

都市洪災防制策略之整合型規劃研究（三）

子計畫一：都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

內政部建築研究所委託研究報告

PG9302-0387

093-301070000G1-019

都市洪災防制策略之整合型規劃研究（三）

子計畫一：都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

受委託者：財團法人中華建築中心

研究主持人：林文欽

研究員：謝佳翰

研究助理：陳坤興

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國九十三年十二月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

A Research of the Underground Rainwater Store System in
Urban Areas of Highly Inundation Potential.

BY

WENCHIN LIN

CHIA HAN HSIEN

KUN HSING CHEN

December 20, 2004

目次

表次.....	V
圖次.....	VII
摘要.....	IX
Abstract.....	XIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與目的.....	1
第二節 研究內容.....	3
第三節 研究方法與流程.....	5
第四節 預期完成之工作項目.....	8
第二章 文獻回顧.....	9
第一節 國內降雨型態分析.....	9
第二節 雨水貯留發展現況.....	14
第三節 滯洪池設計之相關研究探討.....	23
第三章 興建雨水貯留系統之可行性探討.....	25
第一節 雨水貯留興建原則與設置考量.....	26
第二節 雨水貯留設施之功能及型式.....	31
第三節 雨水貯留相關法規.....	36

第四節 貯留設施設置評估因子.....	39
第五節 小結	41
第四章 雨水貯留系統與都市防洪計畫之結合.....	43
第一節 都市洪災發生原因與因應對策.....	43
第二節 雨水貯留系統與都市防洪計畫之結合.....	46
第三節 配合都市洪災防制建設計畫.....	51
第四節 小結	55
第五章 興建雨水貯留系統之效益評估.....	57
第一節 方案擬定.....	57
第二節 雨水貯留設置地點之選擇.....	59
第三節 工程成本及優缺點比較.....	60
第四節 貯留設施之效益.....	66
第五節 小結	68
第六章 問卷調查.....	69
第一節 問卷調查表之設計.....	69
第二節 問卷分析結果.....	70
第三節 小節	73
第七章 結論與建議.....	75

第一節 結論	75
第二節 建議	76
附錄一 問卷調查之內容	77
附錄二 第一次專家學者座談會議記錄	85
附錄三 第二次專家學者座談會議記錄	87
附錄四 期初簡報回應表	89
附錄五 期中簡報回應表	91
附錄六 期末簡報回應表	97
參考書目	99

表次

表 2-1 侵台颱風路徑與各地降雨	13
表 2-2 雨水貯留系統實例及所在地	18
表 3-1 各式貯水型式優缺點	35
表 3-2 貯留設施相關法規	36
表 4-1 淹水問題與因應對策	45
表 5-1 成本效益分析流程	57
表 5-2 直接工程成本估算表	60
表 5-3 工程經費估算總表	61
表 5-4 抽水站增設成本	63
表 5-5 抽水站及貯留設施之優缺點	65
表 5-6 兩方案之成本比較	65

圖次

圖 1-1 貯留設施所需貯留量示意圖	4
圖 1-2 研究流程圖.....	7
圖 2-1 鋒面剖面示意圖	10
圖 2-2 颱風結構垂直剖面圖	11
圖 2-3 颱風路徑分類圖（1897~1996）	12
圖 2-4 颱風登陸地點之分段統計（1897~1996）	12
圖 2-5 雨水貯水筒設置圖	16
圖 2-6 雲林科技大學田徑場雨水貯留系統示意圖	17
圖 2-7 美國 Denver 市 skyline 廣場	21
圖 2-8 東京巨蛋體育館	22
圖 2-9 東京都兩國國技館	22
圖 3-1 下挖式廣場.....	28
圖 3-2 設置考量與興建原則示意圖	30
圖 3-3 雨水貯留設施架構圖	39
圖 4-1 貯留池案例-校園一角（平日）.....	50
圖 4-2 貯留池案例-校園一角（暴雨時）.....	50
圖 4-3 配合都市洪災防制建設計畫	52

圖 4-4 二重疏洪道遠視圖	54
圖 4-5 二重疏洪道示意圖	54
圖 5-1 中港抽水站位置圖	58
圖 5-2 貯留體積圖.....	58
圖 5-3 各公園位置圖.....	59
圖 5-4 雨水貯留效益圖	67

摘要

關鍵詞：雨水貯留、中小型暴雨逕流、防洪減災

一、研究緣起

在都市化過程中，土地的高度開發導致不透水鋪面增加，造成地面逕流增大，對排水系統形成負擔；經歷潭美及納莉風災後，都市型水災逐漸被國人所重視，如何有效降低都市淹水發生機率、降低洪峰及延緩逕流到達時間成為重要課題。

藉由雨水貯集措施的「入滲」及「滯蓄」等功能，延緩地表逕流排出時間、減低洪峰流量並改善都市開發增加逕流現象、減緩都市洪患；雨水貯留系統在國內外發展已有一段時間，在工法與技術上日趨成熟，不但能有效降低都市型暴雨排水負荷，並減少都市水災的發生，且能達到防洪的功能；本研究擬利用雨水截留設施，作為降雨量超過原渠道設計容量時，能暫時截留過多雨水之地點，減輕排水渠道及抽水站之負荷，以降低都市型水災發生的機率、提高耐淹水程度，保障人們生活上的安全與減少財務上的損失。

二、研究方法及過程

本研究擬利用公有平面開放空間，如公園、操場、廣場、運動場等，設置雨水貯留系統，在不影響日常使用機能下，視逕流量多寡向下挖掘一定深度，作為暴雨來臨時暫時貯留雨水之場所，收容超過渠道設計容量之雨水，減輕暴雨時排水系統及抽水站之負擔，藉由雨水貯留系統貯留暴雨來臨時所產生之洪水，以降低下游洪峰流量與延緩逕流到達時間，避免危害下游居民安全及造成土石流之發生；雨水貯留措施可視為一中小型的暴雨逕流貯集技術，可以融合建築物、公園綠地、道路廣場、停車場等公共空間，於集水區逕流流經路徑廣設貯集措施，以達到逕流減量的效果，有效的降低都市型暴雨排水負荷，由於主要目的在於減輕

洪患之發生，對於所貯留之雨水並沒有要再次的利用。

三、成果討論

綜合本研究成果，歸納下列結論：

1. 在都市高淹水潛勢地區洪災防治作業上，利用都市既有之開放空間，在暴雨來臨時進行雨水的貯留，待豪雨停止或超過滯洪池設計容量時，再以重力方式或其他抽水方式抽乾雨水，不僅可以達到逕流減量的效果，亦可有效減低都市型暴雨之排水負荷，適合用於人口密度高之都會區使用。
2. 利用原有抽水站為主，雨水貯留設施為輔，在抽水站設計標準內的降雨，抽水站可以順利將雨水排除，一旦超過抽水站設計標準，則利用雨水貯留來暫存雨水，不僅可降低洪峰流量、延緩逕流到達時間，也能使地區耐淹水程度適時的提高。
3. 利用既有的公共開放空間設置貯留設施，不但不影響人民的日常使用機能，也能提升都市的土地利用價值。

四、主要建議事項

建議一

增設連接渠道與貯留設施間之排水路：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：各縣市政府

都會區洪泛期，貯留設施兼有降低洪峰流量與延緩逕流之功效，冀望以本研究計畫之成果，能供災害防救相關單位參考，以期有效降低洪患發生機率，提高地區耐淹程度；建議可先增建連接渠道與貯留設施間之排水路，推動防洪、排水工程之建設，配合實施「都市綜合治水」。

本研究目前只針對中港抽水站增設案與公園截留設施做比較，建議後續研究能針對一淹水地區，比較設置抽水站、設置雨水貯留系統與無設置防洪系統之損失與效益性，並可針對不同貯留地點做效益評估，

以做出最佳選擇方案。

建議二

配合土地使用管制或都市更新時，劃定滯洪區：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部都市發展委員會、各縣市政府

於新市鎮開發、都市計畫通盤檢討及區域計畫更新時，變更土地使用管制，針對高淹水潛勢地區劃定滯洪區，配合研擬雨水貯留與截留相關法規、條例，使雨水貯留系統之設計規範，更具整體性與一致性。

Abstract

Keywords: rainwater store, middle-sized and small-sized torrential rain runoff, flood preventing and calamity reducing

After Taiwan undergoing the urban type floods caused by Trami Typhoon and Nari Typhoon, they show the seriousness of urban flood problems. Therefore, after making comprehensive understanding of the solution to urban flood problem, delaying peak flow arriving time and reducing the peak flow quantity caused by rainfall, the author brings up the thinking of using rainwater store system.

By choosing park greens, roadway, square, sports ground, basement of building and etc, and matching up with local runoff flow route of water collecting area, we utilize rainwater-withholding method to temporarily store the rainwater. When runoff quantity exceeds channel design flow, it will be drawn into store facilities and when the flow rate of channel is becoming small, the water in store facilities will be discharged into channel. As a result of drawing rainwater into the basement of building to store, we need to think over the problem of basements that have existing mechanical and electrical equipment set up, the high budget needed, and higher project difficulty. So we consider open spaces such as parks, squares, sports ground, playground and etc as the site of rainwater store system.

This study plans to investigate and plan the feasibility of rainwater store system in the light of urbanization area, and evaluate its planning value in order to expect rainwater store system be able to increase high inundation protection standard, reduce the occurrence probability of urban type flood, and protect the safety of residents' life and reduce financial loss.

第一章 緒論

第一節 研究背景與目的

一、研究背景

近年來因經濟持續成長，造成人口密切集中，需水量不斷增加，也由於在都市化的過程當中，土地大量開發減少了地表的入滲量，使得地表之不透水化造成都市的排水問題，因為地表逕流量的增加，超過渠道所能負擔之流量，造成大雨來臨時，排水系統無法容納過多的雨水，而醞釀成災。

接連幾次發生都市型水災，凸顯了都市淹水問題的嚴重性，王如意學者針對都會防洪規劃作業，提出都市治水對策，其分為軟體及硬體二方面，軟體面作法包括：1. 擬定合適的土地利用對策：如綠地的保全和復育；2. 建立預警防洪體制：如加強防洪情報系統、強化防洪體系；3. 宣傳發表活動：公告推估淹積水範圍、推動河川清掃等民間運動等。另外，硬體面的作法包括河川護岸整備、設置河川分水路、下水道管渠整備、抽水站整備、同時設立雨水貯留系統、鋪設透水性鋪面、透水性排水設施及雨水滯洪池。是故，經濟部水資源局彙整以上專家意見提供給行政院災害防救委員會，期能夠推廣至各地方政府，配合實施「都市綜合治水」。

其中，雨水貯留系統在國內外發展已有一段時間，在工法與技術上日趨成熟，但是大部分的雨水貯留系統均是利用屋頂作為貯留地點，貯留量須視建築物屋頂之面積大小而定，對於大量暴雨來臨時，其貯留雨量之功能並沒有完全發揮，無法降低都市化地區淹水風險，還是有造成洪災的可能。

是故，本研究依據行政院災害防救委員會第十三次委員會議記錄指示執行「災害管理政策策略執行方案」中，有關研究評估低窪或高淹水潛勢之都市區域興建雨水貯留系統之可行性，期望可利用雨水貯留系統，有效降低都市型暴雨排水負荷，並減少都市水災的發生，達到防洪減災的功能。

二、研究目的

基於上述研究計畫背景，本研究擬針對都會區域低窪或高淹水潛勢地區，分析都市化地區規劃雨水貯留系統之可行性，作為降雨量超過原渠道設計容量時，能暫時貯留過多雨水之地點，並減輕排水渠道及抽水站之負荷，以降低都市型水災發生的機率，保障人們生活上的安全與減少財務上的損失。

1. 透過雨水貯留系統，減少都市地區逕流之負荷量。

由於都市化地區之土地經過高度開發，導致集水區地表水文體系產生衝擊，透過雨水貯留措施以得到改善，其目的主要是藉由雨水貯留系統貯留暴雨來臨時所產生之洪水，以降低下游洪峰流量與延緩逕流到達時間，避免危害下游居民安全及造成土石流之發生。雨水貯留措施可視為一中小型的暴雨逕流貯集技術，可以融合建築物、公園綠地、道路廣場、停車場等公共空間，於集水區逕流流經路徑廣設貯集措施，以達到逕流減量的效果，有效的降低都市型暴雨排水負荷。

2. 利用雨水貯留系統，達到都市防洪之功能。

在都市化的過程中，地表之不透水化對都市排水造成嚴重的問題，但是這些問題大部分可藉由雨水貯集措施的「入滲」及「滯蓄」等功能加以改善，用以延緩地表逕流排出時間、降低洪峰流量並改善都市開發增加逕流現象、減緩都市洪惠及增加地下水入滲補注，有助於健全都市的水循環。雨水貯留系統具有滯洪、入滲、地下水補注等功能，就其型式可分為滯洪池、滯留池、屋頂貯留、地下貯留調節池等型式；在都市化地區裡，雨水貯留設施在下雨時可以貯留雨量與逕流，等到雨停時再利用重力方式或其他方式慢慢排水，以減少都市水災的發生，達到減災的功能。

第二節 研究內容

在台灣地區，配合降雨豐沛特性與民眾接受程度的提昇，雨水貯留系統在台灣地區的發展趨勢已經由過去的大小型農塘，擴大成為農業、工業與民生用途等多目標系統，尤其在區域性農業用水之替代（如丘陵地區）與其他供水系統之聯合供應（如中水系統）方面，均有顯著的發展。近年來，因為都市之發展範圍逐漸擴大，在都市化及土地使用密集化期間，大多數的都市規劃或建築專家對雨水之處理，皆以儘早排除的觀念設計建築物及利用不透水化處理都市化地區內基盤建設，使得現有建築物缺少雨水貯留、滲透之機能；都市區不透水面積增加，使得雨水貯留、滲透、保水機能降低，因而發生都市溫暖化、都市型水患、都市生態系統丕變等問題，造成都市環境惡化（游清煌，2002）。

雨水貯留技術多是以人工設施或天然地形收集超量之雨水，供給乾季或平時使用，主要是以屋頂平面、貯水容器設施、地面集流方式為主，可用於農業灌溉、工業及民生用水之替代補充水源。雨水貯留不但具有開源、節流、及調配水源之功能，於都會區洪泛期兼有滯洪、蓄洪、分洪、減洪之防災功效，值得推廣。在都市地區應用雨水貯留設施，同時兼具防災的功能，在暴雨來臨時，能延緩逕流流出時間，以降低都市型水災發生的機率，保障人們生活上的安全與減少財務上的損失。

基於上述，本研究擬針對都會區域低窪或高淹水潛勢地區，探討利用既有建築物之開放空間，如社區公園、運動場、操場、廣場等等，配合降低洪峰需求設置雨水貯留設施之可行性。例如，規劃公園之雨水貯留設施，利用滯洪池的型式予以截留超過渠道設計流量之雨水，滯洪池適用於密集的都市化地區，滯洪池不但可以多用途的利用還具有減洪的功能，適合在洪水發生頻率較高且住宅密度較高的地區使用，選擇合適的地點，再配合集水區的排水路徑設置貯留系統，利用雨水截留的方式把雨水貯留下來，當逕流量超過渠道設計流量時，則引水導入貯留設施，等渠道內流量變小時，再將貯留設施內的水排到渠道中，圖 1-1 為貯留設施所需貯留體積示意圖。

規劃之原則是針對暴雨來臨時，將超過原設計渠道所能負荷之逕流暫時貯留，避免四處漫流造成災情。由於本研究最終目的為降低都市淹水問題，對於大量的雨水只是加以截留，並沒有要再利用截留的雨水。研究計畫內容擬包括下列各項目：

1. 檢討各種貯集雨水之方法與型式並評估其適用性；
2. 探討都市化地區興建雨水貯留系統之可行性；
3. 評估都市化地區規劃雨水貯留系統之效益分析；
4. 將雨水貯留系統導入公共開放空間，建立中小型之暴雨逕流貯集技術。

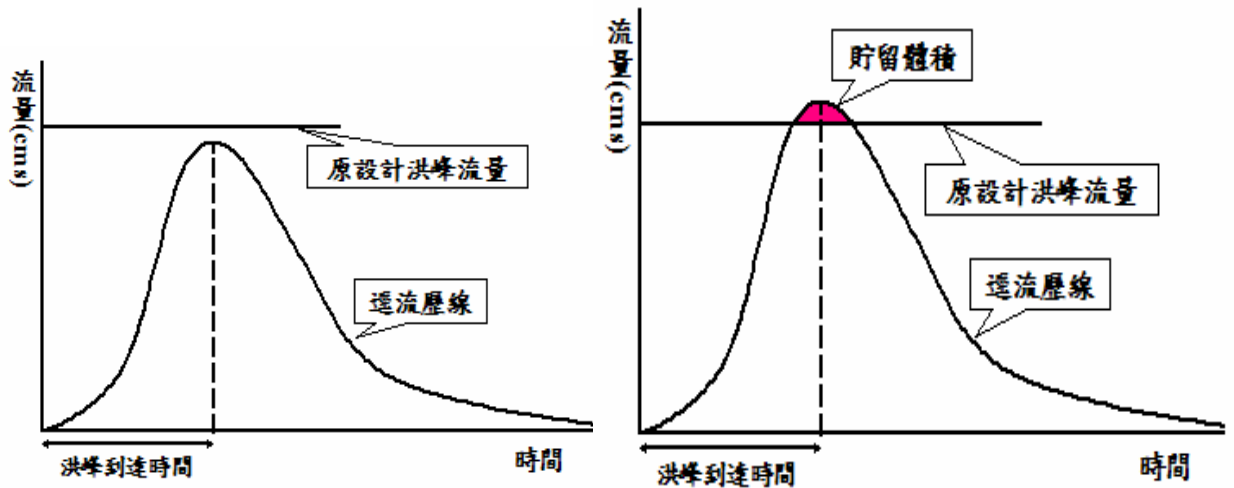


圖 1-1 貯留設施所需貯留量示意圖

第三節 研究方法與流程

相關研究方法如下：

一、研究方向初擬

1. 利用相關的文獻資料蒐集，研擬初步的研究方向；
2. 再由初步研究的方向研究目標，經過完整的分析及整合討論；
3. 提出研究計畫服務建議書；

二、蒐集資料

1. 收集國內外有關雨水貯留措施的相關資料與成果；
2. 分析貯集雨水之方法與型式；
3. 研究利用雨水貯留之設計範例，期建立中小型之暴雨逕流貯集技術；

三、研究目標之確立

依據所蒐集之文獻資料及相關研究成果，經整合分析後，確定完整之研究目標：

1. 減少都市地區逕流量；
2. 達到都市減洪之功能；

四、規劃興建雨水貯留之可行性研究

1. 選擇既有開放空間，如社區公園、運動場、操場、廣場等等，作為雨水貯留的地點；
2. 探討雨水貯留之可行性分析，並檢討各種貯集雨水之方法與型式；
3. 雨水貯留系統在暴雨來臨時，可以使尖峰流量降低，達到減災的目的；
4. 除藉此增加雨水貯留的量，並減少都市水災發生的機率，達到防洪的效果；

5. 評估都市化地區規劃雨水貯留系統之效益分析；

五、專家座談及民眾問卷調查

藉由民眾問卷之調查實施，以及專家座談會之舉行，邀請地方政府之人員及相關研究學者與會；建立起與公部門之溝通管道，以利相關建議之反映，並加強民眾之危機意識，提高民眾參與都市防災建設之意願。

