

氣候變遷下都市地區滯洪空間之規劃

Planning of Flood Retention Space in Urban Area Under Climate Change Environment

何明錦¹ 林建宏² 宋長虹³ 陳莘庭⁴
Ho, Ming-Chin Lin, Jiann-Harng Song, Chung-Hong Chen, Wei-Ting

主管單位：內政部建築研究所

林建宏²

宋長虹³

陳莘庭⁴

¹內政部建築研究所 所長

²內政部建築研究所 安全防災組組長

³巨廷工程顧問股份有限公司 總經理

⁴巨廷工程顧問股份有限公司 經理

摘要

全球暖化與氣候異常所產生之集中暴雨現象，近年來在世界各地造成嚴重洪患，臺灣位處太平洋與歐亞大陸交界地帶，深受海洋與大氣交互影響，自 2000 年後臺灣受「極端降雨」颱風侵襲次數有增加之趨勢，幾乎年年都有因集中豪雨所造成的水患。都市地區由於人口密集、發展快速，不透水面積增加，洪峰流量相對增加，對環境的衝擊強度提高，都市受災的機率大為增加。

爰此，本研究建議以「使用公共設施用地」、「利用法定空地」、「建築物增加雨水貯留設施」、「透過土地使用分區變更」等四種方式作為增加都市滯洪空間之策略，提出之具體執行措施包括「結合大型企業共同負擔」、「配合高程管理計畫」、「都市水空間需求計畫」或「都市暴雨管理計畫」的配合、「透過都市更新或建物重建與改建」之機會與「導入低衝擊開發與綠基盤設施」等五項建議，希冀此四項策略主軸與五項實施方式，能為人口密集、用地緊縮之都城地區，增加更多的滯洪空間，盡可能降低洪水侵襲的多重災害。而需要配合的相關法令與審議機制部分，本研究亦提供了詳細的修訂參考建議，可由主管機關在權責範圍下擬定統一之原則，其餘由縣市政府依據各地區不同的地理人口條件與滯洪需求，擬定適合的細則與作業要點來實施之。

以此方式循序進行，即為導入流域分擔風險概念，可提升都市防災能力，並供各縣市政府進行都市計畫或辦理防洪治水計畫之參考。

關鍵字：都市滯洪空間、公共設施滯洪、法定空地、雨水貯留與滯留設施

Abstract

Phenomena of heavy precipitation due to global warming and the associated climate changes have caused severe flooding around the world. The October, 2011 flood in Thailand is an obvious example. Taiwan, being situated at the intersection of Pacific Ocean and Europe/Asia Continents, is deeply affected by interaction between ocean and atmosphere. In addition, vertical variation on ground level within the Island is large. As a result, effect of climate change is appreciable. According to statistical data, since yr.2000, the number of extreme typhoon events which invaded Taiwan exhibited an increasing trend. In the past 10yrs, typhoons with such characteristics had doubled of that occurred in the previous 30 years. The resulting impact is that just about every year, there is an occurrence of flooding due to concentrated precipitation. At the same time, data observed by meteorological bureau revealed that there is no appreciable change in total precipitation. But the number of precipitation hours have appreciably reduced. This means that precipitation intensity has gradually increased. Using Fanapi Typhoon as an example. One day precipitation in urban area of Kaohsiung reached 535mm. The intensity of impact to environment has increased, and so is the probability of flooding damage.

Owing to rapid economic, social and urbanize development, it has become a common practice to make use of flood lands. With concentrated population in urban area, lose to life and property will be very severe, once a disaster occurs. To prevent the occurrence, flood control in metropolitan area should not apply traditional river improvement approach. Rather, integrated flood control concept should be applied. Through risk sharing, land use adjustment and increasing flood retention space in urban area to enhance flood prevention capability of a city and to adapt possible impact caused by climated changes.

This study proposes four strategies, using "the public zones and facilities", using "the statutory open space", to pomote "the building rainwater storage facilities" and "Green Building Design ". The last strategy is "changing land use zoning". We provide supporting measures and regulations proposed amendments.

This project comes to the anticipated results:

1. Recommend revision of law for use as references by the responsible agency in the future in law revision and formation of policy.
2. Develop urban area flood retention plan and feasibility analysis for use as references by local government in overall urban planning review or in execution of flood control project.
3. Develop integrated flood prevention and urban development analysis and strategy for establishment of flood retention space to fulfill the goal of regional development.

