

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

內政部建築研究所協同研究報告

106
年度

低衝擊開發建築設計資訊模型 系統建置先期計畫

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 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)

低衝擊開發建築設計資訊模型 系統建置先期計畫

研究主持人：蔡緯芳

協同主持人：蔡耀隆

研究員：黃偉民、白櫻芳、賴深江、陳柏翰

研究助理：邱寶慧、蔡欣遠、陳昱傑

研究期程：中華民國 106 年 2 月至 106 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 本年度(106 年)研究方法與步驟	5
第三節 第二年(107 年)研究方法與步驟初擬	9
第四節 研究進度	13
第二章 LID 設計及建築資訊介面建構說明	15
第一節 本研究低衝擊開發技術定位與分類	15
第二節 基地 LID 容量設計工具內容說明	23
第三節 國內外建築資訊模型應用現況	34
第四節 建築資訊模型建構應用工具簡介	38
第三章 LID 建築資訊介面建構	43
第一節 設施構造及設計簡要說明	43
第二節 設施主體與配件說明	54
第三節 設施主體之建築資料蒐集	57
第四章 工具操作示範及建築資訊模型資料庫建構	75
第一節 LID 規劃設計工具操作示範	75

第二節 系統模擬成效檢核	87
第三節 建築資訊介面操作及參數輸出	90
第四節 本研究 LID 元件模型建構方式	96
第五節 LID 建築資訊模型建置原則及內容	98
第六節 LID 主體元件建築資訊模型建構	102
第七節 LID 附件元件建築資訊模型建構	121
第五章 結論與建議	129
第一節 結論	129
第二節 建議	134
附錄一 會議紀錄	137
附錄二 本研究容量計算理論說明	167
參考書目	179

表次

表 2-1	國內外相關低衝擊開發技術概念彙整	15
表 2-2	國外低衝擊開發技術型態分類彙整	19
表 2-3	國內雨水入滲型技術型態分類彙整	21
表 2-4	國內雨水貯集型技術型態分類彙整向	21
表 2-5	國內雨水貯集/入滲技術型態分類彙整	22
表 2-6	LID 設施應用可行性評估	24
表 2-7	LID 設施型式串連配置原則	26
表 2-8	國外政府 BIM 發展現況	35
表 2-9	內政部建築研究所 BIM 研究重點與方向歸納	37
表 3-1	產品資訊介面表例	58
表 3-2	地上儲存槽體產品資訊介面(1)	59
表 3-3	地上儲存槽體產品資訊介面(2)	60
表 3-4	地上儲存槽體產品資訊介面(3)	61
表 3-5	基磚產品資訊介面(1)	62
表 3-6	基磚產品資訊介面(2)	63
表 3-7	基磚產品資訊介面(3)	64
表 3-8	基磚產品資訊介面(4)	64
表 3-9	基磚產品資訊介面(5)	65
表 3-10	地下桶槽產品資訊介面(1)	66
表 3-11	地下桶槽產品資訊介面(2)	66
表 3-12	地下桶槽產品資訊介面(3)	67

表 3-13	透水鋪面產品資訊介面(1)	• • • • •	68
表 3-14	透水鋪面產品資訊介面(2)	• • • • •	68
表 3-15	透水鋪面產品資訊介面(3)	• • • • •	69
表 3-16	透水鋪面產品資訊介面(4)	• • • • •	69
表 3-17	透水鋪面產品資訊介面(5)	• • • • •	70
表 3-18	透水鋪面產品資訊介面(6)	• • • • •	70
表 3-19	透水鋪面產品資訊介面(7)	• • • • •	71
表 3-20	屋頂綠化排保水產品資訊介面(1)	• • • • •	72
表 3-21	屋頂綠化排保水產品資訊介面(2)	• • • • •	72
表 3-22	屋頂綠化排保水產品資訊介面(3)	• • • • •	73
表 3-23	屋頂綠化排保水產品資訊介面(4)	• • • • •	73
表 3-24	屋頂綠化排保水產品資訊介面(5)	• • • • •	74
表 3-25	屋頂綠化排保水產品資訊介面(6)	• • • • •	74

圖次

圖 1-1	研究流程圖 (106 年度)	11
圖 1-2	研究流程圖 (107 年度)	12
圖 1-3	本年度(106 年)研究進度及工作執行甘地圖 . . .	13
圖 2-1	計算工具主表單	27
圖 2-2	工具軟體容量設計介面操作流程圖	29
圖 2-3	複合型 LID 容量設計各介面主畫面	30
圖 2-4	工具軟體產業及產品資訊介面操作流程圖 . . .	31
圖 3-1	雨水滯蓄主體產品	55
圖 3-2	透水鋪面層產品	55
圖 3-3	屋頂綠化排保水產品	56
圖 3-4	各類連結或排水管材製品	56
圖 3-5	沉砂/去污陰井產品	57
圖 4-1	基地基本資料介面-集水分區	76
圖 4-2	基地基本資料介面-水文分析-雨型雨量設定 . . .	77
圖 4-3	基地基本資料介面-水文分析-逕流計算 . . .	78
圖 4-4	基地基本資料介面-LID 規劃	79
圖 4-5	LID 設計介面-屋頂綠化設施設計	80
圖 4-6	LID 設計介面-透水鋪面設施設計	82
圖 4-7	LID 設計介面-雨水花園設施設計	83
圖 4-8	LID 設計介面-地上型滯蓄洪設施設計	85
圖 4-9	LID 設計介面-地下型滯蓄洪設施設計	86

圖 4-10	建築基地低衝擊開發設施容量設計及檢核表範例	88
圖 4-11	基地逕流-排出歷線圖範例	88
圖 4-12	各集水分區逕流-排出歷線圖範例	89
圖 4-13	AC1 集水分區 LID 設計參數輸出彙整表範例	90
圖 4-14	AC2 集水分區 LID 設計參數輸出彙整表範例	91
圖 4-15	進入建築資訊介面按鈕範例	91
圖 4-16	地上型滯蓄洪設施建築資訊介面-雨水貯集槽範例	92
圖 4-17	地下型滯蓄洪設施建築資訊介面-雨水基磚範例	92
圖 4-18	AC1 集水分區 LID 建築參數輸出彙整表範例	93
圖 4-19	AC2 集水分區 LID 建築參數輸出彙整表範例	93
圖 4-20	地上型滯蓄洪設施參數至模型建立流程	94
圖 4-21	地下型滯蓄洪設施參數至模型建立流程	94
圖 4-22	透水鋪面設施參數至模型建立流程(草案)	95
圖 4-23	屋頂綠化設施參數至模型建立流程(草案)	95
圖 4-24	Autodesk Revit 族群建模基本樣板	96
圖 4-25	地上管列式儲水槽元件模型範例	103
圖 4-26	地上管列式儲水槽元件模型及參數介面範例	104
圖 4-27	地上圓桶型儲水槽元件模型範例	105
圖 4-28	地上圓桶型儲水槽元件模型及參數介面範例	106
圖 4-29	地上臥桶式儲水槽圓形元件模型範例	107
圖 4-30	地上臥桶式儲水槽圓形元件模型及參數介面範例	108
圖 4-31	地上臥桶式儲水槽方形元件模型範例	109
圖 4-32	地上臥桶式儲水槽方形元件模型及參數介面範例	110

圖 4-33	雨水貯集框架_個體元件模型範例	111
圖 4-34	雨水貯集框架_個體元件模型及參數介面範例	112
圖 4-35	地下管列式儲水槽元件模型範例	113
圖 4-36	地上管列式儲水槽元件模型及參數介面範例	114
圖 4-37	地下箱型儲水槽元件模型範例	115
圖 4-38	地下箱型儲水槽元件模型及參數介面範例	116
圖 4-39	地下臥桶式管形儲水槽元件模型範例	117
圖 4-40	地下臥桶式管形儲水槽元件模型及參數介面範例	118
圖 4-41	地下臥桶式儲水槽元件模型範例	119
圖 4-42	地上臥桶式儲水槽圓形元件模型及參數介面範例	120
圖 4-43	基磚組合 (10x7x3)專案範例	121
圖 4-44	包覆(基磚組合 10x7x3) 通用元件模型範例	122
圖 4-45	包覆(基磚組合 10x7x3)通用元件參數介面範例	123
圖 4-46	檢視井(基磚組合 2x2x3) 通用元件模型範例	125
圖 4-47	檢視井(基磚組合 2x2x3) 通用元件參數介面範例	126
圖 4-48	檢視井蓋板通用元件模型範例	127
圖 4-49	檢視井蓋板通用元件參數介面範例	128

摘 要

關鍵詞：建築資訊模型、低衝擊開發技術、減洪設施

一、研究緣起

近年為了發展更佳之防洪減澇方法，著重考慮到整個水文乃至生態體系，符合低衝擊開發（Low Impact Development，簡稱 LID）概念之逕流管理對策已成為台灣都市減洪防洪之重要方向。內政部建築研究所於 103~105 年度建置「低衝擊開發技術容量設計電腦輔助工具」及「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具」，提供規劃設計者從單一 LID 設施設計到複合型 LID 設施設計，進可評估設計容量、建構設計流程，以及檢核減洪成效，完成一以 Microsoft Excel 為平台之 LID 容量設計軟體，作為社區或建築基地開發時的輔助計算工具（以下簡稱「LID 設計工具」）。為了更進一步的提升工具的易用性與實用性，著實需進一步研究在不同低衝擊開發技術規劃設計流程中，所需搭配之各配件或細項元件設施，以貫徹從設施之規劃、容量設計、入出流設計，乃至各規範或工法所需搭配之細項元件選擇等一系列規劃至細部設計流程，進昇為設施細部設計的層面；此過程包含了許多需相互協調的資訊，如設備、規範、型式、樣式、材料、尺寸以及應用原則等，而這些資訊亦需透過搭配相關的產業或產品的資料進而獲得，提供作為進一步元件設施建模或分析時的重要參數依據。本研究延續利用 Microsoft Excel 為主要平台進以建構本案計算、鍵結資訊介面軟體，進以完成應用於都市基地開發時規劃低衝擊開發技術之設計工具。

二、研究方法及過程

依據本研究背景及工作項目，本計畫擬分二年度（106~107年）進行，本年度（106年）之研究方法與步驟簡述如后：

（一）配合「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具」研究計劃成果，蒐集低衝擊開發技術國內外相關產業資料。

1. 文獻收集—除了參考行政院公共工程委員會公共工程經費估算編列

手冊規定，另收集國內外有關LID 技術各設施搭配規劃設計案例、示範範例、規範、研究報告、期刊、網站資訊等，其次透過國內外相關產業或產品資訊網頁、各類期刊及型錄對相關資料進行收集建檔。

2. 資料分析—針對文獻資料進行彙整分析，研究國內外低衝擊開發技術設計案例中產品使用型式與現況，以及使用時相關之輔助設計，進以分析分類各項產品之：(1)型式、(2)規範、(3)工法，並可針對所屬產業概況、產業之類別，並依照該產業之經營項目進行分類，如產品特性、材料、實際設施照片、構造圖、設計尺寸、材質等各項做一整合性之整理分析。
3. 技術諮詢—主要針對國內現有之相關LID建築之產業發展、產品限制、遭運困難及相關技術資料等進行專家諮詢，並進可邀請專家參與座談會。
4. 技術資料更新—依據前述資料蒐集彙整成果，進可提供更新前期計畫所完成之「LID 設計工具」研究成果，修訂並建置完整相關設施資料。

(二) 初步建構LID 建築資訊模組介面及其各元件模型與建議參數。

1. 遴選設施—參考105年度「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究」一案成果，遴選「地上型滯蓄洪設施」及「地下型滯蓄洪設施」為建立模組對象。
2. 模組介面內容—參考國內外現有報告、文獻、案例等相關 LID 建築資訊模組介面建構方式，初步建構「產業及產品資訊介面」。
3. 模組化對象之探討—初步探討並遴選各設施所包含之產品，包括：特性、應用可行性等。
4. 模組介面建置與元件初步建模—初步探討包括各設施之各產品規格、外觀、尺寸、材質及限制條件等並元件建模。

(三) 初步探討LID 建築資訊模型與本所完成之設計工具介面銜接方式。

1. LID 設計工具介面銜接探討：參酌「LID 設計工具」中其相關工具設

計程序、操作介面以及介面間連結計算方式，提供為本研究後續銜接方式之主要依循。

2. 鍵結流程建立：藉由前項已初步建構之「產業及產品資訊介面」及配合「LID 設計工具」計算時須應用之連結相關設計參數需求，進以討論建立本設計工具操作與鍵結流程（包括如產品索引、引用參數範圍等設計資料）。
3. 鍵結方式探討：包括設計工具內鍵結位置、使用之程式撰寫、未來如何直接或間接延續提供BIM 作業程序等。
4. 技術諮詢：主要針對初步建構完成之相關產業 LID 建築資訊模型「產業及產品資訊介面」及銜接方式等內容進行專家諮詢進以修正，必要時可邀請專家參與座談會。
5. 產業資訊介面初步鍵結：綜整前述各項討論、技術諮詢及修正建議，初擬之「產業及產品資訊介面」確定其建構各介面之程序與內容，以及連結程式撰寫，初步程式鍵結「LID 設計工具」與「產業及產品資訊介面」。

（四）延續設計工具系統並修訂精進，完成先期整併與連結產業資訊介面。

1. 藉由前項已完成研究主題有關之各介面建置，先期增訂相關連結與操作程序，更新建置為可與產業資訊相結合之系統，可供不同設施技術、產品間搭配設計之操作介面。
2. 藉由前項已確定之介面與鍵結之程式，包括設計與計算時須應用之相關參數需求，進以修訂完整本設計工具資料庫模組（包括即有之水文、地文等設計參數資料），提供做為精進「LID 設計工具」計算時參數選用之參考依據。
3. 整合前項各工作執行成果，精進並初步完成「LID 設計工具」修訂，先期整併與連結新增之產業資訊介面，可供不同LID 技術間搭配各項產品設計之操作表單及建築資訊模組。

(五) 辦理專家座談會，提供設計工具應用說明及初步測試。

整合前述相關成果辦理專家座談會，邀請對象為：建管、水利、工務等相關單位人員；建築師及相關專業技師等從業人員；以及相關領域專家學者。會中提供相關成果及軟體應用方式說明並現場測試，藉由會議之召開彙整工具軟體改進建議與修訂，以確定研究結果之正確性、增加成果之完整性及應用性。

三、重要發現

本計畫（106 年度）所獲致之重要成果概列如下：

(一) 低衝擊開發逕流管理概念及本計畫發展工具之定位

低衝擊開發（Low Impact Development, LID）之逕流管理為「利用土地規劃和工程設計的方法來管理雨水逕流」，是以分散、小型的滯蓄設施於逕流發生地現地消減逕流（Source Control），是一種有別於集中於下游集水區出口（End-of-pipe）設置大型設施消減逕流之概念與方式。LID 之逕流削減機制包含：設施本身之滯洪（Detention）、滯留（Retention）調節；排放、溢流控制；貯留；入滲等，有別於基地保水設計僅考慮 24 小時貯留與入滲量體。

本計畫之源起乃是因應建築技術規則建築設計施工篇第四條之三、以及相關政府規定設置雨水貯集滯洪設施消減逕流之規定，提供建築師一簡易操作之容量計算及細部設計工具為目的。而本年度計畫則是延用、精進此計算工具，建構並鍵結廠商資料庫、元件資料庫、建築資訊模型（BIM）軟體，進一步發展為「低衝擊開發建築資訊設計工具」，以貫徹從設施之規劃、容量設計、乃至各規範或工法所需搭配之細項元件選擇等一系列規劃至細部設計流程，使研究成果迎合國內建築政策發展趨勢並落實於實務設計應用層面。

(二) LID設施之族群元件建構遴選

LID 設施種類多樣，各設施所涉及之元件數量繁多且各不相同，若所有設施皆考慮建置所需工作量極大。因此，本計畫首先探討並比較各設施，作為本年度計畫 BIM 建置對象之遴選。設施之選擇主要是延續「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究」一案成果，以四種減洪效益較大且應用較廣之設施，

分別為：地上型滯蓄洪設施、地下型滯蓄洪設施、透水鋪面、以及屋頂綠化設施，作為本年度計畫 BIM 建置對象之遴選。本年度 BIM 元件模型建置將先以「地上型滯（蓄）洪設施」與「地下型滯（蓄）洪設施」為主要研究對象。在建築資訊模型建構應用工具遴選方面，Autodesk Revit 軟體是目前國內最常用之建築資訊模型建構應用工具，且目前台灣建築中心元件資料庫也多以此軟體構建。因此，考量上述工具之特性及未來易於推廣應用，本計畫在 LID 族群元件建構上，將以 Autodesk Revit 為建構工具進行 LID 通用模型元件建構。

（三）LID設施構造及設計彙整

本計畫針對五種設施型式，依其各項設計其雨水儲存相關設備構造、設計流程、結構特性，以及進水、溢流、排放等方式資訊進行分類與探討。雖然各設施所包含之構造不盡相同，但針對各主要設計項目大致可歸納為：主體部分，如：滯蓄儲存空間、透水性面層等；配件部分，如輸水設施、沉砂或淨水設施、動力設備；以及其它等各細項設計，包括：連接之管材等。

（四）LID設施建築資料彙整及建築資訊介面之建立

本計畫資料蒐集之對象將以「主體部分」為主，其次將斟酌主體需求須增設之附件部分亦進行相關產品蒐集彙整，相關建築資訊彙整如下：

- 產品分類：主要為本產品適用之範圍，如地上型/地下型滯蓄洪設施、透水鋪面設施、屋頂綠化或雨水花園設施設備等。
- 產品選擇：主要提供給使用者與後續系統容量計算工具鍵結時使用之預備表格（含選擇按鈕可執行計算功能）。
- 廠商基本資料：主要為公司名稱、廠商地址、電話、主要聯絡人以及網址或 E-mail 等資訊。
- 產品內容：包括產品型式、代號或型號等。
- 主要參數：包括產品的尺寸，如長、寬、高，或是直徑/半徑等；以及蓄容體積、主要材質等（備註：可拋轉至建築模型應用之參數項目）。
- 其它參數：包括產品的重量、容許應力（以地下型產品為主）、滲透係數（以滲透性產品為主）等。
- 照片：提供產品照片對照。

利用上述彙整之資料，進一步建構 Excel 格式之「建築資訊庫」及「建築資訊介面」，以利「複合型 LID 滯蓄洪系統容量設計工具」軟體鍵結使用，亦可作為後續開發建築資訊 LID 元件設計通用模型之參數拋轉應用參考。

（五）建築資訊介面操作及參數拋轉流程之建立

本研究容量設計工具參數輸出主要可分為兩階段，第一階段參數輸出-各集水分區 LID 容量設計參數輸出：透過水文分析資料以及 LID 選擇等子介面之建構等，完成第一階段輸出後，直接可進入建築資訊操作介面進行相關產品設計。第二階段參數輸出-各集水分區 LID 建築資訊參數輸出：「LID 建築設計彙整表」主要顯示各子集水分區 LID 設施經前階段建築資訊介面選擇需要之廠商及產品相關設計後，選擇之廠商名稱、基本資料及主要參數等彙整為輸出表單，可提供使用者存檔及參數轉出使用，包括：長度、寬度、高度、容量以及使用數量等。

整體過程中主要階段可包含由系統容量設計-建築資訊介面-參數拋轉-建築資訊模型。現階段程式計算成果已完成自動參數轉出過程，惟仍需由手動將參數轉入至 BIM 元件各項參數，而所遴選之各建築資訊介面可進一步對應至後續建築元件模型之應用。

（六）LID主體元件建築資訊模型建置原則

本計畫之模型建構以通用模型之建置為主，建置原則及所包含參數擬定如下：

1. 外觀型式：為必要之資訊，主要需包括整體外觀、溢流口、排水口、檢視井/口，其它則視需要可加建如入流口之設計等。
2. 主要設計參數：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型外觀尺寸、各式孔口及相對應位置之設計參數值等。包含：元件模型外觀參數、設計之孔口位置參數、開口尺寸參數、容量、
3. 其它設計參數：檢視井/維修口位置、檢視井/維修口尺寸、空隙比、檢視井/維修口頸部尺寸、檢視井/維修口蓋板尺寸等。
4. 元件自動計算參數（非供設計之參數）：由內鍵之計算公式，使用者不必填寫僅由程式自動計算；為提供設計時需引用特殊參數參考或提供設

計過程中程式需求之依循數值，包括：有效容量、相關尺寸參考值等

5. 其它供識別資料與設計參考參數（非必要之資訊）：廠商資訊、材料或材質等。

（七）LID主體及附件元件建築資訊模型建構

本計畫已完成可供配套應用之通用元件模型（Autodesk Revit Model）如下。

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
地上型滯蓄洪設施	雨水貯集槽設計	管列式儲水槽通用元件.rfa
		圓桶型儲水槽通用元件.rfa
地下型滯蓄洪設施	組合型基磚設計	臥桶式儲水槽方形通用元件.rfa
		臥桶式儲水槽圓形通用元件.rfa
		雨水貯集框架通用元件.rfa
		管列式儲水槽通用元件.rfa
		箱型儲水槽通用元件.rfa
		臥桶式儲水槽通用元件.rfa
		臥桶式管形儲水槽通用元件.rfa

本研究初步完成可供配套應用之附件通用元件模型（Autodesk Revit Model）如下。

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
地下型滯蓄洪設施	組合型基磚設計	包覆 I 型通用元件.rfa
		檢視井(矩形)通用元件.rfa
		通用檢視井(圓形)通用元件.rfa
		檢視井蓋板(矩形)通用元件.rfa
		檢視井蓋板(圓形)通用元件.rfa
		爬梯 I 型通用元件.rfa

四、主要建議事項

建議一

低衝擊開發技術容量設計與建築資訊模型整合建置應用計畫：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

本計畫已初步透過蒐集國內外相關產業的資料後彙整、分類，初步建構「地上型滯蓄洪設施」及「地下型滯蓄洪設施」元件模型與其介面模組，並初步與本所完成之輔助計算工具銜接運用。為增進基地減洪系統容量設計與 BIM 的結合應用，後續建議以本年度之研究成果為基礎，精進已建構成果並增列「透水鋪

面」、「屋頂綠化」等設施設計，完成其相關之廠商資訊介面模組的建構、相關參數的拋轉方式建構、建築元件模型與其建築產業資訊相結合，進以完成建立相關元件資料庫。透過此整合建構建構，將基地減洪設施系統容量設計與建築設計相關產業資訊相結合，以利未來發展應用於 BIM 設計，提昇減洪設施在建築設計之應用性。

建議二

複合型基地減洪系統最適化容量配置評估工具之研究：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

在基地中分散配置不同型式雨水貯留設施（如：滯洪、滯留、入滲設施等），可吸納區域排水系統排放不及之多餘逕流減輕排水負荷。目前之規劃方式多為選定設施之設置容量，進而推估其減洪成效，若無法達到預期則需反覆重新設計（Trial and Error 方式），而在相關之衍生效益，如保水、入滲；以及成本估算等；此部分目前則尚無相關成本-效益評估方法可供依據。

因此，如何以「最適化」之概念，「一次性」的設計方式，選擇適合之配置方案，實為重要之決策資訊。研究成果可對一系列可能的方案進行成本-效益分析，遴選出最符合實際需求的基地減洪方案，有助於規劃者在實現基地減洪/保水等目標的前提下節約整體費用投資，達到整體效益最大化。然目前並無相關之理論與方法可茲依循，建議未來可朝此方向進行研議。

ABSTRACT

Keywords: BIM, Low-impact development techniques, Flood mitigation facility.

The flooding in the city is getting worse because of large-scale development, high density of population and ecological destruction in urban area in recent years. To mitigate the impact of development on the water environment, the government and the private development industry are beginning to low-impact development techniques (LID, such as flood mitigation facilities).

Although the application of LID techniques becomes more widespread gradually, but some building information are very difficult and complex. In the planning and design process for reduction the impact of water environment due to urban development, how to simplify the design work, provide the useful tool with computer-aided for multi-link LID facilities capacity estimate and BIM design is very important.

According to the research purpose, the research findings are:

1. Integration and illustration of the LID concept definition and application for multi-link LID capacity design tool.
2. Selection significant reduction of flood-effective LID techniques and BIM software.
3. Investigating the building information of LID facilities.
4. Developing the LID building interface and flowchart of parametric transformation
5. Developing the parametric rules of LID BIM universal elements
6. Establishing the LID BIM elements of universal and subsidiary design

The research major suggestions are:

1. Research of BIM for multi-link stormwater runoff mitigation systems on building lot can be started right away
2. Research on the optimum storage volume of multi-benefit stormwater runoff mitigation systems on building lot as a mild-term suggestion.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起與背景

人為土地使用對地表水文之影響，主要為改變降雨、入滲與逕流間之比例關係，因此地區都市化現象，常易導致地區排水問題，而適當之逕流抑制不但可抒解地區之排水問題，更可維持水文體系之平衡；近年為了發展更佳之防洪減滯方法，著重考慮到整個水文乃至生態體系，符合低衝擊開發（Low Impact Development，簡稱LID）概念之逕流管理對策已成為台灣都市減洪防洪之重要方向。LID 主要在描述「利用土地規劃和工程設計的方法來管理雨水逕流」，概念上是以分散式、小規模的就源頭處理設計，透過入滲、過濾、貯存三功能，配合蒸發及延遲逕流之工程設計，並結合都市土地規劃、景觀等面向，以達成改善水質、減少暴雨逕流量之目標（資料來源：水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫，內政部營建署）。

都市開發的同時如何結合治水與防洪之理念，內政部營建署、內政部建築研究所、經濟部水利署，以及各地方縣市政府等相關單位在近年持續進行一些相關之研究、課題、設計或工程案例。此外內政部建築研究所近幾年亦持續發展從LID的規劃到容量設計，進而開發提供簡易的LID 設施電腦輔助設計工具；包括102年出版「社區及建築基地減洪防洪規劃手冊」，提出減洪防洪設施（相當於低衝擊開發技術）規劃流程、配置方式，以及簡易水文評估及積點成效評估方法；為了增加規劃設計者設計之意願，落實推動都市暴雨的管理及基地開發逕流抑制，在滿足相關規則條件下，簡化模擬設計工作，續於103～105 年度將低衝擊開發滯蓄洪設施容量及設計方法模組化，建置「低衝擊開發技術容量設計電腦輔助工具」及「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具」，提供規劃設計者從單一LID 設施設計到複合型LID 設施設計，進可評估設計容量、建構設計流程，以及檢核減洪成效，完成產出一以Microsoft Excel 為平台之LID容量設計軟體，作為社區或建築基地開發時的輔助計算工具（以下簡稱「LID 設計工具」）。研

究成果「LID 設計工具」中已結合「地上型滯蓄洪設施」、「地下型滯蓄洪設施」、「雨水花園」、「透水鋪面」及「屋頂綠化」五種技術設施，可模擬基地範圍中地表逕流與各設施搭配組合可能，更包含了集水、入流、出流、貯蓄及入滲等簡易的水文水力計算功能，此模擬計算概念之發展亦是為了整合模擬情境中分散的各種不同功能之LID 設施串併聯過程，以及評估各設施減少各分區基地逕流體積，所進行LID 設計到減洪成效模擬過程。

此外工具建置為複合型LID 模組化程序過程，包含了設計時所需的各項介面，係由一系列基本子介面所組成，子介面功能包括集水分區、設施容量、重力排水、動力排水以及底層入滲等設計與計算，並建立該模組相關水地文計算參數資料庫，以供計算時連結使用。

然而上述研究成果中為了更進一步的提升工具的易用性與實用性，著實需進一步研究在不同低衝擊開發技術規劃設計流程中，所需搭配之各配件或細項元件設施，以貫徹從設施之規劃、容量設計、入出流設計，乃至各規範或工法所需搭配之細項元件選擇等一系列規劃至細部設計流程，進昇為設施細部設計的層面；此過程包含了許多需相互協調的資訊，如設備、規範、型式、樣式、材料、尺寸以及應用原則等，而這些資訊亦需透過搭配相關的產業或產品的資料進而獲得，提供作為進一步元件設施建模或分析時的重要參數依據。

在這樣需要跨不同產業或產品的理想情境，中間的工作介面與參數鍵結關係很重要，且如何在設計過程中提供決策資訊，也是很關鍵的議題；因此如何將「LID 設計工具」與產業或產品等資訊平台進一步鍵結，對此除了可應用資訊介面的建構與工具軟體的連結外，未來更可透過建築資訊模型（Building Information Model，簡稱BIM）技術深化「LID 設計工具」在建築基地減洪設計之內容，包含使用元件建模與分析程式的設計過程。過去幾年來建築資訊模型在營建產業已蔚成一股不可忽視的趨勢，BIM具有連結3D 建築模型到各種分析工具的能力，可以提高精確度、降低錯誤、同步化設計，並已漸納入政府公共工程的需求中。

貳、研究目的

因都市化促使土地使用密集對地表水文影響加劇，常易導致地區排水問題、都市水患與水資源短缺，因此建築基地開發的過程中適當之逕流抑制不但可解決地區之排水問題，更可維持水文體系之平衡。為了能加強提升建築基地減洪/防洪之目標，透過建築、土木工程併同LID 技術之設計，精進都市與建築減災調適之優質環境；而近年在電腦科技與網路興起的背景下，使得建築、土木等工程技術日益進步。隨著科技的進步從計算機發展到電腦，對於數值的計算也愈來愈方便，然而雖然省去了繁複的計算工作，卻必須建立從電腦計算後各種答案判斷其正確性及適用性，培養判斷與決策的能力。此外，產品設計隨著電腦資訊發展開發過程漸漸自動化，透過簡單電腦繪圖與程式作業，即可獲得外型、結構等基本資訊。隨著電腦軟硬體의成熟結果呈現也從傳統2D 的平面圖層進階到3D 的立體資訊，如近年來建築資訊模型（BIM）在輔助規劃者設計與工程施作的優勢也已驗證能提高實際工程的效率，也證明能應用於建築物生命周期裡工程進行可能遇到的衝突預先防範。

建築基地開發與複合型低衝擊開發技術相互搭配設計過程中，其規劃、容量設計、細部設施設計等層面應提供一套簡易操作與運算之計算介面，進而建置完整之電腦輔助LID 設計系統工具。本研究除延續利用Microsoft Excel 為主要平台進以建構本案計算、鍵結相關建築資訊介面之軟體，進以完成應用於都市基地開發時規劃低衝擊開發技術之設計工具。藉由本研究之進行預期可達下列目的：

1. 相關 LID 建築（產業或產品）資訊介面建構

對於LID 技術組成細部元件與設施，包括從集水、貯集、排放、入滲等過程，初步建構各過程施作中主體相關之產業或產品資料，可包含型式、樣式、材料、尺寸以及應用原則等，輔以資料庫建檔及資訊介面之建構完成，提供LID 在工程規劃上參考、利用及本設計工具鍵結使用。

2. 設計工具更新建置

對於開發基地面對複合型 LID 技術設施共組條件下，提供設計1 種或搭配多種低衝擊開發技術其規劃、搭配順序、容量計算等層面，並可連結相關產品資

訊之設計軟體，研提一套簡易操作、運算、輸出以及評估減洪成效等之輔助設計工具。

3. 先期建立 LID-建築資訊元件模型

完成 LID 相關元件建模與系統參數資訊介面建構，初步提供銜接建築資訊模型應用之資料，應對未來落實 LID 工程技術併整至 BIM 系統架構提供相當之助益，進一步提升本研究之應用深度與廣度。

4. 操作與示範

延續前期「LID 設計工具」建置成果，更新並完成鍵結產業產品資訊介面，進以先期建立完成「基地減洪設施建築資訊設計工具（草案）」，並提供示範案例規劃流程及工具操作說明，透過專家座談及系統測試說明等召開，應對未來本工具使用者（建築師或其它業者）提供明瞭易懂的操作方式與相關說明。

5. 宣導與推廣

在面對未來相關策略推廣與落實設計過程中，可對未來的設施設計規劃者（建築師或其它業者）透過本研究之成果進行平台合作、宣導，協助輔助學習利用本研究開發的軟體工具，以發揮最大的作用。

在建築工程的資訊整合上，建築資訊模型/管理具有從初期階段即能掌握工程預算，在工程施工階段則能反映工程管理介面問題，更能在使用階段提供務業整合管理的特性，因此具有未來發展的必然性。本研究最重要的面向除了在於研擬一套可供國內各界在面對複合型低衝擊開發技術設施規劃設計時，所應用之簡易的電腦輔助計算工具外，透過 LID 建築設計資訊模型的先期建構成果，結合低衝擊開發技術規劃設計及其建置時所需搭配之建築設計產業，配合執行過程中所蒐集國內外相關產業產品的資料後彙整及分類，進而建構元件模型與其資訊介面模組，與輔助計算工具進行銜接運用，將低衝擊開發滯蓄洪容量設計工具延伸包含產業或產品的資訊。本研究可將 LID 容量設計輔助計算工具輸出結果，未來進一步延伸可提供作為 BIM 設計相關資訊之依據，亦可由本案成果表單之輸出，以利提供後續建構 BIM 之工程數量檢核、輸出明細表/數量等 LID 相關建構時資訊的支援。依據本研究背景及工作項目，本計畫擬分二年度進行，各年度之

研究方法與步驟簡述如后各節。

第二節 本年度（106 年）研究方法與步驟

壹、配合「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具」研究計劃成果，蒐集低衝擊開發技術國內外相關產業資料。

本研究將延續前置計畫「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具（以下簡稱LID 設計工具）」相關之技術型式、設計方式與設計流程等成果，進一步精進並針對其相關國內外產業或產品等資料蒐集、彙整。其中蒐集對象擬將著重在於不同低衝擊開發技術設施其相關之主體部分（如貯集槽體、排水保版、鋪面層...等）各部分之資料彙整；主要之收集方式將以國內外與研究主題有關之相關文獻、廠商資訊及產品型錄（網路）、建材展覽等各公開方式進行資料索取，此外亦包括規劃設計案例、研究報告及施工設計案例等，探討分析其使用概況或遭遇問題等。收集分析方式概述如下：

1. 文獻收集—除了參考行政院公共工程委員會公共工程經費估算編列手冊規定，另收集國內外有關LID 技術各設施搭配規劃設計案例、示範範例、規範、研究報告、期刊、網站資訊等，其次透過國內外相關產業或產品資訊網頁、各類期刊及型錄對相關資料進行收集建檔。
2. 資料分析—針對文獻資料進行彙整分析，研究國內外低衝擊開發技術設計案例中產品使用型式與現況，以及使用時相關之輔助設計，進以分析分類各項產品之：(1)型式、(2)規範、(3)工法，並可針對所屬產業概況、產業之類別，並依照該產業之經營項目進行分類，如產品特性、材料、實際設施照片、構造圖、設計尺寸、材質等各項做一整合性之整理分析。
3. 技術諮詢—主要針對國內現有之相關產業發展、產品限制、遭運困難及相關技術資料等進行專家諮詢，並邀請專家、廠商代表參與座談會。
4. 技術資料更新—依據前述資料蒐集彙整成果，進可提供更新前期計畫所完成之「LID 設計工具」研究成果，修訂並建置完整相關設施資料。

貳、初步建構 LID 建築資訊模組介面及其各元件模型與建議參數。

延續「LID 設計工具」前期建置成果，針對「地上型滯蓄洪設施」、「地下型滯蓄洪設施」，以及「透水鋪面設施」、「雨水花園設施」等四種低衝擊開發技術設施建築時其施作、產品內容、建議參數等相關資訊建檔，並進以初步模組化為「LID 設計工具」使用之介面，進以研提適合後續本研究應用在BIM 連結之基礎。其研究方法初擬概述如下：

1. 模組介面內容—參考國內外現有報告、文獻、廠商案例等相關 LID 建築資訊模組介面建構方式，供後續本研究介面內容與元件設計架構參考。
2. 模組化對象之探討—初步探討並遴選各設施所包含之產品，包括：特性、應用可行性等，進行分析比較：
 - (1) 產品型式應用在本研究之可行性—包括探討提供本研究模組對象、所需功能等，並初步探討其產品設施應用適用性、取得容易度及市場應用現況（包括如需基本資料之取得難易度，以及台灣應用可行性）等。
 - (2) 產品型式遴選建議—依據上述分析比較，LID 針對各技術設施遴選各類相關產品型式進行後續研究。初擬評估原則可包含：
 - 單位貯蓄量：單位貯蓄量為單位設置面積或長度的逕流貯集量，其涉及設施之設置效益，單位貯蓄量高則設施設置之減洪效益大。
 - 市場普遍性：涉及產品資料的取得、成品價格的民眾接受程度；應遴選以不具獨佔市場之相關產品為主。
3. 模組介面建置與元件初步建模—遴選本年度預建置LID之設施型式，初步探討包括各設施之各產品規格、外觀、尺寸、材質及限制條件等，進行分析比較並元件建模：
 - (1) 遴選設施—參考105年度「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究」一案成果，遴選「地上型滯蓄洪設施」及「地下型滯蓄洪設施」為主要建立模組對象。
 - (2) 模組介面所需之相關數據，包括討論產品介面提供之內容項目，如規格、

型式、尺寸及限制條件等，以及所需之元件模型，並建立其參數並針對其資訊建立可供後續連結「LID 設計工具」使用之資料庫。

(3) 元件初步建模：以Autodesk Revit軟體進行產品元件圖示建構或相關構造視覺化建立等。

(4) LID 建築資訊模組介面初步建構：延續利用Excel 函數建置產業及產品介面。

參、初步探討 LID 建築資訊模型與本所完成之設計工具介面銜接方式。

參考前期計畫所完成之「LID 設計工具」中各種技術連結各模組方式，初步完成前述LID 建築資訊模型「產業及產品資訊介面」鍵結方式，研提整併與銜接程序，以因應不同設計需求。其研究方法概述如下：

1. LID 設計工具介面銜接探討：參酌「LID 設計工具」中其相關工具設計程序、操作介面以及介面間連結計算方式，提供為本研究後續銜接方式之主要依循。
2. 鍵結流程建立：藉由前項已初步建構之「產業及產品資訊介面」及配合「LID 設計工具」計算時須應用之連結相關設計參數需求，進以建立本設計工具操作與鍵結流程（包括如產品索引、引用參數範圍等設計資料）。
3. 鍵結方式探討：包括設計工具內鍵結位置、使用之程式撰寫、未來如何直接或間接延續提供參數拋轉於BIM 作業程序等。
4. 技術諮詢：主要針對初步建構完成之相關產業 LID 建築資訊模型「產業及產品資訊介面」及銜接方式等內容進行專家諮詢進以修正。
5. LID建築資訊介面初步鍵結：綜整前述各項討論、技術諮詢及修正建議，初步建構之「產業及產品資訊介面」確定其各介面之程序與內容，以及連結程式撰寫，初步完成鍵結「LID 設計工具」與「產業資訊介面」，並增訂「操作介面/按鈕」，以提供更便捷、流暢之軟體工具操作。

肆、延續設計工具系統並修訂精進，完成先期整併與連結產業資訊介面。

1. 藉由前項已完成研究主題有關之各介面建置，先期增訂相關連結與操作程序，更新建置為可與「建築資訊」相結合之系統，可供不同設施技術、產品間搭配設計之操作介面。預計另需更新介面部分包括：
 - (1) LID 設施型式對應部分：針對各種LID 設施型式可選擇不同主體需求，以及其它相關設施或設備選項。
 - (2) 基本條件輸入部分（參數輸入）：包括如廠商資訊、產品名稱、尺寸、受限制部分...等。
 - (3) 輸入條件（自動選項或由使用者輸入）：國內各種技術工法、規範等要求之各項參數。
 - (4) 工具運算：各單元或主體之數量計算等。
 - (5) 其它各介面欄位修訂（包括基本條件輸入欄位、限制條件輸入欄位、設施容量設計輸入欄位、檢核及成果輸出欄位等），以及相關技術設施之設計示意圖、搭配之產品示意圖...等。
2. 藉由前項已確定之介面與鍵結之程式，包括設計與計算時須應用之相關參數需求，進以修訂完整本設計工具資料庫模組，提供做為精進「LID 設計工具」計算時參數選用之參考依據。
3. 整合前項各工作執行成果，精進並初步完成「LID 設計工具」修訂，先期整併與連結新增之建築資訊介面，可供不同LID 技術間搭配各項產品設計之操作表單及參數。

伍、辦理專家座談會，提供設計工具應用說明及初步測試。

整合前述相關成果辦理專家座談會，邀請對象包括有：建管、水利、工務等相關單位人員；建築師及相關專業技師等從業人員；以及相關領域專家學者。會中提供相關成果及軟體應用方式說明並現場測試，藉由會議之召開彙整工具軟體改進建議與修訂，以確定研究結果之正確性、增加成果之完整性及應用性。

第三節 第二年（107 年）研究方法與步驟初擬

壹、持續彙整各產業資料完成分析與分類，建置國內適用之產業相關圖說、照片與設施說明（包括規範、型式、樣式、材料、搭配的尺寸以及應用原則等）。

延續第一年研究成果，並更新前項工作成果所蒐集之資訊，以及探討第一年工作遭遇問題，分析並改進等，另持續彙整各產業及產品資料，工作收集與研究主題有關圖說、照片與設施說明（包括工法、規範、型式、樣式、材料、搭配的尺寸、限制以及應用原則等）等，分析分類並延續建檔之工作，最後輔以完成建構LID 建築資訊模組介面及其各元件模型與建議參數。

貳、先期建立低衝擊開發技術建築設計資訊模型。

延續第一年研究成果，更新前項工作成果所蒐集之資訊，完成相關程式鍵結及各介面欄位之修訂，以及相關技術設施與搭配之產業資訊元件資料、示意圖、參數設定等，先期完成低衝擊開發設施在建築設計資訊模型之應用基礎。

參、分析與整合本所工具介面所需之參數，並建構銜接系統參數資料。

延續第一年研究成果及前述低衝擊開發技術建築設計資訊模型之建立，修訂本所設計工具內鍵結位置、使用之計算程式撰寫、銜接之程式撰寫等，以及「LID 設計工具」內建相關連結所需之參數（包括如產品索引、引用參數範圍等設計資料等）與修訂完整本設計工具資料庫各模組，進以完成銜接系統之整合工作。

肆、示範案例遴選及進行模擬與分析。

為探討精進後之「LID 設計工具」之相關設計易用性，以及提供使用者更明確的工具操作步驟、流程之認識，本工作提供模擬案例區規劃配置低衝擊開發技術設施相關之容量設計至相關產品設計再至減洪成效分析等連續之步驟流程建立。研究方法研擬以下二步驟茲概述如下。

1. 案例區遴選（草案）

配合現有的計畫示範案例建議位置，如內政部建築研究所 105 年「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究」中案例成果持續應用比較，或遴選

新案例示範區進行模擬。

2. 工具測試設計及效益評估

建置案例區低衝擊開發技術規劃流程，以及減洪目標擬定等，利用本工具模擬設施配置貯集/滲透能力測試，探討分析其模擬測試功效，並進行工具修訂。

伍、進行工具整併與連結產業資訊介面，並辦理「低衝擊開發建築資訊設計工具」測試專家座談會，提供系統應用說明及測試。

完成前述研究成果整併之工作，包括整併產業資訊介面、資料庫、計算程式與設計工具等之鍵結與銜接，此外本研究為瞭解整併後之「LID 設計工具」軟體之各項功能可能遭遇之問題及工具建構內容未盡事項，以提升本工具實務設計應用之價值，於計畫期間擬召開辦理專家測試座談會。工作方式擬定包括：

1. 專家系統測試座談會召開

擬將邀請國內相關領域有豐碩成果與經驗之專家學者及產業界成功之先進擔任委員，提供給本工具軟體整合、精進及改正建議。

2. 操作手冊建立（草案）

配合前述完成之工具更新改編「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具手冊」，進以提供使用者操作「LID 設計工具」軟體之各項功能，其中包括複合型配置、設計流程、產品之設計，以及相關參數及應用原理說明等。

依據上述各項工作項目與內容，本研究之執行流程與步驟如下圖 1-1 及圖 1-2 所示。

執行計畫流程（106年）

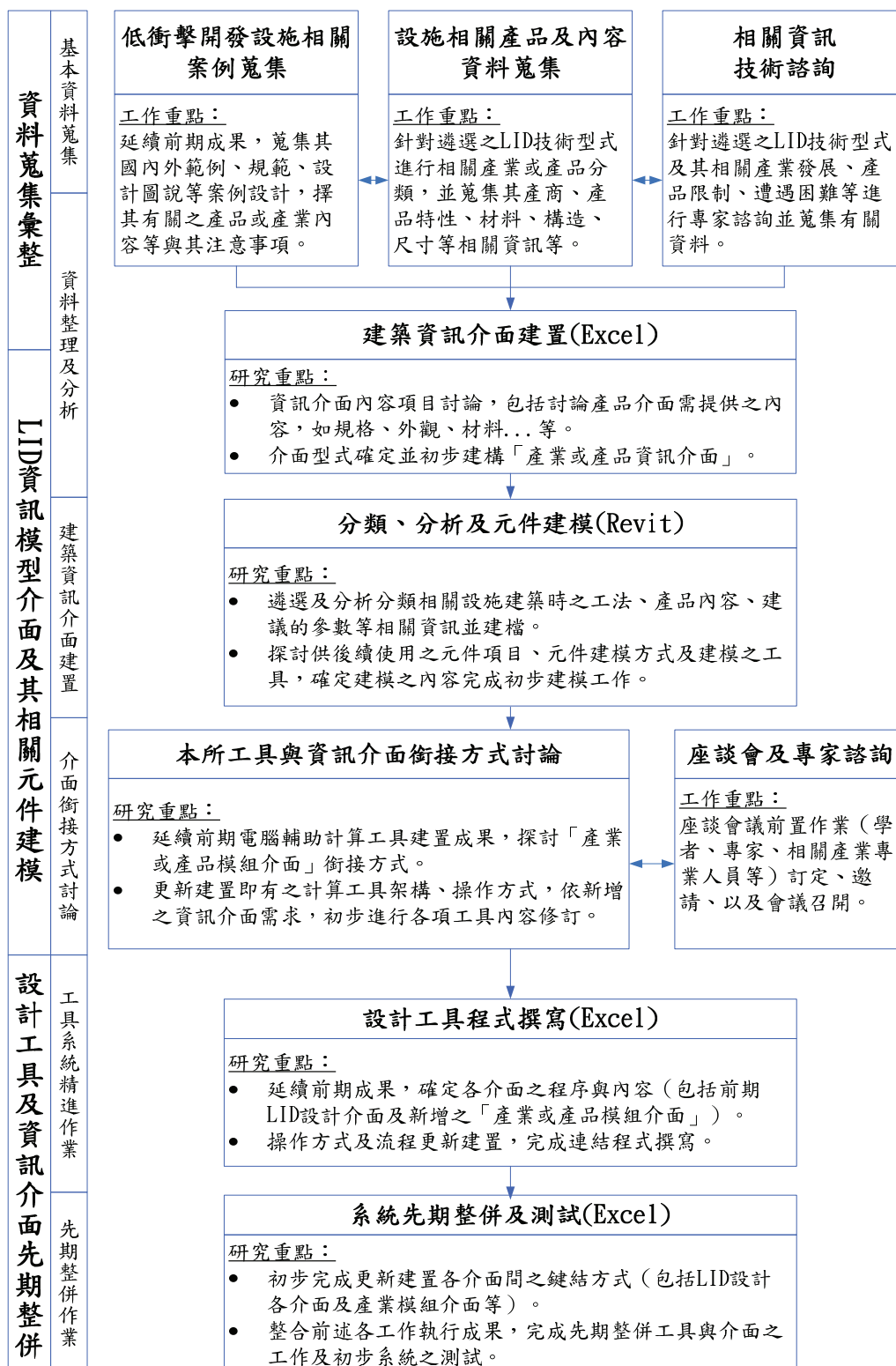


圖 1-1 研究流程圖（106 年度）
（資料來源：本研究結果）

執行計畫流程（107年）

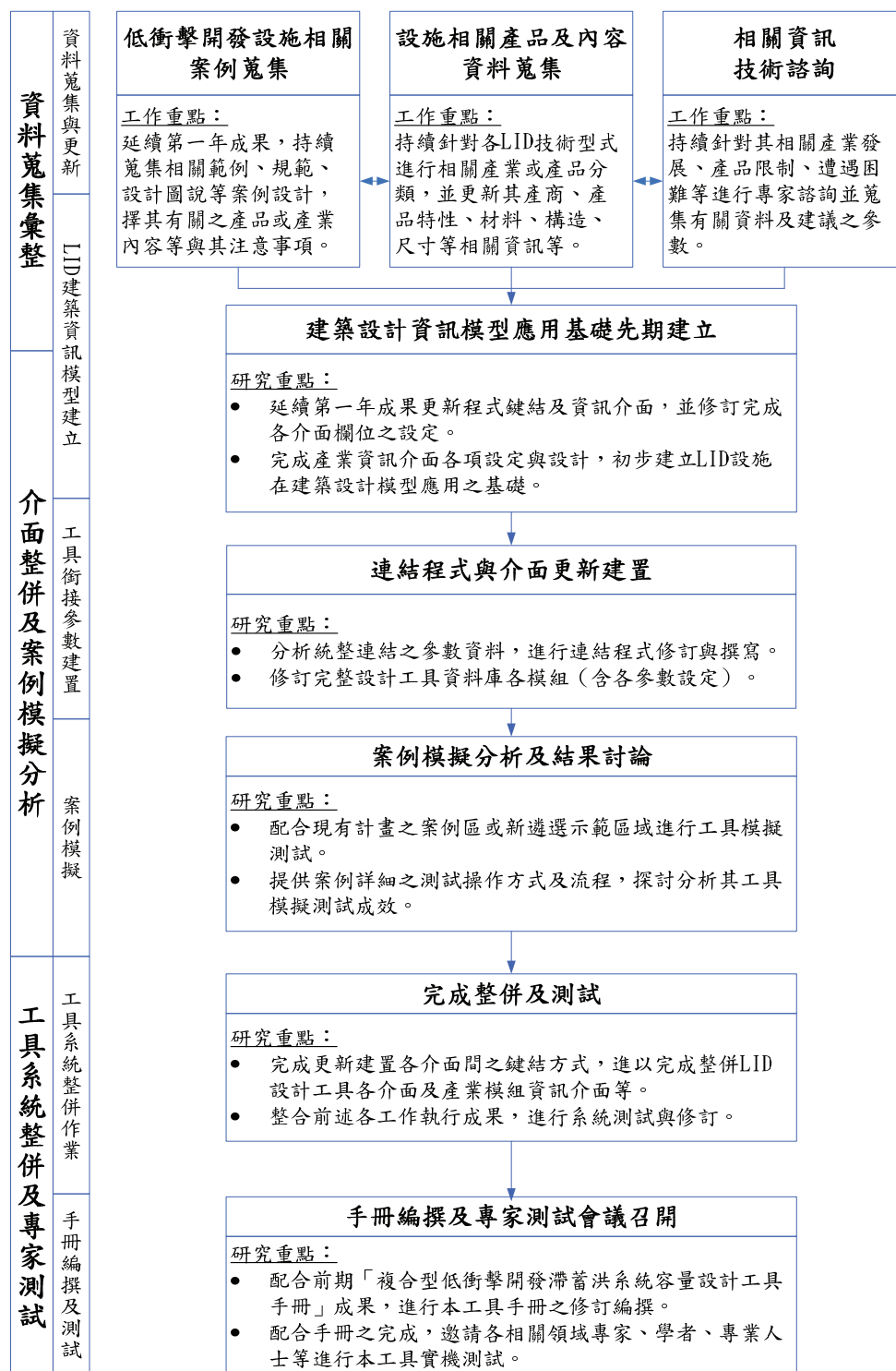


圖 1-2 研究流程圖（107 年度）

（資料來源：本研究結果）

第四節 研究進度

依據本研究之目的及研究內容，本年度（106 年）計畫迄至期末報告繳交期間，工作執行進度內容如圖 1-3 所示。

月 工作項目	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
LID 設施及相關產業等資料蒐集											
有關本研究資訊資料分析分類及介面內容討論											
元件項目討論及建模（含參數建立）											
建築資訊介面初步建立											
本所工具與產業資訊介面銜接方式初擬											
技術諮詢及專家座談											
本所工具各模組介面內容修訂											
新增之產業資訊介面連接程式撰寫											
工具程式初步整併測試											
計畫期中、期末報告撰寫											
第一年資料蒐集分析報告修改及定稿											
預定進度 (累積數)	2%	9%	18%	30%	41%	52%	63%	76%	89%	95%	100%

