

建設海綿保水臺灣

陳弘由／經濟部水利署副總工程司

楊松岳／經濟部水利署水利規劃試驗所正工程司

陳葦庭／巨廷工程顧問股份有限公司經理

摘要

依據不同國際組織單位評估氣候變遷所造成之現象與衝擊，結果均指出氣候變遷促使極端氣候發生頻率增加，其與近年短延時強降雨事件頻傳之現象不謀而合。臺灣因土地開發及經濟發展，導致灰色基盤增加，土地漸漸喪失原有保水機能，也大幅降低了都市的防洪韌性。有鑑於此，政府積極推動相關治水措施，包括民國 95 ~ 102 年間以流域綜合治水概念所執行的「易淹水地區水患治理計畫」，以及為延續政策效果，103 ~ 108 年則推動「流域綜合治理計畫」，其除了辦理水患治理計畫相關治理工程外，並以國土規劃角度推動逕流分擔及出流管制等創新作為，主要以土地開發出流管制措施消減土地開發所增加之逕流量，並透過土地管理方式增加都市防洪空間，同時配合內政部刻正推動之低衝擊開發（Low Impact Development, LID）的概念，以建設海綿保水臺灣，強化都市的防洪韌性。

前言

依據不同國際組織單位評估氣候變遷所造成之現象與衝擊，結果均指出氣候變遷促使極端氣候發生頻率增加，其與近年短延時強降雨事件頻傳之現象不謀而合。臺灣過往多數都市計畫以土地開發及經濟發展為導向，自然環境限制、災害潛勢及防災需求等面向未納入考量，導致灰色基盤增加，土地漸漸喪失原有保水機能，也大幅降低了都市的防洪韌性，此亦為國際各國所共同面臨的問題，各國也對此紛紛提出了調適與因應策略。

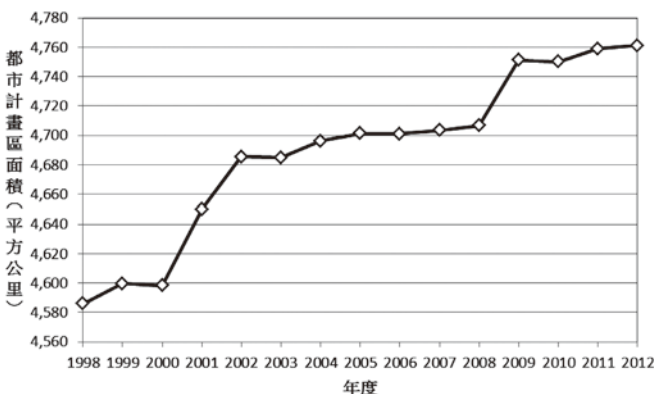
有鑑於此，政府積極推動相關治水措施，包括民國 95 ~ 102 年間以流域綜合治水概念所執行的「易淹水地區水患治理計畫」，以及為延續政策效果，103 ~ 108 年則推動「流域綜合治理計畫」，其除了辦理水患治理計畫相關治理工程外，並以國土規劃角度推動逕流分擔及出流管制，加強非工程措施與水共存等治水新思維，以跨域協調整合概念推動後續工作。而逕流分擔及出流管制即屬創新作為，其為因應全球氣候變遷與避免都市化導致地表逕流增加，避免造成已完成整治之防洪設施無法承納，一旦各目的事業主管機關於治理規劃檢核時權責區域內之水道系統匯入之尖峰流量超過河川排水之計畫流量，應由各目的事業主管機關自行採取滯蓄洪等手段，以達到匯入河川排水之尖峰流量不超過計畫流量之目標，其主要以土地開發出流管制措施消減土地開發所增加之逕流量，並透過土地管理方式增加都市防洪空間，同時配合內政部刻正推動之低衝擊開發（Low Impact Development, LID）的概念，以建設海綿保水臺灣，強化都市的防洪韌性。