Keywords : Flood Retention Space, Climate change, integrated flood control, urban disaster prevention

一、緒論

1.1 研究動機與目的

根據「臺灣氣候變遷科學報告」(國科會, 2011 年)統計資料顯示, 自 2000 年後臺灣受「極端降雨」颱風侵襲次數有增加之趨勢, 過去 10 年來具有此特性的颱風襲臺頻率較之前 30 年增加一倍以上, 幾乎年年都有因集中豪雨所造成的嚴重水患。氣象局觀測資料同時顯示, 雖臺灣地區每年總降雨量沒有明顯變化, 但是降雨總時數明顯減少, 顯現降雨強度逐漸增強, 以凡那比颱風為例, 單單高雄市區一天就降下 535 毫米的雨量, 對環境的衝擊強度提高, 成災的機率大為增加。

因此, 在都市地區如何有效廣泛運用公園、綠地、廣場、操場、停車場、運動場、建築物等空間, 進行滯洪空間整體性的規劃, 達到降低洪峰流量, 減輕都市洪災影響, 確有必要進一步探討與研究。

1.2 研究方法與預期成效

1.2.1 研究方法

本研究首先蒐集彙整國內外有關都市地區規劃滯洪空間之文獻與案例, 並且探討國土計畫體系中, 包括都市計畫法、建築法等法令之位階架構, 接著在氣候變遷之影響下, 以流域防災觀點重新審視都市發展定位, 經參考國外都市地區滯洪空間規劃之理念, 進行颱風防災與都市發展整合性分析; 再據其擬定設置滯洪空間因應策略, 研提都市地區滯洪空間整體性規劃設計方案, 並就各項策略可能遭遇之困難提出獎勵或配套措施, 以及相關法規之修訂建議。此外, 為能於都市設計落實內水防治策略, 將針對都市設計規範考慮滯洪空間之可行性; 最後擇定一都市地區, 進行示範案例規劃與效益評估。

1.2.2 預期成效

透過本研究系統性的評估分析流程, 本研究預期成效為:

1. 提出相關法令修訂建議, 供主管機關未來推行策略及修訂法令、規範時之參考。
2. 提出都市地區滯洪空間規劃設計方案與可行性分析, 供各縣市政府進行都市計畫通盤檢討或辦理防洪治水計畫之參考。
3. 提出颱風防災與都市發展整合性分析, 以及設置滯洪空間因應策略, 貫徹區域發展目標。

二、研究內容

2.1 國內外文獻與案例研析說明

現階段各國對於都市滯洪的策略略有差異。其中日本為島嶼國家, 與我國環境較為相似, 政府在治水策略上重點為推行總合治水, 以流域觀點就上、中、下游分訂不同治水策略, 並廣設多功能滯洪空間; 而歐美國家則因地制宜的推行低衝擊開發與綠基盤建設等微型的滯洪設施, 同時搭配節能減碳的其他措施以降低都市熱島效應, 在營造生態景觀與管理暴雨逕流兩項目標之間取得平衡, 並營造更適合人類居住的舒適環境。國內目前以推行景觀滯洪池為主要措施, 政府對於都市滯洪相關法令規定已具備一定程度之概念與共識, 即不能僅以工程措施減輕洪患, 必須透過都市計畫之土地管理手段, 對整個都市地區進行滯洪空間的規劃, 方能有效減洪。

