

2017-04 廈門

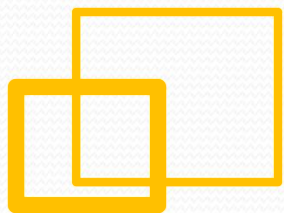
# 台灣海綿城市建設與展望

陳仲賢 博士



# 簡報大綱

- 壹、永續發展及氣候變遷影響
- 貳、台灣水患現況與問題
- 參、海綿城市
- 肆、台灣推動的情況
- 伍、海綿工法的介紹及成果
- 陸、推動和展望



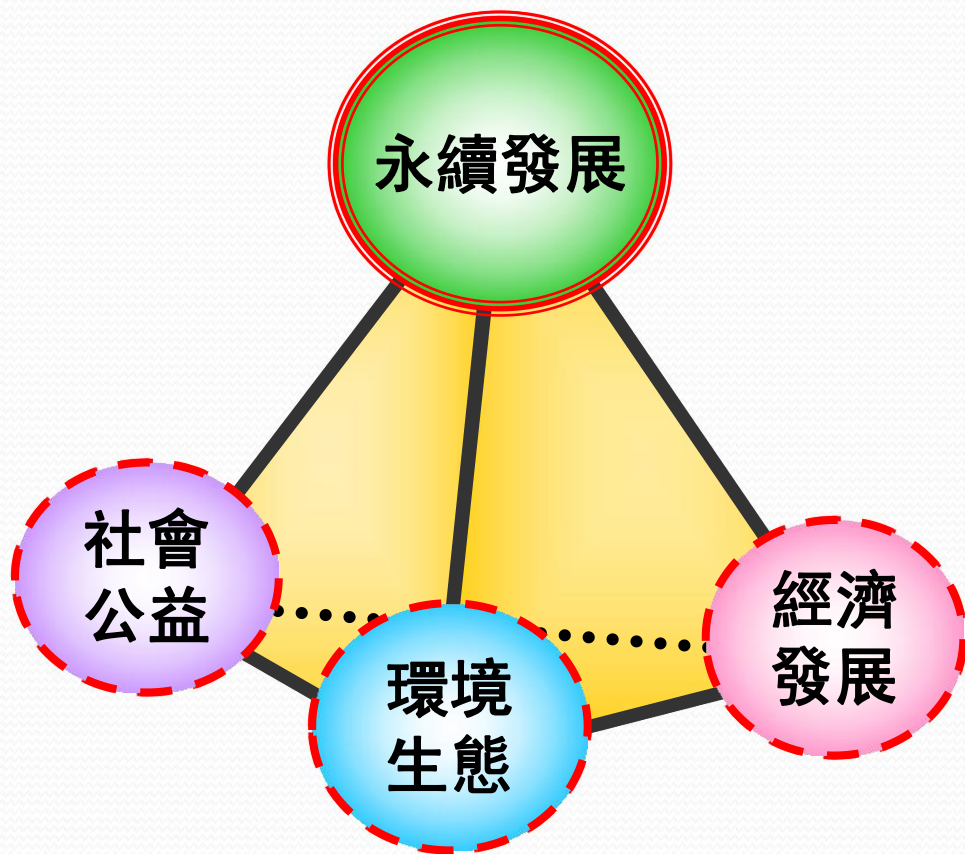


# 壹、永續發展及氣候變遷影響

# 永續發展

## 永續發展—世代正義 (Generational justice)

「氣候變遷」的影響日益深遠，各界均需重視，並努力研擬妥善的因應之道，以永續發展的新思維面對，以減緩/克服相關衝擊。





# 氣候變遷影響 (1/4)

## 2015年水旱災頻傳

### 中國 (2015年8月)

蘇迪勒颱風造成**565萬人**受災, **26人**死亡, **7人**失蹤、**11.1萬棟**房屋受損。經濟損失達新臺幣**914.1億**。



### 日本 (2015年7月)

強烈颱風南卡, 引發土石流、洪澇等災害, 造成**2人**死亡, **59人**受傷, **86棟**住屋受損, **398棟**住屋積淹水



### 日本 (2015年9月)

鬼怒川發生潰堤及溢堤事件。**8人**死亡、**46人**受傷(其中**7人**重傷)。**12棟**房屋全毀、**104棟**房屋部份毀損、**18,958棟**房屋淹水。



### 美國(2015年4月)

美國加州已持續四年旱災並持續惡化, 更是早在**2014年1月**就宣布進入乾旱緊急狀態。



### 臺灣(2015年8月)

蘇迪勒颱風**16**縣市共計發生**419**起積淹水災情。造成**5死4**失蹤**185**傷。除創全台最嚴重停電紀錄, 累計近**400萬戶**停電, 和雙北最嚴重路樹災情。



### 南非(2015年11月)

南非面臨**1982**年以來最嚴重的乾旱, 該國政府表示全境有**270萬人**陷入用水短缺的困境。



### 中國(2015年10月)

中國山西省自**6**月以來即乾旱少雨, 大面積農作物減產。估計有**604.25**萬人受災、經濟損失達**345.40**億新臺幣。



### 泰國(2015年7月)

泰國北部和東北部多個府治都遭遇到**50**年來最嚴重的乾旱情況, 雨季卻未明顯降雨, 部分河川甚至斷流, 嚴重影響農耕。



# 氣候變遷影響 (2/4)

- 臺灣季節性降雨變化已呈現**豐者愈豐、枯者愈枯**之情況

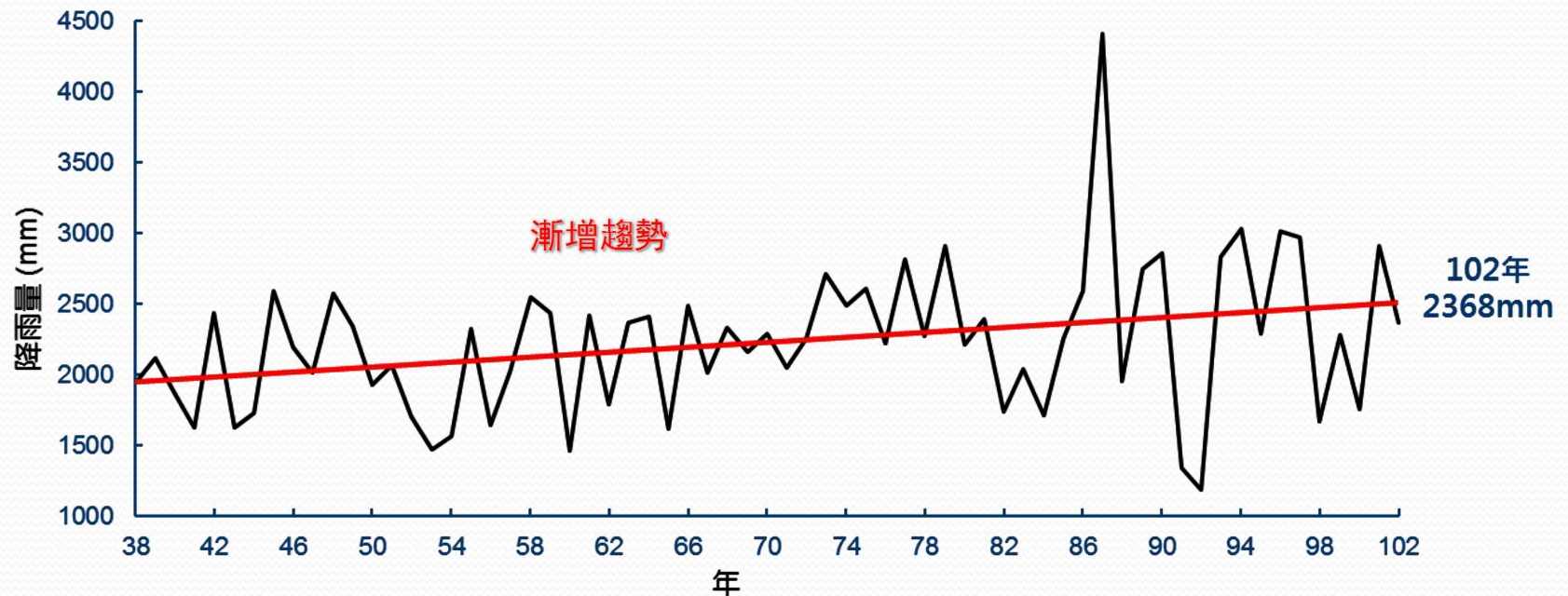




# 氣候變遷影響 (3/4)

- 百年來年降雨量增加約**360mm**，年降雨日數減少**30天**

台北雨量站



# 氣候變遷影響 (4/4)

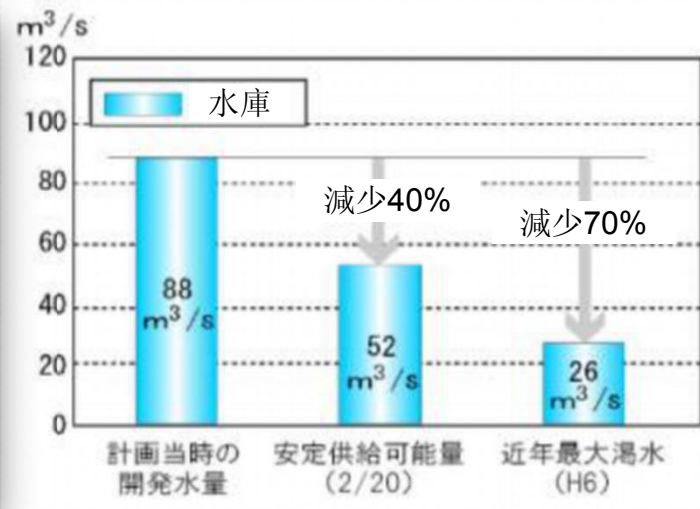
## 氣候變遷—工程保護標準降低

### 氣候變遷降低保護標準並增加致災風險

- ◆ 鄰國日本因應氣候變遷研究顯示，該國水利設施**保護標準將降低50~70%**，**水資源量更減少達70%**。
- ◆ 海水位上升及颱風豪雨增多增大將嚴重威脅沿海低窪地區。