未來環境變化與威脅

國科會 2011 年提出「臺灣氣候變遷科學報告」顯示臺灣與其他國家相較，受氣候變遷影響程度甚高。臺灣年均溫在 1911 年至 2009 年間上升了 1.4°C，近 30 年增加幅度是百年來增幅的 2 倍。全島極端高溫日數全部呈現明顯上升趨勢，寒潮發生日數呈現下降趨勢。全島總雨量呈現稍微上升趨勢，但在統計上並未有長期顯著變化，然而，年總降雨日數卻明顯下降，降雨強度則增加；豪雨（日雨量 ≥ 130 mm）和大豪雨（日雨量 ≥ 200 mm）的發生日數，近 50 年與近 30 年

亦明顯增加；此外，影響臺灣的颱風數量亦有增加的趨勢，近30年來颱風數量增加速率為近50年來的3倍，其中輕度颱風的增加趨勢並不顯著，中度以上則明顯增加，而強烈颱風增加趨勢顯著，颱風所造成的極端降雨事件在2000年後增加更為顯著。

自2010年12月25日五都改制以來，目前全臺6個直轄市的總人口約佔全國69%，都市化程度快速發展。根據行政院主計總處資料顯示我國依法完成法定程序的都市計畫區域範圍之總面積，由1998年的4585.98平方公里逐漸攀升至2012年的4761.12平方公里（如圖1所示）。由於土地利用型態的改變，原有天然的土地利用狀態將逐漸轉變為人工的土地利用狀態，增加地表不透水面積，將導致降雨期間降雨入滲減少，地表逕流體積增加及洪峰到達時間縮短等現象，增加下游排水系統負擔。



資料來源：行政院主計總處

圖1 1988年至2012年全臺都市計畫區面積示意圖

逕流分擔與出流管制推動架構

逕流分擔與出流管制工作推動應由水道管理機關依流域土地利用現況完成水文分析、現況通洪能力檢討、治水方案擇定、計畫流量分配工作，並完成治理計畫。水道治理機關則依據治理計畫的成果，辦理河川綜合治水措施，例如水道拓寬、加高及疏浚增加水道可通洪能力，或採分洪或疏洪等水道對策及設置中大型滯蓄洪設施。而核定之治理計畫除作為各機關執行治理工程之依據外，即可依其計畫流量據以推動後續出流管制相關工作，包含各類排水及土地開發之出流管制。此外，針對超越設計基準之極端事件，應搭配防災避難之非工程措施，如圖2所示。

出流管制精神在維持水道治理成果之永續，故各類排水出流管制意義在於確保逕流排放量小於允許排放量（出流管制量）；而土地開發出流管制目的則在於確保土地開發逕流零增量且小於允許排放量。然而，國內河川、區域排水、都市排水、坡地排水及農田排水等排水設施主管機關不一，故各類排水出流管制目標仍需透過各目的事業主管機關協商，以逕流分擔的措施與手段達成。以中央而言，考量各部會間之權責分工，為利逕流分擔與出流管制落實，應由水利部門訂定出流管制量與相關作業流程，作為地方政府及各目的事業主管機關執行逕流分擔與出流管制之依據，並依法要求地方政府及各目的事業主管機關配合，研擬合理的逕流分擔因應措施，包括工程措施及非工程措施，而中央水利部門可提供專業的協助。



圖2 逕流分擔與出流管制推動總體架構圖

各類排水出流管制

目前河川與各類排水設計基準並不一致，且計算方式亦不相同，為避免上游計畫流量大於下游計畫流量，並考量實務操作便利性與可行性，基於支流排出水量不可肇致主流防洪負擔之原則下，各類排水出流管制檢核之適用對象如表1所示。各類排水出流管制包含3個主要步驟：(1) 初步設計；(2) 出流管制檢核；(3) 逕流分擔規劃。以雨水下水道系統為例，其概念如圖3所示。當雨水下水道系統依據其設