2.2 相關法令探討與防洪考量要項關聯性

就我國現行之國土計畫體系而言，現階段都市計畫規劃過程並未考量防洪排水之用地需求，故本研究提出與水相關之管理計畫其相關之對應關係如圖 2-1，並分述如下：

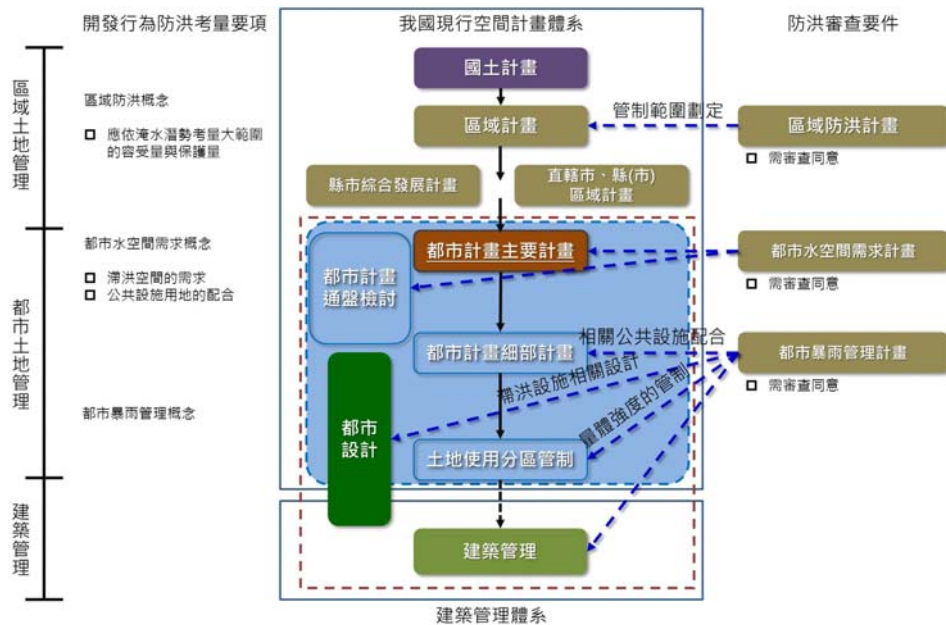


圖 2-1 國土計畫體系與開發行為防洪考量要項之關聯性示意圖

2.3 脆洪防災與都市發展整合性分析

不同的國際組織均指出氣候變遷促使極端氣候發生頻率增加，導致自然災害發生機率隨之增加，進而引發複合型災害，其較以往單一災害對人類生命及財產造成的威脅更加嚴重。由於臺灣的地理環境特殊，人口向都市集中，都市脆弱度提高，受氣候變遷現象之衝擊將更為嚴重，尤以降雨所帶來的洪災最為頻繁。本研究提出在氣候變遷及流域防災觀點下，未來應秉持永續發展理念，改變以往土地使用偏重經濟而忽視生態環境之發展模式，故本研究建議在流域防災觀點下之都市發展，應以「生態都市、適災都市、宜居都市」三位一體為其發展定位，且必須重視可兼顧都市防洪、都市設計及都市景觀共通性之操作策略，包括低衝擊開發(Low Impact Development, LID)與綠色基盤(Green infrastructure)等。

2.4 研提都市地區滯洪空間整體性規劃設計方案

2.4.1 研提設置滯洪空間因應策略

1. 增加滯洪空間之策略

(1) 使用公共設施用地

根據都市計畫法第 42 條之規定，都市計畫地區範圍內的公共設施用地大致可分為「開放休閒」、「文教機關」、「公用事業」與「其他」等四大類。本研究係以公共設施用地多目標使用作為增加都市地區滯洪空間的首要策略。但由於都市計畫範圍內公共設施用地之使用性質與功能的不同，並非所有的公共設施用地均適合兼作滯洪使用，故公共設施用地所能提供之滯洪型態，應依其公共設施用地類別而異，其成果彙整如表 2-1 所示。

表 2-1 公共設施用地類型與其適用之滯洪空間型式一覽表

滯洪空間型式	順序	公共設施用地類別	公共設施項目
大型	優先	開放休閒	公園、綠地、廣場、平面停車場
		文教機構	學校(大學)
	次優先	開放休閒	兒童遊樂場
		文教機構	學校(不含大學)、社教機構、體育場
小型	優先	開放休閒	道路、民用航空站及其他
		文教機關	學校、社教機構、市場、醫療衛生機構及機關用地及其他
		公用事業及其他	郵政、電信、變電所或其他公用事業用地

(資料來源：本研究整理。)

(2)利用法定空地

依據建築法第 11 條之規定可知，基地面積扣除建築面積之餘額，即為法定空地之面積。法定空地可供滯洪空間之留設比例原則如圖 2-2 所示，茲說明如下：

- A. 法定空地可供滯洪空間之留設比例大小依序為(住宅、文教、行政區)>工業區>商業區，且透水面積至少應達法定空地面積之 60% 為原則。
- B. 非建成區法定空地可供滯洪空間之留設比例應大於已建成區。
- C. 高淹水潛勢地區其法定空地可供滯洪空間之留設比例應大於非淹水潛勢地區。

