

綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究

內政部建築研究所協同研究計畫報告

110

年度

綠建築基地保水設施之規劃設計 指引之研究

內政部建築研究所協同研究計畫報告

中華民國 110 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

計畫編號：11015B0012

綠建築基地保水設施之規劃設計 指引之研究

研究主持人： 羅時麒

協同主持人： 廖朝軒

研 究 員： 蔡欣遠、陳予凱、游伯堅、徐虎嘯

研 究 助 理： 黃偉民、劉立群

內政部建築研究所協同研究計畫報告

中華民國 110 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

目次.....	I
表次	III
圖次	XI
摘要	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究方法與步驟.....	3
第三節 小結.....	11
第二章 文獻蒐集與分析探討	13
第一節 綠建築基地保水評估指標	13
第二節 國內基地保水相關規範與準則	16
第三節 國外基地保水相關策略發展與手冊指引 ...	20
第三章 綠建築基地保水設施規劃與工法設計之內容研擬	26
第一節 綠建築基地保水設施規劃設計流程研擬 ...	27
第二節 綠建築基地保水設施項目與國內外相關應用比較.....	36
第三節 基地保水設施與工法應用設計	54
第四章 綠建築基地保水設施規劃設計與指引(草案)編撰 ..	68
第一節 「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」編撰	68

第二節 綠建築基地保水後續應用推廣之建議	70
第五章 結論與建議	73
第一節 結論	73
第二節 建議	74
參考書目	77
附錄一 審查會議	79
附錄二 專家諮詢會議	97

表 次

表 2-1 統一土壤分類與土壤最終入滲率 f 及水力傳導係數 k 值對照表	14
表 2-2 各類保水設計之保水量計算及變數說明.....	15
表 2-3 國內中央與地方政府基地保水相關規範與準則彙整 表.....	17
表 2-4 國外基地保水相關策略發展彙整表.....	22
表 3-1 建築基地保水設施之適用範圍.....	33
表 3-2 建築基地保水設施之間接效益分類表.....	34
表 3-3 綠建築基地保水設施項目與國外相關設施比較表 ..	53

圖次

圖 1- 1	基地保水規劃設計流程示意圖	7
圖 1- 2	研究流程圖	9
圖 3- 1	基地保水設施的建置作業流程圖	26
圖 3- 2	綠建築基地保水設施規劃設計流程圖	28
圖 3- 3	場域規劃與配置方案實施步驟及目標效益評估之流程圖	36
圖 3- 4	Vegetated Swale(植生溝)設計圖	38
圖 3- 5	Vegetated Swale(植生溝)示意圖	38
圖 3- 6	Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)示意圖	39
圖 3- 7	透水鋪面示意圖	40
圖 3- 8	Pervious Asphalt(透水性瀝青)剖面圖	41
圖 3- 9	Pervious Asphalt(透水性瀝青)示意圖	41
圖 3- 10	人工地盤花園土壤貯集示意圖	42
圖 3- 11	Green Roofs(屋頂綠化)與 Green Walls(植生牆)剖面示意圖	43
圖 3- 12	Tree Box Filters(樹箱)過濾設施剖面示意圖	43
圖 3- 13	滲透型鋪面廣場示意圖	44
圖 3- 14	景觀貯集滲透池示意圖	45
圖 3- 15	Rain Garden(雨水花園)示意圖	46
圖 3- 16	Infiltration Basin(入滲池)示意圖	46

圖 3- 17	地下貯集滲透設施示意圖	47
圖 3- 18	Infiltration Trench(滲透溝)設計圖	48
圖 3- 19	Infiltration bed(地下入滲床)示意圖	48
圖 3- 20	組合式蓄水框架工法設計結構示意圖	49
圖 3- 21	滲透管設計圖	50
圖 3- 22	滲透陰井結合滲透管配置示意圖	50
圖 3- 23	滲透陰井設計圖	51
圖 3- 24	滲透側溝結合滲透陰井配置示意圖	52
圖 3- 25	基地保水設施與應用工法表格	55
圖 3- 25	貯集滲透空地或景觀貯集滲透池(Q4)示意圖	56

摘要

關鍵詞：綠建築、基地保水、設施與工法、規劃設計指引

一、研究緣起

國內自 1999 年建立「綠建築標章制度」以來，綠建築政策已成為我國永續發展政策中最重要的一環。內政部建築研究所為改善都市化問題及增加都市水循環，於綠建築標章的評估體系中考慮建築基地保水能力，以基地保水指標來定量評估建築基地中雨水涵養的能力，有效改善日漸惡化的都市水循環問題。此外內政部營建署亦於《建築技術規則》訂立《建築基地保水設計技術規範》，以建築基地涵養水分與貯集滲透雨水能力為考量對象，並透過基地保水指標做為評估標準以利評價恢復水文循環之成效，並於規範中提供基地保水設計原則與施工參考標準及注意事項。

然綜觀國內多年來實施綠建築基地保水指標推動之成果，雖在建築基地已完成許多基地保水項目且已被國人所重視；但直至目前為止，各項基地保水工程皆係參考《建築基地保水設計技術規範》或《綠建築評估手冊》中的簡易設計與施工說明，仍缺乏完整的規劃設計流程、現地適用性的遴選建議、以及設施裝設與工法應用上等的細項說明，且尚未有針對基地保水的技術指引或手冊等相關資料作為實務規劃設計、工程與維護之參考，導致許多基地保水設施規畫設計的計算保水量雖滿足基地保水指標之需求，但實際裝設與運作上常造成效益不彰的情況發生，且若缺乏後續維護管理計畫亦會影響基地保水之成效，故針對此內容有其研究與資料彙整之必要性。

本研究案執行期程為十個半月，爰引本所協同研究計畫需求說明，研究計畫之研究旨在研擬基地保水設施系統性規劃設計與維護管理之相關方法與內容，並透過基地保水設施規劃設計指引(草案)的編撰以提供未來規劃設計之參考。本計劃將蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術，進而研擬評估各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與應用工法等

相關內容，並針對計畫成果編撰基地保水設施規劃設計指引(草案)，進而研提後續應用推廣之建議，期能有效提高國內基地保水設施之工程效益與品質。

二、研究方法及過程

研究內容初步之 3 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術。
2. 研擬評估各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與維護管理計畫。
3. 研擬基地保水設施規劃設計指引(草案)與後續應用推廣之建議。

三、重要發現

本計畫針對國內外基地保水相關設施與發展策略之應用工法蒐集，並依工法設計內容對應國內規範與綠建築評估手冊所分類的基地保水設施項目進行分類，發現有些國內在建築基地常運用的工法並未於規範與綠建築評估手冊中說明，如：雨水花園；且更多工法雖於規範與綠建築評估手冊的設施項目中舉例，但未有相關的設計建議與標準圖，如：草溝、透水性瀝青、屋頂花園...等。另外，研析國外發展策略應用工法之設計內容時，部分工法可同時對應兩項或三項基地保水設施，而造成分類上的困難，如前述提到的雨水花園即具備三項基地保水設施之條件；以整體理念利用自然土壤滲透保水，與 Q₁ 的綠地或草溝相似；而因其設施內部低於周邊道路，故亦如同 Q₄ 的貯集滲透空地；再者，依雨水花園規劃的複雜性而定，如欲增進土壤的透、保水能力，可透過土壤開挖並埋設礫石與排水管，即如同 Q₅ 的地下貯集滲透。

由於國外發展策略之應用工法仍有許多將設施底部土壤進行開挖並埋設礫石與排水管，而造成分類上的困難，如入滲溝（與 Q₁ 草溝相似，但底部土壤埋設礫石與排水管）；因此，將考量把土壤開挖並埋設礫石與排水管的方式而增進透、保水能力，當作一個土壤改良的措施，使本計畫各項分類更加合理化。

四、主要建議事項

建議一

綠建築基地保水設施規劃設計指引出版與培訓講習辦理：短期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議針對本年度綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)廣納各領域專家意見，持續針對基地保水與通過綠建材標章之相關廠商進行資料蒐集，並進行手冊排版與內容編修，進而完成綠建築基地保水設施規劃設計指引出版之相關工作事宜。並且建議針對本指引開辦綠建築基地保水設施規劃設計指引推廣講習會，以增進建築師及規劃設計者對於綠建築基地保水技術之認知及規劃設計流程，減少未來不當設計與投資浪費、提高基地保水設施之工程效益及具推廣應用的效果。

建議二

基地保水評估指標考慮生命週期之保水量檢討：中長期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、財團法人台灣建築中心

綠建築評估體系及其中的基地保水指標係以自然生態與環境永續為目的，由於近年受全球氣候變遷影響，世界各國將倡導節能減碳與循環經濟等作為發展目標，考量基地保水設施係以保水量做為評估依據，然其在建置後的保水能力將依不同設施特性而隨使用時程降低，且不同的工法設計具有不同的翻修或更換時間，但指標評估上未對其進行檢討；故建議應針對基地保水設施從設備產品、施工、建置到維護、修繕、汰換等各階段過程，研析各項設施的能源使用、資源的耗用、污染排放等環境影響，將各項基地保水設施的生命週期納入保水量指標的評估要素，更能達到基地保水設施及其應用工法的合理設計，並提高節能減碳、循環經濟及永續環境之目標。

ABSTRACT

Keywords: green building, water retention at construction site, facilities and construction method, guideline for planning and design

1. Purpose of the research

The Green Building Labeling System has been established by the Ministry of the Interior, ROC (Taiwan) in the year of 1999. The green building policy has become the most important part of sustainable development policy in Taiwan. In order to improve urbanization problems and increase urban water circulation, water retention capacity at the construction site was included in the green building label evaluation system. In addition, the Construction and Planning Agency, Ministry of the Interior, has also drawled up the "Technical Standard for Water Retention Design at Construction Sites" in the "Technical Regulations for Buildings". It uses water retention index as the evaluation standard to evaluate the effectiveness of restoration of water cycle and considers both water storage and infiltration. It also provides the design principles for water retention, construction standards and precautions in the construction sites.

Having implemented water retention index for many years, a lot of building have completed water retention projects. But in designing water retention facilities, both "Technical Standard for Water Retention Design at Construction Sites" and "Green Building Evaluation Manual " will be used. They provide the brief description of design and engineering but lack complete planning and design processes, selection suggestions for site applicability, and detailed descriptions of facility installation and application of design methods. Therefore, the calculated water retention capacity in the planning and design of many projects meets the base value of water retention index. But the actual installation and operation often lead to ineffective effects. Also the lack of follow-up maintenance and management plans will also affect the effectiveness of the water retention facilities. Therefore, this research is required for improving those drawbacks.

This research project period takes ten months. Based on the requirements of the

project, it aims to carry on the systematic research on surface runoff harvesting systems at construction sites. Firstly, collecting policies and technologies related to water retention facilities of newly developed in domestic and abroad in recent years. Based on those results, the planning and design guidelines (draft) for water retention facility, which includes design method and suggestions for subsequent application and promotion, will be developed. With this guideline, engineering efficiency and quality of water retention facilities will be improved.

2. Methodology and procedures

Contents of the research methodology and procedures include following three items:

- Collect policies and technologies related to water retention facilities of newly developed in both domestic and abroad in recent years..
- Develop and evaluate the on-site applicability, configuration principles and maintenance management plans of various water retention facilities..
- Develop the planning and design guidelines (draft) for water retention facilities at construction sites and suggestions for subsequent application and promotion..

3. Major findings

This project finds that some design methods for water retention commonly used in construction sites are not described in the specification and green building evaluation manual such as rain gardens. Also some design methods have examples in the technical standard and manual but no relevant design suggestions and standard drawings such as: grass trenches, permeable asphalt, green roof, etc. In addition, some design methods listed in reports from abroad are similar to two or three facilities of water retention methods in domestic technical standard and manual. It causes confused for architects and difficulties in classification for water retention methods. For example, rain garden has the capacity of infiltration to retain water. It is similar to the water retention method of green space or grass ditches in Q₁ classification in Green Building Evaluation Manual. Also the elevation of rain garden is lower than the surrounding areas and it is also

similar to the storage and infiltration open space in Q₄ classification in Green Building Evaluation Manual. In addition, capacity of water infiltration in rain garden can be improved by replacing natural soil and using artificial soil and drainage pipes buried at the bottom of rain garden. This more likes method of underground storage infiltration in Q₅ classification in Green Building Evaluation Manual.

4. Major recommendation items

Through this research, following two immediate to short- and middle- to long-term recommendations are listed and explained as followings:

Recommendation 1

Publishing the guidelines for planning and design of water retention facilities at construction sites in green buildings and holding training workshops: immediate to short-term

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-organizers: Taiwan Architecture & Building Center

It is recommended that experts in various fields are widely consulted for the guidelines in planning and designing of water retention facilities at construction sites in green buildings in this year. Continuing collect existing water retention methods which have obtained the green building materials label. In the same time, guideline typesetting and content editing are conducted for the guideline. It is also recommended to hold workshops based on this guideline to architects and planners for the applications of this guideline in designing process. Through workshops, architects and planners will reduce the improper design and waste investment in the future design and improve capacity of water retention. The effectiveness of water retention will be highly improved.

Recommendation 2

Incorporating the life cycle concept for water retention in the water retention index at construction sites in Green Building: middle- to long-term

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-organizers: Construction and Planning Agency, Ministry of the Interior; Taiwan
Architecture & Building Center

The water retention evaluation index is aimed to natural ecology and environmental sustainability. Due to the impact of global climate change in recent years, most developed countries have advocated energy conservation, carbon reduction and circular economy as national development goals. The water retention capacity is used as the evaluation basis, but after construction, the capacity of water retention will decrease with the time depending on the characteristics of water retention facilities. Different design methods have different renovation or replacement times but they have not been reviewed in the index evaluation. Therefore, it is suggested to study and analyze the environmental impacts of various facilities such as energy use, resource consumption, pollution discharge and other environmental impacts of various facilities in the process of products, engineering, construction, maintenance, repair and replacement. Incorporating the life cycle concept for water retention facility into the water retention evaluation index can achieve the rational design of the water retention facilities and improve the goals of energy conservation and carbon reduction, circular economy and sustainable environment.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

由於都市土地開發利用會伴隨不透水面積的大量增加，使得原有的自然綠地急速開發且擴張形成龐大之都會區，都市地區不僅缺乏林木覆蓋及地面的截流，再因人工構造物及地表不透水層的增加，使得都市保水能力與入滲率降低、地下水位下降、蒸發散量減少、氣溫上升等，造成水資源及環境生態遭受嚴重破壞。為減少不透水面積造成的影響，進而改善水文循環生態，是國內外積極努力的目標。國內自 1999 年建立「綠建築標章制度」以來，綠建築政策已經成為我國永續發展政策中最重要的一環。內政部建築研究所為改善都市化問題及增加都市水循環，於綠建築的評估體系中考慮基地保水能力，以基地保水指標來定量化評估基地中雨水涵養的能力，有效改善日漸惡化的都市水循環問題。

多年來國內已於建築基地陸續完成許多基地保水項目，且其已逐漸為國人所重視，但本所於 2015 年「建築基地保水現況分析及設計技術規範檢討與修訂之研究」計畫調查中發現，許多基地保水設施未能依據現場地文與水文情況進行適當的設計，使設施未能有效發揮其功能，並提出基地保水設計技術規範修訂之建議。然因現下《綠建築評估手冊》及《建築基地保水設計技術規範》中，並未提供完整的規劃設計流程、設施選擇與施工裝設上的指引，導致規劃設計者僅能以滿足指標設計值作為設施的選擇依據，未能考量現地的適用性進行佈設；且各設施在評估手冊與技術規範中欠缺設備應用上的工法說明(如：滲透相關設施規劃設計時未提供各設施之建議最小佈設間距，導致設施間之滲透效率相互影響而降低設施應有的功能；地下貯集滲透設施如採用組合式蓄水框架，但欠缺其管路與外層防水布等裝設上的參考內容等)，故施工單位無法依據於不同地文與水文條件進行設計，且缺乏維護管理計畫之相關內容，使得計算保水量雖滿足指標需求，但實際運作卻造成效益不彰的情況發生。

貳、研究背景

綠建築標章制度中的基地保水指標係指建築基地涵養水分及貯集滲透雨水的的能力，基地的保水性能愈佳時，基地涵養雨水的能力愈好，有益於土壤內微生物的活動，進而改善土壤之有機品質並滋養植物，對生態環境有莫大助益，這是人類居住環境中不可或缺的生態指標。2005 年內政部營建署為改善土壤生態環境、調節環境氣候、降低區域洪峰、減少洪水發生率，於《建築技術規則》中訂立綠建築基準專章，並訂定《建築基地保水設計技術規範》提供建築基地涵養雨水及貯集滲透雨水的設計標準，以建築基地涵養水分與貯集滲透雨水能力為考量對象，亦透過基地保水指標做為評估標準以利評價恢復水文循環之成效，並於規範中提供基地保水設計方法與施工標準。

依據內政部營建署於 108 年 12 月 31 日發布之《建築基地保水設計技術規範修正規定》內容說明針對名詞定義、基地保水指標評估基準及八項基地保水設施項目說明、實例計算等，其中八項基地保水設施項目針對各設施進行介紹與其設計原則說明，並於各設施項目中舉一至兩例工法，提供基本設計圖與示意圖供使用者參考，進而綜述共 12 點設計注意事項；內政部建築研究所 2019 年新版《綠建築評估手冊基本型》的基地保水指標章節中，除前述基地保水設施項目相關內容，更針對規劃設計重點於評估與設施介紹之前進行提點，使規劃設計人員可較為清楚規劃方向與設計對策。《建築基地保水設計技術規範修正規定》主要係針對基地保水技術進行準則規範，故僅能作為規劃設計上的指標性方針，而《綠建築評估手冊基本型》的基地保水指標章節主要係針對 EEWB 體系之綠建築標章進行評估，故亦缺乏實務上完整的規劃設計流程與相關內容；由於前述兩者為目前國內基地保水規劃設計實務上的參考依據，仍缺乏完整的規劃設計流程、且無提供各設施的現地適用性參考資料、以及缺乏施工裝設與設備應用上的工法說明。反觀，國內其它工程應用設施，與基地保水設施相關者如：減洪技術措施、非點源污染最佳管理技術、低衝擊開發、屋頂綠化、雨水貯集利用……等，近年皆已陸續於完成《社區及建築基地減洪技術及防洪強化措施技術參考手冊》、《降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)手冊》、《水環境低衝擊開發設施操作手冊》、《屋頂綠化技術手冊》、及《綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊》……等技

術手冊之出版，使建築師或規劃設計人員能具有較完整的規劃流程與設計依據；因此，針對基地保水規劃設計與設施工法應用之手冊研擬與出版屬實重要。

有鑑於前述基地保水在規劃設計上所面臨的問題，增進基地保水設施規劃設計相關內容與其參考手冊之編撰實屬必然，藉本年度計畫「創新循環綠建築環境科技計畫(二)」作「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」，研擬評估各項基地保水設施規劃設計之相關內容以及編撰規劃設計指引(草案)之成果，預期可提供綠建築基地保水規劃設計上之重要參考範疇，並助於未來應用推廣，進而提升國內基地保水設施之工程效益與整體都市基地保水能力。

第二節 研究方法與步驟

爰引內政部建築研究所協同研究計畫需求說明研究內容，將研究案之工作項目如下：

研究內容初步之 3 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術。
2. 研擬評估各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與維護管理計畫。
3. 研擬基地保水設施規劃設計指引(草案)與後續應用推廣之建議。

以下則依據工作項目分述採用之研究方法：

壹、蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術

本計畫擬蒐集國內外有關建築基地保水之研究報告、發展策略、政策法規及案例等相關文獻，除國內綠建築基地保水設施項目，擬包括最佳管理策略(BMPs)及低衝擊開發(LID)等相關技術，進而彙整分析並邀請專家進行諮詢與討論，將作為本案建築基地保水規劃設計內容研擬之參考依據，其研究擬採用之方法概述

如下：

1. 文獻收集—擬透過國內外期刊與研究發表之文獻進行蒐集彙整，並針對建築基地保水設施之系統構造、水文及其限制條件等相關理論基礎進行分析研究，進而蒐集國內外基地保水相關手冊或指引並探討其規劃設計方法，將做為本案後續建築基地保水規劃作業程序及基地保水設施規劃設計指引(草案)研擬之重要參考範疇。
2. 發展策略、政策法規及案例收集—擬針對國內外有關基地保水之發展策略、政策法規及相關案例進行彙整，透過相似的基地保水技術工法進行歸類並探討其功能與設計上的差異性，進而將針對已完成的基地保水相關案例進行評估與討論，將作為後續研擬建築基地保水各設施項目之現地適用性、配置原則與維護管理計畫之規劃設計參考。
3. 專家技術諮詢及調查—擬針對國內建築基地保水相關設施之規劃設計流程、評估方法、應用標的、實際運作情況、實務上遇到的問題、基地保水設施整合應用、基地保水設施規劃設計指引編撰之需求性，以及對於基地保水設施做為貯留、滲透、逕流量削減、污染物去除及恢復生態環境等效益的看法與法規問題等議題進行專家諮詢與調查並邀請專家參與座談會。

貳、研擬評估各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與維護管理計畫

依《建築基地保水設計技術規範》及《綠建築評估手冊基本型》中分類的基地保水設施，可分為 Q1～Q8，共八項基地保水設施，各項設施又因不同場域條件與配置需求分類為不同設計工法；然而前述規範與手冊中僅針對大方向性提供八項分類的圖文說明與注意事項提點，未針對各項不同設計工法提供現地適用性、配置原則與維護管理計畫等內容，此即為本計劃針對基地保水設施規劃設計相關內容補充的主要執行工作項目之一。

本計劃擬透過前項工作項目蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術之成果，並參考國內外有關基地保水發展策略所應用相似的設計工法內容，做為本計劃研擬評估現地適用性、配置原則與維

護管理計畫等內容之基礎，並以國內《建築基地保水設計技術規範》及《綠建築評估手冊基本型》中 Q1～Q8 之八項基地保水設施分類進行內容研擬，擬包括以下內容：

- 設施與其相關工法簡介
- 功能與現地適用性說明
- 配置原則
- 設計參考圖說明
- 維護管理與注意事項

叁、研擬基地保水設施規劃設計指引(草案)與後續應用推廣之建議

本年度基地保水設施規劃設計指引(草案)之內容編撰，將綜整前述國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術蒐集彙整及研析比較成果，以及各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與維護管理計畫研擬成果之內容，並研提手冊綱要與初步分節內容，其基地保水設施規劃設計指引(草案)之主要內容，擬分為「基地保水導論」、「基地保水規劃設計流程」、「各項基地保水設施與工法設計原則」、以及「維護管理計畫」等四大部份，初步說明如后。

1. 基地保水導論

將擬針對國內外基地保水的發展與目標、基地保水相關技術、以及相關法規與規範推動等內容進行說明，其內容架構初擬如下：

- (1) 綠建築基地保水指標—將針對國內綠建築評估體系中的基地保水指標進行說明；
- (2) 國內外基地保水發展與相關技術—說明各國與基地保水相關之推動策略與技術；
- (3) 基地保水規劃理念與目標—針對基地保水規劃可得到的效益及其設計

目標進行說明；

- (4) 法規與相關規範—針對國內中央與地方政府訂定之基地保水相關法規與作業規範進行說明。

2. 基地保水規劃設計流程

此將研擬基地保水規劃設計流程，初步流程如圖 1-1 所示意，使未來規劃設計人員可因應不同基地與場域特性而進行規劃與配套，其內容架構初擬如下：

- (1) 基本資料蒐集—針對建築基地的水文、地文資料進行蒐集彙整；
- (2) 設計目標擬定—如：滿足基地保水指標基準值、降低地表逕流量、削減水中污染物等；
- (3) 規劃場域評析—針對土地使用情況、土壤入滲率等計進行評析，以確認基地保水設施設置之可行性；
- (4) 確認配置原則—依場域情況擬定，如：場域為低入滲率之土壤，將考量配置貯留保水設施為主；
- (5) 基地保水設施適用性評估與選擇—依場域條件選擇較合適的基地保水工法；
- (6) 基地保水佈設規劃與評估—完成佈設規劃後，將初步評估其效益是否滿足設計目標；
- (7) 基地保水設計與開發—因地制宜提出相關規劃設計成果而進行施工開發；
- (8) 維護管理計劃—施工完成後，應持續監測或追蹤並研擬維護管理計畫書。

