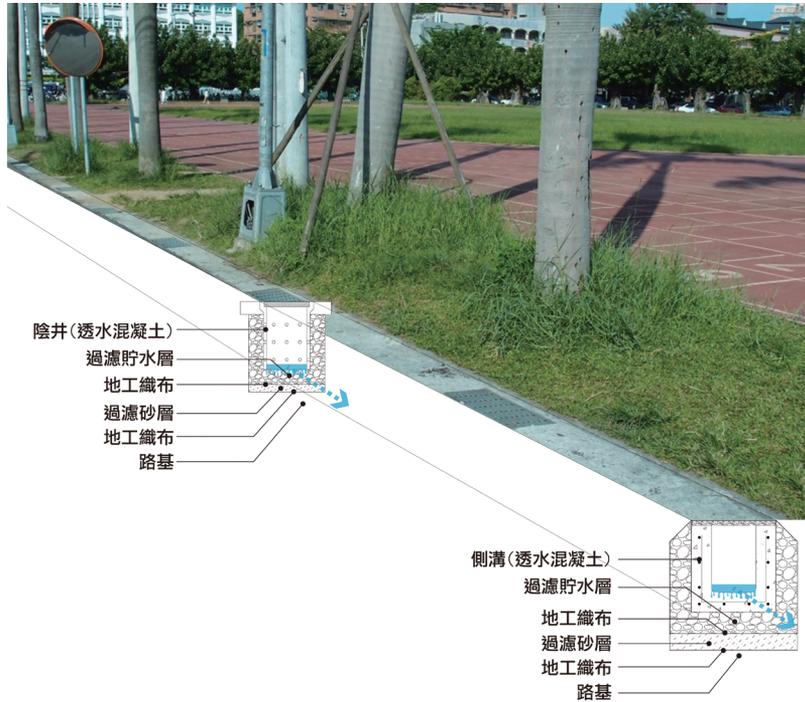


設計原則

滲透側溝與滲透陰井的基本組成大致相似，包含滲透側溝或滲透陰井結構本體、過濾貯水層及地工織布，如下圖所示。各單元設計原則說明如下：



滲透側溝及滲透陰井組成結構斷面示意圖

資料來源：由手冊編制團隊自行繪製

基本組成結構

- ▲ 滲透側溝或滲透陰井結構本體
- ▲ 過濾貯水層
- ▲ 過濾砂層
- ▲ 地工織布

滲透側溝及滲透陰井結構本體

功能 | 貯留與傳輸水體。

材料選用 | 透水混凝土或穿孔之混凝土、高密度聚乙烯、玻璃纖維混凝土。

設計注意事項 | A、滲透側溝可以採用現場製作或是預鑄形式。
B、滲透陰井底部可以是鑿孔或開放式，側面也可以根據材質透水與否配合鑿孔。

過濾貯水層 (filter gravel course)

功能 | 包覆於結構本體兩側及下方，進行過濾及傳輸地表逕流。

材料選用 | A、建議可採公共工程委員會第 02726 章之級配粒料底層施工規範規範中，第三類型底層級配粒料之 B 型級配，或採用第 98 頁之「粗砂級配參考表」之粗砂級配。
B、若欲提高過濾層之貯水能力，則可採粒徑約 50 mm 之碎石。

設計厚度 | 級配鋪設於結構體的側邊與底部，底部厚度至少需要 10 cm，兩側至少要 20 cm 以上。

設計注意事項 | 粒料應為乾淨的水洗石，避免表面附著之泥土經雨水沖刷後造成堵塞及水質汙染。

過濾砂層 (filter course)

功能 | 位於過濾貯水層下方，進行過濾。

材料選用 | 細砂。

設計厚度 | 5~10 cm。

土工織布 (geotextile)

- | | |
|---------------|--|
| 功能 | 側面土工織布可避免邊坡的土砂阻塞過濾貯水層，而平行分隔各層的土工織布可以提升汙染物去除並減少溝渠底部汙染物負荷量，減少維護頻率。 |
| 材料選用 | 土工織布應符合公共工程委員會第 02342 章土工織物之規定，並應可防撕裂、穿刺或其它破壞。 |
| 設計注意事項 | <p>A、應全面包覆過濾貯水層及過濾砂層，故應鋪於過濾貯水層與土壤或過濾砂層的接觸面，以及過濾砂層及土壤中間。</p> <p>B、應採用非織造針刺或單絲織造土工織布。</p> <p>C、應在每一面相互重疊，重疊接縫至少應有 30 cm。</p> |

整體設計注意事項

- (1) 土壤類型：設施設置地區之土壤之入滲速度需大於 1.3 cm/hr，但不可超過 6 cm/hr。
- (2) 距離最高地下水位應至少有 1.2 m。
- (3) 坡度：坡度會影響逕流速度與其挾帶的污染物量體，上游排水區域坡度小於 5% 時，滲透側溝具較佳運作能力，坡度最多不可大於 20%。除非經過特殊設計容許集中的水流，否則周圍的坡度應使地表逕流可均勻地以薄層流的方式進入。
- (4) 可設置觀測井用以監測水深，若觀測到排水不順時表示需要進行維護工作。

施工注意事項

- (1) 在開挖與溝渠施工時，使用輕便型工具（例如：鋤耕機、輪式或階梯式挖溝機）可以盡量減少周圍土壤的壓密。
- (2) 施工期間需管制進出，唯有施工所需工具可以進入，避免因放置重物或交通負荷造成土壤壓實。
- (3) 設置地點應避免有大型植栽或樹木，以防止根系入侵。
- (4) 需考慮施工時的結構強度進行管理。
- (5) 事前調查：調查設置處的地下埋設物與地上障礙物等，掌握施工上的限制條件，並調查周遭地表狀況、地形坡度及排水系統。若滲透設施的溢流水排入公共下水道時，需調查其管線與公共系統的高度與深度等準則。
- (6) 工法選擇：考慮施工性、經濟性、安全性，選擇具效率的工法。因用地限制與施工規模，可討論合用人力與機械施工。
- (7) 工程計畫：為保護滲透面，開挖面不應放置到隔天，且不應在下雨天施工，故需事先適當的工程計畫。
- (8) 施工步驟
 - A、開挖
 - (A) 由人力或小型開挖機開挖。
 - (B) 機械開挖會破壞開挖面時，改用鏟子開挖，並將剝落土砂去除。
 - (C) 為保護開挖底面滲透能力，不可用力踩踏夯實。
 - (D) 不可有超於基準的開挖，若不得不超挖時，應用砂和碎石等填充材回填。
 - (E) 在開挖中若發現土質與原先預設差異大，需儘速與設計者協議適當的對策。

B、過濾砂層

- (A) 為保護開挖地面，應於開挖完後直接進行鋪砂。若地盤為砂礫或砂則可省略。
- (B) 以人力進行鋪砂作業。
- (C) 鋪砂以腳輕踏固定即可，不可用機械夯實。

C、土工織布（側邊及下方）

- (A) 土工織布可防止土砂碎石流入，並全面包覆過濾貯水層以防地層下陷。
- (B) 使用面積大於開挖面大的土工織布，將其重疊以防級配碎石移動。
- (C) 為施工方便可將土工織布串接於開挖面，進行固定。

D、過濾貯水層（側邊及下方）

- (A) 為防填充級配碎石混入土砂中，將其放置在地工織布上。
- (B) 以人力或機械填充級配碎石時，注意不要捲起土工織布。

E、滲透陰井及滲透側溝

(A) 滲透陰井

- 陰井的底部用砂漿（砂等細骨材與水泥和水的混合物）進行水封。
- 為防止土砂流入，進行回填時需加蓋。
- 設置陰井後與集水管、排水管與透水管等連接，並裝設防堵塞裝置

(B) 滲透側溝

- 側溝的連接處用砂漿（砂等細骨材與水泥和水的混合物）處理。
- 為防止土砂流入，進行回填時需加蓋。

- F、過濾貯水層（側邊及上方）：填充級配碎石時注意不要移動到陰井或側溝本體及土工織布。
- G、土工織布（上方）：過濾貯水層施工完成後，先將土工織布覆蓋於過濾貯水層上方再進行回填。
- H、回填
 - （A）回填後以機械夯實，回填後 1~2 天需注意初期碎石緊密結合而引起之下陷情形。
 - （B）回填使用的材料可視地表土地利用進行考量。
- I、廢土處理：開挖後的廢土於工事結束後應儘速處理。
- J、清掃：完工後應清掃收拾剩餘材料，以免進入滲透設施。

基本設計圖

滲透側溝及滲透陰井通常設置於基地內或道路兩側，取代傳統排水溝系統，接收基地排出及地面之逕流，其平面及剖面標準斷面如第 166 ~ 167 頁示意圖所示。

使用年限

維護良好的狀況下，有效使用年限是大約是 10~15 年，取決於維護情況、土工織布的材料選用以及滲透設施需要負擔的泥沙沉積量。

建置成本分析

滲透側溝及滲透陰井之成本分析如下表所示。

滲透側溝

工料名稱	單位	數量	單價	複價
透水混凝土	m^3	0.16	7,150	1,144
過濾貯水層·碎石級配 (TH=13cm)	m^3	0.23	790	181
地工織布 (TH=2mm)	m^2	2.23	40	90
過濾砂層	m^3	0.08	950	76
地工織布 (TH=2mm)	m^2	0.76	40	30
技術工	工	0.5	2,800	1,400
零星工料及損耗	式	1	7	7
總價 (元 / m)				2,928

註 1：成本可能因材料選擇及設施尺寸不同有所差異。

註 2：建議單價參考 107 至 109 年資料。

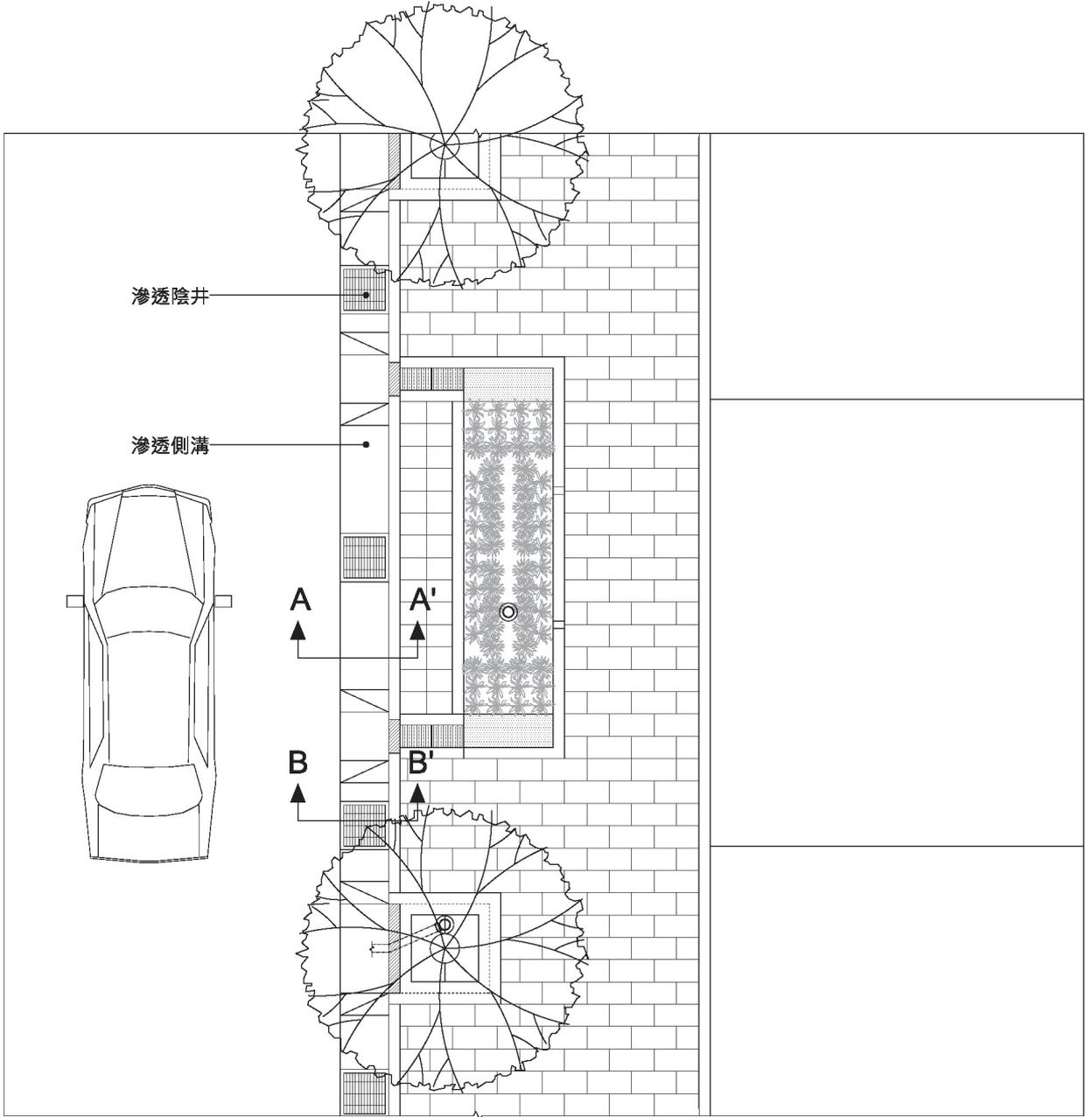
滲透陰井

工料名稱	單位	數量	單價	複價
陰井	m^3	0.22	7,150	1,573
過濾貯水層·碎石級配 (TH=10cm)	m^3	0.2	790	158
地工織布 (TH=2mm)	m^2	1.69	40	68
過濾砂層	m^3	0.04	950	38
地工織布 (TH=2mm)	m^2	0.53	40	21
技術工	工	0.5	2,800	1,400
零星工料及損耗	式	1	6	6
總價 (元 / m)				3,264

