

國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝暨景觀學系



碩士論文

Department of Horticulture and Landscape Architecture

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

都市計畫易淹水地區減洪環境改造策略研究

—以板橋浮洲地區為例

The Environmental Reconstruction Strategies for Flood

Mitigation in Flood-prone Urban Planning Area

—A Case Study of Fuzhou Region, Banqiao

黃昀

Yun Huang

指導教授：蔡厚男博士

Advisor: Hou-nan Tsai, Ph.D.

中華民國 102 年 8 月

August, 2013

國立臺灣大學（碩）博士學位論文
口試委員會審定書



都市計畫易淹水地區減洪環境改造策略研究

— 以板橋浮洲地區為例

The Environmental Reconstruction Strategies for Flood
Mitigation in Flood-prone Urban Planning Area

- A Case Study of Fuzhou Region, Banqiao

本論文係黃 昀君（學號 R00628309）在國立臺灣大學園藝暨景觀學系、所完成之碩士學位論文，於民國 102 年 6 月 28 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

蔡厚男

（簽名）

（指導教授）

陳淑媛

趙得芬

陳亮全

謝誌



還記得當初對於是否要就讀研究所而猶豫不決，而今論文完成後再回顧這一路的歷程，雖然對於不確定的未來仍會感到迷惑，但透過論文的書寫卻對自己多了一份認識。

首先感謝蔡厚男老師在大學及研究所期間的指導與照顧，讓我以這篇論文將專業知識上所了解和不了解的事物全部重新複習了一遍，作為目前求學過程的收尾。感謝口試期間黃瑞茂老師、陳湘媛老師、陳亮全老師對於論文的指正與建議，使得本論文得以更趨完善。

感謝林秀美老師、鄭佳琳小姐、陳守德大哥、華中里里長蔡木料先生、歡園社區發展協會理事長劉炳煌先生協助完成訪談，並提供許多圖文資料，因為有您們的幫助，這篇論文才能有足夠的證據而更加客觀完整。也謝謝浮洲巷弄裡接受我們訪談的阿伯、伯母、大哥、大姊們，龍興街菜市場的阿伯伯母甚至還邀請我們入店內休息聊天，真是非常感謝。

感謝 201 研究室夥伴們在平日的扶持與關懷，特別是李薔在論文撰寫過程中，一同結伴前往浮洲進行調查訪問、相互支持幫忙，再一起喝下午茶，是個難忘的經歷。感謝研究所同學紓帆、Boss、格格、佳琳在趕論文時相互鼓勵、說笑度過了難熬的時光；感謝秀秀特地從苗栗前來臺北看我，為我打氣又聽我說一堆垃圾話；感謝謝師傅，雖然許久未見，但在最後趕工階段你的鼓勵讓我放心不少。

最後，感謝家人在研究所求學生涯對我的照顧、支持與包容，讓我可以沒有後顧之憂地追求我的目標，在此致上最深的謝意。

黃昀

2013 年 8 月

都市計畫易淹水地區減洪環境改造策略研究

—以板橋浮洲地區為例



摘要

浮洲地區過去屬於淡水河洪水管制平原，長年以來地方的發展建設受制於限建規定，仍舊保持 1950 年代都市邊緣的樣貌。直到近年來堤防建設完成，淹水現象才逐漸減少，成為新北市政府積極規劃轉型的地區，而且於 2011 年成為政府合宜住宅政策計畫選定實施的地點之一。惟目前浮洲地區的基礎設施陳年老舊、功能和服務水準不足，待人口進駐之後，如果沒有全盤檢討和改善都市暴雨排水設施系統，淹水災害勢將無法避免。

最新的都市暴雨管理概念，要求在土地開發的同時兼顧逕流的控制，本研究運用入滲、滯流、滯洪的技術，來探討浮洲地區的減洪環境改造策略。藉由土地使用現況、水文狀況以及淹水潛勢等資料的分析，研擬浮洲地區的暴雨管理改善方案，並指出初步的操作策略，最後則針對如何將治水納入土地使用計畫通盤檢討提出建議。

關鍵字：綠色基礎設施、都市暴雨排水、治水、土地使用計畫

The Environmental Reconstruction Strategies for Flood Mitigation in Flood-prone Urban Planning Area — A Case Study of Fuzhou Region, Banqiao



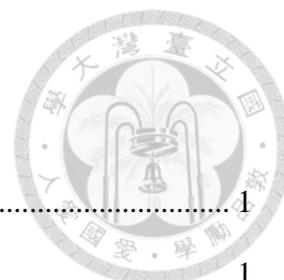
Abstract

Fuzhou region used to belong to Tamsui River flood plain control zones. Due to the construction limit, Fuzhou region remains 1950s urban landscape. Until the embankment was raised to prevent rivers from overflowing, the flooding was been mitigated. The government has started to plan the regional transformation of Fuzhou region. Fuzhou was selected to be the location of desirable residential in 2011. But the aging infrastructures make it impossible to serve the growing population. Without a comprehensive review of the urban drainage systems, flooding will be unavoidable in the future.

This study aims to use the technology of infiltration, retention and detention to explore the environmental reconstruction strategies for flood mitigation in Fuzhou region. Through survey and analysis the land use inventory, hydrographic condition, flood inundation potential maps and other literature, it then develops stormwater management plan and raises the initial strategies for runoff regulation of Fuzhou region. Finally, it makes a suggestion for how to combine stormwater management with the urban land use planning.

keyword : Green Infrastructure, Urban Stormwater and Drainage, Flood control, Land Use Plan

目錄



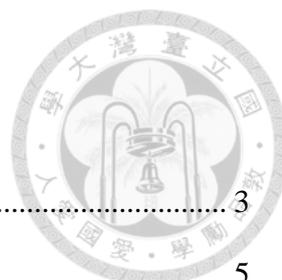
第一章 緒論.....	4
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究方法與流程.....	2
壹、文獻回顧.....	2
貳、實證研究設計及案例操作.....	2
參、研究流程圖.....	3
肆、名詞定義.....	4
第二章 文獻回顧.....	5
第一節 都市發展對於水循環的影響.....	5
第二節 暴雨管理策略的演變.....	9
壹、傳統都市暴雨管理.....	9
貳、暴雨管理的新趨勢.....	10
第三節 臺灣都市水患的治理.....	14
壹、現階段都市水患問題與治理方式.....	14
貳、因應氣候變遷與都市水患的相關政策.....	14
參、都市防洪與都市計畫.....	15
第四節 國外案例分析.....	21
壹、紐約市綠色基礎設施計畫（NYC Green Infrastructure Plan）.....	21
貳、鹿特丹水廣場（Water Plaza）.....	34
第三章 研究設計.....	45
第一節 分析工具.....	45
壹、基本圖與相關圖資.....	45



貳、訪談對象與訪談內容.....	45
第二節 研究設計	48
第四章 實證研究.....	49
第一節 研究範圍劃定	49
第二節 基地環境背景	51
壹、地方發展簡史	51
貳、相關政策與法令修正.....	52
參、地理環境概述	59
肆、水文狀況	63
伍、土地使用變遷	70
陸、水患風險	81
柒、現況問題分析.....	89
第三節 浮洲地區暴雨管理改善方案	92
壹、改善目標	92
貳、改善策略	92
第四節 將暴雨管理納入都市計畫	115
壹、公權力體系	115
貳、制度法規	118
第五章 結論與建議.....	121
第一節 結論.....	121
壹、實證研究案例操作結果	121
貳、實證研究案例操作過程之發現與檢討	122
第二節 後續研究建議	123
參考文獻	125
附錄一 板橋市（浮洲地區）道路中心及現有高程示意圖.....	129

附錄二 浮洲地區街道圖 130





圖目錄

圖 1-2-1 研究流程圖.....	3
圖 2-1-1 水循環示意圖.....	5
圖 2-1-2 不透水鋪面比例上升對於水循環的影響.....	6
圖 2-1-3 都市水環境關係圖	8
圖 2-2-1 暴雨管理手法（左為小型分散式、右為大型集中式）	10
圖 2-2-2 透水鋪面	12
圖 2-2-3 街道的滯流設計.....	12
圖 2-3-1 都市計畫通盤檢討	15
圖 2-3-2 容積移轉概念示意圖	16
圖 2-3-3 土地高程管理概念示意圖.....	17
圖 2-3-4 滯洪空間與排水設施或下水道連接提升滯洪效益示意圖.....	18
圖 2-3-5 降低土地利用強度示意圖.....	19
圖 2-3-6 增加都市可透水面積概念示意圖	20
圖 2-4-1 下水道的改善設計	23
圖 2-4-2 藍屋頂示意圖.....	27
圖 2-4-3 停車場旁的微濕地	28
圖 2-4-4 道路滲透概念示意圖	29
圖 2-4-5 SSISs 示意圖	30
圖 2-4-6 ETPs 示意圖	30
圖 2-4-7 綠色基礎設施與灰色基礎設施的合流汗水溢流總量比較.....	32
圖 2-4-8 綠色基礎設施與灰色基礎設施的效益比較.....	32
圖 2-4-9 綠色基礎設施與灰色基礎設施的成本比較.....	33
圖 2-4-10 水廣場類型示意圖	37



圖 2-4-11 Bentemplein 水廣場平面圖	40
圖 2-4-12 第一區集水範圍.....	41
圖 2-4-13 第二區集水範圍.....	41
圖 2-4-14 第三區集水範圍.....	42
圖 2-4-15 Bentemplein 水廣場集水系統示意圖.....	43
圖 2-4-16 Bentemplein 水廣場晴雨天示意圖.....	44
圖 3-2-1 實證研究流程圖.....	48
圖 4-1-1 板橋（浮洲地區）都市計畫位置示意圖.....	49
圖 4-1-2 研究範圍圖.....	50
圖 4-2-1 兩測站月平均降雨量.....	59
圖 4-2-2 四汙頭截水溝匯入涌仔溪.....	60
圖 4-2-3 浮洲地區高程示意圖.....	61
圖 4-2-4 浮洲地區東西向高程剖面示意圖.....	62
圖 4-2-5 浮洲地區南北向高程剖面示意圖.....	62
圖 4-2-6 臺北地區防洪計畫.....	63
圖 4-2-7 淡水河 200 年頻率洪峰流量示意圖.....	64
圖 4-2-8 板橋區堤後引水幹線配置示意圖.....	64
圖 4-2-9 浮洲地區 2001 年雨水下水道系統計畫圖.....	68
圖 4-2-10 浮洲地區雨水下水道管線現況.....	69
圖 4-2-11 浮洲地區 1895 年地圖.....	74
圖 4-2-12 浮洲地區 1935 年地圖.....	74
圖 4-2-13 浮洲地區 1971 年地圖.....	75
圖 4-2-14 浮洲地區 1997 年地圖.....	75
圖 4-2-15 浮洲地區土地權屬分布示意圖.....	76
圖 4-2-16 浮洲地區土地使用狀況示意圖.....	77

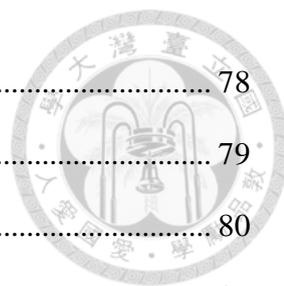


圖 4-2-17 浮洲地區建築物分布概況示意圖	78
圖 4-2-18 浮洲地區都市計畫圖	79
圖 4-2-19 浮洲地區都市計畫圖套疊空照圖	80
圖 4-2-20 葛樂禮颱風臺藝大校園淹水狀況	81
圖 4-2-21 葛樂禮颱風淹水範圍圖	82
圖 4-2-22 賀伯颱風淹水範圍圖	83
圖 4-2-23 納莉颱風淹水範圍圖	84
圖 4-2-24 2012 年 6 月 12 日浮洲火車站週邊淹水狀況.....	85
圖 4-2-25 24 小時雨量 450 公釐浮洲地區淹水潛勢.....	87
圖 4-2-26 24 小時雨量 600 公釐浮洲地區淹水潛勢.....	88
圖 4-3-1 排水構想示意圖.....	96
圖 4-3-2 滲透排水管系統示意圖	97
圖 4-3-3 建築雨水回收再利用系統示意圖	97
圖 4-3-4 道路基底滯流空間示意圖	100
圖 4-3-5 已鋪設雨水下水道路段排水狀況示意圖	100
圖 4-3-6 未鋪設雨水下水道路段排水狀況示意圖	101
圖 4-3-7 特二號高架道路（湳仔溪左岸為浮洲，右岸為板橋市區）	101
圖 4-3-8 新興橋高架道路.....	102
圖 4-3-9 浮洲橋高架道路.....	102
圖 4-3-10 暴雨管理各分區高程關係示意圖	103
圖 4-3-11 浮洲地區都市涵水網路系統示意圖	105
圖 4-3-12 浮洲運動公園現況	107
圖 4-3-13 浮洲火車站周邊現況	107
圖 4-3-14 浮洲運動公園改造後晴雨天示意圖	108
圖 4-3-15 浮洲火車站周邊改造後晴雨天示意圖	109

圖 4-3-16 排水順序構想示意圖 114





表目錄

表 2-1-1 自然環境與人爲環境的比較.....	7
表 2-4-1 紐約市不同土地的綠色基礎設施策略.....	24
表 2-4-2 水廣場的形式.....	37
表 3-1-1 訪談大綱.....	46
表 3-1-2 浮洲地區社區團體.....	47
表 4-2-1 調適區之發展策略.....	53
表 4-2-2 都市計畫定期通盤檢討實施辦法修正條文.....	55
表 4-2-3 都市計畫法新北市施行細則.....	57
表 4-2-4 2002 年浮洲地區都市計畫前土地使用狀況.....	71
表 4-2-5 浮洲地區都市計畫土地使用分區面積.....	72
表 4-3-1 日本河川局治水課淹水深度分級.....	94
表 4-3-2 浮洲地區各分區使用項目建蔽率與容積率.....	97
表 4-3-3 浮洲地區各分區使用項目退縮深度.....	98
表 4-3-4 中央氣象局臺北測站 Horner 公式係數與相關係數.....	110
表 4-3-5 土地使用分類細目.....	111
表 4-3-6 各土地使用分區之逕流係數表.....	112
表 4-3-7 各重現期距之逕流速率與逕流體積.....	113
表 4-4-1 都市暴雨管理結合都市計畫相關單位與負責業務.....	115
表 4-4-2 都市暴雨管理結合都市計畫相關法規.....	118



第一章 緒論

第一節 研究緣起

全球暖化造成氣候變遷而導致極端氣候出現，暴雨以及洪水的規模和強度變得越來越難以預測，衝擊了傳統的都市暴雨管理模式，但造成水患的主因是人類在不適當的地區進行開發所引發的結果，因此防洪不僅是都市基礎建設，而必須成為都市規劃的一環，重新檢討當前的土地利用方式才是根本之道。歐美各國逐漸體認到人類無法完全避免水患，因而放棄過去以開發為導向、以硬體工程為基礎的河川治理模式，改採重視生態、尊重自然的態度，輔以各種防洪的應變策略，以調適、減災的方式試圖與水共存，例如荷蘭即在 2000 年宣布「還地於河 (Room for the River)」的計畫，將洪氾平原上的農業區重新恢復成氾濫區，以發揮其滯洪等生態功能，反觀國內雖然每年編列了大量的治水預算，但仍多停留在工程導向的硬體改善層面，並未將治水納入都市土地使用計畫中做思考。

早期臺北地區人口較少，疏洪道、行水區限建規定等規範落實嚴格徹底，而後隨著都市不斷地發展，為尋找更多的空間容納更多的人口，加上政府與財團以經濟掛帥、偏重短期利益的心態，原有的綠地、滯洪區、行水區、限建規定等便一一取消，改設為人口密集的住宅區。浮洲地區為大漢溪與其支流滄仔溪所沖積而成之沙洲平原，原本就屬不穩定的河床浮覆地，每逢暴雨必定淹水，過去屬於行水區用地，由於嚴格的限建規定使得都市發展步調緩慢，直到 1996 年臺北地區防洪計畫辦理完成，興建了大漢溪一側的堤防之後，各項建設才逐漸興起，2011 年更成為政府合宜住宅政策計畫選定實施的地點，然而所有的建設方案，皆未將都市防洪排水納入整體考量。而以目前的發展之勢推測，未來將會有更多的人口與建設進入浮洲地區，但傳統的防洪系統有其不足之處，近年來颱風暴雨所引起的災害顯示，現有的防洪系統不足以抵禦氣候變遷的衝擊，如果依舊維持過去的規劃邏輯，浮洲地區仍是難以避開水患的威脅，因此，將都市土地利用規範與都

市治水結合做檢討，乃是浮洲地區的重要課題。



第二節 研究目的

本研究宗旨在於將治水納入都市計畫通盤檢討，並運用綠色基礎設施、低衝擊開發等生態設計的概念，來探討浮洲地區的排水系統的改造計畫，針對未來的土地利用模式提出具體建議，為易淹水地區之都市設計提供一可能的發展方向。

第三節 研究方法與流程

本研究依照前述之研究緣起與目的，在內容架構上主要分為當代都市暴雨管理的新趨勢探討，以及實證研究的案例操作：

壹、文獻回顧

文獻回顧分為四個部分，首先回顧都市發展對於區域水文的影響，再敘述都市暴雨管理模式的演變過程，指出傳統防洪工程所引發的問題，進而歸納出暴雨管理的新趨勢。其次是指出臺灣目前都市暴雨管理的方式與其所面臨的困境，並分析在現況之下，結合都市計畫與防洪治水之較可行的改善辦法。最後則是透過國外案例的分析，以作為後續實證研究之參考。

貳、實證研究設計及案例操作

內容包括研究設計、研究範圍的選定、以及操作流程等等。針對實證研究基地進行相關資料的蒐集與田野調查，透過分析浮洲地區的發展過程和現況，特別是針對歷年來的水患問題與水文狀況，從而歸納出浮洲地區目前所面臨之問題，最後再配合文獻回顧所述之理論和城市案例，提出浮洲地區未來都市減洪環境的改造策略。

參、研究流程圖



研究流程如下：

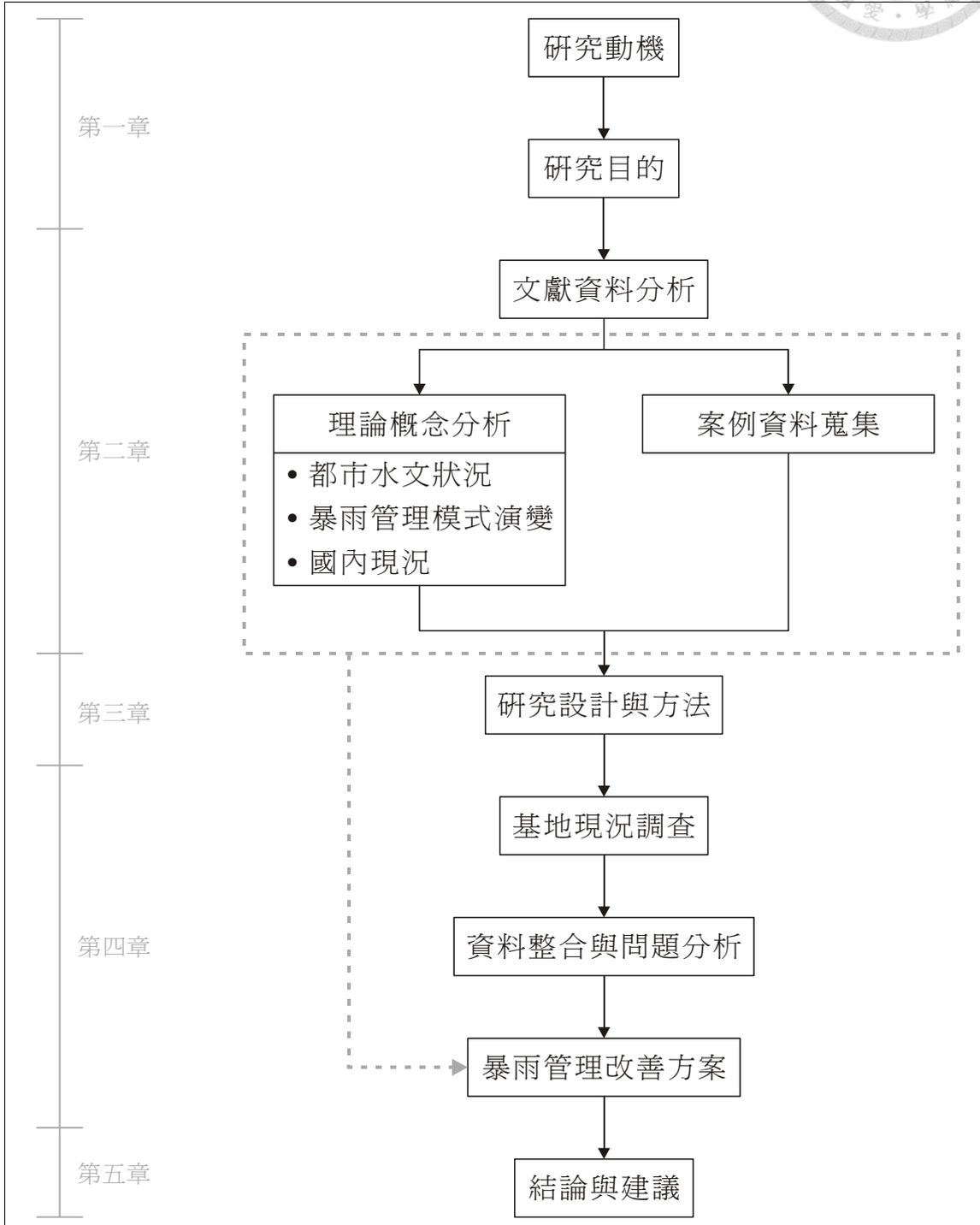


圖 1-2-1 研究流程圖

資料來源：本研究繪製



肆、名詞定義

一、滯洪 (Detention)

以設施容量暫存雨水，及滯洪口控制排出流量，可延遲洪水波到達下游時間及削減洪峰流量，因僅於一定期限內調逕流，雨停後即完全排除蓄水至下游，故無法減少逕流體積¹。

二、滯流 (Retention)

蓄水但不排放至下游，具有減少洪峰流量、逕流體積及延長洪水波到達下游時間之能力；又多具較高入滲雨水功能，得增加水質淨化、地下水涵養與維持生態穩定，但就減少洪峰量上所需容量與面積較滯洪型大²。

三、湳仔溪

指流經浮洲地區東側之溪流、官方所稱之「湳仔溝」。經枋橋河流協會林秀美老師之解說，得知過去該溪流河道甚寬，可供行船，當地居民稱之為「湳仔港」，而「湳仔溝」則是指公館溝流經湳仔庄段，且此說法沿用至今。之後因河道不斷縮減，水量減少，1988年《板橋市志》中稱此溪流為「湳仔溝」，此後坊間或官方所出版之文獻，皆定調為「湳仔溝」。但為避免造成混淆，同時尊重歷史記憶，遵照林秀美老師之建議，除非涉及到官方之工程、計畫名稱，或其他引用資料，否則在本研究中皆以「湳仔溪」稱之。

¹ 資料來源：

http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=14964&Itemid=76

² 資料來源：

http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=14964&Itemid=76



第二章 文獻回顧

第一節 都市發展對於水循環的影響

當水分因降水抵達地面後，可經由多種途徑重新回到大氣中，此過程中任一階段的經歷時間長短、水分總量改變，或是汙染，皆會影響整個循環的平衡（圖 2-1-1）。在未開發的自然狀態之下，植被、土壤、洪氾平原等元素的協調對於暴雨具有高度的緩衝能力（表 2-1-1），降水後大部分的水分將被植被與土壤攔截，藉由蒸發散的過程回到大氣；或是滲透入土壤中作為地下水，其所產生的逕流很少，甚至是不產生逕流。雖然發生強降雨時，逕流量亦會隨之增加而超出植被與土壤的可吸收量，但尚可利用洪氾平原、濕地等一系列的生態系統提供額外的空間，達到減速、滯流的效果，進而降低暴雨所帶來的災害（Watson & Adams, 2011）。

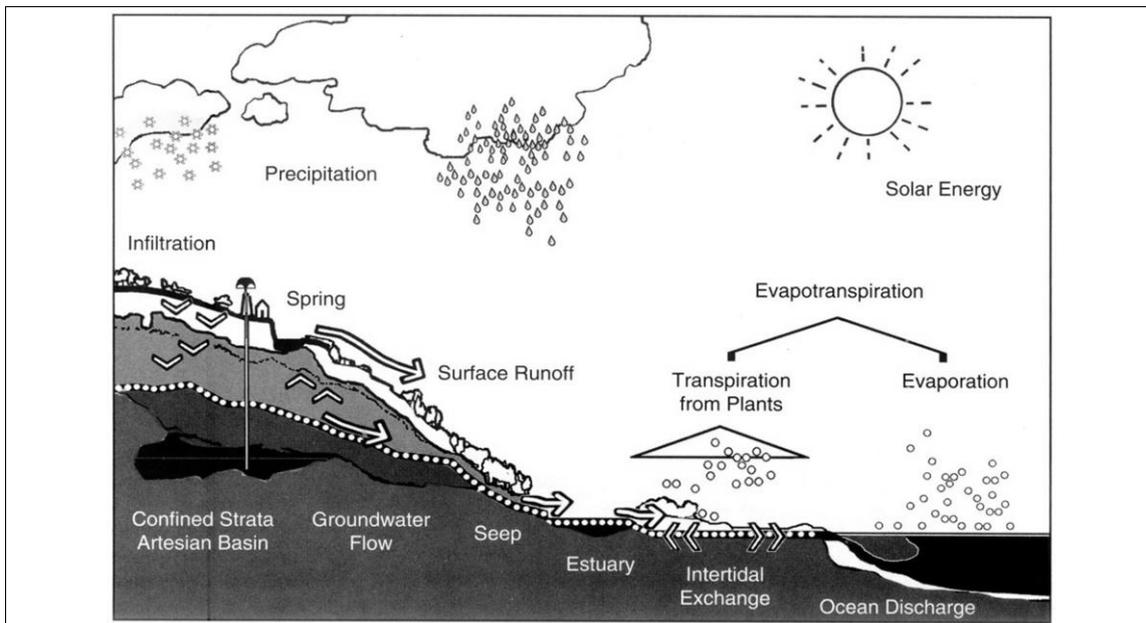


圖 2-1-1 水循環示意圖

資料來源：Watson & Adams (2011)

Burian 與 Pomeroy (2011) 指出，都市化是改變區域水循環的最主要因素，都市發展以住宅、道路、停車場等人工構造物取代原有的水岸廊道與緩衝空間，並將水體大幅度地改造，而改變了原來的水文狀況。圖 2-1-2 顯示都市化程度對於區

域水循環系統的影響，在原始自然狀態之下，地表逕流量僅佔總降水量的 10%，約有 50%的降水則會經由入滲進入土壤中，而當不透水鋪面的覆蓋面積比例超過 75%時，入滲量將大幅度下降，將有超過一半以上的降水以逕流的形式排出。因此當土地開發未考慮其對於集水區的影響時，區域的水平衡將被打亂，導致洪氾的頻率與規模上升（Watson & Adams, 2011）。

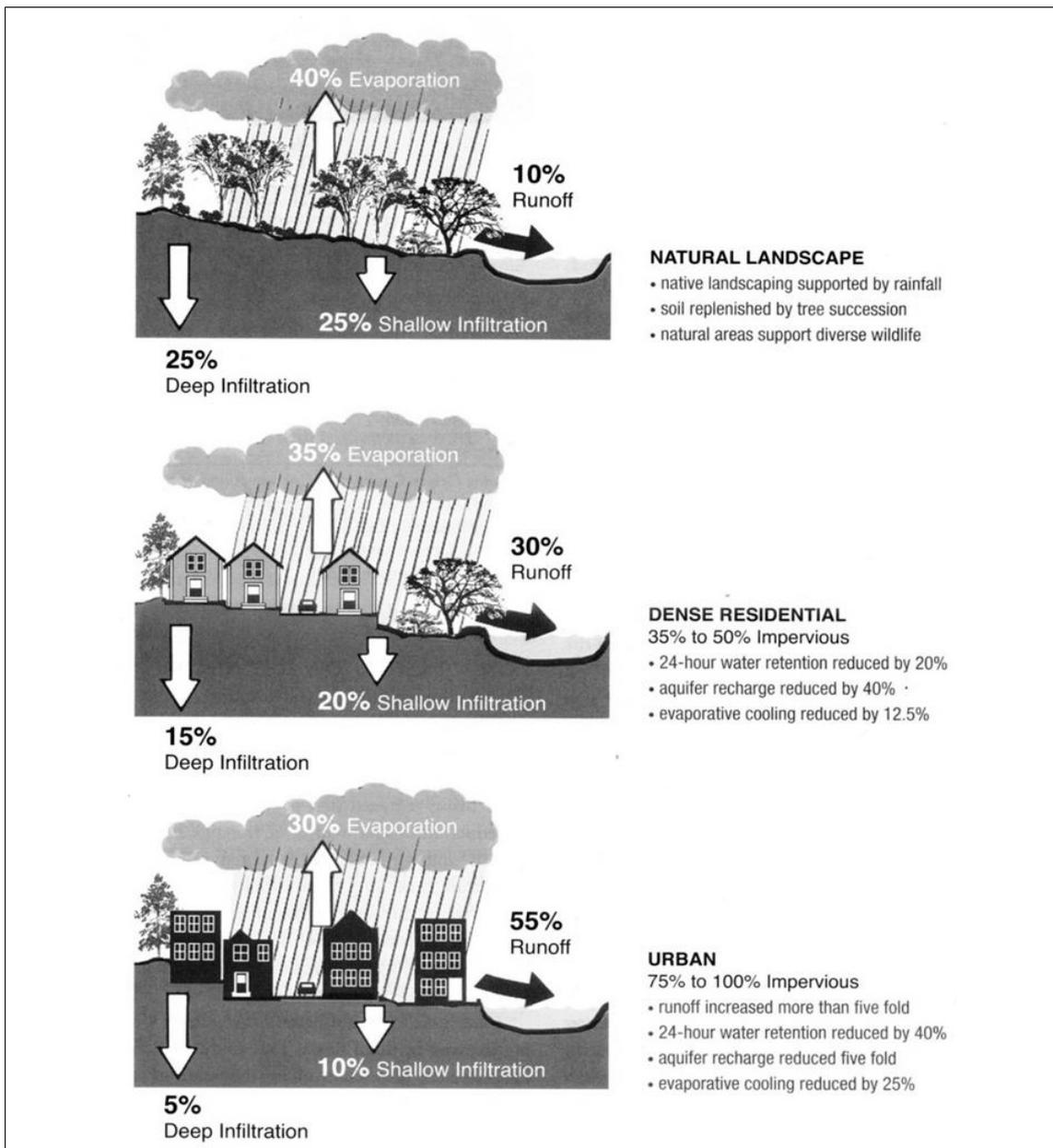


圖 2-1-2 不透水鋪面比例上升對於水循環的影響

資料來源：Watson & Adams (2011)

表 2-1-1 自然環境與人為環境的比較

項目	削減洪災的功效	都市化的影響
植被	<ul style="list-style-type: none"> • 攔截雨水、引導水分滲透進入土壤，減少土壤侵蝕。 	<ul style="list-style-type: none"> • 都市中多種植外來種與草坪，兩者攔截雨水的的能力均較原生種差，且需額外施肥與灌溉，易造成汙染。 • 草坪缺乏綠蔭且根系短，攔截雨水功效不如原生種，也不利於微生物生長，導致土壤品質下降。
土壤	<ul style="list-style-type: none"> • 引導水分進入土壤深層作為地下水補注而維持河川基流。且當表層土壤飽和時，仍可藉由孔隙使水分進入深層土壤，間接降低流往下游的水量。 • 支持微生物、動物群與植被的生長，亦即增加土壤的孔隙與有機物質，提高滯流能力。 	<ul style="list-style-type: none"> • 通常是被不透水鋪面所取代，或是將表層植被移除，使得吸水能力大幅下降。 • 人造地景通常將表土移除，易導致土壤夯實，降低吸水能力。
中間流 地下水補注	<ul style="list-style-type: none"> • 維持河川與濕地的基流量與地下水的供應，大幅度降低表面逕流的體積與速率，並降低對於地面水與深層地下水的汙染。維持土壤濕度進而支持植被的生長。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大部分降雨皆轉化為逕流，入滲量大減，使地下水補注量與河川基流量減少，而有旱澇加劇的現象。 • 濕度與溫度的改變影響微生物族群的生長。
濕地 洪氾平原 濱水地帶	<ul style="list-style-type: none"> • 提供額外空間貯留洪水，並降低逕流速率。 • 可攔截沉澱物質與營養鹽，具有改善水質的效果，同時也能夠增 	<ul style="list-style-type: none"> • 開發為都市空間的一部分。 • 增加的逕流量超出原來河道與洪氾平原的負荷能力，造成河川侵蝕與下切而與洪氾平原分離，未來若洪

	加物種多樣性，協助維持完整的生態體系。	水達到洪氾平原將會帶來更大的損害。
--	---------------------	-------------------



資料來源：本研究整理自 Watson & Adams (2011)

都市化改變了蒸發、入滲與逕流之間的平衡關係，降低自然原有土地的蓄水與入滲的能力。廖朝軒（2003）指出都市水環境中各項目之間的影響關係，都市化對於都市水環境的影響甚大且複雜，部分項目之間互有關連（圖 2-1-3）。

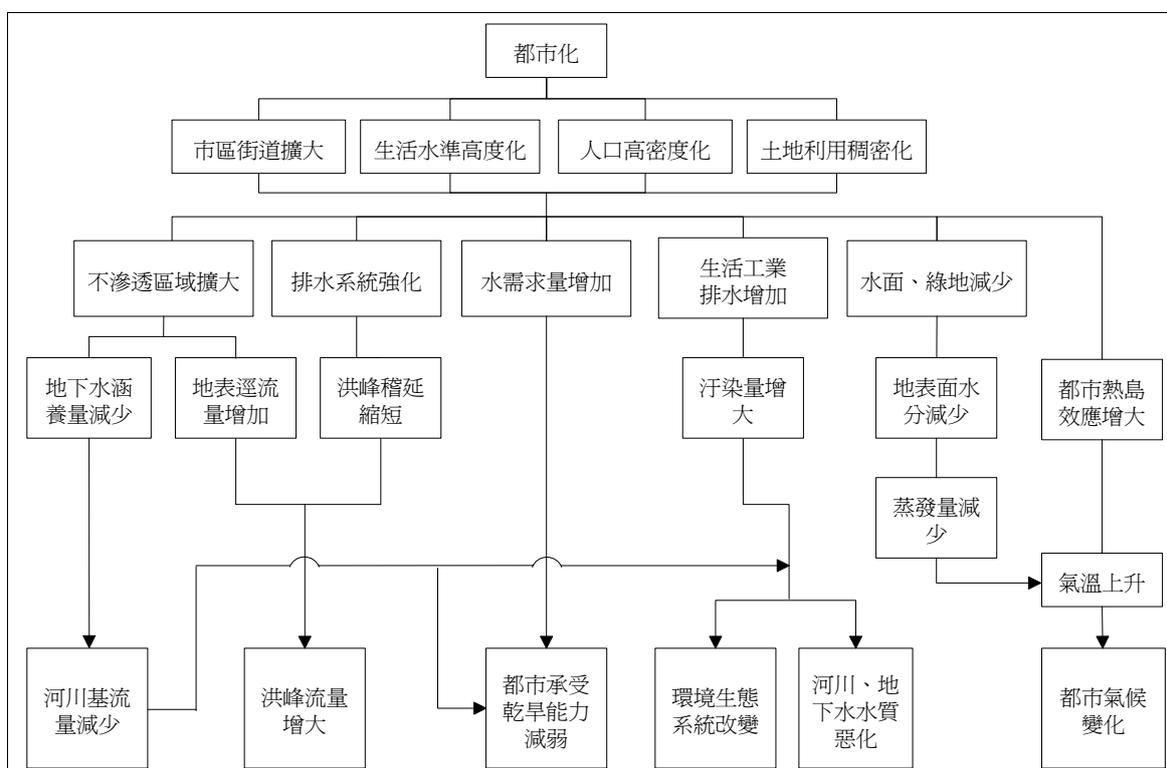


圖 2-1-3 都市水環境關係圖

資料來源：廖朝軒（2003）



第二節 暴雨管理策略的演變

壹、傳統都市暴雨管理

由於工程技術的進步而促使現代都市排水基礎設施的形成，約在 1950 年代晚期至 1960 年代早期，降雨強度-延時-頻率曲線的暴雨設計方法在美國各都市中被廣泛採用，之後又隨著電腦硬體與軟體的進步，能夠支持複雜的水利模型之建構與運算，於是利用水利模型模擬設計暴雨來制訂暴雨管理計畫 (Stormwater Master Planning) 的規劃方式蔚為流行，在 1985 年美國出現了上百項暴雨管理計畫 (Reese, 2001)。此法一直沿用至今，當代的都市治水即是以複雜的工程計算為基礎，藉此決定都市防洪工程的強度標準。邏輯上則是強調圍堵以及提高排水效率，前者解決外水問題，例如以堤防防止河川氾濫侵入都市；後者處理內水問題，包括利用抽水站、下水道系統等設施迅速地將暴雨集中排出。