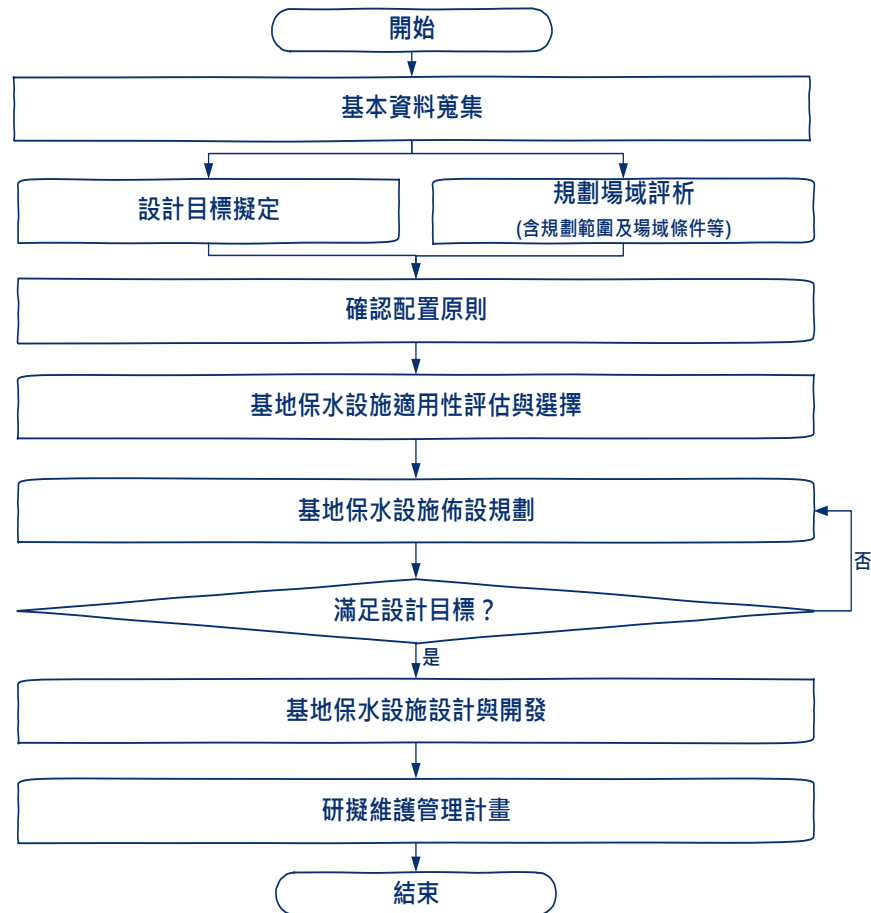


圖 1-1 基地保水規劃設計流程示意圖

(資料來源：本研究團隊繪製)

3. 各項基地保水設施與工法設計原則

將以《建築基地保水設計技術規範》及《綠建築評估手冊基本型》中分類的 Q₁~Q₈ 等八項基地保水設施為基礎，彙整其設計原則、功能、圖文說明及注意事項，並參考國內外基地保水相關工法與規劃設計技術之成果進行增訂，近一步補充各項不同的工法之現地適用性與配置原則並繪製基本設計圖等內容，擬編撰的基地保水設施之工法項目如下：

- (1) Q₁—綠地、被覆地、草溝等；
- (2) Q₂—連鎖磚、植草磚、透水性瀝青、通氣管結構型透水鋪面等；
- (3) Q₃—屋頂綠化、露臺花園等；

- (4) Q4—貯集滲透空地、景觀貯集滲透池等；
- (5) Q5—地下礫石填充之貯集滲透設施、組合式蓄水框架；
- (6) Q6—滲透管與滲透陰井組合設計；
- (7) Q7—滲透陰井獨立設計、滲透管與滲透陰井組合設計；
- (8) Q8—滲透側溝與滲透陰井組合設計。

4. 維護管理計畫

在基地保水各項設施與其應用的不同工法在建造完成後，後續應持續監測或追蹤並研擬維護管理計畫，且維護管理重點將依不同設施與應用工法而對應不同的修繕、零件更換、清洗等維護事項，故本計畫擬於基地保水設施規劃設計指引(草案)擬定基地保水設施建議維護項目與頻率之維護管理計畫相關內容。

依據工作項目與內容，本計畫之研究步驟如下圖 1-2 所示。

執行計畫流程



圖 1-2 研究流程圖

(資料來源：本計畫成果)

本年度研究進度甘地圖如圖 1-3 所示。

月 工作項目	第 1 個月	第 2 個月	第 3 個月	第 4 個月	第 5 個月	第 6 個月	第 7 個月	第 8 個月	第 9 個月	第 10 個月	備 註
蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術											
蒐集國內外基地保水相關手冊或指引並探討其規劃設計方法											
基地保水相關技術工法歸類並探討其功能與設計上的差異性											
期中報告撰寫 (6/30 前繳交)											
基地保水規劃設計 流程架構研擬											
研擬評估各項基地 保水設施之現地適 用性、配置原則與維 護管理計畫											
研擬基地保水設施 規劃設計指引(草 案)											
後續應用推廣之建 議											
召開座談會											
期末報告撰寫 (10/15 前繳交)											
資料蒐集分析報告 修訂及定稿 (12/10 前繳交)											
預 定 進 度 (累 積 數)	7 %	16 %	29 %	42 %	52 %	58 %	71 %	84 %	94 %	100 %	

圖 1-3 研究進度甘地圖

(資料來源：本計畫成果)

第三節 小結

依據本計畫之目的及研究內容，本計畫完成國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術以及基地保水相關手冊與法規之蒐集彙整，並將基地保水相關技術工法歸類並探討其功能與設計上的差異性，進而研擬基地保水規劃設計流程架構、現地適用性與配置原則等內容，並持續編修基地保水設施規劃設計指引(草案)之內容。本計畫工作執行成果概略如下：

- 完成近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術之蒐集彙整並進行研析比較
- 完成國內外基地保水相關手冊或指引並探討其規劃設計方法
- 完成基地保水相關技術工法歸類並探討其功能與設計上的差異性
- 完成基地保水規劃設計流程架構研擬
- 各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與維護管理計畫
- 完成基地保水設施規劃設計指引(草案)

其它詳細執行成果與報告撰寫將分列於後面諸章節說明。

第二章 文獻蒐集與分析探討

本章主要針對本計畫之研究背景、目的及內容，本研究蒐集國內外研究現況及相關研究文獻進行回顧，彙整並進一步就下列三個面向：「綠建築基地保水評估指標」、「國內基地保水相關規範與準則」及「國外基地保水相關策略發展與手冊指引」，茲分述如下：

第一節 綠建築基地保水評估指標

現行國內建築業界在進行建築基地保水設施之設計，主要係參考內政部營建署訂立的《建築基地保水設計技術規範》及內政部建築研究所出版的《綠建築評估手冊基本型》之基地保水指標篇章中的設計原則。前述兩者所指的「基地保水指標」即為建築基地涵養水分及貯集滲透雨水的能力；主要目的為改善土壤生態環境、調節環境氣候、降低地表逕流，所提供建築基地涵養雨水及貯集滲透雨水之設計標準。其針對新建建築物之評估基準，係以建築基地開發後基地保水量(Q')不得大於原基地保水量(Q_0)，若大於 Q_0 ，則以 Q_0 計算；且計算之 λ 值需大於基地保水基準值 λ_c ，如下式：

$$\lambda = \frac{\text{開發後基地保水量 } Q'}{\text{原基地保水量 } Q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{A_0 \times f \times t} > \lambda_c = 0.5 \times (1 - r)$$

其中， λ ：基地保水指標(無單位)。

λ_c ：基地保水指標基準(無單位)。

Q' ：開發後各類保水設計之保水量總和(m^3)。

Q_i ：各類保水設計之保水量(m^3)。

Q_0 ：原基地保水量(m^3)。

A_0 ：基地總面積 (m^2)。

r ：法定建蔽率。

f ：基地最終入滲率(m/s)；最終入滲率係指降雨時，雨水入滲土壤之速度達穩定時之值，應在現地進行入滲試驗求之，或以表層2公

尺以內土壤認定之。應先依建築技術規則建築構造編第六十四條的規定做鑽探調查，將鑽探結果中表層2m 以內土壤之「統一土壤分類」代入下表1-1以取得 f 值，f 值介於 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ 。有多孔鑽探資料不一致時，由技師或建築師之經驗依資料分佈取其代表值。未符合規定條件而無需做鑽探調查者，可由鄰地鑽探資料判斷，或以其表土狀況依建築師經驗判斷之。

t：最大降雨延時基準值(s)，標準基準值為86,400 秒。

表 2-1 統一土壤分類與土壤最終入滲率 f 及水力傳導係數 k 值對照表

土層分類描述	粒徑 D_{10} (mm)	統一土壤分類	最終入滲率 f (m/s)	水力傳導係數 k (m/s)
不良級配礫石	0.4	GP	10^{-5}	10^{-3}
良級配礫石		GW	10^{-5}	10^{-4}
沈泥質礫石		GM		
黏土質礫石		GC		
不良級配砂		SP	10^{-5}	10^{-5}
良級配砂	0.1	SW		
沈泥質砂	0.01	SM	10^{-6}	10^{-7}
黏土質砂		SC		
泥質黏土	0.005	ML	10^{-7}	10^{-8}
黏土	0.001	CL		10^{-9}
高塑性黏土	0.00001	CH		10^{-11}
註：				
1. 若基地表層土為回填土時，其最終入滲率統一取 10^{-5} m/s。				
2. 屬於相同土壤統一分類的不同土質，會因為緊密程度以及組成的不同，而有所誤差。其本表為求評估上之客觀性，乃是取其最小值，可使評估結果較為保守可性。				

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

基地保水設計主要分為「直接滲透設計」與「貯留滲透設計」。雨水利用土壤的孔隙入滲並貯存，稱為直接滲透設計，包括綠地、被覆地、草溝，透水鋪面，貯集滲透空地，滲透管，滲透陰井，以及滲透側溝等保水設計；先將雨水匯集在基地上，再以適當的流速滲透，稱為貯留滲透設計，包括人工地盤花園土壤貯集設計，景觀貯集滲透池，以及地下貯集滲透設施等保水設計。根據前述共八種保水設計，作為建築基地保水設計的基礎，各類基地保水設計之保水量計算及變數說明如下表1-2所示。

表 2-2 各類保水設計之保水量計算及變數說明

項目	各類保水設計之保水量(m ³)	保水量計算公式	變數說明
常用保水設計項目	Q ₁ 綠地、被覆地、草溝	$Q_1 = A_1 \cdot f \cdot t$	A ₁ ：綠地、被覆地、草溝面積 (m ²)，草溝面積可算入草溝立體周邊面積。
	Q ₂ 透水鋪面	$Q_2 = 0.5 \times A_2 \cdot f \cdot t + 0.05 \cdot h \cdot A_2$ (連鎖磚型) $Q_2 = 0.5 \times A_2 \cdot f \cdot t + 0.3 \cdot h \cdot A_2$ (通氣管結構型)	A ₂ ：透水鋪面面積 (m ²)。 h：透水鋪面級配層厚度 (m) ≤ 0.25。 (若基層為混凝土等不透水鋪面，則 Q ₂ =0)
	Q ₃ 人工地盤花園土壤貯集設計	$Q_3 = 0.05 \times V_3$	V ₃ ：花園土壤設施總設置體積 (m ³)，最多計入深度 0.6 m 以內之土壤。
特殊保水設計項目	Q ₄ 貯集滲透空地或景觀貯集滲透池	$Q_4 = 0.36 \cdot A_4 \cdot f \cdot t + V_4$	A ₄ ：貯集滲透空地面積或景觀貯集滲透水池可透水面積 (m ²)，池深詳參規範及手冊說明。 V ₄ ：貯集滲透空地可貯集體積或景觀貯集滲透水池高低水位間之體積 (m ³)。
	Q ₅ 地下貯集滲透設施	$Q_5 = 0.36 \cdot A_5 \cdot f \cdot t + r \cdot V_5$	A ₅ ：地下貯集滲透設施可透水區域之總側表面積 (m ²)，頂部及底部面積不予計算。 r：孔隙率，礫石貯集設施為 0.2，組合式蓄水框架為 0.9。 V ₅ ：蓄水貯集空間體積 (m ³)，但若為礫石貯集時則最多計入地表深度 1m 以內之體積。
	Q ₆ 滲透管	$Q_6 = (2.88 \cdot x^{0.2} \cdot f \cdot L_6 \cdot t) + (0.1 \cdot L_6)$	L ₆ ：滲透管總長度 (m)。 x：開孔率，無單位，以小數點表之。 滲透管末端必須外連至基地外排水系統始被認定有效。
	Q ₇ 滲透陰井	獨立滲透設計 $Q_7 = (1.08 \cdot f \cdot n \cdot t) + (0.015 \cdot n)$ 搭配滲透設計(滲透管或滲透側溝) $Q_7 = (0.54 \cdot f \cdot n \cdot t) + (0.015 \cdot n)$	n：滲透陰井個數(個)。
	Q ₈ 滲透側溝	$Q_8 = (0.36 \cdot a \cdot f \cdot L_8 \cdot t) + (0.1 \cdot L_8)$	L：滲透側溝總長度(m)。 a：側溝材質為透水磚或透水混凝土為 18.0，紅磚為 15.0。 側溝末端必須外連至基地外排水系統始

		被認定有效。
註解	1. 其中： f：最終入滲率(m/s)。 k：水力傳導係數 (m/s)；係指土體完全飽和時，水在土體的流動能力，應在現地進行土壤滲透試驗求之，或以表層 2m 以內土壤認定之。應先依建築技術規則建築構造編第六十四條的規定做鑽探調查，將鑽探結果中表層 2m 以內土壤之「統一土壤分類」以取得 f 值，f 值介於 $10^{-5} \sim 10^{-7}$。有多孔鑽探資料不一致時，由技師或建築師之經驗依資料分佈取其代表值。未符合規定條件而無需做鑽探調查者，可由鄰地鑽探資料判斷，或以其表土狀況依建築師經驗判斷之。 t：最大降雨延時，基準值為 86,400 秒。 2. 上述「滲透管」Q₆ 中 x 為開孔率，為滲透排水管之開孔面積與其表面積之比，以小數點表之。 3. 上述「滲透管」Q₆、「滲透陰井」Q₇、「滲透側溝」Q₈ 的公式均以一個標準尺寸的設施來做為設計與計算上的依據，如實際尺寸與標準圖差異過大，則需另行做認定及計算。	

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

第二節 國內基地保水相關規範與準則

國內中央政府訂立基地保水相關的規範與準則，除前述內政部營建署 108 年《建築基地保水設計技術規範修正規定》以基地保水指標 λ 為評估建築基地涵養雨水之貯集滲透性能之指標，並提供基地保水用詞定義、適用範圍、評估基準保水項目設計相關規定及送審資料；109 年修正之《都市計畫法臺灣省施行細則》規定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、容積率、綠覆率、透水率、排水逕流平衡、基地內前後側院深度及寬度、建築物附設停車空間、建築物高度與有關交通、景觀、防災及其他管制事項。經濟部水利署 107 年《水利法》增訂第七章之一逕流分擔與出流管制，其中第 83 條之 13 規定新建或改建建築物應設透水、保水或滯洪設施，其適用範圍及容量標準，應參考建築法規，由中央主管機關會同中央主管建築機關定之；108 年頒布《建築物設置透水保水或滯洪設施適用範圍及容量標準》規定都市計畫地區建築物新建、改建基地面積超過三百平方公尺，應設置透水、保水或滯洪設施。其國內中央與地方政府訂立基地保水相關的規範與準則之內容彙整如表 1-3 所示。

表 2-3 國內中央與地方政府基地保水相關規範與準則彙整表

	法規	法規內容
內政部	都市計畫法臺灣省施行細則 109.03.31 修正	第 35 條 擬定細部計畫時，應於都市計畫書中訂定土地使用分區管制要點；並得就該地區環境之需要，訂定都市設計有關事項。各縣（市）政府為審核前項相關規定，得邀請專家學者採合議方式協助審查。第一項土地使用分區管制要點，應規定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、容積率、綠覆率、透水率、排水逕流平衡、基地內前後側院深度及寬度、建築物附設停車空間、建築物高度與有關交通、景觀、防災及其他管制事項。前項土地使用分區管制要點規定之土地及建築物使用，都市計畫擬定機關得視各都市計畫區實際發展需要，訂定較本細則嚴格之規定。
	建築基地保水設計規範 108.12.31 修正	依據建築技術規則建築設計施工編第二百零七條第二項規定訂定之。以基地保水指標 λ 為評估建築基地涵養雨水之貯集滲透性能之指標，並提供基地保水用詞定義、適用範圍、評估基準保水項目設計相關規定及送審資料。
經濟部	水利法 107.06.20	第 83-13 條 新建或改建建築物應設透水、保水或滯洪設施，其適用範圍及容量標準，應參考建築法規，由中央主管機關會同中央主管建築機關定之。
	建築物設置透水保水或滯洪設施適用範圍及容量標準 108.03.15 頒布	第 4 條 都市計畫地區建築物新建、改建基地面積超過三百平方公尺，應設置透水、保水或滯洪設施。 第 6 條 建築物設置透水、保水或滯洪設施之容量標準，應符合之最小滯洪量標準為建築基地面積乘以零點零四五（立方公尺／平方公尺）。
臺北市	臺北市綠建築自治條例 109.07.06	第三條 (1)適用建築技術規則建築基地保水規定者，其建築基地保水設計指標應大於 0.55 與基地內應保留法定空地比率之乘積。 (2) 總樓地板面積達五千平方公尺以上者，應設置雨水貯留利用系統或生活雜排水回收再利用系統。但建築物之使用用途為衛生醫療類者，不在此限。
	臺北市公園開發都市設計準則 91.05.31	第 9 條 一、為避免暴雨時園區逕流水溢流，公園之地坪或鋪面宜使用透水性材質，減少使用不透水人工構材；且於適當地點設置適當設施以儲存延滯地面之逕流水。
	臺北市基地開發排入雨水下水道逕流標準 102.10	第六條 基地開發增加之雨水逕流量，透過雨水流出抑制設施，應符合最小保水量及最大排放量。前項所指最小保水量以基地面積每平方公尺應貯留 0.078 立方公尺之雨水體積為計算基準；最大排放量以基地面積每平方公尺每秒鐘允許排放 0.0000173 立方公尺之雨水體積為計算基準。

	臺北市公共設施用地開發保水作業要點 95.07	五、前點公共設施用地之建築行為須送審建造執照或雜項執照者，由本府主管建築機關併入申請執照機制辦理；其餘案件由各公共設施用地開發主辦機關審查。 依前項送審時，需檢具下列文件： （一）公共設施用地開發保水評估總表。 （二）明確標示鋪面工法之用地配置平面圖。 （三）評估說明書、圖（內容包括評估過程相關面積、公式計算表）。
	臺北市公共設施用地開發保水設計技術規範 95.07	一、公共設施用地開發保水指標係指公共設施用地開發後之土地保水量與開發前自然土地之保水量之相對比值。 二、評估基準： 公共設施用地開發之保水指標計算值應依下式計算，其保水指標計算值 λ 必須大於基準值 λ_c
新北市	新北市透水保水自治條例 105.12	第四條 本市各基地之間發，除有下列情形之一者外，應設置透水保水設施： 適用水土保持法開發之基地範圍。 興建基層面積小於三百三十平方公尺之農舍。 全年平均地下水位距離地表小於一公尺。 公共設施用地中之河道、港埠、上下水道、車行道路。 第八條 透水保水義務人對依都市計畫規定設置之透水保水相關雨水貯留設施，應負下列維護責任： (1) 達一定規模以上之貯留設施，每年於五月一日前至少一次委託專業技術團體維修、檢查，並維持正常運作，其有損壞或阻塞，應立即修繕及清淤。 (2) 於中央氣象局發布北部區域列入海上颱風警報警戒範圍或由豪雨警報以上等級後，應自行檢查清淤，以維持功能
	新北市透水保水技術規則 109.04	第二條 本規則用詞定義如下： 一、 透水保水設施：指具有使自然土層或人工土層涵養、滲透及貯留雨水能力之設施。 二、 基地最小透水保水量：指以申請基地面積(平方公尺)乘以零點零八(立方公尺/平方公尺)計算之滯洪、貯集及入滲總量體。
桃園市	都市計畫法桃園市施行細則 108.01.17 修正	第 42 條 擬定細部計畫時，應於都市計畫書中訂定土地使用分區管制要點；並得就該地區環境之需要，訂定都市設計有關事項。 前項土地使用分區管制要點，得規定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、容積率、綠覆率、透水率、基地保水、基地內前後側院深度及寬度、建築物附設停車空間、建築物高度與有關交通、景觀、防災及其他管制事項。前項土地使用分區管制要點規定之土地及建築物使用，都市計畫擬定機關得視各都市計畫區實際發展需要，訂定較本細則嚴格之規定。

	桃園市建築管理自治條例 105.12.07	第 24 條 本市都市計畫整體開發、都市更新、鄰近山坡地及低窪淹水潛勢地區，其申請建築基地或新建建築物之規模達本府公告標準者，應依建築技術規則規定設置雨水貯留利用系統及雨水貯集滯洪設施。 第 25 條 本府得依地區發展特色及特殊環境需求，公告特定區域一定規模以上之新建建築物，符合下列指定項目： 一、取得綠建築標章。 二、取得智慧建築標章。 三、低碳建造工法。 四、建築基地生態及綠化措施。 五、建築基地保水及水資源循環措施。 六、建築物減廢、回收、再生能源或節能措施。 七、使用再生建材或綠建材措施。 八、其他經本府指定之項目措施。
臺中市	都市計畫法臺中市施行自治條例 109.12.23 修正	第四十九條 擬定細部計畫時，應於都市計畫書中訂定使用分區管制事項；並得就該地區環境之需要訂定都市設計相關事項。前項使用分區管制事項，應包括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、容積率、綠覆率、透水率、排水逕流平衡、基地內前後側院深度及寬度、建築物附設停車空間、建築物高度與有關交通、景觀、防災及其他管制事項，並依本法第二十三條規定之程序報經核定施行。本府為審查都市設計、公共開放空間配置及管理維護，得組成審議會，並得酌收審查費用，其都市設計審議、收費標準，由本府另定之。第一項使用分區管制事項規定土地及建築物之使用，得視各都市計畫實際發展需要，訂定較本自治條例嚴格之規定。
臺南市	都市計畫法臺南市施行細則 109.11.09 修正	第 12 條之 1 土地使用分區管制要點，得規定區內土地及建築物之使用、最小建築基地面積、基地內應保留空地之比率、容積率、綠覆率、透水率、排水逕流平衡、基地內前後側院深度及寬度、建築物附設停車空間、建築物高度與有關交通、景觀、防災及其他管制事項。
	臺南市低碳城市自治條例 109.03.17	第 18 條 經本府公告指定一定規模之土地開發或建築行為，應設置防洪或雨水貯留設施。 第 19-3 條 公共設施之建設納入雨水貯留、太陽能或再生能源發電系統之概念，並優先購置節能標章之產品。
高雄市	高雄市建築管理自治條例 110.02.01	第 72-2 條 都市計畫地區新建或增建之公有建築物，應設置雨水貯集滯洪設施，其設置規定如下： 一、應於建築物地下筏基式基礎坑或擇基地適當位置設置。 二、貯集容積應達建築物地下室開挖面積(平方公尺)或建築面積(平方公尺)取最大值後，乘以零點一三二(公尺)。

(資料來源：本研究蒐集彙整)

目前國內已出版的減洪、非點源污染、低衝擊開發、屋頂綠化與雨水貯集等手冊中，雖部分應用設施與基地保水相關，但各手冊主要依其目標進行設計，並

非以基地保水為目的進行建議；國外有許多相關政策推行與手冊出版，如 BMPs (Best Management Practices)、LID (Low Impact Development)、WSUD (Water Sensitive Urban Design) ...等，其中提及許多設施項目亦與基地保水有關。本計劃為提供基地保水完整的規劃設計與設施工法應用等內容，將吸取國內外相關經驗，以目前《建築基地保水設計技術規範》及《綠建築評估手冊》為基礎做統整與內容精進，首先將蒐集彙整並研析比較國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術，彙整並評估各項基地保水設施之現地適用性、配置原則等內容，進而研擬基地保水設施規劃設計指引(草案)，期待未來可供建築師及各相關規劃設計階段人員參考並助於其推廣應用。

第三節 國外基地保水相關策略發展與手冊指引

國外有關基地保水相關的應用研究與其策略發展已行之有年，如自美國 1972 年通過的「污染控制修正案 (Pollution Control Act Amendment)」中，最佳管理作業措施成為非點源污染防治與暴雨管理的標準處理技術，最佳管理策略(Best Management Practices，簡稱 BMPs)即於此時首度被引用；主要目的為減輕降雨冲刷地表、建築物所產生之逕流非點源污染對環境水體之衝擊，使開發完成之地區所產生之降雨逕流獲得控制，以削減非點源污染排放量，常見的工法如：滲透池 (Infiltration Basin)、雨水花園/生態滯留槽(Rain Garden/Bioretenction)、植生過濾帶 (Vegetated Filter Strip)等。

自 1990 年代美國發展低衝擊開發 (Low Impact Development，簡稱 LID) 技術，主要為實踐都市永續發展的暴雨管理技術手段之一，其原理係透過分散式、小規模的源頭控管機制，並透過貯存、滲透、蒸發及延遲逕流等方式來達到對暴雨所產生的逕流和污染的控制，使開發地區的水文循環儘量接近於開發前自然水文循環，常見的工法如：屋頂綠化 (Green Roof)、透水鋪面 (Porous Pavement)、雨水貯集系統(Rainwater Harvesting)、植生滯留槽(Bioretenction)、草溝(Vegetated Swales)等。同年澳大利亞提出水敏感都市設計(Water Sensitive Urban Design，簡稱 WSUD)將雨洪管理、供水與污水管理一體化，主要目的為緩解都市的用水壓

