

市區道路自行車道發展及 低衝擊開發設施之可行性研討會

報告人：鄭光炎 副教授

日期：97年10月7日



委辦機關：內政部營建署
執行單位：國立臺北科技大學水環境研究中心

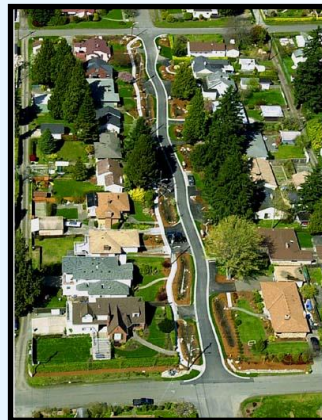
WERC

文獻回顧與國內外案例

低衝擊開發介紹

國外案例

國內案例



應用於市區道路之效益評估

規劃、設計主要原則

設施及其設計原則

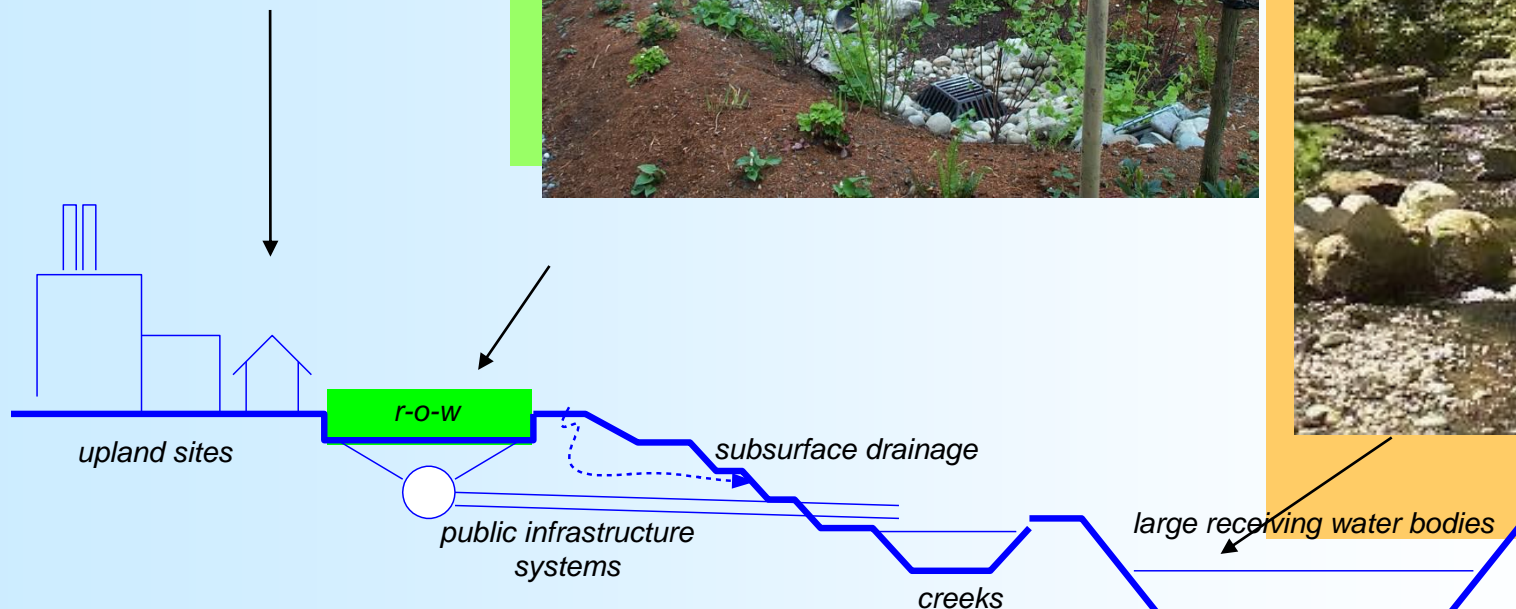
低衝擊開發效益

成本分析

適用性評估

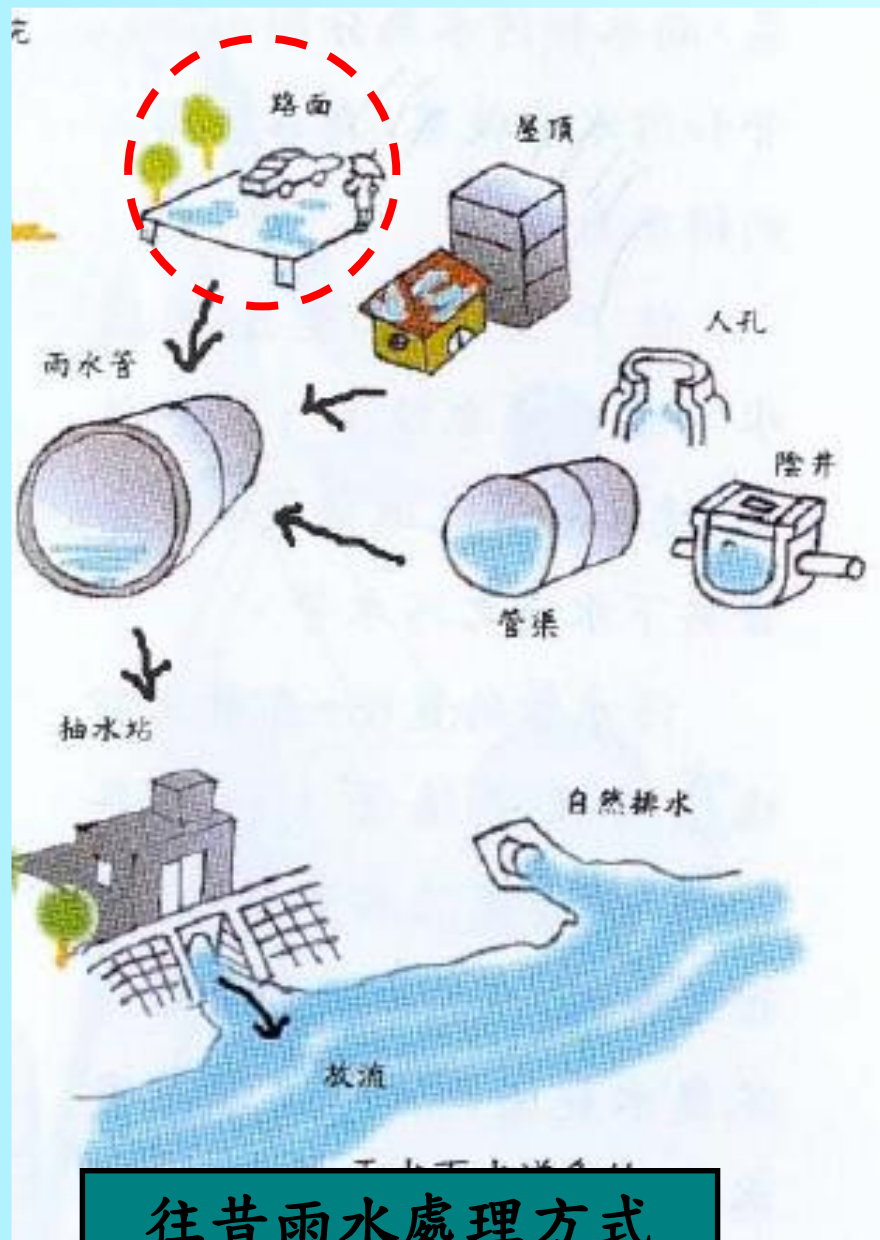
結論與建議





(Advanced Drainage Concepts Using Green Solutions for CSO Control Richard Field, PE, D.WRE, DEE Anthony N. Tafuri, PE, D.WRE)

美國住宅和都市發展部對LID定義：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。



往昔雨水處理方式

LID之目的與成效

目的

- 一、保留開放空間與減低土地開發時對於環境之干擾。
- 二、保護敏感自然區域與綠色公共建築物。
- 三、整合自然特徵（濕地、水道迴廊、自然林地）及基地規劃。
- 四、根據分析資料設計合適場址。
- 五、分配並擴大水資源之暴雨管理。

成效

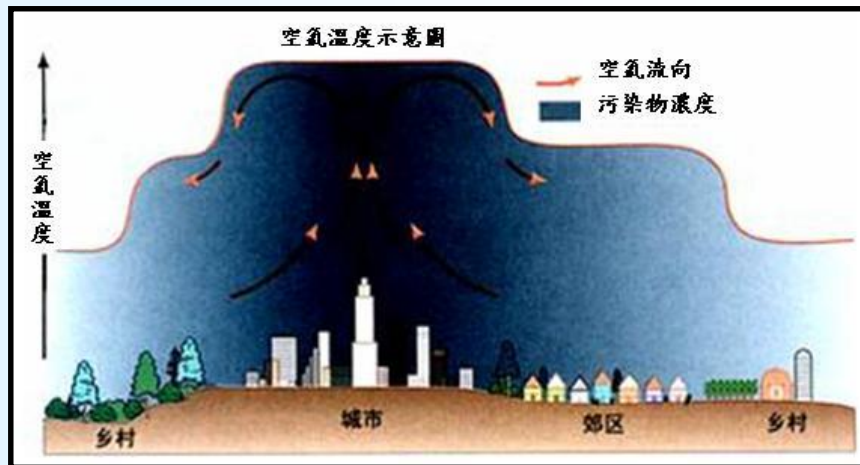
- 一、保護水質
- 二、降低暴雨逕流量
- 三、降低不透水面積
- 四、增加開放空間
- 五、保護樹林
- 六、減低土地的擾動
- 七、減低公共建設成本

市區道路改善效益

改善道路污染



降低熱島效應



減少逕流量與控管逕流時間

降低噪音

解決生態環境

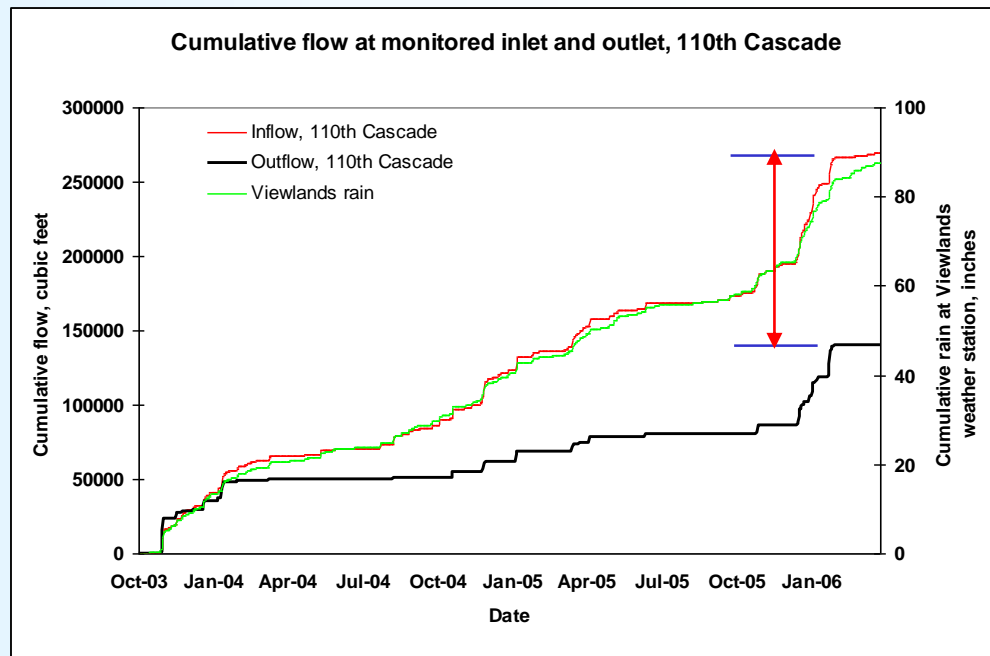


西雅圖

隨著都市開發、人口增加與不透水面積的增加
西雅圖公共設施局設計與規劃採用「自然排水系統」



110th的道路兩旁施作草溝



3個月監測結果

階梯式草溝留住**48%**入流量

西雅圖



減少不透水面積 11%
減少總逕流量 99%

圖左低衝開發設計前

圖右低衝開發設後

(117th和120th之間的街道)