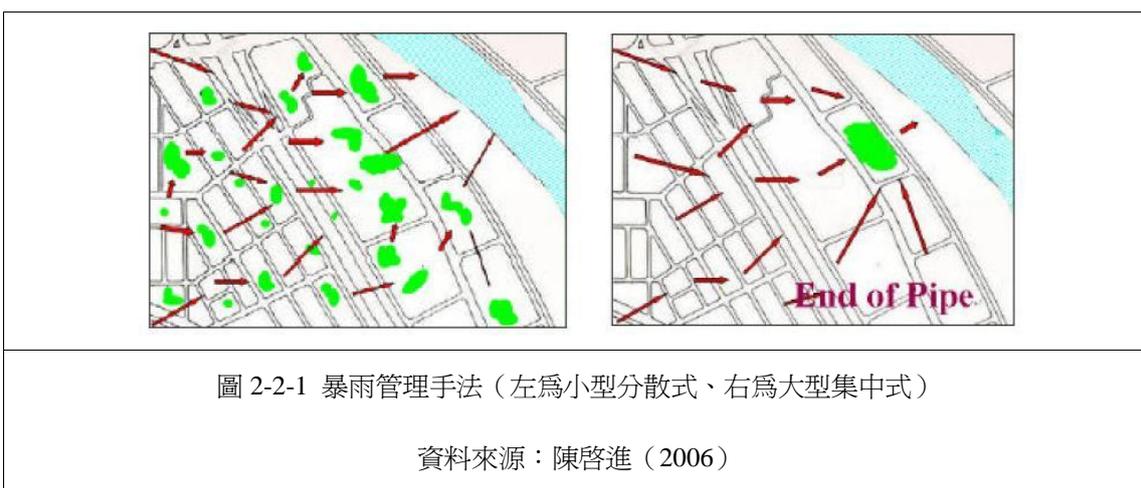
在集中末端處理的概念下，大量的地表逕流經由排水管道迅速地排放至河川或集水區下游地區，會造成洪峰稽延時間縮短 (廖朝軒、蔡耀隆，2002)，換句話說，僅是將洪犯風險轉嫁至下游地區。另外，不論是合流式或分流式排水系統，當暴雨事件發生時，皆可能會產生溢流直接排入河川，而暴雨逕流本身亦為非點源污染的主要來源 (Lee & Bang, 2000)，夾帶許多都市環境中的污染物質，會降低河川水質並破壞生態棲地。為改善非點源污染，美國於 1972 年通過清水法案 (Clean Water Act)，發展出非點源污染管理 (Best Management Practices, BMPs) 作為暴雨管理的指導原則。最佳管理作業本身並沒有明確的定義或規範，其手法包括利用結構性的設施如入滲、滯流設施，以及非結構性的辦法如地景的改造管理等等。但是，非點源污染管理最終仍沒有徹底解決都市暴雨的問題 (Reese, 2001)，Watson 與 Adams (2011) 則認為過去的暴雨管理焦點在於速率而非體積，即便是有滯洪池的設計，也僅是控制了暴雨逕流的流速，無法降低暴雨逕流總量。無論如何，總體來說工程的進步大致上解決了地方水患的問題，但以集水區的尺度來看問題



仍舊存在 (Reese, 2001)。

貳、暴雨管理的新趨勢

近年來在全球暖化與氣候變遷的影響之下，都市化對於環境水文的衝擊越形激烈，而強降雨發生頻率上升，若持續採用過去的都市暴雨管理形態可能不足以應付未來的氣候模式。人們漸漸體認到，集水區內的任何行為皆會對於環境水文造成影響 (Reese, 2001)。為解決都市暴雨的問題，必須回到問題的原點，即都市的土地開發與管理方式。Davis 與 McCuen (2005) 即指出，在毫無管制之下放任都市蔓延，即使人口成長遲緩甚至是減少都市空間卻翻倍，連帶使得暴雨逕流量增加。不當的土地使用、設計與管理是問題的核心，僅是改善舊有的排水系統並不足夠，而是要將治水納入考量，設置合理的土地使用計畫與設計 (Zeng & Lin, 2012)。原始自然環境利用植被與土壤吸收雨水，又利用洪氾平原等來滯流、貯留；而管線化的作業模式則正好相反，其將暴雨集中並運往他處，沒有減量與緩衝之效，還連帶引起汙染、生態等問題。因此大自然恰提供了最好的範例，仿自然的系統能有效地處理暴雨問題 (Watson & Adams, 2011)。



於是各種以綠色工法進行暴雨管理的觀念紛紛出現，例如低衝擊開發 (Low Impact Development, LID)、綠色基礎設施 (Green Infrastructure, GI)、可持續性發展 (Sustainable Development, SD) 等等，儘管名稱各異，但方法大都是模仿可承

受的水文狀態 (Acceptable Hydrology)、提高自然的多樣性與景觀美質、平衡生態保育與經濟開發、建立可持續性且易於維護的系統、以小尺度為單元 (圖 2-2-1)，藉由分散式的設計獲得累加的效果，以建立線性與斑塊區域的連絡網路 (Reese, 2001)。

以集水區為基礎的暴雨水管理方法，比較具有成本效益和環境效益。傳統暴雨逕流管理中常用的水質水量控制工法，都是在汙染物已經產生後才去控制及管理，若能將傳統暴雨逕流及汙染管理較為狹隘的作法加以改善，在地區開發的同時，即設法避免暴雨逕流及汙染衝擊的產生，暴雨逕流汙染產生的量減少了，結構性的工法及集中收集設施的需求即可大幅降低，同時亦可達到降低環境衝擊及破壞 (張嘉玲，2008)。因此，最先進的暴雨管理觀念則採源頭控制的方式是更為積極主動的，有別於過去處理暴雨的態度是盡快要將雨水從開發基地上排除，最先進的暴雨管理觀念則採源頭控制的方式，不僅考慮逕流速率與逕流體積，且兼顧水質保護。結合入滲 (Infiltration)、滯流 (Retention) 和貯留 (Storage) 等管理技術。暴雨管理作業的目標則強調：

一、運用滯流設施

以小尺度區塊為單位進行設計與管理，在已發展的都市土地中模仿自然的機制，設置一系列小型的入滲、貯留、滯流空間貫穿整片土地 (Liaw, Cheng and Tsai, 2000)。具體的做法包括利用透水性鋪面，或是植生滯槽、草溝等各類設施，讓雨水能先在源頭處入滲、淨化後再進入管線中。而雨水花園、綠屋頂的概念也都類似於此。即便是原來沒有功能的地方，例如道路、停車場，也可經由綠色工程創造出來 (圖 2-2-2 與 2-2-3)，例如取消道路邊緣的沿街排水管線，改設植生滯流槽，往後這些空間便可協助處理都市中的暴雨 (Davis, 2005)。這些作法不僅提供基本滯洪機能，土壤內的水份也能透過自然蒸發，將水氣回歸大氣層，調節微氣候，有效避免降水與土壤流失以及地下水減少的問題 (王价巨，2012)。

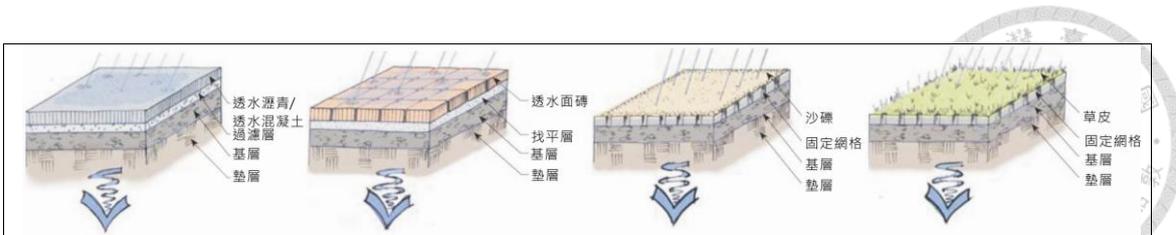


圖 2-2-2 透水鋪面

資料來源：本研究改繪自張善峰、王劍雲（2012）

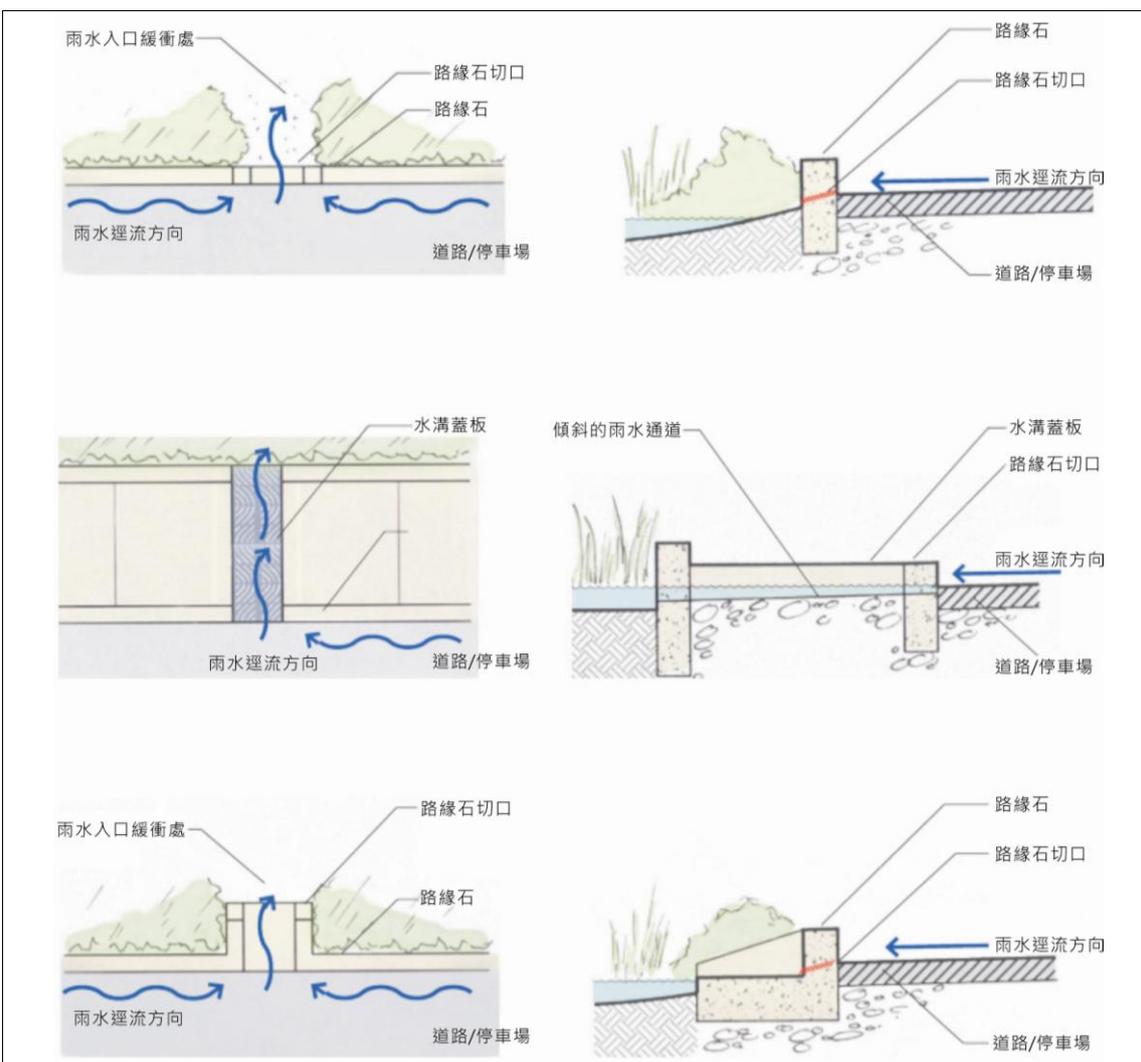


圖 2-2-3 街道的滯流設計

資料來源：本研究改繪自張善峰、王劍雲（2012）

除此之外，利用廣場、公園、學校、大樓中庭等，以都市設計手法讓水停留在每塊基地，各自擔負部份水資源貯存、雨水調節、滯洪功能，可減少地表逕流

與洪峰集中，亦可收集雨水再利用（王价巨，2012）。



二、限制洪氾平原的開發

集水區內的土地使用必須有一定的限制，而洪氾平原在洪水來襲時作為額外的水流空間，實為河道的一部分，因面積大而地勢平坦利於人類發展，目前多數地區的洪氾平原皆被過度開發。而都市化所引起的河道侵蝕、下切，以及堤防的興建等，均使洪氾平原與河道分離，失去了緩衝洪水的功效以及原有的生態環境。水的空間減少，當洪水發生時，河道水位提高、水流加快，造成更大的威脅。為了讓洪氾平原有復原的可能，對於洪氾平原的土地利用必須進行嚴格的管制，停止破壞，並避免會降低洪氾平原貯流能力之一切開發。Girling 與 Kellett（2002）研究發現，在開發初期即採取緊密開發（Compact Development），以較高密度、混合式的土地使用方式，保留較大面積的綠帶與緩衝空間，配合降低不透水鋪面等滯流設施的設計，相較於其他開發模式，將可大幅度地降低洪峰流量。

另外，可透過洪氾平原的復育，將河道與洪氾平原重新連結以恢復原有之防洪與生態功能，由於作業涉及多個專業領域，一般由較高層政府單位負責，而由單一單位負責的小河川，其河岸廊道的土地則是較易進行復育的地點（Watson & Adams, 2011）。另一方面則積極保存尚未開發的洪氾平原，可選擇適當的地點拆除堤防、或是將堤防往後移，讓洪氾平原來分擔洪水量，達到減洪之效（廖桂賢，2012）。



第三節 臺灣都市水患的治理

壹、現階段都市水患問題與治理方式

臺灣目前針對河川治理、排水路整治工程，或是防洪設計普遍皆採用重現期與其所適用的降雨類型（暴雨、降雨、颱風），以及降雨延時來作為工程設計的基礎，其所秉持的精神依然是以快速排水為原則（行政院研考會，2012）。一般由中央管理的主要河川，採 100 年重現期保護標準（淡水河系則為 200 年）、縣市政府管理的次要河川為 50 年、非都市計劃區的水系為 25 年，而都市雨水下水道則為 3 至 5 年。近二、三十年來在政府大力推動下，主要河川的堤防工程大致已建置完成，河川水流溢淹造成水災之機率已大幅降低，但因都市排水機能不良，造成之局部地區積淹水的情形卻日益嚴重（何興亞，2007）。另一方面，全球氣候變遷導致強降雨出現機率上升，伴隨颱風的極端強降水是颱風來襲時造成災害的主因，而過去十年來具有此特性的颱風發生頻率較之前三十年增加一倍以上（吳宜昭、陳永明、朱容練，2010），例如 2009 年莫拉克颱風在臺灣中南部帶來驚人的雨量，部分測站甚至超過了 2000 年的重現期。由於降雨模式改變，使得以重現期為依據的設計失去了立論基礎，若延續傳統的都市治水模式，恐難以避免水患的威脅。

貳、因應氣候變遷與都市水患的相關政策

臺灣長年以來以經濟發展為掛帥，土地利用與管理與防洪治水是採取分離治理的方式，對於都市建設開發之淹水影響評估，並未詳予考量，也未能在業務體制中有效管控（何興亞，2007）。直到近年來流域治理、總合治水等水土結合的治水以及軟性工程的概念才逐漸發展，主要負責都市與洪災管理執行及綱要計畫擬定的中央部會包括行政院經建會、經濟部水利署與內政部營建署，由現行的組織管理權責之內容可發現，治水、保水、防災、坡地管理以及土地開發等相關項目分屬於不同部會，法規繁多且有重疊。目前相關法令亦缺乏對於水資源與逕流管理的考量，明文提及氣候變遷與都市洪災因應整治並且具有可操作性的機制策略

亦尚屬少數（行政院研考會，2012）。其中內政部營建署為因應全球氣候變遷，已於 2011 年發布施行「都市計畫定期通盤檢討實施辦法」修正條文，指出未來都市規劃應符合當前生態城市、節能減碳之理念，使都市朝向永續發展，並營造都市的可居性、獨特風貌。

參、都市防洪與都市計畫

國內的整合性治水策略尚屬萌芽階段，許多計畫或法規皆為概念式的敘述而未有明確的規範。對於都市計畫區與已發展地區而言，目前比較可行的方法主要是利用前述之都市計畫定期通盤檢討，再配合其他相關法規來達到都市防洪治水之目的（圖 2-3-1）。



圖 2-3-1 都市計畫通盤檢討

資料來源：水利署水利規劃試驗所（2012a）

依據都市計畫法第 26 條³，以及都市計畫定期通盤檢討實施辦法第 6 條⁴，即可藉由通盤檢討的方式，有系統地規劃都市滯洪、土地使用管制調整、雨水入滲與貯留設施等，以達到都市防洪之目的。除此之外，逢重大事變遭受損壞與避免

³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。

⁴為落實災害防救計畫中之空間規劃指導，達到都市防災、減災之目的，增訂應依據都市災害發生歷史、特性及災害潛勢情形，調整土地使用分區或使用管制。



災害時，則可依都市計畫法第 27 條⁵進行分區變更與調整，調整為合理的分區，如滯洪池用地等進行管制（水利署水利規劃試驗所，2012a）。

另外，也可利用都市計畫法、都市更新法、都市計畫容積移轉實施辦法，透過容積移轉的方式，將高災害潛勢的開發容積，移轉至災害潛勢低的地區(圖 2-3-2)。為鼓勵開發業者停止其在於災害潛勢高的地區所進行的開發行為，以開放容積移轉的作法，將其在災害潛勢高的地區所擁有的開發容積，移轉至災害潛勢中或低的地區，如此可在不傷害開發者權益的情況下，抑制災害敏感區域的過度開發，惟其容積接收基地之開發行為，仍需受其所在的策略分區所提出的開發強度限制，並作相關的防洪、滯洪或減洪設施規劃（水利署水利規劃試驗所，2012a）。



⁵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。

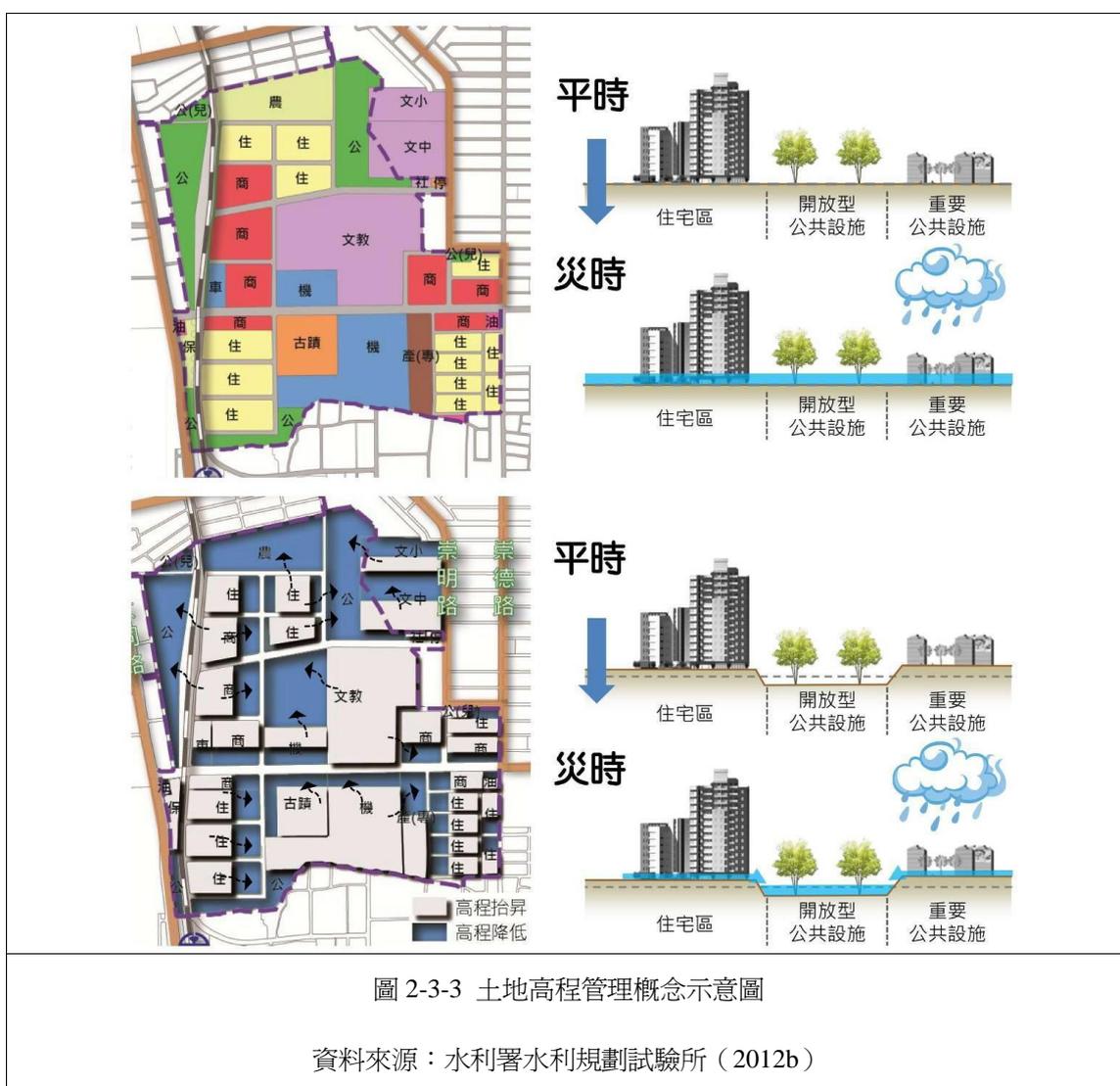
前項都市計畫之變更，內政部或縣（市）（局）政府得指定各該原擬定之機關限期為之，必要時，並得逕為變更。



水利署水利規劃試驗所（2012a，2012b）針對都市土地土地管理，提出較為具體的措施，其重要內容分述如下：

一、土地高程管理

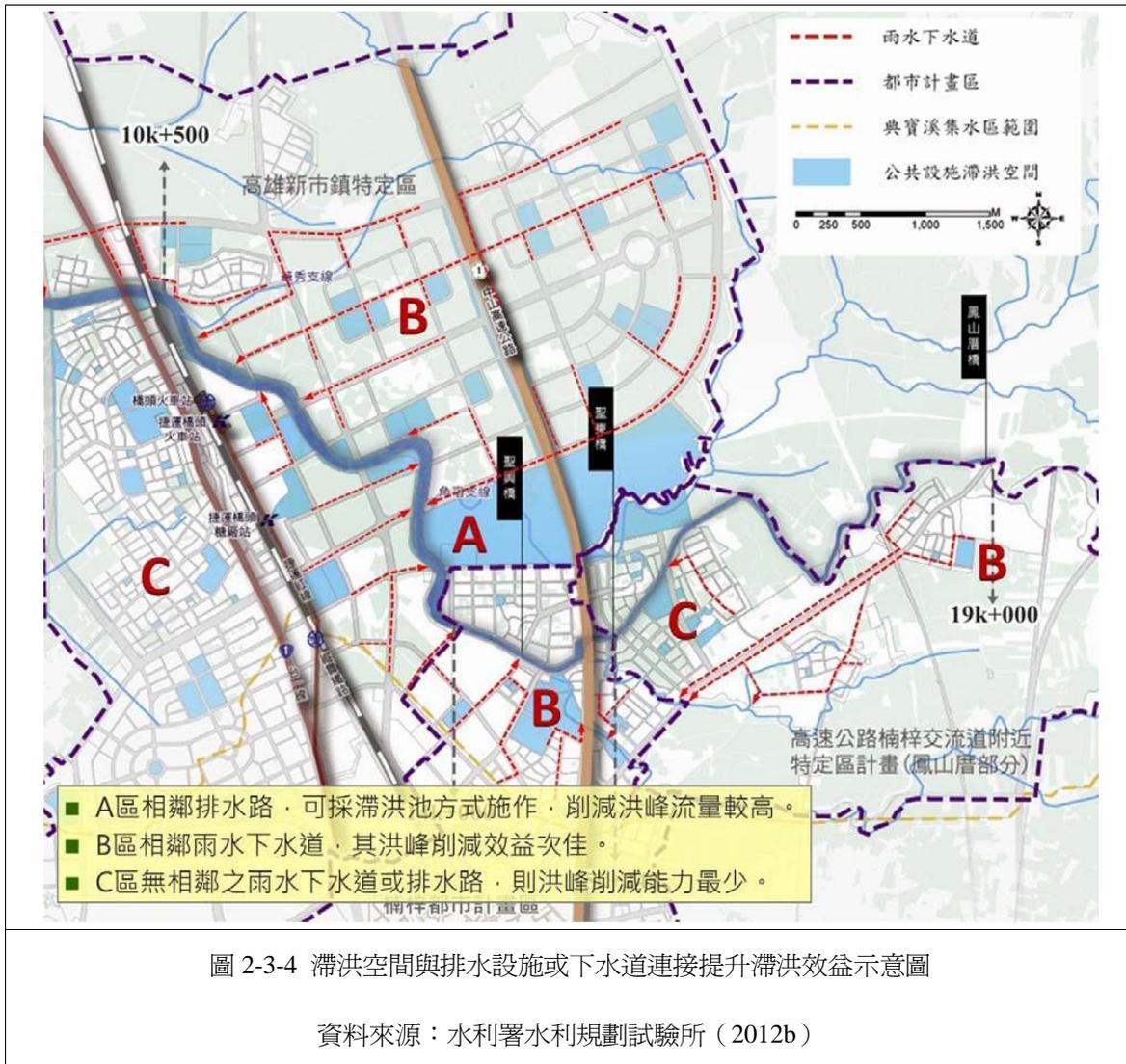
住宅區、商業區及醫療、文教用地等重要公共設施使用土地及其他可能之防災避難據點，其開發高程應考量災害風險予以抬昇；而開放性之公共設施或滯洪池用地則應相對降低其開發高程，供作滯洪使用（圖 2-3-3）。



二、系統性整合都市滯洪空間

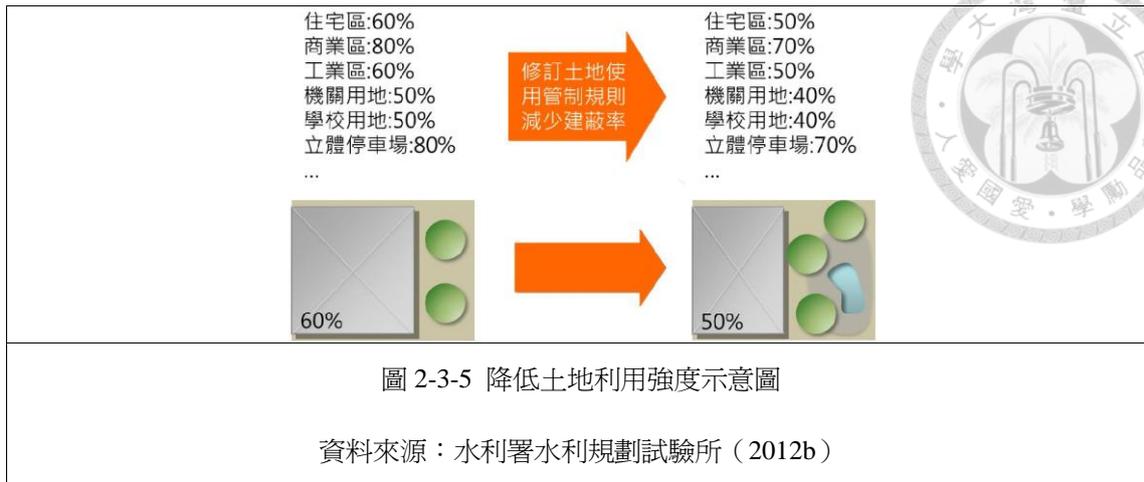
一般而言，都市滯洪空間若可與排水路或雨水下水道系統連結，則可有效提

升滯洪效益。因此，都市計畫擬定或變更時，都市計畫主管機關應與水利主管機關加強聯繫，就都市排水系統動態調整計畫內容，整合相關都市計畫公共設施用地，將之納入都市下水道系統之滯洪空間一環，以發揮都市地區可滯洪空間之最大效益（圖 2-3-4）。



三、降低土地利用強度

若是都市計畫及重大開發計畫已位於災害潛勢較高之地區，不宜僅以強化防洪設施因應，而應依照「都市計畫法臺灣省施行細則」調整土地利用強度，以減少區內居民活動行為的密度與強度，在容積率不變的情況下，降低土地使用分區的建蔽率，增加開放滯洪空間（圖 2-3-5）。



四、增加都市可滯洪空間

(一) 利用公共設施用地

都市計畫所稱公共設施用地泛指都市計畫地區範圍內道路、公園、綠地、廣場、兒童遊樂場、停車場所、民用航空站、河道及港埠用地、學校、社教機關、體育場所、市場、醫療衛生機構及機關用地及上下水道、郵政、電信、變電所及其他公用事業用地等。考量都市地區土地取得不易，若可利用公共設施用地部分空間兼具滯洪功能，例如公園用地、綠地用地、學校用地、廣場用地、停車場用地、兒童遊樂場用地及運動場用地等等擁有較大型開放性空間者，則可有效調蓄洪水，減緩水患發生。

依據「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」第 2 之 1 條⁶，以及第 3 條第 3 款⁷，公共設施用地地下皆得配合各該地區之防洪計畫，依規定申請設置滯洪設施使用。

(二) 利用法定開放空間

住宅區、商業區、工業區與其他可建築之公共設施（例如郵政、電信機關、

⁶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。

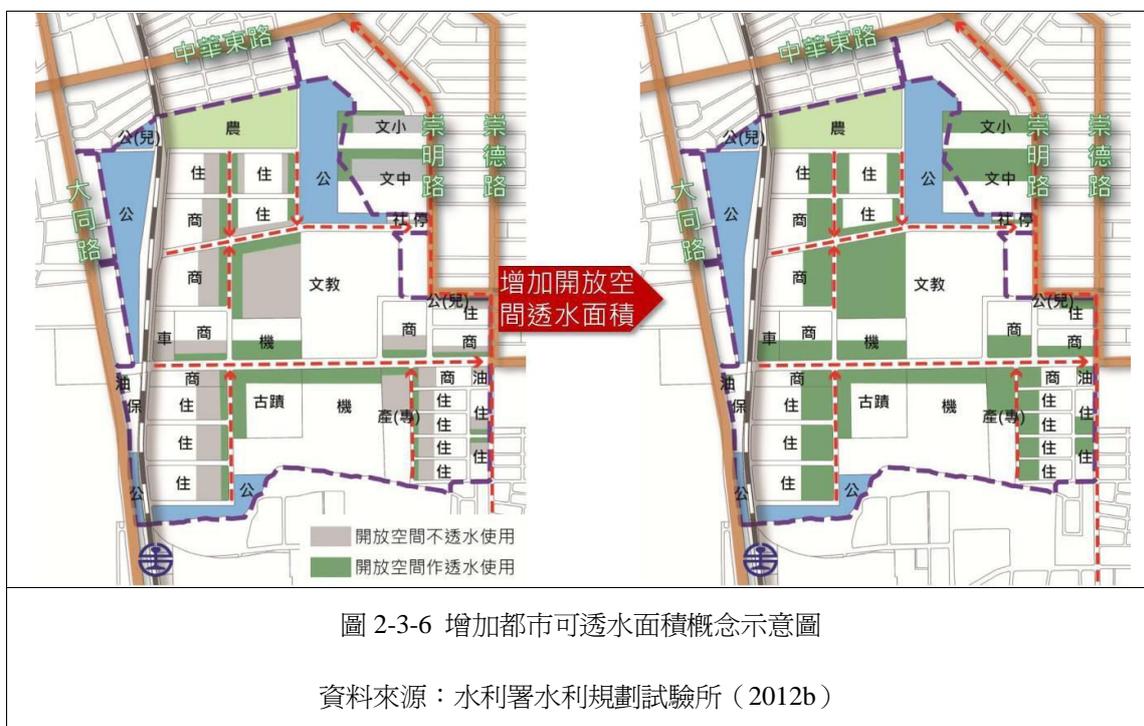
⁷地下作自來水、下水道系統相關設施或滯洪設施使用。且不受同條附表用地類別、使用項目及准許條件之限制。



體育場、港埠及市場等公共設施用地)，除建築物覆蓋土地之外，其餘的部分皆為法定空地，可在不影響原有使用功能前提下，利用法定開放空間滯洪，配合綠化或採用透水性鋪面等方式，增加都市建成區域滯洪與保水能力。

五、增加都市可透水面積與設施

根據土地使用分區管制要點規定，應就區內土地及建築物之使用、最小建築基地面積、基地內應保持空地之比率等事項進行規範，以提高都市地區整體透水面積，相關策略包括：限制地下室開挖率、提高法定空地綠化率與透水率、加強設置透水鋪面、利用人行道及分隔島作為道路地表逕流入滲區（圖 2-3-6）。



六、建築設計及防護策略

除了大範圍的都市土地管理策略、潛勢區域的管制與減災滯洪設施的設置等，透過建築物管理的方式得以讓都市方洪達到事半功倍之效果，如建築物增加雨水貯留設施的方式，儲存暴雨時過多之雨水，以減緩都市內的逕流量。



第四節 國外案例分析

壹、紐約市綠色基礎設施計畫（NYC Green Infrastructure Plan）

一、發展背景

早在 2007 年 PlaNYC 計畫即致力於打造城市藍帶與綠廊，包括要求綠色停車場的建置、鼓勵綠屋頂的設置等等，並組織一跨部門的專案小組。該專案小組於 2008 年提出永續暴雨管理計畫，該計畫指出綠色基礎設施相較於傳統暴雨管理設施施作簡便、價格低廉且適用性廣泛。2009 年 EPA 證實綠色基礎設施符合成本效益與永續性，可有效地應付各種環境的挑戰。紐約市綠色基礎設施計畫即為 PlaNYC 與永續暴雨管理計畫的延伸。

二、計畫目標與內容

紐約市如同許多發展悠久的舊都市一般，是採用合流制下水道系統（Combined Sewer System），即暴雨與汗水共用同一條管線，雖然處理廠的設計容量為旱流汗水（Dry Weather Flow）的兩倍，但是在暴雨來襲時，仍會超出系統的負荷量，產生合流汗水溢流（Combined Sewer Overflows, CSO）直接排入河川中，導致水質下降。傳統上的解決辦法，是在下水道系統末端設置大型的貯水池，而此舉將耗費大量的資源，並不符合永續發展的精神。為此紐約市政府於 2010 年 9 月 28 日發布了紐約市綠色基礎設施計畫，大幅度地改變過去城市處理暴雨的方式，其目標為：

1. 每年減少 38 億加侖的合流汗水溢流（billion gallons per year, bgy），或是每年比所有灰色基礎設施多處理 2 bgy。
2. 藉由綠色基礎設施與其他源頭管理方法，收集合流汗水溢流周邊 10% 不透水鋪面的雨水。

- 
3. 提供實質上且可量化的永續發展效益，例如城市降溫、減少能源使用、增加房產價值、淨化空氣等等灰色基礎設施所無法提供的效益。

以綠色基礎設施的設置作為水質改善的替代方案，其內容包括沼澤、綠屋頂等等，用以控制不透水鋪面所產生的暴雨逕流。廣泛地設置綠色基礎設施，配合既有系統的改善、建立小規模的灰色基礎設施，這種多管齊下的方式，除了可在合流汗水溢流的處理上收立竿見影之效以外，同時又可達到改善空氣品質、改善街道景觀等多重效益，成本也比傳統方法低廉。紐約市綠色基礎設施計畫針對合流汗水溢流的減量策略提出了一個架構，紐約市綠色基礎設施計畫的五個關鍵為：

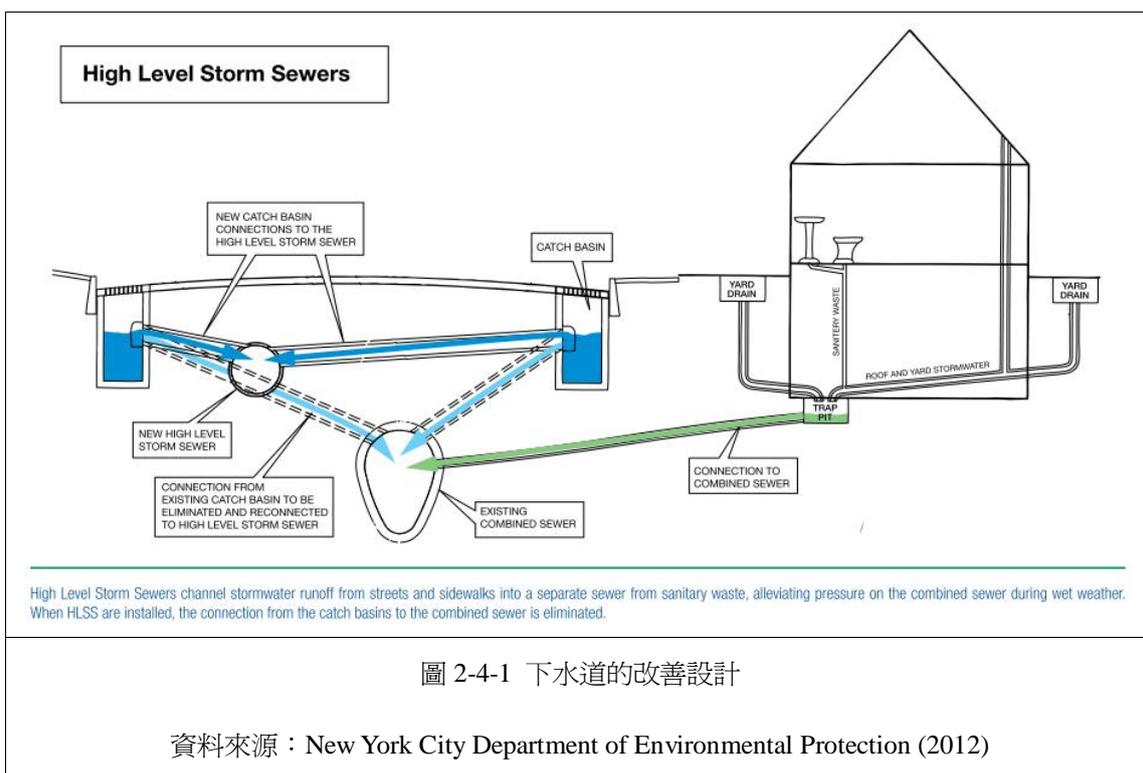
1. 建造符合成本效益的灰色基礎設施
2. 改善現有汗水處理系統
3. 利用綠色基礎設施控制 10% 來自不透水鋪面的暴雨逕流
4. 將調適性管理、模式影響、合流汗水溢流的測量，及水質的監測制度化
5. 吸引利益相關者的參與

其中又以第三項為此計畫的核心，藉由綠色基礎設施的建置，再配合既有灰色基礎設施的改善，其願景是在未來城市將會擁有更好的水質，並朝向綠色、永續性的方向發展。

紐約市環保局將在未來二十年投資 29 億美元，建造符合成本效益的灰色基礎設施，每年將可減少超過 8 加侖的合流汗水溢流。目前紐約市環保局已完成 Paerdegat Basin 與 Alley Creek 兩座合流汗水溢流滯洪設施，Paerdegat Basin 最大容量為 3 千萬加侖，管線則可額外提供 2 千萬加侖作為暫時貯存的空間，待暴雨結束再排入處理廠，Paerdegat Basin 減少該流域每年約 70% 的合流汗水溢流；Alley

Creek 則可容納 5 百萬加侖的污水，減少每年 54.4% 的合流污水溢流，有效改善週遭水域的水質。另外高級暴雨下水道（High Level Storm Sewers，圖 2-4-1），則可攔截 50% 的暴雨逕流，避免其進入合流制下水道，從而減少合流污水溢流的產生，同時也減輕了處理廠的負擔。