六、分析與討論

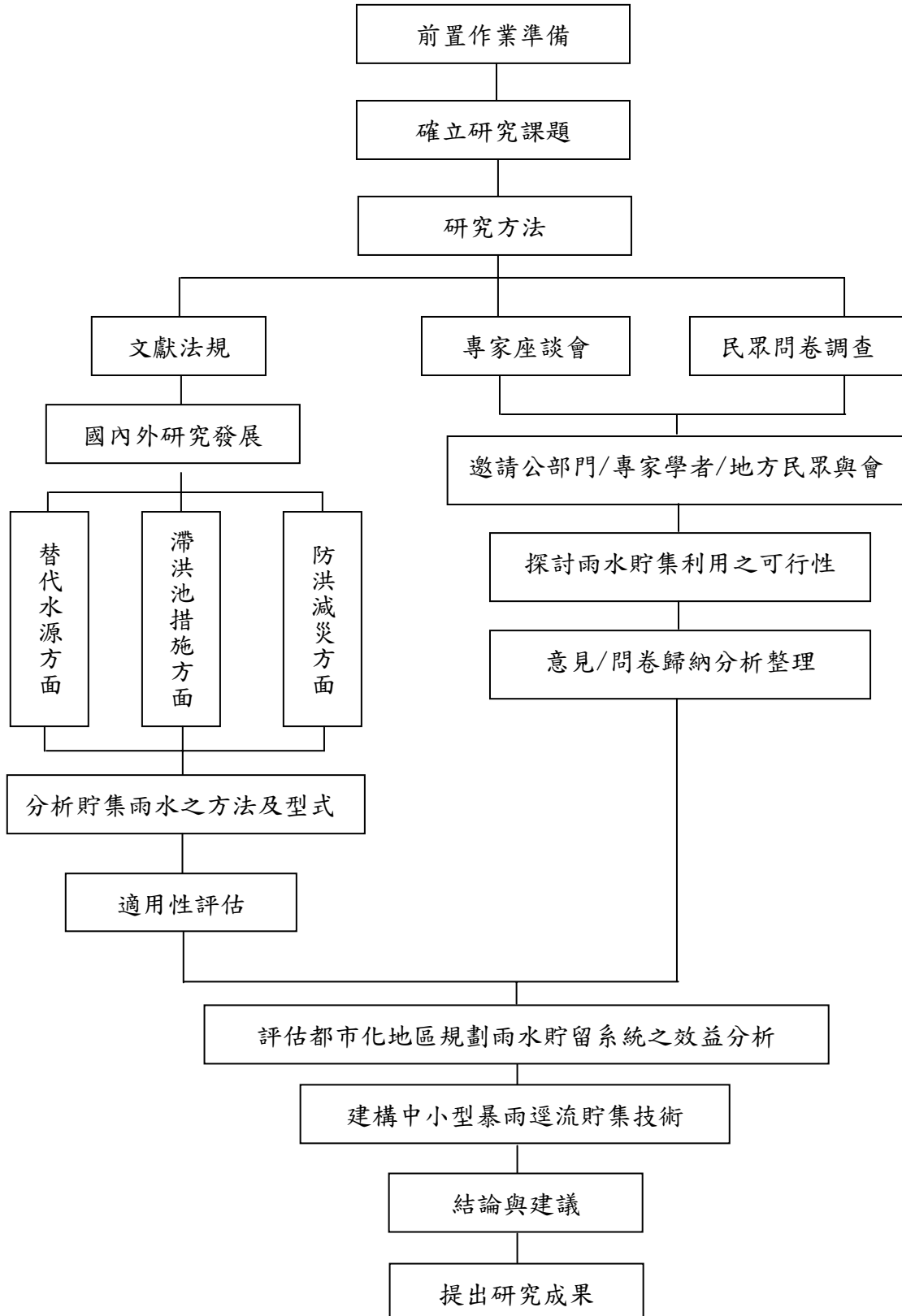
討論整體的研究成果，並加以修正，以便分析整合。

七、研究計畫報告書之提出

綜合研究之成果完成研究計畫報告書。

研究流程圖如下：

圖 1-2 研究流程圖



第四節 預期完成之工作項目

本研究計畫針對低窪或高淹水潛勢之都市區域，評估興建雨水貯留系統之可行性及效益分析，期望可利用雨水貯留系統有效減低都市型暴雨排水負荷，並減少都市水災的發生，達到防洪的功能。

預期成果如下：

1. 針對高淹水潛勢地區，給予興建雨水貯留系統之執行建議；
2. 提出都市化地區設置雨水貯留系統之效益評估；
3. 將雨水貯留系統導入公共開放空間，建立中小型暴雨逕流貯集技術；
4. 提出具體之法令修訂建議條文草案。

雨水貯留不但具有開源、節流、及調配水源之功能，都會區洪泛期時，兼有滯洪、蓄洪、分洪、減洪之防災功效，值得推廣。冀望以本研究計畫之成果，供災害防救相關單位參考，期能夠推廣至各地方政府，配合實施「都市綜合治水」。

第二章 文獻回顧

第一節 國內降雨型態分析

一、降雨特性分析

台灣是典型的亞熱帶海島型氣候，雖然年平均降雨量達 2500 公釐以上，約為世界平均值 970 公釐的 2.6 倍，卻因為地形與氣候環境的關係，如河流長度短且坡度陡峭，造成天然雨水易流失、南北部降雨分佈不均勻、洪枯流量懸殊等；降雨主要集中在每年的五月到十月間，十一月至翌年的四月通常為枯水期等因素，使得可利用的雨量有限，平均每年每人所能分得的水資源，只有世界平均值的六分之一左右，需水量嚴重不足。

二、降雨的形式

降水是指降落於地面之水，包括液態或固態的水汽凝結物之統稱。除了空中水汽含量外，與氣流、地形、風向、高程、氣壓均有關係，尤其與氣流升降及地形變化具有極大之影響。降水形成之方式有直流降水、山嶺降水、氣旋降水，分別說明如下：

1. 直流降水

常發生於夏季燥熱的午後，因地面受太陽照射，地面溫度升高，使得蒸發旺盛，富含水汽的氣流劇烈上升，至高空因減壓膨脹，而冷卻成雲致雨。直流降水常為局部性，範圍較小、常伴有雷電、短暫強風，又稱為熱雷雨、雷雨或雷陣雨。如臺灣夏季午後的西北雨即是，如遇都市排水不良，此種降雨常導致某地區遇雨成災。

2. 山嶺降水

當濕潤且流動的氣團遇到高聳的山脈，被迫沿著迎風坡上升，氣溫逐漸下降，空氣中的水汽凝結為雲，雲漸多而且重，最後降下為雨，一般常見於沿岸高山的向風坡。一般來說，山嶺降水強度不大，但延時較長，對大集水區之供水量影響大。台灣冬季時，東北季風盛行，受西伯利亞高壓氣團籠罩，形成冷氣團南移經過中國大陸、越過台灣海峽，攜

帶大量水汽到達台灣，與北部山脈接觸，氣團上升冷卻，形成地形雨。

3. 氣旋降水

降雨與氣旋併在者，稱為氣旋降水。上升氣旋中心為低氣壓，依反時鐘方向旋轉，分為鋒面型及非鋒面型兩種，鋒面型又可細分為熱(暖)鋒雨、冷鋒雨及梅雨，說明如下：

鋒面型：

(1)熱(暖)鋒雨

為攜有水汽之高溫氣團，在前進時遇冷氣團而產生降水，特徵為降水範圍廣，延時長，強度不大但總雨量多，對大流域之供水有影響。

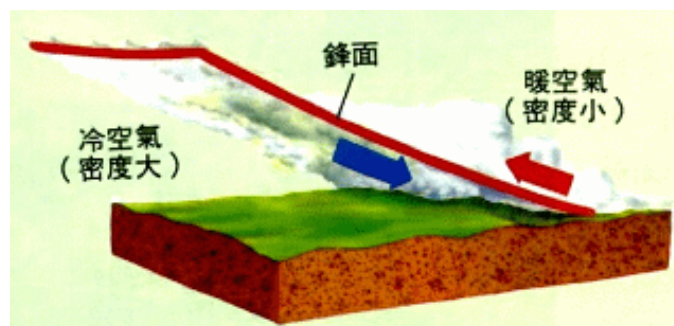
(2)冷鋒雨

為攜有水汽之冷氣團在前進時，遇到高溫氣團，熱氣團被迫上升，遇冷而形成降水，特徵為降水範圍小，延時短，強度大，對小流域供水較有影響。

(3)梅雨

鋒面型降水若遇到冷熱氣團勢力相當而無法移動時，稱為滯留鋒，會產生延綿不絕的降水，俗稱霉雨或梅雨。特徵為降水範圍大，延時長但強度不大，多集中在四、五、六月間。

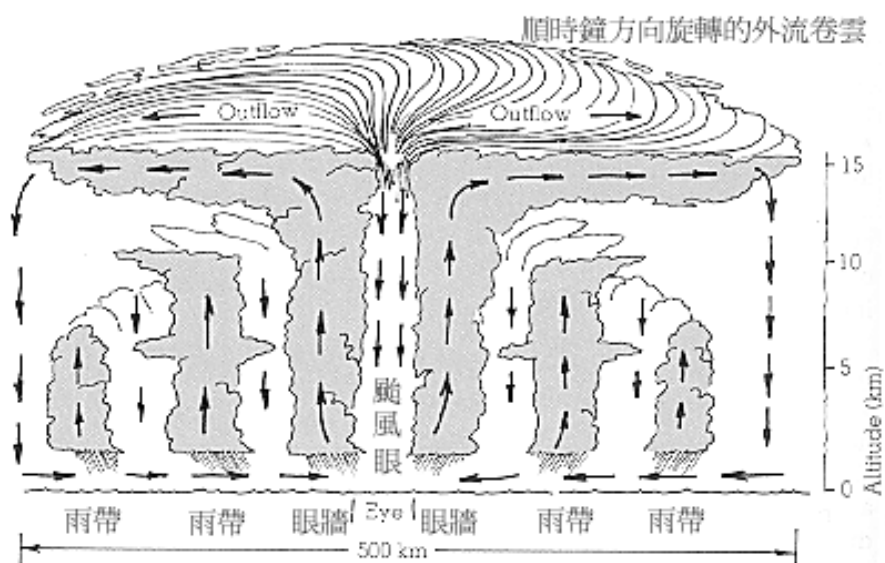
圖 2-1 鋒面剖面示意圖



非鋒面型

非鋒面型雨為熱帶低氣壓，若熱帶低氣壓繼續發展，同時氣壓降低，風力增大到每小時 63 公里(每秒 17.2 公尺)，則稱為颱風；如以風級表示，達 8 級風或以上才能算是颱風，達每小時 56 公里(每秒 15 公尺)或以上即 7 級風的範圍，才是颱風的暴風範圍。

圖 2-2 颱風結構垂直剖面圖



資料來源：颱風部屋網站

颱風的結構：

颱風大致為一半徑甚大的螺旋狀雲柱，範圍可達數百公里，其高度曾觀測到有一萬八千餘公尺之高。在這圍繞龐大的雲柱中心部分是無雲或雲層很薄，而且沒有風雨現象，這就是颱風眼。從颱風眼向外，剛離開颱風眼處，即是雲層最厚重且風雨最大之處。漸向外則雲層漸高也漸薄，風雨也漸弱。

圖 2-3 颱風路徑分類圖 (1897~1996)

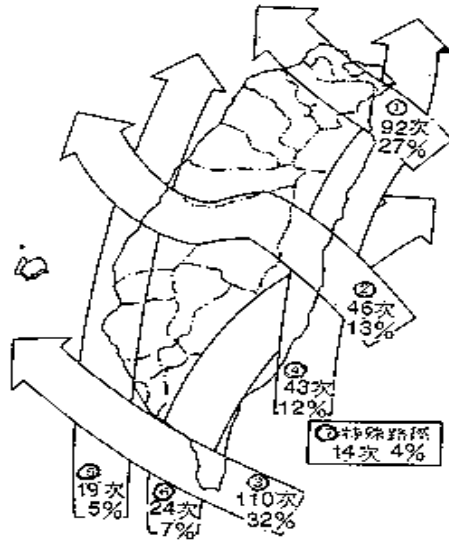
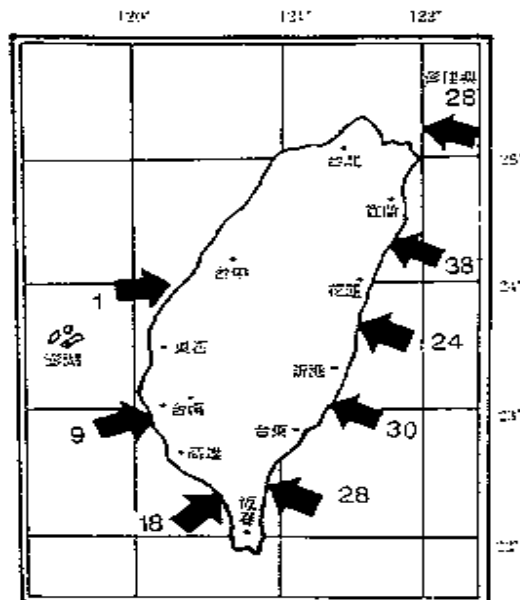


圖 2-4 颱風登陸地點之分段統計 (1897~1996)



資料來源：中央氣象局。

侵台颱風路徑與各地降雨關係表：

表 2-1 侵台颱風路徑與各地降雨

路 徑	降 雨 分 佈 情 形
通過北部向西或西北行進	北部地區最為嚴重，中部山區雨量多，若剛好大陸上有高氣壓南下，在颱風及東北季風的雙重影響下，更是增強雨勢，常導致北部嚴重水災。
通過台灣中部向西或西北行進	登陸前，北部及東部地區雨勢較強，強勁的西南氣流經常延續到颱風過後仍然強勁，濕暖的氣流受中央山脈阻擋，抬升至適當高度後，挾帶的水汽容易凝結而降雨，導致中南部地區雨勢增強，山區雨勢更烈。
通過南部海面向西或西北行進	除東部地區雨量較多以外，其他地區雨量較少。
沿東岸或東部海面北上	東部降雨最多，偶而北部及東北部也有較強之雨勢。
沿西岸通過中南部向東北方出海	對西南部及東南部影響較大，雨量多且強，其他地區雨量不多。

資料來源：中央氣象局；本研究整理

第二節 雨水貯留發展現況

一、雨水貯留概述

所謂雨水貯留，即是將水文循環中的雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，主要是以屋頂、地面集流為主，用在農業灌溉或作為民生用水之替代性補充水源、防火貯水與減低城市洪峰負荷量等多目標用途。在台灣地區，配合降雨豐沛的特性與民眾接受程度的提升，雨水貯留在台灣地區的發展已經由過去的大小型水塘，擴大為農業、工業與民生用途的多目標設施，在區域性的農業用替代水與其他供水系統(如中水系統)方面，均有顯著的發展。

二、國內推廣雨水貯留系統之經驗

國內水資源保育失去平衡，但透過雨水貯留，將雨水截取、貯存，並可透過適當設施補充用水、減低洪澇、增加地下水補注及提供親水遊憩等功能，為新世紀水資源利用、替代水源的開發及減低都市洪澇等問題，提供另一個思考方向。雨水貯留系統在近年來逐漸為世界所重視，其原因在於雨水貯留系統的利水、防災、減洪、替代水源等重要功效與無水權爭議。雨水貯留系統具有滯洪、滯留與入滲的功能，兼備防洪調節，經由雨水貯集系統的貯蓄、利用與入滲，使尖峰流量削減並減少逕流體積，讓雨水趨向於自然排水方式，減少都市型水災發生。

1. 學術研究

國內目前對雨水貯留系統的研究，在學術方面有廖朝軒、朱壽銓等(1997)針對影響屋頂雨水貯集供水系統之主要因素包括：(1)系統模擬計算模式；(2)逕流係數；(3)可靠度；(4)需水型態；(5)降雨型態；(6)降雨資料記錄年限；(7)取水方式與(8)取水間距等 8 個重要因素進行探討，並考慮在經濟成本最小情況下，雨水貯留系統最佳組合設計模式。

朱壽銓、黃文龍等(1997)分別對雨水貯留供水系統之定義、型式、效能演算、裝設、注意事項、貯水、供水及維護管理等項目進行說明，建立雨水貯留供水系統最適化設計技術準則。

朱壽銓、廖朝軒等(1996)考慮不同需水量、集流面積與貯蓄容量，以臨界期距法配合不同雨量資料時距(日雨量、旬雨量..等)，以及不同取水方式進行模擬，並對系統中各個不同影響分子(集水面積、雨量資料長度、需水量..等)進行敏感度分析，再以機率矩陣法進行演算，最後比較兩種方式的特性及差異，在不同需水量條件下，建立供水率-貯蓄容量-集流面積之關係曲線，提供水資源規劃者與決策者在評選雨水貯集供水系統時之參考，供作屋頂雨水貯集系統最佳化設計時之基礎。

朱壽銓、黃文龍(1997)考慮不同需水量、集流面積與貯蓄容量，以臨界期距法進行模擬，並在不同需水量條件下，建立台灣地區 21 縣市、台北市及高雄市雨水貯留供水系統容量-集水面積-供水率的關係式，作為各縣市政府推動雨水貯留供水系統的依據。

廖朝軒等人(1994)探討以雨水貯留供水方式，舒緩工業區開發對水源之迫切需求，建立雨水貯集試驗系統，收集水量、水質及其他相關資料，以進一步分析在各種不同可靠度下，滿足各種不同用水需求之雨水貯集系統容量，並探討系統之經濟可行性及設計步驟。劉豐壽、黃月娟等(1999)配合台灣地區的降雨豐沛特性與民眾接受度的提昇，雨水貯留系統在台灣地區的發展已經由過去的大小型農塘，擴大為農業、工業與民生用途的多目標系統，針對此一發展趨勢，以雨水貯留供水系統近年來在國內外之應用情形，分析國內發展現況及推廣。

2. 推廣與實例方面

在推廣方面，以農業為例，過去水保局推廣農業用水塘；近年來經濟部水資源局逐步擴大發展至丘陵地小型雨水貯蓄設備的推廣與設置，所補助設置的總噸數已經達 8 萬餘噸，每年可提供之雨水達 300 萬噸左右。在農業用水方面，朱壽銓(1993)以台灣西南部岩泥地區為研究區域，利用連續尖峰分析法，配合當地水文氣象條件、土地利用狀況及一般農業用水情形，推估研究區域農業用水需水量，以連續方程式做為雨水貯集供水系統容量之模擬，繪出農塘容量、耕地面積及供水可靠度曲線圖，做為將來農塘設計及建造時之參考依據。在推廣方面，李士蛙、陳仁仲(1997)針對經濟部水資源局推動節約用水各項方案中，關於「雨

水收集蓄水設施推廣計畫」及「南部地區學校用水回收再利用之節水措施實施計劃」兩項計畫，說明實際工作過程概況及作法與推廣經驗，並以受補助之學校、偏遠地區農戶為案例評估其效果，藉此成果與推廣經驗，提供政府機關今後節約用水措施之推廣與民間自行裝設時之參考。

在離島地區，以澎湖為例，馬公機場擁有大面積收集條件，藉現有跑道之排水渠道設置抽水機將暴雨逕流抽取進入水庫，每年可收集之雨水達 25 萬至 50 萬噸，用於機場地板洗刷及廁所用。水。

台北三芝國小，應用原有地下水供水系統加設雨水收集管路，利用屋頂收集雨水，再配合地下筏式基礎貯水槽儲水，作為學校廁所沖水使用及庭園澆灌溉。台北市立動物園位於台北市雨量較為豐沛之文山區，利用行政大樓屋頂集水，提供廁所及花木澆灌用；於休憩亭及公共廁所旁設立小型雨水尊及解說看板，宣導雨水利用之原理和效果。新竹工研院能資所，於屋頂設置不鏽鋼屋面雨水收集設施，除了做為各項有關雨水設計利用之實驗場所外，每年約可收集 1200m³ 的雨水，自來水的替代率達 60% 以上。

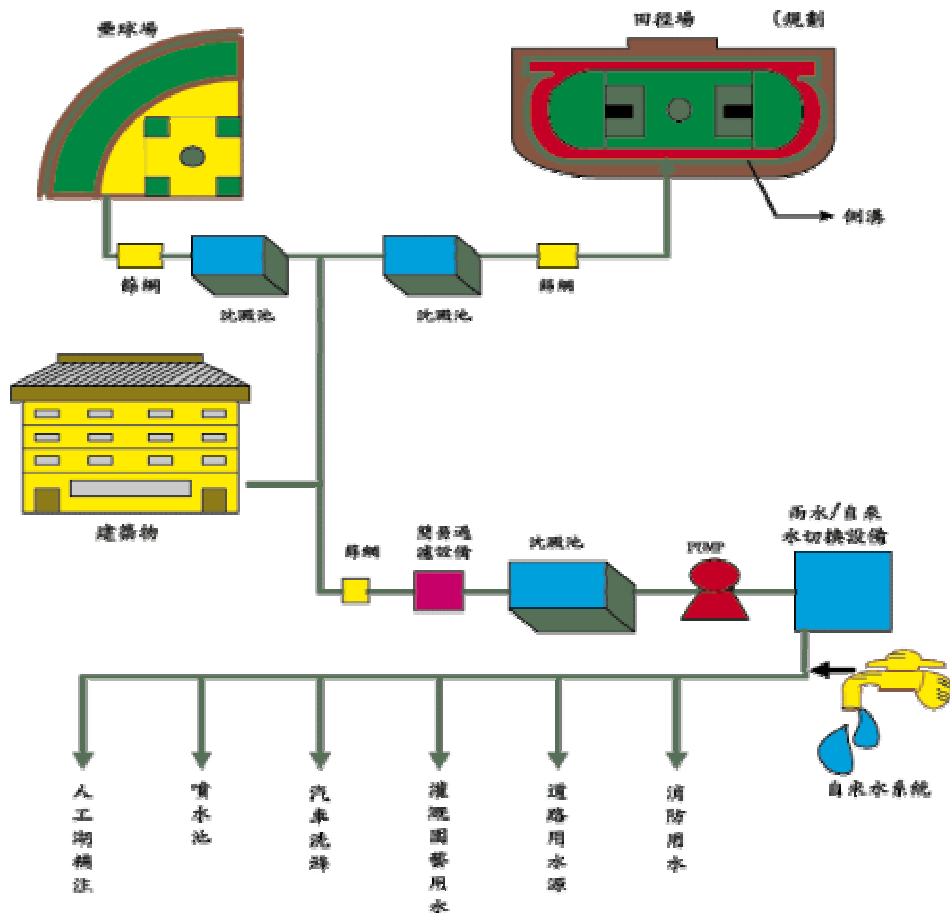
圖 2-5 雨水貯水筒設置圖



雲林科技大學在設計雨水貯留系統時，將雨水貯留試驗場地分別設置在田徑場及電子環安館屋頂，將兩處貯留之雨水供給館內之廁所沖洗用水、校園花木灌溉水、消防用水等，以達到節約學校用水量之目的。

南湖國中於民國 85 年由經濟部水資源局補助，規劃為屋頂雨水貯留之示範區，利用教學大樓屋頂作為雨水貯留收集區，藉此每年約可收集 1992m³ 的水量，供給校內廁所沖洗用水，未來預定完成操場集水，以紓解當地用水量不足之問題。

