 1954 年所開發，並且被收錄於其出版的國家工程手冊第 4 部(National Engineering Handbook Section4, NEH-4)之中，由於曲線號碼法考慮了包含土壤類型、土地利用、地表條件及臨前水分條件等流域特徵，加上該方法簡單且容易理解和應用的特性，因此被廣泛的接受及使用(Mishra and Singh, 2003)。

國內同樣有許多應用曲線號碼法進行的研究，例如盧惠生(1985)利用曲線號碼法，根據過往逕流實驗資料，建立臺灣重要坡地作物於不同水土保持處理下之值。謝平城等人(2008)利用後龍溪流域實測資料所得之逕流係數與由曲線號碼法推估之逕流係數進行比較，發現推估逕流係數有略大於實測逕流係數的現象，並提出就工程設計面考量，建議採用推估值較為安全，後續將針對曲線號碼法的原理以及各項參數進行介紹。

一、基本方程式及假設

SCS 曲線號碼法是建立在水平衡方程式以及兩個基本假設基礎之上，第一個假設為地表直接逕流量(Direct surface runoff)即超滲降雨(Rainfall excess) P_e 與總降雨量(Total rainfall) P 之比值和實際滲透量(Actual infiltration)即逕流開始後的實際滯留量 D 與潛在最大滯留量

(Potential maximum retention) S' 之比值相等。第二個假設則是初期扣除量(Initial abstraction) I_a 與潛在最大滯留量 S' 相關。

若不考慮初期扣除量時，則 SCS 曲線號碼法可表示為(王如意等，1997)：

$$P = D + P_e \quad (2)$$

$$\frac{D}{S'} = \frac{P_e}{P} \quad (3)$$

將(2)式代入(3)式，可得：

$$P_e = \frac{P^2}{(P + S')} \quad (4)$$

若考慮初期扣除量 I_a ，則 SCS 曲線號碼法可表示為：

$$P = I_a + D + P_e \quad (5)$$

$$\frac{D}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (6)$$

其中 $S = S' + I_a$ ，同樣將(5)式代入(6)式，則可得：

$$P_e = \begin{cases} 0 & \text{for } P \leq I_a \\ \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} & \text{for } P > I_a \end{cases} \quad (7)$$

上式即為考慮初期扣除量的情形下，降雨量與超滲降雨之間的關係。

二、初期扣除量

初期扣除量 I_a 包含了窪蓄、截留與蒸發散等無法成為地表逕流的部份，根據曲線號碼法基本假設，可表示為：

$$I_a = \lambda S \quad (8)$$

其中 λ 常視土壤類型、土地利用以及氣候條件等因素而定，其值範圍大約介於 0 至 0.3 之間(Mishra and Singh, 2003; Mimikou et al., 2016)，而美國水土保持局在試驗集水區所得之數據(USDA, 1986)，得出經驗關係式 $I_a = 0.2S$ ，因此式(7)可改寫為：

$$P_e = \begin{cases} 0 & \text{for } P \leq 0.2S \\ \frac{(P - 0.2S_{0.2})^2}{P + 0.8S_{0.2}} & \text{for } P > 0.2S \end{cases} \quad (9)$$

隨著人口增加和經濟的高速發展，都市化程度不斷增加，使得不透水面積也隨之增加，若使用(9)式，超滲降雨將會被低估，根據 Hawkins(2002)等人的研究顯示，初始扣除量 $I_a = 0.05S$ 更適用於都市化程度較高的集水區，因此都市化程度較高之集水區域降雨與超滲降雨之間的關係式為：

$$P_e = \begin{cases} 0 & \text{for } P \leq 0.05S \\ \frac{(P - 0.05S_{0.05})^2}{P + 0.95S_{0.05}} & \text{for } P > 0.05S \end{cases} \quad (10)$$

三、潛在最大滯留量

潛在最大滯留量 S 可透過如土壤類型(Soil type)、土地利用型式(Land use)、水文條件(Hydrologic condition)以及臨前水分條件(Antecedent moisture condition, AMC)等定出 CN 值後計算而得， S 和 CN 之關係如下：

$$S = \begin{cases} \frac{1000 - 10CN}{CN} & \text{英制(inch)} \\ \frac{25400 - 254CN}{CN} & \text{公制(mm)} \end{cases} \quad (11)$$

四、土壤類型

美國自然資源保育局(NRCS)根據土壤的最小入滲率以及水力傳導係數將土壤分為 A、B、C、D 四類，其中 A 類土壤為在完全濕潤的條件下，具有較高入滲能力之土壤，例如砂土(Sand)、壤質砂土(Loamy sand)和砂質壤土(Sand loam)等，其入滲率每小時 0.30 英吋以上(7.62 mm/hr)，B 類土壤為在完全濕潤的條件下，入滲能力中等之土壤，例如粉質壤土(Silt loam)和壤土(Loam)等，其入滲率介於每小時 0.15-0.30 英吋之間(3.81-7.62 mm/hr)，C 類土壤為在完全濕潤的條件下，入滲能力較低之土壤，例如砂質黏壤土(Sandy clay loam)等，其入滲率介於每小時 0.05-0.15 英吋之間(1.27-3.81 mm/hr)，D 類土壤為在完全濕潤的條件下，入滲能力最低之土壤，例如黏質壤土(Clay loam)、粉質黏壤土(Silty clay loam)、砂質黏土(Sandy clay)、粉質黏土(Silty clay)和黏土(Clay)等，其入滲率介於每小時 0-0.05 英吋之間(0-1.27 mm/hr)(USDA, 1986)，如

表 2-9 所示。

表2-9 美國自然資源保護局土壤質地分類表

分類群組	土壤質地種類	入滲率(in/hr)
A	砂土(Sand) 壤質砂土(Loamy sand) 砂質壤土(Sand loam)	>0.3
B	粉質壤土(Silt loam) 壤土(Loam)	0.15-0.30
C	砂質黏壤土(Sandy clay loam)	0.05-0.15
D	黏質壤土(Clay loam) 粉質黏壤土(Silty clay loam) 砂質黏土(Sandy clay) 粉質黏土(Silty clay) 黏土(Clay)	0-0.05

(資料來源：Urban Hydrology for Small Watersheds, USDA, 1986)

五、臨前水分條件

臨前降雨條件(AMC)是指土壤表面的濕度或是指降雨事件發生前土壤的飽和度，如果土壤為完全飽和狀態，則全部降雨將全部變為地表逕流而沒有入滲損失，反之若土壤為完全乾燥狀態，則全部降雨將可能完全被土壤吸收，導致無地表逕流量，因此臨前水分條件對於降雨逕流的過程影響甚大，土壤臨前水分條件可分為三個類別，分別為 AMC I、AMC II、AMC III，其中 AMC I 表示土壤為乾燥的狀態，AMC III 表示土壤接近飽和狀態，而 AMC II 則表示土壤為介於前述兩種極端情形之間的正常狀態，根據美國國家工程手冊(NEH-4)，臨前水分條件的判定可利用降雨事件發生前 5 日累積雨量作為判斷標準，如表 2-10 所示。

表2-10 土壤臨前水分條件

臨前水分條件	臨前5日降雨量(mm)	
	休眠季節(Dormant season)	生長季節(Growing season)
AMC I	<13	<36
AMC II	13-28	36-53
AMC III	>28	>53

(資料來源：Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Mishra and Singh, 2003)

CN 值在實際應用上時，需根據土壤臨前水分條件進行轉換，轉換表可參考附表 3-1，或利用(12)式及(13)式進行 CN 值之轉換(Ponce and Hawkins, 1996)：

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.281 - 0.01281CN_{II}} \quad (12)$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.427 - 0.00573CN_{II}} \quad (13)$$

六、土地利用

土地利用除了表示土壤系統最上層の利用情形之外，對入滲也會有一定的影響，例如都市區中道路的鋪設或是商業區、工業區及住宅區的設置都會改變不透水面積的比例，進而影響入滲量以及地表逕流，而農業用地的土壤滲透性雖然相對於都市區來說更佳，但是也會隨著各種植物的種類、耕作方式、水文條件或者覆蓋程度也會有所差異，附表 3-2 至附表 3-5 為美國自然資源保育局所列在臨水水分條件為第二類(AMC II)且初始扣除量 $I_a = 0.2S$ 狀況下各種土地利用情形之 CN 值。

貳、土地使用規劃相關法規蒐集

本計畫蒐集與土地使用規劃相關之法規整理如表 2-11，土地使用的原則、限制。

表2-11 土地使用規劃相關法規

國土計畫法		(修正施行日期：民國109年4月21日)
第 6 條	國土計畫之規劃基本原則如下： 一、國土規劃應配合國際公約及相關國際性規範，共同促進國土之永續發展。 二、國土規劃應考量自然條件及水資源供應能力，並因應氣候變遷，確保國土防災及應變能力。 三、國土保育地區應以保育及保安為原則，並得禁止或限制使用。 四、海洋資源地區應以資源永續利用為原則，整合多元需求，建立使用秩序。 五、農業發展地區應以確保糧食安全為原則，積極保護重要農業生產環境及基礎設施，並應避免零星發展。 六、城鄉發展地區應以集約發展、成長管理為原則，創造寧適和諧之生活環境及有效率之生產環境確保完整之配套公共設施。 七、都會區域應配合區域特色與整體發展需要，加強跨域整合，達成資源互補，強化區域機能提升競爭力。 八、特定區域應考量重要自然地形、地貌、地物、文化特色及其他法令所定之條件，實施整體規劃。	

	九、國土規劃涉及原住民族之土地，應尊重及保存其傳統文化、領域及智慧，並建立互利共榮機制。 十、國土規劃應力求民眾參與多元化及資訊公開化。 十一、土地使用應兼顧環境保育原則，建立公平及有效率之管制機制。
第 15 條	全國國土計畫公告實施後，直轄市、縣（市）主管機關應依中央主管機關規定期限，辦理直轄市、縣（市）國土計畫之擬訂或變更。但其全部行政轄區均已發布實施都市計畫或國家公園計畫者，得免擬訂直轄市、縣（市）國土計畫。 直轄市、縣（市）主管機關未依前項規定期限辦理直轄市、縣（市）國土計畫之擬訂或變更者，中央主管機關得逕為擬訂或變更，並準用第十一條至第十三條規定程序辦理。 國土計畫公告實施後，擬訂計畫之機關應視實際發展情況，全國國土計畫每十年通盤檢討一次，直轄市、縣（市）國土計畫每五年通盤檢討一次，並作必要之變更。但有下列情事之一者，得適時檢討變更之： 一、因戰爭、地震、水災、風災、火災或其他重大事變遭受損壞。 二、為加強資源保育或避免重大災害之發生。 三、政府興辦國防、重大之公共設施或公用事業計畫。 四、其屬全國國土計畫者，為擬訂、變更都會區域或特定區域之計畫內容。 五、其屬直轄市、縣（市）國土計畫者，為配合全國國土計畫之指示事項。 前項第一款、第二款及第三款適時檢討變更之計畫內容及辦理程序得予以簡化；其簡化之辦法，由中央主管機關定之。
區域計畫法 (修正施行日期：民國89年1月26日)	
第 13 條	區域計畫公告實施後，擬定計畫之機關應視實際發展情況，每五年通盤檢討一次，並作必要之變更。但有左列情事之一者，得隨時檢討變更之： 一、發生或避免重大災害。 二、興辦重大開發或建設事業。 三、區域建設推行委員會之建議。 區域計畫之變更，依第九條及第十條程序辦理；必要時上級主管機關得比照第六條第二項規定變更之。
第 15-1 條	區域計畫完成通盤檢討公告實施後，不屬第十一條之非都市土地，符合非都市土地分區使用計畫者，得依左列規定，辦理分區變更： 一、政府為加強資源保育須檢討變更使用分區者，得由直轄市、縣（市）政府報經上級主管機關核定時，逕為辦理分區變更。 二、為開發利用，依各該區域計畫之規定，由申請人擬具開發計畫，檢同有關文件，向直轄市、縣（市）政府申請，報經各該區域計畫擬定機關許可後，辦理分區變更。 區域計畫擬定機關為前項第二款計畫之許可前，應先將申請開發案提報各該區域計畫委員會審議之。
第 15-2 條	依前條第一項第二款規定申請開發之案件，經審議符合左列各款條件，得許可開發： 一、於國土利用係屬適當而合理者。 二、不違反中央、直轄市或縣（市）政府基於中央法規或地方自治法規所為之土地利用或環境保護計畫者。 三、對環境保護、自然保育及災害防止為妥適規劃者。

	四、與水源供應、鄰近之交通設施、排水系統、電力、電信及垃圾處理等公共設施及公用設備服務能相互配合者。 五、取得開發地區土地及建築物權利證明文件者。 前項審議之作業規範，由中央主管機關會商有關機關定之。
都市計畫法 (修正施行日期：民國109年1月15日)	
第 22 條	細部計畫應以細部計畫書及細部計畫圖就左列事項表明之： 一、計畫地區範圍。 二、居住密度及容納人口。 三、土地使用分區管制。 四、事業及財務計畫。 五、道路系統。 六、地區性之公共設施用地。 七、其他。 前項細部計畫圖比例尺不得小於一千二百分之一。
第 26 條	都市計畫經發布實施後，不得隨時任意變更。但擬定計畫之機關每三年內或五年內至少應通盤檢討一次，依據發展情況，並參考人民建議作必要之變更。對於非必要之公共設施用地，應變更其使用。 前項都市計畫定期通盤檢討之辦理機關、作業方法及檢討基準等事項之實施辦法，由內政部定之。
第 27 條	都市計畫經發布實施後，遇有左列情事之一時，當地直轄市、縣（市）（局）政府或鄉、鎮、縣轄市公所，應視實際情況迅行變更： 一、因戰爭、地震、水災、風災、火災或其他重大事變遭受損壞時。 二、為避免重大災害之發生時。 三、為適應國防或經濟發展之需要時。 四、為配合中央、直轄市或縣（市）興建之重大設施時。 前項都市計畫之變更，內政部或縣（市）（局）政府得指定各該原擬定之機關限期為之，必要時，並得逕為變更。
區域計畫法施行細則 (修正施行日期：民國102年10月23日)	
第 5 條	本法第七條第九款所定之土地分區使用計畫，包括土地使用基本方針、環境敏感地區、土地使用計畫、土地使用分區劃定及檢討等相關事項。 前項所定環境敏感地區，包括天然災害、生態、文化景觀、資源生產及其他環境敏感等地區。
第 10 條	區域土地應符合土地分區使用計畫，並依下列規定管制： 一、都市土地：包括已發布都市計畫及依都市計畫法第八十一條規定為新訂都市計畫或擴大都市計畫而先行劃定計畫地區範圍，實施禁建之土地；其使用依都市計畫法管制之。 二、非都市土地：指都市土地以外之土地；其使用依本法第十五條規定訂定非都市土地使用管制規則管制之。 前項範圍內依國家公園法劃定之國家公園土地，依國家公園計畫管制之。
第 11 條	非都市土地得劃定為下列各種使用區： 一、特定農業區：優良農地或曾經投資建設重大農業改良設施，經會同農業主管機關認為必須加以特別保護而劃定者。 二、一般農業區：特定農業區以外供農業使用之土地。

	三、工業區：為促進工業整體發展，會同有關機關劃定者。 四、鄉村區：為調和、改善農村居住與生產環境及配合政府興建住宅社區政策之需要，會同有關機關劃定者。 五、森林區：為保育利用森林資源，並維護生態平衡及涵養水源，依森林法等有關法規，會同有關機關劃定者。 六、山坡地保育區：為保護自然生態資源、景觀、環境，與防治沖蝕、崩塌、地滑、土石流失等地質災害，及涵養水源等水土保持，依有關法規，會同有關機關劃定者。 七、風景區：為維護自然景觀，改善國民康樂遊憩環境，依有關法規，會同有關機關劃定者。 八、國家公園區：為保護國家特有之自然風景、史蹟、野生物及其棲息地，並供國民育樂及研究，依國家公園法劃定者。 九、河川區：為保護水道、確保河防安全及水流宣洩，依水利法等有關法規，會同有關機關劃定者。 十、海域區：為促進海域資源與土地之保育及永續合理利用，防治海域災害及環境破壞，依有關法規及實際用海需要劃定者。 十一、其他使用區或特定專用區：為利各目的事業推動業務之實際需要，依有關法規，會同有關機關劃定並註明其用途者。
都市計畫法臺灣省施行細則 (修正施行日期：民國109年3月31日)	
第 27 條	保護區為國土保安、水土保持、維護天然資源與保護環境及生態功能而劃定，在不妨礙保護區之劃定目的下，經縣（市）政府審查核准，得為下列之使用： 一、國防所需之各種設施。 二、警衛、保安、保防、消防設施。 三、臨時性遊憩及露營所需之設施。 四、公用事業、社會福利事業所必需之設施。 五、採礦之必要附屬設施：電力設備、輸送設備及交通運輸設施。 六、土石方資源堆置處理。 七、廢棄物資源回收、貯存場及其附屬設施。 八、水質淨化處理設施及其附屬設施。 九、造林及水土保持設施。 十、為保護區內地形、地物所為之工程。 - 十一、汽車運輸業所需之停車場、客、貨運站及其必需之附屬設施。 - 十二、危險物品及高壓氣體儲藏、分裝等。 - 十三、溫泉法施行前，已開發溫泉使用之溫泉井及溫泉儲槽。但土地使用面積合計不得超過十平方公尺。 - 十四、休閒農業設施。 - 十五、農村再生相關公共設施。 - 十六、自然保育設施。 - 十七、綠能設施。 - 十八、原有合法建築物拆除後之新建、改建、增建。除寺廟、教堂、宗祠外，其高度不得超過三層或十點五公尺，建蔽率最高以百分之六十為限，建築物最大基層面積不得超過一百六十五平方公尺，建築總樓地板面積不得超過四百九十五平方公尺。土地及建築物除供居住使用及建築物之第一層得作小型商店及飲食店外，不得違反保護區有關土地使用分區之規定。

	十九、都市計畫發布實施前，原有依法實際供農作、養殖、畜牧生產且未停止其使用者，得比照農業區之有關規定及條件，申請建築農舍及農業產銷必要設施。但依規定辦理休耕、休養、停養或有不可抗力等事由，而未實際供農作、養殖、畜牧等使用者，視為未停止其使用。 前項第一款至第十六款設施之申請，縣（市）政府於辦理審查時，應依據地方實際情況，對於其使用面積、使用條件及有關管理維護事項作必要之規定。
都市計畫定期通盤檢討實施辦法 (修正施行日期：民國106年4月18日)	
第 5 條	都市計畫通盤檢討前應先進行計畫地區之基本調查及分析推計，作為通盤檢討之基礎，其內容至少應包括下列各款： 一、自然生態環境、自然及人文景觀資源、可供再生利用資源。 二、災害發生歷史及特性、災害潛勢情形。 三、人口規模、成長及組成、人口密度分布。 四、建築密度分布、產業結構及發展、土地利用、住宅供需。 五、公共設施容受力。 六、交通運輸。 都市計畫通盤檢討時，應依據前項基本調查及分析推計，研擬發展課題、對策及願景，作為檢討之依據。
第 6 條	都市計畫通盤檢討時，應依據都市災害發生歷史、特性及災害潛勢情形，就都市防災避難場所及設施、流域型蓄洪及滯洪設施、救災路線、火災延燒防止地帶等事項進行規劃及檢討，並調整土地使用分區或使用管制。
都市計畫公共設施用地多目標使用辦法 (修正施行日期：民國106年9月20日)	
第 2-1 條	公共設施用地申請作多目標使用，如為新建案件者，其興建後之排水逕流量不得超出興建前之排水逕流量。
第 3 條	公共設施用地多目標使用之用地類別、使用項目及准許條件，依附表之規定。但作下列各款使用者，不受附表之限制： 一、依促進民間參與公共建設法相關規定供民間參與公共建設之附屬事業用地，其容許使用項目依都市計畫擬定、變更程序調整。 二、捷運系統及其轉乘設施、公共自行車租賃系統、公共運輸工具停靠站、節水系統、環境品質監測站、氣象觀測站、地震監測站及都市防災救災設施使用。 三、地下作自來水、再生水、下水道系統相關設施或滯洪設施使用。 四、面積在零點零五公頃以上，兼作機車、自行車停車場使用。 五、閒置或低度利用之公共設施，經直轄市、縣（市）政府都市計畫委員會審議通過者，得作臨時使用。 六、依公有財產法令規定辦理合作開發之公共設施用地，其容許使用項目依都市計畫擬定、變更程序調整。 七、建築物設置太陽能、小型風力之發電相關設施使用及電信天線使用。
都市計畫農業區變更使用審議規範 (修正施行日期：民國107年1月25日)	
二十二之一點	申請變更使用之土地開發後，包含基地之各級集水區，應以二十五年發生一次暴雨產生對外排放逕流量總和，不得超出開發前之逕流量總和，並應以一百年發生一次暴雨強度之計算標準提供滯洪設施，以阻絕因基地開發增加之逕流量。有關逕流係數之採用，得參考行政院農業委員會訂頒之水土保持技術規範，並取上限值計算。

	前項逕流量之計算，應經依法登記開業之相關專業技師簽證。但由政府相關專業機關提供，並由機關內依法取得相當類科技師證書者為之者，不在此限。 第一項滯洪設施面積之計算標準，山坡地開發案件，如水土保持法相關規定另有規定者，從其規定。
非都市土地使用管制規則 (修正施行日期：民國109年3月30日)	
第 6 條	非都市土地經劃定使用分區並編定使用地類別，應依其容許使用之項目及許可使用細目使用。但中央目的事業主管機關認定為重大建設計畫所需之臨時性設施，經徵得使用地之中央主管機關及有關機關同意後，得核准為臨時使用。中央目的事業主管機關於核准時，應函請直轄市或縣（市）政府將臨時使用用途及期限等資料，依相關規定程序登錄於土地參考資訊檔。中央目的事業主管機關及直轄市、縣（市）政府應負責監督確實依核定計畫使用及依限拆除恢復原狀。 前項容許使用及臨時性設施，其他法律或依本法公告實施之區域計畫有禁止或限制使用之規定者，依其規定。 海域用地以外之各種使用地容許使用項目、許可使用細目及其附帶條件如附表一；海域用地容許使用項目及區位許可使用細目如附表一之一。 非都市土地容許使用執行要點，由內政部定之。 目的事業主管機關為辦理容許使用案件，得視實際需要，訂定審查作業要點。
第 8 條	土地使用編定後，其原有使用或原有建築物不合土地使用分區規定者，在政府令其變更使用或拆除建築物前，得為從來之使用。原有建築物除准修繕外，不得增建或改建。 前項土地或建築物，對公眾安全、衛生及福利有重大妨礙者，該管直轄市或縣（市）政府應限期令其變更或停止使用、遷移、拆除或改建，所受損害應予適當補償。
第 11 條	非都市土地申請開發達下列規模者，應辦理土地使用分區變更： 一、申請開發社區之計畫達五十戶或土地面積在一公頃以上，應變更為鄉村區。 二、申請開發為工業使用之土地面積達十公頃以上或依產業創新條例申請開發為 工業使用之土地面積達五公頃以上，應變更為工業區。 三、申請開發遊憩設施之土地面積達五公頃以上，應變更為特定專用區。 四、申請設立學校之土地面積達十公頃以上，應變更為特定專用區。 五、申請開發高爾夫球場之土地面積達十公頃以上，應變更為特定專用區。 六、申請開發公墓之土地面積達五公頃以上或其他殯葬設施之土地面積達二公頃 以上，應變更為特定專用區。 七、前六款以外開發之土地面積達二公頃以上，應變更為特定專用區。 前項辦理土地使用分區變更案件，申請開發涉及其他法令規定開發所需最小規模者，並應符合各該法令之規定。 申請開發涉及填海造地者，應按其開發性質辦理變更為適當土地使用分區，不受第一項規定規模之限制。

	中華民國七十七年七月一日本規則修正生效後，同一或不同申請人向目的事業主管機關提出二個以上興辦事業計畫申請之開發案件，其申請開發範圍毗鄰，且經目的事業主管機關審認屬同一興辦事業計畫，應累計其面積，累計開發面積達第一項規模者，應一併辦理土地使用分區變更。
第 15 條	非都市土地開發需辦理土地使用分區變更者，申請人於申請開發許可時，得依相關審議作業規範規定，檢具開發計畫申請許可，或僅先就開發計畫之土地使用分區變更計畫申請同意，並於區域計畫擬定機關核准期限內，再檢具使用地變更編定計畫申請許可。 申請開發殯葬、廢棄物衛生掩埋場、廢棄物封閉掩埋場、廢棄物焚化處理廠、營建剩餘土石方資源處理場及土石採取場等設施，應先就開發計畫之土地使用分區變更計畫申請同意，並於區域計畫擬定機關核准期限內，檢具使用地變更編定計畫申請許可。
第 23-3 條	申請人獲准開發許可後，依水利法相關規定需辦理出流管制計畫者，免依第十三條第一項第四款、第二十三條第一項第一款、第二十三條之一第一項及前條整地排水相關規定辦理。
都市更新條例 (修正施行日期：民國108年1月30日)	
第 7 條	有下列各款情形之一時，直轄市、縣（市）主管機關應視實際情況，迅行劃定或變更更新地區，並視實際需要訂定或變更都市更新計畫： 一、因戰爭、地震、火災、水災、風災或其他重大事變遭受損壞。 二、為避免重大災害之發生。 三、符合都市危險及老舊建築物加速重建條例第三條第一項第一款、第二款規定之建築物。 前項更新地區之劃定、變更或都市更新計畫之訂定、變更，中央主管機關得指定該管直轄市、縣（市）主管機關限期為之，必要時並得逕為辦理。
第 8 條	有下列各款情形之一時，各級主管機關得視實際需要，劃定或變更策略性更新地區，並訂定或變更都市更新計畫： 一、位於鐵路場站、捷運場站或航空站一定範圍內。 二、位於都會區水岸、港灣周邊適合高度再開發地區者。 三、基於都市防災必要，需整體辦理都市更新者。 四、其他配合重大發展建設需要辦理都市更新者。
第 9 條	更新地區之劃定或變更及都市更新計畫之訂定或變更，未涉及都市計畫之擬定或變更者，準用都市計畫法有關細部計畫規定程序辦理；其涉及都市計畫主要計畫或細部計畫之擬定或變更者，依都市計畫法規定程序辦理，主要計畫或細部計畫得一併辦理擬定或變更。 全區採整建或維護方式處理，或依第七條規定劃定或變更之更新地區，其更新地區之劃定或變更及都市更新計畫之訂定或變更，得逕由各級主管機關公告實施之，免依前項規定辦理。 第一項都市更新計畫應表明下列事項，作為擬訂都市更新事業計畫之指導： 一、更新地區範圍。 二、基本目標與策略。 三、實質再發展概要： （一）土地利用計畫構想。 （二）公共設施改善計畫構想。 （三）交通運輸系統構想。

	(四) 防災、救災空間構想。 四、其他應表明事項。 依第八條劃定或變更策略性更新地區之都市更新計畫，除前項應表明事項外，並應表明下列事項： 一、劃定之必要性與預期效益。 二、都市計畫檢討構想。 三、財務計畫概要。 四、開發實施構想。 五、計畫年期及實施進度構想。 六、相關單位配合辦理事項。
第 42 條	更新地區劃定或變更後，直轄市、縣（市）主管機關得視實際需要，公告禁止更新地區範圍內建築物之改建、增建或新建及採取土石或變更地形。但不影響都市更新事業之實施者，不在此限。 前項禁止期限，最長不得超過二年。 違反第一項規定者，當地直轄市、縣（市）主管機關得限期命令其拆除、改建、停止使用或恢復原狀。
出流管制計畫書與規劃書審核監督及免辦認定辦法 (發布日期：民國108年2月19日)	
第 2 條	土地開發利用屬下列開發樣態，且面積達二公頃以上，義務人應提出出流管制計畫書： 一、開發可建築用地。 二、學校、圖書館之開發。 三、停車場、駕駛訓練班之開發。 四、公路、鐵路及大眾捷運運輸系統之開發。 五、機場之開發。 六、遊憩設施及觀光遊憩管理服務設施之開發。 七、殯葬設施及宗教建築之開發。 八、發電廠、變電所之開發及液化石油氣分裝場、天然氣貯存槽等設施之開發。 九、掩埋場、焚化廠、廢棄物清除處理廠、廢(汙)水處理廠之開發。 十、農、林、漁、牧產品集貨場、運銷場所、休閒農場、加工場(含飼料製造)、冷凍(藏)庫及辦公廳舍等相關設施之開發。 十一、國防設施用地及其安全設施之開發。 十二、博物館、運動場館設施之開發。 十三、醫院、護理機構、老人福利機構及長期照顧服務機構之開發。 十四、公園、廣場之開發。 十五、工廠之開發、園區之開發。 十六、地面型太陽光電設施(不含水域空間)、綜合區或大型購物中心之開發。 十七、遊樂區、動物園之開發。 十八、探礦、採礦之開發；土資場、土石採取之開發及堆積土石場之開發。 十九、住宅社區之開發。 二十、貨櫃集散站之開發。 二十一、其他經主管機關認定開發行為致增加逕流量。 前項規定之開發樣態，義務人應依目的事業主管機關指定之時間，向目的事業主管機關提出出流管制計畫書，並於開發基地工程申請開工前取得核定函。

	土地開發利用屬分期分區開發或有分次、累積開發情形者，應將其分期分區開發或分次、累積面積納入計算。 第一項第四款規定之公路、鐵路及大眾捷運系統線狀開發屬地下化或隧道工程者，該部分之開發利用面積不納入計算；屬高架化者，其位於既有公路上方之開發利用面積不納入計算。 第一項規定之土地開發利用面積，直轄市、縣(市)主管機關另有較嚴格之規定者，從其規定。 第一項土地開發利用面積計算標準以目的事業主管機關所送開發計畫或變更使用計畫之計畫面積為計算標準，如未涉及開發計畫及變更使用計畫者，以工程實際變動範圍計算。 第一項土地開發利用時，其範圍已依規定提送出流管制計畫書並經審查核定者，後續除涉及變更已核定之出流管制計畫書內容外，同一範圍於區內進行後續分區或分階段實質開發時，免再重複送審。
第 3 條	前條第一項之土地開發利用屬下列開發類別，義務人應依下列規定先提出出流管制規劃書： 一、涉及非都市土地使用分區變更，應於向直轄市、縣(市)政府提送開發計畫書件申請前向目的事業主管機關提出，並取得核定函。 二、新訂或擴大都市計畫、都市計畫個案變更及都市計畫通盤檢討，涉及農業區、保護區、公共設施變更為可建築用地，或工業區變更為住宅區或商業區者，應於都市計畫核定前向目的事業主管機關或主管機關提出並取得核定函。前項辦理都市計畫通盤檢討變更土地使用分區或公共設施用地以其單一區塊面積符合前條第一項或第五項規定者為準。 目的事業主管機關應依第六條規定受理出流管制規劃書及轉送主管機關審查，並得與都市計畫變更之審議採平行作業方式辦理。
新北市政府辦理出流管制計畫書與規劃書審核及監督作業要點（發布日期：民國 108 年 7 月 8 日）	
三、	土地開發利用之面積達一公頃以上，且屬出流管制計畫書與規劃書審核監督及免辦認定辦法（以下簡稱本辦法）第二條第一項開發樣態，義務人應提出出流管制計畫書。 前項土地開發利用屬本辦法第三條第一項開發類別，義務人應先提出出流管制規劃書。

(資料來源：全國法規資料庫)

第三章 模式建置與演算分析

都市地表逕流與降雨之時空分布及地面水流動現象有關，因此在進行都市地表逕流模擬時，需考慮研究區域內之水文、地文條件。本研究分析研究區域內之地形地貌及土地利用情形，應用地理資訊系統軟體佈置演算格網，格區間選擇適當之水流方程式演算地面水流，以擬似二維流觀念建置地文性淹排水模式，並新增有效降雨演算模組，進一步應用於因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究。

將研究區域之格區土地利用對應至演算有效降雨之曲線號碼，以曲線號碼演算初期降雨損失後可計算格區之有效降雨，藉由演算現況土地利用型態之有效降雨量及不同土地使用規劃之最小有效降雨量推演進行有效降雨最小化分析。再以地文性淹水模式演算現況與最小有效降雨之地表逕流與承洪目標區最大水深，進而規劃都市洪水流動阻力布置，進一步可分析氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響，藉由土地利用型態的調整來進行減洪調適，以達到提升都市承洪能力之目的。

第一節 地文性淹排水模式建置

本研究以擬似二維流觀念建置地文性淹排水模式，依模式之基本方程式、數值方法、邊界條件與模式模組化分述如下。

壹、基本方程式

演算範圍之相鄰格區間應用擬似二維流理論之水流連續方程式及適當之流量律連接，以分析格區水位及格區間之流量，說明如下：

1. 水流連續方程式

演算範圍佈置演算格網後，任一格區 i 與其相鄰各格區間之水流連續方程式可表示如(14)式：

$$A_{s_i} \frac{dh_i}{dt} = Pe_i + \sum_k Q_{i,k}(h_i, h_k) \quad (14)$$

式中， A_{s_i} 為 t 時刻 i 格區之面積； Pe_i 為 t 時刻 i 格區之每單位時間超滲降雨體積，等於超滲降雨強度與 i 格區面積之乘積； $Q_{i,k}$ 為由 k 格區流入 i 格區之流量，正值代表水流由 k 格區

流入 i 格區，負值代表水流由 i 格區流入 k 格區； h_i 為 t 時刻 i 格區之水位； h_k 為 t 時刻 k 格區之水位。

2. 流量律

相鄰兩格區之水流交換型式，可歸納為川流連接型、堰流連接型、箱式涵洞連接型，各類型流量律分述如後。

(1) 川流連接型

若相鄰兩格區間之水流交換無局部障礙，則視為漫地流式之流動，可使用曼寧公式或謝希公式等，計算流過兩格區間交界面之流量。本研究採用曼寧公式計算流過兩格區間交界面之流量。

以 i 格區而言，由 k 格區流至 i 格區的流量為：

$$Q_{i,k} = \frac{h_k - h_i}{|h_k - h_i|} \cdot \Phi(\overline{h_{i,k}}) \cdot \sqrt{|h_k - h_i|} \quad \text{for} \quad \frac{\partial Q_{i,k}}{\partial h_i} \leq 0 \quad (15)$$

$$Q_{i,k} = \Phi(h_k) \cdot \sqrt{|h_k - h_i|} \quad \text{for} \quad \frac{\partial Q_{i,k}}{\partial h_i} > 0 \quad (16)$$

式中 $\overline{h_{i,k}}$ 為 i 格區與 k 格區交界處之水位。

$$\overline{h_{i,k}} = h_k + (1 - \alpha)h_i, \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (17)$$

而 $\Phi(h)$ 為：

$$\Phi(h) = \frac{A(h)R(h)^{2/3}}{n\sqrt{\Delta x}} \quad (18)$$

Δx 為 i 、 k 兩格區之中心距； n 為兩格區間之曼寧糙率係數； A 、 R 分別為兩格區交界處之通水面積和水力半徑。

當 i 格區水深小且水位下降， k 格區流至 i 格區的流量減少時，為消除 i 格區水位之影響，令(17)式之 $\alpha=1$ ， k 格區流至 i 格區的流量以(16)式計算。

(2) 堰流連接型

若相鄰兩格區間以道路、堤防、田埂、塹堤、天然岸堤或自由溢流之水庫堰壩等為交界，則可將交界視為寬頂堰，以堰流公式計算流過兩格區間交界面之流量。

若以 $h_k > h_i$ 之情形而言，可分為自由堰流及潛沒堰流兩種形式，如圖 3-1 所示。

自由堰流 $(h_i - h_w) < \frac{2}{3}(h_k - h_w)$:

$$Q_{i,k} = \mu_1 b \sqrt{2g} (h_k - h_w)^{3/2} \quad (19)$$

潛沒堰流 $(h_i - h_w) \geq \frac{2}{3}(h_k - h_w)$:

$$Q_{i,k} = \mu_2 b \sqrt{2g} (h_i - h_w)(h_k - h_i)^{1/2} \quad (20)$$

以上二式中， h_w 為堰頂高程，即交界處之路面、堤頂或地面高程； b 為堰頂之有效寬度，即相鄰兩格區之交界長； g 為重力加速度； μ_1 、 μ_2 分別為自由堰流及潛沒堰流之堰流係數， $\mu_1 = 0.36 \sim 0.57$ ， $\mu_2 = 2.6 \mu_1$ 。

(3) 涵洞連接型

若相鄰兩格區間為道路分隔，且道路下以涵洞連接，則以涵洞流量公式計算相鄰兩格區間之流量。

此種流況較為複雜，至少包括閘流、堰流與管流等三種類型

(4) 人為操作影響

為使模式之模擬更為符合現地情況，宜考慮人為操作所造成之格區水量交換情形。

若格區設置抽水站，則兩相鄰格區之水量交換，依據抽水站操作原則，於格區水位超過啟抽水位時，依據抽水機抽水量進行格區間水量交換，如圖 3-2 所示。

格區水位超過啟抽水位 $h_i \geq h_p$:

$$Q_{i,k} = Q_p \cdot \Delta t \quad (21)$$

格區水位未超過啟抽水位 $h_i < h_p$:

$$Q_{i,k} = 0 \quad (22)$$

式中， h_p 為抽水站操作規則之啟抽水位， Δt 為 t 時刻至下一時刻 $t+1$ 之時間增量， Q_p 為 Δt 時間中之抽水率(cms)。

3. 有效降雨演算

為考慮降雨逕流演算中之損失與集水區貯蓄量，本計畫採用考慮包含土壤類型、土地利用、地表條件及臨前水分條件等流域特徵的曲線號碼法計算有效降雨量，模式新增以第 2 章第 2 節之第(7)式之有效降雨量計算，並將其整合入地文性淹排水模式，利用格區之曲線號碼與初期扣除量即可將雨量站之雨量資料透過曲線號碼法計算有效降雨量。

4. 雨水下水道演算

都市地區多建置有雨水下水道與區域排水系統連結，本研究為更合理模擬都市地區淹排水情形，以地文性淹排水模式耦合 SWMM 模式之雨水下水道演算，雨水下水道格點與地面格區產生連結，進行水流交換演算，雨水下水道管路則以相關之區域排水格區水位做為下游邊界，模擬雨水下水道與區域排水系統交界間自由跌流或迴水雍高等水理現象。

貳、數值方法

地文性淹排水模式為依據擬似二維流基本方程式以顯式有限差分法建立數學模式。水流連續方程式(14)式以顯示有限差分法離散化如(23)式所示：

$$\Delta h_i = [Pe_i + \sum Q_{i,k}(h, h_k)]\Delta t / As_i \quad (23)$$

Δh_i 為 Δt 時間中之水位增量，底床不沖淤時，亦等於水深增量。 $Q_{i,k}$ 可依交界條件及流況選用適當之流量公式計算之。 t 時間之水位(或水深)加上水位增量(或水深增量)即為 $(t + \Delta t)$ 時間之水位(或水深)。

參、邊界條件

演算範圍中，以演算範圍之邊界為部份邊界之格區稱為邊界格區，無水流進出之邊界(如分水嶺、邊界堤防等)模式中定義為封閉邊界；若有水流進出邊界(如潮流、水庫洩洪進流等)模式中定義為開放邊界。開放邊界之邊界格區應給予進出水流之邊界條件，包括相鄰海域之