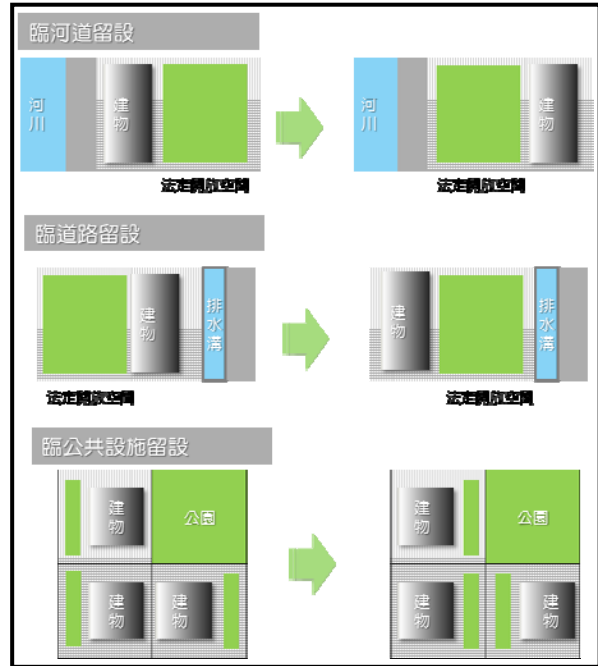


圖 2-2 法定空地可供滯洪空間之區位留設原則示意圖

(資料來源：本研究整理。)

(3)建築物增加雨水貯留設施或採綠建築設計

主要就建築物的屋頂、陽臺、地下層(閘基)等空間，設置雨水貯留、滲透設施、綠屋頂等，如圖 2-3 所示。

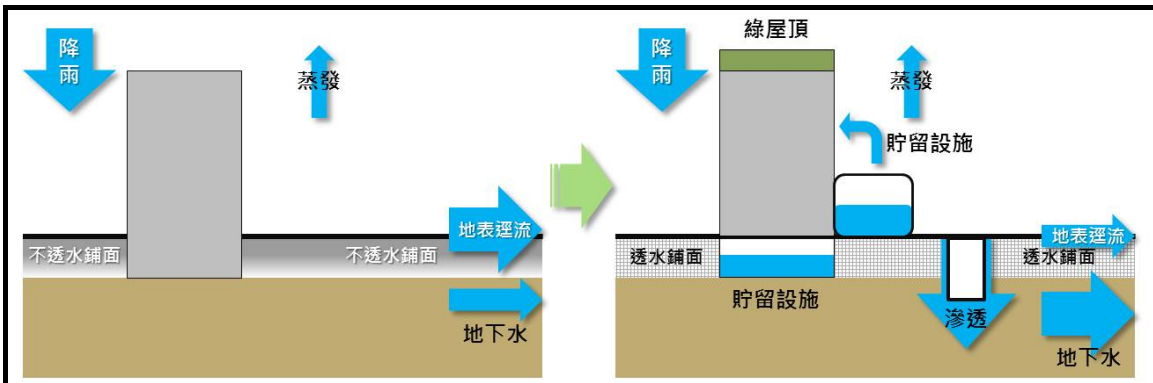


圖2-3 建築物增加雨水貯留或採綠建築設計策略示意圖

(資料來源：本研究整理。)

(4)透過土地使用分區變更

針對都市計畫區中淹水潛勢較高之區位或可利用之閒置空間，透過土地使用分區變更為可供滯洪空間。本研究建議可優先考量利用公共設施之學校用地或國防用地等。

2.執行措施

(1)結合大型企業共同參與

可透過法規修訂，再結合大型企業共同參與方式推動本研究所提出增加都市滯洪空間之相關策略，而「使用公共設施用地」設置滯洪空間策略建議配合大型企業等私部門採 BOT(Build 興建、Operation 營運、Transfer 移轉)方式共同參與投資開發，可降低政府財政負擔，創造雙贏局面。現階段以公有平面停車場用地採 BOT 的方式辦理較為可行。