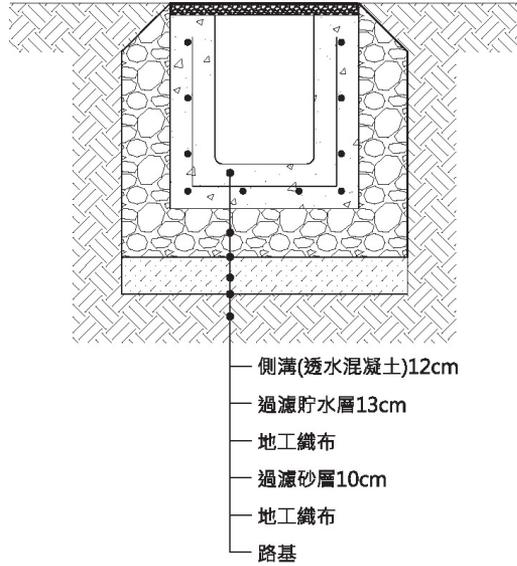
註 1：成本可能因材料選擇及設施尺寸不同有所差異。

註 2：建議單價參考 107 至 109 年資料。

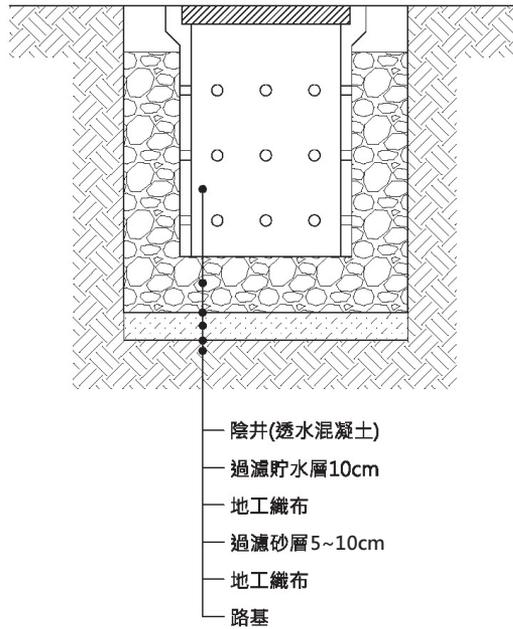
滲透側溝及滲透陰井基本設計圖



滲透側溝及滲透陰井平面配置圖



滲透側溝剖面圖



滲透陰井剖面圖

維護項目與週期

(1) 檢查：啟用之第一年應進行多次檢查，之後每年應至少進行 1 次定期檢查及於每次重大暴雨事件之後進行檢查，依據設施狀況可調整檢查頻率。檢查項目包括：

A、機能檢查

- (A) 於排水系統的終點、排水直接流入處與水易流入處進行檢查。
- (B) 土砂、垃圾或落葉的堆積狀況。
- (C) 滲透機能。

B、安全檢查

- (A) 曾發生不均勻沈陷處。
- (B) 周遭土砂狀況。
- (C) 有無樹木根部入侵。
- (D) 設施損毀情形。

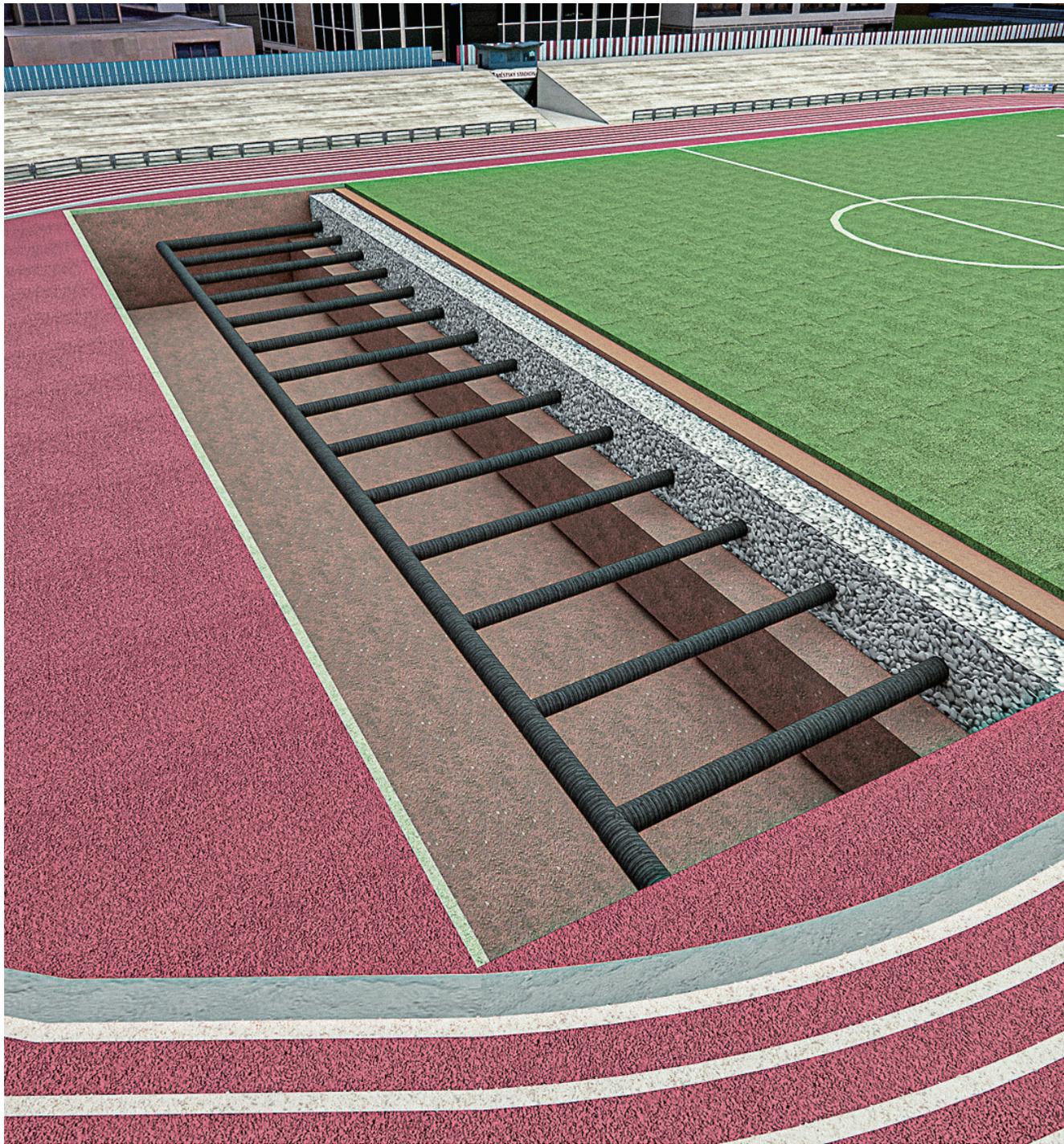
C、基礎不均勻沈陷情形

- (A) 清理：視需求進行沉積物移除及高壓水車清洗。
- (B) 修補：發生設施的破損或有不均勻沈陷時需進行修補。若無法修補則替換或重新設置。

維護成本

滲透側溝及滲透陰井之一般檢查維護，依據上述之週期實施檢查、清淤及沖洗。清淤費用以淤積量估計，約 1,200 元 /m³；高壓水車沖洗約 30 元 /m²。

滲透管 INFILTRATION PIPE





設施說明

滲透管 (Infiltration Pipe) 係指以可透水之通水管，將飽和土壤內無法及時宣洩的水收集於管內暫時貯存，亦可收集地表逕流注入管中貯留並入滲。另外，還可應用在植栽灌溉，土壤缺水時將水導入管內灌溉植物根部，避免水暴露在地面因蒸發而浪費，並保持植物根部透氣。

適用性

滲透管常作為其他設施的基本組成結構，為該設施提供排水與輔助入滲等功能。獨立使用則適合鋪設於花園、停車場、操場、公共開放空間 (公園或廣場)，在地下水位較高或低滲透性土層中適合以排水為設計導向；在地下水位較低或高滲透性土層中適合用於輔助入滲。另外亦可作為植栽灌溉設施。

適用區域 花園、停車場、操場、公共開放空間 (公園或廣場)

與其他設施合用 透水鋪面、生態滯留單元、樹箱過濾設施、植生溝



新北市淡水區新市國小埋設滲透管之操場

資料來源：長弘建築師事務所提供

設計原則

完整之設計結構包含：生長介質、地工織布、滲透管、過濾貯水層。各項設計原則說明如下：

生長介質 (Growth Media)

- 功能** | 植被生長基底，並需兼顧滲透速率及水質處理，故水分及養分不宜流失過快，否則不利植物生長。
- 設計厚度** | 建議 5~10 cm。
- 材料選擇** | 生長介質組成如下：60~70% 的粗砂及 30~40% 的沃土（泥炭土、壤土、蛭石及有機物組成），粗砂及配可參考符合 ASTM C-33 之級配，其中 C 代表水泥、混凝土與磚石材料。

地工織布 (Geotextile)

- 功能** | 主要功能包含排除水分、過濾、加勁及防止土料流失、預防級配不均勻沉陷與分離兩種不同的土層。當較細顆粒土壤覆蓋在較粗顆粒粒料層上時，可防止空隙因土壤顆粒下移造成堵塞；而當較粗顆粒粒料層覆蓋在較細粒料的原生土壤上時，則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，達到穩固設施之目的。滲透管之地工織布設置於砂層與過濾貯水層間，以及過濾貯水層與原土層之間
- 設計尺寸** | 材料性質應符合公共工程委員會施工規範第 02342 章「地工織物」之施工規定
- 設計注意事項** | 因織造薄膜和非織造熱融地工織布易造成堵塞，故不宜採用，應採用非織造針刺或單絲織造地工織布。

滲透管 (Infiltration Pipe)

功能 將基地飽和土壤的水引導至雨水貯集設施、滲透陰井等其他 LID 設施之中儲存或入滲；用於植生帶則可作為主動灌溉使用。

材料選擇 需具有良好透水性，並符合現地載重需求。管材需符合 ASTM 檢驗，物理性質要求如下表。

滲透管物理性質要求表

試驗項目	試驗方法	試驗方法	結果	單位
密度	ASTMD792	CNS13333	0.938 以上	g/cm^3
抗拉強度	ASTMD638	CNS2456	200 以上	Kg/cm^2
伸長率	ASTMD638	CNS2456	350 以上	%

資料來源：本計畫彙整。

設計尺寸 依照現地排水、入滲、保水的量體需求設計管徑尺寸、鋪設數量。

設計注意事項 網管開孔應小於級配底基層之粒徑，防止骨材流失或排水管堵塞。網管安裝坡度最少應有 0.5%。排水管每隔 75~90 m 設置 15 cm 的硬質無孔觀測管或連接維修通道以提供清理出口，以及作為觀測井監測降水率。

過濾貯水層 (Filter gravel Course)

功能 可過濾雜質並防止排水管堵塞，亦可增加設施整體與原土層的接觸表面積，增進入滲效率。

設計厚度 溝底均勻鋪設粒徑 5~10 cm 清碎石，整體厚度依實際排水、入滲需求所選擇之管徑而定。

材料選擇 A、建議可採公共工程委員會第 02726 章之級配粒料底層施工規範中，第三類型底層級配粒料之 B 型級配。

B、若欲提高貯水能力，則可採用粒徑約 5 cm 之碎石。

設計注意事項 粒料應為乾淨的水洗石，避免表面附著之泥土經雨水沖刷後造成孔隙堵塞及水質汙染。



新北市淡水區新市國小埋設滲透管之操場

資料來源：長弘建築師事務所提供

整體設計注意事項

- (1) 設置深度距離最高地下水位應至少有 1.2 m。
- (2) 坡度會影響逕流速度與其挾帶的汙染物量體，上游排水區域坡度小於 5% 時，滲透管具有較佳的運作能力，而坡度最多不可大於 20%。除非經過特殊設計容許集中的水流，否則周圍的坡度應使地表逕流可均勻地以薄層流的方式進入。
- (3) 可設置觀測井用以監測水深，亦能直接利用滲透陰井，觀測到水流阻塞時需要進行維護工作。
- (4) 調查設置處的地下埋設物與地上障礙物等，掌握施工上的限制條件，並調查周遭地表狀況、地形坡度及排水系統。若滲透設施的溢流水排入公共下水道時，需調查其管線與公共系統的高度與深度等準則。

施工注意事項

(1) 開挖

- A、在開挖與溝渠施工時，使用輕便型工具可盡量減少周圍土壤的過度夯實。
- B、施工期間應盡量減少機具及人員進出，並避免因放置重物或交通負荷造成周圍土壤的過度夯實。
- C、為保護滲透面，開挖面不應放置到隔天且不應在下雨天施工，須事先擬定工程計畫。
- D、機械開挖會破壞開挖面時，改用鏟子挖開，並將剝落土砂去除。
- E、盡量避免超出基準的開挖，必須超挖時，應用沙和碎石等填充材回填。
- F、在開挖中若發現土質與原先預設差異過大，需盡速與設計者協議適當的對策。

(2) 地工織布

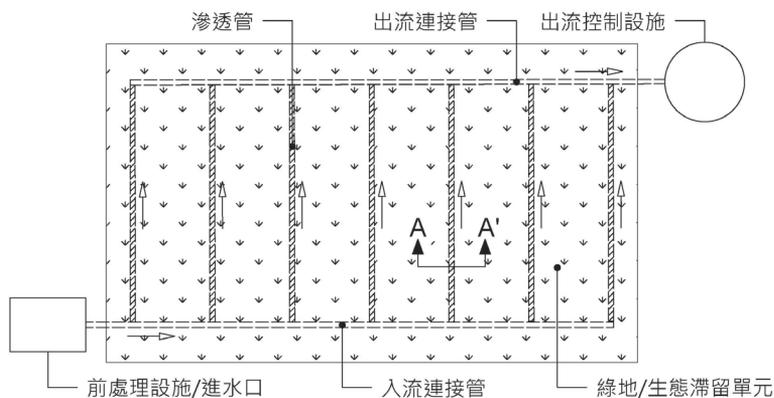
- A、以地工織布包覆過濾貯水層可防止土砂碎石侵入貯水層內部，造成不均勻沉陷。
- B、接合處須預留織布，拼接重疊寬度至少 10 cm。
- C、為施工方便可將地工織布串接於開挖面，進行固定。
- D、鋪設地工織布應力求平整，避免皺褶，以確保材料強度。

(3) 過濾貯水層

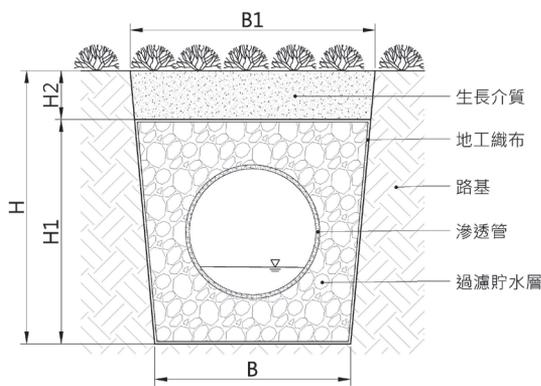
- A、為防填充級配碎石混入土砂中，將其放置在地工織布上。
- B、以人力或機械填充碎石級配時，注意不要捲起地工織布。

基本設計圖

滲透管使用範疇相當廣泛，以設置於綠地為例，組成結構及配置示意右圖所示。依據排水需求及滲透條件選擇適當管徑，細部構造及埋設參考如右表所示。



滲透管配置示意平面圖



滲透管結構示意圖

滲透管結構示意圖及埋設參考表

標稱管徑	B(cm)	B1(cm)	H(cm)	H1(cm)	H2(cm)
2"	25	30	35	30	5
3"	25	30	35	30	5
4"	25	30	35	30	5
6"	30	35	40	35	5
8"	37	42	47	42	5
10"	45	50	56	46	10
12"	50	55	62	52	10
16"	60	65	72	62	10

資料來源：本計畫彙整。

建置成本分析

滲透管成本分析如下表 2.1-3 所示。

滲透管成本分析表

工料名稱	單位	數量	單價	複價
過濾貯水層·碎石級配 (TH=30cm)	m^3	0.30	790	273
地工織布 (TH=2mm)	m^2	1.15	40	46
滲透管 (4inch) 含接頭	m	1.00	440	440
生長介質 (TH=30cm)	m^3	0.05	3,850	193
技術工	工	0.50	2,500	1,250
零星工料及耗損	m	1.00	10	10
總價 (元 / m)				2,212

註 1：成本可能因材料選擇及設施尺寸不同有所差異。

註 2：建議單價參考 107 至 109 年資料。

使用年限

維護良好的狀況下，使用年限大約是 10~15 年，取決於維護情況、地工織布的材料選用、前處理設施（沉砂池）以及滲透設施所需負擔的泥沙沉積量。

維護項目、週期與成本

維護項目與週期

- (1) 檢查：啟用後第一年應進行多次檢查，之後每年應至少進行 1 次例行檢查及於每次重大暴雨事件之後進行檢查，依據設施狀況可調整檢查週期。檢常項目包括：

A、機能檢查

- (A) 於排水系統的終點、排水直接流入處與水易流入處進行檢查。
- (B) 土砂、垃圾或落葉的堆積狀況。
- (C) 滲透機能。

B、安全檢查

- (A) 曾發生不均勻沉陷處。
- (B) 周圍土砂狀況。
- (C) 有無樹木根部入侵。
- (D) 設施損壞情形。

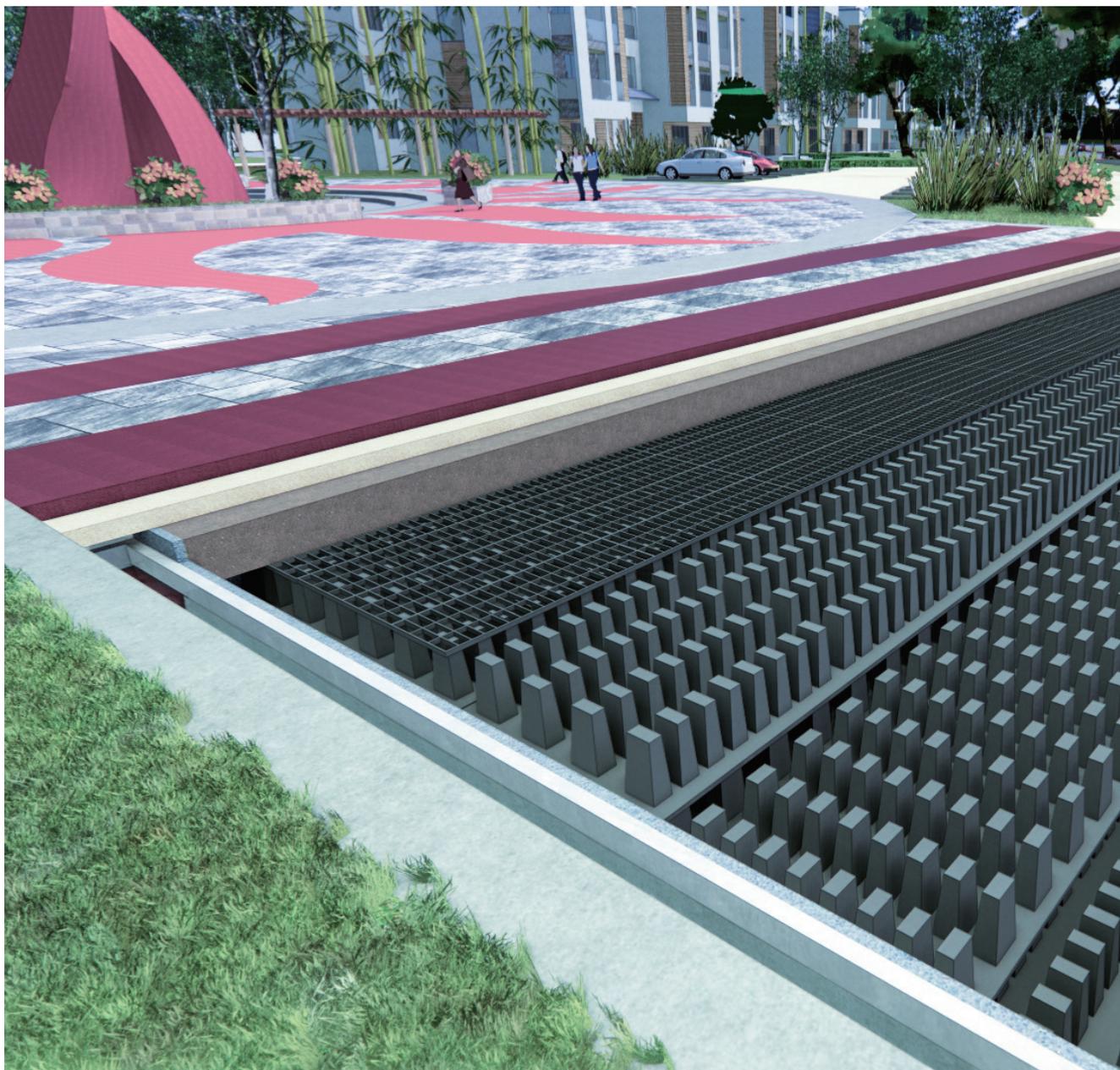
(2) 維護

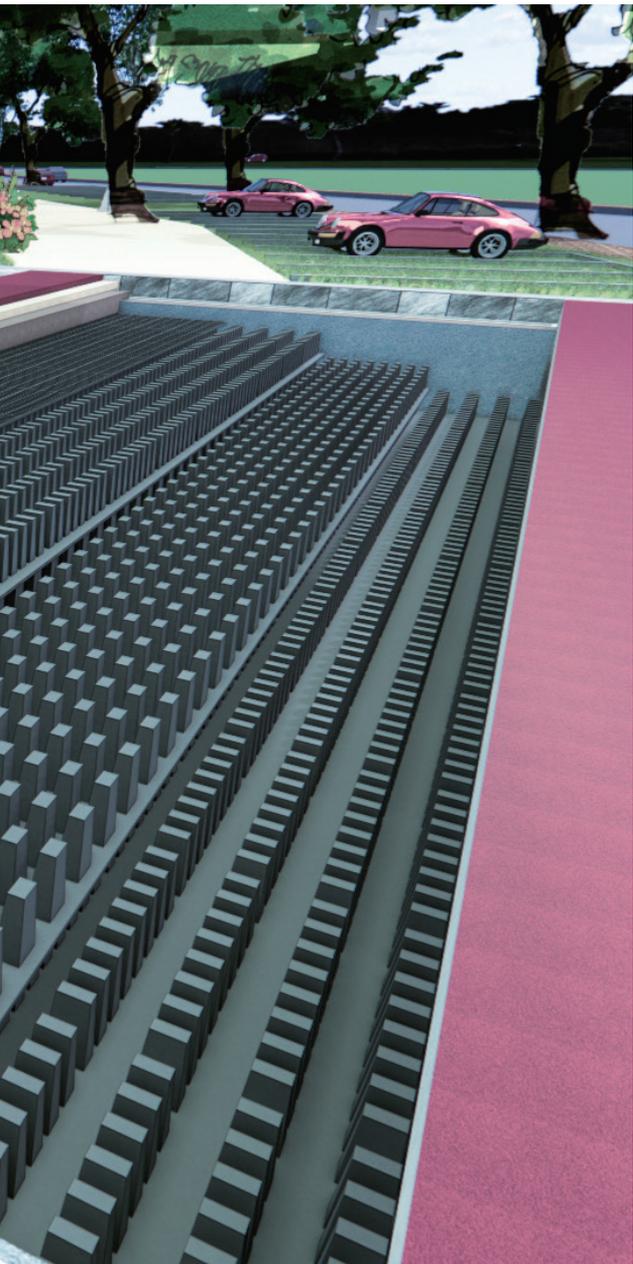
- A、清理：視需求進行沉積物移除及高壓水車清洗。
- B、修補：發生設施的破損或有不均勻沉陷時需進行修補，若無法修補則替換或重新設計。