圖 2-6 雲林科技大學田徑場雨水貯留系統示意圖



在設計實例方面，將上述實例整理如下：

表 2-2 雨水貯留系統實例及所在地

案 例	所 在 地
三芝國小	台北縣
台北市立動物園	台北市文山區
工業技術研究院能資所	新竹縣竹東鎮
成功大學	台南市
南湖國中	苗栗縣
馬公機場	澎湖縣
花蓮慈濟醫院、慈濟技術學院	花蓮縣
雲林科技大學	雲林縣
中華映像管公司	桃園縣

資料來源：本研究整理

(一) 替代水源方面

隨著工商業的蓬勃發展，使得都會地區經常出現缺水危機，阻礙經濟發展，因此開發替代水源以紓解都會區水源缺乏，是十分迫切的，屋頂雨水貯集系統(Rainwater Cistern Systems, RWCS)之開發，能實際紓解用水之短缺，也能增強環境效益、降低都市熱島現象，所以，近年來，雨水貯留系統在開發替代水源上被廣泛研究。黃吉正(2000)則探討需水量、貯蓄容量與區域平均降雨量之無因次關係與供水率之相關性，建立區域性屋頂雨水貯蓄容量關係圖，同時又探討雨水貯集系統在綠建築及防洪中所扮演的功能。在地球環保的要求之下，建築物的節水設計、雨水利用、中水系統勢必將成為綠建築規劃設計的重要課題；雨水利用系統常見的是學校建築，其他如機關、住宅、飯店等利用建立雨水利用系統，將這些小區域或大樓的雨水就近收集、就地處理、就近回收

利用，做為都市雜用水(中水)用於沖洗廁所、清洗車輛、綠化、噴灑街道，作為景觀用水及河湖補充水等，將可節省相當可觀的水資源，故陳瑞鈴等人(2000)將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，經由簡單淨化處理後用為生活雜用水的作法，從中探討在建築物規劃設計中導入雨水貯留供水系統之設計。朱壽銓、黃文龍(1997)考慮不同需水量、集流面積與貯蓄容量，在不同需水條件下雨水貯留供水系統容量-集水面積-供水率的關係式，作為推動雨水貯留供水系統的依據，使雨水作更有效的利用。

(二) 防洪減災方面

國內地區從事雨水貯留技術研究多著眼在開發替代水源上，但實際上，雨水貯留有另一項不可抹滅的利用途徑。黃照君(2001)在大規模開發的山坡地區，遇上暴雨時，不但容易引起土石流及山崩，更易造成逕流集中，使洪峰逕流量大幅提昇，帶來下游地區洪水及泥沙災害。因此利用雨水貯留措施，在集水區上游大量貯集、截留雨水，增加土壤孔隙率及孔隙直徑，增加水分滲入及儲存，用以減少地表逕流、降低洪峰流量、抑制泥沙輸出、淨化水質及增加土壤水的貯留量、滯留量和地下水量。使雨水無法直接沖蝕地表，進而加強山坡地水土保持的功能，達到防洪減災的效果。

傳統上，一般人均認為迅速地排除暴雨所衍生的雨水逕流才是對都市暴雨的處置，但正確的雨水經營觀念恰好相反，其原則是盡量地滯留、截取雨水及暫時儲存雨水並使之入滲到地下。王茂興(2003)認為，消除都市地區之局部淹水及利用雨水應是當前縣市地方政府的主要施政項目之一，地方若做好雨水經營，不但可免除一些住宅區或商業區局部淹水之區域性不均衡情況，且可將雨水變成寶貴的地方資源，以及提高地方之水土資源效益。

蔡勳雄(2001)都市周圍低窪地區或水稻田、濕地等變更為都市街地，均是造成洪患災害之原因，因為此等地區原來為滯洪池或洪水平原，但是經填土或興建防洪設施，被改變為市街地，使原有之貯水功能完全喪失，而增加下游之逕流量，致使下游地區之防災安全度相對下

降。黃千佑(2003)而目前都市逐漸以微管理(Micro-management)及源頭控制洪水(Source Control)的觀念，藉由分散設置在中、上游的雨水貯集系統，取代傳統集中末端處理的作法減低逕流量，避免下游排水系統處於高流量的時間過長，且分擔集中處理系統損壞的風險，同時可帶來多種附加效益。

蔡耀隆、黃偉民(2002)歸納整理各種雨水滯洪蓄水措施的型式及功能，以減少洪峰流量及逕流體積為原則，探討集水區暴雨逕流管理應用之可行性。

三、國外推廣雨水貯留系統之經驗

印度尼西亞因沿海地下水遭受鹽化不適合飲用，Doelhomid 在 1982 年以竹材建造屋頂集水系統作為主要飲用水的補充水源。泰國著名的大水缸計畫，在泰國政府的推動下，於 1990 年完成，共建造了 900 萬個大水缸，受益人口達一千八百萬人(霍雨時，1990)。美國夏威夷島由火山岩構成，土地滲透性小，地下水不易尋得，因此利用雨水貯留系統取得家庭用水，用水量佔全島用水量 20%以上。

加拿大歐太華市 Lebreton 公園是 1980 年代初期興建於拉伯頓示範公寓(the Lebreton Flats Demonstration Project)內的公園。在公園內特別設置了雨水滯留池，用來調節暴雨時的都市排水，此滯留池設計貯水量為 76000 公升，可儲存當地兩年最大暴雨量，雨水貯存於附近的住家屋頂及公園內低窪地區，此水池可將貯留之雨水慢慢排放至都市下水道系統，貯留水延遲兩三天內排放完畢，以降低都市洪峰，水池在冬天寒冷時結冰變成滑冰場，夏天則成為戲水池，為一個多功能之水池。美國 Denver 市 skyline 廣場，平面設計比路面還低，在大雨來臨時可容納數英尺高的積水，並以每小時 2.5 公分的速度排入下水道系統，廣場高處設有步道，以便廣場低窪處淹水時，行人仍可以通過，並在高處設置溢流孔，以便溢流過多的水量，減緩排水設施的負擔量，降低短時間內之洪峰量。游清煌(2002)對於土地規劃、排水設計、雨水貯集措施均一併整體考量的，則有 1974 年完成的 Woodlands 社區，位於美國德州休士頓北方松樹、橡樹林地區，計畫容納人口 15 萬人。因為

Woodlands 為平坦地形，且其土壤性質排水不易，故在排水設計上較不容易，所以採用自然的系統，由貯留系統與排水系統構成。貯留系統收集平日的降雨，排水系統則供豪雨使用；在建造排水系統時，保留森林不予砍伐，以涵養水分，使地下水位不致下降，並避免水質惡化及減低洪水發生之機率。

圖 2-7 美國 Denver 市 skyline 廣場



日本政府以法令規範雨水貯留系統必須對於水文循環有所助益，並結合生態及親水功能，在雨水貯集系統的應用，包括：日本巨蛋體育館，以屋頂雨水貯槽貯集雨水，屋頂集水面積為 15700m^2 ，雨水貯槽為 3000 噸，雨水使用約佔總用水之 43%。東京都兩國國技館，為一棟地下二層地上三層建築物，為日本著名之相撲比賽地點，屋頂集水面積為 35700m^2 之建築物，雨水貯槽為 1000 噸，雨水使用約佔總用水量之 33%；在日本一般尊稱雨水為天水，為推動雨水利用特別設置天水尊，除了有教育民眾之用途外，亦有實際提供澆花、洗車等非民生用水的用途；歐美則訂定最新防洪對策，建築物及社區基地需保有滯留雨水的功能，以吸收部份洪水量，並達到軟性防洪的目的。

圖 2-8 東京巨蛋體育館



圖 2-9 東京都兩國國技館



第三節 滯洪池設計之相關研究探討

為降低洪峰流量、延緩洪峰到達時間及增加入滲等功能，所設置之設施稱為「滯洪池」。以往的研究方向多由兩方向著手；其一是針對降雨強度、集流時間的變數作探討，經由合理化公式求其洪峰量，並配合逕流歷線求取逕流量，以作為滯留池水文體積的估算；其二則是從滯留池的構造方面來做研究，如滯洪池底床坡度、粗糙度、堰口形式與大小，進而探討以上因子所造成之滯洪效益，分別回顧如下：

余慶璋、吳瑞賢等人(1999)對山坡地集水區之土地開發與利用，會造成地表入滲率降低與逕流到達時間即集流時間之縮短，並將造成自然蓄水容量的減少。使集水區下游地區之逕流洪峰流量增大，而山坡地各種土地開發利用亦將導致部份地表坡度變陡，產生高速地表逕流，造成集水區之高輸砂量，而坡地開發所增大之洪峰流量與高輸砂量，造成集水區下游地區之都市雨水下水道因增大之尖峰流量及輸砂量而無法負荷，說明各方法之理論依據及假設條件外，並舉實例以相同之基本資料分別計算其結果，建議最適宜之方式。

王茂興、莊聿今等(1989)以集流時間為三角形單位歷線演算時距，並以兩倍時間為三角形單位歷線基期，再利用此三角形單位歷線配合中央集中式兩型求得整場降雨之直接逕流歷線，以此歷線為滯留池入流歷線，經蓄水演算後求取滯留池之滯洪體積。蔡耀隆、黃偉民(2002)於集水區分散設置各種不同型式的雨水貯蓄措施，達到減洪、生態保育、永續利用等多重效益，並歸納整理各種雨水貯蓄措施的型式及功能，將其分為地表改良措施與滯蓄設施兩種，分別探討其入滲、滯留、滯洪等功能，同時以減少洪峰流量及逕流體積為原則，提出雨水滯蓄措施之規劃程序，並探討未來集水區暴雨逕流管理應用之可行性。

黃茂松、黃國文(2002)都市化效應使綠地減少，地表不透水面積大幅增加，致使降雨集流時間縮短，影響洪峰到達時間並造成洪峰流量增大；以台北市都會區為例，雨水下水道完成率已達 94%，估計幹支線及連接管總長約六百餘公里，已成為龐大複雜之系統，但因地面下其他管

線密佈、交通及用地不易取得等因素，新建或擴建雨水下水道來改善排水之困難度相當高，因此減少洪峰集中以降低雨水下水道負荷，成為改善都市排水之良方。

陳正炎、陳威甫(2002)歸納台灣地區流量歷線特性、合理化公式，加以考慮滯洪池邊坡坡度與基流量，依連續方程式為基礎，推得滯洪池之一階非線性連續方程式，並採藍吉-庫塔數值方法及試誤法，撰寫數值程式以進行滯洪水理演算，應用 Visual Basic 語言整合數值程式，成為一套視窗化滯洪池尺寸設計模組。洪耀明、陳正炎(2002)收集與提出各種滯洪池設計方法，探討模式的適用條件，發展出滯洪容積計算公式，再以實例比較及計算，提出梯形入流與三角形出流之組合滯洪量最大，表示入流歷線延時變長會使所需滯洪容量變大，採用三角形入流與梯形出流時滯洪容積最小，說明在洪水開始時進行大量排水措施，可以將滯洪空間留給洪峰來臨時滯洪使用，降低所需滯洪容積。

吳瑞賢、余濬(1996)提出滯洪池新設計方法，於傳統滯洪池中隔出一較小之滯洪池，並於隔牆底部設置單向式閘門，利用較小之滯洪池於初期流入量開始時，亦能排放出較多之水量，達到節省滯留池容量之目的，且滯洪池之最大排水量，仍可不過下游渠道之容許排放量，或法令之最大排放量；同時探討新方法與傳統方法於相同流入量下，滯洪池容量與流出量之比較，得知新方法節省容量達一半以上。陳正炎、陳蕃諾(1998)解剖滯洪設施受制歷線作用下的滯洪容積變化，利用無因次滯洪原理分析法為基礎，再以數學解析方式探討在三角形入流歷線及洪峰消減程度影響下，滯洪池內的滯洪容積對應時間變化情形，以推求滯洪池的最小滯洪容積，供坡地開發設置滯洪設施之參考。

洪耀明、陳正炎(2003)大規模開發導致地表覆蓋率減少、不透水面積增加、地表逕流量和泥沙產量增多，造成下游水土環境災害，為了降低出流洪峰流量及延後洪峰到達時間，提出多種簡單的滯洪池設計方法，並探討各模式的適用條件，歸納整理出哪種組合滯洪容積最大，能有效的降低所需滯洪容積。

第三章 興建雨水貯留系統之可行性探討

受到全球氣候變遷的影響，降雨強度呈現大幅增加的趨勢，相關單位應檢討都市抽、排水系統所能承受的暴雨頻率，由於已開發都市地區土地取得不易，再加上拓寬既有雨水下水道顯得困難，因此相關單位擬採「滯洪」方式延遲洪峰發生的時間。

在本研究中，雨水截留的理念相似於，將一個大面積水塘以一連串小水塘來替代，針對高強度暴雨地區規劃都市型雨水貯留系統，利用公園、廣場、運動場或學校操場等公共開放空間，在不影響原有使用機能下，視逕流量多寡，向下挖掘一定深度，作為具有滯洪功能且可暫時儲存洪水之滯洪池，不但解決都市中土地尋覓不易問題，當原有抽排水系統超過可負荷標準時，將地表逕流或洪水導入這些滯洪池，待豪雨停止或超過滯洪池設計容量時，再以重力方式或其他抽水方式，將洪水導入原有排水路中，不僅可以達到逕流減量的效果，亦可有效減低都市型暴雨之排水負荷，保護下游都市免於淹水之苦。

以鄰近的日本為例，日本的貯留設施眾多，包括地面上之調節池及地面下之雨水貯留管、雨水滯留池及地下調節池等等，工程技術皆已相當成熟，尤其以地下雨水貯留管工程，所需之工程經費及難度最高；雨水貯留管設置，在水量方面，可將超過雨水下水道排放能力之逕流量暫時儲存，以防止淹水的情形產生；日本政府並廣設雨水貯留管以削減水患，例如東京都神田川環狀七號線地下調節池蓄水量，第一期蓄水量 240,000m³，工期 10 年(1988~1997)，工程費約台幣 148 億元，於神田川環狀七號線道路下約 34-43 公尺處施作，全長 405 公里，內徑 12.5 公尺之雨水貯留管，工程完成後蓄水容量達 54 萬立方公尺，對於水患之削減有相當之助益；因工程之工期長及經費高昂，故本研究只針對地面上之貯留設施加以探討，並簡單評估建造貯留設施與增建抽水站之成本。

第一節 雨水貯留興建原則與設置考量

在本研究中，雨水貯留設施之重點在於將超過渠道設計容量之暴雨暫時貯留、或讓其滲透以抑制逕流，減輕洪水對下游地區所造成之負擔，減少都市淹水的發生機率；由於是以削減都市地區逕流為目的，對於所貯留的雨水並沒有要做再次的利用。學者歐陽嶠暉曾提出，貯留設施可設置於公園、操場、運動場等公共場所，故在設施構築上以能縮短工期及減低對週遭環境造成影響為宜。

一、設置考量

在都市中，設置雨水貯留之地點以公有空間較無爭議，大致上以公園、廣場、學校操場等，佔地較大所能貯留之雨水量也較多，因所使用之地點皆為公有開放空間，對於安全也須一併考量，依所在地點不同其基本考量也有所不同，大致可分為：

(一) 水文設計

貯留設施規劃設計時，需利用當地日降雨量、年降雨量等降雨資料及降雨型態，推估不同降雨延時、逕流體積及重現期洪峰逕流量，求算出最大逕流量，以推估需貯留之洪水體積，設計貯留設施之大小；洪峰流量之估算，有實測資料時，採用單位歷線分析，面積在一千公頃以內者，在無實測資料時，採合理化公式計算，公式如下：

$$Q_p = \frac{1}{360} CIA \quad \text{式中，} Q_p: \text{洪峰流量(立方公尺/秒)}$$

C：逕流係數(無單位)

I：降雨強度(公釐/小時)

A：集水區面積(公頃)

(二) 貯留容量

雨水貯留的設置，除了考慮不影響設置地點原有功能外，對於設置貯留設施後的安全性是否足夠，也必須作審慎之評估，有了足夠的安全性，才能對後續的貯留容量做規劃，貯留容量的設計需考

慮：

1. 貯留面積：貯留範圍以集水區作為劃分，貯留面積視設置地點之大小而定，設置面積越大者其所能貯留之雨水量越大，設置面積小者相對所能貯留之雨水量小。
2. 貯留水深：依設置地點之土地利用型態及設計減洪量而定，以安全無慮為第一優先考量，再配合當地高程，設計適當的貯留水深。

(三) 設置地點

1. 公園貯留

需考慮到使用者的安全、公園的功能及是否能融入環境景觀中，再選定適合之地點及考慮所能貯留之容量；貯存之水深可依照公園地形及動、靜態區域做分配，於安全度較高之水池、排水溝增加水深限度，安全度較低之步道則依狀況限定貯留深度。

2. 校園貯留

校園內可以設置雨水貯留之地點有運動場(籃球場、網球場)、操場及花圃，在規劃貯留水深時，必須考慮到學生的安全，所以水深以不超過 30 公分為限，以免學生發生危險；小面積的花圃、庭園，可以作漸層設計，由兩旁逐漸向中間加深深度，以增加所能貯留之水量。

3. 廣場貯留

一般常見之廣場大多為底面鋪設磁磚之平面廣場，若能向下挖掘數十公分至一公尺，使平面設計比路面還低，並施作步道、階梯方便民眾上下廣場，不但不影響民眾的日常使用，就算下雨時廣場低窪處淹水，行人仍可以通過，也能有效減輕附近排水設施的排水負擔，延長附近地區耐淹程度。

4. 停車場

若將停車場設為雨水貯留場所，需注意其貯留水深不能超過車輛之排氣管，以免雨水順著排氣管進入車體中，造成車輛的損壞，若將雨水

引入地下室或地下停車場暫時貯留，需考慮既有機電設備設置於地下室的問題，且須設置抽水機以輔助排水，在規劃時應考慮(張新立，2000)：

1. 電力設備盡量設置於地面層上。
2. 通風口超過淹水水位才開口。
3. 防洪閘門設置高度。
4. 通排風機房、驗票機等設施應具水密性。
5. 管理操作標準化。

圖 3-1 下挖式廣場



二、興建原則

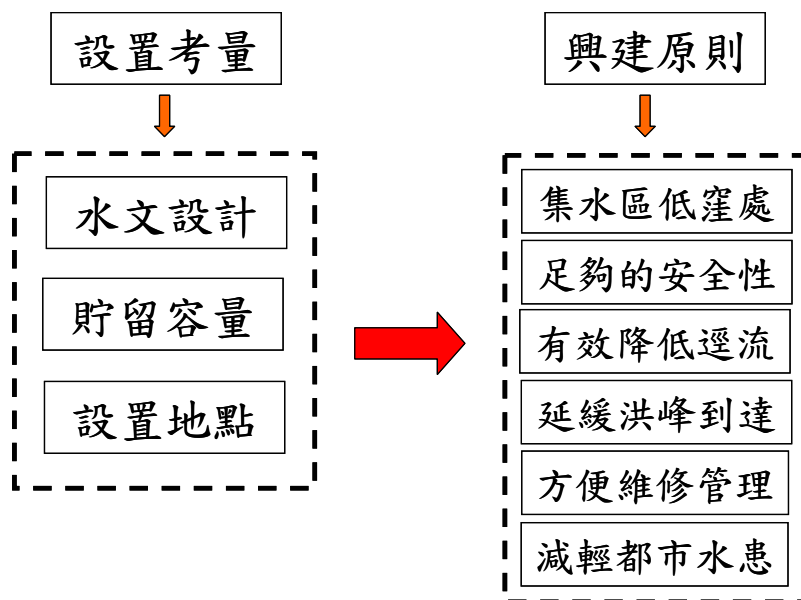
興建貯留設施主要是為了解決都市化過程中，地表之不透水化對都市排水所造成的嚴重問題，藉由雨水貯集措施的「入滲」及「滯蓄」等功能加以改善，雨水貯留系統具有滯洪、入滲、地下水補注等功能，並用以延緩地表逕流排出時間、減低洪峰流量並改善都市溫暖化現象、減緩都市洪患，有助於健全都市的水循環。在都市化地區裡，雨水貯留設施在下雨時可作為降雨量超過原渠道設計容量時，能暫時貯留過多雨水之地點，以減輕排水渠道及抽水站之負荷，以降低都市型水災發生的機率，保障人們生活上的安全與減少財務上的損失。

雨水貯留設施可依現場狀況不同，而使用不同的型式，規劃時須視現場狀況依其特性及適用性，施以不同工法進行整體規劃設計。為達到最大之功效，設置原則須滿足：

1. 選擇集水區低窪處。
2. 能攔截最大地表逕流量。
3. 可隨時進行維修管理之場所。
4. 能有效減輕都市水患。
5. 有足夠的安全性。
6. 能延緩尖峰流量到達時間。
7. 為預防貯留設施發生溢流問題，設置時需鄰近抽水站或排水渠道，避免溢流時造成災情。
8. 設置時以鄰近抽水站或排水渠道，為優先考慮，方便將設施內的水排出。

設置考量與興建原則可簡化為下列圖示：

圖 3-2 設置考量與興建原則示意圖



第二節 雨水貯留設施之功能及型式

一、雨水貯留之功能

開發已近完備之都市地區，對於興建防治洪災之結構物，常面對用地取得不易之問題，設置防洪結構物之成本所費不貲，若能將開發程度較高之下游地區洪災，削減一部分至開發程度不高之上游，不僅可以減輕下游防洪用地的需求，減少洪泛區地表逕流，對於人民的生命及財產也有莫大的助益；雨水貯留設施可分散設置在都會區中，達到減少逕流體積、延緩尖峰流量、防止洪災及維持原有之水文循環，且雨水貯留設施有下列功能：