計基準（5年重現期距／集流時間內降雨強度）完成初步設計後，應釐清其出流量是否大於下游承受水體（以區域排水為例）之計畫流量（ Q_{allow} ）。此時，為使雨水下水道與區域排水之比較標準趨於一致，應以區域排水之設計水文條件（10年重現期距/24小時降雨延時），檢核下水道系統出流量（ Q_{check} ）是否大於出流管制量（ Q_{allow} ）。若出流量（ Q_{check} ）小於出流管制量（ Q_{allow} ），則無需進一步規劃逕流分擔方案；若出流量（ Q_{check} ）大於出流管制量（ Q_{allow} ）則應規劃逕流分擔方案，並重新檢核所擬定之方案是否可達到出流管制目標。

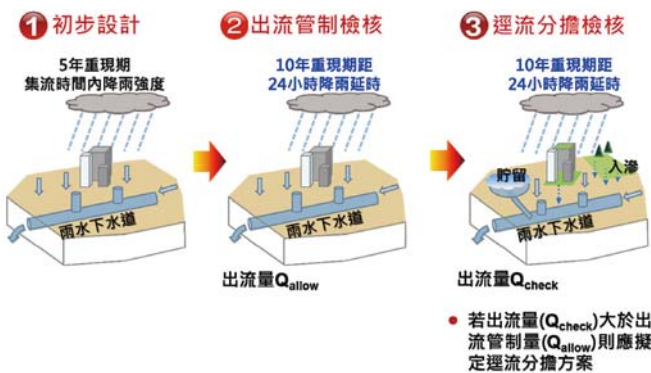
土地開發出流管制

由於土地之開發利用常導致水道逕流增加，超過原設計基準，導致整體防洪能力下降，增加淹水風險。因此，需透過土地開發出流管制措施有效管理土地開發

表 1 各類排水出流管制檢核之適用對象

流入對象	流出系統	是否需要出流管制檢核
河川	支流河川（設計基準與主流相同）	是
	支流河川（設計基準低於主流）	否
	區域排水	否
	雨水下水道（市區排水）	否
	坡地排水	視河川設計基準而訂
	農田排水	否
區域排水	排水支分線	是
	雨水下水道（市區排水）	是
	坡地排水	是
	農田排水	否

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，因應氣候變遷下逕流分擔機制之研究－以大里溪為例。



資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，因應氣候變遷下逕流分擔機制之研究－以大里溪為例。

圖 3 各類排水出流管制概念示意圖（以雨水下水道系統為例）

所增加的逕流量，以維持水道設施的有效性。國內目前土地開發管制法規包含「都市計畫農業區變更使用審議規範」針對都市土地之農業區變更；「非都市土地開發審議作業規範」針對非都市土地之開發許可；「開發行為環境影響評估作業準則」針對達到環境影響評估規模之開發行為；「水土保持技術規範」針對位於山坡地或森林區內開發行為。「排水管理辦法」第 11 條規定於排水集水區域內辦理土地開發利用、變更使用計畫或其他事由，致增加排水之逕流量者，應將排水計畫書送該排水之管理機關審查同意後始得辦理。經濟部水利署已於 103 年 8 月 28 日修訂「中央管區域排水計畫書審查作業要點」，提出兩階段審查流程，要求土地開發單位於土地開發利用計畫核定前，應先提交排水計畫書第一階段，於實質開發時再提出更為詳細之排水計畫書第二階段，避免實質開發時，開發基地卻無法覓得合適區位與面積之滯蓄洪空間之窘境。

對於建築管理部分，內政部已於 102 年 1 月 17 日修正「建築技術規則」建築設計施工編第四條之三。都市計畫地區新建、增建或改建之建築物，除山坡地建築已依水土保持技術規範規劃設置滯洪設施、個別興建農舍、建築基地面積 300 平方公尺以下及未增加建築面積之增建或改建部分者外，應依規定設置雨水貯集滯洪設施，其雨水貯集設計容量不得低於基地面積乘以 0.045（立方公尺／平方公尺）。