而自紐約市綠色基礎設施計畫發布以來，紐約市環保局採取了一系列措施，以改善對於基礎設施的操作與維護方式。主要內容截為流污水管線與擋潮閘的調查、修復、改善。2010 年紐約市環保局宣布將全面清查截流污水管線，以便於進行清淤和修復，恢復管線原有的容量。其他尚包括彎堰（Bending Weirs）與充氣水閘（Inflatable Dams）的建造等。



紐約市的年總降雨量約 43 至 50 英吋，而市區約有 72% 面積為不透水鋪面，包括屋頂、街道等等，在這些地方，雨水無法滲透進入土壤，完成自然的水循環過程，只能轉化為地表逕流，最終進入都市排水系統或直接排入鄰近的水體。因此作計畫核心，其目標在於利用綠色基礎設施之滯洪與滲透設施進行源頭管理，



攔截在 10% 不透水區域中的第一英吋降雨。計畫年期為 20 年，2015 年將達到 1.5% 攔截率、2020 年再增加 2.5%、2025 年又增加 3%，最後剩下的 3% 則是在 2030 年完成。

源頭控制是仿自然水循環，利用入滲、蒸發以及再利用的方式，在暴雨進入排水系統之前，設法將其減速或是就地吸收，藉此減輕上述的狀況。綠色基礎設施的入滲技術如綠屋頂、樹穴的改善、植生入滲槽、草溝、微濕地等等；滯洪措施則如藍屋頂、地下滯洪系統等等。而為達到 10% 的攔截率，紐約市環保局針對目前的土地使用做了詳盡的調查和檢討，包括不透水鋪面分布、未來發展趨勢、道路改建計畫等等，藉此找出其適用的綠色基礎設施模式，不同的土地使用將採取不同的策略，詳見表 2-4-1。

表 2-4-1 紐約市不同土地的綠色基礎設施策略

土地使用狀況	占下水道集水區的面積比例	潛在策略與措施
新發展與再發展區	5.0%	制訂新的暴雨管理準則
		屋頂滯洪池、綠屋頂、地下滯洪與滲透設施
街道與人行道	26.6%	與 DOT、DDC、DPR 合作，將暴雨管理納入建設計畫
		招募商業改進區與社區夥伴合作
		制訂人行道改建準則
		創造窪地：行道樹、綠色街道、透水鋪面
複合住宅區	3.4%	與 NYCHA、HPD 合作，將暴雨管理納入建設計畫
		屋頂滯洪池、綠屋頂、地下滯洪與滲透設施、雨水撲滿或蓄水池、雨水花園、窪地、行道樹、綠色街道、透水鋪面
停車場	0.5%	以下水道系統排放暴雨



		DCP 分區修正
		持續與 MTA、DOT 合作進行示範計畫
		窪地、透水鋪面、人工濕地
公園	11.6%	與 DPR 合作將綠色基礎設施納入建設計畫
		持續與 DPR 合作進行示範計畫
		窪地、透水鋪面、人工濕地
學校	1.9%	與 DOE 合作，將暴雨管理納入建設計畫
		屋頂滯洪池、綠屋頂、地下滯洪與滲透設施
空地	1.9%	計畫型補助款
		以潛在下水道排放暴雨
		雨水花園
其他公共財產	1.1%	將暴雨管理納入建設計畫
		屋頂滯洪池、綠屋頂、地下滯洪與滲透設施、雨水撲滿、 透水鋪面
其他已發展地區	48.0%	建立綠屋頂的稅收底免制度
		以下水道系統排放暴雨
		持續進行示範計畫並蒐集資料
		屋頂滯洪池、綠屋頂、地下滯洪與滲透設施、雨水撲滿 或蓄水池、雨水花園、窪地、行道樹、綠色街道、透水 鋪面

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2010)

一般來說，類似複合住宅區這類的地方，因有供居民使用的停車場與休憩用地，開放空間較多；而占紐約市土地 48%的已開發地區，則包括商業、工業、製造業、運輸，以及其他公共設施用地，紐約市環保局雖然鼓勵這些區域設置綠色



基礎設施，但很難依靠這些地區來達到 10%捕獲率，亦即其他地區具有較大的機會來大幅度地建造綠色基礎設施。新發展地區則是紐約市實施綠色基礎設施的重要機會，因源頭管理措施可以直接被納入設計之中，而且僅占整個建安成本的一小部分。紐約市衛生署已為新發展區制訂了更嚴格的逕流排放速率標準，如此將可鼓勵開發商、工程師和建築師使用多種更為彈性、符合成本效益暴雨管理方案。新發展區將減緩暴雨流往下水道的速度，以半英畝的土地來說，將降低約 80%至 90%的短時間（6 分鐘）洪峰量，以及 20%至 50%的長時間（1 小時）洪峰量。而在已發展地區，綠色基礎設施必須配合暨有建築物做調整，其策略如下：

1. 屋頂：由於屋頂占了紐約市不透水鋪面總面積的 28%，因此策略是在現有屋頂設置源頭管理的措施，包括：
 - (1) 綠屋頂：雖然較傳統的屋頂昂貴，但卻可吸收、滯流暴雨，在其他城市的報告中指出，僅 10%的建築設置綠屋頂，即可減少該區域 2.7%的逕流、以及個別建築物的 54%逕流，另外綠屋頂尚有淨化空氣、降溫、綠美化等效果。
 - (2) 藍屋頂：藍屋頂不使用植栽，而是在屋頂上利用結構物設置一個小型攔水堰，暫時貯存雨水，之後再緩慢排出（圖 2-4-2）。紐約市環保局比較了藍屋頂與綠屋頂兩者的差異，結果顯示綠屋頂約可攔截 70%的雨水，藍屋頂則可將水暫存於屋頂上長達 3.7 小時，藍屋頂與綠屋頂兩者的不同之處在於前者為滯洪設計，僅延遲排水；後者則是具有滯流功效。綠屋頂需要適時地灌溉、除草或補植；藍屋頂則須定期檢查排水孔是否有阻塞。另因藍屋頂設置與維管成本較低廉，在某些情況下可能是更為經濟的選擇。

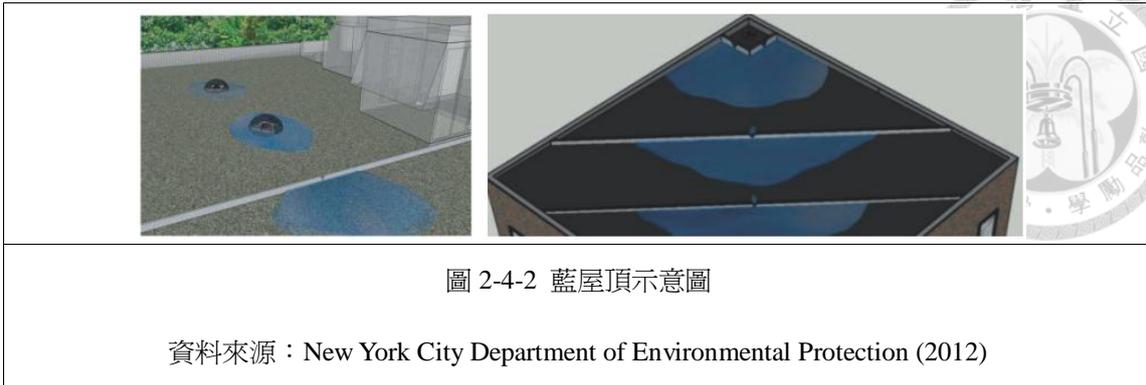


圖 2-4-2 藍屋頂示意圖

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2012)

(3) 雨水撲滿：雨水撲滿直接與落水管相連接，可減少進入下水道的暴雨，並且收集雨水以灌溉草坪和花園，由於灌溉用水往往占了一般家庭夏季用水量的四成，因此雨水撲滿可大幅降低夏季的供水壓力。自 2008 年夏天至 2009 年，紐約市環保局已在皇后區和布魯克林區發放了 1000 個雨水撲滿。

2. 停車場：停車場占紐約市不透水鋪面總面積的 6%，減少停車場暴雨逕流的方式包括多孔瀝青、集水井、植生入滲窪地、地下滯洪池等等。2011 年 5 月，紐約市環保局在大都會捷運局旁的停車場設置微濕地，微濕地的特點在於其規模較其他街道型綠色基礎設施大，但是可以貯存更多的暴雨、淨化水質，並提高區域的生物多樣性。

這項設計分為兩個部分，第一部分是北邊 1700 平方英尺的草地，以及南邊 900 平方英尺的線性濕地（圖 2-4-3）。總排水面積為 28950 平方英尺，每一英吋的降雨會產生 18045 加侖的逕流，為維持濕潤草地，北邊下方設有不透水層，使水位至少維持一英尺，其概念是利用水池攔截並貯存暴雨，而當到達滿水位時，多餘的水將滲透進入土壤。此外還有一個利用太陽能發電的地下水幫浦，持續將水打入水池中，以維持濕地植物生長。當暴雨發生時，水池的水將溢流至南邊的線性濕地，線性濕地的土壤分為三層，上層為含沙量高的土壤、中下層則是混有沙與回收玻璃，可讓雨水在被下層土壤吸收之前暫時貯存。依照 2011 年夏天的數據結果

顯示，該系統可攔截約 70%的降雨，若扣除艾琳颶風的極端事件，攔截率則可達到 77%。一般來說，在降雨延時較長、總降雨量小於兩英寸時，微濕地系統的效能最顯著，不過對於短期大雨的效果也不錯，在 2011 年 8 月 3 日一場 2.6 小時的大雨，系統共攔截了停車場 49%的逕流，即 2699 加侖的暴雨，而 2011 年 9 月 6 日延時 11.5 小時的降雨，系統則攔截了 84% 的逕流，共 4,605 加侖的暴雨。

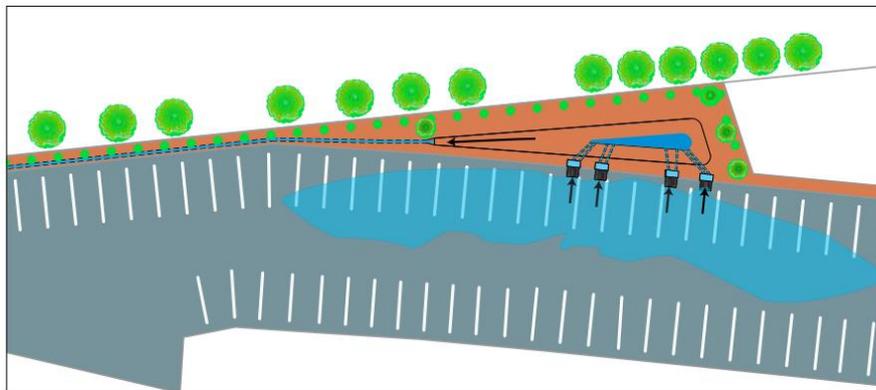


圖 2-4-3 停車場旁的微濕地

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2012)

3. 道路：道路占了紐約市合流污水溢流集水面積的 28%，遠大於其他類型的土地，而這些道路絕大部分都是由不透水瀝青和混凝土所鋪設而成，並且與下水道系統直接相連接。車道、人行道以及中央分隔島具有很大的改善機會，可將綠色基礎設施的概念置入。紐約市環保局與交通局、

建設局、公園與休閒局共同設計與監督 ROW (right-of-way) 示範計畫，其主要方法為在人行道旁設計可收集暴雨的窪地，取消一部分的路緣石，讓雨水可經此缺口流入窪地，達到滯流的效果（圖 2-4-4）。

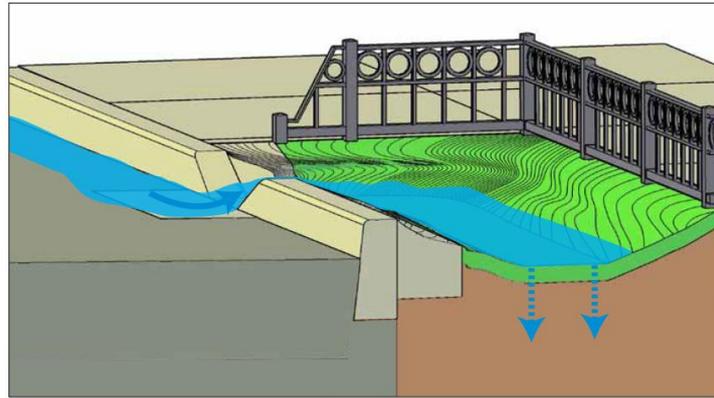


圖 2-4-4 道路滲透概念示意圖

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2012)

又可分為改良式樹穴 (Enhanced Tree Pits, ETPs, 圖 2-4-5) 以及街道入滲窪地 (Streetside Infiltration Swales, SSISs, 圖 2-4-6)，兩者皆位於人行道邊，藉由植栽與土壤達到滯流作用，並設有溢流口，當水量過多時可經溢流口排入下水道系統；兩者不同之處在 SSISs 較大，且僅有一層土壤，而 ETPs 表層土壤下方則有碎石或玻璃級配，亦或是設有貯水槽。兩系統皆使用含沙量 70% 至 85% 的土壤，以確保滲透能力。經紐約市環保局計算，ETPs 可貯存 954 加侖的暴雨，若是加上貯水槽的話，則可達 1,626 加侖，而 SSISs 則可貯存 935 至 1,346 加侖的暴雨。

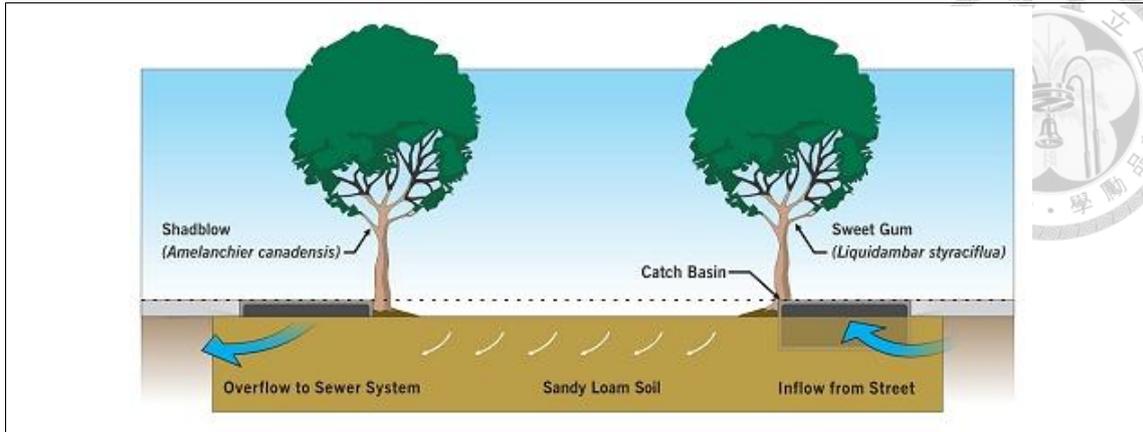


圖 2-4-5 SSISs 示意圖⁸

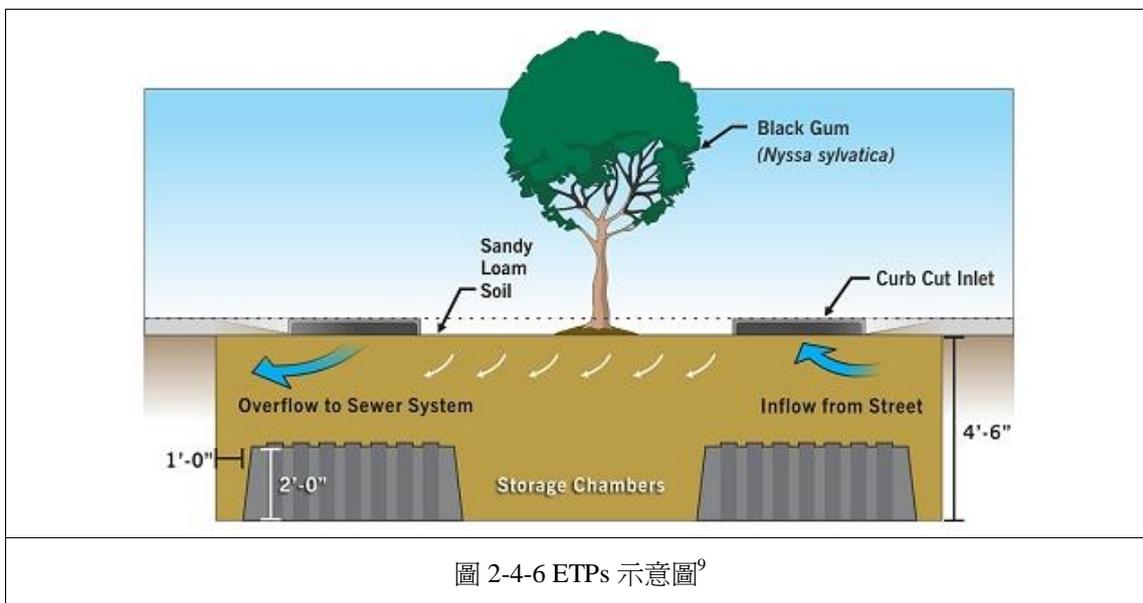


圖 2-4-6 ETPs 示意圖⁹

4. 公園：紐約市環保局和公園與休閒局合作，在公園內設置人工濕地、植生窪地、雨水花園等等，以協助都市的暴雨管理。
5. 透水混凝土與透水瀝青鋪面：透水混凝土與透水瀝青鋪面相較於傳統鋪面有較多的孔隙，可攔截水分並使其滲透進入土壤。這一類材料適合用在人行道、停車場、校園運動場、娛樂區等交通流量較低的地區。

⁸ 資料來源：

http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/green_pilot_project_jbay_streetside_infiltration_swale.shtml

⁹ 資料來源：http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/green_pilot_project_jbay_treeswale.shtml



三、成本效益評估

以 2007 年設施計畫 (Facility Plans) 為基準，該計畫預設 2045 年合流汗水溢流總量為 30,000mg_y，而紐約市環保局以 20 年為計畫期，假設綠色基礎設施計畫的完全實施，將可使流汗水溢流總量降為約 17.9bg_y，僅比單純依賴灰色基礎設施低了 2bg_y (圖 2-4-7)，然而綠色基礎設施具有永續發展的優點，一旦實施了其效益即可快速累積成長，相反的，貯水池、箱涵等灰色基礎設施，不但工程曠時費力，而且僅具有改善水質的功效 (圖 2-4-8)。而在資金方面，10% 攔截率策略將花費 15 億；而額外的灰色基礎設施投資則需要 39 億。綠色基礎設施計畫的總預算約 53 億，而灰色基礎設施策略則需 68 億 (圖 2-4-9)。但因綠色基礎設施所帶來的多重效益，紐約市環保局評估，20 年後市民將可獲得 1.39 億至 4.18 億的額外效益，例如降低能源法案、提升房地產價格、改善健康等等，這些都是灰色基礎設施所無法達成的。灰色基礎設施必須投資大量資金與時間，但卻僅具有單一功能，若是暴雨規模未及設計標準，亦為一種資源的浪費，且尚須面對氣候變遷、勞工、經濟狀態，以及維護管理規範等風險。除此之外灰色基礎設施還有能含 (Embedded Energy)，即在材料製造、建造過程，以及後續使用的溫室氣體排放問題。考慮上述種種因素，綠色基礎設施是相對較廉價且低風險，符合成本效益的措施，而因透過不同方式與小尺度的管理，有利於未來適時的調整和改變，往後隨著時間經驗的累積，效益可再提高，而成本則會下降。

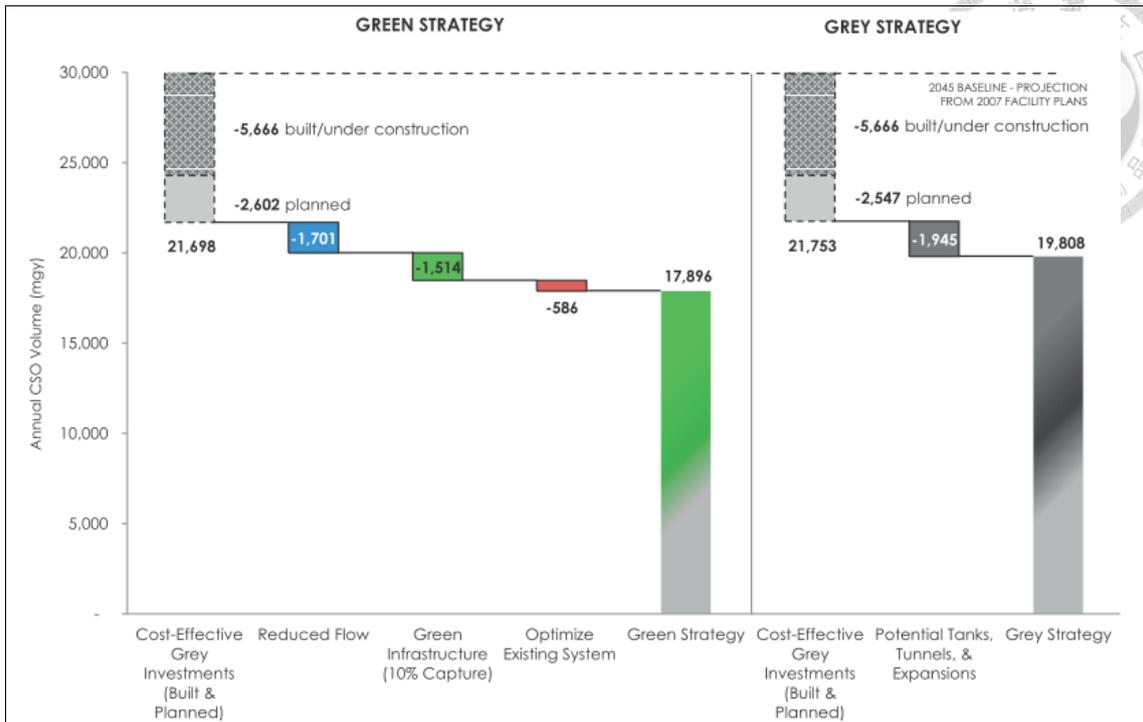


圖 2-4-7 綠色基礎設施與灰色基礎設施的合流污水溢流總量比較

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2010)

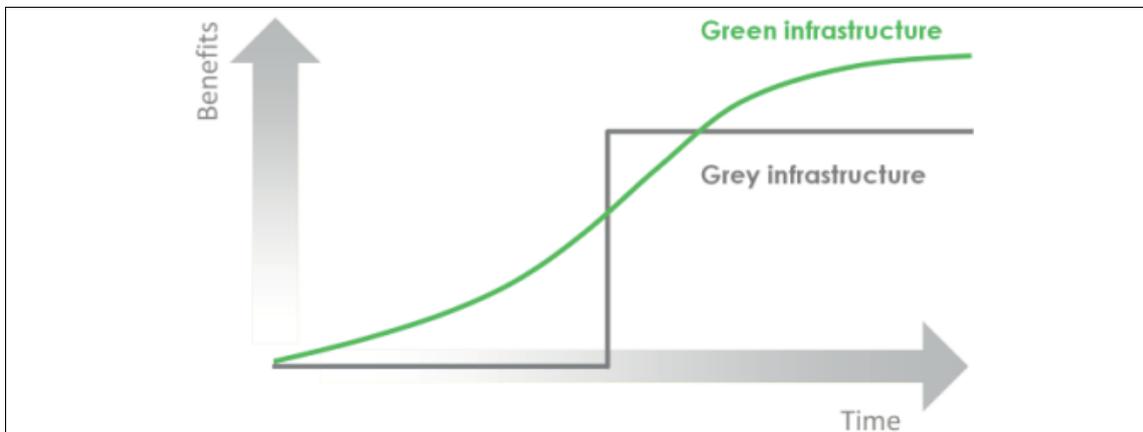


圖 2-4-8 綠色基礎設施與灰色基礎設施的效益比較

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2010)

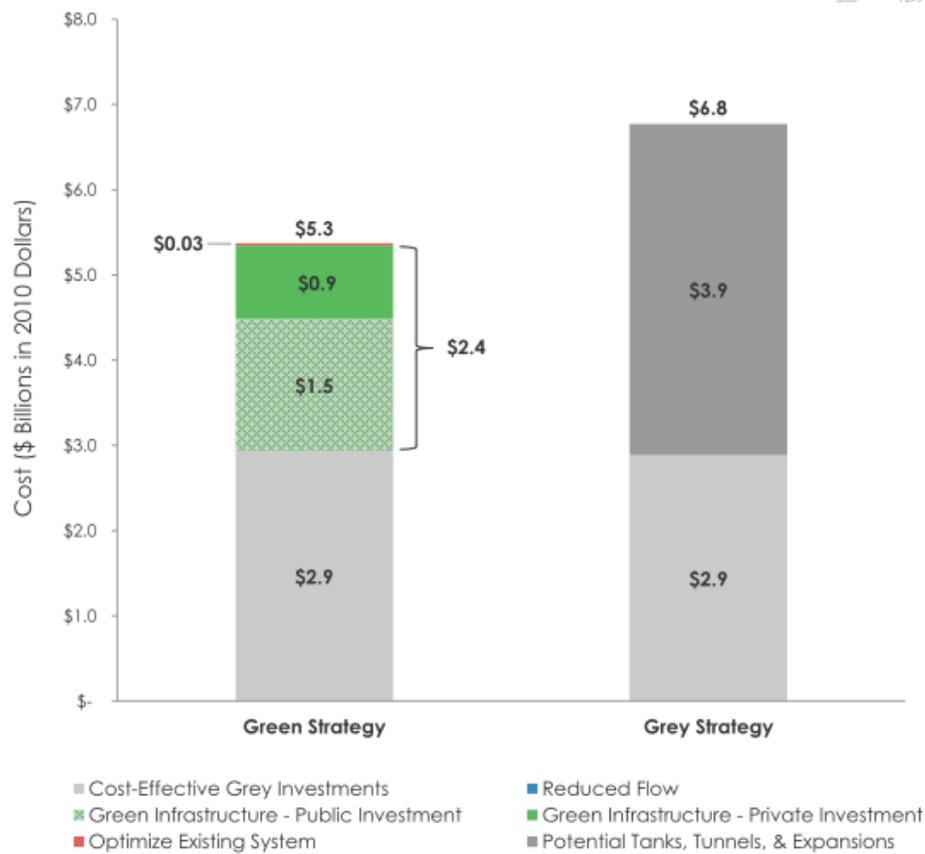


圖 2-4-9 綠色基礎設施與灰色基礎設施的成本比較

資料來源：New York City Department of Environmental Protection (2010)



貳、鹿特丹水廣場（Water Plaza）

一、發展背景

面對氣候變遷所帶來的衝擊，歐美各國紛紛提出各種調適性策略，而自古便不斷與海爭地、以治水技術傲視全球的荷蘭，亦宣布放棄以往的圍堵策略，改採尊重自然的態度，於 2000 年展開以還地於河（Room for the River）的計畫，預計於 2015 年完成，內容包括河道挖寬，拆除水壩、防洪堰，將河岸的農業地帶恢復為氾濫區，讓洪氾平原發揮其原有的防洪、蓄洪以及生態功能。除此之外，亦結合水資源處理與都市開發，發布了相關的都市發展政策，在 2007 鹿特丹水計畫中，即提出了未來鹿特丹市政府與水利單位未來處理都市水資源的理念，以及城市發展願景。其中水廣場的概念，可將都市防洪與都市景觀相結合，同時滿足貯水與公共設施之需求，其發展背景與設計手法說明如下：

作為荷蘭與歐洲的經濟重鎮，鹿特丹以水城市（Water City）為願景，希望在氣候變遷的影響之下，仍可維持其城市之地位與特殊魅力。目前鹿特丹所面臨的主要問題包括：

1. 人口增加：為了打造城市魅力，並吸引具有高教育水準、創意的工作者，鹿特丹必須將目前的城市再進一步開發，增加住宅與人口但又確保可以擁有宜人的居住環境，這意味著不僅僅是建造美麗的住宅，且必須兼顧良好的公共空間，同時滿足基本的水資源需求（Basic Water Requirement）。
2. 洪氾威脅提高：在氣候變遷的影響之下，海平面上升威脅水岸地帶的發展；另一方面，降雨強度提高，既有的排水設施也漸漸無法應付，而造成市區內淹水，即同時面臨外水與內水的問題。
3. 水資源的需求：依據水利會（Water Board）對於鹿特丹的基本水資源需



求的分析，鹿特丹全市目前的表面水貯水設施不足，至 2015 年需增加 600,000 立方公尺的空間，而若加入氣候變遷的影響一同考慮，則至 2050 年則將共需增加 800,000 立方公尺。另一方面，由於目前鹿特丹的污水和雨水下水道系統相互錯接，在暴雨期間，有很大比例的降雨是經由溢流而直接排入新馬斯河（Nieuwe Maas），因此造成可再利用水資源減少、污水處理系統負荷過大等問題。除此之外，鹿特丹的水質亦待改善。

為解決上述問題，將由兩方面著手，面對海平面持續上升，必須提高低漥地區的現有堤防之高度與強度，因此這些區域必須事先預留未來增建的空間；同時也必須增加都市空間的滯流與滯洪能力（例如增加額外的貯流空間），除非是完全無法將水保留在基地之內，才允許將這些水排出，以確保既有的排水設施不至於超出負荷而排水不及，產生溢流導致市區內淹水，同時也造成環境汙染。因此重點在於有效率地收集污水並將之送往處理廠，同時大規模地攔截雨水，延緩其進入地表水的時間，其策略包括：

1. 與民眾進行溝通：完善的污水設施是對公眾健康有益的，但當極端降雨事件發生時，淹水是不可避免的。
2. 在私人土地內，利用結構安排來提高雨水貯流量。
3. 在公有土地內，利用結構安排來攔截雨水逕流。
4. 增加公有土地內屬於水的空間。

雖然設法增建貯水設施，並更換管線系統，將之轉化為分流制下水道系統，即可達到上述目標，但是為了滿足基本水資源需求，而欲在已開發的區域中增建貯水設施，尤其是在人口稠密的地區，要想挖掘大片空間專門作為貯水之用十分困難，即便是在人口較少的地區也容易引起其他問題，更何況這些工程往往需要巨大的資金。而將既有的污水處理系統全面轉化為分流制下水道系統，在人口密



集的地區亦是不切實際的，原因包括：

1. 缺乏足夠的地下空間可供雨水下水道鋪設。
2. 表面水不足，無法有效淨化雨水。
3. 密集發展的地區其雨水可能具高度污染，排入河川中反而造成風險。
4. 密集發展的地區無法忍受爲了進行工程而整天四處開挖。
5. 當現有的污水處理系統仍堪用時就予以更換，是破壞資本。

二、設計概念

2007 年鹿特丹水計畫（Waterplan 2 Rotterdam）提出了創新的替代方案。其概念結合軟、硬體的綜合處理模式，在擁有較多開放空間或人口較少的地區大幅度地改善分流系統；而在市中心等已開發地區，除非條件允許使用分流系統，否則將利用綠屋頂、水廣場等設施來協助達到滯流、滯洪、改善水質的效果。其中水廣場在平日（約佔一年中 90% 的時間）做爲公共空間使用，當暴雨來襲時則作爲滯洪池。同時滿足貯流與公共設施的需求，不需要消耗額外的都市空間，可分擔既有下水道系統的負荷，屬分散式、符合成本效益的設計。水廣場的概念有三種（圖 2-4-10），並由此衍生出如表 2-4-2 的七種設計方案：

1. 封閉水域式：位在污水收集系統附近，與其相連結，作爲額外的暫存空間，待系統可負荷時再流回處理。由於水源不乾淨，故爲封閉式廣場。
2. 開放水域式：收集來自開放空間、屋頂的逕流，暫存後待污水系統可負荷時再流回處理。若是水源較乾淨，亦可直接入滲或蒸發。此法主要是利用地勢差來完成，故低窪處最爲適合，否則亦可利用管線來完成。
3. 開放區域式：爲點狀雨水收集結點，讓水就地入滲。特別適用於沒有明顯高低差、容易積淹的地方。

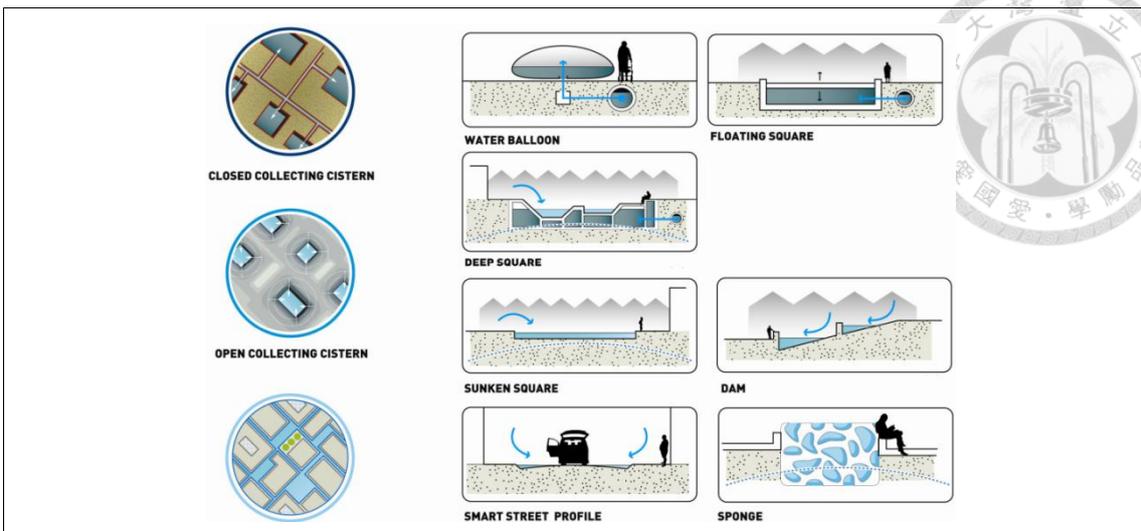


圖 2-4-10 水廣場類型示意圖

資料來源：Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012)

表 2-4-2 水廣場的形式

類型	說明	圖例
水球式	經由幫浦將汗水收集系統的水送至地面上的水球暫存，平日亦可以空氣灌入作為特殊的都市景觀。	<p>DRY CIRCUMSTANCES</p> <p>AFTER A LIGHT SHOWER</p> <p>WATER CAN ALSO BE STORED IN ONE BIG WATER BALLOON, WHICH YOU CAN FILL WITH AIR IN GOOD WEATHER. THE BALLOON THEN BECOMES A BOUNCE CUSHION!</p>
浮動式	廣場景觀隨貯水量多寡而變化。	<p>RIGID SQUARE FLOOR</p> <p>FLEXIBLE SQUARE FLOOR</p> <p>PERMEABLE COMPONENTS</p>

<p>深水式</p>	<p>為較大型而昂貴的設計。可同時暫存污水、暴雨，以及運河等河道的水。</p>	<p>WATER DIRECTLY FROM THE SEWERAGE (UNDERGROUND CATCHMENT)</p> <p>RAINWATER FROM THE SURROUNDINGS (ABOVE-GROUND CATCHMENT)</p> <p>OVERFLOW DIRECTLY FROM THE CANALS</p>
<p>下凹式</p>	<p>利用凹陷的土地作為滯洪池之用，而大面積平坦的土地，在平日可供其他活動使用，並創造特殊的都市景觀，是運用最廣泛的形式。</p>	<p>SPORT IS HEALTHY... AND IF YOU DO IT IN AN OPEN HOLLOW... YOU CAN ALSO HOLD WATER IN IT!</p> <p>THE HOLLOW ALSO FUNCTIONS AS A TEMPORARY WATER STORAGE FACILITY.</p> <p>A SIMPLE DEEP HOLLOW WITH A BASKETBALL COURT AND A NUMBER OF SKATING RAMPS CAN EASILY HOLD AROUND 2,000,000 (TWO MILLION) LITRES OF WATER!</p>
<p>壩欄式</p>	<p>利用既有的地表高低差來暫存暴雨。</p>	<p>DRAINWATER DRAINAGE</p> <p>NOODROPLEIN</p> <p>DETAIL SUNKEN DAM</p> <p>DAM</p> <p>OVERFLOW</p> <p>DRAINAGE PIPE TO CANAL</p> <p>VALVE OPEN/CLOSED</p> <p>DETAIL UPRIGHT DAM</p> <p>OVERFLOW</p> <p>DAM</p> <p>DRAINAGE VIA THE STREET</p> <p>VALVE OPEN/CLOSED</p>

<p>街道式</p>	<p>改良既有街道或停車場的設計，利用斜面設計，引導暴雨下滲，作為地下水補注，並減輕汗水排水系統的負擔。</p>	
<p>海綿式</p>	<p>海綿以毛細現象吸水且吸收力極強，利用這個概念來收集暴雨。</p>	

資料來源：本研究整理自 Boer, Jorritsma, and van Peijpe (2010) 與 Rotterdam Climate Initiative (2007)

三、Benthemplein 水廣場

2011 年由 De Urbanisten 都市規劃公司主導，以 Benthemplein 作為水廣場的示範基地，預定 2013 年完成。Benthemplein 位於鹿特丹市區內，屬於易發生嚴重淹水的地區。此處水廣場是採下凹式設計，包含三個滯洪區：兩個較淺的集水區可收集短時間內的暴雨，另一個深層的區塊則是當暴雨延時長、水量增多時才會開

始收集雨水，此區塊的集水區亦包含廣場周邊較大的區域。晴天的時候，水廣場與一般廣場相同，可供人們休憩使用，其中深層的區塊是一個下凹式的運動場，也可作為劇場使用。第一區容量為 360 立方公尺，主要收集周邊建築的屋頂逕流；第二區為 85 立方公尺，負責收集周邊建築屋頂與道路的逕流；第三區則為 1,150 立方公尺，負責收集周邊較大建築物的屋頂逕流，以及來自廣場附近區域的暴雨，總集水面積約 120,000 平方公尺。當降雨發生時，雨水經由不鏽鋼管線進入廣場，第一、二區這兩個較淺的凹地，會立刻收集雨水，第三區的雨水則會先進入旁邊的貯水槽中，此時運動場的空間仍可供活動使用，除非降雨持續進行，到達貯水槽滿水位時，雨水才會經由水牆開始流入第三區域，此三區域共可貯存約 2,000,000 公升的雨水。待暴雨事件結束後，暫存的雨水會漸漸排出，經管線進入附近可入滲的地表或水體中，而廣場又恢復為平日的休憩空間（圖 2-4-11 至 2-4-16）。



圖 2-4-11 Benthemplein 水廣場平面圖

資料來源：Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012)