西雅圖

正邁向生態城市



具體目標包含：

- 減少逕流洪峰流量
- 減少不透水面積
- 改善水質
- 選擇維修成本較少的設施
- 設計集水區和友善的街道
- 改變傳統的觀點，即減少設置緣石、排水溝和人行道

日本



公園滯洪池



雨水貯留滲透設施



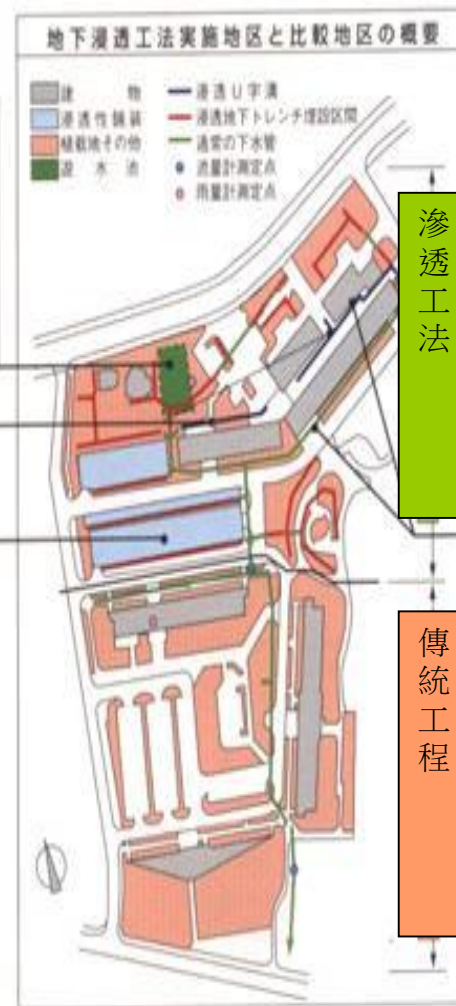
公園滯洪池



滲透U型溝



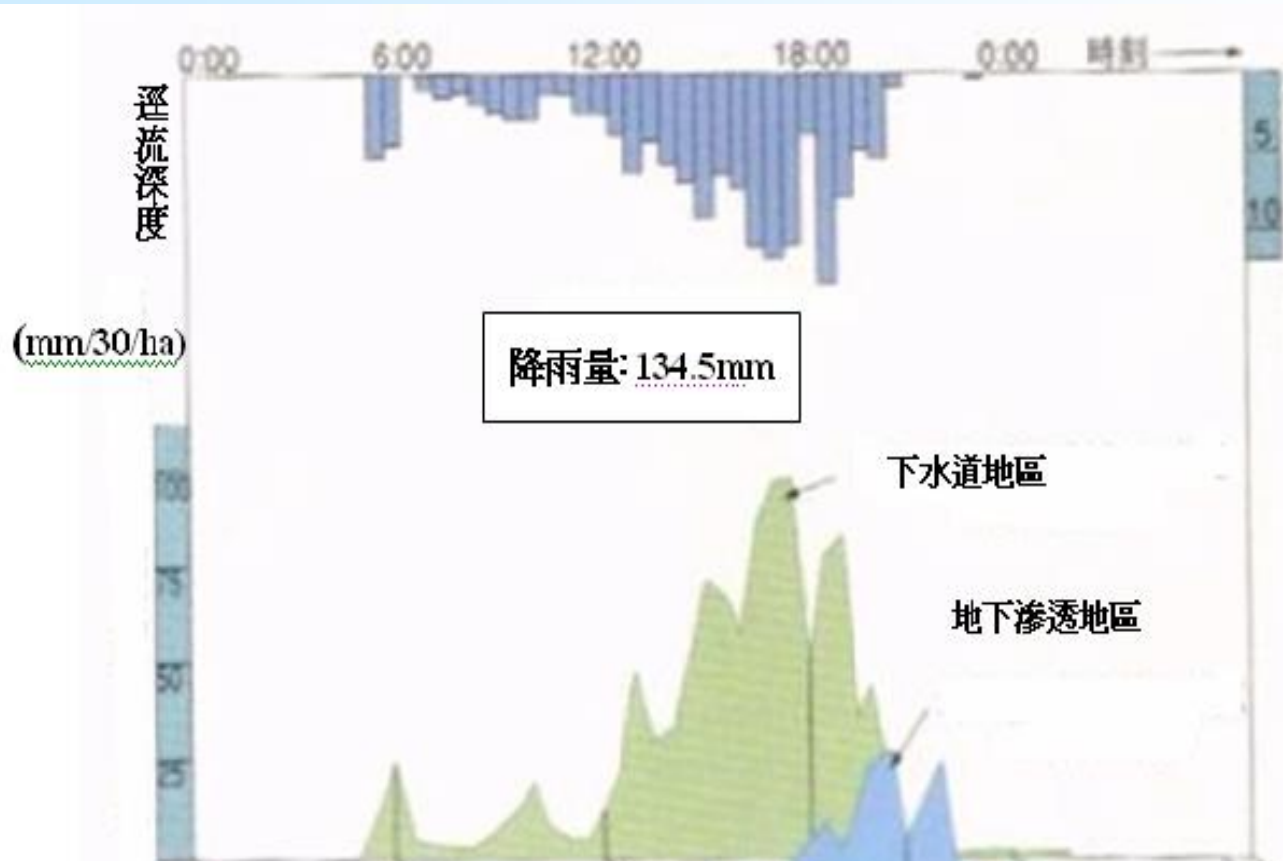
透水性鋪面



滲透陰井

東京都昭島市地下滲透工法實施地區概要圖

(本研究整理自流域貯留浸透設施介紹，2002)



傳統式下水道所產生之地表逕流量皆
約高出滲透工法區之三至七倍左右

東京都昭島市地下滲透工法逕流抑制成效圖

(本研究整理自流域貯留浸透設施介紹，2002)

日本

日本建築基地開發所採用之貯留滲透設計手法



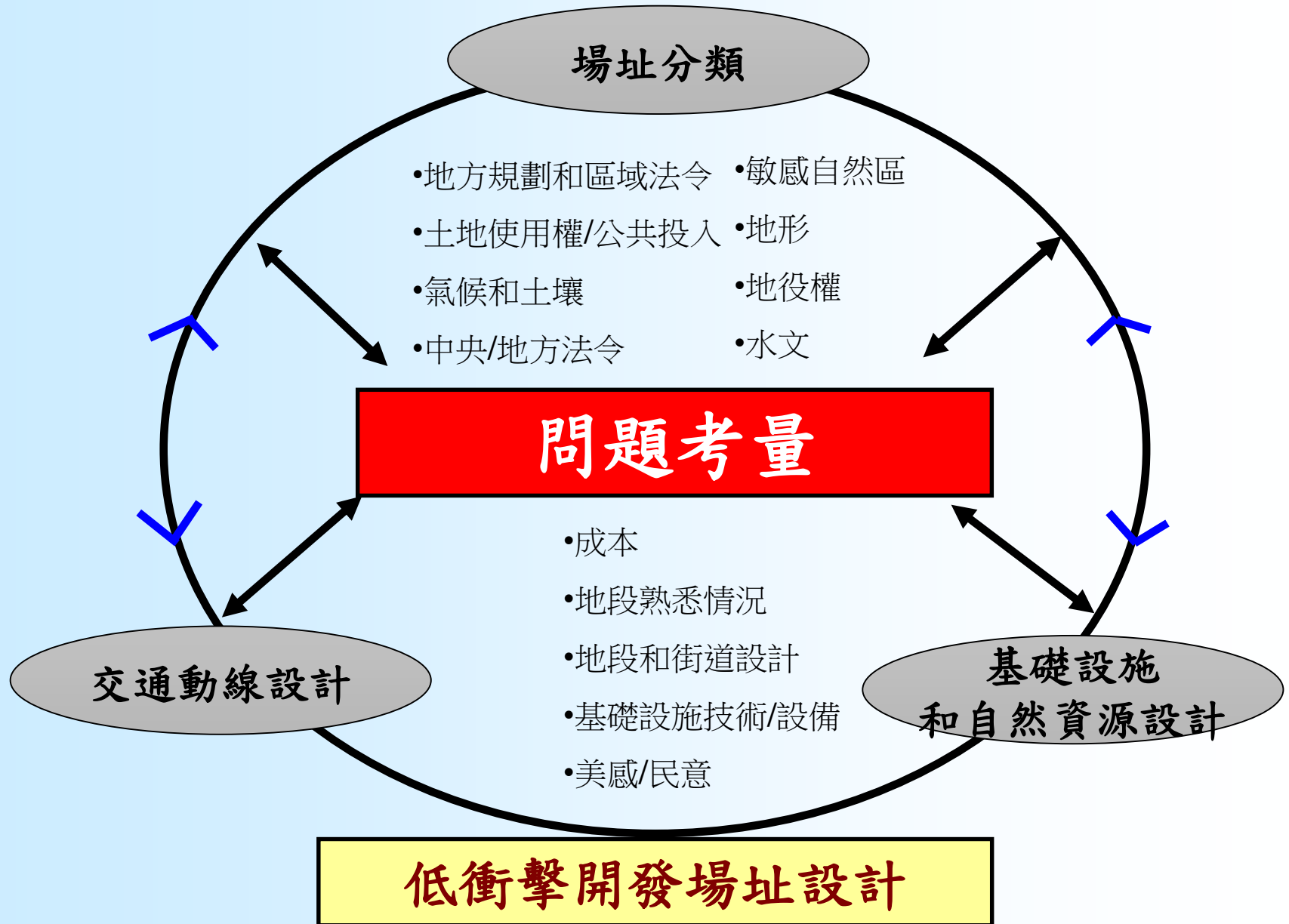
高雄市



博愛路人行道旁類似生態滯留槽



停車格(上)腳踏車(格)明誠二路旁



市區道路於規劃設計階段擬應用低衝擊開發時，需先瞭解其可行性。茲將規劃原則列舉如下：

- 一、配合都市計劃。
- 二、即有市區道路之可用空間。
- 三、市區道路之土壤性質。
- 四、氣候狀況。
- 五、配合民意。
- 六、不同低衝擊設施成本、維管。