落實海綿城市之都市防洪空間規劃具體措施

由於防洪設施完成後，防洪能力僅能合理調適增加，無法隨著氣候變遷或土地開發不斷擴充，故在透過集水區逕流分擔的方式以減少水路排洪負擔之原則下，都市防洪空間規劃更為重要，亦為落實海綿城市之基礎。其原則包括都市空間規劃設計納入防洪考量、土地變更或開發需負擔都市防洪之義務及責任、以貯留與下滲為主軸之土地使用規劃及防洪空間規劃應以就源處理為優先等理念。（如圖 4 所示）

臺灣都市計畫區主要透過土地使用分區、公共設施用地、土地使用分區管制、都市設計準則與建築管理等 5 個面向進行空間規劃，故都市防洪空間規劃具體措施如圖 4 所示，在土地使用分區計畫部分，包括

農業區或保護區變更為滯洪池用地、閒置空間變更為滯洪池用地等 2 項措施；公共設施用地計畫部分，包括公共設施用地多目標使用、變更非屬以調洪功用為主之公共設施用地、利用道路排水滯洪等 3 項措施；土地使用分區管制要點部分，包括增加法定空地面積比例、土地開發捐贈或回饋之公共設施用地需具滯洪空間或功能、限制地下室開挖率、土地高程管理等 4 項措施；都市設計準則部分，包括提高法定空地透水面積、導入 LID 設施、地面樓層採開放空間設計等 3

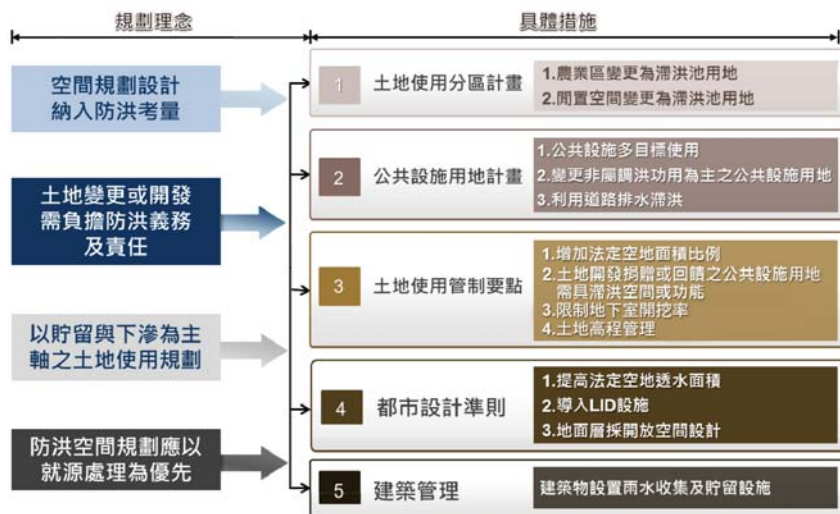
項措施；建築管理部分，主要透過建築物設置雨水收集及貯留設施以增加都市區滯洪與保水能力。都市地區可透過上述作為，強化都市防洪韌性，以建設海綿保水臺灣。

案例研究

基本背景說明

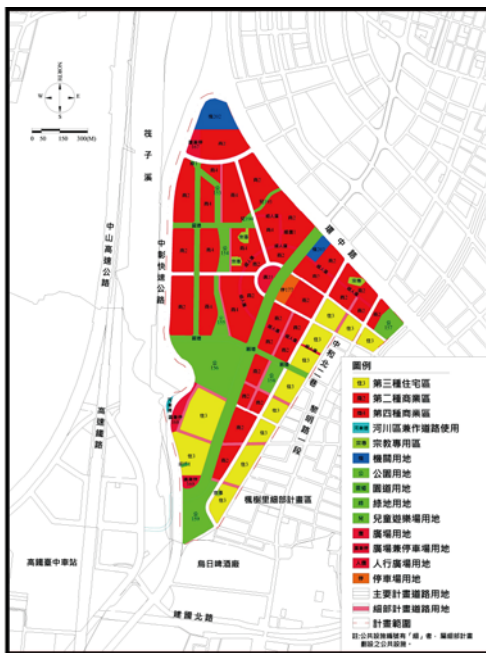
臺中市高鐵路門戶區位於臺中市南屯區筏子溪下游處，行政區域屬臺中市南屯區鎮平里及中和里，計畫面積約 154.18 公頃。