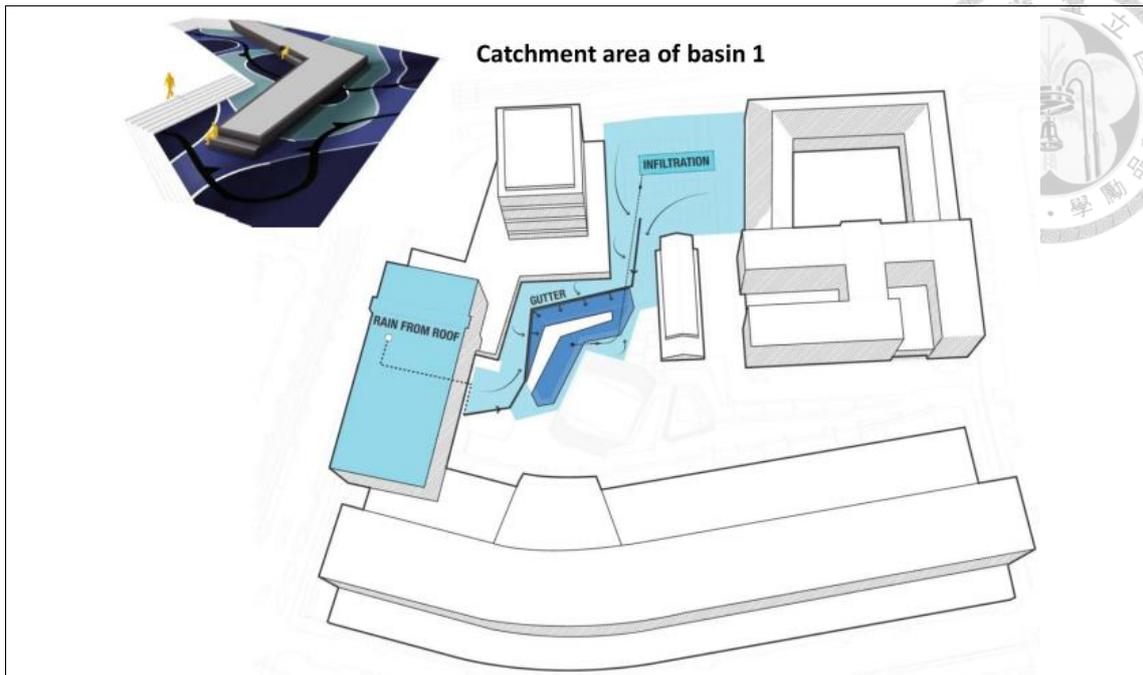


圖 2-4-12 第一區集水範圍

資料來源：Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012)

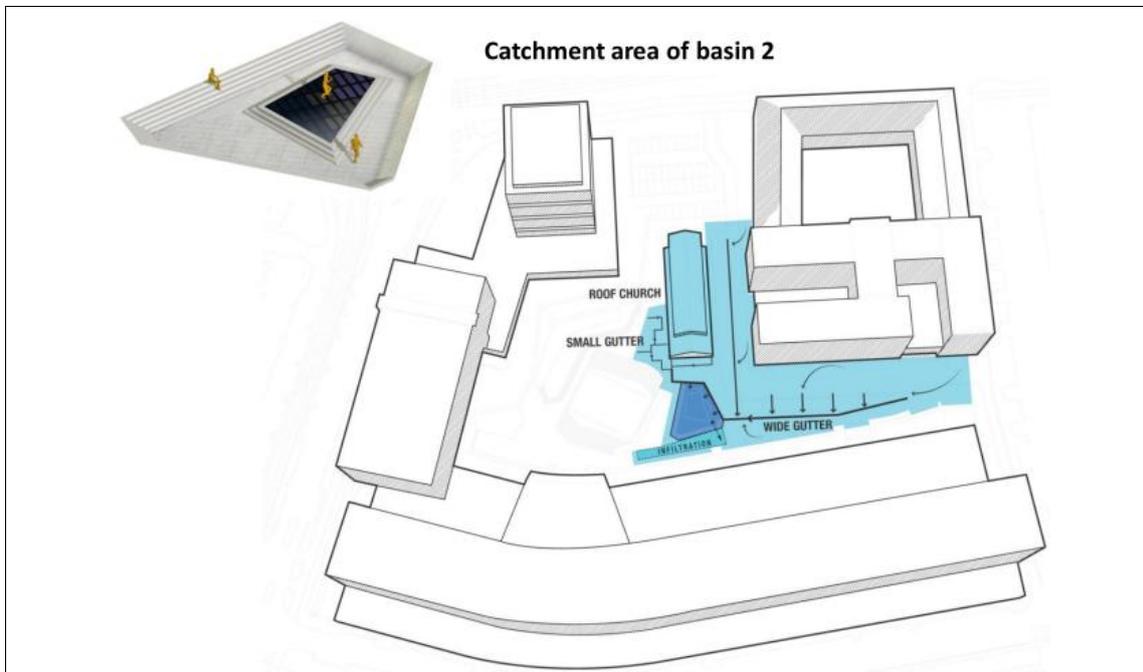


圖 2-4-13 第二區集水範圍

資料來源：Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012)

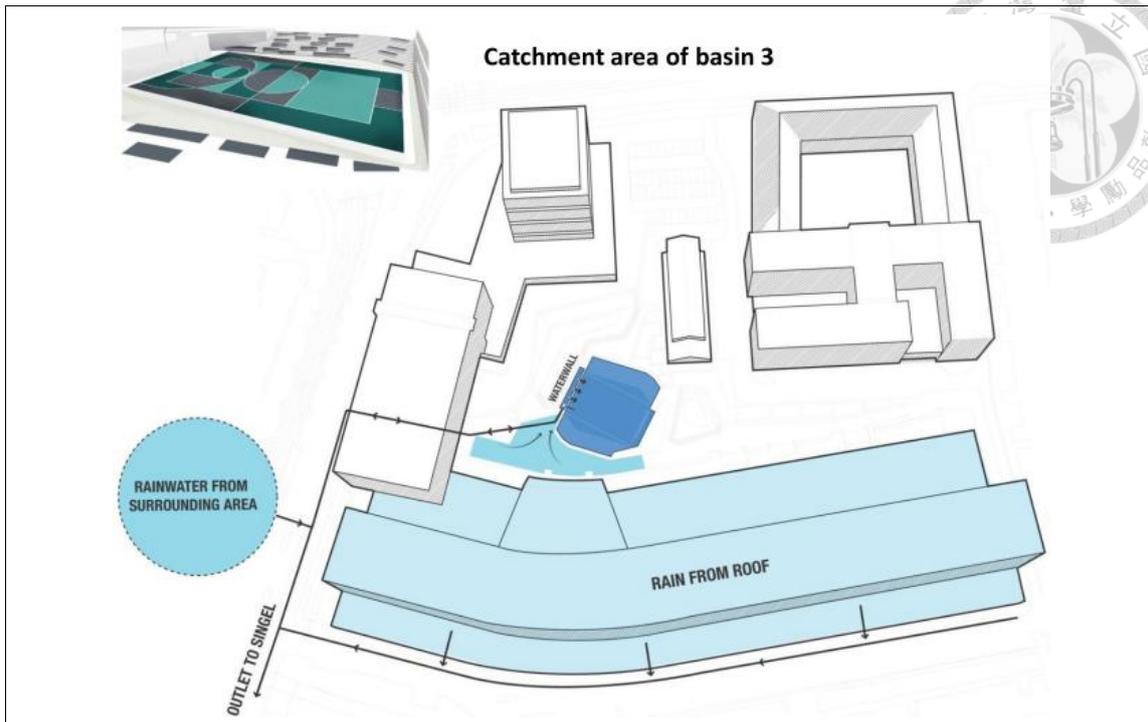


圖 2-4-14 第三區集水範圍

資料來源：Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012)



The complete drainage system

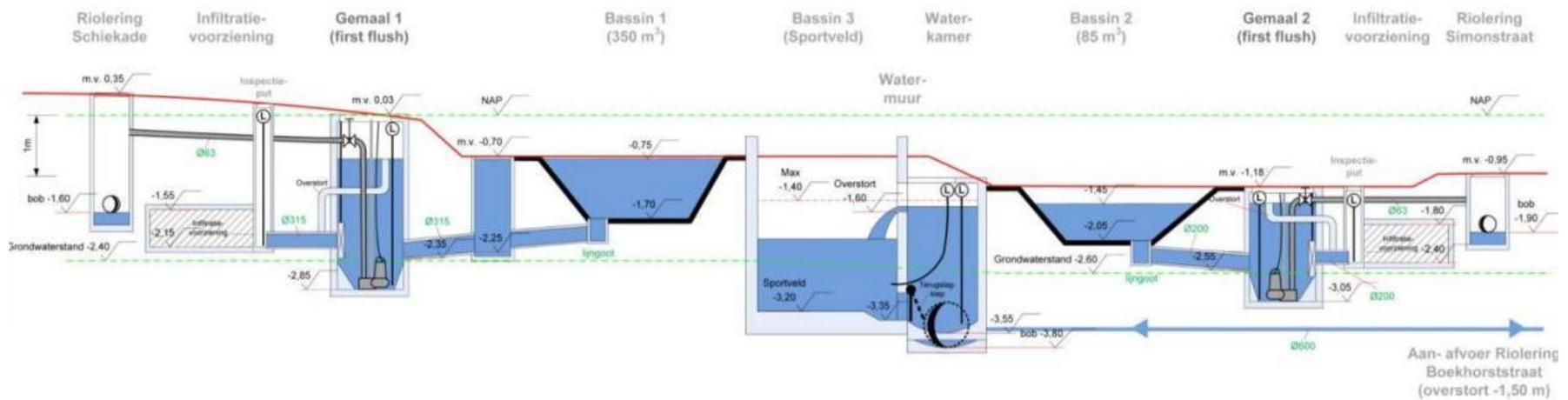


圖 2-4-15 Benthemplein 水廣場集水系統示意圖

資料來源：Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012)



圖 2-4-16 Benthemplein 水廣場晴雨天示意圖¹⁰

¹⁰ 資料來源：<http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>



第三章 研究設計

第一節 分析工具

壹、基本圖與相關圖資

一、空照圖

以新北市政府民政局於 2009 年所拍攝之航空像片，判讀浮洲地區土地使用與道路現況。而配合訪問與調查結果，即可標記過去曾發生水患的區域。

二、都市計畫圖

自 2002 年發布板橋（浮洲地區）都市計畫案之後，在 2008 年與 2011 年又分別發布兩次變更案，而最新的通盤檢討目前仍在進行中。故本研究以 2008 年之都市計畫圖為基礎，再套疊 2011 年新北市政府城鄉發展局發布變更板橋（浮洲地區）（配合榮民公司及其周邊地區興建合宜住宅），標示出其所變更的位置，以此作為浮洲地區土地使用的現況，從而提出未來減洪環境改造之方案與策略。

三、淹水潛勢圖

使用國家災害防救科技中心援引經濟部水利署的資料，於 2012 年完成之淹水災害潛勢地圖，其模擬在水庫與防洪設施正常運作，堤防無溢堤且下游潮位正常的情況下，24 小時累積雨量分別為 300 至 350、450 和 600 公釐時，各地區的淹水狀況。以此來作為浮洲地區的淹水潛勢，並將之套疊至都市計畫圖，以判定哪一區屬於高淹水潛勢，而目前的土地使用安排是否有不適當之處。

貳、訪談對象與訪談內容

由於浮洲地區屬新北市板橋區的邊陲地帶，一般書籍或地方志單獨針對浮洲地區的記載很少，即便是有也往往是極小的篇幅。而關於淹水的紀錄也是如此，



大多是敘述整個大臺北地區或是板橋區的淹水狀況，若僅憑過去的新聞資料，難以得知浮洲地區的實際狀況，以及其內部各區的差異。因此，不論是浮洲地區的過去發展或是現況，皆應以訪談方式可獲得較為詳盡的資訊。

由於事先能夠蒐集到的相關資料太少，難以預期會獲得什麼樣的資訊，故採取半結構性訪談，擬定訪談大綱如表 3-1-1，以作為訪問時的依據，透過閒聊的方式，讓受訪者自由發表看法，並依照受訪者的身分選擇不同的議題，其餘則視受訪者的回答而隨時調整。如此除了大綱中的內容之外，可能還能夠獲得其他的訊息，訪談對象分為居民、地方領袖，以及社區團體，之後再進行核對與彙整。

表 3-1-1 訪談大綱

主要議題	內容
水患情況	堤防完成後淹水狀況是否有改善
	過去水患發生的成因、淹水的範圍與深度
	目前逢暴雨是否仍會有積淹的狀況
	是否有哪一巷弄比較容易發生積淹
土地使用	過去的土地使用狀況
	都市計畫之後的發展
	合宜住宅進駐之後可能造成哪方面的影響
相關圖資	是否有浮洲地區之地圖、相關計畫等資料可供借閱

資料來源：本研究製作

一、居民

於浮洲地區隨機挑選居民進行簡易的口頭訪談，訪談重點在於了解過去的水患發生的成因、淹水的範圍與深度，以及目前逢暴雨是否仍會有積淹的狀況。

二、地方領袖



村里長平日作為居民與政府單位之間的聯絡站，不論是區內的歷史發展、淹水狀況、未來的發展情勢，其所了解的程度皆較一般民眾高，可提供較為深入而廣泛的資訊。

三、社區團體

目前板橋區與浮洲地區已存在部分社區團體（詳見表 3-1-2），有參與或是關注浮洲都市空間規劃，並且長期關心地方的生態、文化與都市發展等，亦有參與政府的計畫說明會、進行社區規劃等等，比起一般居民或是地方領袖，在專業上其對於地方有更為深入的觀察與論述，且可能擁有較多的文獻、官方報告，或社團本身所做之規劃報告等各項資料可提供借閱參考。

表 3-1-2 浮洲地區社區團體

名稱	主要工作內容
新北市社區規劃師	新北市社區規劃師經常與建築的光工作坊、枋橋河流文化協會、板橋社區大學合作，提出浮洲地區的環境改善計畫或是未來發展的願景，亦有參與浮洲地區的都市更新與都市計畫。
枋橋河流文化協會	發展重點為人文教育、環境景觀、環保生態。目前主要工作分為二部分：一是社區環境的參與，積極參與社區規劃師的工作，主動連結社區資源，進行社區環境的研究與規畫，主動提供給公部門作為建設之意見。二是社區文化的研究與推廣，採集研究社區文史資料，辦理社區文化導覽及社區活動，希望藉由在地文化的認識，讓居民開始關心社區的文化與生活環境 ¹¹ 。
歡園社區發展協會	發展重點為產業發展、社福醫療、社區治安、人文教育、環境景觀、環

¹¹ 資料來源：<http://sixstar.moc.gov.tw/blog/funchiao/communityAction.do?method=doCommunityView>

保生態、綜合類。工作重點則是在於資源的整合，包括人力資源、機關資源、行政資源，同時也關注社會福利社區化與社區永續發展等議題¹²。

資料來源：本研究整理自網路

第二節 研究設計

實證研究流程如圖：

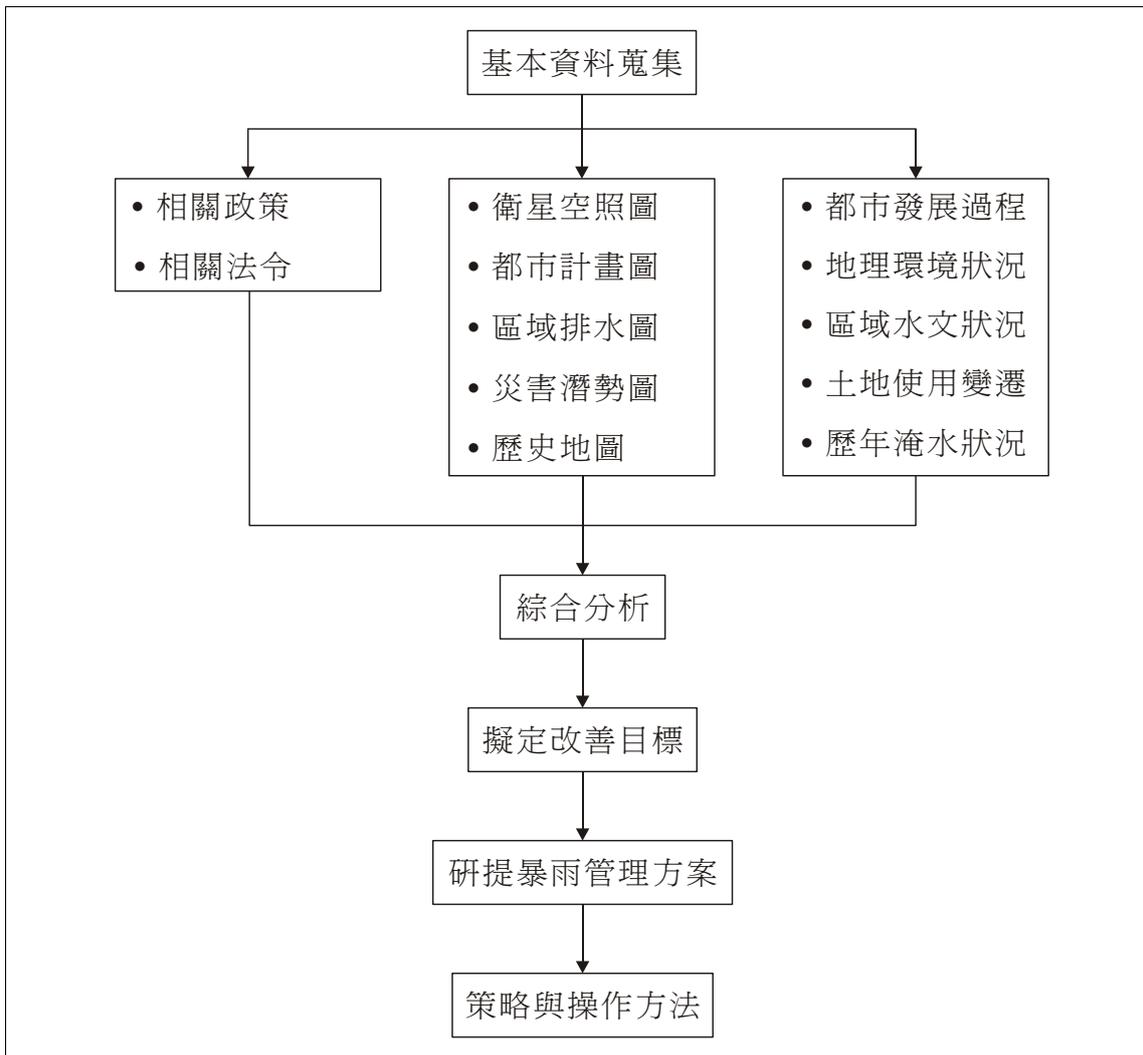


圖 3-2-1 實證研究流程圖

資料來源：本研究繪製

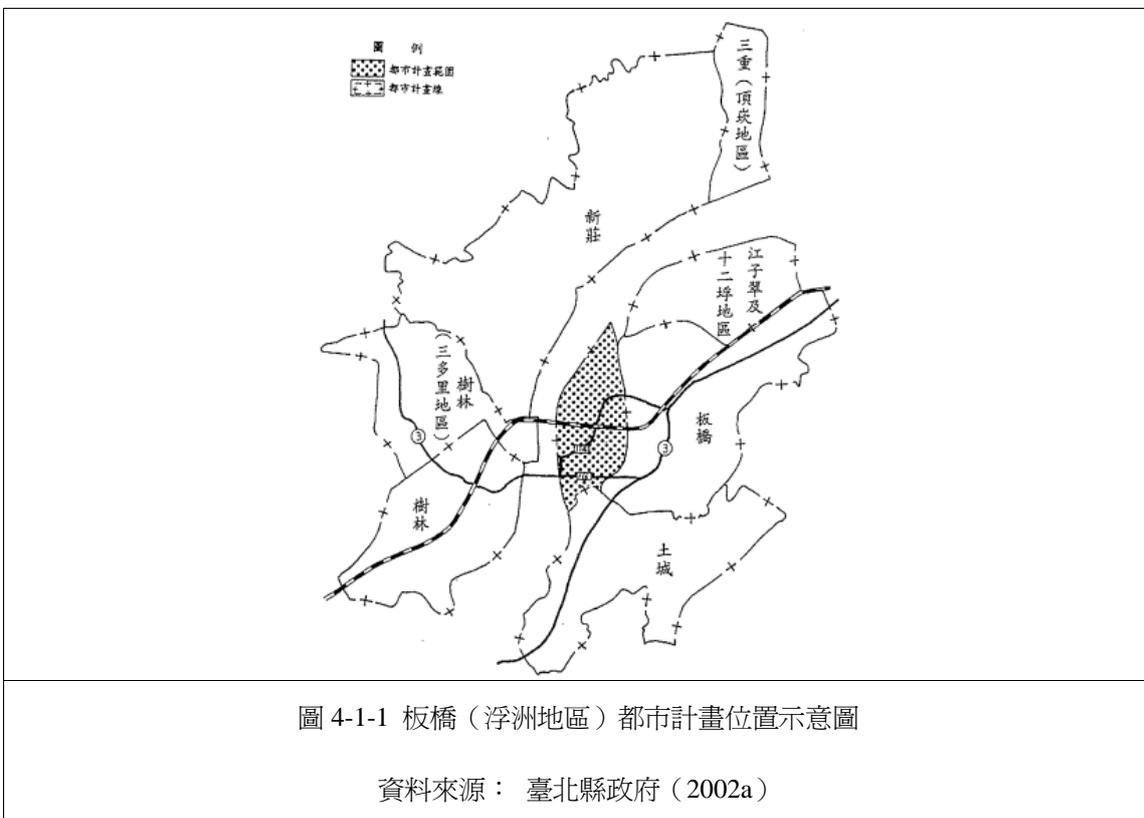
¹² 資料來源：<http://sixstar.moc.gov.tw/blog/hy8401/communityAction.do?method=doCommunityView>



第四章 實證研究

第一節 研究範圍劃定

本研究是以易淹水地區之都市設計為主軸，運用都市計畫通盤檢討的方式，搭配軟性工程與原有的防洪排水工程共同作用，以回應全球氣候變遷之下暴雨的不確定性，改變以往單純依賴硬體設施的都市治水邏輯。因此，研究範圍之選定，是考量已發布都市計畫、且經常受到水患威脅之都市土地。最終選擇新北市板橋區浮洲地區作為實證研究基地，研究範圍則是板橋（浮洲地區）都市計畫範圍。



其範圍東以滄仔溪和板橋都市計畫為界，南至土城都市計畫界線，西以臺北地區第三期防洪計畫堤防線為界，北至大漢溪與滄仔溪交會處為界，行政區則包括浮洲、大觀、僑中、中山、大安、復興等里全部，以及華中、歡園、聚安、龍安、福安等里堤內部分，而因與板橋和土城都市計畫毗鄰，故尚涵蓋滄仔溪右岸之香雅、華東兩里之一部分以及土城區內約 5 公頃的土地，總面積共 277.53 公頃。



圖 4-1-2 研究範圍圖

資料來源：新北市政府民政地理資訊系統¹³

¹³ 資料來源：<http://addr.ris.tpc.gov.tw/tpcaddr/?func=vr>



第二節 基地環境背景

壹、地方發展簡史

浮洲位於新北市板橋區西南部，以湳仔溪為界與板橋市區相望，為大漢溪與湳仔溪所共同沖積而成之沙洲平原，昔日行政區為番仔園庄。早期僅有零星平埔族原住民在此活動，直到清乾隆 41 年間（1776 年），方有泉州人吳紹恭先生前往地勢較高的三抱竹一帶進行開墾，在此形成聚落。由於地勢低窪，逢暴雨極易淹水，又無水利之便，天然條件欠佳，相較於板橋市區而言，浮洲的人口並不多。光復後政府在浮洲劃設許多眷村，浮洲人口開始增加，又因四年經濟計畫大力推展民生輕工業，在板橋境內相繼設置工業區，提供了大量的工作機會，再加上華江橋的開通以及大量低廉住宅的闢建，使得許多城鄉移民遷入板橋（高傳棋，2005），原屬板橋邊陲地帶的浮洲地區也湧入了大量的人口，1939 年至 1984 年人口成長率達 43 倍，隨後人口成長便趨於穩定，根據新北市板橋區戶政事務所截至 2012 年 12 月的統計，目前浮洲、大觀、僑中、中山、大安、復興、華中、歡園、聚安、龍安、福安等里合計共 42,927 人。

雖然人口大幅增加，但因天然地理條件的影響，浮洲一直以來都受到水患的威脅。1960 年政府開始著手規劃臺北地區整體防洪計畫，浮洲被劃為洪水平原管制區，舉凡建築物的興建、改建、修繕、拆除等等皆被嚴格地限制，直到 1996 年第三期防洪計畫完成，興建了大漢溪一測的堤防，浮洲的淹水狀況才逐漸減少，管制規定亦隨之解除，然而長年來禁限建的影響，造成都市發展遲緩，公共設施服務水準不足，政府於是開始規劃浮洲地區的轉型，2002 年發布板橋（浮洲地區）都市計畫，之後又為配合特二號道路的興建與合宜住宅政策，陸續發布了兩次都市計畫變更案。而變更板橋（浮洲地區）細部計畫（配合板橋浮洲榮工廠周邊地區都市更新計畫）專案通盤檢討案目前市都委會專案小組仍在審議中。



貳、相關政策與法令修正

國內近年來逐漸重視氣候變遷所帶來的衝擊，部分政策、計畫與法令的制訂，提出了初步的因應方式，雖然關於都市暴雨管理尚無完整而詳細的規範和數據，但在土地管理方面，已開始提及提高透水率、設置滯流設施等來降低逕流量。

一、國家氣候變遷調適政策綱領

行政院經濟建設委員會為因應全球氣候變遷，於2012年研提國家氣候變遷調適政策綱領，以提升國家調適能力，降低社會脆弱度，並建立整合性的運作機制作為政策架構與計畫推動的實施基礎。其內容涵蓋八大領域：災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性、健康。其總體調適策略則是落實國土規劃與管理、加強防災避災的自然、社會、經濟體系之能力、推動流域綜合治理、優先處理氣候變遷的高風險地區、提升都會地區的調適防護能力。而關於都市土地使用的調適策略方面則提到：

1. 提升都市地區之土地防洪管理效能與調適能力
 - (1) 結合環境容受力，調整都市發展型態，各項開發行為宜充分評估與降低其環境影響，包括減少逕流量、增加透水率、都市藍綠帶建構、滯洪與提高透水面積等功能。
 - (2) 逕流總量管理制度應納入都市及區域計畫審議，並於都市及區域計畫通盤檢討落實推動，由開發單位自行吸收因開發增加之逕流量。
 - (3) 通盤檢討都市及區域計畫，積極落實利用公園、學校、復耕可能性低之農地、公有土地等設置滯洪及設施與空間妥善利用之原則再利用設施，並納入基地開發時土地使用之規範。
 - (4) 檢討公共設施相關法規，強化公共設施之基地截水、保水措施；修訂增加道路與建築及設施之雨水貯留、透水面積及使用透水材質之規範，強



化區域保水。

2. 檢討既有空間規劃在調適氣候變遷之缺失與不足
 - (1) 以流域範圍進行整體土地使用規劃，提高流域生態系的容受能力，減低氣候變遷造成的衝擊。
 - (2) 適度調整既有居住人口、產業與土地使用方式，以降低氣候變遷脆弱度，並因應極端天氣帶來資源短缺的挑戰。
 - (3) 保護優良農地，避免轉為非農業生產功能的使用。
 - (4) 建構綠色基礎設施，經由空間規劃加強各項相關基礎建設，並調整建築物結構與材料，以有效調適城鄉地區因應氣候變遷之需求。

二、因應氣候變遷及氣候異常研擬淡水河流域都市發展與流域防災整合案

臺北市政府於 2012 年完成「因應氣候變遷及氣候異常研擬淡水河流域都市發展與流域防災整合案」。為尋求因應氣候變遷與極端氣候下都會型水治理的新典範，以淡水河流域包括臺北市、新北市、基隆市、桃園縣、新竹縣等範圍做整理規劃，建議以回復至 1995 年土地利用地表逕流為目標，為此板橋與土城區共應吸納 293CMS 的逕流。而在水防線分區上則將板橋區劃分為調適區，為都會地區重要的水源地及災害敏感帶，氣候變遷下治理重點在水土、水源、水質、水量保護及綠色基盤的保全管理，提升禁止及限制的土地管制至國土復育層級，在發展策略上除了強化既有的傳統工程以外，尚包括非傳統工程的運用，以及土地治理，如洪氾區土地使用管制、建置洪災風險地圖等等，詳見表 4-2-1。

表 4-2-1 調適區之發展策略

策略	建成區	新開發區	開放空間
保護區與農業區保水管制與貯留設施規範			●

公共設施用地設置貯留設施彈性機制			●
平地住宅保水排水系統整體規劃與增設機制	●	●	
平地複合使用開放空間系統與綠色基盤整體改造規劃			●
道路（與停車場）逕流抑制與既有設施改造保水規範	●	●	●
洪水平原水域生態敏感地保護與行水區土地使用管制			●
抗洪能力提升計畫暨兩棲建築設計規範	●	●	●
洪氾地區安全分級與調適都市設計暨更新規範	●	●	●
洪氾區管制與洪氾保險制度推動	●	●	
<p>* 建成區：城鄉地區實際建成或正在建成，相對集中分布地區</p> <p>* 新開發區：都市計畫區預計開發與開發中地區</p> <p>* 開放空間：建成區與新開發區以外地區，廣義含公園綠地、農地、保護區等與既有開曠地</p>			

資料來源：研擬淡水河流域都市發展與流域防災整合案總結報告書¹⁴

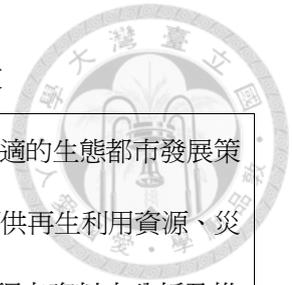
三、修正發布施行都市計畫定其通盤檢討實施辦法

為因應全球氣候變遷，京都議定書生效，溫室氣體減量、國際環保及能源衝擊，已於 2011 年 1 月 6 日發布施行「都市計畫定期通盤檢討實施辦法」修正條文，指出未來都市規劃應符合當前生態城市、節能減碳之理念，使都市朝向永續發展，並營造都市的可居性、獨特風貌。相關增修訂條文後續發布實施後可引導各地方政府規劃單位重視都市災害潛勢分析，以「上游保水、蓄洪；中游滯洪；下游排洪、雨水貯留」理念全面檢討土地使用，將來辦理都市計畫通盤檢討時，規劃單位應該依據過去都市災害發生的歷史、特性以及災害潛勢的情形，規劃及檢討流域型都市蓄洪及滯洪設施，並調整土地使用分區或使用管制，主要計畫及細部計畫應該視實際的需要，擬定生態都市的發展策略及規劃原則。而與氣候變遷以及都市水患相關之修正要點如表 4-2-2。

¹⁴ 取自臺北市都市發展局網站

<http://www.planning.tapei.gov.tw/pages/detail.aspx?Node=443&Page=5484&Index=6>

表 4-2-2 都市計畫定期通盤檢討實施辦法修正條文



<p>為瞭解各個都市具備之不同自然生態環境，針對不同之特性規劃或營造出最適的生態都市發展策略、計畫及發展環境，增列都市計畫通盤檢討前應先進行自然生態環境、可供再生利用資源、災害發生歷史及特性災害潛勢情形人口成長及組成等基本調查，並依據基本調查資料之分析及推計，加強研擬都市發展課題及願景。(修正條文第五條)</p>	
<p>第五條</p>	<p>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：</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。
<p>為落實災害防救計畫中之空間規劃指導，達到都市防災、減災之目的，增訂應依據都市災害發生歷史、特性及災害潛勢情形，調整土地使用分區或使用管制。(修正條文第六條)</p>	
<p>第六條</p>	<p>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。</p>
<p>為使都市朝向生態、永續及節能等方向規劃，新增辦理主要計畫及細部計畫通盤檢討時，應擬定生態都市發展策略及規劃原則。此外，為使生態都市規劃原則具體實現，新增辦理都市設計時，應表明相關生態規劃事項。(新增條文第七條、第八條、修正條文第九條及刪除現行條文第十條)</p>	
<p>第七條</p>	<p>辦理主要計畫通盤檢討時，應視實際需要擬定下列各款生態都市發展策略：</p> <ul style="list-style-type: none"> 一、 自然及景觀資源之管理維護策略或計畫。 二、 公共設施用地及其他開放空間之水與綠網絡發展策略或計畫。 三、 都市發展歷史之空間紋理、名勝、古蹟及具有紀念性或藝術價值應予保存建築



	<p>之風貌發展策略或計畫。</p> <p>四、大眾運輸導向、人本交通環境及綠色運輸之都市發展模式土地使用配置策略或計畫。</p> <p>五、都市水資源及其他各種資源之再利用土地使用發展策略或計畫。</p>
第八條	<p>辦理細部計畫通盤檢討時，應視實際需要擬定下列各款生態都市規劃原則：</p> <p>一、水與綠網絡系統串聯規劃設計原則。</p> <p>二、雨水下滲、貯留之規劃設計原則。</p> <p>三、計畫區內既有重要水資源及綠色資源管理維護原則。</p> <p>四、地區風貌發展及管制原則。</p> <p>五、地區人行步道及自行車道之建置原則。</p>
第九條	<p>都市計畫通盤檢討時，下列地區應辦理都市設計，納入細部計畫：</p> <p>一、新市鎮。</p> <p>二、新市區建設地區：都市中心、副都市中心、實施大規模整體開發之新市區。</p> <p>三、舊市區更新地區。</p> <p>四、名勝、古蹟及具有紀念性或藝術價值應予保存建築物之周圍地區。</p> <p>五、位於高速鐵路、高速公路及區域計畫指定景觀道路二側一公里範圍內之地區。</p> <p>六、其他經主要計畫指定應辦理都市設計之地區。</p> <p>都市設計之內容視實際需要，表明下列事項：</p> <p>一、公共開放空間系統配置及其綠化、保水事項。</p> <p>二、人行空間、步道或自行車道系統動線配置事項。</p> <p>三、交通運輸系統、汽車、機車與自行車之停車空間及出入動線配置事項。</p> <p>四、建築基地細分規模及地下室開挖之限制事項。</p> <p>五、建築量體配置、高度、造型、色彩、風格、綠建材及水資源回收再利用之事項。</p> <p>六、環境保護設施及資源再利用設施配置事項。</p> <p>七、景觀計畫。</p>

	<p>八、 防災、救災空間及設施配置事項。</p> <p>九、 管理維護計畫。</p>
<p>為儘速妥善解決公共設施保留地之問題，增訂應清查檢討實際需要，有保留必要者應考量納入整體開發，以加速其取得；及有關都市計畫書附帶規定整體開發之問題，增訂都市計畫通盤檢討時，應就尚未辦理整體開發地區檢討評估其開發之可行性，作必要之檢討變更。（修正條文第二十四條、新增條文第四十條）</p>	
<p>第四十條</p>	<p>都市計畫通盤檢討時，應就都市計畫書附帶條件規定應辦理整體開發之地區中，尚未開發之案件，檢討評估其開發之可行性，作必要之檢討變更。前項整體開發地區經檢討後，維持原計畫尚未辦理開發之面積逾該整體開發地區面積百分之五十者，不得再新增整體開發地區。但情形特殊經都市計畫委員會審議通過者，不在此限。</p>

資料來源：行政院研考會（2012），本研究重新整理

四、都市計畫法新北市施行細則草案

原都市計畫之執行是依內政部訂定之「都市計畫法臺灣省施行細則」辦理，而因新北市近年區域發展迅速，新北市政府考量到由中央主管機關統一訂定而適用於全國之法規，無法確實反映各縣都市發展之特色，亦難以對迅速發展的都市做出即時反應，故在 2011 年藉升格的契機，依都市計畫法第八十五條訂定「都市計畫法新北市施行細則」草案，並配合三重等二十處都市計畫區土地使用分區管制要點專案通盤檢討之成果，納入節能減碳、綠化保水等環境保育理念及大眾運輸導向發展、都市防災及環境美學等都市發展趨勢與規劃理念，其中有助於提高基地透水率之規範如表 4-2-3。

表 4-2-3 都市計畫法新北市施行細則

<p>建蔽率</p>	<p>以住宅區建蔽率不超過 50%、商業區不得超過 70%、工業區不得超過 60% 為原則、，若當地都市計畫書另有較嚴格之規定者，從其規定。容積率則依實際發展，循都市計畫程序，於都市計畫書中訂定。</p>
------------	--

<p>開挖率</p>	<p>住宅區不得超過 70%、商業區不得超過 90%、工業區不得超過 80%，其他使用分區為建蔽率加建築基地面積的 10%。前項各使用分區之法定開挖率，都市計畫書另有規定者，從其規定。</p> <p>為提升都市保水性能，建築基地之實際開挖率經主管建築機關審查，符合下列規定，得依下表規定獎勵容積，若各都市計畫另訂有其他容積獎勵規定者，得依其規定辦理。依「都市更新條例」等相關獎勵規定辦理之基地，不得同時適用本條獎勵規定。</p> <table border="1" data-bbox="472 730 1355 1167"> <thead> <tr> <th data-bbox="472 730 912 801">法定開挖率－實際開挖率</th> <th data-bbox="912 730 1355 801">獎勵額度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="472 801 912 875">≥ 10%</td> <td data-bbox="912 801 1355 875">基準容積之 6%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="472 875 912 949">≥ 15%</td> <td data-bbox="912 875 1355 949">基準容積之 8%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="472 949 912 1023">≥ 20%</td> <td data-bbox="912 949 1355 1023">基準容積之 10%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="472 1023 912 1097">≥ 25%</td> <td data-bbox="912 1023 1355 1097">基準容積之 12%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="472 1097 912 1167">≥ 30%</td> <td data-bbox="912 1097 1355 1167">基準容積之 15%</td> </tr> </tbody> </table>	法定開挖率－實際開挖率	獎勵額度	≥ 10%	基準容積之 6%	≥ 15%	基準容積之 8%	≥ 20%	基準容積之 10%	≥ 25%	基準容積之 12%	≥ 30%	基準容積之 15%
法定開挖率－實際開挖率	獎勵額度												
≥ 10%	基準容積之 6%												
≥ 15%	基準容積之 8%												
≥ 20%	基準容積之 10%												
≥ 25%	基準容積之 12%												
≥ 30%	基準容積之 15%												
<p>綠化面積</p>	<p>公園、綠地、廣場、兒童遊樂場等公共設施用地應留設用地總面積二分之一以上種植花草樹木，其他建築基地內實設空地扣除依相關法令規定無法綠化之面積後應留設二分之一以上種植花草樹木。</p> <p>但因設置無遮簷人行道、裝卸位、現有道路及車道，致實設空地未達應種植花草樹木面積者，則僅限實設空地須種植花草樹木，惟應參考「建築基地綠化設計技術規範」立體綠化規定，於屋頂、陽台等水平人工地盤予以綠化。</p>												
<p>雨水貯留設施</p>	<p>配合永續發展及循環經濟，並為增加雨水貯留及涵養水分避免開發行為造成地表逕流擴大，建築開發行為應設置充足之雨水貯留滯洪及涵養水分再利用相關設施，有關實施範圍、送審書件及設置標準，由本府訂定之。前項增設雨水貯留利用滯洪設施所需樓地板面積，得不計入容積。</p>												
<p>建築規範</p>	<p>申請綠建築設計取得綠建築候選證書及通過綠建築分級評估銀級以上者，給予基準容積百分之六之獎勵，取得黃金級以上者，給予基準容積百分之八之</p>												