1. 逕流體積的抑制
2. 延緩尖峰流量到達時間
3. 縮短高流量之延時
4. 減緩暴雨逕流出流時間
5. 達到自然生態之平衡
6. 增加地下水之補助
7. 民生之替代用水
8. 減輕都市熱島效應

二、雨水貯留設施之型式

雨水貯留設施是一種具有多功能之逕流調節設施，從設置的型式可區分為滯洪池、滯留池、生態調節池、屋頂貯留、溼地、碎石孔隙滯蓄、地下雨水滯蓄、入滲、地面集水與建壩集水等，本研究整理分別敘述如下：

1. 滯洪池

滯洪設施之類型，根據「水土保持技術規範」（民國 85 年）以水文現象可分為兩種：

a.調節水流型：主要目的為降低洪峰流量及遲滯洪峰到達時間。

b.增加入滲型：目的為增加入滲，減少地表逕流。

滯洪池之設置如同蓄水池及沉砂池一般，差別在於滯洪池必須在攔水設施之壩體或牆面上作適當之開口，供水宣洩之用，且開口應從池底作起，以便逕流流入滯洪池後能由開口處漸漸排出，並將部份逕流貯存在池內，避免洪峰流量全數流出，將洪峰到達滯洪池後延滯流出，達到延遲逕流、減緩洪峰到達時間及降低尖峰流量之目的。

2. 滯留池

滯留池是結合原有之水池或窪地加以設置，因原有之水池或窪地通常蓄有少量的水，不僅具有減洪功能、維持水文系統的穩定及增加地下水之補注，達到涵養水質之功能，若能維持穩定的入流與出流，對於河川基流量的確保與環境生態的穩定性都有所助益，開放之水域也能提供民眾親水及達到視覺美化之效果。

3. 生態調節池

所謂生態調節池簡單說是將水池分為高、低水位兩種，水深以安全考量為主，大部分水深以不超過 80 公分為原則，水池底部以土壤鋪覆，以利植物生長，依不同水深栽植挺水、沉水及浮葉等植物，高低水位間以緩坡連接，並種植對污染物吸附性較高之水生植物，因為土壤與植物是最好的天然水質過濾器，應用重力沉降方式，將淨化後的水再排入下游或下水道系統，平時水池裡只有低水池有水，一遇下雨時，水池就如蓄水庫一樣可擴大蓄水深，淹水區須備有透水性良好之土質或透水涵井，使其逕流可慢慢滲透入地表下，達到涵養水份的目的，使生態調節池同時具有逕流調節與改善水質雙重功效。

4. 溼地

溼地的範圍包含海岸與河口的潮間帶、沼澤、埤塘、湖泊等淺水區，除了具有提供水生和陸生動、植物棲息外，溼地具有生物處理之功能，在提升水質、維持河川基流量、防止河道沖刷等皆有其功效。

5. 碎石孔隙滯蓄

此種蓄洪設施是利用碎石間的空隙滯洪，在地面設置碎石溝或碎石槽，將地面逕流導入碎石間的空隙貯存，上方土地可做為公園綠地、停車場、運動場等，增加土地的利用價值，此種滯洪方法所需之費用較其他滯洪方法便宜，設施的計畫規模也較有彈性，若與其他工法或設施搭配使用，則有容易規劃之優點。

6. 地下雨水滯蓄

利用既有建築物地下空間暫時儲存暴雨來臨時之大量洪水，以降低下游洪峰流量與延長洪峰到達時間、減緩都市的尖峰逕流量，降低短時間內過多雨水對都市排水設施之衝擊。可將地下雨水貯留技術視為一中小型暴雨逕流貯集技術，融合建築物、公園、綠地、學校操場、道路廣場、停車場等土地，在逕流流經路線設置地下雨水貯留系統；因為是使用建築物的地下空間，並不影響地面上可使用的空間，適合洪水發生頻率較多、人口密度高或地價高之地區使用，地下室平時除停放車輛外應盡量避免堆放雜物，為預防蚊蟲之產生，避免滯留死水，於高地下水位地區，需設置幫浦予以強制排水。使用雨水貯留設施時，必須注意暴雨期間雨水超過貯水槽容量時，所造成的溢流災害，設置在地下空間的貯留系統，必須根據建築物規模、建築特性、雨水貯水槽的位置、貯水容量等作謹慎的評估。貯水槽滿水的基本概念，在於能馬上停止雨水繼續流入，並且將溢流的水量迅速排出，導入適當的排水設施內。

7. 入滲

將雨水貯留設施底部覆蓋高滲透性之土壤或多孔隙之鋪料，使之具有自然排水功能，同時擁有入滲、滯留、減洪、涵養水質等優點，且入滲設施多為中、小型，不但能配合現地環境加以規劃設計，就算是高密度的都會區也可以使用，如利用運動場、停車場、公園綠地等，不僅不影響環境景觀，還能提升防洪能力，減少淹水的機率。

8. 屋頂集水

屋頂集水是集水方式中較為便利的，這種集水方式只需注意屋頂的

材質是否防水、防滲，只要是任何不透水的材質皆可，屋頂呈傾斜狀者，表面以光滑且材質輕者較佳，於設計時避免彎曲處過多，儘可能減少接點及使用耐久性較佳的材質，以減少滲漏的產生，此種型式須另設貯水槽以儲存雨水，一般來說所收集的水量也不是太多，因此貯水槽的容量以小型為主，較符合經濟成本；屋頂為平面者，須視屋頂面積及所能貯留之水量作規劃，並於側邊設置溢流口將高於設計水深之雨水排出；在選擇屋頂材質方面，和水長期接觸會釋出對人體有害的材質如石棉瓦、石棉浪板及鉛性塗料等應避免採用。

9. 地面集水

地面集水是利用自然地形或低窪廣場，利用較大的面積做為集水區，將雨水暫時截留於低窪的地區，作為暴雨來臨時的雨水儲留空間，任其慢慢入滲至地下，或將雨水排放至下水道，以延遲洪峰到達時間、減緩尖峰逕流量，降低雨水對都市排水設施的衝擊。廣場內部的地面若採透水鋪面，在降雨量不大時可藉由透水鋪面，迅速將雨水導入下方土壤中，達到保水的功效；若鋪面為不透水材質，則需在廣場邊緣適當高度處設置溢流口，使雨水貯留至一定高度時，將已無法儲存於廣場之雨水排出，溢流到都市的排水設施，以免造成廣場外部淹水。

10. 建壩集水

在河道適當地點建壩集水，雖能有效截留上游大部分水量，卻也因河川中所挾帶的大量砂石而產生淤積，不但減少水庫有效蓄水量，加上壩址難尋及建造費用過於龐大，且屬於儲洪設施，故在本計劃不予詳述。

將上述各種雨水貯留方式優缺點整理如下：

表 3-1 各式貯水型式優缺點

貯水型式	優點	缺點
滯洪池	1.適用於地價昂貴之地段 2.土地可做雙重使用	1.滯洪場所小，需找尋多個適當地點 2.需注意溢流問題
滯留池	1.利用原有之水池及窪地 2.提供親水及美化環境之效	1.佔用地面 2.蓄洪能力不大
生態調節池	1.涵養水質 2.能過濾水中雜質	1.需另外設置透水涵井 2.蓄洪能力不大
溼地	1.具防止河道沖刷功能 2.維持河川基流量	1.滯洪能力不大
碎石孔隙滯蓄	1.土地可做雙重使用 2.施工費較低廉	1.所需面積大 2.需預防砂石隨雨水滲漏 3.碎石荷重低，需注意發生沉陷的可能
地下雨水滯蓄	1.適合人口密集及地價高之地區 2.不影響地面可利用空間 3.利用原有建築物地下室儲水	1.視需要須加抽水機強制抽水 2.需注意溢流所造成之影響 3.需考慮機電設備之設置
入滲	1.不影響環境景觀 2.能涵養水源	1.需考慮地勢，地勢低會影響入滲能力 2.地下水位高會使水份不易入滲
屋頂集水	1.水質較良好 2.水權不受到限制 3.私有性高	1.水源供應量有限制 2.水質不易管理 3.容量較小 4.需考慮屋頂的承載能力
地面集水	1.施工容易 2.可利用低窪處蓄水 3.可利用重力輸水	1.需注意淤砂問題 2.佔用地面可使用面積 3.需注意溢流造成的影響 4.對環境影響大
建壩集水	1.容量大 2.技術較成熟	1.佔用地面可用空間 2.對環境衝擊影響大 3.工程費用昂貴 4.需注意淤砂的問題 5.壩址找尋不易

資料來源：蔡耀隆等(2002)，第十三屆水利工程研討會；本研究整理

第三節 雨水貯留相關法規

目前我國對雨水貯留並沒有明確法規，以規範雨水貯留設置時所需遵循之技術規定，相關之法規則有開發行為環境影響評估作業準則、非都市土地開發審議作業規範、環境影響評估法、建築技術規則、節約用水技術規範等，整理如下：

表 3-2 貯留設施相關法規

法條名稱	條號	適用範圍
開發行為環境影響評估作業準則	第二章 第二十一條	開發單位應評估設置節約能源措施、雨水截流儲存利用設施或中水道系統等之可能性。
	第二章 第二十四條之一	開發單位應預測評估開發行為改變地形地貌對下游及鄰近地區排水系統之影響，並提出因應對策。
非都市土地開發審議作業規範	總編 第二十二條	基地開發後，包含基地之各級集水區，以二十五年發生一次暴雨產生對外排放逕流量總和，不得超出開發前之逕流量總和。
	第十一編 第十九條 海埔地開發	堤防應設排水設施。堤後之排水設計應同時考慮堤頂越波量及至少十年之區域降雨頻率，並取其和為計算依據。設排水抽水站者，其抽水量設計須考慮區內排水水位及潮位高度。
節約用水技術規範	區域雨水貯留供水系統設置規劃原則	提供撰擬單位及審查單位針對用水計畫書中所列「雨水貯留供水系統」設置可行性評估內容之技術參考。
環境影響評估法	第五條	對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估：蓄水、供水、防洪排水工程之開發。
建築技術規則	建築設計施工編 第五節第三百十八條	建築物設置雨水貯留利用設施應符合項目。

資料來源：建築技術規則、用水計畫書資訊網站；本研究整理

其中建築設計施工編第三百十八條，對於建築物設置雨水貯留利用設施有明確規範，應符合下列規定：

一、輸水管線之坡度及管徑設計，應符合建築設備編第二章給水排水系統及衛生設備之相關規定：

1. 橫支管及橫主管管徑小於七十五公厘（包括七十五公厘）時，其坡度不得小於五十分之一，管徑超過七十五公厘時，不小於百分之一。

2. 因情形特殊，橫管坡度無法達到前款規定時，得予減小，但其流速每秒不得小於六十公分。

二、雨水供水管路之外觀應為淺綠色，且每隔五公尺標記雨水字樣。

三、所有儲水槽之設計均需覆蓋以防灰塵、昆蟲等雜物進入；地面開挖貯水槽時，必須具備預防沙土流入及防止人畜掉入之安全設計。

四、雨水貯留利用設施，應於明顯處標示雨水貯留利用設施之名稱、用途或其他說明標示，其專用水栓或器材均應有防止誤用之注意標示。

另外，用水計畫書審查技術規範，則對地面開挖貯存、地下雨水貯存及粒料回填貯存的設置，有明確的設置規範，由於本研究是利用公有開放空間，向下挖掘一定深度作為雨水貯留場所，其優點是貯存容量大，缺點為所佔空間也大；因為是開放式設計，安全維護問題更為重要，將相關規範整理如下：

一、溢流道與堰頂高度

溢流道是為了使超過設計貯留水深的水溢流而設置，設置時需考慮土地利用及周遭地形，若下游無溪流使貯留水溢流，於規劃時須與下水道系統緊密結合，以免貯留之雨水溢流造成災害。溢流時為保護構造物安全，並防止貯留設施周圍之表土流出，於規劃前應慎選溢流地點，並設置警告標誌以防民眾誤入，溢流道的容許溢流量應考慮當地條件、規模及溢流時之損害等，堰頂高度則應大於設計最大貯留水深與溢流道之溢流水深之合。

二、排水溝

為了將降雨有效的排入貯留池，並在降雨結束後排出貯留池內的雨水，可視情況設置排水溝將降雨導引到貯留池內，以提高貯水效果，設置時須確保細沙、落葉、雜物等不會阻塞到排水溝。

三、植栽

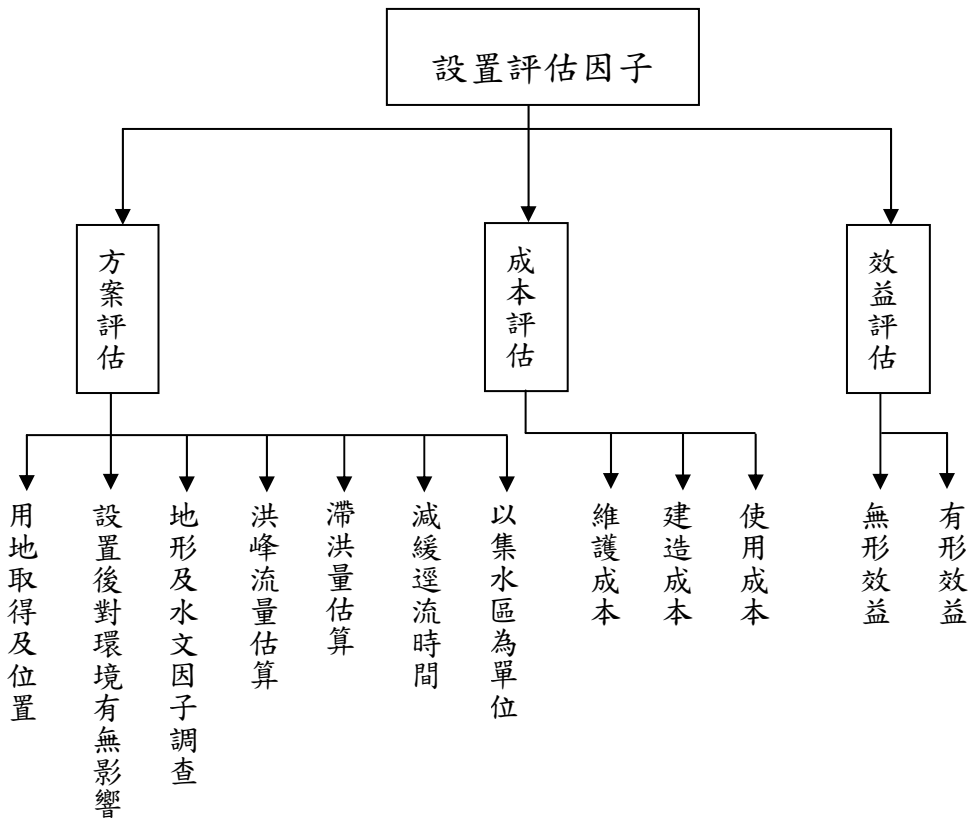
雨水貯留設施內的植栽，需選定適當的植物植栽，以避免對雨水貯留設施造成損壞，植栽時應注意下列四點：

1. 植樹宜種植落葉少的植物。
2. 植樹應避開設置溢流道的地點。
3. 排水溝及斜面底部，避免種植灌木以免引起垃圾的阻塞。
4. 植栽以耐貧瘠及耐旱的植物較適宜。

第四節 貯留設施設置評估因子

收集有關滯洪池及雨水貯留相關文獻，經由分析及比較，將設置因子分為兩層，第一層以方案評估、成本評估及效益評估為主架構，第二層則為主架構之細項分類。

圖 3-3 雨水貯留設施架構圖



方案評估再細分為：

1. 用地取得及位置

設置地點之用地，為公有地或私有地，土地取得之難易度，是否鄰近排水設施，其位置是否為集水區低窪處等等，皆為設置時之考量要點。

2. 設置後對環境有無影響

設施設置時，附近居民是否支持，對環境衛生、景觀之影響；設置後之清潔與管理問題如何劃分。

3. 地形及水文因子調查

設置前先調查當地地形、高程、水文等基本資料，作為雨水貯留設置時之參考。

4. 洪峰流量估算

根據當地日降雨量、年降雨量等降雨資料及降雨型態，推估可能之洪峰流量。

5. 滯洪量估算

利用推估出之洪峰流量，計算所需貯留之體積，由於每個設置地點所能貯留之體積有一定的量，若超過此標準，需將多餘之雨量引入其他貯留地點，暫時貯留。

6. 減緩逕流時間

利用雨水貯留設施，不但可降低排水負擔，對減緩暴雨逕流流出時間也顯著之效果，例如高雄第一科大，在設置雨水貯留設施後，減緩暴雨逕流流出時間達 160 分鐘之久。

7. 以集水區為劃分單位

配合都市現有排水設施，以集水區域作為設置貯留地點之劃分單位。

成本評估則分為維護成本、建造成本及使用成本，依據「公共建設工程經費估算手冊」做粗略估算，將於後續章節詳細介紹。在設置貯留設施的效益方面，分為可用金錢衡量的有形效益，及無法用金錢衡量的無形效益，一併於後續章節中介紹。

第五節 小結

受到全球氣候變遷的影響，降雨強度呈現大幅增加的趨勢，對於已開發都市地區土地取得不易，再加上拓寬既有雨水下水道顯得困難，利用雨水貯留設施暫時貯留雨水，對已開發都市而言是一個可行的好辦法；利用平面開放空間如公園、廣場、操場等設置貯留設施，平日供作民眾休憩場所，豪大雨來臨時不但具有滯洪功能且能暫時儲存洪水，減輕都市排水系統負擔，解決都市排水道拓寬不易問題，也能減輕惱人的都市水患發生機會。

第四章 雨水貯留系統與都市防洪計畫之結合

第一節 都市洪災發生原因與因應對策

近年來因為都市發展快速、土地使用改變、不透水鋪面與人工排水路促使地表流速加快，集流時間大幅縮短，造成地表逕流的增加，容易造成水患發生，對人民的生命安全造成威脅，建築開發之所以對淹水現象產生如此大之影響，除與水爭地外，學者林憲德(2001)認為：主要原因為地表的不透水鋪面增加，以不透水表面率來評估不透水面積所佔都市全部面積的比例，數值越高者，代表開發密度越大，人為開發密度越高，該處最大年洪水量也會有顯著的升高現象。

由合理化公式 $Q_p=CIA$ 來看，公式中 Q_p 為尖峰逕流量， C 代表逕流係數， I 為集流時間內的降雨強度， A 為集水區面積，在土地作都市發展後，地面的滲透能力降低、原有的截留功能消失，導致逕流係數 C 增大；一般未開發前 C 值約在 0.3~0.4，在都市化過後， C 值增加到 0.8~0.9，增加幅度約二至三倍。因都市發展後不透水鋪面增加，集流時間縮短且相對的降雨強度 I 增大，兩項因素相乘造成尖峰逕流量 Q_p 大增，遠超過於水利工程防洪設計的兩百年一次洪水頻率。

都市防洪最終目的最主要在確保人民生命財產的安全，減少洪災的發生機率；近年來颱風所引起之都市型水災，造成部分較低窪地區及抽排水設施無法發揮，而導致淹水，其發生原因大抵整理歸類如下：

1. 集中雨量異常增加，超過市區排水能力。

受氣候變遷影響，降雨型態改變，降雨強度增加，舊有排水設施無法負荷。

2. 排水設施老化，降低排水能力。

排水設施大多在未都市化前就已建置，所設計之排水量已不符合現今都市排水容量，且排水管因年代久遠多已老舊，都市化後更新不易。

3. 河川整治後堤防內外水位差增大，高水位時間延長，導致排水能

力不足。

以往防洪觀念難脫興建及增高堤防一途，使得堤防內外水位差增大，當堤外水位過高時，堤內水量無法順利排出，且容易因堤外水位高於堤內而產生溢流，造成堤內淹水更為嚴重。

4. 堤防內地區因都市化，導致逕流量增加及雨水入滲條件改變。

在都市化過程中，不透水鋪面造成逕流係數增大，地表入滲能力降低，使得逕流量增加，舊有排水系統無法負荷大量之雨水，形成深淺不一的水窪。

5. 土地利用改變，河川逕流量增大，造成河川中、下游沿岸都市化地區洪水氾濫。

高密度之開發，導致河道縮窄、流速及水位升高，喪失河川原有蓄洪能力，提高淹水風險。

6. 將原本之洪水平原及河道，經填土或興建防洪設施，喪失原有儲水功能。

與水爭地，使得河道及洪水平原喪失原有蓄水功能，導致下游地區排水負擔增加，造成淹水機率增高。

7. 忽視防洪排水設施之配合及維護。

排水設施老舊且疏於維護，洪峰來臨時，又過度依賴防洪抽水設備，防洪排水設施未能有效配合，使得應有之功能無法完全發揮。

8. 計畫洪水量未適時檢討，防洪排水設施不足，整體防洪排水功能未臻完善。

防洪排水設施採逐年編列預算方式，只能針對某嚴重水患地區優先整治，無法全面性的改善，以致於防洪能力無法發揮。

9. 防洪與排水設施未能有效整合，抽排水系統維護不佳，影響既有防洪排水功能。

不當使用河道土地，未能在颱風、豪雨來臨前清除或復原，影響河

川原有之排水路及防洪功能，導致河川水位壅塞回溯，造成災情。

10. 民眾防災意識不高，缺乏減洪設備及救災應變措施。

民眾缺乏防災及救災之觀念，災前掉以輕心且防災準備不足，災後應變能力不夠，影響救災時效性。

將淹水原因依工程面及非工程面因應對策整理如下：

表 4-1 淹水問題與因應對策

問 題	改 善 對 策	
	工 程 面	非 工 程 面
集中雨量異常增加，超過市區排水能力	設置雨水貯留設施暫存超額雨量，分散尖峰流量	定期做通盤檢討，對淹水原因做探討
排水設施老化，降低排水能力	更新排水管路，並定期清除淤積物	重新檢討排水設施所能負荷之流量，並配合雨水貯留系統等配套措施
河川整治後堤防內外水位差增大，高水位時間延長，導致排水能力不足	增設滯洪池、分洪及疏洪道等調洪措施，以延緩洪峰流量	配合雨水貯留設施，縮短堤外高水位時間
堤防內地區因都市化，導致逕流量增加及雨水入滲條件改變	利用高透水性鋪面增加雨水入滲	公園綠地以不鋪設不透水鋪面為導向，增加入滲率
土地利用改變，河川逕流量增大，造成河川中、下游沿岸都市化地區洪水氾濫	於河川上游增設雨水貯留設施，減少中、下游逕流量	加強宣導民眾防災與救災之觀念
將原本之洪水平原及河道，經填土或興建防洪設施，喪失原有儲水功能	加強整治河川，拆除影響河道之建物	配合土地利用管制，保留蓄洪空間
忽視防洪排水設施之配合及維護	加強排水設施之檢修，針對不足處作補強	整合防洪設施並加強維護
計畫洪水量未適時檢討，防洪排水設施不足，整體防洪排水功能未臻完善	對現行建築物排水設施做檢討	彙整國內外雨水貯留相關經驗及實施成效
防洪與排水設施未能有效整合，抽排水系統維護不佳，影響既有防洪排水功能	提出雨水貯留設施推動計畫	制訂雨水貯留設施準則與規範手冊
民眾防災意識不高，缺乏減洪設備及救災應變措施	推行小區域示範區並評估成效	制定既有建築物增設雨水貯留設施之獎勵辦法