綠色道路



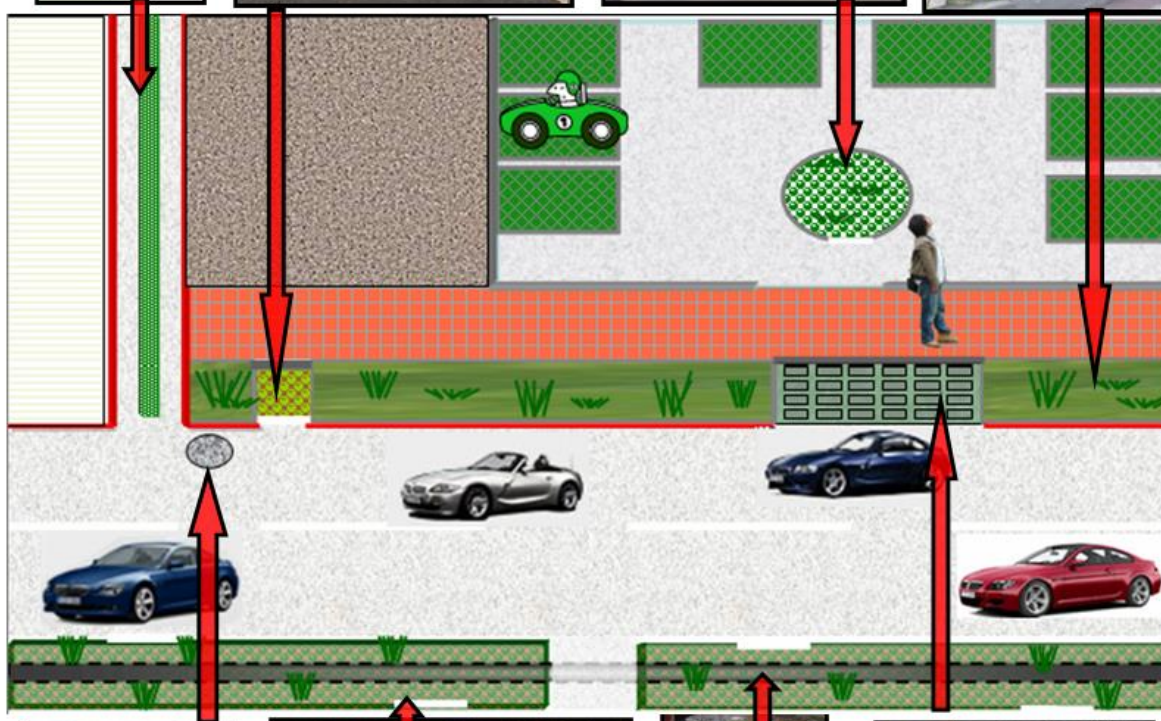
樹箱過濾器



生態滯留槽



草帶



滲透陰井



生態滯留槽



滲透排水管



透水鋪面



- 為響應目前國內推動「綠建築九大指標」及公共工程委員會之研究報告提及綠營建考量之面向均有保水、水資源再利用等指標。

- 國外LID繁多設施是否均適合於國內市區道路環境，則可配合市區道路之運用，經過評估，提供九項較適合國內市區道路之設施或技術如下：

市區道路低衝擊開發設施之可行性

設施及其設計原則

生態滯留槽



草溝



草帶



綠色道路



樹箱過濾器



植栽型濾帶

市區道路

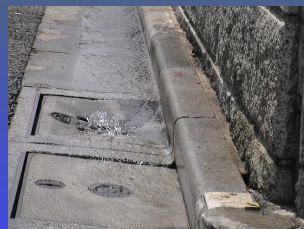
入滲型設施



透水鋪面



滲透排水管



滲透陰井



滲透側溝

市區道路低衝擊開發設施之可行性

設施及其設計原則

生態滯留槽



草溝



草帶



綠色道路



樹箱過濾器



植栽型濾帶

市區道路

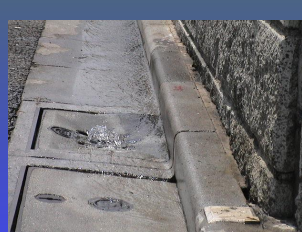
入滲型設施



透水鋪面



滲透排水管



滲透陰井



滲透側溝

生態滯留槽



分隔島

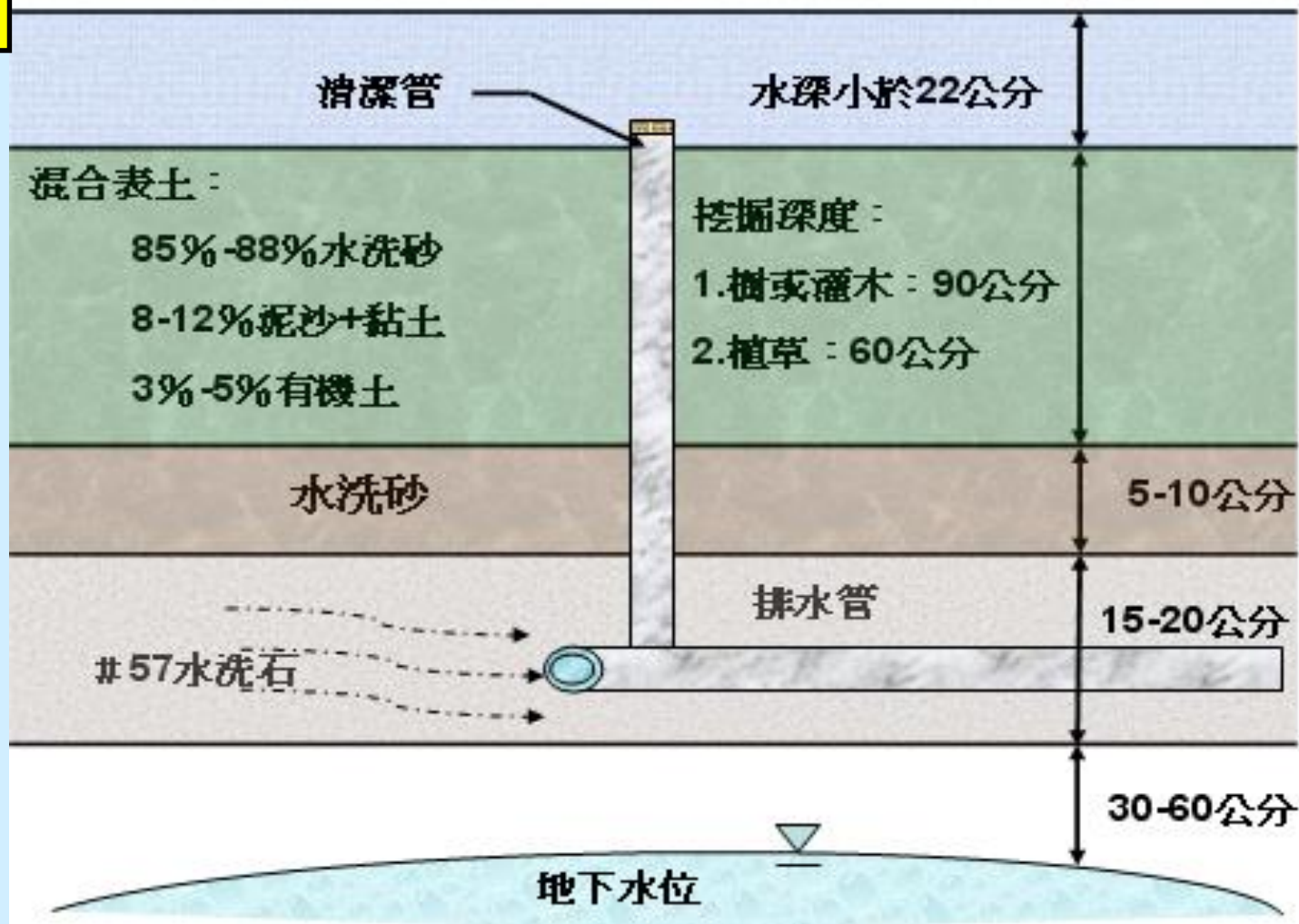


停車場

(Low Impact Development Technical Guidance Manual For Puget Sound , 2005)

生態滯留槽

設計原則



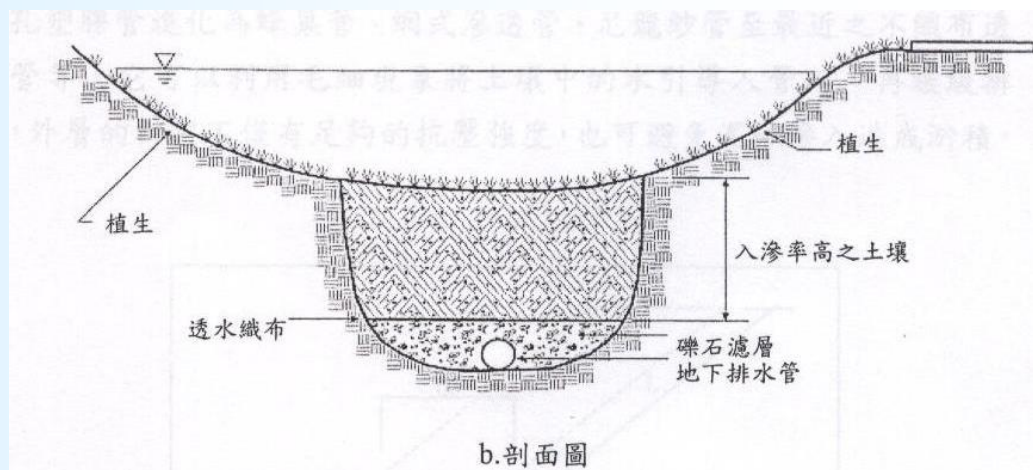
生態滯留槽剖面構造示意圖 (本研究室繪製)

草溝



西雅圖郊區旁草溝排水系統

(Low Impact Development Technical Guidance Manual For Puget Sound, 2005)



設計原則

1. 坡地不陡於4：1（橫：直）
2. 至少高於地下水位0.3到0.6公尺。
3. 窪地應有覆草和攔水壩以控制溢流和流速。
4. 深度不應大於0.3至0.9公尺。