圖 1-3 本年度（106 年）研究進度及工作執行甘地圖
（資料來源：本研究結果）

第二章 LID 設計及建築資訊介面建構說明

建築資訊介面可結合多項軟體及作業方式來整合執行，也可以一主要軟體來完成作業。以下本章將針對本年度 LID 其技術定位、設計工具與資訊介面建置成果，並進而針對建築資訊模型應用現況及元件建構方式等進行說明。

第一節 本研究低衝擊開發技術定位與分類

人為土地使用對地表水文之影響，主要為改變降雨、入滲與逕流間之比例關係，因此地區都市化現象，常易導致地區排水問題，而適當之逕流抑制不但可抒解地區之排水問題，更可維持水文體系之平衡；為了發展更佳之防洪減澇方法，符合低衝擊開發概念之逕流管理對策已成為近年都市減洪防洪之主要方向。

壹、本研究低衝擊開發技術定位

低衝擊開發（Low Impact Development，簡稱 LID）一詞為加拿大和美國早期使用之名詞，描述「利用土地規劃和工程設計的方法來管理雨水逕流」，概念上是以分散式、小規模的就源頭處理設計，透過入滲、過濾、貯存三功能，配合蒸發及延遲逕流之工程設計，並結合都市土地規劃、景觀等面向，以達成改善水質、減少暴雨逕流量之目標（資料來源：水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫，內政部營建署）。本技術最早僅於美國執行，後續逐漸拓展至其他國家，目前台灣針對低衝擊開發技術概念，從訂定法規到設計規範已見雛形但仍在積極發展階段。目前各國雖未必皆使用「低衝擊開發技術」名詞，但多是以暴雨管理概念為其中心設計概念，整理各國概念及主要名詞彙整如表 2-1 所示。

表 2-1 國內外相關低衝擊開發技術概念彙整

組織或國家	名稱	定義
聯合國	相容性的開發	都市開發後應與環境、生態相容，不破壞原有的生態環境，是以開發應主要對環境造成最低衝擊為原則，不論是新開發或既有開發都應該符合這個原則。

美國 (住宅和都市發展部)	低衝擊開發 (Low Impact Development)	為利用各種土地規劃和設計之措施與技術，同時可保育自然資源系統，並降低建造成本之土地開發方法。
美國 (環保署)	低衝擊開發 (Low Impact Development)	在土地開發或整建時，盡可能利用與自然構造相似的設計設施，透過滲透、貯留及蒸發等功用，減少暴雨逕流量，減輕雨水下水道排水負荷，進行雨水管理，有效解決都市排水問題。
美國 (西雅圖普捷海灣)	低衝擊開發 (Low Impact Development)	主要是提供給普捷海灣地區之雨水管者或區域規劃者，如何執行低衝擊發展技術、目標及規格等，提供相關作法及程序，以達到該區雨水逕流量削減之目的
加拿大	暴雨源頭控制設計 (Stormwater Source Control Design)	主要是針對加拿大第三大城市溫哥華地區，在都市開發後暴雨源頭控制其出流量技術，整體重點主要在景觀區的設計與規劃，透過植物植生方式、土壤滲透、滯留、截留及蒸發散等各項技術細節，以控制暴雨雨水的流出。其技術種類除了包括可保水的方式、沼澤體系（可入滲系統）、雨水花園設計、透水鋪面設計、綠屋頂以及滲透測溝（渠）配置等。
英國	永續城市排水系統 (Sustainable Urban Drainage System, SUDS)	不刻意強調暴雨管理手段；可以窪地、池塘和下水道等結構性措施，搭配土地管理、公眾教育等非結構性措施，以保水、滲透方式處理或再利用逕流，強調保水概念更勝於傳統將逕流快速排導至下游的概念。目標為減少洪災衝擊，移除污染物，並融入景觀及都市設計，強化並保護自然環境等。
澳洲	水資源敏感都市設計 (Water Sensitive Urban Design, WSUD)	整合暴雨管理、都市設計及景觀規劃三面向，期以達成：(1)貯留降雨、減少並淨化逕流；(2)改善都市水環境，降低都市開發對環境衝擊；(3)結合建築、景觀設計，以水資源管理面向切入都市及區域規劃，規範都市計畫的設計與利用。
日本 (國土交通省都市地域整備局)	雨水浸透設施	主要為有效補充涵養地下水、復活泉水、恢復河川基流、改善生態環境條件及降低洪峰流量等，同時並搭配蒐集雨水之設施，讓水資源得以被充分使用。
日本 (各都、市建設局等)	雨水流出抑制設施	主要是藉由雨水滲透入地面，或暫時儲存，藉以改善或減少都市開發後為公共下水道增加流出的雨水量，或減緩短時間內大量的雨水流入至雨水下水道。

台灣 (內政部營建署)	低衝擊開發設施	以分散式、小規模的就源處理設計，通過滲透，過濾，貯存，蒸發及延遲逕流工程設計並結合都市土地規劃、景觀等面向，以達成改善水質、減少暴雨逕流量之目標。
台灣 (內政部建築研究所)	減洪設施	改善社區及建築基地開發後增加之逕流量，以延緩地表逕流排出時間、減低洪峰流量之設施。
台灣 (內政部建築研究所)	綠建築-建築基地保水設計	基地保水指標表示建築基地涵養雨水及貯留滲透雨水的性能標示；基地保水量則是建築基地理論上可能涵養雨水及貯留滲透雨水的體積。整體而言建築基地保水設計係指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，提供建築基地涵養雨水及貯留滲透雨水的設計。
台灣 (台北市)	雨水流出抑制設施	控制基地向外排放雨水逕流量之設施。基地開發後增加之雨水逕流應透過雨水流出抑制設施，達到最小保水量及允許最大排放量標準。
台灣 (新北市)	透水保水設施	公共設施用地開發透水保水指標為公共設施用地涵養雨水及貯留滲透雨水的性能標示，為公共設施用地開發後之土地透水保水量與開發前自然土地之透水保水量之相對比值。而透水保水，指涵養雨水及貯留滲透雨水之能力；所稱開發透水保水，指促進建築行為或土木工程所實施之透水保水設計。

(資料來源：1. 內政部建築研究所。2. 水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫，內政部營建署)

上表中雖然各國之定義文字上有些許差異，但其目的綜可歸納以減低暴雨逕流、淨化水質及以提升生態效益與景觀功能為周邊效益者，皆可視為低衝擊開發技術。本計畫低衝擊開發技術之定義即是利用上述相關設施型式建構，目的為促使都市開發後既能減少洪澇又可回覆其原有的水文循環，在都市開發活動與水環境維護上取得平衡。

貳、本研究低衝擊開發設施分類與概要

國內相關技術設施分類最早首推內政部營建署 93 年之建築基地保水技術，其設施分類主要將各類保水設計分類為「常用保水設計」（包括綠地、被覆地、草溝、透水鋪面、花園土壤雨水截流等保水量）；以及「特殊保水設計」（包括；貯集滲透空地或景觀貯集滲透水池設計、地下貯集滲透、滲透排水管、滲透陰井、滲透側溝等保水量）兩大類。

內政部建築研究所 102 年「社區及建築基地減洪防洪成效評估模式及審議機制研究」一案成果，更新並提出「社區及建築基地低衝擊開發技術配置設計參考手冊」（手冊中統稱為減洪設施）；其中可依據建構與空間位置主要進一步將低衝擊開發技術分為兩大類，分別為地表滯蓄洪空間及地下滯蓄洪空間；如進一步依建構性質則可以細分為兩大類，分別為結構性及非結構性；其中結構性低衝擊開發技術主要可將其分類為雨水入滲型、雨水貯集型及雨水貯集/入滲型三類，非結構性的則是以措施、手段等辦法為主。

內政部營建署 103 年「水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫」一案成果中，說明及分類低衝擊開發設施項目可分類為生態滯留單元、雨水花園、樹箱過濾設施、植生濾槽、植生溝、綠屋頂、透水鋪面、雨水桶(Rain Barrels)或蓄水池等共計 8 種型式。

台北市政府 103 年「臺北市建築物雨水貯留設施技術規範之訂定」一案成果中主要將相關技術分別稱為「雨水貯留技術」或稱「雨水流出抑制設施」，並進一步說明各設施型式及定義，其中建築物雨水貯留設施主要可針對建築物、建築基地、各土地利用為考慮設計對象；並將其分類成三層，包括從水理功能分類、基地位置分類以及最後依建築用途/位置/排水功能進行分類；此外亦將設施型式區分為貯留型式外，還包含入滲、貯留入滲型式等；相關之設施型式則包括如校園運動貯留、停車場貯留、廣場貯留…等共計有 22 種型式等相關技術設施。

此外，新北市政府 102 年「透水保水設施規劃參考手冊」文獻中則說明及定義「透水保水設施」即是利用雨水貯集、滲透等設施，將雨水貯存收集下來，或使之滲入到地表下的功能。手冊將透水保水設施分類為常用保水、特殊保水及其

他保水設計三類，而其中常見之類型主要包括滲透陰井、滲透排水管、滲透側溝、透水鋪面、雨水花園，以及雨水貯集利用系統等，各種滲透設施並依現場狀況單獨或數種型式搭配使用。

國外與台灣相近之技術特性包括如日本則一般統稱為「雨水貯留浸透設施（或技術）」，以日本東京都主要將雨水貯留浸透設施再分類成現地外（離槽）及現地（在槽）貯留兩大類，其中現地貯留又可分類成貯留設施及浸透（國內稱滲透）設施兩類；技術設施之種類包括有浸透溝、浸透井、透水性鋪裝、浸透池、地下貯留、屋上貯留、雨水調整池等相關技術與工法。寢屋川亦將雨水貯留型技術分類成離槽型及在槽型，其設施包括如防災調整池、地下室貯留設施等相關技術。日本貯留浸透技術協會則規模性的將雨水貯留浸透技術應用在建地（宅地）等，包括研究雨水貯留與浸透設施之設置、工法、容量推估方法及應用手冊之編撰，技術設施之細項分類包括有屋頂花園、裸露土地設計、滲透鋪面、滲透排水管、滲透陰井、滲透側溝、社區調節池及雨水貯集系統等相關技術與設計，技術及其設施分類包括如表 2-2 所列。

表 2-2 國外低衝擊開發技術型態分類彙整

現有相關技術規範或手冊	相關設施型式
日本水貯留浸透技術協會 -戶建住宅雨水貯留浸透設施設置	浸透溝（管渠）、浸透陰井、透水性鋪裝、浸透池、 雨水調整池、雨水貯集系統
日本水貯留浸透技術協會 -住宅地開發配置滲透設施技術指引及解說	屋頂花園、裸露土地設計、滲透鋪面、滲透排水管、滲透陰井、滲透邊溝、社區調節池
日本東京都 -京都市雨水流出抑制施設設置技術基準	浸透溝、浸透井、透水性鋪裝、浸透池、地下貯留、屋上貯留、雨水調整池
日本東京都下水道局 -排水設備雨水浸透設施技術指針	浸透溝、浸透井
美國加州雨水水質協會 -暴雨最佳管理策略手冊	雨水花園、可滲透景觀概念
美國內華達州 -特拉基草原低衝擊開發	草溝、草帶、屋頂花園、雨水花園、透水鋪面、滯洪池、滯留池
美國西雅圖	草溝、草帶、浸透井、景觀雨水滯留、

-低衝擊開發-普捷海灣技術指導	滯洪池、滯留池
加拿大 -暴雨源頭控制設計指導	雨水花園、透水鋪面、綠屋頂、滲透測溝（渠）、沼澤體系
其它 波特蘭 -Stormwater Management Manual 澳洲 -Basic Procedures for Source Control Of Stormwater	乾式滯洪池、濕式滯洪池（滯蓄洪池）、濕地、生態滯留池...

（資料來源：本研究整理）

綜合以上，國內外相關技術設施整體而言，低衝擊開發技術（或稱雨水貯留浸透技術）設施項目可概括分為滲透、貯留及具有滲透兼貯留的貯留滲透等三類；其中滲透型主要具有滲透雨水的功能，此類設施多為小型設施，如：滲透陰井、滲透側溝等，可與建物緊密結合設計，著重在滲透功能，但貯留功能不高。貯留型則無滲透雨水之功能，僅是單純的儲存雨水延遲排放，或儲存雨水但不排放至下游以供其他方式使用，故此種方式相當於滯洪與滯留型式。

此外，低衝擊開發技術設施規劃設計，要求其排水控制、匯集水的方式，尤以複合型式之設計需注意雨水的分流、輸水管道與建築物結合設計、溢流/排水出口的位置與排水時機，以及結構、材料等方面，均會影響設施容量設計，以及對低衝擊開發技術設施減洪成效產生影響。

參、綜合分析

由前述國內目前技術分類及其共同設施型式，國內低衝擊開發技術型式主要仍可回歸於內政部建築研究所之分類型態包括雨水入滲型、雨水貯集型及雨水貯集/入滲型等三類。如由設施配置位置及空間可將相關技術彙整成地表及地下空間型式；地表空間設計主要提供臨時儲存雨水在地表之水體貯留，配合排水口設計可緩慢釋放至排水系統，減緩其暴雨來臨時之負荷；地下空間設計可提供臨時儲存雨水至地底下後，除可緩慢釋放至下水道系統，減緩其暴雨來臨時之負荷，並可保留在蓄洪空間後滲透到土壤下面。

彙整國內內政部建築研究所、內政部營建署-基地保水、內政部營建署-水環

境低衝擊開發設計、台北市政府、新北市政府等，以及現階段國內外發展之相關技術型式、相關之稱謂及國內引用單位等，整合分析如下：

1. 國內雨水入滲型技術型態分類

本技術型態或稱滲透型設施（台北市），或分類為常用保水及特殊保水設施（內政部營建署-基地保水、新北市）。在日本則稱為浸透設施設計，其技術與國內引用單位彙整包括如下表 2-3 所列：

表 2-3 國內雨水入滲型技術型態分類彙整

項次	國內技術型式	其它稱謂	引用相關技術單位
1	滲透草溝、草帶	植生溝、植生帶	內政部建築研究所、營建署基地保水、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
2	滲透側溝、渠	--	內政部建築研究所、營建署基地保水、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
3	透水性鋪面	滲透鋪面、透水性鋪裝	內政部建築研究所、營建署基地保水、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
4 其它		空隙貯留滲透設施	台北市政府

（資料來源：本研究成果。）

表 2-4 國內雨水貯集型技術型態分類彙整

項次	國內技術型式	其它稱謂	引用相關技術單位
1	屋頂雨水貯集	雨水桶 / 蓄水池、屋頂貯留、雨水貯集利用設施	內政部建築研究所、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
2	屋頂綠化	綠屋頂、花園土壤雨水貯留	內政部建築研究所、營建署水環境低衝擊開發、新北市政府
3 其它型式		地上貯留（包括校園運動貯留、公園綠地貯留、停車場貯留、社區公寓棟間貯留、廣場貯留...等）	台北市政府

（資料來源：本研究成果。）

2. 國內雨水貯集型技術型態分類

本技術型態或稱貯留型設施（台北市），或分類在其它保水設施（新北市），日本則統稱為貯留設施。其技術與國內引用單位彙整包括如表 2-4 所列：

3. 國內雨水貯集/入滲技術型態分類

台北市稱貯留滲透型設施，新北市則分類為特殊保水及其它保水兩種型式，日本則稱為貯留浸透設施。其技術稱謂與國內引用單位彙整包括如表 2-5 所列，其中地上滯（蓄）洪設施及地下滯（蓄）洪設施，台北市類似之技術型式主要分類都在貯留型設施下，常稱為調洪沉砂池、多功能戲水池及雨水調節池（均屬現地外貯留）；新北市則將其分類為其它保水型式，同稱為滯（蓄）洪設施，並無地上與地下型分別分類；歐美等則稱滯洪池及滯留池；日本則一般可稱為社區調節池、防災調整池、雨水調整池，以及地下貯留設施等，此外歐美亦可分為乾式滯洪池、濕式滯洪池（滯洪池）、濕地、生態滯留池等。

表 2-5 國內雨水貯集/入滲技術型態分類彙整

項次	國內技術型式	其它稱謂	引用相關技術單位
1	地上滯（蓄）洪設施	貯集滲透空地、景觀貯集滲透水池、調洪沉砂池、多功能戲水池、雨水調節池	內政部建築研究所、營建署基地保水、台北市政府、新北市政府
2	地下滯（蓄）洪設施	地下貯留、地下貯留滲透	內政部建築研究所、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
3	滲透排水管	--	內政部建築研究所、營建署基地保水、台北市政府、新北市政府
4	滲透陰井	--	內政部建築研究所、營建署基地保水、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
5	雨花園	雨水花園、生態滯留單元	內政部建築研究所、營建署水環境低衝擊開發、台北市政府、新北市政府
6	雨水滯留的景觀規劃	可入滲景觀設計	內政部建築研究所、台北市政府、新北市政府
7	其它型式	樹箱過濾設施	營建署水環境低衝擊開發

備註說明：

1. 滲透排水管、滲透陰井等台北市主要分類在滲透型設施下，新北市則分類在特殊保水，與日本均同稱為滲透排水管及滲透陰井，而日本滲透陰井則可又細分成滲透濕井/乾井等兩種型式。
2. 雨水滯留的景觀規劃台北市主要分類在貯留滲透型及滲透型設施下，而新北市、歐美等則稱為可入滲景觀設計或景觀雨水滯留。
3. 樹箱過濾設施主要是以箱型生態滯留單元，為內政部營建署水環境低衝擊開發設施另設立之技術單元，其功能為設置於人行道或公共設施，利用路緣入口及樹箱上方格柵蒐集地表逕流，再利用植物與生態滯留土壤介質進行過濾及貯存。

（資料來源：本研究成果。）

第二節 基地 LID 容量設計工具內容說明

本年度建築資訊及其設計工具，設施之選擇主要是延續 105 年內政部建築研究所「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究」一案成果，並參考前一節國內、外低衝擊開發技術設施種類與分類情況，以及複合型態串聯設計原則及流程，擇選五種效益較大且應用較廣之設施，設計完成以 Excel+VBA 為計算平台之容量計算工具。本研究藉由此平台工具為基礎進以完成後續相關之研究工作。

壹、設施選擇

前期研究執行過程中主要是依據內政部建築研究所（103 年）研究成果，其中以結構型 LID 設施為評估與研究對象，進行設施應用可行性評估后，進以完成五種設施容量計算方式及電腦輔助設計工具之建構；其中評估項目主要包含下述四種原則，並將評估結果彙整如表 2-6，進以擇選五種技術設施包括地上型滯蓄洪設施、地下型滯蓄洪設施、透水鋪面、雨水花園，以及屋頂綠化設施等，作為複合型 LID 設計工具建置開發之對象。

- 減洪機制：減洪機制包含增加自然地表、增加集流時間、滯留、滯洪及入滲；減洪機制涉及設施之保水及減洪特性，具滯留或入滲機制者保水性能較高，而具滯洪、滯留機制者減洪性能佳。
- 單位貯蓄量：單位貯蓄量為單位設置面積或長度的逕流貯集量，其涉及設施之設置效益，單位貯蓄量高則設施設置之減洪效益大。

- 應用可行性：應用可行性則涉及日後推廣及民眾之可接受程度；一般而言，國內目前常用之設施其應用可行性較高。
- 具備級序功能：設施若具備「級序」功能，其能有較佳之蓄洪、貯留效益，其設置較優先於僅具「連接型」或「節點型」功能設施。故於複合型設置中，優先建議設置此型設施。

表 2-6 LID 設施應用可行性評估

設施型式	評估原則	主要減洪機制				具備 級序 功能	單位 貯蓄量	應用 可行性
		增加 自然 地表	增加 集流 時間	滯留	滯洪			
雨水入滲型設施								
滲透草溝、草帶	●	●			◎	◎		
滲透側溝、渠		●			◎			◎
透水性鋪面	●	●	◎	◎	●	●	◎	●
雨水貯集型設施								
屋頂雨水貯集		●	◎			●	●	◎
屋頂綠化(含排水保版)	●	●	◎			●	◎	◎
雨水貯集/入滲型設施								
地上型滯(蓄)洪設施		●	●	●	●	●	●	●
地下型滯(蓄)洪設施	◎	●	●	●	●	●	●	●
滲透排水管		●	◎		●			◎
滲透陰井		●	◎		◎		◎	
雨水花園	●	●	●	◎	●	●	●	◎
雨水滯留的景觀規劃	●	●	◎		●	◎	◎	

註：●：相對較高；◎：相對較低。

(資料來源：內政部建築研究所，2016)

貳、複合型 LID 計算工具模組空間建置概念

複合型 LID 設計型態不同於單一基地單一 LID 設計，為需經歷較複雜的水文、水力模擬過程；複合型 LID 模組在所規劃之基地開發管理區域中進行模式模擬時，模組構件將視各基地內（或各子集水區內）空間與傳輸路徑特性為單一，

並可直接進行後續一對一 LID 設施之設計，包括逕流貯集、入滲、溢流、排水等之計算與評估。

為滿足實際規劃時之需求及在開發基地內搭配多種 LID 設計方式，複合型 LID 建置方式主要以集水區劃分為構想，將工具建置簡化成基地內至多可劃分成三子集水區為上限，另配有「側流」之功能，以滿足如遇超過三子集水區基地劃分時之備案模擬方式。除此，各子集水區亦滿足「級序」之概念，具備高程由高→低，再特針對每一集水區設置單一 LID 進行綜合設計；而各集水區及其 LID 設施亦具備串併聯之功能，讓後續系統工具建置更具靈活應用等特性。

本研究將工具設定為模擬時基地至多可劃分為三子集水區，分別在工具中定義為「Ac1」、「Ac2」、「Ac3」。其中，子集水區劃分方式主要可依據基地內土地利用或基地內預計配置之 LID 設計型式或雨水收集/接收之位置與方式等，進行「集水區域」之簡易劃分（例如建築物本體範圍、花園/花圃範圍、停車場範圍...等通常可視為各子集水區域範圍）；此外，為考慮基地內地表逕流、排放、溢流等過程其流路與流向，集水區劃分與設施規劃時應採「不可逆性」，即將基地集水高程配置限定為「Ac1」>「Ac2」>「Ac3」，且其排水排放流向亦僅能單向設計。研擬其可能對應之基地型態與排水排放方式，一般型式可說明如下。

1. 子集水區 Ac1 指對應集水區最上游（或集水高程）最上位之區域位置，建議為建築物本體之區域位置。
2. 子集水區 Ac2 指對應集水區次要集水高程區域，建議可為基地內空地處，如庭園、通道等位置。
3. 子集水區 Ac3 指對應集水區高程最低處之區域，建議通常為基地內空地包括如戶外停車場、通道、庭園等位置。

參、複合型 LID 規劃特性

由國內外案例可發現在基地規劃與配置設施過程中，依區域之特性可藉由多種型式 LID 設施配置以達逕流整體消減之目的；而由案例分析，主要可歸納複合型 LID 設施配置特性如下：

● 串連式設計

考慮基地建物、空地分佈之上下游位置，配置如下：

Case 1：建築本體→綠地→透水鋪面→植生綠化→雨水收集與調節池→排水系統（允許放流管制）

Case 2：建築本體→透水鋪面→雨水花園→社區型滯洪池→排水系統（允許放流管制）

Case 3：建築本體（綠屋頂）→停車場採用透水性鋪面→植栽槽及雨水滲透帶→雨水回收設施→排水系統（允許放流管制）

● 並連式設計

此型式即為將設施分散式配置於基地中，各設施於流路無上下游關係，各設施出流直接排出排水系統，唯最後總出流量（排水系統）仍須受到允許放流管制。

● 串/併聯設計之級序概念

綜合上述案例配置型式，並將擬應用水文學上河川級序（Stream Order）之概念（愈下游級序愈高，最上游級序為 1）套用至基地排水流路，可得複合型 LID 之串連配置原則如下：

表 2-7 LID 設施型式串連配置原則

判斷因素	流路級序 低 上游	高 下游
集水分區高程	高	低
設置容量	小	大
設施型式	滲透型	貯留型 貯留滲透型

（資料來源：內政部建築研究所，2016）

肆、複合型 LID 計算工具主表單及設計介面

本工具容量計算平台架構主要應用 Excel 表單，完成包括「版權說明」、「成果檢核」、「逕流模擬」、「資料索引」，以及「AC1_LID」、「AC2_LID」、「AC3_LID」，共計七個表單（圖 2-1），將提供給使用者從開始進入規劃設計、模式運算過程、歷線圖說繪製、檢核設施模組設計是否符合需求，以及總表檢視模擬成果等。其

中，Excel 模組化設計其各介面包括「基地基本資料介面」、「地上型滯蓄洪設施設計介面」、「地下型滯蓄洪設施設計介面」、「雨水花園設施設計介面」、「透水鋪面設施設計介面」，以及「屋頂綠化設施設計介面」，共計六組，各表單及設計介面主要內容為：

一、表單部分-主要建置以 Excel 工作表為主，包括下述七項功能：

1. 版權說明：需操作並執行，除了提供本程式運作系統需求及相關假設、限制條件等基本說明，程式底下備有**確定/開始設計**執行按鈕，使用者直接鍵入即可進行各設計介面各項設計。
2. 成果檢核：不需操作表單，提供本程式相關容量設計結果總表/檢核表，以及各 LID 設計參數等資訊，主要功能為模組設計完並執行運算後，將結果彙整成表回傳至此表單進行檢視與確認輸出，上方備有**返回設計**及**清除表單**按鈕，提供使用者修改設計或重新設計鍵結。

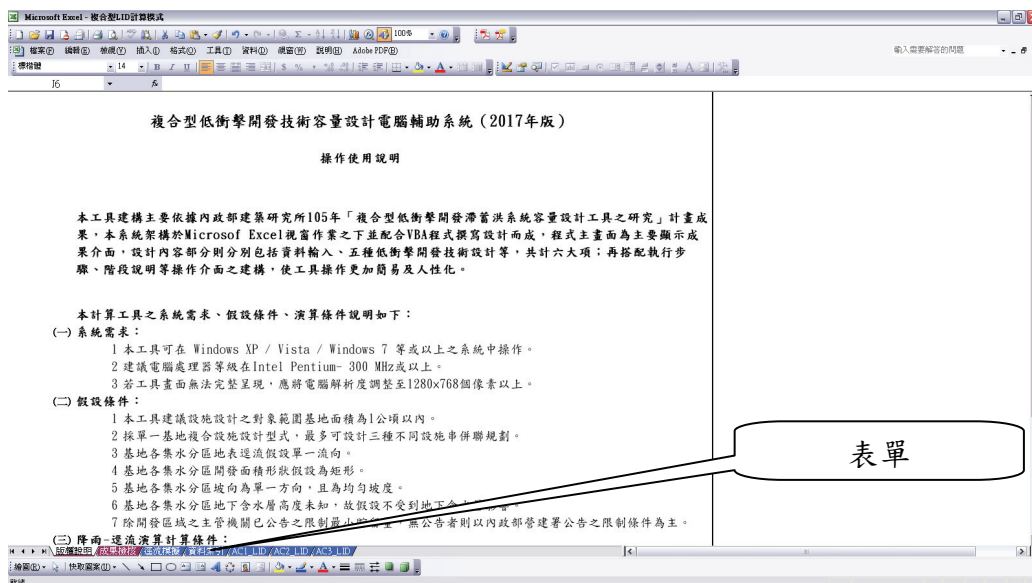


圖 2-1 計算工具主表單

(資料來源：1.內政部建築研究所、2.本研究修訂)

3. 逕流模擬：不需操作表單，提供後續程式子集水區降雨-逕流計算，以及各 LID 設施設計後之演算成果。主要功能為提供模組執行運算後，將各計算數列編輯彙整為 Excel 格式回傳至此表單進行確認輸出。
4. 資料索引：不需操作表單，主要提供本程式相關計算理論模式模擬所需

之參數、數列等相關之資訊連結，亦為提供為本程式之資料庫放置表單。

5. AC1_LID：不需操作表單，主要為表列子集水分區 1 之 LID 設施設計後溢流、儲蓄、抽排、底層排水及入滲等各過程之演算成果。
6. AC2_LID：不需操作表單，主要為表列子集水分區 2 之 LID 設施設計後溢流、儲蓄、抽排、底層排水及入滲等各過程之演算成果。
7. AC3_LID：不需操作表單，主要為表列子集水分區 3 之 LID 設施設計後溢流、儲蓄、抽排、底層排水及入滲等各過程之演算成果。

二、設計介面部分-主要建置以 Excel+VBA，均為需操作且為視窗化介面呈現，包括下述六項功能運算：

1. 基地基本資料：為操作主介面，使用者需依據基地現況及開發需求等資訊輸入程式演算資訊，其中子介面包括有集水分區、水文分析資料（雨型、雨量、計算理論等）以及各集水分區 LID 預設計之型式等。
2. 地上型滯蓄洪設施設計：為 LID 設計介面，使用者需依據子集水區現況及開發需求等資訊，進一步輸入配置地上型滯蓄洪設施相關設計資訊，主要包括系統容量設計、重力排放設計、動力排放設計，以及底層入滲設計等。
3. 地下型滯蓄洪設施設計：為 LID 設計介面，使用者需依據子集水區現況及開發需求等資訊，進一步輸入配置地下型滯蓄洪設施相關設計資訊，主要包括系統容量設計、動力排放設計、重力排放設計，以及底層入滲設計等。
4. 雨水花園設施設計：為 LID 設計介面，使用者需依據子集水區現況及開發需求等資訊，進一步輸入配置雨水花園設施相關設計資訊，主要包括系統容量設計、重力排放設計，以及雨水花園底下各層入滲設計等。
5. 透水鋪面設施設計：為 LID 設計介面，使用者需依據子集水區現況及開發需求等資訊，進一步輸入配置透水鋪面設施相關設計資訊，主要包括系統容量設計、重力排放設計，以及鋪面底下各層入滲設計等。
6. 屋頂綠化設施設計：為 LID 設計介面，使用者需依據子集水區現況及開發需求等資訊，進一步輸入配置屋頂綠化設施相關設計資訊，主要包括

系統容量設計及重力排放設計等。

伍、複合型 LID 計算工具-容量設計操作流程

容量設計部分其各介面操作方式及執行流程主要可依循圖 2-2 所示之相關步驟，流程中可分類為「執行」與「過程」兩部分，各部分步驟內容簡述包括：

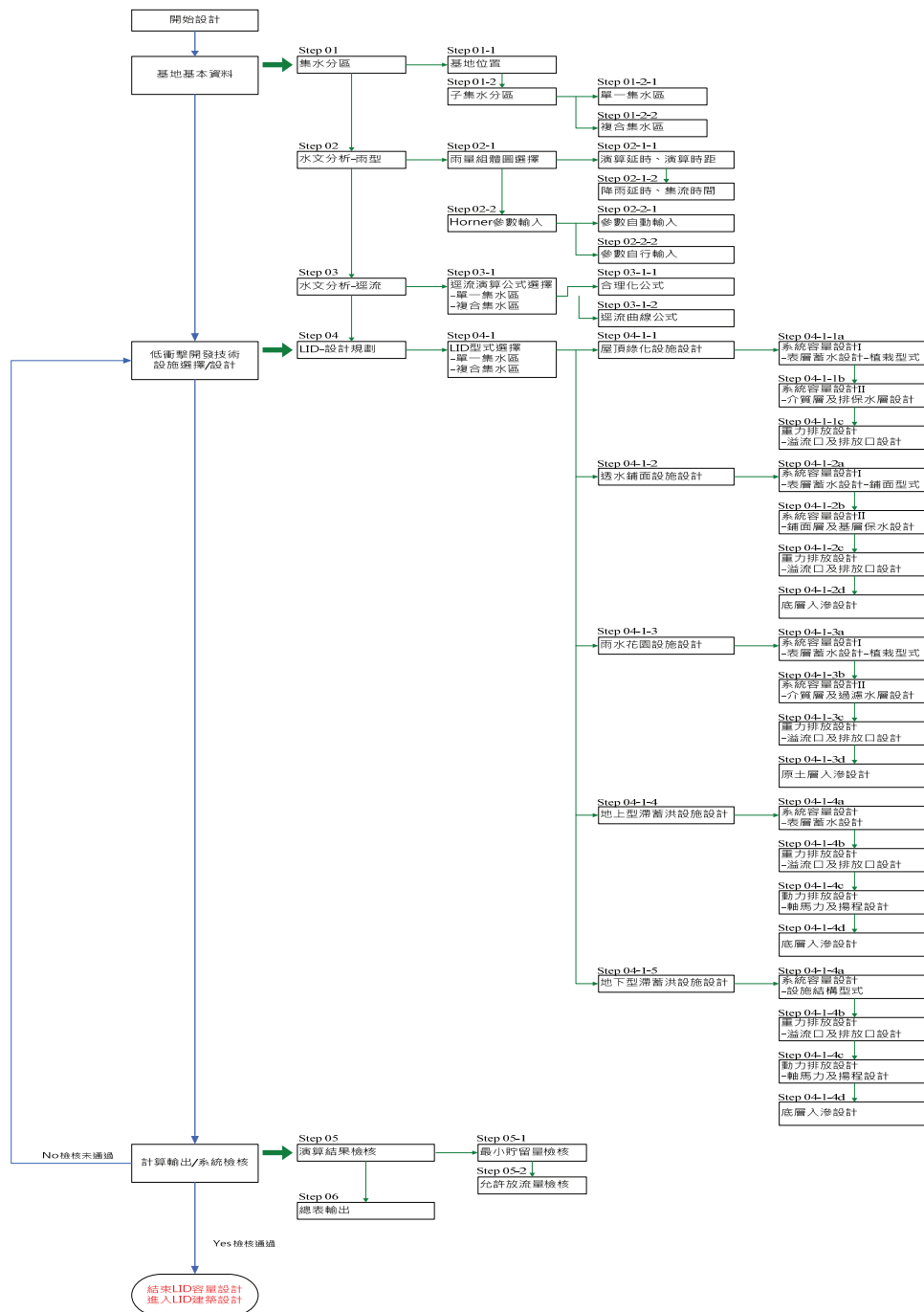


圖 2-2 工具軟體容量設計介面操作流程圖

(資料來源：本研究成果)

基地基本資料 (執行)：依順序執行本工具中 Step 01~ Step 03 各步驟。

低衝擊開發技術型態設計 (執行)：執行本工具中 Step 04 步驟。並依選擇之複合型 LID 設施型態可進一步分別執行設施設計

Step 04-1-1~ Step 04-1-5 各步驟。

演算輸出 (過程)：本工具依據前述輸入條件，自動運算輸出成果。

計算輸出/系統檢核 (過程)：本工具依據前述運算結果，自動執行 Step 5，本步驟僅為檢視表提供使用者最後查詢檢核。

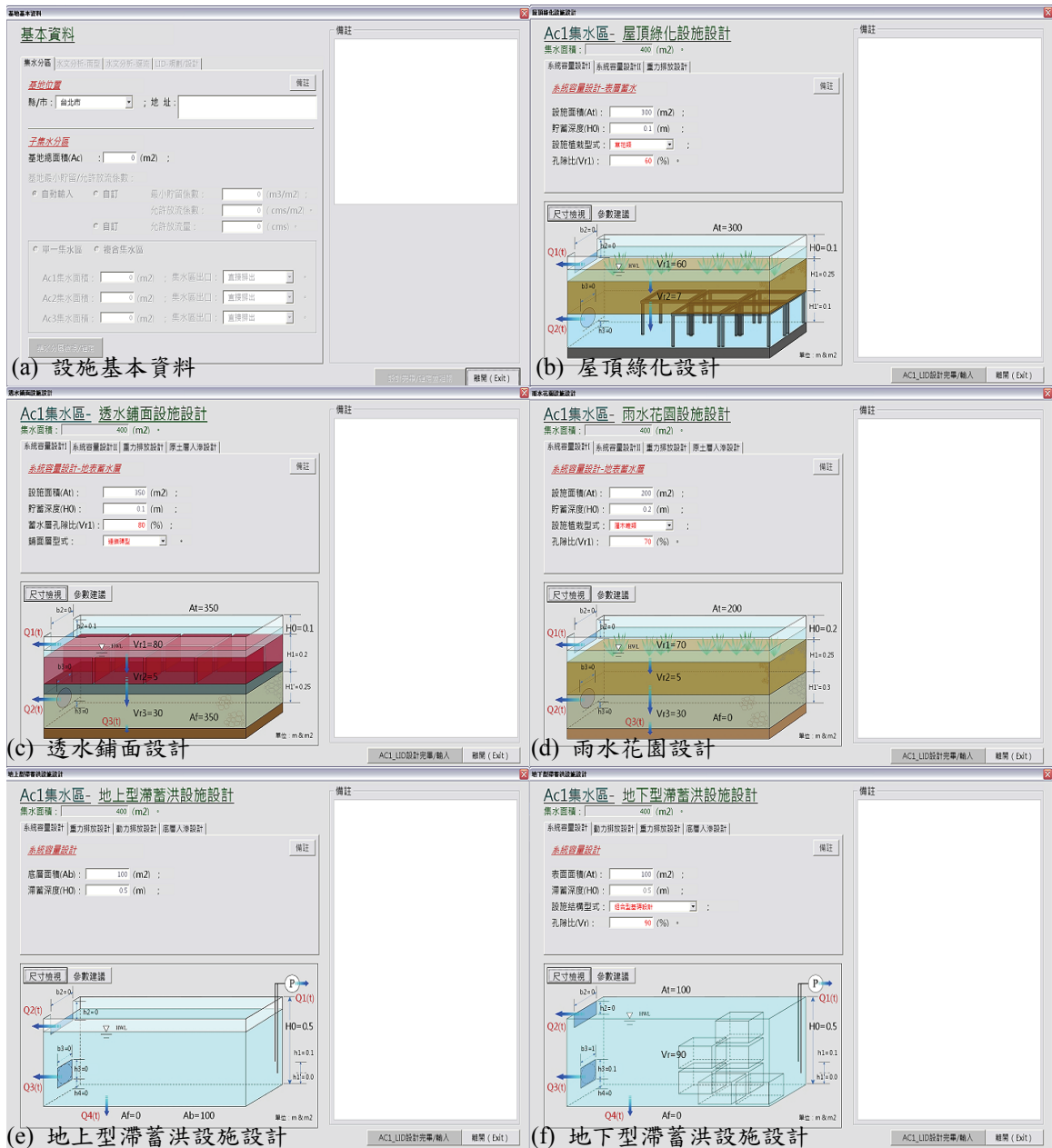
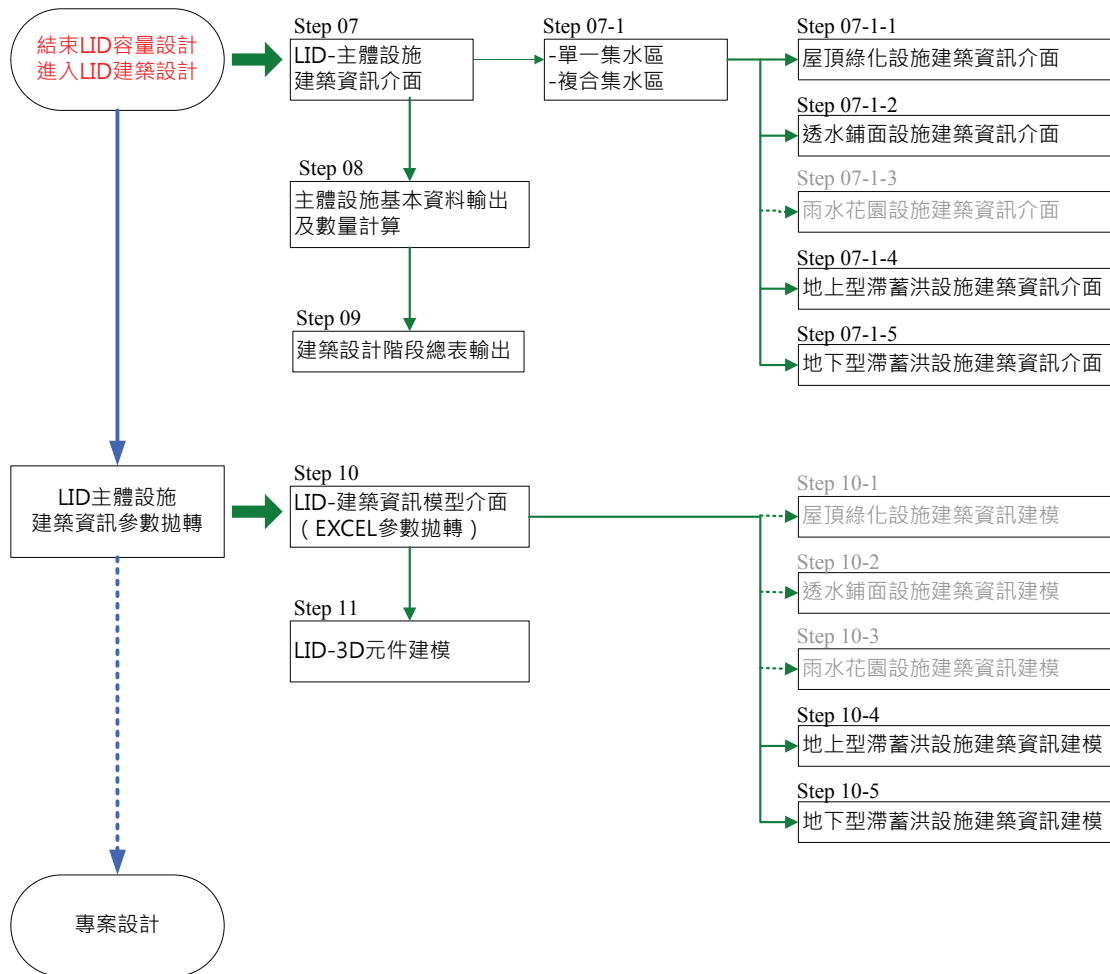


圖 2-3 複合型 LID 容量設計各介面主畫面

(資料來源：1.內政部建築研究所；2.本研究修訂)

陸、複合型 LID 計算工具-建築設計操作流程

透過容量設計各步驟完成後，針對各子集水區配合前述各設施尺寸、型式、容量等設計成果，直接可進入「產業及產品資訊介面」(或稱「建築資訊介面」)；各介面操作方式及執行流程主要可依循圖 2-4 所示之相關步驟，流程中可分類為「執行」與「參數輸出」兩部分，各部分步驟內容簡述包括：



備註：淺灰色部分為第二年度（107 年）預計擴建完成之工作項目，暫無資訊。

圖 2-4 工具軟體產業及產品資訊介面操作流程圖

（資料來源：本研究成果）

主體設施建築資訊介面（執行）：依順序執行本工具中 Step 07 各步驟。

低衝擊開發技術型態建築設計（執行）：針對不同集水分區，並依選擇之 LID 設施型態可進一步分別執行建築設計，分別執行本

工具中 Step 07-1-1~ Step 07-1-5 步驟。

基本資料輸出及計算（參數輸出）：本工具依據前述輸入條件，自動參數拋轉至主介面，提供各設計及其參數輸出成果。工具中 Step 08~ Step 09 各步驟。

主體設施建築資訊參數拋轉（執行）：本工具依據前述運算結果與設計參數輸出成 Excel 表格型式，另執行 Step 10~ Step 11，本步驟需由使用者依前述設計後各參數移植至後續建築元件模型中，進一步可為實務建構時專案設計應用。

柒、本研究模組化具備之基本功能總整

從前述之各設計流程、容量規劃到成效評量、建築資訊選擇與輸出等，可總整本系統歸納主要包含「介面模組」、「計算功能」、「資料庫」及「輸出表單」等；其中「介面模組」主要包括輸入/輸出，如基本資料輸入項目、相關技術或設施的選擇、基地排水排程順序、建築廠商資訊，以及最後的檢核、成果及參數輸出等；而「計算功能」主要以水文、水力計算，包括基地降雨-逕流量計算、LID 容量尺寸的計算、重力排水的計算、動力排放的計算以及入滲量計算等；「資料庫/子介面」主要為蒐集必要之參數，並與介面模組及計算功能連結之子介面或資料夾；「輸出表單」則主要為成果、參數輸出及整體成效檢核等。進一步細項說明本研究工具架構與內容包括如下：

一、介面模組

基本資料項目：包括基地資料、集水區分區（或土地利用分類）等。

LID 設施型式：包括設施型式的選擇與排程順序。

排水分區項目：包括各集水分區排水動向與順序。

水文分析基本資料：包括演算延時、演算時距等。

LID 容量設計資料：包括設施規模與相關尺寸。

建築資訊介面模組：包括前開條件下，各廠商基本資訊及產品類型與其參數

二、計算功能

水文分析計算：主要為水文分析相關參數之鍵結，以及降雨逕流之演算。

LID 容量計算：包括滯蓄洪容量計算及池蓄水深計算。

LID 溢流量計算：包括溢流水深及溢流量計算。

LID 重力排放計算：包括底層排放水深及排放量計算。

LID 動力排放計算：主要為泵浦抽排量計算。

入滲量計算：包括蓄水層、基層或介質層或沃土層、保水層或過濾水層、原土層或底層等入滲過程之計算。

運算過程：通常是隱藏性程式，透過連結進行運算。

三、資料庫/子介面

水文參數資料庫：主要為提供水文、水理分析相關參數之儲存區域。

資料夾：主要為提供水文、水理分析相關數列型態之儲存區域。

其它：保留可提供擴建資料連結之介面。

四、總表單（輸出表單）

成果繪圖：演算成果繪製成圖示。

成效與檢核：檢核是否符合規範或需求等。

輸出項目：成果輸出，以及檢視系統是否溢淹失效、限制條件是否達到等。

第一階段參數輸出：針對前述各介面模組，包括基地基本資料、LID 設計資料、以及參數資料等，彙整以表單型式輸出，以利使用者總覽，以及容量資訊參數拋轉至建築模型匯入應用。

第二階段參數輸出：主要針對建築資訊各項廠商、參數等選擇結果，進行資料輸出，以利後續建築模型匯入應用。

第三節 國內外建築資訊模型應用現況

建築資訊（或簡稱 BIM）泛指的是在營建設施（包括如建築物、橋梁、道路、隧道等）的生命週期中，創建與維護營建設施產品數位資訊及其工程應用的一門技術，或可說明為 BIM 技術就是一個在電腦虛擬空間中模擬真實工程作為，以協助營建生命週期規劃、設計、施工、營運、維護工作中之各項管理與工程作業之新技術、新方法與新概念。

BIM 強調工程（包括建築、土木、水利、河海等各類工程）的生命週期資訊集結與永續性運用、3D 視覺化的呈現與跨專業跨階段的協同作業、幾何與非幾何資訊的繫結、靜態與動態過程資訊的即時掌握、微觀與巨觀空間資訊的整合等。以上之 BIM 技術特質對公共工程的品質提昇、減少錯誤變更的成本浪費、有效縮短工期、跨專業整

合與溝通界面管理等成效，國內外都已經有許多成功案例與輝煌成果。而整個 BIM 技術運用仍在持續而快速發展與進步中，BIM 術語因不同使用時機與目的，通常包含三種定義（資料來源：BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究期中報告，2014）：

1. 指一個「產品」：也就是描述一個建築物的數位化 3D 模型，亦是涵蓋其「形」與「意」之結構化的資料集，故可稱「建築資訊模型」。
2. 指一項「活動」：也就是建置與管理一個建築資訊模型的行為，可稱為「建築資訊建模」。
3. 指一套「系統」：BIM 本身具有系統化集體運作過程的內涵，營建過程若導入 BIM，就彷彿自然地在執行一套新的商務系統模式，所以可稱「建築資訊管理」。

目前一些歐美先進國家的政府單位已開始或已規劃在 3~5 年內，於其國內工程中採用 BIM 技術，尤其以美國最為積極，並推動相關國家標準之訂定，例如，名為 NBIMS（National BIM Standards）的國家標準，已進入第二版之修訂。在亞洲日本、韓國與中國亦有類似的規劃，鼓勵國內工程界採用，例如中國的住房和城鄉建設部在 2011 年 5 月所頒佈的《2011-2015 年建築業資訊化發展綱要》中，

便特別強調要推廣 BIM 系統。

表 2-8 國外政府 BIM 發展現況

美國	GSA(General Services Administration)2008 年推出 BIM Guide Series
新加坡	BCA(Building and Construction Authority)2012 年出版 BIM Guide
韓國	2010 年在建築、土木制訂 BIM 應用指南 預定於 2016 年所有公共工程必須使用 BIM
日本	2009 年開始推動 JJA(Japan Institute of Architects)於 2012 完成 BIM Guideline
英國	2011 年發表 BIM 推動策略白皮書 倫敦地鐵 2009 年以 BIM 辦理 29 座車站及全線施工

BIM 技術在國外早已起步且正加速發展，它的潛能已營造出建築業界有史以來可以徹底改變從規劃到營造整體改變的契機，但因此技術牽動層面之廣且複雜，應「有系統」、「有組織」、「適時」、「適地」的配套推展，方能克竟全功。然要業界全面獲得應用 BIM 之宏大效能，仍有許多環節需要從制度面、技術面與策略面一起考量，由產官學研等各界，有系統地將 BIM 技術逐步導入我國建築生命週期之各階段與相關專業，

國內許多業界從國外 BIM 推動的現況、文獻資料、以及對 BIM 工具的多方瞭解，都深深覺察到 BIM 技術導入工程專案確有顯著的潛在效益，無論是公部門（如北市捷運局、北市府、中研院、國家同步輻射研究中心等）及建設公司的業主角色，或是設計單位（如中興、世曦、亞新、中鼎等顧問公司以及許多建築師事務所），或是營建廠商（如大陸、建國、三星等工程公司），都積極投入人力物力，導入工程專案實作，力圖精進以提昇產業效能，也確實印證了初步的效果。台北市政府建管單位亦委外進行以 BIM 技術導入建管自動審圖之可行性研究，而台北市捷運局亦決定在新的工程專案正式規定採取 BIM 技術輔助工程的推動。

內政部營建署自 2012 年起，於代辦公有建築工程，將 BIM 建築資訊模型建置納入施工階段應辦事項，以加強建築工程介面整合，以提升工程進度及施工品質。復於 2013 年試行於規劃設計階段導入 BIM 建築資訊模型建置，並於 2014 年於規劃設計階段全面導入推動 BIM。

內政部建築研究所近年來陸續推動建築資訊模型相關研究計畫，期將建築資訊進行整合分享與應用研發推廣。推動 BIM 應用普及化，進行國外政府推動策略成功案例分析，研提適用於我國的技術相關標準架構，促進建築生命全週期資訊交換流通，以開發 BIM 導入建築管理作業等新型態應用，提昇營建產業整體效率及品質。整體計畫目標為：

1. 普及推廣應用

編撰相關應用指南供業界參考，但指南依對象、用途層級而有多種分類，計畫將參考國外資料，依本土營建環境條件及需求，進行相關研究，研提國內 BIM 指南撰擬架構。

2. 延伸深化應用階段

擬在設計階段配合智慧建築進行推動，並研析國外應用於建築維管的案例經驗與技術，提供國內相關應用之參考。

3. 開發本土應用

計畫除持續與營建署、各直轄市政府相互聯繫配合，統整導入建管行政相關成果外，亦針對 BIM 模型元件庫架構、建築物使用說明書等課題進行研究，同時配合本所負責推動之綠建築政策，進行 BIM 輔助綠建築設計的相關研究工作。

4. 整合研究力量及成果

BIM 是涉及建築物整個生命週期的資訊活動問題，涉及各種專業層級與主管機關，有必要邀集公共工程委員會、本部營建署、地方建築主管機關、建築師公會等專業技術團體以及本所組織一相關推動團隊。

表2-9 內政部建築研究所BIM研究重點與方向歸納

研究重點	研究課題	年度	
		104	105
建築專案BIM實施計畫	我國BIM協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換	✓	✓
	我國建築工程應用BIM協同作業之 BIM工作計畫制訂指南		✓
BIM 模型建置一般性指南	建築設計BIM 模型建置一般性指南		✓
BIM 參數化元件庫之設計與建置研究(提供一個交流平台以交換BIM參數化元件)	國內BIM 元件通用格式與建置規範研究	✓	✓
	BIM 參數化元件庫分享平臺建置		✓
	BIM 參數化元件共享準則、使用與交易機制探討		✓
BIM 導入及應用成熟度(評定BIM導入及應用的程度及品質)	BIM 導入及應用成熟度模型建置		✓
結合智慧綠建築法規與標章	臺灣Green BIM 綠色建築資訊模型應用架構研究	✓	
	智慧建築標章設施管理應用BIM 指標評估內容		✓
BIM 應用於營運維護操作介面及與其它相關技術整合	整合RFID-BIM 技術於建築管線及設備維護管理之應用		✓
Cobie 資訊交換格式本土化研究	臺灣COBie-TW 標準與使用指南規劃與建置	✓	
	研提國內COBie 資訊交換規範草案		✓
BIM 營運維護資訊交換規範推廣	國內建築設施維護管理資訊交換實例操作研究		✓
應用層面式分類法進行建築全生命週期資訊分類編碼於國內營建資訊之可行性及需求分析	國內建築全生命週期資訊分類編碼研究		✓
BIM、GIS 與建管行政	BIM 在建築管理的儲存與應用研究	✓	
	都市計畫管制匯入BIM 模型內基地物件協助審查研究		✓
建築技術規則設計施工編資訊化轉譯技術	法規檢核資訊屬性應用IFC建置紀錄之研究		✓
結合防火避難性能設計	結合BIM 進行防火性能設計數值模擬研究		✓
建築履歷系統規劃與建置	基於BIM 技術之建築履歷資訊模型、系統架構與作業流程建置		✓