本案例參考該案民國 103 年 9 月「變更臺中市都市計畫主要計畫（配合高鐵臺中車站門戶地區整體開發）書」及「擬定臺中市都市計畫（配合高鐵臺中車站門戶地區整體開發）細部計畫書」成果，作為海綿城市規劃案例探討。土地使用分區與可設置防洪空間公共設施用地（包括公園、兒童遊樂場、園道、綠地、廣場等）分布詳圖 5 與圖 6 所示。



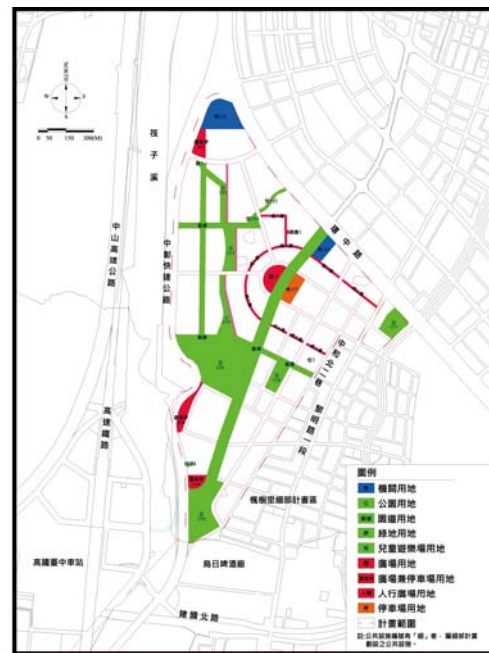
資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，都市防洪空間規劃與管理之研究(2/2)。

圖 4 落實海綿城市之都市防洪空間規劃具體措施示意圖



資料來源：臺中市政府，2014 年 9 月，擬定臺中市都市計畫（配合高鐵臺中車站門戶地區整體開發）細部計畫書公開展覽草案。

圖 5 高鐵路臺中車站門戶地區整體開發案土地使用分區



資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，都市防洪空間規劃與管理之研究(2/2)。

圖 6 高鐵路臺中車站門戶地區整體開發案可設置防洪空間公共設施分布圖

排水系統現況

本都市計畫區左側為筏子溪，右側為南屯溪排水集水區。計畫區共有 3 個子集水區，分屬南屯溪排水集水區 0.04 平方公里，劉厝排水集水區 0.6 平方公里與中和排水集水區 0.91 平方公里，目前區內無雨水下水道系統。

案例研究說明

本案例導入策略詳表 2 所示。由於本區地勢相對低窪，可設置兼顧遊憩與排洪功能之帶狀街心綠道，平時作為休閒遊憩之用，暴雨時則具有貯洪與排水之功能，以減緩雨水下水道系統的負擔；此外，可依據計畫區不同土地使用分區之活動特性，給予不同之整地高程標準，例如綠地、公園、廣場與停車場等公共設施可降低高程增加滯蓄空間；住宅區、商業區、避難據點與重要維生道路則提昇高程以避免淹水，確保一定重現期距洪水事件下建築物免受洪水漫溢，亦可增加都市觀景層次；並於增加法定空地面積比例、提高法定空地透水面積、限制地下室開挖率、導入 LID

設施等。最重要是透過公共設施多目標使用，將滯洪池設置於區內公園用地，如利用公 156、公 159、公 157、廣兼停 169 等用地設置離槽式滯洪池（面積 7.6 公頃，容量 12.2 萬立方公尺），削減因開發行為而增加之逕流量。高鐵臺中車站門戶地區各集水區出流管制量如表 3 所示，其目標為將開發後 100 年重現期距洪峰流量削減為開發前 10 年重現期距洪峰量。集水區分區分布與運用 SWMM 模式計算所得各集水分區入滯洪模擬結果如圖 7 所示，分析結果顯示設置滯洪設施後可滿足出流管制目標。