潮位歷線、水庫之洩洪流量歷線等。故以演算範圍內之降雨歷程及相鄰海域之潮位歷線作為輸入水文條件及下游邊界條件，可據以演算豪雨過程中之淹水現象。

肆、模式模組化

考量未來模式之使用更具彈性、容易維護及因應未來平台整合之需求，本研究將地文性淹排水模式進行模組化，依據不同的演算功能獨立出各演算模組，使模式更具即時淹排水模擬演算之優勢。本模式經模組化後，分有效降雨、涵洞、閘門、抽水站、防潮閘、滯蓄洪設施等演算模組可獨立演算，依據不同的應用目的(即時預報或減洪規劃)決定演算時開啟之模組。

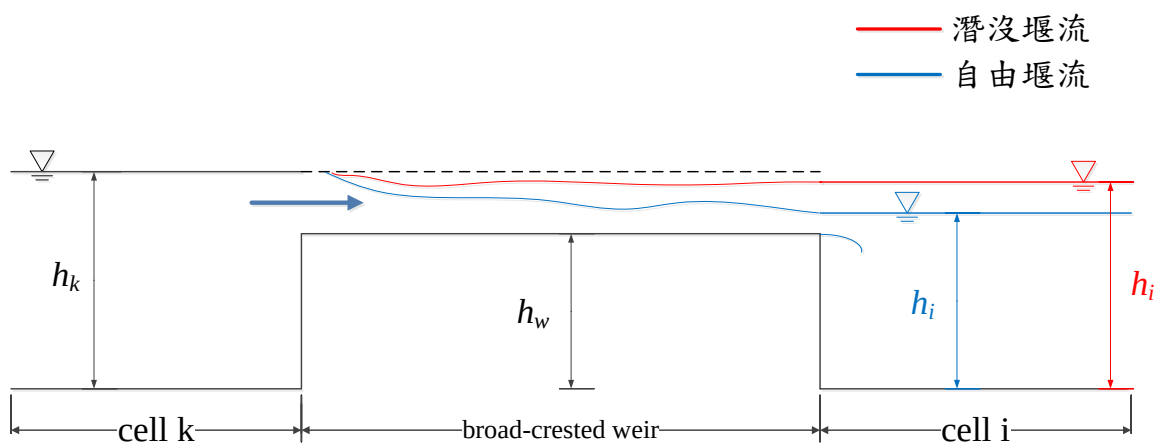


圖 3-1 自由堰流與潛沒堰流示意圖

(資料來源：「地文性淹水即時預報模式之發展與應用」巫孟璇，2013)

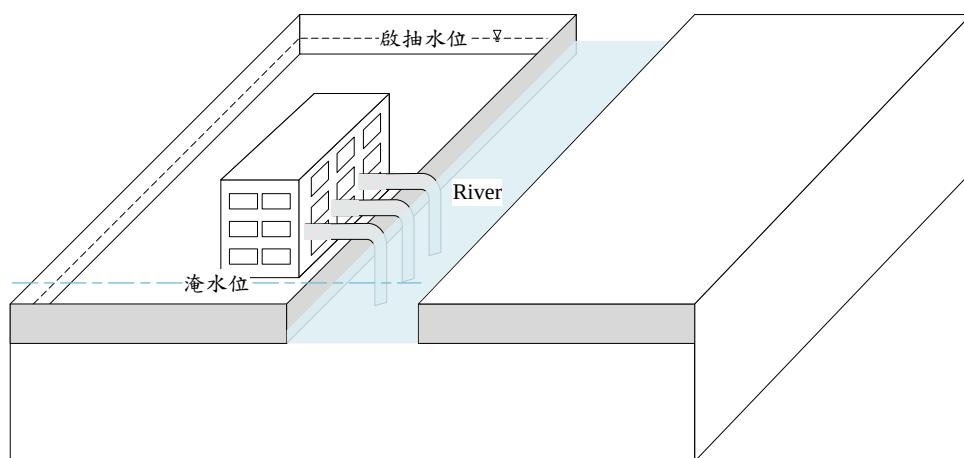


圖 3-2 抽水站示意圖

(資料來源：「地文性淹水即時預報模式之發展與應用」巫孟璇，2013)

伍、模式適用範圍及限制條件

本研究所建立之地文性淹排水模式盡可能考慮現場狀況，並在實用考量下簡化部分複雜參考。地文性淹排水模式主要以格區演算，每個格區內之地文水文條件假設為相等，例如以格區內之平均高程或可辨識流向之代表點之高程為格區高程，同一格區內之雨量均為所屬雨量站之雨量。因此若所劃分之格區內有不同之水文或地文資料(如高程或土地利用等)，則應考慮要再細分格區，盡可能將高程、土地利用相近的區域劃為同一格區。遇有堤、堰、河道中水工構造物、橋梁、田埂、塹梗等，需作為格區之邊界予與劃分。演算所需最主要之參數為地表漫地流糙率係數，與土地利用狀況有關，因此模式適用於已知土地利用資料之集水區降雨逕流演算。

第二節 佈置演算區域非結構性格網

降雨及其水流相關區域均會發生淹水現象，皆應納入分析降雨-淹水演算之演算範圍。因地面水之流動現象主要受地形、地貌、地物之影響，故分析地表逕流現象時，應考量上述地文條件之影響。

本研究先依之地形、地貌、地物之分布情形，視演算目的與演算範圍尺度，將演算範圍佈置為相對均勻且適當之演算格網，每一網格即為一演算格區(cell)，每一演算格區之形狀及大小，因地形、地貌、地物而異。部分邊界為演算範圍邊界之格區模式中定義為邊界格區，其餘之格區模式中定義為內部格區。內部格區中，位於陸地之格區模式中定義為陸地屬性格區，位於排水路、河流或湖泊之格區模式中定義為渠流屬性格區，演算格網劃分原則如下：

1. 每一演算格區內應具相同水文氣象條件。
2. 道路、堤防、天然岸堤等可取為格區邊界，若無上述地物時，則依地形、坡度、坡向、地表植被、土地利用、表土質地等資訊，選擇適當格區邊界。
3. 為提高模式計算精度與效率，相鄰格區面積不宜差距過大。
4. 對於上述非結構性網格之每一演算格區取下列假設：
 - (1) 每一演算格區選擇可代表格區水流方向之位置為格區中心，不易辨識時，可選以面積形心為格區中心，有觀測結果時再作調整。
 - (2) 每一演算格區平均地面高程代表格區高程，亦為格區中心高程。
 - (3) 每一演算格區平均水面高程，代表整個格區水位，亦為格區中心水位。

- (4) 格區蓄水量只與該格區中心水位有關。
- (5) 相鄰兩格區間之流量，為此兩格區中心水位及交界幾何條件之函數。

演算範圍之地形可利用數值高程資料得之，分析數值高程資料以給定每一演算格區之高程值。演算範圍之河系及集水區可以地理資訊系統軟體 ArcMap 進行分析，繪製演算範圍水系中各支流之集水區，每個集水區之河流或排水路及其兩側均可各佈置若干演算格區。集水區格網初步劃分完成後，若有特殊地貌，則分析後套疊至現有格網上；再套疊土地利用、道路系統、航照等圖層，進行格網細部劃設。位於山區之網格主要依等高線進行細部劃分，位於平原都市區域之格網因排水路與交通系統密佈其中，故道路、堤防均視為格區邊界，再將格網細分，都市中之路塹型重要街道，可視同水路，劃分為街道演算格區，並依蒐集之測量資料設定其寬度。埤塘、湖泊、滯蓄洪設施與水庫之劃分方式均相同，可依庫底高程資料進行細部劃分。魚塢、水田、鹽田、聚落等區域，可視演算格網整體格網大小與密度適度調整上述區域之大小。

圖 3-3 為本研究以上述原則劃分演算範圍演算網格之成果圖，演算範圍面積約 788 平方公里，共劃分為 11,052 格，演算格網之精度為 598.4 平方公尺至 602,626 平方公尺。本研究之研究案例區域—臺南市仁德區，面積約 51 平方公里，共計 1,100 格。

本計畫根據都市計畫土地使用分區，以承洪目標區中華醫事科技大學之上游仁德都市計畫為主要細部格網區域，細部佈置格網如圖 3-4，仁德區細部佈置格網後共計 2,743 格。

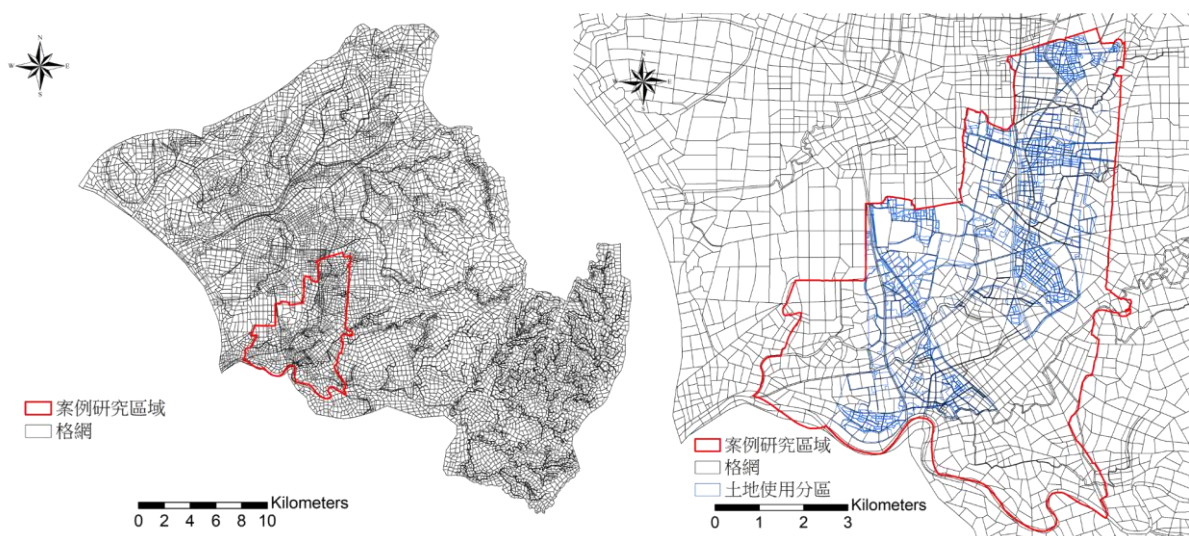


圖 3-3 演算範圍格網佈置

(資料來源：本研究成果)

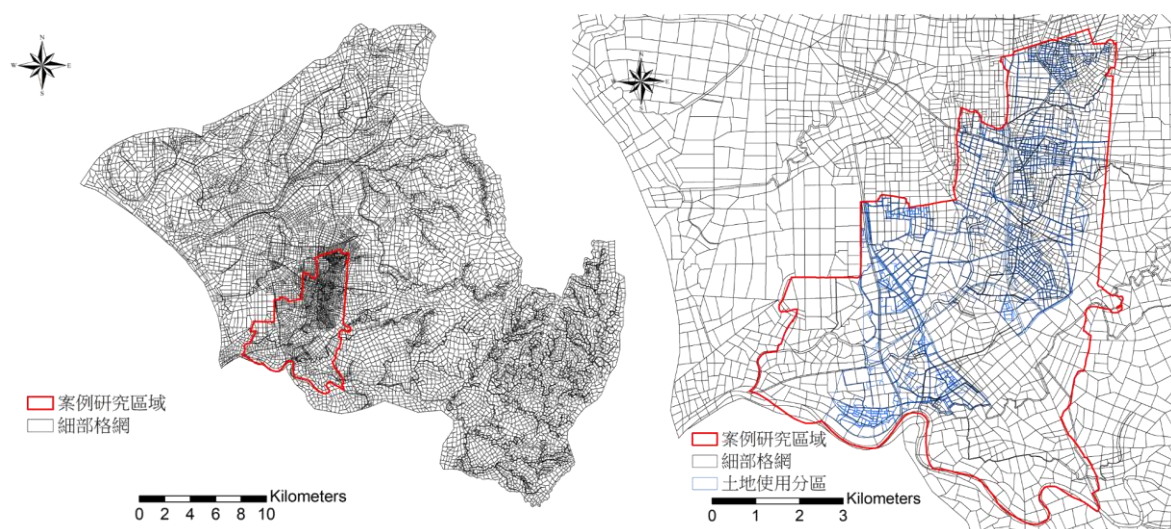


圖 3-4 演算範圍細部格網佈置

(資料來源：本研究成果)

第三節 給定演算區域格網曲線號碼值

模式建置完成後，依研究區域之土地利用分類、土壤性質給定格區曲線號碼值。臺灣土壤質地共分為 0 至 9 類共 10 種(農業試驗所，2010)，根據經濟部水利署於民國 108 年公告之「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」，將臺灣各土壤質地與美國土壤質地進行對應，結果如表 3-1 所示。而後根據第 2 次全國國土利用調查作業(民國 95~104 年)成果之土地利用分類之第 II 類，對應表 3-2 之 SCS 分類及土地利用情形可得表 3-3 之 SCS 分類欄，本計畫之研究區域土壤質地種類屬 B 分類，再據此對應出每個格區之曲線號碼(CN)值。

表3-1 臺灣土壤性質分類表

分類代碼	土壤質地種類	美國自然資源保育局分類
0	粗砂土、砂土	A
1	細砂土、壤質砂土、壤質粗砂土	
2	壤質細砂土、粗砂質壤土、砂質壤土、細砂質壤土	
3	極細砂土、壤質極細砂土、極細砂質壤土	B
4	粉質壤土、粉土	
5	壤土	
6	砂質黏壤土	C
7	黏質壤土、粉質黏壤土	
8	粉質壤土、砂質黏土	
9	黏土	

(資料來源：「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」，經濟部水利署，民國 108 年)

表3-2 SCS曲線號碼表(AMC II)

SCS分類	土地利用情形	美國自然資源保育局 土壤分類		
		A	B	C
	耕地：			
1	無保護措施	72	81	88
2	有保護措施	62	78	78
	牧草地或放牧地			
3	不良情況	68	79	86
4	良好情況	39	61	74
5	草地：良好情況	30	58	71
	森林：			
6	稀疏、覆蓋少、無覆蓋物	45	66	77
7	良好覆蓋	25	55	70
	空地、林間空地、公園、高爾夫球場、墓地等：			
8	良好情況：草地覆蓋面積超過75%	39	61	74
9	稍好情況：草地覆蓋面積50~75%	49	69	79
10	商業區(85%面積不透水)	89	92	94
11	工業區(72%面積不透水)	81	88	91
	住宅：			
12	≤1/8英畝(65%)	77	85	90
13	1/4英畝 (38%)	61	75	83
14	1/3英畝 (30%)	57	72	81
15	1/2英畝 (25%)	54	70	80
16	1英畝 (20%)	51	68	79
17	鋪石(混凝土或柏油)、停車場、屋頂、道路等	98	98	98
18	街道	98	98	98
19	鋪石(混凝土或柏油)道路及雨水下水道	76	85	89
20	碎石道路及泥土道路	72	82	87
21	水體	98	98	98

(資料來源：「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」，經濟部水利署，民國 108 年)

表3-3 國土利用對應土地利用型態SCS分類表

國土利用分類 ^[註]						SCS分類
第 I 類		第 II 類		第 III 類		
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	
農業使用土地	01	農作	0101	稻作	010101	2
			0102	旱作	010102	1
			0103	果樹	010103	2
			0104	廢耕地	010104	1
		水產養殖	0102	水產養殖	010200	21

國土利用分類 ^[註]						SCS分類
第 I 類		第 II 類		第 III 類		
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	
		畜牧	0103	畜禽舍	010301	9
				牧場	010302	4
		農業附帶設施	0104	溫室	010401	9
				倉儲設施	010402	9
				農產品展售場	010403	9
				其他設施	010404	9
森林使用土地	02	天然林	0201	天然針葉樹純林	020101	7
				天然闊葉樹純林	020102	7
				天然竹林	020103	7
				天然竹針闊葉混淆林	020104	7
		人工林	0202	人工針葉樹純林	020201	7
				人工闊葉樹純林	020202	7
				人工竹林	020203	7
				人工竹針闊葉混淆林	020204	7
		其他森林使用地	0203	伐木跡地	020301	6
				苗圃	020302	6
				防火線	020303	6
				土場	020304	6
交通使用土地	03	機場	0301	機場	030100	17
		鐵路	0302	一般鐵路	030201	19
				高速鐵路	030202	19
				鐵路相關設施	030203	18
		道路	0303	國道	030301	18
				省道、快速道路	030302	18
				一般道路	030303	18
				道路相關設施	030304	18
		港口	0304	商港	030401	21
				漁港	030402	21
				專用港	030403	21
				其他港口相關設施	030404	21
水利使用土地	04	河道	0401	河川	040101	21
				減河	040102	21
				運河	040103	21
				堤防	040104	18
		溝渠	0402	溝渠	040200	18
		蓄水池	0403	水庫	040301	21
				湖泊	040302	21
				其他蓄水池	040303	21

國土利用分類 ^[註]						SCS分類
第 I 類		第 II 類		第 III 類		
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	
				人工湖	040304	21
		水道沙洲灘地	0404	水道沙洲灘地	040400	21
		水利構造物	0405	水閘門	040501	17
				抽水站	040502	17
				水庫堰壩	040503	17
				地下抽水井	040504	17
				其他設施	040505	17
		防汛道路	0406	防汛道路	040600	18
海面	0407	海面	040700	21		
建築使用土地	05	商業	0501	零售批發	050101	10
				服務業	050102	10
		住宅	0502	純住宅	050201	12
				兼工業使用住宅	050202	12
				兼商業使用住宅	050203	12
				兼其他使用住宅	050204	12
		工業	0503	製造業	050301	11
				倉儲	050302	11
		其他建築用地	0504	宗教	050401	9
				殯葬設施	050402	9
				興建中	050403	9
				其他	050404	9
公共設施使用土地	06	政府機關	0601	政府機關	060100	10
		學校	0602	幼稚園	060201	9
				小學	060202	9
				中學	060203	9
				大專院校	060204	9
				特種學校	060205	9
		醫療保健	0603	醫療保健	060300	9
		社會福利建設	0604	社會福利設施	060400	10
		公用設備	0605	氣象	060501	11
				電力	060502	11
				瓦斯	060503	11
				自來水	060504	11
				加油站	060505	11
		環保設施	0606	環保設施	060600	11
遊憩使用土地	07	文化設施	0701	法定文化資產	070101	9
				一般文化資產	070102	9
				其他文化設施	070103	9

國土利用分類 ^[註]						SCS分類
第 I 類		第 II 類		第 III 類		
類別	代碼	類別	代碼	類別	代碼	
		休閒設施	0702	公園綠地廣場	070201	8
				遊樂場所	070202	9
				體育場所	070203	9
礦鹽使用土地	08	礦業	0801	礦場	080101	9
				礦業相關設施	080102	9
		土石	0802	土石採取場	080201	19
				土石相關設施	080202	17
		鹽業	0803	鹽田	080301	9
				鹽業相關設施	080302	9
其他使用土地	09	軍事用地	0901	軍事用地	090100	9
		濕地	0902	濕地	090200	21
		草生地	0903	草生地	090300	5
		裸露地	0904	灘地	090401	1
				崩塌地	090402	1
				礁岩	090403	1
				裸露空地	090404	3
		灌木荒地	0905	灌木荒地	090500	4
		災害地	0906	災害地	090600	9
		營建剩餘土石方	0907	營建剩餘土石方	090700	9
		空置地	0908	未使用地	090801	9
				人工改變中土地	090802	9
				測量標	090803	17

備註：民國 95~104 年第 2 次國土利用調查作業成果

(資料來源：「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」，經濟部水利署，民國 108 年)

第四節 演算與分析

壹、颱風豪雨事件演算結果

本研究以數值地形高程並參考河道大斷面測量資料建置地文性淹排水模式之演算地形條件，並以研究區域內近年所發生較大的颱風暴雨事件為演算案例。本研究選取發生於民國 106 年之尼莎暨海棠颱風與民國 107 年 0823 豪雨作為演算案例，尼莎暨海棠颱風洪水歷程模擬自民國 106 年 7 月 29 日 14:00 至 8 月 2 日 17:00，共 100 小時，民國 107 年 0823 豪雨洪水歷程模擬自民國 107 年 8 月 23 日 03:00 至 8 月 25 日 12:00，合計 58 小時之洪水歷程，民

國 108 年 0813 豪雨洪水歷程模擬自民國 108 年 8 月 12 日 01:00 至 8 月 13 日 24:00，合計 48 小時之洪水歷程。

一、雨量分布與邊界條件

演算範圍內有 20 個中央氣象局雨量站分布如圖 2-3 所示，依徐昇法劃分各雨量站之控制面積如圖 3-5 所示，其面積權重百分比如表 3-4 所示。每一控制面積內之各格區以所屬雨量站之降雨歷程作為模式演算輸入之雨量條件。

表3-4 各雨量站之面積權重百分比

站號	C0V640	C0V530	C0V360	C0O970	467410	C0X150	C0X180	C1N001	C0V370	C0X170
站名	湖內	阿蓮	內門	虎頭埤	臺南	安定	山上	沙崙	古亭坑	關廟
面積權重(%)	3.49	4.24	5.33	5.72	2.44	4.76	2.5	4.49	12.88	2.79
站號	C0O990	C0O980	C0O960	467420	C0X190	C0X160	C0X110	C0X100	C0O950	C0O900
站名	媽廟	新市	崎頂	永康	安平	仁德	臺南市南區	臺南市北區	安南	善化
面積權重(%)	4.14	5.25	6.52	5.61	3.56	5.04	4.34	3.34	6.98	6.6

(資料來源：本研究蒐集彙整)

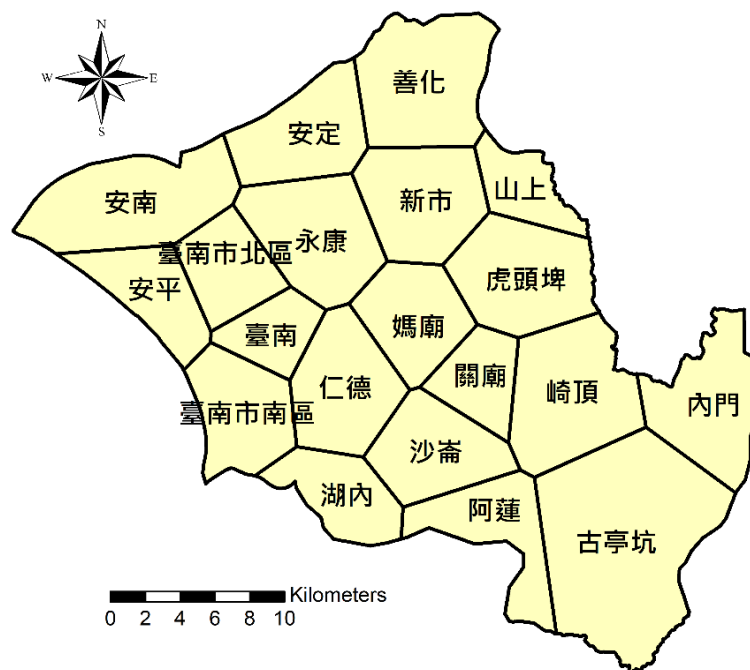


圖 3-5 演算範圍內雨量站徐昇多邊形網

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(一) 尼莎暨海棠颱風事件模擬(民國 106 年)

20 個雨量站於尼莎暨海棠颱風期間之面積平均降雨組體圖如圖 3-6 所示，可看出演算範圍在颱風過程中之平均降雨現象。各雨量站於尼莎暨海棠颱風期間個別之降雨歷程示如附圖 2-1，最大累積總雨量為關廟雨量站之 580.5 公厘。

沿海潮位依據尼莎暨海棠颱風期間將四草大橋潮位站之潮位歷線如圖 3-7 所示，由圖 3-7 可知最大潮位約 1.28 公尺，發生於民國 106 年 7 月 31 日 05:00。

本計畫應用上述降雨條件及沿海潮位條件，模擬尼莎暨海棠颱風自民國 106 年 7 月 29 日 14:00 至 8 月 2 日 17:00，合計 100 小時之洪水歷程。

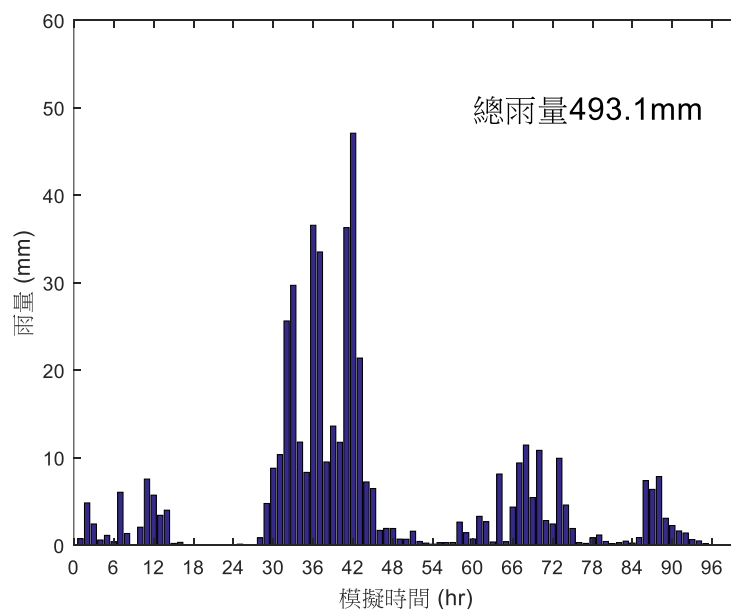


圖 3-6 尼莎暨海棠颱風期間面積平均雨量組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

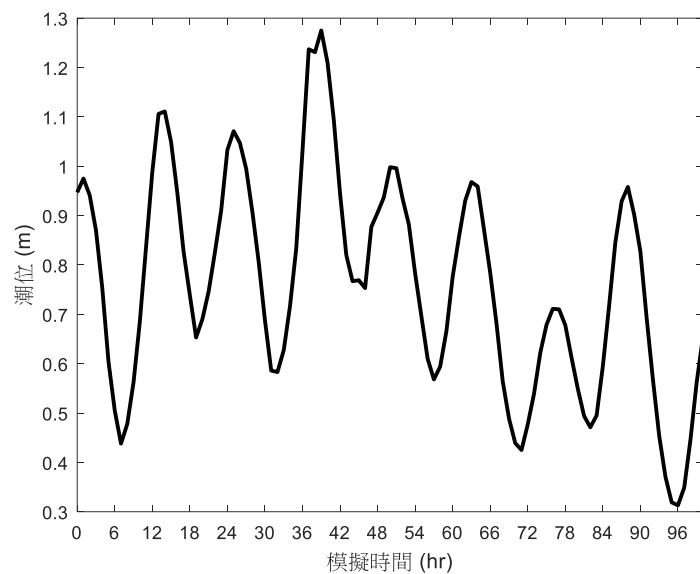


圖 3-7 尼莎暨海棠颱風期間四草大橋潮位站潮位

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(二) 0823 豪雨事件模擬(民國 107 年)

20 個雨量站於 0823 豪雨事件期間之面積平均降雨組體圖如圖 3-8 所示，可看出演算範圍在颱風過程中之平均降雨現象。各雨量站於 0823 豪雨期間個別之降雨歷程示如附圖 2-2，最大累積總雨量為安定雨量站之 735 公厘。

沿海潮位依據 0823 豪雨期間將四草大橋潮位站之潮位歷線如圖 3-9 所示，由圖 3-9 可知最大潮位約 1.183 公尺，發生於 2018 年 8 月 24 日 07:00。

本計畫應用上述降雨條件及沿海潮位條件，模擬 0823 豪雨自 2018 年 8 月 23 日 03:00 至 8 月 25 日 12:00，合計 58 小時之洪水歷程。

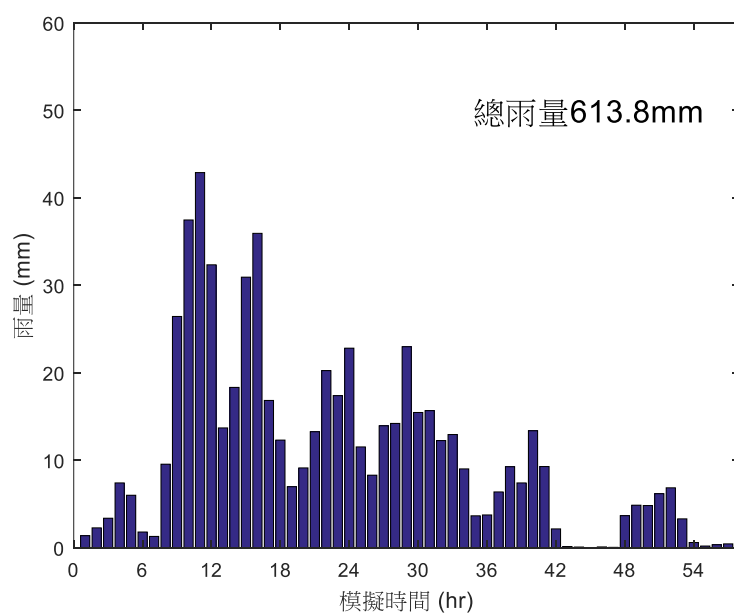


圖 3-8 0823 豪雨期間面積平均雨量組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

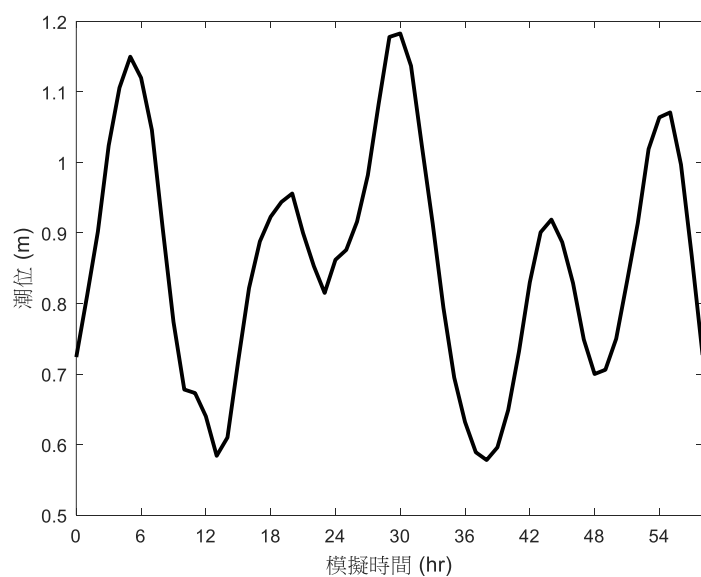


圖 3-9 0823 豪雨期間四草大橋潮位站潮位

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(三) 0813 豪雨事件模擬(民國 108 年)

20 個雨量站於 0813 豪雨事件期間之面積平均降雨組體圖如圖 3-10 所示，可看出演算範圍在颱風過程中之平均降雨現象。各雨量站於 0813 豪雨期間個別之降雨歷程示如附圖 2-3，最大累積總雨量為仁德雨量站之 325.5 公厘。

沿海潮位依據 0813 豪雨期間將四草大橋潮位站之潮位歷線如圖 3-11 所示，由圖 3-9 可知最大潮位約 1.02 公尺，發生於民國 108 年 8 月 13 日 07:00。

本計畫應用上述降雨條件及沿海潮位條件，模擬 0813 豪雨自民國 108 年 8 月 12 日 01:00 至 8 月 13 日 24:00，合計 48 小時之洪水歷程。

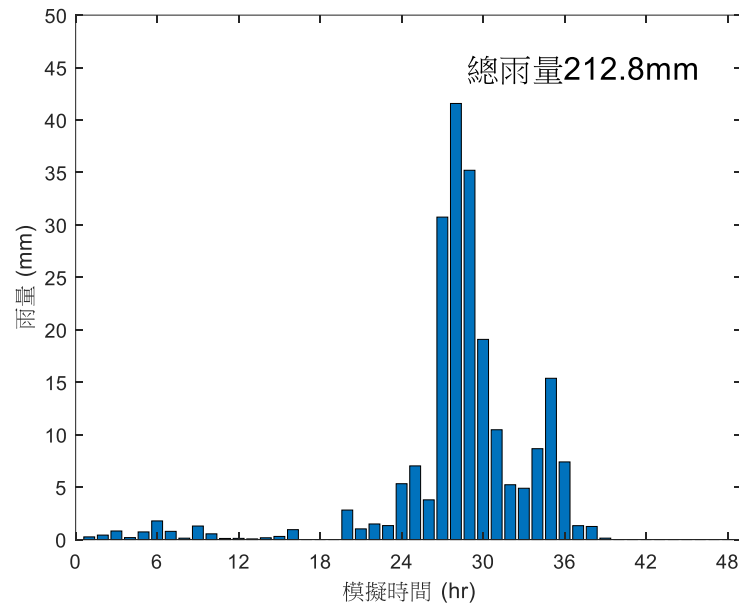


圖 3-10 0813 豪雨期間面積平均雨量組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

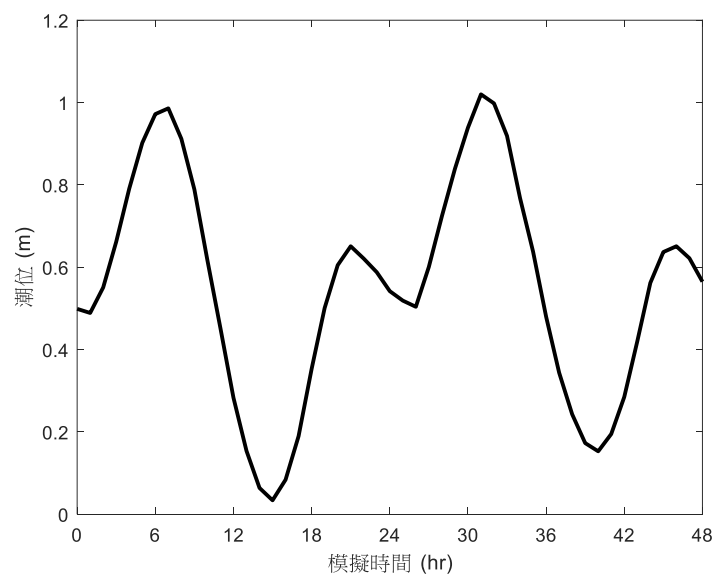


圖 3-11 0813 豪雨期間四草大橋潮位站潮位

(資料來源：本研究蒐集彙整)

二、演算結果與比較

以前述水文條件演算之民國 106 年尼莎暨海棠颱風與民國 107 年 0823 豪雨期間洪水歷程分別與鹽水溪安順橋測站及二仁溪華醫大橋測站(圖 3-12)實測水位資料繪製比較圖分別如圖 3-13 至圖 3-14 所示，演算民國 108 年 0813 豪雨期間洪水歷程分別與鹽水溪新市測站及二仁溪華醫大橋測站(圖 3-15)實測水位資料繪製比較圖。與前述之面積平均雨量組體圖(圖 3-6、圖 3-8、圖 3-10)比較可知，雨型與水位歷線之分布十分類似，民國 106 年尼莎暨海棠颱風與民國 107 年 0823 豪雨分別均有 1 大 3 小 4 個峰值與 1 大與數個小峰值，民國 108 年 0813 颱風則有 1 大 1 小 2 個峰值，屬多峰型降雨歷程，易形成流量疊加現象，則模式模擬之峰值、發生時間與實測水位相比亦有相同趨勢，顯示模式可合理演算降雨形成之逕流歷程。民國 106 年尼莎暨海棠颱風安順橋測站第 60 小時即第 2 峰值之後模擬水位較實測水位低很多，水位趨勢與雨量一致，第 2 峰值與第 3 峰值間降雨有間歇，模式模擬排水較實測快。民國 107 年 0823 豪雨與民國 108 年 0813 颱風 2 場豪雨降雨較無間歇現象，流量峰值較接近單峰形式。

由民國 106 年至 108 年間 3 場歷史颱洪事件演算之洪水歷程與測站實測資料比較，以納許效率係數 NSE 值(Nash-Sutcliffe efficiency coefficient)檢定與驗證，可知模式模擬之峰值、發生時間與實測水位相比亦有相同趨勢，106 與 107 年 2 場颱風豪雨事件安順橋與華醫大橋測站 NSE 值分別為 0.63、0.49 與 0.92、0.89，108 年 0813 豪雨事件新市與華醫大橋測站 NSE 值分別為 0.89、0.8，其中本計畫研究區域仁德區所在之二仁溪流域華醫大橋站的 NSE 值均在 0.8 以上，顯示模式可合理演算降雨形成之逕流歷程。

研究區域於民國 108 年 0813 豪雨期間模式演算之淹水範圍如圖 3-16 所示，臺南市近年已佈設多處地面淹水感測器，模式演算結果與淹水站 13、15、28 及 57 之實測水深歷程相符，模式演算地面積淹 30 公分之到達時間亦與淹水感測器測得時間相近。

以本研究之都市洪水即時預警模式演算臺南市未來 3 小時之淹水狀況，計算時間只需不到 5 分鐘，如能接收到準確之預測雨量，搭配智慧型水尺及地面淹水感測器資料即時修正演算數據，將有助於即時預警以進行防減災。

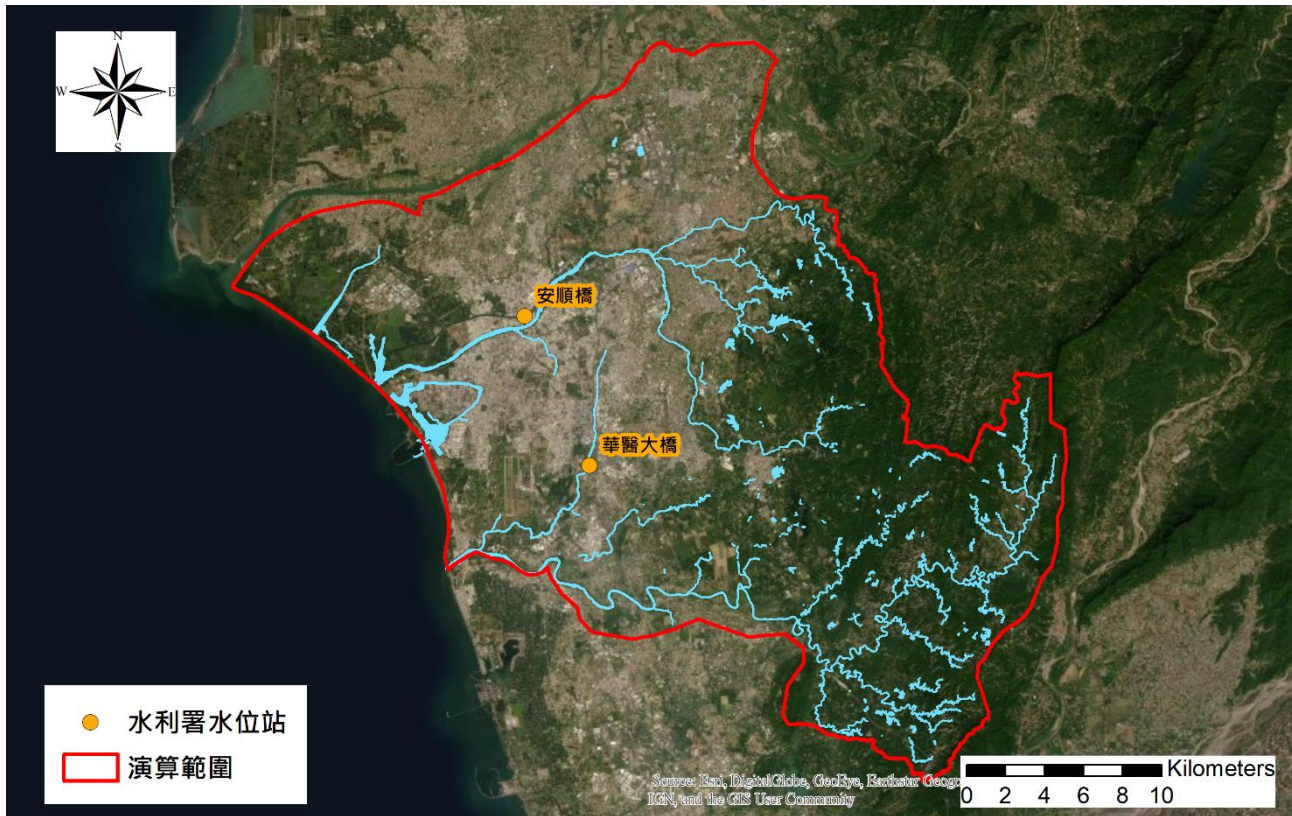


圖 3-12 鹽水溪安順橋測站及二仁溪華醫大橋測站位置圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