第二節 雨水貯留系統與都市防洪計畫之結合

防洪與排水是一體兩面的防範水災公共建設，防洪主要在於防禦計畫區外的洪水侵害，排水在於排除計畫區內的雨水或廢水免除積水成災。防洪一般採用較高之保護標準，例如台北地區淡水河水系防洪標準，採用二百年發生一次機率之洪水設計頻率；一般都市排水所採用之設計標準，以台北市為例，抽水站以五年一次颱風雨為設計標準，當降雨強度超過每小時 45 公釐設計標準時，即便抽水站全面正常抽水，仍然會產生淹水的情況；由於都市排水基於對土地有效利用及經濟效益等考量，使得地表不透水鋪面增加、地面逕流量增大，在這種情況下，造成雨水超過都市排水上限，所以三年一小淹，五年一大淹的情況經常出現(謝瑞麟，2001)。

綜觀國內、外洪災防治經驗，發現防治觀念及因應對策，隨著時代的轉變而逐漸改變，以往偏重以工程措施作為洪災防治的對策，保護高度開發地區不受洪災侵擾，但隨著洪水災害的一再發生，顯示工程措施已不足以應付洪災，應而採取非工程措施做輔助，以期能更有效的減緩都市洪災之發生，針對洪災防治之工程措施及非工程措施予以探討，簡要分述如下：

一、工程措施

目前常見之防洪措施以堤防、水庫、抽水站、滯洪池、防洪閘門、疏洪道及防洪牆等等為主，主要可分為：

1. 蓄洪

利用水庫、滯洪池等設施，將超過渠道設計容量之洪水，暫時的貯留，能有效降低逕流量，達到防洪減災的功能。

2. 分洪

渠道的容洪量不足時，將多餘的洪水經由其他人工或天然之河道排出，以消減河道內的流量，避免洪水溢流、迴溯造成淹水，例如三重市界內的二重疏洪道、基隆的員山子分洪道，都是能有效削減河川流量的

重要措施。

3. 疏洪

整治河川減少河道的粗糙度，或增加河道容積量，能有效降低洪水水位，但成效有限。

4. 束洪

利用堤防、防洪牆等結構物，將洪水侷限於河道中，避免四處漫流成災，此種方法為台灣最常見之防洪方法。

5. 滯洪

利用天然低窪地勢或人工挖掘的方式，將洪水暫時貯留，等渠道內水位消減後，再使用重力方式或其他排水方式，將貯留的洪水排入原渠道，能有效延緩洪峰到達時間，降低洪峰逕流量，。

6. 抗洪

使用閘門、插板、水密門或利用墊高的方式，於洪水來臨時，降低洪災損失。

一般民眾對使用工程措施防洪，有一種過度依賴感，覺得工程設施可以免除所有水患的發生，然而，所有工程設計都有其一定的設計標準，超過設計標準時，極有可能造成更大的災害損失，若能配合其他軟性的非工程措施，以多種措施綜合運用的方式，能分散並降低洪災風險，提高整體的抗災能力。

二、非工程措施

1. 洪災預警

在洪水來臨之前，以有線與無線方式收集相關資料經整合分析後，預測洪水情形並發佈警報，使可能受災之地區能提早獲得訊息，預先做好防範之準備，以減少生命或財產的損失；另外，水庫閘門操作及洩洪前，也能利用預警系統預先警告下游居民，做好洩洪前之準備措施，以提高安全性。

2. 洪水平原管理

都市化過程中，土地需求增加，原有的洪水平原陸續被開發利用，與水爭地的結果，使得河道及洪水平原喪失原有蓄水功能，導致下游地區排水系統增加負擔，造成淹水機率升高；實施洪水平原管理，能有效的限制土地使用、開發，減少河道佔用的問題產生，達到確實減輕洪災的目的。

3. 防救災應變措施

除了防洪軟、硬體之外，完善的防救災體系也是不可或缺的；防救災體系，可以在緊急情況下採取適當的應變措施，有效地將洪災損失降到最低，防救災應變措施應以爭取救災時效、動員迅速、有效率且確實掌握災情資訊及整合救災資源為主要考量。

4. 洪災保險

針對高淹水潛勢地區，強制投保洪災保險，將洪水災害之損失，由若干人一同分擔，以減輕政府投入防災工程及災後補助之龐大財務負擔，也能提高淹水潛勢地區之建築防洪標準及相關開發限制，有效減少不當土地開發，導致洪患之可能。

5. 洪氾區劃設

劃定洪氾區域，針對淹水危險程度，訂定相關建築限制予以規範；高危險區域禁止建造新建築物，既有之建築則需加強防洪補強措施或強制遷離，中度危險區域內既有及新建構造物，加高基礎或增設擋水設施予以保護，低度危險區則加強防滲、防水設計或加高門檻及配合貯留設施等方式，降低洪患發生。

三、配合雨水貯留系統

主管都市排水的內政部營建署曾指出，受全球氣候變遷影響，颱風降雨的強度有逐漸升高的趨勢，市區排水系統的設計標準有重新檢討的必要性，提高防洪頻率的標準，除了考慮加高堤防與增設抽水站加大抽水量外，市區排水系統承受暴雨的頻率也須一併考量，對於已高度開發

的城市來說，加寬下水道排水系統，不但勞民傷財且土地徵收不易，因此衍生出利用「滯洪」延遲洪峰發生時間之觀念。

為了在都市中增加貯留的面積，利用開放空間作為貯留之地點，配合集水區既有之抽水設施作為排水路徑，一旦渠道超過可負荷之流量時，即可利用雨水貯留系統，將地表逕流或洪水導入公園、綠地、廣場或學校操場等這些臨時滯洪池，待豪雨停止或超過滯洪池設計容量時，再以重力方式或其他抽水方式將雨水排出，不僅可以達到逕流減量的效果，亦可有效減低都市型暴雨對排水系統之負擔，保護下游都市免於淹水受害。

土地因都市化後，都會中建築物、柏油路面等不透水面積不斷的增加，造成地表逕流增加、雨水入滲能力降低、使得都市排水系統無法負荷大量雨水；利用增設貯留設施後之公園、綠地、操場、廣場等，使其保有或維持與原自然地形相同之排水型態，抑制逕流量的產生，將雨水貯留並暫存於上述各地點中。將開放性平面空間以下挖的型式設置，平時供民眾休憩，在豪大雨來臨時，則作為臨時的雨水貯留池，減少地表逕流量的產生，適合人口密度高之都會區，或土地不易取得之地區使用，在都市地區廣設雨水貯留設施，就如同在都市中設置無數的小型水塘一般，既可延遲洪峰流量、延緩洪峰到達時間，也能夠增加雨水入滲量，調節微氣候，有效改善都市熱島現象。

圖 4-1 貯留池案例-校園一角 (平日)



圖 4-2 貯留池案例-校園一角 (暴雨時)



第三節 配合都市洪災防制建設計畫

將都市洪災計畫分為既有開發區及新開發區域，針對不同的情況訂定相關防制計畫，以發揮最大之洪災防制功能，針對新舊建築物規劃事先保護之防洪設計技術與增加防洪補強措施，減少洪災所帶來之損害，並運用防災資源，配合淹水潛勢資料，建構都市防災空間系統，以強化都市防災規劃。

一、既有開發區

1. 增設獎勵設置雨水貯留設施之辦法，採漸進式的作法，例如由百貨公司、辦公大樓及公家機構率先開始推廣，以設置貯留設施來換取容積率，以提高設置的意願。

2. 建議修改建築技術規則，於容易淹水之低窪地區，增列建築物防洪之法規條文，以彌補現行法令不足處，使建築技術規則之條文更為完善，保障民眾之命財產安全不受水患威脅。

3. 強化都市排水系統，定期清掃維持暢通，以提高都市排水效能。

4. 改善遇雨成災的問題，需先提升雨水的入滲率，將不透水鋪面改以其他透水材質替代，有效改善雨水向下滲透的能力，減少地面逕流產生。

5. 透過媒體報導或文宣宣導的方式，讓一般大眾對雨水貯留設施的減洪功能及效用，有更深入的了解，使雨水貯留設施的推廣更為順利，設置更普及。

二、新開發區域

1. 訂定土地利用管制條例，禁止不當的河堤土地開發，並劃定洪泛區並規範其建築限制，依淹水危險程度不同，制訂不同之保護及建築限制標準。

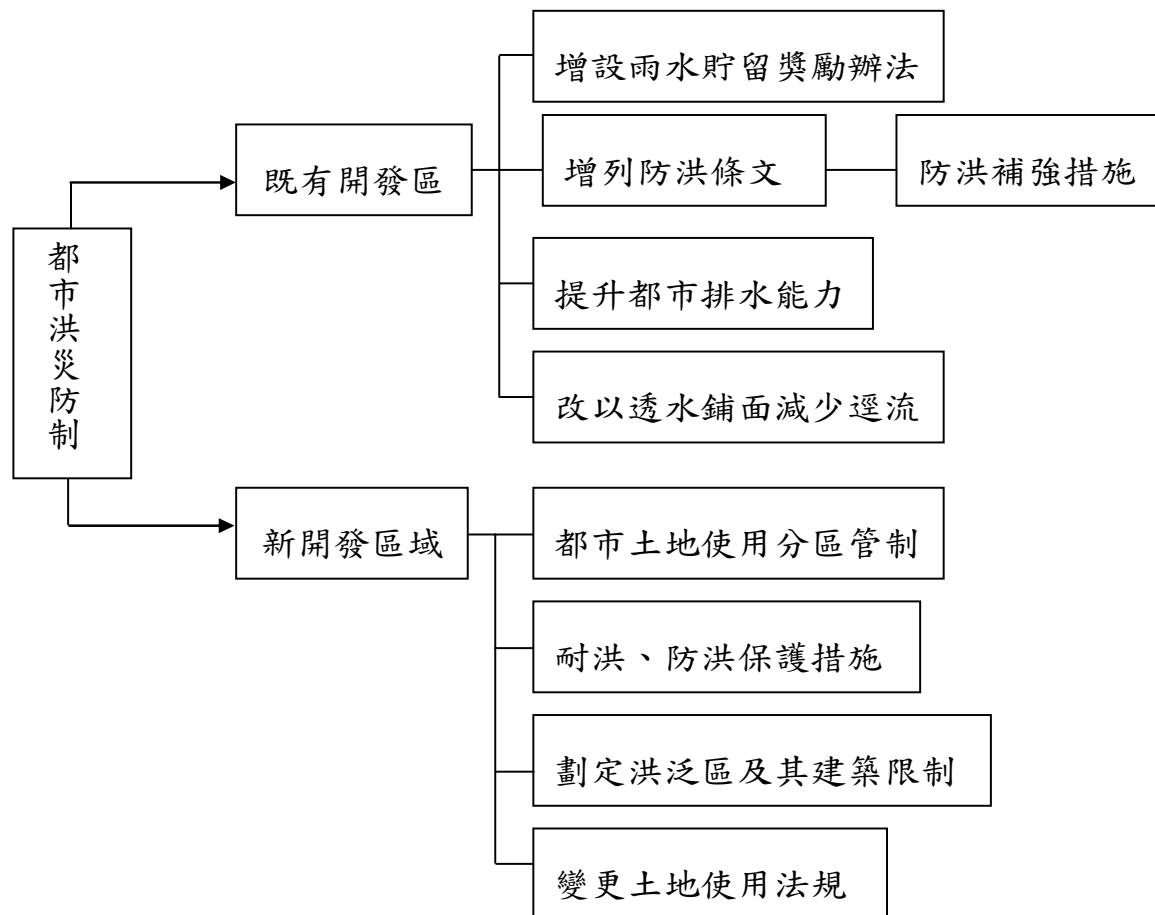
2. 建築物需加強耐洪、防洪等相關防洪保護措施。

3. 針對低窪地區，強制規劃建築物防洪技術或投保洪災保險，以降

低洪災損失及提升建築物之防洪應變能力。

4. 配合套疊高淹水潛勢圖，對容易淹水之地區改變土地使用，平日供民眾停車、休憩，暴雨來臨時作為滯洪場所，充分利用土地。

圖 4-3 配合都市洪災防制建設計畫



三、配合土地使用變更

隨著都市化規模的提昇，為了因應經濟發展需要，土地之開發利用日益嚴重，利用淹水潛勢資料配合地區經濟發展的程度，用以評估水災所造成之經濟損失及危險程度，並作為災害防範對策、災害應變措施及防救災作業之參考依據，期望能減少風險並減輕災害之有形與無形之損失。

所謂淹水潛勢是指在自然環境中潛藏容易導致水災的可能性，所謂自然環境包括降雨、地形、地質、土壤、河川、植被等因素。在這些因素的作用之下，有些地區遭受水災侵襲的可能性較高，有些則較低；較容易遭受水災侵害的地區就應該盡量避免開發行為，以減少水患發生時所帶來之嚴重損失。

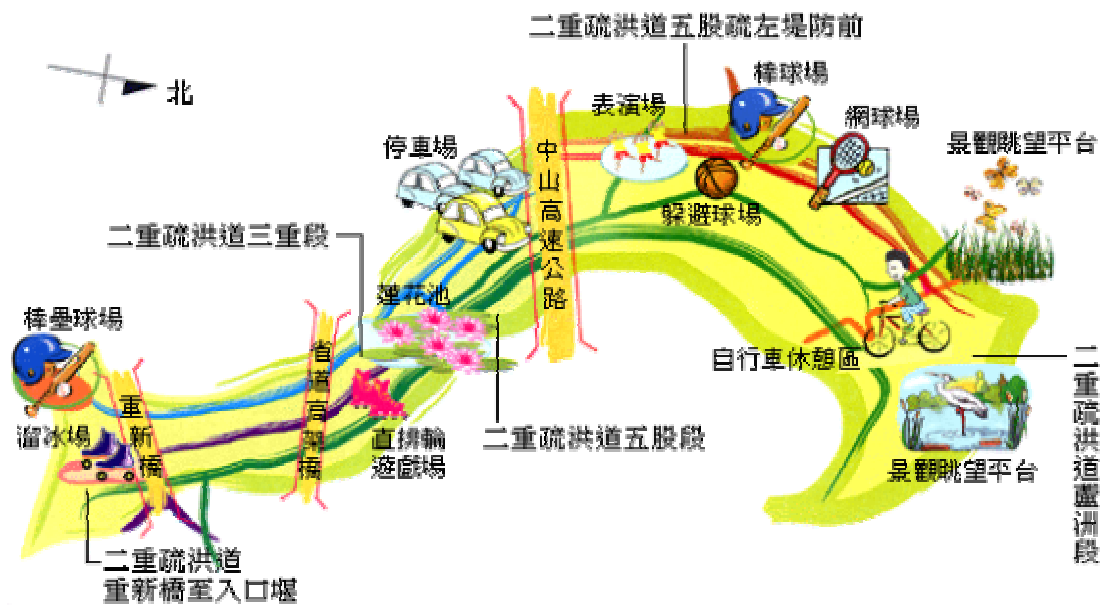
利用地理資訊系統（GIS）與淹水潛勢資料套疊，針對容易發生淹水問題之地區，變更土地使用將其劃定為滯洪用地，平日可供民眾停車、休憩、運動等，一旦發佈豪雨特報或颱風來襲時，預先警告附近民眾，先將車輛移出滯洪地區，當降雨超過附近渠道設計容量時，把過多之逕流引入滯洪池暫時貯留，等渠道內水量消退時，再將雨水排出導入渠道內，有效舒緩渠道的排水負擔，減少水患所帶來之財產損失，保障民眾之安全，也能提高地區的耐淹水程度。

例如台北縣的二重疏洪道，是我國少數兼具防洪、休閒、景觀的沼澤區，在二重疏洪道及淡水河沿岸河川地，闢設多項公共設施，包括自行車專用道、籃球場、溜冰場、遊戲場、木球場、公園、拱橋等各項設施，成為繁忙的都市中，一處可以享受綠意的地方；平日供民眾休憩、活動及當作停車場使用，遇暴雨或颱風時，二重疏洪道可以發揮疏洪功能，減緩河道流量負荷。

圖 4-4 二重疏洪道遠視圖



圖 4-5 二重疏洪道示意圖



資料來源：河堤風揚二重疏洪道環境研究網

第四節 小結

雨水貯留設施對環境衝擊小，在任何地點皆可設置，廣泛的設置雨水貯留設施，除了能滯留多餘的地表逕流、延遲洪峰流出時間、減低洪峰流量，有效減緩都市洪患及增加地下水入滲補注，對於都市的水循環及改善熱島效應也有所助益。

目前有許多國家有鑑於此，紛紛推廣雨水貯留的概念，並加以推動實施；例如鄰近台灣的日本，政府以法令明確規範設置雨水貯留系統，必須對於水文循環有所助益，並能結合生態及親水功能；德國政府則是編列預算，補助雨水貯留系統的相關設置，並廣泛應用在減少洪患及改善水質方面。國內自 1992 年推動雨水利用以作為替代水源的開發，均僅於示範案，行政院於 2001 年 3 月核定之「綠建築推動方案」，於同年 3 月 21 日起實施，希望能藉由綠建築方案之推動，有助於健全都市的水循環。

第五章 興建雨水貯留系統之效益評估

第一節 方案擬定

雨水貯留設施有相當多種的型式，每種型式使用的方法、用途也大不相同，可依據經費、地點等，各種條件之不同作規劃，所需成本及產生之效益依條件的不同得到不同結果，因此，成本效益分析變的相當重要，本研究參考黃宏莆(2000)及李魁裕(2001)所作之研究，綜合得到成本效益分析之方法，如表 5-1。

在此章節，利用中港抽水站增設案為例，推估洪峰流量及利用三角形逕流歷線，計算出中港抽水站增建前後的水量差，再由現有公共開放空間，配合該區域原有排水路徑，選擇合適的區域施作雨水貯留設施，利用貯留設施貯留這些水量，以降低洪峰流量，作為除了增設抽水站外的另一個替代方案。本研究並將增設中港抽水站之工程費用與雨水貯留設施之工程費用做成本比較，在效益部分，由於效益面的資料目前國內尚不足夠，因此效益金額不易估算，僅以列項方式說明之。