日本案例

地域名	将来の降雨量増加	将来の治水安全度(超過確率年)					
		1/200(現計画)		1/150(現計画)		1/100(現計画)	
		水系数	水系数	水系数	水系数	水系数	水系数
① 北海道	1.24			1/51	2	1/35	8
② 東北	1.22			1/37	5	1/30	5
③ 関東	1.11	1/99	3	1/67	2	1/50	1
④ 北陸	1.14			1/65	5	1/43	4
⑤ 中部	1.06	1/111	2	1/89	4	1/64	3
⑥ 近畿	1.07	1/120	1				
⑦ 紀伊南部	1.13			1/57	1	1/30	1
⑧ 山陰	1.11			1/83	1	1/51	5
⑨ 瀬戸内	1.10	1/100	1	1/84	3	1/50	3
⑩ 四国南部	1.11			1/56	1	1/45	3
⑪ 九州	1.07			1/95	4	1/66	14





# 因應氣候變遷 (1/4)

氣候  
變遷



因應  
方針

## 減緩 (Mitigation):

指以人為干預的方式減少溫室氣體的排放量或增加溫室氣體的貯存量，以期能減緩氣候變遷問題的發生速度或規模。國內推動相關低碳節能政策多以減緩面向為主  
(碳交易、碳價)

## 調適 (Adaptation):

藉由對氣候變遷的認識與了解，做各種因應的調整與準備以適應各種氣候變化的改變，降低氣候變遷造成的衝擊，並且找尋有利的發展機會。

因應  
措施

## 減碳措施

## 調適政策 災害防救



# 因應氣候變遷 (2/4)

過度都市化的影響，砍伐樹木，建造最廣的**不透水鋪面**，改變都市構造，提高都市溫度，增加民眾用電習慣，提高**排碳量**，增加**溫室效應**

溫度增加  
用電增加

不透水鋪面

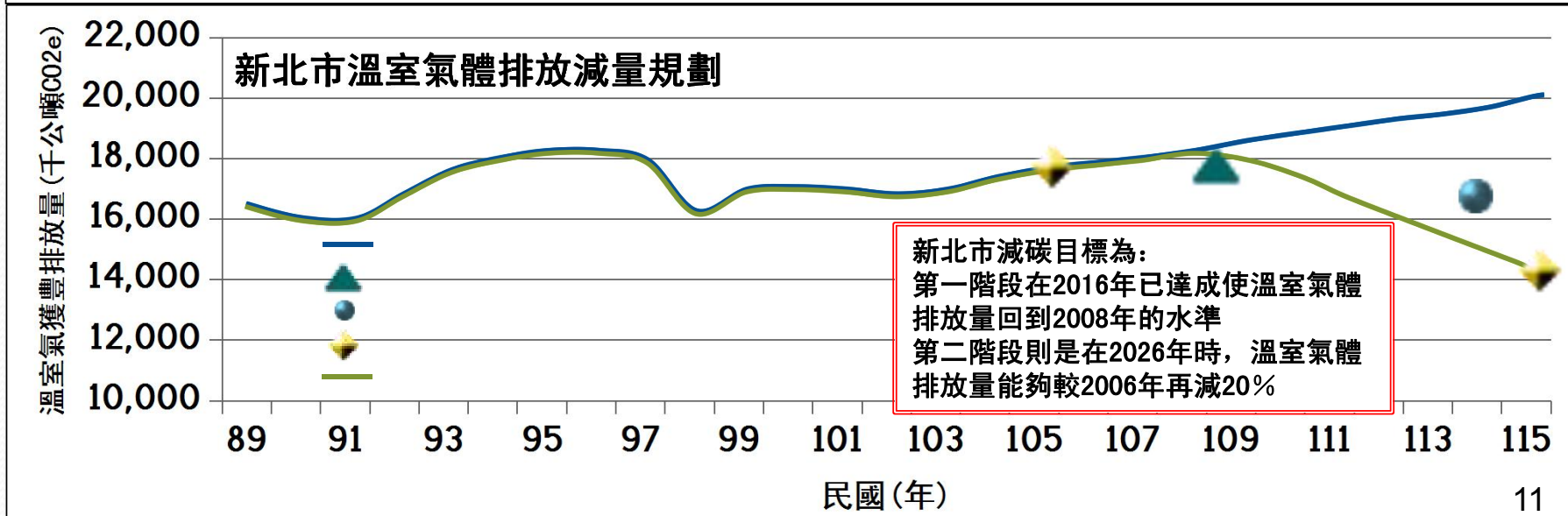
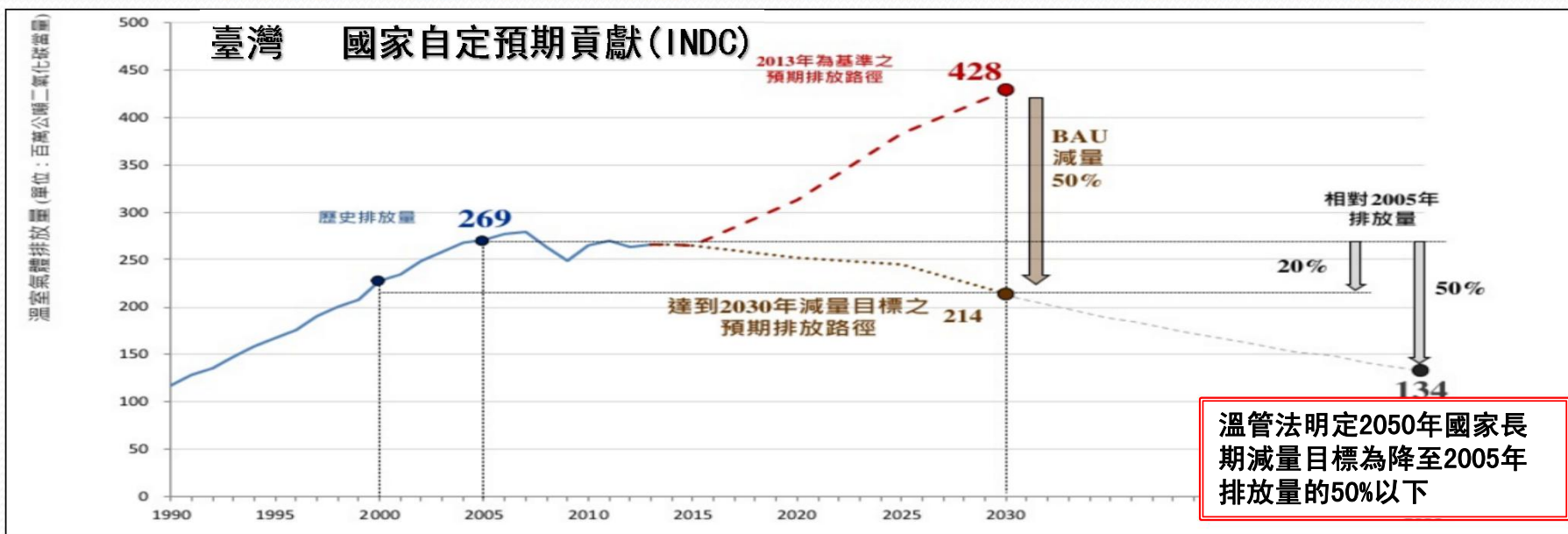
都市建物林立