維護成本

滲透管的檢查維護包含清淤及沖洗。清淤費用以淤積量估計，約 1,200 元 /m³；高壓水車沖洗約 30 元 /m³。

雨水積磚 SOAKAWAY CELLS





設施說明

雨水積磚 (Soakaway Cells) 係為兼具環境效益的地下貯集滲透設施，其功能為減緩洪峰及水資源回收。以單元型構件施工堆疊，組成模組化的雨水貯集系統具有優異的施工彈性，適合以小規模方式設置於都會區，另外，使用回收塑料製成可減少工程碳排量。依設置方式不同形式可分為滲透型、貯留型。

茲就各類型雨水積磚分別說明如下：

- (1) 滲透型：開挖放置雨水積磚的槽體基礎以礫石、粗砂打底夯實，或澆鑄透水混凝土，以保持設施透水性。若該區地質透水性差，基礎下可埋設滲透陰井加快槽內水體排除。雨水積磚外層以地工織布包覆，能阻止泥沙流入外，亦保持水體暢通，涵養地下水。
- (2) 貯留型：開挖基礎以混凝土打底，提供足夠的承载力，雨水積磚上層以地工織布覆蓋，側面及下層以地工防水膜包覆，使雨水能夠從頂部滲入，儲存在積磚間的空隙中，能由取水口抽出回收再利用。

適用性

可充分利用都會區較零星的空間，以小規模方式放置。若埋設在不透水的基地下方，仍可設置邊溝、集水井、沉砂槽收集雨水後導入積磚內貯留或緩慢入滲。

適用區域：公園、綠地、運動場、停車場、步道、自行車道



資料來源：台灣建積提供

台 61 線苑裡段雨水積磚上方綠化景觀

設計原則

基本組成結構包含基礎、土工織布、土工防水膜、入流設施、出流設施、維修人孔、貯留槽。各項單元設計原則說明如下：

基礎 (Foundation)

- | | |
|---------------|--|
| 功能 | 提供貯留槽、水、覆土及使用載重之承载力，而滲透型則必須兼具透水功能。 |
| 材料規定 | A、滲透型：施用材料為碎石級配、粗砂或透水混凝土
B、貯留型：不限基礎使用基礎材料，可採用混凝土澆置 |
| 設計注意事項 | A、設計時必須先進行地質及地下水等調查，若地層無法滿足設計承载力，必須施以替換工法、地質改良或樁基礎工法等。
B、就滲透型而言，地層之透水性若無法滿足設計的滲透速率，則必須建置滲透陰井、垂直的滲透管等輔助人滲設施。 |



台 61 線苑裡段之雨水積磚基礎

資料來源：台灣連續提供

土工織布 (Geotextile)

- | | |
|-----------|--|
| 功能 | 主要功能包含透水、過濾、提供貯留槽單元構件圍束力，並保護積磚及土層與土工防水布。 |
|-----------|--|

材料選擇 | 材料性質應符合公共工程委員會施工規範第 02342 章「地工織物」之施工規定。

設計注意事項 | A、因織造薄膜和非織造熱融地工織布易造成堵塞，故不宜採用，應採用非織造針刺或單絲織造地工織布。
B、接合處須預留織布，拼接重疊寬度至少 10 cm。

地工防水膜 (Geomembrane)

功能 | 隔絕貯留槽內水體流失。

材料規定 | 須具備充足之強度、耐久性及防水性能。其規格應符合 ASTM 測試的數據，厚度達到 1.5 mm 以上，密度於 0.939 g/cm^3 以下，斷裂點抗拉強度大於 40 kN/m 以上。或採其他具適度施工性之地工防水膜材料。

設計注意事項 | 防水布接合處採用熱熔方式拼接，重疊寬度須預留 10 cm 以上。

入流設施 (Inflow Facilities)

功能 | 蒐集雨水逕流，經過濾或沉砂後導入貯留槽。

材料規定 | 大多設施以混凝土為主，亦可使用塑膠製品。

設計注意事項 | A、為達到計畫貯留量，入流管之管底高程應高於最大貯留量之水位。
B、連接入流井與貯留槽之入流銜接管，應以曼寧公式推導出足夠的斷面積以符合計畫入流量。
C、為防止砂土流入，在入流設施設置有所需規模之入流井（沉砂槽）之構造，以平均集水面積 1 ha 每年於設施內產生 1.5 m^3 之淤砂量，評估設施竣工後有效貯水率變化情形，作為清淤週期擇定標準。

- D、濾網：防止混雜物流入槽體內及防止孔口堵塞，網孔大小依混雜物種類而定，大約為 5 mm~12 mm。
- E、入流銜接管和貯留槽結構體之連接部須採用撓性接頭。

出流設施 (Outflow Facilities)

- | | |
|---------------|---|
| 功能 | 排除貯留槽內水量。就滲透型而言，出流設施作為溢流口，將不及入滲之水量排除；而就貯留型而言，出流設施仍須具備控制出流量及水資源回用等功能。 |
| 型式 | <ul style="list-style-type: none"> A、重力排水：由出流管、溢流管、及孔口所構成之出流井。 B、機械式排水：由標準之集水坑及泵浦所構成之出流井。 |
| 設計注意事項 | <ul style="list-style-type: none"> A、確認出流口處下游管渠結構及排水能力，避免造成下游管渠滿管、溢流等情形。 B、設置孔口的目的在於限制出流量，降低降雨時下游管渠的負擔。使出流量同時滿足下游管渠排水量與法規容許量兩項限制。 C、出流銜接管和貯留槽結構體之連接部須採用撓性接頭。 |

維修人孔 (Maintenance Manhole)

- | | |
|---------------|---|
| 功能 | 觀察貯留槽內部狀況，且能讓維修人員進行維護作業功能，多以金屬框架放置在雨水積磚之間。 |
| 設計注意事項 | <ul style="list-style-type: none"> A、人孔蓋須標示內部為雨水積磚地下貯水設施。 B、須設置排氣口以免雨水大量進入時，空氣擠壓造成太大壓力。 |



新北市
烏來區新烏路旁
雨水積磚維修人孔
資料來源：編輯團隊攝影

貯留槽 (Holding Tank)

功能 | 貯留雨水逕流。

型式 | 可分為貯留型、入滲型等 2 種儲存方式。

設計 注意 事項

A、貯留型：以地工防水膜包覆貯留槽以達貯水目的，並調節出流管的高度控制貯留的水量。

B、入滲型：以地工織布包覆貯留槽以防止泥砂侵入積磚單元，並將出流管設置於槽體側邊頂端，加大貯水深度以提高滲透能力。



台 61 線苑裡段旁雨水積磚
貯存槽 (積磚單元)



台 61 線苑裡段旁雨水積磚
貯存槽 (包覆地工防水膜)

資料來源：皆為台灣連續提供

整體設計注意事項

- (1) 詳細評估入流高程及出流高程後方可決定雨水積磚埋設深度及貯留槽高度。
- (2) 設計出口位置時須確認排水計畫並審慎評估下游管渠的排水能力。
- (3) 設計貯留槽埋設深度須考量地下水位，貯留槽底部至少高於地下水位 50 cm。若設施為滲透型，則進行土壤滲透能力調查。須確認雨水積磚上部的空間的使用情形，確認載重需求，並選用符合條件的積磚單元。
- (4) 依據水文條件計算現有雨水逕流量決定入流設施規模。

施工注意事項

- (1) 滲透型設施在鋪築基礎層時，應注意夯實細砂及碎石表面是否平整。
- (2) 地工織布及地工防水膜鋪設期間及完成後，嚴禁重型施工機具於完成鋪設面上行走。
- (3) 疊放雨水積磚時應注意平整，接榫確實扣合，上層鋪設時積磚應跨下層之接合處。
- (4) 開挖範圍應自槽體四周各向外推 50 cm，為施工人員之施作空間。
- (5) 鋪設後地工織物表面須力求平整，避免有皺摺情形。
- (6) 覆土可採現地開挖土壤再予夯實回填，但應剔除草根、垃圾、打石之營建廢棄物等，以免損及地工織布，或造成過量沉陷；若現地開挖土壤之細料含量過高時（例如黏土），應以顆粒性土壤置換，以免影響地表逕流之滲入，降低滲透功能。
- (7) 須設置告示牌，明確標示積磚設置的範圍，避免重型車輛進入。



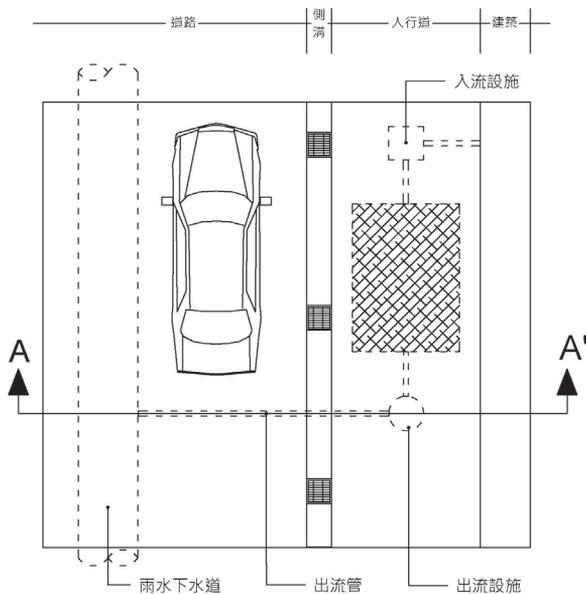
上層鋪設時積磚應跨下層之接合處

資料來源：編輯團隊攝影

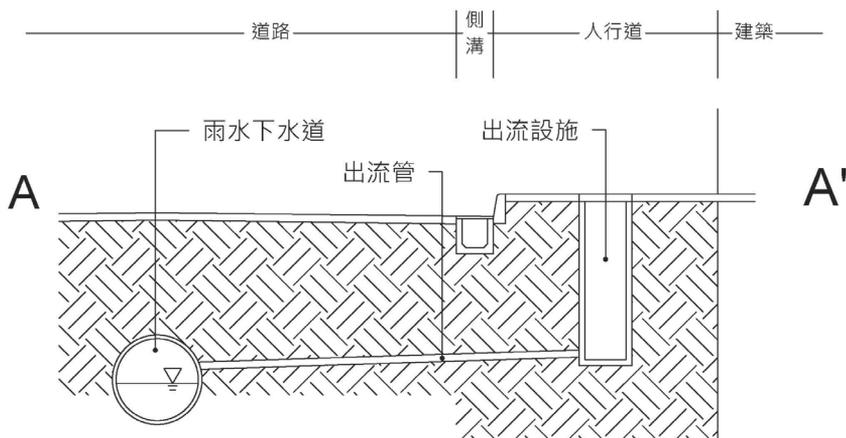
基本設計圖

雨水積磚具高度施工便利性，可靈活設置於道路、廣場或其他空地下方，以設置於人行道下方為例。

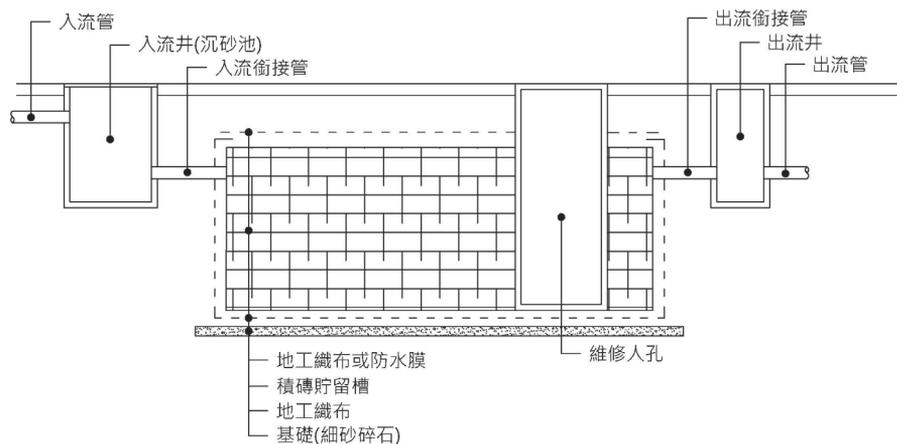
雨水積磚依據功能分為滲透型及貯水型，結構差異在於貯留槽體是否包覆防水布以及出流設施具備孔口設計。



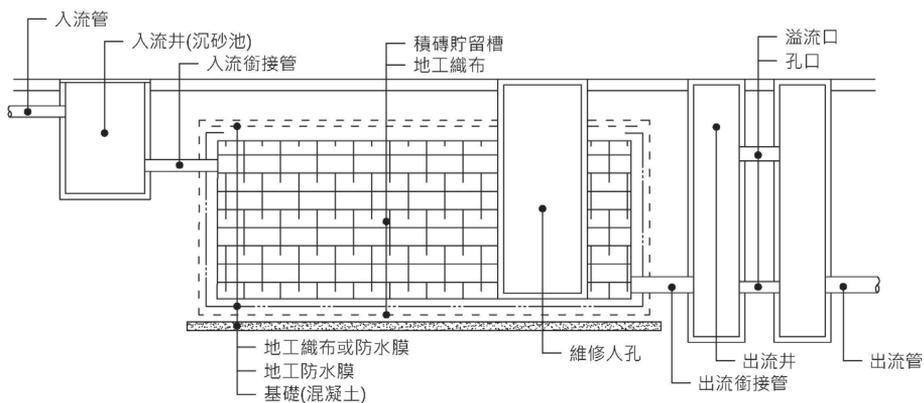
雨水積磚（人行道）平面配置圖



與下水道連結示意圖



雨水積磚 (滲透型) 及結構剖面圖



雨水積磚 (貯留型) 結構剖面圖

建置成本分析

雨水積磚成本分析表

工料名稱	單位	數量	單價	複價
210 kg/cm ² 混凝土	m ³	0.10	2,540	254
地工防水布 (TH=1.5 mm)	m ²	1.50	300	450
地工織布 (TH=2 mm)	m	2.00	40	80
積磚單元	m ³	8.00	325	2,600
維修井	座	0.05	5,000	250
出、入流井	座	0.1	5,000	500
PVC 管 (4 inch)	m	1.00	180	180
生長介質 (TH=30 cm)	m ³	0.30	3,850	1,155
地披植物	m ²	0.50	110	55
技術工	工	0.50	2,500	1,250
零星工料及耗損	式	1.00	20	20
總價 (元 / m)				6,794