(資料來源：內政部建築研究所。)

同時依據上述四大目標研擬執行策略，策略分為六大主軸，分別為：

- 主軸一：國內 BIM 推動聯盟
- 主軸二：研提 BIM 應用相關指南
- 主軸三：結合其它建築應用科技研究

- 主軸四：建物維護管理（Facility Management）
- 主軸五：配合 BIM 之國內營建資訊分類編碼
- 主軸六：輔助建築管理行政作業

據其執行策略主軸，內政部建築研究所在 104~105 年建築資訊模型之研究重點與研究課題方向可初步歸納如表 2-9 所示。

由以上歸納可知目前 BIM 研究課題面向廣泛，包含：建築、機電、管線等設計指南；BIM 參數化元件庫之設計與建置；相關資訊格式交換及介面整合；防火性能設計；建築生命週期與履歷建置規劃等。並可發現 BIM 技術的發展對營建產業的商務模式與產業文化會有深遠的影響，而持續發展的結果，業主會是明顯的實質受益者。政府是公共工程的最大業主，我國公共工程若能積極導入 BIM 技術，對政府在公共工程的品質要求、進度掌控、成本降低、以及永續發展方面，都應會有極大的助益。在政府積極推動 LID 之時，如透過元件模型與其介面模組的建構與建築設計產業資訊相結合，將有利於 LID 應用於 BIM 之設計，提昇 LID 在建築設計之應用性。

而藉由本計畫「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」之執行，可增加 BIM 在低衝擊開發技術於建築設計方面之應用資訊，將以往相關研究與建築資訊模型相連結，使研究成果迎合國內建築政策發展趨勢並落實於實務設計應用層面。

第四節 建築資訊模型建構應用工具簡介

本節針對國內外常運用之相關建築資訊模型建構軟體或繪製工具，檢議會整如下小節所述。

壹、Autodesk 3ds Max

3ds Max（原名：3D Studio Max），是 Autodesk 傳媒娛樂部開發的全功能的三維計算機圖形軟體。它運行在 Win32 和 Win64 平台上。在 2007 年 7 月，3ds Max 發布了第十版。

在 Windows NT 出現以前，工業級的計算機圖形學製作被 SGI 圖形工作站所

壟斷。3D Studio Max + Windows NT 組合的出現一下子降低了 CG 製作的門檻，首選開始運用在電腦遊戲中的動畫製作，後更進一步開始參與影視片的特效製作。

3ds Max 之特性：

- 基於 PC 系統的低配置要求
- 人性化的界面設計，入門簡單快捷。
- 安裝外掛(plugins)可提供 3D Studio Max 所沒有的功能(比如說 3D Studio Max 7.5 版本以前不提供毛髮功能)以及增強原本的功能
- 強大的角色 (Character) 動畫製作能力
- 可堆疊的建模步驟，使製作模型有非常大的彈性。
- 支援 Maxscript 內建腳本控制語言，讓使用者有自訂工具的能力。Maxscript 是內建在 Autodesk 相關產品中的比如 Autodesk VIZ、3ds Max、Plasma、GMax 等軟體中的腳本語言。為 3ds Max 開發的第三方外掛中也多半有支援以 Maxscript 來控制。

最初的 3D Studio 為 DOS 平台製作，由 Autodesk 發行。Autodesk 從第二版開始買下接下來兩個版本的標誌和內核開發。在 3D Studio Release 4 後，產品轉到 Windows NT 平台，名字改為「3D Studio MAX」。此版本還是 Yost Group 製作，由從 Autodesk 拆分的 Kinetix 發行。稍後，產品名稱改為「3ds max」(全小寫字母)，為了符合位於蒙特婁的 Discreet 公司的命名標準。之後 Discreet 被 Autodesk 收購，在第八版產品又重新打上 Autodesk 的標誌，名稱又變為「3ds Max」

貳、Sketch up

Sketch Up 是一套提供建築師、都市計畫專家、製片人、遊戲開發者以及相關專業人員的 3D 建模型式。它用於 Google Earth 上的建模也十分方便。它比其他三維 CAD 程式更直觀，靈活以及易於使用。

基於便於使用的理念，它擁有一個非常簡單的介面；SketchUp 工具中一個眾所周知的特性便是 3D Warehouse，用戶可以利用他們的 Google 帳戶來上傳建立的模型，並且瀏覽其他的元件和模型。

Sketch Up 特性和用處包括：

- 「Smart」：智慧光標系統，允許用戶使用 2 維的螢幕和滑鼠來描繪 3 維的部件。
- 「Push-pull」：通過沿預定的路徑擠壓 2 維介面從而建立 3 維物件。
- 「Follow Me」簡單高效的學習能力。
- 可以模擬攝錄影機和太陽的運動
- 與 Google Earth 的協同功能

Sketch Up 可以輸出許多 3D 格式，包含 Google Earth 格式.kmz，專業版本額外還支援含有.3ds、.dae、.dwg、.dxf、.fbx、.obj、.xsi 和.wrl 等檔案格式，並且包含布局工具 LayOut。Google SketchUp 能夠將模型「截圖」儲存為.bmp、.png、.jpg、.tif 等檔案格式，專業版本更可支援.pdf、.eps、.epx、.dwg 和.dxf 等格式。

參、Autodesk Fusion 360

Fusion 360 同是 Autodesk 所開發的軟體之一，Fusion 360 擁有整合工業設計、機構設計以及數位製造等好用功能，也同時支援 PC 及 Mac 版，並且提供英文、簡體中文及日文三種語言，而 Fusion 360 也是屬於有條件式的免費軟體，而且限制條件非常寬鬆，只要是教育單位、學生都可以輕鬆擁有 Fusion 360，即使是商業用途、初創公司、個人設計師或創意工作者，年收在十萬美元以內，也可以擁有 Fusion 360 免費使用的資格。Fusion 360 建模方式主要採取線條曲面方式來建立模型，適合進階深入 3D 模型建構的使用。

肆、Autodesk Revit

BIM 建模技術最為著名的有 Autodesk 的 Revit 系列及 Bentley 的 Microstation

與 Projectwise、Graphisoft 的 ArchiCAD、及 Tekla 等。它們與前述軟體不同的是都有類似「參數設變引擎」(Parametric Change Engine, 此名稱取自 Autodesk Revit) 的技術, 使空間相關元件資訊能智慧式互動調整, 幾何元件所繫結的屬性資料, 背後也都有獨立的資料庫處理引擎, 管理龐雜的模型資訊。

Revit 是 Autodesk 旗下的軟體, 專為建築資訊模型(BIM)建造的, 可幫助建築設計師提升建築設計、建造和維護的品質和效能, 而無須透過任何程式設計語言。Autodesk Revit 軟體是專門為建築資訊模型 (BIM) 建立的軟體, 可協助擷取分析創新的設計概念, 並且讓文件自始至終維持建築師的構想。此軟體提供資訊豐富的模型支援永續設計、衝突偵測、營造規畫與建造的決策, 同時協助使用者與工程師、承包商以及業主協同合作。過程中的任何設計變更都會隨設計與文件變化自動更新, 讓程序更協調一致, 文件內容更可靠。

Autodesk Revit 軟體主要有三項特色：

1. 在單一環境中完成多項專案

Autodesk Revit 軟體的概念設計功能, 提供操作簡便的自由形式建模與參數化設計工具, 讓使用者能在開發最初期進行設計分析。自由繪製草圖、快速建立 3D 模型, 且能以互動方式進行塑形。運用概念設計與闡明複雜塑形的內建工具, 準備建造與施工用模型。Autodesk Revit 會在設計時, 自動在模型周圍建立參數化架構, 讓創意控制更有效, 而且精確度和彈性更高。讓使用者在單一的直覺式環境中, 將設計從概念模型轉化為施工文件。

2. 加速制定可靠決策

Autodesk Revit 軟體能在初期分析建築模型, 讓使用者的團隊可以在專案初期做出更深思熟慮的決策。使用者可以運用這項功能闡明面積與體積、執行日光照明與能源分析、深入了解專案是否可行, 並提早計算出施工材料需求。

3. 機能完整的塑形

Autodesk Revit 軟體的建築專家功能, 可協助使用者將概念模型轉換為

機能完整的建築設計。選取並加入面後，即可設計牆、屋頂、樓板以及帷幕系統。擷取重要的建築資訊，其中包括每個樓板的總面積。將概念式量體以量體物件的方式導入 Autodesk Revit，然後展開線路圖設計。Autodesk Revit Architecture 從單一基礎資料庫產生每張明細表、圖紙、2D 視圖與 3D 視圖，於專案開發與演變過程中自動協調變更。

第三章 LID 建築資訊介面建構

本章主要除了說明與研究主題有關之 LID 設施設計構造及設計要點，進以針對設施分類，配合蒐集彙整與 LID 容量設計下其蓄水主體功能有關之相關廠商、產品及其各項建築資訊內容，初步完成建置 LID 建築資訊 Excel 資料檔等介面，提供本工具程式鍵結利用，以及元件製作時之參數拋轉依循，LID 設施相關產品蒐集成果及資訊介面完成如下所述。

第一節 設施構造及設計簡要說明

延續前一章節所述之五種設施型式，本節依其各項設計其雨水儲存相關設備構造、設計流程、結構特性，以及進水、溢流、排放等方式資訊進行分類與說明，分析如后。

壹、設施定義與相關簡要說明

1. 地上型滯蓄洪設施

滯蓄洪設施減洪機制是將逕流暫時蓄存一段時間，並緩慢排放到下水道系統，或於洪峰過、暴雨停止後排放。在密集都市化地區常設計成可具有土地利用機能，設施將調整機能限定在一定期限內的洪水調節，在暴雨時累積雨水與逕流，並配合允許排放量條件下同時排除雨水；另一種設計方式為保有一定水深之水池，其目的可為營造親水空間、創造生物棲息環境或水質處理等考量。地上型滯蓄洪設施主要為將雨水儲存於地表面儲存方式，設施位置如在公園、校園、綠地、集合住宅的棟距等空地，以土堆或水泥圍成小堤型式，或是以挖掘淺坑，以滯洪/留池型式集中儲存地表面的逕流水體。

2. 地下型滯蓄洪設施

相較於前述地上型滯蓄洪位置，另一種為地下型滯蓄洪設施，除可同樣利用公園、校園、集合住宅的棟距等空地，亦或是利用建築物筏基等位置，在地底下設置儲存槽設備。以不影響到上方原來的土地利用功能為目的之設

計方式。

3. 透水鋪面

透水鋪面係將透水性良好、級配孔隙率高之材料應用於面層與基底層，使雨水通過人工鋪築之多孔性鋪面，直接滲入路基土壤，具有讓水還原於地下之功能，其係利用滲透和表面蒸發方式來處理地表逕流，使用後可減少地表逕流，除減輕排水系統的負擔，也能減少施作排水設施（資料來源：水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫，內政部營建署）。

透水性鋪面因強度低於傳統瀝青或水泥鋪面，因此適用於輕交通量及低承載之路面，包括設置在公園、校園、集合住宅的棟距等空地處，或如人行道、停車場、廣場等，設計之原則是配合原有土地利用功能為目的，並兼備貯水、保水、滲透等副加功能之技術型式。

4. 雨水花園

雨水花園（或稱生態滯留單元）為具美化景觀功能的現地暴雨逕流處理系統，除了是自然形成，通常是人工挖掘的小型下凹式花園、綠地型式。其構造主要使用經過設計的混和土壤及適合當地氣候的植物所完成的造景淺窪地，並透過表層植物、中間自然土壤層及底部的人工土壤層或回填層加以過濾和淨化，來降低逕流汙染，同時也控制小區域匯流面積的雨水，將雨水暫時貯留於其中，並且透過滲透、貯留、過濾來削減逕流量。通常在區域中分散且以小規模設置，具整體景觀美化效果，必要時亦可銜接雨水下水道或其他控制結構，包括如蓄洪設施及透水鋪面等作結合。

雨水花園設計之結構型式相當多元，依據設置之位置會呈現不同之型式，其它包含停車場中景觀安全島、分隔設施、公共道路用地景觀設施、道路中央分隔島或圓環、建築物透水區景觀設施、加長型樹坑、路緣擴展設施等位置均可規劃配置。

5. 屋頂綠化

「屋頂綠化」是綠建築「生物多樣性指標」的評估要項之一(內政部建

築研究所, 2012), 在廣義上的敘述為在建築本體屋頂上鋪設額外的植栽 (或由人工方式建造植栽的基礎), 使得屋頂有綠化的特性, 依照不同的介質厚度、植栽種類可分為精緻型 (intensive) 及粗放型 (extensive)。

屋頂綠化通常在建物本體屋頂區域中設置, 不僅在視覺上帶來綠色美化的環境, 植栽還能淨化二氧化碳、粉塵與空氣中的重金屬, 也有減緩都市熱島效應、調節微氣候、增加保水性能、增進建築節能等功能; 設計必要時亦可銜接其他控制結構, 包括如前述四種技術設施等作結合應用。

基本上可將屋頂綠化分為三大類型: 庭園型、盆栽組合型、薄層型屋頂綠化, 其中庭園型屋頂綠化係根據屋頂條件, 覆土較深厚加上介質體積較大可搭配小型喬木、低矮灌木、草坪與地被植物進行屋頂綠化配置, 並提供一定的遊覽和休憩活動空間的複雜變化。盆栽組合型屋頂綠化係由各類盆栽組合而成並根據建築物屋頂載重, 在屋頂重承重進行綠地配置並利用容器苗擺放的屋頂綠化方式, 並使用各種盆器種植植物, 可以依照季節變化來選擇適合當季的植物。薄層型屋頂綠化 (又可稱為粗放型屋頂綠化), 係是以種植低矮灌木、草坪與地被植物進行屋頂綠化, 不太需要維護管理且價格低廉, 覆土的厚度不深, 不設置休閒設施, 且一般不允許人員在屋頂上活動, 是一種簡單的綠化。

貳、設施雨水儲存與溢排水設計說明

設施設置於地面上的低衝擊開發技術型式相較於地底下型式, 其施工費、材料等成本相對較便宜, 國內外的案例也較多, 但缺點是雨水貯留時地表的原有使用將暫止; 設置於地表下包括如地下儲存, 則是於地底下設置儲存槽方式, 利用收集、入滲、溢排水等措施設計將雨水導入至地底下儲存后暫存、滲透或利用。與地面型式最大不同即使在儲存時, 仍能維持地面上原來的利用功能。本節針對上述五種技術型式其主要構造組成進一步說明如下:

1. 地上型滯蓄洪設施

- (1) 集水設計: 利用建物之屋頂、天溝; 或基地周圍之側溝、渠等, 收集並透過過濾、沉砂、進水等過程導入儲水空間, 或者可接收其它

低衝擊開發技術設施溢排放水，以串併聯之複合設計型式儲存接收之雨水。

- (2) 儲水設計：為收集蓄存雨水的主要空間，除了可利用建築基地周圍空地或停車場地表面，設計成圍堤或淺坑的方式蓄存雨水，亦可利用各類的儲水桶槽將所收集的建物或地表雨水暫時儲存。
- (3) 排放設計：排放口可設置於儲水設計之低處，一般採自然重力排水，此外排放口尺寸及位置可規劃成不同蓄容條件之放流設定。
- (4) 溢流設計：無法使用排放口自然排水時，需另設置溢流口位置、餘水排放井或以抽水機等方式，排放過多之蓄水體積。
- (5) 其他設計：依上方儲存空間土地利用許可，可設計成可入滲型式，增設保水功能。但應加強防止砂土、垃圾等進入儲存空間，以降低設施阻塞機會。

2. 地下型滯蓄洪設施

- (1) 集水設計：同地上型秩序洪設施集水過程，利用建物之屋頂、天溝；或基地周圍之側溝、渠等，或者可接收其它低衝擊開發技術設施溢排放水收集雨水過程導入儲水空間。
- (2) 儲水設計：為收集蓄存雨水的主要空間，除了可利用建築基地筏基、停車場空地等地表下空間設置儲存槽設備；亦可利用各類的地下儲水桶槽將所收集的建物或地表雨水暫時儲存。儲存槽的材質一般為水泥製或塑膠製，設計時除需掌握材質的技術條件，亦需考慮儲水設備上方的覆土及土地利用負載條件而設計。
- (3) 排放設計：排放口可設置於儲水設計之槽體側壁低處，如排放口底部高程狀況允許可使用自然重力排水，或採機械式抽排；排放口尺寸及位置可規劃成不同蓄容條件之放流設定，均需依下水道排放位置等規定作為排水設計條件。
- (4) 溢流設計：無法完全使用排放口排水時，需另設置溢流口開口、餘

水排放井，或加設機械式抽排設備，排放過多之蓄水體積，此外設計時需明確要求每部抽排設備的排水量，並建議應以 2 部交替運轉進行放流控制。

- (5) 其他設計：可在儲存槽底部設計成可入滲型式，且相較於地上型滯蓄洪設施設備設計時更應一併考慮設置後如何執行適當的維護管理（包括設置除泥等裝置，且應設計為容易清掃的設施構造）。

3. 透水鋪面

- (1) 集水設計（非必要性）：利用鋪面表面集水或收集非透水區域（如屋頂、其它道路區域等），並導入鋪面儲水暫存空間之過程。
- (2) 蓄水設計（需依用地需求可設置或不設置）：為暫時收集雨水的空間，利用公園、校園、集合住宅的棟距間等空地，或人行道、停車場、廣場等地表表面，鋪面四周設計成圍堤方式暫存所收集的地表雨水。
- (3) 入滲及保水設計（或稱過濾儲水）：鋪面除設計為可入滲型式，並具備保水功能於蓄水區，其高入滲率特性亦提供級配基層與底基層間的水流傳遞，設計時應加強防止砂土、垃圾等進入儲存空間，以降低設施阻塞機會。
- (4) 排放設計：於鋪面底基層設置滲透排水管，以確保在一定時間內將級配基層貯水區的入滲後貯留水量導引至排水系統，以維持級配層之入滲及貯水能力，滲透排水管主要採自然重力排水設計，排放管徑可規劃成不同蓄容條件之放流設定。
- (5) 地表溢流：如地表設計為暫存空間，鋪面地表雨水逕流匯流處需另設置開口及溢流位置，排放地表過多之蓄水體積。

4. 雨水花園

- (1) 集水設計：利用建築基地地表面集水或屋頂收集並導入雨水花園儲水空間之過程；收集導入之前可設置去除砂土與垃圾之設施，才流

入雨水花園儲存空間。

- (2) 蓄水設計：為儲存前述集水設計收集雨水的空間，利用雨水花園表層空間蓄留或底下保水空間保水等。
- (3) 排放設計：於過濾儲水層設置滲透排水管，以確保在一定時間內將儲水層區的入滲後貯留/保水量導引至排水系統，以維持儲水層之入滲及貯水能力。
- (4) 溢流設計：雨水花園逕流匯流處需另設置開口及溢流位置，一般可設計成垂直圓形豎管排水口或矩形溢流堰等型式，排放雨水花園雨水蓄存空間過多之蓄水體積，溢流之水量會經由排水暗渠進入道路側溝。
- (5) 其他設計：將收集之雨水經過地表土及碎石層滲透，雨水中的固體污染物及顆粒吸附，雨水得到初步淨化後，經滲透或排水管排出或儲存。

5. 屋頂綠化

- (1) 集水過程：與前述四種技術不同，本階段係是以降雨落在屋頂綠化區域，所收集的雨水量計之，其它屋頂表面或基地集水部分則不計入收集，需導入其它設施設計（可導引至前述四種設施或直接排出區域外）。
- (2) 入滲設計：將設施表面收集之雨水經過設施介質層等滲透，雨水中的固體污染物及顆粒吸附，雨水得到初步淨化後，經滲透至保水排板收集或溢流。
- (3) 蓄水設計：為儲存收集雨水的空間，利用屋頂綠化之表層以及底層之排保水版設計，暫存降雨之雨水。
- (4) 排放設計：於排保水版設置排水通路，可確保在一定時間內將過多之儲水層區的貯留/保水量導引至其它設施設計（可導引至前述四種設施或直接排出區域外），以維持貯水能力。

- (5) 溢流設計：可於屋頂綠化設置開口及溢流位置，一般可設計成矩形溢流堰等型式，排放過多之屋頂綠化雨水蓄存空間之蓄水體積，溢流之水量需經匯流管線收集與底層排放一同導引至其它設施設計（可導引至前述四種設施或直接排出區域外）。

參、設施主體構造與注意事項簡述

1. 地上型滯蓄洪設施

設計時需考慮原來的土地利用及限制，地表面儲存空間的蓄存水深，並需滿足建築基地開發/改建/增建後，所設計的貯留、放流對策量；此外，安全與維護管理層面則需設計在安全水深以下。設計時主要構造與限制包括：

- (1) 利用水泥的結構：主要之設施構造包括可利用土堤或水泥結構等方式構築，利用淺挖、擋土牆或用砌石方式築小堤建構。
- (2) 利用各式桶槽的結構：儲存槽的材質主要以塑膠、玻璃纖維或金屬類製品為主，可以各型桶槽利用接管串併聯方式建構。備註：應在防汛期注意桶槽內部的蓄水容量是否足夠，提前釋出桶內餘水，確保蓄存雨水有效容積。
- (3) 利用土堤或水泥結構儲存的水深限制：應考量安全，校園儲存水深以幼兒游泳池設計深度為限制標準，設計時建議不得超過水深 0.2 m，一般社區及大型公園等至多建議不得超過水深 0.3 m。如設計對象為停車場於設計時應考慮水深不超過汽車的剎車輪位置，建議儲蓄水深約 0.1 m 以內。其它未盡考量之區域限制水深，建議宜應參考最低水深限制 0.1m 或用地需求給予增加深度限制。

2. 地下型滯蓄洪設施

由於地底下滯蓄洪設施靠重力排水通常較不易，設計時多數需另採用機械抽排儲存之水體。此外，遇到設計標準外的大雨狀況時，因建構於地下溢流排放的設計則相對較「地表面滯蓄洪設施」更顯得額外重要，且由於平常

不會看到槽體的部份，亦需額外注意大雨過後的清掃等，並充分進行衛生管理。設計時主要構造與限制包括：

- (1) 利用水泥的結構：包括建築基地筏基或水泥框架結構，需於現場施工，相較於塑膠製工期較長且設施規模不大時，每單位的儲水量施工費用較高。
- (2) 利用塑膠積木型的組合結構：或稱組合框架、基磚等，儲存槽的材質主要以塑膠類製品為主，利用積木組合的概念堆砌構築。需注意地面過熱時因塑膠製可能會短暫變形，且設計時需注意上方覆土、使用或施工時的維護，相較於水泥的結構，上方負載相對較弱。
- (3) 利用碎石填充結構：地下挖掘處以充填碎石利用其孔隙儲存雨水；在底部與側面維持可透水性設計。因為碎石內部之淤積清掃等不易，應加強入流口需設置沉沙、除泥井等防止砂土流入的設備，以防造成阻塞減少蓄容；此外設計時須考慮不平均的塌陷情況產生。
- (4) 利用雨水貯集槽組合結構：包括主要以市售之塑膠或製式槽體結構，不需現場施工，可由廠商現有桶槽型號搬運至現場埋置即可，然需注意桶槽厚度與上方乘載能力，且每單位的儲水量施工費用較高。備註：應在防汛期注意桶槽內部的蓄水容量是否足夠，提前釋出桶內餘水，確保蓄存雨水有效容積。

3. 透水鋪面

台灣目前常用之透水鋪面主要可分為：透水瀝青、連鎖磚、植草磚、透水磚等，透水鋪面依其用途區分為人行道鋪面及車行道鋪面，人行道鋪面以鋪面面層不積水為主，提供行人舒適性之道路鋪面。車行道鋪面則為具有車輛行駛之承載道路、停車場或廣場等，需考慮交通量及降雨強度等，以能承受交通荷重應有的厚度及透水功能之鋪面。設計時主要構造包括：

- (1) 結構組成：透水鋪面雖有不同型式，然其結構由上而下可依序歸納為鋪面層、襯墊層、級配基層、級配底基層或過濾貯水層、土工織布等，如需求亦可加設排水管等設計；此外對水質要求較高者，則

可將級配底基層以過濾貯水層取代。

- (2) 主要構造：鋪面層即為表面層，其功能為透水與抗壓。台灣目前常見的包括透水混凝土磚、透水混凝土鋪面、多孔隙瀝青鋪面及非連續拼接或鏤空鋪面等之，其材料、透水性及抗壓強度等，應分別符合公共工程委員會施工規範相關規定。

- (3) 其它構造包括：

- 襯墊層之主要功能為維持上方鋪面層之平整度，並有過濾功能。常用之材料為粒徑 1~2 公厘細砂或 2~4 公厘粗砂(清碎石)。
- 級配基層：位於襯墊層的下層，為主要貯水區，其高入滲率特性亦提供級配基層與底基層間的水流傳遞。
- 級配底基層：位於級配基層的下層，功能與級配基層相同。本層亦採粗骨材級配，粒徑較級配基層貯水區大。設計厚度越大其保水量與承載能力相對較高。(若對水質處理較高的需求，可以過濾貯水層取代級配底基層，位於級配基層的下層，過濾層主要可過濾自鋪面流至底層所夾帶的雜物質，具控制滲透速率與過濾水質功能)。
- 排水管：排水管需為多孔排水管。因級配底基層下方為路基，而一般路基土壤之入滲速度遠低於上方各層之入滲速度，故於級配底基層設置排水管，以確保在一定時間內可有效將級配基層貯水區及級配底基層貯水區的下滲貯留水量導引至排水系統，以維持級配層之入滲及貯水能力；排水管設計尺寸常用採 5~15 公分，原則約每 5 公尺設置一條。
- 地工織布：地工織布主要功能可過濾、加勁及防止土料流失或級配不均勻沉陷。地工織布可防止空隙因土壤顆粒下移所造成的堵塞；也可防止粗顆粒粒料下移進入底層土壤所造成的滑塌，使各土層保持其穩定性，達穩固設施之目的。透水鋪面之地工織布設置於襯墊層與級配基層間，以及級配底基層或過濾層與路基間。

- (4) 人行道透水鋪面：鋪面規劃配置表面如以透水磚等鋪設，主要結構組成包括級配底基層厚度為 15~25 公分，級配基層厚度為 15~45 公分，級配底基層及級配基層之厚度會反映於承載力及貯水能力，在情況許可下，建議級配底基層及級配基層之厚度分別為 25 公分及 45 公分為佳，兩者最少都不應低於 15 公分。級配基層上方之襯墊層厚度建議為 5 公分，最上層之透水磚，厚度則建議為 6~8 公分，以提供足夠之承載力。
- (5) 停車場透水鋪面：鋪面配置應比人行道需要更高之承載力，級配層之設計因此也較厚。級配底基層厚度為 15~30 公分，級配基層厚度為 15~60 公分，級配底基層及級配基層之厚度會反映於承載力及貯水能力，在情況許可下，建議級配底基層厚度以 30 公分、級配基層以 60 公分為佳，兩者最少都不應低於 15 公分。級配基層上方之襯墊層，厚度建議為 5 公分。最上層如為植草磚(空隙回填沃土及植草)或透水瀝青，厚度則建議至少為 10 公分，以提供足夠之承載力。

4. 雨水花園

雨水花園通常是自然形成或人工挖掘的小型下凹式綠地，主要透過表層植物、中間自然土壤層及底部的人工土壤層或回填層加以過濾和淨化，來降低逕流汙染，同時也控制小型匯流面積的雨水，其設計必須因地制宜，考慮其區域之面積大小、形狀、土壤特性、交通動線和其開發型態等。在降雨量較多的國家，是以控制暴雨逕流為主，土壤層孔隙較大，且深度較深，反之，則以降低逕流汙染為主，土壤層孔隙較小，且深度較淺。設計主要構造包括蓄水層、覆蓋層、生長介質、土工織布、過濾貯水層及滲透管，共五層：

- (1) 蓄水層：當雨水進入雨水花園，可以暫存雨水，促使沉澱物沉澱，以及去除沉澱物含有的有機物和金屬離子，深度約為 0.15~0.3m，其中植物佔蓄水層為 5%~15%，蓄水排乾時間應不超過 8~12 小時。
- (2) 覆蓋層：覆蓋層可以保持植物根部的濕度，避免了表面土壤的侵蝕而造成滲透能力降低，並可以過濾大型的懸浮物。其深度約為

0.05~0.1m。

- (3) 生長介質：生長介質對植物根的吸附以及微生物分解碳氮化合物、金屬離子、營養物和其他污染物提供了一個很好的場所，有較好的過濾和吸附作用。一般採用滲透係數較大的土壤，其深度約為 0.25m，其它若僅種植灌木類，生長介質層厚度則建議 0.45~0.6m；若要種植喬木類，生長介質層厚度約 0.9~1.2m。
- (4) 土工織布：土工織布是防止土壤顆粒堵塞礫石層及透水管。
- (5) 過濾貯水層：過濾貯水主要接收上層所滲透下來的水，再經由滲透管排出，其深度約為 0.15~0.3m。其中所埋置的滲透管直徑為 0.1m。

5. 屋頂綠化

屋頂綠化庭園式及組合式在國外常稱之為精緻型綠屋頂(intensive green roof)，其所使用的植物種類多樣化，以小型灌木、喬木或地被植物進行複層綠化的方式，因此使用的介質層厚度通常大於 15 公分，較需要大量的人力進行維護與管理；薄層式屋頂綠化則稱為粗放型綠屋頂(extensive green roof)，為利用單層地被植物覆蓋屋面，介質厚度以不超過 15 公分設計，一年維護約 1~2 次，且通常不允許人員在上面活動。設計主要構造為蓄水層(植栽層)、生長介質、過濾層、排保水層四層，包括：

- (1) 蓄水層(植栽層)：屋頂綠化設施表層可設計為暫存雨水，除可增加沉澱物沉澱時間，以去除沉澱物含有的有機物和金屬離子，更可增加蓄容體積，唯因收集之對象僅為上方之降雨，收集之雨量有限。此外，此層亦包含植栽是屋頂綠化中最具生氣的部分，並且會影響到整體外觀，且屋頂直接暴露於室外環境，會受到強風、大雨侵襲、劇烈陽光的照射等，因此種植需要根據適合當地環境的植物來做選擇，其中植物佔蓄水層約為 15%~30%。
- (2) 生長介質：主要是以土壤為主，可以分為三大類：黏土、壤土、砂土，但因為大部分的土壤顆粒細，在透水性、排氣和排水的能力較差，植物根部較容易腐爛而不利於生長，因此會選擇土壤以外的物

質作為介質使用，通常會選用排水良好，通透性高的介質，此外還需考量到屋頂的載重以選擇較輕的介質，避免增加屋頂的負擔，其深度建議小於 0.15m，若載重許可，且以小型灌木、喬木或地被植物進行複層綠化的方式，使用的介質層厚度可大於 0.15m。

- (3) 過濾層：目的是避免介質在入滲過程中跟著流出，而造成下層排水孔堵塞，也可保持排保水層不會有泥沙淤積，以免導致積水而造成植物根部腐爛，通常設置在介質層和排保水層兩者中間，常用材料為不織布、玻璃纖維布等質地細密排水良好之鋪面。
- (4) 排保水層：保水為屋頂綠化非常重要的一項功能，排保水層通常介於過濾層或介質層底下，當土壤、介質的水份達到飽和時，多餘的水便會滲出並將水貯存於排保水層中，排保水層多以塑膠排水板放置，底部會有凹槽或支架型式的設計來儲存雨水，每個孔洞原則都互相連結，降雨時若雨量過大，多出的水份會順著孔隙排出，以達到保水與排水的功能，設計時亦可結合底層排放孔口設計，導流至其它設施區域，一般深度介於 0.04~0.1m。

第二節 設施主體與配件說明

LID 技術設施透過前述說明之相關型式及結構，本節針對各主要設計項目可歸納包含了主體部分，如滯蓄儲存空間、透水性面層等，以及配件部分如輸水設施、沉砂或淨水設施、動力設備以及其它等各細項設計，包括連接之管材等；本節首要就目前國內外常見相關類型其產業或產品收集就其主體部分、材質以及其附件等做一初步整理。

- 1. 滯蓄儲存空間：即是 LID 儲存雨水量體之主要暫存位置，此為建築資訊建構時主要規劃與設計之重點。初擬主要資料可分類包括。

- (1) 主體部分：蓄存空間的結構部分，本年度主要針對地上型滯蓄洪設施目前常用之產品型式如儲水塔或雨水貯集利用桶/槽等；以及地下型滯蓄洪設施項目則如雨水貯集框架（或稱雨水基磚）等為其主要蓄水主體產品資訊之設置。（備註：其它如水泥的結構、礫石結構等

設計，使用者僅需依據工具計算結果進行專案設計即可)。



圖 3-1 雨水滯蓄主體產品
(資料來源：本研究蒐集成果)

- (2) 設備材質：塑膠（或回收塑料）、不銹鋼、玻璃纖維等。
- (3) 配件：包含墊砂層（細骨材）、透水性織布、礫石或粗骨材等。

2. 透水性面層及其蓄存空間：即是透水性設施滲透之表面產品及其儲存雨水量體之暫存位置設計，此為透水性設施建築資訊建構時主要規劃與設計之重點。初擬主要資料可分類包括。



圖 3-2 透水鋪面層產品
(資料來源：本研究蒐集成果)

- (1) 主體部分：即為鋪面層滲透設計產品部分，目前常用之型式如高壓製混凝土磚、高壓製混凝土透水磚、高壓製透水孔式混凝土磚、剛性透水防沉陷基礎、透水混凝土、透水性瀝青，以及 JW 工法等。
- (2) 儲存雨水量體部分：即為保水層設計，通常為利用礫石或其它框架產品設計等，提供作為儲水或保水功能。
- (3) 設備材質：塑膠（或回收塑料）、混凝土、礫石、回收紙或其它特殊膠製混合材料等。

(4) 配件：包含墊砂層（細骨材）、透水性織布、礫石或粗骨材等。

3. 屋頂綠化蓄水層及其它

(1) 主體部分：即是指保水部分，目前常用之產品型式如蓄排水板或植栽箱等。

(2) 配件：包含介質（沃土）、墊砂層（細骨材）、透水性織布、不透水織布、阻根防水材料等。

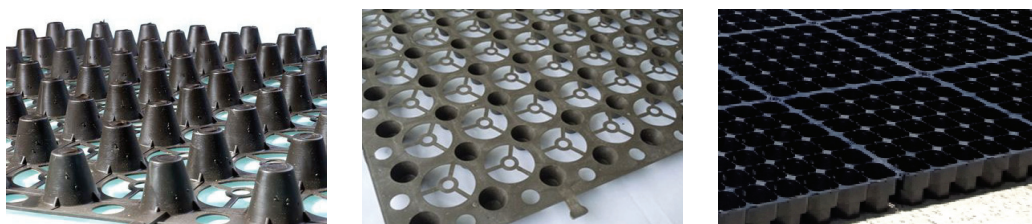


圖 3-3 屋頂綠化排保水產品
(資料來源：本研究蒐集成果)

4. 連結設施（排放或溢流輸送之管線）

(1) 型式：明管或埋設之暗管（又可分滲透或不可滲透型）。

(2) 設備材質：混凝土、HDPE、PE、PVC、ABS 或不銹鋼等。



圖 3-4 各類連結或排水管材製品
(資料來源：本研究蒐集成果)

5. 沉砂或淨水設施

(1) 雜質截留部分：目前常用設備如滲透井、沉砂/去污陰井（又可分乾式或濕式陰井）或篩網過濾等。

(2) 初期雨水排除：目前可分為簡易式或電子機械式等。

(3) 設備材質：混凝土、HDPE 或不銹鋼等。



圖 3-5 沉砂/去污陰井產品
(資料來源：本研究蒐集成果)

6. 動力設備（雨水抽排所需之動力）

- (1) 抽水馬達：目前常用之產品型式沉水馬達以及一般馬達等。
- (2) 其它：如電源控制箱等。

第三節 設施主體之建築資料蒐集

本節將對前一節各項適用於 LID 設計之設施產品資料進行深入之收集，鑑於相關產業或產品種類繁多，為掌握後續研究在建築資訊元件建構之通用性及雨水儲存實用性，資料蒐集之對象將以上述說明之「主體部分」，亦即 LID 設施雨水蓄存空間關聯之設施產品為主要建築資料配合對象；其次將斟酌主體需求須增設之附件部分亦同進行相關產品蒐集彙整，此外，蒐集之產品主要以國內現有廠商為主，如為國外產品但國內已有代理商亦併包含在蒐集對象。

壹、產品分類與資訊介面簡介

針對 LID 設施主體之產品為範圍並依此進行蒐集分類；收集之內容研擬包括產品分類、廠商資料、產品內容及主要設計參數（如尺寸、材質...等，依產品需求訂定不同主要參數資料）以及設施照片等：

1. 產品分類：主要為本產品適用之範圍，如地上型/地下型滯蓄洪設施、透水鋪面設施、屋頂綠化或雨水花園設施設備等。
2. 產品選擇：主要提供給使用者與後續系統容量計算工具鍵結時使用之預備表格（含選擇按鈕可執行計算功能）。
3. 廠商基本資料：主要為公司名稱、廠商地址、電話、主要聯絡人以及網址或 E-mail 等資訊。
4. 產品內容：包括產品型式、代號或型號等。

5. 主要參數：包括產品的尺寸，如長、寬、高，或是直徑/半徑等；以及蓄容體積、主要材質等（備註：可拋轉至建築模型應用之參數項目）。
6. 其它參數：包括產品的重量、容許應力（以地下型產品為主）、滲透係數（以滲透性產品為主）等。
7. 照片：提供產品照片對照。

透過上述之資料蒐集內容，進一步整理在 Excel 格式下，以利於後續配合「複合型 LID 滯蓄洪系統容量設計工具」軟體鍵結使用；透過每一廠商、建築資訊等各介面之完成（單一介面繪製如表 3-1 所示，並設計成可下拉式選項部分），並經相關資料整理分類後，除可供本研究工具軟體規劃與設計時鍵結相關產業之應用，亦可作為第四章開發建築資訊 LID 元件設計通用模型之參數拋轉應用參考。

表 3-1 產品資訊介面表例

產品分類		總編號：	
廠商基本資料			
1 公司名稱：			
產品來源：	☐ 自行研發 ☐ 代理商品	原產地及廠商：	
2 公司地址：			產品選擇
3 聯絡電話：			無
傳 真：			可與容量計算工具鍵結
電子信箱：			
4 網 頁：			
5 聯 絡 人：			確認
產品型式/規格/說明及相關參數			
1 產品名稱：		編號：	
產品型號：		功能說明/規範/圖示：	
產品特性： ☐ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：			
3 容量：	(m3)		
長度：	(m)		
寬度：	(m)		
高度：	(m)		
半徑：	(m)		
厚度：	(cm)		
4 孔隙率：	(%)		
5 重量：	(kg)		
6 鉛直容許應力：	(kN/m2)		
水平容許應力：	(kN/m2)		
鉛直最大應力：	(kN/m2)		
水平最大應力：	(kN/m2)		
7 成本牌價：	(元/m3)		
8 最大槽高：	(cm)		
9 最大覆土厚度：	(cm)		
10 其它參數：			
			設計成可下拉式捲軸方式

（資料來源：本研究成果）

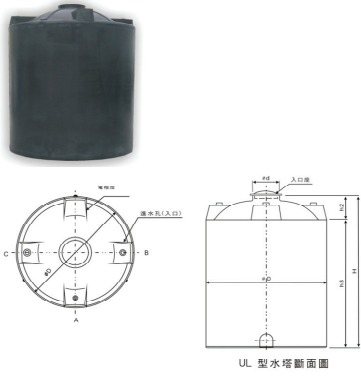
貳、地上型滯蓄洪設施雨水蓄存主體建築資訊介面

地上型滯蓄洪設施雨水蓄存主體型式如前一章所述可概分水泥的結構、礫石及利用各式桶槽等結構方式蓄存雨水，而其中又以桶槽儲存產品在國內市場上有泛多型式與較具備的固定儲存型態，亦是在建築資訊使用上需另提供參數資訊的產品範圍；本節針對桶槽結構方式之相關蓄洪、儲水產品進行資料蒐集與介面建構，針對國內、外目前常使用之各式產品，收集市面常見廠商包括○○水塔股份有限公司 / ○○塑膠科技股份有限公司、○○塑膠股份有限公司、○○泉源國際股份有限公司等 3 家相關產品：

1. ○○水塔股份有限公司/○○塑膠科技股份有限公司（介面如表 3-2）：

主要蒐集其桶槽容量大於 2 噸之相關儲存槽產品，再依產品名稱、型號及外型分類分別包括有化學儲槽水塔加強型、UL-2000L/ UL-3000L、臥桶式儲水槽圓形；以及運輸桶、LT-2000L/ LT-2000L、圓桶形儲水槽。

表 3-2 地上儲存槽體產品資訊介面(1)

產品分類		地上型雨水滯蓄洪設施		總編號：LID1.01	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
網 頁：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		化學儲槽水塔加強型		編號：001	
2 產品型號：		UL-2000L		 UL 型水塔剖面圖	
3 產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：					
3 容量：		2 (m3)			
長度：		0 (m)			
寬度：		0 (m)			
高度：		1.82 (m)			
半徑：		0.665 (m)			
厚度：		0 (m)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本報價：		0 (元)			
8 標準出口徑：		5.08 (cm)			
厚度m/m		8-9 (cm)			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究成果)

2. ○○塑膠股份有限公司（介面如表 3-3）：

主要蒐集其桶槽容量大於 2 噸之相關儲存槽產品，再依產品名稱、型號及外型分類分別包括有運輸桶 SLT 系列、SLT2000/ SLT3000、臥桶式儲水槽方形；以及運輸桶 LT 系列、LT2000/ LT2000、臥桶式儲水槽方形；以及化學槽、水塔(超大型)、UL30T/ UL50T、圓桶形儲水槽或管列式儲水槽。

表 3-3 地上儲存槽體產品資訊介面(2)

產品分類		地上型雨水滯蓄洪設施		總編號：LID1.02	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：	☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：		
2 公司地址：					
3 聯絡電話：	產品選擇				
傳 真：	無				
電子信箱：	確 認				
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		運輸桶 SLT 系列		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		SLT2000			
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：		HDPE			
3 容量：		2 (m3)			
長度：		1.505 (m)			
寬度：		1.445 (m)			
高度：		1.215 (m)			
半徑：		0 (m)			
厚度：		0.008 (m)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		23,000 (元)			
8 其它參數：					
平均厚度：		0.8 (in)			
人孔：		40 (in)			

備註：下拉式選單軸

（資料來源：本研究成果）

3. ○○泉源國際股份有限公司（介面如表 3-4）：

主要蒐集其桶槽容量大於 2 噸之相關儲存槽產品，再依產品名稱、型號及外型分類分別包括有 FRP 組合式儲水槽、FRP-I、圓桶形儲水槽；以及 PP 組合式儲水槽、PP-I、圓桶形儲水槽。

表 3-4 地上儲存槽體產品資訊介面(3)

產品分類		地上型雨水滯蓄洪設施/地下型雨水滯蓄洪設施		總編號：LID1_03	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☐ 自行研發 ☒ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		FRP組合式儲水槽		編號：001	
產品型號：		FRP-I		功能說明/規範/圖示：	
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型		外觀經過加勁設計，可承受側邊土方壓力。儲水槽未組裝	
2 主要材質：		玻璃纖維強化聚丙烯		完成前高度78 Cm，而台灣一般門寬度為80 Cm，所以儲	
3 容量：		1.6 (m3)		水槽可以不用破壞門，或使用吊車進入室內，直接搬運即	
長度：		0 (m)			
寬度：		0 (m)			
高度：		1.56 (m)			
半徑：		0.657 (m)			
厚度：		0 (m)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究成果)

參、地下型滯蓄洪設施雨水蓄存主體建築資訊介面

地下型滯蓄洪設施雨水蓄存主體型式如前一章所述可概分水泥的結構、礫石及利用各式基磚（組合框架）或桶槽等結構方式蓄存雨水，而其中另以基磚（組合框架）及桶槽儲存產品在國內市場上有泛多型式與較具備的固定儲存型態；本節針對上述兩種結構方式之相關蓄洪、儲水產品進行資料蒐集與介面建構，針對國內、外目前常使用之各式產品，收集市面常見基磚（組合框架）廠商包括○○塑膠有限公司、○○工程顧問有限公司、○○企業有限公司、○○股份有限公司、○○泉源國際股份有限公司等 5 家相關產品：

1. ○○塑膠有限公司（介面如表 3-5）：

依產品名稱、型號分類主要為組合式蓄水貯集框架、H500 型，僅單一種基磚產品設計。

表 3-5 基磚產品資訊介面(1)

產品分類		地下型滯蓄洪設施-組合型蓄水框架		總編號：LID2_01	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：		產品選擇			
傳 真：		無			
電子信箱：		確 認			
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
		編號：001			
1 產品名稱：		組合式蓄水貯集框架		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		H500			
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型			
2 主要材質：		聚丙烯(PP)			
3 容量：		0.0701 (m3)			
長度：		0.5025 (m)			
寬度：		0.5025 (m)			
高度：		0.2775 (m)			
半徑：		0 (m)			
厚度：		0 (cm)			
4 孔隙率：		95 (%)			
5 重量：		2.7 (kg)			
6 鉛直容許應力：		148 (kN/m2)			
水平容許應力：		59 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		275 (kN/m2)			
水平最大應力：		110 (kN/m2)			
7 成本報價：		10500 (元/m3)			
8 最大槽高：		450 (cm)			
9 最大覆土厚度：		200 (cm)			
10 鉛直容許應力：		193 (kN/m2) 加強型			
水平容許應力：		70 (kN/m2) 加強型			
鉛直最大應力：		360 (kN/m2) 加強型			
水平最大應力：		130 (kN/m2) 加強型			

備註：下拉式選單軸

（資料來源：本研究結果）

2. ○○工程顧問有限公司（介面如表 3-6）：

依產品名稱、型號分類主要為プラダムくん(雨水基磚)、PD-08 型，僅單一種基磚產品設計。

3. ○○企業有限公司（介面如表 3-7）：

依產品名稱、型號分類主要為 CrossWave 地下雨水滲透基磚、CW-H 型，僅單一種基磚產品設計。

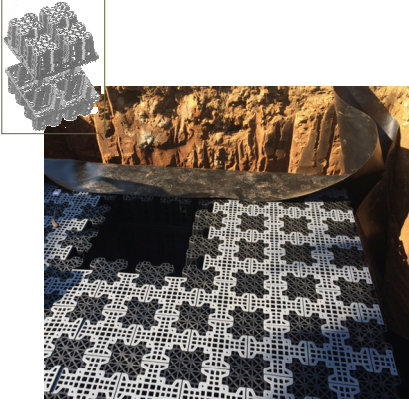
4. ○○股份有限公司（介面如表 3-8）：

依產品名稱、型號分類主要為雨水基磚、CW-H 型，僅單一種基磚產品設計。

5. ○○泉源國際股份有限公司（介面如表 3-9）：

依產品名稱、型號分類主要為雨水貯留滲透水箱、402200 型，僅單一種基磚產品設計。

表 3-6 基磚產品資訊介面(2)

產品分類		地下型滯蓄洪設施-組合型蓄水框架		總編號	LID2_02
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：	☐ 自行研發 ☒ 代理商品	原產地及廠商：日本			
2 公司地址：					產品選擇
3 聯絡電話：					無
傳 真：					確認
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：	プラダムくん(雨水基磚)	功能說明/規範/圖示：			
產品型號：	PD-08				
產品特性：	☐ 地上型 ☒ 地下型				
2 主要材質：	HDPE				
3 容量：	0.1688 (m3)				
長度：	0.75 (m)				
寬度：	0.75 (m)				
高度：	0.3 (m)				
半徑：	0 (m)				
厚度：	0 (cm)				
4 孔隙率：	95 (%)				
5 重量：	7 (kg)				
6 鉛直容許應力：	170.3 (kN/m2)				
水平容許應力：	56.5 (kN/m2)				
鉛直最大應力：	316.2 (kN/m2)				
水平最大應力：	105 (kN/m2)				
7 成本牌價：	8000 (元)				
8 其它參數：					

備註：下拉式選單軸

（資料來源：本研究結果）

地下型滯蓄洪設施-組合型蓄水框架

備註：下拉式選單軸
資料來源：本研究成果)

地下型滯蓄洪設施-組合型蓄水框架

備註：下拉式選單軸
資料來源：本研究成果)

表 3-9 基礎產品資訊介面(5)

產品分類		地下型滯蓄洪設施-組合型蓄水框架		總編號：LID2_05	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
2 產品來源：		☐ 自行研發 ☒ 代理商品		原產地及廠商：德國	
3 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
		產品選擇			
		無			
		確認			
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		雨水貯留滲透水箱		功能說明/規範/圖示：	
2 產品型號：		402200			
3 產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型			
2 主要材質：		HDPE			
3 容量：		0.225 (m3)			
長度：		0.8 (m)			
寬度：		0.8 (m)			
高度：		0.35 (m)			
半徑：		0 (m)			
厚度：		0 (cm)			
4 孔隙率：		95 (%)			
5 重量：		9 (kg)			
6 鉛直容許應力：		31.4 (Ton)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		18000 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究成果)

其次，市面常見地下雨水桶槽廠商包括如○○泉源國際股份有限公司、○○實業有限公司以及○○塑膠股份有限公司等 3 家相關產品：

1. ○○泉源國際股份有限公司（介面如表 3-10）：

主要蒐集其桶槽容量大於 2 噸之相關儲存槽產品，再依產品名稱、型號及外型分類分別包括有 FRP 組合式儲水槽、FRP-I、圓桶形儲水槽；以及 PPC 組合式地下儲水槽、PPC-I/ PPC-II、管列型式。

2. ○○實業有限公司（介面如表 3-11）：

主要蒐集其桶槽容量大於 2 噸之相關儲存槽產品，再依產品名稱、型號及外型分類分別包括有水撲滿、MH3000X/ MH3000X2/ MX3000X4 箱式儲水槽；以及管列式儲雨槽、TSK1000-3/ TSK1000-5/ TSK1000-8 管列型式。

3. ○○塑膠股份有限公司（介面如表 3-12）：

主要蒐集其桶槽容量大於 2 噸之相關儲存槽產品，再依產品名稱、型號及外型分類分別包括有 HDPE 預鑄型雨水儲留槽、SLT4200、管列型式；

表 3-12 地下桶槽產品資訊介面(3)

產品分類		地下型雨水滯蓄洪設施-雨水貯集槽		總編號：LID2_13	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
		產品選擇			
		無			
		確認			
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		HDPE 預鑄型雨水儲留槽		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		SLT4200			
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型			
2 主要材質：		HDPE			
3 容量：		4.2 (m3)			
長度：		2.05 (m)			
寬度：		1.8 (m)			
高度：		1.75 (m)			
半徑：		0 (m)			
厚度：		0.1 (m)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		150 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		37,000 (元)			
8 其它參數：					
上部進水口：		4 (英吋)			
底部洩水口：		4 (英吋)			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究成果)

肆、透水鋪面設施鋪面主體建築資訊介面（初步建構）

透水鋪面設施主要構造（即鋪面層構造）如前一章所述可概分高壓製混凝土地磚、高壓製混凝土透水磚、高壓製透水孔式混凝土磚、剛性透水防沉陷基礎、透水混凝土、透水性瀝青、JW 工法等；本節針對上述各種型態之相關鋪面產品進行資料蒐集與介面初步建構，針對國內、外目前常使用之各式產品，收集市面常見鋪面材廠商包括○○製材所有限公司、○○股份有限公司、○○有限公司、○○有企業有限公司、○○環保科技有限公司、○○水泥製品股份有限公司、○○工程有限公司等 7 家相關產品：

1. ○○製材所有有限公司：

表 3-13 透水鋪面產品資訊介面(1)