# 因應氣候變遷 (3/4)

減碳

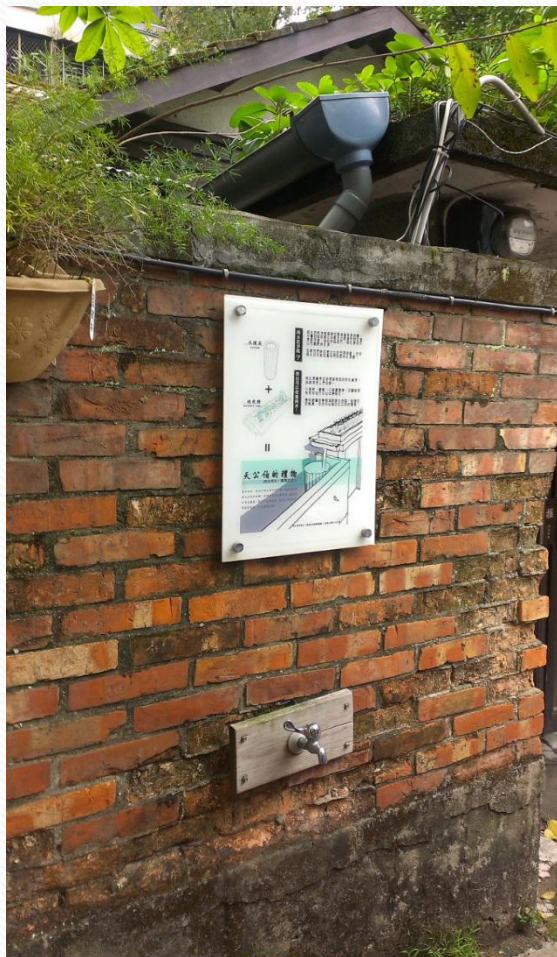
COP21巴黎協定：升溫限制目標1.5度C、新北市為北部低碳示範城市





# 因應氣候變遷 (4/4)

公共工程全生命週期，從規劃、設計、材料選用至維護管理，應納入節能減碳概念





# 貳、台灣水患現況與問題

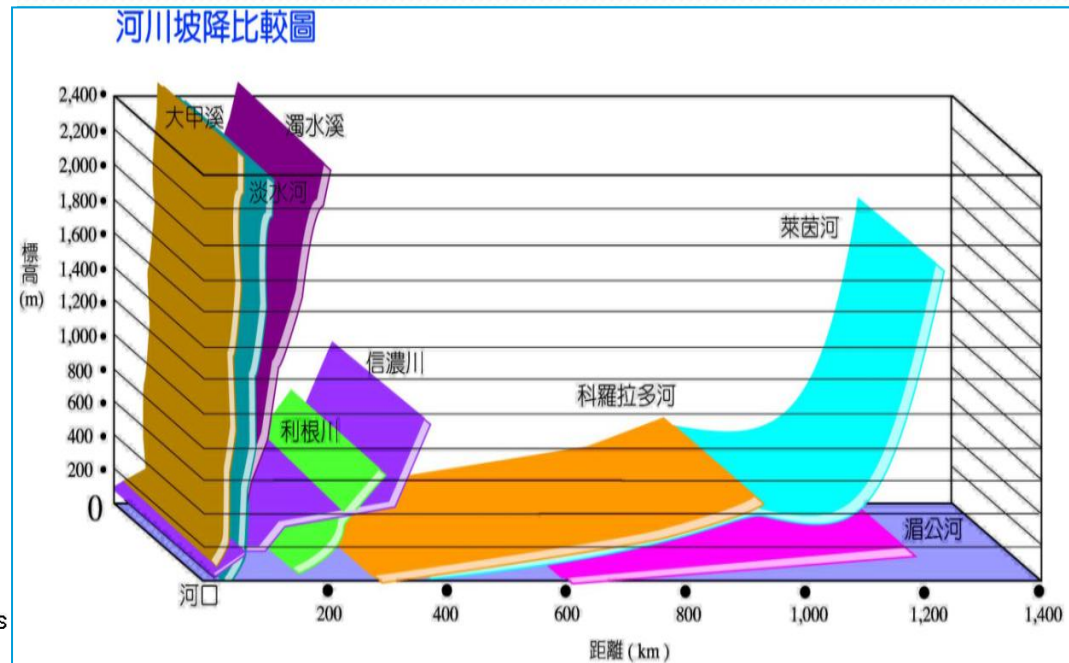
# 臺灣河川坡陡流急 易致生災害



北部區域：7347平方公里  
 中部區域：10507平方公里  
 南部區域：10002平方公里  
 東部區域：8144平方公里  
 臺灣地區：36000平方公里

圖二 臺灣河川與水資源分區圖  
 FIG. 2 RIVERS AND WATER RESOURCES REGIONS OF TAIWAN

- 高山面積(標高>1,000公尺)之占全島之39%;
- 丘陵與臺地(100~1000公尺)約佔32%;
- 平原(<100公尺) 約佔29%，為人口與農工業集中區。
- 長度大於100Km僅6條 - 最長濁水溪186.4km
- 面積大於1000Km<sup>2</sup>僅9條 - 最大高屏溪 3257Km<sup>2</sup>



## 水患問題



# 104年的西太平洋……

臺灣歷經6場颱風 37場豪雨 138場大雨 值勤2,634

小時

水患問題



## 莫拉克颱風重創集水區

2009



88風災小林村獻肚山崩坍

齊柏林/空中攝影



### 水患問題



## 地層下陷問題-易淹水及海水倒灌



彰化縣(資料起迄: 74~94年度)  
目前持續下陷面積: 263.4 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 2.36 m  
94年下陷速率: 11.0 cm/年

雲林縣(資料起迄: 64~94年度)  
目前持續下陷面積: 678.6 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 2.30 m  
94年下陷速率: 11.6 cm/年

嘉義縣(資料起迄: 77~94年度)  
目前持續下陷面積: 170.0 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 1.37 m  
94年下陷速率: 7.0 cm/年

台南縣(資料起迄: 77~94年度)  
目前持續下陷面積: 27.5 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 0.90 m  
94年下陷速率: 4.0 cm/年

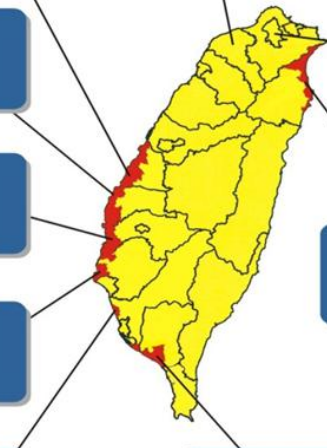
高雄縣(資料起迄: 76~94年度)  
目前持續下陷面積: 0 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 0.23 m  
94年下陷速率: 0.0 cm/年

桃園縣(資料起迄: 86~94年度)  
目前持續下陷面積: 0 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 0.09 m  
94年下陷速率: 0 cm/年

台北市(資料起迄: 32~94年度)  
目前持續下陷面積: 0 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 2.10 m  
94年下陷速率: 1.5 cm/年

宜蘭縣(資料起迄: 73~94年度)  
目前持續下陷面積: 0.2 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 0.44 m  
94年下陷速率: 3.1 cm/年

屏東縣(資料起迄: 61~94年度)  
目前持續下陷面積: 7.4 km<sup>2</sup>  
最大累積下陷總量: 3.22 m  
94年下陷速率: 0.4 cm/年



持續下陷面積: 年下陷速率達3公分/年以上之範圍



## 都市開發，集流迅速-淹水機會增加

汐止地區開發後，綠地減少，逕流增加



都市開發前

降雨大部分經由滲透入地底，貯留於地下水層中

1957

淡水河今昔



2012



都市開發後

減少綠地面積，縮短集流時間，增加洪峰流量，低窪地區淹水機率大增



## 海岸的侵蝕加劇



## 洪災頻率增加



## 土砂災害的加劇



## 乾旱風險增大



因氣候變遷，超過保護標準降雨發生機率提高

## 河川溢淹



## 排水溢淹



## 下水道溢淹



## 水患問題



# 氣候變遷可能使設施防護標準降低

## 未來假設洪水量上升，防護設施能力將下降

現在

將來(假設未來氣候變遷下)