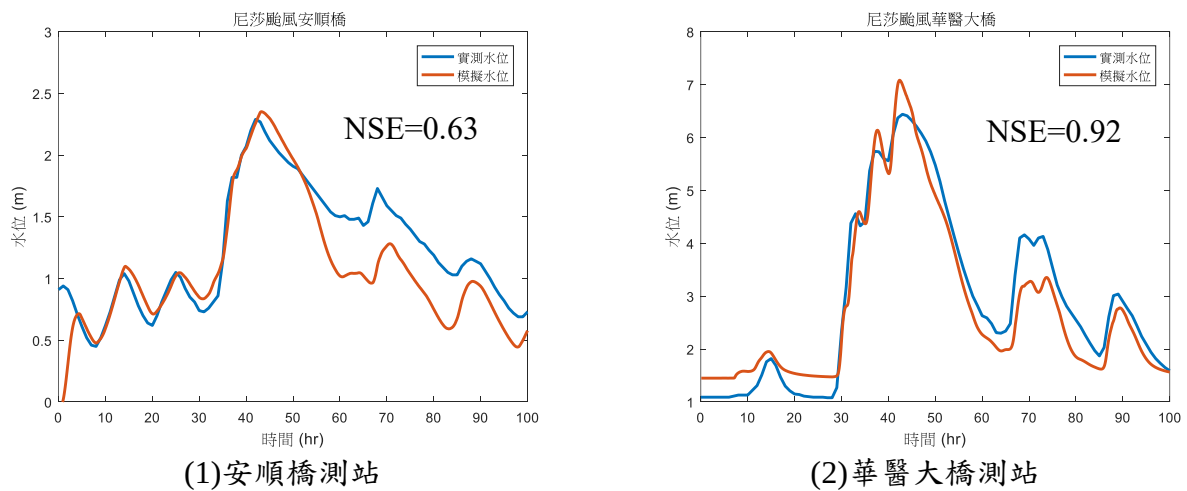
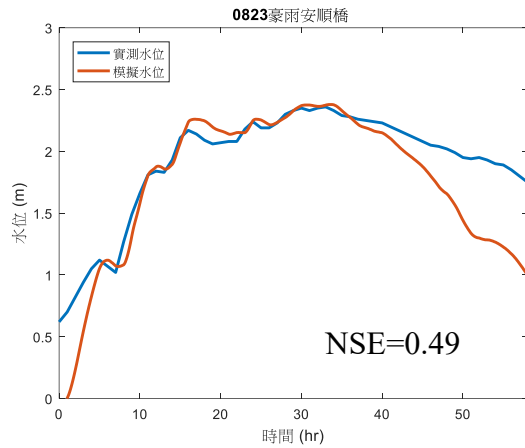
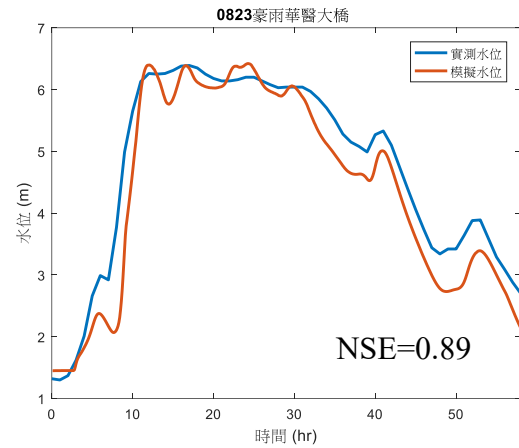


圖 3-13 尼莎颱風期間模式演算之洪水歷程與測站實測資料比較圖

(資料來源：本研究成果)



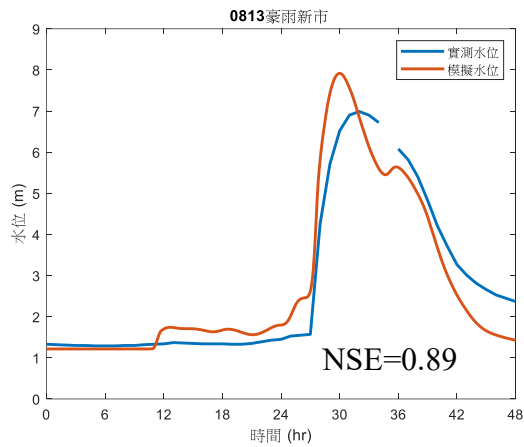
(1)安順橋測站



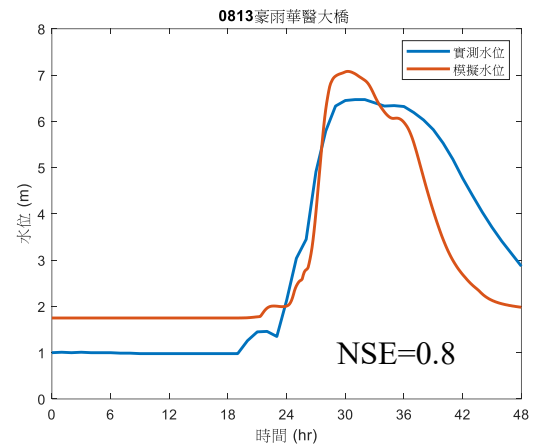
(2)華醫大橋測站

圖 3-14 0823 豪雨期間模式演算之洪水歷程與測站實測資料比較圖

(資料來源：本研究成果)



(1)新市測站



(2)華醫大橋測站

圖 3-15 0813 豪雨期間模式演算之洪水歷程與測站實測資料比較圖

(資料來源：本研究成果)

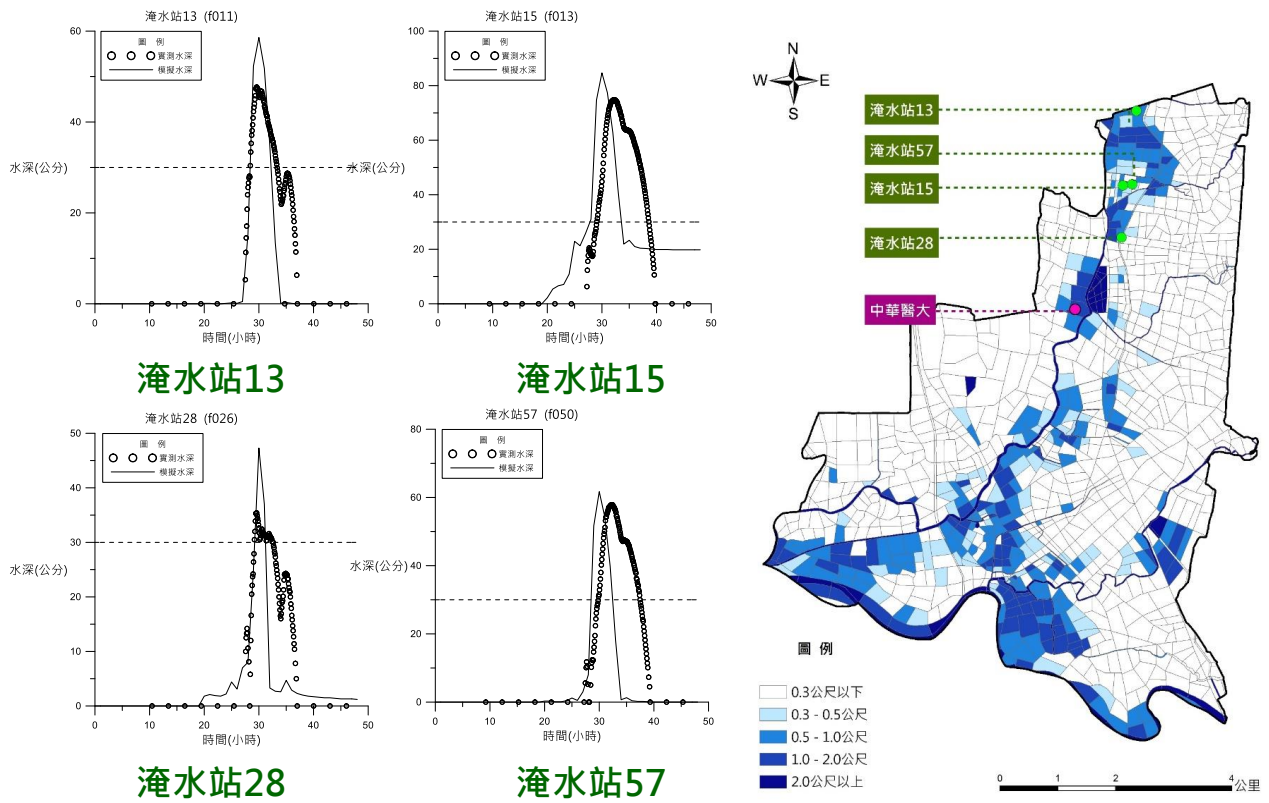


圖 3-16 研究區域於 0813 豪雨期間模式演算之淹水範圍與淹水站之水深比較圖

(資料來源：本研究成果)

第四章 有效降雨演算與分析

第一節 有效降雨最小化分析

為進一步量化有效降雨最小化，本節採用重現期 2、5、10、25 年降雨進行定量分析，依第二級土地利用分析曲線號碼(CN 值)，推估集水區潛在最大滯留量，演算時之初期扣除量係數採用 0.05~0.30(間隔 0.05)，進行有效降雨最小化分析。

壹、研究區域重現期演算條件

一、研究區域雨量站

根據「臺南市淹水潛勢圖(第二次更新)」及「高雄市淹水潛勢圖第二次更新計畫」內容，本計畫演算範圍之雨量站位置及重現期雨量如圖 4-1 及表 4-1 所示，演算範圍內雨量站個別之降雨歷程分別如附圖 2-4、附圖 2-5、附圖 2-6、附圖 2-7 所示。

二、潮位資料

本計畫採用「流域洪氾防災及土資源管理之研究(2/3)」計畫內容中，臺南沿海地區重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年潮位歷線，該潮位歷線包含暴潮偏差資料。該暴潮分析方法使用 POM 潮位模式結合 FEM (finite element method) 潮流模式估算暴潮位。模式所使用之風場採用修正之袁金渦動模式(Rankin-Vortex Model, RVM)模擬颱風風場，颱風風場的強度由中心氣壓所決定，根據中央氣象局 1958 到 2009 年之間發生最大之颱風做分析，計算各重現期(2 年、5 年、10 年、25 年)之颱風參數，推算臺南沿海海域所引起的暴潮。聯外排水路重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年之外水位歷線如圖 4-2 所示。

三、仁德區土地利用

大臺南地區屬沖積平原區，土壤分類為 B 類土壤，根據民國 105~108 年內政部國土測繪中心全國第 3 次國土利用調查成果顯示，仁德區第 II 類土地利用分類共有 43 種，如圖 4-3 所示，由於全國第 3 次國土利用調查與第 2 次調查所使用之土地分類略有不同，而表 3-3 對應之國土利用分類為第 2 次調查之 SCS 分類，因此需重新對應為第 3 次調查之 SCS 分類，再由 SCS 分類對應表 3-2 可得第 II 類土地利用對照曲線號碼(CN 值)如表 4-2 所示。

四、比對資料之測站位置

為分析有效降雨最小化，本研究以三爺溪排水之華醫大橋測站為比對水位歷線之點位，位置詳圖 3-12。

表4-1 演算範圍內各雨量站重現期雨量

站名	2年	5年	10年	25年
臺南	202.9	289.5	346.7	419.1
崎頂	218.4	315.2	379.3	460.3
善化	186.9	276.5	340.9	424.8
媽祖廟	218.4	299.1	352.6	420.2
阿蓮(2)	239.2	351.7	421.1	503.9
古亭坑	252.7	375.8	457.3	560.1
木柵	281.4	444.5	552.3	688.9
虎頭埤	220.3	327.8	399.0	489.0
永康	197.1	275.6	327.4	393.1
新市	216.5	330.7	406.3	501.6
和順	175.6	259.0	314.1	383.9

雨量單位：mm

(資料來源：「臺南市淹水潛勢圖第二次更新計畫」，經濟部水利署，民國 104 年，「高雄市淹水潛勢圖第二次更新計畫」，經濟部水利署，民國 103 年)

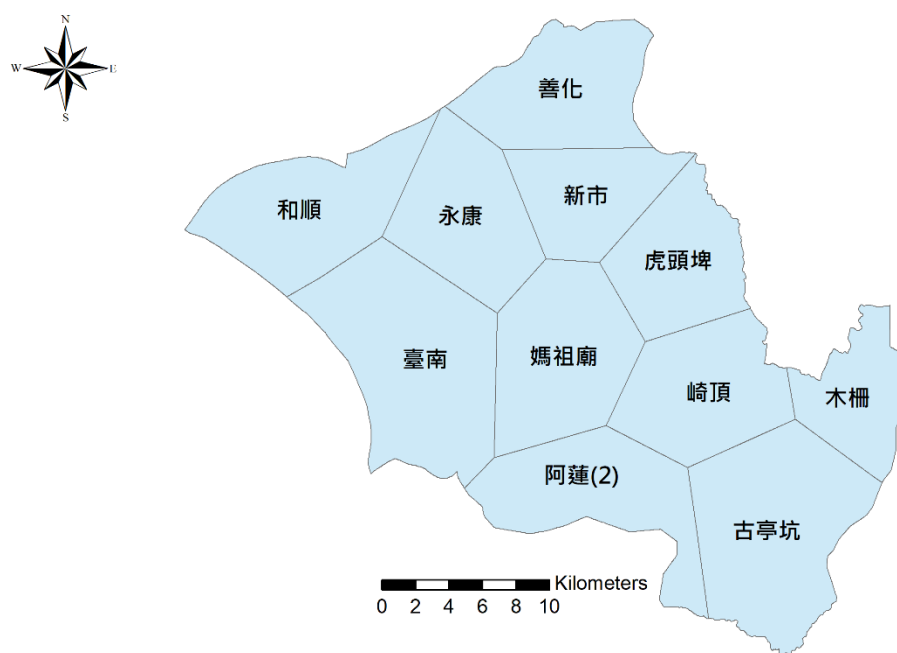


圖 4-1 演算範圍雨量站徐昇網分布

(資料來源：本研究蒐集彙整)

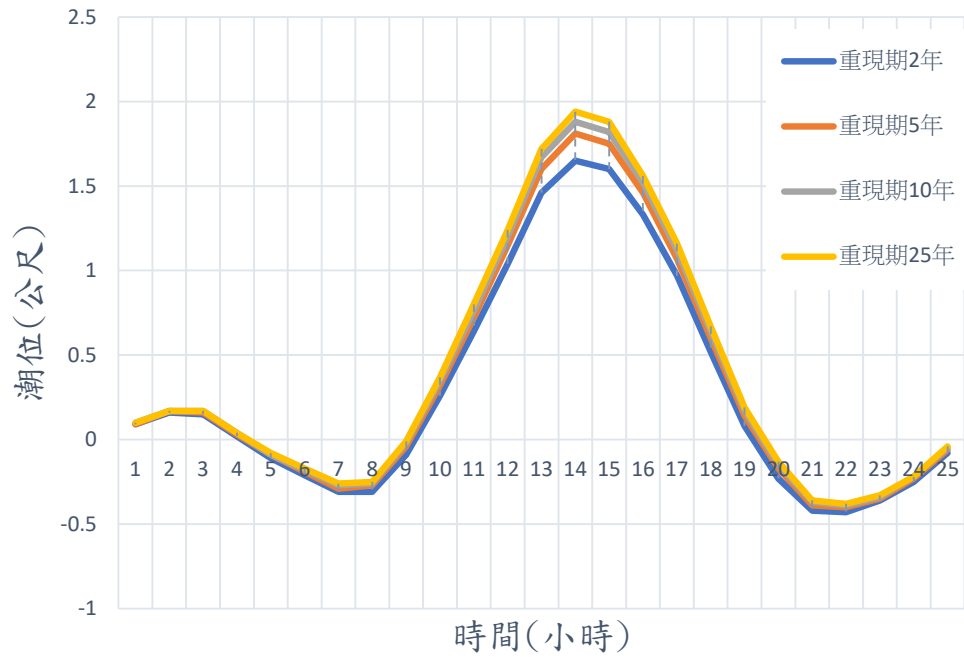


圖 4-2 臺南沿海不同重現期潮位歷線

(資料來源：本研究蒐集彙整)

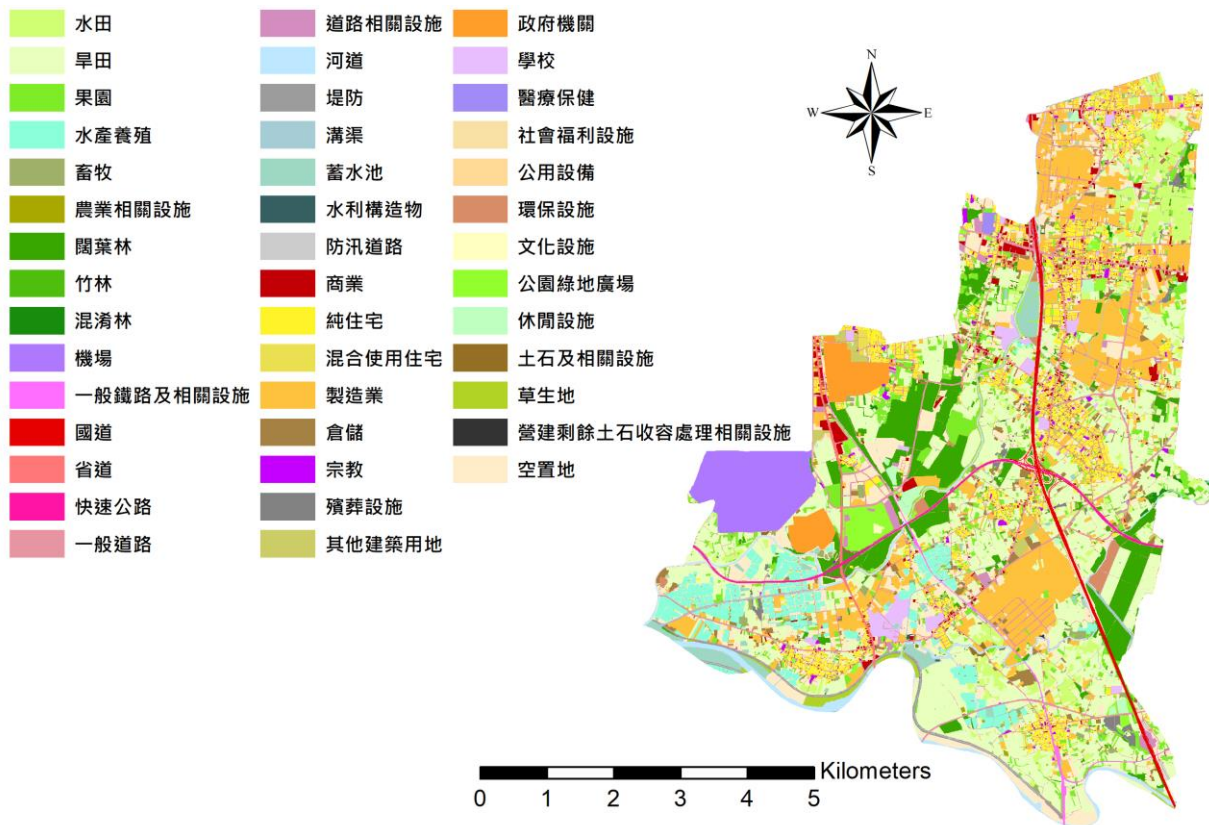


圖 4-3 仁德區土地利用分布圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

表4-2 第II類土地利用與CN值對照表

第 I 類		第 II 類 ^[註]		SCS 分類	CN 值
類別	代碼	類別	代碼		
農業使用土地	01	水田	0101	2	78
		旱田	0102	1	81
		果園	0103	2	78
		水產養殖	0104	21	98
		畜牧	0105	4	61
		農業相關設施	0106	9	69
森林使用土地	02	針葉林	0201	7	55
		闊葉林	0202	7	55
		竹林	0203	7	55
		混淆林	0204	7	55
		灌木林	0205	7	55
		其他森林利用土地	0206	6	66
交通使用土地	03	機場	0301	17	98
		一般鐵路及相關設施	0302	19	85
		高速鐵路及相關設施	0303	19	85
		捷運及相關設施	0304	18	98
		國道	0305	18	98
		省道	0306	18	98
		快速公路	0307	18	98
		一般公路	0308	18	98
		道路相關設施	0309	18	98
		港口	0310	21	98
水利使用土地	04	河道	0401	21	98
		堤防	0402	18	98
		溝渠	0403	18	98
		水庫	0404	21	98
		湖泊	0405	21	98
		蓄水池	0406	21	98
		水道沙洲灘地	0407	21	98
		水利構造物	0408	17	98
		防汛道路	0409	18	98
		海面	0410	21	98
建築使用土地	05	商業	0501	10	92
		純住宅	0502	12	85
		混合使用住宅	0503	12	85
		製造業	0504	11	88
		倉儲	0505	11	88
		宗教	0506	9	69
		殯葬設施	0507	9	69
		其他建築用地	0508	9	69
公共設施使用土地	06	政府機關	0601	10	92
		學校	0602	9	69
		醫療保健	0603	9	69
		社會福利建設	0604	10	92
		公用設備	0605	11	88
		環保設施	0606	11	88
遊憩使用土地	07	文化設施	0701	9	69
		公園綠地廣場	0702	8	61
		休閒設施	0703	9	69
礦鹽使用土地	08	礦業及相關設施	0801	9	69

第 I 類		第 II 類 ^[註]		SCS 分類	CN 值
類別	代碼	類別	代碼		
其他使用土地	09	土石及相關設施	0802	19	85
		鹽業及相關設施	0803	9	69
		濕地	0901	21	98
		草生地	0902	5	58
		裸露地	0903	3	79
		營建剩餘土石收容處理相關設施	0904	9	69
		空置地	0905	9	69

備註：民國 105~108 年第 3 次國土利用調查作業成果
(資料來源：本研究蒐集彙整)

貳、現況土地利用型態之有效降雨量

本計畫將應用曲線號碼(CN 值)法進行有效降雨量演算之模組整合入地文性淹水模式，並以研究區域現況土地利用型態，進行有效降雨量之演算。以現況土地利用對應曲線號碼(CN 值)，演算重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年設計降雨事件，可得華醫大橋水位歷線如圖 4-4 所示，以本節所計算之現況有效降雨結果為基礎值，於下節計算不同土地使用規劃減洪調適策略之最小有效降雨量。

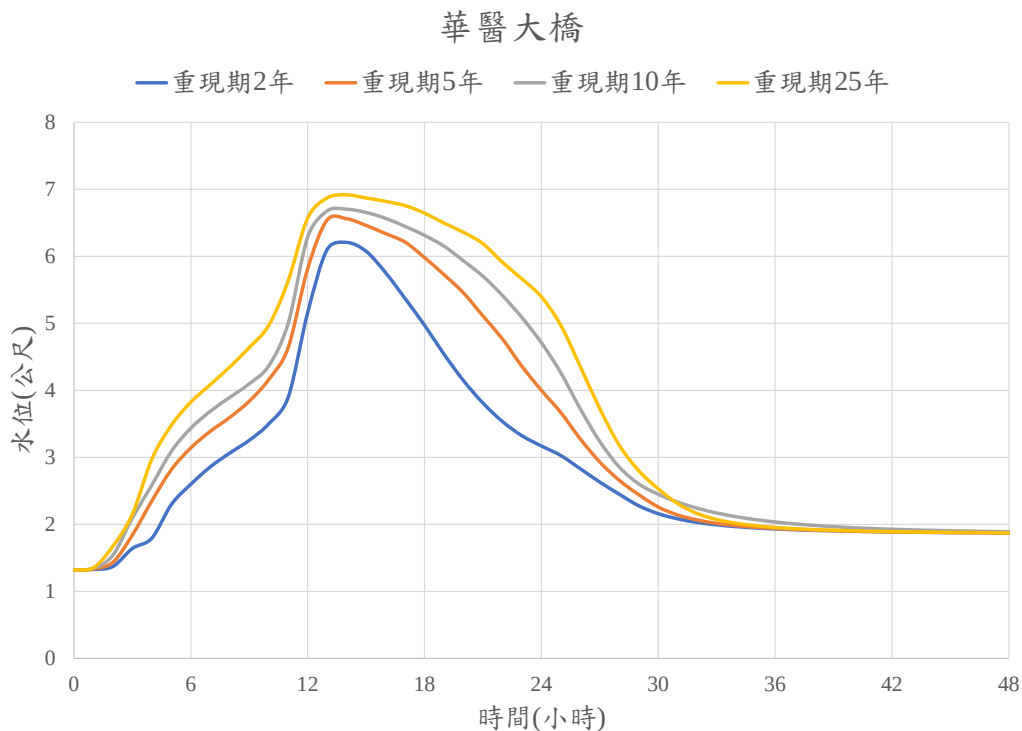


圖 4-4 現況土地利用型態之有效降雨量於華醫大橋之水位歷線

(資料來源：本研究成果)

參、不同土地使用規劃減洪調適策略之最小有效降雨量推演

依第二章第二節文獻分析的結果顯示，初期扣除量與潛在最大滯留量之關係式係數為 0.05~0.30，故本研究以增量 0.05 做為間隔設定初期扣除量，進行地文性淹水模式演算，輸出華醫大橋測站水位資料進行分析，重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年設計降雨事件配合不同初期扣除量係數之演算成果如圖 4-5 至圖 4-8，以前節所計算之有效降雨結果為基礎值，計算不同初期扣除量降低水位之百分比如表 4-3 所示。

另比對未採用曲線號碼(CN 值)演算有效降雨之演算成果(圖 4-9 及表 4-4)，由表可知採用曲線號碼(CN 值)法計算有效降雨進而演算水位，與未採用曲線號碼(CN 值)法計算有效降雨之演算水位相比可降低 0.2 公尺，最大可降到 0.7~0.9 公尺，採用曲線號碼(CN 值)法後，均可明顯看出洪水位下降。

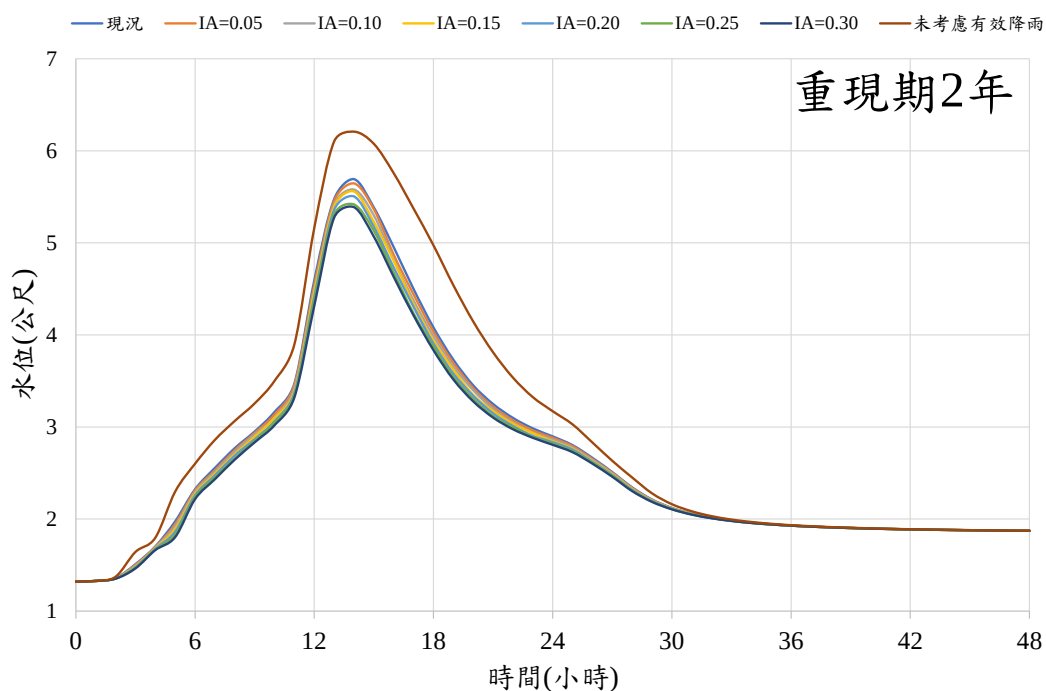


圖 4-5 重現期 2 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線

(資料來源：本研究成果)

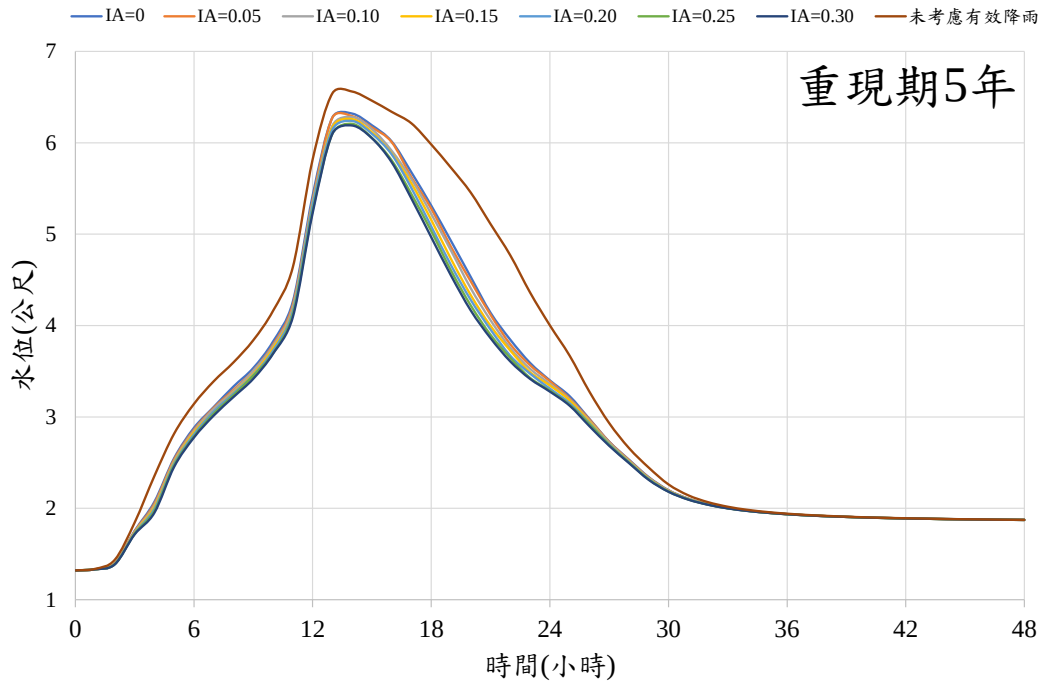


圖 4-6 重現期 5 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線

(資料來源：本研究成果)

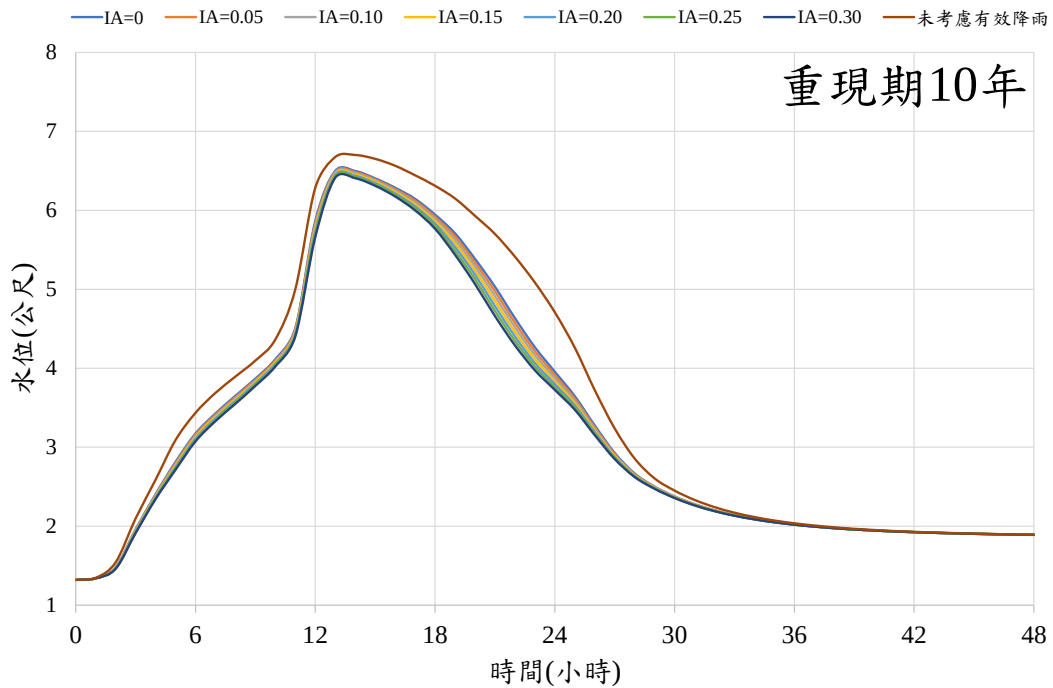


圖 4-7 重現期 10 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線

(資料來源：本研究成果)

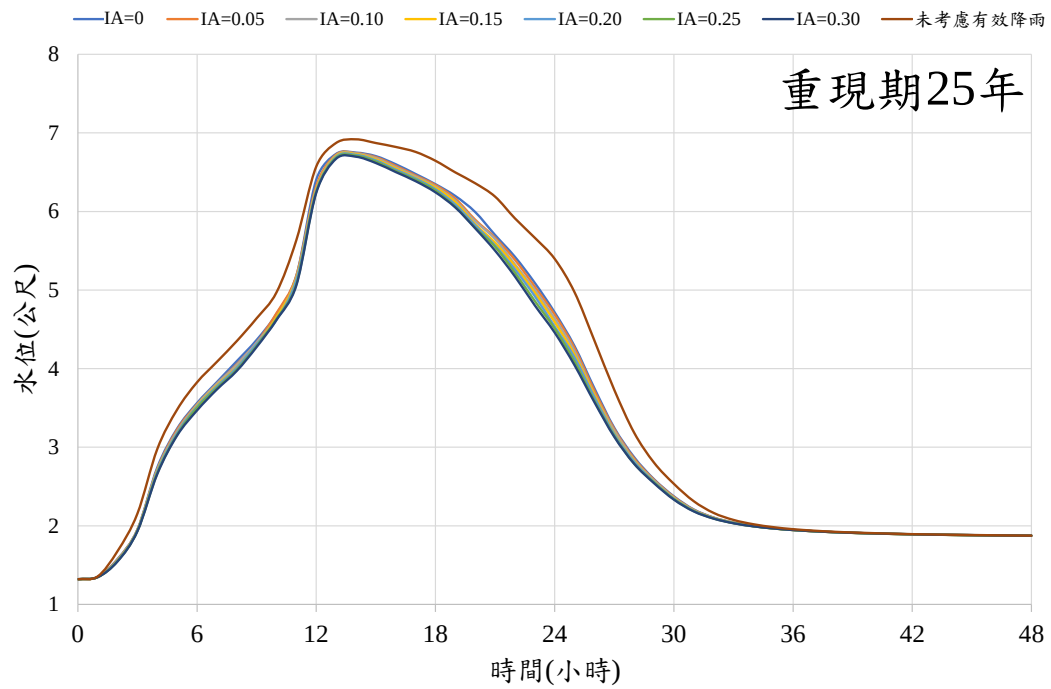


圖 4-8 重現期 25 年降雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋水位歷線

(資料來源：本研究成果)

表4-3 不同初期扣除量計算水位降低百分比

重現期	初期扣除量係數	最大值	平均值	峰值平均值 ^[註]
2 年	0.05	1.68%	0.42%	1.31%
	0.10	2.73%	0.86%	2.45%
	0.15	4.15%	1.24%	3.38%
	0.20	5.67%	1.65%	4.47%
	0.25	7.24%	2.07%	5.63%
	0.30	8.66%	2.45%	6.61%
5 年	0.05	1.34%	0.35%	0.79%
	0.10	2.74%	0.73%	1.46%
	0.15	4.39%	1.14%	2.06%
	0.20	5.54%	1.48%	2.62%
	0.25	6.89%	1.91%	3.48%
	0.30	8.08%	2.22%	3.95%
10 年	0.05	1.27%	0.31%	0.41%
	0.10	2.52%	0.63%	0.82%
	0.15	3.80%	0.95%	1.24%
	0.20	5.00%	1.26%	1.65%
	0.25	6.23%	1.58%	2.07%
	0.30	7.44%	1.90%	2.47%
25 年	0.05	0.92%	0.23%	0.20%
	0.10	1.92%	0.50%	0.45%
	0.15	2.63%	0.75%	0.68%
	0.20	3.86%	1.01%	0.96%
	0.25	4.57%	1.28%	1.21%
	0.30	5.67%	1.53%	1.45%

備註：峰值平均值為取前 6 大值平均

(資料來源：本研究成果)

表4-4 未採用曲線號碼(CN值)與現況(採用曲線號碼(CN值))之水位差

	重現期 2 年	重現期 5 年	重現期 10 年	重現期 25 年
最大值	0.891	0.971	0.82	0.685
平均值	0.23249	0.235551	0.211796	0.196102

(資料來源：本研究成果)

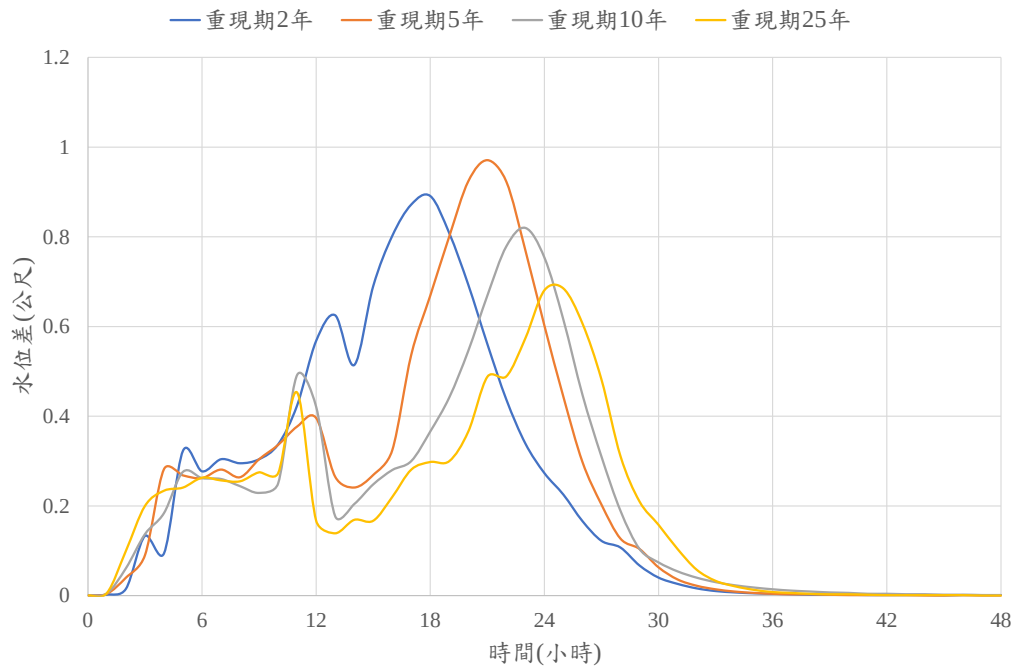


圖 4-9 未採用曲線號碼法與現況(採用曲線號碼法)之演算水位差

(資料來源：本研究成果)