(2)配合高程管理計畫

高程管理之概念係降低公共開放空間的地面高程，以利後續作為滯洪空間使用；而重要公共設施部分，則必需提高其地面高程，避免淹水災害之衝擊，維持正常運作。

(3)「都市水空間需求計畫」或「都市暴雨管理計畫」的配合

都市計畫在進行通盤檢討、個案變更或擬定細部計畫時，應配合辦理「都市水空間需求計畫」或「都市暴雨管理計畫」送審。

(4)透過都市更新或建物重建及改建

都市內已建成區或老舊建築區未來遂有更新需要，藉由都市更新實施的契機，留設可供滯洪空間與建築物增設雨水貯留設施等，以降低淹水風險。

(5)配合低衝擊開發(Low Impact Development, LID)與綠基盤設施(Green Infrastructure, GI)導入

低衝擊開發及綠色基盤設施的理念與本研究所提滯洪設施相似，故於都市地區設置滯洪空間可配合此兩種方式推動。

2.4.2 相關獎勵誘因與配套措施

盤點國內外現行體制可配合的配套措施，包括「區域計畫的配合」、「都市計畫審議的配合」、「發展權移轉(Transfer of Development Rights, TDR)的實施」、「民眾教育與民眾參與」、「公部門率先示範」、「公有土地交換」等六項配套措施。而表 2-2 列出本研究就各種誘因機制優缺點及相關的操作建議。法規的配套則包含持續推動「建築技術規則建築設計施工編」之法規，鼓勵建築物滯洪保水以外，另應在都市計畫體系之主要法規中，訂定相關之誘因機制。

2.5 示範案例規劃與效益評估

2.5.1 示範區現況說明

本研究擇定臺中市南屯溪排水集水區作為模擬對象，集水區面積約 942 公頃，主要位於臺中市南屯區，示範區範圍如圖 2-4 所示。

2.5.2 示範區模式建置

本研究採用荷蘭 WLDelft Hydraulic 所發展之 SOBEK 數值模式進行示範案例模擬評估，計算相同降雨事件下，示範區內若進行不同滯洪設施方案規劃前後之淹水潛勢差異。

2.5.3 輸入條件說明

1.水文情境

本研究以一日降雨量 450、550 及 650 毫米 3 種降雨量進行水文情境分析。

表 2-2 誘因機制種類及說明一覽表

誘因機制	說明	優點	缺點	操作建議
容積獎勵	土地開發相關滯洪設計值超過基準值一定比例，由政府認定後頒發合格證書，並在地區總量管制的條件下，可獲得一定比例之容積獎勵	開發者可以獲得較高的開發強度，以提高設置的意願	位於土地價值較低的地區，容積本身就沒有價值，在推動上可能窒礙難行 對於土地價值較高的地區，需有縝密的配套措施，否則將造成都市發展的失控	本研究不建議採用，主要係現行容積獎勵方式過多，且須有完善的配套方案，對於防災的即時性無法配合
費用補貼	由公部門直接補助排水滯洪之規劃設計與設施等項目所需之經費	透過私部門的開發技術與效率，以加速都市地區排水滯洪相關設施的建設	公部門須有能力支付相關的建設成本	建議補貼費用予民眾建築物加設雨水貯留等設施，提高設置的意願
租稅減免	土地開發如額外再提供或配合設置滯洪設施，將可減免土地稅、契稅、土地增值稅等	公部門可以直接免除相關滯洪池設施的興建費用	公部門必須審慎評估目前的財政狀況，且並非所有稅賦屬縣市政府的收取範疇，在操作上較無彈性	既有的法定開放空間，提供好的滯洪設施，建議給予房屋稅或地價稅的減免，並作為維護的成本
金融融資協助	土地開發者提供相關滯洪設計值超過基準值一定比例，政府可提供優惠融資政策，使廠商得以較低利率向銀行貸款	降低開發者的投資風險，以提高設置滯洪池的意願	金融機構必須有良好的財務評估能力，以避免開發失敗所帶來的金融危機	相關的開發案、住宅社區開發等案例，由於所投入的資金較多且風險較高，往往希冀可以在短期內獲利並提供更高利潤，為提高設置相關滯洪池的意願，建議給予金融融資的協助，降低開發的風險