產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_01	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		現場整體澆置之剛性透水		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		方型孔H1014		 滲透係數(k): 147 (10-2cm/s); 孔隙率(n): 31 %; 吸水率: 1.3 %; 洛杉磯磨耗率: 26 %; 氯離子含量: 0.0016 %; 抗壓強度: 354 kgf/cm²; 抗彎強度: 120.9 kgf/cm²	
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：		混凝土 + 再生紙			
3 容量：		0 (m ³)			
長度：		100 (cm)			
寬度：		100 (cm)			
高度：		10 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		147 (10-2cm/s) (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kgf/cm ²)			
水平容許應力：		0 (kN/m ²)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m ²)			
水平最大應力：		0 (kN/m ²)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

2. ○○股份有限公司：

表 3-14 透水鋪面產品資訊介面(2)

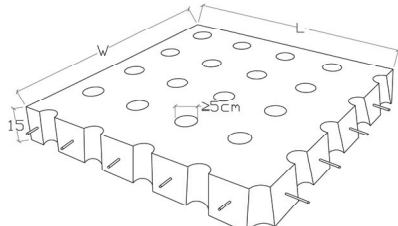
產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_02	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		JW防災空調導水鋪面		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		JW001		 不易脫落 不凹陷 抗壓强度高 地面會呼吸	
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：		廢塑膠再生			
3 容量：		0 (m ³)			
長度：		67 (cm)			
寬度：		67 (cm)			
高度：		15 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		12500 (mm/hr)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		510 (kgf/cm ²)			
水平容許應力：		0 (kN/m ²)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m ²)			
水平最大應力：		0 (kN/m ²)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

3. ○○有限公司：

表 3-15 透水鋪面產品資訊介面(3)

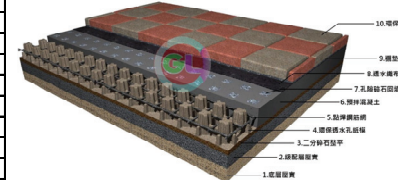
產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_03	
廠商基本資料					
1	公司名稱：				
	產品來源：	☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2	公司地址：				
3	聯絡電話：				
	傳 真：				
	電子信箱：				
4	網 頁：				
5	聯 絡 人：				
產品型式/規格/說明及相關參數					
1	產品名稱：	RC剛性孔狀透水地坪	功能說明/規範/圖示：		
	產品型號：	H15	 H15 · @20 鋼筋混凝土保護層 左：≥5.5公分 右：≥5.5公分 上：≥6公分 下：≥7.5公分 孔洞成型須環保、生態、無汙染。		
	產品特性：	☒ 地上型 ☐ 地下型			
2	主要材質：	成型模組-可分解材質-紙			
3	容量：	0 (m3)			
	長度：	60 (cm)			
	寬度：	60 (cm)			
	高度：	15 (cm)			
	半徑：	0 (cm)			
	厚度：	0 (cm)			
4	滲透係數：	200 (cm/sec)			
5	重量：	0 (kg)			
6	鉛直容許應力：	0 (kN/m2)			
	水平容許應力：	0 (kN/m2)			
	鉛直最大應力：	0 (kN/m2)			
	水平最大應力：	0 (kN/m2)			
7	成本牌價：	0 (元)			
8	其它參數：	0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

4. ○○有企業有限公司：

表 3-16 透水鋪面產品資訊介面(4)

產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_07	
廠商基本資料					
1	公司名稱：				
	產品來源：	☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2	公司地址：				
3	聯絡電話：				
	傳 真：				
	電子信箱：				
4	網 頁：				
5	聯 絡 人：				
產品型式/規格/說明及相關參數					
1	產品名稱：	硬鋪面透水孔紙模	功能說明/規範/圖示：		
	產品型號：	紙模材	 10. 帶模透9層 9. 細粒砂 8. 透水管 7. 及黏結石屑 6. 碎石或碎石 5. 黏結砂 4. 透水管及石屑 3. 二公分砂 2. 透水管 1. 基層		
	產品特性：	☒ 地上型 ☐ 地下型			
2	主要材質：	高分子聚合物及再生磁石			
3	容量：	0 (m3)			
	長度：	90 (cm)			
	寬度：	60 (cm)			
	高度：	14.5 (cm)			
	半徑：	0 (cm)			
	厚度：	0.3 (cm)			
4	空隙比：	25 (%)			
5	重量：	0 (kg)			
6	鉛直容許應力：	0 (kgf/cm2)			
	水平容許應力：	0 (kN/m2)			
	鉛直最大應力：	0 (kN/m2)			
	水平最大應力：	0 (kN/m2)			
7	成本牌價：	227 (元)			
8	其它參數：	0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

5. ○○環保科技有限公司：

表 3-17 透水鋪面產品資訊介面(5)

產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_04	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
		產品選擇 無			
		確認			
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		環保藝晶高透石材		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		ESG			
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：		水泥、再生骨材、混凝土			
3 容量：		0 (m3)			
長度：		100 (cm)			
寬度：		100 (cm)			
高度：		5 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		1.02 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		250 (kgf/cm2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			
空隙比：		32.2 %			

1.改善路面積水，避免水滯現象

2.延緩城市降雨逕流洪峰，降低河川排放量

3.延緩都市熱島效應

4.有效隔阻臭氣及蚊蟲竄出

5.色彩多樣性，增添空間設計感

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究成果)

6. ○○水泥製品股份有限公司：

表 3-18 透水鋪面產品資訊介面(6)

產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_05	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
		產品選擇 無			
		確認			
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		透水磚		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		BL-Q4			
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：					
3 容量：		0 (m3)			
長度：		36 (cm)			
寬度：		36 (cm)			
高度：		80 (cm)			
半徑：		18 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0.52 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		500 (kgf/cm2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			

型號	L	W	W1	H	使用量(塊/m²)
BL-Q4	360	360	180	80	10.29
BL-Q3	240	240	120	80	23.30
BL-Q	400	400	200	60/80	8.33
BL-Q2	200	200	100	60/80	33.33

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究成果)

7. ○○工程有限公司：

表 3-19 透水鋪面產品資訊介面(7)

產品分類		透水鋪面		總編號：LID4_06	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		透水性混凝土		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：					
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：					
3 容量：		0 (m3)			
長度：		100 (cm)			
寬度：		100 (cm)			
高度：		8 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kgf/cm2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		520 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

伍、屋頂綠化設施排保水版建築資訊介面（初步建構）

屋頂綠化設施雨水滯蓄的主要設計除了表面蓄水層（植栽層）暫存雨水，通常以排保水層之排水保版設計為主，排保水層通常介於過濾層或介質層底下，排保水層產品型式多以塑膠排水板製成放置，底部會有凹槽或支架型式的設計來儲存雨水；本研究針對國內目前常使用各工法其蓄水主體之各式相關產品，針對國內、外目前常使用之各式產品，收集市面常見排保水材廠商包括○○○有限公司、○○國際開發有限公司、○○實業有限公司、○○企業有限公司、○○庭園藝有限公司、○○景觀資材有限公司等 6 家相關產品：

1. ○○○有限公司：

表 3-20 屋頂綠化排保水產品資訊介面(1)

產品分類		屋頂綠化設施		總編號：LID3_01	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		GR 排保水板(蓄水+排水)		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：				 具備綠屋頂蓄水與排水功能 減緩都市暴雨逕流 降低植栽給水量 大大降低綠屋頂維護費用	
產品特性：		☒ 地上型 ☐ 地下型			
2 主要材質：					
3 容量：		0 (m3)			
長度：		50 (cm)			
寬度：		50 (cm)			
高度：		0 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		4 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		175 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

2. ○○國際開發有限公司：

表 3-21 屋頂綠化排保水產品資訊介面(2)

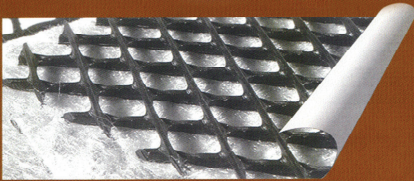
產品分類		屋頂綠化設施		總編號：LID3_02	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		艾索達排水片		功能說明/規範/圖示：	
產品型號：		艾索達			
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型			
2 主要材質：		高密度聚乙烯(HDPE)			
3 容量：		0 (m3)			
長度：		2000 (cm)			
寬度：		240 (cm)			
高度：		0.75 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0.5/m2 (kg)			
6 鉛直容許應力：		>200 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：					

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

3. ○○實業有限公司：

表 3-22 屋頂綠化排保水產品資訊介面(3)

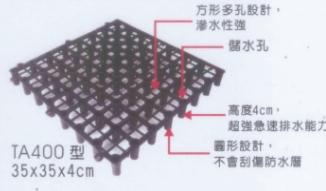
產品分類		屋頂綠化設施		總編號：LID3_03	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品選擇					
無					
確認					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		菱形排水片		編號：	
產品型號：					
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型			
2 主要材質：		HDPE			
3 容量：		(m3)			
長度：		100 (cm)			
寬度：		100 (cm)			
高度：		0 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：					
 適用於各種型式擋土牆背面垂直及水平排水、公路及鐵路之軟弱地基排水、隧道排水、運動場盲溝排水、屋頂花園底部排水、水上保持工程及整地工程的盲溝排水系統等。					

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

4. ○○企業有限公司：

表 3-23 屋頂綠化排保水產品資訊介面(4)

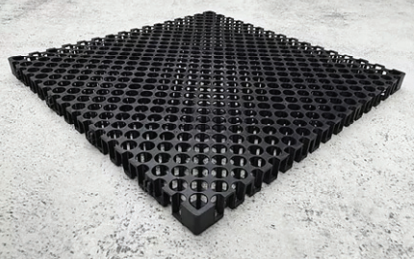
產品分類		屋頂綠化設施		總編號：LID3_04	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：					
3 聯絡電話：					
傳 真：					
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品選擇					
無					
確認					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		透水排水版		編號：	
產品型號：		TA400			
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型			
2 主要材質：		PP			
3 容量：		0 (m3)			
長度：		35 (cm)			
寬度：		35 (cm)			
高度：		4 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			
 超強急速排水能力，方形高角避免植物根部積水腐爛 超強抗壓及載重能力 輕量材質，施工容易 耐化學性，亦可當護草墊使用					

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

5. ○○庭園藝有限公司：

表 3-24 屋頂綠化排保水產品資訊介面(5)

產品分類		屋頂綠化設施		總編號：LID3_05	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☒ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		保綠排水板		編號：	
產品型號：				功能說明/規範/圖示：	
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型		 1. 雙層蜂窩型設計，提高抗壓的強度，為適合種樹的人工地盤排水設計。 2. 再生PP塑料製成，耐酸鹼耐高溫，輕盈又環保。 3. 表面及內部空隙率高，水分可快速排除。 4. 安裝容易，透過卡榫可穩固接合。	
2 主要材質：		再生PP塑料			
3 容量：		0 (m3)			
長度：		100 (cm)			
寬度：		100 (cm)			
高度：		0 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

6. ○○景觀資材有限公司：

表 3-25 屋頂綠化排保水產品資訊介面(6)

產品分類		屋頂綠化設施		總編號：LID3_06	
廠商基本資料					
1 公司名稱：					
產品來源：		☐ 自行研發 ☐ 代理商品		原產地及廠商：	
2 公司地址：				產品選擇	
3 聯絡電話：				無	
傳 真：				確認	
電子信箱：					
4 網 頁：					
5 聯 絡 人：					
產品型式/規格/說明及相關參數					
1 產品名稱：		蓄排水板		編號：	
產品型號：		GRA35045		功能說明/規範/圖示：	
產品特性：		☐ 地上型 ☒ 地下型		 主要使用在屋頂薄層綠化，一般薄層綠化的填土高度一般在10~15cm之間，因為填土高度較低，土壤中水份極易蒸發，所以需要高蓄水量之蓄排水板幫忙保持土壤的濕度，以減少澆灌的次數。	
2 主要材質：		PP			
3 容量：		0.001 (m3)			
長度：		35 (cm)			
寬度：		35 (cm)			
高度：		4.5 (cm)			
半徑：		0 (cm)			
厚度：		0 (cm)			
4 滲透係數：		0 (cm/sec)			
5 重量：		0 (kg)			
6 鉛直容許應力：		0 (kN/m2)			
水平容許應力：		0 (kN/m2)			
鉛直最大應力：		0 (kN/m2)			
水平最大應力：		0 (kN/m2)			
7 成本牌價：		0 (元)			
8 其它參數：		0			

備註：下拉式選單軸

(資料來源：本研究結果)

第四章 工具操作示範及建築資訊模型資料庫建構

藉由前述第三章從容量設計工具介面至品資訊介面之建構，本章將透過各介面鍵結完整，並輔以本研究系統工具操作進行整體說明。此外，由前述蒐集之設施設計相關產品資料與設計工具完成之參數相關內容，進一步可參數拋轉建置設施設計之建築資訊模型(含其參數介面)，包括通用模型內容擬定並應用 Autodesk Revit 2016 進行模型與參數初步建構。相關成果說明如後各節。整體之操作流程主要可分為五部分：1.容量設計操作方式、2. LID 設計介面操作部分、3.系統模擬成效檢核部分、4.建築資訊介面操作部分，以及 5. 參數拋轉至建築資訊模型部分，茲分別敘述如下各節。

第一節 LID 規劃設計工具操作示範

壹、容量設計操作方式說明-版權說明表單

主要包括本工具各表單、設計模組簡介及建構緣由(可參考前圖 2-1 所示)，內容包括本工具之系統需求、假設條件、演算條件說明等。使用者閱讀完相關說明後，即可鍵入 **確定/開始設計** 執行按鈕，即進入各項規劃與設計步驟。

貳、容量設計操作方式說明-基地基本資料介面

主要包括基地基本資料、水文分析資料以及 LID 選擇等子介面之建構，其中基地基本資料-集水分區(Step 01)操作內容主要包括(請參考圖 4-1 各步驟圖示及步驟說明)：

1. 執行基地位置選擇以及地址填寫(流程 Step01-1)。
2. 基地面積或規劃區域面積填寫(單位為平方公尺)。
3. 基地最小貯留體積/允許放流係數選擇，可選「自動輸入」由系統自動鍵結或由使用者自行填寫。

[illegible]

1. 子集水區劃分及選擇（流程 Step01-2）；如為預設為單一基地單一集水區及 LID 設施設計，則點選「單一集水區」（Step 01-2-1）。
2. Ac1 集水區面積自動更新為基地總面積 Ac。
3. 集水區出口固定為直接排出。

基本資料		備註
集水分區 水文分析-類型 水文分析-匯流 ①D-規劃/設計 <u>選定位置</u> 村/市： 谷寮庄 地 址： 新北市新店區基新路三段200號 <u>子集水分區</u> 基地總面積(Ac) : 1010 (m²) ; 基地最小貯留/允許放流係數： ☒ 自動輸入 ☐ 自訂 最小貯留係數: 0 (m³/m²) ; 允許放流係數: 0 (cms/m²) ; 允許放流量: 0 (cms) ☐ 單一集水區 ☒ 複合集水區 Ac1集水區面積: 400 (m²) ; 集水區出口: AC2集水區 + Ac2集水區面積: 300 (m²) ; 集水區出口: AC3集水區 + Ac3集水區面積: 300 (m²) ; 集水區出口: 直接排出 + 集水分區地理設定	 The diagram illustrates the composite watershed configuration. A large grey rectangle labeled 'Ac1' occupies the left side. To its right are two smaller green rectangles stacked vertically, labeled 'Ac2' (top) and 'Ac3' (bottom). Blue arrows indicate the flow path: from 'Ac1' to 'Ac2', from 'Ac2' to 'Ac3', and finally from 'Ac3' downwards, representing the outlet.	

1. 如子集水區預設為單一基地複合型集水區及LID設施設計，則點選「複合集水區」(Step 01-2-2)。
2. 需填入 $Ac1 \sim Ac3$ 各集水區面積，且三面積總合需等於 Ac 。
3. 各集水區出口依順序或排水需求手動填入，可依使用者需求輸入不同排水順序，鍵入集水分區檢視/確定按鈕右側顯示集水-排水順序圖示。

圖 4-1 基地基本資料介面-集水分區
(資料來源：本研究成果)

其次，進行水文分析-雨型雨量選擇或設計(Step 02)，操作內容主要包括(請參考圖 4-2 各步驟圖示及步驟說明)：

[illegible]

1. 進行水文分析相關資訊設計，包括演算延時、降雨延時、等（流程 Step02-1-1~ Step02-1-2）。
2. 集流時間、演算時距暫定為 5 分鐘。

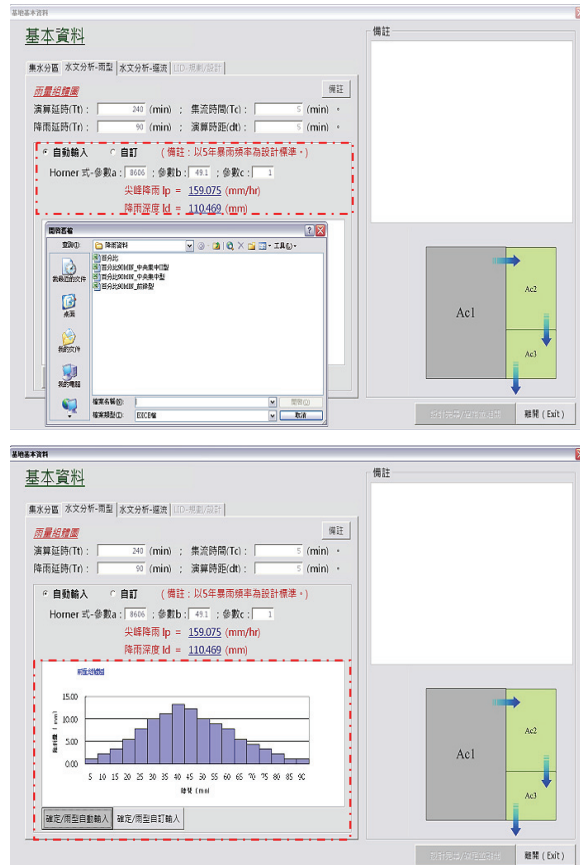
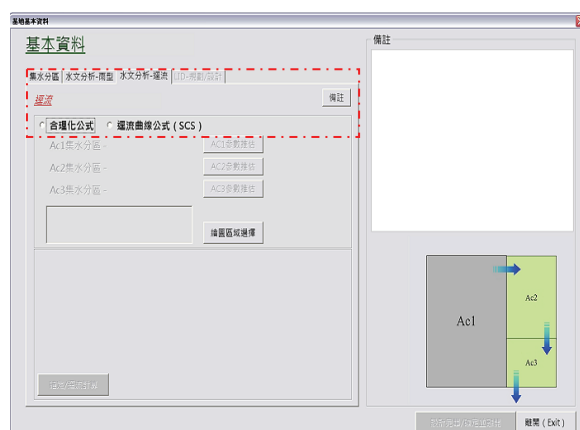


圖 4-2 基地基本資料介面-水文分析-雨型雨量設定

(資料來源：本研究成果)

其次，進行水文分析-降雨逕流推估模式選擇與參數設定 (Step 03)，操作內容主要包括 (請參考圖 4-3 各步驟圖示及步驟說明)：



1. 降雨強度公式參數輸入 (Horner 參數)；選擇自動輸入，則程式自行依據規劃區域位置自動填入相關參數 (Step 02-2-1)。
2. 選擇自訂，則由使用者自行輸入適當之參數值 (Step 02-2-2)。
3. 執行確定/雨型自動輸入，則由系統自行鍵結「降雨資料」資料庫，執行確定/雨型自行輸入，則可由使用者選擇預輸入之雨型百分比資料。
4. 程式自動圖繪雨型/雨量直條圖，使用者可進一步檢視。
(備註：如資料庫無預選定之雨型百分比，使用者可自訂雨型百分比並建檔使用。)

1. 進行水文分析降雨-逕流歷線推估模式選擇與參數設定 (流程 Step03-1)。
2. 提供合理化公式或逕流曲線公式選擇演算。
3. 如為單一集水區，則選擇計算公式僅需填入 Ac1 對應參數即可；如為複合型則需由使用者依 Ac1~Ac3 自行輸入對應之參數。

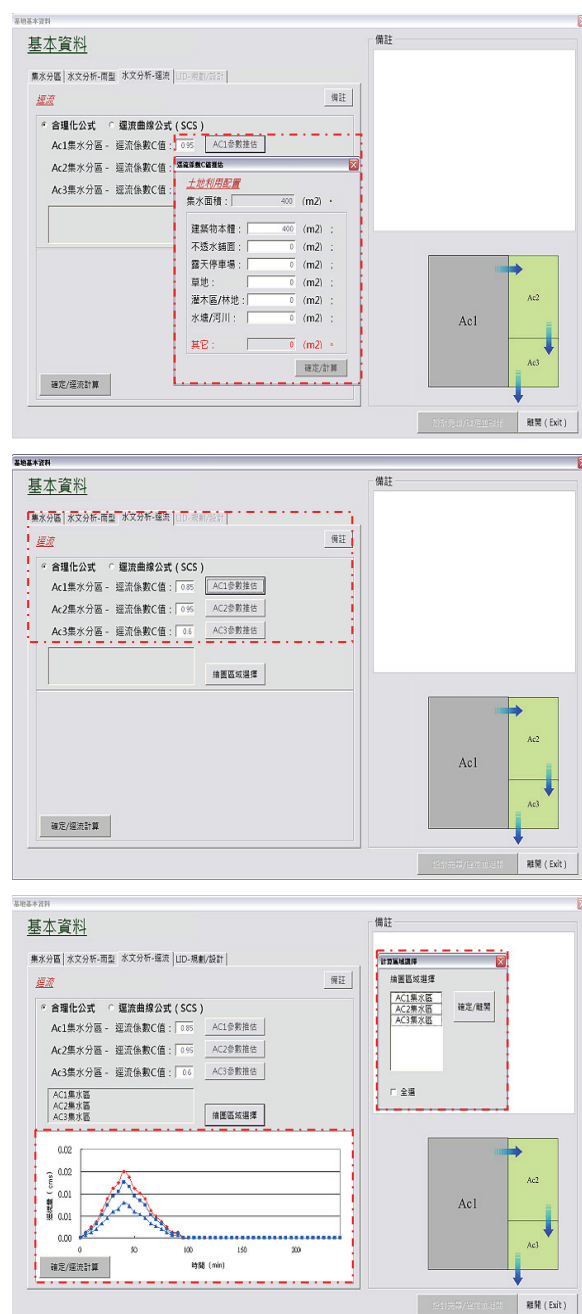


圖 4-3 基地基本資料介面-水文分析-逕流計算

(資料來源：本研究結果)

其次，進行 LID-規劃設計步驟 (Step 04)，需依前述單一集水區或複合型集水區，針對其規劃區內進行低衝擊開發技術設施配置與設計操作，每一集水區可對應/遴選一項 LID 設施設計，使用者可依設計需求選擇設施型式，操作內容主要包括 (請參考圖 4-4 各步驟圖示及步驟說明)：

1. 點選「合理化公式」，直接輸入相對應之「逕流係數 C 值」(Step 03-1-1)。
2. 逕流係數 C 值(或逕流曲線 CN 值)計算，使用者鍵入 **AC1 參數推估** (或 **AC2 參數推估**、**AC3 參數推估**) 即進入係數計算子介面。使用者依據各集水分區土地利用型態/面積填入，由系統自行計算參數值。
1. 反之如點選「逕流曲線公式」則需輸入對應「逕流曲線 CN 值」(Step 03-1-2)。
2. 執行**繪圖區域選擇**鍵結欲繪製集水分區範圍。
3. 執行**確定/逕流計算**，程式自動計算並圖繪出逕流歷線圖，使用者可進一步檢視。

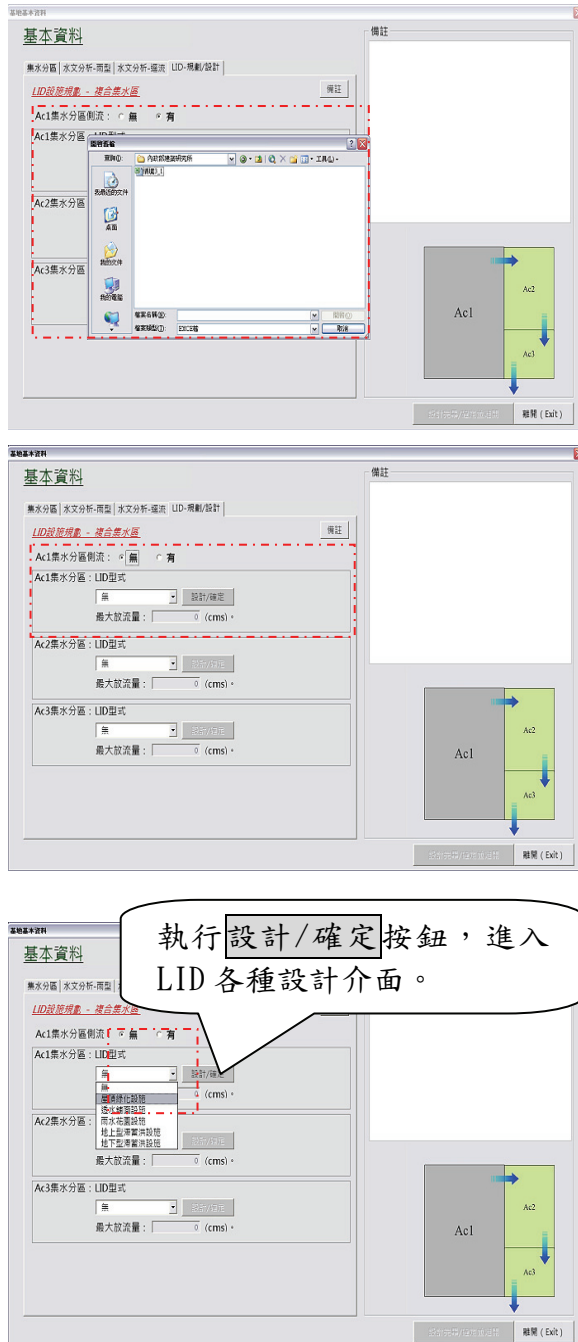


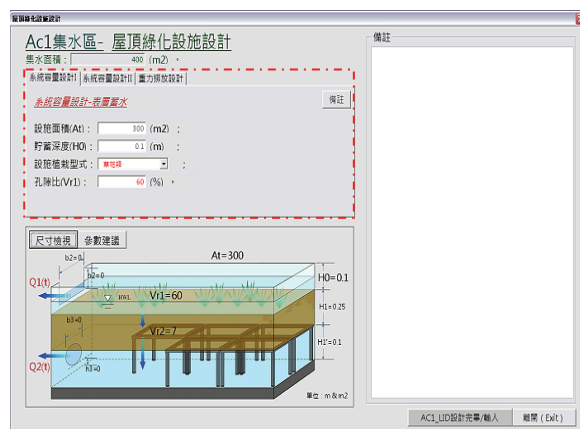
圖 4-4 基地基本資料介面-LID 規劃

(資料來源：本研究成果)

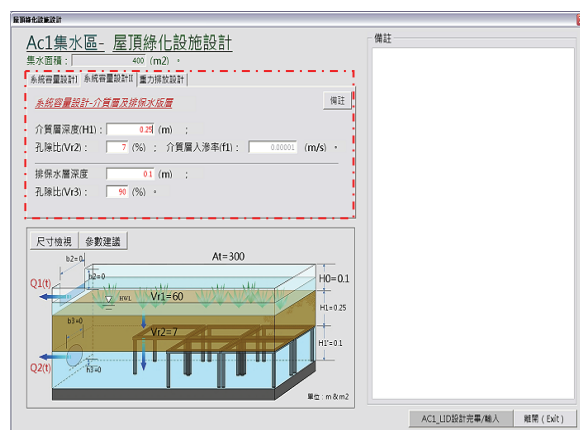
參、LID 設計介面操作方式說明-屋頂綠化設施設計

執行屋頂綠化設施設計步驟 (Step 04-1-1)，使用者需對本設施依序針對其系統容量 (I~II) 及重力排放等項目進行設計，各操作內容主要包括 (請參考圖 4-5 各步驟圖示及步驟說明)：

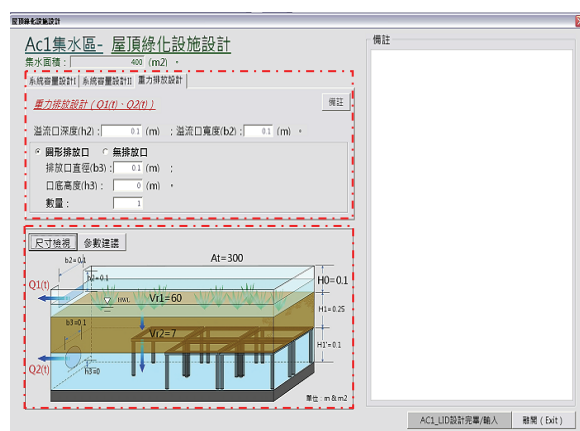
1. 進行基地各集水區 LID 設施規劃 (流程 Step04-1)。
2. 「Ac1 集水分區側流」設定，內訂值為「無」側流，如規劃需求使用者可選擇「有」側流情境，則可由使用者輸入側流量 Excel 檔案。
1. 設施型式使用者以下拉式選單提供五種低衝擊開發技術，包括屋頂綠化設施、透水鋪面設施、雨水花園設施、地上型滯蓄洪設施以及地下型滯蓄洪設施供選擇。
2. 設計者依 Ac1 集水區現況需求，選擇適合 LID 之型式後，執行設計/確定按鈕鍵結，直接進入該設施設計表單，進行進一步細項設計。
3. 如為複合型集水區/LID 規劃，則上述 Ac1 設計完後繼續上述步驟，進行 Ac2 及 Ac3 對應之 LID 規劃項目及其設施設計表單。
4. 上述整體規劃與設計完成後，執行設計完畢/確定並離開按鈕，即初步完成容量設計程序。
5. 回主表單進行成果檢視。



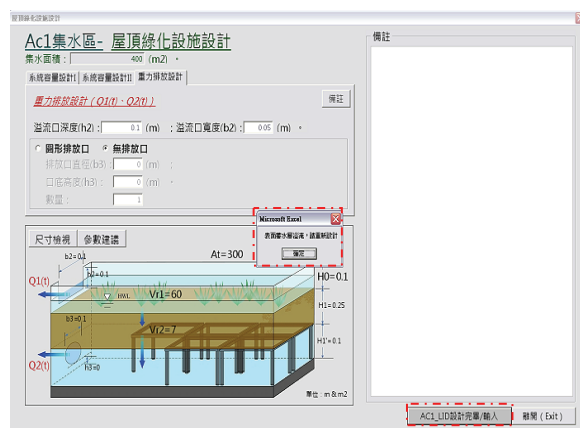
1. 執行「系統容量 I」蓄容空間等之相關設計 (流程 Step 04-1-1a)，包括設施面積、表面貯蓄深度、屋頂綠化植栽型式 (下拉式選單) 以及孔隙比等。
2. 使用者可鍵入 **參數建議**，由系統自動填入後續各子介面相關建議值 (系統表格中紅字部分)。



1. 執行「系統容量 II」其保水空間之相關設計 (流程 Step 04-1-1b)，包括設施介質層深度 (m)、排保水層厚度 (m)，以及相對應之孔隙比。
2. 「介質層入滲率」將依據孔隙比，程式將自動輸入其對應之入滲率 (m/s) 值。



1. 執行「重力排放設計」溢流口、排放口相關設計 (流程 Step 04-1-1c)，包括溢流口深度/寬度及底層排放口徑與排放高度設計。
2. 排放口可設計或不設計，惟排放口徑+口底高度需小於排保水層之厚度。
3. 執行 **尺寸檢視** 按鈕，使用者可檢視設計對照。

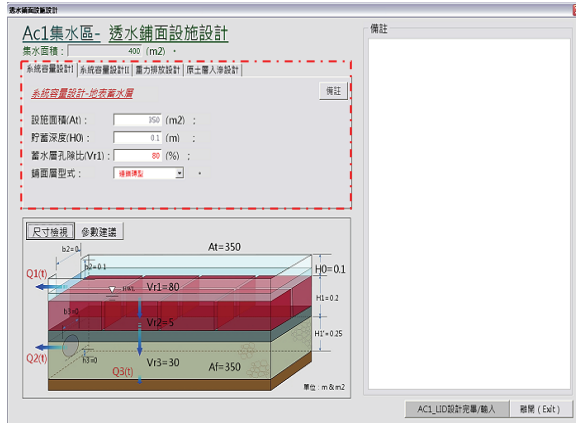


1. 執行 **AC1_LID 設計完畢/輸入** (或 **AC2_LID 設計完畢/輸入** 或 **AC3_LID 設計完畢/輸入**) 鍵結，程式開始模擬貯留、入滲/排放過程。
2. 程式計算過程中如設施表層蓄水深度或排保水層+介質層之蓄水深度已超過設計值，則系統判定已產生溢淹，需重新設計。

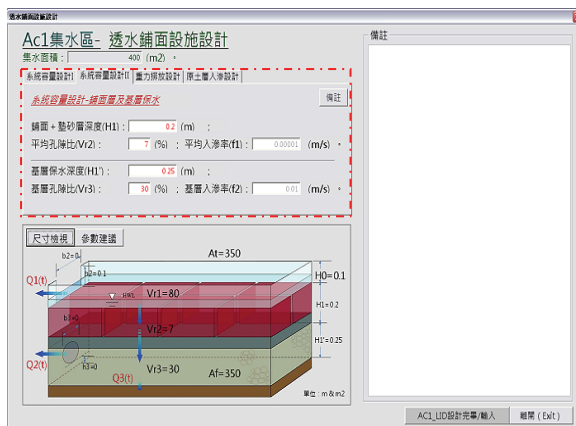
圖 4-5 LID 設計介面-屋頂綠化設施設計

肆、LID 設計介面操作方式說明-透水鋪面設施設計

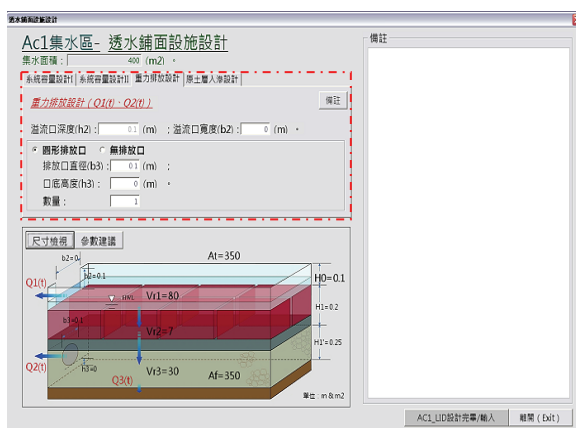
執行透水鋪面設施設計步驟 (Step 04-1-2)，使用者需對本設施依序針對其系統容量 (I~II)、重力排放及原土層入滲等項目進行設計，各操作內容主要包括 (請參考圖 4-6 各步驟圖示及步驟說明)：



1. 執行「系統容量 I」蓄容空間等之相關設計 (流程 Step 04-1-2a)，包括設施面積、表面貯蓄深度、鋪面層型式 (下拉式選單) 以及蓄水層孔隙比等。
2. 使用者可鍵入 **參數建議**，由系統自動填入後續各子介面相關建議值 (系統表格中紅字部分)。



1. 執行「系統容量 II」鋪面與保水空間之相關設計 (流程 Step 04-1-2b)，包括設施鋪面+墊砂層深度 (m)、基層保水厚度 (m) 及對應之孔隙比。
2. 「平均入滲率」、「基層入滲率」將依據孔隙比自動輸入其對應之入滲率 (m/s) 值。



1. 執行「重力排放設計」溢流口、排放口相關設計 (流程 Step 04-1-2c)，包括溢流口寬度 (備註：溢流口深度等同於蓄水深度) 及底層排放口徑與排放高度設計。
2. 排放口可設計或不設計，惟排放口徑+口底高度需小於基層之厚度。

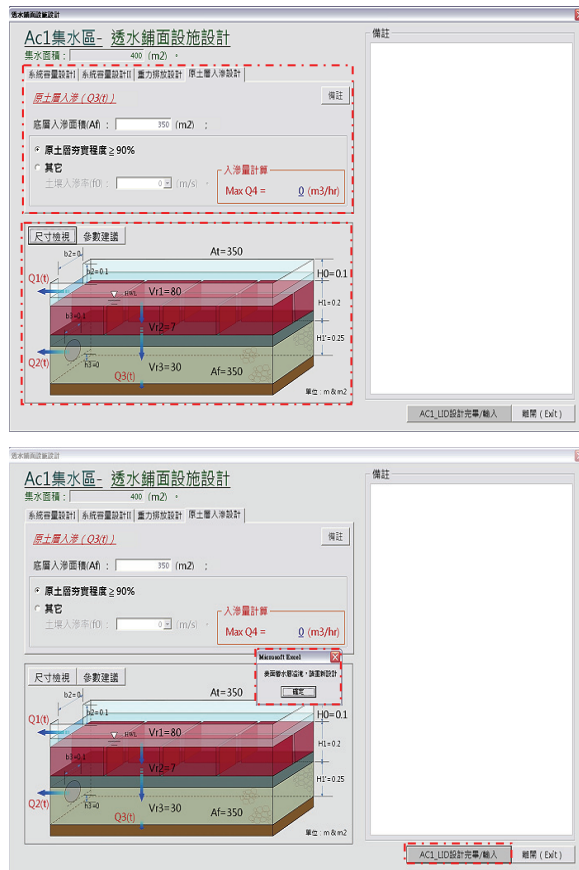
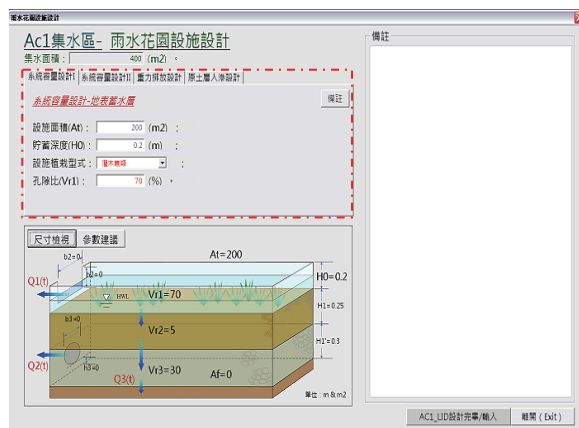


圖 4-6 LID 設計介面-透水鋪面設施設計

(資料來源：本研究成果)

伍、LID 設計介面操作方式說明-雨水花園設施設計

執行雨水花園設施設計步驟 (Step 04-1-3)，使用者需對本設施依序針對其系統容量 (I-II)、重力排放及原土層入滲等項目進行設計，各操作內容主要包括 (請參考圖 4-7 各步驟圖示及步驟說明)：



1. 執行「原土層入滲設計」，需輸入底層可滲透面積，以及擇選原土層夯實或自訂土壤入滲率 (下拉式選單)，並可直接先行計算入滲量 (m^3/hr)。(備註：如選擇夯實情境，則入滲率自動判定小於 1×10^{-9})
2. 執行「尺寸檢視」按鈕，使用者可檢視設計對照。
3. 執行「AC1_LID 設計完畢/輸入」(或「AC2_LID 設計完畢/輸入」或「AC3_LID 設計完畢/輸入」) 鍵結，程式開始模擬貯留、入滲/排放過程。
4. 程式計算過程中如設施表層蓄水深度或基層+鋪面層之蓄水深度已超過設計值，則系統判定已產生溢淹，需重新設計。

1. 執行「系統容量 I」雨水花園蓄容空間等之相關設計 (流程 Step 04-1-3a)，包括設施面積、貯蓄深度、設施植栽型式 (下拉式選單) 以及蓄水層孔隙比等。
2. 使用者可鍵入「參數建議」，由系統自動填入後續各子介面相關建議值 (系統表格中紅字部分)。

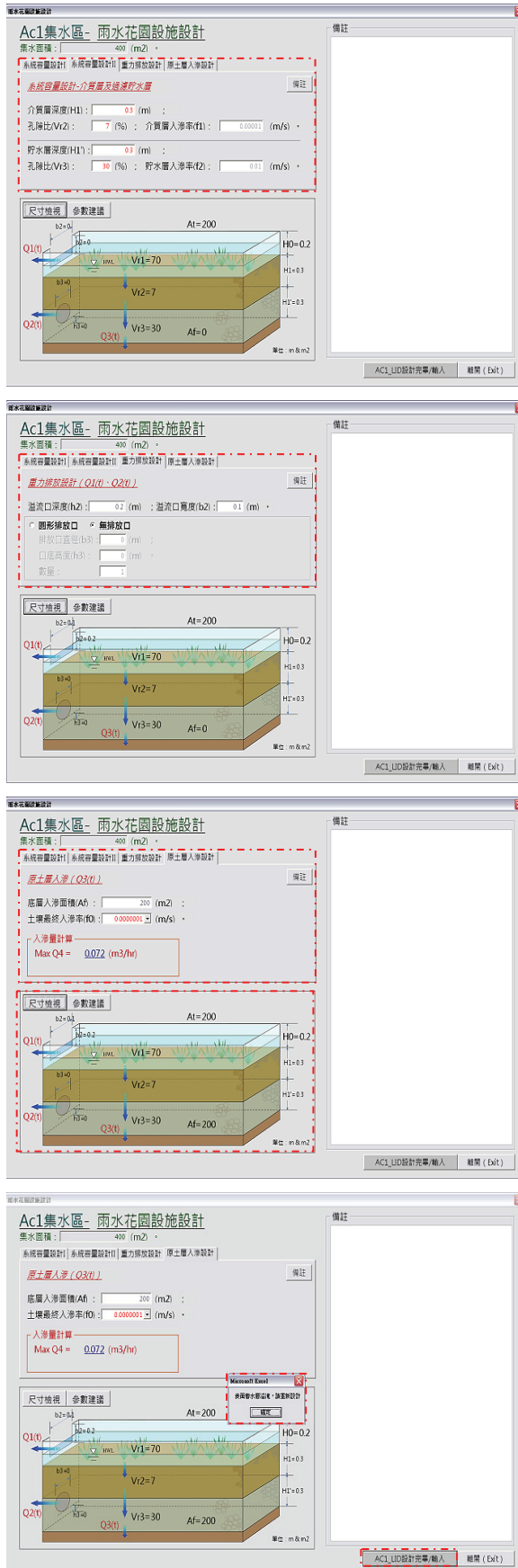


圖 4-7 LID 設計介面-雨水花園設施設計

1. 執行「系統容量 II」沃土與保水貯蓄之相關設計（流程 Step 04-1-3b），包括介質層深度（m）、過濾保水層厚度（m）及對應之孔隙比。
2. 「介質層入滲率」、「貯水層入滲率」將依據孔隙比自動輸入其對應之入滲率（m/s）值。

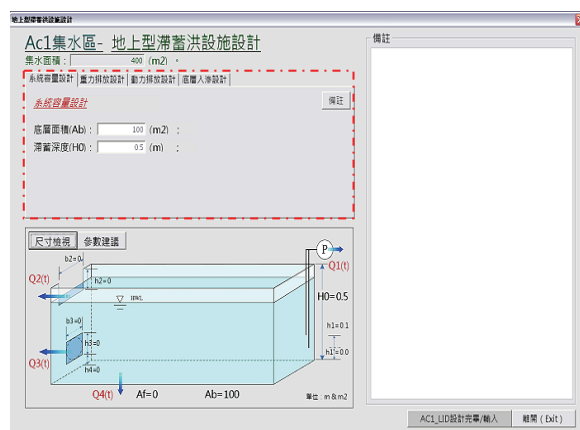
1. 執行「重力排放設計」溢流口、排放口相關設計（流程 Step 04-1-3c），包括溢流口寬度、溢流口高度（需小於滯蓄水深）及底層排放口徑與排放高度設計。
2. 排放口可設計或不設計，惟排放口徑+口底高度需小於過濾水層之厚度。

1. 執行「原土層入滲設計」，需輸入底層可滲透面積，以及自訂土壤入滲率（下拉式選單），並可直接先行計算入滲量（ m^3/hr ）。
2. 執行「尺寸檢視」按鈕，使用者可檢視設計對照。
3. 執行「AC1_LID 設計完畢/輸入」（或「AC2_LID 設計完畢/輸入」或「AC3_LID 設計完畢/輸入」）鍵結，程式開始模擬貯留、入滲/排放過程。
4. 程式計算過程中如設施表層蓄水深度或介質層+過濾水層之蓄水深度已超過設計值，則系統判定已產生溢淹，需重新設計。

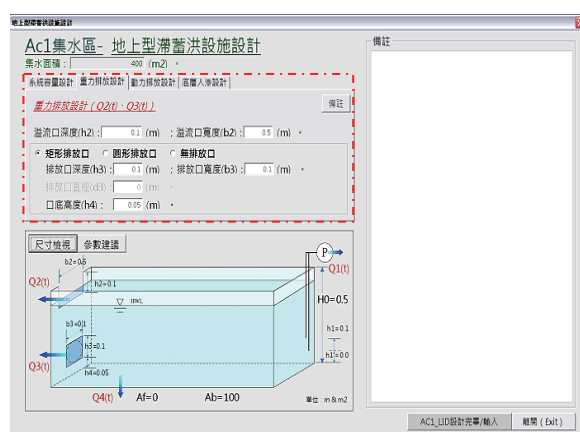
(資料來源：本研究結果)

陸、LID 設計介面操作方式說明-地上型滯蓄洪設施設計

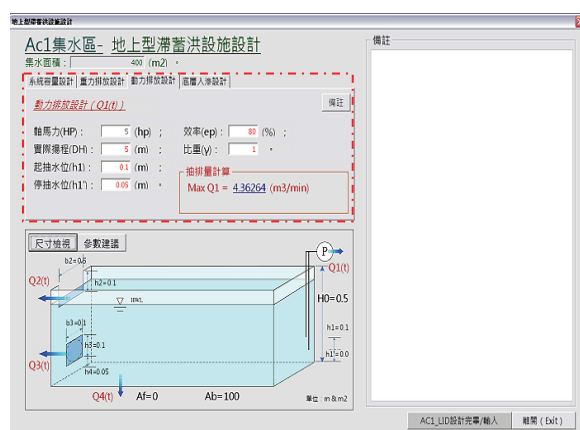
執行地上型滯蓄洪設施設計步驟 (Step 04-1-4)，使用者需對本設施依序針對其系統容量、重力排放、動力排放及底層入滲等項目進行設計，各操作內容主要包括 (請參考圖 4-8 各步驟圖示及步驟說明)：



1. 執行「系統容量」地上型滯蓄洪蓄容空間等相關設計 (流程 Step 04-1-4a)，包括設施面積及滯蓄深度等。
2. 使用者可鍵入 **參數建議**，由系統自動填入後續各子介面相關建議值 (系統表格中紅字部分)。



1. 執行「重力排放設計」溢流口、排放口相關設計 (流程 Step 04-1-4b)，包括溢流口寬度、深度，以及底層排放口型式、尺寸與排放高度設計等。
2. 排放口可設計或不設計，惟需注意排放口徑+口底高度需小於滯蓄深度。



1. 如情境不允許重力排放，可另執行「動力排放設計」抽水機浦相關設計 (流程 Step 04-1-4c)，包括軸馬力、泵浦實際揚程、起抽/停抽水位，以及效率、比重等設計，並可直接先行計算抽排量(m^3/min)。泵浦效率及抽排水體比重預設值為 80% 及 1，使用者可另自訂。

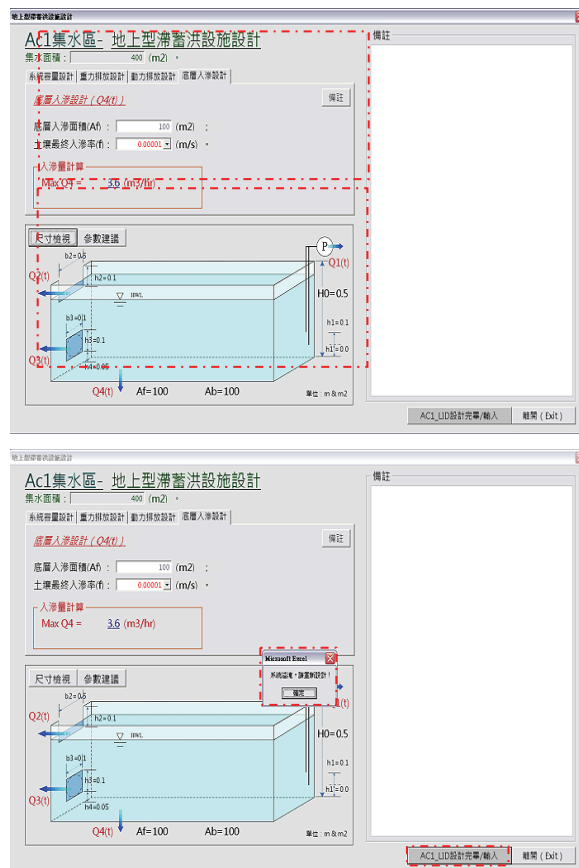
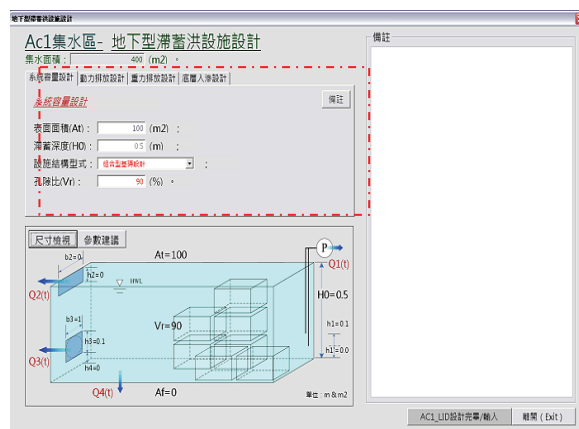


圖 4-8 LID 設計介面-地上型滯蓄洪設施設計
(資料來源：本研究成果)

柒、LID 設計介面操作方式說明-地下型滯蓄洪設施設計

執行地下型滯蓄洪設施設計步驟 (Step 04-1-5)，使用者需對本設施依序針對其系統容量、動力排放、重力排放及底層入滲等項目進行設計，各操作內容主要包括 (請參考圖 4-9 各步驟圖示及步驟說明)：



1. 執行「底層入滲設計」，需輸入底層可滲透面積，以及自訂土壤入滲率 (下拉式選單)，並可直接先行計算入滲量 (m^3/hr)。
2. 執行「尺寸檢視」按鈕，使用者可檢視設計對照。
3. 執行「AC1_LID 設計完畢/輸入」(或「AC2_LID 設計完畢/輸入」或「AC3_LID 設計完畢/輸入」) 鍵結，程式開始模擬貯留、排放、抽排、入滲過程。
4. 程式計算過程中如設施表層滯蓄水深已超過滯蓄深度設計值，則系統判定已產生溢淹，需重新設計。

1. 執行「系統容量」地下型滯蓄洪蓄容空間等相關設計 (流程 Step 04-1-5a)，包括設施面積及地下滯蓄深度，並需另設計結構型式及填入對應之孔隙比等。
2. 使用者可鍵入「參數建議」，由系統自動填入後續各子介面相關建議值 (系統表格中紅字部分)。

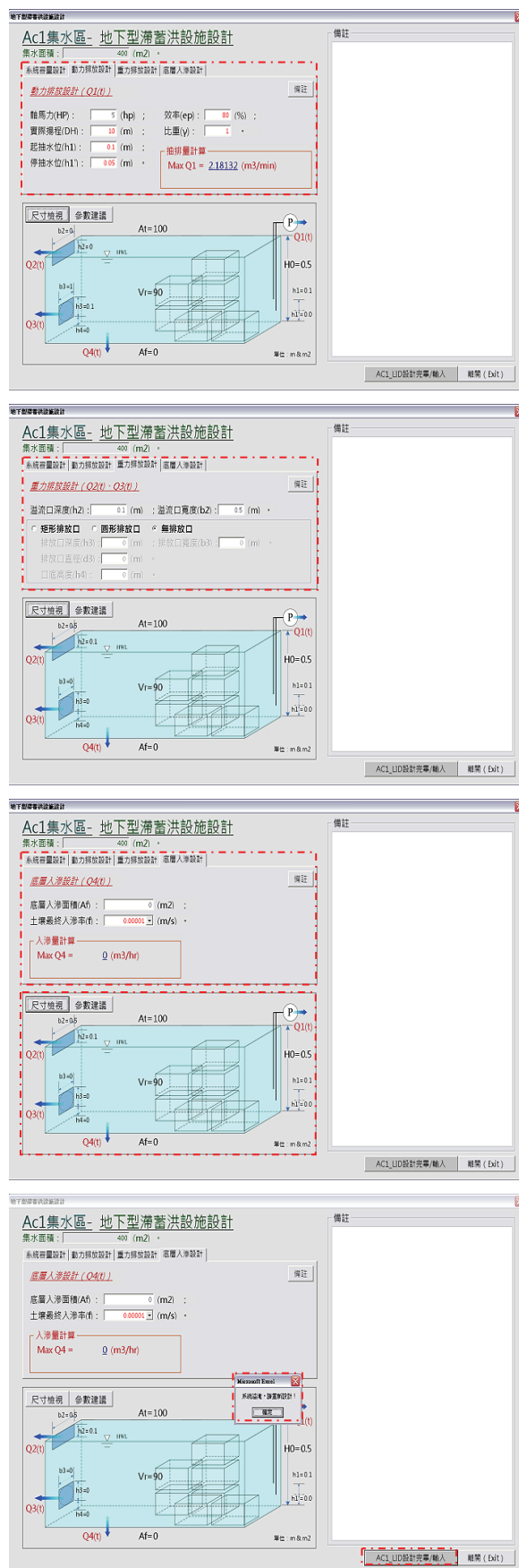


圖 4-9 LID 設計介面-地下型滯蓄洪設施設計

1. 優先執行「動力排放設計」抽水泵浦相關設計（流程 Step 04-1-5b），包括軸馬力、泵浦實際揚程、起抽/停抽水水位，以及效率、比重等設計，並可直接先行計算抽排量 (m^3/min)。泵浦效率及抽排水體比重預設值為 80% 及 1，使用者可另自訂。
1. 執行「重力排放設計」溢流口、排放口相關設計（流程 Step 04-1-5c），包括溢流口寬度、深度，以及底層排放口型式、尺寸與排放高度設計等。
2. 排放口可設計或不設計，惟需注意排放口徑+口底高度需小於滯蓄深度。
1. 執行「底層入滲設計」，需輸入底層可滲透面積，以及自訂土壤入滲率（下拉式選單），並可直接先行計算入滲量 (m^3/hr)。
2. 執行「尺寸檢視」按鈕，使用者可檢視設計對照。
3. 執行「AC1_LID 設計完畢/輸入」（或「AC2_LID 設計完畢/輸入」或「AC3_LID 設計完畢/輸入」）鍵結，程式開始模擬貯留、抽排/排放過程。
4. 程式計算過程中如設施滯蓄水深已超過滯蓄深度設計值，則系統判定已產生溢淹，需重新設計。

第二節 系統模擬成效檢核

前述各設計介面設計完畢後，系統自動將演算成果彙整為表格/表單，顯示在「成果檢核」總表單，使用者可進一步檢核執行成效，成效檢核各子表單內容說明如下。

壹、容量設計檢核表及主要設計參數輸出

「建築基地低衝擊開發設施容量設計及檢核表」主要顯示使用者從基本資料輸入至各集水分區 LID 設施設計等，整體規劃與設計結果相關資料彙整，使用者可檢視基地開發基本資料、基地開發雨水滯蓄洪最小設置容量、各集水分區低衝擊開發技術設施設計總表，以及設計成果檢核等四大分項；其中集水分區低衝擊開發技術設施設計總表內容主要為 LID 設計過程中主類別項目及參數彙整輸出，設計成果檢核則可透過依序針對雨水貯留體積總量檢核、允許放流量檢核、設施配置空間檢核(AC1)、設施配置空間檢核(AC2)、設施配置空間檢核(AC3)，進行設計成果或規範允許範圍是否達成之成效檢核，如檢核符合規定，則顯示檢核通過（藍色字體，並顯示 OK!），如未通過，則顯示請重新規劃（紅色字體，並顯示 NG!），表單內容請參考圖 4-10 說明詳列。

貳、基地逕流-排出歷線圖繪製

「基地逕流-排出歷線圖」主要顯示使用者基地經本案規劃設計後，整體逕流量的歷線圖示，包括基地未設置 LID 設施時基地逕流量，以及使用者經 LID 設計後之排出量（出流量）歷線。歷線圖內容請參考圖 4-11 詳列。

參、集水分區逕流-排出歷線圖繪製

「集水分區基地逕流-排出歷線圖」主要顯示各子集水分區經本案規劃設計後，逕流量及各階段排放水量的歷線圖示，包括集水分區未設置 LID 設施時基地逕流量，以及使用者經 LID 設計後之溢流量、排水量、入滲...等歷線。歷線圖內容請參考圖 4-12 詳列。

建築基地低衝擊開發設施容量設計及檢核表			
區域縣市 <u>台北市新北市新店區北新路三段200號</u>			
一、基地開發基本資料			
開發基地面積	=	<u>1,000.00</u> (m ²)	集水分區劃分 <u>複合集水分區</u>
降雨延時	=	<u>90</u> (min)	降雨逕流公式 <u>合理化公式</u>
二、基地開發雨水滯蓄洪最小設置容量			
基地開發最小貯留量	=	開發基地面積 (m ²) × 最小貯留量 (m ³ /m ²)	<u>1,000.0</u> × <u>0.0780</u> = <u>78</u> (m ³)
基地開發允許放流量	=	開發基地面積 (m ²) × 允許放流量 (cms/m ²)	<u>1,000.0</u> × <u>0.000013</u> = <u>0.013</u> (cms)
三、低衝擊開發技術設施設計			
AC1低衝擊開發技術設施型式	=	<u>屋頂綠化設施</u>	集水面積 = <u>400.0</u> (m ²)
設置面積	=	<u>300</u> (m ²)	排放口設計： <u>無</u> 最大排水量 = <u>0.0000</u> (cms)
蓄水深度	=	<u>0.1</u> (m)	機械式抽排： <u>無</u> 最大抽水量 = <u>0.0000</u> (cms)
過濾層/基層深度	=	<u>0.25</u> (m)	溢流口設計： <u>有</u> 最大溢流量 = <u>0.0017</u> (cms)
蓄水層容量	=	<u>30.00</u> (m ³)	AC1最大逕流量Qmax = <u>0.0017</u> (cms)
AC2低衝擊開發技術設施型式	=	<u>透水鋪面設施</u>	集水面積 = <u>300.0</u> (m ²)
設置面積	=	<u>250</u> (m ²)	排放口設計： <u>無</u> 最大排水量 = <u>0.0000</u> (cms)
蓄水深度	=	<u>0.1</u> (m)	機械式抽排： <u>無</u> 最大抽水量 = <u>0.0000</u> (cms)
過濾層/基層深度	=	<u>0.25</u> (m)	溢流口設計： <u>有</u> 最大溢流量 = <u>0.0099</u> (cms)
蓄水層容量	=	<u>25.00</u> (m ³)	AC2最大逕流量Qmax = <u>0.0099</u> (cms)
AC3低衝擊開發技術設施型式	=	<u>地上型滯蓄洪設施</u>	集水面積 = <u>300.0</u> (m ²)
設置面積	=	<u>250</u> (m ²)	排放口設計： <u>有</u> 最大排水量 = <u>0.0056</u> (cms)
蓄水深度	=	<u>0.3</u> (m)	機械式抽排： <u>無</u> 最大抽水量 = <u>0.0000</u> (cms)
過濾層/基層深度	=	<u>無</u> (m)	溢流口設計： <u>有</u> 最大溢流量 = <u>0.0000</u> (cms)
蓄水層容量	=	<u>75</u> (m ³)	AC3最大逕流量Qmax = <u>0.0056</u> (cms)
基地放流最大放流量 (整體)	=	<u>0.00558</u> (cms)	
基地貯蓄容量 (整體)	=	<u>167.50</u> (m ³)	
四、設計成果檢核			
雨水貯留體積總量檢核	=	<u>檢核通過</u>	OK!
允許放流量檢核	=	<u>檢核通過</u>	OK!
設施配置空間檢核 (AC1)	=	<u>檢核通過</u>	OK!
設施配置空間檢核 (AC2)	=	<u>檢核通過</u>	OK!
設施配置空間檢核 (AC3)	=	<u>檢核通過</u>	OK!