第二節 進行優化地表逕流現象

壹、承洪目標區選定

臺南市三爺溪排水雖經臺南市政府歷年來大力整治，但由於氣候變遷導致降雨型態改變，致使短延時強降雨事件頻傳，三爺溪排水中下游仁德地區周圍，如中華醫事科技大學、太子工業區及仁德交流道等區域仍偶有災情傳出。圖 4-10 為 2019 年 0813 豪雨期間，第六河川局防汛護水志工於豪雨過後，現勘中華醫大附近建物之水痕高度照片，顯示淹水深度接近 1 公尺，而中華醫事科技大學旁之華醫大橋設有水位測站，觀測水位可配合初期扣除量進行最小有效降雨量訂定，故本計畫選定中華醫事科技大學做為承納洪水的目標區。



圖 4-10 0813 豪雨期間中華醫大附近建物之水痕高度

(資料來源：經濟部水利署第六河川局防汛護水志工提供，民國 108 年。)

貳、現況有效降雨形成之地表逕流及承洪目標區最大水深

本計畫以 2019 年 0813 豪雨事件為演算案例，現況有效降雨與觀測資料比對如圖 3-15，於演算歷程中華醫大水位最高達 7.04m(網格高程為 5.794m)，淹水深約為 1.266m。本計畫以不同初期扣除量進行演算，比較最大淹水深度，可初步訂定承洪目標區之最小有效降雨。

參、最小有效降雨形成之地表逕流及承洪目標區最大水深

圖 4-11 為 0813 豪雨演算成果與華醫大橋測站水位歷線之比較圖，圖中演算成果顯示與前述之採用曲線號碼(CN 值)法相同，採用曲線號碼(CN 值)法後，可明顯看出洪水位下降，但初期扣除量對水位降低較不明顯。

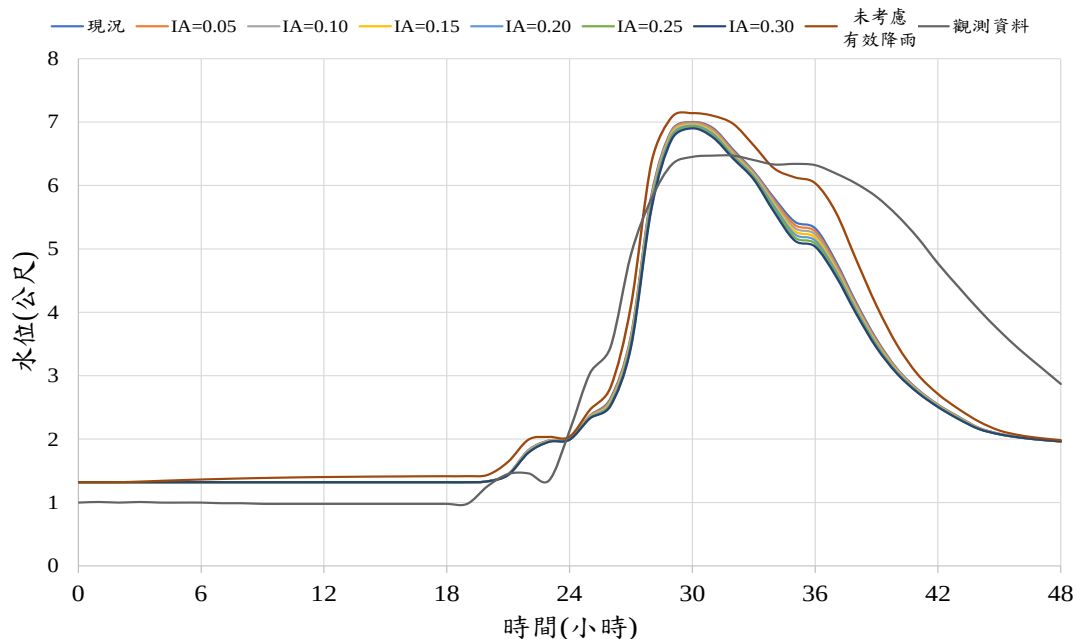


圖 4-11 0813 豪雨在不同初期扣除量係數條件下華醫大橋測站之水位歷線

(資料來源：本研究成果)

肆、地表逕流洪水波分析

應用依據土地使用分區佈置之細部格網(圖 3-4)，規劃流程流動阻力布置，即利用地表阻力遲滯洪水流動，規劃流動阻力布置前後之承洪目標區洪峰水位歷程如圖 4-12，規劃流動阻力布置前後之承洪目標區洪峰水位差及時間稽延整理如表 4-5。由圖 4-12 與表 4-5 可知，在重現期 10 年以下之豪雨事件，規劃流動阻力布置後之洪峰水位均較規劃流動阻力布置前低，顯示地表逕流流速較小，地表逕流之流動係由地表坡降驅動，受地表阻力遲滯洪水流動之影響較大；反之，在重現期 25 年之豪雨事件，規劃流動阻力布置後之洪峰水位較規劃流動阻力布置前高，顯示地表逕流流速較大，地表逕流之流動係由水面坡降驅動，受地表阻力遲滯洪水流動之影響較小。規劃流程流動阻力布置，在重現期 10 年以下豪雨造成之洪水，可達到降低洪峰、延長洪水到達時間之效果，降低地表逕流造成的洪災風險。

表4-5 規劃流動阻力布置前後之承洪目標區洪峰水位差及時間稽延

	重現期 2 年	重現期 5 年	重現期 10 年	重現期 25 年
洪峰水位差值(m)	0.565	0.306	0.115	-0.325
時間稽延(hr)	2	1	1	1

(資料來源：本研究成果)

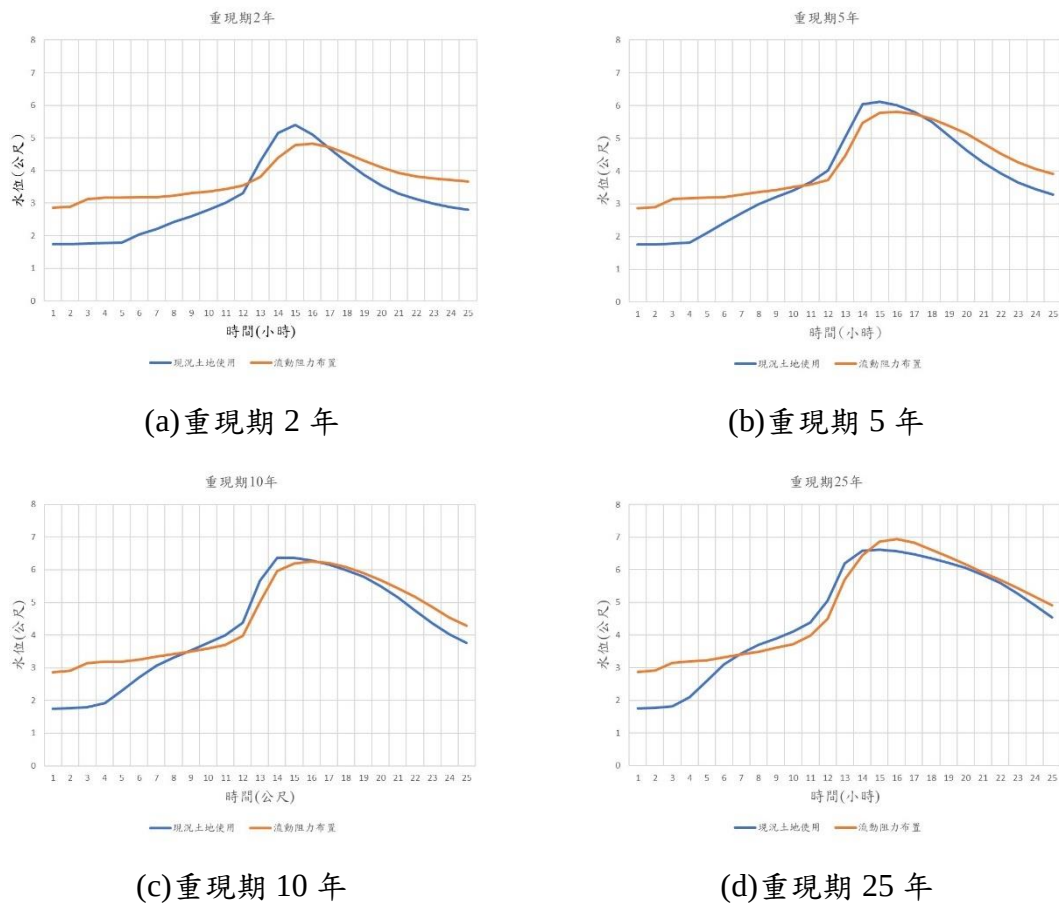


圖 4-12 各重現期有效降雨規劃流動阻力布置前後之承洪目標區水位歷線

(資料來源：本研究成果)

第三節 最佳減災效能的土地使用規劃策略

由於研究地區仁德區有 4 個都市計畫區，包括：仁德都市計畫區、仁德(文賢地區)都市計畫、高速公路臺南交流道附近特定區計畫區及臺南都會公園特定區計畫，共佔仁德區總面積約 57%，且多集中於三爺溪排水沿岸，因此能利用做為減災效能提升之土地使用規劃類型較為有限。另，根據都市計畫法第 26 條及第 27 條內容，都市計畫除每 3 年至 5 年需通盤檢討及遇有：「一、因戰爭、地震、水災、風災、火災或其他重大事變遭受損壞時。二、為避免重大災害之發生時。三、為適應國防或經濟發展之需要時。四、為配合中央、直轄市或縣（市）興建之重大設施時。」情事之一時，可視實際情況進行迅行(個案)變更外，都市計畫經發布實施後，不得隨時任意變更。以現行都市計畫的實務運經驗而言，在建成區要調整建地之土地

使用分區為非建地可行性並不高。因此，本研究對現有都市計畫不改變其土地使用分區類別下，以承洪目標區最小水深與最小出流洪峰流量為評估最佳減災效能之量化目標，嘗試藉由建蔽率與開挖率之調整及土地利用型態微調作為減洪之調適策略，分析可能規劃下具最佳減災效能之土地使用規劃策略，進一步可歸納不同土地使用規劃之減洪調適策略績效評估成果，提供都市規劃及審議應用。由第 2 場專家座談會之會議記錄，專家提及目前都市計畫最需求的是「規劃資訊」與「規劃標準」。目前本計畫的重點在於藉由土地利用型態之調整使承洪目標區可以提升減洪能力及後續於土地使用分區管制要點之應用。地文性淹排水模式之演算可提供完整的水文水理(如流量、水深等)規劃資訊做空間規劃的調整。

在不對現有都市計畫區改變其土地使用分區類別下，考慮其減洪成效，分別對承洪目標區上游農業區、建成區及仁德區之公共設施用地，進行土地利用型態的調整。農業區是利用田埂高度增加或增加植被等方式調整土地利用型態；而建成區與公共設施用地則藉由「土地使用分區管制要點」調整建蔽率與開挖率。之後演算重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年設計降雨事件，分析上述地區之有效降雨。3 種不同土地使用規劃減洪調適策略之有效降雨推演說明如下。

- 一、土地使用規劃減洪調適策略 1：將承洪目標區上游農業區，經統計上游農業區農牧相關各土地利用分類之面積比例，水田為 74.9%、旱田為 0.8%、果園為 11.0%、水產養殖為 0.4%、畜牧為 0.4%、農業相關設施為 0.3%、空置地為 12.2%。以面積比例最大之水田與 CN 值相對較高的旱田為主要調整目標，畜牧已有相當的入滲截流效果，農舍等附屬設施用地，或面積較小或調整不易，故僅考慮將水田及旱田納入模式演算。現況土地利用為水田之區域由原 CN 值 78 調整為 58，旱田原 CN 值由 91 調整為 61，調整之區域如圖 4-13 所示，調整區域之面積約 124.3 公頃。
- 二、土地使用規劃減洪調適策略 2：將承洪目標區上游建成區調降建蔽率與開挖率，現況土地利用為商業之區域由原 CN 值 92、純住宅原 CN 值 85、製造業原 CN 值 88，均調整為 80，調整之區域如圖 4-14 所示，面積約 196.4 公頃。
- 三、土地使用規劃減洪調適策略 3：針對研究區域—仁德區之公共設施用地調降建蔽率與開挖率，現況土地利用為政府機關、社會福利設施、公用設備等用地，由原 CN 分別為 92、88，均調整為 80，學校及醫療保健等區域由原 CN 值 69 調整為 61，調整之區域如圖 4-15 所示，面積約 156.9 公頃。

3 種土地使用規劃減洪調適策略調整之土地利用型態與調整前後之 CN 值整理如表 4-6。

前述建蔽率之調整，可透過都市計畫之「土地使用分區管制要點」來達成，特別是調整建蔽率將可連動影響開挖率，降低 CN 值以達減洪之功效。

以本計畫研究區—仁德區之「變更仁德都市計畫(主要計畫及細部計畫分離專案通盤檢討)(土地使用分區管制要點)細部計畫書」內容為例，針對土地使用分區有以下管制要點：

- 一、本要點依都市計畫法第 22 條及同法臺南市施行細則第 12 條規定訂定之。
- 二、住宅區建蔽率不得大於 60%，容積率不得大於 200%。
- 三、「商一」建蔽率不得大於 80%，容積率不得大於 350%；「商二」建蔽率不得大於 60%，容積率不得大於 350%。
- 四、工業區(甲種、乙種、零星工業區)建蔽率不得大於 70%，容積率不得大於 210%。
- 五、農業區及保護區之建築物及土地使用應依「都市計畫法臺南市施行細則」規定辦理，並由本府依「臺南市都市計畫保護區農業區土地使用審查要點」審查之。
- 六、文教區建蔽率不得大於 50%，容積率不得大於 250%。
- 七、宗教專用區建蔽率不得大於 50%，容積率不得大於 160%。
- 八、加油站專用區建蔽率不得大於 40%，容積率不得大於 120%，並得依「加油站設置管理規則」容許作為油氣事業設施及其附屬設施使用，但不得從事兼營項目。
- 九、第一種電信專用區之建蔽率不得大於 50%，容積率不得大於 250%，得依「都市計畫法臺南市施行細則」第 31 條第 1 款至第 4 款使用。
- 十、醫院用地建蔽率不得大於 50%，容積率不得大於 250%。

依據前述土地使用分區管制要點，可知建成區與公共設施用地可藉由調整建蔽率與開挖率等，以降低 CN 值，而公共設施用地，更可搭配增加透水面積或設置雨水花園、廣場、綠屋頂等雨水儲留設施等來降低 CN 值。而農業區可透過增加植生覆蓋率、水田田埂加高或降低田區高程等方式來降低 CN 值。

以調整後的土地利用型態更新地文條件，演算 2 年、5 年、10 年及 25 年設計降雨事件，以承洪目標區最小水深與最小出流洪峰流量，評估 3 種土地使用規劃減洪調適策略之成效。3 種土地使用規劃減洪調適策略之現況土地利用與調整土地使用型態後之有效降雨量如表 4-7。以面積平均降雨量為比較基準，以 SCS 法估算之面積平均有效降雨，重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年分別減少了 28.7%、21.5%、18.3%及 15.3%，降雨量越大有效降雨減少百分比越少。

以現況土地使用面積平均有效降雨量為比較基準，3 種土地使用規劃減洪調適策略之面積平均有效降雨量，以土地使用規劃減洪調適策略 1(調整上游農業區土地使用型態)減少百分比最多，農業區調整土地使用型態前後之 CN 值相差較大。

以上述重現期 2 年、5 年、10 年及 25 年之有效降雨量，應用整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式，進行 3 種土地使用規劃減洪調適策略之地表逕流演算，承洪目標區水深與出流歷線分別如圖 4-16 及圖 4-17 所示，承洪目標區在不同土地使用規劃減洪調適策略與現況土地利用之最大水深差及最大出流量差分別與其減少百分比整理如表 4-8 及表 4-9。由圖 4-16、圖 4-17 與表 4-8、表 4-9 之最大水深及最大出流量與其降低百分比可看出，與現況土地利用相比，土地使用規劃減洪調適策略下承洪目標區之最大水深與最大出流量均降低，重現期 25 年之降雨事件境況模擬結果之水深減少百分相較其他重現期降雨事件境況模擬結果大，尤以調整上游農業區利用型態水深與出流量減少百分比分別為 4.78%與 7.31%之減洪效果最佳，顯示調整承洪目標區上游農業區使用型態後，重現期 25 年以下之豪雨事件均有減洪成效，重現期 25 年豪雨事件之逕流量相較其他重現期大，故上游能調節較多之洪水量。

本計畫研究區域之承洪目標區上游農業區與建成區，調整面積均在 100 公頃以上，公共設施用地位於承洪目標區上游之面積均不大且分布較為零散，調整之區域多位於中下游，減洪成效不若調整農業區與建成區佳。本計畫之土地使用規劃減洪調適策略模擬，較適用於較大面積之都市計畫區(如航空城特定區計畫，幾個小都市計畫區整併如新北市的溪南、溪北都計區等)，或國土計畫中較大面積之特定區域計畫。

根據都市計畫規劃作業手冊內容，都市計畫主要計畫都市規劃作業程序流程如圖 4-18 所示，步驟 2 為計畫中最基本卻也是重要之內容，主要目的有二，其一為建立基礎環境資料，其二藉此瞭解計畫地區之發展現況、課題、潛力及其限制，進而作為日後研析依據。資料可分為實質環境與社會經濟兩個層面，實質環境包括自然環境、土地使用(建物使用)、交通系統、公共設施、歷史名勝古蹟等共五個步驟；社會經濟包括產業經濟、發展沿革、人口等三個步驟。蒐集之內容則可分為，時間與空間向度，時間向度為推估計畫區日後演變趨勢，而空間向度則可瞭解計畫區之相對位置關係，藉由詳細的資料蒐集整理與轉換，可做為日後實質規劃之基礎。步驟 2-1 上位暨相關計畫與現行計畫可細分為上位計畫、相關計畫及現行計畫三個步驟。上位暨相關計畫之蒐集作為計畫地區相關發展之指導與參考借鏡；現行計畫之蒐集乃是已發布實施都市計畫地區，作為通盤檢討計畫內容之擬定的重要依據。蒐集計畫區之原

擬定計畫、歷年變更計畫以及目前實施之計畫，包括計畫名稱、計畫範圍、計畫年期與人口、計畫目標、土地使用分區計畫、公共設施計畫、交通系統計畫、防災系統計畫、分期分區發展計畫、事業及財務計畫等相關重點摘要，進行現行計畫之綜整，期可清楚瞭解現行計畫區，進而規劃更合宜之計畫內容。步驟 2-9 都市防災，主要調查蒐集區內重要防救災、緊急避難通報等相關設施之分布情形，藉以作為災害預警、減災、救災與後續安置之重要依據。步驟 2-9 可細分為環境敏感地、歷史災害概述及防洪設施三個步驟。據本節分析與都市計畫主要計畫都市規劃作業程序流程之檢視，建議可於步驟 2—資料蒐集調查與分析，針對 11 個子步驟中之上位暨相關計畫與現行計畫及都市防災 2 個子步驟，可以土地使用規劃之減洪調適策略績效評估成果，提供都市規劃及審議應用。

表4-6 土地使用規劃減洪調適策略調整土地利用型態與調整前後之CN值

現況土地使用	代碼	SCS分類	CN值	調整後CN值
承洪目標區上游農業區土地利用型態調整				
水田	0101	2	78	58
旱田	0102	1	81	61
承洪目標區上游建成區土地利用型態調整				
商業	0501	10	92	80
純住宅	0502	12	85	80
製造業	0504	11	88	80
研究區域公共設施土地利用型態調整				
政府機關	0601	10	92	80
學校	0602	9	69	61
醫療保健	0603	9	69	61
社會福利建設	0604	10	92	80
公用設備	0605	11	88	80
環保設施	0606	11	88	80

(資料來源：本研究成果)

表4-7 現況土地使用與調整土地利用型態後之有效降雨量

現況土地使用(比較基準)			調整土地使用型態		
雨量	面積平均雨量	面積平均有效降雨 (減少百分比)	調整上游農業區利用 型態後之有效降雨 (減少百分比)	調整上游建成區利用 型態後之有效降雨 (減少百分比)	調整公共設施利用 型態後之有效降雨 (減少百分比)
2 年	190.63	135.83 (-28.7%)	133.43 (-1.8%)	134.37 (-1.1%)	134.88 (-0.7%)
5 年	281.4	221.02 (-21.5%)	217.94 (-1.4%)	219.37 (-0.7%)	219.92 (-0.5%)
10 年	344.36	281.44 (-18.3%)	278.02 (-1.2%)	279.71 (-0.6%)	280.27 (-0.4%)
25 年	425.32	360.04 (-15.3%)	356.28 (-1%)	358.24 (-0.5%)	358.8 (-0.3%)

雨量單位：mm

(資料來源：本研究成果)

表4-8 承洪目標區不同土地使用規劃減洪調適策略之最大水深差與減少百分比

重現期	調整上游農業 區利用型態 (減少百分比)	調整上游建成 區利用型態 (減少百分比)	調整公共設施 利用型態 (減少百分比)
2 年	0.8 (-2.57%)	0.5 (-1.61%)	0.1 (-0.32%)
5 年	1.3 (-3.02%)	0.8 (-1.86%)	0.2 (-0.46%)
10 年	2.4 (-4.13%)	1.4 (-2.41%)	0.4 (-0.69%)
25 年	4.2 (-4.78%)	2.3 (-2.62%)	0.4 (-0.46%)

水深單位：cm

(資料來源：本研究成果)

表4-9 承洪目標區不同土地使用規劃減洪調適策略之最大出流量差與減少百分比

重現期	調整上游農業 區利用型態 (減少百分比)	調整上游建成 區利用型態 (減少百分比)	調整公共設施 利用型態 (減少百分比)
2 年	0.81 (-4.11%)	0.61 (-3.13%)	0.06 (-0.32%)
5 年	0.94 (-3.30%)	0.64 (-2.27%)	0.10 (-0.34%)
10 年	2.70 (-6.15%)	1.71 (-3.89%)	0.45 (-1.03%)
25 年	5.86 (-7.31%)	3.23 (-4.03%)	0.27 (-0.34%)

水深單位：cms

(資料來源：本研究成果)

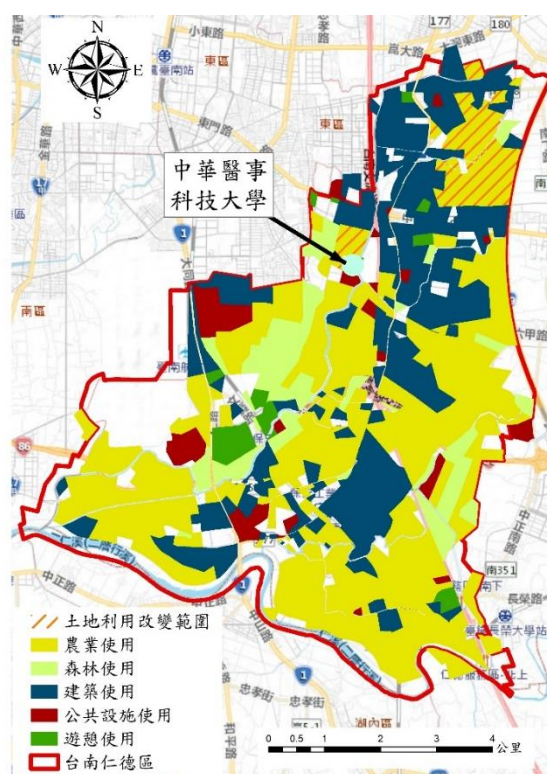


圖 4-13 承洪目標區上游農業區利用型態調整區域

(資料來源：本研究成果)

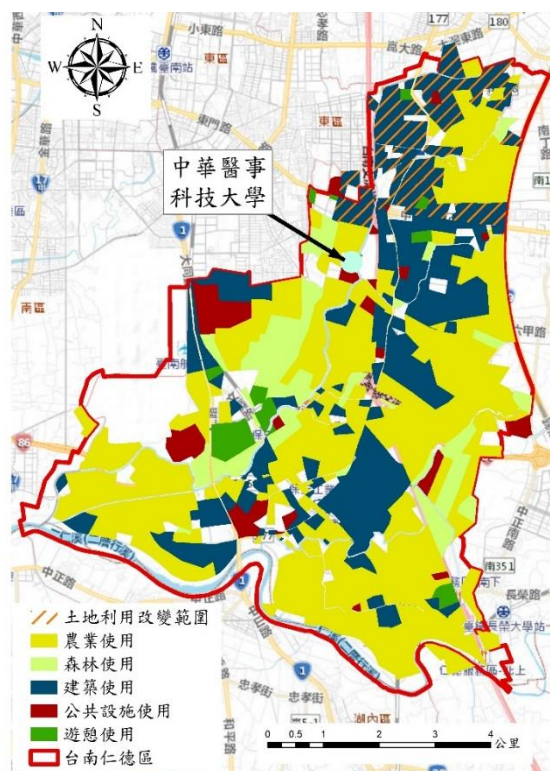


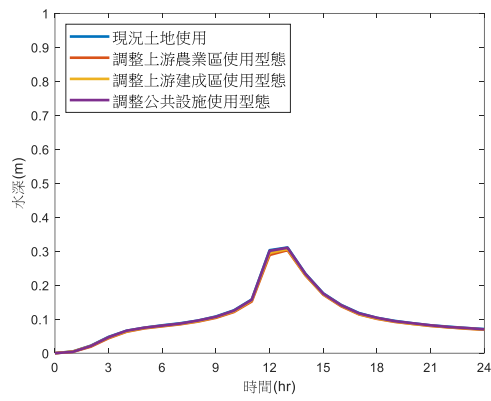
圖 4-14 承洪目標區上游建成區利用型態調整區域

(資料來源：本研究成果)

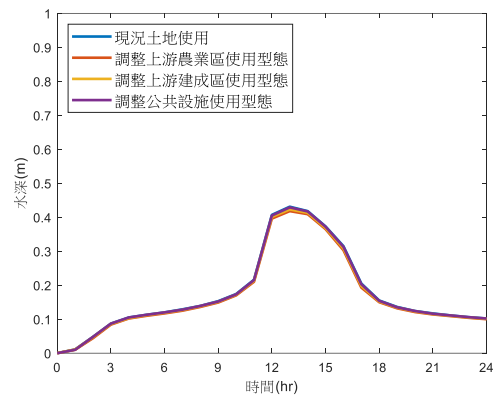


圖 4-15 承洪目標區公共設施用地利用型態調整區域

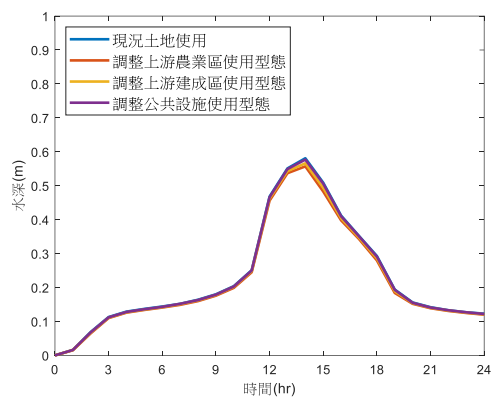
(資料來源：本研究成果)



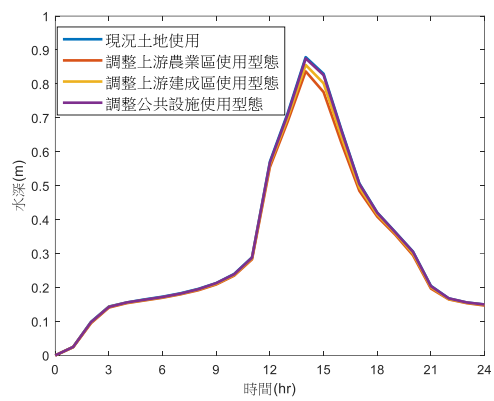
(a)重現期 2 年



(b)重現期 5 年



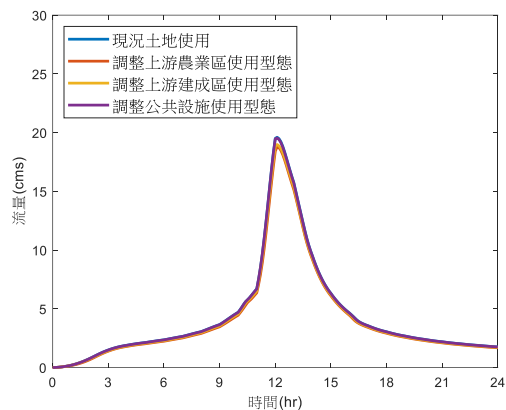
(c)重現期 10 年



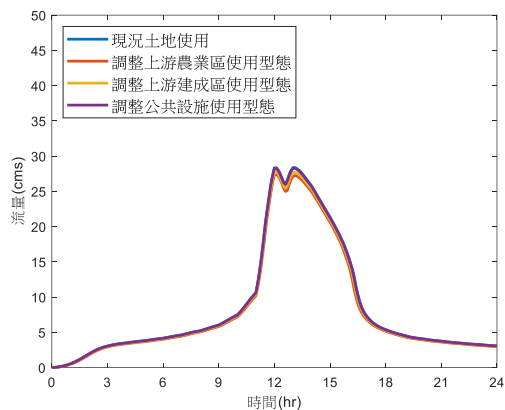
(d)重現期 25 年

圖 4-16 不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區水深歷線

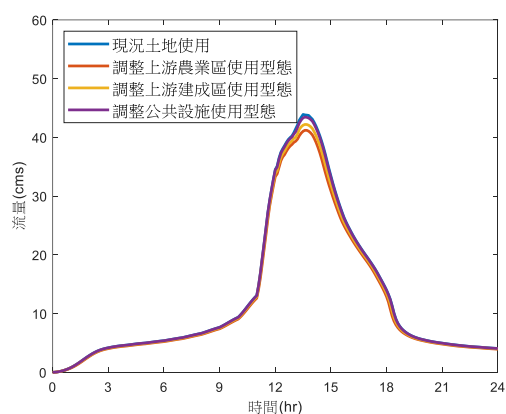
(資料來源：本研究結果)



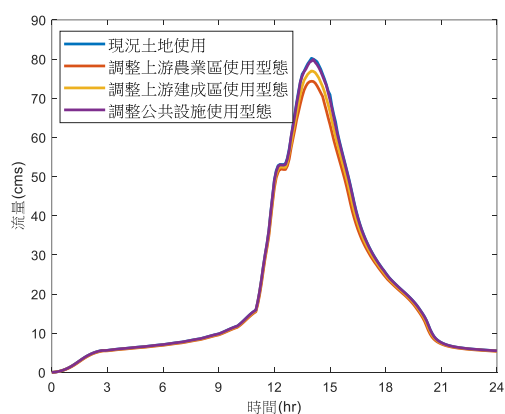
(a)重現期 2 年



(b)重現期 5 年



(c)重現期 10 年



(d)重現期 25 年

圖 4-17 不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區出流歷線

(資料來源：本研究成果)

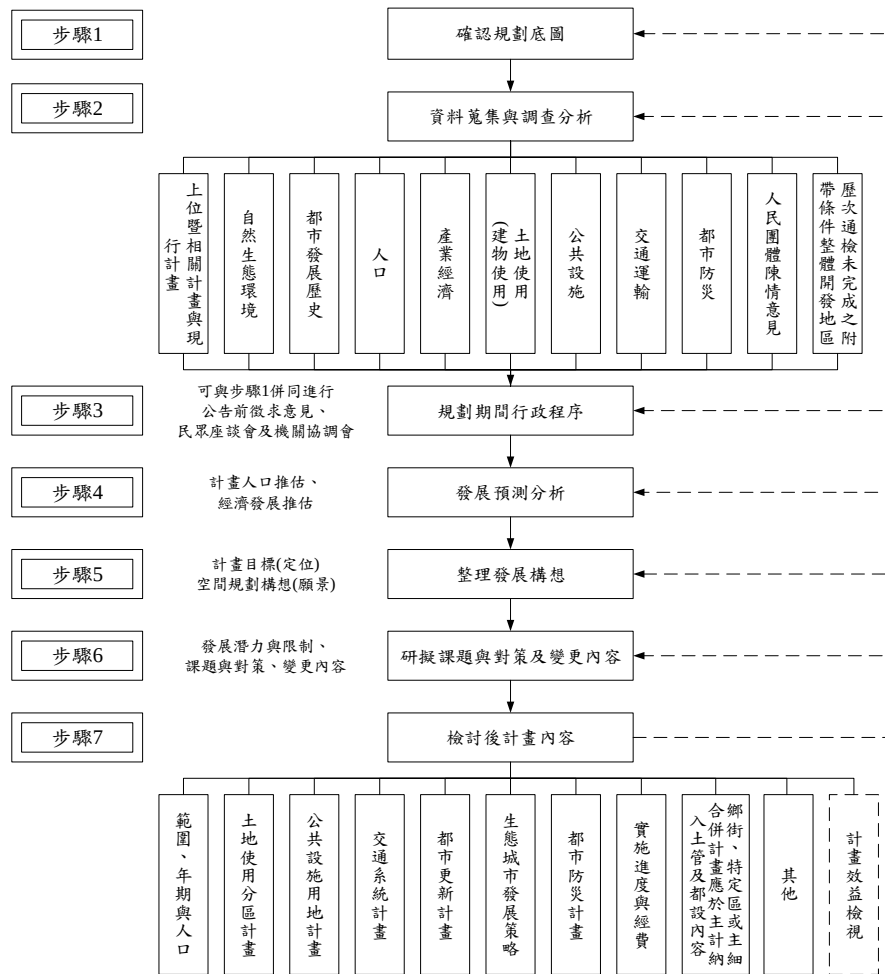


圖 4-18 都市規劃作業程序

(資料來源：都市計畫規劃作業手冊與本研究結果)

第四節 氣候變遷情境對土地使用規劃逕流現象之影響

本節由氣候變遷情境之降雨事件演算未來增加之逕流情形，針對目標區承受氣候變遷所造成的洪水，進行 3 組土地使用調整規劃演算水深及出流量，演算提升目標區承受洪水能力之土地使用型態調整，探討土地使用規劃對目標區承洪之效果。

為瞭解未來氣候變遷對降雨量的影響，本計畫採用國家災害防救科技中心(National Science and Technology Center for Disaster Reduction, NCDR)所提供動力降尺度雨量資料，該資料為 TCCIP 利用美國大氣研究中心(National Center for Atmospheric Research, NCAR)發展的區域模式 WRF 進行動力降尺度，將空間解析度提高至 5 公里。動力降尺度資料為 AR5 基期(1980~2008)以及 RCP8.5 情境 21 世紀中(2039~2065)的時雨量資料，其中世紀中共有 4 組系集模擬(C0~C3)，其中 C0 為 28 組模式的系集平均，C1 相較於 C0 為北半球海溫增加的幅度較小；C2 相較於 C0 則為中太平洋赤道增溫的幅度較大；C3 相較於 C0 則是西北太平洋及大西洋赤道區域增溫的幅度較大，而北極海以及環南極流的區域增溫的幅度則較小(李昱祺等，2019)。

本計畫分別利用基期(1980~2008)以及 21 世紀中(2039~2065)4 組系集時雨量資料進行頻率分析，頻率分析結果如表 4-10 所示，並分析 4 組系集模擬 2、5、10 及 25 年重現期雨量相較於基期重現期雨量之變化比例，做為現況重現期雨量(表 4-1)增減幅度之參考，各站在世紀中氣候變遷的增幅結果如表 4-11 所示。

據專家座談會會議記錄(詳見附錄四)，學者建議氣候變遷情境的選取，宜以現況能量、經費能因應與操作的情境為主，選取極端的情境對於調適策略的評估應用並不適合。因此本計畫由表 4-11 之雨量增幅判斷，C3 較為極端；C1 與 C2 增幅較為接近，差距約在 3%至 11%，在重現期 2 年、5 年，C2 增幅大於 C1，分別為 9.48%、2.05%，在重現期 10 年、25 年，C2 增幅小於 C1，分別為-3.17%、-11.07%；C0 在重現期 5 年以上增幅均較 C1、C2 大，差距約在 3%至 11%，考慮都市土地承受洪水之能力，選擇在重現期 2 年雨量增幅較小的 C0 為氣候變遷之雨量演算情境，演算範圍內各雨量站之降雨歷程分別如附圖 2-8、附圖 2-9、附圖 2-10、附圖 2-11 所示。

潮位氣候變遷情境條件方面，需考量暴潮偏差及海平面上升，其中設計波高與暴潮偏差均是考量重現期 50 年之極值分析結果，由「歷史資料」和「氣候變遷資料」的極值進行分析，

推求重現期 50 年條件，來估氣候變遷下增量，以設定為極端情境條件，潮位歷線結果如圖 4-19。

本計畫應用上述氣候變遷情境各重現期降雨條件及沿海潮位條件，應用整合有效降雨演算模組之地文性淹排水模式，演算未來增加逕流情形對前節所述 3 種土地使用規劃減洪調適策略之影響，承洪目標區水深與出流歷線分別如圖 4-20 及圖 4-21 所示，承洪目標區在不同土地使用規劃減洪調適策略與現況土地使用之最大水深差及最大出流量差分別與其減少百分比整理如表 4-12、表 4-13。由圖 4-20、圖 4-21 與表 4-12、表 4-13 之最大水深及最大出流量與其降低百分比可看出，與現況土地使用相比，土地使用規劃減洪調適策略下承洪目標區之最大水深與最大出流量均降低，重現期 5 年之降雨事件境況模擬結果之水深減少百分相較其他重現期降雨事件境況模擬結果大，尤以調整上游農業區利用型態水深與出流量減少百分比分別為 5.77%、8.11%之減洪效果最好，顯示調整承洪目標區上游農業區利用型態後，在氣候變遷情境(C0)之逕流增加影響下，仍可調適重現期 5 年以下之豪雨事件，超過重現期 5 年豪雨事件，其逕流量隨降雨規模增加，因此，以調整土地使用型態進行減洪調適之效果於超過重現期 5 年豪雨事件越有限，重現期降雨事件規模越大(重現期 25 年降雨事件)，減洪成效越不佳。