獎勵，取得鑽石級以上者，給予基準容積百分之十之獎勵。

資料來源：都市計畫法新北市施行細則草案總說明¹⁵

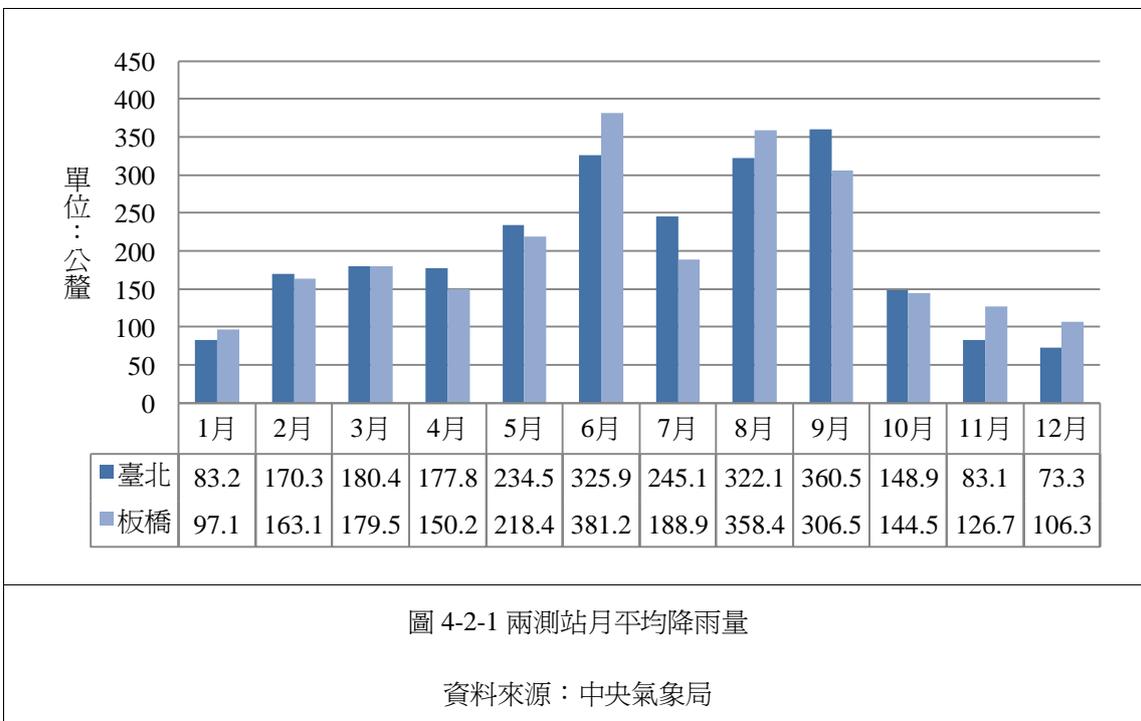


參、地理環境概述

一、氣候

由於中央氣象局板橋測站恰位於浮洲地區¹⁶，其數據對於本研究而言應是較為準確而具代表性，惟板橋測站於 2002 年設站，資料年限太短，恐不足以顯示長期的氣候狀況，故取鄰近之中央氣象局臺北測站¹⁷數據作為對照，其中臺北測站取三十年之平均（1981 至 2010 年）；板橋測站則為十年平均（2003 至 2012 年）。

兩測站之年均溫均為 23°C，而在年降雨量方面，板橋測站為 2420.7 公釐；臺北測站為 2405.1 公釐，而不論是哪一測站，其降雨量皆集中於 5、6 月的梅雨季以及 8、9 月的颱風季，約占全年總量的一半（圖 4-2-1）。



¹⁵ 取自新北市政府城鄉發展局網站

http://www.planning.ntpc.gov.tw/web66/_file/1691/ABdownload/1311904756353file.pdf

¹⁶ 地址為新北市板橋區大觀路二段 265 巷 62 號

¹⁷ 地址為臺北市中正區公園路 64 號



二、地形、地勢與地質

浮洲地區位於大漢溪與滄仔溪接壤的狹長地帶，故地形上主要是以沖積平原為主，地勢低窪而平坦，海拔在 15 公尺以下，且多介於 5 至 10 公尺之間，南高北低。大觀路以 S 形貫穿本區，為本區地勢的高點，分別依堤防及滄仔溪順勢而下，全區最低點則位於大漢溪及滄仔溪交會處（內政部營建署，2001）。

本研究以內政部營建署於 2001 年之《板橋市（浮洲地區）雨水下水道系統規劃》中的附圖〈板橋市（浮洲地區）道路中心及現有高程示意圖〉（參見附錄一），搭配 2009 年臺北縣板橋市公所之〈臺北縣板橋市雨水下水道台帳圖〉，來補上土城捷運機廠以及滄仔溪右側板橋市區部分的高程點，最後使用 ArcGIS 10.1 軟體內插生成等高線，可得到浮洲地區的高程略圖（圖 4-2-3），並且再以此高程圖畫出東西向與南北向的高程剖面圖（圖 4-2-4 與圖 4-2-5）。

東西向高程剖面圖顯示，約在浮洲火車站地勢略低，而地勢最低點則出現在東側接近滄仔溪處；而由南北向高程剖面圖則可看出南高北低的趨勢，但以南側接近四汙頭截水溝處匯入滄仔溪處地勢最低（圖 4-2-2），之後往南又再度升高。

在地質方面，本區位於臺北盆地西部，其沖積平原岩層為現代沖積層，由沙粒、礫石、泥土等所組成（內政部營建署，2001），而現代沖積層在地質年代上屬全新世，依照內政部營建署洪水平原敏感地劃設原則即屬洪水平原敏感地。



圖 4-2-2 四汙頭截水溝匯入滄仔溪

資料來源：本研究拍攝

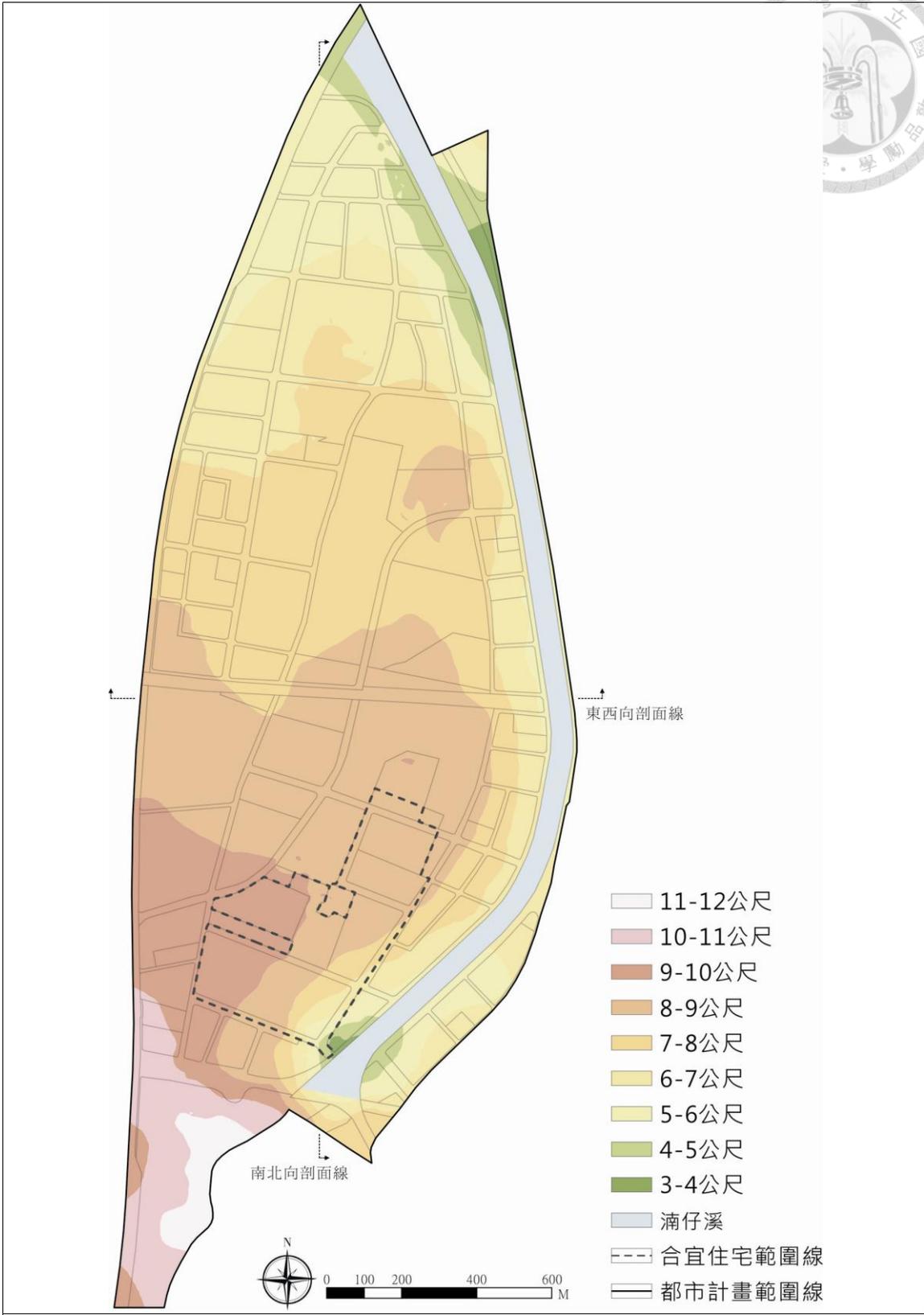


圖 4-2-3 浮洲地區高程示意圖

資料來源：本研究繪製



圖 4-2-4 浮洲地區東西向高程剖面示意圖

資料來源：本研究繪製

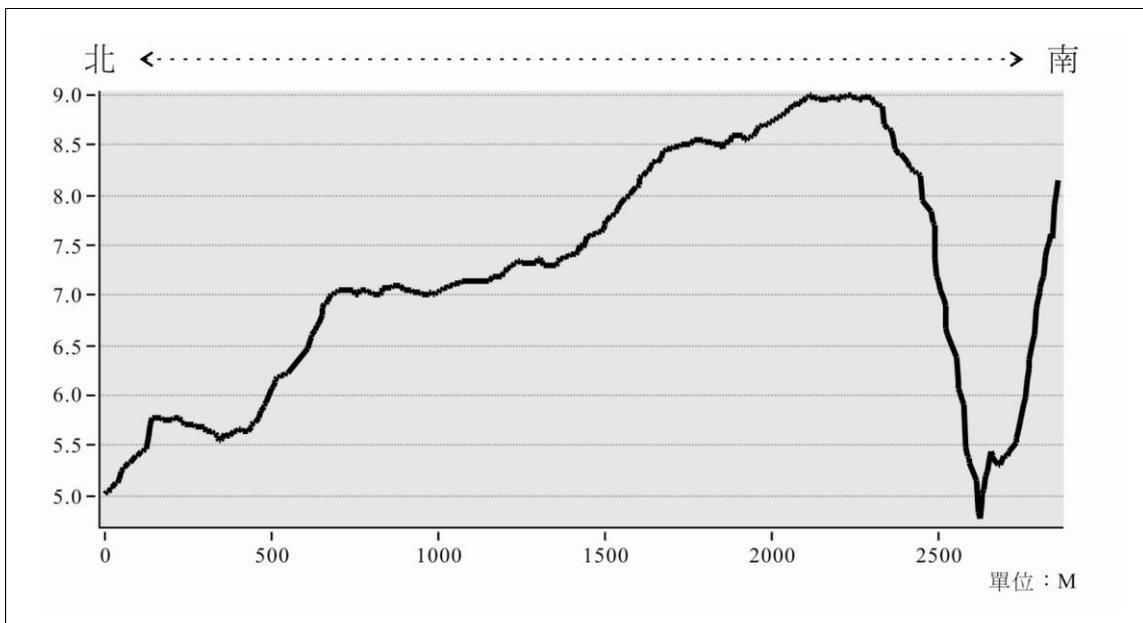


圖 4-2-5 浮洲地區南北向高程剖面示意圖

資料來源：本研究繪製



肆、水文狀況

一、臺北地區防洪計畫

隨著經濟發展，大臺北地區人口不斷增多，而淡水河流域的低窪地區在颱風時節卻經常氾濫成災，爲了徹底消弭洪災，確保人民生命財產安全，並有利於都市土地開發利用，政府於 1960 年開始著手規劃臺北地區整體防洪計畫，1973 年由經濟部水資源局統一規劃委員會提出建議方案報奉行政院核定，以 200 年頻率洪水作爲設計保護基準沿淡水河及其支流兩岸興建堤防，自 1982 年開始共分三期進行。浮洲一側堤防屬於第三期工程（圖 4-2-6），於 1990 年開始辦理，至 1996 年辦理完成，其中大漢溪設計洪水量爲 13,200 秒立方公尺（圖 4-2-7）。工程內容尚包括引水幹線、抽水站以及閘門工程，其分布位置如圖 4-2-8。

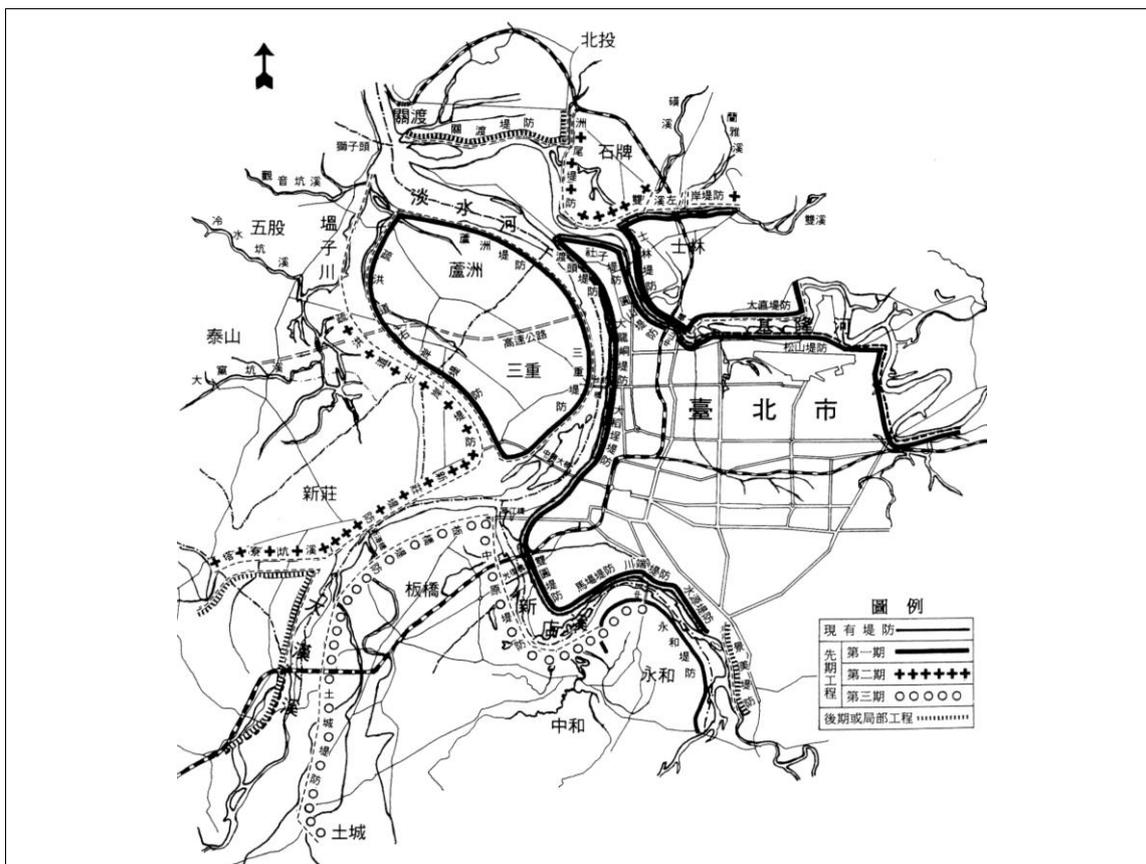


圖 4-2-6 臺北地區防洪計畫

資料來源：板橋市志續編編輯委員會（1997）



二、滄仔溪

(一) 河道演變概況

滄仔溪為大漢溪支流，原來水源豐沛，有舟楫水運之便，來往於新莊、淡水之間。1919 年興築桃園大圳，1924 年又在大漢溪上游石門建造攔水堰水門，導致大漢溪中下游水量大減（高傳棋，2005）。1990 年代滄仔溪左右兩岸修築環河快速道路，使滄仔溪河道銳減。而在臺北地區防洪計畫浮洲堤防興建之後，已將新興橋上游之溝址都市計畫變更為捷運藍線機廠用地，捷運土城機廠工程以廢土填埋河道，自此大漢溪溪水已不再流入滄仔溪，失去源頭水源的滄仔溪水量又再度減少，現在的溪水主要是來自周邊土城、板橋、浮洲之生活汙水與工業廢水，成為都市中的大排。

目前滄仔溪集水區面積共 1,904 公頃，其中都市計劃區約佔 1,345 公頃，外圍山區約佔 559 公頃。其中土城、清水以及板橋新興部分集水區係匯流至板橋與土城交界之四汙頭截水溝之後，匯入滄仔溪，由於集水區內的汙水下水道尚未建置完成，大量的汙水和廢水在未經處理的狀況下直接排入滄仔溪，導致其水質呈現重度汙染（臺北縣政府，2006）。

(二) 滄仔溝整治及綠美化工程

新北市特二號道路是沿滄仔溪施作高架道路，此舉將使滄仔溪河道寬度縮減，而對原有的防洪排水措施造成影響，為配合此項工程，新北市政府遂展開滄仔溪整治及綠美化工程計畫，行政院 2003 年核定建設計畫及綜合規劃報告，由中央補助 9.5 億辦理滄仔溝整治及綠美化工程，新北市政府則另向行政院環保署爭取約 5.5 億的水質改善經費，計畫內容包括防洪排水、水質改善與河道綠美化。

新北市政府於 2006 年提出「滄仔溝水質整體改善計畫」，以「汙水截流配合溪水人工濕地處理」為優選方案，該方案是將晴天汙水全部以截流管截流至沿防



汎道路埋設汙水幹管，並於大漢溪右岸浮洲橋北側高灘地設置人工濕地，將大漢溪水引入做處理，處理後的水源再引至滄仔溪上游端作為補充基流。2009 年大漢溪右岸浮洲人工濕地完成，總面積 40 公頃，設計進流量為 40,000 CMD，其中 10,000 CMD 的汙水進入礫間接觸曝氣系統，其餘 30,000 CMD 的汙水則直接進入人工溼地，而處理後的水再排入大漢溪與滄仔溪。

目前匯入滄仔溪的水是經由四汙頭閘門再排入大漢溪，如遇暴雨大漢溪水位高漲時，則將四汙頭閘門關閉，改由四汙頭抽水站將水抽排至大漢溪（抽排量 80CMS）。而為改善四汙頭抽水站周邊淹水，以及抽排量不足的狀況，2006 年又於四汙頭抽水站旁興建僑中抽水站（抽排量 40CMS），目前則計畫於浮洲橋下附近再增設浮洲抽水站（抽排量 40CMS）。2012 年為配合新北市特二號道路沿滄仔溪落墩的施作，新北市水利局於《滄仔溝整治及綠美化工程第 3-1 標暨公共溝通委託技術服務案基本設計報告》中重新檢討滄仔溪的治理，將部分斷面進行河道拓寬和清淤，將原來滄仔溪五年一次颱風降雨流量 192CMS 提高至 240CMS。

三、區內排水幹線

內政部營建署於 2001 年進行浮洲地區雨水下水道系統之規劃，因浮洲地區當時尚無完整的雨水下水道與汙水下水道系統，部分地區僅依靠既有道路與地勢來進行排水，因此其策略是盡量利用現有的排水暗渠，盡可能沿著計畫道路埋設暗渠，以減少溝渠用地取得之困擾。

浮洲地區的排水計畫是略以大觀路二段和僑中二街作為分水嶺，劃分為滄仔、大漢兩排水分區，滄仔排水區位於浮洲地區東區，暴雨排入滄仔溪後經四汙頭閘門匯入大漢溪；而大漢排水區則位於浮洲地區西區，由於西側有堤防阻隔，故排水幹線是沿防汛道路鋪設，之後同樣再經四汙頭閘門匯入大漢溪。依照 2001 年之規劃，雨水下水道的設計標準是採用臺北地區三年一次暴雨強度為依據；而抽水站抽水量則是採用臺北地區五年一次颱風降雨強度為依據，此兩者公式分別如

下：

$$\text{臺北地區三年一次暴雨降雨強度 } I_3 = \frac{7453}{(t + 44.76)} \quad (\text{式 4-2-1})$$

$$\text{臺北地區五年一次颱風降雨強度 } I_5 = \frac{4867}{(t + 48.30)} \quad (\text{式 4-2-2})$$

式中 I：降雨強度 (mm/hr)

t：降雨延時 (min)

而此排水計畫是以當時浮洲地區的都市計畫圖來做規劃(圖 4-2-9)，在此之後浮洲地區都市計畫已經過兩次變更，不過雨水下水道系統規劃尚未更新，仍以 2001 年之規劃為設計依據。而圖 4-2-10 則是將目前已竣工之雨水下水道管線套疊至都市計畫圖，雖然與最初的規劃稍有不同，但依舊是以大觀路二段和僑中二街作為分水嶺，並且沿著既有道路鋪設。

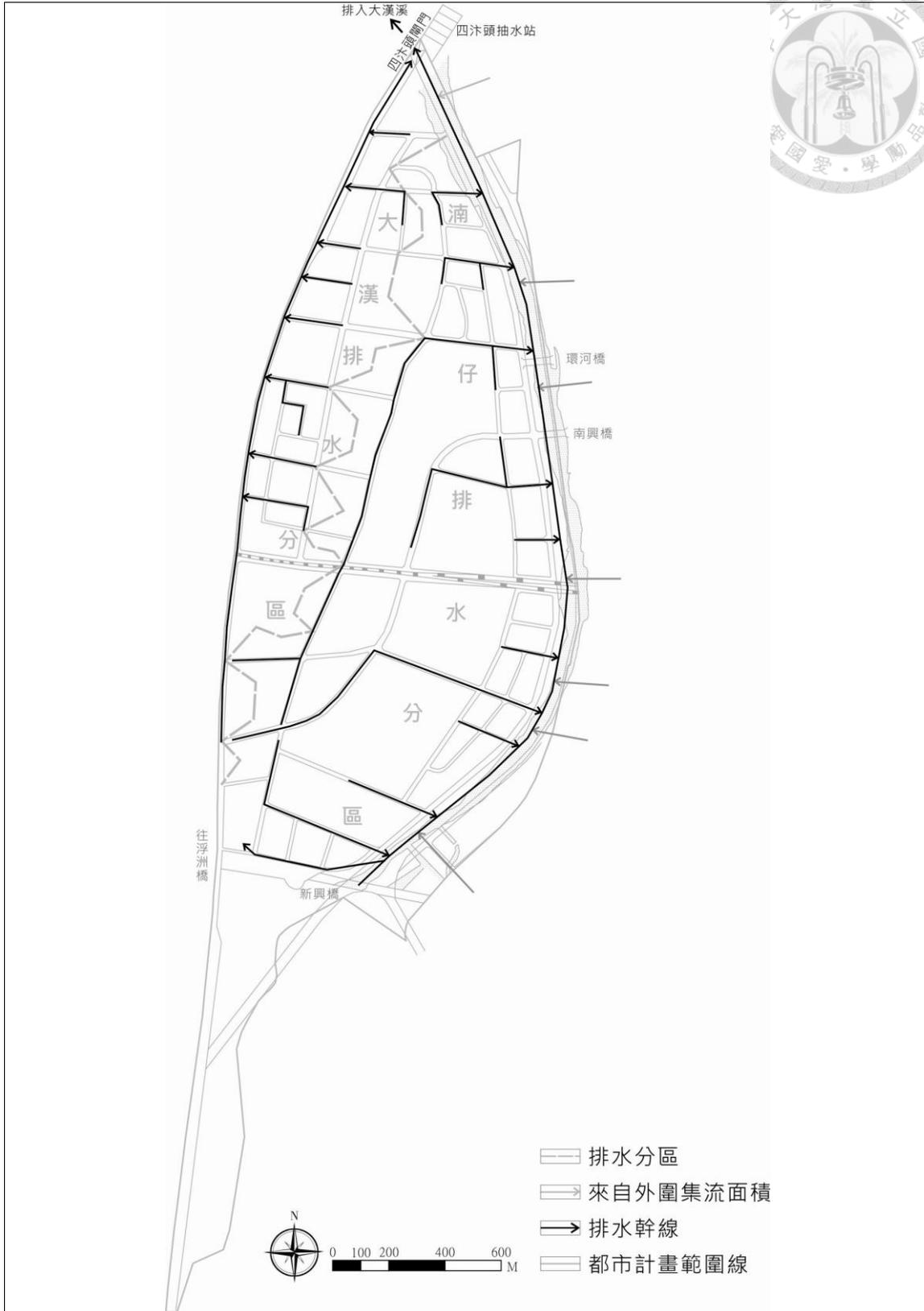


圖 4-2-9 浮洲地區 2001 年雨水下水道系統計畫圖

資料來源：內政部營建署（2001）

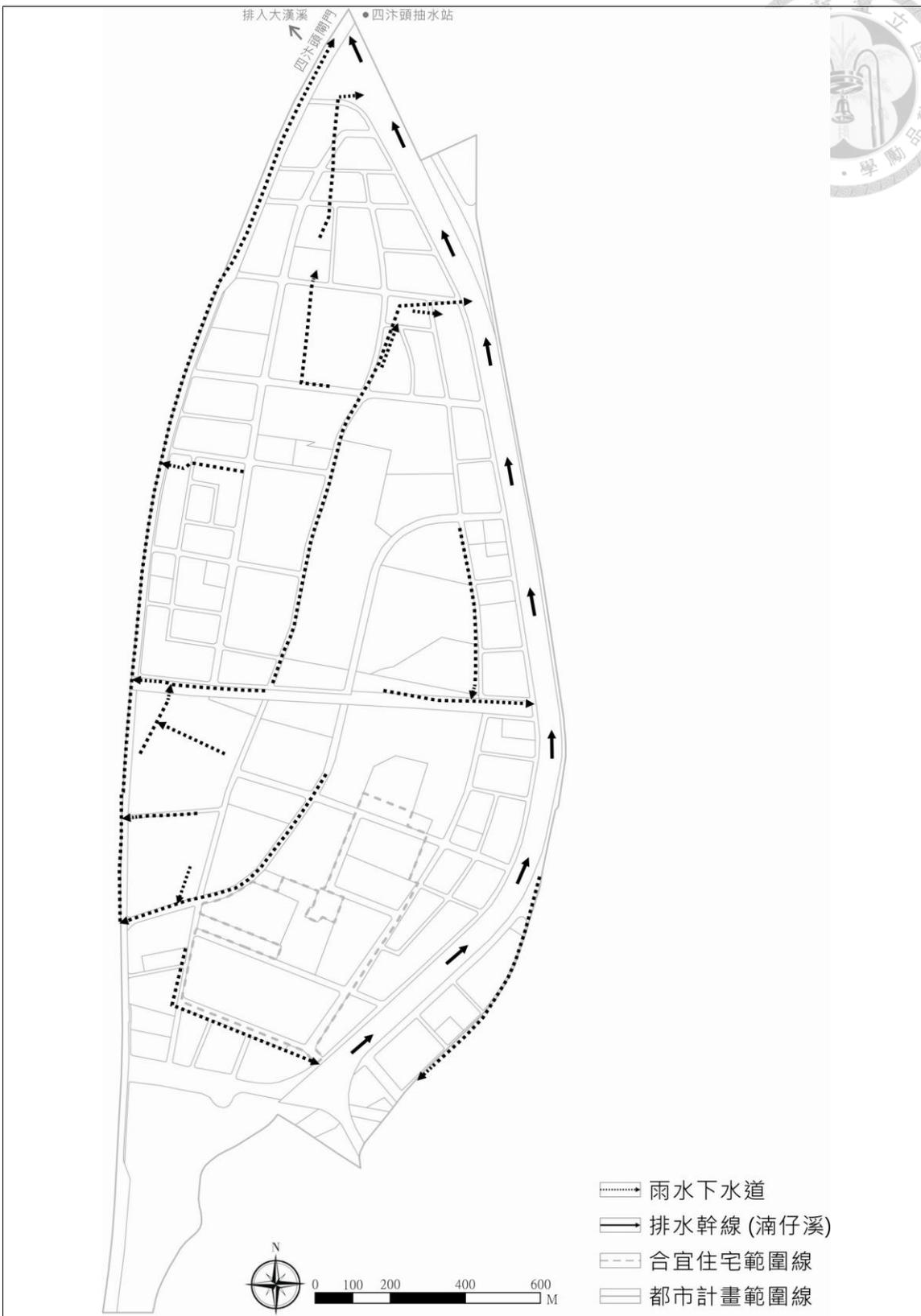


圖 4-2-10 浮洲地區雨水下水道管線現況

資料來源：本研究繪製



伍、土地使用變遷

堤防興建之前，浮洲地區靠近大漢溪一側的河岸土地，其陸域範圍不穩定每逢暴雨來襲，大漢溪河道改道引起侵蝕和沖積狀況改變，與新莊一側的土地相互消長，觀察 1895 年與 1935 年的浮洲地區地圖可發現此段河岸的變化，而由《板橋市志續編》對於四股尾（今僑中一街靠近大漢溪之處）之敘述亦可見一斑：

早期此地區會隨大漢溪變換河道而改變位置，有時在浮洲，有時則流至新莊柏子林，因此在該地便有一戲謔傳聞，意指「四股尾的土地公常賭輸新莊柏子林的土地公，因而不得不將四股尾劃分給新莊柏子林土地公，所以四股尾才會常常變換位置」。

直到 1996 年第三期防洪計畫完成，興建了大漢溪一測的堤防，浮洲地區的陸域範圍才確定下來，堤外為變動性較大的河道；堤內則為都市空間。而在土地使用方面，早期僅有三抱竹與番子園南北兩個聚落，其餘土地大多數皆為農田，土地利用的變遷幅度不大，至光復後才出現了明顯的變化，因政府在浮洲地區劃設眷村，又有台灣藝術學校（今國立臺灣藝術大學）、國立華僑實驗中學（今國立華僑實驗高級中學）等文教機關進駐，浮洲地區的聚落與建物逐漸增加。之後隨著板橋的產業發展，人口大幅度增加，由歷年來的地圖亦可看出原來的農田、空地面積逐漸減少，發展越來越密集（圖 4-2-11 至 4-2-14）。

未實行都市計畫以前，浮洲地區的土地屬於非都市土地之鄉村區或是一般農業區，公有土地比例占近六成，約 160 公頃（圖 4-2-15）。圖 4-2-16 與圖 4-2-17 分別為 2002 年都市計畫所做之土地使用現況，以及建築物分布概況調查，至今仍是大致相同，由圖可見浮洲地區現在住宅、工廠林立，其中多為小型工廠分布於住宅區內，住、工混合程度高，且集中分布大漢溪與滄仔溪河道兩側。而因過去屬淡水河洪水管制平原，受到禁限建規定的影響，又未經都市計畫整理，有建物矮緊密、巷弄狹小且無下水道系統的情形。



2002 年發布板橋（浮洲地區）都市計畫，總面積共 277.53 公頃，以 2011 年為計畫目標年，人口 60,000 人、密度為每公頃 550 人，採大街廓方式規劃，而公有土地則優先提供作為公共設施使用，保留原有之文教設施與機關團體，其餘則規劃為住宅社區，其中既有的住宅區則屬再發展區，並以鐵路為界劃為南北兩大社區，一共涵蓋四個里鄰居住單元，但此次所發布之都市計畫因區段徵收財務未能平衡，最終並未實行。而此後又發布兩次都市計畫變更案，第一次是在 2008 年，為避免特二號道路橋墩完全落於現況河道中而影響滄仔溪排洪能力，再發布變更板橋（浮洲地區）都市計畫案。第二次則是在 2011 年為配合新北市政府之合宜住宅政策，發布變更板橋（浮洲地區）都市計畫案，將原來榮工棒球場與慈園棒球基地之土地作為合宜住宅用地。兩次變更案就土地使用分區之面積與分布來看，與 2002 年相比並未有太大的改變，而經兩次變更之後，目前浮洲地區都市計畫如圖 4-2-18。

比較都市計畫前後的土地使用分區面積（表 4-2-4 與 4-2-5），其最大的差異在於河川空間減少，由 22.02 公頃降至 10.47 公頃，且在都市計畫中河川區是劃設在堤防內部的防汛道路，作為聯外道路使用，滄仔溪則是劃為園道用地。另外，若以土地透水率的角度來看，在都市計畫前農業使用與空地共計 53.55 公頃，其中東北側空地即目前的浮洲運動公園，若將都市計畫圖套疊至空照圖（圖 4-2-19），可發現這些農地與空地幾乎皆被劃為住宅區或商業區，而都市計畫中的綠色用地，包括公園用地、兒童遊樂場用地以及體育場用地共計 13.06 公頃，僅剩約四分之一，即便是把園道也納入計算，其面積仍是低於原來的 53.55 公頃。

表 4-2-4 2002 年浮洲地區都市計畫前土地使用狀況

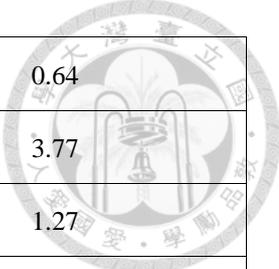
項目	面積（公頃）	百分比（%）
住宅使用	62.52	22.50
商業使用	2.57	0.90

工業使用	輕工	23.93	8.60
	重工	8.81	3.20
農業使用		3.63	1.30
機關使用		32.12	11.60
市場		0.57	0.20
文教使用		20.52	7.40
停車場		4.04	1.50
加油站		0.17	0.10
宗教使用		0.17	0.10
休憩使用		2.34	0.80
資源回收場		0.89	0.30
河川使用		22.02	7.90
空地		49.92	18.00
道路		40.42	16.40
鐵路		2.89	1.00
總計		277.53	100.00

資料來源：臺北縣政府（2002a）

表 4-2-5 浮洲地區都市計畫土地使用分區面積

項目	面積（公頃）	百分比（%）
住宅區（含再發展區）	108.65	39.15
第一種住宅區	11.06	3.99
商業區	13.82	4.98
第一種商業區	2.02	0.73



車站專用區	1.79	0.64
河川區	10.47	3.77
機關用地	3.53	1.27
國小用地	7.29	2.63
國中用地	7.09	2.56
高中用地	10.11	3.64
大專用地	6.31	2.27
公園用地	7.05	2.54
體育場用地	2.67	0.96
兒童遊樂場用地	3.34	1.20
廣場用地	0.37	0.13
停車場用地	0.79	0.28
加油站用地	0.15	0.05
社會福利設施用地	2.98	1.07
電信用地	0.20	0.07
變電所用地	0.45	0.16
抽水站用地	0.69	0.25
捷運系統用地	13.82	4.98
道路用地	36.77	13.25
鐵路用地	3.80	1.37
園道用地	22.31	8.04
總計	277.53	100.00