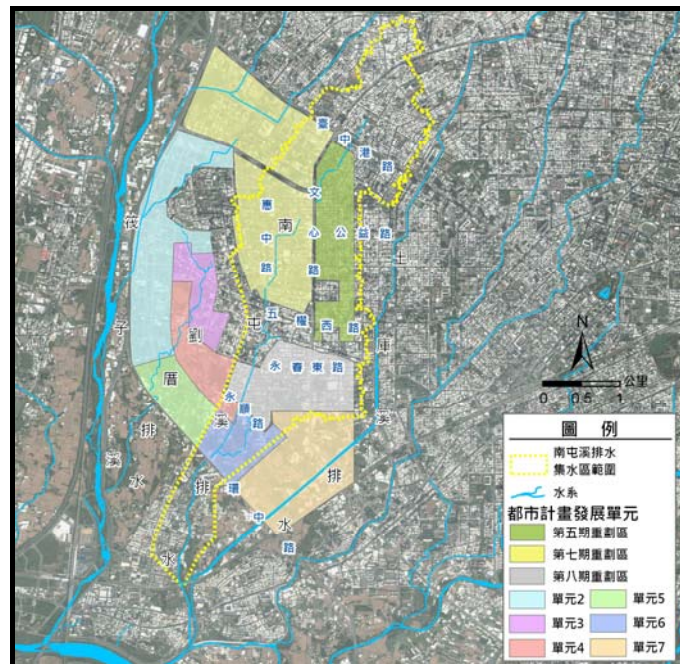


圖 2-4 示範區位南屯溪排水集水區範圍圖

(資料來源：本研究彙整。)

2. 排水斷面與數值地形

排水斷面參考民國 91 年規劃報告之斷面資料，雨水下水道則依臺中市政府民國 101 年度之雨水下水道調查成果資料進行設定。集水區則以 5 公尺×5 公尺數值高程資料進行模式運算。

3.下游邊界條件

以民國 92 年規劃報告土庫溪匯入斷面之重現期洪水位設定。

4.粗糙係數

排水路採治理規劃報告建議之曼寧糙度係數 n 值；雨水下水道則為 0.012；二維網格則根據範圍內土地利用調查成果給定 kn 值。

5.滯洪措施配置設定

本研究模擬三種配置設定原則，分別說明如下：

- (1) 現況：無進行任何滯洪措施配置。
- (2) 利用公共設施用地設置滯洪空間：挑選研究範圍內，包括公園用地、學校用地、機關用地、停車場用地、體育場所用地等公共設施用地等空間進行降挖設置滯洪池。再考量易淹水區位、與鄰近排水與雨水下水道系統之關係及滯洪效益，分別設置。
- (3) 增加利用法定空地增加整體入滲面積比例：原示範區整體入滲面積比例約為總面積之 11%，將區內原透水面積比例佔該子集水區面積不足 30% 者，調整至入滲面積 30%；調整後整體之入滲面積比例約為總面積之 32%，入滲面積約增加 197.8 公頃。

2.5.4 模擬成果與評估分析

本研究各種情境及滯洪設施配置之模擬成果列於表 2-5 至表 2-5，一日降雨 650 毫米之模擬成果則如圖 2-5。與無配置滯洪措施相比，本方案利用公共設施用地增加滯洪設施後，淹水區域大幅減少，顯示透過設置滯洪設施可有效減少淹水情形。而以利用公共設施用地增加滯洪設施並配合利用法定空地增加集水區可透水面積之方式，減洪成效較為有限。

由於氣候變遷之水文增量並無一定標準，而都市地區空間有限，即使進行滯洪空間之規劃，仍有其侷限性，相關都市防洪措施雖能降低淹水發生機率及災情，但無法確保不發生淹水。建議都市防洪策略應以設置滯洪空間為主，增加入滲面積為輔，進行改善方案規劃。

表 2-3 各模擬情境及滯洪空間配置下之淹水面積

情境 \ 策略	現況 (公頃)	設置滯洪空間 (公頃)	設置滯洪空間及 增加入滲面積(公頃)
一日降雨量 450 毫米	23.220	1.168	1.148
一日降雨量 550 毫米	43.887	6.145	6.125
一日降雨量 650 毫米	68.442	8.147	8.095

(資料來源：本研究分析整理。)

表 2-4 各模擬情境及滯洪空間配置下之最大淹水深度

情境 \ 策略	現況 (公尺)	設置滯洪空間 (公尺)	設置滯洪空間及 增加入滲面積(公尺)
一日降雨量 450 毫米	1.13	0.45	0.45
一日降雨量 550 毫米	1.28	0.91	0.91
一日降雨量 650 毫米	1.61	0.92	0.92