表4-10 基期及RCP8.5情境21世紀中降雨量頻率分析成果

站名	基期				C0				C1				C2				C3			
	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年
臺南	203.7	312.2	384.0	474.7	212.7	409.0	583.9	838.5	256.6	430.6	582.5	823.8	251.9	413.7	535.0	702.3	397.3	586.9	712.5	871.1
崎頂	228.8	352.2	433.9	537.1	296.9	579.2	804.4	1114.8	303.1	527.3	722.4	1031.0	402.4	656.0	824.0	1036.2	501.5	803.4	1003.3	1255.9
善化	199.0	305.5	376.1	465.2	204.9	401.7	577.4	833.6	237.6	412.7	570.1	826.8	223.9	374.6	508.3	702.6	374.7	548.3	663.3	808.6
媽祖廟	213.3	327.6	403.3	498.9	217.6	417.1	599.3	867.8	267.9	469.1	619.3	819.2	292.8	465.2	605.8	816.7	440.4	720.2	905.5	1139.6
阿蓮(2)	240.1	367.4	451.7	558.2	331.5	593.9	849.0	1296.4	326.8	582.3	787.8	1087.3	384.2	638.7	820.2	1058.6	562.6	921.3	1158.8	1458.9
古亭坑	260.0	399.2	491.4	607.8	356.8	670.4	907.2	1224.1	280.4	554.9	802.0	1163.7	332.4	584.6	785.7	1062.6	565.2	913.1	1143.5	1434.5
木柵	227.2	359.2	454.2	581.1	312.2	634.2	891.0	1244.7	249.3	462.6	662.9	961.9	257.5	490.8	753.6	1179.1	358.2	560.6	728.3	983.6
虎頭埤	180.4	286.1	373.6	507.1	236.4	472.4	668.2	943.3	252.7	483.5	687.6	1010.4	308.2	539.3	738.2	1048.9	446.1	724.1	934.6	1228.6
永康	196.0	288.5	357.8	454.6	208.1	413.1	597.8	868.3	247.7	420.9	571.1	808.1	239.3	411.7	546.7	730.8	375.8	538.6	646.4	782.6
新市	203.9	307.5	376.0	462.6	224.5	437.9	629.9	910.7	264.9	479.1	659.0	932.3	260.0	460.4	618.5	835.0	423.7	663.2	821.8	1022.2
和順	181.1	272.0	332.1	408.2	198.2	434.2	645.2	953.0	239.6	466.1	657.7	929.7	215.8	368.6	505.3	704.6	317.0	459.4	553.7	672.9

(資料來源：本研究成果)

表4-11 RCP8.5情境21世紀中降雨量變化表

站名	C0				C1				C2				C3			
	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年	2年	5年	10年	25年
臺南	4.4%	31.0%	52.1%	76.6%	25.9%	37.9%	51.7%	73.5%	23.6%	32.5%	39.3%	47.9%	95.0%	88.0%	85.5%	83.5%
崎頂	29.8%	64.5%	85.4%	107.6%	32.5%	49.7%	66.5%	92.0%	75.9%	86.3%	89.9%	92.9%	119.2%	128.1%	131.3%	133.8%
善化	3.0%	31.5%	53.5%	79.2%	19.4%	35.1%	51.6%	77.7%	12.5%	22.6%	35.2%	51.0%	88.3%	79.5%	76.4%	73.8%
媽祖廟	2.0%	27.3%	48.6%	74.0%	25.6%	43.2%	53.6%	64.2%	37.3%	42.0%	50.2%	63.7%	106.5%	119.9%	124.5%	128.4%
阿蓮(2)	38.1%	61.6%	87.9%	132.2%	36.1%	58.5%	74.4%	94.8%	60.0%	73.8%	81.6%	89.6%	134.3%	150.7%	156.5%	161.3%
古亭坑	37.2%	67.9%	84.6%	101.4%	7.8%	39.0%	63.2%	91.5%	27.8%	46.4%	59.9%	74.8%	117.4%	128.7%	132.7%	136.0%
木柵	37.4%	76.5%	96.2%	114.2%	9.7%	28.8%	45.9%	65.5%	13.3%	36.6%	65.9%	102.9%	57.6%	56.1%	60.3%	69.3%
虎頭埤	31.0%	65.2%	78.8%	86.0%	40.0%	69.0%	84.0%	99.3%	70.8%	88.5%	97.6%	106.9%	147.2%	153.1%	150.1%	142.3%
永康	6.2%	43.2%	67.1%	91.0%	26.4%	45.9%	59.6%	77.8%	22.1%	42.7%	52.8%	60.8%	91.7%	86.7%	80.7%	72.2%
新市	10.1%	42.4%	67.5%	96.9%	29.9%	55.8%	75.3%	101.5%	27.5%	49.7%	64.5%	80.5%	107.8%	115.7%	118.6%	121.0%
和順	9.5%	59.7%	94.3%	133.5%	32.3%	71.4%	98.0%	127.8%	19.2%	35.6%	52.1%	72.6%	75.1%	68.9%	66.7%	64.9%
平均	19.0%	51.9%	74.2%	99.3%	26.0%	48.6%	65.8%	87.8%	35.5%	50.6%	62.6%	76.7%	103.7%	106.9%	107.6%	107.9%

(資料來源：本研究成果)

表4-12 承洪目標區在氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之最大水深差與減少百分比

重現期	調整上游農業 區利用型態 (減少百分比)	調整上游建成 區利用型態 (減少百分比)	調整公共設施 利用型態 (減少百分比)
2 年	0.8 (-2.48%)	0.6 (-1.86%)	0.2 (-0.62%)
5 年	4.5 (-5.77%)	2.6 (-3.33%)	0.5 (-0.64%)
10 年	1.7 (-1.16%)	0.8 (-0.55%)	0.2 (-0.14%)
25 年	0.8 (-0.38%)	0.4 (-0.19%)	0.1 (-0.05%)

水深單位：cm

(資料來源：本研究成果)

表4-13 承洪目標區在氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之最大出流量差與減少百分比

重現期	調整上游農業 區利用型態 (減少百分比)	調整上游建成 區利用型態 (減少百分比)	調整公共設施 利用型態 (減少百分比)
2 年	0.87 (-4.19%)	0.65 (-3.14%)	0.08 (-0.39%)
5 年	5.44 (-8.11%)	3.07 (-4.58%)	0.63 (-0.94%)
10 年	9.04 (-3.04%)	4.73 (-1.59%)	1.03 (-0.35%)
25 年	2.03 (-0.38%)	0.67 (-0.13%)	0.66 (-0.12%)

水深單位：cms

(資料來源：本研究成果)

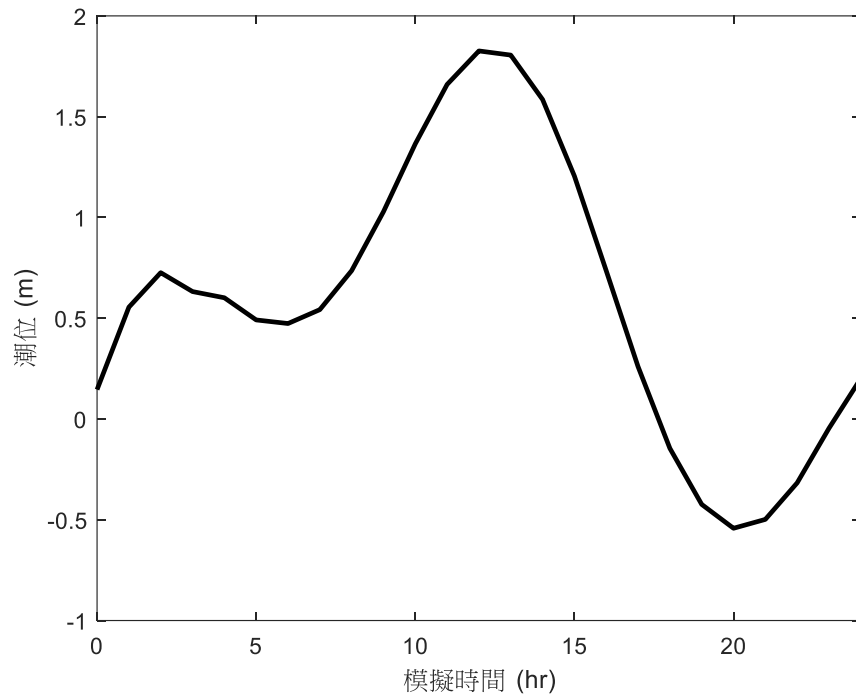
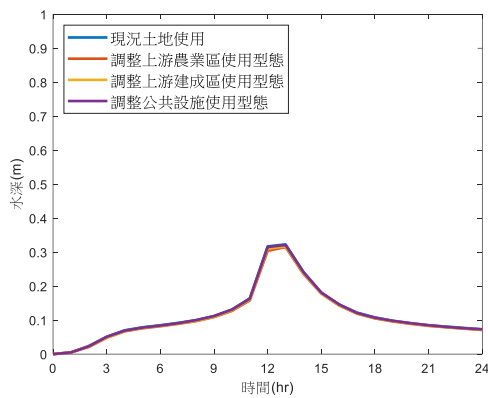
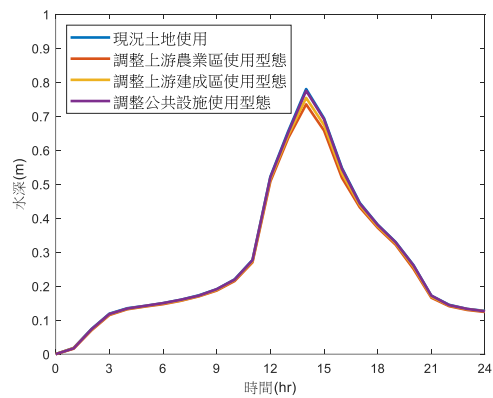


圖 4-19 極端情境下的暴潮

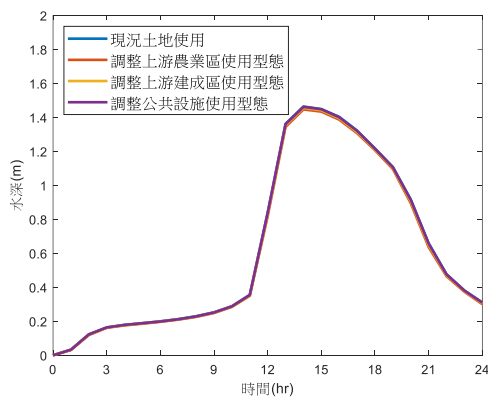
(資料來源：本研究成果)



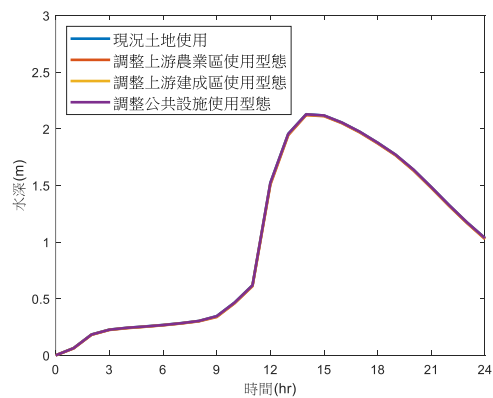
(a)重現期 2 年



(b)重現期 5 年



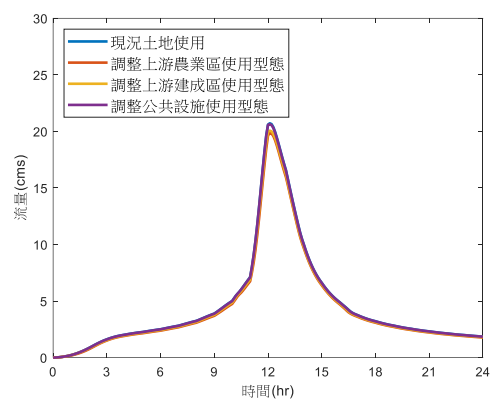
(c)重現期 10 年



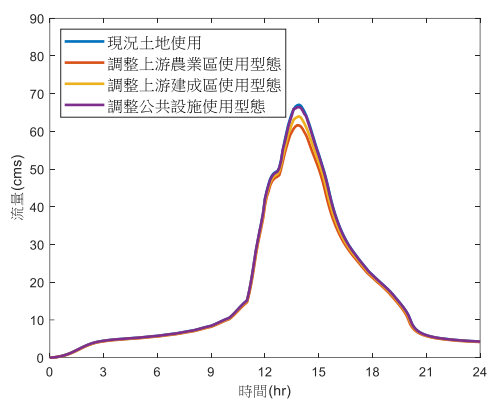
(d)重現期 25 年

圖 4-20 氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區水深歷線

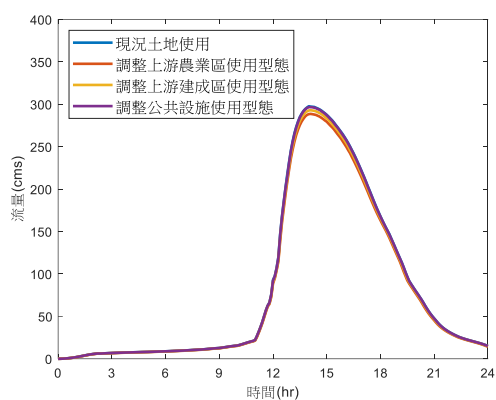
(資料來源：本研究成果)



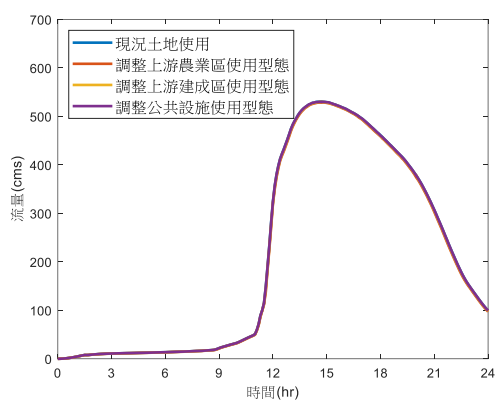
(a)重現期 2 年



(b)重現期 5 年



(c)重現期 10 年



(d)重現期 25 年

圖 4-21 氣候變遷情境(C0)不同土地使用規劃減洪調適策略之承洪目標區出流歷線

(資料來源：本研究成果)

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究目前已完成研究區域水文資料，包括雨量、水位、流量及潮位，地文資料包括地形地勢、交通系統、土地利用、水利設施及土地利用分區等資料的蒐集。進一步利用上述蒐集之資料完成研究區域之非結構性格網佈置，並完成地文性淹排水模式建置。應用曲線號碼法進行有效降雨量演算之模組整合入地文性淹水模式，並以研究區域現況土地利用型態對應SCS分類得出格區之曲線號碼，進行有效降雨量之演算，完成演算2年、5年、10年及25年重現期之一日暴雨降雨事件之地表逕流情形與有效降雨之最小化分析。以間隔0.05之增量設定初期扣除量，進行地文性淹水模式演算，輸出華醫大橋測站水位資料進行分析，重現期2年、5年、10年及25年降雨配合不同初期扣除量係數演算成果並計算不同初期扣除量降低水位之百分比。

本研究選定中華醫事科技大學做為承洪目標區進行地表逕流現象優化之相關探討，並應用依據土地使用分區佈置之細部格網，規劃流程流動阻力布置，完成初期扣除量對水位降低之影響及地表逕流洪水波分析。在不對現有都市計畫區產生較大變動之條件及考慮減洪成效下，分別對承洪目標區上游農業區、建成區及仁德區之公共設施進行土地利用型態的調整，以調整後的土地利用型態更新地文條件，演算2年、5年、10年及25年設計降雨事件，以承洪目標區最小水深與最小出流洪峰流量，評估3種土地使用規劃減洪調適策略之成效。

以氣候變遷情境(C0)各重現期(2年、5年、10年、25年)降雨條件及重現期50年潮位條件，應用整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式，演算未來增加逕流情形對3種土地使用規劃減洪調適策略之影響，針對目標區承受氣候變遷所造成的洪水，進行3種土地使用調整規劃演算水深及出流量，演算提升目標區承洪能力之土地使用型態調整，探討土地使用規劃對目標區承洪之效果。

因農業區、建成區等實際使用之情形較為複雜，本研究以較為單純的土地使用情形針對目標承洪區進行探討，經上述各情境2年、5年、10年及25年重現期之一日設計暴雨演算3種土地使用規劃減洪調適策略之逕流現象，可得結論與建議如下。

一、採用曲線號碼法計算有效降雨演算水位與未採用曲線號碼法計算有效降雨演算水位之差

值顯示重現期 25 年降雨事件之損失量與滯留量為最小。

- 二、由 2019 年 0813 豪雨事件演算結果可知，採用曲線號碼法可合理考慮入滲、蒸發、貯留等降雨逕流損失量。
- 三、規劃流程流動阻力布置後，在重現期 10 年以下豪雨造成之洪水，可達到降低洪峰、延長洪水到達時間之效果，降低地表逕流造成的洪災風險。
- 四、以現況土地利用面積平均有效降雨量為比較基準，3 種土地使用規劃減洪調適策略之面積平均有效降雨量，以土地使用規劃減洪調適策略 1(調整上游農業區土地利用型態)減少百分比最多，農業區調整土地使用型態前後之 CN 值相差較大。
- 五、應用整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式，進行 3 種土地使用規劃減洪調適策略之地表逕流演算，由承洪目標區在不同土地使用規劃減洪調適策略，與現況土地利用之最大水深差，及最大出流量差分別與其減少百分比可看出，與現況土地利用相比，土地使用規劃減洪調適策略下承洪目標區之最大水深與最大出流量均降低，重現期 25 年之降雨事件境況模擬結果之水深減少百分，相較其他重現期降雨事件境況模擬結果大，尤以調整上游農業區使用型態水深與出流量減少百分比分別為 4.78%與 7.31%之減洪效果最佳，顯示調整承洪目標區上游農業區利用型態後，重現期 25 年以下之豪雨事件均有減洪成效，重現期 25 年豪雨事件之逕流量相較其他重現期大，故上游能調節較多之洪水量。
- 六、由承洪目標區在氣候變遷情境(C0)各重現期(2 年、5 年、10 年、25 年)降雨條件及重現期 50 年潮位條件下，不同土地使用規劃減洪調適策略與現況土地利用之最大水深差及最大出流量差分別與其減少百分比可看出，與現況土地利用相比，土地使用規劃減洪調適策略下承洪目標區之最大水深與最大出流量均降低，重現期 5 年之降雨事件境況模擬結果之水深減少百分相較其他重現期降雨事件境況模擬結果大，尤以調整上游農業區使用型態水深與出流量減少百分比分別為 5.77%、8.11%之減洪效果最好，顯示調整承洪目標區上游農業區使用型態後，在氣候變遷情境(C0)之逕流增加影響下，仍可調適重現期 5 年以下之豪雨事件。

第二節 建議

建議一

藉由都市計畫土地使用規劃，調整土地利用型態以進行減洪調適：中長期建議

主辦機關：縣市政府都發局

協辦機關：內政部建築研究所

本年度已完成因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估初步研究，建議將土地使用規劃減洪調適策略建議應用於實務，針對承洪目標區之上游農業區進行土地使用之調整，對於減洪績效之提昇較有助益。

建議二

因應氣候變遷之城鄉發展區土地調洪規劃研究：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

土地開發會減少入滲而增加地表逕流且改變流路，因而造成洪災風險增加，縱使目前規劃減洪設施，未來也可能因氣候變遷造成水文環境變化進而改變逕流。於既成之城鄉發展區，可透過土地調洪之規劃，增進未來城鄉發展區之災害韌性。

附錄一 審查意見回覆

內政部建築研究所 109 年度

「因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究」委託研究計畫案

審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	本案是著重土地使用規劃策略？或建築規劃策略？若是透過分區調配加以解決，是否藉由分區種類或分區強度加以解決？	本計畫著重於土地使用規劃策略，透過分區調配加以減洪，可藉由都市計畫土地使用分區之類別與分區強度中之建蔽率去規劃。
2	研究地區不論都市計畫區或非都市計畫區，皆為已開發地區，如何落實至實際規劃面向？	本計畫可考量在現況都市計畫的基礎上進行土地使用變更，以較為可行之方案進行檢討演算。
3	有關不同土地使用規劃減洪調適策略重點在土地使用規劃分區及比例如何進行不同的組合，請問這部分如何操作？	不同土地使用規劃減洪調適策略，可先訂定土地使用規劃分區強度中之建蔽率(不透水面積比例)，進行土地使用分區類別之區位配置不同的組合。
4	2場專家學者座談會議預計在那些階段進行，預期探討內容及預期成效為何？	2場專家學者座談會議預計在期中報告繳交前(6月)後(8月)各舉辦一場，預期討論之內容跟都市與國土規劃及都市審議流程相關，細節會再與主辦機關研討。
5	本案為跨領域研究課題，目前所列研究人力多屬水利方面專家，建議納入空間規劃方面之專家，以期周延。	本計畫規劃納入都市及國土規劃之專家，以強化土地使用規劃策略方面之專業。
6	本案對於土地使用規劃之不同組合係考量那些因素，例如使用類別、強度等。	本計畫於土地使用規劃之不同組合，係考量都市計畫土地使用分區之類別與分區強度中之建蔽率等因素。
7	建議加強不同層級規劃流程介入時程與介入方式的研究內涵，以充分發揮本案的影響力。	本計畫考量日後之應用面，將邀請都市審議及規劃專家跨領域合作，以加強不同層級規劃流程介入時程與介入方式的研究。
8	本案與規劃領域關係密切，建議研究成員應增加規劃專業人員，以在各階段協助檢視專業應用的方式與正確性，俾增進研究成果的落實應用。	本計畫擬增加規劃專業人員，以利於計畫各階段協助檢視專業應用的方式與正確性，期能增進研究成果的可應用性。

內政部建築研究所 109 年度委託研究計畫

「因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究」

期中審查意見回覆

一、時間：109 年 7 月 15 日(星期三)下午 2 時 30 分

二、地點：內政部建築研究所簡報室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓)

三、主持人：王副所長安強

記錄：白櫻芳、江瑞平

四、審查意見回應表

項次	審查意見	廠商回應
王副主任怡文		
1	本案之研究重點為土地使用減洪調適策略之績效評估，建議於本報告內將研究目的增列說明。	本計畫目的為透過整合有效降雨演算模組之地文性淹水模式之建立，檢視不同土地使用調整後之減洪績效，以作為未來都市規劃/空間規劃之參考。將於期末報告中的第一章補充研究目的。
2	評估績效之指標建立，引述文獻之SCS（水平衡方程式），建議宜考量本土河川之特性（山高水急），以符合我國環境需求。	謝謝委員建議。
3	土地使用分區之計畫區內有效降雨量之演算，建議宜考量實際土地開發現況，作為演算之基礎。	謝謝委員建議，本計畫除蒐集國土測繪中心土地利用圖資之外，亦向內政部城鄉發展分署申請土地使用分區圖資，以反應實際土地開發現況。
李理事長家齊		
1	研究方向與進展，與規劃相符。	謝謝委員肯定。
2	建議於報告中詳述兩年研究成果如何銜接，以及強化呈現第二年之貢獻。	謝謝委員建議。
3	請說明表4-2第II類土地利用與CN值對照表來源。	表4-2之對照表來源是為經濟部水利署頒布之「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」之內容(表3-3)，由於兩者的土地利用有所差異，本計畫對照兩者選用CN值整理如表4-2。

項次	審查意見	廠商回應
4	請說明本計畫對逕流分擔出流管制政策是否有幫助，如何應用？	本計畫重點為土地使用規劃減洪調適策略績效之評估研究，可應用於逕流分擔計畫中之逕流抑制措施(如增加地表入滲)及其他措施(如土地高程管理及強化易淹水區土地管理方面)之成效評估。
林教授文欽		
1	報告書第37頁之表2-11土地使用規劃相關法規，建議均加註修正施行日期。	謝謝委員建議，已增加表2-11相關法規修正施行日期。
2	研究團隊不論在收集資料及理論基礎都花費大量功夫，提供以下意見供參考：(1)報告書第63頁，安順橋測站及華醫大橋測站兩者後段的模擬水位低於實測水位的可能原因為何？(2)可否將圖 2-2 及圖 2-3 疊加，確認研究區域是否涵蓋在兩流域？	謝謝委員肯定。 (1)模擬退水過程之水位低於實測水位的可能原因，推測因坡地與平原都市區之逕流現象會有差異或現地可能因排水路被異物阻塞造成退水速度緩慢。 (2)本研究選定之研究區域為臺南市仁德區，其位於二仁溪流域。因臺南市位處嘉南平原，地勢平坦，易有越域水流現象發生，仁德區鄰近鹽水溪流域，本研究為考量越域水流之影響，因此模式進行降雨逕流模擬時，將以鹽水溪流域及二仁溪流域為模擬演算區域。
3	請問格網的尺度為何？在都市範圍內會不會影響精度？	格網在都市地區因地形地貌較為複雜，格區相較於其他區域，需要較小的格區方可描述地文資訊。
張副總工程司國強		
1	計畫選擇仁德區為研究對象十分合適，尤其是中華醫大附近，雖然經過多年的整治，但逢雨常淹，若有良好的成果，必能改善其淹水狀況。	謝謝委員肯定。
2	第三章內雖採變格網（最小大約20X20以上），對於比較小的農水路邊溝或側溝等，有沒有特別的處理。	比較小的農水路邊溝或側溝並無特別處理。
3	報告書第62頁，四草潮位站資料最大值1.02 m，係發生於8月13日早上7:00，而非8月12日早上7:00，對模式之演算是否有影響？（可能不大）	謝謝委員指正，已修正報告內容。
4	報告書第63頁之各項模擬，目前選用的都為多峰降雨，而模式顯示出來的退水都較快，此一部分有無修正調整空間？	謝謝委員建議，坡地與平原都市區之逕流現象會有差異，未來模式在此2種不同之逕流現象會以不同方式演算。
5	報告書第65頁與淹水感知器比較部分，都有高估且退水較快情形，若依其他地區之經驗，有可能受格網影響，恐需於感知器週邊，調整小格網，才比較容易掌握。	謝謝委員建議，未來格網佈置會考慮針對淹水感知器點位處細佈格網。

項次	審查意見	廠商回應
6	建議說明未加CN之意義是什麼？（一般多會用C值？，簡報27頁），又若報告書圖4-11，初期的扣量雖然放大，但影響洪峰有限，尤其是高重現期洪水，是否還有其他可調整的嗎？	未加CN值演算表示未考慮入滲效應。初期扣除量包含截流、滯蓄與蒸發散等無法形成地表逕流的部分，在洪水期間尤其是高重現期洪水，較無截流、滯蓄與蒸發散等現象。
劉課長敏梧（代理陳所長春宏）		
1	演算案例選用3場近年台灣發生的颱風豪雨事件，似乎偏重淹水模式演算結果之比較，因近年來台南案例地區中都市發展相當快速，土地使用已有所改變，可否比較同一事件在不同時間之土地利用狀況所產生之影響，進一步探討如何透過土地利用規劃手段作為減洪調適策略。	謝謝委員建議，已於地四章第三節補充不同土地使用調整規劃之演算。
2	未來如何決定及選用不同之氣候變遷情境作為演算條件？請補充說明。	已於第四章第四節補充說明。
3	報告中述及「承洪韌性」之意涵為何？或請補充引用參考來源。	承洪韌性就是承受洪水的韌性，韌性指的是回復力，參考劍橋詞典(Cambridge Dictionary)。
4	分析地表逕流洪水波規劃流動阻力佈置，除考量以物理高程外，建議可增加NBS及LID理念。	謝謝委員建議，未來可嘗試NBS及LID理念進行增加流動阻力佈置規劃。
陳建築師俊芳		
1	報告書第37頁之表2-11土地使用規劃相關法規，建議均加註修正施行日期。	謝謝委員建議，已增加表2-11相關法規修正施行日期。
廖博士晉賢		
1	本研究針對土地使用規劃、土地利用型態、都市分區、土地利用規劃、土地利用變化、土地覆蓋等在本計畫之定義建議釐清，各名詞間彼此非對等關係，將影響減洪策略之意義以及都市計畫審議內容差異。	謝謝委員的指正，未來用詞將儘量調整一致，並符合都市計畫專業之用語。
2	土地使用規劃代表不同時間與不同空間使用特性與強度差異，使得人口和經濟活動分布所形成的動態環境各不相同。對於減洪策略代表該地區土地發展潛力與限制之指導。	謝謝委員建議，本計畫以調整土地利用型態的土地規劃調適策略評估減洪績效，未來可進一步針對土地發展潛力與限制之指導研擬減洪策略。
3	土地使用分區乃是考慮在適當位置提供適當各種使用活動空間，進行種類與密度管制之方法。減洪策略可指導建蔽率與容積率之管制建議。	本研究提出土地規劃調適策略，主要是透過都市計畫之“土地使用分區管制要點”，調整其土地利用型態與建蔽率，特別是調整建蔽率將可連動影響開挖率，來達成減洪之功效。

項次	審查意見	廠商回應
4	土地覆蓋是指地球表面或表面以下生物物理狀態；土地利用型態是人類在土地上活動的表徵，反映土地物理環境分類之條件。減洪策略可建議逕流係數等差異。	同上所述，”土地使用分區管制要點”將可調整土地利用型態、建蔽率與開挖率等，調整逕流係數，以達減洪之目的。
5	本研究分析最佳減災效能土地使用規劃策略，以最小水深與最小出流洪峰流量為評估目標。未來可思考針對網格內各土地使用進行災損概況評估，做為未來政府補償災損之參考指標。	謝謝委員建議，未來可配合淹水災害損失曲線進行災損概況評估。
6	建議針對表2-11等土地使用規劃法規與本計畫之關聯進行說明。	感謝委員建議，將於期末報告中補充說明。
臺南市政府水利局 蔡科長宗旻		
1	報告中抽水站、抽水機、滯洪池、水位站、雨量站及水門等資訊已有更動，建議再納入分析。	謝謝委員建議。
2	在報告書第63、64頁洪水歷程圖中，模擬水位的退水速度較實際水位快的原因為何？有何精進改善作法。	謝謝委員建議，坡地與平原都市區之逕流現象會有差異，未來模式在此2種不同之逕流現象會以不同方式演算以精進模式逕流退水演算。
3	三爺溪已完成浚渫和拓寬，建議模式納入分析部分工程資料。	謝謝委員建議，本計畫以蒐集之近年工程完成之現況進行模擬。
4	模式精確度分析，是否有指標評估預測優異。	已於第三章第四節二、演算結果與比較，增補檢定驗證3場颱風豪雨事件之納許效率係數NSE值。
5	出流管制部分可納入土地使用規劃減洪策略。	感謝委員之建議，現行都市計畫區2公頃以上的土地開發需要提出流管制計畫，本研究針對2公頃以下之基地開發，建議能有基地保水之規範。
6	淹水感測器有時間延遲傳送問題，請注意。	謝謝委員提醒，並感謝提供感測器相關資料。
7	限制開發有無可能，建議最低限度開發，以免成果僅止於研究。	謝謝委員建議，本計畫的重點在於藉由土地使用型態之調整使承洪目標區可以提升減洪能力及後續於土地使用分區管制要點之應用。未來或可以水理模式演算成果探討限制開發的可能性。
臺北市政府工務局水利工程處 李股長真悌		
1	建議增加相關水利專業名詞說明，例如有效降雨最小化、承洪目標區最大水深或最小出流洪峰等，以利閱讀。	已增加說明如第一章第二節壹、二、(三)地表逕流洪水波分析內容。

項次	審查意見	廠商回應
2	報告書第63頁圖3-12尼莎颱風安順橋模擬結果起始水位為0，原因為何？而其他模擬結果顯示在上升段時多大於實測資料，而退水段則多早於實測資料，請說明原因。	起始水位與地表高程有關，安順橋測站所在位置格區高程接近0，且模式演算模擬起始水深為0，待降雨形成地表逕流後始有水位。
新北市政府水利局 劉副工程司誠達		
1	對於土地開發部分，其經濟部水利署於108年2月19日發布「出流管制計畫書與規劃書審核監督及免辦認定辦法」；另新北市政府對於轄內另有訂定「新北市政府辦理出流管制計畫書與規劃書審核及監督作業要點」(民國108年07月08日公發布)及「新北市土地開發利用面積0.1公頃以上至未達1公頃致增加逕流量之出流管制檢核事項審查方式」，建議於報告內列舉上述法規，對於土地開發後的逕流量有所控管依循。	謝謝委員建議，已增補至第2章 貳、土地使用規劃相關法規蒐集內容。
蔡組長綽芳		
1	本案主要致力於都市規劃與水利的整合，希望未來能在都市計畫或土地使用規劃過程中，針對開發影響、土地使用規劃對減洪績效預為評估，做為規劃修正乃至檢討的參考。	謝謝委員建議，本計畫之成果可應用於開發影響、土地使用規劃對減洪績效預為評估，做為規劃修正乃至檢討的參考。
2	目前研究進度比較集中於評估模式的開發及驗證，建議後續可以加強說明如何導入規劃程序中，例如應該在哪個階段進行模擬評估？應該由誰來執行？相應的執行機制要如何配合修正才有利於執行，以及規劃及水利專業關係人意象及態度等。	本研究將於期末報告中，建議此評估模式適合哪種空間規劃，未來於規劃程序中的哪個步驟必須考慮，且建議未來在審議階段要如何檢視。
3	目前的模式的網格劃分主要配合環境狀況進行非規則式分割，這樣是否會因為不同操作者導致模擬結果有差異，其偏差值為何，是否在可接受範圍，應如何降低偏差，或是否可以歸納相關操作準則提供參考。	格網劃分會因不同操作者所蒐集的地文資料及針對個別演算目的考量而不同。因演算核心為同一水理模式，在相同演算目地、地文及水文條件下，模擬結果的差異屬可接受範圍。
4	本模式為蔡長泰教授長期的研究成果，未來模式的推廣使用上要如何進行，是否會有著作權的問題。	模式未來規劃會朝網頁平台使用，以利分享推廣方向發展。
主席 王副所長安強		

項次	審查意見	廠商回應
1	水利法目前已以逕流分擔出流管制為治理方向，土地使用規劃主要是針對內水，外水則是靠防洪，若未來能利用模式將出流總量計算出來並回推內水和外水各自的比例，將可進一步得到內水改善的評估績效。	謝謝委員建議，利用模式可將出流總量計算出來，進一步可推算內水和外水概略之比例。

內政部建築研究所 109 年度委託研究「因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究」期末審查會議紀錄

一、時間：109 年 10 月 27 日(星期二)下午 2 點 30 分

二、地點：內政部建築研究所簡報室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓)

三、主持人：王副所長安強

記錄：白櫻芳、江瑞平

四、審查意見回應表

項次	審查意見	廠商回應
王副主任怡文		
1	本研究納入土地使用分區管制的概念做為減洪調適策略，研究目標清楚，方法的應用具可行性。	謝謝委員肯定。
2	本研究提「有最佳減災效能的土地使用規劃策略」之架構，建議納入書面報告，並加以講述。	謝謝委員建議，已納入報告並補充相關說明。
3	結論之「調整上游農業區使用型態後之有效降雨」，對於農地「實際使用情形」如：水田、旱地或違法使用都可能影響研究結果。	謝謝委員建議，已在報告結論加入相關說明。
李理事長家齊		
1	研究成果完整充實，論述嚴謹。	謝謝委員肯定。
2	調整上游農業區、建成區及公共設施使用型態等三種減洪調適策略之分析比較，對空間規劃實務工作有明確之參考價值。	謝謝委員肯定。
3	簡報第32頁右下角數字0.2與報告書中表格數字0.1不同，請比對釐清。	已確認表格數字後修正於報告中。
林教授文欽		
1	請問如何因應專家座談會中提及曲線號碼法會高估入滲量問題？	未來可透過演算多場降雨，得知入滲量與曲線號碼相關參數的關係後，進一步可推估修正。
2	表4-1除雨量站外，還有重現期距之降雨強度資料，可否增加標題內容，並補充降雨單位。	謝謝委員建議，已增加標題內容並補充雨量單位。
3	報告書第65頁，颱風分析，時間上可否包括到2019年。	謝謝委員建議，後續若進行相關模擬，將會採納更新的資料進行暴潮分析。
張副總工程司國強		

項次	審查意見	廠商回應
1	依圖3-13~3-15，模式於華醫大橋站之起始值都較實測為高，但在安順橋二次模擬值卻又較實測值低，能否說明其可能的成因為何？	模擬水位起始值與格網高程有關。
2	有關圖3-16內之各站退水部分，是否已嘗試過格網大小變化或已有解方，可否補充說明。	退水部分之改善研究已有初步構想，即未來規劃模式在坡地與平原都市區之逕流現象會以不同方式演算。
3	若依表4-8之結果，不論是調整農業區使用型態，抑或是建成區或公共設施使用型態，其最大水深減少之比例，似隨著重現期距之加大而變大，唯在表4-11內，其10年及25年之減少百分比反而變小，似乎有較大重現期再怎麼調整，效果有限之感覺？	在氣候變遷情境(C0)之逕流增加影響下，可調適重現期5年以下豪雨事件之逕流量，超過重現期5年豪雨事件之逕流量，以調整土地使用型態之減洪調適策略，其減洪效果有限。
4	表4-10內，25年重現期C0部分，許多測站其降雨量的增幅都非常大，此一分析不知是否有進一步討論的空間？	本計畫採用國家災害防救科技中心所提供動力降尺度雨量資料，許多測站降雨量增幅大之現象會反應給國家災害防救科技中心。
5	此一評估模式，發展完善後，有考量交給哪一層級的單位使用嗎？如何確保其能在土地使用規劃中達到減洪的目的？	本計畫初步完成研究之評估模式可於都市計畫之主要計畫規劃階段應用，若後續發展更為完善可交由都市計畫擬定機關——內政部、直轄市或縣(市)政府、鄉(鎮)(市)公所使用。可於都市計畫主要計畫都市規劃作業程序流程步驟2——資料蒐集調查與分析，針對上位暨相關計畫與現行計畫及都市防災2個子步驟進行減洪評估。
陳委員瑞鈴		
1	農業區之土地使用型態，除水田旱田外，尚包括廢耕地、畜牧、農舍等附屬設施用地，本計畫僅將水田、旱田納入模型演算，其他的均未考慮，如此設置之理由何在？請補充敘明，俾利未來政府相關部門之參採應用。	目標承洪區之水旱田面積較大，畜牧已有相當的入滲截流效果，農舍等附屬設施用地，或面積較小或調整不易，故僅考慮將水田及早田納入模式演算。
2	以氣候變遷情境各重現期降雨條件等，進行3種土地使用減洪調適策略演算，結果顯示，最大水深差減少百分比最高皆為5年重現期；最大出流量減少百分比最高者則為10年重現期(表4-11、4-12)。是否正確，請說明。	經確認報告內容後，以氣候變遷情境各重現期降雨條件等，進行3種土地使用減洪調適策略演算，結果顯示，最大水深差與最大出流量減少百分比最高皆為5年重現期(表4-12、4-13)。

項次	審查意見	廠商回應
3	圖4-3仁德區土地利用分布圖之圖示顏色相近，不易判讀。對照表3-3，若干土地利用分類缺漏，無法查得SCS分類。另該表醫療保健類代碼(0603)、及表4-6製造業代碼均誤繕，請修正。	仁德區土地利用分布圖已按照內政部國土測繪中心公告之RGB色碼重新繪製。另製造業代碼在第2次國土利用調查(民國95-104年)時為0503，而在第3次國土利用調查(民國105-108年)已調整為0504。
廖組長耀東		
1	本研究所提3種土地使用規劃減洪調適策略(1)調整上游農業區使用型態(2)調整上游建成區使用型態(3)調整公共設施使用型態。透過臺南市仁德區案例模擬所得結論與建議，以調整上游農業區使用型態之減洪效果最佳，可能是所選擇案例之土地使用環境所致，惟若換成其他地區案例作模擬，是否會得到不同結論。	由於本案係以仁德區做為案例，因此調整農業區的減洪效果最佳，是依據仁德區此個案情境進行之模擬結果。若選擇的不同之個案，有可能會有不一樣的模擬結果。
2	本案減洪策略(1)部分，建議再增列其他非都市發展分區(如保護區、風景區)，另也需考量納入非都市土地(仁德區亦有非都市土地亦應納入為宜)。	由於仁德區都市計畫中保護區與風景區面積並不大，又非都市土地大多位於下游區，考量模擬時土地利用型態調整不要過於複雜而失焦，因此僅針對農業區、建成區與公共設施用地進行調整。
3	模擬案例如只考量使用分區(農業區)性質，而非考量是否已申請作非農業使用情形，或已違規建築使用，則模擬出來的減洪效果，就會有很大差異，建議補充說明。	感謝委員的建議。期末報告的修正，將強化說明本研究於農業區所選擇進行土地利用型態調整之土地，是依據105年土地利用現況調查中，以農業使用現況之土地進行調整，並無農地違規使用之對象。
4	研究所提二項中長期建議事項，是否合適，宜再審視。	謝謝委員建議，審視後修改如報告內容。
5	請補充各項減洪調適策略下具體的作法為何？例如：農業區做哪些配合措施/調降多少CN值，建成區建蔽率調降5%、10%，其CN值對應調降幅度是否有差別？	謝謝委員建議，具體作法已補充於報告內文中，CN值對應調降幅度與採取之措施相關。
廖博士晉賢		
1	本案成果豐碩，其貢獻在於將土地使用與水文資料兩者規劃資訊相互整合，進而使地表逕流的推估有更細緻的討論，提供未來水土之間整合相互反饋的一種科學方法，值得後續持續深化研究。	謝謝委員肯定。