資料來源：本研究整理自新北市政府（2011）



圖 4-2-11 浮洲地區 1895 年地圖

資料來源：高傳棋老師提供

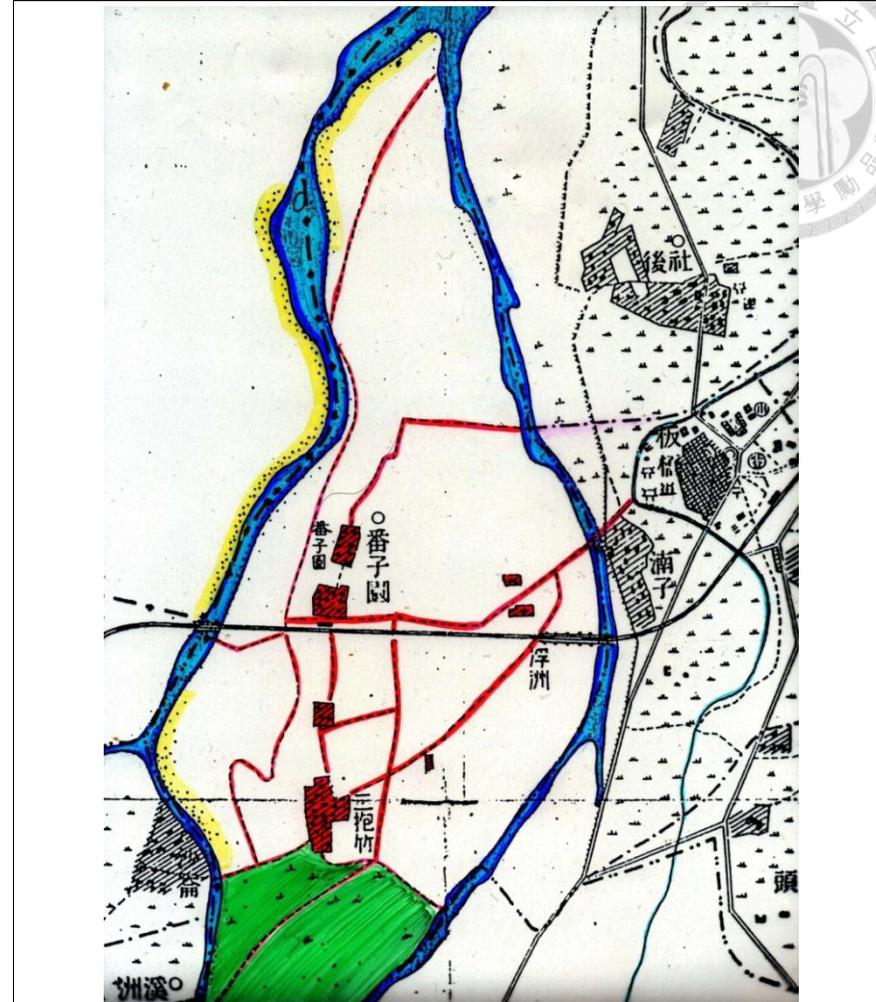


圖 4-2-12 浮洲地區 1935 年地圖

資料來源：高傳棋老師提供



圖 4-2-13 浮洲地區 1971 年地圖

資料來源：高傳棋老師提供

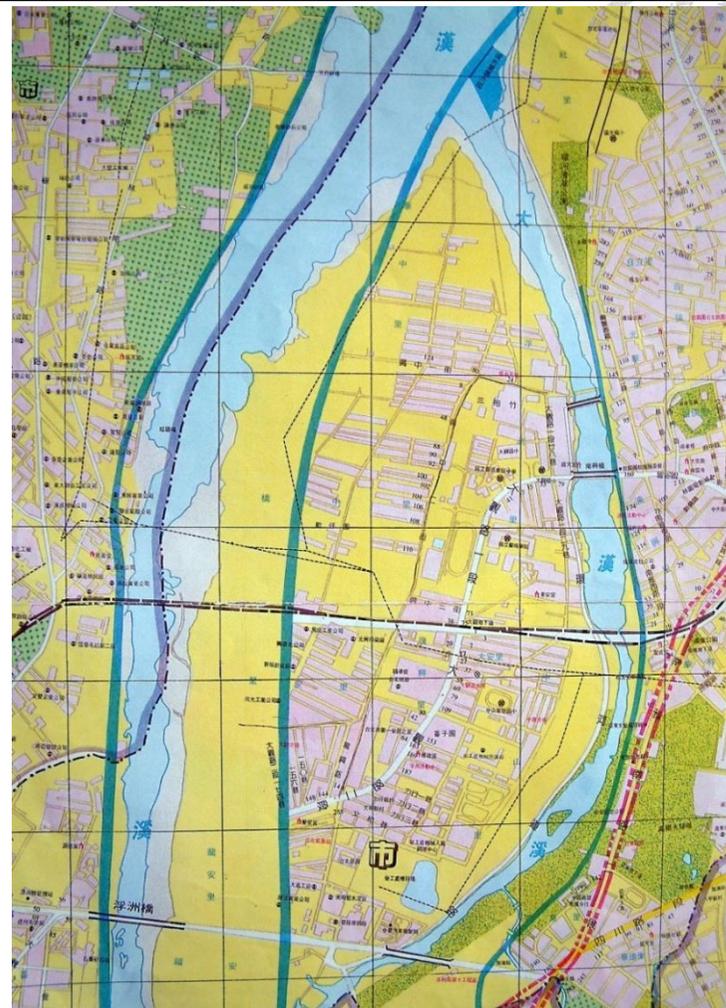


圖 4-2-14 浮洲地區 1997 年地圖

資料來源：高傳棋老師提供



圖 4-2-15 浮洲地區土地權屬分布示意圖

資料來源：本研究繪製

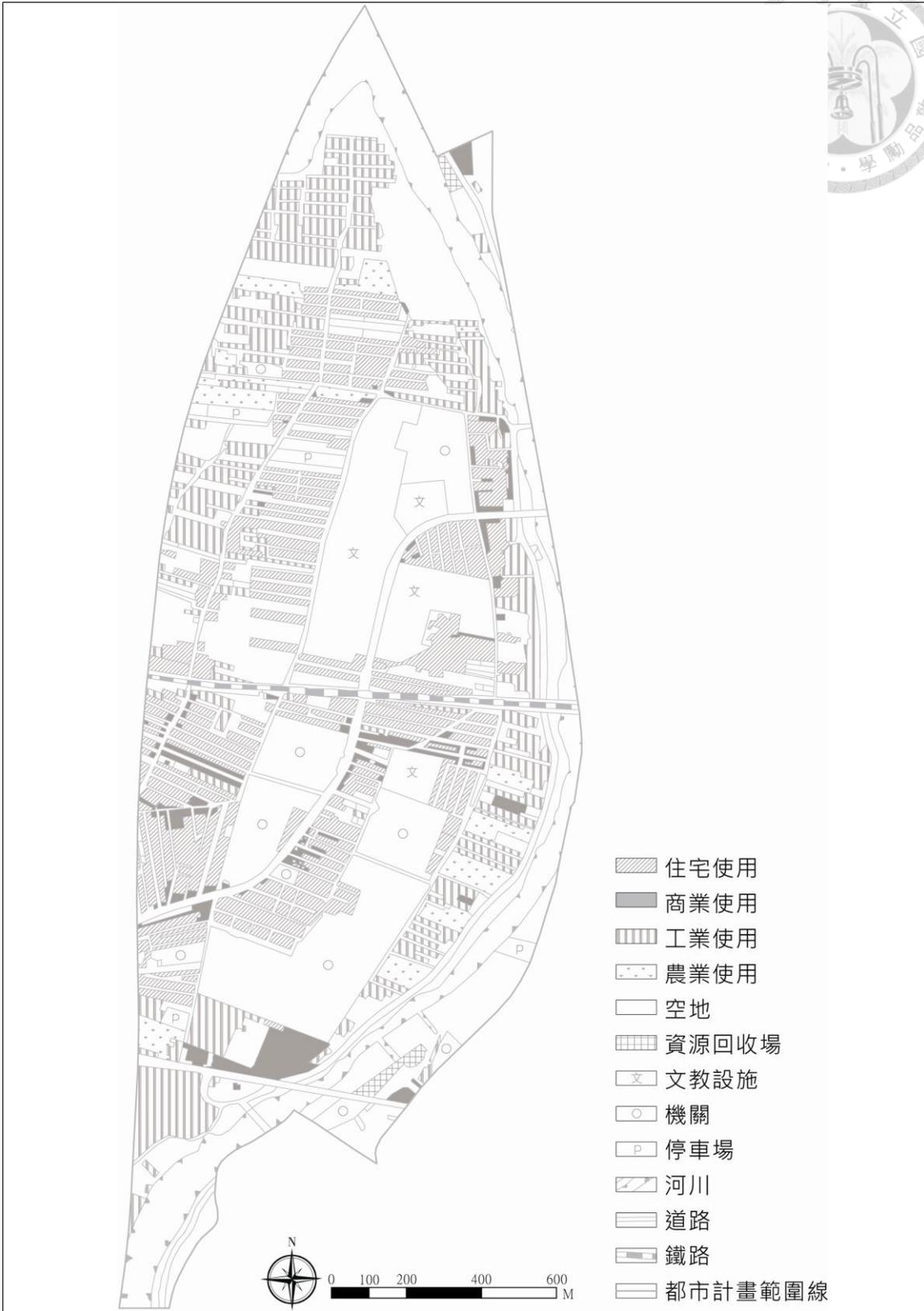


圖 4-2-16 浮洲地區土地使用狀況示意圖

資料來源：臺北縣政府（2002a）

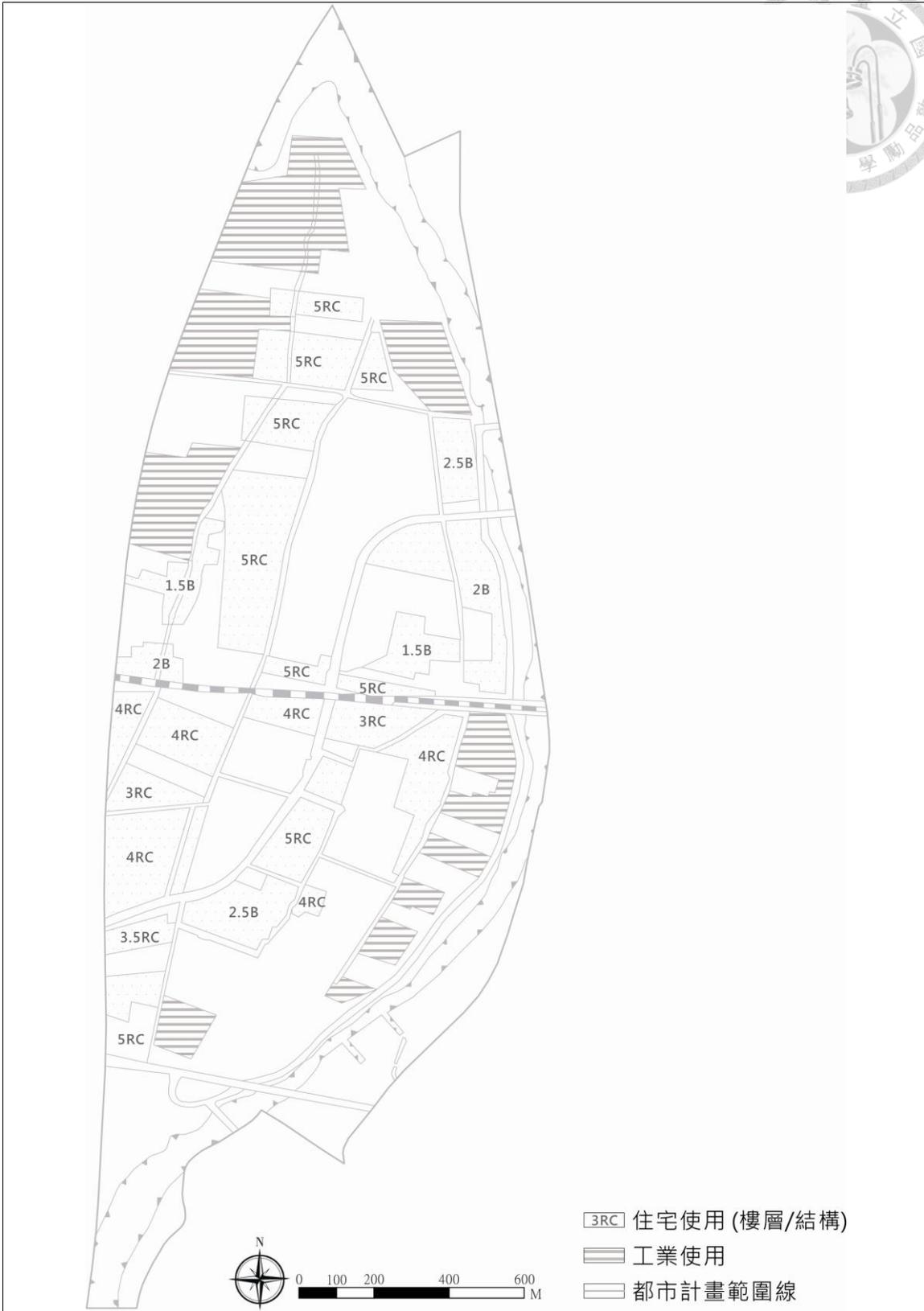


圖 4-2-17 浮洲地區建築物分布概況示意圖

資料來源：臺北縣政府（2002a）



圖 4-2-18 浮洲地區都市計畫圖

資料來源：本研究繪製



圖 4-2-19 浮洲地區都市計畫圖套疊空照圖

資料來源：本研究繪製



陸、水患風險

一、歷年水患災害概述與其成因分析

如前述所言，浮洲為大漢溪之河床浮覆地，當暴雨來襲時河川水位暴漲，地勢較低窪的土地即被大水所覆沒，這在堤防興建之前實為常態，而堤防完成之後浮洲已幾無外水氾濫至市區內的情形，1996 年後兩次大淹水主要都是人為疏失（水門開閉問題、抽水引擎故障）所致。透過訪問多數人印象較深刻、較多次被提到的水患共計有四次，以堤防興建前後作為區隔，建前為葛樂禮颱風；建後則是賀伯颱風、納莉颱風，以及 612 大雨，其成因與災情分述如下，淹水巷弄之位置則可參見附錄一浮洲地區街道圖。

（一）葛樂禮颱風

1963 年 9 月 6 日，颱風葛樂禮在關島西北方的海面上生成，11 日向臺灣北部侵襲，豪雨如注，為典型的西北颱。9 月 8 日至 11 日臺北測站最大 24 小時累積雨量為 380.7 公釐，若單以此數字來看，其災害程度不高，但因淡水河上游地區總降雨量達 1785.9 公釐，使得石門水庫水量激增，必須採取洩洪措施，洩洪量高達每秒 10000 立方公尺，大水順流而下，又適逢大潮，淡水河海水倒灌，造成大臺北地區嚴重淹水，浮洲地區尤以婦聯一村（今板橋榮家）、婦聯二村（

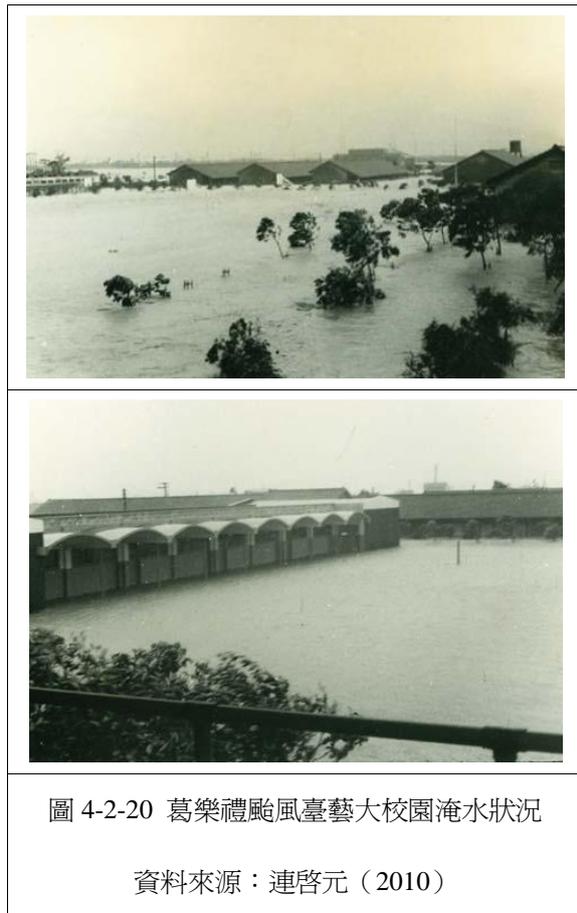
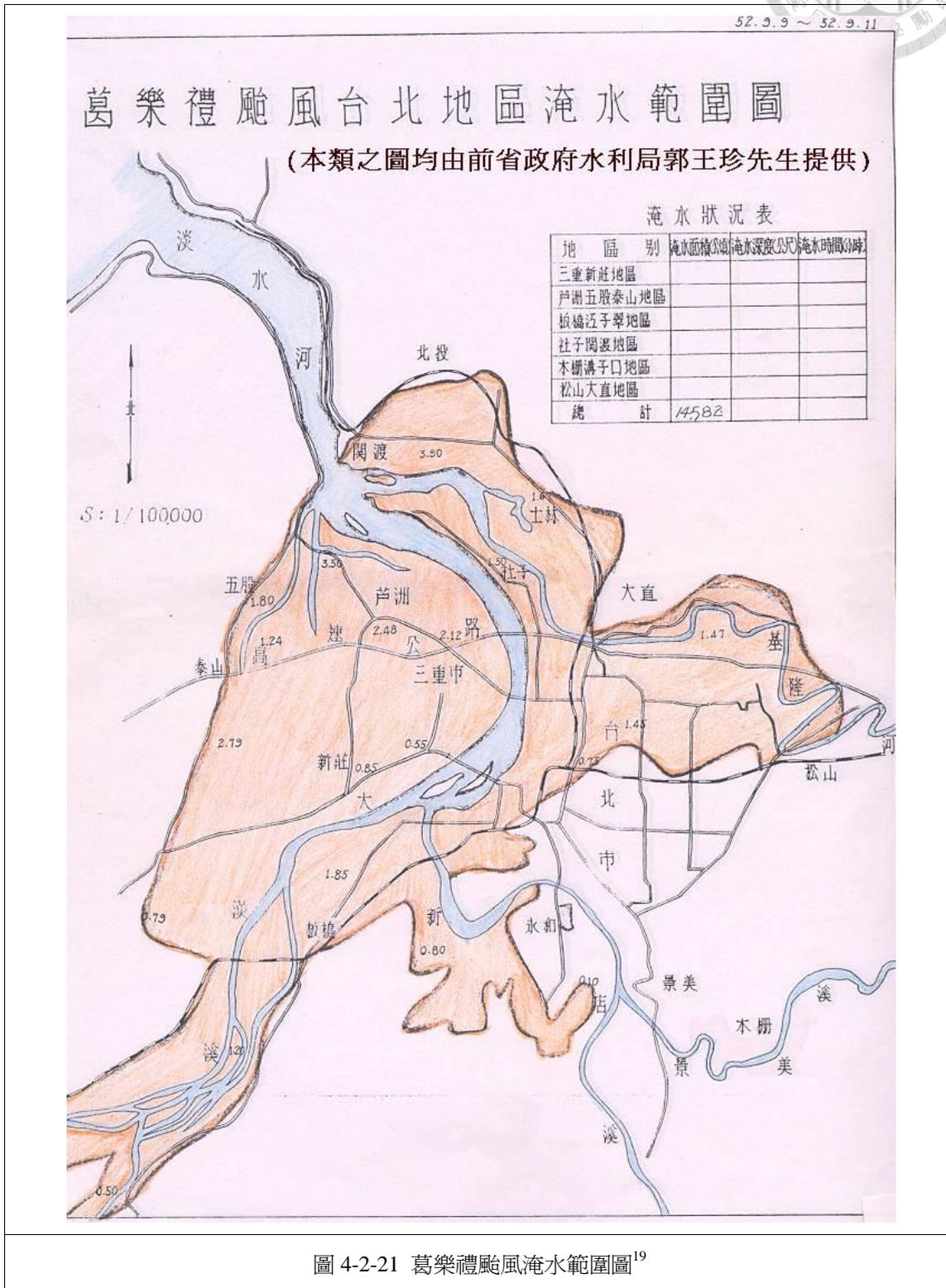


圖 4-2-20 葛樂禮颱風臺藝大校園淹水狀況

資料來源：連啓元（2010）

今榮工處）最為嚴重，水深達一層樓高，圖 4-2-20 為臺藝大校園當時的狀況，災情可見一斑。另一方面則是中央氣象局對於颱風走勢的誤判，使民眾對於颱風疏

於防備，因而對豪雨措手不及，故釀成嚴重的災害，幾乎整個臺北地區皆發生淹水（圖 4-2-21）。

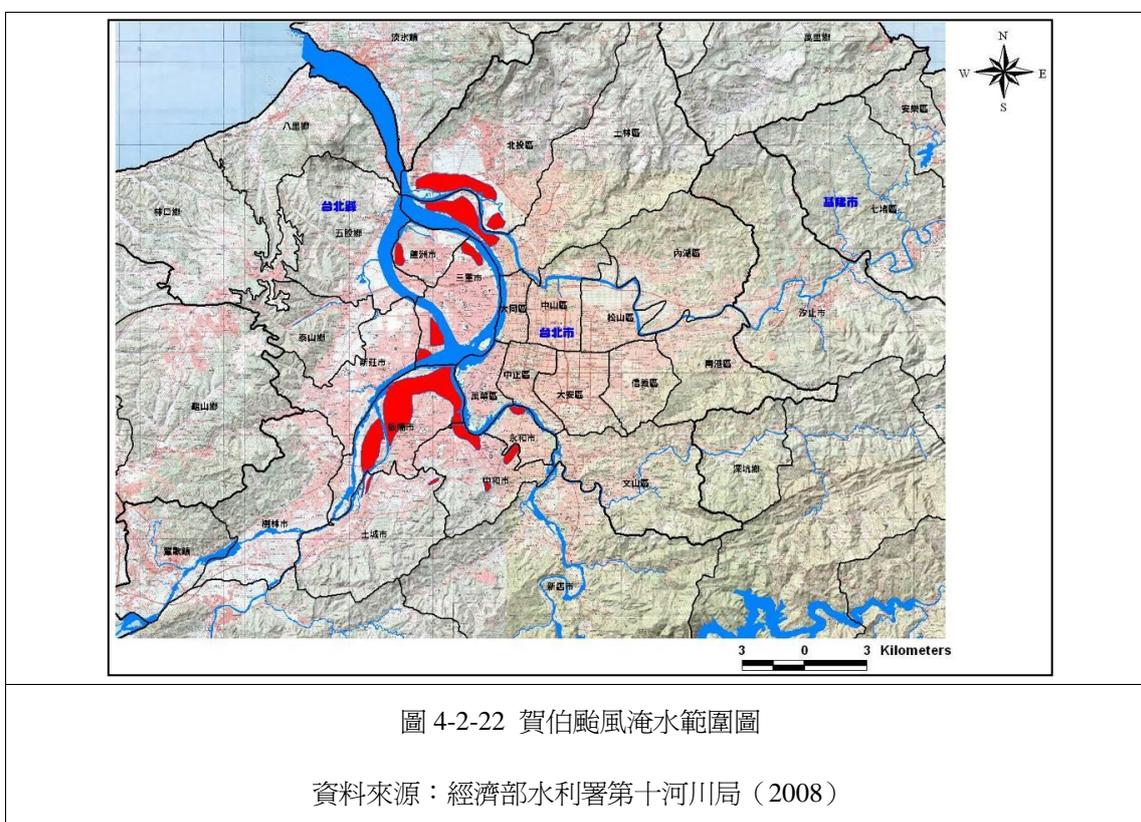


¹⁹ 資料來源：<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/tyfnweb/image/ty-flood/1963gloria-r.jpg>



(二) 賀伯颱風

1996 年 7 月 24 日賀伯颱風生成，27 日發展為強烈颱風，31 日由宜蘭登陸，為臺灣帶來強風豪雨，阿里山測站最大 24 小時累積雨量 1748 公釐，為當時臺灣連續 24 小時的降雨紀錄之冠（後被莫拉克颱風打破），臺北測站最大 24 小時累積雨量則為 218.5 公釐。此時大漢溪一側的堤防已建造完成，但因人為疏失造成上游的土城水門未關閉，而四汴頭抽水站則是水門關閉，但引擎故障無法進行抽排，導致滯仔溪水位大漲，高過滯興橋路面，一度中斷與板橋市區的交通²⁰，圖 4-2-22 顯示浮洲地區約有一半的土地發生淹水。



其中大觀路一段 28 巷、29 巷淹水深度約至肩高、大觀路一段接二段的汽車地下道全滿；橋中一街、二街、三街幾乎全部巷弄以及環河路皆淹水，橋中二街主街深約 120 至 160 公分，巷弄則依地勢高低略有差異。越接近滯仔溪則越嚴重，

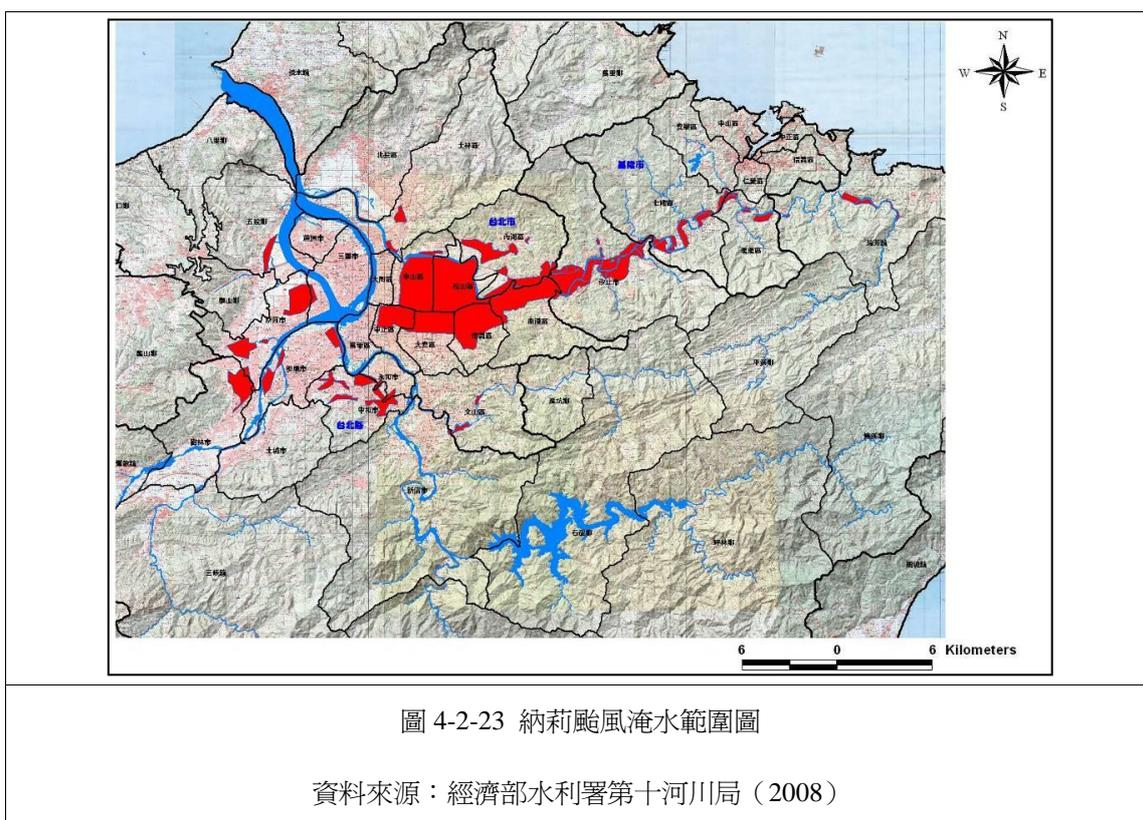
²⁰ 資料來源：戀戀浮洲電子書
http://www.town-all.org.tw/old/view/94ebooks/inside_ee_detail2_93.asp?BID=137



今大觀國中與浮洲運動公園周圍淹水深度達一層樓高，部分住宅與工廠區水深亦達一兩層樓高²¹。

(三) 納莉颱風

2001年9月6日納莉颱風形成，之後發展為中度颱風，16日由東北角登陸，由於移動速度極為緩慢，在臺灣降下了豐沛雨量，使得基隆河溢堤而導致臺北地區嚴重水患（圖4-2-23），9月6日至20日臺北測站最大24小時累積雨量為603.5公釐。而浮洲地區則因上游的土城抽水站損壞，水沿著土城抽水站到浮洲的防汛道路往下流，加上正逢浮洲橋改建，必須將原有堤防拆除，大水於是順著堤防的缺口灌入浮洲²²，大觀路二段174巷、156巷、148巷、144巷與龍興街菜市場部分地段淹水深度達150公分以上，環河路之南浮洲段亦被淹沒²³。



²¹ 資料來源：浮洲地區排水 <http://blog.xuite.net/prccsd/fugo/61161457>

²² 資料來源：戀戀浮洲電子書

http://www.town-all.org.tw/old/view/94ebooks/inside_ee_detail2_93.asp?BID=137

²³ 資料來源：浮洲地區排水 <http://blog.xuite.net/prccsd/fugo/61161457>



(四) 612 大雨

2012 年 6 月 12 日在梅雨鋒面與西南氣流的影響下，全臺多個縣市皆有強大的瞬間豪雨，由於排水系統無法負荷，低窪地區多處淹水，各地方政府紛紛宣布停班停課。當天板橋測站 24 小時累積降雨量為 360 公釐，打破了板橋測站單日降雨量的紀錄。在凌晨 4 時 30 分時，累積雨量約是 200 餘公釐，而至 6 時 30 分則達到 337 公釐，兩小時內就降下了超過 100 公釐的雨量（王鵬捷，2012），由於瞬間降雨量太大，浮洲火車站周圍淹水深度約至小腿肚（圖 4-2-24），大觀路二段、僑中二街、龍興街菜市場，也有局部積淹的情形，大觀路一段接二段的汽車地下道因淹水深度過高封閉。除此之外，環河路因地勢低窪，加上滯仔溪排水不及，淹水約一個輪胎高。



圖 4-2-24 2012 年 6 月 12 日浮洲火車站週邊淹水狀況²⁴

二、淹水災害潛勢

依照國家災害防救科技中心的模擬結果，當 24 小時累積雨量為 300 至 350 公釐時，浮洲地區並不會有積淹的現象發生，而當 24 小時雨累積量達到 450 公釐和 600 公釐時，其淹水潛勢分別如圖 4-2-25 與圖 4-2-26。又 24 小時累積雨量 450 公釐其重現期為 40 年，每一年發生機率為 0.0250；24 小時累積雨量 600 公釐其重現期則為 330 年，每一年發生機率為 0.0030（表 4-2-6）。

²⁴資料來源：

<https://plus.google.com/photos/114800981805645045535/albums/5734064395693992481/5752972178574530354?banner=pwa&gpsrc=pwrd1>



表 4-2-6 淹水機率表

模擬日降雨量	150 公釐	300 公釐	450 公釐	600 公釐
重現期 (年)	1.1	4.8	40	330
機率	0.9091	0.2083	0.0250	0.0030

資料來源：內政部營建署（2003）

不論是 450 或 600 公釐，淹水深度大多都在 0.5 至 1 公尺之間，範圍則與 2002 年都市計畫中所劃之河川管制範圍大致吻合，主要集中在滄仔溪左右兩側河岸與北端區域，由高程分析（圖 4-2-3 至圖 4-2-5）得知此兩區地勢較低，若降雨量過大，除地表逕流會順著地勢向低處流匯集於此以外，當滄仔溪水位高漲而抽排不及，溪水亦會漫上岸來，在新興橋下四汙頭截水溝附近淹水深度最多可達 3 公尺。另外則是西側靠近浮洲火車站一帶的區域，也會發生積淹的情形，由於淹水潛勢圖是設定在堤防無溢堤的狀況之下，因此並非外水入侵，同樣透過高程分析可發現此處地勢比其周圍略低，地表逕流容易聚集，故推測應是地勢低窪加上排水不良所造成。

另一方面，以國家災害防救科技中心的模擬結果來說，24 小時累積雨量必需達到 450 公釐以上才會開始發生積淹，但以 612 大雨來說，24 小時累積雨量僅為 360 公釐，但因瞬間降雨強度太大，市區內仍會因排水不及而淹水，積淹範圍包括浮洲火車站、僑中二街主街、滄仔溪兩岸環河道路等地段。

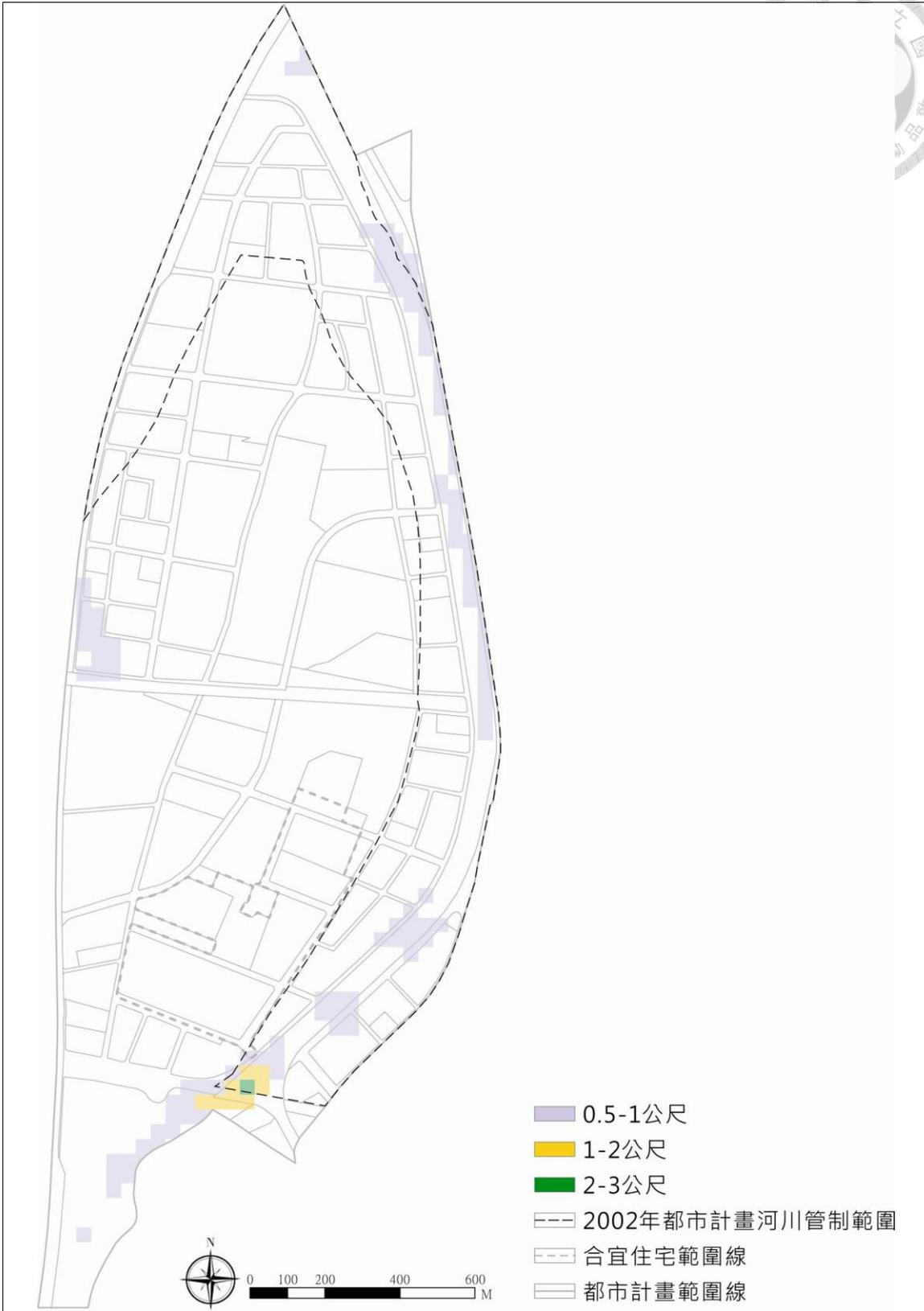


圖 4-2-25 24 小時雨量 450 公釐浮洲地區淹水潛勢

資料來源：本研究繪製

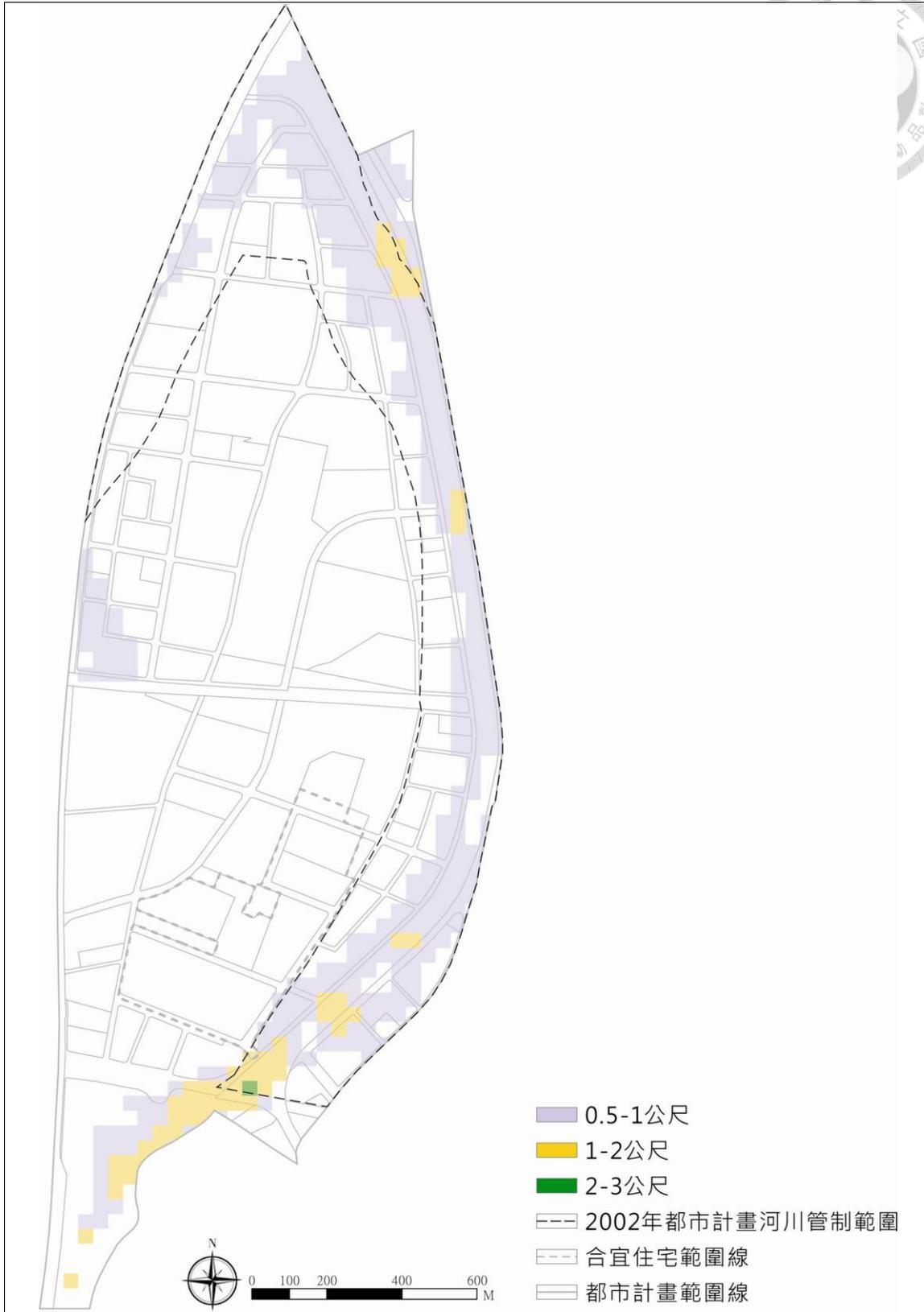


圖 4-2-26 24 小時雨量 600 公釐浮洲地區淹水潛勢

資料來源：本研究繪製



柒、現況問題分析

經由田野調查、訪談，以及文獻蒐集之結果，將浮洲地區目前市區內防洪排水的課題之脈絡整理如下：

一、土地使用改變

過去浮洲地區大片土地皆為農且人口稀少，淹水不至於造成嚴重的問題，在農業時代可能反而還有益處。之後隨著都市發展，人口大幅度增加、住宅與工廠取代了原有的農地，目前浮洲地區的工廠就集中在大漢溪和滯仔溪沿岸地帶，故淹水所帶來的風險提高，逐漸成為難以忍受的災害。

以前這邊沒有蓋房子也沒有堤防，水就是順著淡水河排到海裡，然後漲潮的時候，它這個水位漲起來，你如果去河邊看就知道，如果漲潮水位就漲起來，退潮就退下去了，以前也是這樣，以前比如說颱風天水比較大的時候，它水就漲起來，漲到這個工廠這邊（蔡木料，華中里里長）。