結語

1. 經濟部水利署近年來推動相關治水計畫，已逐漸降低河川排水因洪水溢堤而產生淹水之情形。然而，近年來在全球氣候變遷影響下，極端降雨事件頻仍，加上都市急遽發展，不透水面積持續增加，導致水道逕流增加，造成已完成整治之防洪設施無法承納增加之逕流量，水道治理需由線的治理擴展至面的治理。以流域綜合治水為理念，讓土地恢復天

表 2 高鐵臺中車站門戶地區案海綿城市規劃與管理策略一覽表

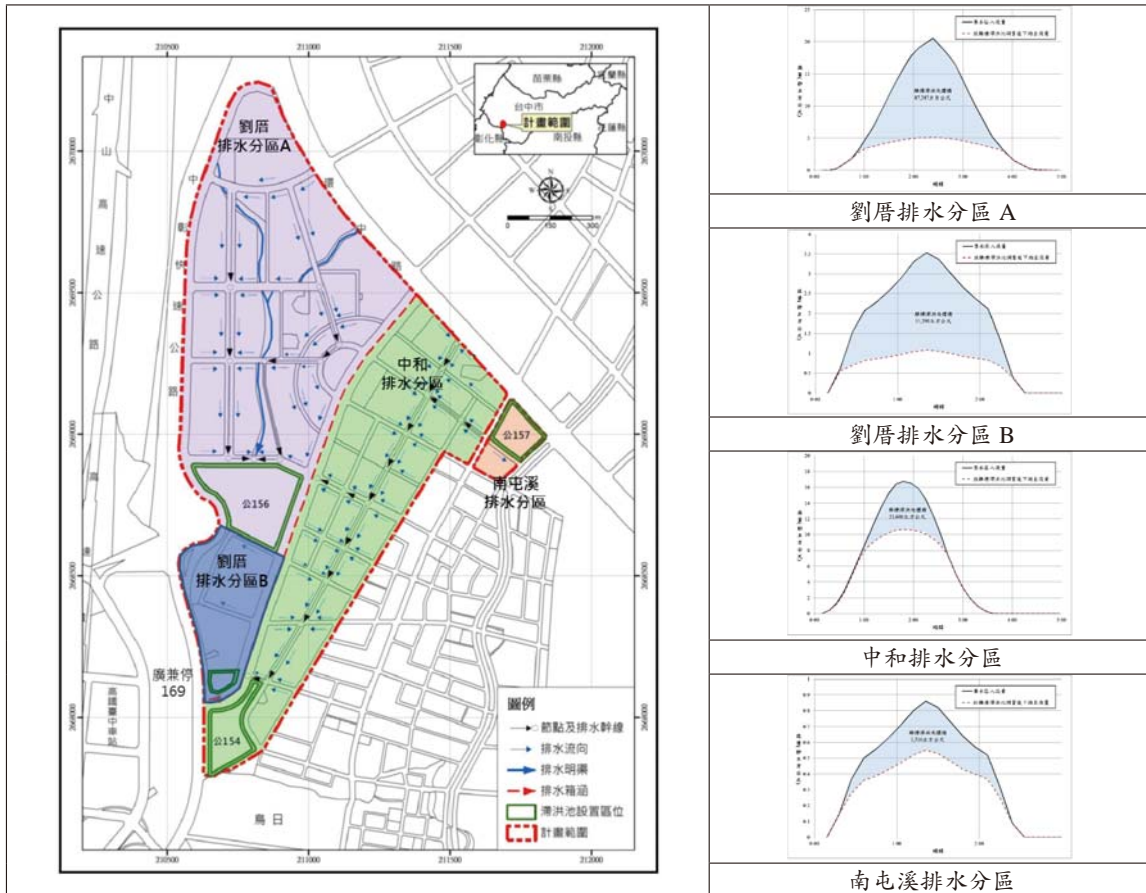
規劃策略	分項	執行優序	管理策略
公共設施 用地計畫	公共設施用地多目標使用	短期策略	由公部門負責操作管理
	集雨綠園道	短期策略	由公部門負責操作管理
土地使用 管制要點	增加法定空地面積比例	短期策略	由公部門制訂相關規範於都市計畫書內
都市 設計準則	提高法定空地透水面積	短期策略	由公部門制訂相關規範於都市計畫書內
	限制地下室開挖率	短期策略	
	導入 LID 設施	短期策略	公部門制訂相關規範於都市計畫書內，私部門由其負責維護管理，公部門負責監督考核
	土地高程管理	短期策略	由公部門制訂相關規範於都市計畫書內，
	地面樓層採開放空間設計	長期策略	
建築管理	建築物設置雨水收集及貯留設施（含 LID 設施）	短期策略	由公部門制訂相關規範於都市計畫書內，私部門由其負責維護管理，公部門負責監督考核