表 5-1 成本效益分析流程

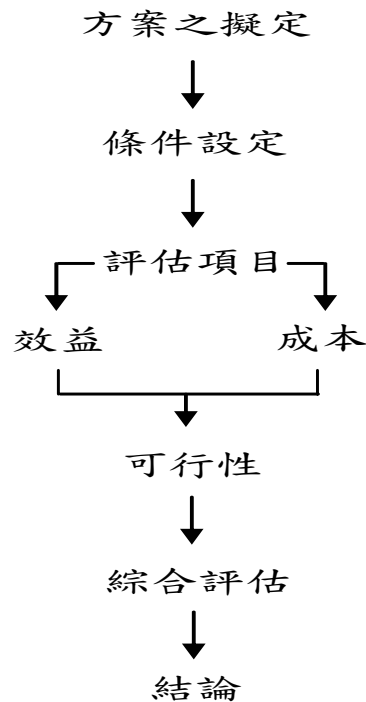


圖 5-1 中港抽水站位置圖

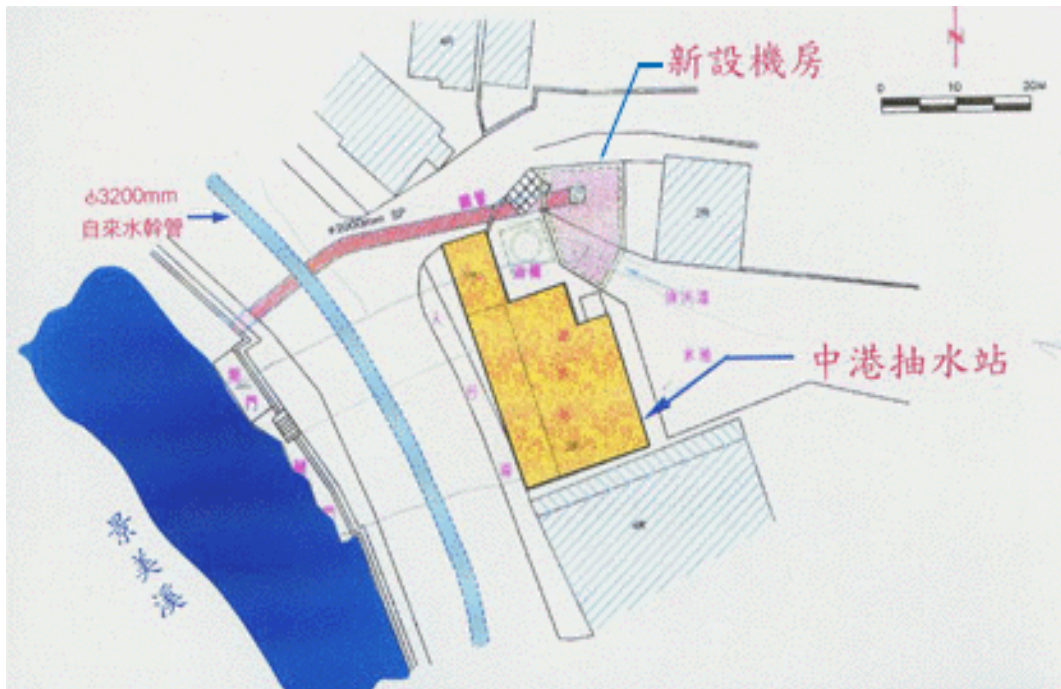
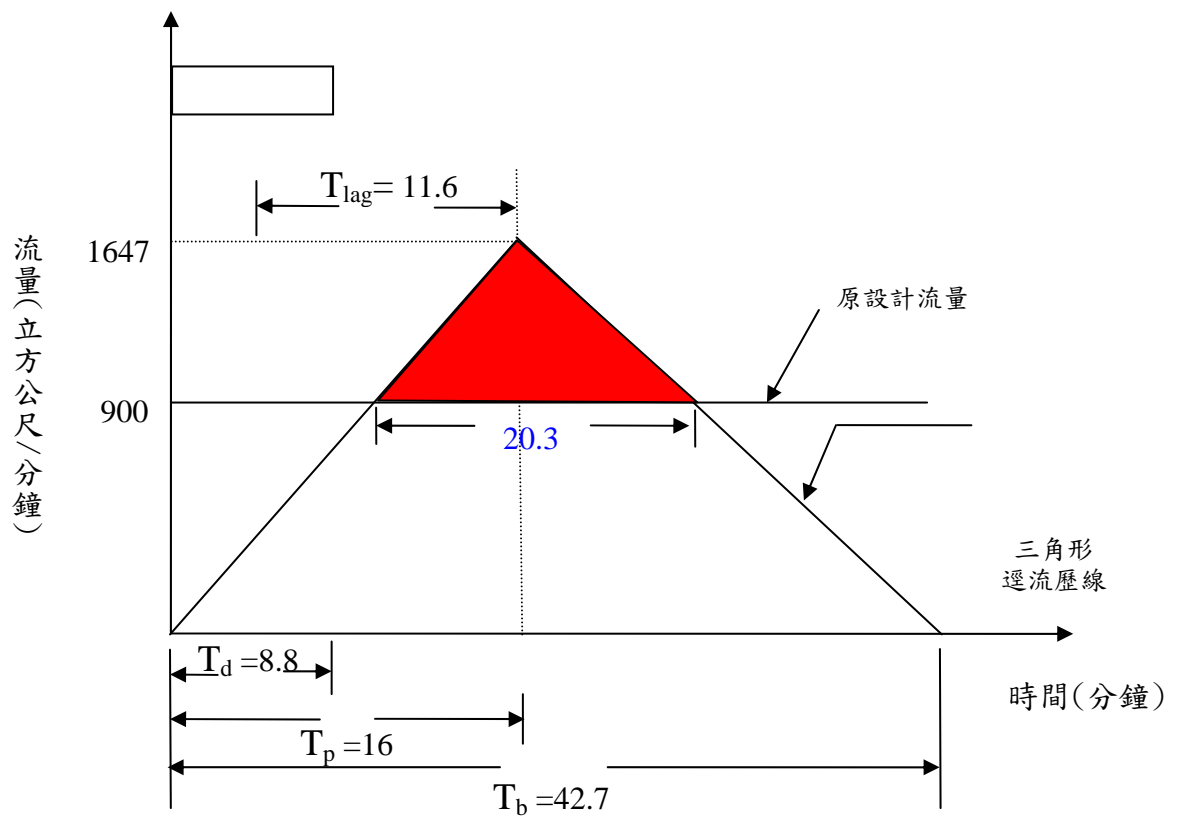


圖 5-2 貯留體積圖

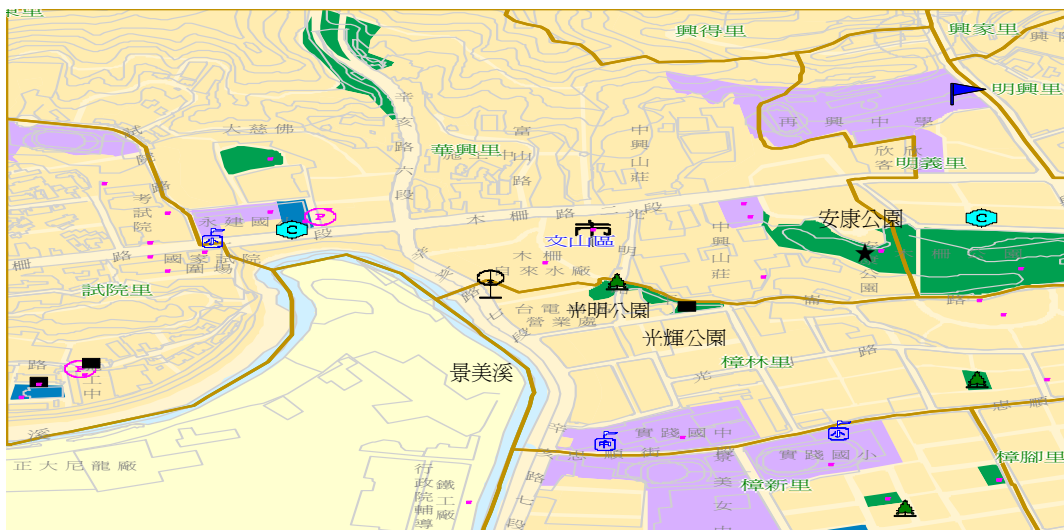


第二節 雨水貯留設置地點之選擇

由李佩蓉(2004)研究推估出，在台北市文山區中港抽水站集水區附近需貯留雨水體積約 7,582 立方公尺，如圖 5-2 所示。利用查詢方式將文山區的公有開放空間一一找出，其中包含數個平面停車場、國小、公園、地下停車場等，再將所有地點依地理位置及排水路徑做比較，選擇鄰近中港抽水站排水路徑且位於集水區上游之地點，本研究為了增加雨水貯留體積，選擇以鄰近抽水站之公園施作雨水貯留設施，設置於集水區內地勢較低的地點，符合條件的公園分別有光明公園、光輝公園及安康公園，如圖 5-3，於公園向下挖掘 2m 深，四周利用擋土設施做成有坡度之階梯，供民眾出入；公園尺寸為長 75 公尺、寬 55 公尺、深度 2 公尺，面積為 4125 平方公尺，因公園內具有喬、灌木植栽等等各項設施，可用體積約 8000 立方公尺。

貯留地點平日可供居民遊憩休閒，若氣象局發布颱風警報或豪大雨特報時，則須管制整個公園作為臨時雨水貯留設施；當逕流量超過排水渠道設計流量時，利用水往低處流的原理，將超出渠道設計的水量導入公園，暫時貯留洪水，使得外水暫時貯留在公園內，延緩流入原設計排水渠道，等逕流量小於渠道設計流量時，再利用抽水機或以重力方式將貯留在公園內的水排出，以人工清除遺留下來之淤泥及恢復公園原貌。

圖 5-3 各公園位置圖



第三節 工程成本及優缺點比較

一、雨水貯留設施建造成本

雨水貯留設施建造成本，依據「公共建設工程經費估算手冊」做估算，將成本劃分為直接成本與間接成本，估計興建公園雨水貯留設施的工程經費。

本研究將分析年限設為 50 年，每年使用一次貯留設備，折現率以 5% 計算，除第一年興建成本外，每年成本與效益皆固定。工程直接成本如表 5-2 所示，工程經費總表則如表 5-3。

表 5-2 直接工程成本估算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價	備註
1	測量費	式	1	20,000	20,000	
2	挖棄土方(含運費)	m ³	8250	400	3,300,000	
3	整地	m ²	4125	40	165,000	
4	漿砌卵石擋土牆	m ²	520	3200	1,664,000	
5	排水管涵	m	200	1,2000	2,400,000	
6	沉砂池	座	1	1,000,000	1,000,000	
7	草坪植栽	m ²	6000	100	600,000	
8	喬木植栽	株	50	3500	175,000	
9	灌木植栽	株	750	100	75,000	
10	雜項工程	式	1		3,000,000	
11	環保安衛費	式	1		315,400	
	工程保險費	式	1		200,000	
	小計				12,839,400	

表 5-3 工程經費估算總表

成本項目	工程費(元)	備註
一. 設計階段作業費用	670,720	按直接工程成本 5%
二. 工程建造費		
1. 直接成本	12,839,400	
2. 間接工程成本	1,283,940	按直接工程成本 10%計
3. 工程預備費	1,925,910	按直接工程成本 15%計
4. 營業稅	2,000,000	
總建造成本	18,049,250	

年計成本：

依據「公共建設工程經費估算手冊」，計算年固定成本與年運轉維護費用後，求得年計成本。

1. 年固定成本

在 50 年內每年應支付資金利息與每年應攤還本金，折現率採用前述 5% 計算。

$$\begin{aligned} \text{年固定成本} &= \text{總建造成本} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \\ &= 18,049,250 \times 0.0548 \\ &= 989,099 \end{aligned}$$

2. 年運轉成本

每年維護貯留設施正常使用費用及假設每年使用一次雨水貯留設施，使用後所需的設備費及清潔費用。

$$\begin{aligned} \text{年運轉成本} &= \text{工程建造費} \times 10\% \\ &= 1,804,925 \end{aligned}$$

3. 年計成本

年計成本=年固定成本+年運轉成本

$$=989,099+1,804,925$$

$$=2,794,024$$

4. 雨水貯留之優缺點

雨水貯留可以暫時的貯留雨水、降低洪峰流量、延緩洪峰到達時間、使地區耐淹水程度能適時的提高，對於地價昂貴的都市來說，土地具有雙重的使用機能，例如選用公園作為貯留地點，能兼有生態、景觀、防災與遊憩等四大功能，利用土壤的入滲功能，藉此涵養水分，增加地下水的補助，也能調節微氣候，降低都市在高度水泥化之後，所產生的都市熱島效應；缺點在於設置時，需考慮貯留地點與排水路徑間的高程關係，設置在集水區較低窪處，以截留最多的地表逕流，減緩渠道排水負擔。

二、增設抽水站建造成本

抽水站建造成本按李佩蓉(2004)所估計之中港抽水站增設成本，整理如下表 5-4 所示。

表 5-4 抽水站增設成本

項目	價格
(1)主抽水機組(總容量 12CMS)	45,000,000
●抽水機組	15,000,000
●柴油引擎	10,000,000
●角齒輪	3,000,000
●傳動系統	2,000,000
●鋼管	1,500,000
●RPC 推進管	7,000,000
●冷卻水塔系統	3,500,000
●燃油系統	3,000,000
(2)電動撈污機組	5,000,000
(3)緊急發電機組	4,000,000
(4)附屬設備(閘門及水電)	10,000,000
(5)控制設施	4,000,000
(6)土建工程	57,000,000
●站房土建	30,000,000
●堤防土建	9,000,000
●基礎工程	18,000,000
(7)既有站房基礎補強	7,000,000
(8)工程管理費及其他費用	18,000,000
合計	150,000,000

年計成本：

依據「公共建設工程經費估算手冊」，計算年固定成本與年運轉維護費用後，求得年計成本。

1. 年固定成本

在 50 年內每年應支付資金利息與每年應攤還本金，折現率採用前述 5% 計算。

$$\begin{aligned}\text{年固定成本} &= \text{總建造成本} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \\ &= 150,000,000 \times 0.0548 \\ &= 8,220,000\end{aligned}$$

2. 年運轉成本

每年維護抽水站設備及使用成本

$$\begin{aligned}\text{年運轉成本} &= \text{工程建造費} \times 5\% \\ &= 7,500,000\end{aligned}$$

3. 年計成本

$$\begin{aligned}\text{年計成本} &= \text{年固定成本} + \text{年運轉成本} \\ &= 8,220,000 + 7,500,000 \\ &= 15,720,000\end{aligned}$$

4. 抽水站之優缺點

位於低窪排水不易處，無法利用重力排水時，抽水站是最常用之工程方法，能在短時間內降低洪峰流量，在降雨超過排水渠道設計容量時，能夠緊急的排出大量雨水；缺點為一般抽水站設計標準是以五年一

次降雨強度來設計，當雨量超過設計標準，高於每小時 45 公釐時，即便抽水站全面正常的抽水，仍然會產生淹水的情況，若平時維護不周、使用時操作不當或停電故障時，則會造成嚴重的損失，且工程費用較高、工期長。

三、將抽水站及貯留設施之優缺點簡單整理如下表 5-5：

表 5-5 抽水站及貯留設施之優缺點

項目	優點	缺點
貯留設施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以暫時的貯留雨水、降低洪峰流量、延遲洪峰到達時間。 2. 耐淹水的程度可以適時提高。 3. 工程費用低。 4. 用地取得較無問題。 5. 較無維護問題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需要考慮貯留地點與排水路徑間的高程關係。 2. 排水路徑較高處需使用抽水機輔助排水。 3. 使用後，需清理環境，才能再度使用。
抽水站	<ol style="list-style-type: none"> 1. 超過下水道設計容量時，可緊急排水。 2. 能在短時間內降低洪峰流量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 只能暫時解決設計容量的排水，超過抽水機設計容量時，還是會造成都市的淹水。 2. 工程費用較高，工期長。 3. 操作不當或停電故障時，會造成嚴重的損失。

四、將上述兩方案之建造成本整理如下表 5-6：

表 5-6 兩方案之成本比較

方案	建造成本(元)	年計成本(元)
公園	19,638,720	2,794,024
抽水站	150,000,000	15,720,000

第四節 貯留設施之效益

利用工程與非工程防洪措施，或其他防洪設施避免及降低洪災損失，提升土地利用價值及增進公共效益等，通稱為防洪效益；效益是指效果之意思，若用在投資中可稱為獲利，是指在投資後所產生之盈餘。

雨水貯留的效益可概分為有形效益及無形效益，有形效益可用貨幣或以實物量化來表示，無形效益則無法以量化來表示，例如生命安全的保障、自然景觀的保存、減輕對於住家淹水的心理創傷等等，都是無法以貨幣或實物量化來表示。

評估經濟是否具可行性的方法有益本比法、淨現值法及內部報酬率法等，各種方法都有其優缺點；學者廖朝軒曾提出依其評價指標特性，建議防洪方案採益本比、淨現值、內部報酬率法等，經判別及分析後排定實行之優先順序，將上述三種方法簡單分述如下：

1. 益本比法

是指防洪工程在經濟壽命內所能獲得之效益與成本之比值，也可作為年效益與年成本之比值；當益本比大於或等於1時，代表該方案具經濟效益，是可以施行的，若益本比小於1時，代表該方案不具經濟效益。

2. 淨現值法

將每段時間的資金流量，在折現率一定的狀況下，折算為基準年之現金，在防洪工程中可視為每年平均效益及成本現值差之總和；當淨現值大於0時，代表投資該方案是值得的，可以獲得利益，反之則否。

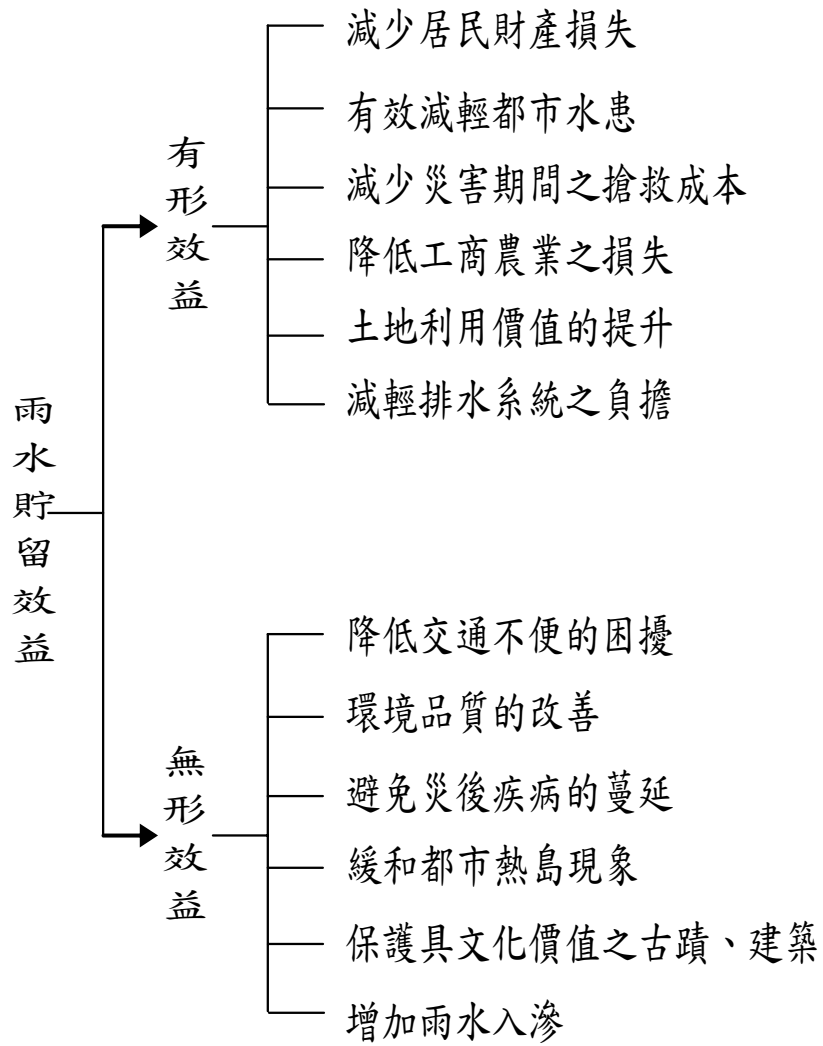
3. 內部報酬率法

是指在經濟壽命 n 年內，總效益基準年現值剛好等於總成本基準年現值時的內部報酬率 r ；當內部報酬率大於最低可接受報酬率時，表示此方案具投資價值。

雨水貯留設施與其他水利設施相比，主要為減少或避免淹水災情，若將雨水貯留之效益面以有形效益及無形效益表示，經整理後可歸納如

圖 5-4 所示。

圖 5-4 雨水貯留效益圖



第五節 小結

由建造的成本分析比較可知，雨水貯留設施之工程費用遠低於增設抽水站之工程費用，在防災方面，雨水貯留設施能暫時貯留雨水，降低逕流量和洪峰流量，使得外水暫緩進入原設計渠道，延遲洪峰到達時間，避免下游在第一時間內淹水，降低發生洪泛之可能性，能延長原設計渠道壽命，使耐淹水的程度因此提高。且設置在公園的貯留設施具有下列優點：

1. 公園內有大量草坪與植物，具有入滲的能力，可達到水源淨化、涵養地下水及生態平衡的優點，有效促進水土資源永續發展應用。
2. 整體美化都市的市容，提供都市市民良好的休閒場所，紓解工作壓力、增近人們互動及親子關係。
3. 公園規畫為洪水貯留區，豪雨期間可以被淹沒成為大型蓄水池，慢慢入滲以補注地下水，最後所剩餘的雨水，則待大雨過後再利用重力方式或其他排水方式抽乾，相當於一座小水庫的蓄水量，效益不可小覷。

第六章 問卷調查

第一節 問卷調查表之設計

一、問卷調查之方向及內容

本研究計畫研擬一份關於「興建雨水貯留系統之可行性」之問卷調查表，透過本問卷，探詢地方政府之技術人員及相關研究學者等在降低洪水災害方面，對於設置貯留、滲透等抑制流出設施之相關意見。

例如，在洪水災害發生之同時，需要透過何種措施予以短暫截取因暴雨而產生之洪水、洪水災害來臨時所產生之洪水，該藉由何種都市防災建設來延遲地表逕流之排出時間、以及未來對於減緩都市洪患，希望降低都市型暴雨排水負荷之有效方法為何。

二、問卷調查之對象

以地方政府之技術人員及相關研究學者作為問卷之對象，採記名方式進行且不限其年齡與教育程度，盼各階層人員得以具體表述其立場、看法並提供建議。

三、問卷調查之目的

本問卷調查之目的，期望納集廣大各領域之專家學者意見，進而提出說明且交付公部門或決策單位審查，建立起與公部門之溝通管道，以利相關建議之反映，並加強社會大眾之危機意識，提高民眾參與都市防災建設之意願。