力、降低水污染、以及維持水生態平衡，並將雨洪管理和都市設計整合，係為一門跨學科的新興領域(涉及水資源管理、水文和水利工程、水文生態、景觀設計、都市規劃、環境科學等學科)，為都市的永續發展做出巨大貢獻，常見的工法如：透水鋪面、下凹式綠地、雨水貯集、雨水花園、植生過濾帶、人工濕地等。自 1991 年日本東京都總合治水対策(始自 1986 年)建立「東京都雨水貯留・浸透施設技術指針(案)」針對雨水貯留與滲透設施規劃設計、設施構造與其效益等提供技術指南，目的為促進貯留和滲透設施的普及和推廣，並達到流域內的雨水出流管控；2009 年更新技術指針之相關內容，包括淹水的破壞對策、乾旱對策，地震災難對策及環境對策；並於 2012 年利用學校和公園等公共設施安裝臨時貯留滲透設施，提供「公共施設における一時貯留施設等の設置に係る技術指針」，以進一步普及和擴展貯留和滲透設施。

1999 年美國保護基金會和農業部森林管理局組織提出綠色基礎設施(Green Infrastructure，簡稱 GI)之概念，將其做為促進永續發展策略之一，並定義為「一個由開放空間、水道、綠道、濕地、公園、森林、野生動物棲息地和其他自然區域等組成，維護生態環境與提高人民生活品質的相互連接的網絡」；GI 包含各種自然生態系統和景觀的組成要素，並由連續的網路中心(Hub/Core)及鏈結廊道(Link/Corridor)構成綠色空間網路系統，常應用的生態系統和景觀如：綠色走廊、濕地、公園等。同年英國在更新國家永續發展戰略和 21 世紀議程之背景下，在 BMPs 的基礎下發展永續都市排水系統(Sustainable Urban Drainage System，簡稱 SUDS)，強調保水、滲透、處理和利用，依暴雨管理概念來進行預防控制、源頭控制、場地控制及區域控制，減少洪災衝擊，移除污染物、強化並保護自然環境，實現水質、水量管理與生態景觀之間的平衡，常見的工法如：透水鋪面、滲透池、過濾式沉澱池等。

紐西蘭自 2003 年結合 LID 及 WSUD 理念，發展低衝擊都市設計與開發(Low Impact Urban Design & Development，簡稱 LIUDD)計畫，透過自然的系統調節雨水逕流量、降低洪澇風險、減少污染物、並降低對水域、陸域及生物多樣性等影響，進而改善都市水資源環境。2012 年中國大陸於《2012 低碳城市與區域發展科技論壇》中首次提出海綿城市(Sponge City)之論述，並於 2015 年開始部屬推動

相關建設計劃，其理念係以尊重自然、順應自然、保護自然為原則，透過「滲、滯、蓄、淨、用、排」等措施，實現雨水自然積蓄、自然滲透、自然淨化，使都市在適應環境變化和應對自然災害等方面保持良好的韌性。

綜整前述國外基地保水相關策略發展，本研究將依各別名稱、主要發展國家、發展年份與特點彙整如表 1-4 所示。

表 2-4 國外基地保水相關策略發展彙整表

名稱	主要發展國家	發展年份	特點
BMPs (Best Management Practices)	美國	1972	主要控制或削減非點源污染，較著重在以末端管控，實現都市雨水逕流污染總量和峰值流量控制。
LID (Low Impact Development)	美國	1990	分散式及小規模的源頭控管，以滲透、過濾、儲存、蒸發等方式實現暴雨所產生的逕流和污染控制。
WSUD (Water Sensitive Urban Design)	澳大利亞	1990	將雨水、供水、污水(中水)等管理透過都市規劃和設計進行整合，減少對自然水循環負面影響及保護生態系統的健康。
東京都總合治水対策 —東京都雨水貯留・浸透施設技術指針	日本	1991	針對雨水貯留與滲透設施規劃設計、設施構造與其效益等提供技術指南，目的為促進貯留和滲透設施的普及和推廣，並達到流域內的雨水出流管控。
GI (Green Infrastructure)	美國、歐盟	1999	將都市開放空間和自然區域相互聯繫為綠色空間網絡，可為野生動物遷徙和生態過程提供連結環境，並可控管暴雨、改善水質及節省都市維管成本。
SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)	英國、歐盟	1999	以永續理念建設地表排水系統，透過源頭控管、滲透排水及末端處理等系統，實現水量、水質與生態環境之間的平衡。

LIUDD (Low Impact Urban Design & Development)	紐西蘭	2003	透過自然的系統調節雨水逕流量、降低洪澇風險、減少污染物、並降低對水域、陸域及生物多樣性等影響，進而改善都市水資源環境。
海綿城市 (Sponge City)	中國大陸	2012	透過吸水、蓄水、滲水及淨水等措施，實現都市雨水自然積蓄、自然滲透與自然淨化之目的。

(資料來源：本研究蒐集彙整)

鑒於前述國外基地保水相關策略發展，各國推出各策略的手冊指引供應用參考，本研究將進行蒐集彙整，列舉以下幾項說明：

1. 加州雨水水質協會－最佳管理策略手冊(Stormwater Best Management Practice Handbook, 2009)

針對新的開發區、重建區、工商業區及市政方面等進行編撰，在新開發或重建區域篇(New Development and Redevelopment)中主要提供新開發或重建的單一住戶或社區進行規劃說明設計要點及執行與水管理、控制時之參考依據，內容包含圖說及配置方法，做為開發商(工程師)、承包商(建築師)、市政代辦處(工程師及職員)及其他管理機構所使用。工業及商業區域篇(Industrial and Commercial)中內容主要提供都市工業區及商業區發展時暴雨逕流抑制與水質改善，說明如何實施與選擇最佳管理策略(BMPs)，協助加州水質排放標準及整體性的計畫，目的是協助個體戶或使用完成工業或商業用途之暴雨水質排放認證。市政篇(Municipal)主要滿足執行市政方面的使用者，教授如何選擇 BMPs 並協助符合美國聯邦或州政府之自治條例之污染防治法相關規定，提供政府機關、工程師、規劃師等作為暴雨管理教育及參考依據。

2. 低衝擊開發設計策略-整合設計方法 (Low-Impact Development Design Strategies - An Integrated Design Approach, 2000)

為推廣低衝擊開發理念來降低水污染與恢復水資源之自然環境，提供場址開發設計、暴雨管理與設計，並透過圖說介紹低衝擊開發所應用的設施與其設計要點，希望透過手冊的出版使開發者可直接運用此理念進行規劃，並解決設計上所

面臨的問題，進而實踐都市改造，營造永續環境之理想。

3. 內華達州特拉基草原低衝擊開發-新的開發或重建區域之低衝擊開發規劃指導 (Truckee Meadows Low Impact Development Handbook – Guidance on LID Practices for New Development and Redevelopment, 2015)

提供新開發區或再開發、重建區使用，以提高都市開發後逕流水水質、減少雨水逕流量為目標，透過低衝擊開發設計理念(Low Impact Development, LID)，說明使用者如何選址、設計、操作維護及檢查等參考應用，不僅能在規劃政策上作技術指導，還適用於開發商、建築師、景觀設計師等等多方專業人士作參考。

4. 水敏感都市設計-國家指南 (Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design – a National Guide, 2009)

為澳大利亞計畫之都市開發水敏感都市設計(WSUD)提供評估方法、規劃、設計與操作之指南，開發人員可依設計流程架構進行評估與提案，其包括綜合都市水循環、供水、廢水、暴雨、地下水管理、都市設計及環境保護等相關內容，以達到逕流減量、水質處理與市容提升。

5. 日本雨水貯留滲透技術協會-建築基地蓄洪滲透設施安裝 (戸建住宅における雨水貯留浸透施設設置マニュアル, 2006)

手冊中說明說明建築基地(住宅)等設置雨水貯留滲透設施等所產生的功效，內容包括提供蓄洪滲透設施的種類、說明水循環改善的效果以及設施的配置方法等，透過圖說、標示等易懂解說方式，技術指導蓄洪滲透設施的配置方法，以透過建築基地執行雨水貯留滲透，能有效抑制雨水出流、地下水的補助以及熱環境的改善等。

6. 海綿城市基礎設施：雨洪管理手冊 (Stormwater Management for Sustainable Urban Environments, 2017)

手冊中以最佳管理措施(BMPs)為基本雨洪管理方法，通過傑出的案例向讀者介紹不同國家在「海綿城市」建設過程中所採用的技術，並提供各項設施的概述說明、規範、設計準則、標準圖、可行性與其他評估依據等相關內容；同時，讓致力於都市與建築環境設計之人員可以從本書中汲取信息和靈感，賦予城市更

多環境、經濟、社會價值。

第三章 綠建築基地保水設施規劃與工法設計之內容研擬

建築基地持續開發且以往常採用不透水鋪面設計，造成大地喪失良好的吸水、滲透、保水能力，減弱滋養植物及蒸發水分潛熱的能力，無法發揮大地自然調節氣候的功能，甚至引發居住環境日漸高溫化的「都市熱島效應」。基地保水概念係指透過自然地基與人工措施進行結合，使建築基地開發後仍能具有與自然土壤相同的貯集與滲透的保水能力；綠建築評估體系之基地保水指標係以自然生態與環境永續為目的進行設計(綠建築基地保水設計)，並藉由增進基地透水設計並廣設貯集滲透設施的手法，促進大地之水循環能力而獲得改善土壤生態環境、調節環境氣候、降低地表逕流、削減非點源污染、涵養地下水源等集大成之目標與效益

基地保水設施的建置作業流程主要分為四個階段，包括設計目標及條件確認、規劃設計階段、營造階段與操作維護階段，如圖 3-1 示意。

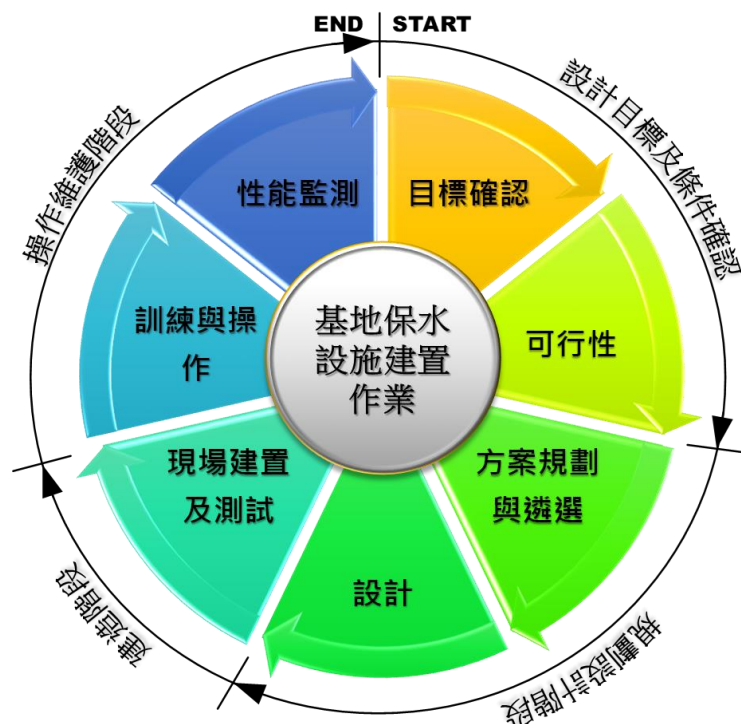


圖 3-1 基地保水設施的建置作業流程圖

（資料來源：本計畫成果）

- 第一階段－設計目標及條件確認，首先由業主與建築師共同研商基地保

水設施之需求、規劃目的與其驅動力，並針對場域的現地條件(如土地利用情況、排水計畫、住戶參與及同意…等)進行資料蒐集與分析並確定規模與範圍，以及可行性分析等相關作業；

- 第二階段－規劃設計階段，係依第一階段分析結果，交由建築師及相關工程師(如土木、水利、結構、環工、機電等)針對各項基地保水設施的規格(規模)進行方案規劃與評估，考量成本效益並羅列可行的方案，進行設施與其工法基本設計及保水量估算，並初步擬定維護管理計畫等；
- 第三階段－營造階段，將由製造商與營建單位進行細部設計與現場建置及測試；
- 第四階段－操作維護階段，最後由營運單位與物業管理人員接手，其作業包括維管人員訓練、健康、安全與公眾參與，甚或針對基地保水設施進行性能監測等。

本計畫針對基地保水設施規劃與工法設計，將主要提供基地保水設施建置作業營造階段之前的相關作業內容，即涉及「設計目標及條件確認」與「規劃設計階段」之相關重點進行編撰。

本章節將針對綠建築基地保水設施規劃設計流程進行研擬，進而考量國內外基地保水相關手冊與發展政策中所應用的設施項目與其工法設計進行比較與內容探討，並透過蒐集彙整研擬綠建築基地保水設施現地適用性、配置原則與維護管理等內容，將作為後續綠建築基地保水規劃與設計指引(草案)編撰之參考。

第一節 綠建築基地保水設施規劃設計流程研擬

本計畫將綠建築基地保水的規劃設計流程主要分為三個階段，第一階段為設計目標及條件確認、第二階段為基地保水設施規劃與評估，最後第三階段為設計與管理，如圖 3-2 所示，其各階段的相關內容說明如后。

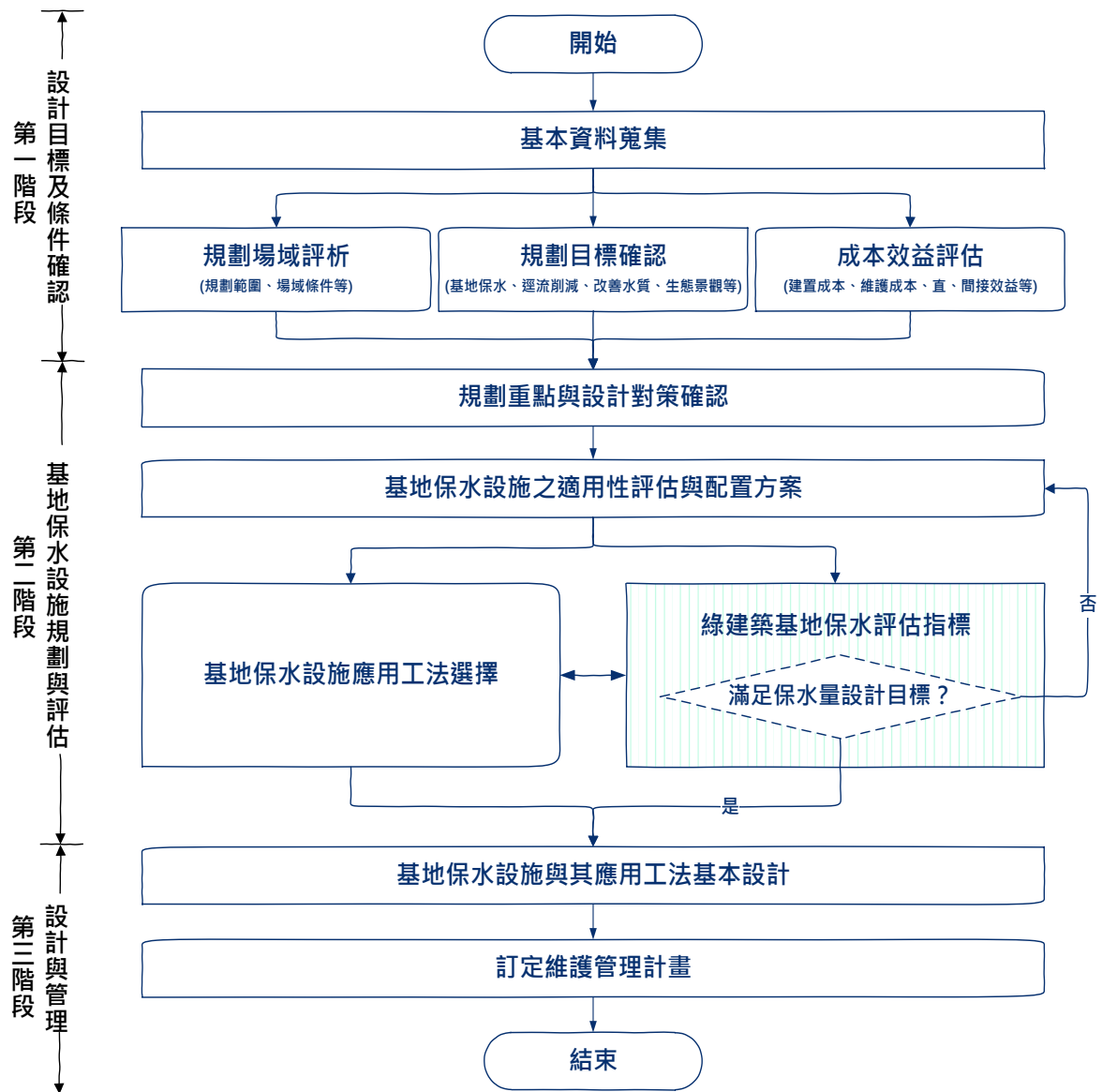


圖 3-2 綠建築基地保水設施規劃設計流程圖

(資料來源：本計畫成果)

第一階段、設計目標及條件確認

綠建築基地保水在進行規劃設計前，首先須針對相關基本資料進行蒐集與初步分析，其內容主要可分為規劃場域評析、規劃目標確認及成本效益評估等三個方面：

1. 規劃場域評析

考量建築基地場域現況，將直接影響基地保水設施的應用工法類型、規劃範圍與規模，可透過現場平面圖相關資料瞭解建築物與空間分布、建蔽率等。另外，

需考量預計規劃範圍的場域條件，可透過排水計畫書得知現地排水方向、坡度與高程，以及透過土壤鑽探報告之方式得知土壤類型及其入滲率（透過規劃場域進行現地進行密閉式雙環入滲試驗，能獲得更精準且符合實際之入滲率）等，進而初步評析基地保水設施設置後對周邊環境的影響，以及未來周邊土地開發是否會影響設施運作等。

2. 規劃目標確認

通常基地保水相關設施規劃設計係考量滲透保水、逕流削減、改善水質及生態景觀等主要目標效益，故規劃前需先確認規劃目標(本案即為滲透保水為主要目標校益)，確定目標後，再依其目標遵循國內相應的法規或規範手冊，並配合其效益評估方法，基地保水相關設施規劃設計之主要目標效益相應的法規或規範手冊說明如后：

- 滲透保水—建築基地保水設計規範、綠建築評估手冊基地保水指標...等；
- 逕流削減—建築物設置透水保水或滯洪設施適用範圍及容量標準、社區及建築基地減洪防洪規劃手冊、水環境低衝擊開發設施操作手冊...等；
- 改善水質—降雨逕流非點源污染最佳管理設施申請及審查指導原則、降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)手冊、土壤及地下水污染整治法、水環境低衝擊開發設施操作手冊...等；
- 生態景觀—建築、景觀、公園、綠地等相關法規或自治條例、樹木植栽設計施工手冊、屋頂綠化技術手冊...等。

3. 成本效益評估

依照建築基地所有權人的需求與其建置經費而考量設計配置方法與規模，以及後續維護管理成本，並同時考量直接與間接成本；效益方面可考量基地保水設施設置後，住戶的健康環境空間營造、不易積水等的直接效益，並達到涵養地下水、土壤改良、逕流削減等間接效益。

第二階段、基地保水設施規劃與評估

繼前述設計目標及條件確認後，此階段將針對基地保水設施進行規劃與評估，其內容主要可分為規劃重點與設計對策確認、基地保水設施之適用性評估與配置方案、以及目標效益評估(本案為綠建築基地保水評估指標)等三個方面：

1. 規劃重點與設計對策確認

依照內政部建築研究所 2019 年出版《綠建築評估手冊基本型》的基地保水指標的規劃設計重點，基地保水之規劃，必先瞭解當地土壤滲透情形，才能進行有效的保水設計。基本上作為「基地保水指標」規劃策略的第一步，乃是在確保容積率條件下，儘量降低建蔽率，並且不要全面開挖地下室，以爭取較大保水設計之空間。

當基地位於透水良好之粉土或砂質土層時，以下設計對策可提供參考：

- (1) 建議採用直接滲透設計；
- (2) 建築空地儘量保留綠地；
- (3) 排水路儘量維持草溝設計；
- (4) 將車道、步道、廣場全面透水化設計；
- (5) 排水管溝透水化設計；
- (6) 在空地設計貯集滲透廣場或空地。

當基地位於透水不良之黏土層時，以下設計對策可提供參考：

- (1) 採用貯集滲透設計為主，亦可採用具備土壤排保水能力改良工程（的直接滲透設計之設施來提高土壤排保水能力；
- (2) 必須具溢排措施；
- (3) 在屋頂或陽台大量設計良質壤土人工花圃；
- (4) 在空地設計貯集滲透水池、地下礫石貯留來彌補透水不良；
- (5) 將操場、球場、遊戲空地下之黏土更換為礫石層，或埋入組合式蓄水框架，以便貯集雨水並促進滲透。

2. 基地保水設施之適用性評估與配置方案

確定建築基地的規劃重點與設計對策後，考量各項基地保水設施在該建築基地的適用性、配置原則與其兼具的功能效益，進行配置方案研擬，同時依規劃配置的基地保水設施項目選擇合適的應用工法。各項基地保水設施在不同建築基地類型的適用性、配置原則與應用工法，其內容詳於本章第三節中說明，並於本案「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」的設計應用篇中編撰。各項基地保水設施的適用範圍可參考圖 3-1 說明。

除第一階段確定規劃設計的主要目標效益，各項基地保水設施亦同時兼具節約能源、減少溫室氣體、減緩熱島效應、提升居住品質、具公共教育性質等功能，彙整如表 3-2 所示，以下將分列說明各項基地保水設施所兼具功能，可供規劃配置上的參考：

- Q1—兼具逕流削減、改善水質、供水效益、涵養地下水、改善生態棲息地、減少溫室氣體(二氧化碳)、提升空氣品質、減緩熱島效應、美化社區、增加休憩場所、增加社區和諧、減少噪音污染、具公共教育性質等功能。
- Q2—兼具逕流削減、改善水質、供水效益、涵養地下水、節約能源、減少溫室氣體(二氧化碳)、提升空氣品質、減緩熱島效應、美化社區、增加休憩場所、減少噪音污染、具公共教育性質等功能。
- Q3—兼具逕流削減、改善水質、改善生物棲息地、節約能源、減少溫室氣體(二氧化碳)、提升空氣品質、減緩熱島效應、美化社區、增加社區和諧、減少噪音污染、具公共教育性質等功能。
- Q4—兼具逕流削減、改善水質、涵養地下水、改善生態棲息地、減少溫室氣體(二氧化碳)、提升空氣品質、減緩熱島效應、美化社區、增加休憩場所、增加社區和諧、減少噪音污染、具公共教育性質等功能。
- Q5—兼具逕流削減、改善水質、供水效益、涵養地下水、具公共教育性質等功能。
- Q6—兼具逕流削減、改善水質、涵養地下水、具公共教育性質等功能。

- Q7—兼具逕流削減、改善水質、涵養地下水、具公共教育性質等功能。
- Q8—兼具逕流削減、改善水質、涵養地下水、具公共教育性質等功能。

表 3-1 建築基地保水設施之適用範圍

基地種類	一般住宅與社區用地								機關、學校用地								公共用地				
	一般住宅			社區型住宅					學校				機關				公園綠地			道路	
場域類型	屋頂與露台	庭院	停車場	屋頂與露台	(運動)廣場	植栽用地	道路	停車場	屋頂與露台	活動空間	綠地、空地	停車場	屋頂與露台	公共空間	植栽用地	停車場	運動廣場	綠地、空地	停車場	馬路	人行道
	×	●	△	×	●	●	●	△	×	●	●	△	×	●	●	△	●	●	△	△	△
Q2	×	△	●	×	●	△	●	●	×	●	●	●	×	●	△	●	●	●	●	△	●
Q3	●	△	●	●	●	△	●	●	●	●	△	●	●	●	△	●	●	×	●	△	△
Q4	×	●	●	×	●	●	●	●	×	●	●	●	×	●	●	●	●	●	●	●	●
Q5	×	△	△	×	●	△	●	△	×	●	●	△	×	●	△	△	●	●	△	△	△
Q6	×	△	△	×	△	●	△	△	×	△	●	△	×	△	●	△	△	●	△	△	△
Q7	×	△	△	×	△	●	△	△	×	△	●	△	×	△	●	△	△	●	△	△	△
Q8	×	△	△	×	△	●	△	△	×	△	●	△	×	△	●	△	△	●	△	△	△

●適用 △有條件適用 ×不適用

(資料來源：本計畫成果)

表 3-2 建築基地保水設施之間接效益分類表

設施項目	水資源效益				營造永續環境				提升居住品質				
	逕流削減	改善水質	供水效益	涵養地下水	改善生態棲地	提升空氣品質	節能減碳	減緩熱島效應	美化社區	增加休憩場所	增加社區和諧	減少噪音污染	公共教育性質
Q1	◎	◎	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Q2	◎	◎	×	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
Q3	◎	◎	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	◎
Q4	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Q5	◎	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	◎	×	×	◎
Q6	◎	◎	×	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎
Q7	◎	◎	×	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎
Q8	◎	◎	×	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎
◎具備此效益 ○具些許效益 ×無此效益													