二、河道束縮

自臺北地區防洪計畫興建堤防之後，目前已幾無大漢溪外水入侵的威脅，現在浮洲地區的淹水問題主要是內水所引起，由訪談得知近幾次市區內的淹水，皆是因為瞬間降雨強度超過雨水下水道設計標準所造成。由於浮洲地區的土地未經過都市計畫整理，排水管線僅能沿著既有道路鋪設，並沒有完整的排水系統，故市區內的排水能力本來就較弱，而雨水下水道若無定期清淤疏濬也會造成積淹。除此之外，目前浮洲地區的內水的宣洩均是經由四汴頭閘門（大雨來時則是透過四汴頭抽水站），但是只要上下游排水幹線上任何一座抽水站運作不良，就會造成浮洲地區淹水。另一方面，滯仔溪因環河道與特二號道路的興建，使河道不斷縮小，降低了原有的排洪能力，每當暴雨逕流超出負荷量，滯仔溪即因排水不及而水位高漲漫入兩側河岸。



現在怕的、淹水問題怕的就是抽水馬達，你如果沒有辦法抽出去，那保證就淹水，現在所有問題都解決了，颱風天下再大的雨都不怕，最怕的就是四汴頭，這幾個抽水站，每個站包括臺北市社子島那邊也一樣，抽水馬達如果一停擺，就全部都淹了，現在就這樣子了（蔡木料，華中里里長）。

因為其中一個出問題，它的水就會往我們這邊流，它們如果壞掉，水就往我們這邊衝，我們四汴頭這個地方，滿仔溝啦是比較低的地方（蔡木料，華中里里長）。

三、規劃錯誤

依照傳統的治水邏輯，當堤防完成後，防洪工程即告一段落，之後就是密集地開發堤內空間，因此在浮洲地區都市計劃中，雖有指出河川管制範圍，但實際上並未將區域排水與水患的風險納入考量，所以才會出現把滿仔溪劃為園道用地而非河川用地、河川兩岸劃為住宅區的情形，大幅降低了河川的空間。而合宜住宅的開發也是如此，其規劃戶數為 4,445 戶，使得浮洲地區未來人口將超出原本都市計畫所設定的 60,000 人，但在提高都市密度的同時，卻欠缺對於開發前後逕流的估算，也未指出合宜住宅區內的排水與區外既有雨水下水道之間的連結方式，因此，若無妥善的排水系統，待合宜住宅興建完成之後，可能會造成其他區域淹水。

他的邏輯就是把這裡圍在圍牆的內部，圍牆圍在內部的意思是什麼？它就是陸地，所以這裡以後會不會真的乾掉或什麼，可能五十年、一百年後吧！…所以這個其實他劃園道我可以理解為什麼，因為他本來就打算一百年後是陸地，我覺得工程人員的想法就是這樣（鄭佳琳，社區規劃師）。

綜合上述所言，浮洲地區在氣候變遷的影響下，顯得較缺乏彈性，目前的策略僅是再增設抽水站，但現況顯示這樣的處理方式有風險，硬體工程有其極限，

面對暴雨的不確定性，未必能夠有效解決問題。

水利局簡任技正謝俊隆解釋，六一二大雨是歷年罕見的驟雨，當天時雨量約三十毫米，遠超過抽水站負荷量，目前正計畫向中央爭取四·五億元經費增建浮洲抽水站，改善當地一遇暴雨就淹水情況（郭顏慧，2012.7.21 自由時報）。





第三節 浮洲地區暴雨管理改善方案

壹、改善目標

浮洲地區原為淡水河洪水平原，經由土地使用變遷與水患風險分析中得知，在沒有堤防的狀況之下，浮洲地區全區皆有外水入侵的可能，而在堤防完成之後，洪水問題已大幅改善，現堤防內的都市空間也已發展得相當密集。由於該段堤防為臺北地區防洪計畫的一環，且靠近堤防一側的土地絕大部分皆屬於私人土地，而目前住宅區也多分布於此，若要進行堤防的拆除或是改建，需更為詳細、廣泛和跨專業的評估，在短時間內類似於還地於河的整治策略不易實行，關於外水的問題仍需仰賴堤防的保護，故本研究改善的重點在於內水的治理。

貳、改善策略

內水問題是因排水不及所造成，目前浮洲地區全區的排水皆是經由四汙頭水門匯入大漢溪，只要雨量過大，四汙頭水門排水不及（或是四汙頭抽水站抽排不及），滄仔溪兩岸的低窪區域就易氾濫，除此之外，市區內部分街道也會因雨水下水道系統超出負荷而發生積淹。參照第二章文獻回顧的內容，比起闢建硬體設施，採取源頭控管將更為有效，這一點對於浮洲地區來說相當明顯，由於滄仔溪為全區排水之雨水承受水體，倘若一味地增設管線系統，以期提高排水效率來避免市區內淹水，會造成相同時間內流往滄仔溪的逕流量提高，反而使得河岸周邊的水患風險提高，變相更加依賴抽水站，無法徹底根治洪災。

本研究認為浮洲地區的內水治理應回到其問題的根源，依照前一小節的現況問題分析，浮洲地區的洪災問題是因土地使用改變、河道束縮、規劃錯誤所導致。其中河道束縮是因滄仔溪河道不斷縮減，只要雨量過大，四汙頭水門排水不及（或是四汙頭抽水站抽排不及），滄仔溪兩岸的低窪區域就易氾濫，使得原本就地勢低窪的河岸地區水患風險再度提高，加上錯誤的規劃在滄仔溪岸邊劃設住宅區，若



恰好遇上重現期距的大雨，恐將造成嚴重的水患災損。故本研究認為應劃設風險管理區：都市開發與建設避開易淹水地段，亦即災害潛勢範圍內之土地，應維持未開發狀態，或做開放公共空間使用，盡可能將空間保留給水，如此除可降低水患之風險與可能的損失，同時也有助於降低暴雨逕流總量。

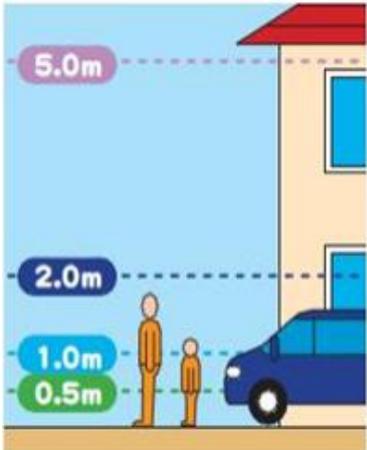
另一方面，土地使用改變造成都市透水率下降，導致暴雨逕流量增加，但滷仔溪卻因河道束縮使得排洪能力減弱，由於增加的逕流量無法順利排出，最終結果即是都市水患風險上升。針對此點，本研究則以建置都市環境涵水網路系統的方式來因應：利用滯流設施與滯洪設施同時控制逕流速率與逕流體積，降低都市開發對於區域水文的衝擊，達到減洪之效。兩項策略詳細內容分述如下：

一、劃設風險管理區

依照前一小節淹水災害潛勢分析，淹水範圍主要集中在北側與東側靠近滷仔溪的低窪區域，若以重現期的觀點來看，一日雨量 450 公釐與 600 公釐的發生機率分別為 0.0250 與 0.0030，發生的可能性看似不高，但因滷仔溪的集水範圍尚包括土城、外圍山區等，只要上游降雨量大，亦可能會引起下游地區淹水，再者，考慮氣候變遷的影響，強降雨發生機率上升，淹水機率也隨之上升，無法單純依靠重現期來做判定。

又淹水深度大多是在 0.5 至 1 公尺，少部分地區則是 1 至 2 公尺，目前水利署是以 0.5 公尺作為淹水救助標準，而當淹水深度達 0.5 公尺時，該區域即無法做為災時使用場所或設施（國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心，2011），而關於災害防救狀況，臺灣對於淹水深度並無明確的分級，參考日本河川局治水課之分級標準（表 4-3-1），可知淹水深度達 0.5 公尺以上時，由於步行與汽機車皆難以通行而不易撤離，必須就近前往高處避難。由此推斷，淹水潛勢達 0.5 公尺以上深度之地區，並不適合開發建設之用，而是要盡可能維持開放空間狀態，以降低水患發生時的可能災損與救援困難度。

表 4-3-1 日本河川局治水課淹水深度分級

淹水深度	災害防救狀況	圖例
0-0.5 公尺	淹水深度達成人膝蓋部以上，影響汽機車等交通工具，需開始進行民眾避難撤離。	
0.5-1.0 公尺	淹水深度達成人腰部以上，已不方便撤離，改前往高處避難。	
1.0-2.0 公尺	淹水深度達一樓以上，開始進行救援。	

資料來源：黃博炫（2010）

觀察湳仔溪兩岸之土地權屬狀況，其多為未登錄地和公有地，而未登錄地依國有財產法「凡不屬於私有或地方所有之財產，除法律另有規定外，均應視為國有財產」，故亦屬於公有地，再者，按照湳仔溪兩岸土地依照目前的使用現況，扣除工業用地之後，是以空地與農地所佔比例較高，即開放空間所佔比例高，相對於浮洲西區皆為私人土地與既有住宅區，此處應有較大的機會可劃設為洪氾區。

而關於洪氾區的確切位置，依照前述所言，以淹水深度 0.5 公尺為標準，則浮洲地區凡位於淹水潛勢範圍內之土地均不宜進行開發，但淹水潛勢圖（圖 4-2-25 與圖 4-2-26）受限於網格比例，無法準確地描繪出範圍，不過其與 2002 年都市計畫中所提之河川管制範圍大致相符，故以後者為基準，東側在扣除鐵路用地與再發展地區之後，將湳仔溪沿岸之公有土地全數劃入，西至都市計劃線為界，總面積約為 73 公頃。洪氾區應維持其原本狀態而不得任意進行開發，僅作為公園綠地與開放空間使用，例如設置人工濕地等等，在平日可協助暴雨逕流的處理，而當洪水來襲時則作為河岸緩衝地帶，允許暫時性的淹水，如此將可使水患所帶來的損失降至最低，除了如特二號道路等不易輕易更動的重要設施或機關以外，其餘建設皆應盡可能改設他處。



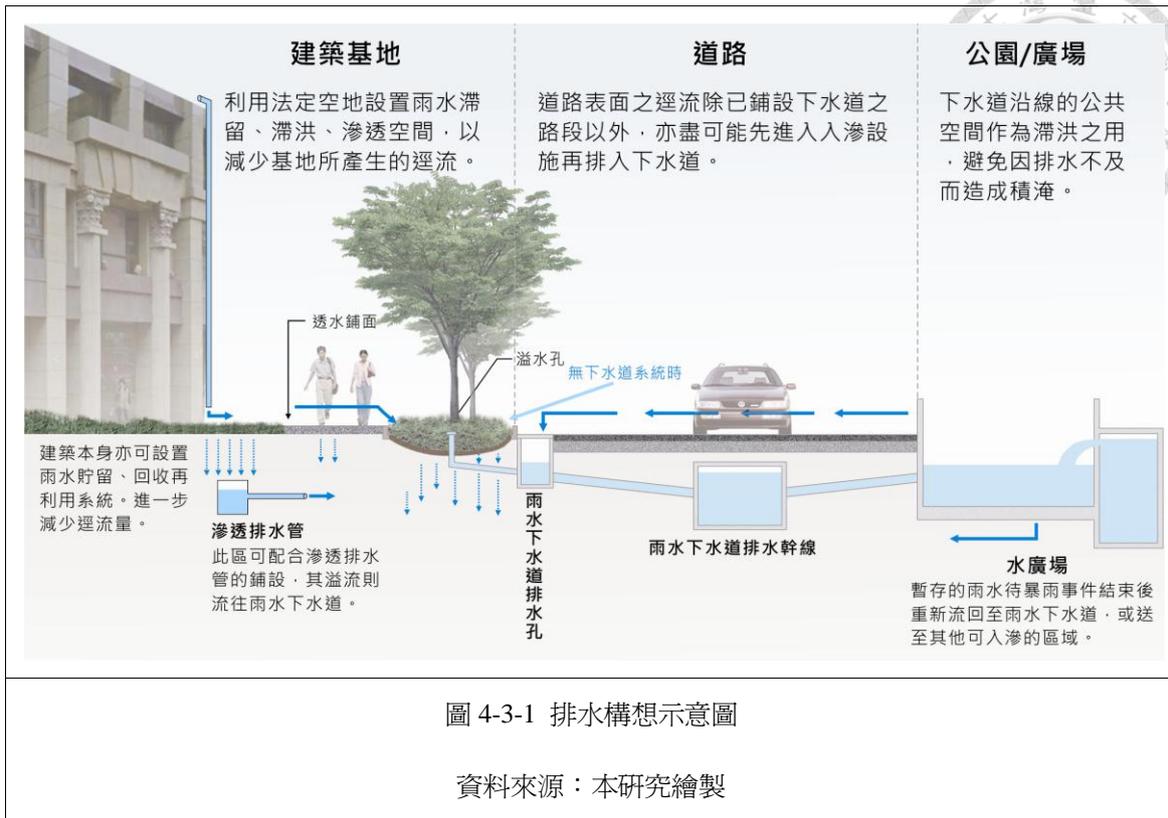
此區內尚有少數的私人土地，若在無法取得土地的情況之下，參考第二章第三節之內容，應透過土地使用管制來降低此處密度，方法包括調降建蔽率、採取容積移轉的方式，將其容積轉出至災害風險較低的地區。或者視實際情況適度地將一樓樓板提高，或者直接架空一樓（則一樓空間不計入容積），以降低災損並確保災時的安全。而此二者的不同之處在於前者僅是將建築物一樓樓板提高，避免水流入建築物內，但建築物外則允許淹水；後者則是將一樓空間釋出，在平日作為公共空間使用，暴雨發生時則作為滯洪設施，暫存來自周邊的逕流，亦即運用水廣場的概念，將建築物一樓空間也納入都市暴雨管理單元的一環。最後則是西側靠近堤防一帶、同樣位於淹水潛勢範圍內的土地，雖屬私人土地而未劃入洪氾區中，但也應根據實際情況需要而採取上述的處理方式。

二、建置都市環境涵水網路系統

(一) 都市暴雨管理設計

市區內的排水是依靠雨水下水道，但浮洲地區僅沿著少數主要道路鋪設，並無完整的雨水下水道網路，故當瞬間雨量過大時，暴雨宣洩不及而溢流出路面，故避免雨水下水道超出負荷，方可大幅度降低市區內積淹水的可能。照暴雨管理的新趨勢，相較於增建新的排水管線，應是採取模仿自然的策略，利用植生滯流、滲透設施與滯洪設施協同作用，達到控制暴雨逕流速率、減少逕流總量之效，且兼顧水質的改善，並藉此降低對於管線的依賴。

本研究提出在不增加額外雨水下水道的情形下，配合既有雨水下水道來做安排，串連植生滯流設施與滯洪設施，建立三區式的排水網路，其核心概念是以源頭管制方式，盡可能讓每一塊基地皆貯留一點水，各分區內所產生的暴雨逕流，除已鋪設雨水下水道之處以外，均先流入植生帶中，利用植栽自然入滲進入土壤，而當強降雨事件發生時，再以運用水廣場的概念，以公園、廣場等公共開放空間來收集雨水進行滯洪。



上述概念如圖 4-3-1，將暴雨排水分為三個區段，即植生帶、雨水下水道、水廣場。在都市空間分配上也分為三部分，首先是建築基地，建築基地包括建築物所覆蓋的地面及所應留設的法定空地，建築物可透過雨水回收再利用系統、綠屋頂等設施來減少逕流量（圖 4-3-2 與圖 4-3-3），而法定空地可進行綠化，設置植生滯流空間，收集建築物所產生的逕流。

依照浮洲地區都市計畫，各分區使用項目之建蔽率與容積率如表 4-3-2，參考都市計畫法新北市施行細則草案，建議將住宅區之建蔽率調降為 50%，甚至是如住宅區（一）的 40%，以爭取更多的開放空間，作為暴雨滯流設施之用。除此之外，由於目前浮洲地區都市計畫規範各種土地使用分區以及公共設施用地之建築基地於申請建築時，應如表 4-3-3 之規定退縮建築，其退縮部份得計入法定空地，且需設置人行道，故該空間即可配置植生滯流帶，收集來自人行道、道路、建築等的暴雨逕流。其中住宅區與商業區為二公尺之無遮簷人行道並栽植喬木，對於要同時滿足行人步行空間，以及植生滯流帶的設置，恐有些不足，建議應參照合

宜住宅之住一與商一的規範，留下較大的空間。

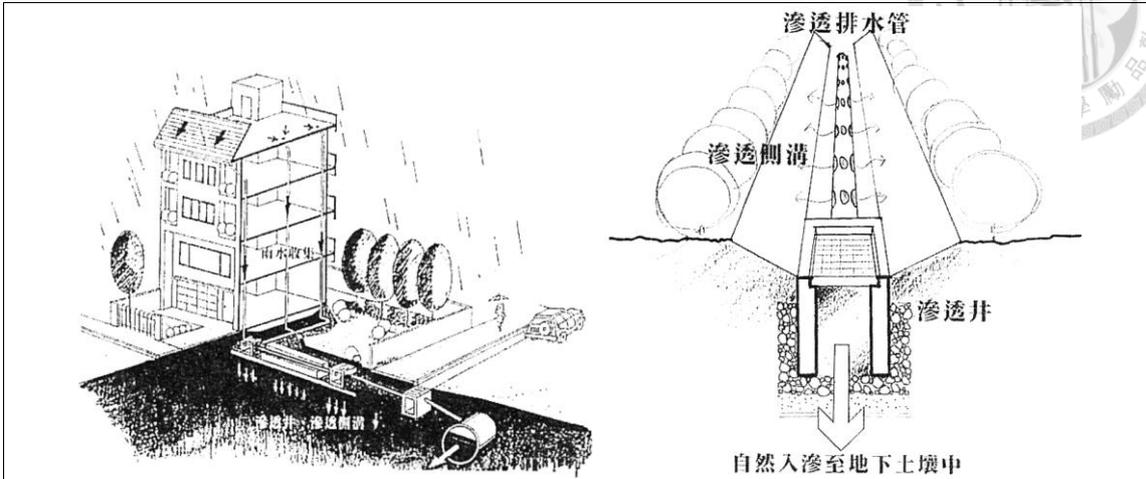


圖 4-3-2 滲透排水管系統示意圖

資料來源：陳瑞鈴、林憲德、廖朝軒（2002）

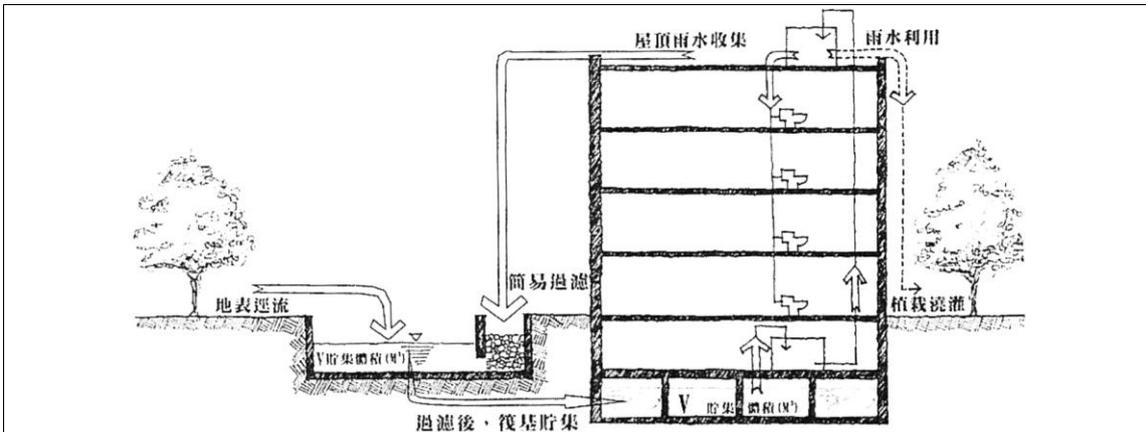


圖 4-3-3 建築雨水回收再利用系統示意圖

資料來源：陳瑞鈴等人（2002）

表 4-3-2 浮洲地區各分區使用項目建蔽率與容積率

分區使用項目	建蔽率(%)	容積率(%)	分區使用項目	建蔽率(%)	容積率(%)
住宅區	60	240	公園用地	15	30
區段徵收範圍					

	再發展地區	60	160	兒童遊樂場用地	15	30
	商業區	70	300	加油站用地	40	120
	住宅區(一)	40	240	停車場用地	做立體使用 80	依有關規定辦理
	商業區(一)	50	300	社會福利設施用地	50	150
	機關用地	50	250	捷運系統用地	—	—
	國小用地	50	150	交通用地	—	—
	國中用地	50	150	變電所用地	40	120
	高中用地	50	200	抽水站用地	—	—
	大專用地	50	250	鐵路用地	—	—

資料來源：臺北縣政府（2002b）與新北市政府（2011）

表 4-3-3 浮洲地區各分區使用項目退縮深度

分區使用項目	退縮深度
住宅區	應自道路境界線退縮五公尺建築，退縮部份應植栽綠化，前述退縮地，面臨十五公尺以上（含十五公尺）之計畫道路者，臨路面應設置二公尺之無遮簷人行道並栽植喬木，臨建築物面應設置三公尺之有遮簷人行道；面臨十五公尺以下之計畫道路者，應設置三公尺之無遮簷人行道。
商業區	應自道路境界線退縮五公尺建築，前述退縮地部份臨路面應設置二公尺之無遮簷人行道並栽植喬木、臨建築物面應設置三公尺之有遮簷人行道。
第一種住宅區	應自道路境界線退縮五公尺建築，退縮部分應植栽綠化，前述退縮地，面臨十五公尺以上（含十五公尺）之計畫道路者，臨路面至少

	應設置三公尺之無遮簷人行道並栽植喬木為原則；面臨十五公尺以下之計畫道路者，應設置三公尺之無遮簷人行道。
第一種商業區	應自道路境界線退縮五公尺建，前述退縮部分臨路面至少應設置三公尺之無遮簷人行道並栽植喬木為原則。
變電所用地	面臨道路部份應自道路境界線退縮五公尺栽植行道樹綠化，並設置無遮簷人行道；面臨住宅區部份應自基地境界線至少退縮三公尺建築，並應栽植喬木美化做為隔離綠帶。
機關用地、國小用地、國中用地、高中用地、大專用地、公園用地、兒童遊樂場用地、加油站用地、停車場用地、社會福利設施用地、捷運系統用地、抽水站用地、電信用地及車站專用區	自道路境界線至少退縮四公尺建築，如有設置圍牆之必要者，圍牆應自基地境界線至少退縮三公尺。
再發展區	再發展地區之建築物於重建時應依下列規定辦理：(一) 建築物(含陽台、露台)與建築線之最小距離不得小於一公尺，另前院留設深度不得小於三公尺。(二) 面臨計畫道路寬度十公尺以上及依其他相關法令規定應留設騎樓或無遮簷人行道之地區，建築線與建築物一樓牆面淨距離至少留設三·五二公尺，並應依騎樓地相關規定辦理且供公眾通行。(三) 前項建築基地沿建築線須種植寬 〇·八公尺，高 〇·六公尺之連續性灌木，並留設一處寬二·五公尺以下(車道除外)通道供行人出入。(四) 應留設騎樓部份得設置遮雨設施，不計入建蔽率。

資料來源：臺北縣政府（2002b）與新北市政府（2011）

其次是道路，在已鋪設雨水下水道的地段，仍維持原本狀況，將逕流排入雨水下水道排水孔；在未鋪設雨水下水道的地段，則是將流排往兩側人行道的植生滯帶，並可配合如強化樹穴，或是道路下方的滲透排水管等滲透設施之設置（圖 4-3-4），來增加保水的功效，而其所產生的溢流再進入附近的雨水下水道。若以住宅區的退縮空間設置 1.5 公尺的植生滯流帶為例，在已鋪設和未鋪設雨水下水道的路段，其暴雨逕流排水狀況分別如圖 4-3-5 以及圖 4-3-6。

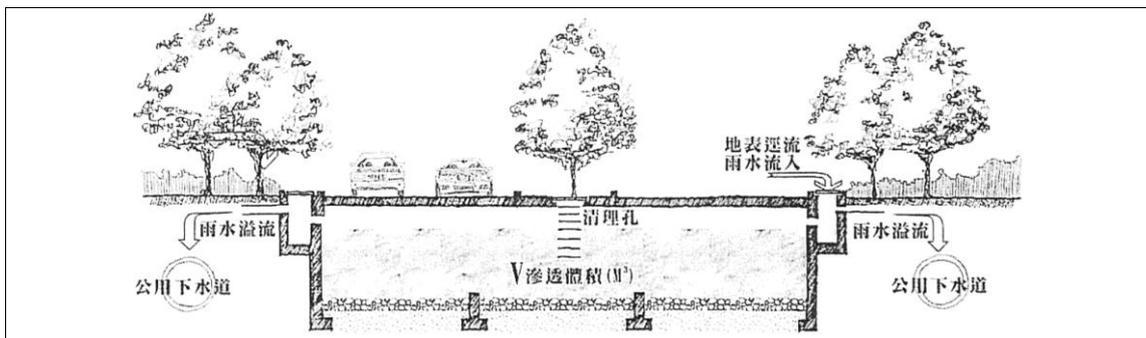


圖 4-3-4 道路基底滯流空間示意圖

資料來源：陳瑞鈴等人（2002）

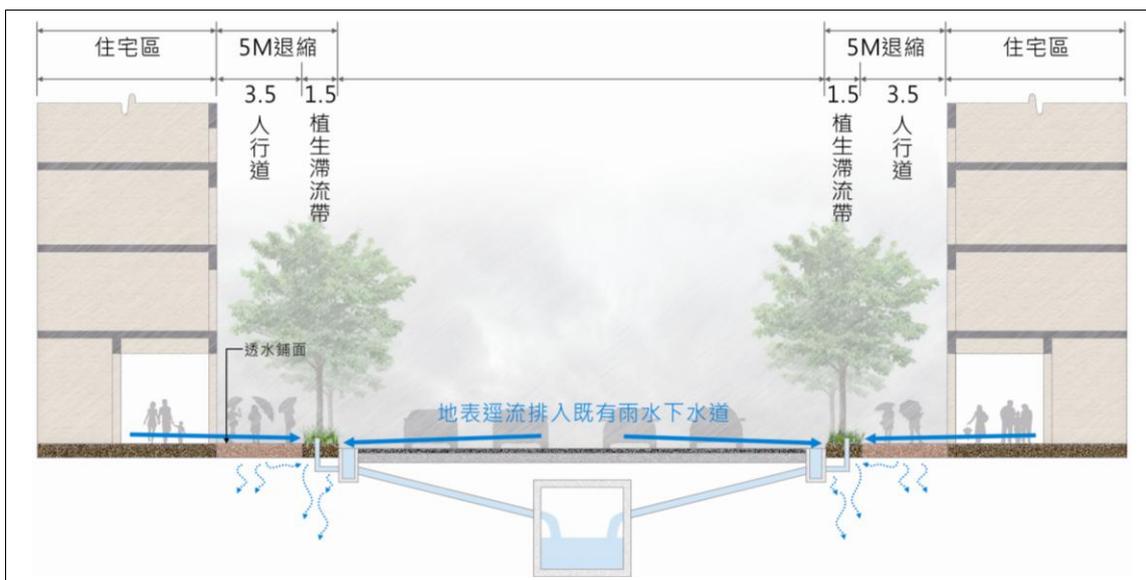


圖 4-3-5 已鋪設雨水下水道路段排水狀況示意圖

資料來源：本研究繪製

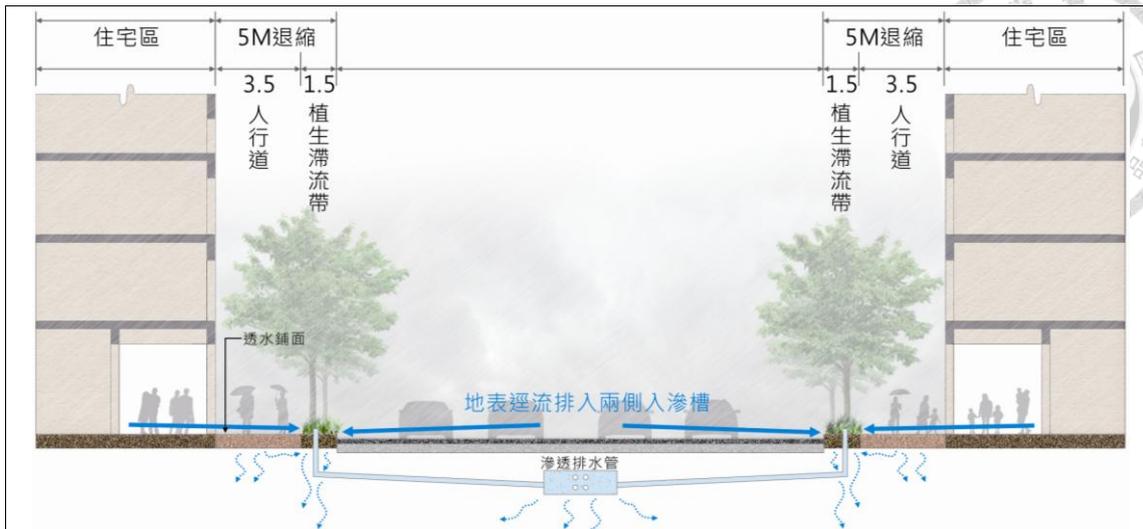


圖 4-3-6 未鋪設雨水下水道路段排水狀況示意圖

資料來源：本研究繪製

另外，由於東側特二號道路（臺 65 線，圖 4-3-7），以及南側新興橋、浮洲橋（縣道 116，圖 4-3-8 與圖 4-3-9）屬高架道路，因此該地段其路面兩側並無空間可設置植生入滲帶，建議將路面逕流收集至橋下，以特二號道路來說，由於洪氾區內有大片可入滲的植生帶、土壤或濕地，其路面逕流即可就近排放。



圖 4-3-7 特二號高架道路（滄仔溪左岸為浮洲，右岸為板橋市區）

資料來源：本研究拍攝



圖 4-3-8 新興橋高架道路

資料來源：Google Maps 街景



圖 4-3-9 浮洲橋高架道路

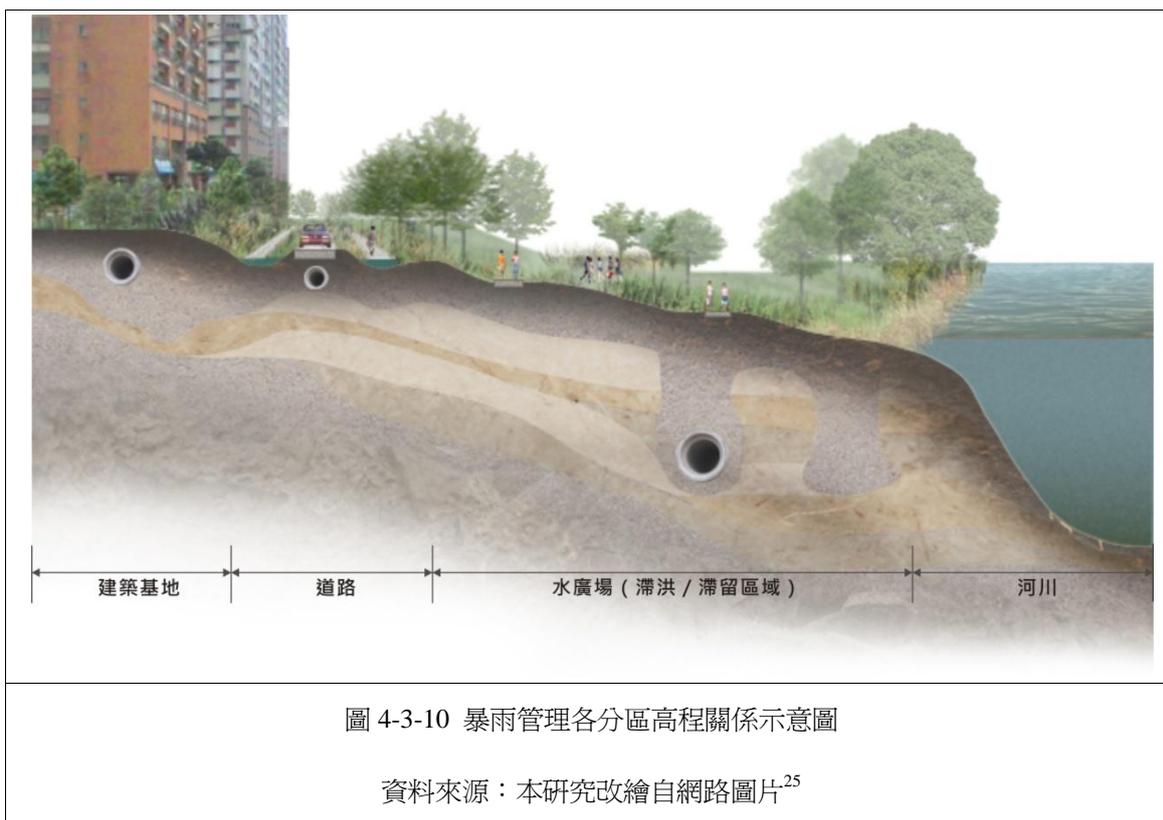
資料來源：Google Maps 街景

最後則是水廣場的設置，當小規模降雨事件時，由於所產生的逕流並不多，利用建築基地與道路空間進行滯流、滲透，或許就能夠完全吸納，而當強降雨事件發生時，過多的地表逕流仍會順著地勢流往低窪處，此時運用水廣場的概念，以下凹式的公共設施設計來貯留暴雨，藉此減輕積淹狀況，並調節滄仔溪的洪峰



流量，間接降低了沿岸淹水的風險。而為減少管線等器材的用量與花費，是以鄰接既有雨水下水道的區域作為優先考量。

浮洲地區水廣場設置地點是選擇既有雨水下水道沿線上之公園用地、兒童遊樂場用地、體育場用地、學校用地、廣場用地、停車場用地等擁有較大面積之開放空間的公共設施用地，選定包括今之大觀國中、華僑中學、臺灣藝術大學等地，其中東北側兩處原為住宅區用地，因地勢較低位於淹水潛勢範圍內而劃入洪氾區，在都市計畫前屬空地，現況則是作為公園使用（即浮洲運動公園），因此恰可直接作為水廣場用地。最後加上前述洪氾區之劃設，浮洲地區都市暴雨管理系統如圖 4-3-11。



三區式的排水網路其高程關係應如圖 4-3-10 所示，建築基地最高、道路次之、而水廣場最低，以便於收集地表逕流，故從施作成本觀點來看，原地勢比周邊略

²⁵ 資料來源：
http://blog.cdesignc.org/wp-content/uploads/2013/01/Viridian_3_Allegheny-Riverfront-Vision-Plan_1.jpg



低者最佳，否則須以整地或管線來配合。而當極端事件發生時，甚至道路也可允許暫時性的淹水，而無論何時建築物皆不允許淹水（一樓架空者除外），以降低災損。至於水廣場究竟是做滯流抑或滯洪，則視實際情況而定，以滯流為優先，因其可兼具降低逕流流量、體積，以及補充地下水、改善水質等效果，而滯洪則是僅具有調節洪峰的效果，所帶來的效益較小，但考慮都市中未必有大量的空間可供長時間積留雨水，且除了土地成本考量之外，亦尚有衛生與安全上的問題，故可能仍是以滯洪為主。

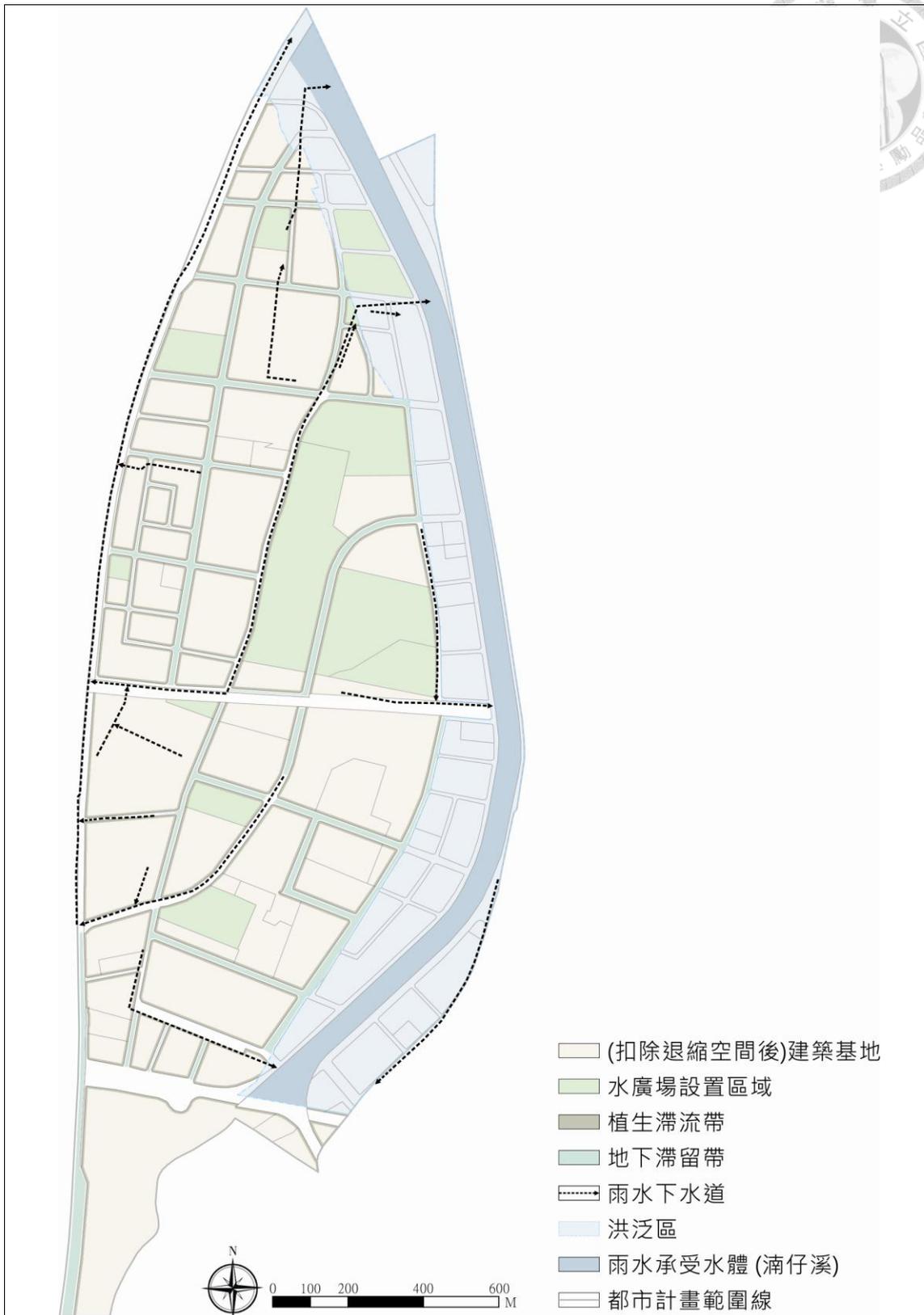
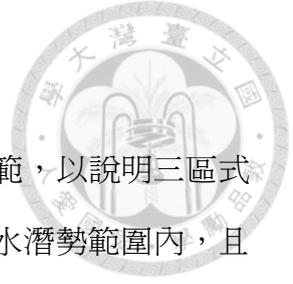