圖 4-10 建築基地低衝擊開發設施容量設計及檢核表範例

(資料來源：本研究成果)

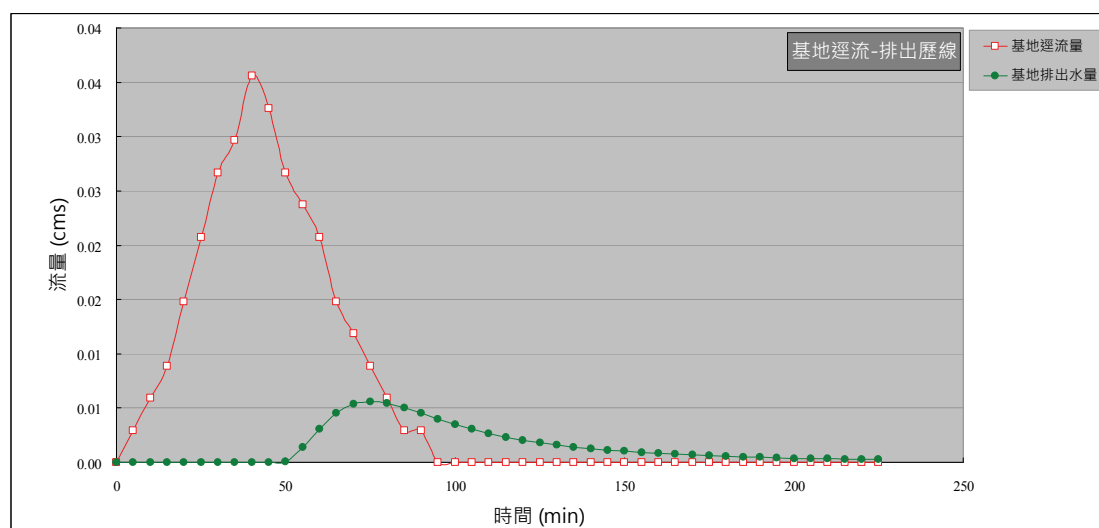


圖 4-11 基地逕流-排出歷線圖範例

(資料來源：本研究成果)

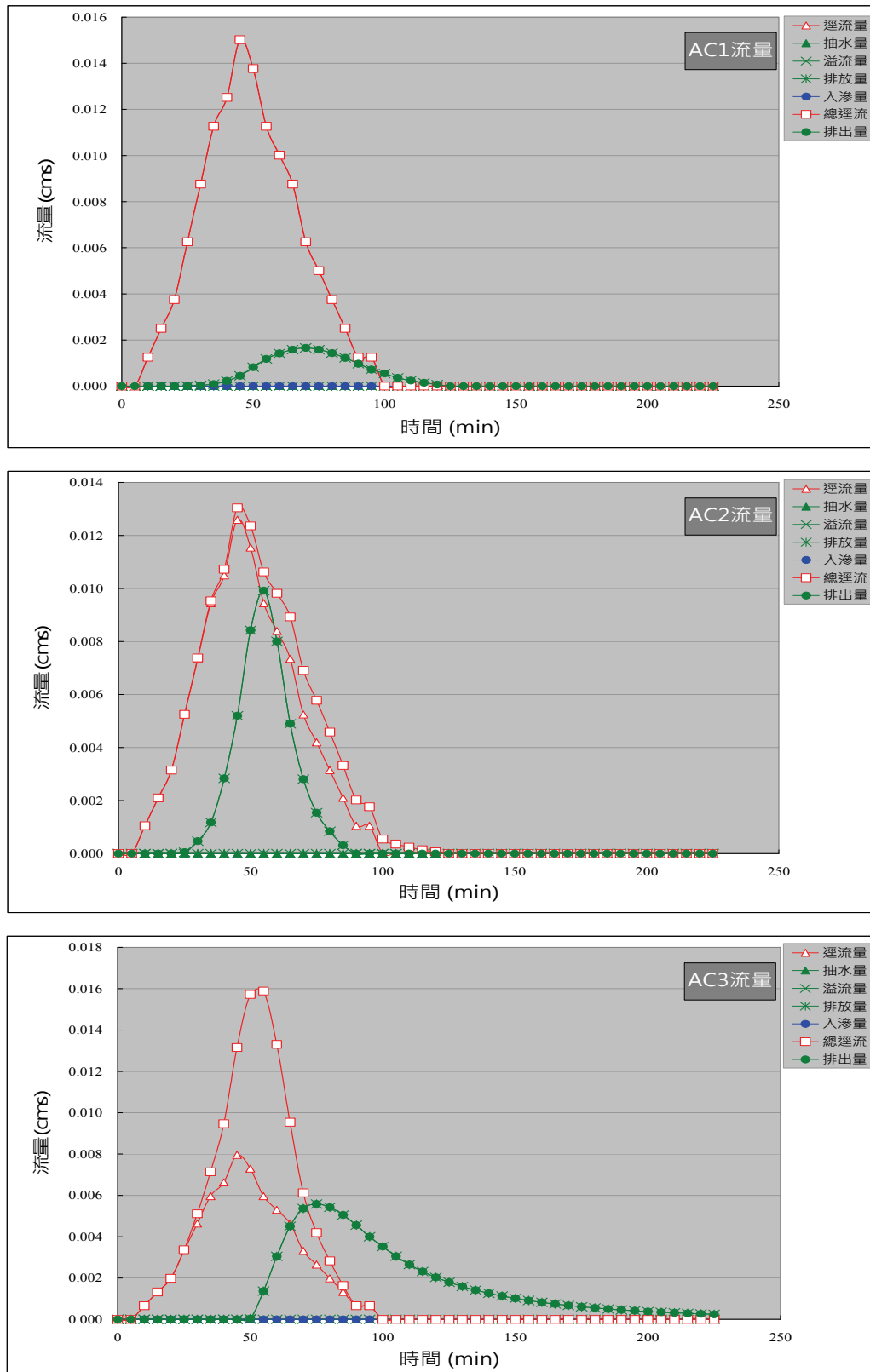


圖 4-12 各集水分區逕流-排出歷線圖範例
(資料來源：本研究成果)

第三節 建築資訊介面操作及參數輸出

本研究容量設計工具參數輸出主要可分為兩階段，第一階段參數輸出主要對象為前述容量設計後各主要設計參數成果輸出為表格，一為提供給使用者總覽瞭解設計狀況，另為延伸提供給後續參數拋轉至建築模型時必要之設計參數依循；第二階段輸出則為進入建築資訊介面後完成各項設施選擇操作，輸出廠商、產品、尺寸等各項細部設計參數，亦為延伸提供作為參數拋轉至建築模型時必要之設計參數依循。

壹、第一階段參數輸出-各集水分區 LID 容量設計參數輸出

「LID 設計參數彙整表」主要顯示各子集水分區 LID 設施經本案設計後，相關之設計參數等彙整表單，可提供使用者存檔及參數輸出使用，包括設施型式、容量設計內容、重力排放設計內容、動力排放設計內容以及底層入滲設計內容等。設計參數輸出表單內容請參考圖 4-13～圖 4-14 上半部所列（圖中所顯示為另以兩集水分區，個別設計「地上型滯蓄洪設施」及「地下型滯蓄洪設施」為示範例）。

AC1-LID 容量設計彙整表		LID 設施型式： <u>地上型滯蓄洪設施</u>					
基地總面積：	<u>1000</u> (M2)	AC1 集水面積：	<u>400</u> (M2)	集水區出口：	<u>AC2 集水區</u>	最大放流量：	<u>0</u> (cms)
演算延時：	<u>240</u> (min)	降雨延時：	<u>90</u> (min)	降雨逕流公式：	<u>合理化公式</u>	逕流參數：	<u>0.95</u>
系統容量設計							
設施面積：	<u>50</u> (M2)	蓄水深度：	<u>1</u> (M)	蓄水層孔隙比：	<u>100</u> (%)		
設施表層型式：	<u>無</u>	鋪面/介質層深度：	<u>0</u> (M)	鋪面/介質層孔隙比：	<u>0</u> (%)		
設施貯蓄容量：	<u>50</u> (M3)	過濾/排保層深度：	<u>0</u> (M)	過濾/排保層孔隙比：	<u>0</u> (%)		
重力排放設計							
底層排放口設計：	<u>圓形排放口</u>	溢流口深度：	<u>0</u> (M)	溢流口寬度：	<u>0</u> (M)		
		排放口深度/直徑：	<u>0.08</u> (M)	排放口寬度：	<u>0.08</u> (M)	口底高度：	<u>0</u> (M)
機械排放設計							
軸馬力設計：	<u>0</u> (hp)	起抽水位：	<u>0.1</u> (M)	效率：	<u>80</u> (%)	比重：	<u>1</u>
實際揚程：	<u>5</u> (M)	停抽水位：	<u>0.05</u> (M)				
底層入滲設計							
底層可入滲面積：	<u>0</u> (M2)	土壤最終入滲率：	<u>0.00001</u> (M/s)				
AC1-LID 建築設計：							
主體建築資訊/設計							
結構型式：	<u>無</u>	產品名稱：	<u>無</u>	產品型號：	<u>無</u>	廠商電話：	<u>無</u>
廠商名稱：	<u>無</u>	半徑：	<u>0</u> (M)				
長 (個體)：	<u>0</u> (M)	厚度：	<u>0</u> (M)				
寬 (個體)：	<u>0</u> (M)						
高 (個體)：	<u>0</u> (M)						
體積/容積 (個體)：	<u>0</u> (M3)						
設施數量：	<u>0</u> (個/組)						

圖 4-13 AC1 集水分區 LID 設計參數輸出彙整表範例

(資料來源：本研究成果)

AC2-LID容量設計彙整表		LID設施型式：地下型滯蓄洪設施			
基地總面積：	1000 (M2)	AC2集水面積：	600 (M2)	集水區出口：	直接排出
演算延時：	240 (min)	降雨延時：	90 (min)	降雨逕流公式：	合理化公式
系統容量設計		最大放流量：	0.0112 (cms)	逕流參數：	0.95
設施面積：	100 (M2)	蓄水深度：	1 (M)	蓄水層孔隙比：	90 (%)
設施表層型式：	組合型基礎設計	鋪面/介質層深度：	0 (M)	鋪面/介質層孔隙比：	0 (%)
設施貯蓄容量：	90 (M3)	過濾/排保層深度：	0 (M)	過濾/排保層孔隙比：	0 (%)
重力排放設計					
底層排放口設計：	圓形排放口	溢流口深度：	0 (M)	溢流口寬度：	0 (M)
		排放口深度/直徑：	0.08 (M)	排放口寬度：	0.08 (M)
機械排放設計		口底高度：	0.1 (M)		
軸馬力設計：	0 (hp)	起抽水位：	0.1 (M)	效率：	80 (%)
實際揚程：	5 (M)	停抽水位：	0.05 (M)	比重：	1
底層入滲設計					
底層可入滲面積：	0 (M2)	土壤最終入滲率：	0.00001 (M/s)		
AC2-LID建築設計：					
主體建築資訊/設計					
結構型式：	無				
廠商名稱：	無	產品名稱：	無	產品型號：	無
長 (個體)：	0 (M)	半徑：	0 (M)	廠商電話：	無
寬 (個體)：	0 (M)	厚度：	0 (M)		
高 (個體)：	0 (M)				
體積/容積 (個體)：	0 (M3)				
設施數量：	0 (個/組)				

圖 4-14 AC2 集水分區 LID 設計參數輸出彙整表範例

(資料來源：本研究結果)

貳、建築資訊介面操作方式說明

透過前述各節操作完成從基地基本資料、水文分析資料以及 LID 選擇等子介面之建構等，完成第一階段輸出後，直接可進入建築資訊操作介面進行相關產品設計，操作內容主要包括（請參考圖 4-15 各步驟圖示及步驟說明）：

AC2-LID容量設計彙整表		LID設施型式：地下型滯蓄洪設施			
基地總面積：	1000 (M2)	AC2集水面積：	600 (M2)	集水區出口：	直接排出
演算延時：	240 (min)	降雨延時：	90 (min)	降雨逕流公式：	合理化公式
系統容量設計		最大放流量：	0.0112 (cms)	逕流參數：	0.95
設施面積：	100 (M2)	蓄水深度：	1 (M)	蓄水層孔隙比：	90 (%)
設施表層型式：	組合型基礎設計	鋪面/介質層深度：	0 (M)	鋪面/介質層孔隙比：	0 (%)
設施貯蓄容量：	90 (M3)	過濾/排保層深度：	0 (M)	過濾/排保層孔隙比：	0 (%)
重力排放設計					
底層排放口設計：	圓形排放口	溢流口深度：	0 (M)	溢流口寬度：	0 (M)
		排放口深度/直徑：	0.08 (M)	排放口寬度：	0.08 (M)
機械排放設計		口底高度：	0.1 (M)		
軸馬力設計：	0 (hp)	起抽水位：	0.1 (M)	效率：	80 (%)
實際揚程：	5 (M)	停抽水位：	0.05 (M)	比重：	1
底層入滲設計					
底層可入滲面積：	0 (M2)	土壤最終入滲率：	0.00001 (M/s)		
AC2-LID建築設計：					
主體建築資訊/設計					
結構型式：	無				
廠商名稱：	無	產品名稱：	無	產品型號：	無
長 (個體)：	0 (M)	半徑：	0 (M)	廠商電話：	無
寬 (個體)：	0 (M)	厚度：	0 (M)		
高 (個體)：	0 (M)				
體積/容積 (個體)：	0 (M3)				
設施數量：	0 (個/組)				

1. 執行主體建築資訊/設計按鈕，使用者即可直接進入相關之建築廠商資訊介面（流程 Step07）。
- （備註：系統將依循前述容量設計、LID 選項及第一階段參數輸出成果等，自動鍵結到相關建築介面。）

圖 4-15 進入建築資訊介面按鈕範例

(資料來源：本研究結果)

執行地上型滯蓄洪設施-雨水貯集槽型式設計步驟（Step 07-1-4），使用者需對本項相關廠商設計挑選適用之產品，依循其尺寸、材質或其它參數需求，進行遴選。各操作內容主要包括（請參考圖 4-16 各步驟圖示及步驟說明，以及第三章，建築資訊介面建構）：



圖 4-16 地上型滯蓄洪設施建築資訊介面-雨水貯集槽範例
(資料來源：本研究結果)

同理，執行地下型滯蓄洪設施-雨水基磚型式設計步驟 (Step 07-1-5)，使用者需對本項相關廠商設計挑選適用之產品，依循其尺寸、材質或其它參數需求，進行遴選。各操作內容主要包括 (請參考圖 4-17 各步驟圖示及步驟說明)：



圖 4-17 地下型滯蓄洪設施建築資訊介面-雨水基磚範例
(資料來源：本研究結果)

1. 執行廠商選擇，每廠商以獨立表單方式列舉在此介面下。
2. 使用者可進入任一廠商子介面後，可下拉式選擇該廠商相關場品，依循其建立之相關參數資料，如尺寸、厚度、乘載最大應力...等，進行產品內容瞭解。
3. 選擇完畢後，執行**確認**按鈕，由系統自動填入所選之產品項目，系統自動關閉建築資訊介面。

1. 執行廠商選擇，每廠商以獨立表單方式列舉在此介面下。
2. 使用者可進入任一廠商子介面後，可下拉式選擇該廠商相關場品，依循其建立之相關參數資料，如尺寸、厚度、乘載最大應力...等，進行產品內容瞭解。
3. 選擇完畢後，執行**確認**按鈕，由系統自動填入所選之產品項目，系統自動關閉建築資訊介面。

參、第二階段參數輸出-各集水分區 LID 建築資訊參數輸出

「LID 建築設計彙整表」主要顯示各子集水分區 LID 設施經前述建築資訊介面選擇需要之廠商及產品相關設計後，選擇之廠商名稱、基本資料及主要參數等彙整為輸出表單，可提供使用者存檔及參數輸出使用，包括長度、寬度、高度、容量以及使用數量等。參數輸出表單內容請參考圖 4-18～圖 4-19 下半部所列。

AC1-LID容量設計彙整表		LID設施型式： <u>地上型滯蓄洪設施</u>					
基地總面積：	1000 (M2)	AC1集水面積：	400 (M2)	集水區出口：	AC2集水區	最大放流量：	0 (cms)
演算延時：	240 (min)	降雨延時：	90 (min)	降雨逕流公式：	合理化公式	逕流參數：	0.95
系統容量設計							
設施面積：	50 (M2)	蓄水深度：	1 (M)	蓄水層孔隙比：	100 (%)		
設施表層型式：	無	鋪面/介質層深度：	0 (M)	鋪面/介質層孔隙比：	0 (%)		
設施貯蓄容量：	50 (M3)	過濾/排保層深度：	0 (M)	過濾/排保層孔隙比：	0 (%)		
重力排放設計							
底層排放口設計：	圓形排放口	溢流口深度：	0 (M)	溢流口寬度：	0 (M)		
		排放口深度/直徑：	0.08 (M)	排放口寬度：	0.08 (M)	口底高度：	0 (M)
機械排放設計							
軸馬力設計：	0 (hp)	起抽水位：	0.1 (M)	效率：	80 (%)	比重：	1
實際揚程：	5 (M)	停抽水位：	0.05 (M)				
底層入滲設計							
底層可入滲面積：	0 (M2)	土壤最終入滲率：	0.00001 (M/s)				
AC1-LID建築設計：							
主體建築資訊/設計							
結構型式：	雨水貯集桶						
廠商名稱：		產品名稱：	運輸桶 LT 系列	產品型號：	LT2000	廠商電話：	04-7862116
長(個體)：	1.75 (M)	半徑：	0 (M)				
寬(個體)：	1.44 (M)	厚度：	0.01 (M)				
高(個體)：	1.25 (M)						
體積/容積(個體)：	2 (M3)						
設施數量：	25 (個/組)						

圖 4-18 AC1 集水分區 LID 建築參數輸出彙整表範例

(資料來源：本研究成果)

AC2-LID容量設計彙整表		LID設施型式： <u>地下型滯蓄洪設施</u>					
基地總面積：	1000 (M2)	AC2集水面積：	600 (M2)	集水區出口：	直接排出	最大放流量：	0.0112 (cms)
演算延時：	240 (min)	降雨延時：	90 (min)	降雨逕流公式：	合理化公式	逕流參數：	0.95
系統容量設計							
設施面積：	100 (M2)	蓄水深度：	1 (M)	蓄水層孔隙比：	90 (%)		
設施表層型式：	組合型基礎設計	鋪面/介質層深度：	0 (M)	鋪面/介質層孔隙比：	0 (%)		
設施貯蓄容量：	90 (M3)	過濾/排保層深度：	0 (M)	過濾/排保層孔隙比：	0 (%)		
重力排放設計							
底層排放口設計：	圓形排放口	溢流口深度：	0 (M)	溢流口寬度：	0 (M)		
		排放口深度/直徑：	0.08 (M)	排放口寬度：	0.08 (M)	口底高度：	0.1 (M)
機械排放設計							
軸馬力設計：	0 (hp)	起抽水位：	0.1 (M)	效率：	80 (%)	比重：	1
實際揚程：	5 (M)	停抽水位：	0.05 (M)				
底層入滲設計							
底層可入滲面積：	0 (M2)	土壤最終入滲率：	0.00001 (M/s)				
AC2-LID建築設計：							
主體建築資訊/設計							
結構型式：	組合型基礎設計						
廠商名稱：		產品名稱：	組合式蓄水貯集框架	產品型號：	H500	廠商電話：	02-8286-6518
長(個體)：	0.5025 (M)	半徑：	0 (M)				
寬(個體)：	0.5025 (M)	厚度：	0 (M)				
高(個體)：	0.2775 (M)						
體積/容積(個體)：	0.0701 (M3)						
設施數量：	1.284 (個/組)						

圖 4-19 AC2 集水分區 LID 建築參數輸出彙整表範例

(資料來源：本研究成果)

肆、第一、二階段設計參數輸出至建築元件模型方式說明（初擬）

整體過程中主要階段可包含由系統容量設計-建築資訊介面-參數拋轉-建築資訊模型（參考圖 4-20）；亦即藉由各階段之完成操作（如容量設計、排放口尺寸設計...）至廠商及型式選擇，再至主要參數輸出（長、寬、高、數量以及排放口資訊...等），所遴選之各建築資訊介面可進一步對應至後續建築元件模型之應用。本年度初擬之對應細節如下。

1. LID 型式-地上型滯蓄洪設施：

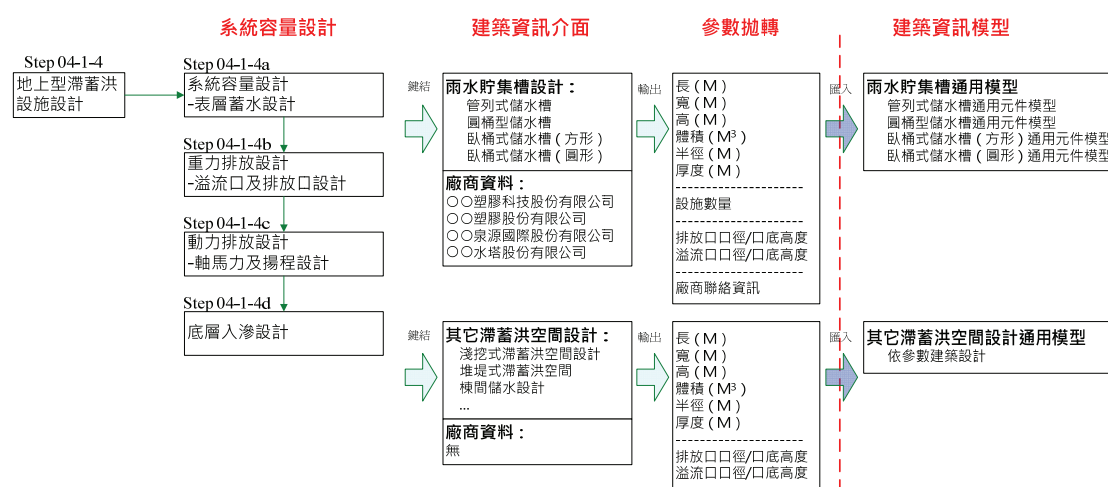


圖 4-20 地上型滯蓄洪設施參數至模型建立流程
（資料來源：本研究結果）

2. LID 型式-地下型滯蓄洪設施：

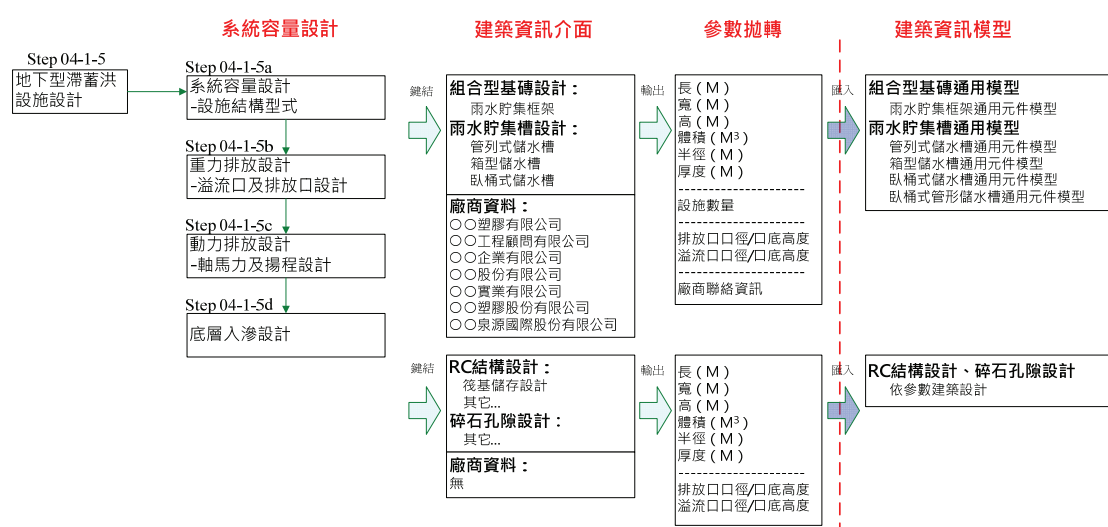


圖 4-21 地下型滯蓄洪設施參數至模型建立流程
（資料來源：本研究結果）

3. LID 型式-透水鋪面設施：

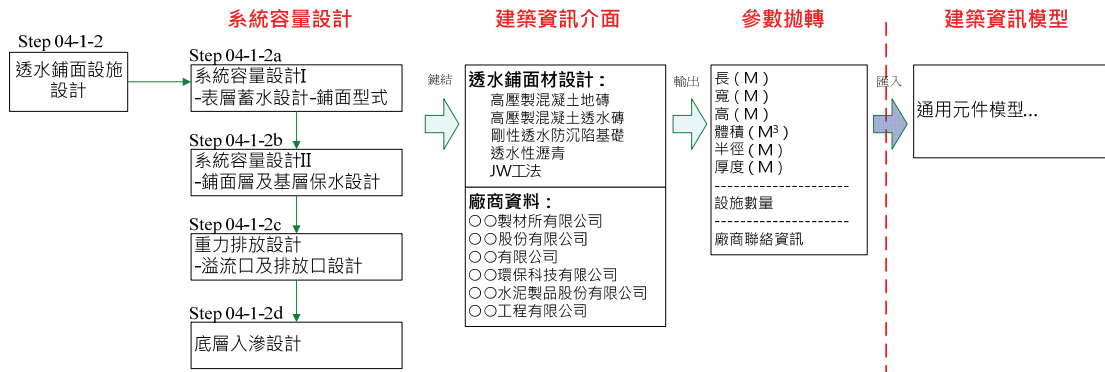


圖 4-22 透水鋪面設施參數至模型建立流程 (草案)

(資料來源：本研究成果)

4. LID 型式-屋頂綠化設施：

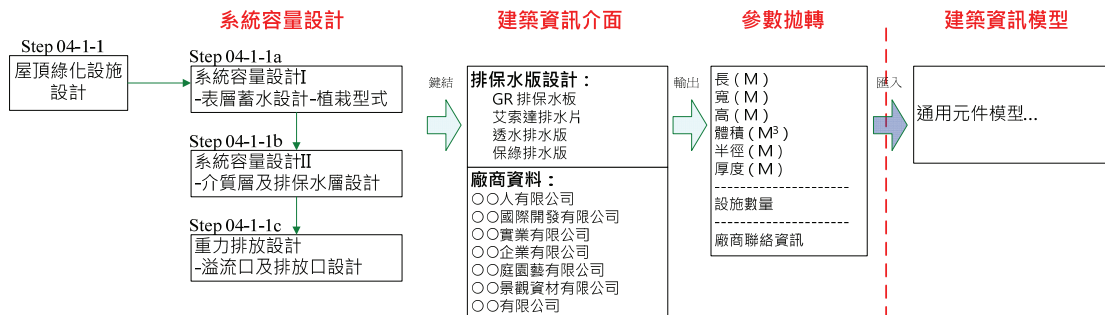


圖 4-23 屋頂綠化設施參數至模型建立流程 (草案)

(資料來源：本研究成果)

第四節 本研究 LID 元件模型建構方式

由前述瞭解 Autodesk Revit 軟體提供使用容易的概念設計工具，可支援創作流程，自由繪製草圖、更輕鬆建立自由形式模型，而且能以互動方式操控形式。並可將形式和幾何圖形定義為實際的建築元件，以更順利轉移至設計開發和文件。設計時，Autodesk Revit 會自動在形式周圍建立參數式架構，更能隨心所欲控制，而且精確度和彈性更高；且在單一環境中，可將設計從概念模型直接轉為施工文件。參數式元件是所有在 Autodesk Revit 設計之建築元件的基礎。這些元件針對設計構想與形式建立，提供開放式的圖形系統；同時還能讓使用者以更詳細的方式呈現設計理念。可以將參數式元件運用於精細的組合，例如家具或設備，更可進一步應用於 LID 基本建築元件。

Revit Building 提供了許多可以配合大量專案的預先定義的族群。如果需要為特定專案建立新族群，則 Revit Building 提供這樣的功能。Revit Building 提供了許多樣板，如門、家具、窗和電氣裝置等樣板，並能以圖形方式來繪製新族群。此外，還可以利用載入其他族群以及在新族群內插入實例的方法來建立複合族群。建立新族群的方法有兩種：

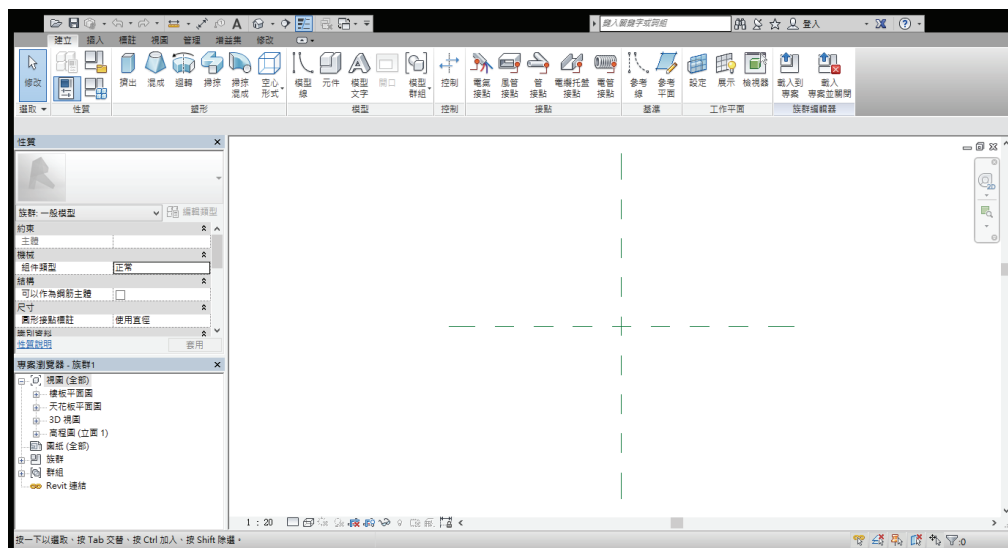


圖 4-24 Autodesk Revit 族群建模基本樣板

(資料來源：本研究成果)

1. 建立現地族群：這種建立族群的方法是用來建立目前專案特有的族群。

在建立自訂族群時此方法很實用。可以在專案的現有幾何內容中設計族群。如果專案變更，且這些變更會影響到該族群，則該族群會自動更新。

2. 標準元件族群：通常這些族群是指建築設計中使用的標準大小和配置的常見元件和符號。使用標準族群樣板可以定義族群的幾何和大小。隨後可將族群儲存為一個獨立的檔案(.rfa)，並在任何需要使用的專案中載入它。目前已提供可用來建立不同元件族群的多種樣板。

選取要使用的樣板後，可在各種視圖中定義該族群的外觀。在族群中放置哪些幾何是由使用者自己決定，並取決於使用者的設計要求。有時候在使用符號時，可能希望只看到繪製線。或者有時候可能需要在 3D 視圖中看到元件的真實幾何形狀，不過在平面和立面視圖中，可能只希望顯示 2D 符號形式。要建立哪種類型的幾何由使用者自己決定。

建立族群時，Revit Building 會提供一個作為建築圖塊的樣板，其中包含在專案中放置該族群時所需的大部分資訊。除其他元素以外，樣板還可包括參考平面、尺寸標註以及預先定義的幾何形狀。基本族群樣板有五種：(1) 基於牆的樣板、(2) 基於天花板的樣板、(3) 基於樓層的樣板、(4) 基於屋頂的樣板、(5) 獨立樣板。

第一種到第四種稱為基於主體的樣板。只有當主體類型的元素存在時，才能在專案中放置這種基於主體的族群。基於牆的樣板是針對在牆中插入的元件。牆元件可包含開口，這樣在牆上放置元件時，該元件才會在牆上剪切出開口。基於牆的元件的範例包括門、窗和燈具。每個樣板都包括一面牆；在確定如何在牆上放置元件時，需要用到這面牆。基於天花板的樣板是針對在天花板上插入的元件。天花板元件可包含開口，這樣在天花板上放置元件時，該元件才會在天花板上剪切出開口。基於天花板的族群範例包括噴頭和壁燈裝置。基於樓層的樣板是針對在樓層上插入的元件。樓層元件可包含開口，這樣在樓層上放置元件時，該元件才會在樓層上剪切出開口。基於樓層的族群範例包括暖氣出風口。基於屋頂的樣板是針對在屋頂上插入的元件。屋頂元件可包含開口，這樣在屋頂上放置元件時，該元件才會在屋頂上剪切出開口。基於屋頂的族群範例包括底板和風扇。獨立樣板則是針對不依賴於主體的元件；獨立元件可在模型中的任何地方顯示，並可將標註到其他獨立元件或基於主體的元件上。獨立族群的範例包括柱、家具

和家電用具，而本研究LID設施元件則同屬於此種樣板進行建立。(備註：建置專案樣板時，應考慮將專案最常用的族群先載入到專案樣板中，方便隨時選用。)

本研究為了提供未來進一步延伸作為以後 BIM 專案設計時相關資訊之依據，以及與本研究 LID 相關建構時建築資訊的支援相配合；由於我國工程界在 BIM 技術應用上，使用 Revit 的比例較高；工具選擇後續將以 Autodesk Revit 為建模使用對象，並主要將以模型元件為本研究建置目標。

第五節 LID 建築資訊模型建置原則及內容

本節依據前述建築資訊介面相關內容與對應項目，並就所蒐集之廠商及其相關產品可進一步依其主體部分、材質以及其它附件等做進一步整理，進以繪製相關 3D 元件模型並建構鍵結之參數內容；以下對其內容建置原則等分項說明。

壹、設施容量主體

主要為 LID 雨水儲存量體部分之相關建築產品，將進以繪製與建構其雨水滯蓄儲存空間之元件或稱族群（本研究以下統稱元件），本年針對地上型/地下型滯蓄洪設施容量主體相關設計及產品樣式包括：

1. 地上型滯蓄洪設施容量主體：

- (1) 雨水貯集槽設計：主要分類樣式可包括管列式儲水槽、圓桶型儲水槽、臥桶式儲水槽（方形），以及臥桶式儲水槽（圓形）。
- (2) 其它滯蓄洪空間設計：包括如淺挖式滯蓄洪空間設計、堆堤式滯蓄洪空間、棟間儲水設計…等，為特定工法或建築方式，暫無相關特定之產品分類。

2. 地下型滯蓄洪設施容量主體：

- (1) 組合型基磚設計：或稱地下型雨水貯集框架、雨水基磚（積磚）等。
- (2) 雨水貯集槽設計：主要分類樣式可包括管列式儲水槽、箱式儲水槽、臥桶式儲水槽。
- (3) RC 結構設計：包括如筏基儲存空間設計，為特定工法或建築方式，暫無相關特定之產品分類。

- (4) 碎石孔隙設計：以礫石填充地下儲蓄空間，為特定工法或建築方式，暫無相關特定之產品分類。

貳、模型建置原則

建置之原則將配合前述本研究工具相關參數輸出，以及廠商資訊輸出等為對應條件，建立後續元件模型需包含之資訊、參數、限制等建置時必要項目，本研究建置條件與流程說明如下：

1. 設計範圍：依產品型式可供使用者設計範圍通常可將其分為通用模型及制式模型，通用模型可供使用者設計範圍較廣，包括尺寸、各孔口開放位置等均可操作輸入；惟使用者須注意是否設計值符合市售產品各參數之限制。制式模型可供使用者設計範圍拘限，尺寸為固定並已輸入符合市售產品之各項參數；可供使用者操作僅限各孔口開放位置等。本研究後續之模型將主要以通用模型之建置為主，以利不同參數條件之模型適用。
2. 外觀型式：為必要之資訊，主要需包括整體外觀、溢流口、排水口、檢視井/口，其它則視需要可加建如入流口之設計等。
3. 主要設計參數：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型外觀尺寸、各式孔口及相對應位置之設計參數值等。
 - (1) 元件模型外觀參數：為元件主體其平均長度、平均寬度及平均高度，其單位為公分。
 - (2) 設計之孔口位置參數：為元件各溢流口、排水口垂直方向位置之設定，主要以開口底部之高程（或可依距離元件中心距離）等進行位置參數之設定，其單位為公分。
 - (3) 開口尺寸參數：為元件各溢流口、排水口尺寸之設定，包括圓形開口其直徑設計或矩形開口其寬度與高度之設計，其單位為公分。
 - (4) 容量：為元件主體雨水蓄存容積，由廠商提供各型式之體積容量值或可由上述元件尺寸直接計算，其單位為噸（或立方公尺）。
4. 其它設計參數：非必要之資訊，視需求可包含供使用者設定元件模型外觀尺寸、各式孔口及相對應位置之設計參數值等。

- (1) 檢視井/維修口位置：為元件主體維護清淤等開口相對於位置之設定，可分圓形或矩形檢視井或維修口。
 - (2) 檢視井/維修口尺寸：為元件主體維護清淤等開口尺寸之設定，包括圓形檢視井/維修口其直徑設計或矩形開口其長度與寬度之設計，其單位為公分。
 - (3) 空隙比：為元件主體雨水蓄存有效空間百分比，需由廠商提供各型式之百分比值，無單位。
 - (4) 檢視井/維修口頸部尺寸：為元件主體其檢視井/維修口之頸部延伸高度及厚度等設計，其單位為公分。
 - (5) 檢視井/維修口蓋板尺寸：為檢視井/維修口之蓋板厚度及尺寸（包括圓形直徑或矩形長度、寬度）等設計，其單位為公分。
5. 元件自動計算參數（非供設計之參數）：由內鍵之計算公式，使用者不必填寫僅由程式自動計算；為提供設計時需引用特殊參數參考或提供設計過程中程式需求之依循數值。
- (1) 有效容量：提供蓄水之實際有效蓄存量，其單位為噸（或立方公尺）。
 - (2) 相關尺寸參考值：包括提供計算過程中各項尺寸標註。
 - (3) 其它：另需供參考之計算值。
6. 其它供識別資料與設計參考參數（非必要之資訊）：
- (1) 廠商資訊：提供本元件市售相關廠商或產業等資訊，主要以制式模型為主。
 - (2) 材料或材質：提供主體主要材料與材質設計，如塑膠（或回收塑料）、不銹鋼、玻璃纖維或混凝土等。

參、主體設施之附件

主要以提供搭配元件主體相關之附屬產品或設施設備，包括如檢視井/維修口蓋板型式及爬梯、連接之管件、包覆層（如透水或不透水不織布）、墊砂層之設計等。

1. 主體附件元件：提供搭配元件主體相關之附屬次要元件等；可就其產品型式供使用者附加在元件主體設計範圍，多為通用模型可供使用者設計

參數，惟使用者須注意是否設計值符合市售產品各參數之限制。

2. 主體附件其元件具約束參數：為必要之資訊，使用者設計附件時需搭配元件主體單一個體或組合形式，填入相對應之參數或計算條件等。

- (1) 搭配之主體元件尺寸：包括單一主體元件長度、寬度、高度，或是主體元件組合形式其數量、總長、寬、高度等，附件元件均須受其尺寸拘束。

- (2) 搭配之主體元件型式：包括對應為單一主體元件或是主體元件組合形式。

3. 主體附件其元件設計參數：為必要之資訊，可由使用者設定附件之尺寸、各式口徑與其附件欲加設之相對位置等。

- (1) 主體附件元件尺寸：包括附件元件總長、寬、高度，及厚度、長度等，附件元件尺寸應受前述約束參數拘束設計。

- (2) 主體附件元件對應位置：包括對應之主體元件各開孔口位置，如溢流、排放口對應之高度，以及各類開孔口形式與偏移量等。

4. 主體附件其元件自動計算參數（非供設計之參數）：已內鍵計算公式，使用者不必填寫僅由程式自動計算；為提供設計時之拘限參數參考或提供設計過程中程式需求之參考數值。

5. 其它供識別資料與設計參數（非必要之資訊）：

- (1) 廠商資訊：提供附件元件市售相關廠商或產業等資訊。

- (2) 材料或材質：提供附件主要材料與材質設計，如塑膠（或回收塑料）、不銹鋼、玻璃纖維或混凝土等。

由上述本節擬定之相關元件建構原則及其建築資訊參數內容，後續本研究依循進以利用 Autodesk Revit 進行 LID 相關建築資訊模型之構建，並依 LID 主體元件及 LID 附件建構成果分項說明。

第六節 LID 主體元件建築資訊模型建構

依據前述各章節各項 LID 設施型式及相關參數拋轉建構結果，本研究進已完成可供配套應用之通用元件模型（Autodesk Revit Model）包括如下。

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
地上型滯蓄洪設施	雨水貯集槽設計	管列式儲水槽通用元件.rfa
		圓桶型儲水槽通用元件.rfa
地下型滯蓄洪設施	組合型基磚設計 雨水貯集槽設計	臥桶式儲水槽方形通用元件.rfa
		臥桶式儲水槽圓形通用元件.rfa
		雨水貯集框架通用元件.rfa
		管列式儲水槽通用元件.rfa
		箱型儲水槽通用元件.rfa
		臥桶式儲水槽通用元件.rfa
		臥桶式管形儲水槽通用元件.rfa

壹、地上型滯蓄洪設施-管列式儲水槽通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

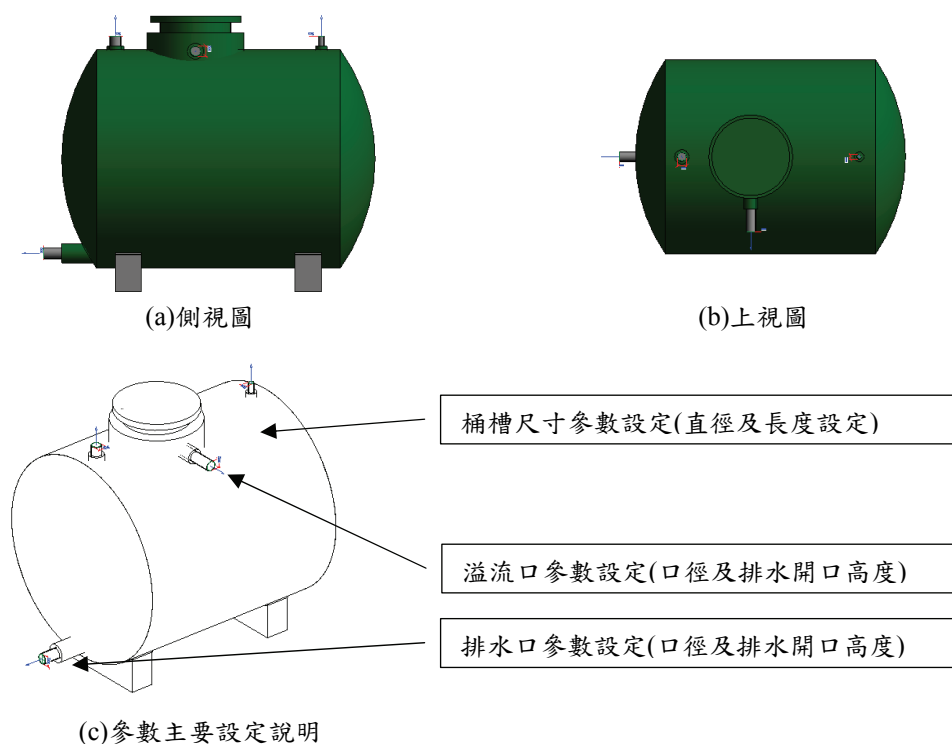


圖 4-25 地上管列式儲水槽元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍三款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-25~26 為本研究元件模型建構成果（以管列式儲水槽(180x130)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	2.00	噸	
有效容量_計算	1.96	噸	容量 * 0.98
尺寸			
桶身高度	180.00	公分	
桶身直徑	130.00	公分	
排水口直徑	6.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	6.00	公分	
溢流口底高度	140.00	公分	
備註：			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