(資料來源：本計畫成果)

針對基地保水設施及其應用工法的場域規劃與配置方案，主要可分為四個步驟：第一步驟為「選擇基地保水設施項目」，第二步驟為「選擇應用工法」，第三步驟為「基地保水設施及其應用工法配置」，第四步驟為「基地保水設施及其應用工法規模設計」。其中第三、四步驟研擬配置方案與規模設計的同時，需同步進行目標效益評估來檢視規劃設計成果是否符合需求，在評估結果滿足目標效益的情況下，即可進行下一階段基本設計與維護管理工作項目；若評估結果無法滿足所需之目標效益，首先應針對基地保水設施及其應用工法之設計規模進行調整，若仍無法達標，則需重新考量其他基地保水設施及其應用工法之配置方案進行設計。整體基地保水設施及其應用工法場域規劃與配置方案實施步驟及目標效益評估之流程，如圖 3-3 所示。

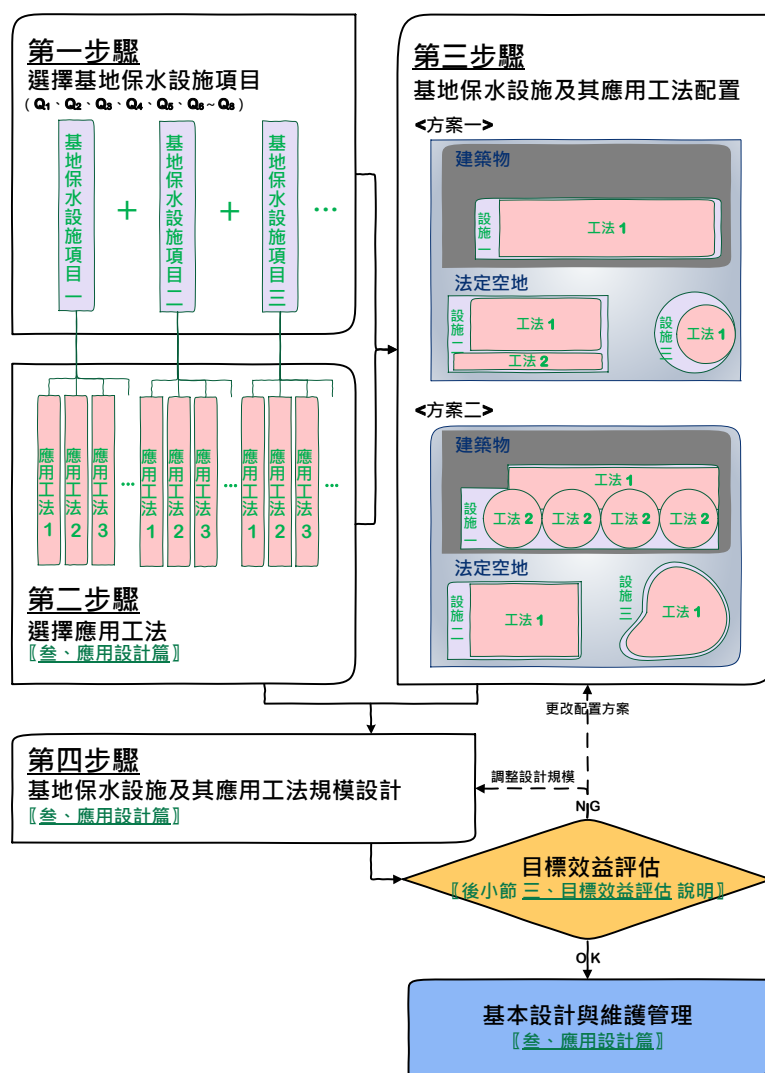


圖 3-3 場域規劃與配置方案實施步驟及目標效益評估之流程圖 (資料來源：本計畫成果)

3. 目標效益評估

由於本案基地保水規劃設計係以貯集滲透為目的，故依照內政部建築研究所 2019 年出版《綠建築評估手冊基本型》的基地保水指標的保水量計算方法作為評估依據，其各項設施保水量、指標設計與基準值之計算與評估方法，詳如本報告前述第二章的第一節中說明，若評估結果達到基準值所需，即可進入規劃設計流程第三階段工作；若評估結果未能滿足基準值之標準，則將返回修正基地保水設施的配置方式，例如：增加設施規模或更換設施及其應用工法等。

第三階段、設計與管理

待完成前述第一、二階段工作後，第三階段工作將針對基地保水設施與其應用工法之主體構造與相關附屬設施進行基本設計，並訂定維護管理計畫，其內容詳於本章第三節中說明，並於本案「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」的設計應用篇中編撰，供後續建置作業參考。

第二節 綠建築基地保水設施項目與國內外相關應用比較

本節依照國內規範與綠建築基地保水設施之分類項目，分為 Q₁ 綠地、被覆地、草溝、Q₂ 透水鋪面、Q₃ 人工地盤花園土壤貯集設計、Q₄ 貯集滲透空地或景觀貯集滲透池、Q₅ 地下貯集滲透設施、Q₆ 滲透管、Q₇ 滲透陰井、Q₈ 滲透側溝，將各設施在規範與手冊中所應用的設計工法進行說明，進而與國內外基地保水相關之發展策略進行比較：

一、Q₁ 綠地、被覆地、草溝

Q₁ 基地保水設施係直接保留大自然之土壤地面，即為最直接的雨水滲透設計，主要以「綠地」、「被覆地」、「草溝」的工法型式設計。「綠地」可使雨水直

接滲入土壤，可供給植物成長的水分，對土壤的微生物活動及綠化光合作用有很大助益。植物的根部活動又可活化土壤、增加土壤孔隙率，對涵養雨水之能力有所貢獻，因此綠地是屬於最為自然、最環保的保水設計；「被覆地」表面有植株、樹皮、落葉等覆蓋，有遮蔭、施肥及保水的效果，降雨經由這些生物殘骸的縫隙滲入土壤中，由於地表陽光被阻隔使水份不易蒸發，遇到連續的不下雨日能夠長期保持土壤的濕潤，濕潤的土壤及植物腐敗的有機質，能夠提供微生物良好的生存環境，進而促進土壤活性，為植物天然的肥料來源；層疊的遮蔽提供小動物躲避天敵的空間，保持生態多樣性。土壤的水份可由植物根部吸收，蒸散在空氣中，進入地表水循環。「草溝」則是利用草地自然的洩水地形，即巧妙利用洩水地形來設計開放式自然雨水排水路，是最佳的生態排水工法。為了避免雜排水污染，通常用於無污染疑慮之庭園或廣場之排水設計。

Q₁ 基地保水設施項目所應用的工法如前述說明，包括綠地、被覆地、草溝等，而國外的發展策略中與其理念及設計方法相似的有 Vegetated Swale(植生溝)、以及改善水質為目的之 Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)，以下將就 Vegetated Swale(植生溝)及 Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)為例進行說明：

1. Vegetated Swale(植生溝)

在 BMPs、LID、WSUD、SUDS、LIUDD 以及海綿城市等的國外發展策略中常應用的 Vegetated Swale(植生溝)工法，其定義係指寬而淺、具有地被物草皮等之排水道，在雨水移運的過程中可入滲土壤而減少地表逕流量，並可過濾吸附去除逕流粒狀及溶解性污染物之工法；其內容與 Q₁ 基地保水項目中的「草溝」工法相似，而其相比國內規範與綠建築評估手冊的內容，增加工法外觀型態上的描述、逕流削減與其增進污染物去除的相關說明，其相關設計與示意可參考圖 3-4 及圖 3-5 所示。

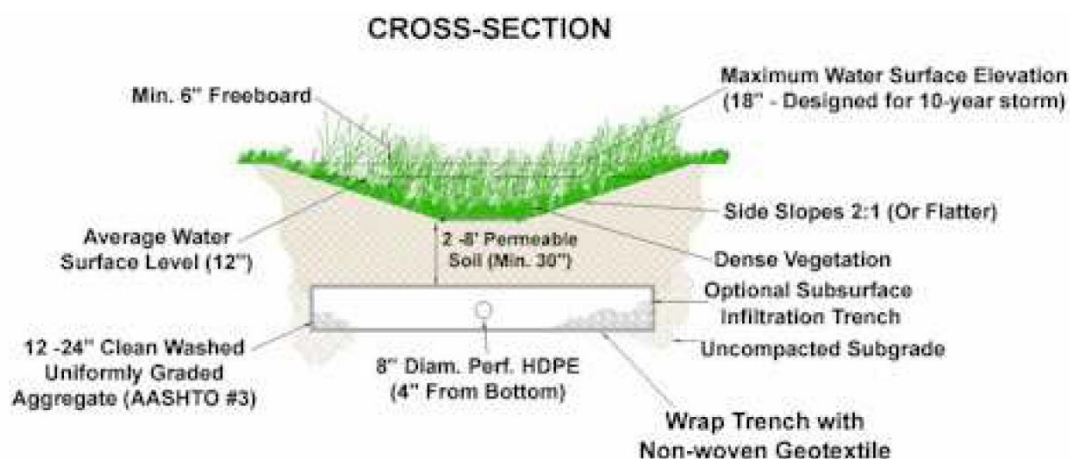


圖 3- 4 Vegetated Swale(植生溝)設計圖

(資料來源：2006，PENNSYLVANIA Stormwater BMP Manual)



圖 3- 5 Vegetated Swale(植生溝)示意圖

(資料來源：2006，PENNSYLVANIA Stormwater BMP Manual)

2. Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)

在 BMPs 及海綿城市等的國外發展策略中具有 Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)工法的應用，其定義係指利用不同植物植生(如草坪、草原、灌木、森林植被及木本植被等)之地區，將雨水逕流以薄層漫地流流過（對於坡度與流速具有一定的限制），攔截逕流沉積物及去除營養鹽之設施；其內容雖主要係作為水質改善之目的，但與 Q₁ 基地保水項目中的「綠地」工法同樣具有滲透保水之效益，

故考量 Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)其應可整合在 Q_1 基地保水項目中，如圖 3-6 示意。

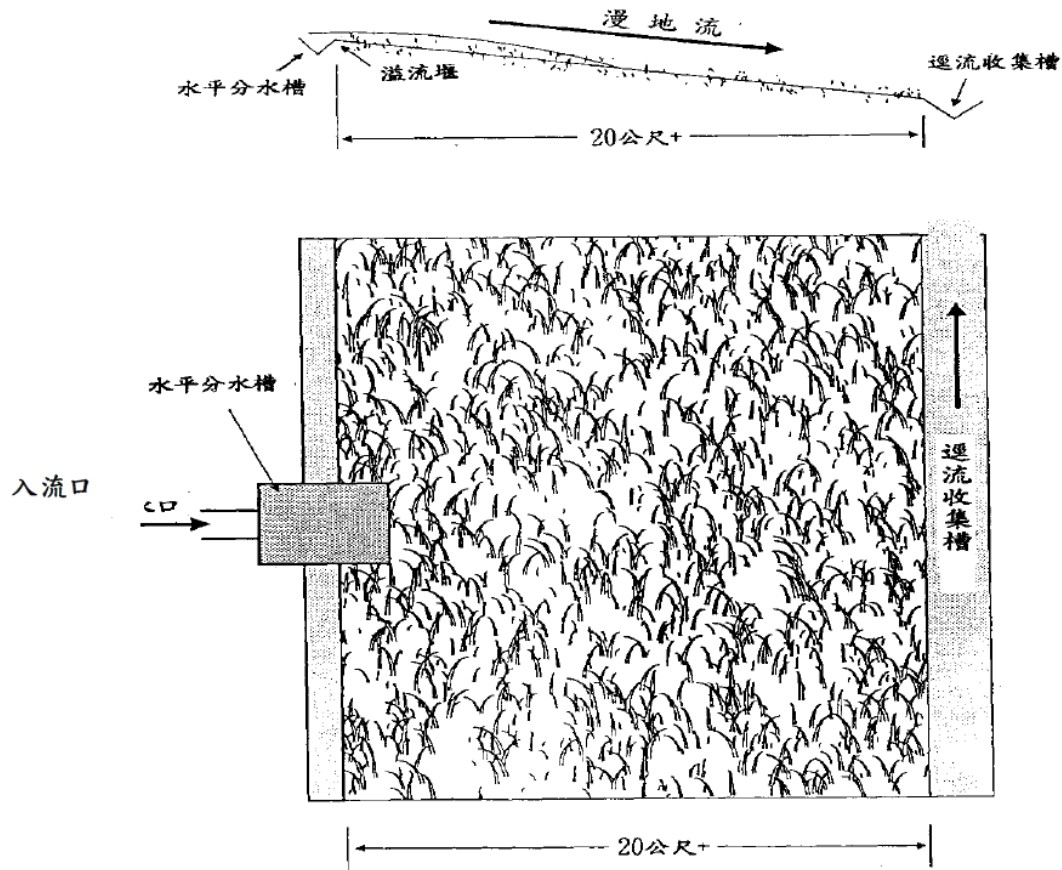


圖 3-6 Vegetated Filter Strip (植生過濾帶)示意圖

(資料來源：2010，降雨逕流非點源污染最佳管理技術手冊)

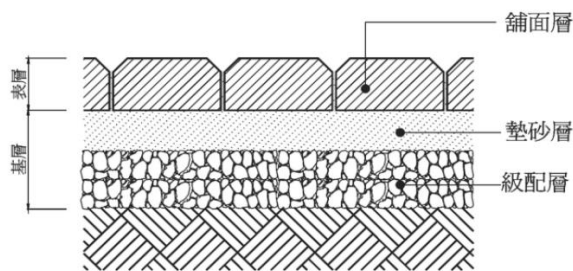
二、 Q_2 透水鋪面

透水鋪面分為「一般透水鋪面」與「整體型透水鋪面」，透水鋪面主要構造為表層與基層，雨水可透過表層構材的透水性質入滲並貯留在基層裡，故鋪面下不可為地下室或不透水層。

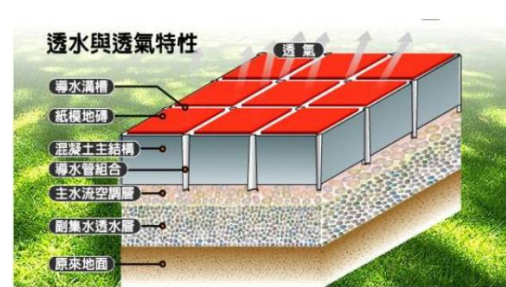
「一般透水鋪面」是由不透水的硬質材料乾砌拼成，常見的型式如：連鎖磚、植草磚、石塊、水泥塊、磁磚塊、木塊、高密度聚乙烯格框等，由兩磚塊間縫隙達到透水目的，如圖 3-7(a)所示。除了植草磚外，實體塊材表層面積必小於 0.25 平方公尺，基層的部份厚度以 25 公分為上限，保水量用孔隙率的 0.05 與體積計

算。此透水鋪面適用在中低乘載的路面，碎石層依照使用型態應有不同厚度以提供足夠的乘載力，路面坡度也不可過於陡峭而降低保水入滲力，橫坡度應為 1.5 % ~ 2 %，縱坡度應小於 8 %。

「整體型透水鋪面」為整體成型之透水面狀材料所構成，常見的工法如：透水性瀝青、透水性混凝土、通氣管結構型、多孔性混凝土構造或透水性樹脂混合天然石砂粒等，其透水性能主要由表層材料本身孔隙來達成。其中，有一種在通氣導管塑膠框架上打上混凝土的高承載通氣管結構型透水鋪面，如圖 3-7 (b)所示，其表層綿密的通氣管連通充滿粗骨材的基層空隙空間，具有絕佳的透氣、透水、保水與蓄洪功能；此種透水工法依其承載需要可調整其通氣管與混凝土之厚度與強度，適用於高交通量與高承載量之鋪面，必須依照其特殊規範施工，確保其保水品質後，其基層體積可以 0.3 之孔隙率計算其保水量。



(a) 一般透水鋪面



(b) 高承載力的通氣管結構型透水鋪面

圖 3-7 透水鋪面示意圖

（資料來源：2019，建築基地保水設計技術規範修正規定）

前述「一般透水鋪面」與「整體型透水鋪面」的分類中介紹各種常見的透水鋪面工法，但僅針對部分工法進行設計說明與示意；而 BMPs、LID、WSUD、東京都雨水貯留・浸透施設技術、GI、SUDS、LIUDD 以及海綿城市等的國外發展策略中皆有提供許多 Q2 透水鋪面相關工法之設計內容，亦可參考國內 104 年內政部營建署的「市區道路透水性鋪面使用手冊」及 109 年經濟部水利署「施工規範第 02798 章多孔瀝青混凝土鋪面」在材料、施工與維護等相關內容，後續將相關內容進行彙整並補充於「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」，使未來規劃設計人員得到更完整的參考內容。

以下以補充 Pervious Asphalt(透水性瀝青)工法為例，其又稱多孔隙瀝青鋪面依前述「施工規範第 02798 章多孔隙瀝青混凝土鋪面」之定義，多孔隙瀝青混凝土係使用開放級配(Open Graded)，粗粒料含量多，細粒料含量少，以形成高空隙率，使水在空隙間可自由流動，以迅速排除降水，增加車輛抗滑能力，改善雨天及夜間標線能見度、降低行車噪音，並增加透水、保水之效等，其相關設計與示意可參考圖 3-8 及圖 3-9 所示。

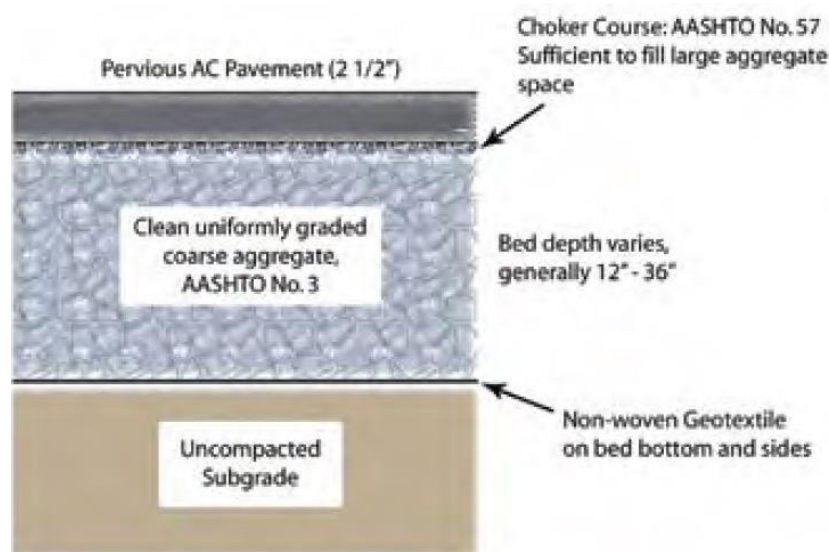


圖 3- 8 Pervious Asphalt(透水性瀝青)剖面圖

(資料來源：2008，Low Impact Development Manual for Michigan)



圖 3- 9 Pervious Asphalt(透水性瀝青)示意圖

(資料來源：2010，Low Impact Development Manual for Southern California)

三、Q₃人工地盤花園土壤貯集

人工地盤花園土壤貯集設計是指在人工地盤或不透水黏土層上設計綠地花園，利用土壤孔隙之含水性能來截留雨水的設計，如圖 3-10 所示。不透水黏土層與人工地盤均是難以透水保水的基地，在這些基地上覆蓋含水性良好的壤土花園，有如吸水的海綿一樣，會保有部分的雨水，可延遲暴雨時雨水逕流，減緩都市洪峰現象，以達到部分保水的功能。在有些透水性極差的黏土層，上述直接滲透的技術幾乎無法達到保水要求，此時在黏土層上加建含水性較好的花台式花園，也是促進基地保水的方法。

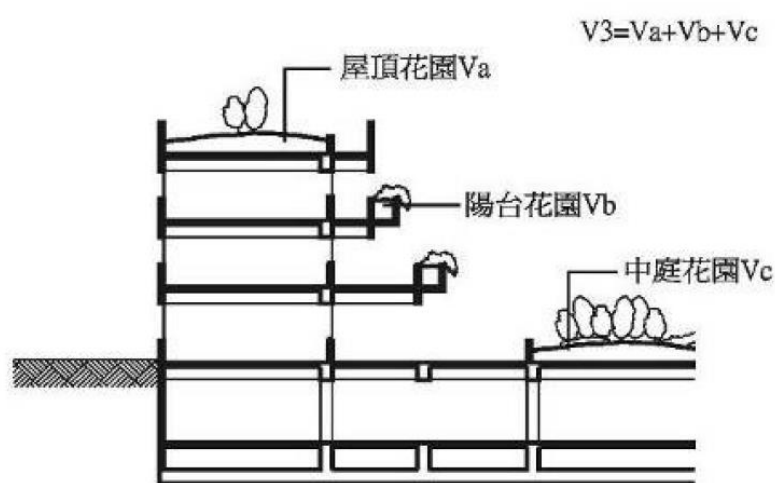


圖 3-10 人工地盤花園土壤貯集示意圖

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

由於圖 3-10 中說明，Q₃人工地盤花園土壤貯集設施可分為「屋頂花園 Va」、「陽台花園 Vb」及「中庭花園 Vc」三個部分，但文字內容卻無相關敘述與其對應的工法設計之建議。

參考國外在 BMPs、LID、WSUD、GI、SUDS、LIUDD 及海綿城市等發展策略，皆具有與 Q₃人工地盤花園土壤貯集相似理念的相關工法設計，並定義其為屋頂平面或建築結構上設置防水結構層、蓄排過濾層、土壤之部分或全種植生設施，達到建築隔熱降溫、減緩暴雨逕流、淨化水與空氣污染物及生物跳島等改善生態環境之目的；相關工法包括對應「屋頂花園 Va」的 Green Roofs(屋頂綠化)，如圖 3-11(a)示意，對應「陽台花園 Vb」的 Potted Plants(盆栽)或 Green Walls(植生牆)，如圖 3-11(b)示意，以及「中庭花園 Vc」的 Tree Box Filters(樹箱)，如圖 3-

12 示意。

同時可參考國內 104 年本所發行的「屋頂綠化技術手冊」及 106 年高雄市政府工務局的「立體綠化及綠屋頂技術手冊」，後續亦將相關內容進行彙整並補充於「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」中。

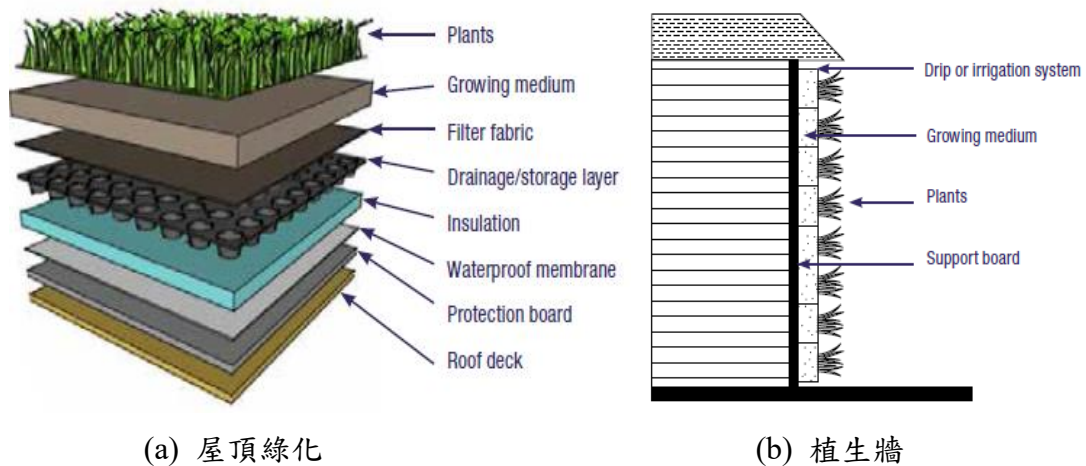


圖 3- 11 Green Roofs(屋頂綠化)與 Green Walls(植生牆)剖面示意圖

(資料來源：2013，Water Sensitive Urban Design - A Guide For Wsud Stormwater Management In Wellington)



圖 3- 12 Tree Box Filters(樹箱)過濾設施剖面示意圖

(資料來源：2015，水環境低衝擊開發設施操作手冊)

四、Q₄貯集滲透空地或景觀貯集滲透池

依規範與綠建築評估手冊之內容說明，將 Q₄ 主要分為「貯集滲透空地」與「景觀貯集滲透池」兩種設施項目，分項說明如后。

貯集滲透空地是將停車場、廣場、球場、遊戲場等空間設計成低於周邊路面的窪地，將之做成能匯集周邊雨水之透水型窪地，平時作為一般的活動空間，在下暴雨時則可暫時蓄洪，讓雨水以自然滲透方式滲入地下後便恢復原有空間機能，是一種兼具公共活動機能與防洪功能的生態空間設計，此窪地依其功能可做成草地、礫石地，也可做成滲透型鋪面廣場，如圖 3-13 示意。