(資料來源：本研究分析整理。)

表 2-5 各模擬情境及滯洪空間配置下之南屯溪出口洪峰流量

情境 \ 策略	現況 (cms)	設置滯洪空間 (cms)	設置滯洪空間及 增加入滲面積(cms)
一日降雨量 450 毫米	184	141	141

一日降雨量 550 毫米	214	155	155
一日降雨量 650 毫米	243	178	178

(資料來源：本研究分析整理。)

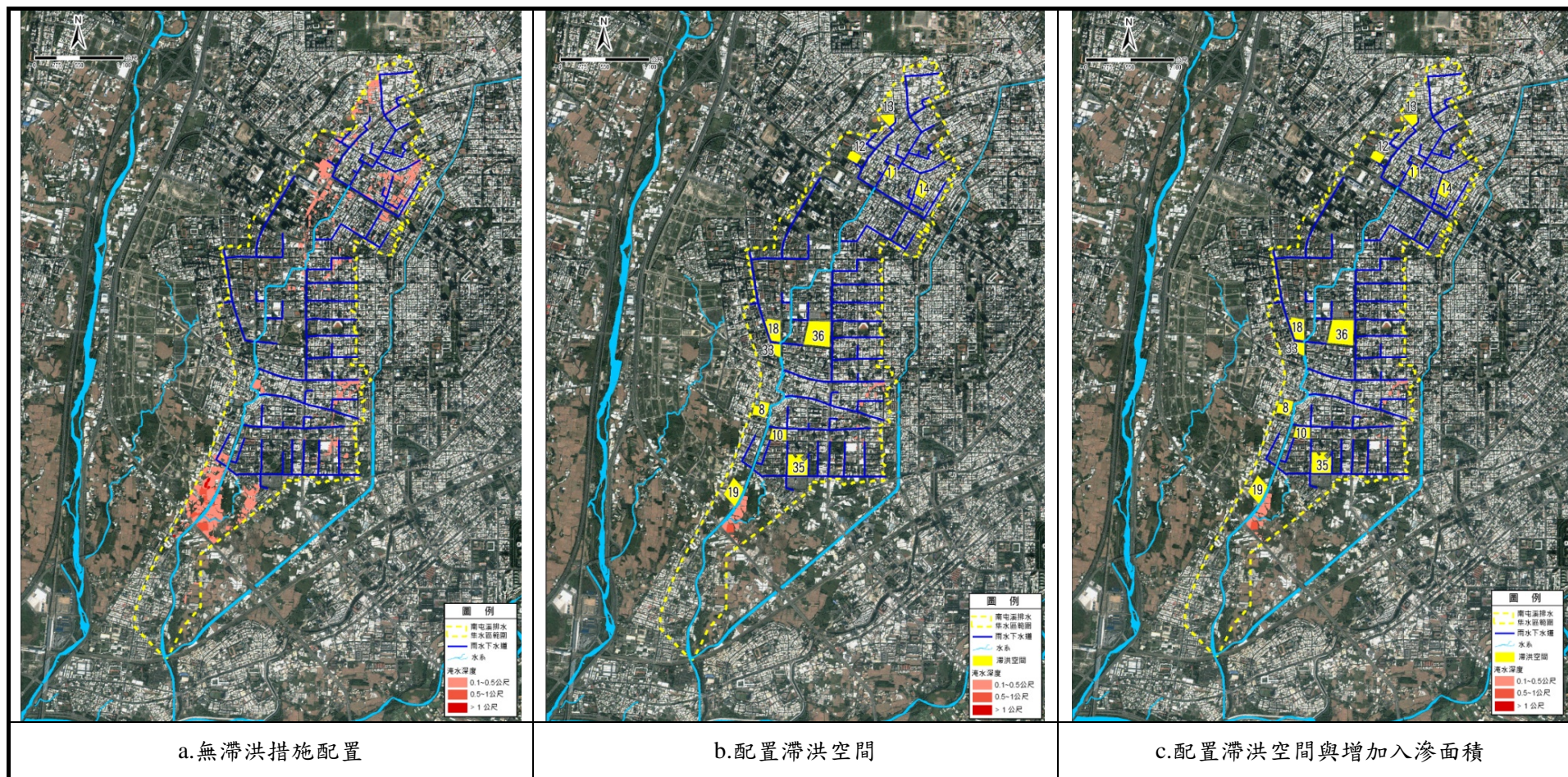


圖 2-5 一日降雨量 650 毫米淹水模擬成果圖

(資料來源：本研究分析整理。)