項次	審查意見	廠商回應
2	目前該研究所模擬調整三種土地使用型態對於承洪目標的提升均有顯著效果。然因都市計畫區各類條件也有所差異包含市鎮計畫、鄉街計畫或特定區計畫等，對於區域內的農業、建成區、公共設施可設定的規模與強度或土地使用變更的難易度也有所差異，未來可對應都市計畫類型進行分類與評估，有助於水利與土管間在計畫面的整合。	感謝委員的建議，本研究此次以仁德區作為個案研究之對象，考量到仁德區五個都市計畫之土地使用分區管制，以及土地利用現況之特性，進行土地利用型態之調整。每個都市計畫區(包含市鎮計畫、鄉街計畫或特定區計畫)，其土地利用特性均由其特殊性，本研究將建議後續之研究，能將不同的都市之特性進行分類，提供不同土地利用型態調整之策略。
3	由於各都市計畫區雨水下水道條件與該區域發展條件也有所差異，會不會影響到逕流效益的提升？未來可進一步研究討論。	謝謝委員建議，未來若有更多都市計畫區的相關資料，或可做進一步研究討論。
臺南市政府水利局 蔡科長宗旻		
1	安定區安順寮滯洪池已完工啟用，面積約有33.5公頃88萬立方的滯洪量，可評估下年度納入模式提升模擬精度。	謝謝委員建議，未來模擬將加入安順寮滯洪池。
2	報告書第20頁，南科滯洪池E1，目前已填平將提供科學園區使用，建議可刪除。未來規劃在原公滯1和公滯2滯洪池旁再擴建滯洪池，俟完工後，可再納入分析。	謝謝委員意見，已刪除相關敘述。
3	調整農地使用型態與租用廢耕地做滯洪池，何者的防洪效益較大？	兩者面積相同之情況下，租用廢耕地做滯洪池，若配合調整高程，預計防洪效益會比調整農地使用型態大。
經濟部水利署水利規劃試驗所 謝佳璇		
1	研究地區內很多都在都市區內或已建成區等已開發區，且僅以淹水模式演算成果，如何來落實在實際土地使用規劃面上，建議要交代清楚。	感謝委員建議，強化說明於報告書，本研究在建成區與公共設施用地，透過都市計畫土地使用分區管制的建蔽率改變，連動改變開挖率來達成。
2	土地利用型態以美國SCS號碼法來分類，是否合適於台灣？建議可174以作一下探討並提出建議，例如農地，在美國通常是大規模開放農業區進行耕作，台灣則是有規律的重劃農地，精緻化的小區塊耕作，在土壤含水量方面，美國屬大陸型與台灣這這樣的海島型溼潤氣候下的土壤類別，是否應在考慮其差異性？	土地利用分類在美國與臺灣並無太大差異，農耕型態的差異，以致在農地與耕作尺度上的差異，建議可以初期扣除量估算。氣候較潮溼建議可以土壤臨前水分條件進行土壤含水量調整，「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」亦建議以曲線號碼法計算有效降雨。如仍無法消弭差異，建議未來可以現地試驗分析臺灣專屬之曲線號碼。
國家災害防救科技中心 魏助理研究員曉萍		
1	關於AR5資料是從1979年開始，而本計畫引用之資料起始年份為1980年，是否有特殊考量？	本計畫使用之AR5資料是由國家災害防救科技中心氣候變遷組提供，資料年份即為1980至2008年。

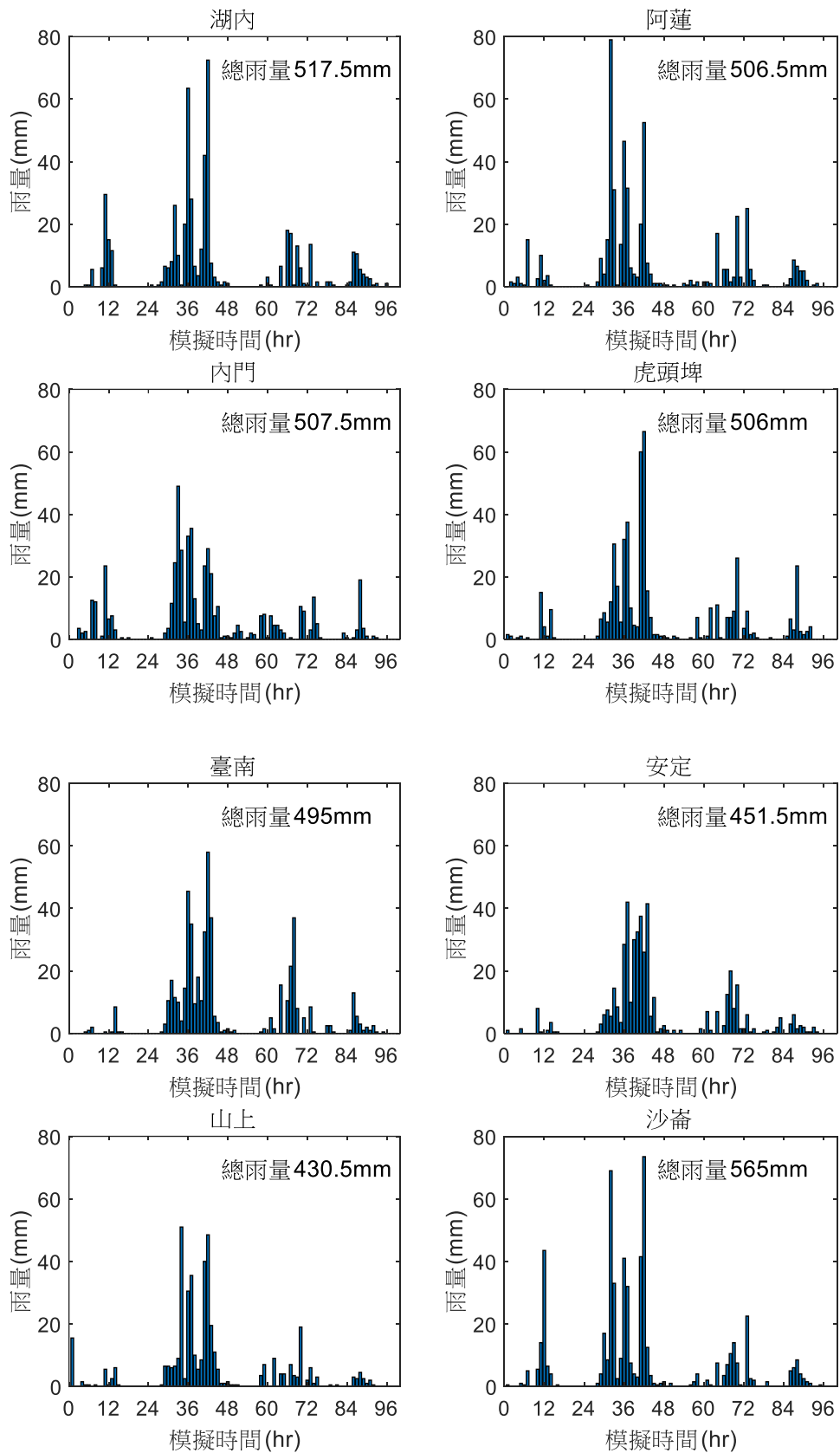
項次	審查意見	廠商回應
2	本計畫模式模擬皆為單峰雨量，請問模式是否也適用於雙峰雨量做為測試？	本計畫模式除了可模擬單峰雨量之外，亦可模擬雙峰或多峰雨量事件。
3	計畫中提及如仁德滯洪池之操作，在模式中是否有考慮進去？	本計畫模式模擬中，有考慮仁德滯洪池之操作。
4	報告中仁德滯洪池資料與臺南市政府公布的資料有些微出入，請團隊注意是否有引用錯誤。	謝謝委員指正，後續將向臺南市政府確認資料是否引用錯誤。
蔡組長綽芳		
1	本研究建議在都市計畫主要計畫的部分加入水的評估，建議補充說明相關細節以利採行；另亦請補充說明分析是否也可延伸納入地方層級國土計畫或其他相關計畫規劃程序。	感謝委員的建議，本研究將於報告書中補充，說明此模擬適用於較大面積之都市計畫區(如航空城特定區計畫，幾個小都市計畫區整併如新北市的溪南、溪北都計區等)，或國土計畫中較大面積之特定區域計畫。
2	目前報告書的描述較為精簡，閱讀者難以揣摩原意延伸應用，例如提及重現期25年模擬減洪效果較差，建議補分析原因為何。	已補充說明於報告中。
3	關於「地表逕流洪水波分析」提及可藉由調整土地高程以達到減洪效果，建議更細緻說明設置規模尺度與績效關係，較容易掌握係屬何種空間層級的策略應用。	謝謝委員建議，模式將於未來規劃探討網格尺度、高程調整與減洪效果之關係。
主席 王副所長安強		
1	本計畫目的在於提供都市計畫規劃審議過程中，不同土地規劃之減洪調適策略評估，目前已初步完成承洪目標區在不同土地使用下減洪績效評估，然報告中部分文字例如「調整上游農業區使用型態」，在閱讀上較不易理解，建議增加相關註解避免誤會。	謝謝委員建議，將會增加相關註解及敘述於報告中。

附錄二 模擬演算案例之雨量歷程

民國 106 年尼莎暨海棠颱風淹水現象模擬自民國 106 年 7 月 29 日 14:00 至 8 月 2 日 17:00，共 100 小時。附圖 2-1 為民國 106 年尼莎暨海棠颱風期間演算範圍內雨量站個別之降雨歷程，最大累積總雨量為關廟雨量站之 580.5mm；民國 107 年 0823 豪雨淹水現象模擬自民國 107 年 8 月 23 日 03:00 至 8 月 25 日 12:00，共 58 小時。附圖 2-2 為民國 107 年 0823 豪雨期間演算範圍內雨量站個別之降雨歷程，最大累積總雨量為安定雨量站之 735mm；民國 108 年 0813 豪雨淹水現象模擬自民國 108 年 8 月 12 日 01:00 至 8 月 13 日 24:00，共 48 小時。附圖 2-3 為民國 108 年 0813 豪雨期間演算範圍內雨量站個別之降雨歷程，最大累積總雨量為仁德雨量站之 325.5mm。

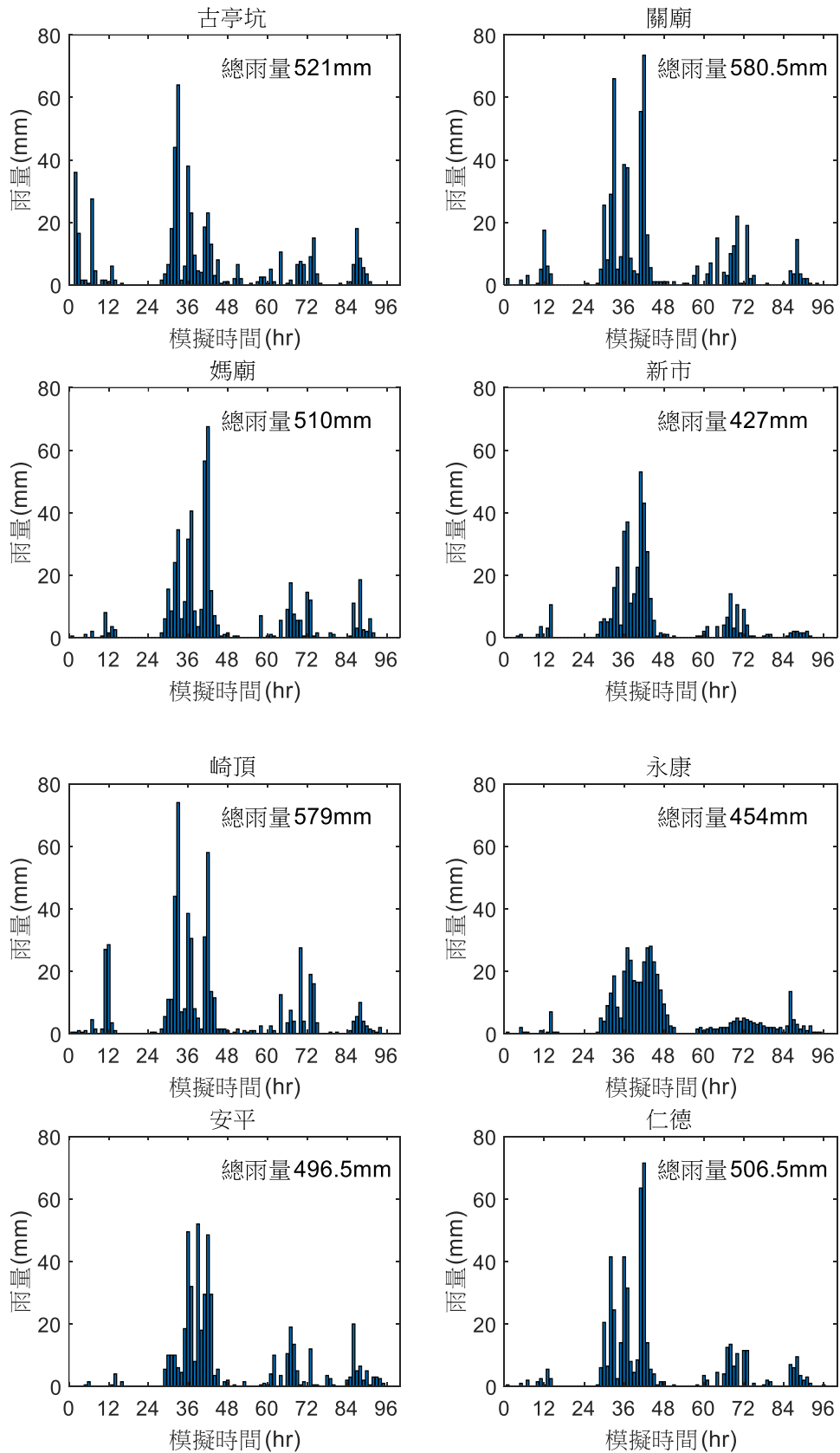
重現期 2 年、5 年、10 年、25 年演算範圍內雨量站個別之降雨歷程分別如附圖 2-4、附圖 2-5、附圖 2-6、附圖 2-7 所示，最大累積總雨量為木柵站之 281.4mm、444.5mm、552.3mm、688.9mm。

氣候變遷情境(C0)重現期 2 年、5 年、10 年、25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程分別如附圖 2-8、附圖 2-9、附圖 2-10、附圖 2-11 所示，最大累積總雨量為木柵站之 386.6mm、784.7mm、1083.4mm、1475.5mm。



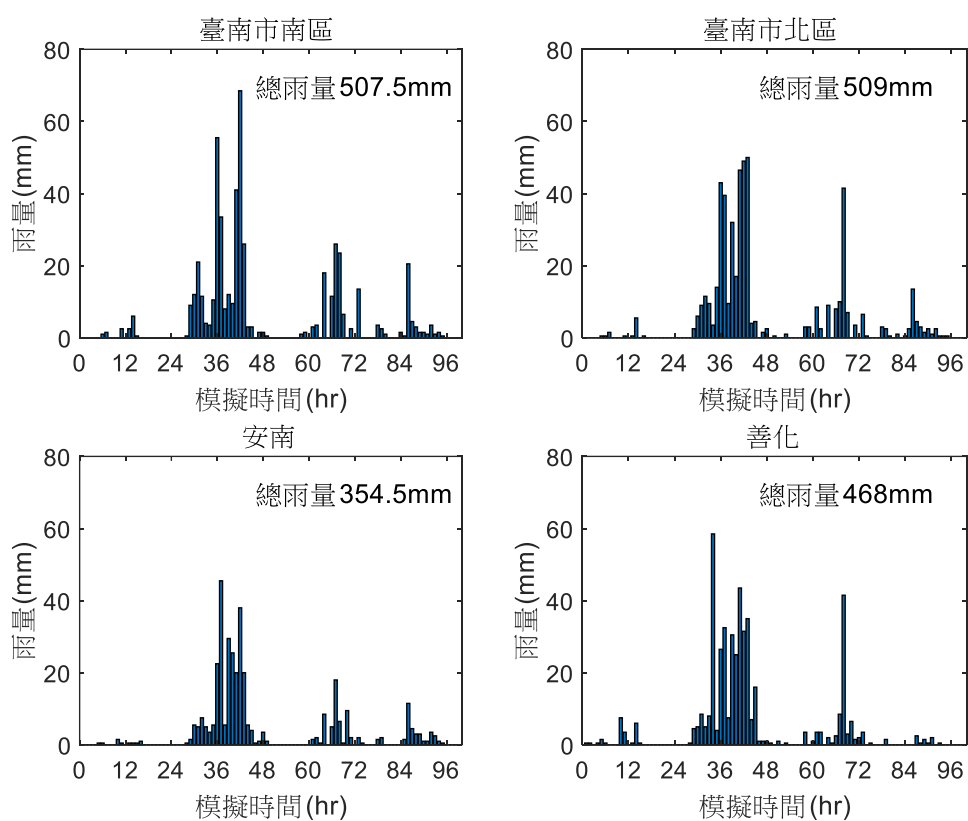
附圖 2-1 尼莎暨海棠颱風演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



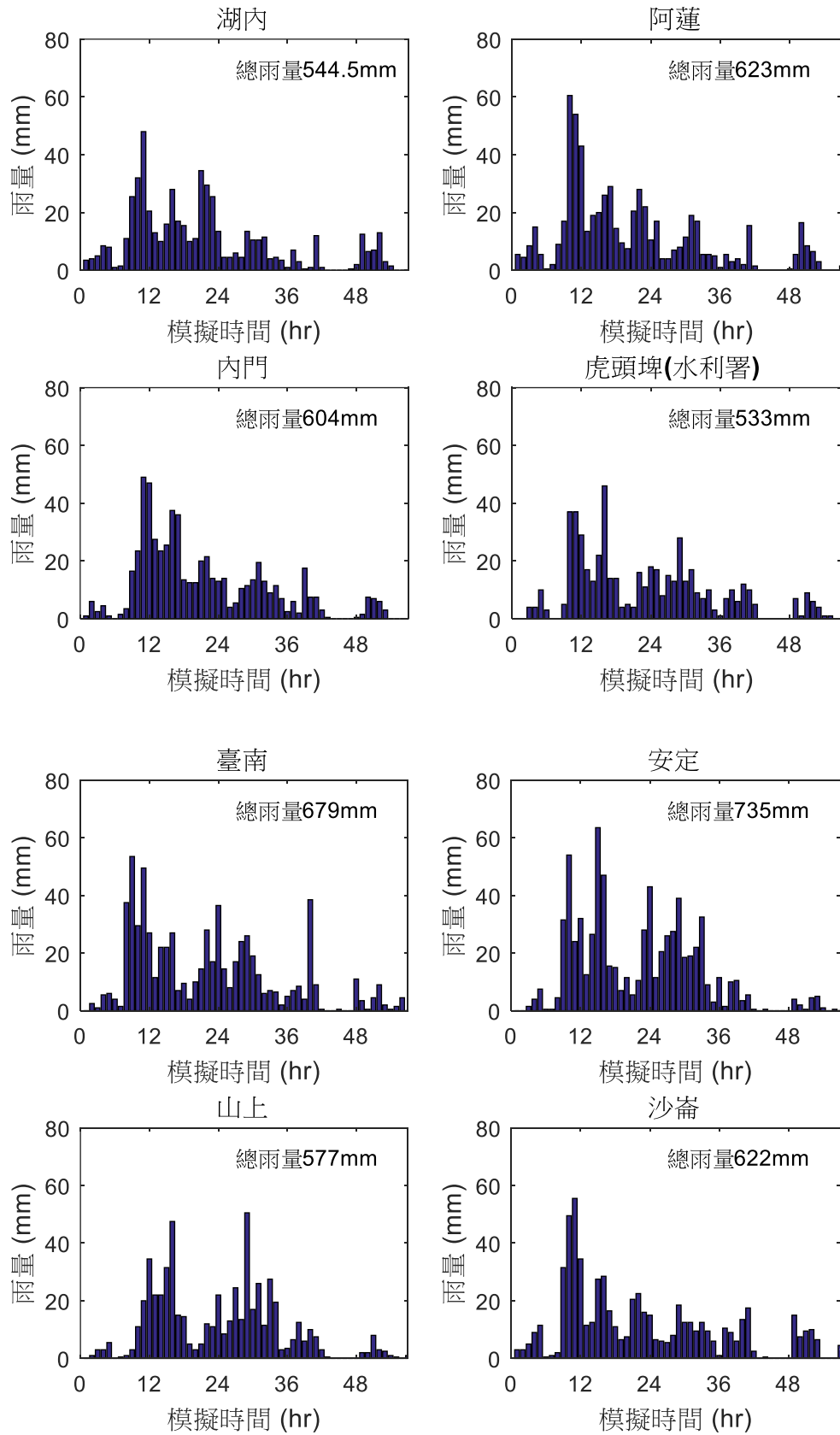
附圖 2-1 尼莎暨海棠颱風期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



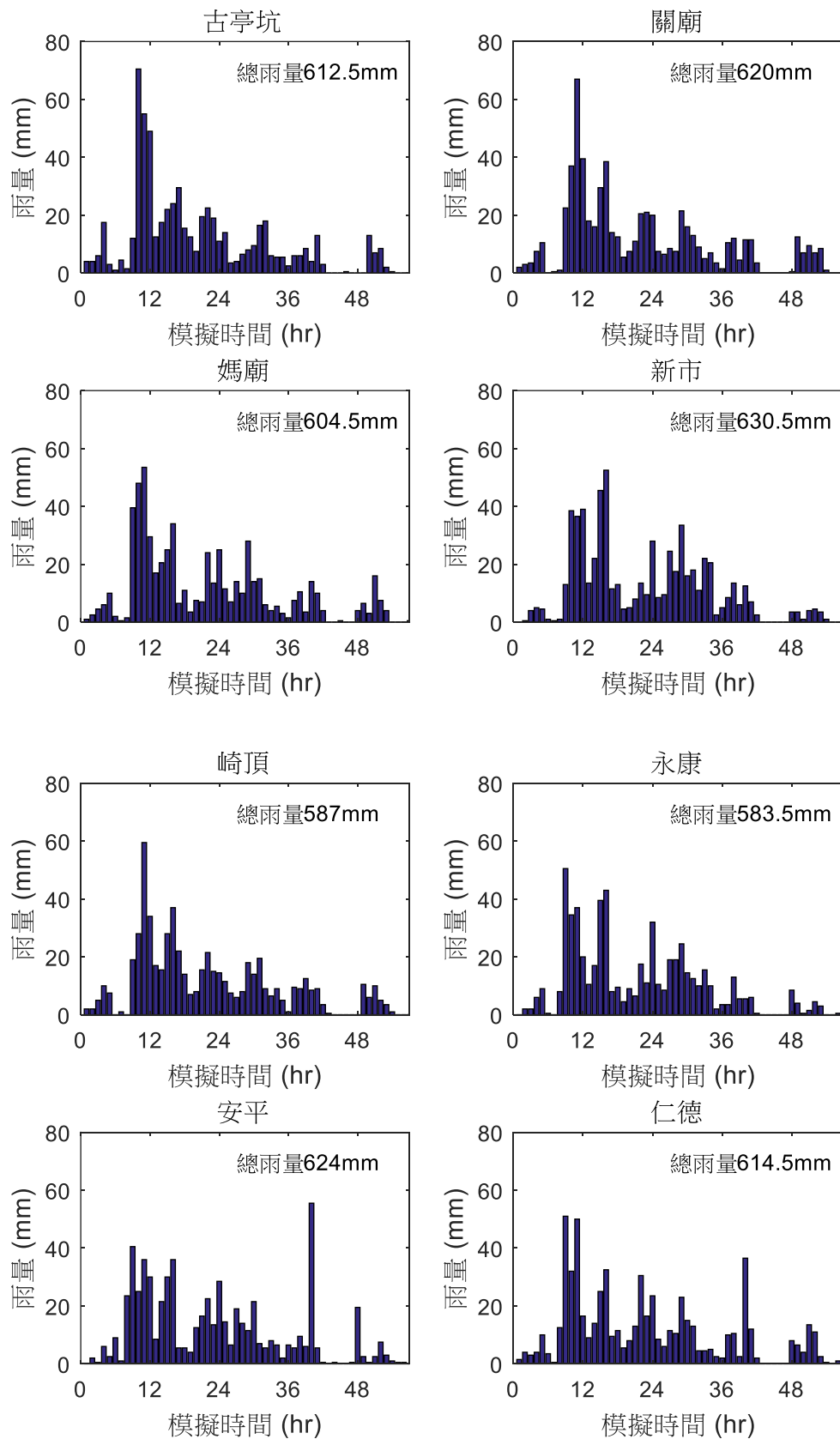
附圖 2-1 尼莎暨海棠颱風期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



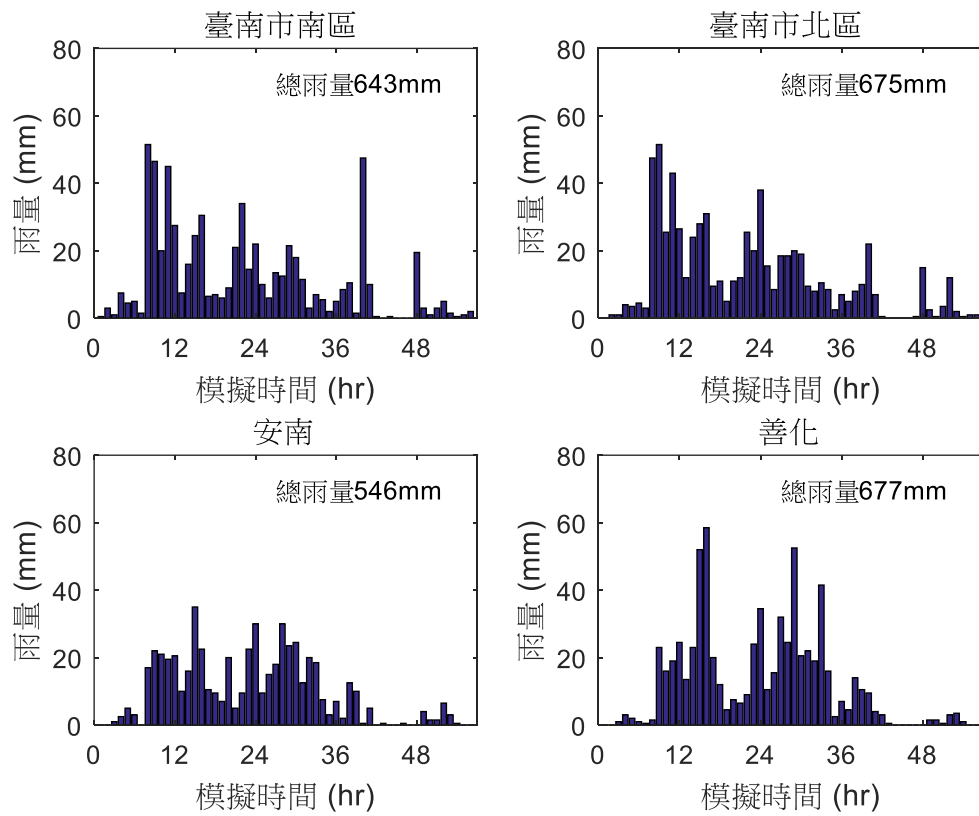
附圖 2-2 0823 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



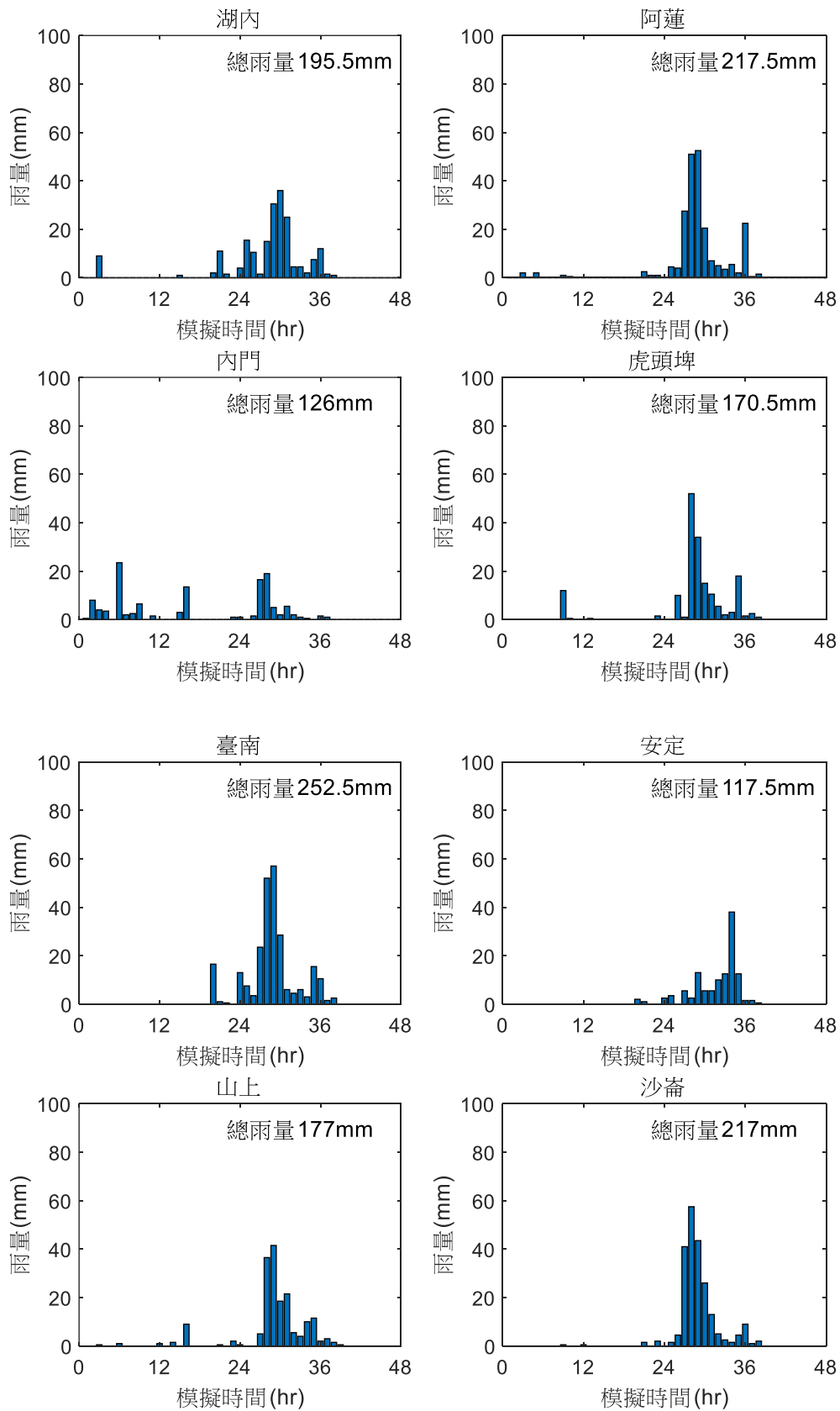
附圖 2-2 0823 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



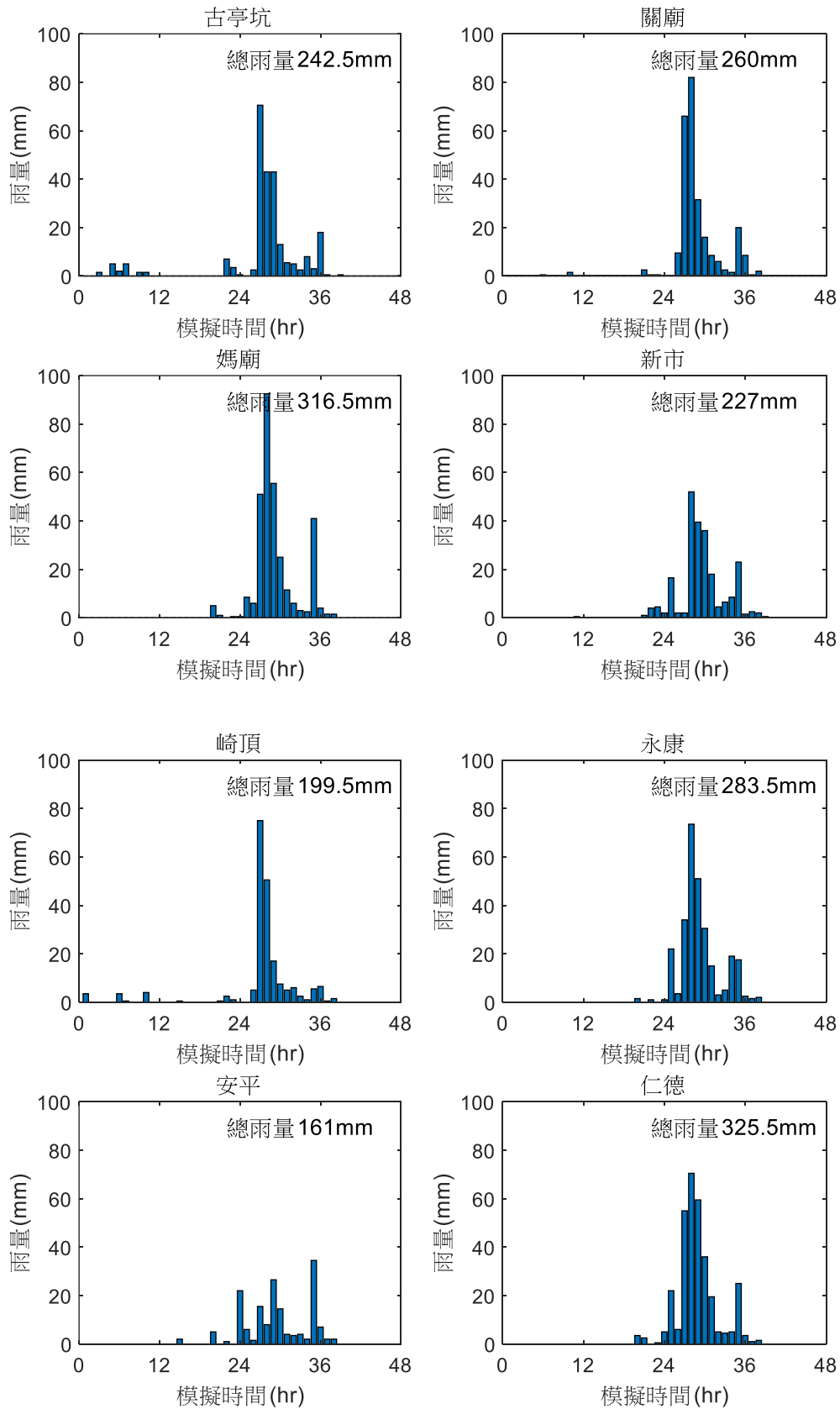
附圖 2-2 0823 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



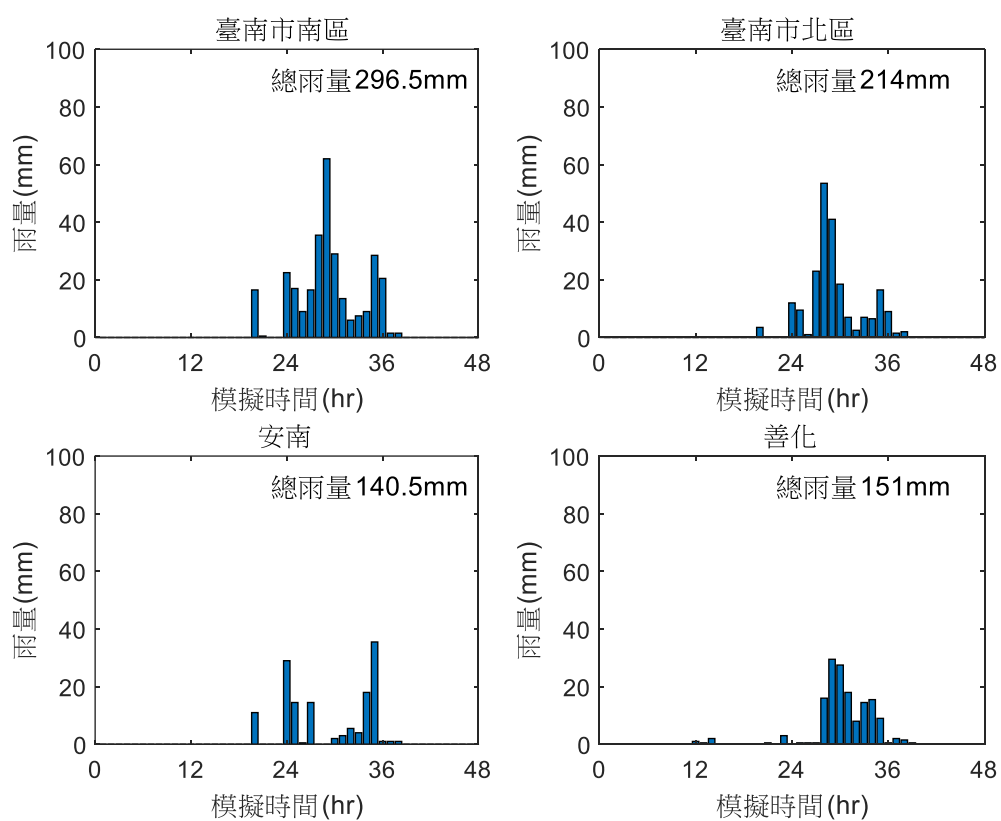
附圖 2-3 0813 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