註 1：成本可能因材料選擇及設施尺寸不同有所差異。

註 2：建議單價參考 107 至 109 年資料。

使用年限

完工後材料埋藏於地底下，在未受陽光紫外線照射的情況下，使用年限可達 50 年。

維護項目、週期與成本

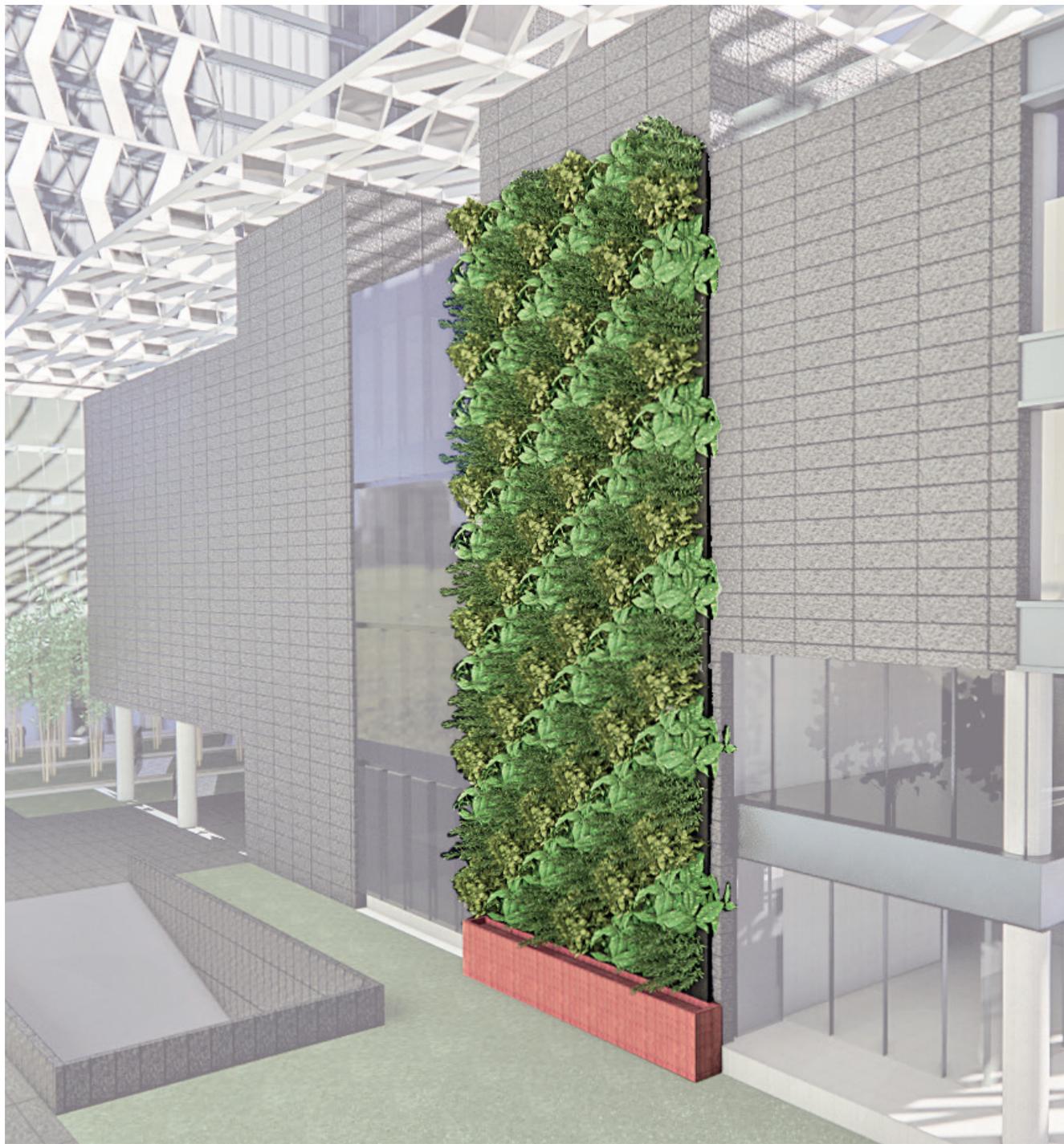
維護項目與週期

- (1) 清淤：啟用後須每年檢查貯留槽內部淤積狀況，如槽底淤積物超過 2cm 即需進行清淤，另外，至少每 3 年需要進行一次清淤。以抽砂車配合高壓水柱攪動內部的方式清洗。將水位灌注至 30 cm 由出流口排出，無法排出的以幫浦抽出。以濃度 3 ml/L 的消毒劑或漂白水投入儲水槽，防止內壁滋生藻類、微生物。浸泡三小時後，以乾淨的水沖洗後將污水排出。
- (2) 維護：於暴雨過後或每 3 個月須進行例行性檢查，確認入流設施與出流設施是否通暢，若為樹葉、木枝或垃圾等異物阻塞則需要進行清理。

維護成本

雨水積磚之一般檢查維護，依據上述之週期實施檢查、清淤及沖洗。清淤費用以淤積量估計，約新台幣 1,200 元 /m³；高壓水車沖洗約新台幣 30 元 /m³。

綠牆 GREEN WALL





設施說明

植生綠牆 (Green Wall) 係指以垂直植生綠化補償基地開發前植物覆蓋的部分，主要效益包括截留落於建築牆面雨水，攔截污染物減緩空氣污染，降低牆面受酸雨損壞，減少建築受到日照所造成的升溫減少夏季空調使用，提供生物微棲地，產物景觀價值，綠色公共空間提升生活品質。搭配雨水貯留設施回收澆灌，可僅以少量的用水成本取得更高的環境及景觀效益。

茲就植生綠牆類型介紹如下：

畫素型綠牆

以盆器結構區分為單槽式、多槽式、區塊模組式、開放式、不織布、布花園。



台北市士林區華固天鑄——畫素型綠牆



台北市中山區崇實區民活動中心——畫素型綠牆

藤蔓型綠牆

以植物攀附方式區分為懸垂式、吸附式、捲鬚式、旋莖式；以攀附物區分為傳統式 (牆面) 、改良式 (網架結構) ，如右表說明。



台北市大安區台灣大學——藤蔓型綠牆

資料來源：以上皆為編輯團隊攝影

畫素型綠牆分類表

型式	解釋	優點	缺點	國內案例
單槽式	各別盆栽組成	建置成本低	盆器小需時常更換，灌溉不易，維養頻率很高	一般家庭、辦公室
多槽式	連結多個槽盆、統一滴灌	稍能改善灌溉問題，設置美觀	盆器小、需時常更換盆栽，仍有灌溉問題，維護成本高	台北車站百貨
區塊模組式	以 30×30cm 以上之模組盆栽槽連結、統一滴灌	植栽預先種入槽體馴化，植穴空間較大，介質品質良好型美觀	建置需專業廠商，維養須以吊車更換整個植栽槽，成本高	台中勤美誠品
開放式	書架式長條形金屬與椰纖毯為出植栽生長空間、統一滴灌	生長空間寬大而連續，介質品質優良且充足，灌溉容易，抗風性強，維養方便	建置需專業廠商，永久型綠牆應採用不鏽鋼材質，成本較高	台中迪卡儂南屯店、劍湖山世界
不織布	多層不織布開孔成袋狀、再填充良好介質，選取不同植栽種入	以植物種出有生命的自然畫作藝術品，重量輕	建置成本非常高，需要專業維養技術，維養成本計高	台北國家兩廳院
布花園	依經緯線交織而成的 PET 平織布開孔成袋狀、再填充良好介質，選取不同植栽種入	重量輕，可做立體或 360 度設計	建置及維養技術較高，維養成本高	嘉義產業創新研發中心

資料來源：綠牆技術手冊，內政部建築研究所

藤蔓型綠牆分類 - 以植物攀附結構區分表

型式	攀附方法	常見植物
懸垂式	木藤植物自然懸垂	黃金葛、雲南黃馨等
吸附式	不定根或吸盤吸附於牆面	薛荔、爬牆虎等
捲鬚式	由葉片變成的捲鬚纏繞載體	絲瓜、百香果等
旋莖式	以莖直接左旋或右旋纏繞本體	忍冬、大鄧伯等

資料來源：綠牆技術手冊，內政部建築研究所。

藤蔓型綠牆分類 - 以植物攀附結構區分表

型式	攀附方法	國內代表案例
傳統式	直接攀爬牆面，有濕氣附著、纏繞門窗或冷氣等疑慮	台北科技大學土木系館
改良式	間接以細網結構攀爬，更加隔熱，可施作於較高樓層	台北科技大學的綠色大門 台中迪卡儂南屯館

資料來源：綠牆技術手冊，內政部建築研究所。

適用性

畫素型綠牆有立即綠化、可精細設計等優點，但是維養不易、還有環保問題，較適合應用在商業性地標、室內綠牆，作為指標性的綠化工程；藤蔓型綠牆維養容易、較為環保、澆灌需求較少，但是生長時間長、難控制綠覆面積及精細度，由於成本較為便宜，適用在公務單位、學校、辦公大樓、戶外大範圍綠牆。

設計原則

完整之綠牆設計結構包含：畫素型的盆器結構、生長介質、植栽、澆灌系統；以及藤蔓型的載體與系統、生長介質（同畫素）、植栽、灌溉系統與保排水，各項之設計原則說明如下：

(1) 畫素型

盆器結構

功能 畫素型綠牆支撐植栽的結構，可細分為兩部分，支架結構及提供植栽生長空間的盆器。

類型 畫素型綠牆以盆器結構區分為單槽式、多槽式、區塊模組式、開放式、不織布、布花園。

A、單槽式：市面上容易取得尺寸及造型繁多，其共通點為底部開孔排水，易有水土流失，或排水孔阻塞盆內積水導致植栽死亡等問題。

B、多槽式：將單一盆器固定到設計好的支架上，再利用定時自動澆灌系統一澆灌，特點是外型統一，造型美觀。

C、區塊模組式：利用標準化的模組連結而成。模組尺寸較大，可填充較多生長介質。植栽預先植入介質內，並有不織布和頂板包住植栽和介質，防止掉落。模組互相以卡榫固定，有極佳防風性。

- D、開放式：利用鋼架作為立柱，再將約 15 cm 一格的菱形網格焊接到立柱上，在網格及立面上鋪設椰纖毯，可做出連續性的植穴空間。接著將植栽脫盆放入，依需求調整所需要的綠覆率。
- E、不織布：採用不織布為材料的永久型綠牆，利用 C 型鋼或金屬管，將厚度 1 cm 的塑膠板固定到建築物的牆面，再將兩片 0.3 cm 厚的尼龍氈釘到 PVC 板上，在尼龍氈上開孔放入植栽跟生長介質，最後在綠牆上方安裝滴灌管即可。
- F、布花園：採用 PET 材料製成之經線緯線織成的平織布，構成一體成形的雙層結構，並採用全長連通式開放設計，使根系有充足的生長空間。

設計 注意 事項

綠牆結構強度應確保可以承受綠牆的重量，而結構與材料的選用需考慮到腐朽、脆化、鏽蝕等問題，二樓以上高度則需要做抗風測試，以確保其防風性。另外需慎選盆器大小，植栽有足夠的生長空間才能不斷長出新的根毛，保持養分與水的吸收。

生長介質

功能

提供植物生長的介質，具有固定植物、供給養分、空氣與水等功能。

材料 選用

一般土壤太重、太黏，且孔隙率低，導致根部浸潤會導致植物失去呼吸作用，不利根系生長，故綠牆需採用改良孔隙率及營養成份的人工加工介質，常用的人工土壤是以植生輕質土拌肥沃土，以提供適合的孔隙率、肥沃度和土壤團粒結構，並輕量化減少支架的負擔。

設計 注意 事項

無土介質的種類眾多，可照植栽需求混搭使用，分為有機與無機 2 種，其種類與特性如 198 頁表格所示。

	種類	保水性	通氣性	無菌	含肥度	pH 值	輕量化
有機 無土 介質	泥炭土	○	○	○	×	5.5	△
	椰子纖維	○	○	△	×	5.8-6.5	△
	蛇木屑	○	○	×	○	6	△
	稻殼	×	○	△	×	7-8	○
	鋸木屑 或太空 包木屑	○	○	○	△	-	○
	樹皮	△	○	○	×	差異大	○
	蔗渣	○	×	△	○	-	△
	禽畜糞	△	△	△	○	-	△
	水苔	○	○	×	△	5.5	△
無機 無土 介質	植生陶石	○	○	△	×	-	○
	發泡煉石	○	○	○	△	差異大	○
	植生沸石	○	○	○	○	-	○
	晶耀石	○	○	△	×	適中	○
	真珠石	○	○	○	○	6.5-7.5	○
	蛭石	○	○	○	○	7-9	○
	砂	×	○	△	×	-	×
	保綠 人造土	○	○	○	○	-	○
岩棉	○	○	△	×	-	△	

註：○佳 △適中 ×差

資料來源：綠牆技術手冊，內政部建築研究所。

植栽

功能

綠牆的主要功能設施，為提供建築景觀綠化、遮陽、降溫、保水等效果。

植栽 選用

適合室外畫素性綠牆的植物，以耐旱性佳多年生灌木、花草類及蕨類為主。

A、灌木類：麒麟花、斑葉鵝掌藤、鵝掌藤、變葉木、錫蘭葉下株、馬櫻丹、金露花、矮仙丹、芙蓉菊、袖珍椰子等。

- B、花草類：黃斑虎尾蘭、武竹、虎尾武竹、松葉景天、彩葉草、紫背萬年青、繁星花、吊蘭、冷水花、麥門冬、白紋草等。
- C、蕨類：波士頓蕨、山蘇等。
- D、可參考「應用於綠建築設計之臺灣原生植物圖鑑」(內政部建築研究所)

設計
注意
事項

- A、地域性差異：因台灣南北氣候差異，選擇植栽應考慮當地氣候，尤其做為低衝擊開發設施的綠牆以室外為主，例如多肉型景天科植物不適宜北部的冬季，蕨類則不適合冬夏乾溼分明的南部。
- B、馴化措施：雖多數適用植物都具有耐旱、耐曬等特性，但馴化過程通常為求植栽生長快速，會使用遮陰與肥培管理的方式，導致移至外牆時環境差異過大，造成生長不良或枯死，故植物移植前，需循序漸進改變馴化措施，以適應綠牆的生長環境。

灌溉系統

功能

在高溫的氣候下，植物必須經常補充蒸散掉的水分，灌溉水源應盡量利用回收雨水及中水結合雨水貯集系統，以降低自來水之消耗。

類型

- A、滴灌系統：由滴頭滴出，優點是省水，但容易堵塞須注意水質與調節水壓力。
- B、噴霧系統：由噴頭噴灑，優點是安裝經濟，但灌溉效率差，易造成葉面病變。
- C、輔助給水：在綠牆下方設計水池，對根系給水效果不佳，僅輔助性質。

設計
注意
事項

- A、滴灌系統：應考慮壓力調節及水質，以防灌溉不均勻或阻塞，使用中水回收須經常清洗濾網，滴管設在蔽蔭處以防止經紫外線照射而脆化。設計時應考量到維修、更換滴管的方法，避免阻塞後植栽大面積枯萎而必須全面更換。

- B、噴霧系統：噴頭的水壓力須超過 200 Pa 已產生水霧，雖安裝經濟，但因用水量大、土壤不易濕潤，所以噴霧的頻率要求很高，才能確保植物獲得足夠水分。
- c、輔助給水：利用水的蒸發減少葉片的蒸散作用，對根系的效果不佳，但可增添景觀美化。
- d、自動澆灌：設計自動澆灌系統可節省人事成本，又容易控制水量，可採用定時器控制澆灌的時間，室外每日 3~5 L/m²，一般設定清晨水溫較低時為較佳的給水時機，亦可加裝雨量或濕度偵測器，依照土壤的溼度或降雨量來調整澆灌的水量與頻率。
- e、排水：底部設置集水槽接到排水系統或中水回收，依照其形式及現地需求設置。

(2) 藤蔓型

載體與系統

功能 藤蔓型攀爬的結構需要耐久不腐朽，有承載力，不能使用太粗的金屬格架，以免金屬受陽光照射燙傷植物。

類型 藤蔓型綠牆的載體與系統分為保綠藤蔓網、不鏽鋼索、鐵絲網、鐵格柵、玻璃纖維強化塑膠 (Fiber-reinforced plastic, FRP)、鋁架、短期性載具。

- A、保綠藤蔓網：用較細的不鏽鋼索編織成網狀，適合可透光的牆體綠化，陽光透過藤蔓後變得柔和。
- B、不鏽鋼索：以結構為主的不鏽鋼索，可強化建築或設施的結構，但太粗的鋼索易受日照吸熱，導致植栽不敢爬上鋼索。
- C、鐵絲網、鐵格柵：使用鐵絲網或隔柵讓藤蔓攀爬，但鐵絲網未編織無法提供穩定結構。格柵太粗易吸熱，導致藤蔓不敢上去，且鐵製網架長期使用有鏽蝕問題，影響外觀。
- D、玻璃纖維強化塑膠：FRP 導熱性差，但其厚度及寬度不易抽細，使得藤蔓不易纏繞載體，綠化效果不易達成。

- E、鋁架：設計有色彩的鋁架，在藤蔓尚未有良好的綠覆蓋之前，仍有色彩在建築物外表。
- F、短期性載具：利用木條、竹竿作為載具，使用壽命不長。

生長介質

同畫素型。

植栽

功能 綠牆的主要功能設施，提供建築景觀綠化、遮陽、降溫、保水等效果。

植栽選用 在適合的地方種植適合的植栽，可分為下列四項。

- A、懸垂式：百萬心、雲南黃馨、茉莉花、蔓性紫花馬櫻丹等。
- B、吸附式：黃金葛、薛荔、長春藤、愛玉、爬虎藤（地錦）、越橘葉蔓榕等。
- C、捲鬚式：百香果。
- D、旋莖式：忍冬（金銀花）、三星果藤、大鄧伯花等。

設計注意事項 只要植栽選擇適當就能長年穩定生長，因此種植前應確實研究現地條件，陽光、空氣、水、植穴空間、日照強度、風力大小、需水量、落葉性、徒長性、根系發展大小、枝幹粗細、一年生與多年生、疏伐可能性等。

灌溉系統與保排水

功能 在高溫的氣候下，植物必須經常補充蒸散掉的水分，灌溉水源應盡量利用回收雨水及中水結合雨水貯集系統，以降低自來水之消耗。

類型	<p>A、底部給水：在花台底部設置水槽，定是給水和換水，水槽上方以棉線埋入上層土壤中，利用毛細現象從水槽中吸水到土壤，適合在高樓層施作，優點是省水，符合植物上乾下濕的特性。</p> <p>B、滴灌系統：在花台中或土壤鋪設滴管，是最常見的灌溉方式。</p> <p>C、噴霧系統：從藤蔓正面或背面噴霧，也能提供水分給盆栽。</p>
設計注意事項	<p>A、底部給水：此類型成功要件是棉線的吸收效率以及花台土壤的滲透性要好。雖然無阻塞的風險，但毛細現象受制於大氣壓力，一般吸水高度介於 15~20 cm，所以須注意水槽水位與土壤的高度。</p> <p>B、滴灌系統：同畫素型的設計。</p> <p>C、噴霧系統：同畫素型的設計。</p>