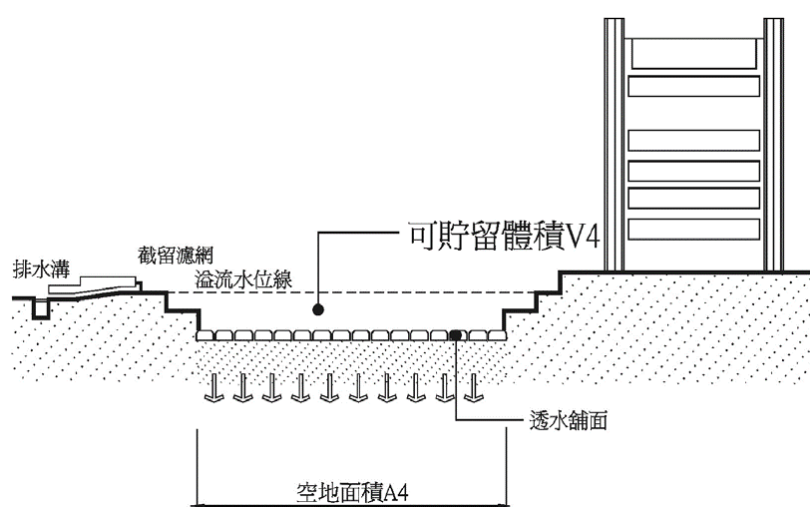


圖 3-13 滲透型鋪面廣場示意圖

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

景觀貯集滲透池與貯集滲透空地的差異，是在一般狀況下景觀貯留滲透池中有固定的蓄水量，水池設計可分成低水位及高水位兩部分，低水位部分底層以不透水層為之，高水位部分四周則以自然緩坡土壤設計做成，其水面在下雨後會擴大，以暫時貯存高低水位間的雨水，慢慢滲透回土壤；在平時則縮小至一定範圍，維持常態之景觀水池，水岸四周通常種滿水生植物作為景觀庭園之一部分，如圖 3-14 所示。

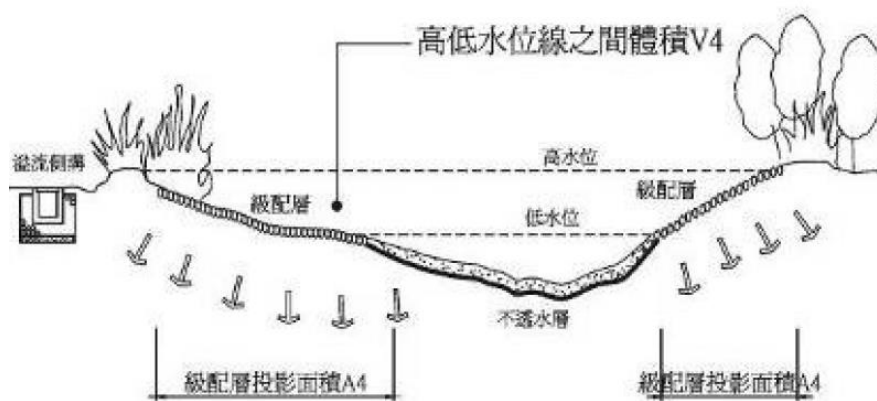


圖 3-14 景觀貯集滲透池示意圖

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

前述「貯集滲透空地」與「景觀貯集滲透池」依照規範與綠建築評估手冊之定義，應泛指於自然土壤之地表創造儲水空間的基地保水方法。對比國外 BMPs、LID、WSUD、東京都雨水貯留・浸透施設技術、GI、SUDS、LIUDD 以及海綿城市等的發展策略，與 Q4 設施設計理念相似者，依其設施內部功能性區分，可分為以植物栽種、淺型景觀水池、礫石地或滲透型鋪面廣場等設計型式；而依其應用位置不同，又可稱作下凹式綠地、生態滯留設施、雨水花園、濕塘、調節塘等。後續應就將相關內容進行彙整與分類，並補充於「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」中，以下將以 Rain Garden(雨水花園)及 Infiltration Basin(入滲池)兩工法為例進行說明：

1. Rain Garden(雨水花園)

在 BMPs、WSUD、GI、SUDS、LIUDD 以及海綿城市等的國外發展策略中常應用的 Rain Garden(雨水花園)工法，其定義是指自然形成的或人工挖掘的淺凹綠地，亦或是在園林綠地中種有樹木或灌木的低洼區域，由樹皮或地被植物作為覆蓋，可將雨水滯留下滲來補充地下水並降低暴雨地表徑流的洪峰，並可透過吸附、降解、離子交換和揮發等過程減少污染，如圖 3-15 示意。

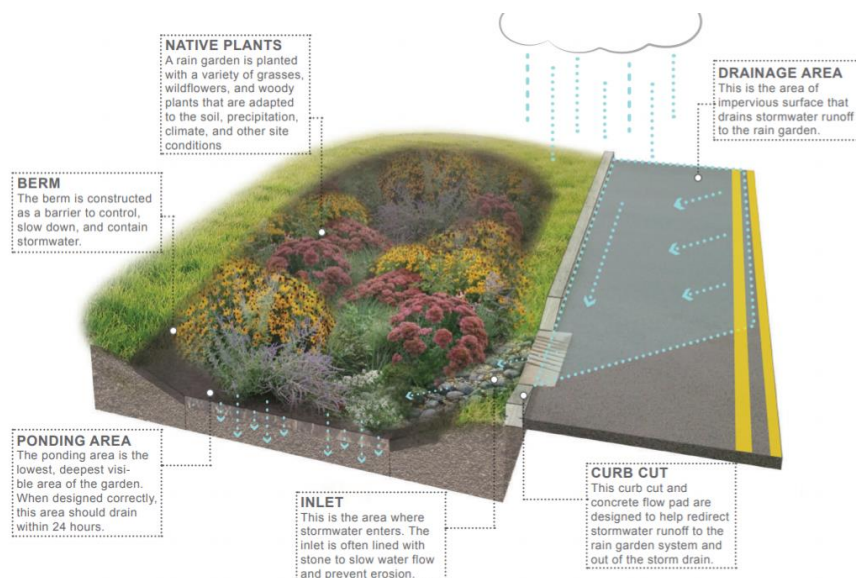


圖 3- 15 Rain Garden(雨水花園)示意圖

(資料來源：2015，Green Infrastructure Guidance Manual)

2. Infiltration Basin(入滲池)

國外在 BMPs、WSUD、東京都雨水貯留・浸透施設技術、SUDS、LIUDD 及海綿城市等發展策略中的入滲池、濕式滯留池或一般池塘設計之工法即與 Q4 的景觀貯集滲透池相似，其中入滲池係指暫時貯存、入滲降雨逕流的淺型水池，如圖 3-16 示意，係藉排水管預防溢淹，與景觀貯集滲透池設計溢流側溝有所不同。

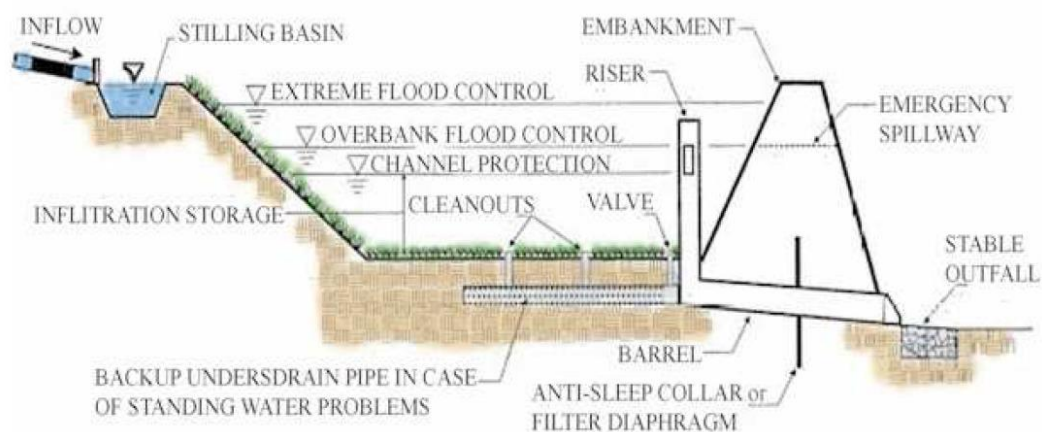
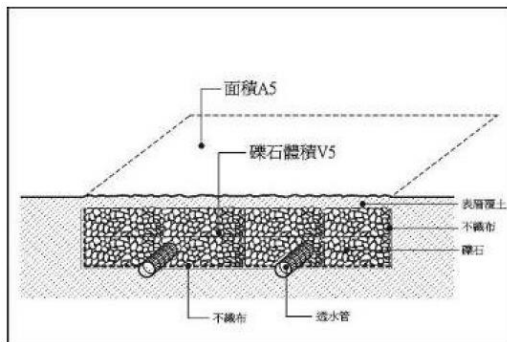


圖 3- 16 Infiltration Basin(入滲池)示意圖

(資料來源：2006，PENNSYLVANIA Stormwater BMP Manual)

五、Q₅地下貯集滲透設施

地下貯集滲透是一種藉由創造地下儲水空間來保水的方法，填入礫石、廢棄混凝土骨料或組合式蓄水框架，外包不織布，讓雨水暫時貯集於此地下孔隙間，再以自然滲透方式入滲至土壤的方法。地下空間以礫石埋填，其礫石越大，蓄水孔隙率越大，如圖 3-17(a)示意；而以蓄洪專用的組合式蓄水框架的蓄水空間比更高達 80%以上，如圖 3-17(b)示意，下大雨時，此地下空間便能貯集較大的水量，慢慢滲透回土壤之中，達到貯集及滲透的保水功效。二者均需考慮其路面承載性能，且需覆蓋不織布以防止孔隙受到泥土阻塞喪失蓄水功能。「地下貯集滲透」在透水性能不佳的地質上相當有效，幾乎成為地下儲水窖的功能，可在廣場、空地、停車場、學校操場、庭院等開闊區域廣為設置。有時透過一些配管抽水手法，更可將貯集的雨水做為洗車、澆花等雜用水的利用。



(a) 地下礫石埋填



(b) 組合式蓄水框架

圖 3-17 地下貯集滲透設施示意圖

（資料來源：2019，建築基地保水設計技術規範修正規定）

依照規範與綠建築評估手冊之定義係藉由創造地下儲水空間來保水的方法，其中以礫石填充地下空間而增進土壤孔隙率，如同土壤改良措施，目的為增進地下土壤的暫時貯存空間，故如於 Q₁ 草溝之工法的底下進行土壤改良(礫石填充地下空間與設置穿孔排水管)，並具一定規模範圍，將如同本 Q₅ 設施項目的設計理念，其他設施項目亦然；參考 BNP 及 GI 的國外發展策略的 Infiltration Trench(滲透溝)工法設計，即如前述 Q₁ 草溝之工法的底下進行土壤改良(礫石填充地下空間)的設計方法，但其亦可為 Q₅ 設施的範疇，如圖 3-18 示意。

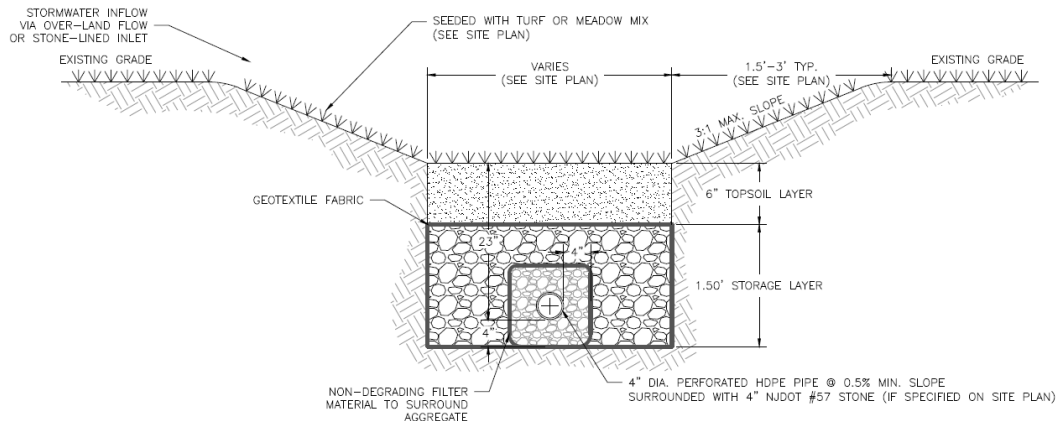


圖 3- 18 Infiltration Trench(滲透溝)設計圖

(資料來源：2015，Green Infrastructure Guidance Manual)

針對國外基地保水設施相關工法的應用，為能依照規範與綠建築評估手冊之設施分類進行合理的區分，後續應將如同圖 3-18 兩工法合併設計的項目，回歸「Q₁ 綠地、被覆地、草溝」的設施分類中，並說明各設施皆可透過土壤改良，以礫石填充地下空間並設置穿孔排水管來增進土壤滲透與保水性能；而 Q₅ 地下貯集滲透設施將單純以單一的地下型貯集滲透單元進行說明，以 BMPs 的國外相關發展策略之 Infiltration bed(地下入滲床)為例，係指在一定範圍內的地下未夯實土壤，填充乾淨且大小均勻之礫石或粒狀材料、透水性土壤及表層植被之設施，作為暫時貯存及入滲降雨逕流，如圖 3-19 示意。



圖 3- 19 Infiltration bed(地下入滲床)示意圖

(資料來源：2006，PENNSYLVANIA Stormwater BMP Manual)

由於規範與綠建築評估手冊在本 Q5 設施的組合式蓄水框架工法，僅說明其蓄水率與地下礫石埋填之差異，並未針對其結構與設計內容進行說明(如適用性、載重限制等)，且僅提供設備的現場照片，使規劃設計人員無法得知其附屬設施的配置方式；後續本計畫將參考 107 年台灣下水道協會的「雨水貯留滲透設施(塑膠製品)技術手冊」相關內容，作為 Q5 設施組合式蓄水框架工法內容精進之依據，其組合式蓄水框架工法之設計結構可參考圖 3-20 所示。

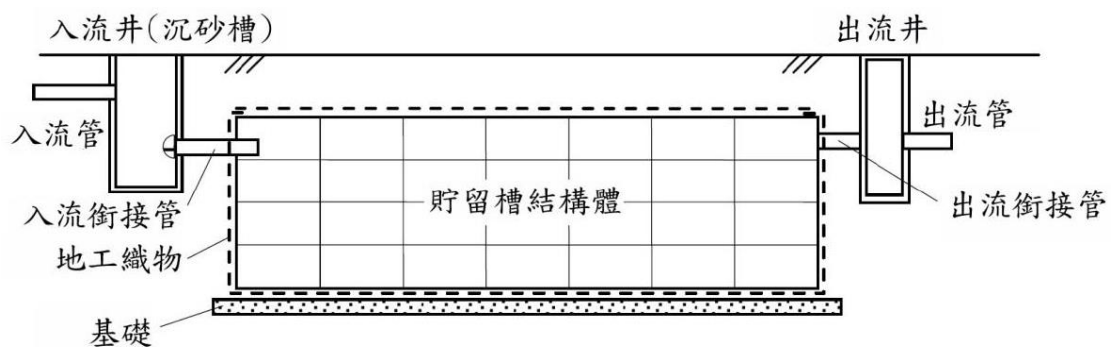


圖 3-20 組合式蓄水框架工法設計結構示意圖

（資料來源：2018，雨水貯留滲透設施(塑膠製品)技術手冊）

六、Q6 滲透管

滲透管係利用毛細現象，將飽和土壤無法宣洩之雨水匯集至滲透管，再慢慢入滲至地表，滲透管多為多孔性材料，常見如：蜂巢管、網式滲透管、尼龍砂管、高密度聚乙烯滲透管等，同時有足夠的抗壓強度以及防止泥砂淤積的作用。新式的滲透網管不僅有足夠的抗壓強度，還有各式的斷面與連通接頭，不必使用碎石級配與不織布即可避免泥沙滲入造成淤積。

由於本設施在規範與綠建築評估手冊並未提供相關應用上的設計圖，後續將參考國外東京都雨水貯留・浸透施設技術、GI、SUDS 及海綿城市等發展策略，並針對相關建議設計參數進行蒐集彙整，進而並補充於「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」中，其滲透管結構與設計參數可參考圖 3-21 所示。

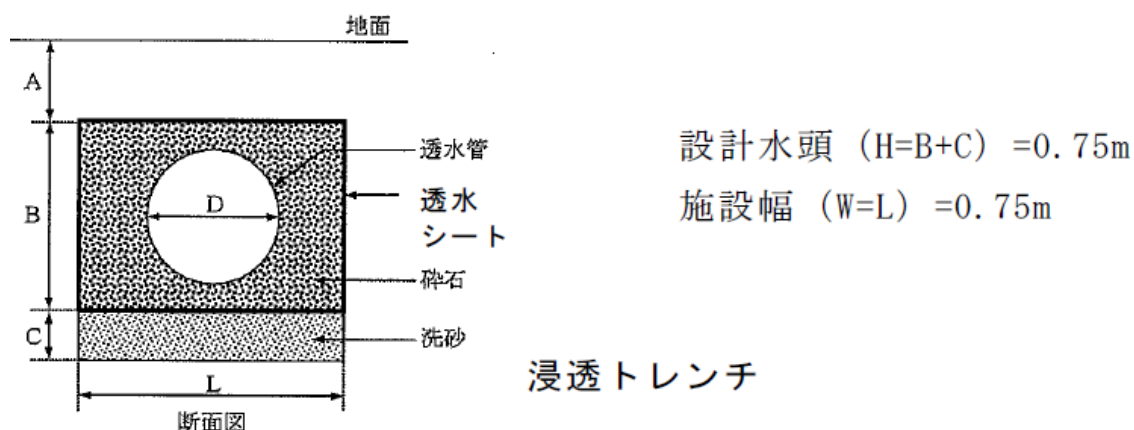


圖 3-21 滲透管設計圖

(資料來源：2009，東京都雨水貯留・浸透施設技術指針)

七、 Q_1 滲透陰井

滲透陰井為垂直式的輔助入滲設施，建立透水涵管來容納飽和土壤中過多的水，待土壤含水量降低再慢慢回滲至土壤中，此設計也可做為滲透管的連接點，加強貯水效果，如圖 3-22 所示，還能夠存放排水過程中的汙泥，方便定期清理以保持通暢，若以新型的高密度聚乙烯透水網管，則不必使用碎石或不織布也不會造成阻塞。

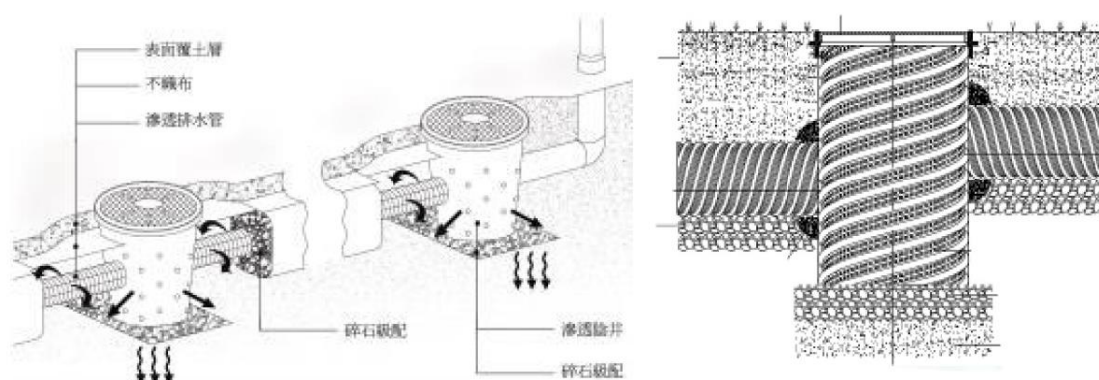


圖 3-22 滲透陰井結合滲透管配置示意圖

(資料來源：2019，建築基地保水設計技術規範修正規定)

由於滲透陰井可連結一般排水管獨立設置，亦可與滲透管或滲透側溝連結配置，針對其配置方法與相關設計內容將參考國外 BMPs、LID、東京都雨水貯留

・浸透施設技術、GI 及海綿城市等的發展策略滲透陰井的應用設計內容，後續將進行彙整，並補充於「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」中，其滲透陰井結構與設計參數可參考圖 3-23 示意。

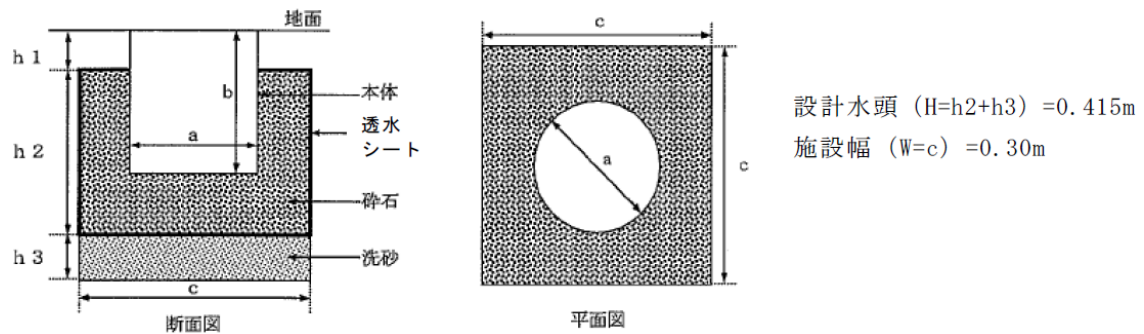


圖 3-23 滲透陰井設計圖

(資料來源：2009，東京都雨水貯留・浸透施設技術指針)

捌、Q8 滲透側溝

滲透側溝係用於收集屋頂排水或地表逕流水的排水系統，管涵的斷面積比滲透管大，以多孔隙的骨材建造，常見如：透水混凝土、紅磚、水泥磚，或者是以多孔性的預鑄管涵為設計，四周以礫石、不織布利於雨水入滲。滲透側溝以不鄰接牆面為佳，以防止降低滲透功能。滲透側溝是用來收集地面的雨水再排出，故容易受到砂石、垃圾等物品阻礙排水功能，若再入流處設置滲透陰井作為初步的沉砂池，滲透側溝可以與陰井作靈活的配合，在彎折處或寬窄變化處設置滲透陰井可以幫助穩流；在地勢變化處設置陰井可以幫助滲透側溝結構的穩定，如圖 3-24 示意。除了增設滲透陰井可以降低泥砂堵塞，將滲透側溝以滲透網管的方式暗管化，可以避免堵塞還能減少積水造成蚊蟲的孳生。

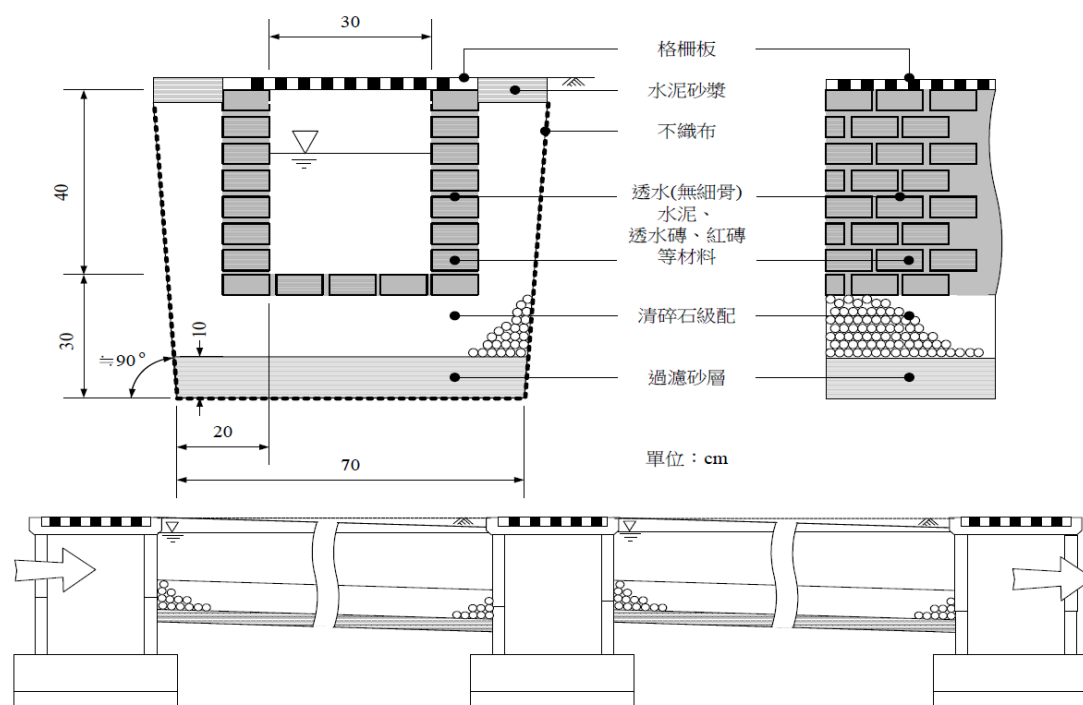


圖 3-24 滲透側溝結合滲透陰井配置示意圖

(資料來源：2019，建築基地保水設計技術規範修正規定)