圖 4-3-11 浮洲地區都市涵水網路系統示意圖

資料來源：本研究繪製



(二) 減洪環境改造示範

本研究以浮洲運動公園，以及浮洲火車站周邊為例進行示範，以說明三區式排水網路的概念。之所以挑選這兩個地點，主要是因其皆為淹水潛勢範圍內，且現況具有較明顯的地標或設施，變動可能性較小，以便於繪製模擬圖後可直接比較改造前後的狀況。

浮洲運動公園位於浮洲地區東北側，僑中一街 124 巷與 80 巷交會處，面積約 4.12 公頃。目前公園內設有籃球場、羽球場、排球場、溜冰場、遊樂場等多項戶外運動設施。浮洲運動公園因靠近滄仔溪，恰位於地勢的低點，且有雨水下水道流經，因此只需要運用設計手法，將公園內設施的高程降低，即可轉變為水廣場而發揮滯洪的效果。以公園內的籃球場為例，目前籃球場用地共包含四個球場（圖 4-3-12），若改採階梯式設計而成為下凹的運動場，並不會影響到其本來的使用，但當暴雨發生時，則可暫存雨水作為滯洪池（圖 4-3-14）。若以標準籃球場尺寸長 28 公尺、寬 15 公尺，且四個場地距離邊界，以及相鄰間隔均為 2 公尺來做計算，其總面積為 $32*70 = 2,240$ 平方公尺，則每降低 10 公分，就可貯存 224 立方公尺的雨水。

再來是浮洲火車站周邊的改造，目前大觀路一段 38 巷鄰近浮洲車站周邊多為工廠與住宅（圖 4-3-13），同樣也位於雨水下水道沿線。由前一小節的分析可知此處因地勢比周圍略低而易發生積淹，但因皆為私人土地故未劃入洪氾區。目前都市計畫是將本區劃為住宅區，在理想上若可透過變更作為公園、廣場等開放公共空間是較佳的選擇，如果仍要維持原本的規劃，則依照前述所言，在人行道設置植生滯流帶，收集來自建築、人行道的逕流，而來自道路的逕流則排入既有雨水下水道（圖 4-3-15）。除此之外，假設未來經詳細計算與評估後，發現以目前的涵水網路系統，不足以完全吸納暴雨逕流，即此段仍會發生積淹，則位於此處的建築物視情況所需，必要時則將一樓樓板提高或架空一樓，以避免住宅內淹水。



圖 4-3-12 浮洲運動公園現況

資料來源：本研究拍攝



圖 4-3-13 浮洲火車站周邊現況

資料來源：本研究拍攝



圖 4-3-14 浮洲運動公園改造後晴雨天示意圖

資料來源：本研究繪製



圖 4-3-15 浮洲火車站周邊改造後晴雨天示意圖

資料來源：本研究繪製



(三) 逕流量分擔

都市涵水網路系統是針對其所設定抵禦的降雨強度，來估算各暴雨管理單元所需之大小，而自 2012 年 4 月起，臺灣各地發生多起豪雨致災事件，探究其原因多為一至三小時內累積降雨量超出市區排水系統與抽水站的排水能力所造成積淹情形（龔楚嫻、于宜強、李宗融、林李耀，2012）。故都市涵水網路系統應設計為足以抵禦短延時之瞬間暴雨，較符合現今臺灣的氣候模式。依照經濟部水利署《水文設計應用手冊》，臺灣各區降雨強度延時公式採用 Horner 降雨強度公式：

$$I_t = \frac{a}{(t+b)^c} \quad (\text{式 4-3-1})$$

式中 I_t ：平均降雨強度（mm/hr）

t ：降雨延時（min）

a, b, c ：特定係數

因中央氣象局板橋測站有效年限太短，而選擇中央氣象局臺北測站作為代表，其各項參數如表 4-3-4。考慮短延時強降雨，故將降雨延時設定為一小時（60 min），代入式 4-3-1 計算得到各重現期距之降雨強度，之後再代入計算暴雨逕流量。

表 4-3-4 中央氣象局臺北測站 Horner 公式係數與相關係數

測站	重現期	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
	參數							
臺北	a	1134.01	1774.89	2349.18	3197.17	3894.28	4635.31	5406
	b	22.85	36.01	45.19	55.42	61.88	67.47	72.26
	c	0.6959	0.7098	0.7229	0.7385	0.7487	0.7576	0.7653
	R^2	0.9993	0.9992	0.9994	0.9993	0.9987	0.9976	0.9962

資料來源：經濟部水資源局（2001）



暴雨逕流速率估算是採用合理化公式法：

$$q = \frac{C \times i \times A}{360} \quad (\text{式 4-3-2})$$

式中 q：逕流速率 (m³/sec)

i：降雨強度 (mm/hr)

C：逕流係數，介於 0 至 1 之間

A：集水區面積 (ha)

參考內政部營建署《雨水下水道系統規劃原則檢討》，以及 2001 年浮洲地區雨水下水道系統之規劃，將浮洲地區之土地進行分類並給予相應的逕流係數（表 4-3-5）。另外又假設洪氾區內除了特二號道路之外，其他如變電所用地等設施皆已移除。而觀察空照圖，新興橋自四汙頭抽水站此段園道用地，約有一半為特二號道路，另一半則為滄仔溪河道，因此在計算上洪氾區面積為 51.58 公頃，園道用地面積扣除上述河道範圍為 11.60 公頃（表 4-3-6）。

最後連同前述之降雨強度代入式 4-3-2，得到各重現期距浮洲全區之逕流速率，再假設降雨延時等於集流時間，將延時單位換算為秒 60min*60sec/min = 3,600sec，而以逕流速率 (m³/sec) 乘以 3,600 可得全區之逕流體積（表 4-3-7）。

表 4-3-5 土地使用分類細目

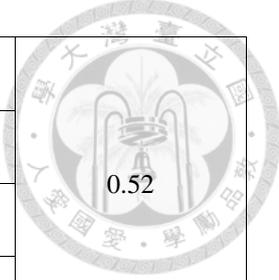
項目	土地使用分區種類	90 年浮洲地區雨水下水道系統規劃所定之逕流係數
商業區	商業區、市場、加油站、停車場	0.83
住宅區	住宅區	0.76
工業區	工業區、變電所、汙水廠	0.70
機關學校	機關、學校、宗教專用區	0.65

公園、綠地	公園、綠地、兒童遊樂場、室外運動場	0.52
農業區	農業區	0.38

資料來源：本研究整理自內政部營建署（2001）與內政部營建署（2010）

表 4-3-6 各土地使用分區之逕流係數表

類別	項目	面積（公頃）	逕流係數
住宅區	住宅區（含再發展區）	83.28	0.76
	第一種住宅區	11.06	
商業區	商業區	9.74	0.83
	第一種商業區	2.02	
	加油站用地	0.00	
	停車場用地	0.40	
工業區	變電所用地	0.00	0.70
	抽水站用地	0.69	
	捷運系統用地	13.82	
	鐵路用地	3.80	
機關、學校區	機關用地	1.37	0.65
	國小用地	7.29	
	國中用地	7.09	
	高中用地	10.11	
	大專用地	6.31	
	車站專用區	0.96	
	社會福利設施用地	2.98	
	電信用地	0.00	



公園、綠地區	公園用地	4.63	0.52
	體育場用地	2.67	
	兒童遊樂場用地	1.69	
	廣場用地	0.37	
農業區	洪氾區	51.58	0.38
道路	道路用地	22.87	0.85
	園道用地（特二號道路）	11.60	
	河川區	10.47	

資料來源：本研究整理

表 4-3-7 各重現期距之逕流速率與逕流體積

項目	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
降雨強度 mm/hr	52.4	69.5	81.1	95.9	106.8	117.8	128.6
逕流速率 CMS	26.3	34.9	40.7	48.2	53.6	59.1	64.6
逕流體積 M ³	94719.5	125629.9	146598.4	173351.2	193054.3	212938.2	232460.5

資料來源：本研究製作

估算出全區逕流總速率與體積之後，即可運用逕流分擔的概念，設定各區域或設施所需負擔的逕流量，扣除雨水下水道可承受之最大逕流量，多餘的逕流則需利用如前述之植生帶、水廣場等設施予以吸納，方可避免市區內積淹。參考營建署《建築基地保水設計技術規範》，以綠地、被覆地、草溝為例，其保水量為：

$$Q = A \cdot k \cdot t \quad (\text{式 4-3-3})$$

式中 Q：保水量 (M³)

A：綠地、被覆地、草溝面積 (M²)



k：基地土壤滲透係數基準值 (m/s)，不得小於 10^{-7}

t：最大降雨延時基準值 (sec)，標準值為 86400

舉例來說，若是住宅區設置 1.5 公尺寬的植生滯流帶，並以 1.5*1.5 公尺之面積為單位，在降雨延時一小時 (3600 sec) 的情況下，該單位面積的保水量至少為 $1.5*1.5*10^{-7}*3600 = 0.00081$ 立方公尺。因此，依照所設定的重現期保護基準，計算逕流總量，再以此做逕流分派，推算所需之入滲、滯流與滯洪設施規模大小。將 60min 代入式 4-2-1，得知浮洲地區雨水下水道設計容受量為 71.1mm/hr，在不增加額外雨水下水道或改變管徑容量的狀況下，其可承受量為定值，故可透過各暴雨管理單元的調整配置，制定階段式的保護機制。惟本研究對全區逕流量僅做粗略的估算，實際操作應依區域降雨模式、下水道管線狀況做詳細的評估，並以此數據來推算各區所需分擔之逕流量，再計算所需之暴雨管理單元，即入滲、滯流、滯洪單元所需的面積與體積大小。

而排水順序構想如圖 4-3-16，如同前述所言，考量土地成本等因素，假設滯流設施的吸納量較小，故滯流設施會比滯洪設施還要早產生溢流而排入雨水下水道，若採用具有蓄水功能的雨水下水道，則可進一步將系統設計為當滯洪設施達到滿水位時，雨水下水道也恰好蓄滿水，此時開始將暴雨排出。

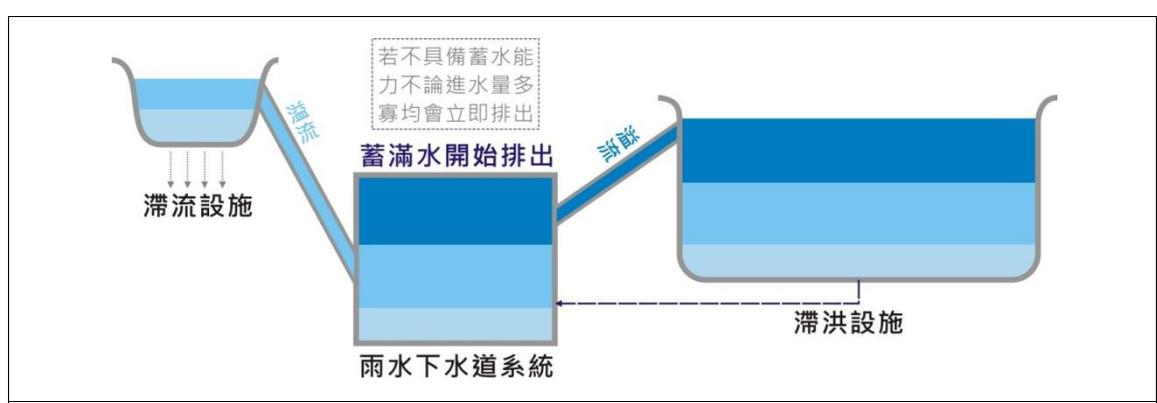


圖 4-3-16 排水順序構想示意圖

資料來源：本研究繪製



第四節 將暴雨管理納入都市計畫

壹、公權力體系

不論是流域治理或是總合治水，皆有賴於跨部門與跨專業的合作。以浮洲地區來說，除了大漢溪以及雨水下水道系統規劃屬中央管理以外，其餘大多數業務皆由新北市政府負責，在權責分屬上相對較為單純，不過在新北市政府內部，與暴雨管理相關的各項業務仍是分散在不同部門，依照前一小節所提出的浮洲地區暴雨管理改善方案，植生入滲、滯流帶的設置地點，需配合排水幹線做配置，但水利與綠化是分別由水利局與農業局負責（表 4-4-1）。

表 4-4-1 都市暴雨管理結合都市計畫相關單位與負責業務

部門單位		相關執掌業務	
經濟部水利署		水利與自來水政策、法規之擬訂及執行事項、河川流域保育經理之整體調查規劃、治理計畫之擬訂及水土資源經理分工協調事項、淹水災害潛勢圖製作。	
水利署第十河川局		負責淡水河流域水情中心之業務執行、洪水預報作業、淡水河水文觀測、中央管河川排水治理規劃、海岸保育治理規劃、防汛計畫研擬及颱風報告製作。	
國家災害防救科技中心		淹水災害潛勢圖製作。	
內政部營建署		都市發展政策之研訂、建築法系之擬定、都市計畫法規之研修及解釋、都市計畫案之審核等都市開發相關事項、雨水下水道系統規劃。	
新 北 市 政	水利局	水利工程養護科	河川、區域排水、雨水下水道之設施操作及修繕工程、植栽綠化工程設置及維護、市管水利建造物檢查等事項
	水利局	雨水下水道工程科	推動雨水下水道建設、強化雨水下水道設施維護管理、推動總合治水工作、加強都市貯流防汛空間、雨水下水道 GIS

府			系統維護、本市易積水地區改善、專案工程計畫推動與執行。
		抽水站管理科	掌理全市（市管、中央委管）河川之抽水站、水門的維護和管理及相關設施改善等事項。
	城鄉發展局	都市計畫科	都市計畫擬定、變更及通盤檢討（含都市計畫審議）、都市計畫土地使用分區管制要點及相關法規增修與解釋及執行、整體開發策略研析等事項。
		都市更新處	配合節能減碳永續發展概念，加強推動整建維護工作以達促進居住環境及都市景觀快速改善。
		開發管理科	針對本市各地區主要開放空間與市區幹道景觀計畫。
		環保局	綠色交通策略發展規劃、節能策略推展。
		農業局綠美化環境景觀處	綠美化市容景觀及維養護工作，包括辦理重要道路、節點、橋樑入口、交流道、公園等景觀綠美化規劃設計工作與維護管理工作。

資料來源：本研究整理

而業務項目的分散，亦反映了國內長期以來水土分離治理的情形，由表 4-4-1 可見經濟部水利署主掌整個水資源和水利政策、法規的擬定，第十河川局是隸屬於其下，負責淡水河水系的治理，而新北市水利局是負責前二者規劃之下的維護與修繕作業，以及政策的推動。至於都市土地的開發與管理的部分，則均屬內政部營建署之業務，包括建築物的管理，以及都市計畫之研修、都市計畫案之審核等等，其中的矛盾之處在於雨水下水道之規劃也分配在其下，即內水的排放並非由水利單位來負責，由於其治理的邏輯與標準不同，而使得都市淹水的問題始終無法有效獲得解決。

外水由水利單位負責，多半是設定較高的保護標準，與之相比，營建署對於



內水排放的保護標準設定得相當低，以浮洲地區來說，大漢溪之保護標準為 200 年重現期，而市區內雨水下水道僅為 3 年，由此可看出，水下水道原本就是設定用來處理一般普通的雨水排放，而非長重現期距的暴雨，因此當長重現期距的暴雨來襲時，即便外水沒有問題，市區內即可能因雨水宣洩不及而造成積淹，這在過去所引發的問題或許並不嚴重，但近年來在氣候變遷的影響之下，長重現期距發生的機率上升，市區內淹水的風險自然也隨之上升。再者，市區內開發是追求大面積、高密度的建設，鮮少留下足夠的綠地空間，而在排水上則要求盡可能快速地將水由基地排入雨水下水道，內水治理即告一段落，至於雨水下水道與外水的關係則沒有處理，這一點反映在浮洲地區，就是即使市區內具有粗管徑、高效率的雨水下水道，能夠在短時間內將暴雨全數排入滄仔溪，使市區內不發生積淹，考慮滄仔溪集水範圍上包括上游其他地區，此舉反而可能會造成流入滄仔溪的瞬間逕流過多而四汴頭抽水站抽排不及，最終導致滄仔溪沿岸兩側淹水。在此狀況下，水患風險甚至沒有轉嫁至下游，而僅是由市區轉嫁到河岸地帶而已。

簡而言之，目前國內的問題出在水利單位只管水，且是外水，而營建單位則只負責土地開發與建築管理，在內水的處理方面相當粗略。然而，完整的暴雨管理計畫，必須將外水、內水、土地開發三者同時做考量，故實有賴部門的相互支援與合作，至於是否需要建立權責合一的統籌單位，恐怕還是得先改變過去的水土治理邏輯，才有開啓水土合一治理模式的可能。

除此之外，目前淹水災害潛勢圖的製作是由中央負責，通常尺度較大、範圍較廣，多半僅能供防災救援計畫參考，因此，若是地方政府能夠針對區域降雨模式、歷年水患狀況做詳細的統計和紀錄，再以此來進行淹水潛勢評估，將可準確地反映地方的狀況，在地方政府辦理都市計畫或都市計畫通盤檢討時，直接套疊引用，以便於將暴雨管理一同納入土地使用分區中做考量。



貳、制度法規

在法規層面上，大體上也是呈現水土分離治理的情形，水利設施、河川區域、洪氾區土地則是由水利法進行管制，而都市計畫區的土地使用管制皆是依循都市計畫相關法系。現行之都市計畫法並未規定在都市計畫辦理時必須將水患災害風險納入考量，並制定暴雨管理計畫，但依照「都市計畫定期通盤檢討實施辦法」在通盤檢討時，則須考慮害發生歷史及特性、災害潛勢，並調整土地使用分區（詳見表 4-2-2），但因暴雨管理未能在最初期即納入土地開發考量，當通盤檢討進行時若已有重大開發進入，變更的可能性不大，例如浮洲地區在最初都市計畫時，即將滷仔溪劃為園道用地，而今特二號道路也已興築完畢並開通，若是現在進行通盤檢討，也不可能將特二號道路移除，因此透過通盤檢討所能達到的效果有限，不過卻是目前較可行的方式（參見圖 2-3-1）。

表 4-4-2 都市暴雨管理結合都市計畫相關法規

類別	法規名稱	主要內容
都市計畫相關法系	都市計畫法	為地方政府辦理都市計畫之法源依據，依此規範擬定主要計畫與細部計畫。
	都市計畫定期通盤檢討實施辦法	都市計畫發布實施後，每三年內或五年內，得依實際使用狀況進行變更或修訂。
	都市計畫法新北市施行細則（草案）	發布實行後將取代「都市計畫法臺灣省施行細則」，成為新北市都市計畫擬定、變更、發布及實施之法源依據。
	新北市都市計畫規定設置雨水貯留及涵養水分再利用相關設施申請作業規範	新北市政府為執行都市計畫規定設置雨水貯留及涵養水分再利用相關設施之申請及審查事宜，所特訂之規範。

建築相關法系	建築法	為地方政府進行建築管理之法源依據，以維護公共安全、公共交通、公共衛生及增進市容觀瞻。
	建築技術規則	為建築物設計、施工、構造之規範，其中包括了建築基地綠化、基地保水、建築物雨水及生活雜排水回收再利用、綠建築與綠建材等相關準則。
水利相關法系	水利法	水利行政、水利事業、河川區域、洪氾區土地之相關規範。

資料來源：本研究整理

但就國內的現況而言，即便是利用都市計畫定期通盤檢討，仍不足以有效地達到逕流控制之目的，其原因除了前述所言之災害潛勢圖比例太小以外，主要在於缺乏對於逕流控制的明確規範，以及量化而可操作的數據，即使是近一、二年所發布的相關政策與法令，也僅停留在概念性的泛論，因此雖然法令條文中有提及減少逕流、增加透水面積等內容，但在實際操作上依舊難以推展，未來應透過實驗研究與調查，以制訂明確的規範與相關準則，方能確實將水土治理相結合。再者，國內目前針對洪氾區之劃設，並未有相關的獎勵與補償機制，以浮洲地區來說，由於洪氾風險區內正好公有地比例較高，且現有之建設較少，問題應是較容易解決，但倘若問題發生在私有地密集，或已高度發展的地區，在欠缺適當誘因與補償的情形下，即使位於淹水風險較高的區域，恐怕居民搬遷意願亦不高，最終仍是難以取得土地，因此未來還須研擬獎勵與補償之機制，以確保都市暴雨管理計畫能完整落實。

另外值得注意的是，都市計畫法新北市施行細則草案，對於降低開挖率以及綠建築設計皆是以容積作為獎勵，此舉可能導致未來都市實際開發量與人口數過高，反而不利於暴雨管理的進行，建議應是以獎勵金等其他可能的措施等做為替代，避免開發量不斷擴大最終導致失控。而在開挖率的部分，該草案所定之開挖

率相當高，會使得都市的透水率降低，若沒有妥善的配套處理，例如規定以地下室筏基作為貯水之用來削減其開發對於水文環境的衝擊，最後同樣會衝擊原先所制訂的暴雨管理計畫。而法規中相互矛盾的內容，也是再度反映了國內治水邏輯的問題。





第五章 結論與建議

第一節 結論

壹、實證研究案例操作結果

淹水之所以會成爲災害，實際上是人爲所造成，由於土地的開發未考量其對於區域水文的影響，隨著開發程度提高，暴雨逕流量也不斷增加，而傳統的都市暴雨管理邏輯，不但無法徹底解決淹水，反而連帶造成汙染和生態方面的問題。以臺灣來說，過去都市暴雨管理僅著重於外水的治理，鮮少關注內水的議題，更遑論水土整合的治理模式，直到近年來在氣候變遷的影響之下，其觀念才逐漸轉變，在上位計畫與法規中開始提及減少逕流量、增加透水面積等相關事項，但新的暴雨管概念尙處於萌芽階段，因此並未針對區域開發的暴雨管理計畫之擬定提出可供操作的規範和數據，仍停留在概念敘述的階段。而本研究是以板橋浮洲地區爲例，嘗試在現行都市計畫的架構下，結合新的暴雨管理觀念，提出浮洲地區的環境改造方案，該方案內容包括劃設風險管理區，以及建置都市環境涵水網路系統，後者是針對短延時的強降雨，運用入滲、滯流、滯洪的管理方式，將逕流分配於不同土地區塊，透過改變各單元設施的設計（例如植生滯流帶加上貯水槽將可暫存更多的雨水），即可制定階段式的暴雨管理模式，分別對應不同的重現期保護標準，這也回應了文獻中所提到的內容，即小尺度、分散式的暴雨管理單元比起傳統排水設施更易於管理，其可輕易地根據實際使用狀況來進行調整，相當具有彈性。

受限於相關規範和數據的缺乏，以及專業背景的差異，本研究僅提出在現行都市計畫之下，易淹水地區針對內水治理之都市暴雨管理的初步構想，而並未探討外水的問題，但依過去經驗顯示，外水入侵所帶來的威脅更大，而實際上浮洲地區目前已是過量開發，若要真正徹底解決水患的威脅，實應回到最初的臺北地



區防洪計畫來做討論，才是治本之道，其中的問題包括整個洪氾平原究是否應該開發、能夠承受何種模式的開發與多少開發量等等。另外，由於小尺度、分散式的暴雨管理模式，是依靠各個管理單元協同作用，藉此達到累加效果，故都市地區的暴雨管理也有賴於整個大集水區的共同治理，以浮洲地區來說，若是上游地區、板橋市區等地方也能夠制定良好的暴雨管理策略，採取類似的暴雨管理模式，那麼在暴雨時期，流入大漢溪與滄仔溪的逕流將會減少，而浮洲地區的水患風險亦隨之再度降低。

貳、實證研究案例操作過程之發現與檢討

一、民眾對於水患已不復記憶

本研究原是希望透過訪談，而能獲得關於浮洲地區歷年來水患的狀況，並標記於現況地圖上，作為之後案例操作的參考，若是部分內容有所出入，尚可藉由尋找更多的受訪者來做比對，但實際走訪巷弄後發現，由於距離上一次納莉風災大淹水也已超過十年，除了少數身家財產有重大損失者，例如店鋪經營者，或長期關注地方環境等的民眾印象較深刻以外，多數民眾實已遺忘當時的情景，甚至會表示過去未曾發生水患，要訪問者給予提示才會逐漸回想，但是再進一步詢問當時的災情、淹水深度等詳細狀況，卻很難獲得明確的答案，對於水患多數民眾認為「還好」，並且強調「現在已經不會了」；而關於內水積淹問題，或許是因內水至今未曾釀成嚴重的災情，沒有造成生命財產損失，民眾普遍不甚在意。因此，若僅憑訪問所得到的訊息，會產生浮洲地區水患狀況並不嚴重、甚至是沒有水患風險的印象。

在與枋橋河流文化協會的林秀美老師討論過後，推測可能的原因有二，其一是因浮洲地區目前處於開發初期，各項建設正準備進入，民眾可能是擔心水患的印象會造成當地房價下跌，而在訪談時有所保留，由於在進行訪談的過程中，研究者確實有被誤認為是房仲業者和欲在當地購屋者，因此不排除這樣的可能性。



而另一個可能原因就是單純的遺忘，民眾只有在水患發生的當時，才会有深刻的印象，之後便隨著時間而逐漸模糊，這反映了國內環境教育的不足，民眾對於自家周遭環境缺乏關注。而不論是何種原因，在沒有獲得足夠而明確的資訊狀況之下，關於歷年水患的狀況只能以少數印象深刻的人所描述的內容為準，且無法作為案例操作的參考。

二、圖面資料來源不同

本研究所使用之圖資分別來自於不同的組織單位，而各單位所使用的圖臺系統與底圖皆不盡相同，在進行套疊時會產生誤差，即便是使用相同底圖的圖資，實際上套疊起來還是略有差異，雖然以本研究來說狀況並不嚴重，不至於引起重大缺失，但也反映了目前各單位獨立作業而缺乏整合，在運用時需經過校正，無法直接套疊引用。

第二節 後續研究建議

本研究是將新的暴雨管理觀念帶入現行都市計畫架構之中，並且粗略地估算全區逕流量，藉此說明入滲、滯流等暴雨管理單元的設置概念，然其細部內容仍有待琢磨，舉例來說，假使未來出現了可供操作的流程、規範或數據，即可參照其內容而提出更為具體詳細的暴雨管理計畫。再者，由於暴雨管理計畫欲落實到實際的管理單元配置，需要更為精確的逕流量估算，而近年來強降雨比例上升，過去所做的降雨強度經驗公式未必適用於現在的降雨模式，故若是能夠針對區域降雨模式與排水設施做水理上的分析計算，亦有利於未來暴雨管理計畫的制訂。除此之外，完整的暴雨管理計畫需賴政策、法規、相關規範的配合，例如洪氾區的獎勵與補償機制、取代容積獎勵的方式、淹水潛勢範圍內土地之建蔽率和開挖率應為多少等問題，本論文並未細談，若可由這些項目著手，應可使未來的都市

暴雨管理計畫更加完善、可行性更高。

最後，新的暴雨管理觀念並非僅適用於易淹水地區，但不同地區之降雨模式、排水系統、土地使用等條件不盡相同，未來可針對不同地區進行研究，從而歸納出不同類型土地所適用的暴雨管理計畫。



參考文獻



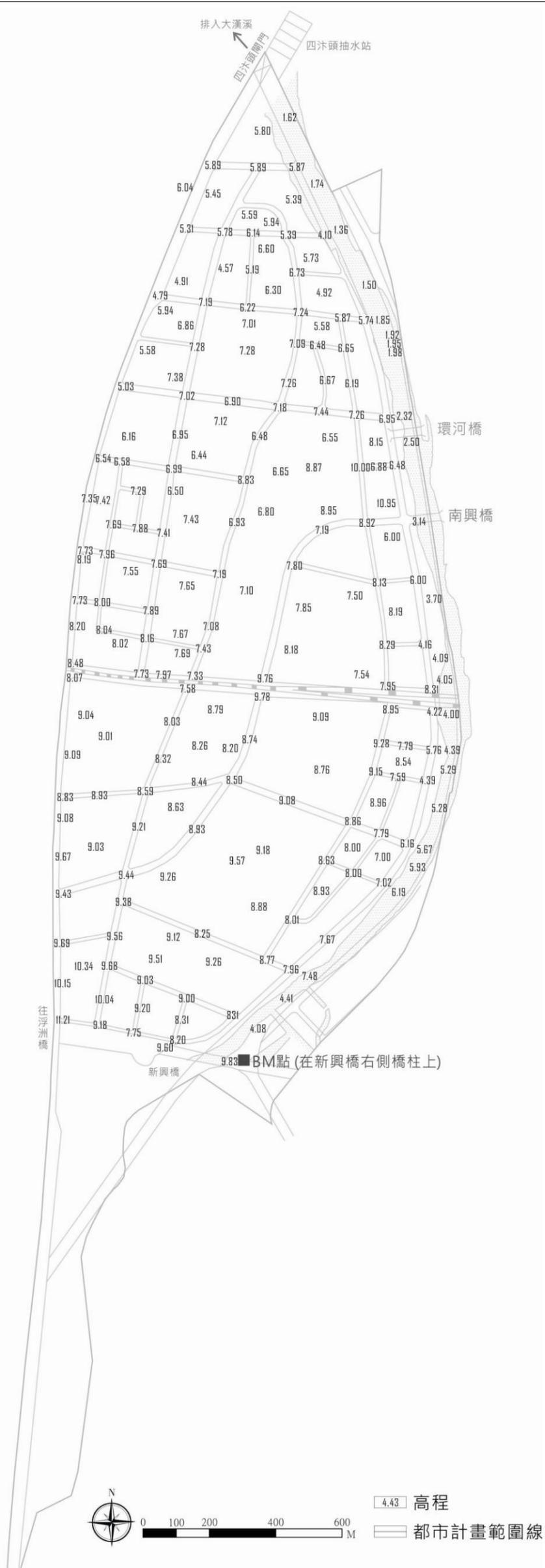
1. Boer, F. , Jorritsma, J and van Peijpe, D. (2010). De Urbanisten and the wondrous water square. 010 Publishers, Rotterdam.
2. Burian, S. J. and Pomeroy, C. A. (2010). Urban Impacts on the Water Cycle and Potential Green Infrastructure Implications. In Aitkenhead-Peterson, Jacqueline and Volder, Astrid (eds) . Urban Ecosystem Ecology. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. pp.277-296
3. Davis, A. P. (2005). Green Engineering Principles Promote Low-impact Development. *Environmental science & technology*, 39(16), 338A-344A.
4. Davis, A. P. and McCuen, R. H. (2005). Stormwater Management for Smart Growth. New York: Springer Science
5. Girling, C. and Kellett, R. (2002). Comparing Stormwater Impacts and Costs on Three Neighborhood Plan Types. *Landscape Journal*. 21(1), 100-109.
6. Koninklijk Nederlands Waternetwerk (2012). Designing water resilient cities. Retrieved from <http://www.waternetwerk.nl/downloads/news/PlhaF8w2b03FrSmU.pdf>
7. Lee, J. H. and Bang, K.W. (2000). Characterization of urban stormwater runoff. *Water Research*. 34(6), 1773–1780.
8. Liaw, C.-H, Cheng, M.-S and Tsai, Y.-L (2000). Low-impact Development: an Innovative Alternative Approach to Stormwater Management. *Journal of Marine Science and Technology*. 8(1), 41-49.
9. New York City Department of Environmental Protection (2010). NYC Green Infrastructure Plan: A Sustainable Strategy For Clean Waterways. Retrieved from http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan_HighRes.pdf
10. New York City Department of Environmental Protection (2012). NYC Green Infrastructure Plan: 2011 Update. Retrieved from http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2012.pdf
11. Reese, A. J. (2001). Stormwater Paradigms, *Stormwater Magazine*, July–August 2001.

- 
12. Rotterdam Climate Initiative (2007). Waterplan 2 Rotterdam. Retrieved from http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/WATERPLAN_engels.pdf
 13. Watson, D. and Adams, M. (2011). Design for Flooding: Architecture, Landscape, and Urban Design for Resilience to Climate Change. John Wiley & Sons, New Jersey
 14. Zeng Cuilin and Lin Bin. (2011). The Crisis in Urban Water Environment and Land Use. *Advanced Materials Research* Vols. 347-353,1518-1522.
 15. 內政部營建署，(2001)，板橋市（浮洲地區）雨水下水道系統規劃，臺北市：內政部營建署。
 16. 內政部營建署，(2003)，國土城鄉防災綱要計畫，臺北市：內政部營建署。
 17. 內政部營建署，(2010)，雨水下水道系統規劃原則檢討，取自新內政部營建署網站
<http://www.cpami.gov.tw/chinese/filesys/file/chinese/dept/sew/990129-1.pdf>
 18. 水利署水利規劃試驗所，(2012a)，都市防洪示範區之研究-以臺南市為例，臺中市：經濟部水利署水利規劃試驗所。
 19. 水利署水利規劃試驗所，(2012b)，國土規劃及綜合治水研究，臺中市：經濟部水利署水利規劃試驗所，取自 <http://www.wrap.gov.tw/project/水患防治之非工程措施.pdf>
 20. 王价巨 (2012)，明日的城市與水共存的出路（上篇），台灣濕地網，取自 http://wetland.e-info.org.tw/index.php?option=com_k2&view=item&id=552:%E6%98%8E%E6%97%A5%E7%9A%84%E5%9F%8E%E5%B8%82-%E8%88%87%E6%B0%B4%E5%85%B1%E5%AD%98%E7%9A%84%E5%87%BA%E8%B7%AF%EF%BC%88%E4%B8%8A%E7%AF%87%EF%BC%89&Itemid=3
 21. 王鵬捷，(2012，6月12日)，暴雨／瞬間豪雨影響決策朱立倫致歉，中央日報，出門看天。
 22. 行政院研究發展考核委員會，(2012)，因應氣候變遷都市水患問題探討與因應對策，臺北市：行政院研考會。
 23. 何興亞 (2007)，都市建設之淹水影響與改善措施評估研究—子計畫：都市土地開發淹水影響與改善措施評估研究(I)，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，臺北：行政院國家科學委員會。
 24. 吳宜昭、陳永明、朱容練，(2010)，台灣氣候變遷趨勢，國研科技，第25期

，40-46。

25. 板橋市志續編編輯委員會，(1997)，板橋市志續編，臺北縣：板橋市公所。
26. 高傳棋，(2005)，圖說枋橋城，臺北縣：臺北縣政府文化局。
27. 國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心，(2011)，板橋區地區災害防救計畫，取自
http://www.drc.ntu.edu.tw/plowing/files/2011/DisasterPreventionPlan_2013_Banqiao.pdf
28. 張善峰、王劍雲，(2011)，綠色街道—道路雨水管理的景觀學方法，中國園林，25-30。
29. 張嘉玲，(2008)，低衝擊開發之應用及發展趨勢，土木水利，35(4)，104-110。
30. 連啓元，(2010)，校園檔案故事—避水樓的故事，臺藝新視界，第454期，臺北縣：國立臺灣藝術大學。
31. 郭顏慧，2012.07.21，髒亂溝仔溝 612 豪雨垃圾還沒清，自由時報，地方新聞。
32. 陳啓進，(2006)，應用多目標規劃方法在住宅社區基地保水之研究，私立朝陽科技大學，建築及都市設計研究所碩士論文，臺中。
33. 陳瑞鈴、林憲德、廖朝軒，(2002)，都市生態貯留水循環技術之研究，內政部建築研究所研究計畫期末報告，臺北市：內政部建築研究所。
34. 黃博炫，(2010)，淹水災害風險因子分析方法之研究-以蘭陽溪為例，國立臺北科技大學，土木與防災研究所，臺北市。
35. 新北市政府，(2011)，變更板橋(浮洲地區)(配合榮民公司及其周邊地區興建合宜住宅)細部計畫書，取自新北市政府城鄉發展局網站
http://volumetransfer.planning.ntpc.gov.tw/TPC_UrbanBook/project_book.aspx?&Item=80/Book/2084/%e6%9b%b8.djvu
36. 經濟部水利署第十河川局，(2008)，淡水河水系河川環境整體規劃，臺北縣：經濟部水利署第十河川局。
37. 經濟部水資源局，(2001)，水文設計應用手冊，取自經濟部水利署網站
<http://file.wra.gov.tw/public/Attachment/752111261391.pdf>
38. 廖桂賢，(2012)，氣候變遷年代的水患治理：復育洪泛平原，建築師雜誌，第451期，88-91，臺北市：中華民國全國建築師公會雜誌社。

- 
39. 廖朝軒，(2003)，雨水資源利用技術，*看守台灣*，5(3)：34-38。
40. 廖朝軒、蔡耀隆，(2002)，從健全都市水環境談雨水滯蓄措施之應用，*中華水資源管理學會季刊*，4(2)，8-18。
41. 臺北縣政府，(2002a)，擬定年板橋(浮洲地區)主要計畫書，取自新北市政府城鄉發展局網站
http://volumetransfer.planning.ntpc.gov.tw/TPC_UrbanBook/project_book.aspx?&Item=80/Book/1101/%e6%9b%b8.djvu
42. 臺北縣政府，(2002b)，擬定年板橋(浮洲地區)細部計畫書，取自新北市政府城鄉發展局網站
http://volumetransfer.planning.ntpc.gov.tw/TPC_UrbanBook/project_book.aspx?&Item=80/Book/1102/%e6%9b%b8.djvu
43. 臺北縣政府，(2006)，臺北縣板橋市湳仔溝水質整體改善規劃綜合規劃報告書，臺北縣：臺北縣政府。
44. 龔楚嫻、于宜強、李宗融、林李耀，(2012)，短延時致災降雨事件分析，災害防救電子報，第 81 期，國家災害防救科技中心。



附錄一 板橋市（浮洲地區）道路中心及現有高程示意圖

資料來源：本研究重繪自內政部營建署（2001）



附錄二 浮洲地區街道圖

資料來源：Google Maps 衛星圖