草帶



高雄市博愛路三段

31 11:12 AM

綠色道路

70%級配粒料（礫石19mm）與30%沙土



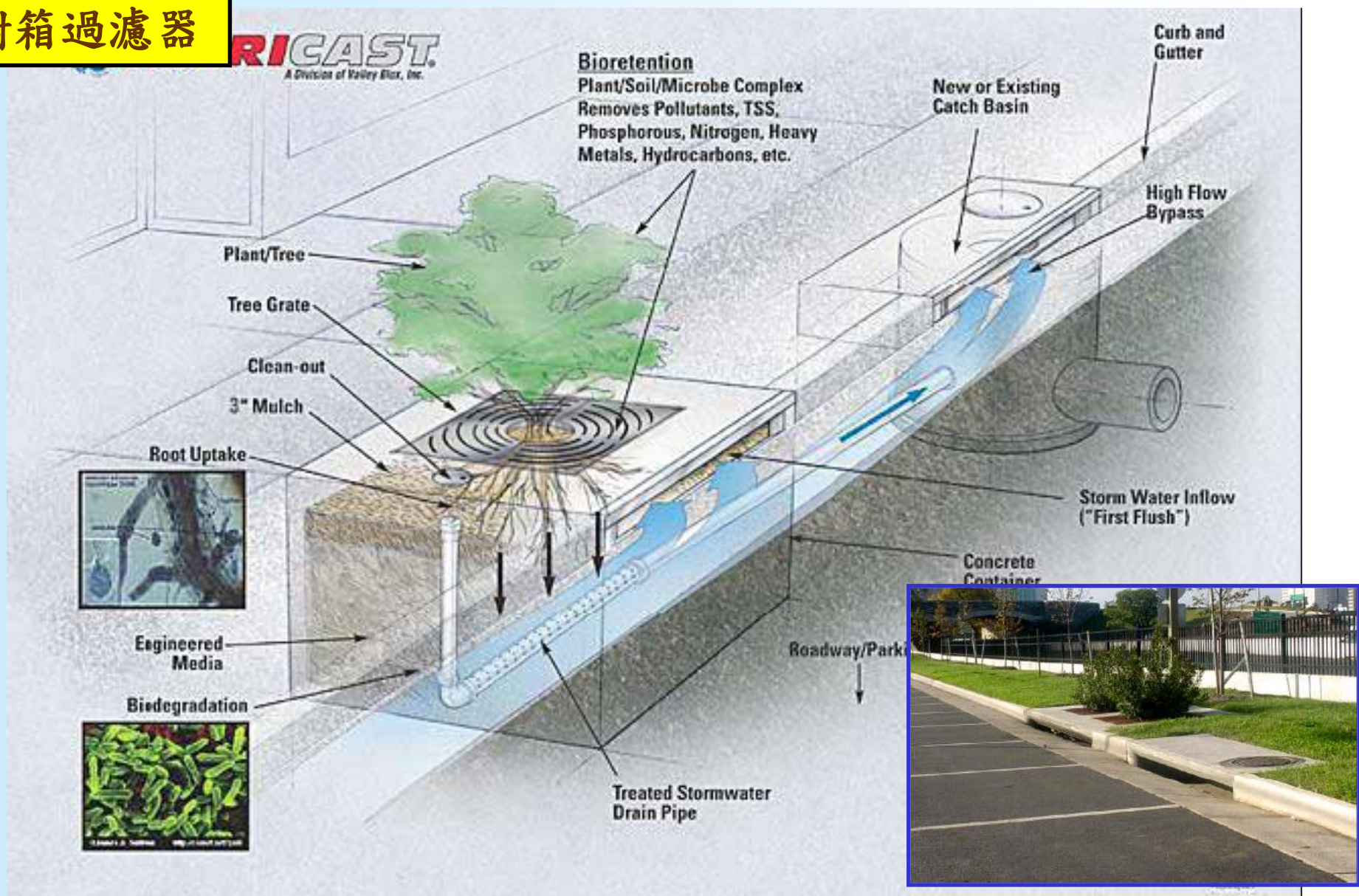
草帶

透水鋪面



金門戰車專用道（鄭光炎拍攝）

樹箱過濾器



樹箱過濾器設計概念圖 (Americast)