本設施在規範與綠建築評估手冊亦未提供相關應用上的設計內容，後續將參考國外 LID、東京都雨水貯留・浸透施設技術及海綿城市等發展策略，並針對相關建議設計參數進行蒐集彙整，進而並補充於「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」中。

九、小結

國內綠建築基地保水設施項目分類可幾乎涵蓋國外基地保水相關之發展策略所應用的設施，針對綠建築基地保水設施與各國基地保水相關之發展策略所應用的設施可彙整如表 3-3 所示。

本計畫將於八項基地保水設施分類下進行相似的工法內容補充，並彙整各工法設計重點與其建議參數，將《建築基地保水設計技術規範》及《綠建築評估手冊基本型》部分設施所缺乏的內容，如適用性、配置原則、示意圖與剖面設計圖說等進行相關內容研擬。

表 3-3 綠建築基地保水設施項目與國外相關設施比較表

綠建築基地保水		BMPs	LID	WSUD	東京都雨水貯留・浸透施設技術	GI	SUDS	LIUDD	海綿城市
常用保水設計	Q1 綠地、被覆地、草溝	√ (植生溝、植生過濾帶、水岸緩衝修復帶、入滲溝)	√ (植生溝)	√ (植生溝)	√	√ (綠色道路、入滲溝)	√ (植生溝)	√ (植生溝)	√ (植草溝、植被緩衝帶)
	Q2 透水鋪面	√	√	√	√	√	√	√	√
	Q3 人工地盤花園土壤貯集設計	√ (綠屋頂)	√ (綠屋頂、樹箱過濾設施)	√ (綠屋頂、植生牆、樹箱過濾設施)	-	√ (綠屋頂、盆栽)	√ (綠屋頂)	√ (屋頂花園)	√ (綠屋頂)
	Q4 貯集滲透空地或景觀貯集滲透池	√ (雨水花園、入滲池、乾、濕式滯留池)	√ (生態滯留單元)	√ (雨水花園、沉澱池、池塘、湖泊)	√ (浸透池)	√ (雨水花園、綠色停車場)	√ (雨水花園、滯洪池、滲透單元)	√ (雨水花園、池塘)	√ (雨水花園、生態滯留設施、下凹式綠地、滲透塘)
	Q5 地下貯集滲透設施	√ (雨水貯集系統、過濾設施、地下入滲床)	-	√ (雨水貯集系統、過濾設備)	√	√ (雨水貯集系統、滲透單元)	√ (雨水貯集系統、滲透單元)	√ (雨水貯集系統)	√ (生態滯留設施、雨水貯集系統)
特殊保水設計	Q6 滲透管	-	-	-	√	√	√	-	√
	Q7 滲透陰井	√ (入滲乾井)	√	-	√	√	-	-	√
	Q8 滲透側溝	-	√	-	√	√	-	-	√
其他		入滲堤、人工溼地、水質過濾設備	入滲堤、人工溼地、水質過濾設備	雨水桶	雨水桶、溼地、攔污設備	校園貯留、公園貯留等貯留設施	土地保育、綠色網路連結	溼地、滯留池、過濾溝、生物保留區	蓄水池、沼澤、溼地

(資料來源：本計畫成果)

第三節 基地保水設施與工法應用設計

藉由前節綠建築基地保水設施項目與國外相關設施比較與探討成果，本節擬將針對各項基地保設施進行統整說明與其設計型式及應用工法說明，各項設施之相關工法亦透過表格製作，由相關設施設備廠商協助填寫作為工法分類與設計之依據，進而研擬現地適用性、配置原則、工法應用與維護管理事項。

一、基地保水設施與應用工法表格製作與工法分類

目前已歸納基地保水設施之應用工法包括規範與綠建築評估手冊各項設施所提及的工法、國外發展策略之應用工法、以及國內已通過綠建材標章且與基地保水相關的設備，目前擬編撰至「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」的工法項目，此依規範與綠建築評估手冊的設施的分類歸納如下：

- Q₁—綠地、被覆地、草溝/植生溝、植被過濾帶等；
- Q₂—連鎖磚、植草磚、透水性瀝青、通氣管結構型透水鋪面等；
- Q₃—中庭花園、陽台花園/盆栽/植生牆、屋頂花園/屋頂綠化等；
- Q₄—下凹式綠地(簡易型貯集滲透單元)、雨水花園(複合型貯集滲透單元)、滲透型鋪面廣場、景觀貯集滲透池等；
- Q₅—地下礫石填充、組合式蓄水框架等；
- Q₆—滲透管與滲透陰井組合設計；
- Q₇—滲透陰井獨立設計、滲透陰井與滲透管/側溝組合設計；
- Q₈—滲透側溝與滲透陰井組合設計。

本計畫製作基地保水設施與應用工法的表格，藉由國內代理或自主研發的基地保水相關設備之廠商協助填寫，其內容包括工法名稱、工法說明、工法特色(優、缺點)、配置原則、適用性、設計流程與內容(含場址評估、主體構造設計與設計圖、附屬設計與注意事項)、維護管理、以及成本分析等項目，其表格如圖 3-25 所示。

工法名稱		
工法說明		
工法特色 (優、缺點)		
配置原則		
適用性		
設計流程 與內容	場址 評估	
	主體 構造 設計	
	附屬 設計 與 注意 事項	
維護管理		
成本分析		

圖 3-25 基地保水設施與應用工法表格

(資料來源：本研究成果)

二、基地保水設施應用設計之相關內容研擬

透過本章節針對規範與綠建築評估手冊、國外發展策略文獻、以及綠建材標章相關設備等資料蒐集與彙整編撰之成果，將針對各設施項目進行設施說明、配置原則、適用性與應用工法之研擬。由於本小節內容將與「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」的應用設計篇相同，故將僅以 Q4 貯集滲透空地與景觀貯集滲透池為例說明，其他設施的詳細內容，詳見「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」。

貯集滲透空地或景觀貯集滲透池(Q4)

(1) 設施說明

貯集滲透空地或景觀貯集滲透池係於自然土壤之地表創造儲水空間的基地保水方法，亦即將地表進行挖掘而增加蓄水空間，依其內部設計功能性區分，可分為植物栽種、淺型景觀水池、礫石地或滲透型鋪面廣場等型式，而依其應用位置不同，又可稱作下凹式綠地、生態滯留設施、雨水花園、濕塘、調節塘等。

當雨水進入設施將暫時貯集於蓄水空間，繼而再以自然滲透的方式入滲至土壤，同時可達到貯集及滲透的基地保水功效，並兼具改善逕流水質、防洪及景觀美化之功能。



(a) 貯集滲透空地



(b) 景觀貯集滲透池

圖 3-26 貯集滲透空地或景觀貯集滲透池(Q4)示意圖

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(2) 配置原則

- 通常設置於地勢較低的區域，形成可匯集周邊雨水的透水型窪地。

- 通常設置於滲透性良好的地質，使蓄水空間內的雨水可於 24 小時內消退完畢，即水力傳導係數 k 建議達 10^{-7}m/s 以上。
- 建議分散設置且規模不宜過大，設施面積與集水面積比值為 5%~10% 佳。

(3) 適用性

- 適用於社區、停車場、廣場、球場、校園、遊戲場、庭園廣場空間，以及道路周邊之綠化帶等。

(4) 應用工法

依照設施功能及應用位置，以下將列舉下凹式綠地(簡易型貯集滲透單元)、雨水花園(複合型貯集滲透單元)、滲透型鋪面廣場，以及景觀貯集滲透池等四項工法進行介紹：

(一) 下凹式綠地(簡易型貯集滲透單元)

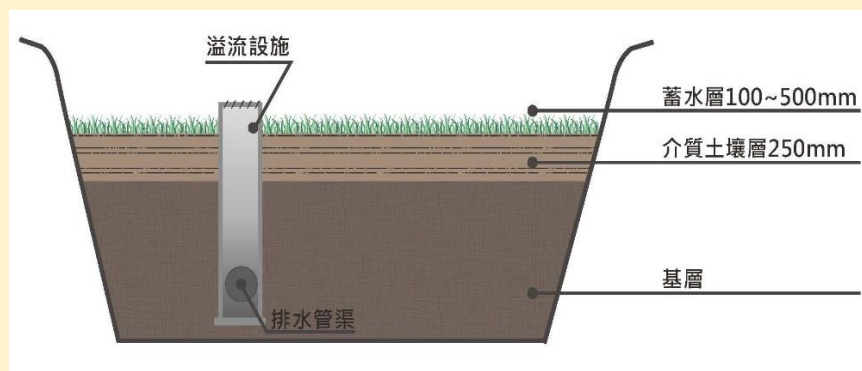
工法說明	下凹式綠地係指低於周圍鋪砌地面或道路之綠地。	
工法特色	低設置成本、低維護費用、低工時；但大範圍應用佈設時，易受地形與周圍地勢變化等條件影響，造成實際保水能力降低。	
設計流程與內容	場址評估	✧ 確認場址的地勢低於周圍地面或道路；或透過排水溝渠佈設，使雨水可導排至設施內。 ✧ 若周圍地面或道路縱向坡度大於 1%，應設置擋水路緣或以排水溝渠導排之方式入流，以減緩流速並增進雨水滲透能力。 ✧ 確認場址周邊排水流向與溝渠分布情況，確保設施溢流的雨水可以順利排除。
	主體構造設計	✧ 參考下圖 基本設計之剖面示意圖，分為蓄水層、表土層及原土層進行說明： ➤ 蓄水層：蓄水深度應考量安全性、植物耐濕性能及土壤滲透

性能，建議深度為 100-500 mm (國小校園必須在 200 mm 以內，國中校園必須在 300 mm 以內，而一般情形則在 500 mm 以內)，邊緣高差應分段漸變以策安全。

➤介質土壤層：草皮生長所需土壤，一般厚度約 250 mm，建議選擇具耐旱及耐濕特性之草皮；亦可以礫石或卵石鋪設。

➤基層：基地底層土壤，埋設溢流設備與排水管渠等。

✧ 溢流措施與排水管渠之埋設，以避免設施在暴雨時期發生雨水向外溢淹之情況；溢流措施可採用溢流豎管、溢流井或雨水口等型式，其溢流口頂部標高一般建議低於周圍地面 100 mm 或下凹深度的一半；排水管渠需確實銜接外部排水溝。



下凹式綠地基本設計剖面示意圖

附屬
設施
與
注意
事項

✧ 如設施邊緣有設置擋水路緣，其入口應至少低於緣坡 50 mm，並建議搭配消能措施(如卵石)以防設施內部土壤沖刷以及達到簡易前處理之效果。

✧ 若設施緊鄰路基，應進行設施側邊防滲處理，防止對道路路基穩定性造成影響。

維護管理

✧ 1 周一至二次植被澆灌。

✧ 1 個月一次或單場超過 10 日之降雨後污染物清理：清除設施內部(含溢流井)、周圍地面及入口之落葉、泥砂、垃圾、動物排泄物等。

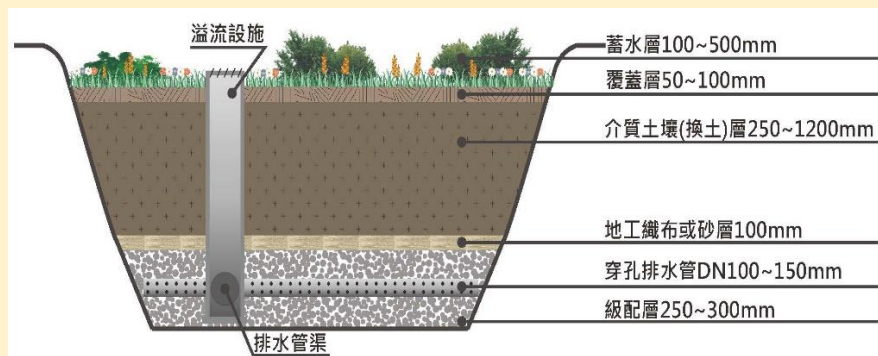
✧ 1 季一次植被維護：修剪過長的植被。

✧ 6 個月一次水路檢查：入口、溢流井、排水管(溝)渠等淤泥或沉積

	物清除，確保排水順暢。 ✧ 1 年一次土壤沖蝕檢查：回補、翻平被沖刷的土壤。
成本分析	✧ 每平方公尺下凹式綠地的建置成本約 3,000~4,000 元左右(不含溢流、排水管渠與其他附屬設施配置費用)，依其設計深度、植栽種類與材料而不同。 ✧ 維護成本將依前述維護管理之要點進行澆灌、清理、維護、檢查等，通常每 100 平方公尺約 1,000 元。

(二) 雨水花園(複合型貯集滲透單元)

工法說明	雨水花園設計原理與下凹式綠地相似，亦需低於周圍鋪砌地面或道路，搭配完整的構造設計(包括入流處理、防滲、防土壤流失、貯集與排水能力加強等)、植栽美化，設計型式較多樣性，且常與其他基地保水工法複合設計(如 Q_1、Q_5)，可因應不同設置場域需求。	
工法特色	設置成本較下凹式綠地高，亦需增加植栽養護與介質土壤更換之維護管理成本；兼具景觀美化、提高蓄排能力以及逕流雨水改善等效益。	
設計流程與內容	場址評估	✧ 確認場址的地勢低於周圍地面或道路；或透過排水溝渠佈設，使雨水可導排至設施內。 ✧ 若周圍地面或道路縱向坡度大於 1%，應設置擋水路緣或以排水溝渠導排之方式入流，以減緩流速並增進雨水滲透能力。 ✧ 確認場址周邊排水流向與溝渠分布情況，確保設施溢流的雨水可以順利排除。 ✧ 若設置場域逕流之雨水污染嚴重，應搭配前處理設施(如 Q_1 植草溝或植被過濾帶等)，以去除大顆粒的污染物並減緩流速，並



雨水花園基本設計剖面示意圖

附屬
設計
與
注意
事項

- ✧ 若設施緊鄰路基，應進行設施側邊防滲處理，防止對道路路基穩定性造成影響。
- ✧ 如設施邊緣有設置擋水路緣，建議其入口應至少低於緣坡 50 mm，並搭配消能措施(如卵石)以防設施內部土壤沖刷以及達到簡易前處理之效果。
- ✧ 如經評估認為雨水滲透會對周圍建築物或結構物造成塌陷風險，或者欲將礫石層雨水進行貯集利用時，可於設施底部和周邊包裹防水布，但該設施將屬 Q₃ 人工地盤花園土壤貯集設計之分類範疇。

維護管理

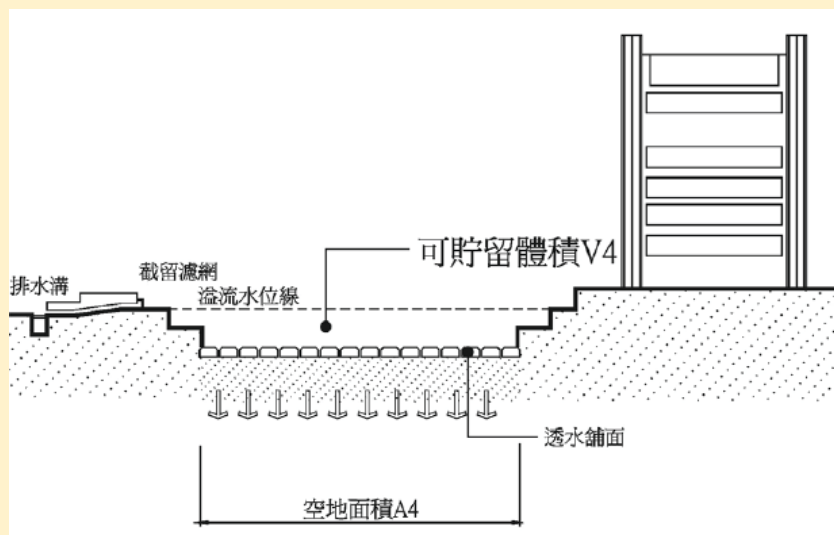
- ✧ 1 天一至二次植栽澆灌(依植栽需求)。
- ✧ 1 個月一次或單場超過 10 日之降雨後污染物清理：清除設施內部(含溢流井)、周圍地面、前處理設施及入口之落葉、泥砂、垃圾、動物排泄物等。
- ✧ 1 季一次植栽維護：植栽修剪與美化。
- ✧ 6 個月一次植栽健康檢查：檢視植栽健康狀況並視需要進行治療。
- ✧ 6 個月一次水路檢查：入口、溢流井、排水管(溝)渠等淤泥或沉積物清除，確保排水順暢。
- ✧ 1 年一次土壤沖蝕檢查：回補、翻平被沖刷的土壤。
- ✧ 5 至 10 年更換介質土壤(換土)層：以利植栽生長並維持土壤滲透性

	與污染物去除效率。(如為污染較嚴重的場域，需增加更換頻率)
成本分析	✧ 每平方公尺雨水花園的建置成本約 4,000~10,000 元左右(不含溢流、排水管渠與其他附屬設施配置費用)，依其設計深度、植栽種類與材料而不同。 ✧ 維護成本將依前述維護管理之要點進行澆灌、清理、維護、檢查等，通常每 100 平方公尺約 1,500 元 (不含更換介質土壤費用)。

(三) 滲透型鋪面廣場

工法說明	滲透型鋪面廣場係結合 Q ₂ 透水鋪面的設計手法，利用廣場空間設計形成可匯集周邊雨水之透水型窪地，平時作為一般的活動空間，在下暴雨時則可暫時蓄洪，繼而藉由透水鋪面讓雨水以自然滲透方式滲入地下後便恢復原有廣場使用的空間機能。	
工法特色	係兼具公共活動機能、基地保水與防洪功能的空間設計。	
設計流程與內容	場址評估	✧ 評估廣場地勢、內部排水與周邊排水溝的導排情況，以確認逕流雨水之流向與設施入流量，以及確保溢流的雨水可以順利排除。
		✧ 參考下圖 基本設計之剖面示意圖，分為貯集區域與滲透區域進行說明：
	主體構造設計	➤ 貯集區域：依照廣場地勢設計形成的貯集空間。 ➤ 滲透區域：將依選擇的 Q₂ 透水鋪面進行設計。 ✧ 設施內部排水與溢流措施：應針對設施的排水與溢流情況充分掌握並配置相關因應措施。如欲避免設施產生溢淹而影響周邊建築物或排水系統，則應設置溢流措施且溢流口頂部標

高一般建議低於周圍地面 100 mm，且排水管渠需確實銜接外部排水溝；如設施內部已具排水溝可導排雨水或設施周邊具足以應對設施溢淹的排水溝渠，則不必另配置溢流措施。



滲透型鋪面廣場基本設計剖面示意圖

↓
附屬
設施
與
注意
事項

- ✧ 設施周邊可增設截留濾網或前處理設施，防止暴雨時期影響透水鋪面之滲透效率與造成底層土壤污染。
- ✧ 滲透區(透水鋪面)的結構強度、乘載建議與周邊建築物或路基的穩定性等相關注意事項，參考 Q₂ 透水鋪面之設計內容。

維護管理

- ✧ 滲透區域將參照 Q₂ 透水鋪面之相關內容進行維護管理。
- ✧ 1 個月一次或單場超過 10 日之降雨後污染物清理：清理設施內部排水溝(含溢流井)、周圍地面、截留濾網或前處理設施之落葉、泥砂、垃圾、動物排泄物等。
- ✧ 6 個月一次水路檢查：入口口、溢流井、排水管(溝)渠等淤泥或沉積物清除，確保排水順暢。

成本分析

- ✧ 本設施建置成本主要依附在整體建築基地的空間營造上，另外主要為透水鋪面的建置成本，將依所選的透水鋪面型式而決定。

- ◇ 維護成本將依前述維護管理之要點進行透水鋪面維護、清理及檢查等，通常每 100 平方公尺約 2,000 元。

(四) 景觀貯集滲透池

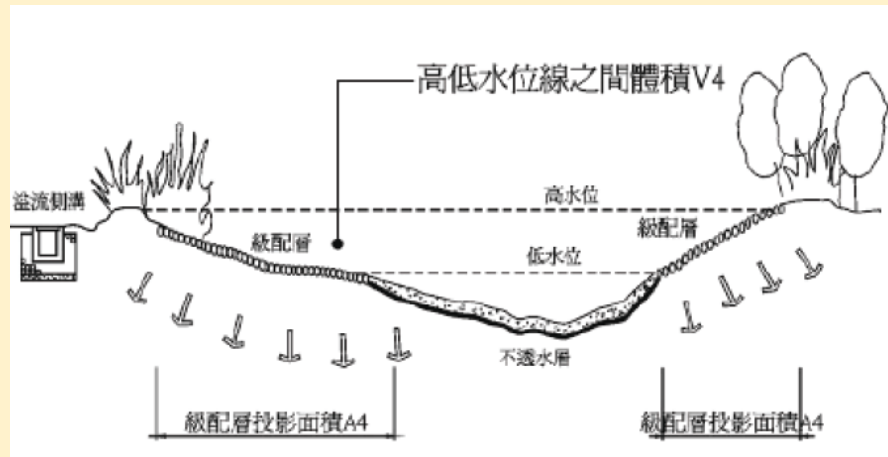
工法說明	景觀貯集滲透池是一種具備滲透型功能的滯洪池，可讓雨水暫時貯存於水池，然後再慢慢以自然滲透方式滲入大地土壤的設計。 通常將水池設計成高、低水位兩部分，低水位的底層以不透水層為之，高、低水位間的四周則以自然緩坡土壤設計而成；水面在下雨時期逐漸擴大，雨水將暫時貯集於高、低水位間，繼而於此區域再以自然滲透的方式入滲至土壤；雨後水面將逐漸縮小至一定範圍(低水位)，維持常態之景觀水池，水岸四周通常種滿水生植物作為景觀庭園之一部份。	
工法特色	為維持池水景觀，故亦可於土壤滲透率不良之基地進行搭配設計；兼具景觀美化、提高蓄排能力以及逕流雨水改善等效益。	
設計流程與內容	場址評估	◇ 需確認該場址建置後無水深、視線遮蔽、界線不明等影響安全性的疑慮。 ◇ 確認場址的地勢低於周圍地面或道路；或透過排水溝渠佈設，使雨水可導排至設施內。 ◇ 若周圍地面或道路縱向坡度大於 1%，應設置擋水路緣或以排水溝渠導排之方式入流，以減緩流速並增進雨水滲透能力。 ◇ 確認場址周邊排水流向與溝渠分布情況，確保設施溢流的雨水可以順利排除。 ◇ 若設置場域逕流之雨水污染嚴重，應搭配前處理設施(如 Q₁ 植草溝或植被過濾帶等)，以去除大顆粒的污染物並減緩流速，並應採取棄流、排鹽等措施防止高濃度污染物侵害植物。



主體
構造
設計

- ✧ 水池深度應考量安全性、植物耐濕性能及土壤滲透性能，建議深度為 100-500 mm (國小校園必須在 200 mm 以內，國中校園必須在 300 mm 以內，而一般情形則在 500 mm 以內)，邊緣高差應分段漸變以策安全。
- ✧ 若基地為滲透率良好之土壤，參考下圖 基本設計之剖面示意圖，分為貯集滲透區及景觀水池區進行說明：
 - 貯集滲透區：位於水池的高、低水位間。此區四周為介質土壤層，其深度將依照選擇植栽所需覆土深度而定，一般約 250 mm，建議栽種具有耐旱及耐濕特性之植栽，亦可以礫石或卵石鋪設。
 - 景觀水池區：為水池的低水位以下的區域。此區域底層為不透水層，通常用防水布或混凝土鋪墊以保持景觀池所需水位，可種植水生植物。
- ✧ 若基地為滲透率不良之土壤，參考下圖 基本設計之剖面示意圖，分為貯集滲透區(含級配層)及景觀水池區進行說明：
 - 貯集滲透區(含級配層)：位於水池的高、低水位間。因基地本身滲透率不良，故此區四周除前述的介質土壤與植物栽種，建議應於介質土壤下方搭配級配層，與 Q₅ 地下貯集滲透相同理念，可增進設施蓄排水能力，厚度一般為 250-300 mm，並可搭配管徑約 100-150 mm 的穿孔排水管；礫石應洗淨且粒徑不小於穿孔排水管的開孔孔徑。
 - 景觀水池區：為水池的低水位以下的區域。因基地本身滲透率不良，故此區域底層可如前述設置不透水層，亦可僅透過原有土壤來維持景觀水池之水位，但因有乾涸之可能，故建議選擇具耐旱及耐濕性的植栽。。
- ✧ 溢流措施：應針對設施的溢流情況充分掌握並配置相關因應措施。如欲避免設施產生溢淹而影響周邊建築物或排水系統，則應設置溢流措施且溢流口頂部標高一般建議低於周圍地面

100 mm，且排水管渠需確實銜接外部排水溝；如設施周邊具足以應對設施溢淹的排水溝渠，則不必另裝設溢流設備。



景觀貯集滲透池基本設計剖面示意圖

附屬
設施
與
注意
事項

- ✧ 若設施緊鄰路基，應進行設施側邊防滲處理，防止對道路路基穩定性造成影響。
- ✧ 如設施邊緣有設置擋水路緣，建議其入口應至少低於緣坡 50 mm，並搭配消能措施(如卵石)以防設施內部土壤沖刷以及達到簡易前處理之效果。