整體設計注意事項

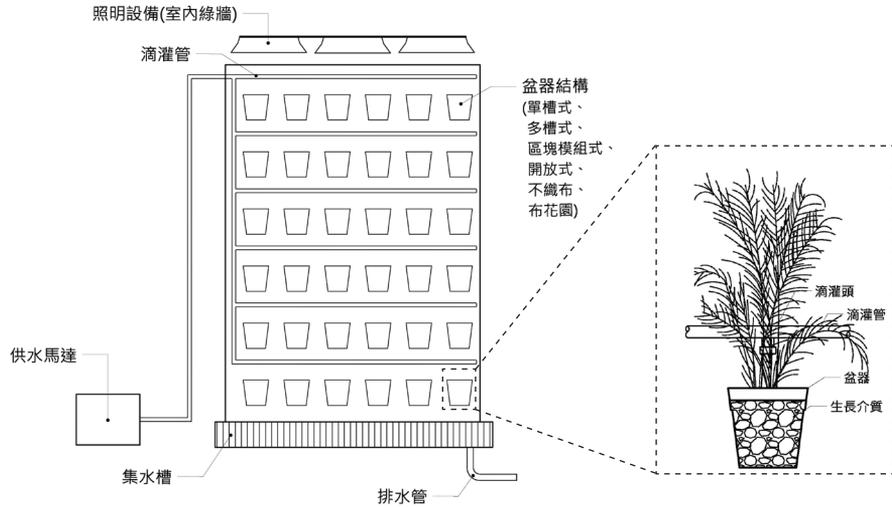
- (1) 選擇綠牆形式及植栽物種時，應廣泛考量環境因素及限制，如地域、面向與氣候，若一味追求景觀效益，可能造成鉅額的維護成本甚至建置失敗。
- (2) 結構與材料的選用需考慮到腐朽、脆化、鏽蝕等問題，且應盡可能使用環保材料，減少廢棄物。
- (3) 設置室外綠牆時，若需要設置於高樓外牆，需考量植栽及載具的抗風能力，以免被風吹落造成危險。

施工注意事項

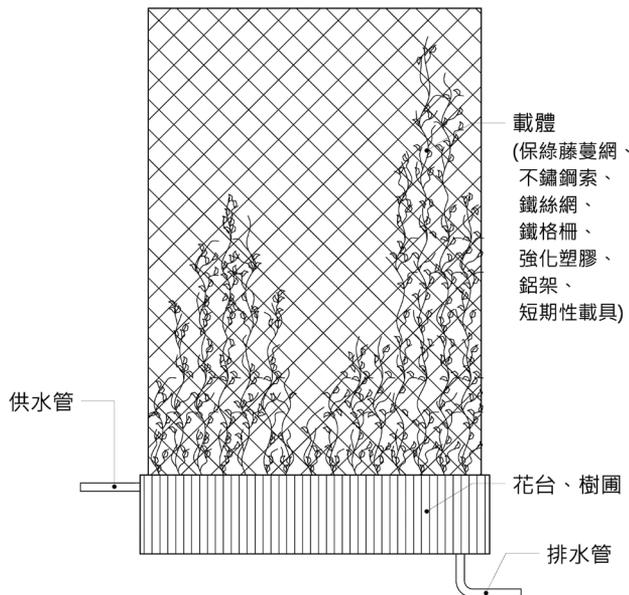
施作過程若需要以吊掛方式作業，應委由專業團隊或廠商執行，並確保載具牢固，高空作業需有完善的人員安全措施。

基本設計圖

植生綠牆的設計隨建築外觀、佈設位置以及景觀需求會有極大差異性，綠牆系統的結構大致如下圖所示。



畫素型植生綠牆結構示意圖及單元細部圖



藤蔓型植生綠牆設計示意圖

建置成本分析

各類型綠牆成本估算如下表所示。

綠牆成本分析表

類型	綠牆型式	施工價格 (每 m^2)	養護需求
藤蔓型	傳統藤蔓型綠牆	1,000 元以下	低
	改良藤蔓型綠牆	3,000-6,000 元	低
畫素型	開放式綠牆	5,000-15,000 元	中
	布花園綠牆	5,000-10,000 元	中
	單槽式、多槽式綠牆	3,000-10,000 元	高
	區塊模組式	10,000 元以上	高

資料來源：綠牆技術手冊 (105 年) · 內政部建築研究所。

使用年限

植生綠牆的使用年限因不同型式或植栽物種而有差異。原則上金屬的載體、框架及灌溉系統可使用 20 年；而塑料製成的盆器及構件由於紫外線及高溫等因素，容易脆化，一兩年即需更換。而植栽部分，單槽式及多槽式像素型綠牆常為暫時型設置，須按月更新植栽；其餘畫素型綠牆的植栽使用年限雖較前者長，仍需要定期更換；藤蔓型綠牆若維養得當，即可視為永久設施。

維護項目、週期與成本

維護項目與週期

有別於多數其他設施，僅需定期檢查是否正常運作，再針對故障部分進行維護，植生綠牆需要投入較大的心力執行經常性的維養工作，除了考量植栽本身的使用年限，對於環境變化也十分敏感。以下分別說明畫素型及藤蔓型綠牆的維養工作。

- A、畫素型綠牆：例行性的總檢查至少每個月一次，工作內容包含「檢查灌溉系統與盆器介質」以及「控制植物生長情況」。

灌溉系統可能因水中雜質阻塞或灌溉不均，需要定期檢查並排除，灌溉水量及頻率需要依據季節做調整。定期檢查盆器內介質流失情況以確保根系生長空間。生長過於茂盛時應進行修剪，若有枯萎或發生病蟲害的植株應盡速更換。

施肥及除蟲作業至少每半年一次，視植栽性質及外觀、色澤給予正確比例液肥，稀釋之液體肥料於灌溉系統施給。

- B、藤蔓型綠牆：藤蔓型綠牆如於建置初期選對植栽，有足厚度的輕質土壤，及通氣排水設計，可降低日後維養頻率及成本。較像素型綠牆容易養護。

例行性的檢查工作需要按月進行，工作內容包括檢查土壤是否積水，以確保水分及肥料能順利到達根部。更換阻塞或脆化的滴灌管確保給水順暢。檢查藤蔓網載具的牢固性以及是否有病蟲害發生。

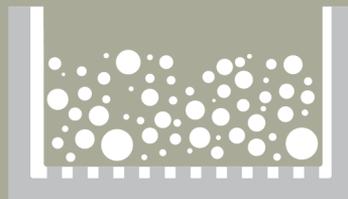
然而藤蔓型綠牆生長速度緩慢，約莫生長 1~2 m/yr，需要三到四年才能達到一定的綠覆率。期間至少半年進行一次植栽養護，內容包含更新、修剪以及施肥。藤蔓植物成長後下部的枝條會木質化，即不會再長出新葉，應定期種植新苗以填補下部空缺的綠覆面積。適度地修剪或伐除木質化的枝藤，騰出空間以利新生枝芽的生長。

維護成本

維護成本因綠牆種類、選用物種及建置場域有極大差異。雖然畫素型綠牆的維護成本在不同案例中有很大的差異，但綜合來說藤蔓型綠牆還是遠低於畫素型綠牆。

礫石槽 GRAVEL CISTERN





設施說明

礫石槽泛指各類以礫石為主體的雨水貯留空間，利用礫石高滲透率且不易遭受侵蝕等特性，達到消能及排水的目的，常作為逕流處理設施的結構元件或連結建築與 LID 設施的方法。依據型式與功能，礫石槽可分為「礫石坑 (Gravel Pit)」、「礫石溝 (Gravel Channel or Gravel diaphragms)」及「礫石樁」三種型式。礫石槽施作容易，且尺寸及形狀可隨設施需要做靈活調整，同時兼具景觀營造功能。

茲就各類型礫石槽分別說明如下：

礫石坑

礫石坑的功能包含「逕流消能」及「短延時降雨雨水貯集」。在水流消能方面，礫石坑常用於承接屋簷水以及生態滯留單元的前處理設施，憑藉礫石不易侵蝕的特性，減少匯集後的水流所造成的水土流失；在雨水貯集方面，礫石具有較好的透水性，發生短延時強降雨事件時，利於快速入滲以消弭地面積水。

礫石溝

礫石溝為連結建物與 LID 貯水設施的方法之一，其主要目的在於收集基地內的漫地流，同時可以導（排）水。相較於其他排水設施如排水溝及草溝，礫石溝具有施工便利的特性，可小規模施作，且不會對地貌造成重大影響。當水流在礫間行進時流速及衝擊力皆會受削減，除了可以在短時間內延緩出流量，亦可適應較大的縱向坡降。



桃園市龜山區文青水資源
回收中心步道緣礫石溝



新北市中和區員勝公園
停車場緣礫石溝

資料來源：(左)(右)編輯團隊攝影

礫柱樁

礫柱樁係指鑿出深井並填入高滲透性的礫石，提高透水係數增加入滲率及含水量，將地表水快速導入地層，進而將補注地下水。若將礫柱樁設置於滯洪設施中，可加快設施內水體排除，以強化滯洪設施的防洪能力。



台中市霧峰區水利規劃試驗所之礫柱樁

資料來源：都會區地下含水層滯洪效益研究，許少華，2015

適用性

礫石坑及礫石溝常作為其他 LID 設施的基本組成結構，屬於較輕量化的工法，可隨靈活的因應基地條件或需求，施作時可避免使用重型機具，且可作為景觀營造的工法，適合用於公園綠地或建物的庭院。主要功能在於排水及消能，若基地保水能力有限，仍須配合地下貯水設施與滯洪池。

礫柱樁的適用性則取決於地質條件。砂質礫土的透水性佳，可促進滯洪池蓄水量補注地下水，故此工法較適用於以砂質礫土為主的區域。

設計原則

典型的礫石槽包含礫石坑及礫石溝兩種形式，其主要結構包含礫石層及土工織布，隨設置環境條件及設置目的，加入出流設施及支撐結構。

礫石柱為礫石槽的一種特殊形式，由樁頭的濾袋及樁體組成。

礫石層 (gravel)

- | | |
|---------------|--|
| 功能 | 礫石層即為礫石槽的主要構成。礫石間隙可作為雨水貯集空間，並增加逕流入滲效率。減緩水流速度達到消能效果，過濾入流水中的枯枝樹葉及廢棄物。穩定槽體幾何形狀，抑制側邊崩落，提供上方載重。 |
| 材料選用 | 選用粒徑 2~10 cm 的礫石，並確保其孔隙率。另外可依據景觀需要選擇粒徑。 |
| 設計注意事項 | 礫石槽用途廣泛，需詳細釐清設置目的及環境條件，使得決定粒石層之深度、幾何形狀與礫石粒徑。若設施鄰近建築或其他結構物，深度不宜超過 50 cm。 |

出流設施 (underdrain/overflow facilities)

- | | |
|-----------|--|
| 功能 | 當基地內地質透水性差時，確保在一定時間內將槽體的水引導至排水系統或貯水設施，以維持設施入滲能力，以在降雨場次較為密集時發揮功能。 |
| 型式 | <p>A、排水管：將滲透管設置於礫石溝末端或礫石坑底部，再以硬質輸水管連接至排水系統或其他容積較大之貯水設施。多孔排水管的開孔孔徑必須小於礫石粒徑避免礫石進入造成阻塞，輸水管坡降必須大於 0.5%。</p> <p>B、溢流口：礫石槽若鄰近排水系統，可以透過自由溢流方式流入排水系統，銜接處須設置格柵且孔口必須小於礫石粒徑以免礫石流失。若欲將水排入周遭空地，應最大限度拉長溢流線避免水匯聚後衝擊力提升造成土壤侵蝕。</p> |

設計注意事項 | 設計排水管管徑、溢流口寬及出水高度時，仍須考量保水目標，若排水速度過快則失去保水功能。

樁頭濾袋 (geotextile filter)

功能 | 將地表逕流導入樁體，應避免地表逕流所挾帶大量的細顆粒泥砂堵塞樁體，以延長礫柱樁的壽命。

設計尺寸 | 總長約 130 cm，地表以上 30 cm 口徑約 10 inch (25 cm)，地表下的 100 cm 口徑約 6 inch (15 cm)。

材料選用 | 濾袋材質選用透水率透為 0.4 cm/s 的透水織布；填充物部分，地表上 30 cm 為石英砂，地表下 100 cm 為 2 分石 (7.5~10 mm)；透水網管的透水率為 1~10 cm/s。

設計注意事項 | 透水織袋設計應便於取出清洗或更換，以延長礫柱樁壽命。

樁體 (body of gravel column)

功能 | 穿透低滲透性的土層，提升入滲速度。

設計尺寸 | 洗淨 6 分石 (20~30 mm)

設計注意事項 | 樁體設置深度須考量低滲透性土層位置，且深度必須高於平均地下水位。樁體直徑建議為現有頂擊式鑽堡鑽機最大鑽孔之孔徑，8 inch (約 20 cm)，該尺寸能同時滿足滲透效果、結構穩定性及施工可行性。

整體設計注意事項

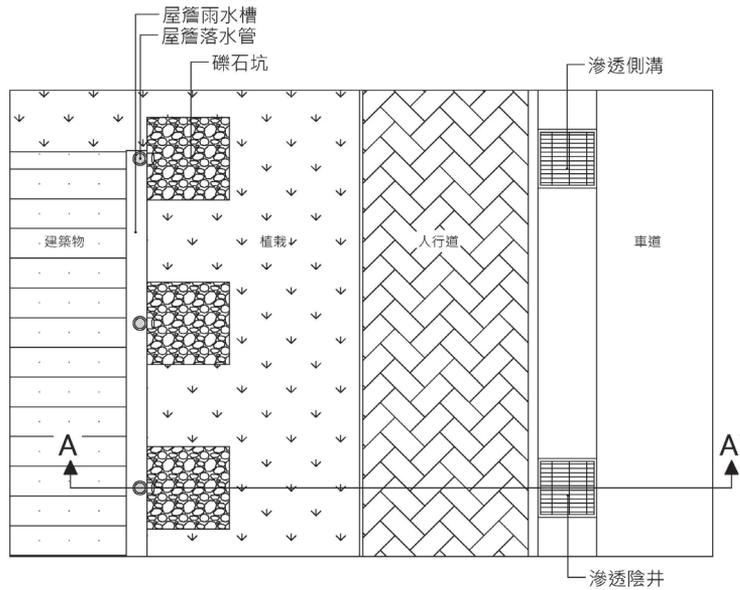
- (1) 設計前應進行完善的地質調查，包含地質的垂向分布以及含水層深度，以便充分了解現地入滲能力。
- (2) 評估設置區域的空間使用情形，避免地表層之踐踏及擠壓等破壞行為造成槽體變形或堵塞。
- (3) 細顆粒泥砂將嚴重減損礫石槽壽命，應評估集水範圍內土壤流失情形。
- (4) 若礫石槽鄰近綠地，應注意周圍植草情形，避免邊緣土壤侵蝕。

施工注意事項

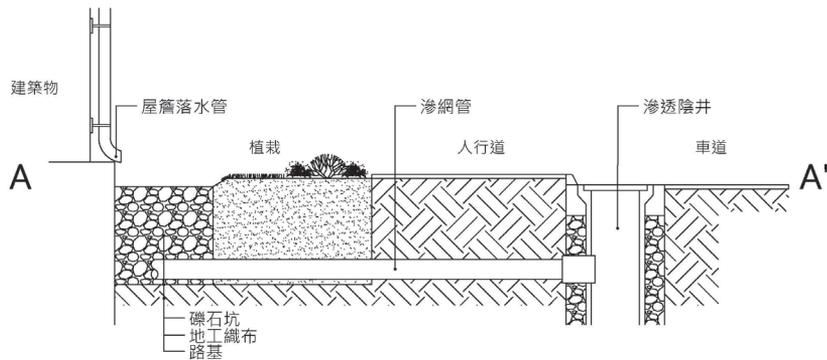
- (1) 礫石坑及礫石溝開挖階段應注意鄰近結構物（如房舍、停車場等）的載重需求並予以支撐，避免造成結構損壞。
- (2) 回填礫石應注意控制速度不宜過快，並分層夯實，確保礫石堆疊結構穩定。
- (3) 礫石需要洗淨後方可填入。

基本設計圖

礫石坑常用以消弭屋頂落水動能，並在短延時雨場發揮暫時雨水貯集的功能，並逐漸入滲，可有效減少地表逕流及土壤侵蝕。若設置地區的降雨型態或地質條件致使礫石坑來不及退水而失去機能，則可搭配其他排水設施。配置示意如下圖所示。

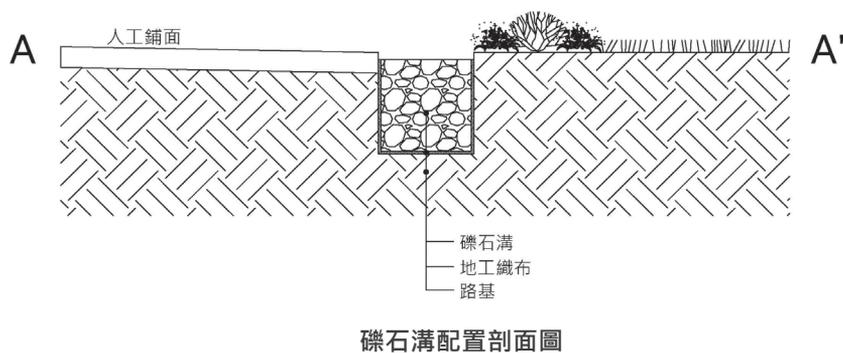
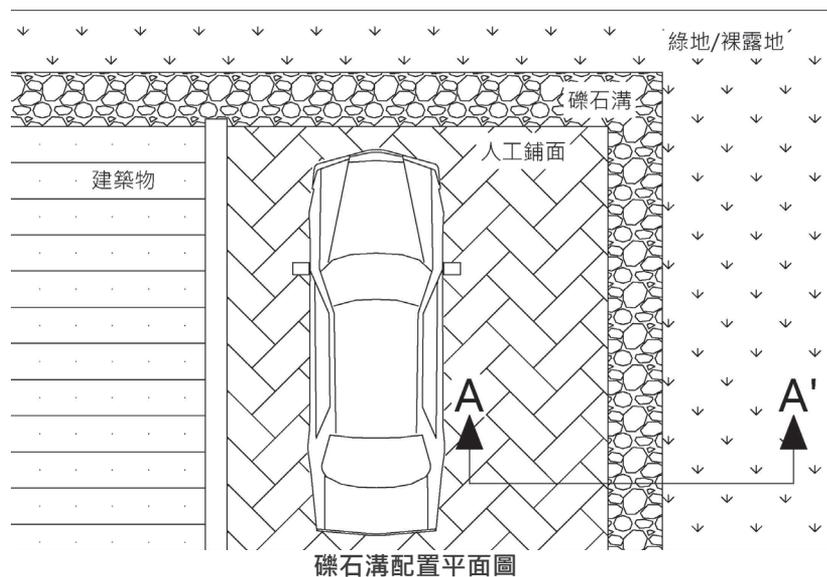