防護標準

無調適策略

完整實施調適策略

中央管河川

中央管河川

100年洪水頻率→

100年  
洪水頻率

中央管  
河川

河川防護能力因  
降雨量增加而下降

洪水量增加10%

調適策略

實施河川洪水  
防護相關調適  
策略

50年洪水頻率→

50年  
洪水頻率  
← 33年  
洪水頻率

防止洪水溢對策

強化防止河川  
洪水溢堤

縣市管  
河川

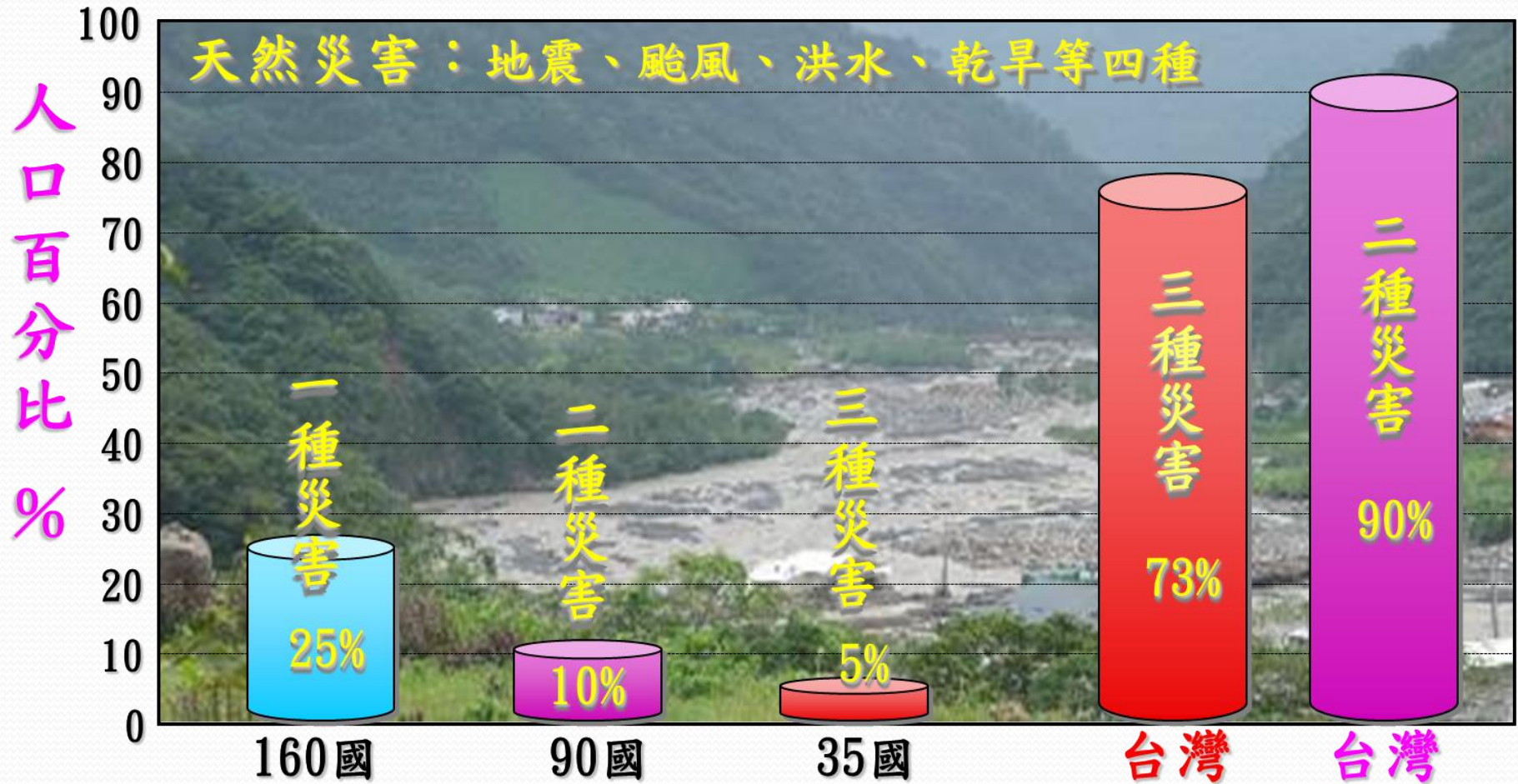
洪水量增加20%

洪水溢堤後緊急應  
變與避難的對策

• 控制淹水  
• 減輕淹水區域災損  
• 避難、緊急應變



## 台灣有 90%以上人口面臨二種災害的威脅



世界銀行報告(2005):National Disaster Hotspots - A Global Risk Analysis

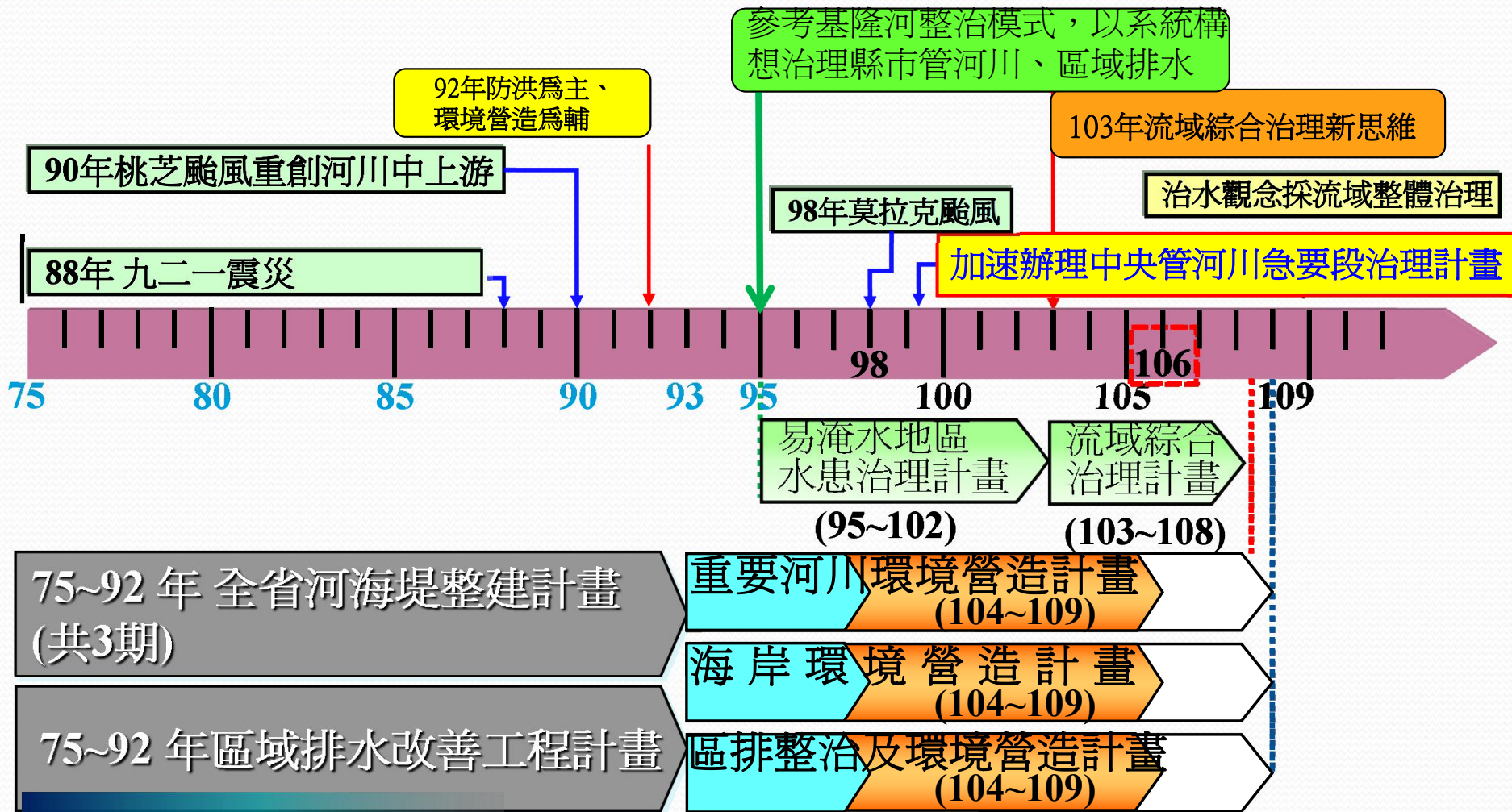
# 政府治水理念與計畫 始終隨環境、科技與時俱進

局部保護

圍堤束水

綜合治水

流域治理  
逕流分攤出流管制



治水現況與問題

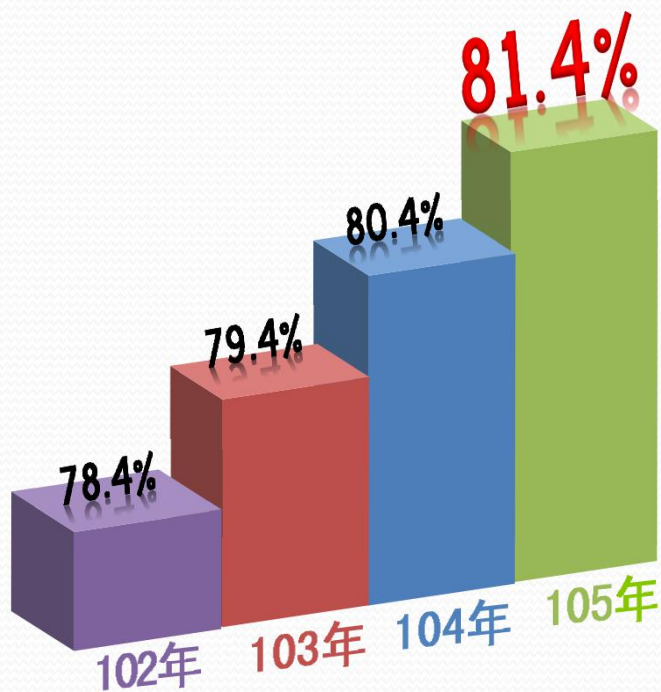


## 中央管河川及區排

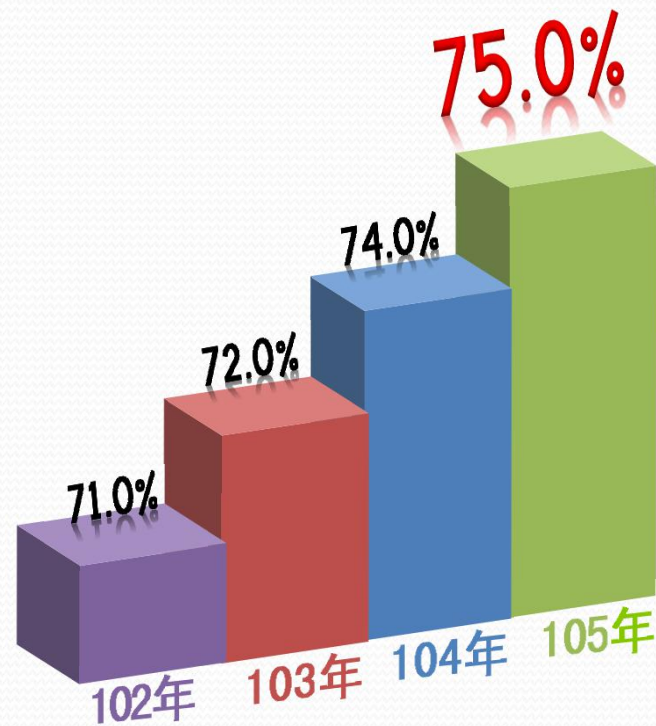
自85年起投資已超過2,000億元，治理率已接近8成。

近年甚少中央管河川潰溢堤造成水患

中央管河川治理率



中央管區排治理率



治水現況與問題





# 治水工程須與都市機能契合

以逕流分攤理念，與下水道、都市計畫等部門共同推動

## 都會區水患

### 氣候變遷影響

- 極端降雨事件頻傳，屢破歷史紀錄
- 降雨強度增強，屢破歷史紀錄

### 都市化效應

- 不透水面積增加，降低雨水涵容能力
- 集流時間縮短洪峰流量增加

### 都會區排水需加速治理

- 短延時強降雨發生機率增加，需加強市區排水收集系統
- 都會地區地區人口密集，淹水耐受程度較低，防洪工作相對重要



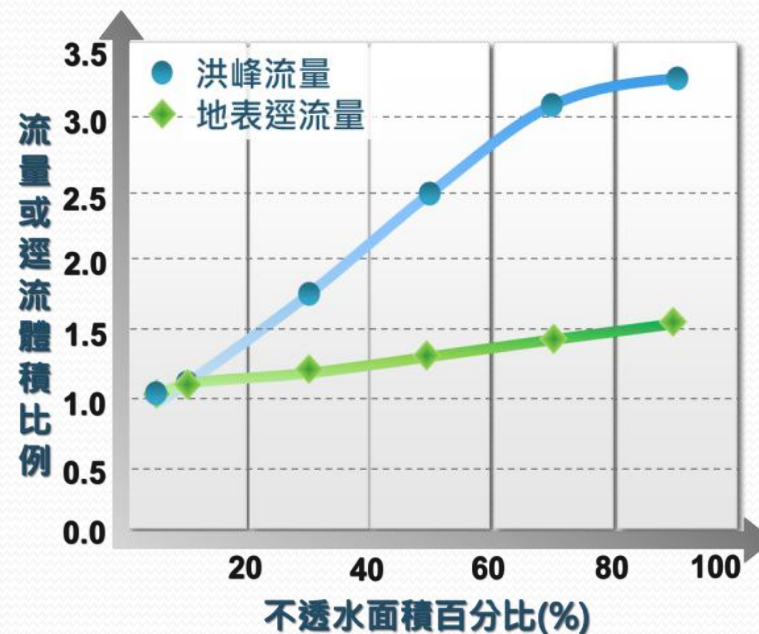
高雄 / 105年莫蘭蒂颶風



台南 / 105年梅姬颶風



## 治水現況與問題





結合在地休憩、文化特色，  
讓河川、排水成爲家園與生活的一部分

## 水與綠

以安全為唯一目標的防洪治理工程帶來了安全，  
但卻也忽略水環境是人類生活的一環



治水現況與問題



## 智慧防災

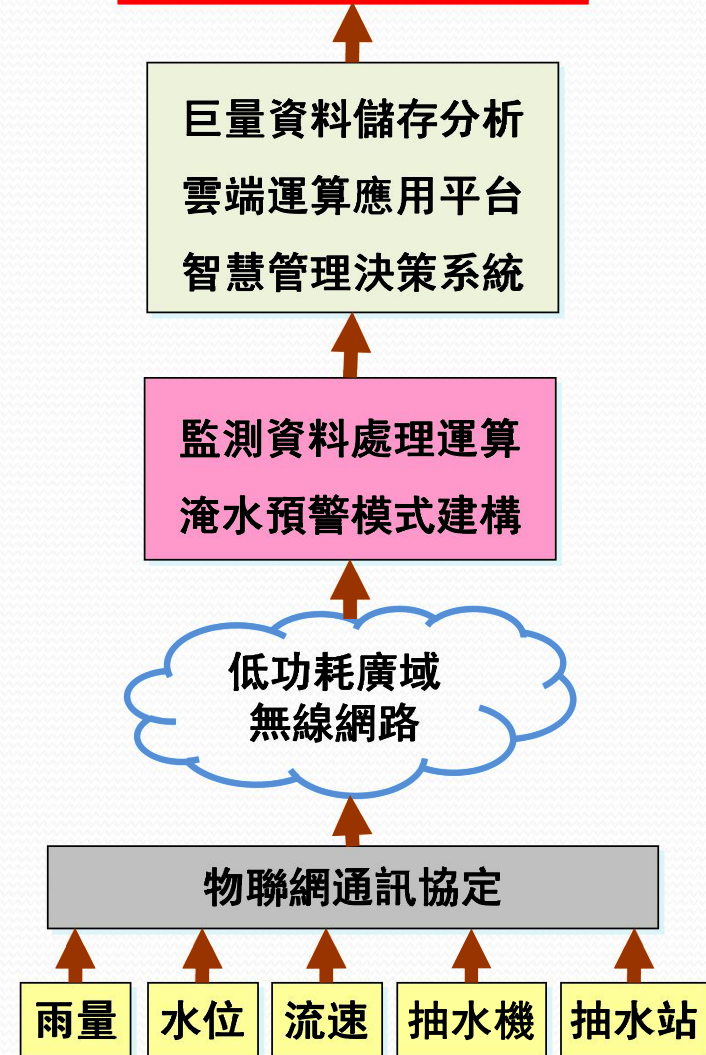
工程設計有一定標準，治水減災不代表災害不會發生

建構 **智慧防災平台** — 整合ICT、物聯網  
大數據科技。

結合 專業志工與自主防災體系  
提供 準確的預警、完整的災情  
及時的疏散撤離  
快速的支援與搶救

## 治水現況與問題

## 水利產業創新發展





# 參、海綿城市

# 「海綿城市」定義

- 「海綿城市」一詞在學術研究領域，乃以澳洲人口研究學者(Budge, 2006)所提出的意涵為最明確。
- 其乃指城市像海綿般將郊區人口集中吸附，而至偏遠鄉村人口持續減少，同時城市面積不斷擴大。再者，城市的發展會導致建築密集、道路疊架、車輛集中、污染累積，以及電力、油料、食物、水、廢棄物、廢水等各類物質匯集消耗或被創造。
- 因此，海綿城市一詞也有學者意指「城市問題的惡化趨勢」。

([http://lowestc.blogspot.tw/2012/05/blog-post\\_8603.html](http://lowestc.blogspot.tw/2012/05/blog-post_8603.html))



# 「海綿城市」定義

- 一般定義
  - 讓城市像海綿一樣且要有韌性，降雨逕流可自行吸收於地表下，不至造成淹水災害，吸收之水的收集使用，以減少缺水，提高水資源利用。
  - 即指城市像海綿可吸收多餘且可能造成災害之降雨地表逕流，並提供作為水資源使用。
- 延伸定義