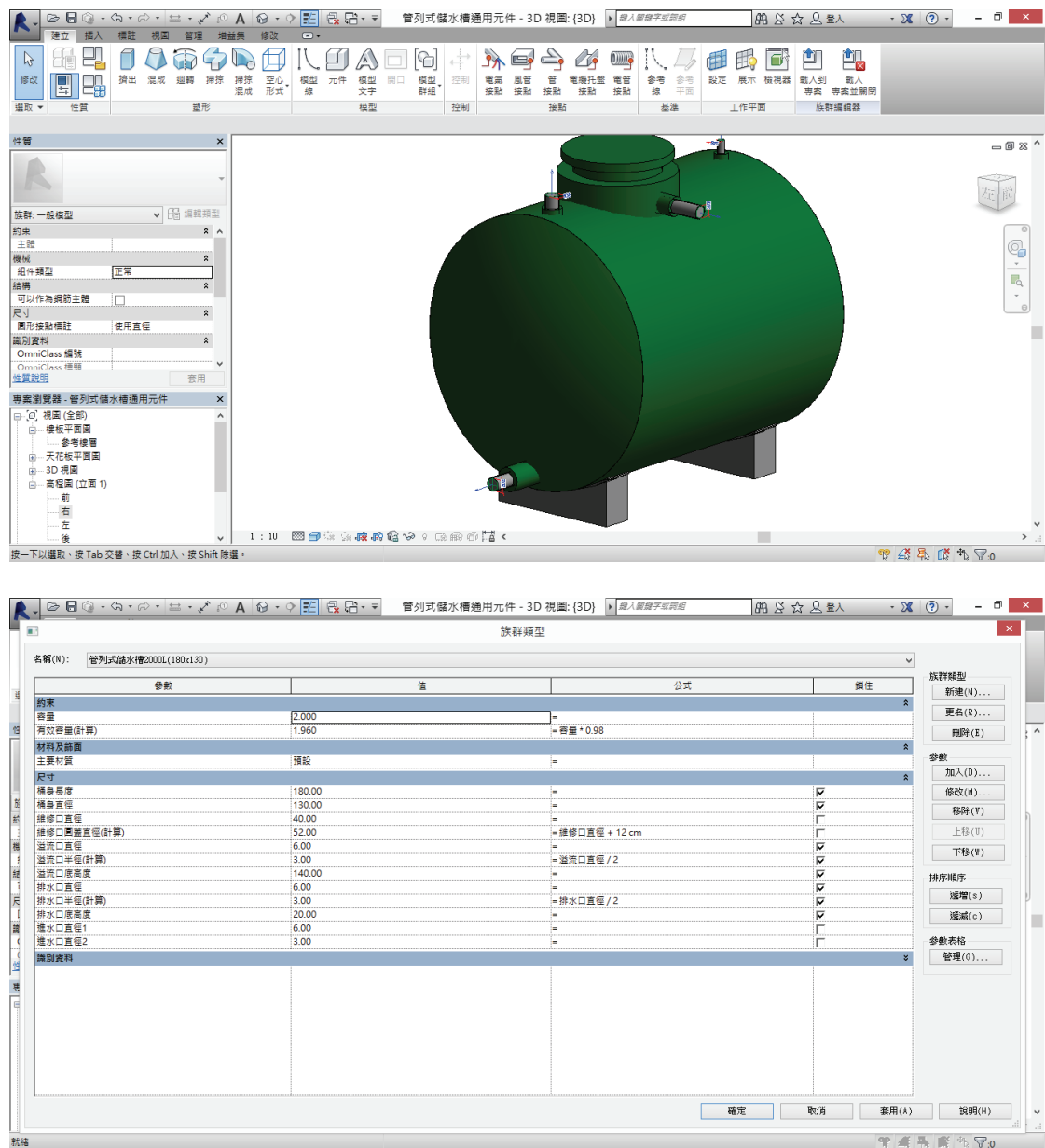


圖 4-26 地上管列式儲水槽元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

貳、地上型滯蓄洪設施-圓桶型儲水槽通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關柱狀圓桶產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

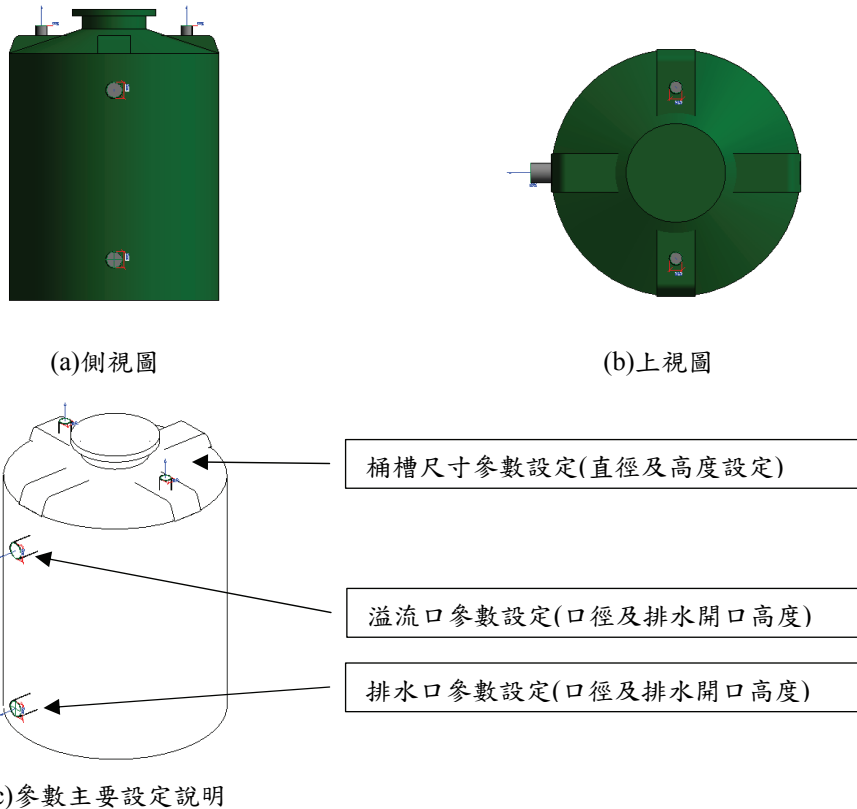


圖 4-27 地上圓桶型儲水槽元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍七款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-27~28 為本研究元件模型建構成果（以圓桶型儲水槽(180x130)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	2.00	噸	
有效容量_計算	1.44	噸	容量 * (溢流口底高度 / 桶身高度)
尺寸			
桶身高度	180.00	公分	
桶身直徑	130.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口底高度	130.00	公分	
備註： 參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

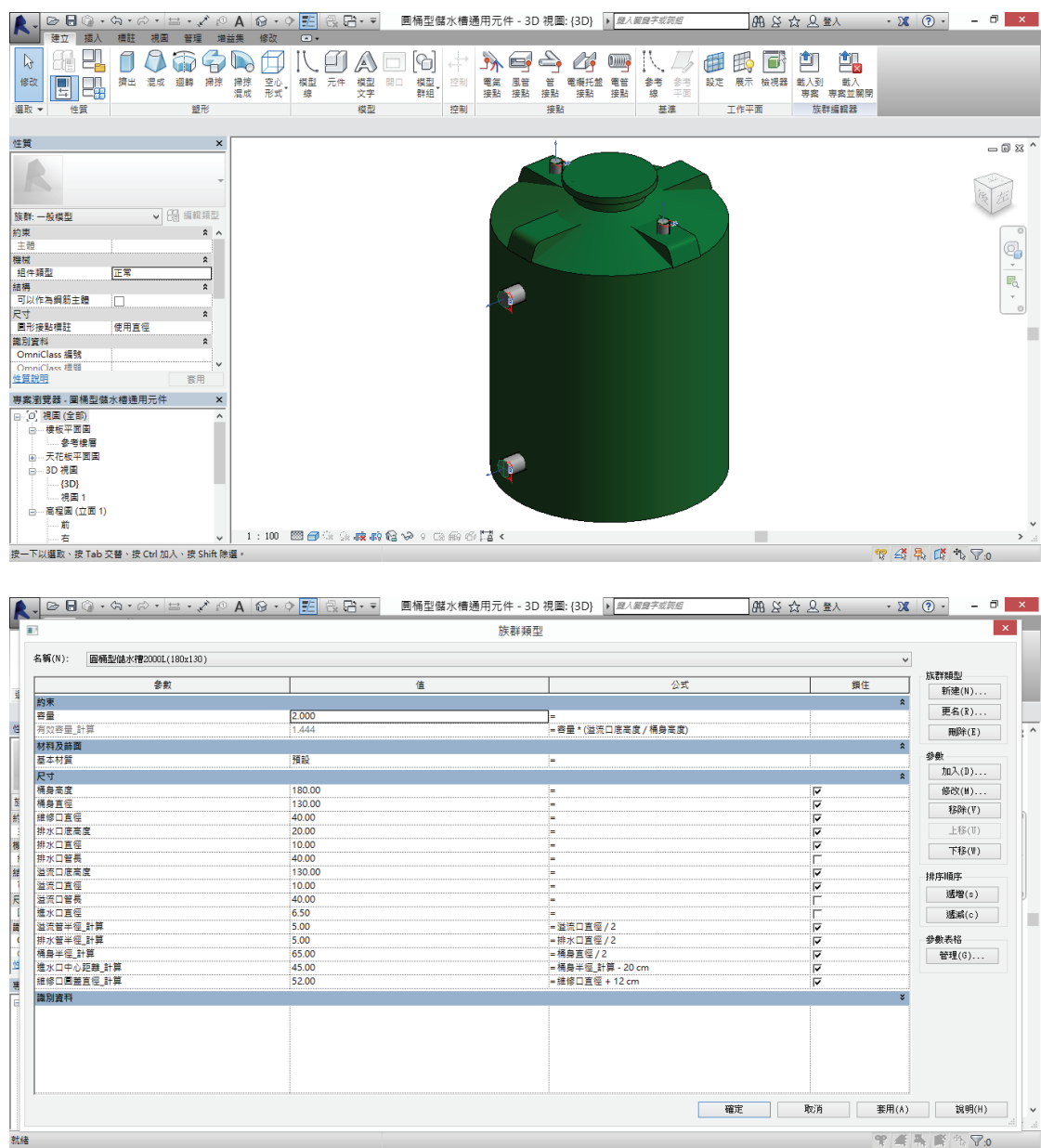


圖 4-28 地上圓桶型儲水槽元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

參、地上型滯蓄洪設施-臥桶式儲水槽圓形通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關臥桶圓形產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

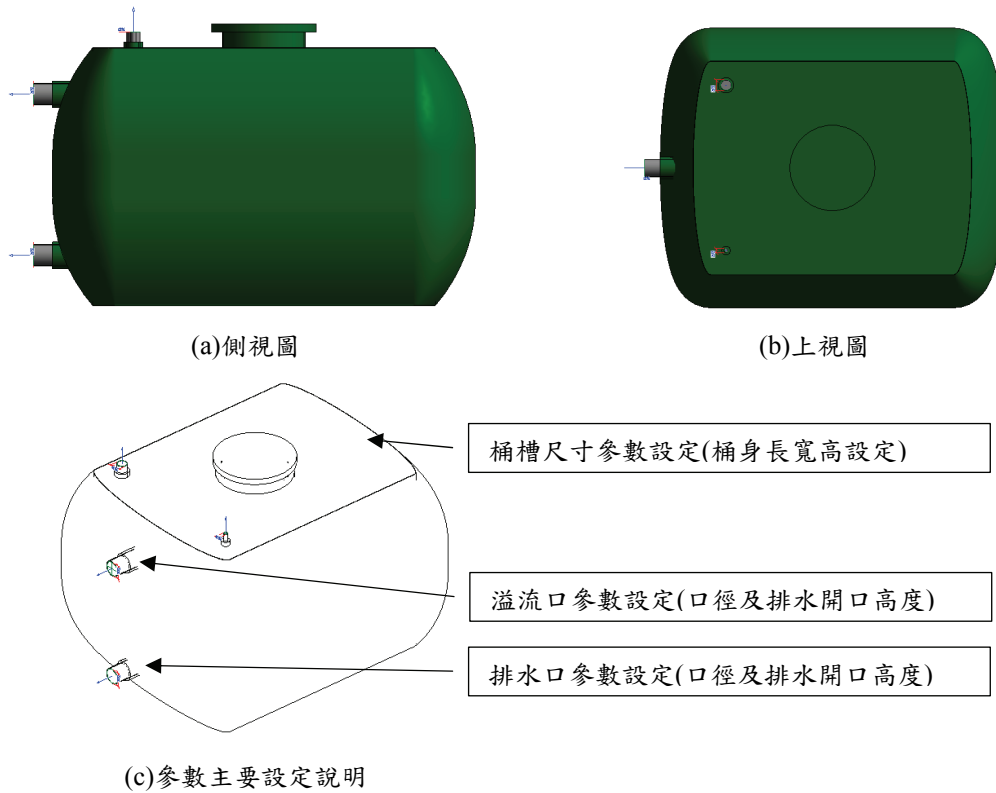


圖 4-29 地上臥桶式儲水槽圓形元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍二款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-29~30 為本研究元件模型建構成果(以臥桶式儲水槽圓形(180x140 x120)為例)。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	2.00	噸	
有效容量_計算	1.417	噸	容量 * (溢流口底高度 / 桶身高度)
尺寸			
桶身長度	180.00	公分	
桶身寬度	140.00	公分	
桶身高度	120.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口底高度	85.00	公分	
備註:			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫

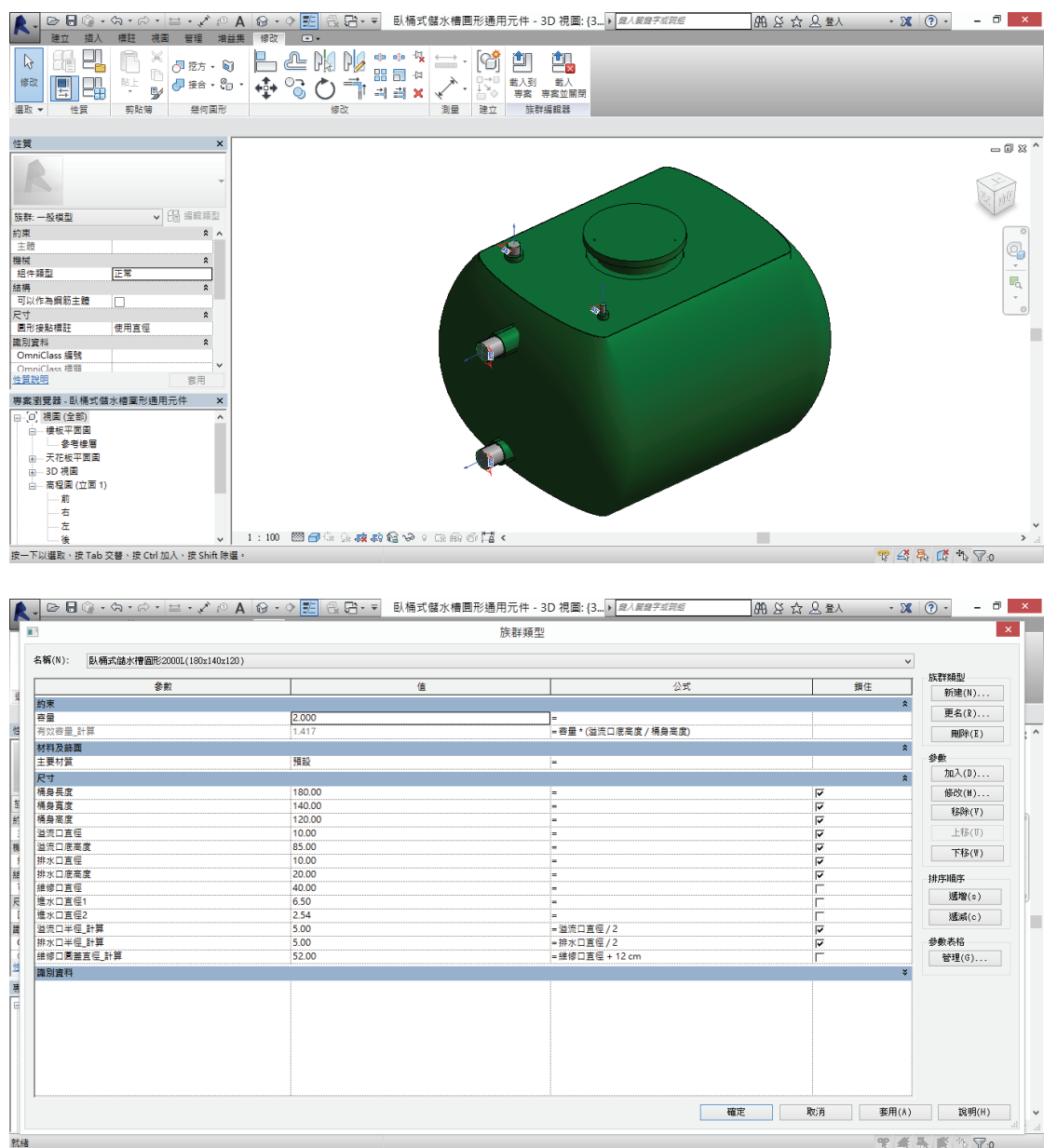


圖 4-30 地上臥桶式儲水槽圓形元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

肆、地上型滯蓄洪設施-臥桶式儲水槽方形通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關臥桶方形產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

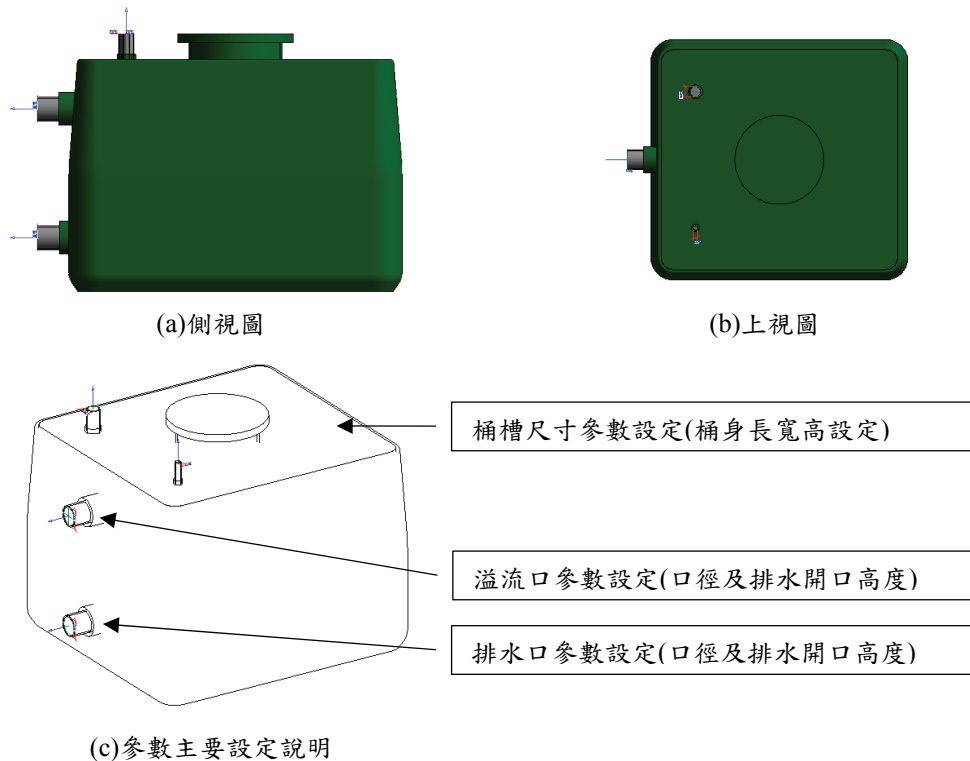


圖 4-31 地上臥桶式儲水槽方形元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍二款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-31~32 為本研究元件模型建構成果(以臥桶式儲水槽方形(150x140 x120)為例)。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	2.00	噸	
有效容量_計算	1.333	噸	容量 * (溢流口底高度 / 桶身高度)
尺寸			
桶身長度	150.00	公分	
桶身寬度	140.00	公分	
桶身高度	120.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口底高度	80.00	公分	
備註:			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫

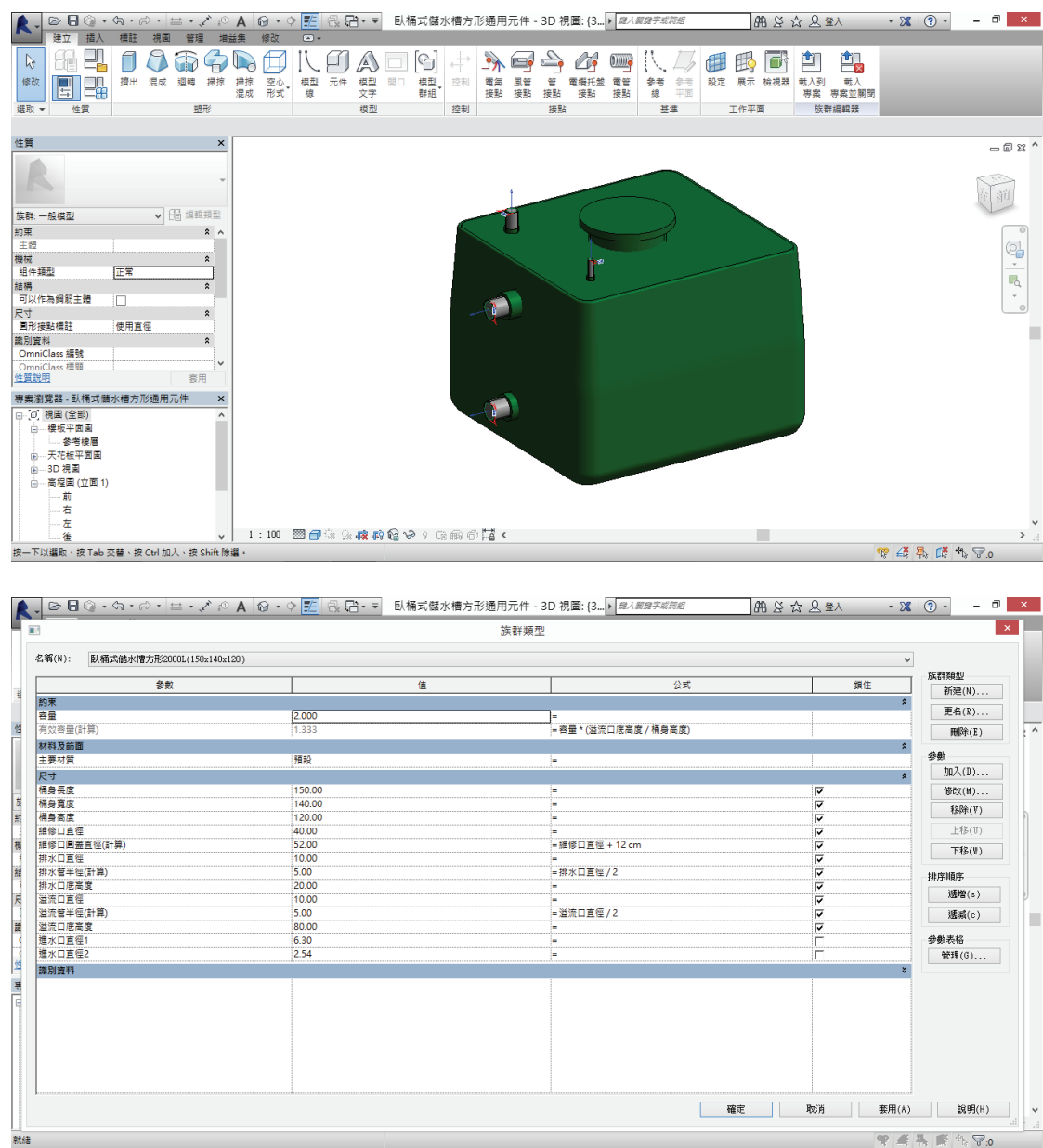
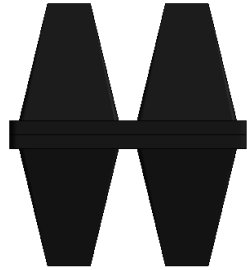


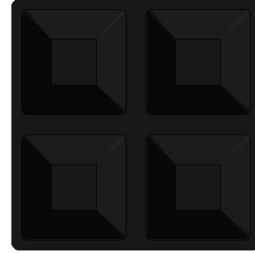
圖 4-32 地上臥桶式儲水槽方形元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

伍、地下型滯蓄洪設施-雨水貯集框架通用元件

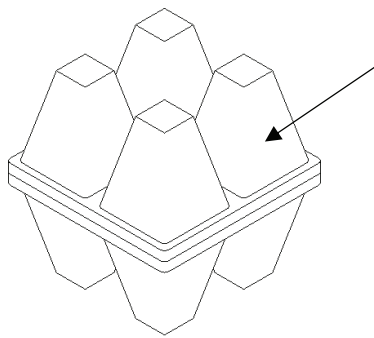
主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關雨水基磚產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。



(a)單一個體側視圖



(b)單一個體上視圖



基磚尺寸參數設定(長寬高設定)

(c)參數主要設定說明

圖 4-33 雨水貯集框架_個體元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍三款尺寸元件模型可供使用者直接套用，**圖 4-33~34** 為本研究元件模型建構成果（以雨水貯集框架_個體(50x50x55)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	0.14	噸	基磚長度 * 基磚寬度 * 基磚高度
有效容量_計算	0.133	噸	容量 * 空隙比
尺寸			
基磚長度	50.25	公分	
基磚寬度	50.25	公分	
基磚高度	55.50	公分	兩座相疊
空隙比	0.95	無	
備註: 參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

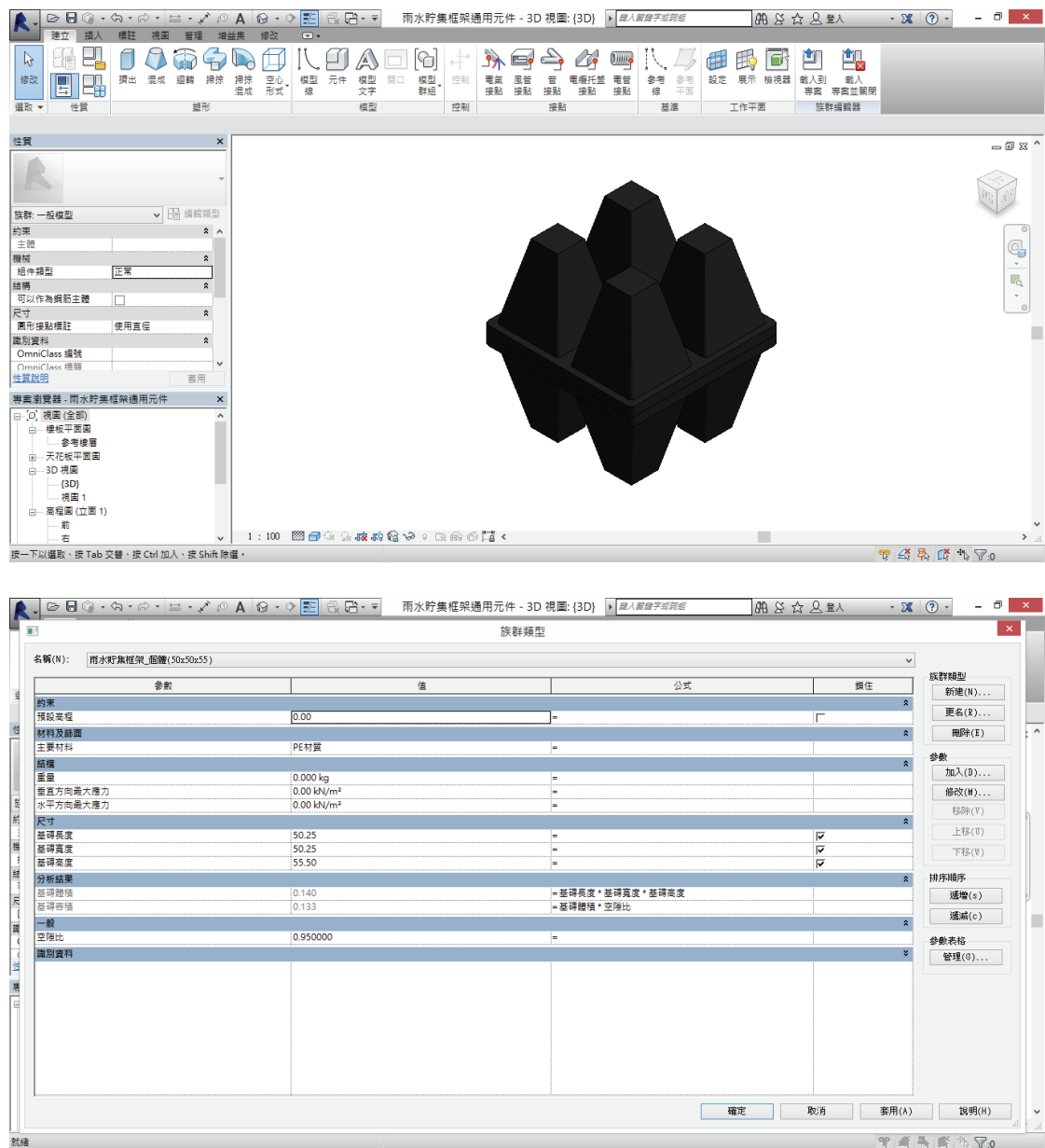


圖 4-34 雨水貯集框架_個體元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

陸、地下型滯蓄洪設施-管列式儲水槽通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關適於埋設於地下之管列式儲水槽產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

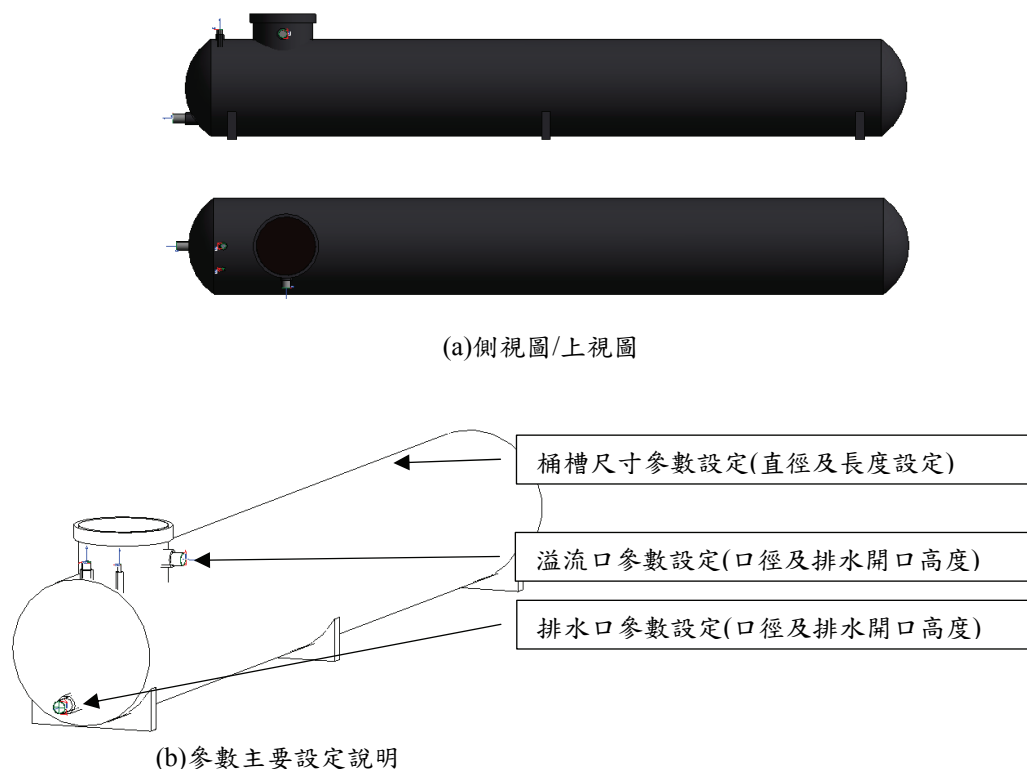


圖 4-35 地下管列式儲水槽元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍三款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-35~36 為本研究元件模型建構成果（以管列式儲水槽 8000L(850x115)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	8.00	噸	
有效容量_計算	7.84	噸	容量 * 0.98
尺寸			
桶身長度	850.00	公分	
桶身直徑	115.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口中心至頂部距離	24.00	公分	
備註:			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫

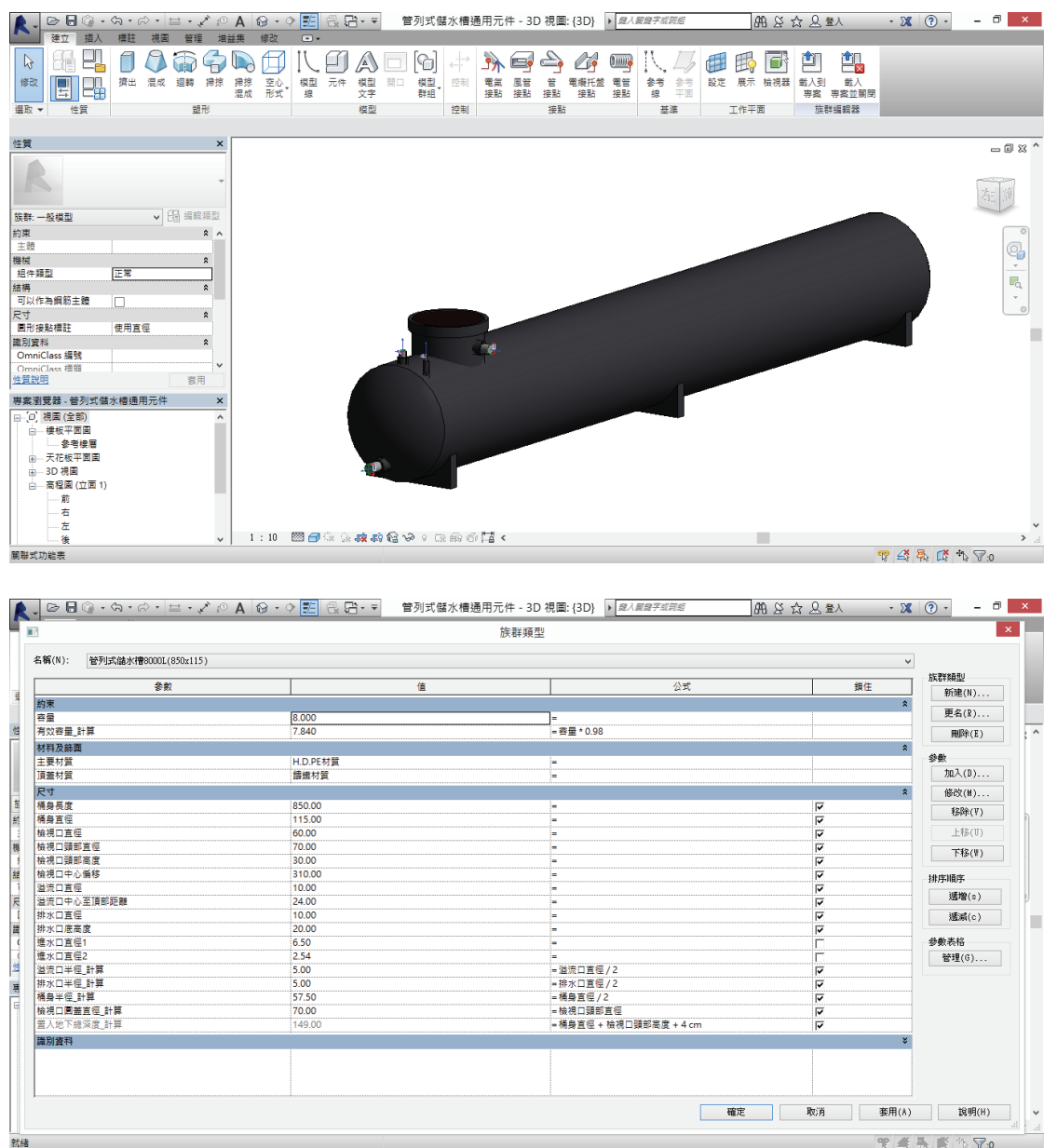


圖 4-36 地上管列式儲水槽元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

柒、地下型滯蓄洪設施-箱型儲水槽通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關適於埋設於地下之產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

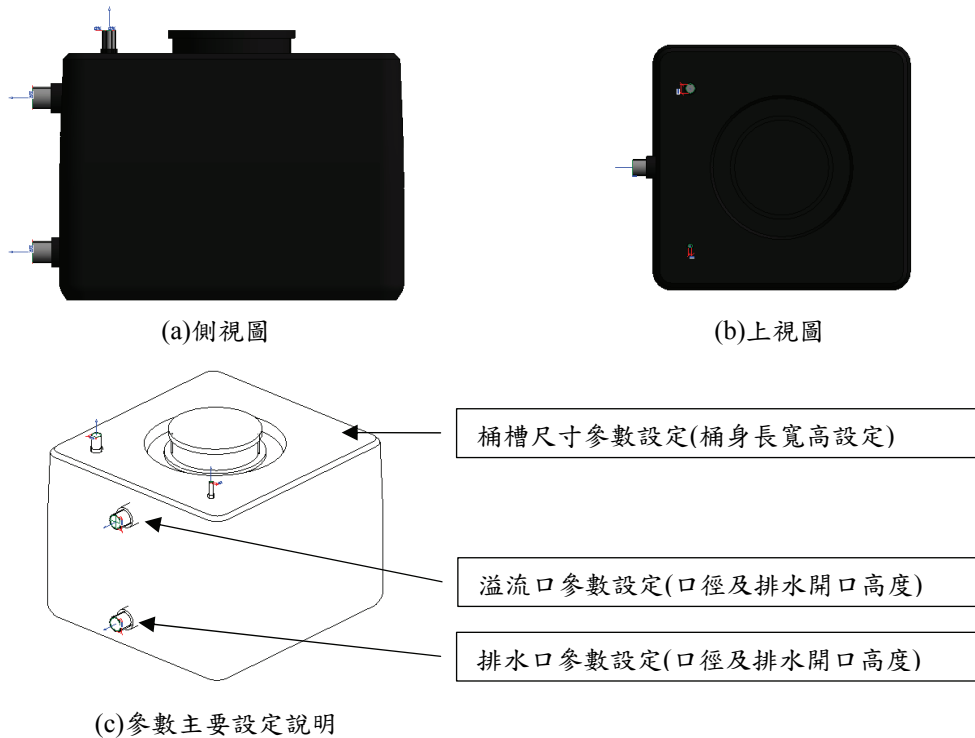


圖 4-37 地下箱型儲水槽元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍二款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-37~38 為本研究元件模型建構成果（以箱型儲水槽 3000L(180x170x140)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	3.00	噸	
有效容量_計算	2.143	噸	容量 * (溢流口底高度 / 桶身高度)
尺寸			
桶身長度	180.00	公分	
桶身寬度	170.00	公分	
桶身高度	140.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口底高度	100.00	公分	
備註：			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

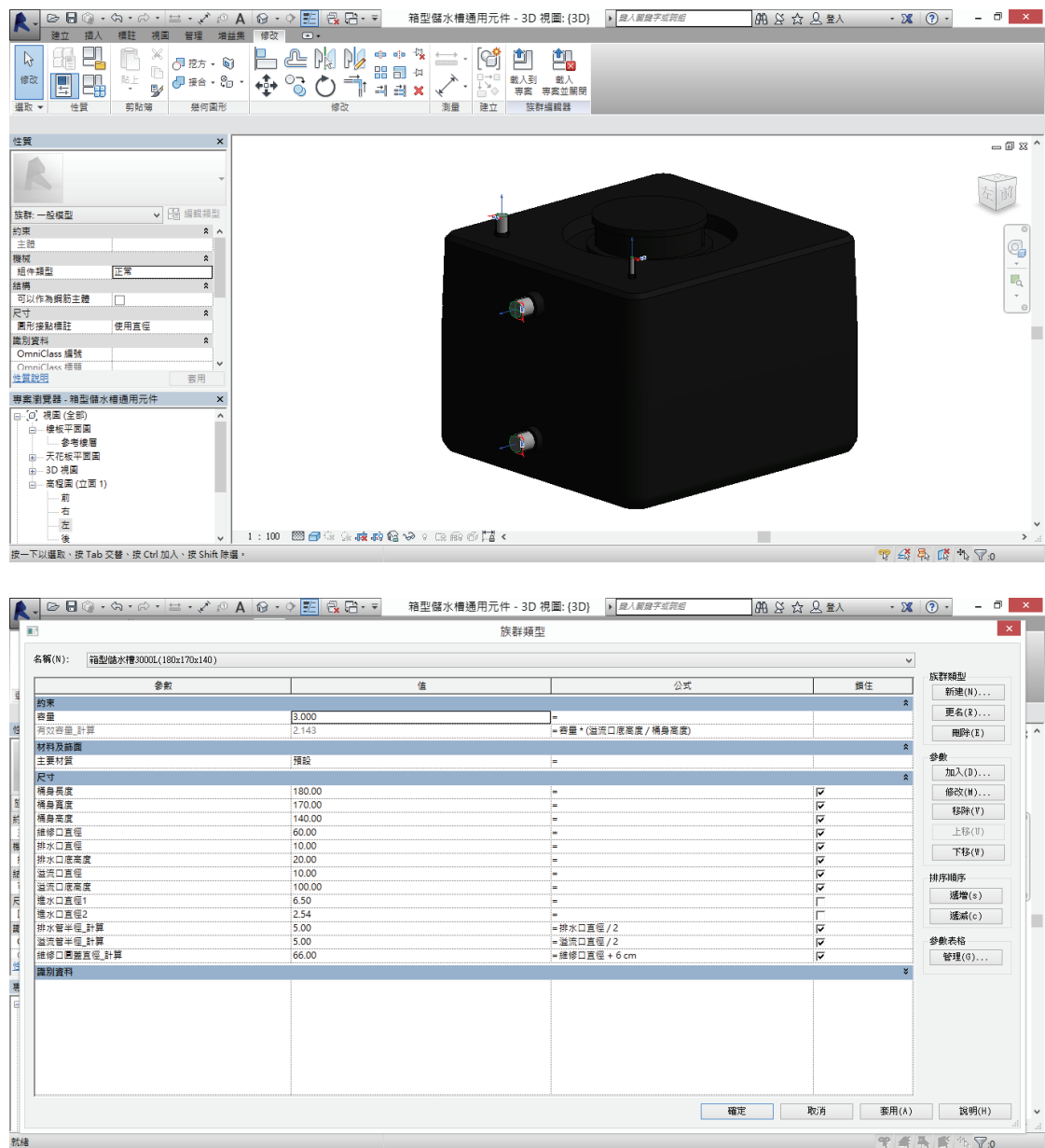


圖 4-38 地下箱型儲水槽元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

捌、地下型滯蓄洪設施-臥桶式管形儲水槽通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關適於埋設於地下之臥桶管形產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

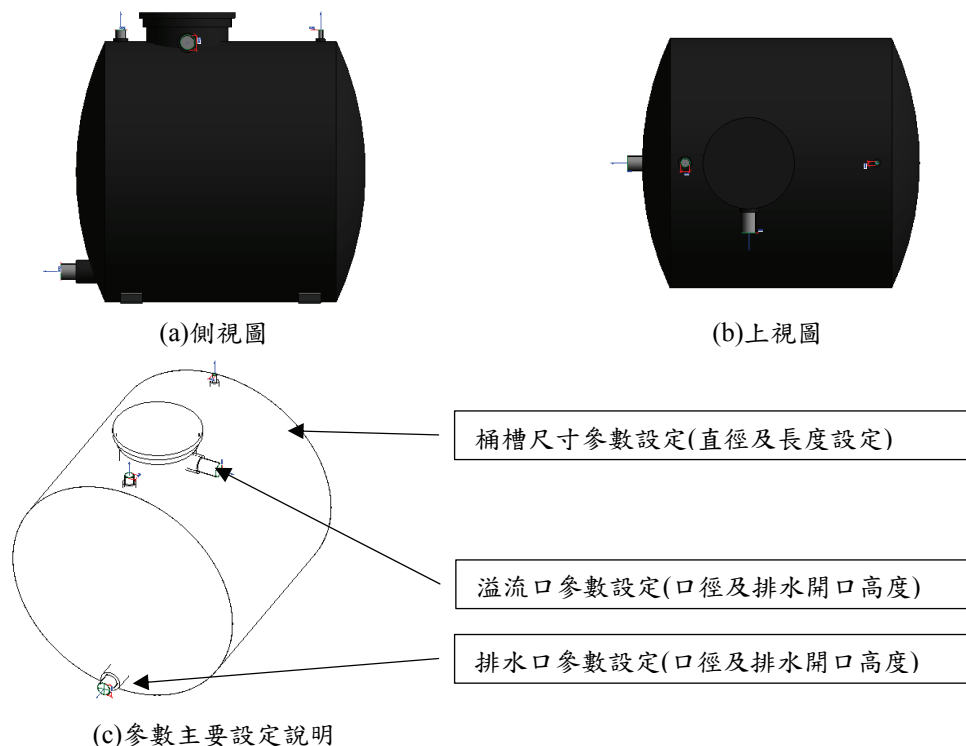


圖 4-39 地下臥桶式管形儲水槽元件模型範例

(資料來源：本研究結果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-39~40 為本研究元件模型建構成果（以臥桶式管形儲水槽 4200L(200x180)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	4.20	噸	
有效容量_計算	4.116	噸	容量 * 0.98
尺寸			
桶身高度	200.00	公分	
桶身直徑	180.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	30.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口底高度	150.00	公分	
備註:			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫

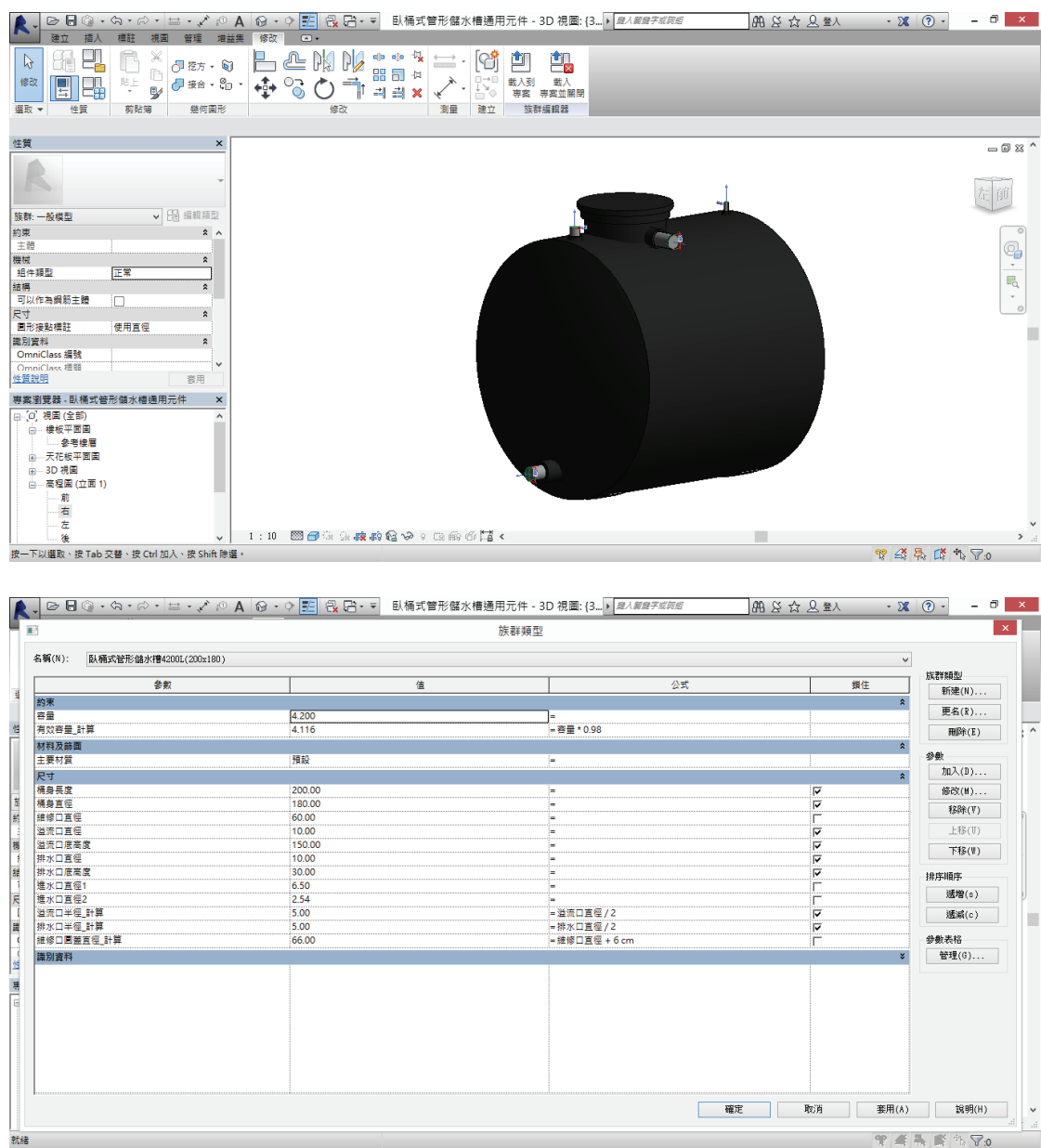


圖 4-40 地下臥桶式管形儲水槽元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

參、地下型滯蓄洪設施-臥桶式儲水槽通用元件

主要依據前述建築資訊介面所蒐集國內相關適於埋設於地下之臥桶圓形產品設施型式，進一步依其外觀與尺寸等參數條件建構相關資訊模型。

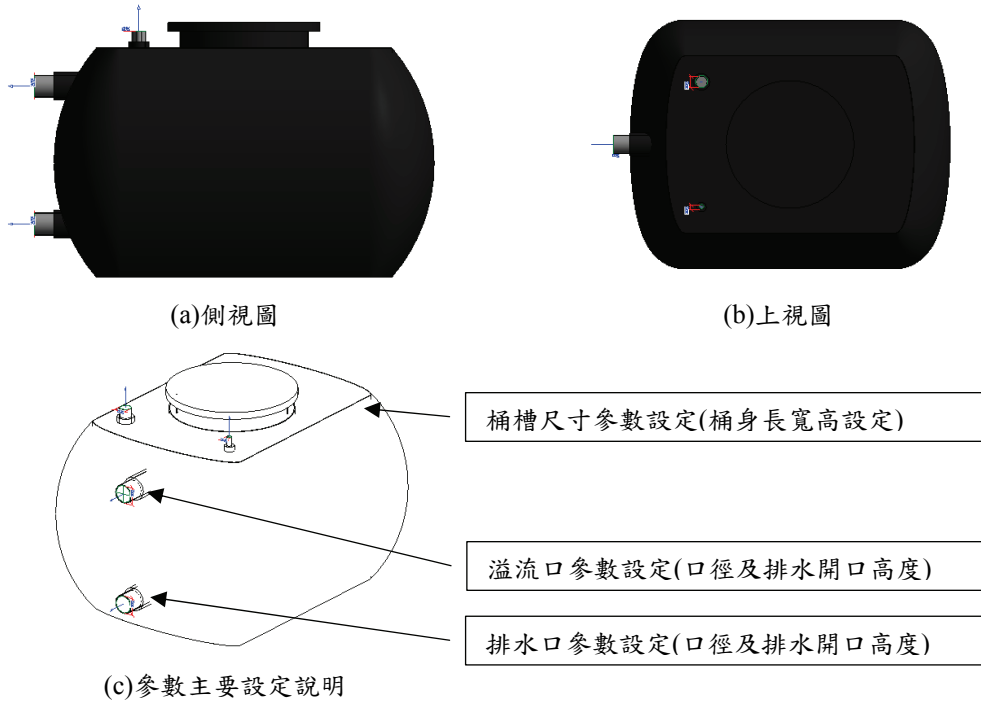


圖 4-41 地下臥桶式儲水槽元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

此外，本研究並進一步內建市售普遍二款尺寸元件模型可供使用者直接套用，圖 4-41~42 為本研究元件模型建構成果（以臥桶式儲水槽 (180x140 x120)為例）。

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束			
容量	2.00	噸	
有效容量_計算	1.417	噸	容量 * (溢流口底高度 / 桶身高度)
尺寸			
桶身長度	180.00	公分	
桶身寬度	140.00	公分	
桶身高度	120.00	公分	
排水口直徑	10.00	公分	
排水口底高度	20.00	公分	
溢流口直徑	10.00	公分	
溢流口底高度	85.00	公分	
備註：			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