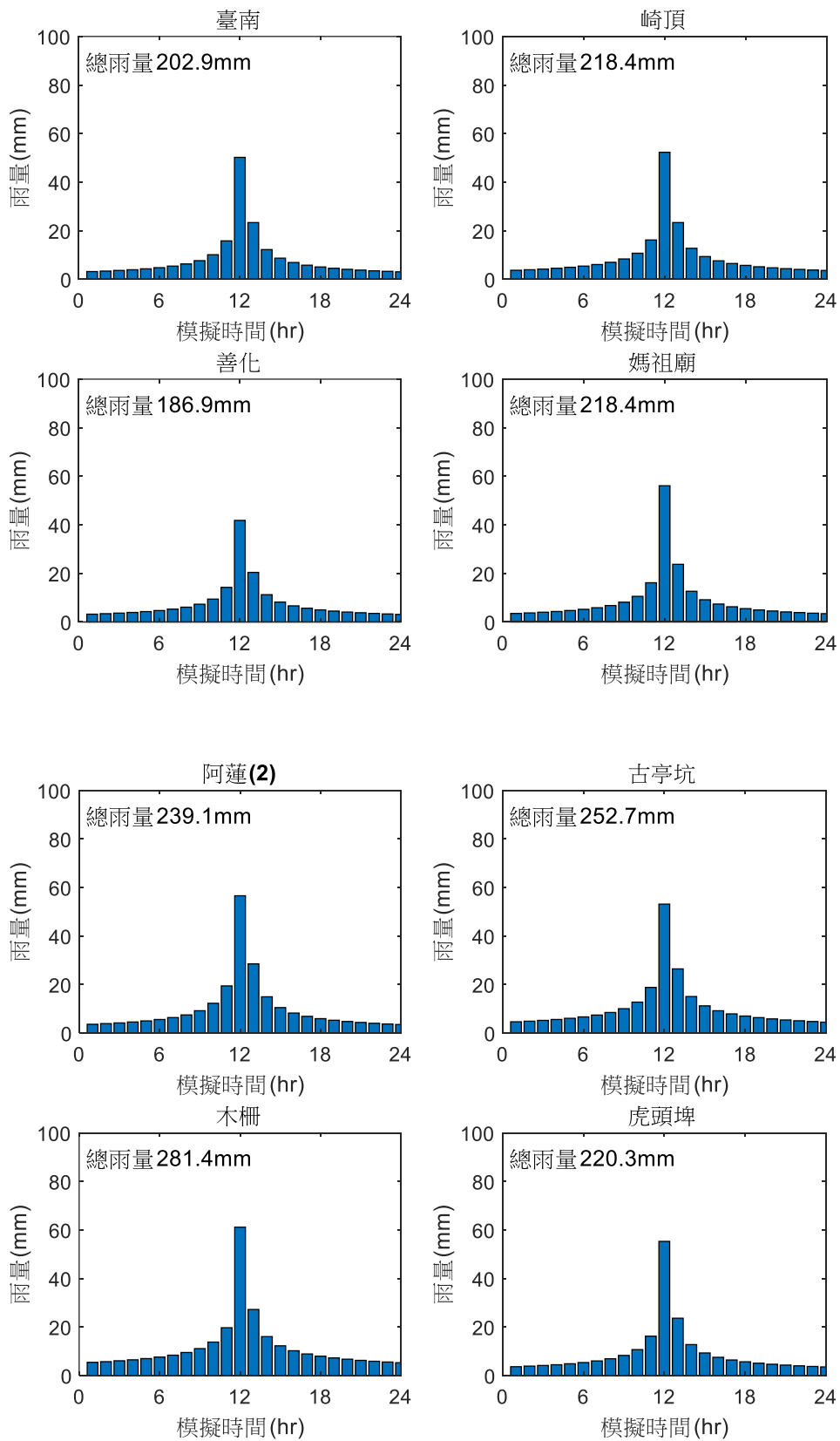
附圖 2-3 0813 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



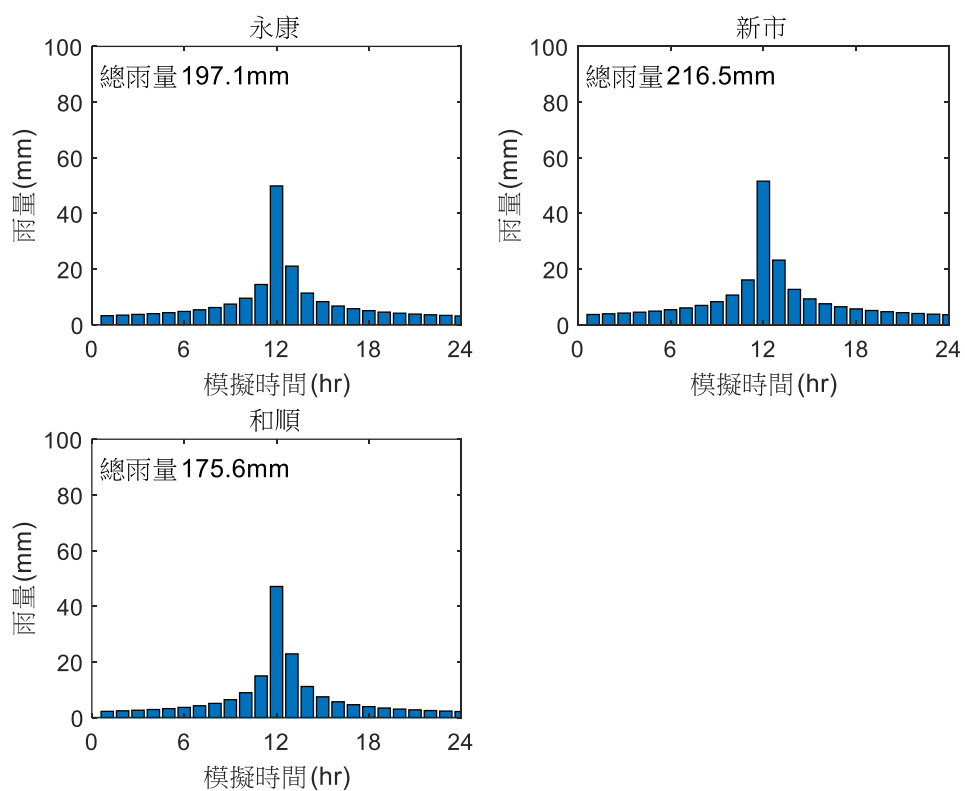
附圖 2-3 0813 豪雨期間演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



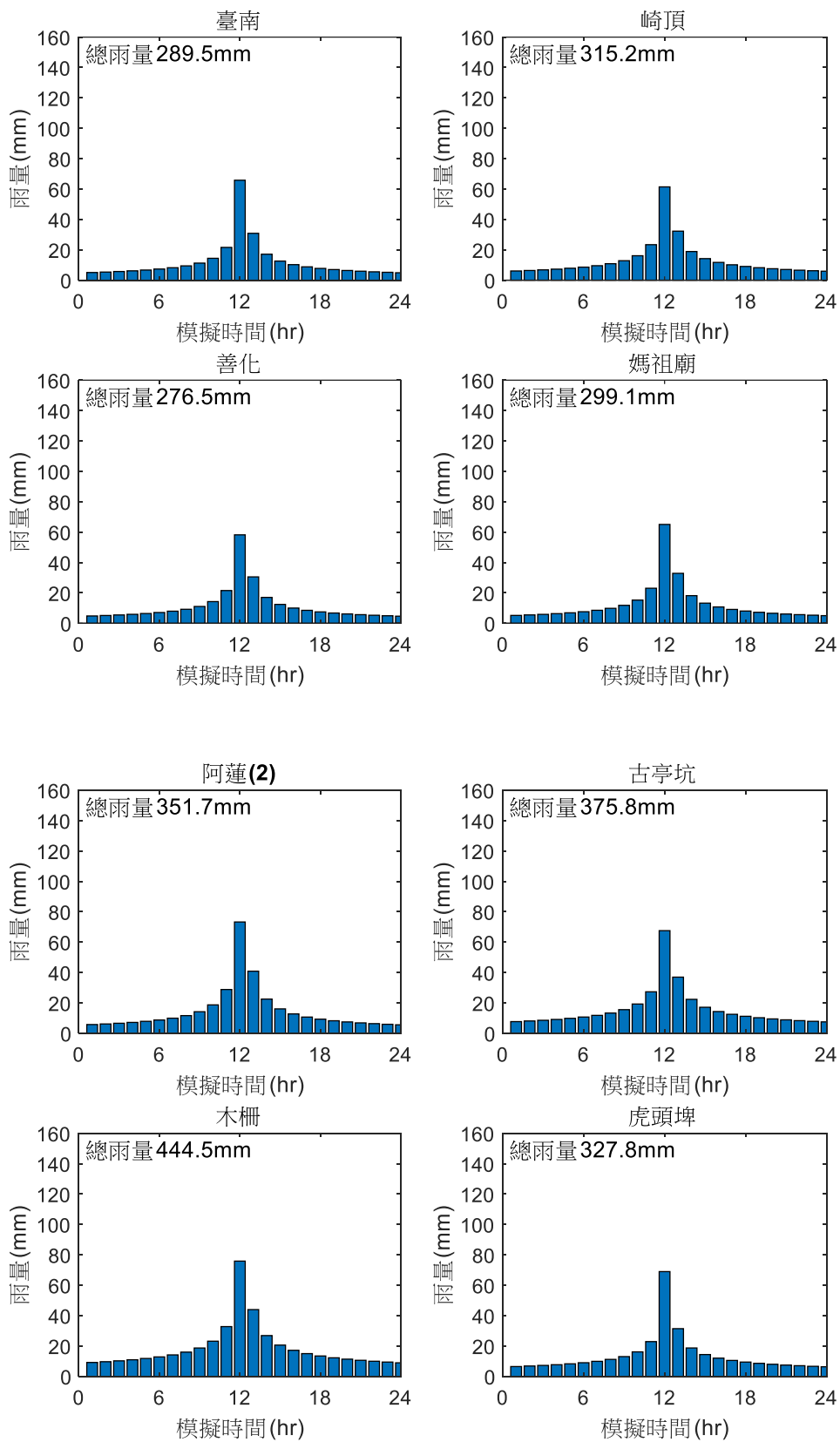
附圖 2-4 重現期 2 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



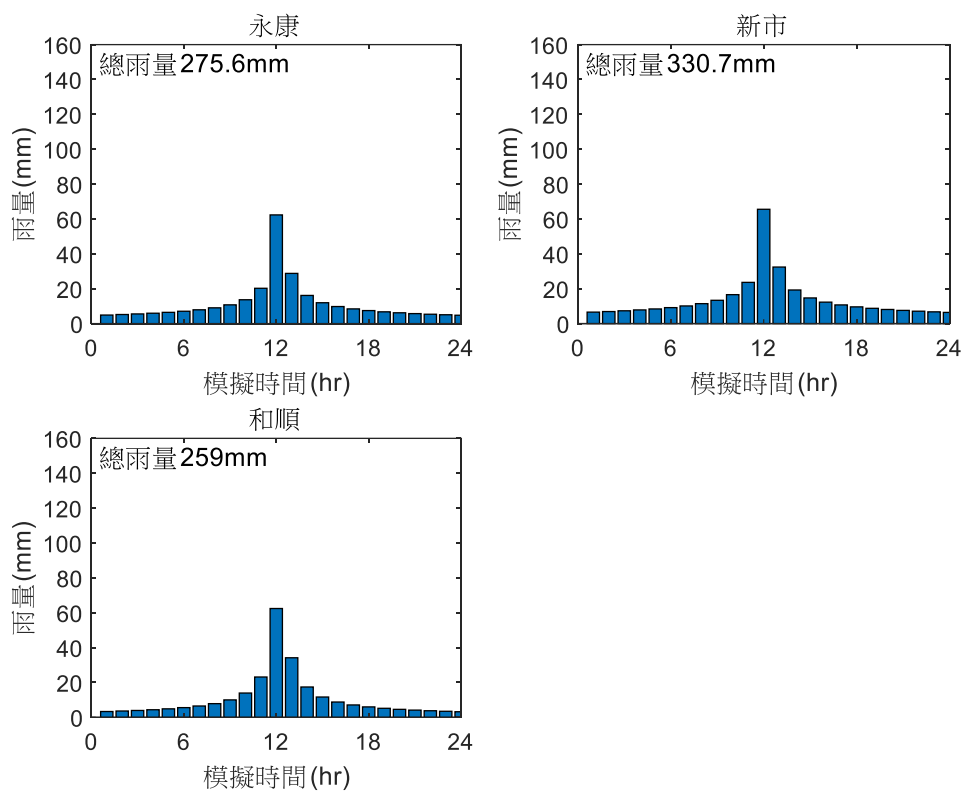
附圖 2-4 重現期 2 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



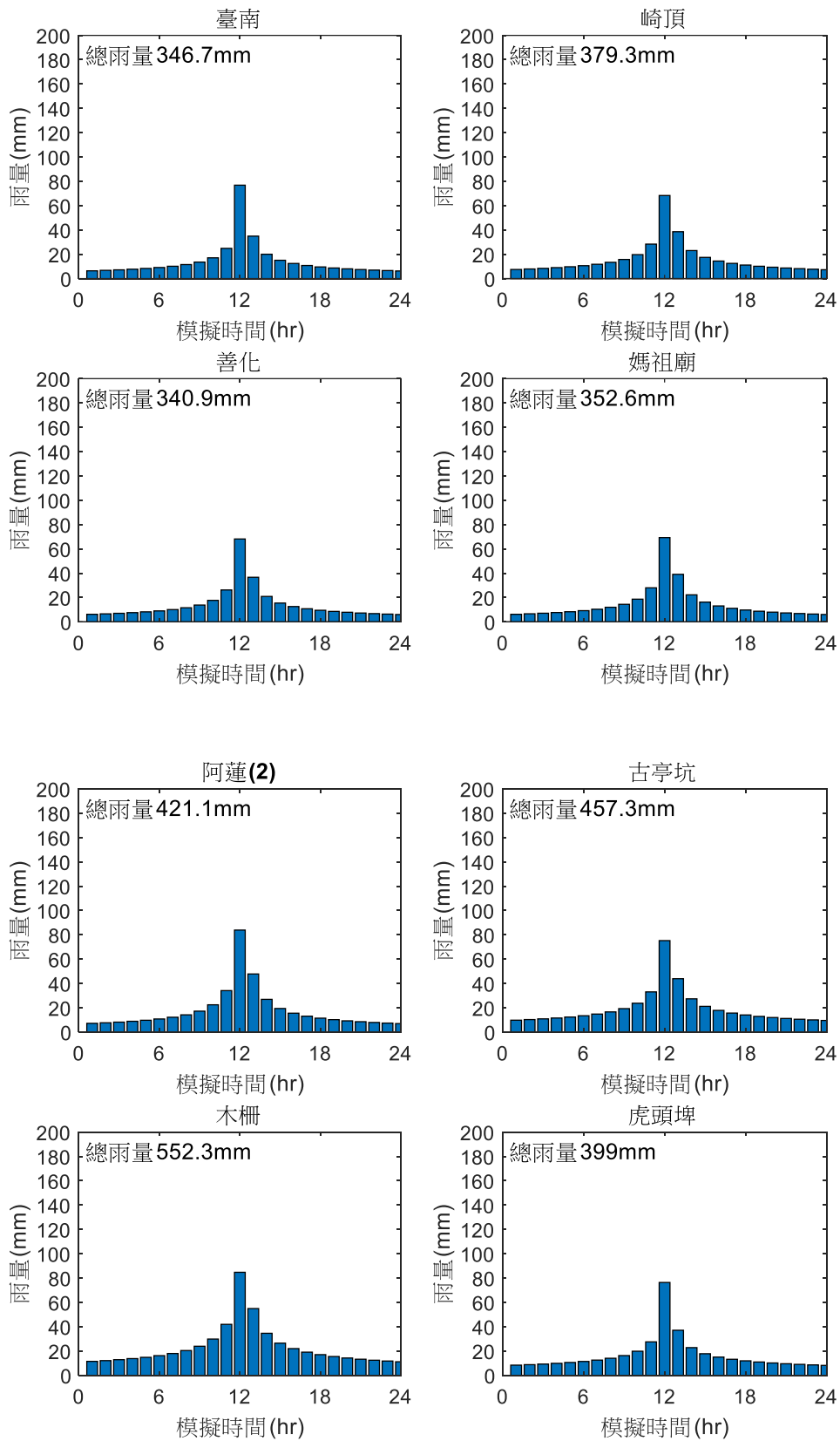
附圖 2-5 重現期 5 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



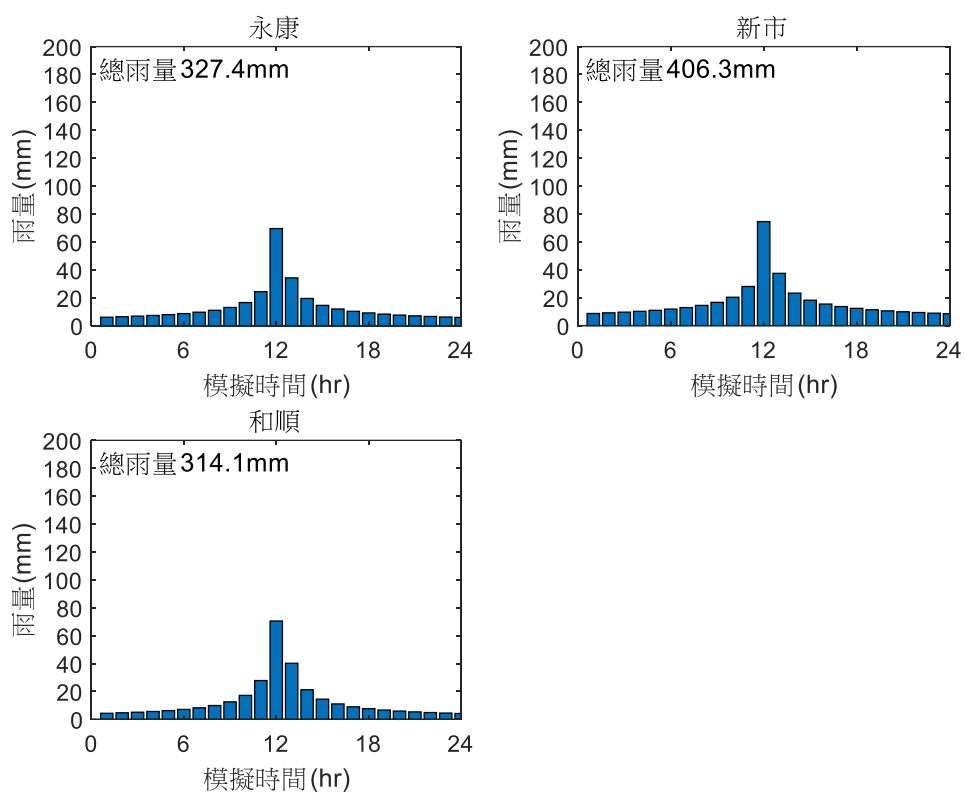
附圖 2-5 重現期 5 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



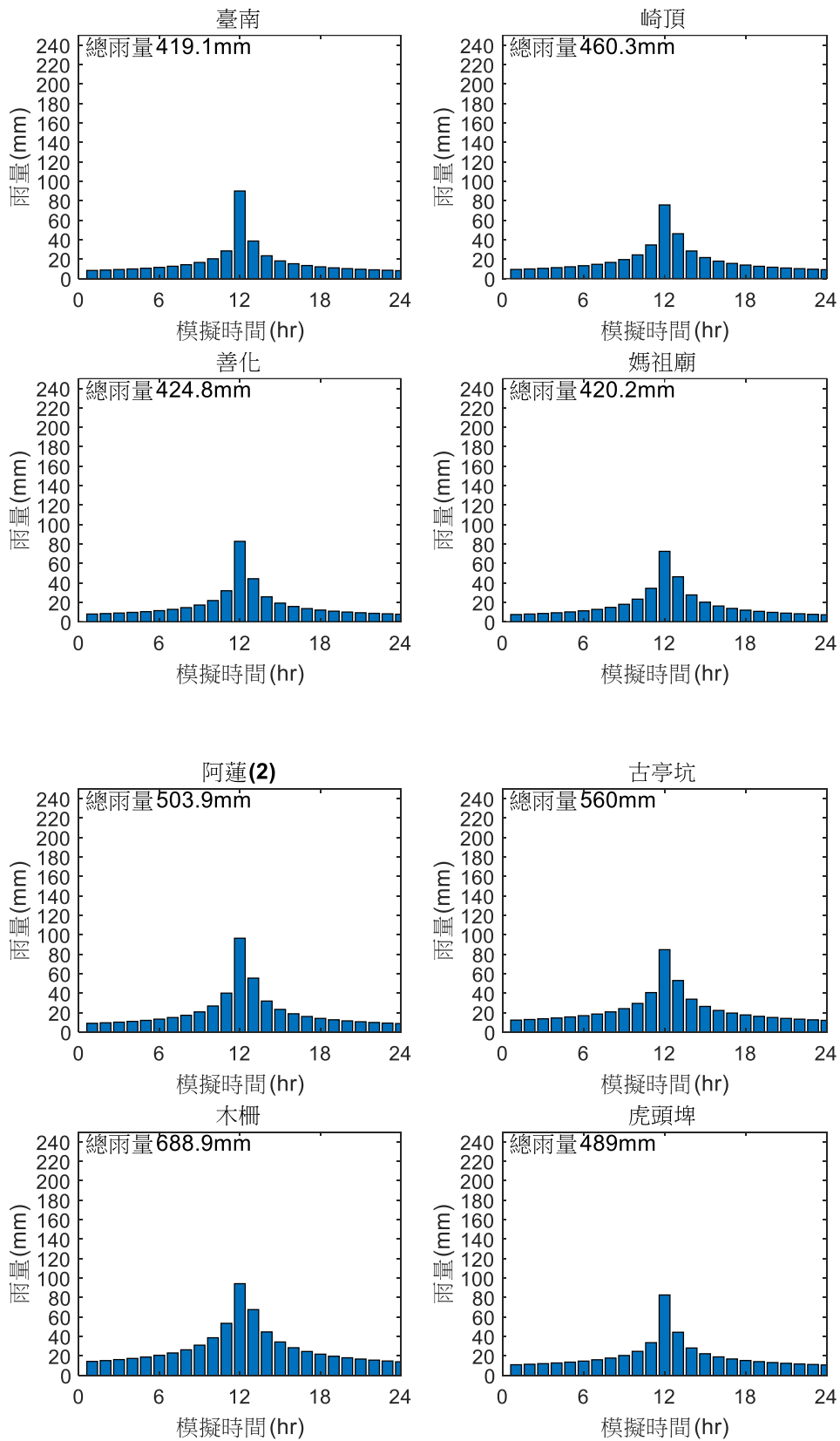
附圖 2-6 重現期 10 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



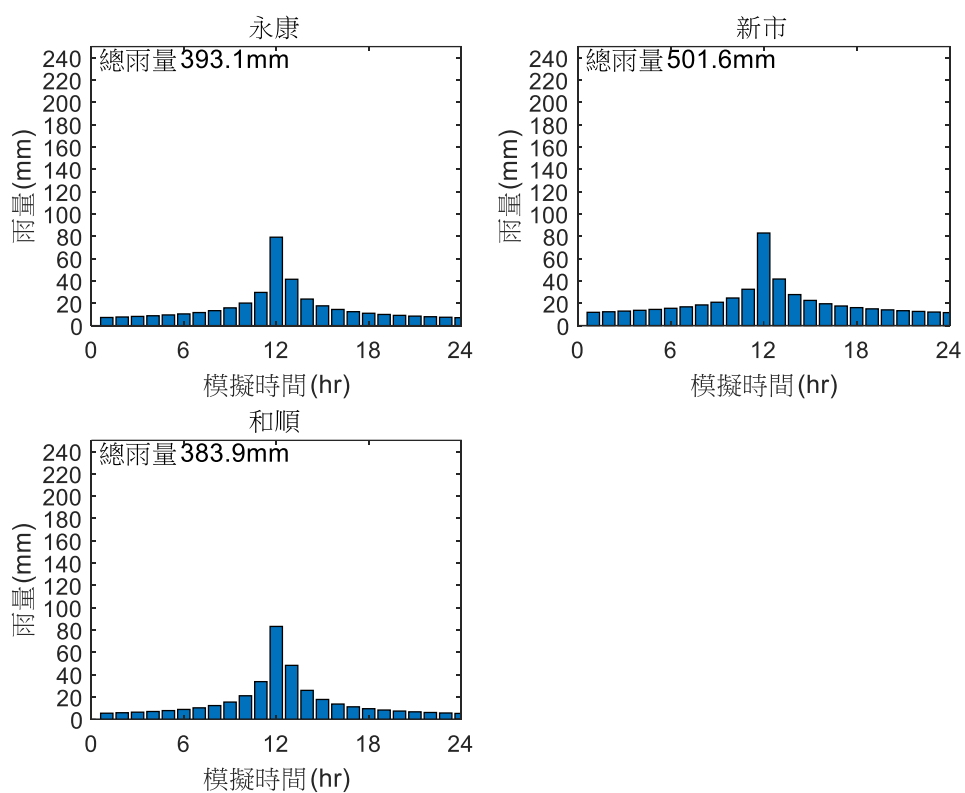
附圖 2-6 重現期 10 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



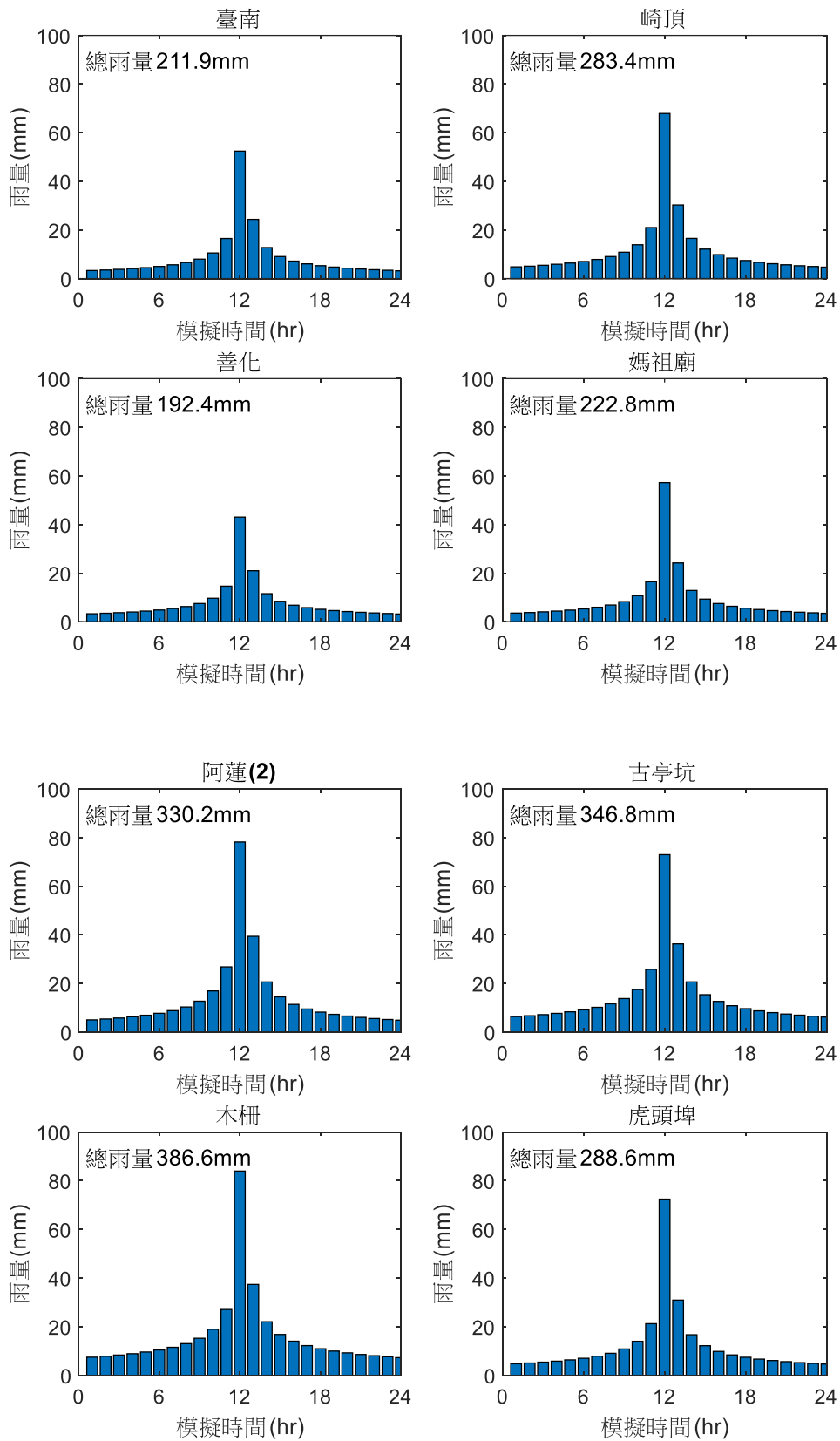
附圖 2-7 重現期 25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



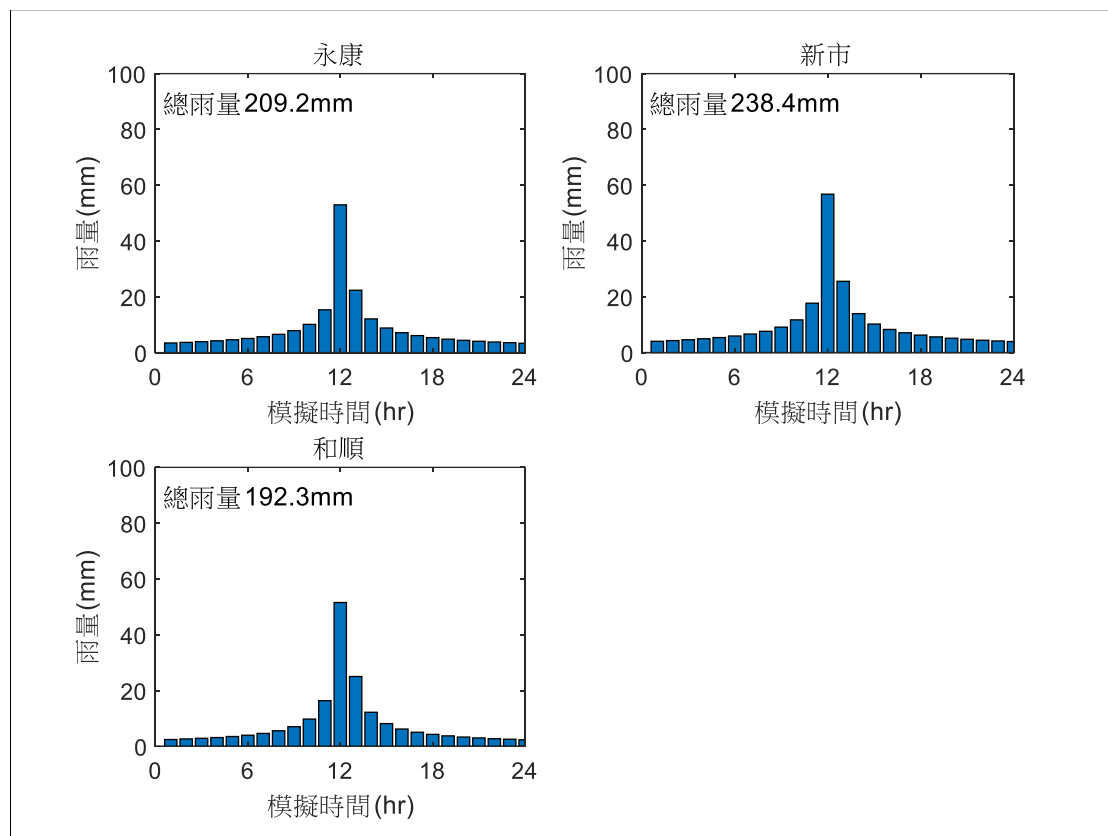
附圖 2-7 重現期 25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



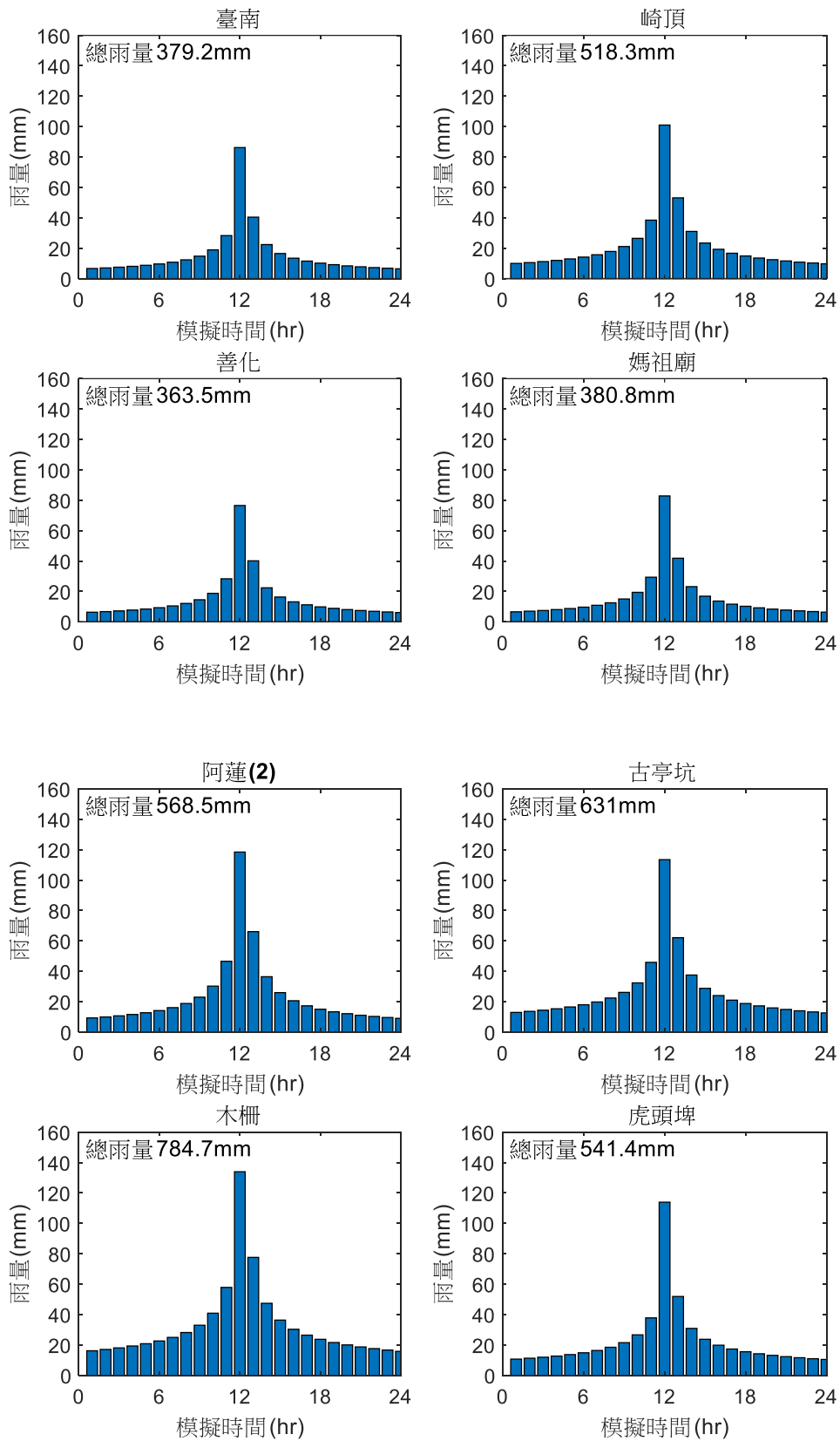
附圖 2-8 氣候變遷情境(C0)重現期 2 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



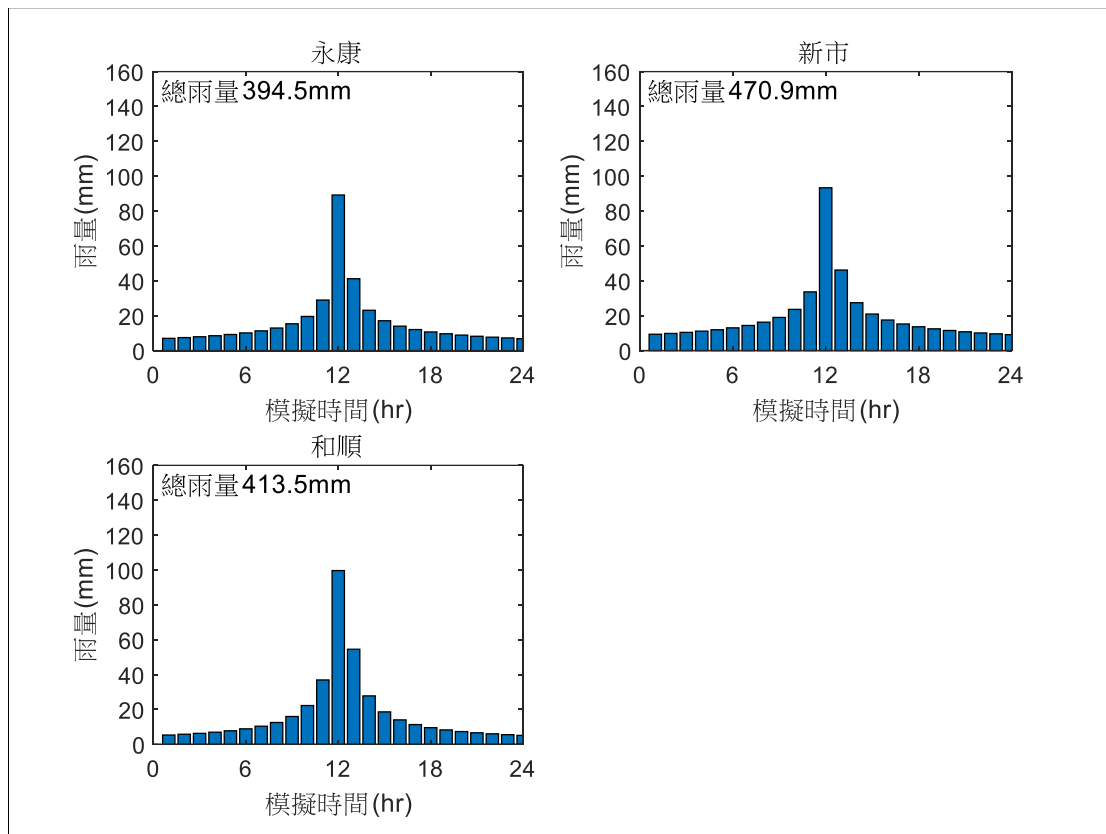
附圖 2-8 氣候變遷情境(C0)重現期 2 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