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，都市防洪空間規劃與管理之研究 (2/2)。

表 3 高鐵臺中車站門戶地區各集水區出流管制量

排水分區		開發後洪峰流量 -100 年重現期距 (cms)	出流管制量 -10 年重現期距 (cms)
劉厝排水	分區 A	20.55	5.11
	分區 B	3.55	1.01
	合計	24.10	6.12
中和排水		16.74	10.54
南屯溪		0.86	0.42

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，都市防洪空間規劃與管理之研究 (2/2)。



資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，都市防洪空間規劃與管理之研究(2/2)。

圖 7 高鐵臺中車站門戶地區各集水區 SWMM 分析成果圖

然雨水蓄留功能，並透過流域內上、中、下游及都市與非都市之滯蓄洪池及保水設施，蓄留洪水，增加入滲，回復流域原有的水循環功能。

2. 內政部已研訂「都市總合治水綱要計畫」，提出都市總合治水架構及策略，強化都市防洪能力，並將以低衝擊開發的概念，推動都市防洪的相關工作，以改善都市水環境，維持水文循環功能，降低都市化的衝擊。
3. 近年配合都市防洪空間的規劃，公部門所設置的許多滯蓄洪設施，不但發揮防洪的功能，更改善周邊的生活環境，增加土地的附加價值，例如高雄市典寶溪 A 與 B 區滯洪池、臺南市仁德滯洪池、臺中市秋紅谷滯洪池、高雄市本和里及寶業里滯洪池等，已深獲民眾肯定。
4. 因此，為因應未來水環境的變化，現有的水資源管理系統需要進行調整。臺灣應啟動以流域為單元，包含水量、水質、生態系統與防災的水資源綜合管理，積極推動都市防洪空間的規劃，包括 LID 設施

的導入，建設海綿保水臺灣，以作為面對未來氣候變遷的調適策略。

參考文獻

1. 行政院水患治理檢討專案小組，2013，「易淹水地區水患治理計畫（95 至 102 年）」檢討報告。
2. 行政院國家科學委員會，2011，臺灣氣候變遷科學報告。
3. 經濟部，2010，易淹水地區水患治理計畫第 3 階段（100 ~ 102 年）實施計畫（核定本）。
4. 經濟部，2013，流域綜合治理計畫（103 ~ 108 年）（核定本）。
5. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2012，集水區洪水出流管制制度之研究。
6. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2013，流域綜合治水對策整合與相關法規修訂之研究(2/2)。
7. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2013，都市防洪示範區之研究—以臺南市為例(2/2)。
8. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2013，易淹水地區防洪設計保護標準研究(2/2)。
9. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，都市防洪空間規劃與管理之研究(2/2)。
10. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2014，因應氣候變遷下逕流分擔機制之研究—以大里溪為例。