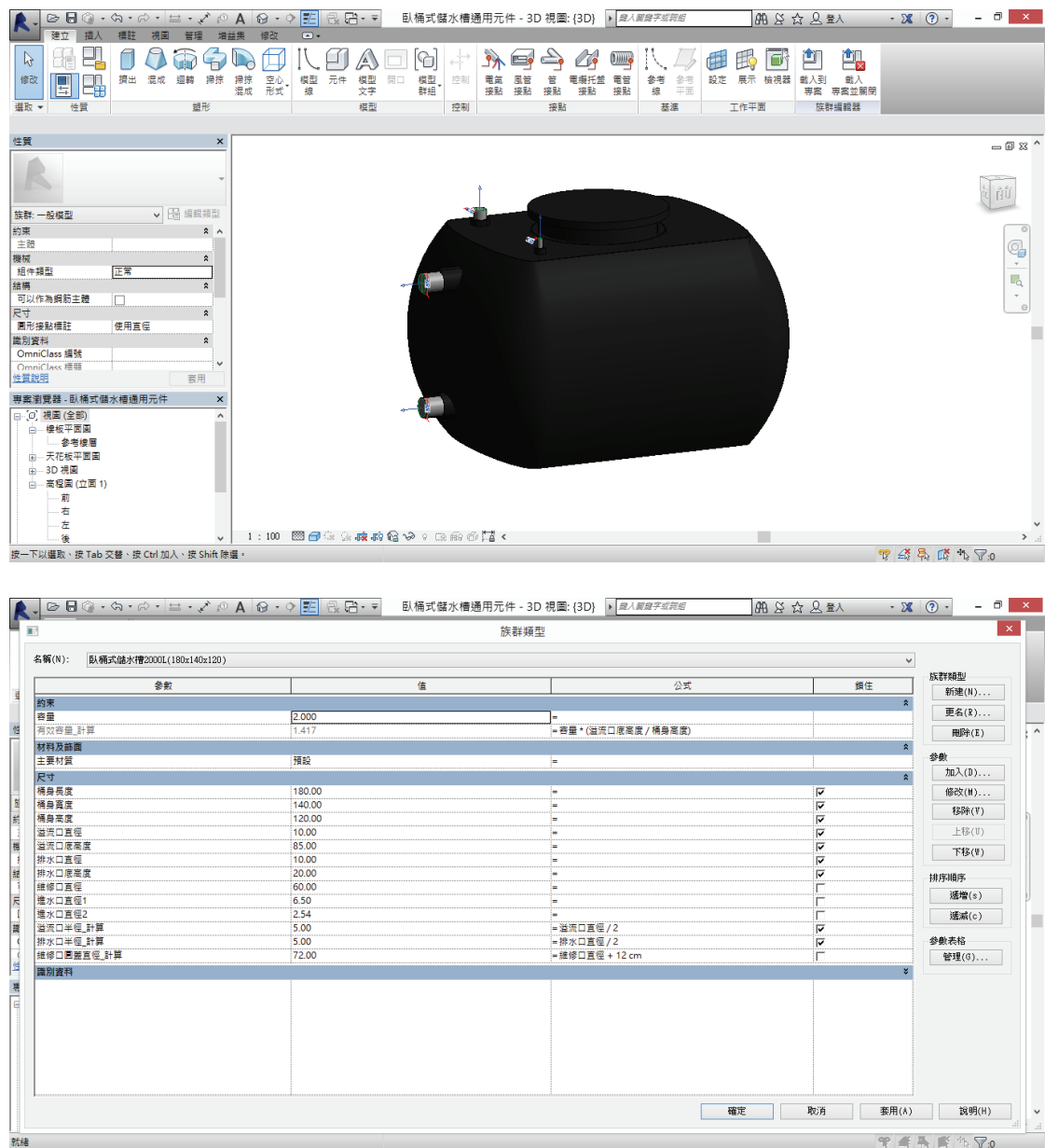


圖 4-42 地上臥桶式儲水槽圓形元件模型及參數介面範例
(資料來源：本研究結果)

第七節 LID 附件元件建築資訊模型建構

依據前一節本研究所建構之 LID 相關主體元件模型，進一步依其需搭配之附件建構相關參數資訊及其元件模型；並依其附件產品可供使用者依不同需求進一步建構完成通用模型提供變更設計，本研究初步完成可供配套應用之附件通用元件模型（Autodesk Revit Model）包括如下。

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
地下型滯蓄洪設施	組合型基磚設計	包覆 I 型通用元件.rfa
		檢視井(矩形)通用元件.rfa
		通用檢視井(圓形)通用元件.rfa
		檢視井蓋板(矩形)通用元件.rfa
		檢視井蓋板(圓形)通用元件.rfa
		爬梯 I 型通用元件.rfa

壹、組合型基磚設計包覆 I 型通用元件

主要為了搭配地下型滯蓄洪設施通用或制式基磚各型其組合後之外部包覆設施，進一步依主體元件組成方式進行建構之包覆元件模型；因受限其基磚個體尺寸與其相對應之組成基磚數量皆影響包覆元件之參數條件或限制，因此在本小節模型元件建構提供可供通用元件架構，使用者操作時可依現地需求調整各參數與欲搭配之基磚款項；本研究提供一範例模組，基磚之組合橫向數量 10 座、縱向數量 7 座、軸向數量 3 座，組成之基磚個體採用類型為長 75cm、寬 75cm、高 60cm（備註：以通用基磚 I 型(個體 75x75 x60)為例），如下圖所示。配合上述之專案組合形式，初步建構其元件模型如圖，及其相關介面與參數包括：

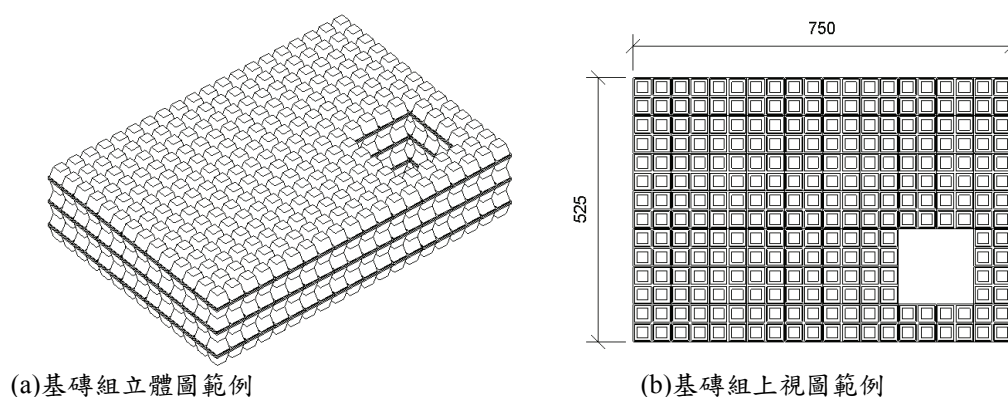


圖 4-43 基磚組合 (10x7x3) 專案範例
(資料來源：本研究成果)

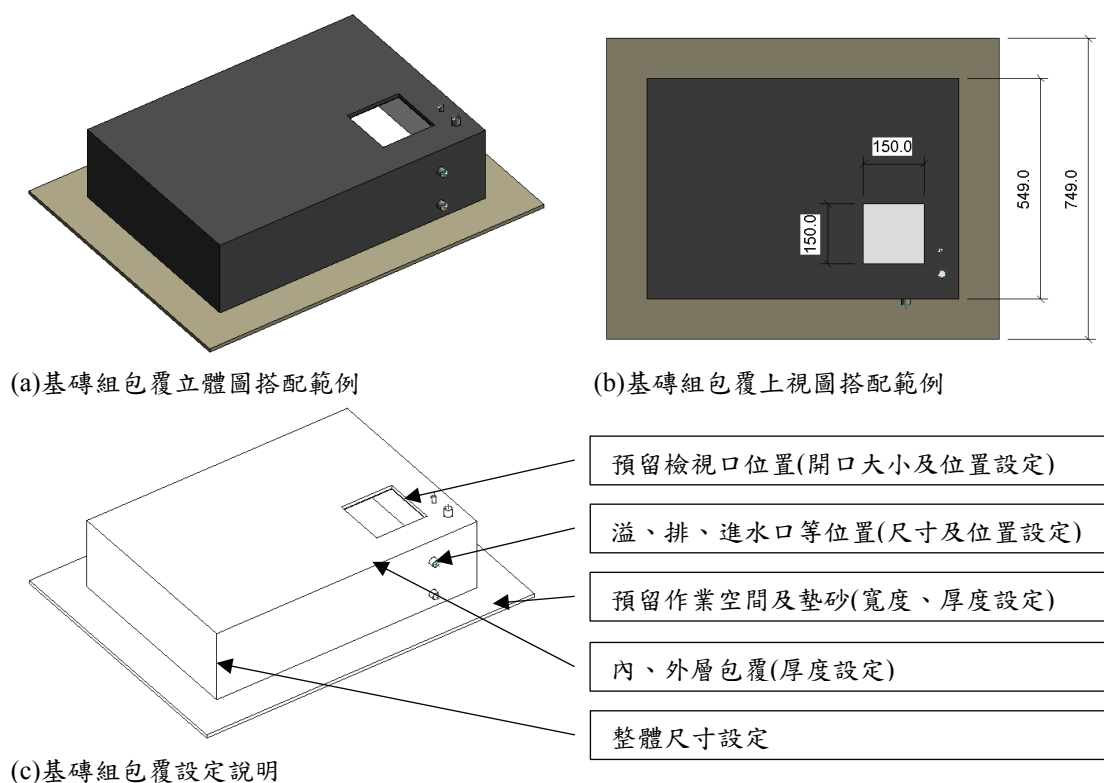


圖 4-44 包覆 (基礎組合 10x7x3) 通用元件模型範例
(資料來源：本研究成果)

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束(需拘限於基礎組成樣式)			
基礎個體長度	75	cm	
基礎個體寬度	75	cm	
基礎個體高度	60	cm	
基礎組橫向數量	10	座	x 軸方向基礎數量
基礎組縱向數量	7	座	y 軸方向基礎數量
基礎組軸向數量	3	座	z 軸方向基礎數量
檢視口橫向預扣除基礎數	2	座	檢視口長度設計
檢視口縱向預扣除基礎數	2	座	檢視口寬度設計
容積_計算	67.33	噸	體積*空隙比
有效容積_計算	44.87	噸	容積*(溢流口底高/基礎組高)
材料及飾面			
內包覆層材料	不織布		
外包覆層材料	不透水膠布		
墊砂層材料	粗砂或礫石		
尺寸			
內包覆層厚度	0.2	cm	
外包覆層厚度	0.8	cm	
作業空間寬度	100	cm	墊砂層基礎組外圍寬度
墊砂層厚度	10	cm	

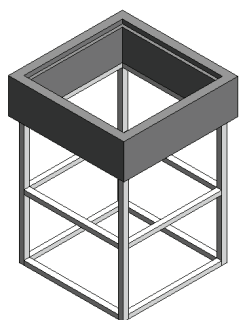
溢流口直徑	20	cm	
溢流口底部高度	120	cm	
排水口直徑	20	cm	
排水口底部高度	20	cm	
進水口直徑 1	10	cm	
進水口直徑 2	2.54	cm	可替代作為抽水泵浦出水口
一般			
空隙比	0.95	無	
備註： 參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

參數	值	公式
約束		
基磚個體長度	75.00	=
基磚個體寬度	75.00	=
基磚個體高度	60.00	=
基磚組縱向數量	10	=
基磚組縱向數量	7	=
基磚組軸向數量	3	=
檢視口縱向預扣除基磚數	2	=
檢視口縱向預扣除基磚數	2	=
檢視口縱向偏移基磚數	1	=
檢視口縱向偏移基磚數	1	=
空隙比	0.950000	=
體積_計算	70.875	= 基磚組長度_計算 * 基磚組寬度_計算 * 基磚組高度_計算
容積_計算	67.331	= 體積_計算 * 空隙比
有效容積_計算	44.888	= 容積_計算 * (溢流口底部高度 / 基磚組高度_計算)
檢視口長度_計算	150.00	= 基磚個體長度 * 檢視口縱向預扣除基磚數
檢視口寬度_計算	150.00	= 基磚個體寬度 * 檢視口縱向預扣除基磚數
材料及鋪面		
內包覆層材料	不織布	=
外包覆層材料	不透水膠布	=
墊砂層材料	粗砂或礫石	=
尺寸		
內包覆層厚度	0.20	=
外包覆層厚度	0.80	=
作業空間寬度	100.00	=
墊砂層厚度	10.00	=
溢流口直徑	20.00	=
溢流口底部高度	120.00	=
溢流口中心縱向偏移	120.00	=
排水口直徑	20.00	=
排水口底部高度	20.00	=
排水口中心縱向偏移	120.00	=
進水口直徑1	10.00	=
進水口直徑2	2.54	=
進水口中心縱向偏移	30.00	=
進水口中心縱向偏移	50.00	=
基磚組長度_計算	750.00	= 基磚個體長度 * 基磚組縱向數量
基磚組寬度_計算	525.00	= 基磚個體寬度 * 基磚組縱向數量
基磚組高度_計算	180.00	= 基磚個體高度 * 基磚組軸向數量
檢視口縱向偏移_計算	75.00	= 基磚個體寬度 * 檢視口縱向偏移基磚數
檢視口縱向偏移_計算	75.00	= 基磚個體長度 * 檢視口縱向偏移基磚數
溢流口半徑_計算	10.00	= 溢流口直徑 / 2
排水口半徑_計算	10.00	= 排水口直徑 / 2
溢流管長度_計算	16.00	= 內包覆層厚度 + 外包覆層厚度 + 15 cm
排水管長度_計算	16.00	= 內包覆層厚度 + 外包覆層厚度 + 15 cm
進水管長度_計算	181.00	= 內包覆層厚度 + 外包覆層厚度 + (基磚個體高度 * 基磚組縱向
溢流管外直徑_計算	20.80	= 溢流口直徑 + 0.8 cm
排水管外直徑_計算	20.80	= 排水口直徑 + 0.8 cm
進水管1外直徑_計算	10.80	= 進水口直徑1 + 0.8 cm
進水管2外直徑_計算	3.34	= 進水口直徑2 + 0.8 cm
其他		
基磚底層偏移量參考(計算)	11.00	= 墊砂層厚度 + 外包覆層厚度 + 內包覆層厚度
識別資料		

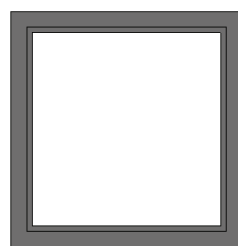
圖 4-45 包覆 (基磚組合 10x7x3)通用元件參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

貳、檢視井通用元件-矩形/圓形開口

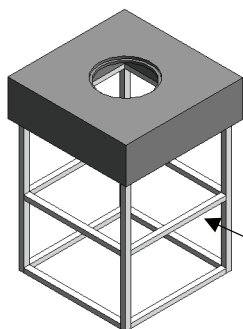
主要為了搭配地下型滯蓄洪設施通用或制式基磚各型其組合後之檢視井或維修口設施，以國內相關檢視井型式及構造，進一步依主體元件組成方式進行建構之檢視井元件模型；同前述因受限其基磚組成之個體尺寸與預計組成開口大小皆影響檢視井之參數條件或限制，本節模型元件建構提供可供通用元件架構，使用者操作時可依現地需求調整各參數與欲搭配之寬度與高度等選項；本研究延續前述專案亦提供其案例模組，依前例其基磚之組合橫向開口數量 2 座、縱向數量 2 座、軸向數量 3 座，組成之基磚個體同採用類型為長 75cm、寬 75cm、高 60cm（備註：以通用基磚 I 型(個體 75x75 x60)為例）；配合上述之專案組合形式，初步建構其元件模型如圖，及其相關介面與參數包括：



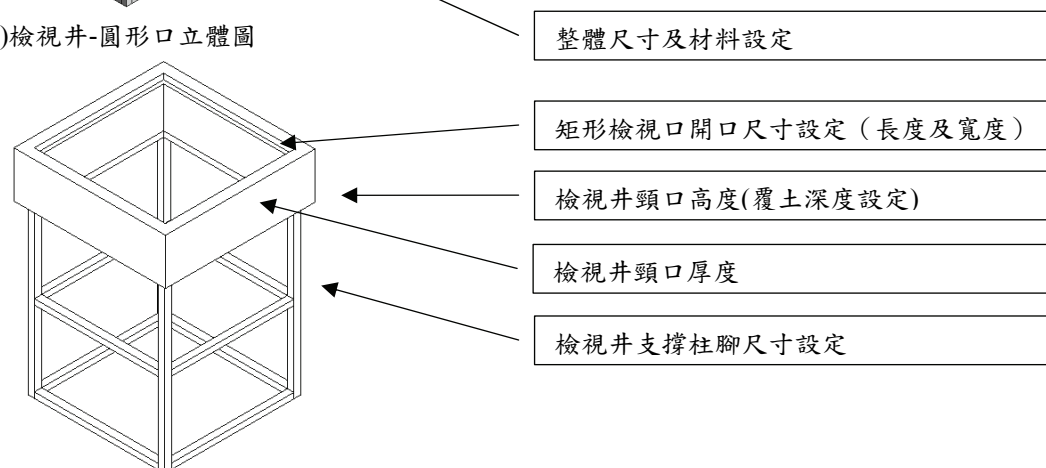
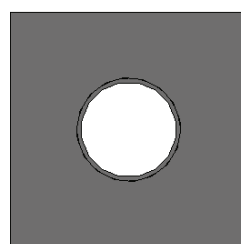
(a) 檢視井-矩形口立體圖



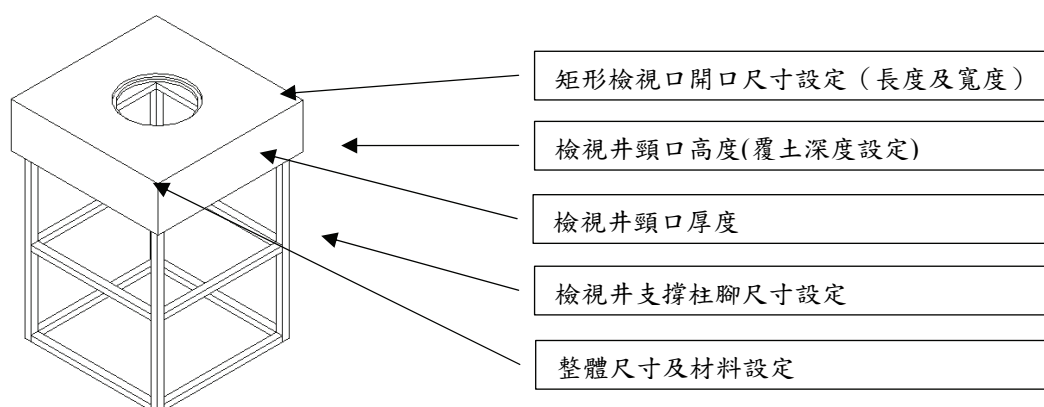
(b) 檢視井-矩形口上視圖



(c) 檢視井-圓形口立體圖



(e) 檢視井-矩形口參數設定說明



(f) 檢視井-圓形口參數設定說明

圖 4-46 檢視井(基磚組合 2x2x3) 通用元件模型範例
(資料來源：本研究成果)

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束(需拘限於基磚組成樣式)			
基磚個體長度	75	cm	
基磚個體寬度	75	cm	
基磚個體高度	60	cm	
檢視口預扣除基磚數橫向	2	座	x 軸方向基磚數量(檢視口長度設計)
檢視口預扣除基磚數縱向	2	座	y 軸方向基磚數量(檢視口寬度設計)
檢視口預扣除基磚數軸向	3	座	z 軸方向基磚數量(檢視井高度設計)
基磚覆土深度	50	cm	檢視井頸部高度
柱腳內縮扣除	2	cm	預留置入時桁架彈性空間
材料及飾面			
桁架材料	不鏽鋼		
檢視口頸部材料	混凝土		
尺寸			
檢視口頸部厚度	15	cm	
柱腳長邊	7	cm	
柱腳短邊	8	cm	墊砂層基磚組外圍寬度
桁架深度	6	cm	
檢視口長度_計算	148	cm	
檢視口寬度_計算	148	cm	
檢視口高度_計算	231	cm	
備註:			
參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

參數	值	公式
約束		
基礎個體長度	75.00	=
基礎個體寬度	75.00	=
基礎個體高度	60.00	=
檢視口預扣除基礎數縱向	2	=
檢視口預扣除基礎數縱向	2	=
檢視口預扣除基礎數軸向	3	=
基礎覆土深度	50.00	=
柱腳內縮扣除	2.00	=
檢視口頂蓋厚度扣除	0.00	=
包圍層厚度扣除	1.00	=
材料及飾面		
桁架材料	不鏽鋼	=
檢視口頭部材料	混凝土	=
尺寸		
檢視口頭部厚度	15.00	=
柱腳長度	7.00	=
柱腳短邊	8.00	=
桁架深度	6.00	=
檢視口長度_計算	148.00	= 基礎個體長度 * 檢視口預扣除基礎數縱向 - 柱腳內縮扣除
檢視口寬度_計算	148.00	= 基礎個體寬度 * 檢視口預扣除基礎數縱向 - 柱腳內縮扣除
檢視口高度_計算	231.00	= 基礎個體高度 * 檢視口預扣除基礎數軸向 + 基礎覆土深度 - 檢視
檢視口頭部高度_計算	50.00	= 基礎覆土深度 - 檢視口頂蓋厚度扣除
識別資料		
(a) 檢視井-矩形口參數設定介面		
參數	值	公式
約束		
基礎個體長度	75.00	=
基礎個體寬度	75.00	=
基礎個體高度	60.00	=
檢視口預扣除基礎數縱向	2	=
檢視口預扣除基礎數縱向	2	=
檢視口預扣除基礎數軸向	3	=
基礎覆土深度	50.00	=
柱腳內縮扣除	2.00	=
檢視口頂蓋厚度扣除	0.00	=
包圍層厚度扣除	1.00	=
材料及飾面		
桁架材料	不鏽鋼	=
檢視口頭部材料	混凝土	=
尺寸		
檢視口人孔直徑	66.00	=
檢視口頭部厚度	15.00	=
柱腳長度	7.00	=
柱腳短邊	8.00	=
桁架深度	6.00	=
檢視口人孔蓋直徑_計算	72.00	= 檢視口人孔直徑 + 6 cm
檢視口長度_計算	148.00	= 基礎個體長度 * 檢視口預扣除基礎數縱向 - 柱腳內縮扣除
檢視口寬度_計算	148.00	= 基礎個體寬度 * 檢視口預扣除基礎數縱向 - 柱腳內縮扣除
檢視口高度_計算	231.00	= 基礎個體高度 * 檢視口預扣除基礎數軸向 + 基礎覆土深度 - 檢視
檢視口頭部高度_計算	50.00	= 基礎覆土深度 - 檢視口頂蓋厚度扣除
識別資料		
(b) 檢視井-圓形口參數設定介面		

圖 4-47 檢視井(基礎組合 2x2x3) 通用元件參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

參、檢視井蓋板通用元件-矩形/圓形開口

主要提供搭配地下型滯蓄洪設施通用或制式基礎各型其組合後之檢視井或維修口開口蓋板設施，進一步可依主體元件組成方式進行建構之蓋板元件模型；設計時如以受限其基礎組成之個體尺寸與預計組成開口大小，故影響蓋板之參數條件或限制；本節模型元件建構提供可供通用元件架構，使用者操作時可依現地需求調整各參數與欲搭配之長度與寬度等選項；本節延續前述專案亦提供其案例模組，依前例其基礎之組合橫向開口數量 2 座及縱向數量 2 座，組成之基礎個體同採用類型為長 75cm、寬 75cm、高 60cm(備註：以通用基礎 I 型(個體 75x75 x60))

為例)；配合上述之專案組合形式，初步建構其元件模型如圖，及其相關介面與參數包括：

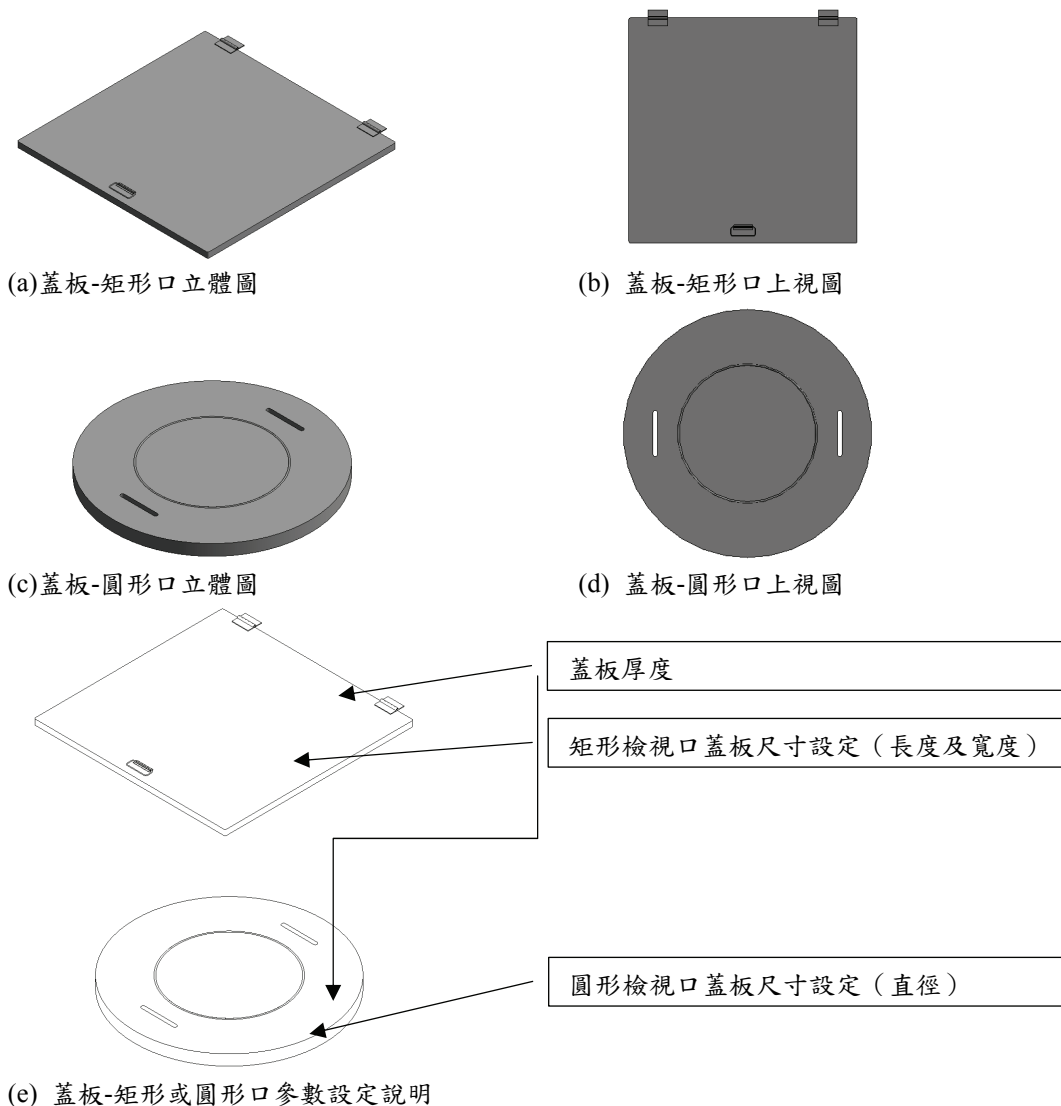


圖 4-48 檢視井蓋板通用元件模型範例

(資料來源：本研究成果)

內建主要參數		單位	備註或套用之公式
約束(矩形蓋板；需拘限於基磚組成樣式)			
基磚個體長度	75	cm	
基磚個體寬度	75	cm	
基磚個體高度	60	cm	
檢視口預扣除基磚數橫向	2	座	x 軸方向基磚數量(檢視口長度設計)
檢視口預扣除基磚數縱向	2	座	y 軸方向基磚數量(檢視口寬度設計)
檢視口預扣除基磚數軸向	3	座	z 軸方向基磚數量(檢視井高度設計)
橫向柱腳內縮扣除	14	cm	柱腳長邊*2

縱向柱腳內縮扣除	16	cm	柱腳短邊*2
尺寸（矩形）			
蓋板厚度	4	cm	
檢視井蓋板長度_計算	142	cm	(基磚個體長度 * 檢視口預扣除基磚數橫向) - 橫向柱腳內縮扣除 + 6 cm
檢視井蓋板寬度_計算	140	cm	(基磚個體寬度 * 檢視口預扣除基磚數縱向) - 縱向柱腳內縮扣除 + 6 cm
尺寸（圓形）			
檢視口人孔蓋直徑	72	cm	
檢視口人孔蓋厚度	6	cm	
檢視口人孔直徑	66	cm	
備註： 參數尾部有標註「_計算」功能為程式自行依公式計算，使用者不需操作。			

參數	值	公式
約束		
基磚個體長度	75.00	=
基磚個體寬度	75.00	=
基磚個體高度	60.00	=
檢視口預扣除基磚數橫向	2	=
檢視口預扣除基磚數縱向	2	=
檢視口預扣除基磚數軸向	3	=
橫向柱腳內縮扣除	14.00	=
縱向柱腳內縮扣除	16.00	=
蓋板厚度	4.00	=
預設高程	0.00	=
尺寸		
檢視井蓋板長度_計算	142.00	= 基磚個體長度 * 檢視口預扣除基磚數橫向 - 橫向柱腳內縮扣除 + 6
檢視井蓋板寬度_計算	140.00	= 基磚個體寬度 * 檢視口預扣除基磚數縱向 - 縱向柱腳內縮扣除 + 6
識別資料		
(a) 檢視井蓋板-矩形口參數設定介面		
參數	值	公式
約束		
預設高程	0.00	=
尺寸		
檢視口人孔蓋直徑	72.00	=
檢視口人孔蓋厚度	6.00	=
檢視口人孔直徑	66.00	=
識別資料		

(b) 檢視井蓋板-矩形口參數設定介面

圖 4-49 檢視井蓋板通用元件參數介面範例
(資料來源：本研究成果)

第五章 結論與建議

本年度（106 年）「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」結論與建議說明如后。

第一節 結論

壹、低衝擊開發逕流管理概念及本計畫發展工具之定位

低衝擊開發（Low Impact Development, LID）之逕流管理為「利用土地規劃和工程設計的方法來管理雨水逕流」，是以分散、小型的滯蓄設施於逕流發生地現地消減逕流（Source Control），是一種有別於集中於下游集水區出口（End-of-pipe）設置大型設施消減逕流之概念與方式。LID 之逕流削減機制包含：設施本身之滯洪（Detention）、滯留（Retention）調節；排放、溢流控制；貯留；入滲等，有別於基地保水設計僅考慮貯留與入滲量體。

本計畫之源起乃是因應建築技術規則建築設計施工篇第四條之三、以及相關政府規定設置雨水貯集滯洪設施消減逕流之規定，提供建築師一簡易操作之容量計算及細部設計工具為目的。是故，本計畫所研提之複合型滯蓄洪系統容量設計工具是以逕流抑制為主要目標，針對四種常用LID設施（地上型滯蓄洪設施、地下型滯蓄洪設施、透水鋪面、及屋頂綠化設施）以水文模擬方式，計算單一設計暴雨下之逕流削減量（包含：經設施調節後之逕流量、儲留量、入滲量，以及法定允許雨水貯集量、放流量及系統溢淹檢核），非如目前基地保水設計僅考慮24小時之設施儲留與入滲量；再者，本計算工具水文演算之計算時間與降雨延時等參數可使用內定預設值，也可由使用者異動調整。

而本年度計畫則是延用、精進此計算工具，建構並鍵結廠商資料庫、元件資料庫、建築資訊模型（BIM）軟體，進一步發展為「低衝擊開發建築資訊設計工具」，以貫徹從設施之規劃、容量設計、乃至各規範或工法所需搭配之細項元件選擇等一系列規劃至細部設計流程，使研究成果迎合國內建築政策發展趨勢並落實於實務設計應用層面。

貳、LID 設施之族群元件建構遴選

LID設施種類多樣，各設施所涉及之元件數量繁多且各不相同，若所有設施皆考慮建置所需工作量極大。因此，本計畫首先探討並比較各設施，作為本年度計畫BIM建置對象之遴選。設施之選擇主要是延續「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究」一案成果，以四種減洪效益較大且應用較廣之設施，分別為：地上型滯蓄洪設施、地下型滯蓄洪設施、透水鋪面、以及屋頂綠化設施，作為本年度計畫BIM建置對象之遴選。遴選原則如下：1. 產品型式應用可行性。2. 產品型式遴選建議，包含：(1)單位貯蓄量：單位貯蓄量為單位設置面積或長度的逕流貯集量，其涉及設施之設置效益，單位貯蓄量高則設施設置之減洪效益大。(2)市場普遍性：涉及產品資料的取得、成品價格的民眾接受程度；應遴選以不具獨佔市場之相關產品為主。遴選結果本年度BIM元件模型建置將先以「地上型滯（蓄）洪設施」與「地下型滯（蓄）洪設施」為主要研究對象。

參、建築資訊模型建構應用工具之採用

在建築資訊模型建構應用工具遴選方面，本計畫初步收集目前在BIM元件建構上常用之應用軟體，包含：Autodesk Revit，3ds Max、Fusion 360及Sketch Up進行特性比較。Autodesk Revit軟體是專門為建築資訊模型（BIM）建立的軟體，具有「參數設變引擎」（Parametric Change Engine)的技術，使空間相關元件資訊能智慧式互動調整，幾何元件所繫結的屬性資料，背後也都有獨立的資料庫處理引擎，管理龐雜的模型資訊。因此，可協助使用者與工程師、承包商以及業主協同合作。過程中的任何設計變更都會隨設計與文件變化自動更新，讓程序更協調一致，文件內容更可靠。是目前最常用之建築資訊模型建構應用工具，且目前台灣建築中心元件資料庫也多以此軟體構建。因此，考量上述工具之特性及未來易於推廣應用，本計畫在LID族群元件建構上，將以Autodesk Revit為建構工具進行LID通用模型元件建構。

肆、LID 設施構造及設計彙整

本計畫針對五種設施型式，依其各項設計其雨水儲存相關設備構造、設計流程、結構特性，以及進水、溢流、排放等方式資訊進行分類與探討。雖然各設施

所包含之構造不盡相同，但針對各主要設計項目大致可歸納為：主體部分，如：滯蓄儲存空間、透水性面層等；配件部分，如輸水設施、沉砂或淨水設施、動力設備；以及其它等各細項設計，包括：連接之管材等。

一、滯蓄儲存空間：即是 LID 儲存雨水量體之主要暫存位置，此為建築資訊建構時主要規劃與設計之重點。本年度主要針對地上型滯蓄洪設施目前常用之產品型式如儲水塔或雨水貯集利用桶/槽等；以及地下型滯蓄洪設施項目則如雨水貯集框架（或稱雨水基磚）等為其主要蓄水主體產品資訊之設置。。

二、透水性面層及其蓄存空間：即是透水性設施滲透之表面產品及其儲存雨水量體之暫存位置設計，此為透水性設施建築資訊建構時主要規劃與設計之重點。初擬主要資料可分類包括。主體部分：即為鋪面層滲透設計產品部分，目前常用之型式如高壓製混凝土磚、高壓製混凝土透水磚、高壓製透水孔式混凝土磚、剛性透水防沉陷基礎、透水混凝土、透水性瀝青，以及 JW 工法等。儲存雨水量體部分：即為保水層設計，通常為利用礫石或其它框架產品設計等，提供作為儲水或保水功能。

三、屋頂綠化蓄水層及其它：即是指保水部分，目前常用之產品型式如蓄排水板或植栽箱等。

伍、LID 設施建築資料彙整及建築資訊介面之建立

本計畫資料蒐集之對象將以「主體部分」為主，亦即LID設施雨水蓄存空間關聯之設施產品為主要建築資料；其次將斟酌主體需求須增設之附件部分亦進行相關產品蒐集彙整，此外，蒐集之產品主要以國內現有廠商為主，如為國外產品但國內已有代理商亦併包含在蒐集對象。相關建築資訊彙整如下：

- 產品分類：主要為本產品適用之範圍，如地上型/地下型滯蓄洪設施、透水鋪面設施、屋頂綠化或雨水花園設施設備等。
- 產品選擇：主要提供給使用者與後續系統容量計算工具鍵結時使用之預備表格（含選擇按鈕可執行計算功能）。
- 廠商基本資料：主要為公司名稱、廠商地址、電話、主要聯絡人以及網

址或 E-mail 等資訊。

- 產品內容：包括產品型式、代號或型號等。
- 主要參數：包括產品的尺寸，如長、寬、高，或是直徑/半徑等；以及蓄容體積、主要材質等（備註：可拋轉至建築模型應用之參數項目）。
- 其它參數：包括產品的重量、容許應力（以地下型產品為主）、滲透係數（以滲透性產品為主）等。
- 照片：提供產品照片對照。

利用上述彙整之資料，進一步建構Excel格式之「建築資訊庫」及「建築資訊介面」，以利「複合型LID滯蓄洪系統容量設計工具」軟體鍵結使用，亦可作為後續開發建築資訊LID元件設計通用模型之參數拋轉應用參考。

陸、建築資訊介面操作及參數拋轉流程之建立

本研究容量設計工具參數輸出主要可分為兩階段，第一階段參數輸出-各集水分區LID容量設計參數輸出：透過水文分析資料以及LID選擇等子介面之建構等，完成第一階段輸出後，直接可進入建築資訊操作介面進行相關產品設計。第二階段參數輸出-各集水分區LID建築資訊參數輸出：「LID建築設計彙整表」主要顯示各子集水分區LID設施經前階段建築資訊介面選擇需要之廠商及產品相關設計後，選擇之廠商名稱、基本資料及主要參數等彙整為輸出表單，可提供使用者存檔及參數轉出使用，包括：長度、寬度、高度、容量以及使用數量等。

整體過程中主要階段可包含由系統容量設計-建築資訊介面-參數拋轉-建築資訊模型。現階段程式計算成果已完成自動參數轉出過程，惟仍需由手動將參數轉入至BIM元件各項參數，而所遴選之各建築資訊介面可進一步對應至後續建築元件模型之應用。

柒、LID 主體元件建築資訊模型建置原則

本計畫之模型建構以通用模型之建置為主，建置原則及所包含參數擬定如下：

- 一、外觀型式：為必要之資訊，主要需包括整體外觀、溢流口、排水口、

檢視井/口，其它則視需要可加建如入流口之設計等。

- 二、 主要設計參數：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型外觀尺寸、各式孔口及相對應位置之設計參數值等。包含：元件模型外觀參數、設計之孔口位置參數、開口尺寸參數、容量、
- 三、 其它設計參數：檢視井/維修口位置、檢視井/維修口尺寸、空隙比、檢視井/維修口頸部尺寸、檢視井/維修口蓋板尺寸等。
- 四、 元件自動計算參數（非供設計之參數）：由內鍵之計算公式，使用者不必填寫僅由程式自動計算；為提供設計時需引用特殊參數參考或提供設計過程中程式需求之依循數值，包括：有效容量、相關尺寸參考值等
- 五、 其它供識別資料與設計參考參數（非必要之資訊）：廠商資訊、材料或材質等。

捌、LID 主體及附件元件建築資訊模型建構

本計畫進已完成可供配套應用之通用元件模型(Autodesk Revit Model)如下。

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
地上型滯蓄洪設施	雨水貯集槽設計	管列式儲水槽通用元件.rfa 圓桶型儲水槽通用元件.rfa 臥桶式儲水槽方形通用元件.rfa 臥桶式儲水槽圓形通用元件.rfa
地下型滯蓄洪設施	組合型基磚設計 雨水貯集槽設計	雨水貯集框架通用元件.rfa 管列式儲水槽通用元件.rfa 箱型儲水槽通用元件.rfa 臥桶式儲水槽通用元件.rfa 臥桶式管形儲水槽通用元件.rfa

而依據所建構之LID相關主體元件模型，進一步依其需搭配之附件建構相關參數資訊及其元件模型；並依其附件產品可供使用者依不同需求進一步建構完成通用模型提供變更設計，本研究初步完成可供配套應用之附件通用元件模型（Autodesk Revit Model）如下。

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
地下型滯蓄洪設施	組合型基磚設計	包覆 I 型通用元件.rfa 檢視井(矩形)通用元件.rfa

LID 設施型式	主體元件分類	套用之建築模型檔案名稱
		通用檢視井(圓形)通用元件.rfa
		檢視井蓋板(矩形)通用元件.rfa
		檢視井蓋板(圓形)通用元件.rfa
		爬梯 I 型通用元件.rfa

第二節 建議

建議一

低衝擊開發技術容量設計與建築資訊模型整合建置應用計畫：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

本計畫已初步透過蒐集國內外相關產業的資料後彙整、分類，初步建構「地上型滯蓄洪設施」及「地下型滯蓄洪設施」元件模型與其介面模組，並初步與本所完成之輔助計算工具銜接運用。為增進基地減洪系統容量設計與 BIM 的結合應用，後續建議以本年度之研究成果為基礎，精進已建構成果並增列「透水鋪面」、「屋頂綠化」等設施設計，完成其相關之廠商資訊介面模組的建構、相關參數的拋轉方式建構、建築元件模型與其建築產業資訊相結合，進以完成建立相關元件資料庫。透過此整合建構，將基地減洪設施系統容量設計與建築設計相關產業資訊相結合，以利未來發展應用於 BIM 設計，提昇減洪設施在建築設計之應用性。

建議二

複合型基地減洪系統最適化容量配置評估工具之研究：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

在基地中分散配置不同型式雨水貯留設施（如：滯洪、滯留、入滲設施等），可於逕流發生地削減「洪峰」與「逕流體積」（即Source Control），吸納區域排水

系統排放不及之多餘逕流減輕排水負荷。目前之規劃方式多為選定設施之設置容量，進而推估其減洪成效，若無法達到預期則需反覆重新設計（Trial and Error 方式），而在相關之衍生效益，如保水、入滲；以及成本估算等；此部分目前則尚無相關成本-效益評估方法可供依據。因此，如何以「最適化」之概念，「一次性」的設計方式，選擇適合之配置方案，實為重要之決策資訊。研究成果可對一系列可能的方案進行成本-效益分析，遴選出最符合實際需求的基地減洪方案，有助於規劃者在實現基地減洪/保水等目標的前提下節約整體費用投資，達到整體效益最大化。然目前並無相關之理論與方法可茲依循，建議未來可朝此方向進行研議。

附錄一

會議記錄

內政部建築研究所 106 年度「都市與建築減災與調適科技精
進及整合應用發展計畫協同研究計畫(二)」第 1 案
「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」

評選委員發言單及廠商回應一覽表

項次	評選意見	廠商回應
1	服務建議書第 25 頁，針對產品型式遴選原則建議如下： (1) 單位貯蓄量：此一部份是否涉及廠商之廣告成果，如何驗證比較、避免爭議，恐需注意。 (2) 市場普遍性方面：可能涉及市場獨占與專利問題，建議為了系統的完整性，可區分為兩部分，一為不具獨佔性的產品，另一部分則註明有專利等，提醒使用者注意。	感謝委員建議。 (1) 在產品遴選部分，本計畫將會針對收集之產品資訊，例如：產品貯蓄量、滲透量等，透過專家技術諮詢及專家座談方式，進行評估，以確認資訊是否正確，避免廠商廣告效果之影響，及盡量符合資料內容之公平、統一。 (2) 在市場普遍性方面，將遵照委員建議將有專利之產品予以註明，提醒使用者注意。
2	整個產品的設計，可否舉例說明詳細到何種程度？如雨花園。是否列表逐項說明？	LID 設施包含產品元件種類繁多，未來將會以列表方式將包含元件列出。產品設計過程與內容型式擬將參考綠建材產品設計、說明之資訊表項表示方式，再進以修正符合本研究內容之撰寫。
3	由於系統涉及廠商資料的鏈結，其格式及資料內容如何公平、統一，請補充說明。	廠商資料格式及鏈結，初步將先參考綠建材之呈現方式，進一步評估研擬。
4	服務建議書第 11 頁，下水道可能將保護標準提升至 25 年或 50 年，建議此一部份補充說明要如何處理？	該內容保護標準為文獻「林口台地排水檢討改善及滯蓄洪設置規劃報告書」一案成果之建議內容，如未來案例區域保護標準提高，則建議可將提高之保護標準納入 LID 設計之檢核選項，提供使用者設計參考。
5	本計畫的核心，應係於服務建議書第 10 頁所提對逕流抑制量，即對開發案件之「零增量」為準則，惟現行所引用之標準，均為目前中央與地方政府所頒行之規定，如套用到本系統，是	感謝委員意見。先期開發之低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具，主要是提供建築師在進行基地減洪設計時，可在法令規範下（如新北市都市計畫規定基地開發雨水貯集量 0.05

	否能達到前述「零增量」目標？請補充。另各縣市政府對建築基地的型態有何規定，如都會型、鄉村型，是否一併補充說明。	m^3/m^2 ；允許放流量為 0.000019 cms/m^2) 進行低衝擊開發滯蓄洪容量設計；而工具中針對不同降雨型態方面，本工具已建置台灣各地區之降雨資訊，可供使用者選擇設計使用。
6	服務建議書第 20 頁，有關透水性鋪面之產品，其孔隙率會影響滲透時間，是否納入本系統考量，請補充說明。	透水鋪面之滲透性、孔隙率等參數，會納入本工具參數建置相關選項。
7	組織成員皆為河海工程背景，是否具備 2D 或 3D 繪圖專業技能（手繪、電腦繪圖），建築設計專業能力須仰賴建築研究所。	感謝委員建議，在元件建模及材料評估方面，本計畫已編列專業服務費，可委請相關人員進行相關事項之執行。本團隊人員亦具備土木材料相關背景，故在計畫之執行上可完成規定之工作事項。
8	不均勻降雨與不均勻排放的條件，請說明計算原理（水體積量計算）。	使用者針對案例區域降雨、排放設計以及相關排放限制條件、檢核等，在前期計畫工具成果中已具備相關之設計（含規範建議）、計算模擬（含水文、水理模式）、檢核等功能，進以完成 LID 容量設計過程。
9	面對都市洪災威脅，除個別基地設置雨水貯集滯洪設施外，另有透過都市計畫手段取得滯洪池用地，及公設多目標使用等，然而基地內雨水貯集滯洪設施多屬獨立運作，若能建立統一管理機制，可於大雨時調派運作，發揮協同合作之加乘貢獻，亦符合智慧城市管理的趨勢。然而，此機制先期階段可能須建立資料庫及資料格式標準。本計畫的執行，除有助於 BIM、大數據等新興科技導入防災領域，對政府防災工作智慧化也極具貢獻。建議團隊得標後，評估納入討論前開議題的可行性。	感謝委員指導，在本案後續的執行過程中如有可提供相關之整合型式可供參詢，應可配合建構符合之格式或方式進行本案後續之工作。
10	考量產品日新月異，LID 產品資料庫未來規劃由誰管理、維護及更新？	在工具軟體後續之維護及產品之更新方面，本研究團隊將會持續維護管理。

11	使用對象與需求性，及其與設計流程關係的整合為何？建議說明。	本工具之使用對象及設計流程，將會在後續計畫執行及手冊中釐清說明。
12	承上，本系統之推廣應用途徑為何？建議說明。	本計畫除了執行計畫需求所規定之工作項目外，於系統完成後，將撰寫系統操作手冊，並對系統後續之使用提供 Q&A，以提升研究成果之應用性。而本案執行過程中將會與台灣建築中心協調合作與技術諮詢，以利後續 BIM 系統之開發與推廣。最後俟系統完成後，將會舉辦測試座談會，並將嘗試將研究成果投稿於相關研討會，以進行推廣應用。
13	產品的開發與時俱進，本系統如何因應？	在工具軟體後續之維護及產品之更新方面，本研究團隊將會持續維護管理。
14	本案成果實用與否，與廠商、業界關係密切，建議於研究過程多與上述單位協調溝通。	遵照辦理。本計畫之執行與廠商、業界關係密切，後續執行將遵照委員建議與之溝通協調。

內政部建築研究所 106 年度「都市與建築減災與調適科技精
進及整合應用發展計畫協同研究計畫(二)」第 1 案
「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」

期中報告審查意見回應一覽表

項次	委員意見	廠商回應
1	王建築師世昌： (1) 低衝擊開發技術(LID)、綠建築、基地保水等相關工法或技術之設計或審核，是否能整合便於採用。如綠建築標章加分部分，能否進行審核？ (2) 本案工具計算成果是否能直接由建築師應用於相關基地開發時之各項排水計算，以加速取得建照執照。 (3) 各項產品或產業可能有其使用時限或者更新替代，或因建築施工因素進行變更設計，而未採用原設計產品施做，建議可與廠商協調更新機制，如使用年限、產品型式更新、綠建材標章有效期限等，並依工程實際施做情況更新資料等。	(1) 感謝委員建議。相關之技術整合與審核方式等後續建議應再與所屬設計審核單位協商討論。 (2) 本案工具現階段建議可提供給使用者小型基地開發時雨水滯蓄洪容量設計、排放水等過程中細部設計時參考使用，建議以 1ha 為範圍。如遇大型基地開發等排水計算仍建議需交付如 SWMM 模式等需由水文、水力等模擬，以協助取得建照執照。 (3) 感謝委員建議，相關之產品設計、更新、參數建議、標章有效期等資訊內容或模型，本團隊將協助與廠商溝通，進行更新替代；現階段模型之完成主要以通用模型建構(參數簡化)，如使用者需求或廠商需求，仍可對模型內建參數進行異動更新。
2	陳技正冠華 (1) 建築資訊元件建構已頗有成果，但是否其模型太過精緻，宜再考量模型簡化。	(1) 遵照辦理，在產品設計資訊內容之詳細程度，以及廠商資訊內容之明確程度方面；相關內容初步已進一步與所方及台灣建築中心等商討，以避免違反公共工程招標等相關法規之要求，並簡化參數且可在應用端提供設計者參考依據。
3	李經理明浩： (1) 建議可考量如何將 3D 圖與 2D 圖之相關 LID 元件同時建構或拋轉，以利建築設計時之出圖或送審便利性。 (2) 元件資訊參數眾多且重要，目前	(1) 感謝委員建議，後續將納入專案設計時元件設計之參考。 (2) 感謝委員提供資訊，遵照辦理。 (3) 感謝委員建議，已進一步與貴中心聯絡，並初步商討合作方式。

	所方及台灣建築中心(以下簡稱本中心)已有初步之成果,後續可供研究團隊參考。 (3) LID 元件的資料庫未來建議可與本中心資料庫結合,建議後續可與研究團隊合作協商。 (4) 目前團隊所建置元件模型太過精緻,宜再考量模型簡化,並建議以通用模型即可。 (5) 產品及其元件資料庫更新建置等,本中心已建立平台與機制,未來可供研究團隊參考。 (6) 廠商資料建議謹慎處理,避免發生爭議。	(4) 遵照辦理,已改成通用元件模型為主要架構,並已外觀簡化。(另請參考陳技正冠華委員回覆) (5) 感謝委員提供資訊,遵照辦理。 (6) 遵照辦理。
4	張副總工程司國強 (1) 部分儲水設施有涉及機械設備部分,如抽水機,相關之資料及計算、設計方式是否納入。 (2) 若部分儲水設施需用較大之設備時,或以 2 個以上桶狀物去串聯時,程序上如何處理? (3) 報告書中提及要結合 BIM 部分,唯如何與 Excel 的輸出合併是否能再補充說明(第二年預計工作)。 (4) 第三章內各式設施的廠商資料,建議期末報告時改列為附件,同時再做細部盤點,避免缺漏引起不必要的紛爭。 (5) 所選用產品之經濟性、耐久性或價格等,是否也考慮加入系統中。 (6) 依主席說明,未來元件將由廠商建立,其如何納入本系統?若未來有新增廠商,如何自動納入系統中?	(1) 感謝委員建議,本工具抽水機等機械設備設計與簡易計算初步已納入程式,提供給使用者應用。 (2) 元件模型如需應用到較大型串併聯設計,僅需由工具計算所需量體、數量計算值,直接應用在模型專案設計時,將元件依現地條件排列即可,惟需進一步自行以內建管件元件連結串併聯。 (3) 已進一步完成初步整併及參數拋轉方式說明,如期末報告第四章所述。 (4) 感謝委員建議,為便於說明工具執行與建築資訊之接軌方式,廠商資料暫建議以範例方式(僅顯示首頁)置入報告成果。 (5) 系統中(包含容量設計工具以及建築資訊工具、模型系統等)已暫先保留相關位置,或可依需求再行增加經濟性或耐久性等參數,目前暫以簡化參數進行設計。 (6) 初步建議廠商之新建資訊或新增廠商資料等,仍須由單一窗口進行資料蒐集、填寫說明、整合、審查至最後納入系統...等步驟,減少資訊誤植等情況產生。
5	陳建築師清楠: (1) LID 設施與基地保水設施相近似,本研究計算方式是否與基地	(1) 本容量計算工具計算方式主要是以逕流抑制為目標,進行各種