第二節 問卷分析結果

本研究將所有問卷回收後，進行初步的敘述性統計。本次參加填寫問卷之專家學者共有 22 位，涵蓋地方政府、學校及私人工程顧問公司之相關人員，問卷中，部份設置地點採複選題。

首先在針對公共設施之開放空間，建構雨水貯留系統，藉此降低排水負荷方面，所有填答問卷之專家學者，皆認為應盡快進行雨水貯留系統之後續研究。低窪或高淹水潛勢區域是否應興建雨水貯留系統，用以截留過多之雨水，減低都市型暴雨所造成之排水負荷，並達到防洪之功能方面，共有 19 位專家學者認為應該興建雨水貯留系統，3 位專家學者認為，在都市中恐怕沒有足夠之空間興建貯留系統。

所有專家學者，在針對雨水貯集於防洪減災方面，發展出一個技術體系，並落實科學性的分析與指導，及未來若修改水利法或都市計畫法等相關法規，應明訂增列訂定「雨水貯留系統技術規則」之法規條文，皆認為有其必要性及迫切性。

在 22 位專家學者中，有 18 位專家學者認為將颱風所帶來超出設計流量之逕流導入公園、操場、建築物之地下室或地下停車場，做為洪水來臨時之暫時蓄水池，等逕流量低於渠道設計流量時，再將水排出到原規劃排水渠道的方法可行；其餘 4 位專家學者認為，其貯留的量有限，且維護不易，如何恢復原貌是一項重要問題。

在建立中小型之暴雨逕流貯集技術，應該設置之理想地點，本研究整理如下：

設置在地下停車場有 11 位專家學者認同，設置於公園綠地則獲得所有專家學者認同，設置於建築物地下室有 7 位專家學者認同，設置於

屋頂有 2 位專家學者認同。

針對高強度暴雨地區規劃都市型雨水截留系統，利用公園綠地、廣場或學校操場等公共設施，在不影響原有使用機能下，視逕流量多寡，向下挖掘一定深度，設置之理想地點，本研究歸納有公園綠地、建築物地下室、學校操場、地下停車場、建築物前廣場等，將專家學者之意見整理如下：

設置於公園綠地有 20 位專家學者認同，設置於建築物地下室則有 4 位專家學者認同，設置於學校操場有 19 位專家學者認同，設置於地下停車場有 8 位專家學者認同，設置於建築物前廣場有 17 位專家學者認同。

在比較大型防洪工程及雨水貯留設施設置方面，有 18 位專家學者認為，在都市中建設大型防洪設施，不但土地徵收不易，且施工時容易受到民眾反彈，如利用原有公園、操場、廣場等增設雨水貯留設施，不僅工程成本較低、工期短，且能降低都市逕流產生，比起大型防洪設施，適用於都會之中，有 9 位專家學者則認為，在零星的地點設置貯留設施，無法發揮降低逕流量的功能。

在全球氣候變遷導致降雨強度增加及都市化產生河川區域興建防洪工程及加高堤防方面，如何有效改善河川環境並兼顧河川防洪、親水及生態等多重機能，將問卷選項依專家學者勾選順序整理如下：

1. 在減少河道混凝土化及直線化管理選項有 16 位專家學者贊成；
2. 在儘早統一河川區域內之公私有土地方面有 15 位專家學者認同；
3. 在嚴加取締河川區域之違法行為方面有 20 位專家學者贊同；
4. 在建立河川基本資料及生態工法或規範方面，則有 18 位專家學

者認同；

5. 在減少洪泛區土地利用，且興建滯洪或雨水貯留設施方面，共有 20 位專家學者贊同；
6. 在加強河川砂石採取改進措施及研修水利相關法規方面，共有 16 位專家學者認同；
7. 在加強政府河川管理能力方面，則有 18 位專家學者認同。

第三節 小節

綜合整理上述專家學者所作之問卷調查得知，針對公共之開放空間，在不影響原有使用機能下，向下挖掘一定深度，建構雨水貯留系統，藉此減輕排水負荷、降低都市洪災發生率是具可行性的。以日本為例，由於氣候變遷，政府當局發覺光靠水利單位興建抽水站和水泥堤防，難以防範都市淹水，因此這十幾年來實施綜合治水對策，將學校操場、運動場、公園、綠地、廣場等生態綠地規畫為蓄洪區；豪雨期間，這些場地不但可以被淹沒，地表下還開挖三至五米深，成為大型蓄水塘，自然滲漏補注地下水後所剩餘的雨水，則待大雨過後再行抽乾，使土地具雙重使用之價值，又能降低洪患發生。

第七章 結論與建議

第一節 結論

隨著都市化發展的規模提昇，使得發生洪患的可能性及洪災損失也大幅度提昇，本研究整合與分析現有之雨水貯留技術及相關研究成果，期望相關單位能依據雨水貯留系統，做為都市高淹水地區防災計畫之參考。

本研究所進行之都市雨水貯留系統作業程序，係以都市化地區規劃雨水貯留系統為總體架構，評估都市地區雨水貯留系統之效益，以期降低都市洪災之發生，確保民眾生命財產之安全。

茲綜合本研究章節之分析，歸納下列結論：

8. 在都市高淹水潛勢地區洪災防治作業上，利用都市既有之開放空間，在暴雨來臨時進行雨水的貯留，待豪雨停止或超過滯洪池設計容量時，再以重力方式或其他抽水方式抽乾雨水，不僅可以達到逕流減量的效果，亦可有效減低都市型暴雨之排水負荷，適合用於人口密度高之都會區使用。
9. 利用原有抽水站為主，雨水貯留設施為輔，在抽水站設計標準內的降雨，抽水站可以順利將雨水排除，一但超過抽水站設計標準，則利用雨水貯留來暫存雨水，不僅可延緩洪峰流量、降低逕流量，也能使地區耐淹水程度能適時的提高。
10. 利用既有的公共開放空間設置貯留設施，不但不影響人民的日常使用機能，也能提升都市的土地利用價值。

第二節 建議

本研究針對研究成果提供二點建議：

建議一

增設連接渠道與貯留設施間之排水路：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：各縣市政府

都會區洪泛期，貯留設施兼有降低洪峰流量與延緩逕流之功效，冀望以本研究計畫之成果，能供災害防救相關單位參考，以期有效降低洪患發生機率，提高地區耐淹程度；建議可先增建連接渠道與貯留設施間之排水路，推動防洪、排水工程之建設，配合實施「都市綜合治水」。

本研究目前只針對中港抽水站增設案與公園截留設施做比較，建議後續研究能針對一淹水地區，比較設置抽水站、設置雨水貯留系統與無設置防洪系統之損失與效益性，並可針對不同貯留地點做效益評估，以做出最佳選擇方案。

建議二

配合土地使用管制或都市更新時，劃定滯洪區：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部都市發展委員會、各縣市政府

於新市鎮開發、都市計畫通盤檢討及區域計畫更新時，變更土地使用管制，針對高淹水潛勢地區劃定滯洪區，配合研擬雨水貯留與截留相關法規、條例，使雨水貯留系統之設計規範，更具整體性與一致性。

附錄一 問卷調查之內容

問卷調查之內容

關於「興建地下雨水貯留系統之可行性」之問卷調查表之相關內容如下所列：

各位研究先進您們好：

這是一份有關於「興建地下雨水貯留系統之可行性」之問卷調查表，本意見調查表只供研究參考用，其內容針對都市防災建設，探討可改善洪災損失之暴雨逕流貯集技術。本意見調查表之目的，期望納集專家學者之意見、看法，並藉由專家學者之徵詢，進而做出切合社會民眾之期望與需求之都市防洪建設。

敬請各位研究先進撥冗詳讀，針對本問卷不足之處詳加指正，您的寶貴意見將作為營造都市防災建設之準則，勞煩之處，尚祈海涵，並由衷地感謝您的協助指教，謝謝！此

敬祝

身體健康 萬事如意

中華大學土木系

林文欽 副教授

李逸靚 研究助理 敬上

請填列您的基本資料：

姓 名：_____ 電 話：_____

服務單位：_____ 職 別：_____

電子郵件：_____

聯絡地址：_____

請勾選您認為最適當之答案：

接連發生幾次都市型水災，凸顯了都市淹水問題之嚴重性。內政部建築研究所近幾年針對都市洪災，提出相關防制策略，分別是：針對洪災提出因應之防救災策略，建立地區防救災避難系統；建築物防洪設計技術探討；研究制定適合我國的洪災保險法，用以分散災害風險。但是要完全消除水患不能單靠上述規劃，因任何防洪技術尚有風險存在，因此還需配合其他都市防災建設，其中，針對公共設施之開放空間，建構地下雨水貯留系統，藉此降低排水負荷，就您認為是否為後續研究必須盡快進行的。

是。

否，原因：_____

水之過多與不足，都會造成澇旱之災，在接連發生水惠及乾旱的情況下，已經成為超越設計標準的天然災害，是故，本研究認為過度低窪或高淹水潛勢區域應興建地下雨水貯留系統，用以截留過多之雨水，就您認為興建地下雨水貯留系統是否能有效減低都市型暴雨所造成之排水負荷，並達到防洪之功能？

是。

否，原因：_____

近年來，由於防災觀念不足加上缺乏建築防洪應變計畫，使得都市型水災對都市地區造成極大衝擊，而雨水貯留系統在民生給水與農業灌溉方面發展較快，在防洪減災方面尚未廣泛開發。就您認為，是否需要針對雨水的貯集在防洪減災方面，發展出一個技術體系，並落實科學性的分析與指導。

需要。

不需要，原因：_____

- ◎ 目前國內對於雨水之貯集在防洪減災方面，尚未有統一的規範與標準，為了要落實都市防洪技術，則必須要先有法制化作業層面之實現，並參考國外實施經驗，訂定完善之設計規範。因此，就您認為，未來若修改水利法或都市計畫法等相關法規，並明訂增列訂定「雨水貯留系統技術規則」之法規條文，是否有其必要性及迫切性？

是。

否，原因：_____

- ◎ 全球氣候變遷導致降雨強度增加及都市化產生之河川區域土地利用需求，使之縮窄河川區域土地，進而迫使興建防洪工程及加高堤防，雖短暫保障人民生命財產免受洪澇之迫害，卻使得生態保育體系嚴重惡化。就您認為，以下何項目標可達成河川環境改善並兼顧

河川防洪、親水及生態等多重機能。(可複選)

- 減少河道混凝土化及直線化管理。
- 儘早統一河川區域內之公私有土地。
- 嚴加取締河川區域之違法行為。
- 建立河川基本資料及生態工法或規範。
- 減少洪泛區土地利用，且興建滯洪或雨水貯留設施。
- 加強河川砂石採取改進措施。
- 加強政府河川管理能力。
- 研修水利相關法規。
- 其他_____

您認為將颱風所帶來超出設計流量之逕流導入公園、操場、建築物之地下室或地下停車場，做為洪水來臨時之暫時蓄水池，等逕流量低於渠道設計流量時，再將水排出到原規劃排水渠道，是否可行？

- 是。
 - 否，原因：_____
- _____
- _____

◎ 未來若規劃地下雨水貯留系統，並建立中小型之暴雨逕流貯集技術，就您認為，此種滯洪設施，應該設置之理想地點為何處，才能藉此達到防災的效果。(可複選)

- 地下停車場。

- 公園綠地。
 - 建築物地下室。
 - 屋頂。
 - 其他，例如：_____
-

您認為在不影響原有使用機能下，將公園、校園操場等開放空間，向下挖掘數公尺，以便貯留暴雨來臨時所產生的洪水，此方法是否可行。

- 是。
 - 否，原因：_____
-

本研究認為過度低窪或高淹水潛勢區域應興建地下雨水貯留系統，用以截留過多之雨水，就您認為興建地下雨水貯留系統是否能有效減低都市型暴雨所造成之排水負荷，延長洪峰到達時間，並達到防洪之功能？

- 是。
 - 否，原因：_____
-

在都市防洪減災方面，若雨水貯留設施能達到防洪減災的效果，且造價比抽水設備便宜，又不會對環境景觀造成衝擊，以您的觀點而言，您是否會採用雨水貯留設施。

是。

否，原因：_____

◎ 在都市中，要建設大型防洪設施，不但土地徵收不易，且施工時容易受到民眾反彈，如利用原有公園、操場、廣場等增設雨水貯留設施，不僅工程成本較低、工期短，且能降低都市逕流產生，比起大型防洪設施，是否更適用於都會之中？

是。

否，原因：_____

◎ 在本研究中，雨水貯留的理念相似於，將一個大面積水塘以一連串小水塘來替代，針對高強度暴雨地區規劃都市型雨水截留系統，利用公園綠地、廣場或學校操場等公共設施，在不影響原有使用機能下，視逕流量多寡，向下挖掘一定深度，就您認為，應該設置之理想地點為何處，才能藉此達到減少逕留、防洪減災的效果。（可複選）

公園綠地。

建築物地下室。

學校操場。

地下停車場。

建築物前廣場。

其他，例如：_____

就您所知道現在相關單位對於減少都市型水災的發生，提出許多都市治水建設，其中，雨水貯留利用近年來逐漸為台灣社會所重視，就您認為，目前台灣推廣雨水貯留防洪減災會面臨哪些問題？

針對本次座談會，您認為有哪些方面是仍需加強的部分，請提出您的見解與建議：

附錄二 第一次專家學者座談會議記錄

第一次專家學者座談會議紀錄

一、會議時間：九十三年六月十一日(星期五)下午三點

二、地點：中華大學育成中心會議室

三、主持人：林文欽 副教授 紀錄：李逸靚

四、出席人員：

台灣大學 許銘熙 教授
交通大學 葉克家 教授
中華大學 解鴻年 副教授
建築研究所 陳建忠 組長
建築研究所 吳維庭 助理研究員

五、報告事項：(略)

六、綜合討論與建議事項：

許銘熙 教授：

- 利用土地作多功能性防洪，如生態池、滯洪池等，其後續維護？
- 缺乏水文分析、原設計逕流量因土地利用改變逕流增加多少？
- 目前學校、公家機構在利用雨水貯留方面推廣成效不大，如何推廣？
- 南科原屬較低窪地區，設置滯洪池如何選址為重點。
- 都市堤防增建不易，於都市內標示淹水危險區域，若不設置堤防於淹水區內，可利用停車場等空曠地區滯洪。

葉克家 教授：

- 滯洪池的設置是否具有誘因？
- 檢討水文的觀點，如何消減洪水，設置之地點及容量如何推估？
- 滯洪池的設置在生態、景觀有何考量？
- 洪災預警及滯洪之相關程序？
- 建築物增建應考量逕流量之問題，是否有容積獎勵的辦法？

解鴻年 副教授

- 建築物的容洪考量？

- 都市防洪的機制？
- 從都市計劃技師角度，對新建都會區進行規劃，預留滯洪容量所需之土地，以滯洪池容量換取建築物的高度。

陳建忠 組長

- 防災的意義，淹水潛勢與建築物間之關係。
- 鄉鎮型洪災對洪水防災較有其需求性。
- 是否有示範區，其滯洪成效如何？
- 雨水貯留系統可行性研究的貢獻、降低淹水之頻率有多少？
- 防洪的觀念缺乏，如何推廣？
- 都市淹水權責問題，如何劃定？
- 因上下游洪水頻率不同，成本問題如何解決？

吳維庭 助理研究員

- 逐步由公有建設或設施設置，慢慢擴及民間建築之配合。
- 欠缺誘因或獎勵措施。

七、散會(17:00)

附錄三 第二次專家學者座談會議記錄

第二次專家學者座談會議紀錄

- 一、會議時間：九十三年十月八日(星期五)下午三點
二、地點：中華大學演講廳
三、主持人：林文欽 副教授 紀錄：李逸靚
四、出席人員：

新竹縣政府工務局	林賢聲 副局長
台灣大學	林國峰 教授
朝陽科技大學	衛萬明 副教授
大漢技術學院	宋佩瑄 副教授
海洋大學	廖朝軒 副教授
中華大學	解鴻年 副教授
建築研究所	陳建忠 組長
建築研究所	吳維庭 助理研究員

五、報告事項：(略)

六、綜合討論與建議事項：

林賢聲 副局長：

- 雨水貯留系統可配合屋頂貯留作規劃，可參考雪梨、荷蘭、英國等相關實例。
- 提高雨水貯留系統之設計規範，增加其整體性與一致性。

林國峰 教授：

- 本計畫題目為「地下」雨水貯留系統，為報告所提之雨水貯留系統為「地面」式，此種形式是否符合委託單位之需要。
- 雨水貯留系統(或滯洪池、蓄水池)在國外已有許多成功案例，另國內亦有考慮在十字路口、公園、校園設置地下貯留系統之探討，可參考。

衛萬明 副教授：

- 高低淹水潛勢難以界定、判別。
- 規劃報告中，低估抽水站的效益，以單一抽水站與公園貯留比

較可能有偏誤，應以抽水站為主，貯留系統為輔。

- 以國外案例值得參考，技術面較無困難，在執行面如何達到，須再考量。
- 以建築物下方停車場貯留，在用地方面不易推行。
- 在雨水貯留系統與抽水站之效益評估方面，不應只針對成本方面以量化方式作出比較，也應將雨水貯留系統與抽水站之使用效率列入考慮。

宋佩瑄 副教授：

- 以現有地面與地下貯留針對規劃、費用、效益作一比較。

廖朝軒 副教授：

- 雨水貯留系統應於低潛勢地區就將雨水進行貯留，有效降低高潛勢地區之洪峰流量。
- 雨水貯留系統不應強調地上式或地下式，依地區、預算不同施作不同系統。
- 雨水貯留系統可結合分流概念作為思考方向，但簡報中作為雨水貯留系統之公園位置不明確。
- 「滯留」與「滯洪」之界定應清楚劃分。
- 雨水貯留系統與抽水站之成本評估與其效益評估不同，效益評估應加入容量比較、效率比較等作為探討對象。
- 以雨水貯留(小區域)和抽水站(大區域)做比較可能會有落差。

解鴻年 副教授：

- 在都市更新或新發展地區，以預留滯洪容量所需之土地，換取建築物的高度。

陳建忠 組長：

- 可針對國內外案例進行研究；而上游集水面積較大之地區，到下游由於流量集中而容易造成淹水，可探討其關聯性；而雨水貯留系統之實務性操作與可行性，如地區性效益，仍有待進一步探討。

吳維庭 助理研究員：

- 雨水貯留系統之效益評估與可行性仍可深入探討：假設一淹水地區，比較設置抽水站、設置雨水貯留系統與無設置防洪系統之損失與效益性。

七、散會(17:15)

附錄四 期初簡報回應表

期初簡報回應表

計畫課題	都市洪災防制策略之整合型規劃研究(二) 子計畫一：都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究	
日期/時間	自93年1月30日9時30分至93年1月30日11時30分	
出席人員	如下列人員	
紀錄	周芳如	
發言人	內容	研究團隊回應
許教授銘熙	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議能檢討各種雨水貯留系統在台灣示範地區適用性之評估。 2. 貯留系統之選用宜考量區域降雨延時及空間分佈特性。 	遵照辦理，將針對建議修正服務建議書。
王教授如意	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議在計劃中尋找一合適的計劃地點，以驗證本計劃方法落實的具體標的。 2. 可參考目前正在研究的台北市、台北縣及宜蘭都會區正執行之綜合治水方式。 	遵照辦理，將針對建議修正服務建議書。
黃顧問金山	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水的利用及水災的防弊可以一齊考慮，但以建築物為主要對象的話，水的利用可能必須有希望，但建築物及其周邊要具有降低洪峰效果，可能有效。 2. 水的利用因台灣北中南降雨型均不同，北部較平均利用率高，但南部旱季太長，效果可能較差。 3. 以滯洪池或滯洪空間降低洪峰時對於滯洪的效果必須分析，因台灣降雨強度太大，如非很大空間對滯洪效果很有限而且成本很高。 4. 綜合水資源及滯洪研究的成果，再融入建築物防洪技術手冊。 	知悉。

都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

吳副局長建興	<ol style="list-style-type: none"> 1. 淹水防災之研究應以集水區整體之水平衡觀念著手，優先由減少洪峰流量著手，在無法減量下才於下游都會設置貯流系統。 2. 各種減量模式現在已有許多案例可資運用，本研究應分析各區域各階段以減少洪峰流量，以為防災模擬之應用。 3. 計劃之定位應更明確。 	本研究焦點著重於都市內的減洪設施問題，對於都市外圍河川水利工程則不在範圍內。
毛簡任研究員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計劃書中提到要利用開放空間，涉及人民權益，應檢討現行法律並規定。 2. 可否檢討利用地下室筏式基礎做為貯流的空間之可行性。 	本研究的對象針對公有設施或土地利用之考量，乃考慮其土地空間範圍較大且可行，因此不會涉及私人土地問題。
陳組長建忠	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計劃係執行災防會指示之部會分工事項，對於可行性應予以檢討成本、時間、技術、人力、設備、管理等等。 2. 貯流設施設置所產生的開挖棄土解決問題，亦請於本研究中考量。 	遵照辦理。
計畫主持人林教授文欽答覆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關前述委員建議若獲甄選，將參酌修正計劃書執行。 2. 本就焦點著重於都市內的減洪設施問題，對於都市外圍河川水利工程則不在範圍內。 3. 本研究的對象針對公有設施或土地利用之考量，乃考慮其土地空間範圍較大且可行，因此不會涉及私人土地問題。 	