礫石坑配置平面圖

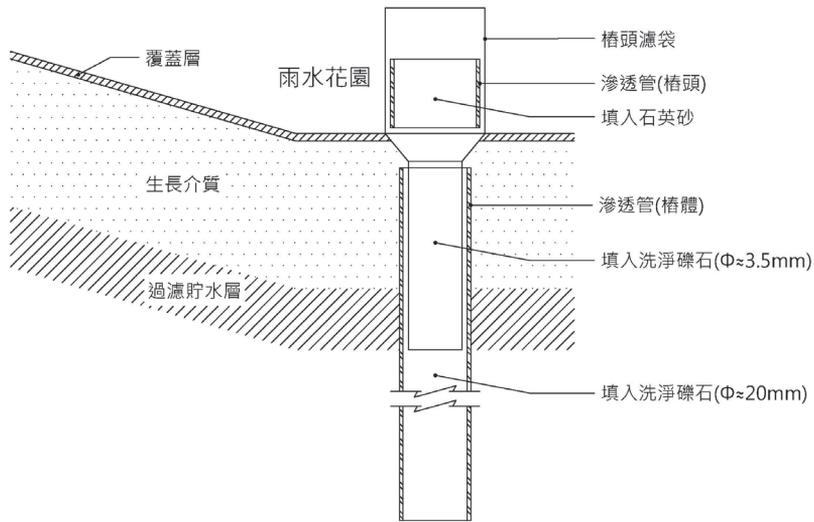


礫石坑配置剖面圖

礫石溝可設置於不透水鋪面周圍，如步道、停車場，用以將雨水限制於基地內，達到保水效益。如下圖所示。



礫柱樁為入滲輔助設施，常設於雨水花園中，由滲透管及樁頭濾袋填入礫石及石英砂組成。結構如下圖所示。



礫柱樁結構剖面圖

建置成本分析

礫石坑及礫石溝成本分析表

工料名稱	單位	數量	單價	複價
挖方及回填夯實	m^3	2.0	40	80
210kg/cm ² 混凝土	m^3	0.10	2,540	254
土工織布 (TH=2mm)	m^2	2.00	40	80
過濾貯水層·碎石級配	m^3	1.00	790	790
HDPE 透水管 (Ø10cm)	m	1.00	550	550
PVC 管 (4inch)	m	1.00	180	180
技術工	工	0.20	2,500	500
零星工料及耗損	式	1.00	20	20
總價 (元 / m^3)				2,454

註 1：成本可能因材料選擇及設施尺寸不同有所差異。

註 2：建議單價參考 107 至 109 年資料。

礫柱樁成本分析表

工料名稱	單位	數量	單價	複價
地工織布 (礫柱樁型)	式	1.00	1,200.00	1,200.00
10" 透水網管 (全透式)	m	0.30	1,080.00	360.00
6" 透水網管 (全透式)	m	1.00	550.00	550.00
抗沖蝕網袋	式	1.00	40.00	40.00
網管固定鋼扣	式	2.00	300.00	600.00
固定鋼釘	式	3.00	250.00	750.00
石英砂	kg	20.00	6.00	120.00
2 分碎石	m ³	0.025	790.00	20.00
鑽堡機具動員費	式	1.00	30,000.00	30,000.00
技術工	工	2.00	3,000.00	6,000.00
小工	工	4.00	1,600.00	6,400.00
油料	式	25.00	260.00	6,500.00
鑽頭及套管損耗	式	25.00	300.00	7,500.00
機具損耗及零星工資	式	25.00	30.00	750.00
廢土清運	式	25.00	14.00	350.00
6 分碎石	m ³	0.63	790.00	498.00
總價 (元 / 式)				61,638

註 1：成本可能因材料選擇及設施尺寸不同有所差異。

註 2：建議單價參考 107 至 109 年資料。

使用年限

礫石槽的損壞因素主要來自細顆粒泥砂淤積，若集水範圍內土壤流失控制得當且無大量落塵，礫石槽一般的使用年限約可達 25 年。

維護項目、週期與成本

維護項目與週期

礫石槽的功能會隨細顆粒泥砂淤積而衰減，需要適時清淤以確保排水速度。

- A、礫石坑及礫石溝：每五年將礫石挖出清洗後回填；同時檢查地工織布及其他設施，如滲透管及地工織布的完整度，並視情況更換。平時則按月清理槽體表面的枯枝殘葉及其他廢棄物。
- B、礫柱樁：需要維護的項目為樁頭濾袋，每年檢查入滲率，若與設置初期差距甚遠，則需取出濾袋，清洗內部 2 分石 (7.5~10 mm) 並更換石英砂。

維護成本

- A、礫石坑及礫石溝：挖方、清洗及回填夯實之人力成本，約新台幣 1000 元 /m³。
- B、礫柱樁：更換樁頭濾袋之材料及人力成本，每口礫柱樁約新台幣 3000 元。

設施保水量

保水指標

永續環境生態指標

4

水環境低衝擊開發設施
評估指標

LID 設施導入都市空間的最大目標為發揮源頭管理，以負擔部分既有設施基礎逕流容受量及永續環境經營要求。因此，指標操作在兼顧保水及環境永續考量下，應同時隱含保水量（量）及環境環境（質）永續表現。考量指標訂定後之操作執行應能最大化使用族群，友善不同專業領域（建築、景觀、水利與都市設計），使 LID 設施之推廣能產生最大效益。

水環境低衝擊開發設施評估指標訂定原則如下：

- (1) 簡便且易於計算操作，以利不同專業領域業管人員、開發單位參考與遵循。
- (2) 應兼顧開發基地之保水量體及環境永續要求。
- (3) 需考量開發基地之開發程度、實際開發行為與土地使用類型等因素，以提升可操作性。
- (4) 應考量與現行法規之關係，在實務推動上相輔相成。

承上，本手冊將水環境低衝擊開發設施評估指標分為 2 類：

- (1) 保水指標：依開發基地內各類 LID 設施累計之保水積分予以計算。
- (2) 永續環境指標：基地地面層應需滿足一定永續環境面積，以兼顧提升生態環境、改善微氣候之功能。

本指標係基於開發基地內 LID 設施保水貯留以及洪峰消減能力是否可達目標量體而訂定，故不論面積大小均可適用，可以開發區或建築基地為對象進行評估。

設施保水量

本手冊涵蓋之低衝擊開發設施，其建議之深度如 " 各類設施保水量估算公式表 " 所示，設施保水量為保水指標計算之基礎，設計者若採用不同深度時而導致單位保水量發生變化，應重新計算相對應之 LID 保水指標。

各類設施保水量估算公式表

低衝擊開發設施	保水量推算公式	單位面積保水量 V (m ³)	變數假設
生態滯留單元 / 雨水花園	$V=(H+h1\times P1+h2\times P2)\times A$	0.3	H : 15cm、h1 : 40cm P1 : 25%、h2 : 20cm P2 : 25%
樹箱過濾設施	$V=(H+h1\times P1+h2\times P2)\times A$	0.375	H : 10cm、h1 : 40cm P1 : 25%、h2 : 70cm P2 : 25%
綠屋頂	$V=h1\times P1\times A+L$	0.07	h1 : 40cm、P1 : 25% L : 0.04m ³
綠牆	$V=h1\times P1\times A$	0.025	h1 : 10cm、P1 : 25%
植生溝	$V=(h1\times P1+h2\times P2)\times A$	0.075	h1 : 10cm、P1 : 25% h2 : 20cm、P2 : 25%
透水鋪面	$V=h2\times P2\times A$	0.175	h2 : 50cm、P2 : 25%
雨水桶	$V=H\times A$	1	H : 100cm
滲透陰井 / 滲透側溝 / 滲透管	$V=h2\times P2\times A$	0.025	h2 : 10cm、P2 : 25%
礫石槽	$V=(H+h2\times P2)\times A$	0.225	H : 10cm、h2 : 50cm P2 : 25%
雨水積磚	$V=H\times P0\times A$	0.95	H : 100cm P0 : 95%
變數說明： A：設施面積、H：蓄水深度、h1：介質深度、h2：碎石深度、P0：蓄水層孔隙率、P1：介質層孔隙率、P2：碎石層孔隙率、L：蓄保水層保水體積。			

註：1. 設施各結構深度為建議之標準尺寸，可依需求進行調整。

2. 此處保水量不包含土壤入滲及植栽吸收之水量。

3. 保水量會因結構深度調整而改變。

保水指標

評估指標主要透過各類設施單位面積保水積分及其設置面積之乘積與基地面積關係，決定其保水指標是否符合標準。計算式如下所示：

$$WS = \sum_{i=1}^n PV_i \times La_i \geq A$$

式中， WS ：水環境低衝擊開發設施保水指標；

i ：第 i 類低衝擊開發設施；

PV_i ：第 i 類低衝擊開發設施保水積分（分/ m^2 ）；

La_i ：第 i 類低衝擊開發設施設置面積（ m^2 ）；

A ：開發區或建築基地評估面積（ m^2 ）。

LID 設施保水積分之物理意涵為「在某特定目標保水量體下，每單位面積 LID 設施可負擔之不透水面積地表逕流量」，保水積分應大於開發區或建築基地評估面積 A 。例：依各類設施保水量估算公式一覽表之結構尺寸，在建築技術規則第 4-3 條所定之 0.045 （ m^3/m^2 ）標準下，每單位面積之生態滯留單元可對應收集 $6.67m^2$ 之地表逕流量，當標準改變則其積分將隨之變動（參閱第 171 頁「各類低衝擊開發設施保水積分推估表」）。由上述對應關係，可簡易便捷地設計組合不同 LID 設施，以評估建築基地可否滿足目標保水量體之需求。

故保水積分主要視基地目標保水量決定，不受基地大小、坐落區域配置、開挖率之限制，可供設計者以較簡易之方式評估基地內利用多少 LID 設施可滿足保水量體之要求。惟設施保水能力所達成之減洪效益，受設施系統與其集水面積間連接方式之影響，應透過相關設計手法達成，並以模式模擬驗證，以確認設施功能可發揮。

各類低衝擊開發設施保水積分推估表

低衝擊開發設施	單位面積保水量 $V(m^3)$	保水積分 ($V/0.045m^3$)	保水積分 ($V/0.060m^3$)	保水積分 ($V/0.105m^3$)
生態滯留單元 / 雨水花園	0.3	6.67	5.00	2.86
植生溝	0.075	1.67	1.25	0.71
樹箱 / 過濾設施	0.375	8.33	6.25	3.57
綠屋頂	0.07	1.56	1.17	0.67
滲透側溝 / 滲透陰井	0.025	0.56	0.42	0.24
透水鋪面	0.175	3.89	2.92	1.67
礫石槽	0.225	5.00	3.75	2.14
雨水積磚	0.95	21.11	15.83	9.05
雨水桶	1	22.22	16.67	9.52

- 註：1. 單位面積保水量採第 221 頁「各類設施保水量估算公式及保水量一覽表」之數值。
 2. 綠屋頂因不接收設置面積以外之逕流，其保水積分最大值為 1。
 3. 單位面積保水量及保水積分會隨結構尺寸改變而調整。

同一種 LID 設施，不同影響變因（例：調整孔隙率及貯水層深度）會產生不同保水量，具變動可能性，故本手冊僅提供 1 個基本標準，設計者可依現地環境、建物需求及施工可行性調整。

惟目前建築技術規則第 4-3 條規定新建、改建或增建建築物應設置雨水貯留設施，其貯留量體為 $0.045 m^3/m^2$ ，故需審慎思考其與本手冊建議之基地保水量體之關係。

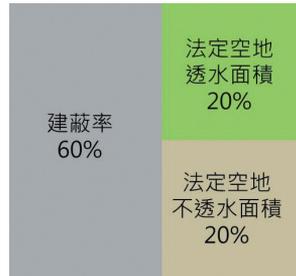
本手冊參酌 78 個都審案例（臺北市、新北市、臺中市及高雄市）之各類土地使用分區保水量分析成果，將保水量標準訂定為「建築技術規則之雨水貯留量 + 各土地使用分區之 LID 保水量容受度」。各類土地使用分區保水量容受度分析成果如下表所示。

各類土地使用分區保水量容受度分析成果一覽表

分區	住宅區	商業區		產業專用區
		其他商業區	商四、商五	
LID 設施保水量容受度分析	60mm	50mm	40mm	50mm

永續環境生態指標

根據「建築技術規則建築設計施工編」第 305 條規定：「建築基地應具備原裸露基地涵養或貯留滲透雨水之能力，其建築基地保水指標應大於 0.5 與基地內應保留法定空地比率之乘積」，代表法定空地應至少有 50% 以上之透水面積，唯此透水面積非一定指落水可下滲至原土壤能力之面積。



因 LID 設施具減洪、提升生態環境、改善微氣候、節能減碳、水資源利用及都市美化的之目標，故水環境低衝擊開發設施評估指標亦應將「基地地面層亦應達到一定透水面積以滿足永續生態環境」列入考量。

永續環境指標之評估指標計算式如下所示。主要透過各類生態設施保水量與保水深度及基地開發面積關係，決定其永續環境指標是否符合標準。

$$SE = \sum_{i=1}^n LV_i \geq S_d \times A$$

式中，SE：水環境低衝擊開發設施永續環境指標；

i：第 i 類低衝擊開發設施；

LV_i ：第 i 類低衝擊開發設施保水量 (m^3)；

S_d ：永續環境需求保水深度 (m)；

A：開發區或建築基地面積 (m^2)。

本手冊列舉生態滯留單元 / 雨水花園、綠屋頂、植生溝、樹箱過濾設施、透水鋪面、雨水桶與滲透側溝 / 滲透陰井等 7 種 LID 設施。前 5 項兼具保水能力與其他多元生態功能，後 2 項嚴格而言較不具維護永續環境之功能 (無法入滲涵養地下水、進行景觀營造與調節微氣候)。基此，在減低開發所伴隨環境衝擊考量下，應增加永續生態表現度的思維，要求各土地使用分區必須有部分保水量體透過具永續生態價值之 LID 設施實踐，以突顯 LID 設施功能。

因不同土地使用分區之建蔽率並不相同，代表各自可供施作之法定空地比例亦不相同，而 LID 設施容受力分析成果顯示不同使用分區之基地保水容受度介於 40~60 mm，故推動初期建議「永續環境指標保水量（原各分區容受力的 80%）」分別為：住宅區 48 mm、其他商業區 40 mm、商四及商五商業區 32 mm、產業專用區 40 mm（如下表所示）。

低衝擊開發設施保水量及永續生態表現規範一覽表

分 區	住宅區		商業區				產業專用區		
	環境永續表現規範	保水深度	其他商業區		商四、商五		環境永續表現規範	保水深度	
			環境永續表現規範	保水深度	環境永續表現規範	保水深度			
LID 保水量容受度分析	6cm		5cm		4cm		5cm		
LID 設施	生態滯留單元 / 雨水花園	≥80%	4.8cm	≥80%	4.0cm	≥80%	3.2cm	≥80%	4.0cm
	植生溝								
	樹箱過濾設施								
	綠屋頂								
	透水鋪面	LID 保水指標							
	礫石槽								
	雨水積磚								
	雨水桶								
其他設施： 非屬 LID 之貯存空間 / 非屬筏式基礎坑之 地下貯留空間	滲透側溝 / 滲透陰井								

範例

以基地面積 1,000 m² 新建案為例 (如右圖所示) 。採用第 221 頁「各類設施保水量估算公式及保水量一覽表」與第 225 頁「低衝擊開發設施保水量及永續生態表現規範一覽表」進行 LID 設施之配置，觀察上述規定是否合宜。

基地面積：1000m² 建蔽率：50%

設計建蔽率：40% 開挖率：68%

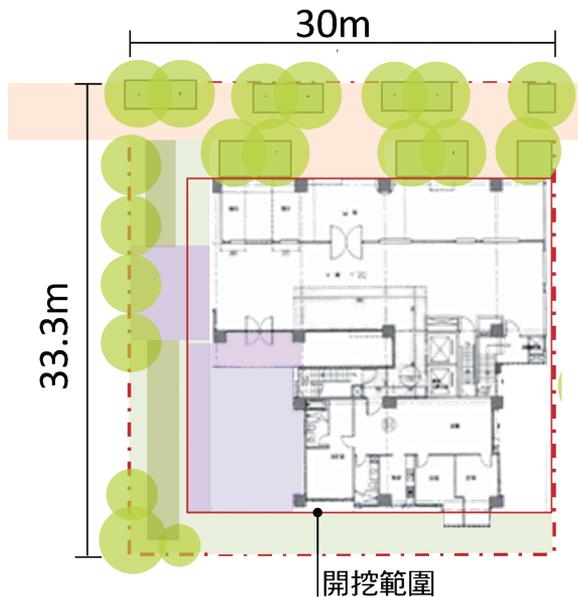
屋頂面積：380m²

屋頂綠化面積：380m²×45% = 170m²

需保水量：1000m²×0.06m = 60m³

生態 LID 設施需保水量：1000m²×0.048m = 48m³

生態 LID 設施	面積 (m ²)	單位保水量 (m ³)	設施保水量 (m ³)
生態滯留單元	36	0.3	10.80
綠屋頂	170	0.07	11.90
透水鋪面	130	0.175	22.75
植生溝	43	0.075	3.23
基地總保水量 (m ³)			48.68