  - 海綿城市更進一步應該會呼吸，不只是水，甚至是空氣，透過呼吸吸附二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、汽車廢氣，減少空氣汙染與霾害。
  - 降低熱島效應，節省能源使用，降低碳排放，進而調整溫度。

# 「海綿城市」定義

## ● 結論

「海綿城市」是因應氣候變遷最重要且有效的方法，減少淹水、缺水，減少空氣汙染、霾害。

## ● 再延伸

1. 減量(mitization)，就是減少能源使用、減少CO<sub>2</sub>、降低熱島效應、調節氣溫。若能這樣，這個溫室氣體的排放就有效，也就是有效的減量方法。
2. 調適(adaptation)，就是透過海綿吸附特性及呼吸的效用，降低氣候變遷帶來的淹水、缺水、空氣汙染的傷害，是一個因應氣候變遷的最佳調適策略。



# 肆、台灣推動的情況

## ● 理念

1. 自行吸收都市開發所增加的地表逕流，不增加原排水系統的負擔。(過去因都市發展地表逕流增加造成淹水加劇，或原來不淹水的地方因為建設開發後變成會淹水)
2. 進一步要求地表可以呼吸，吸收空氣中二氧化碳或廢氣，降低熱島效應，減少溫室氣體排放，然後有效調適降低氣候變遷的傷害。



# 推廣策略

- 示範區
- 法制化
- 推動歷程
- 法令依據
- 透水保水設計評估基準
- 六都現行建築開發雨水貯留量標準
- 推動成果
- 自治條例概念綱要

# 新北市 為例

## 示範區

設置**透水示範區**，以期能減緩淹水問題，並展示透水工法以達宣導之效。

## 法制化

- 1.規定於**20處都市計畫區**之新開發建築物必須設置「**雨水貯留設施**」。
- 2.實施**透水保水要點**，規範**公共設施用地**及**建築基地開發**時須設置透水保水設施需符合之標準。



## 目標

- 1.自行吸收增加之地表逕流
- 2.不增加原來下游排水能量
- 3.避免過去因開發(都市、工業區或道路等開發)使不淹水地方造成淹水

發展願景：「**通過自治條例**，**打造透水(海綿)城市**」！



# 新北市 為例

法制化

所有土地開發

建築基地開發

公共設施用地開發

發展願景：  
通過自治條例，  
打造透水城市！

第一階段

實施「新北市政府辦理公共設施用地開發透水保水實施要點」

第二階段

實施「新北市政府辦理建築基地保水指標執行要點」

# 新北市 為例

## 落實「透水城市」理想 - 都市計畫降低建蔽率

【2014/03/06 中央社】

「都市計畫法新北市施行細則」5月1日發布實施，為落實「透水城市」理想，建蔽率全面降低10%，要讓空地透水率達80%以上。





# 新北市 為例

## 推動歷程



# 法令依據

- 相關法令中明訂規範，透水保水概念已逐步落實管制。

都市計畫法

排水管理辦法

下水道法

建築法

水土保持技術規範

建築技術規則建築設計施工編-綠建築專章

建築物雨水貯留利用設計技術規範

各政府辦理公共設施用地開發透水保水實施要點



# 透水保水設計評估基準

## ■內政部規範之標準

- 「建築技術規則第4-3條」  
雨水貯留量體=基地面積 × 0.045
- 「建築技術規則第305條」  
基地保水指標基準值  $\lambda_c$  =開發後透水保水量/原用地透水保水量=0.5 × (1- 建蔽率r)

## ■新北市現行之標準

- 「**建築基地**雨水貯留作業規範」  
雨水貯留量體=基地面積 × 0.05
- 「**建築基地**保水指標執行要點」  
基地保水指標基準值 $\lambda_c$  =0.8 × (1-r)
- 「**公共設施用地**開發透水保水實施要點」

人行道、分隔島等	0.4
平面停車場	0.4
建築物	0.8×(1-r)
公園、綠地	0.9
其他	0.5×(1-r)

基地保水指標基準值  $\lambda_c$

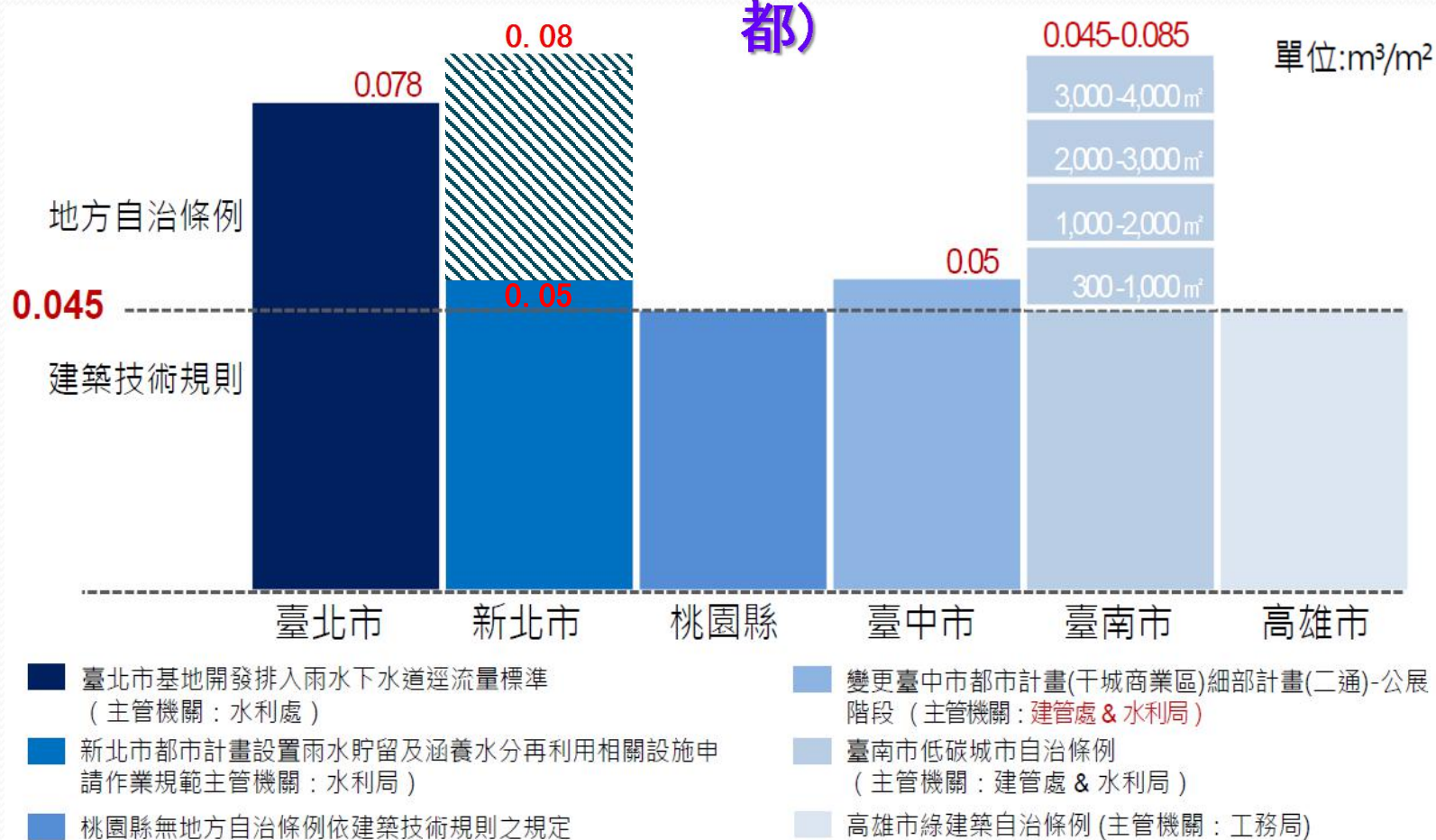
## ■新北市今年之標準

- 每宗開發基地滿足**80mm/hr**，**一小時零出流**  
雨水貯留及透水保水量體=基地面積 × **0.08**

# 六都現行建築開發雨水貯留量標準

新北市 設施標準全國最高  
(全面：含都市、非都)