市區道路低衝擊開發設施之可行性

設施及其設計原則

生態滯留槽



草溝



草帶



綠色道路



樹箱過濾器



植栽型濾帶

市區道路

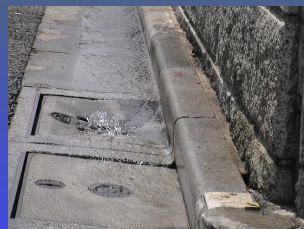
入滲型設施



透水鋪面



滲透排水管

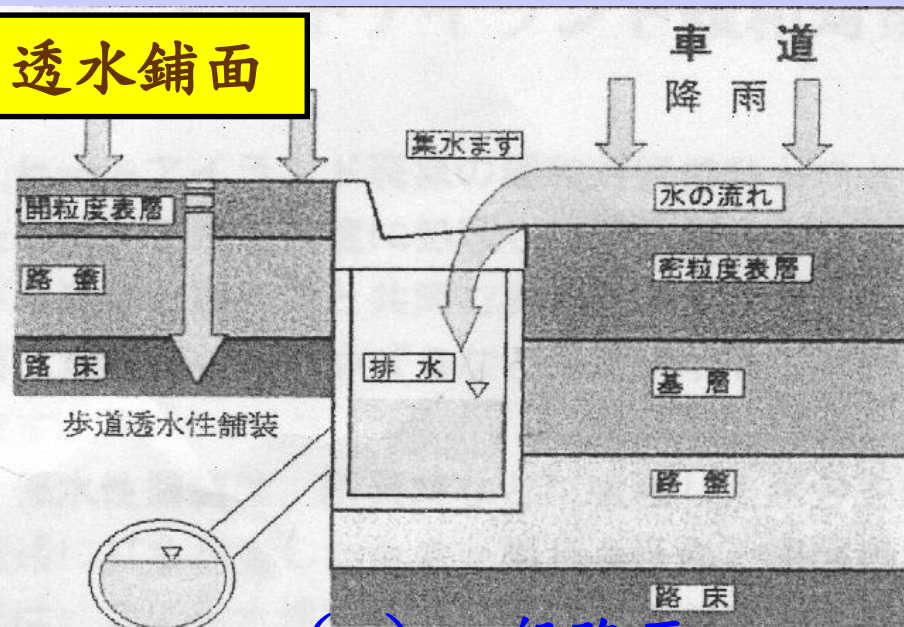


滲透陰井

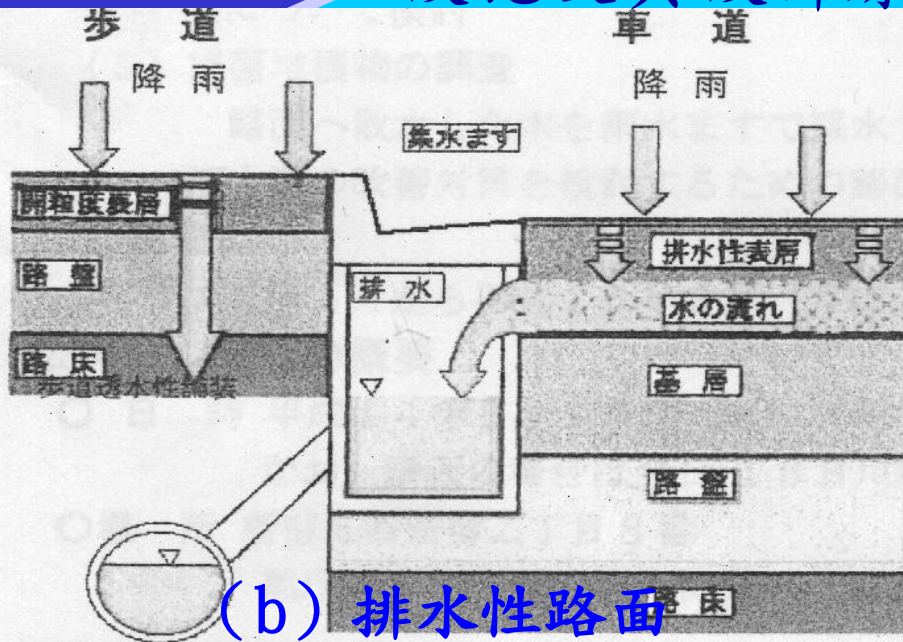


滲透側溝

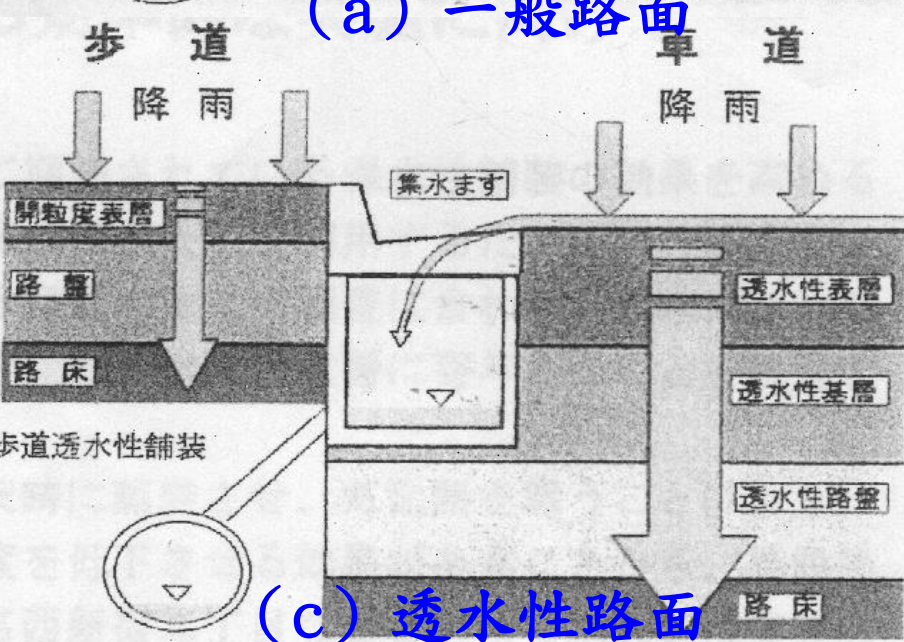
透水鋪面



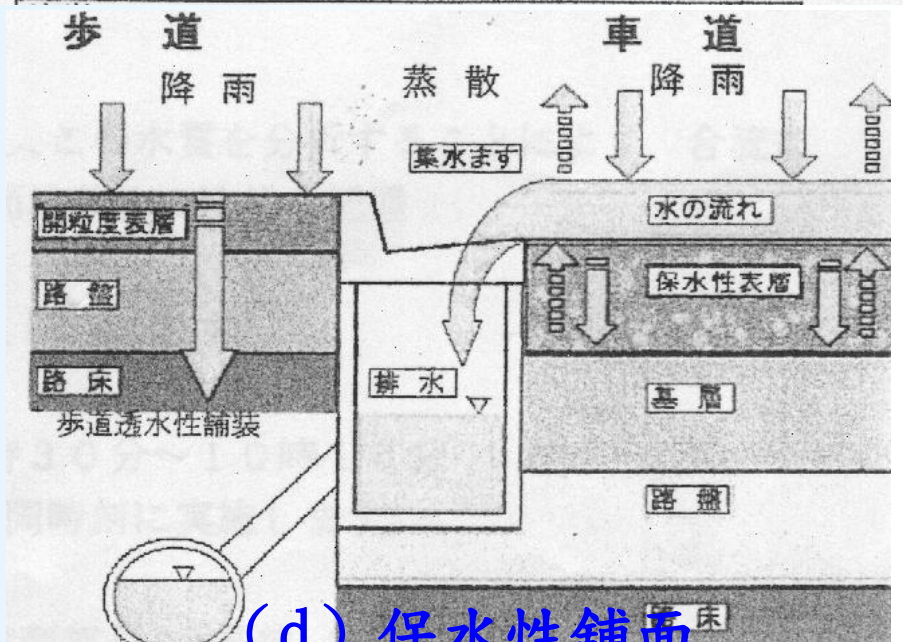
(a) 一般路面



(b) 排水性路面

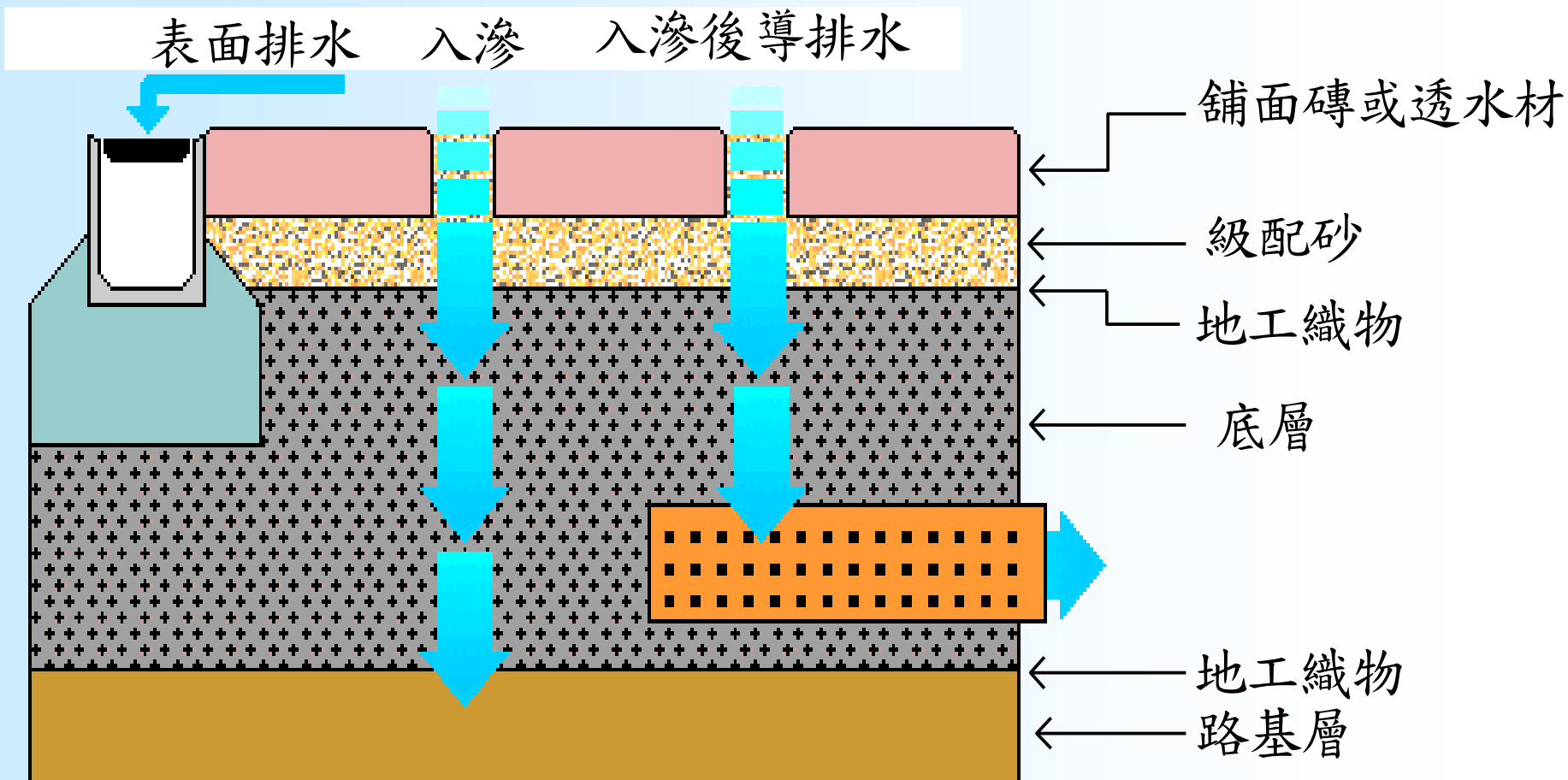


(c) 透水性路面



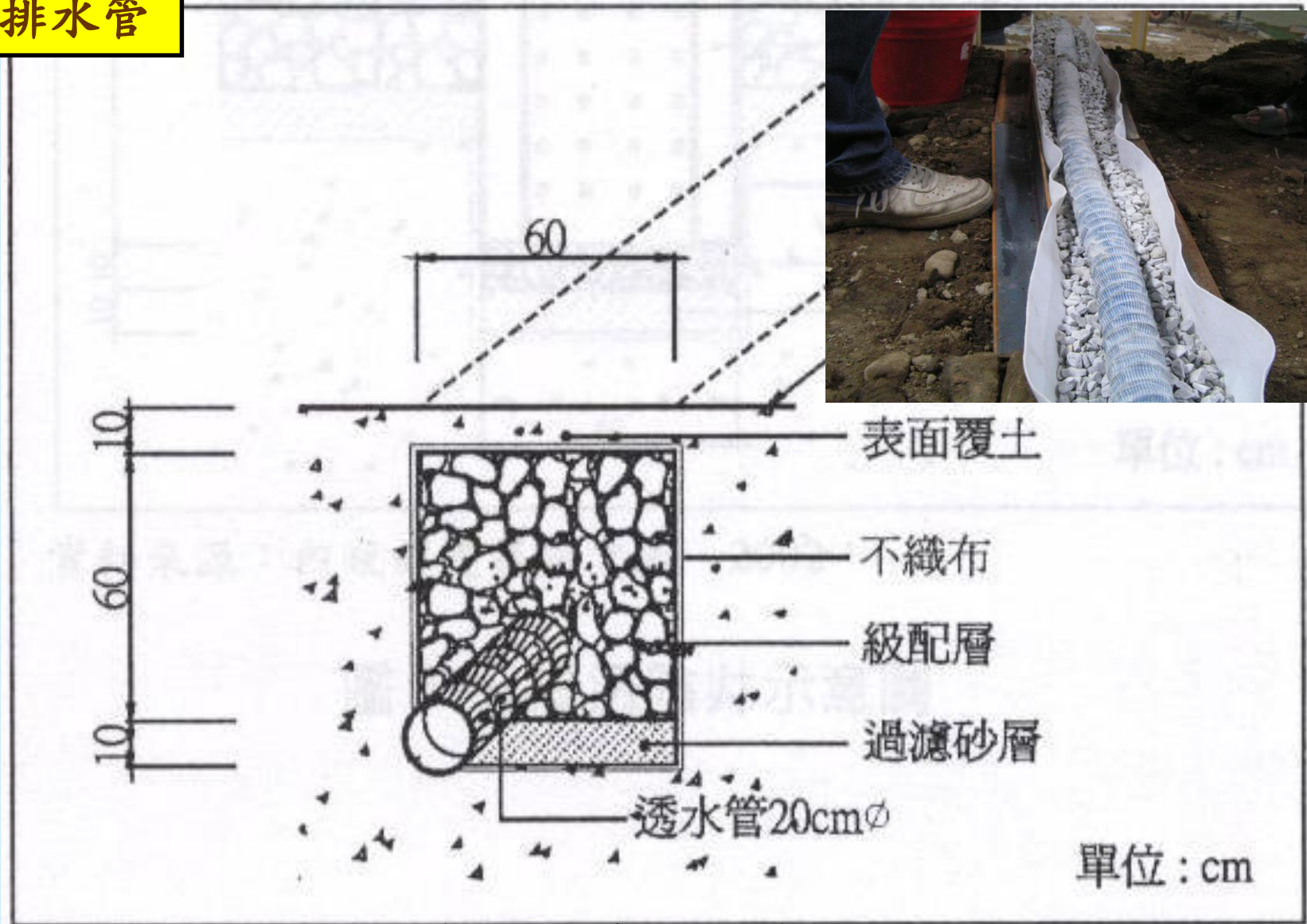
(d) 保水性舗面

透水鋪面



一般透水性鋪面基本結構剖面圖

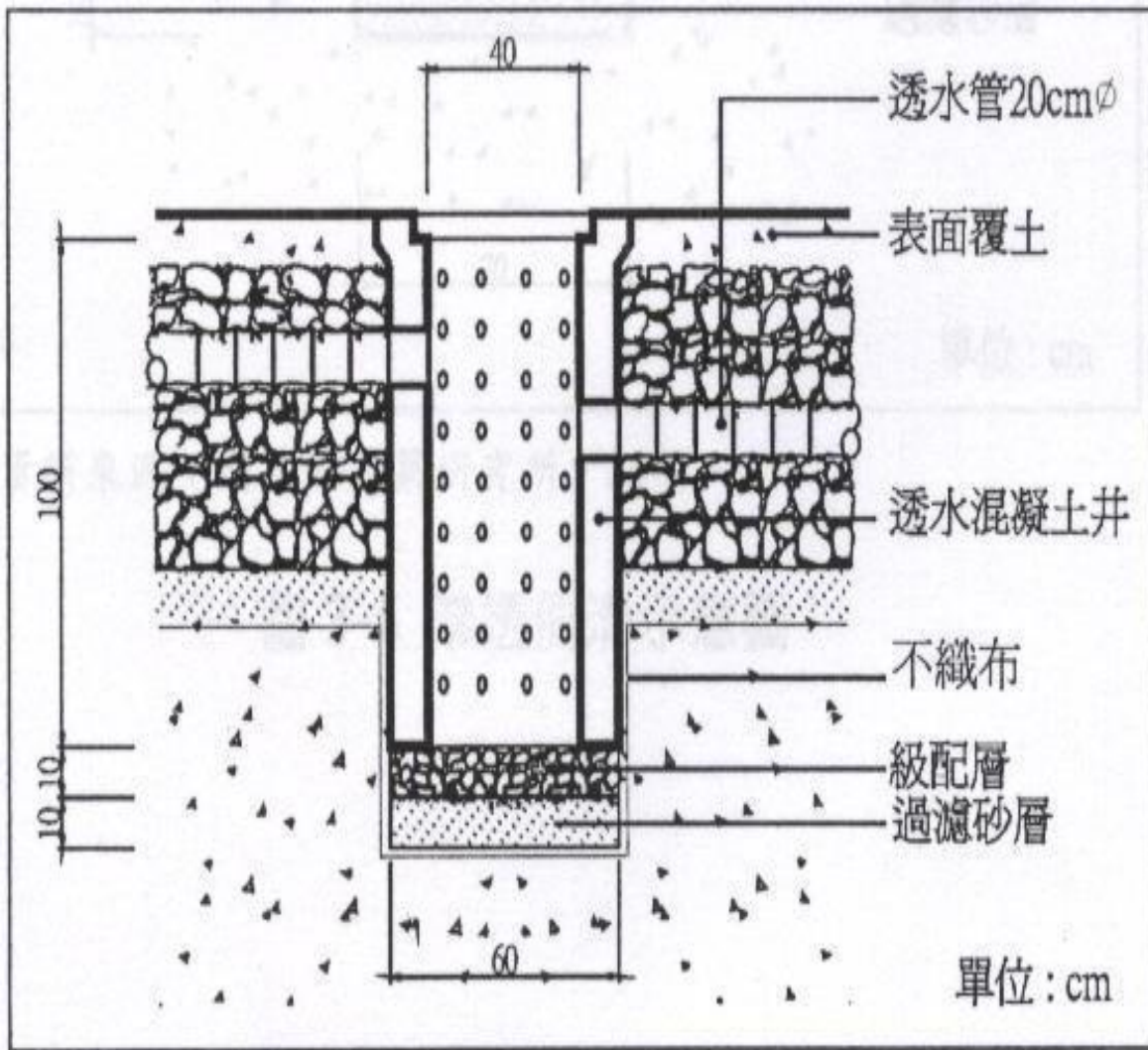
滲透排水管



滲透排水管構造示意圖

(內政部建築研究所，2003)