三、相關法令與都市設計審議修訂建議

3.1 相關法令修訂建議

3.1.1 現行法規可執行部份

在現行法令部份，可從都市計畫公共設施用地多目標使用辦法中排水滯洪層面之規定、都市計畫定期通盤檢討實施辦法對災害潛勢區之檢討、都市計畫法與建築法對法定空地之要求、建築技術規則對基地保水及建物雨水貯留部分之規定著手，進行四項滯洪策略之推行。

3.1.2 法令修訂建議

有關使用公共設施用地之法令修正部份，本研究建議應加強現有法令規定或相關技術規範對於公共設施用地優先作為排水與滯洪相關之多目標使用，並應持續檢討修正「建築基地保水設計技術規範」。

有關提升法定空地之滯洪使用部份，則建議各直轄市與縣市政府利用地方自治權力研議及頒訂因地制宜之「建築物及法定空地排水、滯洪與綠化實施要點」。而內政部營建署將針對「建築基地雨水貯集及滯洪設施設置原則」進行研議，建議此原則應含強化建築物與法定空地之整合性之滯洪設計，以提昇建築基地雨水貯集設施之效率，削減雨水逕流量；並利用都市設計審議及其相關審議準則或原則，強化建築基地開發時相關滯洪功能之設計。

建築物增加雨水貯留設施或採綠建築設計法令修正則應納入建築技術規則之中，除擴大綠建築實施範圍，應再透過都市設計審議機制或「建築基地雨水貯集及滯洪設施設置原則」要求各開發基地最小的雨水儲留池、綠覆率，並且針對地下室、屋頂等儲留空間提出對應的策略。

而土地使用分區之變更則建議應加強現有法令規定或相關技術規範對於都市土地使用分區變更之規定。

3.2 都市設計審議修訂建議

3.2.1 都市設計規範增列防洪專章

本研究建議於都市設計規範中增列「都市防洪」專責項目，並且將有關基地保水、排水處理等等相關事項，一併列入此專門條款中，確保審議作業能確實檢核到所有防洪相關事項。

3.2.2 都市計畫及都市設計審議委員組成

進行都市計畫審議時，應將水利人員納入審議委員組成要件，避免發生審議通過後才發現排水問題無法解決的窘境。

四、結 論

經過本研究之研究，提出如何在都市地區有效廣泛運用公園、綠地、廣場、操場、停車場、運動場、建築物等空間，進行滯洪空間整體性的規劃，方能進一步達到降低洪峰流量，減輕都市洪災影響的目標。

本研究建議以「使用公共設施用地」、「利用法定空地」、「建築物增加雨水貯留設施或採綠建築設計」、「透過土地使用分區變更」四種方式為增加滯洪空間之策略，而具體之執行措施則提出結合大型企業共同負擔、搭配高程管理計畫、「都市水空間需求計畫」或「都市暴雨管理計畫」的配合、利用都市更新或建物重建與改建之機會與導入低

衝擊開發與綠基盤設施等五項建議，希冀此四項策略主軸與五項實施方式，能為人口密集、用地緊縮之都會地區，增加更多的滯洪空間，盡可能降低洪水侵襲的多重災害。而本研究所提出的四項在都市地區中增加滯洪空間之策略，並不會因氣候變遷造成極端降雨事件頻傳而有所不同，惟考慮氣候變遷下滯洪量無標準可循，各縣市政府可因應地區需求與條件之不同，因地制宜擬定其所需增加之量體。

而需要配合的相關法令與審議機制部分，本研究亦提供了詳細的修訂參考建議，除了通則的修訂，有關土地使用管制規則與都市設計審議等細則，可由主管機關在權責範圍下擬定統一之原則，其餘由縣市政府依據各地區不同的地理人口條件與滯洪需求，擬定適合的細則與作業要點來實施之。

以此方式循序進行，即為導入流域分擔風險概念，可提升都市防災能力，並供各縣市政府進行都市計畫或辦理防洪治水計畫之參考。