(全面：含都市、非都)



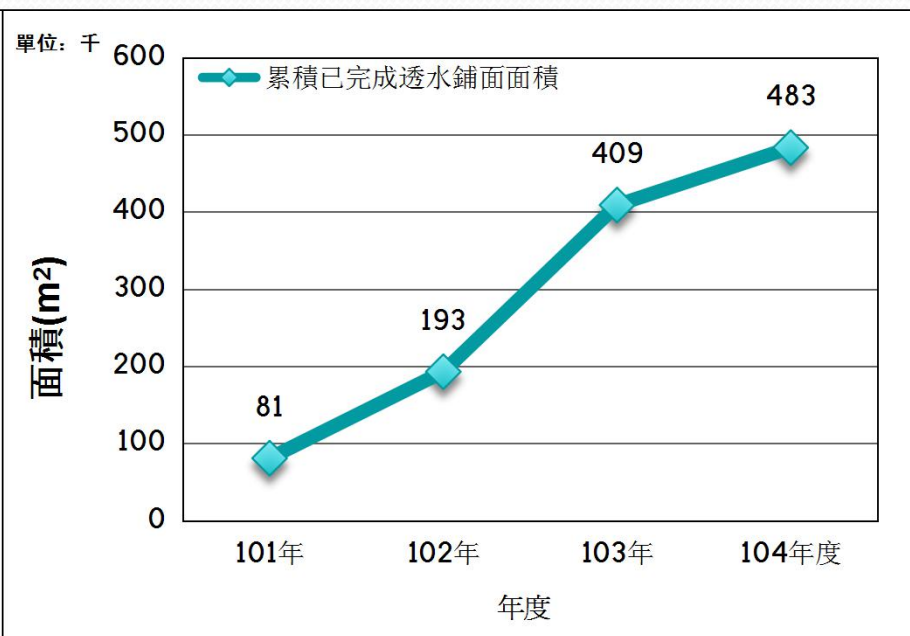
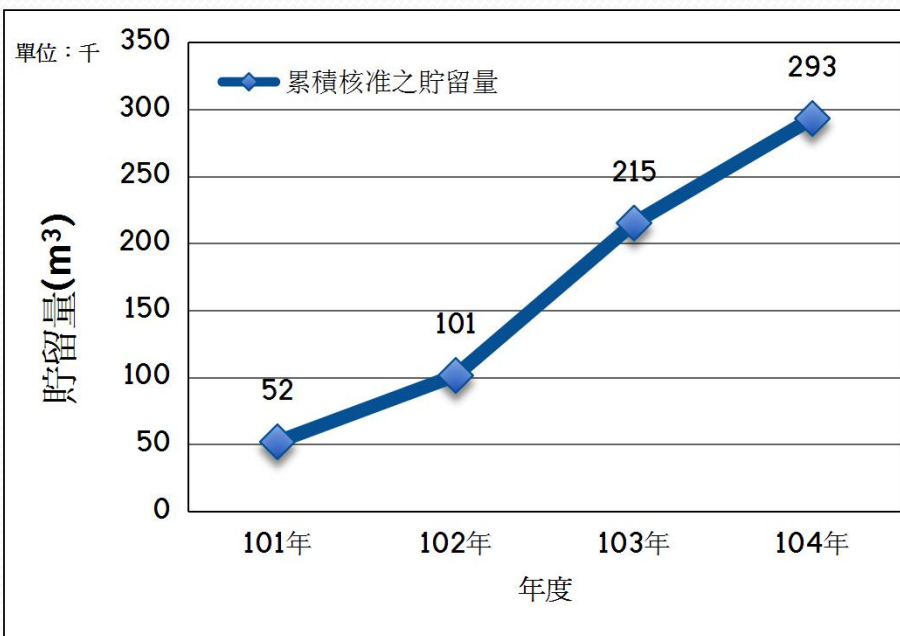
資料來源：內政部營建署103年低衝擊開發研討會



# 新北市 為例

## 推動成果

- ◆ 新北市政府自**98年**起針對**20處都市計畫地區**，採土地使用分區管制要點，要求新建築行為，均需設置**雨水貯留設施**。
- ◆ 新北市境內自101年起已核准**1137**件雨水貯留建照審查，累積核准之雨水貯留量達**199,765 m<sup>3</sup>**。
- ◆ 新北市境內自101年起已完成之透水鋪面面積達**483,253 m<sup>2</sup>**。



## 自治條例概念綱要

1. 規定新北市轄內所有開發基地，皆應設置透水保水相關設施，以提升新北市透水保水能力
2. 基地之經營人、使用人、依法成立之公寓大廈管理委員會或所有人對於透水保水相關設施應具之維護管理責任
3. 依地方制度法第26條規定，規定違反本自治條例規定者之罰責



## 小 結

- 臺灣就是透過這樣的方式全面推動，而且各城市互相競爭，所以各城市所訂的達成規範都高於中央。
- 實施的對象係採逐漸至全面擴大，標準也是越來越高；會呼吸的部分亦先做示範區，然後再逐漸擴大。

# 伍、海綿工法的介紹與成果

- 一、透水、海綿城市概念
- 二、透水相關設施介紹
- 三、JW工法



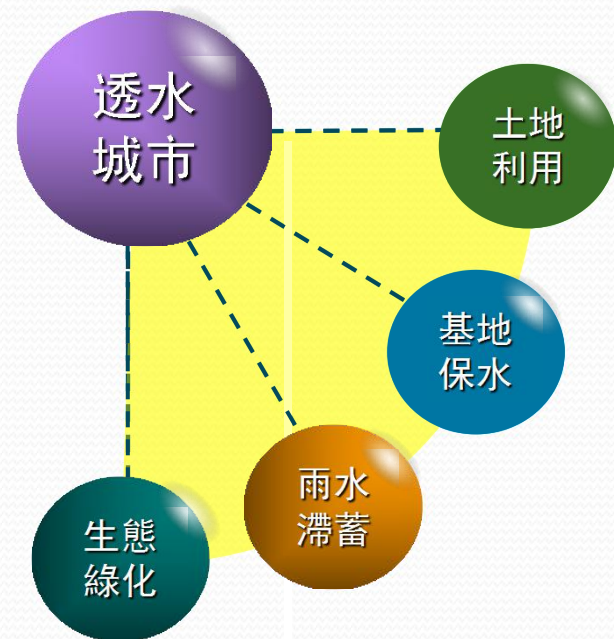
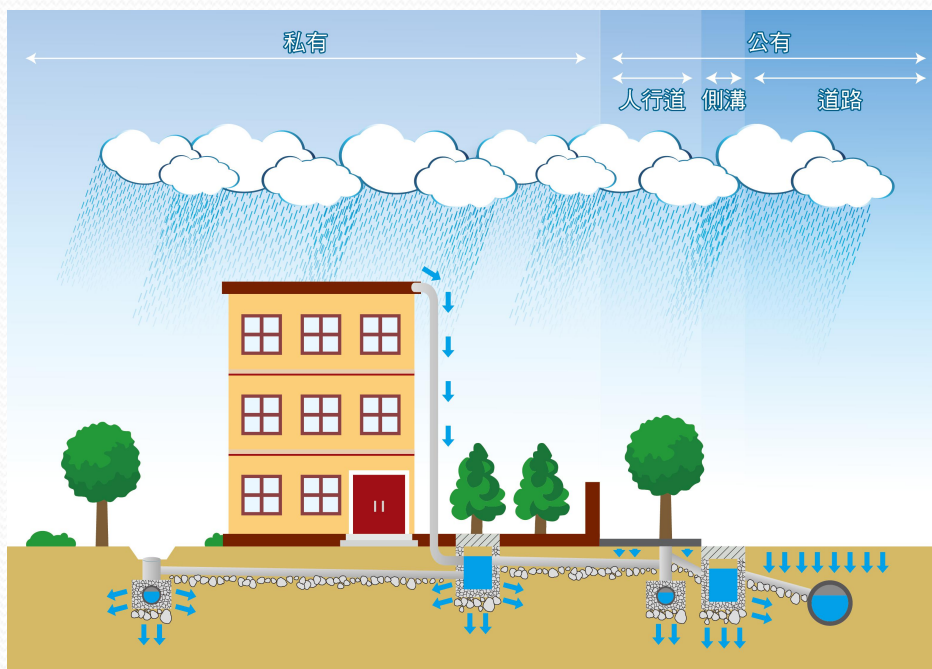
# 一、透水、海綿城市概念(1/2)