住宅區之永續環境保水量要求為 48 m^3 ，經由計算，透過設置生態滯留單元、植生溝、透水鋪面等 3 項地面層設施加上綠屋頂，總保水量可達到 48.68 m^3 ，符合住宅區之永續環境保水量要求。

若將綠屋頂之生長介質由 10 cm 置換成 30 cm，則其保水量可達 22.1 m^3 ，而地面層設施對永續生態指標之需求保水量則可降至 25.9 m^3 ，顯見要達成上述永續環境保水量之規定尚屬合理，且亦涵容多元設計配套方式。

本手冊提出之水環境低衝擊開發設施評估指標，兼顧開發基地整體出流觀點與生態環境，故包含保水指標外與永續環境指標，以避免開發商僅採用保水效益高而永續環境效益低之設施（如雨水桶），或利用建築物筏基儲水，減少施作地面或屋頂具生態效益之 LID 設施面積。在符合保水指標及永續環境指標之要求下，開發基地內之設施可依開發商使用需求或設計理念自由搭配。

5

低衝擊開發設施與
下水道系統連結

LID 設施與都市排水系統之連接，均應由外而內、由低而高，先確認設施所在基地外與都市排水系統連接處是否有足夠高程銜接，再往基地內判斷可用何種配置模式。茲分別就開發基地及道路人行道兩種型態的 LID 設施與都市雨水下水道系統連接設計說明如下：

開發基地示範

開發基地之 LID 設施與雨水下水道系統連接設計流程，如右圖所示。

設計流程

(1) 高程可以配合

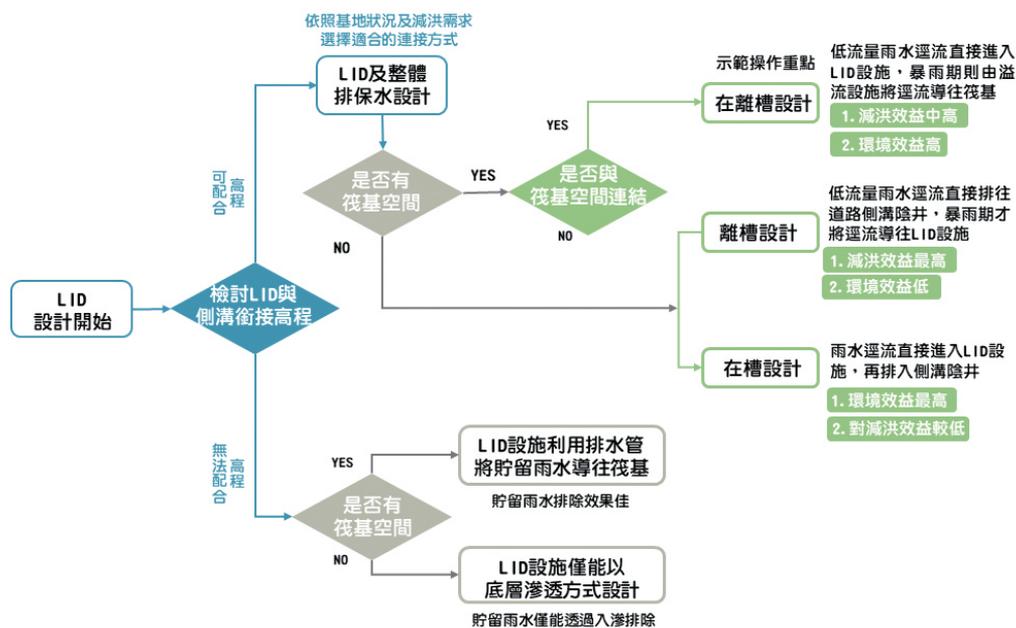
先檢視開發基地內有無筏基或地下貯留空間，若無筏基或地下貯留空間，代表基地內地表逕流經 LID 設施貯集滯留後，直接排往基地外側溝，此類情形下，LID 設施可採離槽或在槽設計，說明如下：

- A、離槽設計：低流量時雨水逕流直接排往基地外道路側溝陰井，暴雨期高流量時才將逕流導往 LID 設施；惟流量過大時，仍可由 LID 設施溢流口溢流直接導往基地外道路側溝陰井。此種設計方式之減洪效益最高，但環境效益低。
- B、在槽設計：雨水逕流均直接導往 LID 設施貯集滯留，當流量過大時，可由 LID 設施溢流口溢流直接導往基地外道路側溝陰井。此種設計方式之減洪效益最低，但環境效益最高。

若基地內有筏基或地下貯留空間，則 LID 設施可與筏基或地下貯留空間連結，採在離槽設計方式，即低流量雨水逕流直接進入 LID 設施，暴雨期則由溢流設施將逕流導往筏基蓄存。以基地而言，相較於無筏基空間可供連結者，此種設計方式之減洪效益屬中高，環境效益亦屬高。惟若 LID 設施不與筏基或地下貯留空間連結，則其設計方式就回歸單純之離槽或在槽方式設計。

(2) 高程無法配合

若高程無法配合，則視開發基地內有無筏基或地下貯留空間，若有，則 LID 設施之排水管可直接與其連結，配合動力方式排除蓄存之水量。但若無筏基或地下貯留空間，因 LID 設施主要透過下方埋設之排水管排除蓄存逕流，當開發基地高程無法配合，排水坡度受限，即使淺層的 LID 設施也無法有效外排，故 LID 設施僅能以底層滲透方式設計，透過入滲及蒸發散方式排除蓄存水量，惟此類設施應視設置處下方土壤滲透能力決定設置深度，若透水性不佳，建議以淺層設計為原則。



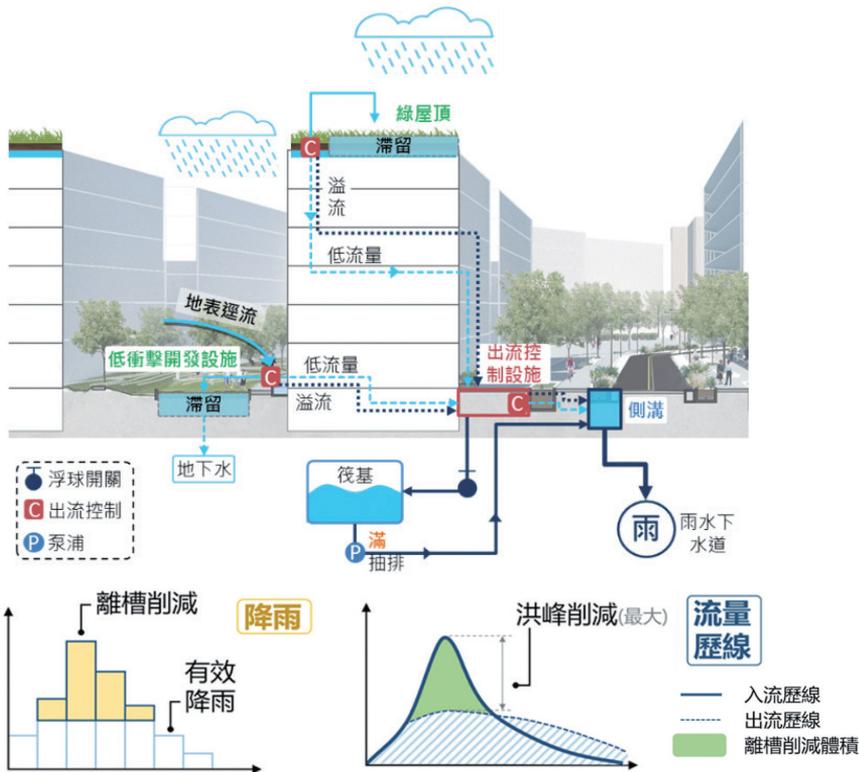
開發基地之 LID 設施與下水道系統連接設計流程圖

開發基地 LID 設施各類貯留型式連接設計

(1) LID 設施離槽式設計

LID 設施離槽式設計係當發生低流量雨水逕流時，開發基地內之地表逕流透過水路收集，先排入基地內末端集水井後，直接排往道路側溝（集水井）；發生高流量雨水逕流時，會由入流控制設施之溢流堰導往 LID 設施；而若逕流量持續增加，且基地內有地下貯留設施（筏基），則可由基地內末端集水井溢流至地下貯留設施（筏基），並配合動力抽排排至道路側溝（集水井）。如下圖所示。

由於離槽式設計於高流量雨水逕流發生時，方將逕流排入 LID 設施及地下貯留設施（筏基），可有效削減洪峰，減洪效益最高；但因低流量直接排入側溝，對於降雨初期污染（first flush）無淨化效用，除減洪外，較無環境效益。

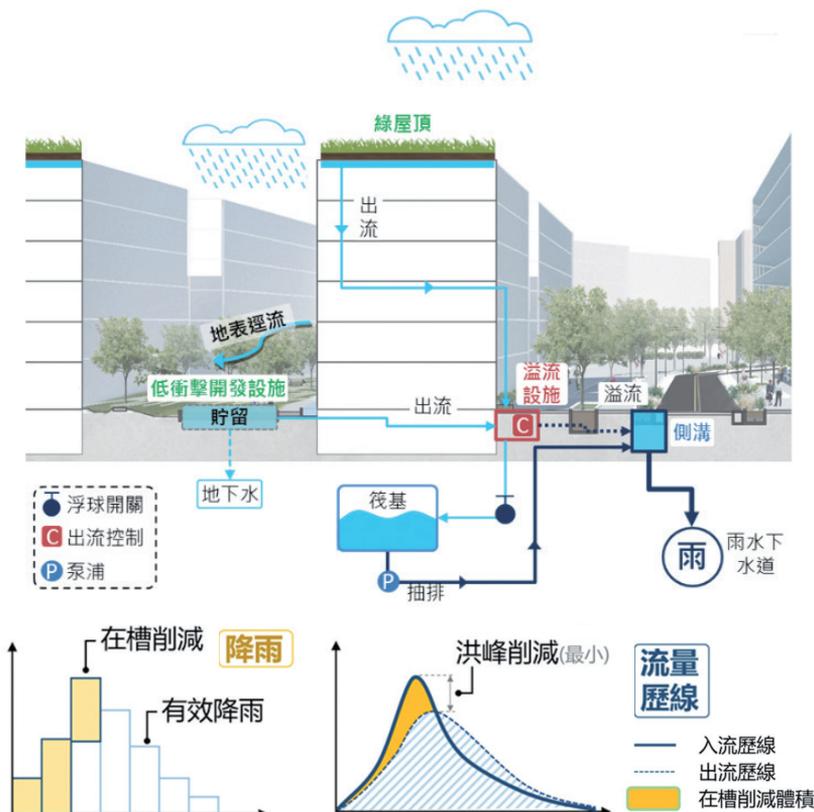


開發基地 LID 設施離槽式連接設計系統示意圖

(2) LID 設施在槽式設計

LID 設施在槽式設計係指開發基地內之地表逕流均直接進入 LID 設施，再排往開發基地內收集水路與末端集水井，基地內若無地下貯留設施（筏基），末端集水井之水量直接排入基地外道路側溝；若基地內有地下貯留設施（筏基），則可將 LID 設施貯留水量排往地下貯留設施（筏基），並配合動力抽排排至道路側溝（集水井）。如下圖所示。

由於在槽式設計於降雨初期，地表逕流即進入 LID 設施或地下貯留設施（筏基），導致洪峰流量時可蓄存水量空間減少，洪峰削減成效較低；但因開發基地內之地表逕流均直接直接排入 LID 設施，對於降雨初期污染（first flush）有淨化效用，環境效益較高。

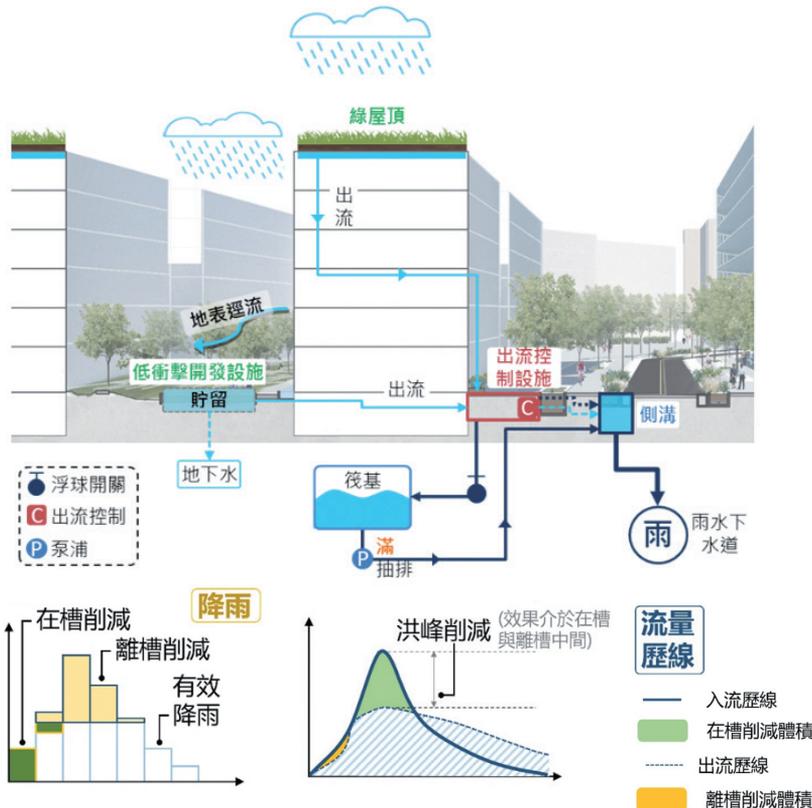


開發基地 LID 設施在槽式連接設計系統示意圖

(3) LID 設施在槽式結合地下貯水設施 (筏基) 離槽式設計

LID 設施在槽式結合地下貯水設施 (筏基) 離槽式設計，係於發生低流量雨水逕流時，開發基地內之地表逕流利用收集水路直接排入 LID 設施；發生高流量雨水逕流時，將低於溢流水位之逕流量排入 LID 設施，高於溢流水位之逕流量則排往基地內末端集水井，並配合動力抽排排至道路側溝 (集水井)。如下圖所示。

在離槽式設計貯留型式集結前兩者之優點，低流量雨水逕流直接流入 LID 設施，經貯留過濾後之水體可直接排入道路側溝，暴雨期的高流量則溢流往地下貯留 (筏基)，藉由此種設計讓初期雨水皆能進入 LID 設施達到與在槽系統相同的環境效益，而高流量發生時，則將逕流排入地下貯留設施 (筏基)，亦可有效削減洪峰，可兼顧環境效益與減洪效益。

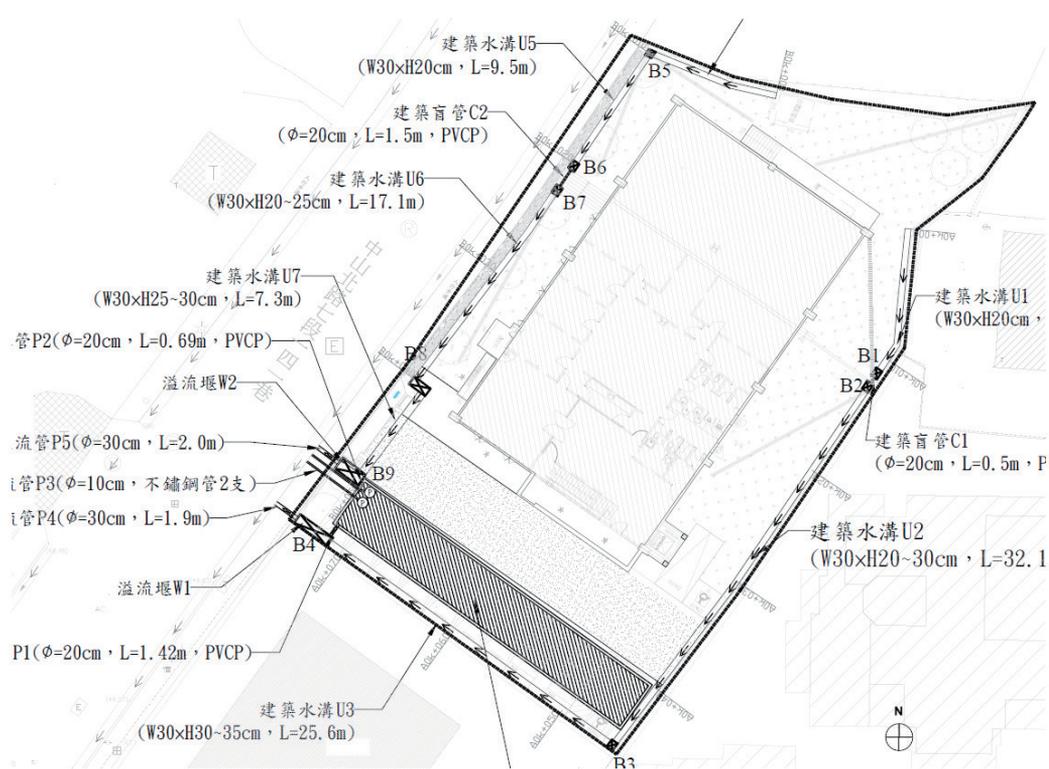


LID 設施在槽式結合地下貯水設施 (筏基) 離槽式連接設計系統示意圖

設計示範案例

基本資料與排水分區

開發基地的案例示範以實際新建工程為例，基地現況地形為東北高西南低，基地內既有側溝（建築水溝）分布於西北側及東南側邊界，水路出流點位於基地西南側，並透過地下貯留設施（雨水滯留池）和泵浦控制出流量。示範案例現況排水系統如下圖所示。