滲透陰井



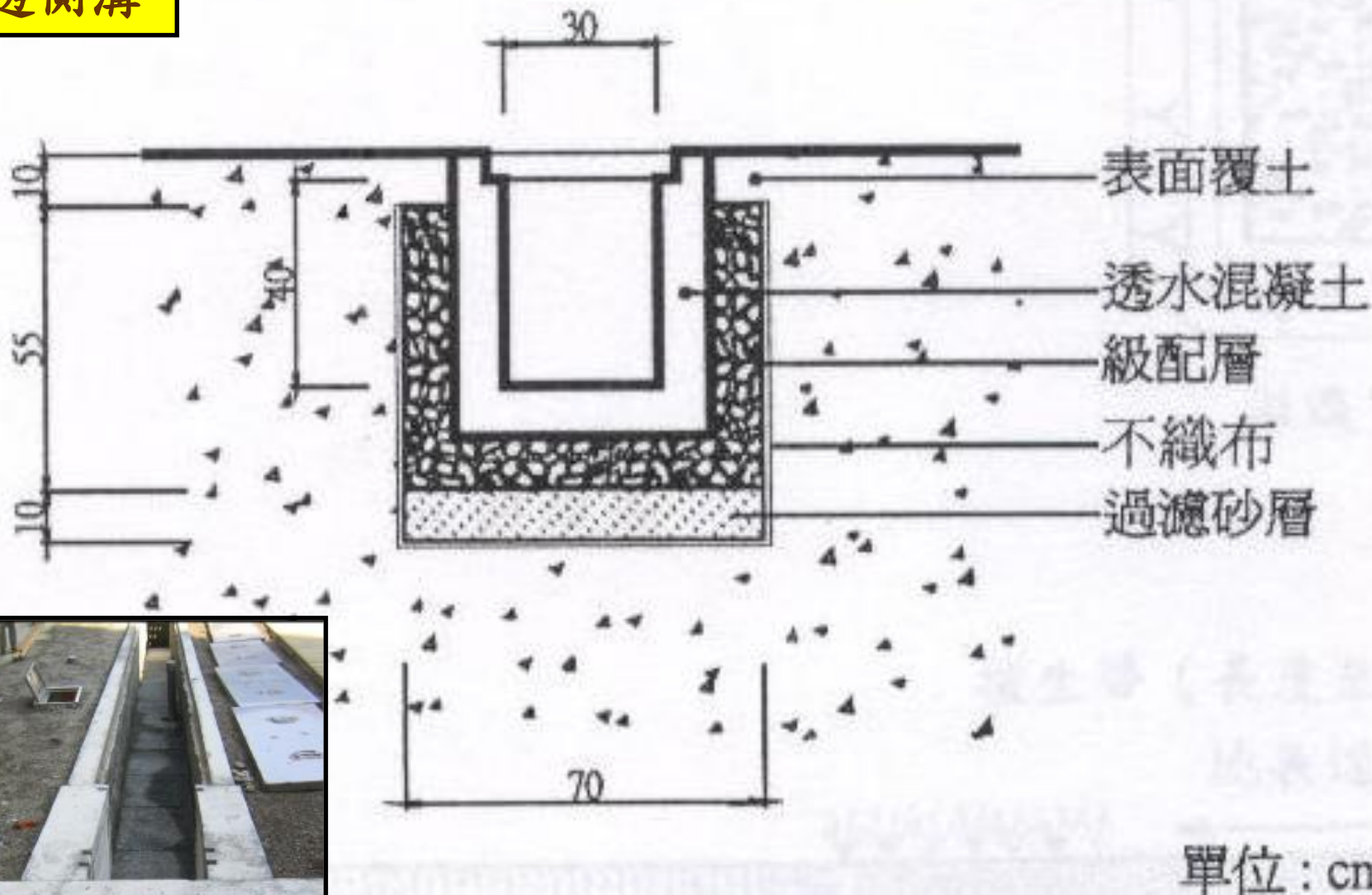
東京滲透性排水系統水入滲情形

(鄭光炎攝, 2002)

滲透陰井構造示意圖

(內政部建築研究所, 2002)

滲透側溝



滲透側溝構造示意圖

(內政部建築研究所，2002)

LID成本與傳統成本在西雅圖第二大道之比較

項目	傳統開發成本 (美金)	低衝擊開發成本 (美金)	節省成本 (美金)	總節省百分比 (%)
場址準備	65,084	88,173	-23,089	-11%
暴雨管理	372,988	264,212	108,776	50%
場址鋪面與 人行道	287,646	147,368	140,178	65%
景觀美化	78,729	94,785	-16,056	-16%
人力	64,356	38,767	25,589	12%
總和	868,803	642,548	217,255	100%

節省成本約30%

生態滯留槽各污染源去除率

污染源	去除率
鉛	70%~97%
銅	43~97%
鋅	64~98%
磷	0%~87%
氮	37%~80%
硝酸鹽	0%~26%
總凱氏氮(TKN)	37%~80%

樹箱過濾器去除道路污染源

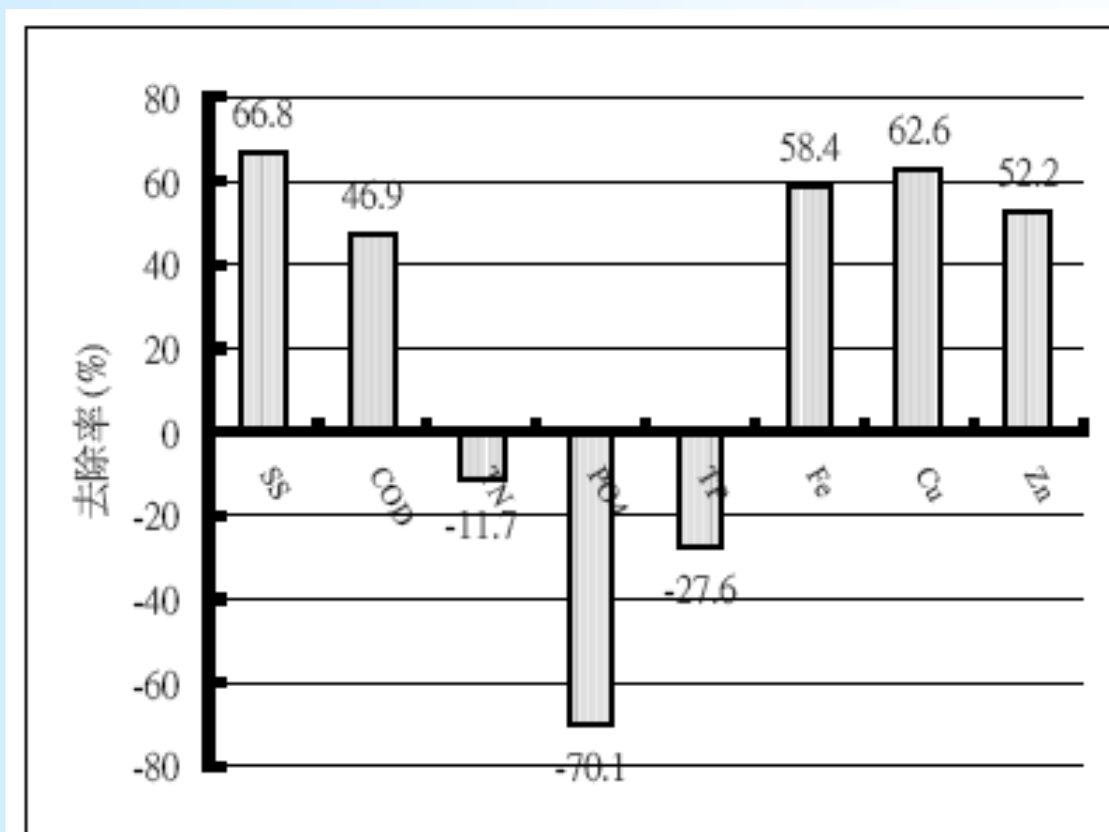
污染源	去除率
總懸浮固體	85%
總磷	74%
總氮	68%
總金屬	82%

(本資料彙整自

Minimum Standard 3.11C Filterra™ Bioretention Filter System, 2002)

(本研究彙整自Low Impact Development Center, 2000)

根據國內「公路逕流污染調查與控制方法」研究報告，位於岡山交流道附近，高速公路340.9 km 處路肩作為研究草帶與草溝的污染控制試驗區。



草溝系統之長期污染控制效率

滲透排水管



進水槽

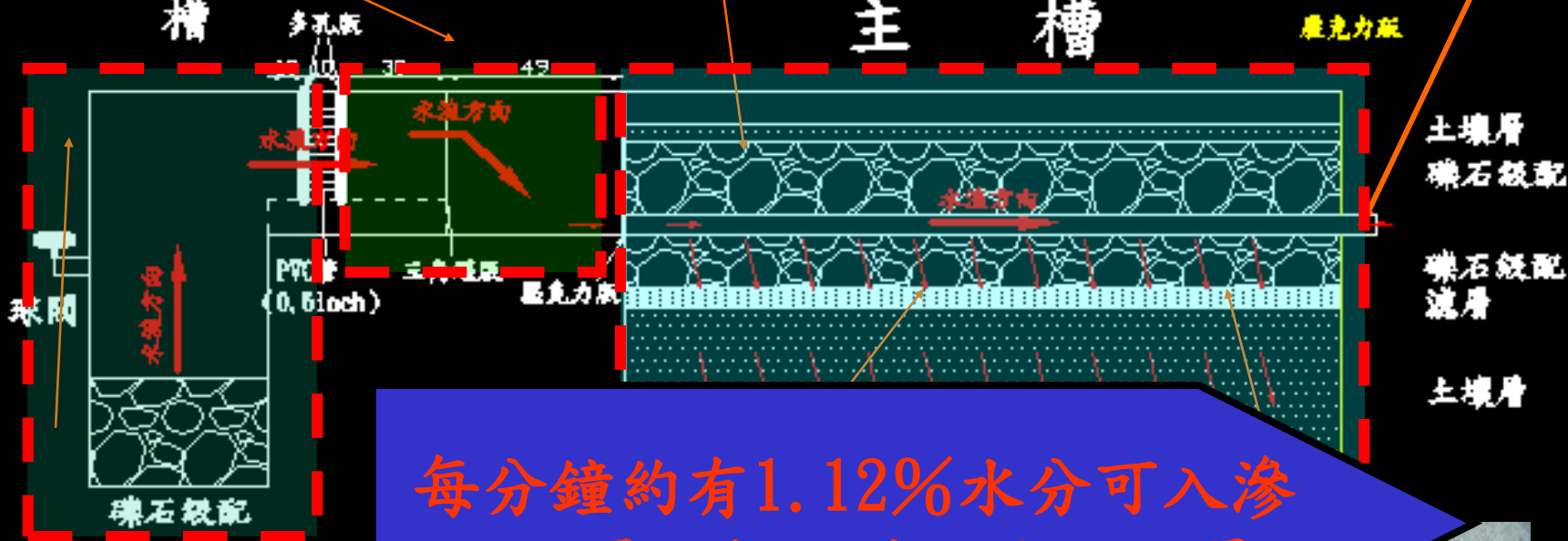
流動段

需相當水平!