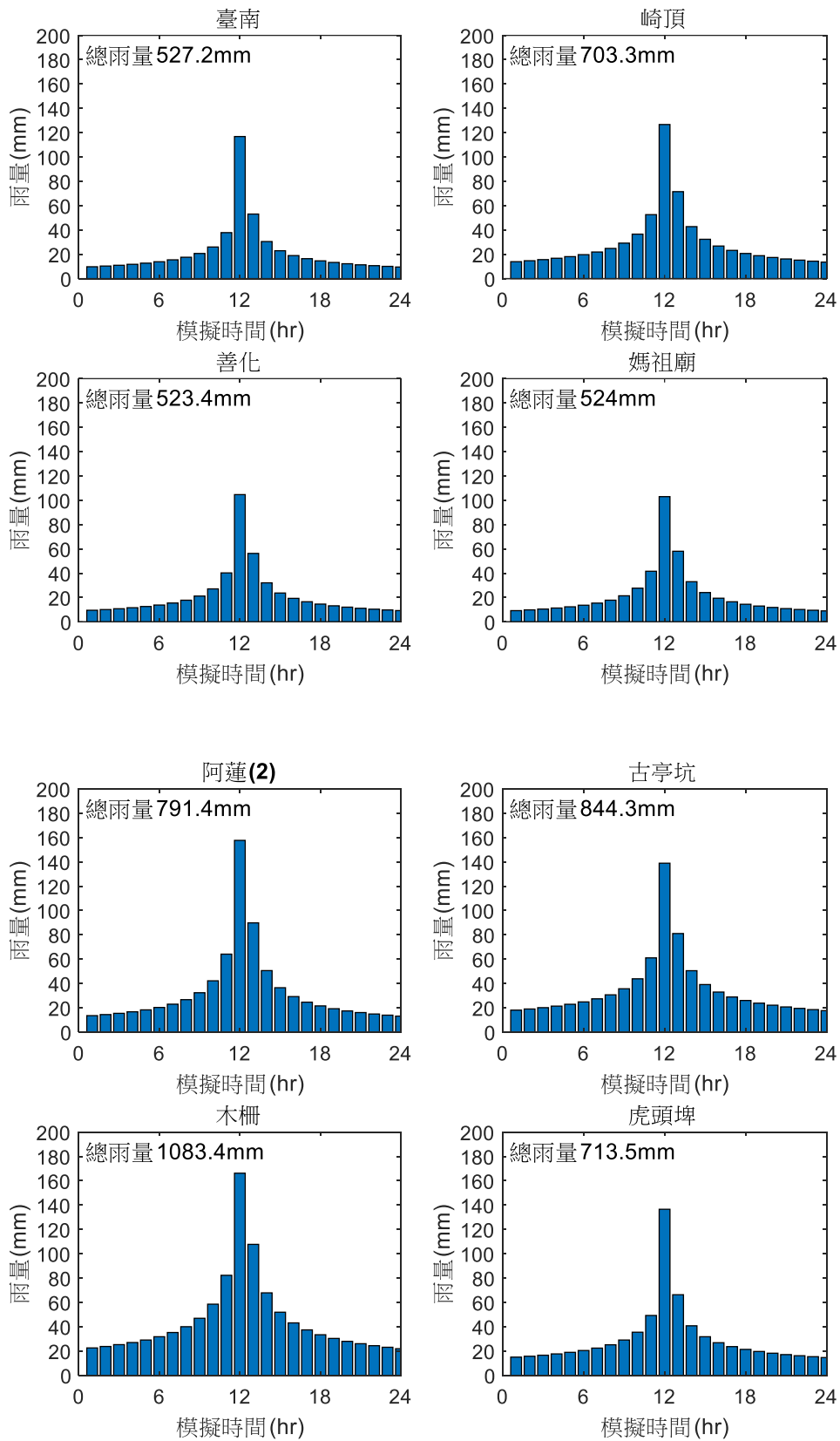
附圖 2-9 氣候變遷情境(C0)重現期 5 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



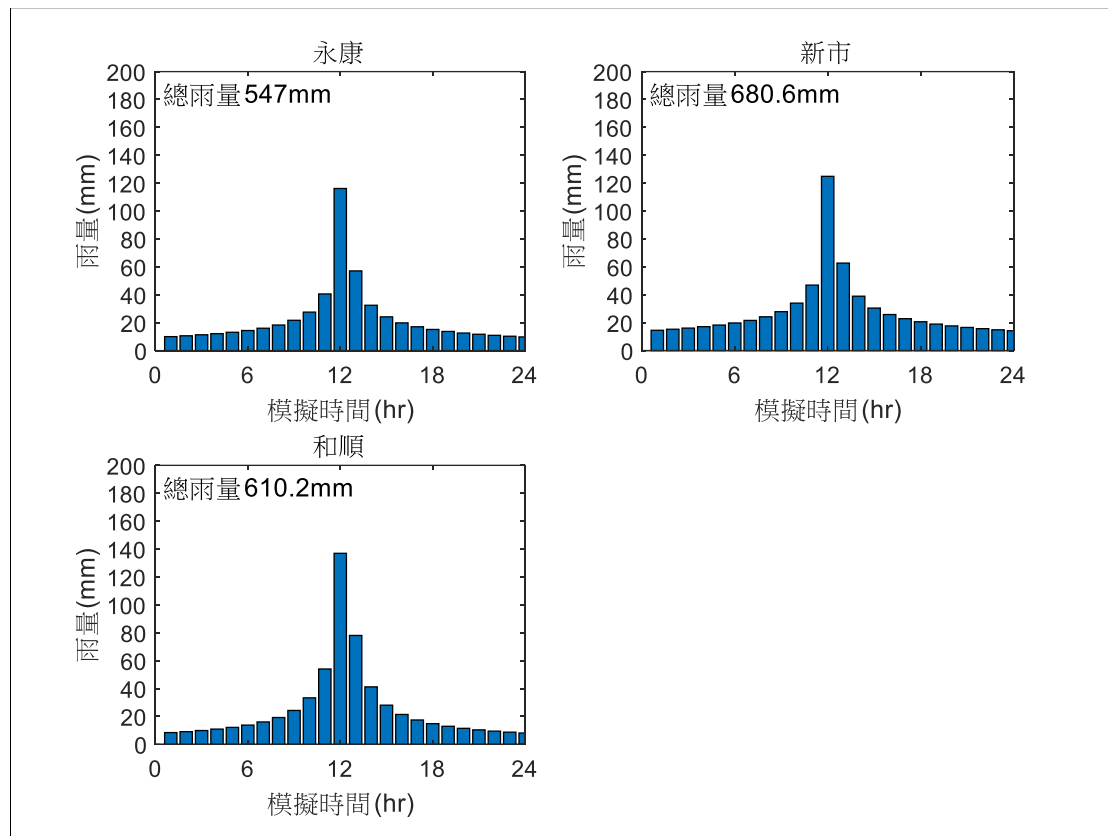
附圖 2-9 氣候變遷情境(C0)重現期 5 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



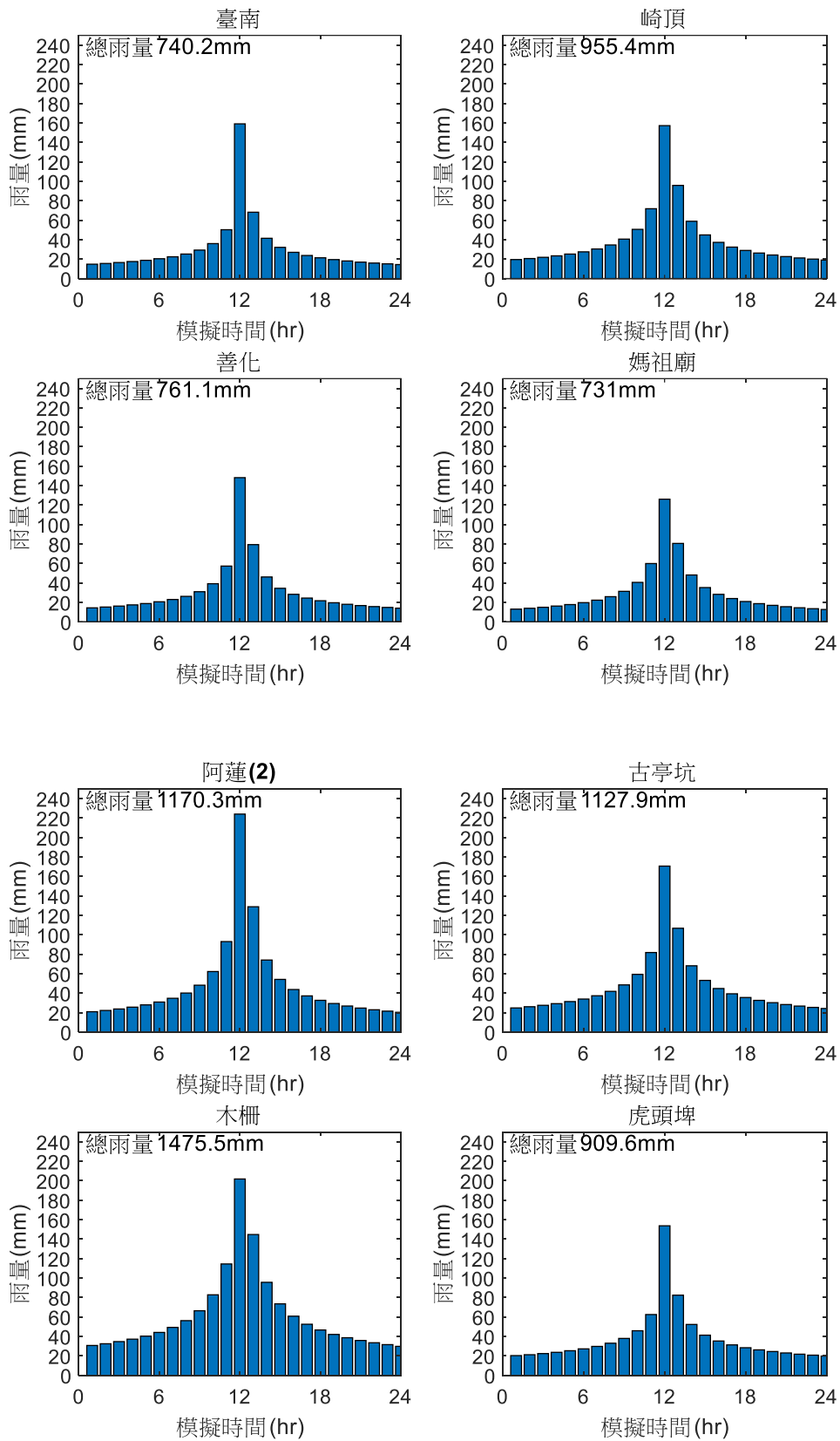
附圖 2-10 氣候變遷情境(C0)重現期 10 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



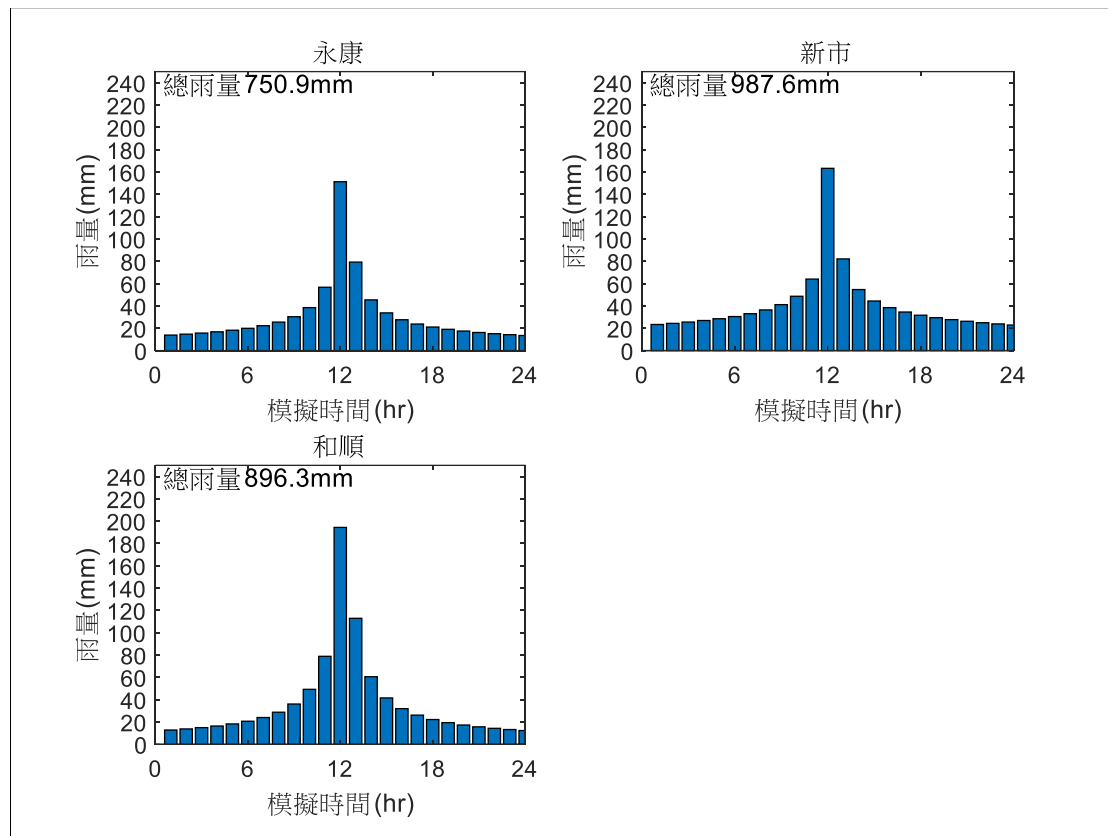
附圖 2-10 氣候變遷情境(C0)重現期 10 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



附圖 2-11 氣候變遷情境(C0)重現期 25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)



附圖 2-11 氣候變遷情境(C0)重現期 25 年演算範圍內各雨量站之降雨歷程組體圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

附錄三 各種條件下曲線號碼法 CN 值

附表3-1 各種臨前水分條件CN值對照表

AMC II	AMC I	AMC III	AMC II	AMC I	AMC III
100	100	100	61	41	78
99	97	100	60	40	78
98	94	99	59	39	77
97	91	99	58	38	76
96	89	99	57	37	75
95	87	98	56	36	75
94	85	98	55	35	74
93	83	98	54	34	73
92	81	97	53	33	72
91	80	97	52	32	71
90	78	96	51	31	70
89	76	96	50	31	70
88	75	95	49	30	69
87	73	95	48	29	68
86	72	94	47	28	67
85	70	94	46	27	66
84	68	93	45	26	65
83	67	93	44	25	64
82	66	92	43	25	63
81	64	92	42	24	62
80	63	91	41	23	61
79	62	91	40	22	60
78	60	90	39	21	59
77	59	89	38	21	58
76	58	89	37	20	57
75	57	88	36	19	56
74	55	88	35	18	55
73	54	87	34	18	54
72	53	86	33	17	53
71	52	86	32	16	52
70	51	85	31	16	51
69	50	84	30	15	50
68	48	84	25	12	43
67	47	83	20	9	37
66	46	82	15	6	30
65	45	82	10	4	22
64	44	81	5	2	13
63	43	80	0	0	0
62	42	79			

(資料來源：Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Mishra and Singh, 2003)

附表3-2 都市區CN值參表考

----- Cover description -----		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type and hydrologic condition	Average percent impervious area	A	B	C	D
Fully developed urban areas (vegetation established)					
Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.):					
Poor condition (grass cover < 50%).....		68	79	86	89
Fair condition (grass cover 50% to 75%).....		49	69	79	84
Good condition (grass cover > 75%).....		39	61	74	80
Impervious areas:					
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. (excluding right-of-way).....		98	98	98	98
Streets and roads:					
Paved; curbs and storm sewers (excluding right-of-way).....		98	98	98	98
Paved; open ditches (including right-of-way).....		83	89	92	93
Gravel (including right-of-way).....		76	85	89	91
Dirt (including right-of-way).....		72	82	87	89
Western desert urban areas:					
Natural desert landscaping (pervious areas only).....		63	77	85	88
Artificial desert landscaping (impervious weed barrier, desert shrub with 1- to 2-inch sand or gravel mulch and basin borders).....		96	96	96	96
Urban districts:					
Commercial and business.....	85	89	92	94	95
Industrial.....	72	81	88	91	93
Residential districts by average lot size:					
1/8 acre or less (town houses).....	65	77	85	90	92
1/4 acre.....	38	61	75	83	87
1/3 acre.....	30	57	72	81	86
1/2 acre.....	25	54	70	80	85
1 acre.....	20	51	68	79	84
2 acres.....	12	46	65	77	82
Developing urban areas					
Newly graded areas					
(pervious areas only, no vegetation).....		77	86	91	94

(資料來源：Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Mishra and Singh, 2003)

附表3-3 農耕地CN值參考表

----- Cover description -----			Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Treatment ¹	Hydrologic Condition ²	A	B	C	D
Fallow	Bare soil Crop residue (CR)	—	77	86	91	94
		Poor	76	85	90	93
		Good	74	83	88	90
Row crops	Straight row (SR)	Poor	72	81	88	91
		Good	67	78	85	89
	SR + CR	Poor	71	80	87	90
		Good	64	75	82	85
	Contoured (C)	Poor	70	79	84	88
		Good	65	75	82	86
	C + CR	Poor	69	78	83	87
		Good	64	74	81	85
	Contoured & terraced (C&T)	Poor	66	74	80	82
		Good	62	71	78	81
Small grain	SR	Poor	65	76	84	88
		Good	63	75	83	87
	SR + CR	Poor	64	75	83	86
		Good	60	72	80	84
	C	Poor	63	74	82	85
		Good	61	73	81	84
	C + CR	Poor	62	73	81	84
		Good	60	72	80	83
	C&T	Poor	61	72	79	82
		Good	59	70	78	81
Close-seeded or broadcast legumes or rotation meadow	SR	Poor	66	77	85	89
		Good	58	72	81	85
	C	Poor	64	75	83	85
		Good	55	69	78	83
	C&T	Poor	63	73	80	83
		Good	51	67	76	80

1. Crop residue cover applies only if residue is on at least 5% of the surface throughout the year

2. Hydraulic condition is based on combination factors that affect infiltration and runoff, including (a) density and canopy of vegetative areas, (b) amount of year-round cover, (c) amount of grass or close-seeded legumes, (d) percent of residue cover on the land surface (good $\geq 20\%$), and (e) degree of surface roughness.

Poor: Factors impair infiltration and tend to increase runoff.

Good: Factors encourage average and better than average infiltration and tend to decrease runoff.

(資料來源：Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Mishra and Singh, 2003)

附表3-4 其他農業用地CN值參考表

----- Cover description -----		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition	A	B	C	D
Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing. ¹	Poor	68	79	86	89
	Fair	49	69	79	84
	Good	39	61	74	80
Meadow—continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay.	—	30	58	71	78
Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element. ²	Poor	48	67	77	83
	Fair	35	56	70	77
	Good	30 ³	48	65	73
Woods—grass combination (orchard or tree farm). ⁴	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods. ⁵	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	30 ³	55	70	77
Farmsteads—buildings, lanes, driveways, and surrounding lots.	—	59	74	82	86

1. **Poor:** <50% ground cover or heavily grazed with no mulch.

Fair: 50 to 75% ground cover and not heavily grazed.

Good: > 75% ground cover and lightly or only occasionally grazed.

2. **Poor:** <50% ground cover.

Fair: 50 to 75% ground cover.

Good: >75% ground cover.

3. Actual curve number is less than 30; use CN = 30 for runoff computations.

4. CN's shown were computed for areas with 50% woods and 50% grass (pasture) cover. Other combinations of conditions may be computed from the CN's for woods and pasture.

5. **Poor:** Forest litter, small trees, and brush are destroyed by heavy grazing or regular burning.

Fair: Woods are grazed but not burned, and some forest litter covers the soil.

Good: Woods are protected from grazing, and litter and brush adequately cover the soil.

(資料來源：Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Mishra and Singh, 2003)

附表3-5 乾旱及半乾旱牧場CN值參考表

----- Cover description -----		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic Condition ¹	A ²	B	C	D
Herbaceous—mixture of grass, weeds, and low-growing brush, with brush the minor element.	Poor		80	87	93
	Fair		71	81	89
	Good		62	74	85
Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush.	Poor		66	74	79
	Fair		48	57	63
	Good		30	41	48
Pinyon-juniper—pinyon, juniper, or both; grass understory.	Poor		75	85	89
	Fair		58	73	80
	Good		41	61	71
Sagebrush with grass understory.	Poor		67	80	85
	Fair		51	63	70
	Good		35	47	55
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus.	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84

1. **Poor:** <50% ground cover or heavily grazed with no mulch.

Fair: 50 to 75% ground cover and not heavily grazed.

Good: > 75% ground cover and lightly or only occasionally grazed.

2. Curve numbers for group A have been developed only for desert shrub.

(資料來源：Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Mishra and Singh, 2003)

附錄四 專家座談會會議紀錄

內政部建築研究所 109 年度委託研究計畫

「因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究」

第一次專家座談會會議紀錄

一、日期：民國 109 年 9 月 17 日(星期四)下午 3 點 00 分

二、地點：內政部建築研究所討論室(一)

三、主持人：內政部建築研究所安全防災組 蔡綽芳組長

記錄：巫孟璇

四、出席單位及人員：如出席人員簽名冊

五、主持人致詞：(略)

六、討論議題：【城鄉發展區地表逕流優化之探討】

(一) 規劃都市洪水流動阻力布置之探討

(二) 土地使用規劃對逕流影響之探討

(三) 土地使用規劃之減洪調適策略績效評估之建議

七、工作討論會議紀錄：

(一) 臺灣大學土木工程學系游景雲副教授

1、曲線號碼法雖為經驗公式，但也不失為估算有效降雨的，只是經驗上曲線號碼值會高估入滲量，經調整後的土地使用曲線號碼值太過於理想，需考慮實務可行性。

2、規劃都市流動阻力布置的想法可以透過阻力把水留在地表，但阻力增加造成地表逕流可能略高的現象，會有民眾耐受度的問題，以階梯式增加流動阻力較不易施行。

3、國土計畫中國土分區實際上影響水文的程度尚不甚清楚，如何透過使用分區的規劃達

到滯洪目的之水文條件是重要的，關係著調整分區後能否達到保水目的。

4、優化地表逕流比較屬於個案，需依案例做特定規劃，實務上管理跟實行間仍有鴻溝。

(二) 以樂工程顧問股份有限公司陳葦庭執行長

- 1、大面積的逕流量使用曲線號碼方法計算，會放大入滲量體，臺灣現行的淹水模擬模式大部分簡化入滲演算，目前臺灣地表土地利用尚無法細部描述土地分區，導致模式無法實際反應鄉村、農業用地匯流至都市地區的逕流行為改變狀態，小範圍的模擬使用曲線號碼法演算速度快，但可能會高估入滲的能力會導致誤差。
- 2、臺灣強降雨的狀況，形成地表逕流的速度往往遠大於入滲速度。建築保水規範將入滲延時設為 86400 秒，事實上無法 86400 秒持續入滲，往往會造成過度高估保水量體，建議使用曲線號碼法需特別注意。
- 3、計畫成果若導向都市計畫審議，需要相對嚴謹，土地利用型態的改變實際上十分困難，需考量應用計畫成果進行土地使用類型變更的可能性。
- 4、逕流阻力的改變操作所投入的經費可能相對較高，在研究面可行，亦需考慮實際面可行性。

(三) 興創知能股份有限公司技術研發部沈哲緯部長

- 1、新開發的區域較易操作地表逕流優化的規劃，老城區的排水系統多為過去農業使用規劃設計，於現在的土地使用往往不敷使用導致遇雨易淹。使用曲線號碼法容易放大入滲量，較無法真實反應極端降雨事件造成的問題。
- 2、臺北市預計將降雨容受標準從 78.8mm/hr 提升到 88.8mm/hr，洪水流動阻力配置在直轄市很難施行。臺北市近年透過公有地、停車場、學校的配合提升降雨容受標準，或是在既有公有地設置地下滯洪空間進行入滲貯留等，但容洪量體畢竟有限。
- 3、建立城鄉發展區可廣佈適用的原則，面對土地使用型態不變但高程在改變的區域，在

規劃城鄉發展區的進展中可以納入國土計畫。

- 4、關於土地取得的問題，經驗上公有地不易有操作空間，實際上可思考讓企業妥善分擔，如桃園航空城的做法，在產業專用區佈設綠帶與滯洪空間，透過河廊再造與配合周邊環境等「面」的規劃，可創造比較大的滯洪量體。

(四) 國家災害防救科技中心朱容練副研究員

- 1、氣候變遷模式輸出之雨量資料為推估值並非預測值，推估資料的不確定性非常高，若直接將氣候變遷雨量推估值直接輸入根據觀測資料建立之淹水模擬模式，會導致模擬結果的不穩定，進而影響調適策略的評估。物理(動力)模式及統計模式，其中以物理(動力)模式在極端降雨事件，對於地形、雨量、大氣間的交互作用的反應較好，建議在取得氣候變遷雨量推估資料後，使用未來推估與現況觀測的百分比輸入淹水模式進行演算。
- 2、氣候變遷的情境係依據 IPCC 的情境，情境的選取很重要，選取極端的情境對於調適策略的評估應用並不適合，極端大的情境調適策略無法適用，建議以現況能量、經費能因應與操作的情境為主，其他的情境作為輔助參考，後續亦可隨因應的能量與經費的增加再行滾動式修正檢討。

(五) 成功大學水利及海洋工程學系陳憲宗副教授

- 1、本計畫主軸為因應氣候變遷下土地使用規劃之減洪調適策略，就目前執行情形整體而言，內容充實、架構完整，能提出創新思維與分析方法，已有完善之階段性成果。未來執行進度尚有氣候變遷情境下之減洪分析，建議參考國家災害防救科技中心擬定之氣候變遷情境據以分析。
- 2、本計畫成果能有效提供主辦機關之政策擬定及落實運用，故相關減洪措施及學術名詞之使用，建議適度調整以使大眾易於理解。
- 3、本計畫採用本土自行研發之地文性淹水模式，並持續改進，有助於本土水文水利科技

之精進與提升，值得鼓勵。

- 4、地文性淹水模式目前之實際洪水模擬案例僅一場，建議應收集更多洪水資料，檢驗模式於研究區域之洪水模擬特性。
- 5、本研究針對曲線號碼法之期初扣除量進行不同比例之檢定，相當值得嘗試探討，建議能於報告中說明使用此法之思維邏輯。
- 6、針對逕流優化及土地使用規劃之減洪分析成效探討，應明確說明採用之雨量設定條件。
- 7、建議於報告中說明土地使用規劃配置之基本概念或原則。

(六) 科技部自然科學及永續研究發展司廖宏儒研究員

- 1、計畫中關於氣候變遷情境分析，在落實操作方面，未來可考慮跟臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫(TCCIP)合作。
- 2、計畫主要在探討土地分區使用，其為人為操作，建議未來可將土地的地質情形納入考慮。

(七) 成功大學水利及海洋工程學系羅偉誠特聘教授

- 1、曲線號碼法是集塊式(lump)方法，把考慮的因素集塊成一個指數，是水文學常用的方法。學理上會透過理查(Richards)方程式計算入滲，隨著飽和度的增加，入滲速度會隨之降低，甚至要考慮到地下水位的抬升，需要相對高的水文及地文知識，操作不易。曲線號碼法的確會高估入滲量，

(八) 臺北市立大學城市發展學系吳杰穎副教授

- 1、要變動土地使用分區的難度非常高，尤其是高開發價值的土地，因此藉此計畫的研究，測試在不變更土地使用分區的前提下，調整何種土地分區會比較有效。

- 2、土地使用分區管制方面，例如商業區實際上可做為住宅區使用，住宅區亦可做小規模的商業使用，可透過土地使用分區管制的內容調整分區的使用。
- 3、近幾年都市建蔽率一直在調降，如臺北市原本住宅區建蔽率是 60%，現在降到 50%至 40%，新北市亦從 2014 年開始進行調降。因為保水議題被重視，六都均對開挖率進行管制，大規模的開發在都市審議階段亦會檢討開挖率，朝向盡可能保水的方向努力。
- 5、後續透過土地使用分區管制進行土地使用的微調，達到逕流的改變，以提升計畫成果應用的可行性。



第一次專家座談會照片

內政部建築研究所 109 年度委託研究計畫

「因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究」

第二次專家座談會會議紀錄

一、日期：民國 109 年 9 月 18 日(星期五)上午 10 點 00 分

二、地點：內政部建築研究所簡報室

三、主持人：國立成功大學 羅偉誠特聘教授

記錄：黃智聰

四、出席單位及人員：如出席人員簽名冊

五、主持人致詞：(略)

六、討論議題：【最佳減災效能的土地使用規劃策略之探討】

(一) 減洪評估於都市計畫評估流程之探討

(二) 可用於減洪調適策略之土地使用規劃類型探討

(三) 減洪土地使用規劃成果提供都市規劃及審議應用之建議

七、工作討論會議紀錄：

(一)國家發展委員會國土區域離島發展處黃琮逢科長

1、建議後續補充說明針對農業區、建成區以及公共設施所進行的調整方式，以達到增加農業區入滲值，或是降低建成區及公共設施 CN 值的目標。

2、早期水利工程建設都是在都市計畫審議之後，且多為遭遇災害之後再配合施作，因此常有治標不治本的現象，希望能透過本計畫改變思維，能在規劃都市計畫的同時，以整個流域為範圍，透過水利署「逕流分擔」的概念，分配各小流域要分擔的水量，再由縣市政府透過土地規劃來使土地達到所需承受的水量。

3、現有建成區想改變其土地使用型態難度相當大，建議可針對國家閒置建築或土地做立

體化的運用，如因少子化而荒廢的學校，可在底下做滯洪池，其上方可設置停車場或運動中心等公共空間，達到立體化、多元化的運用，以達到建成區內最大的滯洪效果，

- 4、針對私有區域，則可在其辦理都市計畫變更或擴建時，亦可將區域整體應容納之水量納入考量，以達到現有建成區之改變。
- 5、農業區位於低窪地區淹水問題的解決，可以農業社區土地重劃條例，以地換地的方式協助民眾遷移。
- 6、建議在建成、農業區之都市計畫審議之前先以框架規範，後續再結合逕流分擔出流管制內容，方能解決流域整體或都市淹水問題。

(二) 國立臺灣大學建築與城鄉研究所陳亮全教授

- 1、計畫團隊以降低 CN 值為目標，後續請說明如何達到該項目標，而除了降低 CN 值之外，也可考慮其他方式，例如加高水田田埂、調整公共設施的建蔽率以達到目標 CN 值。
- 2、現況私有建物筏式基礎，大多是為了容積率獎勵而設立，恐有疏於管理的問題，建議以公共設施為目標。
- 3、目前縣市政府都市計畫單位最大的問題在於缺少事前內部跨部門的協調，若等到都市計畫審議時再協調，則成效將非常有限。

(三) 長豐工程顧問有限公司高宏軒執行副總經理

- 1、臺灣都市計畫發展較早，且當時法令工具有限，因此有些保育型的計畫也以都市計畫的形式來做，例如風景特定區計畫或烏山頭水源特定區計畫，水與都市計畫需結合才有助於都市計畫的完整與推動。
- 2、機關辦理都市計畫通盤檢討，也非 3 年至 5 年檢討 1 次，亦有可能 10 幾年才做檢討，甚至未曾進行通盤檢討。實務上經驗顯示，近 20 年來的通盤檢討多為健全圖資，遇到水利、交通、產業等部門計畫往往無能為力，啟動通盤檢討亦多處理人民陳情，規

劃單位遇防洪韌性相關領域需水利相關資訊或圖資協助方能因應。多辦論壇、研討會等，使都市計畫、空間規劃相關的專家與水利相關領域的專家能互相討論交流。

3、國土計畫白皮書如有水利相關的上位指導，都市計畫方能據以遵從辦理。

(四)逢甲大學土地管理學系李瑞陽教授

- 1、建議以建成區非鋪面土地上面的土地覆蓋型態來減少逕流，不同的覆蓋型態對土地保水也會有不同的影響，同時也要考慮降雨的時序，土壤的含水狀態對保水的影響。
- 2、空間配置的型態對於逕流的影響相當大，建議可納入研究方向，以達到最小有效降雨的目標。

(五)逢甲大學營建及防災研究中心陳柏蒼研究副教授

- 1、降雨型態的改變與地表開發造成的調整困難，是造成淹水的 2 大原因。土地因開發所衍生的可吸納洪水功能弱化及承受水量造成其他地區負擔問題。
- 2、而土地利用規劃雖然無法改變過去已經造成的既成事實，除了土地的調適外，亦可思考人的調適，可利用地文性淹排水模式，演算改變所造成的淹水區位與型態，預先配置減淹設施(如防水閘門等)或滯蓄洪區塊，亦可以 AR 及 VR 的形式展示模式演算成果，再輔以減淹措施採取之宣導，增加民眾耐淹韌性。
- 3、研究顯示水稻田內水位增高，有不易遭受蟲害更有遇風災不易倒伏、增加產量的益處，亦可使用地文性淹排水模式模擬田埂加高滯洪或規劃都市潛在滯洪區的效果。

(六)財團法人台灣地理資訊中心廖晉賢組長

- 1、目前都市計畫最需求的是「規劃資訊」與「規劃標準」，本計畫的重點在於使承洪目標可以提升、多目標使用效率的增高及如何介入審查方式。規劃資訊過去是考慮潛力

與限制，地文性淹排水模式之演算可提供完整的水文水理(如流量、水深等)規劃資訊做空間規劃的調整，此亦涉及到過去規劃的潛力限制的土地適宜性分析的概念。

- 2、研究區域臺南市仁德區包含 2 個都市計畫區與 2 個特定區，特定區的都市計畫類型工業區或風景區，其使用性質、特性或規模，均與一般都市計畫不同，宜提供規劃資訊的差異性，可提高與都市計畫對接的可能性。
- 3、水利法規範的逕流分擔要求施做地區為淹水潛勢區、重大發展地區與高發展地區，並非整個流域分擔逕流量。都市計畫區與整體流域存在尺度問題，是否應回歸到考量都市計畫區雨水下水道的容受力，針對雨水下水道的設計標準、LID 的擴充、區域性下水道計畫進行整合。
- 4、過去都市的雨水下水道檢討僅針對單一都市計畫區，容易造成其他都市計畫區的逕流改變或增加，無法有效解決都市淹水問題，所以必須從流域或區域整體的角度去檢視，區域性下水道計畫的目的即在於此，都市雨水下水道亦可視為小型的逕流分擔與出流管制，結合都市內與建築物間的逕流關係，從建築物基地保水道銜接至道路的雨水下水道，在下水道法施行細則第 15 條提及之用戶排水設備審查，盤點各個銜接的容量即可進行出流管制。透過整體雨水下水道的概況，反推未來發展的概況以利經濟效益、資源永續利用及都市成長，回歸到區域排水與河川介面的整合關係。

(七)內政部建築研究所蔡綽芳組長

- 1、目前建築研究所已有跟海洋大學李光敦院長合作發展系統，去檢視各基地放流是否符合標準，然而目前只有臺北市政府及新北市政府有規定基地放流標準，因此在推動上仍有難度，希望未來能與逕流分擔銜接。

(八)國立成功大學羅偉誠特聘教授

- 1、筏式基礎雖然可以貯蓄一定水量，但實行上除了因操作而恐面臨的法律問題之外，管理單位也面臨人力短缺難以查核的情形，且過去外水及內水因權責，而有管理上的問

題，然而從流域綜合治理觀點，內外水是會互相影響，因此有必要一起考量，目前桃園市政府正在嘗試透過 IoT 來進行管理及操作，希望能成為未來的可行方式。

(九)臺北市立大學城市發展學系吳杰穎副教授

- 1、未來空間規劃，包括都市計畫或城鄉計畫的推動過程中，逕流分擔於各個都市計畫區的量體被估算或規範，下水道整體區域性的限制宜成為上位或相關計畫。





第二次專家座談會照片

參考資料

1. Akan, A. Osman and Houghtalen, Robert J. ,2003, Urban Hydrology Hydraulics and Stormwater Quality Engineering Applications and Computer Modeling, Wiley, p.218.
2. Ben Urbonas and Peter Stahre, 1989, Stormwater: Best Management Practices and Detention for Water Quality, Drainage, and Cso Management.
3. Hawkins, R.H.; Jiang, R.; Woodward, D.E.; Hjelmfelt, A.T.; Van Mullem, J.A., 2002, Runoff Curve Number Method: Examination of the Initial Abstraction Ratio, Proceedings of the Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas, Nevada. 42 (3), pp.629–643.
4. Larry W. Mays, and Yeou-Koung Tung., 1992, Hydrosystems Engineering and Management.
5. Linsley, R.K., 1982, Rainfall-runoff models - An overview in rainfall-runoff relationship, Proceedings of the International Symposium on Rainfall-Runoff Modelling, May, 18-21, p. 3-22.
6. Mays, Larry W. ,1999, Hydraulic Design Handbook, McGraw-Hill.
7. Maria A. Mimikou, Evangelos A. Baltas and Vassilios A. Tsihrintzis, 2016, Hydrology and Water Resource Systems Analysis, CRC Press, 2016.
8. Philip B. Bedient, Wayne C. Huber., 1992, Hydrology and floodplain analysis.
9. Soil Conservation Service, 1972, National Engineering Handbook, section 4, Hydrology, U.S. Dept. of Agriculture, available from U.S. Government Printing Office, Washington, D.C..
10. Soil Conservation Service, 1956, 1964, 1969, 1971, 1972, 1985, 1993, National Engineering Handbook Section 4 Hydrology, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, D.C.
11. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1, United States Environmental Protection Agency. (<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P100N3J6.TXT>)
12. Surendra Kumar Mishra and Vijay P. Singh, 2003, Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology, Water Science and Technology Library(WSTL), Vol.42.
13. United States Department of Agriculture, 1986, Urban Hydrology for Small Watersheds Technical Release 55 (TR-55), U.S. Dept. of Agriculture, available from U.S. Government Printing Office, Washington, D.C..
14. Ven Te Chow, David R. Maidment, and Larry W. Mays. 1988. Applied Hydrology.
15. Victor M. Ponce and Richard H. Hawkins, 1996, Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity?, Journal of Hydrologic Engineering, Vol.1, No.1, pp. 11-19.
16. Vieux, B.E., Bedient, P.B., 2004. Assessing urban hydrologic prediction accuracy through event reconstruction. Journal of Hydrology, 299(3-4): pp. 217-236.
17. WL| Delft Hydraulics, 2001, SOBEK Software User's Manual. Delft.
18. Yuan-Heng Wang, Yung-Chia Hsu, Gene Jiing-Yun You, Ching-Lien Yen, Chi-Ming Wang, 2018,

Flood Inundation Assessment Considering Hydrologic Conditions and Functionalities of Hydraulic Facilities, Water, Vol.10, Issue 12.

19. 水土保持技術規範，行政院農業委員會水土保持局全球資訊網，
https://www.swcb.gov.tw/Laws/laws_more?id=72279a8c50f3445e8d564a8d4577342e
20. 王如意、易任，1997，「應用水文學(新編上冊)」，國立編譯館。
21. 內政部建築研究所，2018，「極端降雨引致都市洪水即時預警模式與減災調適技術整合應用研究」。
22. 內政部建築研究所，2019，「應用都市洪水即時預警模式進行滯蓄洪設施整合減災調適技術研究」。
23. 行政院農委會農業試驗所，2010，「土壤資源空間資料標準」。
24. 全國法規資料庫，<https://law.moj.gov.tw/>。
25. 巫孟璇，2013，地文性淹水即時預報模式之發展與應用，水利及海洋工程研究所博士論文，成功大學。
26. 李昱祺、王嘉琪、翁叔平、陳正達、鄭兆尊，2019，「臺灣氣象乾旱特性未來趨勢推估」，大氣科學，第47期，第1號，第66-91頁。
27. 經濟部水利署，2019，「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」。
28. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，「高雄市淹水潛勢圖第二次更新計畫」。
29. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2015，「臺南市淹水潛勢圖(第二次更新)」。
30. 經濟部水利署第六河川局，2009，「二仁溪治理規劃檢討(縱貫鐵路橋至德和橋、含支流牛稠埔溪)」。
31. 臺南市政府都市發展局，2019，「變更仁德都市計畫(主要計畫及細部計畫分離專案通盤檢討)(土地使用分區管制要點)細部計畫書」。
32. 劍橋詞典(Cambridge Dictionary)，
<https://dictionary.cambridge.org/zht/%E8%A9%9E%E5%85%B8/%E8%8B%B1%E8%AA%9E/resilience>
33. 盧惠生，1985，「坡地不同作物水土保持方法之逕流曲線指數」，中華水土保持學報，第16卷，第2期，第36-47頁。
34. 謝平城、褚思穎，2008，「後龍河流域逕流係數與逕流曲線值之研究」，水土保持學報，第40卷，第2期，第205-221頁。
35. 臺南市政府民政局網頁，<https://bca.tainan.gov.tw/News.aspx?n=1134&sms=9845>
36. 臺南市政府都市發展局網頁，<https://udweb.tainan.gov.tw/>

因應氣候變遷土地使用規劃減洪調適策略績效評估研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：羅偉誠、蔡長泰、吳杰穎、巫孟璇、翁俊鴻、陳麗貞、黃智聰、譚禧年

出版年月：109年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-5450-34-2