附錄五 期中簡報回應表

期中簡報回應表

計畫課題	都市洪災防制策略之整合型規劃研究(三) 子計畫一：都市高淹水潛勢地區地下水貯留系統研究	
日期/時間	自 93 年 7 月 22 日 9 時 30 分至 93 年 7 月 22 日 12 時 00 分	
出席人員	如下列人員	
紀錄	李逸靚、楊豐銘	
發言人	內容	研究團隊回應
經建會黃顧問金山	<ol style="list-style-type: none"> 3. 作為本研究之期中報告，第一及第二章甚為詳細，但第三章及第四章尚須加強。 4. 第三章為「興建地下水貯留系統之可行性探討」，所謂可行性其定義為技術上可行、經濟上可行才具有可行性，全章均為定性的描述，欠缺具體的定量性分析探討，第 25 頁第三章第一節，以 50 年一次頻率降雨設計需容量，是一日降雨或多少時間降雨或一場降雨，未有明確界定。界定以後，因台灣地區雖小，但降雨型態差異大，以 50 年頻率降雨，需多少土地空間也要分析，才能了解技術上可行性如何，成本雖不可能詳細分析，但也應該要有概略探討才能稱為可行性，而且對於淹水潛勢資料的利用，請注意其時效，因淹水潛勢資料需定期更新。 5. 依工作項目，可行性分析應於期中前完成，但期中報告如不能更改，可行性評估建議併入效益之後。 	知悉，感謝委員意見提供，後續將參考修正。
王教授如意	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究計畫期中報告內容詳盡，資料蒐集頗為完整。 2. 應再深入探討都會區建置地下貯留系統之可行性，地下貯留系統在都會區設立有其困難性，涉及地下建築物工程費用甚高，施工時間較長且其安全性恐仍有待商榷，建議再用某些實例說明為宜。 3. 問卷設計宜力求簡明，以期能獲得較高的回收卷數。 	知悉，由於興建地下水貯留系統，施工工期長且建造經費高昂，故本研究只針對地面上之貯留設施加以探討。

都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

郭教授振泰	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如何以經濟分析(成本、效益分析)來進行規劃，建議加強解說，以定量分析最佳。 2. 可加強國外範例之收集，日本應有實際例子。 3. 水質處理(暴雨水質)在國外往往一併規劃，此研究也可併入探討。 4. 可收集國內外相關之法規供參考。 5. 不同方案的比較(滯洪池、窪地設施，例如公園、運動場)也可加以探討。 6. 國外文獻之收集可加強，參考文獻格式應改進。 	知悉，感謝委員意見提供；本研究主要著重於都市之減災，關於暴雨水質並不予以考量。
呂副主任佩玲	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議給予興建雨水貯留系統之建議，應有其預期效益，若配合實際已發生淹水之都市例子，做相關比較，提高本研究的效益。 2. 現今考慮皆以公共建築或大型私有建築為主要對象，以實施貯留的各項措施，對老舊卻高淹水潛勢地區，給予相關配套措施，並放入民眾問卷調查中，詢問民眾意見，並建議民眾問卷調查以選擇題方式來執行。 	感謝委員意見提供，本研究將針對建議予以參考修正。
國家災害防救科技中心代表	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對計畫，其實際操作是否可行？所能達到的成效為何？ 	向下挖掘不會影響設施原有功能，還能貯留多餘雨水減少逕流，貯留地點雨水達上限時，則將多於雨量引入其他地點貯留，能有效減輕洪災。
中央氣象局代表	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關降水形式的敘述不符合氣象學上的分類： <ol style="list-style-type: none"> a. 鋒面分為暖鋒、冷鋒及滯留鋒三種。 b. 梅雨為滯留鋒，時間為5、6月，其降水強度大。 c. 颱風通常為螺旋狀雲系，範圍可達數百公里。 d. 對流雨應指熱對流雨。 2. 近年來降雨強度有增大的趨勢，雨水貯留系統對強降雨所造成之淹水可有減緩之效果。 	知悉，遵照所提建議修正。

<p>水利規劃試驗所代表</p>	<p>3. 報告第一頁：「地表逕流量增加……造成洪峰時間提前，導致現有排水渠道逐漸淤積，及部分沿海地區地盤下陷……」然此情形主要係洪峰時間提前所造成，需商確。</p> <p>4. 建築物及地下雨水貯留之可行研究建議：</p> <p>a. 應針對目前都市地區可貯留空間(容量)加以評估。</p> <p>b. 對於建築物地下室來作貯留空間，對於涉及機電設備，逕流入出設備、環境相關建築法規及配套措施等，應加以說明。</p> <p>c. 報告中許多地方提及雨水貯留可達到逕流減量效果，降低洪峰之效益，是否針對台北或高雄作一評估，以了解此措施真實效益，如淹水範圍減少多寡等等。</p> <p>d. 目前報告看不出來未來如何做此效益分析。</p>	<p>感謝委員意見提供，本研究將針對建議予以參考修正；由於目前國內對抽水站效益面的資料目前國內尚不足夠，因此效益金額不易估算，僅以列項方式說明之。</p>
<p>內政部營建署公共工程組代表</p>	<p>4. 雨水貯留系統應盡量利用天然地形，其效果容量才大，台北市南港一號公園，福德街的水森坡調洪池均為利用地形來設置調洪設施，可供本研究參考，內湖大湖、大埤亦可供參考。</p> <p>5. 報告中，公園、綠地、廣場以向下低挖 100 公分左右作為調洪設施非常可行，成本也較少。</p> <p>6. P36 都市排水係以暴雨強度做規劃設計，其與區域排水，以颱風做規劃不同，應予說明以避免混淆。</p>	<p>知悉，遵照所提建議修正。</p>

<p>台北市政府工務局代表</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本府九十三年度委託工研院辦理「雨水貯留供水系統試辦建置」計畫，目前施工中，俟完工後可提供相關資料供研究單位參考。 2. 建議研究單位將台北縣九十二年度「台北縣雨水貯集入滲設施推動規劃」納入報告。 3. 第三章「興建地下雨水貯留系統之可行性探討」，建議將影響可行性之各項評估因子列表比較。 4. 建議期末報告之「雨水貯留系統之效益分析」部分，應詳述對都市防洪之效益，並盡量以定量方式評估之。 5. 養工處在內湖區大湖山莊街之上游大渭溪規劃一處「調洪沉砂池」，目前正提本府都市設計審議委員會審查，預定 94 年開始施工，相關資料可提供研究單位參考。 6. 研究內容建議包含：如欲利用已建築完成基地設置雨水貯留系統可能遭遇的困難及採行對策等內容。 	<p>知悉，感謝委員意見提供，本研究針對公共開放空間，優先設置貯留設施，由於建築物基地設置貯留設施所需經費高昂加上施工工期長，故本研究不予以考量。</p>
<p>高雄市政府工務局代表</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃內容提及滯洪池之觀念，但建置滯洪池從都市使用分區、建置成本、使用機制均需考量，建議報告中針對建置滯洪池之相關設施及成本與抽水站及雨水貯留系統進行效益評估及可行模式，供規劃防洪機制之參考。 	<p>知悉，本研究將針對所提建議予以參考修正。</p>
<p>工業技術研究院代表</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究案為「地下雨水……」，建議加強地下貯水工法、效益或建物地下貯水可行、效益之探討，建築物地下貯水建議可擴大為筏基貯水。 2. 建議納入建研所目前執行之「綠色廳舍改善計畫」，都市雨水利用示範案對都市防災之探討。 3. 都市高潛勢淹水地區，逕流係數普遍較高，建議檢討雨量設計強度。 4. 應加強現有的法規之彙整比較與應用，例如建築技術規則「綠建築專案」(94.1.1 實施)，水利署「用水計畫書審查技術規範」等等，均有對開發基地雨水貯留設施設計規範。 	<p>知悉，感謝委員意見提供；由於興建地下雨水貯留系統，施工工期長且建造經費高昂，故本研究只針對地面上之貯留設施加以探討。</p>

<p>中華民國土木技師公會全國聯合會代表</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有些研究可知可行性及效益性，可供有關單位參考。 2. 滯洪或雨水貯留系統，僅能減低都市洪災的程度。 3. 高開發都市可使用地區，似乎僅限新開發地區或新都市更新地區。 4. 部分縣市正極力開發重劃區，應可供參考。 	<p>知悉，感謝委員意見提供；貯留設施可依設置地點不同，而有不同之形式，不拘限於新開發或都市更新地區。</p>
<p>中華民國建築學會代表</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對各生活圈之屬性及其特性，應就研究案中所提出的技術或方法，兩者加以分析，找出對應方法或策略，及設置防洪設施設置地點可行性之評估。 2. 都市中對於開發地區及都市更新地區，採何種對象的考量。 3. 雨水貯留系統的設置，在地理空間上應打破行政界線的限制。 4. 都市內建築基地、開放空間，盡量以透水鋪面，降低地面之逕流量。 5. 可針對都市地區地下水位之調查，平時可適度的使用地下水源，以增加洪水入滲之空間。 6. 目前大型公共建設，必須符合綠建築指標之要求(特別是基地保水的設置)例如大學校園可設置生態池、景觀池，均可作為雨水滯留設施。 7. 雨水貯留設施與目前排水系統之結合，可明確列出。 	<p>知悉，感謝委員意見提供，本研究將針對建議予以參考修正。</p>

都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

<p>陳組長建忠</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣市都市人口密集地區，如果以設置地下貯留系統，勢必產生大量土方，造成土方後續應用之困難，其次新開發建築地區，是可以挑空方式來做，舊有發展區，如何在深挖地下室、公園?請後續提出具體作法。 2. 就低窪地區可容收洪水之時間、總量之地區性宜以評估，以回應原部會及本所負責評估可行性。 3. 以建築物貯雨，其涵蓋範圍很少，如本所防災實驗室亦有施作，其屋頂面積即達 2000m² 以上，但其餘法定空地多達 8000m² 以上，並未有貯留作用，是建築物在地區性之貯留效果、貢獻度請再評估檢討。 4. 台北市已進行二年綜合治水，地下貯留系統案規劃、研究及實例，請提供資料及研究動態，承機構聯絡方式。 5. 本案係營建署協調指定本所研究，其後端之法制與應用，請營建署以具體措施收納。 	<p>知悉，感謝委員意見提供，本研究將針對建議予以參考修正。</p>
<p>承辦單位意見</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案請注意效益評估部分，除技術、經濟可行性分析探討外，也請說明有關限制條件，以供回應災防會之要求，以求具體。 	<p>將納入後續報告中。</p>

附錄六 期末簡報回應表

期末聯合簡報回應表

計畫課題	都市洪災防制策略之整合型規劃研究(三) 子計畫一：都市高淹水潛勢地區地下水貯留系統研究	
日期/時間	自 93 年 11 月 16 日 9 時 30 分至 93 年 11 月 16 日 10 時 35 分	
出席人員	如下列人員	
紀錄	李逸靚	
發言人	內容	研究團隊回應
葉主任秘書世文	<ol style="list-style-type: none"> 1. 向下挖掘對設置地點的影響？若超過所能貯留的量，恐怕會產生溢流。 2. 是否須界定貯留量的範圍，例如在多少降雨量內適用等等。 	<p>向下挖掘不會影響設施原有功能，所能貯留之雨水有一定的量，若超過此標準，則將多於雨量引入其他地點貯留。</p>
許教授銘熙	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雨水貯留系統對都市地區之排洪效應，未得肯定，建議可多加相關之研究。 2. 利用建築物或公園、操場作為雨水貯留系統，一般土地所有人配合度低，除非有好的誘因，否則施行可行性不高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知悉。 2. 遵照所提建議修正。
薩教授支平	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究目標是否在計畫構思之前先確立為佳？ 2. 可行性評估之內容似乎不完整(民意反對/支持？衛生？清潔與管理？成本/效益？土地取得/空間面積？) 3. 利益分析不只包括成本、效益為多少？是否可利用淹水深度做利益之估算。 4. 問卷數量十分有限，僅十三位，可否再行增加？另外問卷敘述有偏誤，利用“這個方法很好…請問你是否支持？” 5. 格式不一致，P35 謝瑞麟(2001)無列於參考文獻。 	<p>知悉，感謝委員意見提供，後續將參考修正。</p>

都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

<p>陳組長建忠</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 貯留系統設置在都市中之可行性，需再謹慎評估。 2. 若雨量超出貯留系統所能貯留的量，建議是否劃定出貯留系統所能貯留之最大雨水量，超過貯留量則是溢流，這樣在貯留之觀念上較為清晰易懂。 3. 目前都市中，公共設施、綠地普遍達不到規定數目，向下挖掘做為貯留池，有一定之深度限制，若能得知容許淹水程度，不但能推算出挖掘之深度，且可以估出工程費用，以評估是否可行。 	<p>知悉，遵照所提建議修正。</p>
<p>台電北區施工處 羅工程師士棠</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 貯留系統很有創意。 2. 是否可以考慮在河川中上游，設置一系列的大型水庫，水災來臨前，將水庫門打開排除水庫內的水，大水來時，水門還是開的，洪水可以繼續排放，當洪水排至臨界點時，再把水庫閘門關閉蓄水，漸少水患，是否較貯留系統可行？ 	<p>本研究主要是解決區域排水之不足，作為除了增設抽水站外的例一個替代方案，將耐淹水程度向上提升，河川則是著重於排水。</p>
<p>中央警大消防系 陳研究助理端慈</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日本以屋頂集水的方式及其後雨水應用、施放的細節作法，是否可以提出個人觀點。 2. 若將此概念應用於減低都市暴雨排水負荷，是否有相當的作用。 	<p>屋頂集水是為再利用雨水，本研究則是著重於防洪，若將屋頂做為貯留地點，則需另外考量屋頂載重問題。</p>
<p>吳研究員維庭</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議增加淹水潛勢地區之規劃雨水貯留系統概念圖示，並說明概念可行性。 2. 防災效益應針對區域投資設置雨水貯留池或其他設施(如抽水站)後能減少之損失程度(效益)比較，建議何種最適減洪決策。 	<p>知悉，遵照所提建議修正。</p>

參考書目

中文部分

1. 游清煌，2002，「都市計畫區雨水貯集措施法制化可行性之研究」，國立海洋大學河海工程學系碩士論文。
2. 朱壽銓、黃文龍、陳仁宗、李士畦，1997，「雨水貯留供水系統最適化設計技術準則之研究」，第三屆水再生及再利用研討會論文集。
3. 朱壽銓、廖朝軒、蔡耀隆、陳仁宗，1996，「屋頂雨水貯集系統設計策略之研擬」，第八屆水利工程研討會。
4. 朱壽銓、黃文龍，1997，「台灣地區雨水貯留供水系統之研究」，台灣水利第 45 卷第 3 期。
5. 黃茂松、黃國文、林志豪，2002，「都市排水滲透與貯留設施之探討」，第十三屆水利工程研討會。
6. 廖朝軒、朱壽銓、蔡耀隆、陳琬渝，1997，「屋頂雨水貯集供水系統之最佳化設計」，第三屆水再生及再利用研討會論文集。
7. 蔡耀隆、黃偉民、蘭名立、廖朝軒，2002，「雨水滯蓄措施在集水區暴雨逕流管理之探討」，第十三屆水利工程研討會。
8. 王茂興，2003，「城市暴雨之雨水經營策略研究」，台灣水利 第 51 卷 第 3 期。
9. 洪耀明、陳正炎，2003，「小集水區滯洪容積計算公式之研究」，中華水土保持學報 34 卷 2 期。
10. 歐陽嶠暉，1998，「都市雨水逕流抑制措施」，第八屆下水道技術研討會論文集。
11. 陳正炎、陳威甫、蔡宗翰，2002，「視窗化滯洪池設計之研究」，中華水土保持學報。
12. 蔡勳雄，2001，「區域土地使用與防洪」，財團法人國家政策研究基金會。
13. 劉豐壽、黃月娟、顏辛苑，1999，「雨水貯留系統發展趨勢與推廣成效」，八十八年度農業工程研討會。

14. 李士畦、陳仁仲、黃慶光，1997，「雨水貯集利用暨學校用水回收再利用工作之推廣與評估」，第三屆水再生及再利用研討會論文集。
15. 陳正炎、陳蕃諾、黃宏信，1998，「滯洪遲滯洪容積理論解析之探討」，第九屆水利工程研討會。
16. 余慶璋、吳瑞賢、余濬，1999，「滯流池設計問題之探討」，第十屆水利工程研討會。
17. 陳正炎、盧昭堯、何智武、王傳益，1998，「矩形出口滯洪池容積之實驗研究」，中國土木水利工程學刊第10卷第4期。
18. 黃宏斌、張三郎、吳正雄，1996，「調節池設計之探討」，中華水土保持學報第27卷第1期。
19. 吳瑞賢、余濬，1996，「滯留池節省容量及集中沉砂之設計方法探討」，中華水土保持學報27卷1期。
20. 洪耀明、陳正炎，2002，「概念性滯洪池設計模式之研究」，水資源管理2002研討會。
21. 陳正炎、江昇峰、蔡宗翰，2002，「應用電腦程式於延時暴雨滯洪池設計之研究」，第十三屆水利工程研討會。
22. 蔡耀隆、黃偉民、張廣智、黃俊仁、廖朝軒，2002，「入滲設施在集水區暴雨逕流管理應用之研究」，第十三屆水利工程研討會。
23. 陳建忠、解鴻年、林文欽，2002，「都市防災規劃有關增修洪災防救應變救援空間系統補強」，內政部建築研究所。
24. 曾蕙芯，2001，「日本雨水/中水供水系統介紹-來去日本取經去」，節水季刊第22期。
25. 黃吉正，2000，「屋頂雨水貯集系統之區域性系統容量設計」，國立海洋大學河海工程學系碩士論文。
26. 陳瑞鈴、鄭政利、劉安平，2000，「建築物雨水利用系統設計範例之研究」，內政部建築研究所研究計畫。
27. 黃照君，2001，「山坡地區雨水貯集之防洪效益研究—以汐止市為例」，中國文化大學地學研究所地理組碩士論文。
28. 王宗惇，2003，「滯洪池水文設計之研究」，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文。

29. 李佩蓉，2004，「都會區利用雨水貯留系統降低洪峰流量之研究」，中華大學土木工程學系碩士班。
30. 陳碧玉、謝政穎，2002，「防災安全設施規劃-以公有地下停車場為例」，中華民國建築學會第十四屆建築研究成果發表論文集。
31. 李魁裕，2001，「高屏溪水質水量改善之成本效益分析」，國立台北大學資源管理研究所。
32. 陳佩婷，2002，「水庫工程生命週期成本效益分析之研究」，國立台灣大學土木工程學系研究所碩士論文。
33. 黃宏莆，2000，「防洪措施之經濟可行性評價」，國立海洋大學河海工程學系在職專班。
34. 行政院公共工程委員會，「公共建設工程經費估算手冊」。
35. 梁文盛、許盈松，2003，「洪氾區劃設管理課題之研究」，經濟部水利署水利規劃試驗所計畫。
36. 張廣智，1999，「河川防洪與整治的省思」，節水季刊第13期。
37. 向立云，2001，「国外洪水管理与防洪规划综述」，2001 防洪抗旱減災論文集。
38. 台灣雨水利用協會，2003，「台北縣雨水貯留入滲設施推動規劃」，台北縣政府水利及下水道課。
39. 謝瑞麟，2001，「從納莉颱風襲台談水環境與防洪」，財團法人國家政策研究基金會。
40. 李建中、李至倫，2001，「談生態與防災」，財團法人國家政策研究基金會。
41. 吳憲雄，2002，「都市型水災管理對策」，第五屆海峽兩岸水利工程與管理研討會。
42. 張新立，1999，「台北停車場-整體政策規劃研究」，台北市停車管理處。
43. 行政院農業委員會，1996，「水土保持技術規範」。

網頁部分

1. 颱風部屋網站 <http://home.educities.edu.tw/typhoonroom/>
2. 中央氣象局圖書館 <http://photino.cwb.gov.tw/rdcweb/lib/index.htm>
3. 台北市政府養工處網站 <http://www.med.tcg.gov.tw/>
4. 日本鶴見川總合治水網站
<http://www.keihin.ktr.mlit.go.jp/tsurumi/project/improvement/>
5. 日本寢屋川總合治水網站 <http://www.pref.osaka.jp/ne/top.html>
6. 日本川崎市總合治水網站 <http://www.city.kawasaki.jp/>
7. 營建署網站 <http://www.cpami.gov.tw/index.php>
8. 雨水利用系統規範與設計網 <http://www.fuh3.com.tw/rain2.htm>
9. 水土資源及防災科技研究中心
<http://www.yuntech.edu.tw/~csx/research/ws01.htm>
10. 河堤風揚二重疏洪道環境研究網
<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2004/bhjh01/index1.htm>

英文部分

1. Prempridi, T., "Current Research and Practices in Rainwater Catchment and Storage in Thailand", Proceeding of the Regional Seminar and Workshop Help in Khon Kaen, Thailand, pp.114-131, 1983.
2. Appan, A., Lin, K.T. and Lo, S.K., "The Utilization of High-Rise Building Rooftops for the Development of a Dual-Mode Water Supply System in Singapore", Proceedings of the 3th International Conference on Rainwater Cistern Systems, Khon Kaen, Thailand, pp.101-104, 1987.

都市高淹水潛勢地區地下雨水貯留系統研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://abri.gov.tw>

出版年月：九十三年十二月

版(刷)次：初版

工本費：150 元

GPN：1009304314

ISBN：957-01-9229-1