- 近年受**氣候變遷影響**，導致強降雨、極端降雨事件越益頻繁
- 都市區域發展迅速，**地表不透水率(ISA)提升**，滲透減少，土壤**透水保水能力降低**，蒸發散量減少**(破壞水文循環)**
- 雨水透過管渠快速匯集至河川排水路，**增加洪峰流量**與溢淹風險，更增都會區防洪排水系統負擔



# 一、透水、海綿城市概念(2/2)

- 防洪思維改變，兼顧**基地雨水貯集**、**滲透雨水**、**涵養地下水**之**海綿(透水)城市**概念，從**源頭降低逕流量**，提升防洪效能，降低排水系統負擔，恢復**都市水文循環**





# 二、透水相關設施介紹 (1/5)

新開發地區較為適用

效益

## 低衝擊開發 (LID) 設施介紹

### 低衝擊開發 (LID) 理念

• 經由各種土地之適當規劃，搭配設計過之措施與技術  
→ 達到**保育自然資源**  
**降低建造成本**之開發方法。

可減低暴雨逕流、  
淨化水質、提升  
生態效益及景觀  
美化

達**防災**並提升生  
活環境品質

### 低衝擊開發設施

#### 1. 貯集

- 綠屋頂
- 雨水花園
- 地面貯水設施
- 地下貯水設施
- 雨水貯留
- 雨撲滿

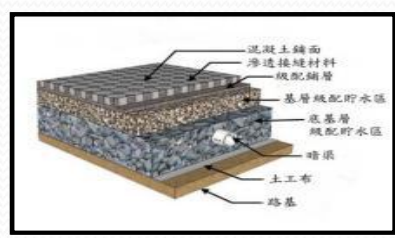
#### 1. 滲透

- 草溝
- 透水鋪面
- 滲透排水管
- 樹箱過濾系統
- 人行步道

### 貯集設施



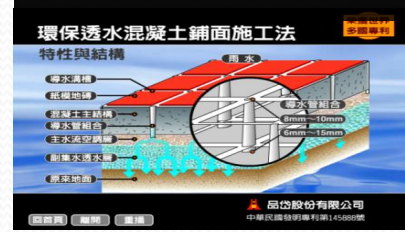
### 透水鋪面工法



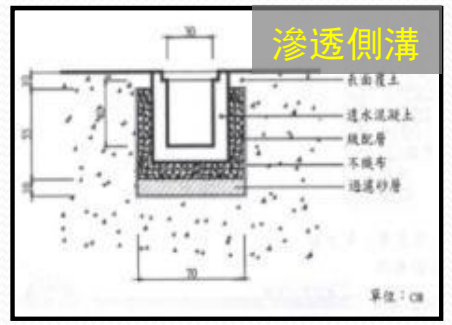
### 交錯型混凝土鋪面之 透水材質 (PICP)



### 環保透水混凝土鋪面



### 滲透設施





# 二、透水相關設施介紹 (2/5)

## 常用保水

草溝/草帶

## 其他保水

雨水滯蓄設施

雨水貯集利用

## 常用保水-花園 土壤雨水截留

綠屋頂



• 雨花園  
• 可入滲景觀

## 特殊保水-地面 貯集滲透設計

滲透側溝

滲透陰井

滲透排水管

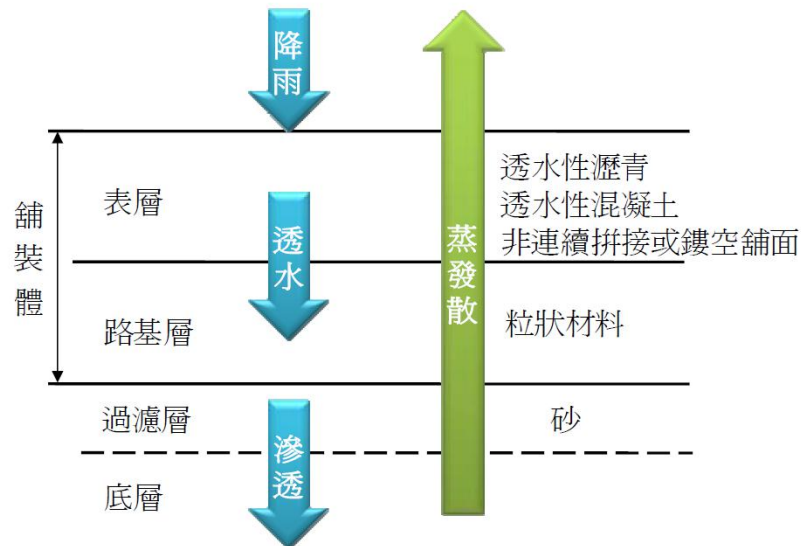
透水鋪面  
常用保水

## 特殊保水

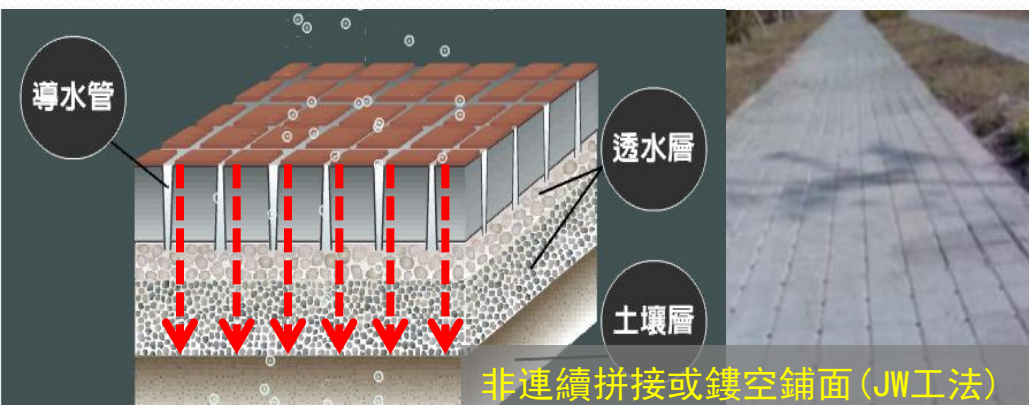
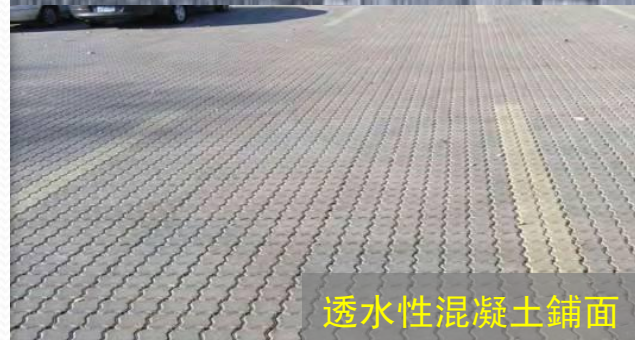


# 二、透水相關設施介紹 (3/5)

## 透水鋪面



透水鋪面結構示意圖



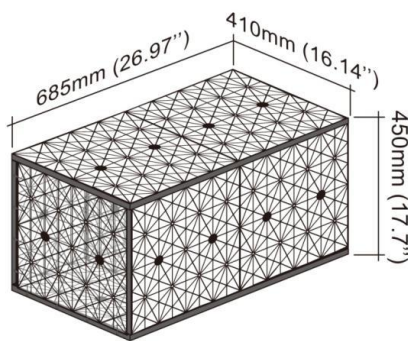
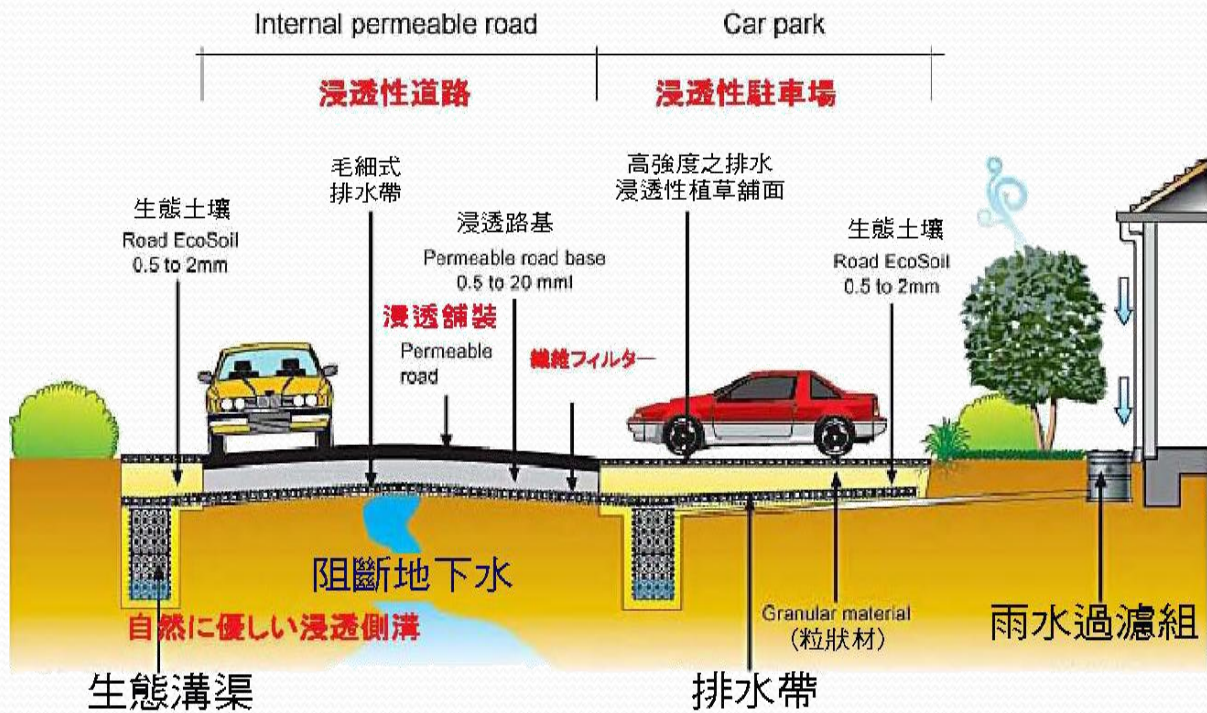
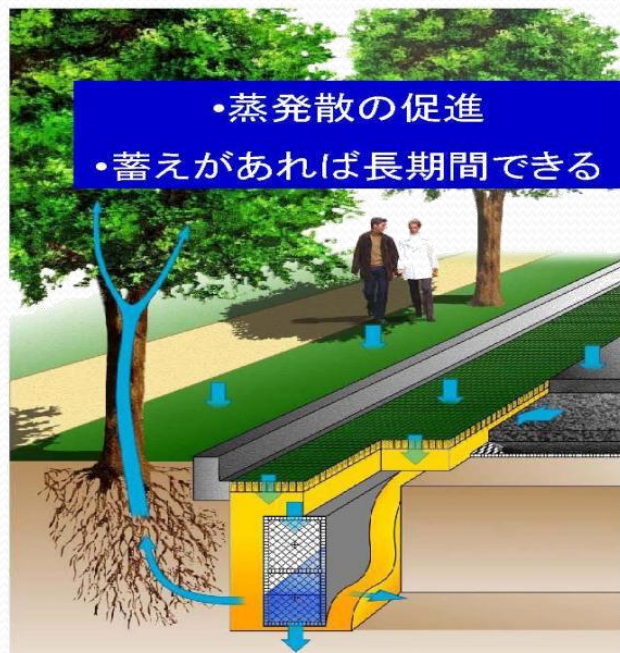