	保水設施計算相同，請再說明。 (2) 本研究已建立 BIM 元件，建議可增加案例說明、設計流程等供建築師參考。 (3) BIM 元件與計算程式是否有連結，請再補充說明。 (4) 建議建構之 BIM 元件可以不用參考過於複雜之廠商資訊，建議可用通用元件供使用者在設計階段使用即可，重點是尺寸參數等，可以反映在 LID 之功用。	LID 設施從貯留至排放過程等逕流歷線之演算，以計算單一暴雨逕流削減量（包含經設施調節後之逕流量、儲留量、入滲量，以及法定允許貯留量、放流量及系統溢淹檢核），非如基地保水設施僅考慮 24 小時之儲留與入滲量；再者水文歷程亦不相同（本工具水文演算可由使用者異動相關之計算時間與降雨延時等參數）。 (2) 感謝委員建議，以增列說明容量設計工具至參數拋轉至建築模型等設計過程說明。 (3) 現階段程式計算成果已完成自動參數轉出過程，惟仍需由手動將參數轉入至 BIM 元件各項參數。 (4) 遵照辦理，並已在期末報告新增建構準則，提供給未來廠商自行建構時需注意流程與模型要項。
6	黃股長毓舜： <u>系統面：</u> (1) Excel+Vba 與 Revit 元件資料的串接操作應清楚告訴使用者匯入與匯出的步驟，以及如何從 Excel 資料精確與元件對應。 (2) 元件目前考量的是設計，是否因應使用需求，則對資料表、Excel 表單的架構功用不同？ (3) 是否可延伸設備元件，加入定期維護、保養紀錄，增加系統應用層面？ <u>操作面：</u> (4) 目前是針對雨水貯留或基地保水操作，宜明確界定。 (5) 未來建築師要操作使用兩個系統，或兩個系統會有所整合？若兩個系統之計算結果不同，應採用何者？應予釐清說明。 (6) 綠建築與基地排水之審查單位不同，補充說明如下： ➤ 基地保水-綠建築-台灣建築	(1) 遵照辦理，已進一步完成初步整併及參數輸出方式說明；此外，現階段程式計算成果可自動參數輸出至 Excel 表格，惟仍需由手動將參數輸入至 BIM 元件各項參數。（備註：參數已簡化，僅保留主要設計要項，另請參考陳技正冠華委員意見回覆） (2) 感謝委員建議，本工具 Excel 表輸出項等仍保有其它必要參數（依使用者需求可再增列）空間，以因應不同 LID 設計時之設計需求。（另請參閱張副總工程司國強委員意見 6 之回覆） (3) 元件延伸應用功能部分，建議暫可保留在模型參數，伺在進一步專案設計時再補充填寫。 (4) 感謝委員指正，本研究計算工具之建立主要是針對「雨水貯留（或稱雨水流出抑制、LID 減洪設施

	中心。 ➤ 雨水貯留-基地排水計畫-地方政府水利單位。	設計」層面下建立，然相關設計亦具有保水功能，故本工具也可計算保水量，惟在水文、逕流歷程計算上，是採用流出抑制計算與水文模擬方式進行工具設計。相關設計方式已在期末報告中第二章、附錄二進一步增列說明(另請參閱陳建築師清楠意見 1 之回覆)。 (5) 建議應視規劃與設計需求不同，進可選擇適用之系統工具。(本系統主要建議使用範圍在小型基地，可進一步設計五種 LID 技術設施包括尺寸、厚度、保排水量、溢流量等，及其管件尺寸要項等參數，進以提供細設輸出參考) (6) 感謝委員提供資訊。
7	楊正工程司松岳： (1) 本所同樣以 Excel 軟體發展排水計畫計算程式，降雨逕流模式採用 Horner 雨型、SCS CN 法及 SCS 無因次單位歷線等，若後續能與所方合作，將本案 LID 計算一併納入考量，將有助於國內 LID 推動。 (2) 本案元件模型建置相當細緻，元件模型的參數與模型細緻度建議可再斟酌。	(1) 感謝委員提供資訊。 (2) 遵照辦理，已將模型簡化並已在期末報告新增建構準則。(另請參考陳技正冠華委員回覆)
8	李工程司晏如 (1) 目前本組正持續進行 LID 相關示範工程及監測分析研討，建議團隊完成模型參數建置後，可與本署所進行之案例進行比對分析，進一步獲得更多成果。	(1) 感謝委員提供資訊。
9	余常務理事濬 (1) 報告書第 37 頁，第一節有五種設施，但將地上型/地下型滯蓄洪設施合為一型，因此只剩四型，建議參照貳、設施雨水儲存與溢排水設計說明小節，分成五種設施說明。	(1) 感謝委員指正。已進一步分開說明。 (2) 感謝委員指正。已進一步修訂說明。 (3) 感謝委員指正。已進一步修訂說明。

	(2) 報告書第 37 頁，第一節有關地上型/地下型滯蓄洪設施，其中「...在暴雨時累積雨水與逕流，雨停後再慢慢排去...」敘述有誤，通常是暴雨期間排出允許之排放量。 (3) 報告書第 40 頁，最末一行，抽水機以 2 部抽水機同時運轉進行放流，如此抽水方式即為交互並列，沒有備用抽水機，建議改為交替運轉，如此就有備用抽水機，較為安全。 (4) 報告書第 43 頁，地上型滯蓄洪設施深度建議校園不超過 0.2m，社區與公園不超過 0.3m，停車場不超過 0.1m，請補充說明其他狀況之深度建議。	(4) 已進一步補充說明。
10	許主任委員勝凱 (1) LID 設計工具與 BIM 元件是否具備資訊拋轉機制，未來是否考量將 LID 設計工具發展為 BIM 外掛程式 (Add in)，以利設計整合為一套工具 (設計反饋)。 (2) 應考量軟體格式交互性、相容性，IFC 格式是否列入考慮？避免只綁定 Autodesk 產品，建議未來將 IFC 格式納入考量。 (3) 本案成果與所方及台灣建築中心 BIM 元件庫展示平台連接時，其元件參數是否能拋轉？元件細緻度及建構方法宜再釐清，如模型原點、單位等，應參考所方與建築中心所定義的格式。 (4) 未來廠商型錄更新、BIM 元件更新、維護等機制，應釐清由誰來維護。 (5) 元件分類與編碼考慮，可參酌內政部建築研究所總分類編碼架構 Omni Class。	(1) 感謝委員建議。已進一步完成參數輸出方式說明；此外，現階段程式計算成果可自動參數輸出至 Excel 表格，惟仍需由手動將參數輸入至 BIM 元件各項參數。(備註：參數已簡化，僅保留主要設計要項，另請參考陳技正冠華委員意見回覆) (2) 目前計畫建議配合財團法人台灣建築中心 BIM 通用元件建構基礎，暫以 Revit 建構為主。 (3) 感謝委員建議。已進一步與台灣建築中心商談合作事宜。 (4) 遵照辦理。另請參考張副總工程司國強委員意見 6 之回覆。 (5) 遵照辦理。將近一步與台灣建築中心討論分類與編碼事宜。
11	臺北市政府工務局水利工程處 (1) 本案 LID 之 BIM 探討內容與「	(1) 感謝委員建議。本研究計算工具

	建築基地保水設計技術規範重複，但是計畫中完全沒有相關討論。且建築基地保水設計技術規範衍生頗多 Excel 試算表，建議本案小組蒐集參考。(PS：臺北市基地保水 EXCEL 與建築技術公式不同)。 (2) 本案沿襲 103~105 年 LID 計畫，故後續 2 年期程為 106~107 年，報告諸多內文及圖表只提及第 1 年、第 2 年，執行期程模糊不清；建議內文及圖表增加 106、107 年標示。Ex：P.14 圖 1-3 就僅表示 2~12 月，執行年分模糊。 (3) P26.國內應用現況中，桃園及臺南水資源回收中心均有水資源 BIM 案例，報告後續是否能請前述公共工程業主提供更進一步資訊參考？ (4) p.41,3.透水鋪面(1)集水設計：...屋頂集水...屋頂收集...。屋頂集水設計一般導入水撲滿類滯蓄洪設施，透水鋪面應該不牽涉到屋頂集水部分。 (5) p.106，後續建議 BIM 均於 Google Earth(或類似地理資訊)3D 建模，以供業主由地理資訊研判 BIM 與案址契合度。 (6) 本年度 BIM 以「地上型滯(蓄)洪設施」與「地下型滯(蓄)洪設施」為主要研究對象，而地下型滯蓄洪設施，於中央、臺北、新北.....等均有雨水滯(蓄)留或排出規範標準，本報告書均未提及，建議研究小組注意。 (7) LID 廣義可分流出抑制設施、雨水回收再利用及基地保水 3 大項，本案 BIM 請注意。 (8) 水利署刻正推出逕流分擔與出流管制，藉由逕流分擔與出流管制設置保水設施、中小型滯洪池、雨水流出抑制設施等，提升重要地區的防洪保護基準。建議本案邀請水利署提供相關意見，以免後續另需再進行協調。	之建立主要是針對雨水貯留，以流出抑制為目標進行容量計算與設計（請參閱黃股長毓舜意見 4 之回覆）。本工具相關之 LID 設施型式挑選、試算表計算理論...等，主要參考本所 103~104 年「低衝擊開發技術容量設計電腦輔助工具」，以及沿用本所 105 年「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具」計算成果進行本年度之建築資訊介面與模型開發研究。已在期末報告第二章、附錄二中補充說明相關之理論與說明。 (2) 感謝委員建議，遵照辦理。 (3) 將再進一步與相關單位或業主聯繫是否可提供進一步資訊。 (4) 本計畫彙整國外案例，因有將屋頂收集之雨水再導入透水鋪面之方式，故於報告中列入。為免誤導，已將「屋頂集水」改為「收集非透水區域（如屋頂、其它道路區域等）」，請委員參閱。 (5) 感謝委員建議，請參考許主任委員勝凱委員意見 2 之回覆。 (6) 感謝委員建議，國內相關滯蓄洪最小貯留量及允許排放量等規範標準已進一步說明並已建構在本研究容量系統工具內定建議值。 (7) 請參考黃股長毓舜委員意見 4 回覆。 (8) 感謝委員建議，遵照辦理。
12	陳所長瑞鈴	陳所長瑞鈴

	(1) 元件資料庫已請台灣建築中心完成架構與統一格式，相關產品樣式及參數應請廠商建立更新。 (2) 研究題目建議再商討，基地保水主要針對建築基地，低衝擊開發多用於較大的區域，對於低衝擊開發與基地保水的定義與適用對象，宜加以釐清。 (3) 元件格式是建築資訊最重要的部分，包含格式、分類等，此外建築中心在 BIM 發展已頗有成果，建議研究團隊可與建築中心協商元件參數建立、格式架構等，以利元件資料庫建立之工作遂行。	(1) 遵照辦理。本團隊已與所方及台灣建築中心等商討，以求建立一致之資料庫架構、元件與參數格式，將有利於未來元件資料與產品資訊之維護、更新，以及資訊交換共享。 (2) 遵照辦理。已進一步與貴所商討更新。 (3) 遵照辦理。
13	蔡組長綽芳 (1) 元件更新與維護機制建議可由廠商等進行，但建議研究團隊應有明確之指引，協助廠商進行更替調整。 (2) 後續之本案成果之推動，建議研究團隊可與台灣建築中心等進行協商合作，以增廣本研究案成果之實用層面。 (3) 建議研究團隊釐清元件建構是以通用元件為主，主要供設計階段使用或施工階段使用，建議予以釐清，若涵蓋兩種功能建請說明其間的關係。	(1) 遵照辦理。已初步擬定元件建構原則與要項，後續將持續協助廠商進行資料異動與更新。 (2) 遵照辦理。本團隊已與台灣建築中心商討後續合作事宜。 (3) 遵照辦理，已擬定主要以通用元件為主，應用在設計階段使用。

內政部建築研究所 106 年度「都市與建築減災與調適科技精
進及整合應用發展計畫協同研究計畫(二)」第 1 案
「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」

期末報告審查意見回應一覽表

項次	委員意見	廠商回應
1	王科長鵬智： (1) 本案研究成果符合委託單位之需求。 (2) 元件資料庫應與建研所建置的公版整合。 (3) 建議針對設計階段及施工階段分別建置，以利應用。 (4) 設計階段主要能達到法規要求的設計值即可，能否輸出檢核表，以利申請建築執照。	(1) 感謝委員肯定。 (2) 遵照辦理，計畫將配合財團法人台灣建築中心 BIM 通用元件建構為基礎。 (3) 遵照辦理，將來會以提供設計階段使用為主，廠商基本資料將不提供。 (4) 感謝委員建議，目前工具檢核表已建置具備「允許放流量」及「最小貯留量」之法規規定檢核功能，另在設計過程中亦可檢核相關設施設計是否失效等溢淹檢核。
2	侯副理雅壹： (代理李經理明浩出席) (1) 建築中心所採用元件模型以設計階段為主，但不包含廠商資訊。 (2) 報告中有關 BIM 軟體說明，係屬元件模型部分或資訊部分，建議釐清。亦可增加其它模型建構之軟體說明，例如：ARCHICAD。 (3) 報告中同一軟體的用語不一致，請予統一。 (4) 元件展示部分，後續可與建築中心系統接合。 (5) 元件項目與分類編碼，建議與建研所總分類編碼整合。	(1) 感謝委員建議，遵照辦理。 (2) 遵照辦理。 (3) 遵照辦理。 (4) 感謝委員建議，計畫後續將配合財團法人台灣建築中心 BIM 通用元件展示平台系統接合。 (5) 後續將參考所方元件項目與分類編碼進行修訂。
3	阮簡任工程司香蘭： (代理張副總工程司國強出席) (1) 基地經劃分子集水區，並給定不同土地使用型態，系統能否自動建議不同土地上之 LID 工法？	(1) 感謝委員建議，鑑於對不同土地利用型態之適合 LID 工法複雜性，本研究仍建議 LID 需依設計

	若是，則本計畫之助益將甚大；若否，則建議從基地基本資料（面積、樓層、土地型態），再從出流管制量，從各層面 LID 可達貢獻分量來確定各分量的設計需求，進而帶出各分項工程的設施構造及設計說明。 (2) LID 設計工具除了工程構造、產業產品外，其設置場域條件、成本、維管可持續性等，亦可提供輔助參考。	者以基地限制條件（地質型態、面積...）、限制條件（出流管制量）及適用設施等自行擇選。 (2) 感謝委員建議，關於產品之使用限制、相關限制參數等，本計畫目前在產品資料庫已有相關欄位，例如：孔隙率、容許可承受應力等；後續將視產品特性予以增加。
4	陳技正冠華： (1) LID 技術相當多元，未來建議開放設施元件建置。 (2) 本研究軟體試算與元件模型建議可試用在新北市建案申請試算，使用意見可回饋研究團隊改善參考。	(1) 感謝委員建議，遵照辦理。 (2) 感謝委員提供試用平台。
5	王總經理順加： （代理陳執行長葦庭出席） (1) 為避免使用者自訂相關參數後 LID 原始模型資料檔被覆蓋，建議可將原始檔預設為唯讀屬性，避免檔案覆蓋。 (2) 建議可增加維護管理、使用限制等欄位。 (3) 建議未來能持續辦理本研究計畫，對國內雨水滯蓄低衝擊開發非常有幫助。	(1) 感謝委員建議，遵照辦理。 (2) 感謝委員建議，後續將參酌增加相關欄位。 (3) 感謝委員肯定。
6	黃股長毓舜： (1) 本案在 LID 的滯蓄洪設施的容量設計評估，考量項目是完善可行的。 (2) 報告書第 132 頁有關參數拋轉流程部分，是否要人工輸入 BIM 元件參數？未來能否思考自動化拋轉？ (3) 建築廠商的資訊介面與容量設計的評估系統，在 Excel 環境的整合設計是可行的。 (4) 有關建築資訊模型元件之資訊	(1) 感謝委員肯定。 (2) 目前本研究參數拋轉暫以人工輸入元件參數進行修訂，未來應可考量以參數匯入或程式拋轉方式進行 BIM 元件參數修訂。 (3) 感謝委員肯定。 (4) 感謝委員建議，後續研究計畫應可進一步研擬驗證方式。 (5) 感謝委員建議。

	與參數，如何交互驗證與容量設計評估的計算結果相符很重要。 (5) 本案與「雨水滯蓄設施雲端系統」的整合機會，建議在第二階段納入參考。	
7	李工程司晏如： (1) 建議設施設置高度超過 1 公尺時，顯示警語。 (2) LID 設施類型眾多，各項材料限制、材料強度或容許承载力等基本條件，建議於後續研究補充說明，俾利設計。 (3) 建議後續選擇實際示範案例，仿照前案製作教學影片，進行操作說明與案例驗證，以利推廣應用。	(1) 感謝委員建議，本研究設施設計相關限制與設計規範等暫以操作手冊方式提供設計者諮詢。 (2) 感謝委員建議。 (3) 感謝委員建議。本計畫本年度主要以建立現有減洪系統容量設計工具、產品資料庫及 BIM 之整合方式及操作流程，以及建立產品資料庫及元件模型為主；對於案例模擬部分，將待系統整合完成後，研編操作手冊示範說明。
8	余常務理事濬： (1) 報告書第 23 頁，倒數第 7 行專有名詞「透水鋪面『以』」，請刪除以字。 (2) 報告書第 50 頁第 8 行，上方「負」土，「負」改為「覆」。 (3) 報告書第 77 頁，降雨強度公式並非只有 Horner 型式，建議第 1 行改為降雨強度公式參數輸入。 (4) 報告書第 160 頁附圖 1，開發中歷線有誤，開發中歷線應較開發後歷線要大。 (5) 報告書第 162 頁公式 (6)，定義 H 為滯蓄水深有誤，應為水頭高，亦即孔口中心到水面之高度，報告書第 163 頁公式 (7) 亦需修正。 (6) 報告書第 164 頁公式 (12)，係抽水機出水管 V 為 1.6 m/s 的特定公式，但內政部民國 98 年「下水道工程設施標準」第 20 條規定 V 介於 2 m/s 至 3 m/s 之間。	(1) 感謝委員指正，已進一步修訂。 (2) 感謝委員指正，已進一步修訂。 (3) 感謝委員建議，已進一步修訂。 (4) 感謝委員建議，為免誤導已將該圖刪除。 (5) 感謝委員建議，已進一步修訂。 (6) 感謝委員建議，文中公式係引用「新北市都市計畫規定設置雨水貯留及涵養水分再利用相關設施申請作業規範」，故為求一致暫沿用此公式進行計算。
9	陳所長瑞鈴： (1) 目前元件建置主要針對貯留設施，完整的雨水貯留利用系統尚包括初期控制系統、管路、出	(1) 感謝委員建議，目前計畫內容暫以 LID 設施設備之主體元件為主要設計，亦即為配合工具軟體容

	流、沉澱過濾設施等細部元件，應一併考量。 (2) 研究題目建議再商討，基地保水主要針對建築基地，低衝擊開發多用於較大的區域，對於低衝擊開發與基地保水的定義與適用對象，宜加以釐清。 (3) 元件格式是建築資訊最重要的部分，包含格式、分類等，此外建築中心在 BIM 發展已頗有成果，建議研究團隊可與建築中心協商元件參數建立、格式架構等，以利元件資料庫建立之工作遂行。	量設計部份所設定；關於管件配管等元件，Revit 軟體已有內建，設計時可直接使用；而在前處理設施元件部分，後續將搭配滲透型滯蓄設施，如透水鋪面等，以附件元件方式建構。 (2) 遵照辦理。後續將與貴所討論釐清方式及兩者相異處進以補充說明。 (3) 遵照辦理，並請參考侯副理雅壹委員意見 2 及 4 之回覆。
10	蔡組長綽芳： (1) 產業界正積極開發 LID 相關產品，未來各項 BIM 元件如何認證？如何上架管制？使用期限、限制或使用條件？建議納入後續研究考量。 (2) 各位委員所提相關意見，請納入研究計畫參考。	(1) 遵照辦理，另擬後續研究合作之方式請參考侯副理雅壹委員之意見及回覆。 (2) 遵照辦理。

內政部建築研究所 106 年度「都市與建築減災與調適科技精
進及整合應用發展計畫協同研究計畫(二)」第 1 案
「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」

工作會議紀錄

一、時間：106年6月27日(星期二)下午3時整

二、地點：內政部建築研究所13樓-討論室（一）

三、主席：蔡召集人綽芳

記錄：黃偉民

四、出席人員：蔡綽芳、蔡耀隆、黃偉民、白櫻芳、劉青峰

五、召開說明：

近年產品設計隨著電腦資訊發展開發過程漸漸自動化，透過簡單電腦繪圖與程式作業，即可獲得外型、結構等基本資訊。隨著電腦軟硬體之成熟結果呈現也從傳統 2D 的平面圖層進階到 3D 的立體資訊，建築資訊模型（BIM）在輔助規劃者設計與工程施作的優勢也已驗證能提高實際工程的效率，也證明能應用於建築物生命週期裡工程進行可能遇到的衝突預先防範。

本計畫研究主題為「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」，主旨在建築基地開發與複合型 LID 相互搭配設計過程中，其規劃、容量設計、細部設施設計等層面應提供一套簡易操作與運算之計算介面工作流程中，進以透過本計畫建構完成其搭配之 LID 相關產品元件建模與系統參數資訊介面，初步提供銜接建築資訊模型應用之資料，應對未來落實 LID 工程技術併整至 BIM 系統架構提供助益，進一步提升本研究成果之應用深度與廣度。

本次工作會議召開議題如下：

1. 本年度「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」執行期中成果概要說明。
2. LID 建築資訊相關產業或產品類型說明。
3. LID 建築資訊模型建構及初步操作成果說明。
4. 與前期成果「複合型 LID 容量設計電腦輔助系統」銜接方式構想說明

建議。

六、執行工作簡報：略。

七、會議討論（綜合）：

1. 建議本計畫「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫」與前期工具成果在整合完成後接下應考量如何推廣應用，讓成果能讓建築師或其它使用者容易接觸並操作。
2. 本計畫完成後相關之 BIM 資訊等或元件模型建議可再分為設計階段及施工階段等模型，且元件模型完成後。則不再受限使用者為建築師等設計者需求而已，土木工程、環境…等，皆可應用本計畫相關成果，增加本成果之助益。
3. LID 元件的開發完成建議未來可討論與「財團法人台灣建築中心」相關資料庫結合，或其它鏈結方式，讓本研究成果推廣更容易。
4. 模型製作如前述可分簡易或複雜（施工階段），建議目前可先朝簡易或計畫中稱通用型模型建構方式構建。
5. 參數樣式、格式、排列方式如後續與中心等結合，可再考慮統一格式方式進行，但如因特殊需求，如本案是提供滯蓄洪功效等內容建構，則可再視情況變更參數型式。

八、散會：下午4時40分。

內政部建築研究所 106 年度「都市與建築減災與調適科技精
進及整合應用發展計畫協同研究計畫(二)」第 1 案
「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」

第一次座談會 會議紀錄

一、時間：106年9月21日(星期四)下午3時整

二、地點：內政部建築研究所13樓-討論室（一）

三、主席：蔡召集人綽芳

記錄：黃偉民

四、出席者：經濟部水利署張國強副總工程司、內政部營建署新市鎮建設組李晏如工程
司、財團法人台灣建築中心侯雅壹副理、張矩墉建築師事務所張矩墉建
築師、陳清楠建築師事務所陳清楠建築師

五、列席者：內政部建築研究所安全防災組白櫻芳研究員、內政部建築研究所工程技術
組

六、研究團隊：黃偉民 研究員、陳昱傑 研究助理

七、召開說明：

近年產品設計隨著電腦資訊發展開發過程漸漸自動化，透過簡單電腦繪圖與程式作業，即可獲得外型、結構等基本資訊。隨著電腦軟硬體之成熟結果呈現也從傳統 2D 的平面圖層進階到 3D 的立體資訊，建築資訊模型（BIM）在輔助規劃者設計與工程施作的優勢也已驗證能提高實際工程的效率，也證明能應用於建築物生命週期裡工程進行可能遇到的衝突預先防範。

本計畫研究主題為「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」，主旨在建築基地開發與複合型 LID 相互搭配設計過程中，其規劃、容量設計、細部設施設計等層面應提供一套簡易操作與運算之計算介面工作流程中，進而透過本計畫建構完成其搭配之 LID 相關產品元件建模與系統參數資訊介面，初步提供銜接建築資訊模型應用之資料，應對未來落實 LID 工程技術併整至 BIM 系統架構提供助益，進一步提升本研究成果之應用深度與廣度。

本次座談會召開議題擬訂如下：

1. 本年度先期完成之「LID 建築資訊模型」架構方向、內容等成果說明及

後續修訂之建議。

2. 本案建構之「LID 建築資訊模型」結合前期「複合型低衝擊開發技術容量設計電腦輔助系統工具」先期整併成效說明及後續修訂之建議。

八、座談會簡報：略。

九、會議討論（綜合）：

李晏如 委員

1. 當設施設置高度超過 1 公尺時，是否會顯示警語，這涉及土壤乘載力問題。
2. LID 設施之產品繁多，未來廠商資料之管理審核機制需進一步思考未來之管理模式。
3. 側溝及陰井方面建議可加入，雖期單位保水量低，但可使用範圍廣，整體效益高。

陳清楠 委員

1. 建議把本期研究 BIM 文件建置成果轉化為建模準則，未來可以配合建築中心的文件庫平台，納為元件驗收標準。
2. 建議下年度計畫可以建立 BIM 作業流程，應用 BIM 來輔助 LID 設計。

侯雅壹 委員

1. 以 VBA+EXCEL 方式的程序設計已相當完整，未來可以考量透過 API 或樣板方式，直接於 BIM 軟體內操作。
2. 設計以通用元件為主，初期廠商資料庫，建議有無 BIM 元件都納入，後續朝向元件認證。
3. 元件可與建築中心營運維護支元件庫結合。可先歸類於「景觀/公共設施」下，再新增水資源設施。

張矩墉 委員

1. 目前採用合理化公式，但水利署若確定以 SCS 法，有無影響。是否日後內定值改為 SCS 法？
2. 第一階段算出的量，如何在後續選擇產品中決定？例如：採用積磚，是否會自

動計算數量及組合方式?但組合的高度會產生實際上可用深度會因組合方式改變，是如何因應？

3. 相關廠商如何認證、上架，日後將如何因應後續進入市場的處理機制，要有一個較公開公正的作法，以免日後產生歧義。

張國強 委員

1. 會不會直接加入抽水機，依排水量及高程，建議 Hp+揚程。
2. 若只用簡單之構造，BIM 可否展示？
3. 廠商資訊如何自動更新---如何確定真有如此功能？

十、散會：下午5時10分。

內政部建築研究所 106 年度「都市與建築減災與調適科技精
進及整合應用發展計畫協同研究計畫(二)」第 1 案
「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」

第二次座談會 會議紀錄

- 一、時間：106年11月17日(星期五)下午2時整
- 二、地點：內政部建築研究所15樓-第一會議室
- 三、主席：蔡召集人綽芳 記錄：黃偉民
- 四、出席者（專家學者）：新北市政府工務局黃毓舜股長、國立台灣海洋大學河海工程
系廖朝軒教授、財團法人台灣建築中心林杰宏副執行長、張矩墉建築師事
務所張矩墉建築師
- 出席者（廠商）：大鋒塑膠股份有限公司、良澤塑膠有限公司、活水泉源國際股份
有限公司、連積企業有限公司、壹際實業有限公司（依筆畫順序排列）
- 五、列席者：內政部建築研究所安全防災組白櫻芳研究員
- 六、研究團隊：蔡耀隆 副教授、黃偉民 研究員、陳昱傑 研究助理
- 七、召開說明：

近年產品設計隨著電腦資訊發展開發過程漸漸自動化，透過簡單電腦繪圖與程式作業，即可獲得外型、結構等基本資訊。隨著電腦軟硬體之成熟結果呈現也從傳統 2D 的平面圖層進階到 3D 的立體資訊，建築資訊模型（BIM）在輔助規劃者設計與工程施作的優勢也已驗證能提高實際工程的效率，也證明能應用於建築物生命週期裡工程進行可能遇到的衝突預先防範。

本計畫研究主題為「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」，主旨在建築基地開發與複合型 LID 相互搭配設計過程中，其規劃、容量設計、細部設施設計等層面應提供一套簡易操作與運算之計算介面工作流程中，進而透過本計畫建構完成其搭配之 LID 相關產品元件建模與系統參數資訊介面，初步提供銜接建築資訊模型應用之資料，應對未來落實 LID 工程技術併整至 BIM 系統架構提供助益，進一步提升本研究成果之應用深度與廣度。

本次座談會召開議題擬訂如下：

1. 本案建構之「LID 建築資訊模型」結合前期「複合型低衝擊開發技術容量設計電腦輔助系統工具」先期整併成效說明及後續修訂之建議。
2. 本年度先期完成之「LID 建築資訊模型」廠商資料庫及其架構、內容等說明及廠商後續配合方式之建議。

八、座談會簡報：略。

九、會議討論（綜合）：

張矩墉建築師：

1. 容量設計參數彙整結果要連結到廠商資訊時，是否具有過濾功能，選出可用元件？或是仍需挑選後再行檢核是否符合？
2. 挑選產品可否以性能、功能方式做選擇，而不是以廠商的方式，以避免綁住廠商。建議先做出設計後，在呈現有幾家廠商可供選擇，可能較理想。
3. 有些設施是具有串並聯的功能，是否能操作？

林杰宏副執行長：

1. 本項工程大部分可能為公共基礎設施，對於設計人員而言，提供設計規範、施工規範及其他有助於採購發包的文件製作之文件資訊對於推動會有助益。
2. (1) 設備的面向→定細部設計參數
(2) 建築設計完成→細部參數→設備運用(容量、外觀參數)
3. BIM 的模型與建築中心的元件庫整合，另外也可將建築中心的綠建材元件納入，結合優良之工法合作
4. 輸出設計之包絡線及門檻值範圍以減少試誤的時間
5. 軟體切割(廠商資料部分可全交由建築中心提供)

黃毓舜股長：

1. 本案目前的設計評估，單就系統分析與廠商型錄選擇的工作流程是清楚的。純粹在 Excell 的環境下，確實比較方便推動，但操作過程與 BIM 的操作聯結是較薄弱。
2. 後續的重點是釐清 BIM 模型在此設計流程扮演的角色與切入的時間點。
3. 評估系統內的廠商型錄是否為直接真實案例，宜考量產品資料的更新頻率及公平性

4. 放在建築中心的元件可分為設計元件與施工交付元件(施工規範/使用維護)
5. 有關再 BIM 的模型元件的參數資料如何回饋到評估系統，以確保 BIM 元件與評估系統資料一致的運算。因此在後續的系統發展，有可能需要再開一個整合驗證系統。

廖朝軒教授：

1. 本研究計畫的結果極具實用性，建議能予持續加強其功能。
2. 對儲水槽方面建議能先予以分類，再比較各種儲水槽的優劣及列出其優劣處
3. 對 C 值 Cn 值之合理性，建議能予以檢討
4. 建議研究成果能公開發表，供更多人了解參與。

活水泉源國際股份有限公司：

1. 不建議讓業主自己選擇廠商
2. 是否有考量到地下水位
3. 廠商之設備無法如示範操作時靈活調整
4. 沉砂量比例是否會影響蓄水量？

良澤塑膠有限公司：

1. 設計初步水文參數設計後，可初步顯示符合之產品(不顯示廠商)
2. 設計操作時，可依不同設計提供參考值，以減少試誤時間

十、散會：下午4時30分。

附錄二

本研究容量計算理論說明

設施計算理論

水文分析主要目的除了提供低衝擊開發技術理論計算之基礎，亦為設施容量規劃及評估理論計算，進而用於確定評估低衝擊開發造成之水文條件差異，說明其設計所需的分析量化數據。其中常用的主要如降雨條件之率定、入滲損失計算以及地表逕流推估等三項，進而分析出最後的出流歷線。本研究計算基地開發後之逕流洪峰量、設施滯蓄洪容量估算流程主要可歸納下述四點：

1. 首先需蒐集建築基地開發區之基本資料，包括土地利用現況、地下水位、土壤特性及排水設施等資料。
2. 集水分區主要可依據土地利用現況及預搭配之 LID 設施型式，優先預擬基地開發後之分區型態，提供作為各項設施之集水區域劃分與面積計算依據。
3. 洪峰量、逕流體積等推估，簡易計算方式如合理化公式為例（如下式(1)），係為逕流係數、降雨強度及開發面積相乘之結果，其中逕流係數為依據建築基地新建或重（整）建開發區前後其土地利用型態所對應之逕流係數經加權計算而得。降雨強度則可依據建築基地開發區所在之區域，選取適用之 Horner 公式，再將前述之參數配合開發區面積代入合理化公式，即可獲得洪峰量、逕流體積。
4. 與貯留量（洪峰削減體積需求量）及排洪量綜合評估，再配合設計/修訂低衝擊開發技術設施所需空間、深度要求，即可得出設施需求面積。簡易之計算方式可依據水土保持技術規範第 96 條規定，其係利用開發前、中及後之洪峰流量繪製成三角形流量歷線圖，並以三角形同底不等高進行設施容量之估算。

壹、降雨逕流計算方式介紹

水文分析中水文計算常用的降雨-逕流計算方法主要包括採用有合理化法、合理化公式之三角形歷線、改良式合理法之逕流歷線，以及 SCS 逕流曲線法等，分別試算出對策量之（逕流體積、洪峰流量削減）成效。本研究以合理化法及 SCS 逕流曲線法進行計算，簡要說明如下：

1. 合理化法

合理化公式為 Kuichling(1889)所推演之經驗式，式中假設集水區內，當降雨延時（Td）大於集流時間（tc），相當於全集水區均對出口產生逕流，此時逕流量達到最大，即為尖峰流量；因為應用簡單，長久以來廣泛應用於小集水區設計洪峰流量之推估。應用合理化公式法於沒有實測資料地區時，需先求得集流時間，令集流時間等於設計暴雨延時再選定設計暴雨之重現期距，則由計畫地區之降雨強度—延時—頻率曲線，即可決定設計尖峰降雨強度。合理化公式可如下表示：

$$Q=0.278 C \times I \times A \dots\dots\dots(1)$$

式中：Q：逕流量(cms)；C：逕流係數；I：降雨強度(mm/hr)；A：集水面積(km²)。

逕流係數 C，會因集水區的土地利用、地被、地質、降雨強度、降雨持續時間等各種條件有關，亦可由地表之不透水表面率求得。地表不透水表面率與逕流係數之關係如下：

$$C= 0.41+0.44 \text{ Imp} \dots\dots\dots(2)$$

式中：C：逕流係數；Imp：不透水表面率（0~1）。

上式中不透水表面率係指建築物、水泥及柏油路面等，不透水表面所覆蓋之百分比，故若僅知區域之不透水表面率，即可由上式估算逕流係數。

2. SCS 逕流曲線法

SCS 逕流曲線法則是考慮地貌型態及土地使用方式改變對於地表逕流產生的影響，估算其所需滯蓄的逕流量，各參數關係可表示如下：

$$Q=(P - 0.2S)^2/(P + 0.8S) \quad P \geq 0.2S \dots\dots\dots(3)$$

式中：Q 為地表逕流累積量；P 為降雨量及 S 土壤水分最大儲存能力。土壤水分最大儲存能力則為逕流曲線值（Runoff Curve Number, CN）之函數，即：

$$S = [25.4(1000/CN - 10)] \dots\dots\dots(4)$$

逕流曲線值（CN）乃綜合土壤水文分類、土壤表面覆蓋與土地使用方式及

土壤臨前降雨條件 (Antecedent Moisture Conditions, AMC) 等因素所求出之常數值，若 CN 值愈大表示土壤儲水能力愈小，土壤水文特性越差，則所產生的地表逕流愈多。

貳、降雨強度公式

降雨條件為都市防洪重要之條件依據，在減洪防洪設施規劃上多以設計暴雨做為水文分析過程基本輸入條件。根據設施規劃目的，在不同重現期距 (頻率) 及降雨延時條件情形下，進而分析所得降雨強度-延時-頻率曲線 (Intensity-Duration- Frequency curve, IDF)，計算平均降雨強度 I (mm/hr)。IDF 公式如下(6)式所示。

$$I=a/(t+b)^c \dots\dots\dots (5)$$

式中： I ：降雨強度； t ：降雨延時； a 、 b 、 c 為參數。

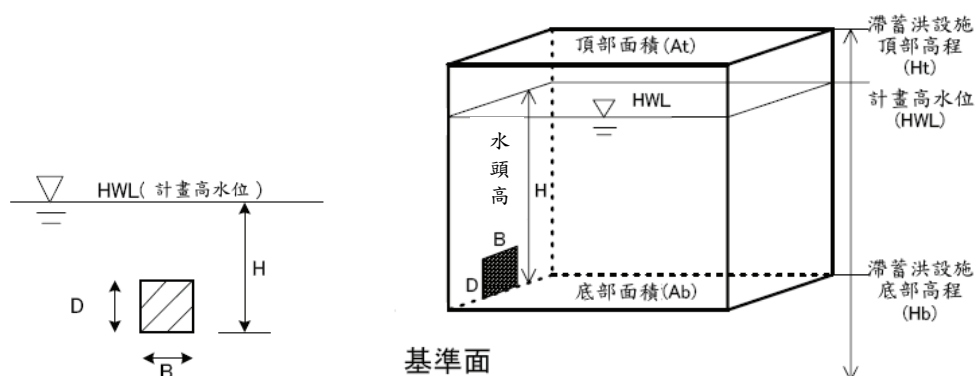
參、設施儲蓄及排洪量計算 (重力排放)

當逕流量大於 LID 設施之蓄容量時，水流首先會經由排放口或溢流口排出。LID 設施之排水口型式，可設計為矩型開口型式或圓形開口型式等；而溢洪口之形狀，一般採用底部水平之矩形或梯形斷面。一般可由設施蓄存或設計之水位及排放、溢流口之形狀尺寸因子換算而得設計排放量，其斷面之大小以能充分渲洩設計洪水量為準，所需尺寸可利用理論公式配合進流量等推算。

因此，排放口或溢流口之設計關係到設計排放量之大小，透過適當的設計可將排放量約束到允許排洪量下，故於設施規劃設置時排放及溢流口之設計甚為重要。排放及溢流口流量計算因不同形狀之設計而有所差異，以下介紹本研究應用之排放量計算公式。

1. 底層排放口放流量計算

排放口 (或稱放流口) 的孔徑大小，應當由下面的公式進行設計滯蓄水深 H 和放流量 Q 計算獲得 (備註：放流量 Q 應滿足允許放流量之設計)；排放口形狀之設計常見的一般為矩形或圓形，其水流為壓力流，國內外排放量常用計算公式表示如下。



附圖 1 滯蓄洪設施排放口示意圖
(資料來源：本研究成果)

(1) 矩形排放口

$$Q = C \times B \times D \times \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

Q：放流量、排洪量(cms)

C：流量係數，0.6~0.8（新北市建議值是以 0.6 計）

B：排放口底寬(m)

D：排放口高(m)

H：水頭高(m)

g：重力加速度，9.81 (m/sec²)

(2) 圓形排放口

$$Q = 0.25C \times \pi \times D^2 \times \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

D：排放口直徑(m)

2. 溢流口溢流量計算

溢流口一般設計在 LID 設施之蓄水層（或植栽層），其形狀之設計常用為矩形斷面或梯形斷面，其放流方式通常以自由液面方式溢流，國內溢流量常用計算公式表示如下：

(1) 矩形斷面

$$Q = 1.767 \times B \times h^{3/2} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

Q：溢流量(cms)

B：溢洪口底寬(m)

h：溢流水深(m)

(2) 梯形斷面

$$Q = \frac{2}{15} (2B_u + 3B_o) \times C \times h \times \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

B_u：梯形頂寬(m)

B_o：梯形底寬(m)

若梯形兩邊斜率為 1：1，則排放量為：

$$Q = (1.77B_o + 1.42h) \times h^{3/2} \dots\dots\dots (10)$$

若梯形兩邊斜率為 1：0.5，則排放量為：

$$Q = (1.77B_o + 0.71h) \times h^{3/2} \dots\dots\dots (11)$$

肆、動力排放排洪量計算（或稱機械排放）

若設施底部高程許可，可設置放流口以重力方式自然排放雨水，然而重力排放情況不允許時（尤其是地下型滯蓄洪設施），需設置抽水機浦以機械抽排方式排放。抽排量與抽水機之管徑可採用以下簡易方式計算：

$$D_p = 892 \sqrt{Q} \dots\dots\dots (12)$$

$$H_p = 17.52 \times Q \times H_a \dots\dots\dots (13)$$

此外，如需進一步考慮效率（ η ）與水體比重（ γ ），則進一步可利用下列泵浦馬力計算式進行估算：

$$HHP = \frac{Q \times H_a \times \gamma \times 60}{4.562 \times 1.341} \dots\dots\dots (14)$$

$$BHP = \frac{HHP}{\eta} \dots\dots\dots (15)$$

上述(13)～(16)式中：

Q：抽排量(cms)

H_p ：使用抽水機馬力(hp)

D_p ：出水管徑(mm)

H_a ：抽水機總揚程(m)

HHP：水馬力(kw)

BHP：軸馬力(kw)

η ：幫浦效率

γ ：水體比重

上式中，泵浦吸入水面至輸出水面高度差為實際揚程 h_a ，其中自吸入水面至泵浦中心之高度差為吸入實際揚程 h_s ，又自泵浦中心至輸出水面之高度差為輸出實際揚程 h_d ，故：

$$h_a = h_s + h_d \dots\dots\dots (16)$$

若泵浦之位置較吸入水面為低時，則其實際揚程為：

$$h_a = h_d - h_s \dots\dots\dots (17)$$

然而泵浦之能力除了實際揚程外尚須克服能量損失（一般稱損失揚程 h_f ），故泵浦必要之揚程為實際揚程 h_a 與損失揚程 h_f 之和，稱為總揚程 H_a ，則為是我們設計或採購 H_a 時所需的揚程高度。

$$H_a = h_a + h_f \dots\dots\dots (18)$$

式中， H_a =抽水機總揚程； h_a =實際揚程； h_f =損失揚程。式中損失揚程會隨流體速度及管路配置而求得，為便於計算，總揚程與實際揚程有一比值，一般情況下建議比值為：

$$H_a/h_a = 1.2 \sim 1.5 \dots\dots\dots (19)$$

若管路配置並不複雜時，可取比值 1.25 計算之。

伍、可滲透型設施排洪量計算式

可滲透型設施設計（如透水鋪面、雨水花園或屋頂綠化等）其溢流、排放過程類似前述之計算原理，而其中從降雨到儲蓄至入滲過程之計算，係首先假設建築基地面積的逕流量或直接落在 LID 設施本身雨水假設為入流量 Q_{in} ，當入流量大於 LID 設施本身的儲蓄體積和入滲量，便會產生溢流量；入滲型 LID 水文方程式恆等式可假設為（21）及（21'）所示：

$$Q_{in}(t) = V_s(t) + V_p(t) + V_d(t) + Q_5(t) + Q_3(t) + Q_2(t) \dots\dots\dots (20)$$

$$Q_{out}(t) = Q_3(t) + Q_2(t) \dots\dots\dots (20')$$

式中：

$$Q_{in}(t) = \text{總入流體積 (m}^3\text{)}$$

$$Q_{out}(t) = \text{放流體積 (m}^3\text{)}$$

$$Q_2(t) = \text{溢流體積 (m}^3\text{)}$$

$$Q_3(t) = \text{底層排放體積 (m}^3\text{)}$$

$$Q_5(t) = \text{原土層土壤入滲體積 (m}^3\text{)}；\text{如果為 RC 底層，則 } Q_5=0$$

$$V_s(t) = \text{地表蓄水層雨水體積 (m}^3\text{)}$$

$$V_p(t) = \text{介質層蓄水體積 (m}^3\text{)}$$

$$V_d(t) = \text{底層蓄水體積 (m}^3\text{)} \text{ (備註：包含基層、過濾水層或排保水層等)}$$

$$Q_4(t) = \text{為入滲過程之入滲體積量 (m}^3\text{)} = \text{Min}(A \times f_1 \times t, Q_{in})$$

$$A = \text{LID 設施表面積 (m}^2\text{)}$$

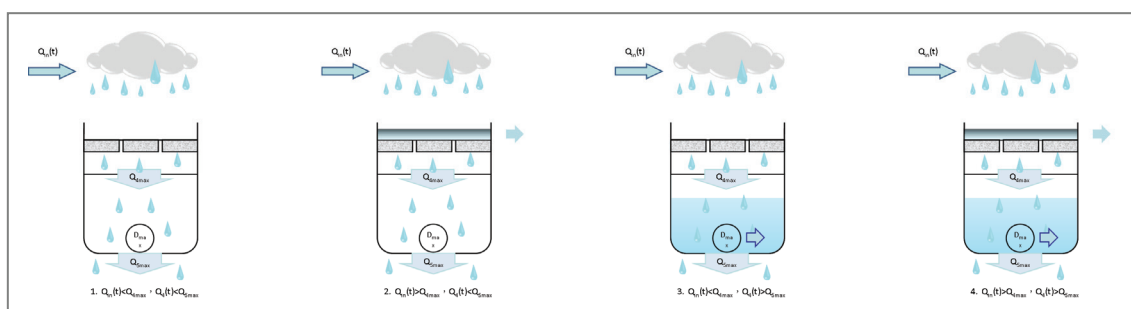
$$f_1 = \text{為入滲層平均入滲率 (m/s)}$$

陸、可滲透型設施模擬計算概念

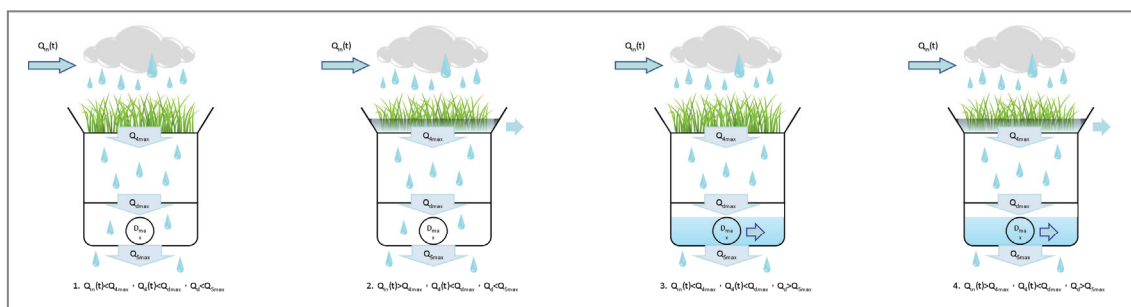
為進一步說明本研究可滲透型 LID 設施其模式概念與水文流程，本小節進一步別介紹模擬假設過程及計算概念（備註：本小節所提設施表層可包括地上/地下型滯蓄洪設施底層、透水鋪面層或植生介質層等，中間蓄水層包含基層蓄水或生長介質層蓄水；地表蓄水層包含地表蓄水層蓄水或地表暫存蓄水；另地上/地下型滯蓄洪設施如主要設計為不可滲透型式，則排除此模擬假設）。水文模擬概念示意圖如下附圖 2，雨水貯集、排放過程各情境預設說明如下述：

1. 當入流體積 $Q_{in}(t)$ 小於表層最大可滲透體積 Q_{4max} ($Q_{in}(t) < Q_{4max}$)， $Q_4(t) < Q_{5max}$ （表層滲透體積 < 底層/原生土壤層最大滲透體積），則 LID 設施原則上可以透過本身滲透能力，有效控制逕流體積；此外，如底層為 RC 不可滲透 $Q_5(t)=0$ ，則底層開始蓄水，未達排放口底高度則 $Q_3(t)=0$ 。

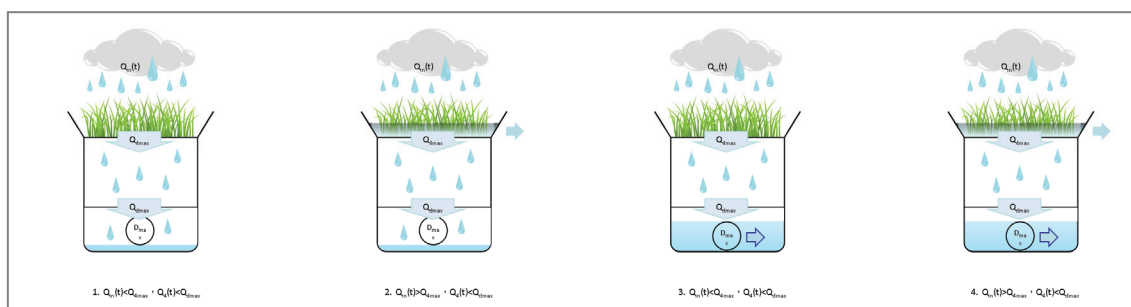
2. 當入流體積 $Q_{in}(t)$ 大於設施表層最大滲透體積 Q_{4max} ($Q_{in}(t) > Q_{4max}$)，且 $Q_4(t) < Q_{5max}$ (表層滲透體積 < 底層/原生土壤層最大滲透體積) 時，則 LID 設施可以維持滲透過程，但滲透體積較小，設施表面儲水體積產生，當儲水體積 > 最大可儲蓄體積或蓄水層水位已至溢流出口高，即會產生溢流 $Q_2(t) > 0$ ；此外，底層為 RC 不可滲透 $Q_5(t) = 0$ ，則底層開始蓄水，未達排放口底高度則 $Q_3(t) = 0$ 。
3. 當入流體積 $Q_{in}(t)$ 小於設施表層最大滲透體積 Q_{4max} ($Q_{in}(t) < Q_{4max}$)，且 $Q_4(t) > Q_{5max}$ (表層滲透體積 > 底層/原生土壤層最大滲透體積) 時，入流體積可以滲透至底層蓄水，但底層滲透體積太小，可以維持滲透，且底層有儲水產生，當底層蓄水層水位至排水管孔口高，由排水管排出，然而當底層蓄水層儲水體積 > 底層蓄水層最大可儲蓄體積，則視為本設施設計失效；此外，如底層為 RC 不可滲透 $Q_5(t) = 0$ ，則底層一開始便蓄水，直至水位於排放口底高度以上，則底部排水產生 $Q_3(t) > 0$ 。
4. 當入流體積 $Q_{in}(t)$ 大於設施表層最大滲透體積 Q_{4max} ($Q_{in}(t) > Q_{4max}$)，且 $Q_4(t) > Q_{5max}$ (表層滲透體積 > 底層/原生土壤層最大滲透體積) 時，但表層滲透體積較小，設施表面儲水體積隨即產生，當儲水體積 > 表層蓄水層最大可儲蓄體積或蓄水層水位已至溢流出口高，即會產生溢流 $Q_2(t) > 0$ 。此外，入滲體積仍可滲透至底層，且底層有儲水產生，當底層蓄水水位至排水管孔口高，則由排水管排出，然而當底層蓄水層儲水體積 > 底層蓄水層最大可儲蓄體積，則視為本設施設計失效；此外，如底層為 RC 不可滲透 $Q_5(t) = 0$ ，則底層一開始便蓄水，直至水位於排放口底高度以上，則底部排水產生 $Q_3(t) > 0$ 。



a. 透水鋪面情境設計



b. 雨水花園情境設計



c. 屋頂綠化情境設計

附圖 2 滲透或貯集/滲透型設施情境預設示意圖
(資料來源：本研究成果)

參考書目

中文部分

內政部建築研究所，基地保水設施整體配置規劃設計研究。台北市：內政部建築研究所，2007。

內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊。台北市：內政部建築研究所，2007

內政部建築研究所，利用公園及學校設置滯洪設施及貯留洪水再利用之研究。台北市：內政部建築研究所，2009

內政部建築研究所，利用社區或基地開發都市雨洪綜合管理策略。台北市：內政部建築研究所，2010

內政部建築研究所，社區及建築基地減洪技術與防洪強化措施之研究。台北市：內政部建築研究所，2011

內政部建築研究所，社區及建築基地減洪防洪規劃手冊研擬。台北市：內政部建築研究所，2012

內政部建築研究所，社區及建築基地減洪防洪成效評估模式及審議機制研究。台北市：內政部建築研究所，2013

內政部建築研究所，低衝擊開發技術容量設計電腦輔助系統建置(1/2~2/2)。台北市：內政部建築研究所，2014~2015

內政部營建署，下水道用戶排水設備標準。內政部 97.4.30 台內營字第 0970802744 號令修正。

內政部營建署，水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫。國立台灣大學，2015。

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫

內政部建築研究所，雨水滯蓄設施容量配置決策支援及雲端操作系統研究。

台北市：內政部建築研究所，2015。

國立台灣大學，水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫，內政部營建署，2015。

內政部建築研究所，複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具之研究。台北市：內政部建築研究所，2016。

網站部分

雨水貯留浸透技術協會，<http://www.arsit.or.jp/>

外文部分

Curtis Hinman, “Low Impact Development (LID) - Technical Guidance Manual For Puget Sound,” 2005.

日本宅地開發協會，宅地開發に伴い設置される浸透施設等設置技術指針の解説，1998。

京都市，京都市雨水流出抑制施設設置技術基準，2005。

東京都都市整備局，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，2012

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫

低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置前期計畫

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：蔡綽芳、蔡耀隆、黃偉民、白櫻芳、賴深江、陳柏翰、邱寶慧、蔡欣
遠、陳昱傑

出版年月：106年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-05-4246-2 (平裝)

ISBN : 978-986-05-4246-2 (平裝)