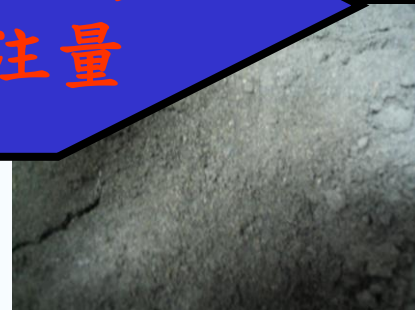
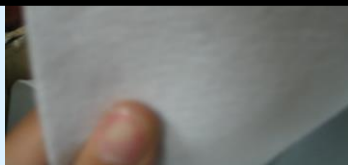


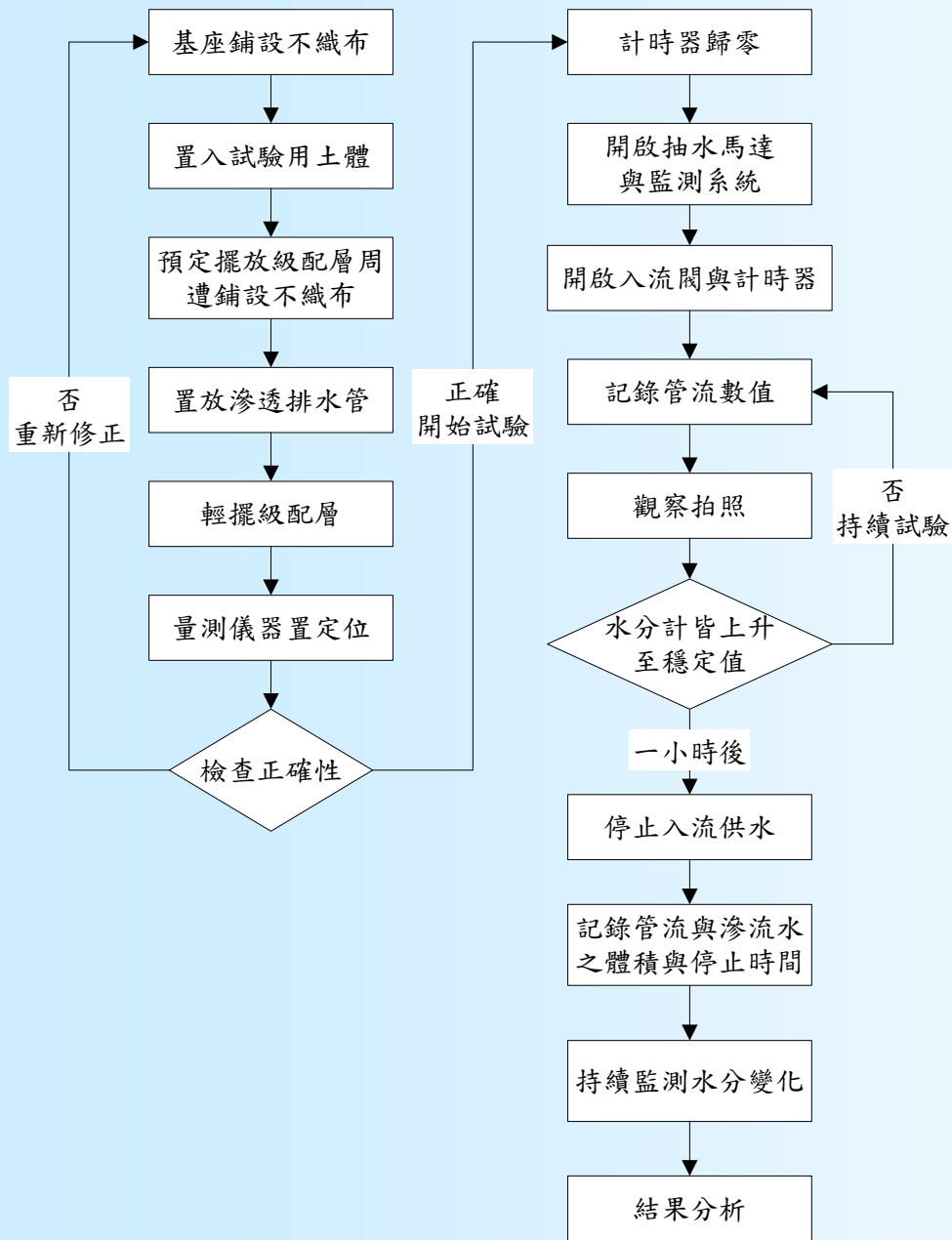
主槽

壓克力版



每分鐘約有1.12%水分可入滲至深層以提供地下水補注量





文山區人行道透水鋪面效益

監測日期	監測歷時 (hr)	累計降雨量 (mm)	逕流量 (mm)	滲出量 (mm)	地表逕流率 (%)	滲出效益 (%)	土壤涵養率 (%)	入滲總效益 (%)
2006.11.18	12.5	35.50	3.97	9.25	11.18	26.06	62.7	88.6
2006.11.26~27	10.5	22.00	1.70	11.39	7.74	51.78	40.5	92.28
2007.01.03	10.5	32.00	0.73	21.45	2.27	67.02	30.6	97.62
2007.03.04	24	88	15.91	36.23	18.08	41.17	40.7	81.87
2007.03.11	24	10.5	0	7.55	0	71.90	28	99.9
2007.10.31	24	17	0	6.58	0	38.7	61.3	100
2007.11.05~06	48	63.5	2.1	51	3.3	80.3	16.3	96.6
2007.11.18	24	7.5	0	1.3	0	17.4	82.6	100

BMP Tool Box 模式由美國馬里蘭州 Prince George's 郡環境資源部門與 Tetra Tech 公司合作研發，是一套可以**評價低衝擊開發**（Low Impact Development, LID）**技術**效率之模組。

可獲得下列幾個重要的資訊提供設計者、管理者、評估者作為**規劃、參考與執行之依據**。

- **可模擬土地開發前、後與LID設施（或NTS設施）設置後之水質與水量的變化關係。**
- **預估LID設施成效，作為不同管理方案的評估工具。**
- **可計算成本，做出最佳化之評選**