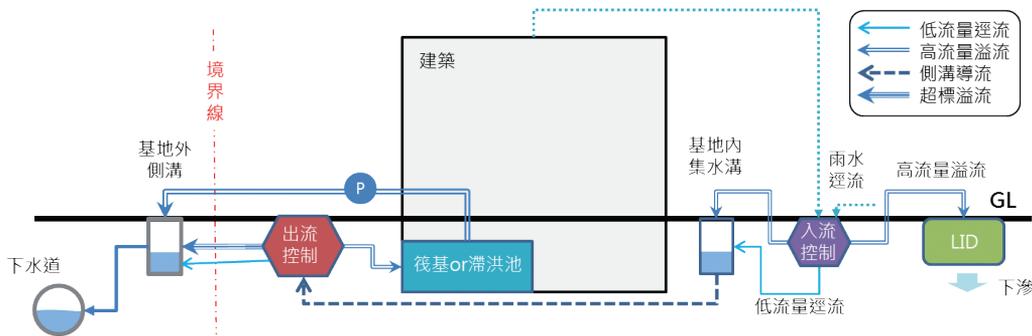


開發基地示範案例排水系統示意圖

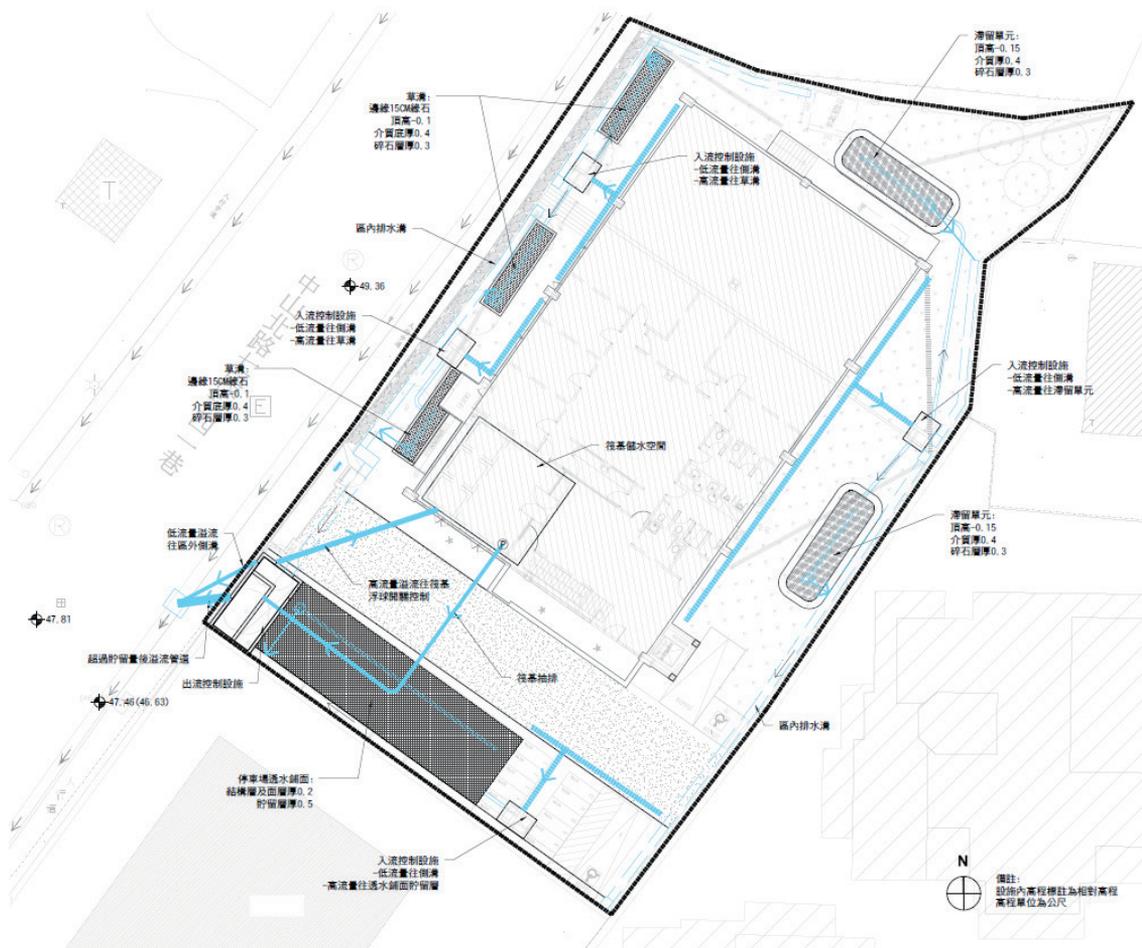
型態一、開發基地 LID 設施採離槽式設計

透過收集水路及入流控制設施，收集屋頂及地表逕流後，低流量直接排往基地末端集水井（出流控制設施），再排往道路側溝；高流量則經由入流控制設施排往 LID 設施貯留，各設施單元細部縱剖面、整體水路平面配置及 3D 透視如下圖所示。茲就重要設施單元功能說明如下：

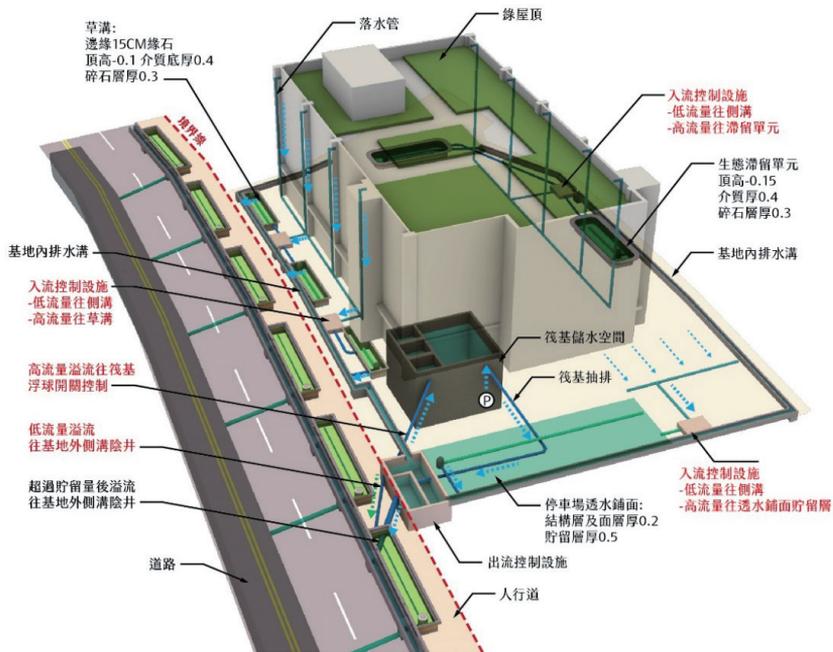
- A、入流控制設施：透過溢流堰的設計控制低流量的逕流流往基地內側溝，高流量則直接溢流至 LID 設施。
- B、LID 設施：平時僅承接降於設施的雨水以維持植物生長。暴雨期高流量雨水導入，透過表層下凹空間、介質和碎石間的孔隙滯留，並透過下方小管徑透水管緩慢排空或下滲。
- C、出流控制設施（基地末端集水井）：基地出流前以此設施控制排出量，多餘的量排入筏基或滯洪設施。部分沒有流經入流控制或 LID 設施的逕流，也同樣於此處作總量管制。
- D、地下貯留設施（筏基）：地下貯留設施或筏基平時排空，僅以離槽方式承接高流量逕流。以浮球開關和泵浦控制雨水進出水量。



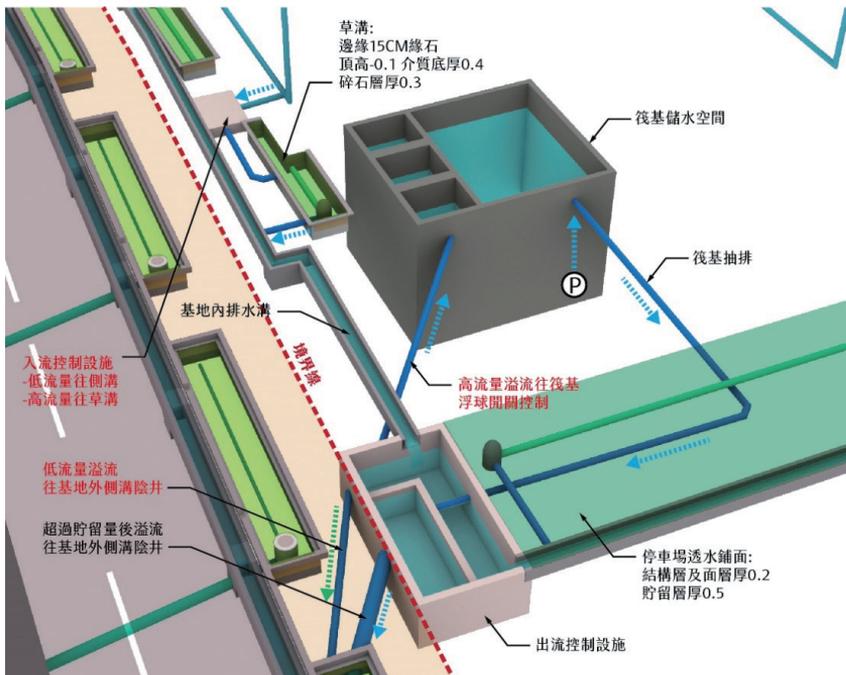
開發基地 LID 設施離槽式設計各設施單元示意圖



開發基地 LID 設施離槽式設計整體水路配置平面圖



開發基地 LID 設施離槽式設計整體水路圖

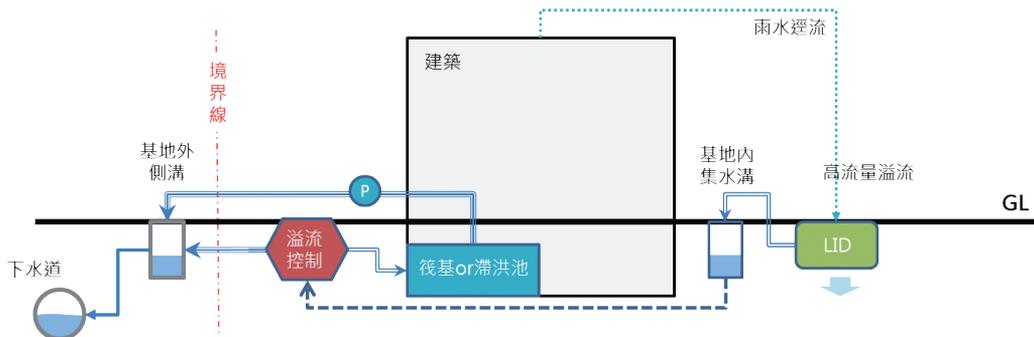


開發基地 LID 設施離槽式設計各設施單元排洪機制圖

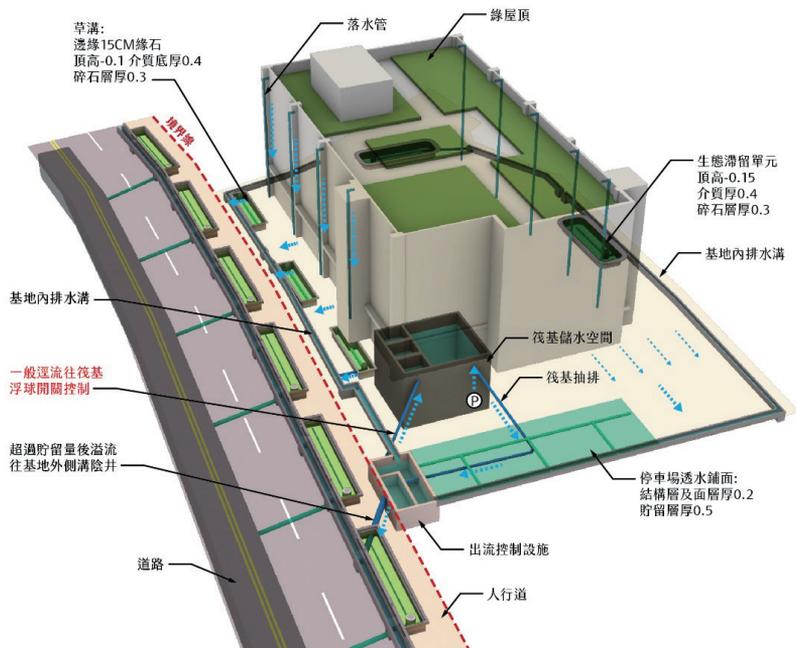
型態二、開發基地 LID 設施採在槽式設計

利用地形設計及 LID 設施配置讓屋頂及地表逕流皆可直接流往 LID 設施，並透過設施內的溢流設施將高流量溢流往既有側溝，各設施單元細部縱剖面、整體水路平面配置及 3D 透視如下圖所示。茲就重要設施單元功能說明如下：

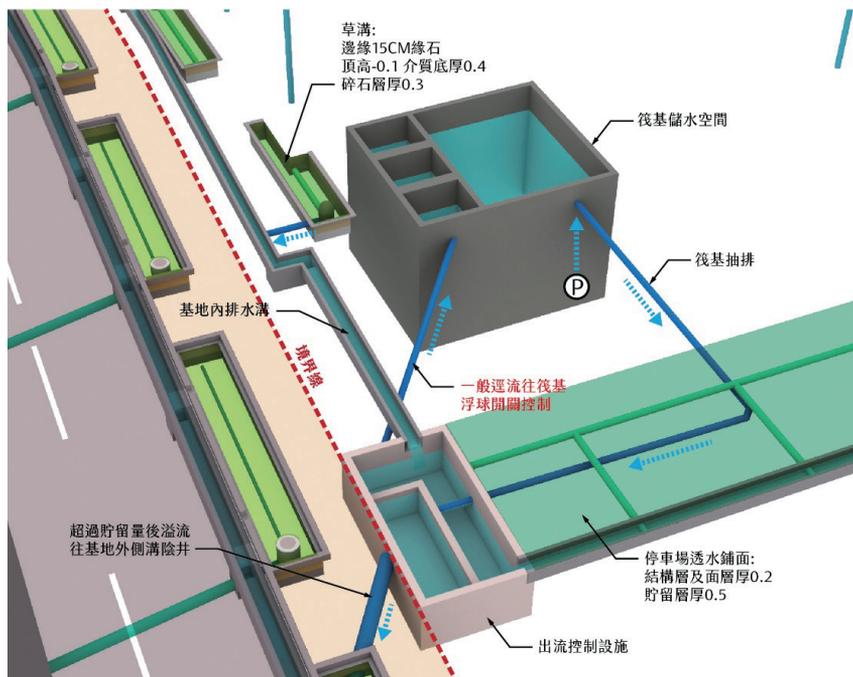
- A、LID 設施：以在槽方式承接地表逕流，透過植物根系吸收、下滲和下埋透水管排空，達到初期雨水的貯留與淨化功能，高流量雨水則以設施內的溢流裝置排放至基地內側溝。
- B、出流控制設施（基地末端集水井）：基地內所有側溝滙聚於此，有溢流設施可將高流量雨水導入筏基或地下貯留設施，當筏基或地下貯留設施貯滿後，則由此出流控制設施直接溢流往基地外側溝。
- C、基地保水設施：筏基空間或地下貯留設施平時透過泵浦排空，在暴雨期間以浮球開關和水位控制雨水進入量及泵浦啟動時機。



開發基地 LID 設施在槽式設計各設施單元示意圖



開發基地 LID 設施在槽式設計整體水路圖

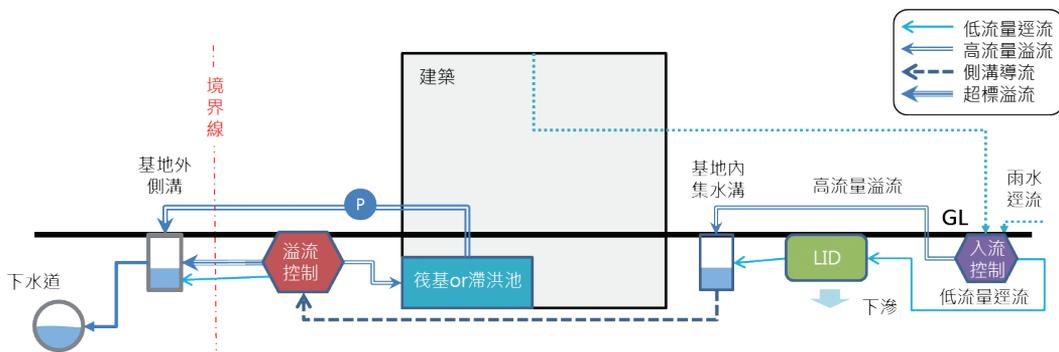


開發基地 LID 設施在槽式設計各設施單元排洪機制圖

型態三、開發基地 LID 設施在槽式結合地下貯水設施 (筏基) 離槽式設計

以入流控制設施將屋頂及地表逕流收集分配，並利用溢流設施，將低於溢流水位之逕流量排入 LID 設施，高於溢流水位之逕流量則直接排往基地內末端集水溝，再配合動力抽排排至道路側溝 (集水井)，各設施單元細部縱剖面、整體水路平面配置及 3D 透視如下圖所示。茲就重要設施單元功能說明如下：

- A、入流控制設施：透過溢流堰的設計控制低流量的逕流流往 LID 設施，高流量則直接溢流至基地內水溝。
- B、LID 設施：平時以在槽方式承接低流量逕流，透過植物根系吸收、下滲和下埋透水管排空，達到初期雨水的貯留和淨化功能。而阻絕高流量雨水可延長 LID 的壽命，減少維管頻率。
- C、出流控制設施 (基地末端集水溝)：基地出流前以此設施控制常時出流量符合規範，多餘的量排入筏基或地下貯留設施。部分沒有流經入流控制或 LID 設施的逕流也同樣於此處作總量管制。
- D、基地保水設施：筏基空間或地下貯留設施平時排空，僅以離槽方式承接高流量逕流。以浮球開關和泵浦控制雨水進出水量。



開發基地 LID 設施在離槽式設計各設施單元示意圖