維護管理

- ✧ 1 天一至二次植栽澆灌(依植栽需求)。
- ✧ 1 個月一次或單場超過 10 日之降雨後污染物清理：清除設施內部(含溢流井)、周圍地面、前處理設施及入口之落葉、泥砂、垃圾、動物排泄物等。
- ✧ 1 季一次植栽維護：植栽修剪與美化。
- ✧ 6 個月一次植栽健康檢查：檢視植栽健康狀況並視需要進行治療。
- ✧ 6 個月一次水路檢查：入口、溢流井、排水管(溝)渠等淤泥或沉積物清除，確保排水順暢。
- ✧ 1 年一次景觀池水質與土壤沖蝕檢查：景觀池水質檢測或水體更換，回補、翻平被沖刷的土壤。

第四章 綠建築基地保水設施規劃設計與指引(草案)編撰

綜整本計畫成果，將完成「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」之編撰，進而藉各專家意見進行校閱與其相關意見蒐集，並研擬後續基地保水設施相關推廣之建議。

第一節 「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」編撰

「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」之編纂，可建立適合國內基地保水設施規劃設計之相關資料，做為設計規劃者之參考依據，以將相關技術應用於建築實務設計層面，並可提供政府日後推廣技術普及化及制度化之參考資料。章節內容擬包含四篇，各篇及章節架構列示如下：

目錄

壹、基本篇

- 第一節 綠建築評估體系的基地保水指標
- 第二節 本指引使用說明
- 第三節 基地保水概念與效益
- 第四節 基地保水設施建置作業程序說明
- 第五節 法規與相關規範

貳、規劃篇

- 第一節 規劃設計原則與流程
- 第二節 設計目標與條件確認
- 第三節 規劃重點與設計對策
- 第四節 基地保水設施之適用性評估與應用工法選擇
- 第五節 綠建築基地保水評估指標

叁、設計應用篇

第一節 綠建築基地保水設施介紹

第二節 綠地、被覆地、草溝(Q₁)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第三節 透水鋪面(Q₂)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第四節 人工地盤花園土壤貯集(Q₃)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第五節 貯集滲透空地或景觀貯集滲透池(Q₄)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第六節 地下貯集滲透(Q₅)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第七節 滲透管(Q₆)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第八節 滲透陰井(Q_7)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

第九節 滲透側溝(Q_8)

(一) 設施說明

(二) 配置原則

(三) 適用性

(四) 應用工法

附錄 統一土壤分類與土壤最終入滲率 f 及水力傳導係數 k 值對照表
土壤最終入滲率 f 及水力傳導係數 k 值簡易對照表

第二節 綠建築基地保水後續應用推廣之建議

本計畫完成國內外有關基地保水的發展策略、法規與規範等蒐集彙整，並針對相關工法進行研析比較與分類，進而將各類基地保水設施及其應用工法規劃設計相關內容進行統整，完成綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)，並藉兩次專家學者諮詢會議邀請政府單位、建築師、學者及相關產業界人仕，針對指引(草案)與後續應用推廣之內容進行研議；本節將基地保水後續應用推廣之建議分為規範與準則的合理化、設施及其應用工法的標準化、基地保水技術普及化等三個部分進行說明。

一、 規範與準則的合理化

國內中央主管機關現行有關基地保水設計的相關規範與準則，依行政院各部

會分為內政部、經濟部與環境保護署說明：

內政部營建署的《建築技術規則建築設計施工編》、《建築基地保水設計規範》以及內政部建築研究所的《綠建築評估手冊(BC)-基地保水指標》，主要係以基地保水指標 λ 為評估建築基地涵養雨水之貯集滲透性能，達到建築基地涵養雨水及貯集滲透雨水之能力，故各基地保水設施計算的保水量總和以滿足 0.5 與基地內應保留法定空地比率之乘積為目標；若設施貯集的雨水作為廁所、清潔、洗車、園藝澆灌等替代用水使用時，則依營建署的《建築物雨水貯留利用設計技術規範》進行評估，然此僅考量設施的雨水貯留空間是否能滿足最小雨水儲水槽容積為目標。

經濟部水利署的《水利法第 83-13 條》及《建築物設置透水保水或滯洪設施適用範圍及容量標準》，將基地保水設施的保水量體作為透、保水以及滯洪能力的評估標準，故各基地保水設施計算的保水量總和以滿足最小滯洪量標準—建築基地面積乘以 0.045 （立方公尺／平方公尺）為目標，主要將基地保水設施作為低衝擊開發(LID)技術之滯洪應用，近年依逕流分擔與出流管制計畫的推行，更訂定最小滯洪量計算表作為的評估依據。

環境保護署的《降雨逕流非點源污染最佳管理設施申請及審查指導原則》，主要將基地保水設施作為降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)之應用，其BMPs 設施以評估流污染物削減量為目的，然其保水量的計算係考量設施體積或其他可折抵體積之總和以滿足建築基地面積乘以 0.015 （立方公尺／平方公尺）為目標。

綜觀前述三項規範與準則，考量設置目標不同而具有不同的基地保水量體的評估依據；然在實際情況下，基地保水設施將兼具前述三項目標效益，故保水量的計算上有所重疊，未來在同一基地保水設施應如何分責量化其目標效益，使基地保水量的計算合理化將為一項重要課題。

二、設施及其應用工法的標準化

本年度綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)針對各基地保水設施及其應用工法透過國內外相關文獻蒐集彙整後，研擬場址評估、構造設計與其設計示意圖等內容提供未來規劃設計人員參考；由於眾多專家學者仍建議應將各設施及其應用工法標準化，較能做為未來規劃設計、產品代理或研發的主要依據，故建議未來應持續針對基地保水相關技術工法進行蒐集，廣納國內外相關規範與技術研究，並召集專家學者、業界與研發單位將基地保水設施之工法標準化，進而針對建築基地土壤最終入滲率的判定與評估進行更嚴謹的討論，以及基地保水設施建置的後續維護與智慧監測的落實等內容進行研議，能使未來基地保水技術推行時能降低設計上的錯誤，並提高設施保水量的合理性及其營運上的成效。

由於目前綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)中主要收錄國內常採用或通過綠建材標章的應用工法(包括新式及推薦的工法項目)，未來可考量將設施及其應用工法進行生命週期評估，從設備產品、施工、建置到維護、修繕、汰換等各階段過程，研析各項設施的能源使用、資源的耗用、污染排放等環境影響，進而遴選符合節能減碳、循環經濟及永續環境之目標的優良工法，並應逐年更新相關應用工法，使指引內容更臻完備，利於規劃設計人員參考。

三、綠建築基地保水技術的普及化

本年度完成綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)之研擬，建議應針對本年度綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)廣納各領域專家意見，持續針對基地保水與通過綠建材標章之相關廠商進行資料蒐集，並進行手冊排版與內容編修，進而完成綠建築基地保水設施規劃設計指引出版之相關工作事宜。並且建議針對本指引開辦綠建築基地保水設施規劃設計指引推廣講習會，以增進建築師及規劃設計者對於綠建築基地保水技術之認知及規劃設計流程，減少未來不當設計與投資浪費、提高基地保水設施之工程效益及具推廣應用的效果

第五章 結論與建議

本計畫主要針對綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究相關課題進行探討及內容編撰，其後續工作項目說明如后。

第一節 結論

壹、完成國內外近年新發展之基地保水相關政策、工法與規劃設計技術蒐集彙整並研析比較

本計畫完成國內基地保水設施相關法規、規範及手冊之蒐集彙整，並針對基地保水與通過綠建材標章之相關廠商提送表格填寫，將有助於本計畫在編撰規劃設計內容上的正確性與實用性；進而透過國外與基地保水相關的發展策略與其手冊進行資料蒐集，其國外相關發展策略包括 BMPs、LID、WSUD、東京都雨水貯留・浸透設施技術、GI、SUDS、LIUDD 以及海綿城市等，並完成國內規範與綠建築評估手冊進行研析比較，將綜整所有內容作為後續綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)之重要依據。

貳、完成各項基地保水設施之現地適用性、配置原則與維護管理計畫之內容研擬

本計畫完成綠建築基地保水規劃設計流程之研擬，並依照《建築基地保水設計技術規範》及《綠建築評估手冊基本型》的各項基地保水設施分類，參考相關資料蒐集與研析之成果，分項完成各設施說明、配置原則、適用性與其應用工法之內容，而本計畫所收錄的應用工法，再分別依工法說明、工法特色、設計流程與內容（包括場址評估、主體構造設計、附屬設計與注意事項等相關設計內容）、維護管理與成本分析等進行編撰，使各設施與其應用工法在未來規劃上能具有詳細的參佐資料。

參、完成基地保水設施規劃設計指引(草案)編撰與後續應用推廣建議

本計畫完成「綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)」之編纂，可建立

適合國內基地保水設施規劃設計之相關資料，做為設計規劃者之參考依據，以將相關技術應用於建築實務設計層面，並可提供政府日後推廣技術普及化及制度化之參考資料。

第二節 建議

建議一

綠建築基地保水設施規劃設計指引出版與培訓講習辦理：短期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議針對本年度綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)廣納各領域專家意見，持續針對基地保水與通過綠建材標章之相關廠商進行資料蒐集，並進行手冊排版與內容編修，進而完成綠建築基地保水設施規劃設計指引出版之相關工作事宜。並且建議針對本指引開辦綠建築基地保水設施規劃設計指引推廣講習會，以增進建築師及規劃設計者對於綠建築基地保水技術之認知及規劃設計流程，減少未來不當設計與投資浪費、提高基地保水設施之工程效益及具推廣應用的效果。

建議二

基地保水評估指標考慮生命週期之保水量檢討：中長期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、財團法人台灣建築中心

綠建築評估體系及其中的基地保水指標係以自然生態與環境永續為目的，由於近年受全球氣候變遷影響，世界各國將倡導節能減碳與循環經濟等作為發展目標，考量基地保水設施係以保水量做為評估依據，然其在建置後的保水能力將依不同設施特性而隨使用時程降低，且不同的工法設計具有不同的翻修或更換時間，但指標評估上未對其進行檢討；故建議應針對基地保水設施從設備產品、施工、建置到維護、修繕、汰換等各階段過程，研析各項設施的能源使用、資源的耗用、污染排放等環境影響，將各項基地保水設施的生命週期納入保水量指標的評估要素，更能達到基地保水設施及其應用工法的合理設計，並提高節能減碳、

循環經濟及永續環境之目標。

參考書目

中文部分：

- 內政部營建署，建築基地保水設計技術規範，2019。
- 內政部營建署，水環境低衝擊開發設施操作手冊，2015。
- 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-基本型(BC)，2019。
- 內政部建築研究所，綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊，2020。
- 內政部建築研究所，基地保水性能之研究，1998。
- 內政部建築研究所，建築基地鋪面保水量計算模式之效估，2007。
- 內政部建築研究所，建築基地保水現況分析及設計技術規範檢討與修訂之研究，2015。
- 內政部建築研究所，建築基地保水設施經濟有效性分析架構研擬，2016。
- 台灣下水道協會，雨水貯留滲透設施(塑膠製品)技術手冊，2018。
- 行政院環保署，降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)指引，2013。
- 住房城鄉建設部，海綿城市建設技術指南，2014，中國大陸。
- 雨水貯留浸透技術協會，戸建住宅における雨水貯留浸透設施置マニュアル，2006(平成 18 年)，日本。
- 東京都総合治水対策協議会，東京都雨水貯留・浸透施設技術指針，2009。
- 林政賢，綠建築評估指標適用性之研究，國立成功大學，2004。
- 張大偉、趙東泉、陳吉寧、王浩正，城市暴雨逕流控制技術綜述與應用探討，給水排水，Vol. 35，2009。
- 新北市政府，透水保水設施規劃參考手冊，2012。
- 新北市政府，都市計畫法新北市施行細則，2019。
- 臺北市政府，臺北市公園開發都市設計準則，2002。

英文部分：

- Brattebo, B. O., & Booth, D. B. (2003). Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems. Water research, 37(18), 4369-4376.
- California Stormwater Quality Association (2003). Stormwater Best Management

Practice Handbook, California.

- Collins, K. A., Hunt, W. F., & Hathaway, J. M. (2008). Hydrologic comparison of four types of permeable pavement and standard asphalt in eastern North Carolina. *Journal of Hydrologic Engineering*, 13(12), 1146-1157.
- Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities (2009). *Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design*, Australia.
- Pratt, C., Mantle, J., & Schofield, P. (1989). Urban stormwater reduction and quality improvement through the use of permeable pavements. *Water Science & Technology*, 21(8-9), 769-778.
- Pratt, C., Mantle, J., & Schofield, P. (1995). UK research into the performance of permeable pavement, reservoir structures in controlling stormwater discharge quantity and quality. *Water Science and Technology*, 32(1), 63-69.
- Roy, Steven P., Mohammed Lahlou, Leslie Shoemaker, Michael Clar, Mow-Soung Cheng, Derik Winograndoff (2000). *Low Impact Development Design Strategies- An Integrated Design Approach*, USEPA 841-B-00-003, January 2000.

附錄一 審查會議

內政部建築研究所 110 年度 「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研 究」 協同研究計畫案

期初審查會議 審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	研究方項符合計畫需求。	感謝委員的支持與肯定。
2	國內各保水設施規定不同宜盡量整合。如：屋頂綠化在基地保水項目與人工地盤花園土壤貯集設計，兩者規定的土壤深度上限有所不同。	感謝委員意見，將遵照辦理。
3	出流管制與基地保水兩者意義不同，目前出流管制係先將雨水貯留，並將部分雨水進行利用，其餘均緩慢排出，似不具基地保水之功能。	由於出流管制運用透水、保水或滯洪等相關設施，部分設施的設置亦具有基地保水之功能，惟如何分配評估分數上的權重，將納入後續研究辦理。
4	建築師為實際執行設計第一線，建議提供易參考引用之標準圖說，較有利於規劃設計。	本研究編撰的指引(草稿)主要係讓建築師參閱，然因規劃仍需依現場情況而進行設計，故將採以參考設計圖的方式提供未來規劃設計之參考。
5	在保水設施後續維護管理未完善前，設計保水設施採較不易故障、阻塞之設計，使能更長期有使用之功能，此為比較實際的方式。	後續將考量委員意見做為基地保水規劃設計與工法遴選上的參考。
6	本案研究結果，是否將回饋作為日後綠建築評估手冊修正之	本案主要係針對綠建築評估手冊中的基地保水項目，以編撰

	參考。	規劃設計指引(草稿)的方式進行補充，未來手冊是否針對補充的相關內容進行修訂，則係依主辦單位之需求而決定。
7	實務上現階段保水設計手法之效能為何，是否評估過？	基地保水設施建置後較不易進行檢核且需相當的執行經費，故本計畫將詳列並探討各類保水設計方式之保水計算結果，以供設計者評估。
8	基地保水設施設計工法 Q6-Q8 是否可整併為一項？請進一步探討。	設計工法 Q6-Q8常需配合實際設計狀況，後續將針對此相關內容進行加強補充，減少規劃設計上的錯誤；本案目前仍依規範與手冊的項目分類編列，暫不考慮整併，未來如有需要，再配合手冊改版併予調整。
9	城市中人行道面積廣大，應推廣透水施工設計。	未來可針對政策與法規推行上的相關內容進行探討。
10	服務建議書 P.22-P.23參與研究人員之聘僱期間誤繕，請修正。	將遵照委員意見修正。
11	本計畫之案名為「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」，其中「規劃設計指引」一詞延伸至後續「綠建築基地保水規劃設計指引(草案)」的編撰，是否應使用「技術參考手冊」一詞較適當？	由於本案基地保水相關研究內容，主要係以建築基地保水設計技術規範與綠建築評估手冊的內容為基礎，然兩者欠缺規劃設計內容與設施工法說明，故期望藉本案研究成果，可提供建築師或規劃設計人員在規劃設計上的指引。
12	由於各縣市政府訂定的基地保水基準值 λ_c 較技術規範與綠建築評估手冊的 0.5 來得高，如台北市綠建築自治條例為	各縣市政府所訂定基地保水的基準值以中央規範為原則或訂定更高的標準，故實務上之評估基準仍依各地方規範為主。

	0.55，後續將如何針對此進行整合與評估？	本研究中之基準以中央規範與綠建築評估手冊訂定為主。
13	建築基地保水設計技術規範自101年修訂至今已滿9年，是否有進行現勘統計實際設施與當初設計不符案例之規劃，以凸顯本計畫之迫切性。	基地保水設施建置後較不易進行檢核且需相當的執行經費，而建築研究所於2015年「建築基地保水現況分析及設計技術規範檢討與修訂之研究」計畫中，已針對過去取得綠建築標章且具基地保水項目之案例進行現場調查，確實有發現部分案例規劃與實際不符或不合理設計之情況，因此本研究將修訂詳細之保水設施規劃設計指引，供設計者參考以達保水規範標準。
14	服務建議書 P.17 中，對應綠建築新建及既有評定認可作業需要，基地保水設施與工法從設計、施工及管理維護均有其關注重點，未來如何檢核其性能是否達到原設計或持續維持，請補充說明。	由於基地保水設施的結構多位於地表下，故如於完工後進行檢核實屬不易且需相當的執行經費，故為確保設施性能與維持其運作，應於施工期間落實檢核調查，並透過維護管理計畫訂定，以確保設施功能的維持。
15	請補充說明簡報 P.21 中所提，本案擬提出之設計指引及法定規範，與綠建築評估手冊的位階關係，俾利後續推廣應用。	本案所編撰之規劃設計指引主要係作為綠建築評估手冊的基地保水指標項下的輔助工具，以利未來建築師或規劃設計人員參考。
16	為推廣綠建築基地保水設施，其涉及建築、水利及水土保持等專業，為協助建築師進行相	委員所提意見即為本計畫綠建築基地保水規劃設計指引(草案)之編撰目的，為使規劃設計

	關設施之規劃設計，亟需編撰規劃設計指引(草案)供參考，請問將如何從建築師角度編撰此指引(草案)？	指引(草案)能讓建築師易於參閱且內容符合其需求，後續將透過專家學者座談會的召開，廣納建築師意見，並進行指引之修訂，使規劃設計指引(草案)能更易於推廣與應用。
17	有關綠建築基地保水設施設置後之維護管理，涉及使用者需求，請問將如何從使用者角度編撰此指引(草案)？	本案擬初步依照不同設施與其工法，編撰對應之維護管理相關內容，未來維護管理人員可依設施與應用工法之類別，參照規劃設計指引(草稿)提供的要點進行維護管理作業。

內政部建築研究所 110 年度
「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研
究」協同研究計畫案

期中審查會議
審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	本計畫著重於基地保水設施之規劃設計指引，有其重要之必要性，避免設計與工程時期，欠缺考量因地制宜之特性，而做出無效之保水工法。目前因為期中報告，加上疫情影響，許多部分尚在執行中，僅針對報告中之內容提出建議。	感謝委員的支持與肯定。
2	關於基地保水規劃設計流程，建議採用因地制宜與維運管理的面向，提出妥善之判斷方法與工法的適用性及合理性，以完善基地保水設施規劃設計之指引。	感謝委員意見，將遵照辦理。
3	針對表 3-1 內外相關設施之整理比較，建議可在第三章第二節中，分別參考引用，並提出適用於台灣地形、土壤與建築條件之說明。	感謝委員意見，將遵照辦理。
4	關於研究主題： 日前暴雨造成洪水肆虐，災情	感謝委員意見，基地保水係藉由增進基地透水設計並廣設貯

	事頻傳。此類研究亡羊補牢，為時不晚。提醒大家的防災意識，並整理保水觀念與技術，需求孔亟。	集滲透設施的手法，不僅可獲得促進大地之水循環能力、改善土壤生態、調節環境氣候、削減非點源污染、涵養地下水源等效益，更兼具降低地表逕流之減洪功效。
5	關於 Q1 至 Q8 的鋪陳： (1) 第三章第二節已經陳述了 Q1 至 Q8 的細節，第四章第二節下的「叁、」設計應用篇出現細節的描述，重複性太高。 (2) 第四章第二節「叁、」以下編碼亂了套，不宜再以「節」作編碼。	感謝委員建議，後續將依委員意見進行內容修正。
6	關於(待續)事項的提前預告： (1) 第三章第二節基地保水設施與工法應用設計的(待續)，顯出框架，立意其佳，份量很重，讓人期待期末會有何結果會出現。 (2) 第一章緒論三、重要發現及四、主要建議事項，兩者之(待續)可以比照前述辦法，列出已經發現的及暫時的建議，激發讀者的想像。	感謝委員意見，本團隊將持續依研擬的架構內容做編撰，並考量文先蒐集的各項工法適用性進行篩選，其報告成果將作為後續基地保水規劃設計指引(草案)編撰之依據。
7	關於國內外相關設施比較： (1) 國內有成功的案例可供考察。 (2) 台北市臺科大禮堂前廣場保水，台南市宜寧中學校	感謝委員建議，後續將針對相關案例進行蒐集與內容補充。

	區防洪都是例子。	
8	關於參考資料： (1) 110年4月25日在輔仁大學醫院國際會議廳舉辦的《水即未來》國際學術論壇，會中國內外產官學者專家發表論述及舉證，可資參考。 (2) 貴所前所長現任中大學工學院院長，有整套的建築及基地保水著作。 (3) 文中多處談到《海綿城市設計指南》應明列在參考書目中。	感謝委員提供寶貴意見，後續將蒐集彙整委員所提的參考資料並進行內容補充。。
9	P.27 基地保水設施項目手冊應用設計與國外基地保水比較中，每項目引用國外資料增補文字作來源出處之補註。	感謝委員意見，將遵照辦理。
10	P.11 小結：成果中初步規劃設計指引(草案)，目前因受疫情影響，可補充預計完成時間。	感謝委員意見，將遵照委員意見修正。
11	110.01.01施行之保水設計技術規範3.7，已將具滲透功能之下凹式綠地納入 Q4之貯集滲透空地項目；無法貯留雨水之草溝綠地則為 Q1，建議 p28、p33 內文配合修正。	感謝委員意見，將遵照委員意見修正。
12	建議能考量基地規模、基地高程、基地土壤、基地與鄰地高程關係，研提系統性的配置各保水項目之適當設置，以提高保水成效。	感謝委員意見，將遵照辦理。

13	基地保水設施設計指引有助於設計人規劃設計的參考。	感謝委員的支持與肯定。
14	本案準備的資料很充裕，然本案的重點與難度在於現地適宜性的歸納，究竟以系統性因素方式分析，抑或以問題與解決方法方式呈現，值得期待。	感謝委員意見，針對現地適宜性將蒐集國內外相似工法的設計內容，並諮詢相關施作廠商之建議後進行探討與編撰。
15	相關設施是否得以混合設計，相互間會否影響效果，有無須注意事項，建議宜予探討。	感謝委員意見，國內常見基地保水的混合設計，故後續將依委員意見，針對此部分研擬相關注意事項。
16	滯洪、透水、雨水貯集、保水等，於各式法規各有規定，其設置目的也不盡相同，本案建議要明確釐清設置目的，避免日後對於不同法規(包含中央與地方)不同目的的混淆。	感謝委員意見，將遵照辦理。
17	目前新的建築物均依規定設計之保水設施均符合規定，但主要在於事後之移交使用及維護。尤其市區之屋頂排水之收集，均收集到地下筏基內，如何達到水循環再利用，請提出建議及工法以達到本案研究的目的。	感謝委員意見，本研究內容如委員所提，將考量因地制宜與維運管理的面向，並提出妥善的判斷方法與流程，以及工法的適用性及合理性。
18	前段時間，缺水且限水措施，造成人民生活非常不方便，因此，此項基地保水設施之規劃設計為時效性的議題，並朝向相關政策、工法及指引(草案)研擬，且收集國際最新資訊，	感謝委員的支持與肯定。

	預期成效卓著。	
19	目前各地方政府建築基地保水相關規範，尚未有統一規定，建議研修中央統一規範與準則，請各地方政府協助辦理。	感謝委員意見，由於基地保水設施依其設置目的之功能而遵循相應規定，如何在相同設施滿足不同規定之需求，係為未來值得探討的議題。
20	此綠建築基地保水研究計畫，建議尤其重視的是維護管理，有完善的維護管理，才能符合永續發展。	感謝委員意見，本研究內容如委員所提，將考量因地制宜與維運管理的面向，並提出妥善的判斷方法與流程，以及工法的適用性及合理性。
21	綠建築保水指標評估基準實施多年，建請檢討綠建築標章審查實務操作之問題及經驗，納入指引編輯建置之參考。	感謝委員意見，將遵照辦理。
22	保水工法特殊保水項目 Q4 ~ Q8，特別是滲透管及滲透溝為目前許多建築取得保水指標高分之項目，建請針對其合理評估及正確構材工法納入手冊檢討編輯。	感謝委員意見，將遵照辦理。
23	土壤分類認定影響保水指標評估，以及規劃設計結果變動差異甚大，評估認定爭議頗多，建請審慎納入手冊檢討修訂明確認定依據為宜。	土壤分類認定將直接影響保水指標評估結果，故後續指引(草案)擬針對其提供相關建議與評估依據。
24	維護管理相當重要，希望能從實際案例說明適用性及維護管理，尤其透水性鋪面之維護管	感謝委員意見，將遵照辦理。