✳️ LID效益明確且佳，但非所有市區道路都適用，

應有所限制，例如：

✳️ 土壤的滲透係數

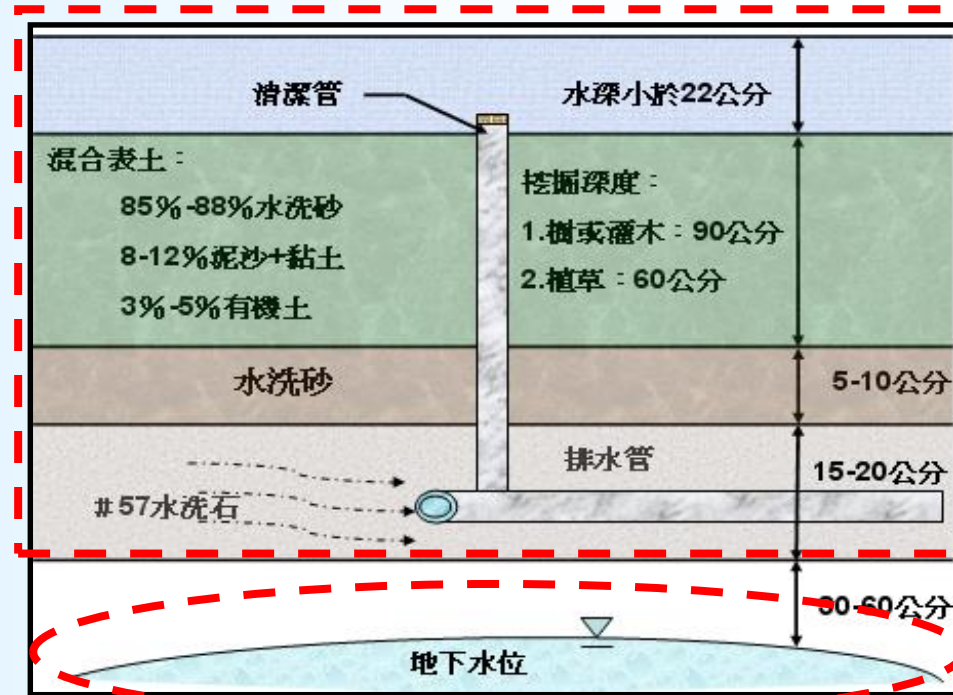
✳️ 植栽的選定

✳️ 土壤深度

✳️ 地下水位

✳️ 空間大小

✳️ 施作場址



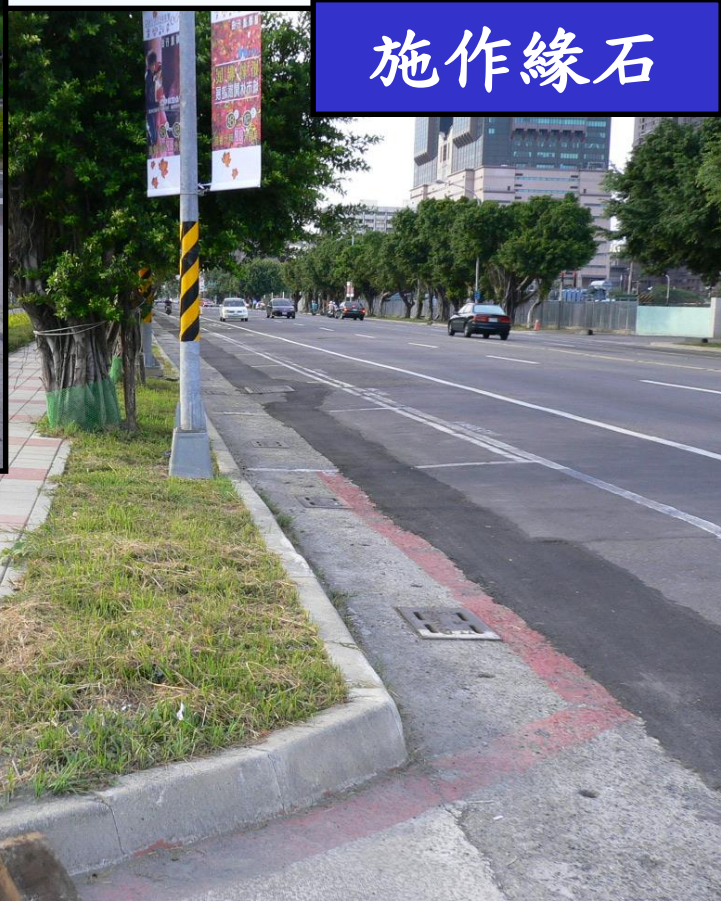
減少施作緣石



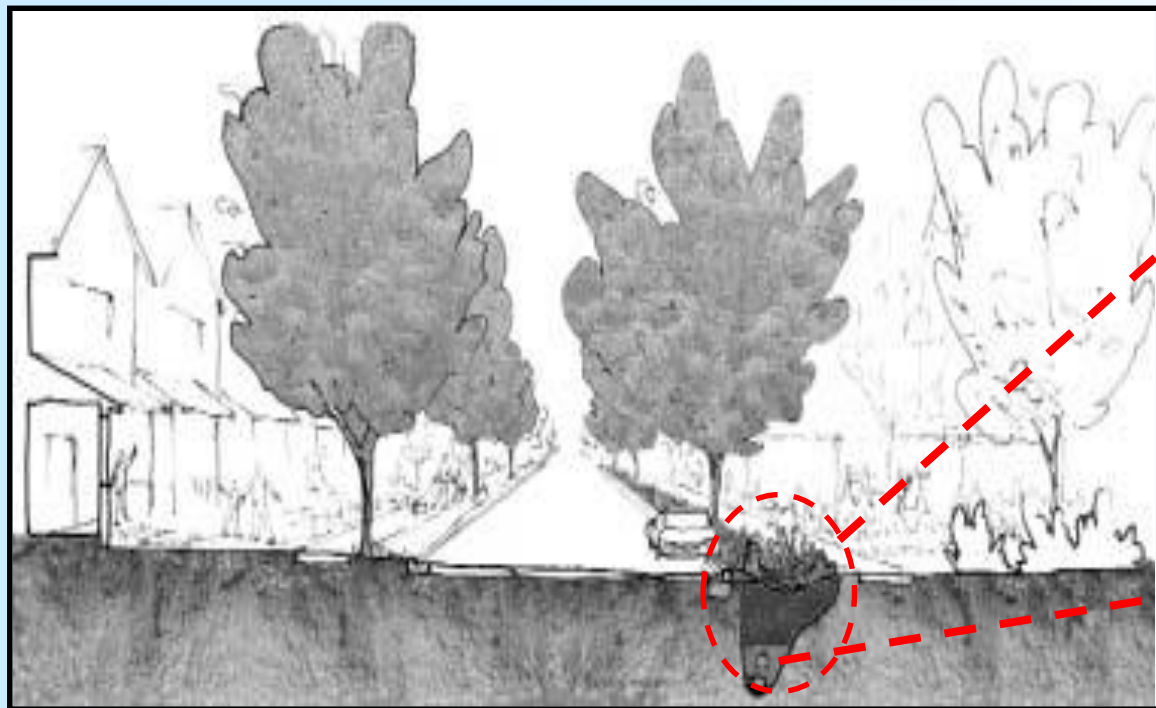
部分施作緣石



施作緣石



路邊公共設施帶設置生態滯留槽



(Natural Approaches Stormwater Management , 2003)

(Advanced Drainage Concepts Using Green Solutions for CSO Control
Richard Field, PE, D.WRE, DEE Anthony N. Tafuri, PE, D.WRE)

設施於市區道路項目表

LID設施	水質淨化效益	貯集效益	施作面積大小	維護需求
生態滯留槽	☆☆☆	☆☆☆	☆ (可大可小)	☆
草帶	☆☆☆		☆☆	☆
草溝	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆
透水鋪面	☆		☆☆☆	☆☆☆
滲透陰井		☆☆	☆	☆☆☆
滲透排水管			☆☆☆	☆☆☆
滲透側溝	☆		☆☆☆	☆☆☆
樹箱過濾器	☆☆☆		☆	☆
綠色道路	☆☆☆		☆☆☆	☆

(本研究室彙整)

☆☆☆代表優及大

☆☆代表好與中等

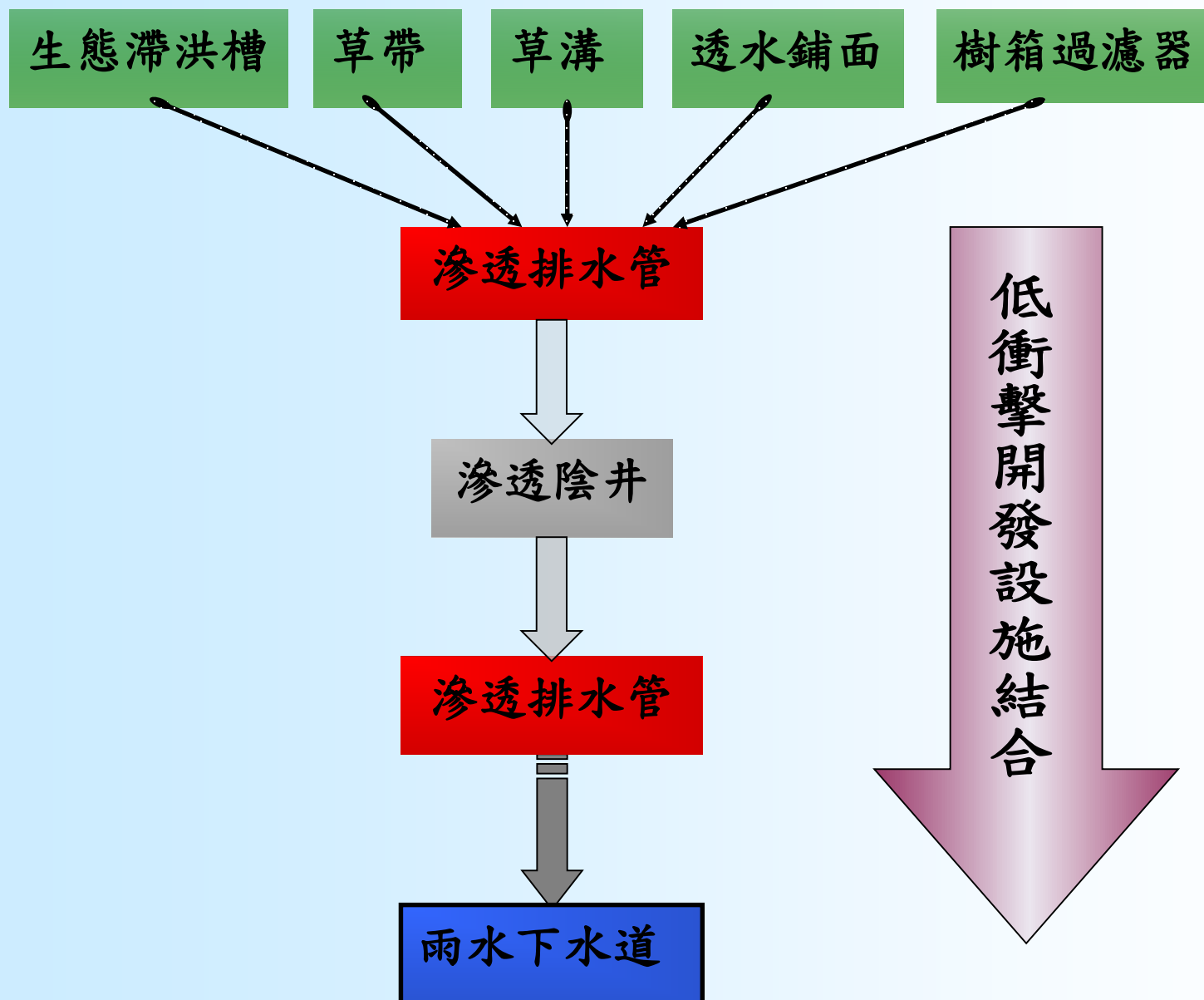
☆代表尚及小

低衝擊開發設施於市區道路及附屬設施之適用範圍

範圍 設施種類	一般 道路	社區 道路	公共 設施帶	人行道	分隔島	停車場 (格)
生態滯留槽					✓	✓
草帶			✓			✓
草溝		✓			✓	
透水鋪面	✓	✓	✓	✓		✓
滲透陰井	✓	✓	✓			✓
滲透排水管	✓	✓	✓	✓	✓	✓
滲透側溝	✓	✓				✓
樹箱過濾器			✓	✓		✓
綠色道路		✓				✓

低衝擊開發設施最適合在公共設施帶與停車場

(研究室彙整)



■借鏡西雅圖案路旁減少緣石的設置、減少街道寬度，選擇「自然排水系統」和搭配日本「雨水貯留滲透設施」的施作方式，可得（1）降低地表逕流量（2）減少不透水面積（3）節省施作及維護成本（4）漫地流速度降低（5）補助地下水。

■LID設計原則以「地方規劃和區域法令」、「交通動線設計」、「基礎設施和自然資源設計」與三大面互補互助，國內可採用「都市計畫法」、「市區道路及附屬工程設計標準」與「下水道用戶排水設備標準」配合地方政府法令進行LID規劃與設計。

■開發效益可採用「**BMP TOOL BOX**」模擬土地開發前後的水質與暴雨逕流關係變化，並計算成本做出最佳化的評選。

■經文獻與觀察LID設施於國內市區道路，評估後認為植栽型濾帶設施的「**生態滯留槽**」、「**草帶**」、「**樹箱過濾器**」與入滲型設施的「**透水鋪面**」、「**滲透排水管**」、「**滲透陰井**」，適合設置在都會地區。

簡報完畢

謝謝指教

編號	項目	單位	數量	單價	複價
一	草帶				
1	整地	m ²	1,000.00	14.5	14,500.00
2	放樣	m ²	1,000.00	22	22,000.00
3	草皮鋪植	m ²	1,000.00	135	135,000.00
小計		新台幣 171,500 元整			
二	濕式滯留池				
1	整地	m ²	4,000.00	14.5	58,000.00
2	基礎機具挖方	m ³	5,000.00	53.05	265,250.00
3	就近利用填方(滯留池土堤利用填方)	m ³	1,200.00	35.91	43,092.00
4	2''PVC 管、防滲套(出水口放流管)	m	1	75	75.00
5	30cm 乾砌卵石面(溢流口、砌石溝)	m ²	5	747.2	3,736.00
6	草皮鋪植	m ²	3,500.00	135	472,500.00
小計		新台幣 842,653 元整			
三	其他工程費				
1	施工便道(含復舊)	式	1	10,000.00	10,000.00
2	工程告示牌	面	1	5,000.00	5,000.00
3	工地環境清潔維護費	式	1	5,000.00	5,000.00
4	工地交通安全設施費	式	1	5,000.00	5,000.00
5	勞工安全衛生設備費	式	1	5,000.00	5,000.00
6	包商利稅	式	1	10%	104,415.30
小計		新台幣 134,415 元整			
四	空氣污染防治費	式	1	0.30%	3,445.70
五	營造綜合保險費	式	1	1.00%	11,485.68
總計		新台幣 1,163,500 元整 (資料來源：臺北科技大學水環境研究中心)			