	理可能需要多蒐集一些資料，特別是實際案例的資料蒐集。	
25	國外文獻資料 P.22 的表，所使用之工法都相當好且目前都還在使用，但是看到發展年份就會覺得資料很舊，像是美國 BMPs 發展年份為 1972，LID 為 1990，海綿城市為 2012，可將今日簡報內展現出來的表格再進行整合，不然會感覺國外引用之資料比較陳舊。	感謝委員意見，本計畫將國外與基地保水相關之發展策略進行彙整，因皆為早年提出的觀念或發展策略，直至今日仍為各國所沿用且持續更新，故彙整表中將係以提出的那年進行編制。
26	因疫情關係，望能盡早提出專家會議之草案，方便後續專家會議之進行。	感謝委員意見，將遵照辦理。
27	應彙整本所以往之文獻資料，將先期的研究基礎與今年進行整合。	感謝委員意見，將遵照辦理。

內政部建築研究所 110 年度 「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研 究」 協同研究計畫案

期末審查會議 審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	簡報內容清楚，概念明確，但目前之期末報告內容似乎未如簡報內容完整，建議將簡報內容與衍生概念架構之論述補充或修正於報告書中，使其更加完善。	感謝委員意見，將遵照辦理。
2	本案之研究成果可以協助設計人在新版綠建築基地保水設計技術規範的操作上，更容易選擇適地適所的保水設施設計，避免產生無效的保水設施設計，對於政府整體防範洪患也有正面的助益。	感謝委員的肯定與支持。
3	本案期末報告尚未能見綠建築基地保水設施之規劃設計指引全貌，惟指引首要關鍵部分就是場址評估，能否以選項分類、階層式等方式做成評估選項勾選或評估表，讓設計者操作上更為容易判斷。	感謝委員意見，指引(草案)將考量透過評估流程的形式呈現，使未來規劃設計人員能更清楚的依照指引內容進行設施及其應用工法之評估與選擇。
4	各項設施間的配合運用所要注意	感謝委員意見，將遵照辦理。

	意事項，建議於指引中簡要說明。	
5	本研究國外發展及規範收集完整，並附有研究團隊之彙整表格可供參考。	感謝委員的肯定與支持。
6	本研究結論及建議二段較著重於研究方法及過程之描述，建議加上基地保水之「本土」適用技術重點或研究心得之描述。	感謝委員意見，後續將相關內容於結論第二段中進行補充。
7	指引草案在設計應用篇方面，除文字敘述外，建議增加圖例說明，以利推廣。	感謝委員建議，在指引(草案)設計應用篇中的設計流程與內容，將提供設計示意圖供參。
8	報告書英文摘要建議再作修飾。	感謝委員建議，後續將針對此進行修正。
9	報告書 p.15 表 2-2，依 109.12.29 建研所之手冊誤繕修正函文，Q6、Q8 公式中之 k 值應修正為 f，Q5 之變數說明「底部面積不予計算」應修正為「頂部及底部面積不予計算」。	感謝委員意見，已依照委員建議完成修正。
10	報告書 p.17 表 2-3，台北市綠建築自治條例之修正日期為 109.07.06。	感謝委員意見，已依照委員建議完成修正。
11	報告書第四章之規劃設計指引(草案)，建議於第三章各節增列各設計手法之維護管理事項。	感謝委員意見，將遵照辦理。
12	本案保水設計指引研究，成果詳實，符合預期需求。	感謝委員的肯定與支持。
13	保水設計之特殊保水技術	感謝委員建議，針對現行特殊

	Q4~Q8在保水量的計算有高估之虞，建議檢討修正合理推估參數，確認可靠性，並連結逕流削減及滯洪效益之評估。	保水項目 Q4~Q8 保水量計算偏高的問題，已於綠建築評估手冊 2019 年版完成參數修正，其合理性將持續逐年進行檢討修正。
14	保水指標評估基準，土壤分類認定影響計算差異大，建請修定合理之加權參數以合理化保水量計算結果。	感謝委員意見，本年度基地保水指引(草案)內容，將初步研提各項設施之不同應用工法的合理保水量計算之建議，供未來規劃設計之參考。
15	有關保水設計第一階段場域評估，手冊（草案）已列出場域條件，包括現地排水方向、坡度與高程、土壤類型及其入滲率等。是否漏列最基本的要件「地下水位」？地下水位太高時，綠地、草溝及透水鋪面等保水設施顯不適當，但若希望保水指標仍可得分，有否可採對象？建議手冊內可納入說明。	感謝委員意見，將依委員意見補充「建築基地保水設計技術規範修正規定」中的適用範圍相關內容，如：建築基地之地下水位小於 1m 將不建議設置基地保水設施，使指引內容更完備。
16	植生牆近年來被廣泛應用於廠辦或大型展場室內，以增進室內綠美化及紓解工作情緒，但植生牆之植栽方式違反植物垂直生長生態，澆灌耗水且維護不易，原則不宜納入本手冊推薦之保水設施，建議修正圖 3-10(b)及相關文字。	感謝委員意見，將遵照辦理。
17	此研究報告，已蒐集相關實際案例，有很好的成效，值得肯定。	感謝委員的肯定與支持。

18	針對環境氣候變遷，如何利用基地保水的水資源及改善水文循環生態為重要課題，也是此研究報告的重點之一。	感謝委員建議，將於本計畫報告第三章中補充相關內容。
19	此研究案蒐集國內外基地保水研究計畫及發展策略，研擬出綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)，涵蓋了基本篇、規劃篇及應用設計篇，內容詳實，值得未來政策執行之參考依據。	感謝委員的肯定與支持。
20	報告書中 p.43 內說貯集的雨水可作為洗車、澆花等雜用水的利用，且目前法令上已有規定新建築設計應留出多少的貯留設施，如何提供簡單示意圖，讓業界能簡單易懂，積極投入。	感謝委員意見，由於地下貯集滲透設施具較多空間進行雨水貯留，除作為土壤水分涵養功用外，依設計內容不同，可另作為洗車、澆花等替代用水。
21	如何改善貯留水之水質及不發臭，值得提出建議。	感謝委員意見，本案提及貯集滲透設施的貯留雨水，應在 24 小時內滲透至土壤內，故不具水質及發臭等問題。
22	本研究是個好的研究方向，請建研所持續研究，尤其低窪式的保水設施，是否能夠同時作為雨水抑制設施，保水與雨水抑制設施能夠並融並存，在景觀上、保水上、基地內讓建築師能夠整體規劃，達到未來的需求	感謝委員意見，國內在基地保水的相關設施除作為涵養土壤水源與地下水等作用外，近年更積極推行將其作為雨水抑制之設施，如何將目標效益進行整合是一項重要的課題。
23	有關生命週期的保水量議題很好，希望能有後續研究。	感謝委員意見，將於後續應用推廣建議中進行補充。
24	期末報告業已針對期中建議事	感謝委員提供寶貴建議，本團

	項進行修正，並如期完成 3 項預期成果。	隊遵照其完成修正，使計畫報告更完整。
25	建議報告書中針對其中評審委員之意見及回覆，不需以匿名方式呈現以利後續評審委員之核對。	感謝委員意見，各委員意見將記名收錄於會議記錄之中，然計畫報告書中將係以既定格式進行編列。
26	本案已提出綠建築基地保水設施規劃設計指引(草案)之架構及內容，因疫情造成專家會議之推延，後續請研究團隊儘速召開專家學者會議徵詢相關意見，俾利修正及調整。	感謝委員意見，目前已完成專家學者會議的委員聯繫與日期訂定，待會後將可針對指引(草案)進行修正及調整。

附錄二 專家諮詢會議

「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」

第 1 次 專家諮詢會議 開會通知單

地址：基隆市中正區北寧路 2 號
聯絡人：蔡欣遠
聯絡電話：02-24622192 # 6160、6120
0910-516-390
電子信箱：r.one1023@gmail.com

受文者：內政部建築研究所

發文日期：中華民國 110 年 12 月 6 日
發文字號：
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：議程

開會事由：召開「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」第一次專家學者諮詢會議

開會時間：110 年 12 月 9 日(星期四) 下午 2 時 30 分

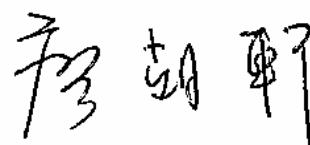
開會地點：內政部建築研究所討論室(一)(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓(捷運新店線大坪林站))

主持人：羅組長時麒、廖教授朝軒

聯絡人及電話：蔡研究員欣遠，02-24622192 # 6160、6120；0910-516-390

出席者：內政部建築研究所、王副執行長婉芝、陳主任委員瑞鈴、
陳建築師俊芳、張建築師矩墉、鄭教授政利、簡組長昭群

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民



「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」 專家諮詢會議 議程

會議人員：

主持人：羅組長時麒、廖教授朝軒

出席者：內政部建築研究所、王副執行長婉芝、陳主任委員瑞
鈴、陳建築師俊芳、張建築師矩墉、鄭教授政利、簡
組長昭群（按姓氏筆畫排序）

列席者：蔡研究助理欣遠、黃研究助理偉民

議程：

- 一、簡報 10 分鐘
- 二、綜合討論 50 分鐘
- 三、結論 10 分鐘
- 四、散會

討論議題：

1. 綠建築基地保水規劃設計流程與相關應用工法之適用性、配置原則與維護管理計畫之建議。
2. 「綠建築基地保水規劃設計指引（草案）」內容討論與建議。

內政部建築研究所 110 年度 「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」

第一次專家諮詢會議

委員意見及研究單位回應一覽表

項次	委員意見	研究單位回應
一	王副執行長婉芝： - 建議與手冊有關的可以明確對應「綠建築評估手冊-基本型」2019 年版 P1~P7。 - 建議各項保水措施 Q1~Q8 能有對應圖示照片及案例說明，能快速理解。 - 規劃設計指引中是否能提供設置措施運維管理及注意事項。 - Q6~Q8 是系統性之建置，建議可強化說明規劃應用重點，前端收集及最終排放，方能發揮系統成效。	- 感謝委員建議，本指引編撰目的即係作為綠建築評估手冊之輔助工具，後續將依委員意見進行核對與修正。 - 感謝委員建議，目前指引將提供各設施工法的設計示意圖，未來可考量收錄代表性案例，以增進使用者的理解程度。 - 感謝委員意見，本指引在各工法的設計說明後將提供運維管理及注意事項等相關內容。 - 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與修正。
二	鄭教授政利： - 綠建築基地保水設計之評估指標保水量，計算宜明確接軌滯洪、蓄洪效益之評估。 - 保水指標之評估計算受土壤參數影響大，建請檢討合	- 感謝委員建議，整合保水與滯蓄洪的效益該如何合理地分責評估確實系未來一項重要課題。 - 感謝委員意見，將於指引中補充說明土壤入滲率之參

	理之加權挑整機制。 7. 規劃設計指引宜明確使用對象，若確定主要提供建築師使用，建請加強標準圖例及工法之製作，以利設計引用參考，減少不必要之錯誤設計。 8. 目前在市場上之保水工法產品，建請納入手冊彙整，以益設計應用選擇。	照依據與建議評估方法。 3. 感謝委員意見，本指引主要作為輔佐評估手冊與建築師進行規劃設計之參考，目前以設計示意圖的方式呈現，後續將針對委員建議進行討論及調整修正。 4. 感謝委員意見，本案已針對國內外市場上的保水工法進行彙整，將收錄常施作與推薦的工法項目。
三	陳主任委員瑞鈴： 9. 透水良好之粉土或砂質土壤，保水能力佳，採用直接滲透設計省時省力省錢，是該類型土壤之理想設計對策，故綠建築評估手冊建議採用直接滲透，至指引則建設亦可採用貯集滲透，兩者不一致。建議就不同處略加述明，如：建築基地空地比低等條件受到限制等，可合併兼採。至透水不良土壤，原則採取土壤改良工程後之設施為原則，如 Q3、Q4、Q5 貯集滲透方式，是否將直接滲透設計納入，請再斟酌。 10. 貯集滲透空地若建置於透水良好基地，仍為直接滲透設計之一，請修正其分類為宜。	1. 感謝委員建議，後續將依委員所提，直接考量土壤的理想設計對策，在指引中直接建議粉土或砂質土壤應以直接滲透設計為主，更符合綠建築評估手冊之內容。 2. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與修正。 3. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與修正。 4. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行修正。 5. 感謝委員意見，後續將加強文字錯漏或誤植的部分進行修訂。

	11. 參考圖 2-3.4 屋頂露台牆面收集之雨水，經由管路輸送至導入雨水貯集設施(沉澱、過濾、淨化、利用)，其與地面水收集途徑不同但最終功能相同，圖示可修訂呈現。另水循環圖宜將雨水利用納入為宜。 12. 綠建築評估手冊每 n 年將會持續更新，更新版本會註明公告出版，此指引引用時可直接述明其版本，如：2019 版即可。 13. 文字錯漏或誤植，請訂正。如：工程「技」師(P.3)，圖 2-3.1 之圖上、下文字應一致。	
四	陳建築師俊芳： 14. P6 之表 1-5.1，新北市之「新北市政府為辦理公共設施用地開發透水保水實施要點」及「.....評估基準」已於 106.11.24 廢止，106.11.22 施行「新北市透水保水技術規則」。 15. P10 之(1)滲透保水(本指引所向)，是否誤繕？ 16. P23，學校整體評估，$r=0.5$($r=0$ 誤繕)。 17. 建議說明各項保水手法是否應考量基地高程，其相對適合設置之位置。	1. 感謝委員建議，後續將針對法令與技術規範引用錯誤的部分進行修正。 2. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行內容調整，並將誤繕的部分進行修正。 3. 感謝委員意見，依照綠建築評估手冊內容學校校園整體評估的基地保水指標基準係 $\lambda_c = 0.5$，故本指引在 γ 的參數說明考量一致性，故以 $\gamma=0$ 的方式呈現。 4. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行內容調整與補充。

	18. 滲透排水管、側溝可否不連續設置？ 19. Q2，建議夯實度應不影響鄰近植物生長，依不同載重夯實度。	5. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行內容調整與補充。 6. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行內容調整與修正。
五	張建築師矩壩： 20. 地表兩米以內土壤是否指已完成回填之土壤分類為依據，較為合理。回填土 SF 應無土壤分類之必要，直接算其 $f=10$，P.11(3)的雙環入滲試驗在附錄中找不到。 21. Q4 的貯集滲透空地建議併入 Q1 綠地空地較能發揮極大效益。 22. Q6、Q7、Q8 各項問題 (1) P.15 圖 2-3.2 原為 6m，後改為 4m。 (2) 當 Q6、Q8 形成正交或一定角度時，影響範圍是否扣除。 (3) 與地下室或地下構造物不足 2m(3m)時，該如何處理？ (4) Q7 滲透陰井搭配 Q6、Q8 使用時，是否無需單獨計算，直接併入 Q6、Q8 長度計算即可。 4. 圖 2-3.4 可看出 Q6、Q7、Q8 應先蓄滿再溢流，而非僅是具有滲透功能雨水	1. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與修正。 2. 感謝委員意見，由於 Q4 貯集滲透空地的型式除下凹式綠地、雨水花園外，更具貯集滲透廣場等，故如何將下凹式綠地、雨水花園列入 Q1 的建議中，後續將針對此進行討論與修訂。 3. 感謝委員提供許多實際設計上的限制與建議，後續將針對此部分進行討論與修正。 4. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行討論與內容補充。 5. 感謝委員意見，表格中活動空間原意係指運動場、操場等空間，後續將針對此文字不明確的部分進行修正。 6. 感謝委員意見，後續將針對該設施項目說明處進行內容補充。 7. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行討論與內容補充。 8. 感謝委員建議，將遵照辦

	溝，建議要明確規定。 5. 表 2-3.2 的學校活動空間是何種用途空間？ 6. Q6 滲透管與快速排水用設透管功效不一致，應區分清楚。 7. 特殊型的 Q2 如何進行評估，如 PC 地坪單位面積上有正負百分比以上的砂石滲透即可雷同 Q2 公式。 8. 應用設備篇建議每一節都增加五、維護與管理做綜合說明，以強調其重要性。 9. Q6-Q8 的設施尺寸若與手冊內所顯示尺寸相差甚大時，如何處理？ 10. 成本分析，可以撰寫數值即可，可以不必細到工料分析。	理。 9. 感謝委員建議，針對設施產品尺寸的差異，後續可再深入考量其限制性或合理性之建議。 10. 感謝委員建議，將遵照辦理。
六	簡組長昭群： 1. 第一章第四節適用對象設計目標及條件應符合經濟部和內政部會同訂定建築物設置透水、保水或滯洪設施範圍及容量標準，適用建築物規模及規劃條件。 2. 設計指引規劃指引是否可考量基地坡度不同，地表逕流較快地區，前項表準第五條規定以外建築研提適當對策，兼具保水及保	1. 感謝委員建議，本指引內容目前係以設施作為透水、保水功能之規劃設計目的，未涉及滯洪效益的考量，故先以建築基地保水設計技術規範修正規定的適用對象與限制進行撰述。 2. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與內容補充。 3. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與內容補充。

	土功能。 3. 本設計指引目的為增加建築基地入滲雨水，減少排水，避免強降雨造成淹水災害為目的，應將單純基地排水能力加強入滲雨水如何排出避免土壤液化，亦須是當校準總入滲水量。 4. 若基地保水兼具雨水貯留利用功能，則入滲或貯集雨水可供生活次級用水，增加水資源利用。	4. 感謝委員意見，基地保水設施兼具透、保水、滯洪、貯留利用等功能，未來如能針對各項功能效益量化評估進行整合與分責，更利於未來政策推行與推廣。
七	羅組長時麒： 1. Q1~Q8 的各項工法，請以國內工法為主要彙整對象。 2. 排水溝與滲透側溝相關差異性為何?請定義清楚。	1. 感謝委員意見，目前已針對國內外市場上的保水工法進行彙整，指引(草案)將主要收錄國內常施作與推薦的工法項目。 2. 感謝委員意見，後續將針對此部分進行討論與補充。

「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」

第 2 次 專家諮詢會議 開會通知單

地址：基隆市中正區北寧路 2 號
聯絡人：蔡欣遠
聯絡電話：02-24622192 # 6160、6120
0910-516-390
電子信箱：r.one1023@gmail.com

發文日期：中華民國 110 年 12 月 7 日
發文字號：
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：議程

開會事由：召開「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」第二次專家學者諮詢會議

開會時間：110 年 12 月 10 日(星期五) 上午 9 時 30 分

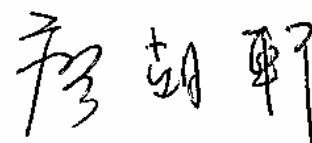
開會地點：內政部建築研究所討論室(一) (新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓(捷運新店線大坪林站))

主持人：羅組長時麒、廖教授朝軒

聯絡人及電話：蔡研究員欣遠，02-24622192 # 6160、6120；0910-516-390

出席者：內政部建築研究所、大鋒塑膠股份有限公司曾總經理仲間、良澤塑膠有限公司陳總經理宏銘、社團法人台灣永續綠營建聯盟楊秘書長明俊、崇偉營造股份有限公司徐執行長享崑、植日有限公司林經理彥廷、樹花園股份有限公司李有田董事長

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民



「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」 專家諮詢會議 議程

會議人員：

主持人：羅組長時麒、廖教授朝軒

出席者：內政部建築研究所、大鋒塑膠股份有限公司曾總經理仲間、良澤塑膠有限公司陳總經理宏銘、社團法人台灣永續綠營建聯盟楊秘書長明俊、崇偉營造股份有限公司徐執行長享崑、植日有限公司林經理彥廷、樹花園股份有限公司李有田董事長（按名稱筆畫排序）

列席者：蔡研究助理欣遠、黃研究助理偉民

議程：

- 一、簡報 10 分鐘
- 二、綜合討論 50 分鐘
- 三、結論 10 分鐘
- 四、散會

討論議題：

1. 國內基地保水設施及其相關應用工法在工程實務規劃設計上的問題及實際營運情況討論。
2. 「綠建築基地保水設施規劃設計指引（草案）」內容討論與建議。

內政部建築研究所 110 年度 「綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究」

第二次專家諮詢會議

委員意見及研究單位回應一覽表

項次	委員意見	研究單位回應
一	曾總經理仲間： - 各設施與其工法的適用性是否應考量地基掏空、地震等問題。 - 設施工法建議採用通用的材料名稱，不用強調材質。 - 設施的設置上應避免使用水泥，採可回收及循環再生的塑料如：HDPE，更符合循環經濟的原則。	- 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與補充。 - 感謝委員建議，後續將針對工法名稱進行討論與修正。 - 感謝委員意見，生態永續及循環經濟為近年世界各國倡議的理念，其在設施的工法選擇與施工上確實為一項需考量的項目。
二	陳總經理宏銘： - 建議基地保水工法的可持續性可以針對每個工法去做長期監測，對於失敗或不可持續性的工法及時淘汰。 - 開放新工法、新技術的申請營造，良好的工法可進入設計指引內。 - 應導入循環經濟、節能減碳的精神。對於一次性材料的工法盡量避免。材料	- 感謝委員建議，基地保水設施的後續維護與監測管理非常重要，未來應在法規的基礎下落實，以保證設施的實際成效。 - 感謝委員意見，目前已針對國內外市場上的保水工法進行彙整，指引(草案)將主要收錄國內常施作與推薦的工法項目，未來可逐年更新相關工法與技術。 - 感謝委員意見，後續將作為

	盡量使用回收性材料。	工法收錄指引(草案)之考量依據。
三	楊秘書長明俊： 1. 氣候變遷，缺水是民生重要課題，如何規劃基地保水設施，是解決之道，此研究計畫收集相關國內外最新資訊，成果值得肯定。 2. 研擬指引(草案)，建議工法多元，尤其是收集歐美、日本等先進國家，具體做法及施工準則，加上國內市場，現有以落實的工法，提供建築師等專業人士，施工時參考。 3. 有專利或廠商專有名稱的工法及產品，應避免呈現，以通案為宜。	1. 感謝委員的支持與肯定。 2. 感謝委員建議，目前已針對國內外市場上的保水工法進行彙整，指引(草案)將主要收錄國內常施作與推薦的工法項目。 3. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與調整。
四	徐執行長享崑： 1. 基地保水設施相關工法的應用，建議廣納產業與常採用設置或通過綠建材標章之項目，進而統整設計內容與相同規格參數，將設施與工法標準化，並應逐步增修應用工法的內容，以利未來其他保水相關產業推廣與發展。 2. 綠建築基地保水設施目的為涵養土地與地下水，未來應與經濟部水利署所提的滯洪、保水、雨水貯集利	1. 感謝委員建議，本年度廣納國內常採用的設施項目(含通過綠建材標章之工法)，先依設計示意圖於指引(草案)中提供參考，然標準化涉及更多的工法與產業界的結合，可於未來再進行更完整的研析與討論。 2. 感謝委員意見，基地保水設施兼具透、保水、滯洪、貯留利用等功能，未來如能針對各項功能效益量化評估進行整合與分責，更利於未來政策推行與推廣。

	用，甚或工地點開地下水利用等觀念整合評析各項保水量權重，以進行合理計量方法，使水資源利用達到更多元，與永續調配。 3. 水利法之保水措施，應建議適度強化其政策宣示及基本作為。 4. 期待未來指引的出版，應同時透過培訓講習會或相關說明會給業界從業人員熟悉指引內容。 5. JW 工法不必特別提出。	3. 感謝委員意見，將於本案後續應用推廣建議中進行補充。 4. 感謝委員的支持與肯定。 5. 感謝委員建議，目前收錄的工法係以綠建築評估手冊提供的項目為基礎再增加應用性，後續將針對此部分進行討論與調整。
五	林經理彥廷： 1. 透水鋪面的乘載能力與底部土壤夯實問題應於指引中說明。 2. 針對不同場域的高程，應於指引中建議各項設施的優先設置順序。 3. 應展示基地保水優良案例的工法，供規劃設計人員參考。	1. 感謝委員建議，後續將針對此部分進行討論與補充。 2. 感謝委員建議，由於各項基地保水設施的設置條件不同，如僅以高程作為設置順序較易產生爭議。 3. 感謝委員建議，未來在指引增修訂時可考量增加實際案例的示範說明。
六	李董事長有田： 1. 在不同土壤條件下建議直接滲透設計或貯集滲透設計，於指引(草稿)是以 f 為 10^{-6} 作為分界，然土壤若以鋪設的回填土表示 f 值 ($f=10^{-5}$) 時，易造成實際入滲率與計算結果不符。 2. 依鋪設所選擇的土壤不	1. 感謝委員意見，土壤最終入滲率對於保水量計算影響甚大，後續將針對此部分進行討論與補充。 2. 感謝委員建議，將遵照辦理。

	同，如花土、回填土等，其實際土價每平方單位為600至3000元不等，成本分析的部分應不用逐項明列。	
--	---	--