# 二、透水相關設施介紹 (5/5)

## 地下貯集滲透設施-蓄水貯集框架



- 95%以上之空隙率 (混凝土涵箱約70%，礫石方式約35%)
- 耐荷重强度高
- 形狀自由度高，可對應多樣化系統



# 三、JW工法(1/9)

## 施工順序



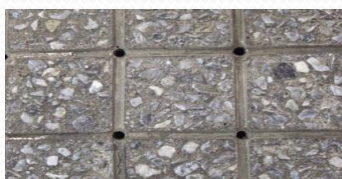
倒入混凝土



壓實



上色或不上色 (表面藝術處理)



掀起條蓋 露出孔洞



# 三、JW工法 (2/9)

## 鋪面比較

管式透水鋪面 每m<sup>2</sup>經費：2400元



瓷石透水鋪面 每m<sup>2</sup>經費：5390元



防沉陷透水鋪面 每m<sup>2</sup>經費：2500元



軟式高壓透水磚鋪面 每m<sup>2</sup>經費：1850元



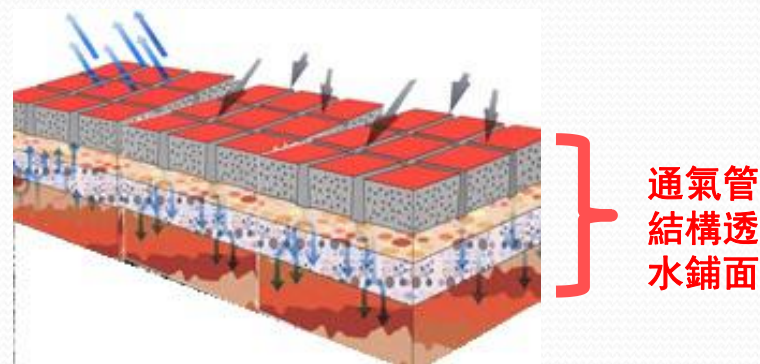


# 三、JW工法 (3/9)

## 透水鋪面

- 應用於**道路及人行道**
- 採用**通氣管結構透水鋪面**，增加透水率及路面抗壓強度
- 以JW工法透水鋪面施工直接取代水溝創造**生態微濕地道路**，總造價又可**減少48.5%經費預算**，並能達到**透水、基地保水、生態、永續、安全、環保**等多項效益
- 與低廉的**高壓磚**比較，長期**節省**可達**3~7倍**經費
- 與**水泥路面**或**柏油路面**相比較，**節省**可達**10倍**以上

項目規格及說明	合計
排水溝+高壓透水磚+預鑄路緣石	NT\$6,257,796
高壓透水磚+排水溝	NT\$5,397,374
JW導水鋪面584m <sup>2</sup> ；紙模地坪2,063.61m <sup>2</sup>	<b>NT\$3,224,174</b>



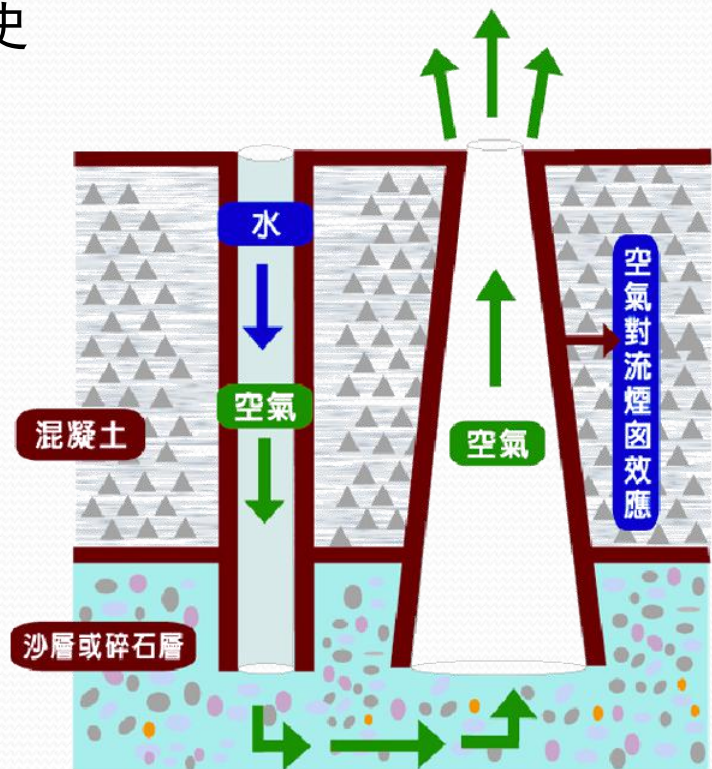


# 三、JW工法(4/9)

## 治理城市大氣污染—治理效率

- 50%以上的**汽車排氣20分鐘內**被直接吸附，**76%的二氧化碳**進入到JW鋪面之下，其餘之**空氣污染物**則持續被JW鋪面所吸附
- 城市空氣汙染源主要來自**汽車排氣**及**揚塵**，大面積鋪設JW鋪面，將捕捉大量空氣汙染物與**二氧化碳**及**揚塵**，城市空氣品質就會等比例的大幅改善，「**霾害**」也將成為歷史

CO 一氧化碳	CO <sub>2</sub> 二氧化碳	SO <sub>2</sub> 二氧化硫
61%	76%	97%
NO 一氧化氮	NO <sub>2</sub> 二氧化氮	NO <sub>x</sub> 氮氧化物
66%	63%	64%





# 三、JW工法(5/9)

## 創造地下濕地生態系統、地下水庫

### 地下濕地生態系統

- JW鋪面之下土壤層內95組代謝基質的**平均活性**及**微生物群聚生理多樣性**，均**明顯偏高**，且平均活性較控制實驗區土壤層還高，而多樣性則為相當
- JW鋪面之下**土壤微生物組成**與**代謝活力**皆明顯優於其它鋪面下的土壤
- JW鋪面之下**生物活性高**，可稱之為**地下溼地生態系統**，是捕捉與吸存二氧化碳與空氣汙染物質的重要一環

### 地下水庫

- 2014/ 7/14-8/19間，連續**36日**出現高溫無雨，（最高溫達到39.9°C破台灣百年記錄）
- 每日用水**4.28噸**，總共用水**154噸**，超過儲水**70噸**。因附近樹木澆水後，水經土壤迴流入**地下水庫**產生循環
- JW道路可以將大量雨水經由路面**入滲**，直接進入**地下水庫**，做為**水資源調適**，並同時做為**補充早期缺水使用**



台北科技大學2003年



台北科技大學2013年



經濟部水利署2003年



經濟部水利署2013年



# 三、JW工法(6/9)

## 鋪面特性

### 防洪

- JW鋪面的**透水效率高**，表面逕流為零，不會積水。降雨落在鋪面原處，JW路面沒有水溝，不會產生匯流及沖刷現象，大幅**降低低窪地區淹水**，此外，鋪面下**儲水滯洪**，同時也可以使用透排水管連接雨水下水道，充份運用**雨水治理及排水**，避免釀災

### 耐重壓

- 承載道路或特殊工程**，可視工程設計需要，加入**鋼筋結合**，**加強承載能力**，一般輕量型道路，不需加鋼筋，節省經費

### 維護容易

- JW生態工法鋪面經維護清理後，透水效益可恢復98%，**保養清理容易**，鋪面**常保如新**



平日保養維護以掃街車清理



中度阻塞時可以吸塵器及掃街車清理維護



嚴重阻塞可搭配高壓水柱及鑽孔設施清理導水孔



台北市北安路2003年



台北市北安路2011年



# 三、JW工法(7/9)

## 環境友善

### 抑制都市「熱島」

- 若整個城市人工鋪面都改變為JW鋪面，大雨時儲水，大熱天時降溫，鋪面與大自然合作抑制都市熱島，有效減少冷氣使用與耗電，達到改善都市熱島與節能減排的效益

### 草木共榮

- JW鋪面植草、種花、植樹，讓城市中創造出自然生態環境

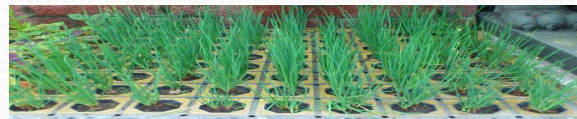
### 污水治理

- JW生態工法會呼吸的道路，溶氧量高達7.7mg/L，僅次於茄苳溪山泉瀑布水9.1，優於其它水質
- 大腸桿菌群密度最低為 $1.8 \times 10^4$ CFU/100mL，優於其它水質
- PH值最高為8.3，總體水質最好。

註：JW呼吸道路地下水，原是一般大眾所知「臭水溝」的水，經改變成JW鋪面後證明對「污水治理」有顯著效益。



樹根在鋪面下  
自然呼吸成長  
與地下生態系  
統共榮

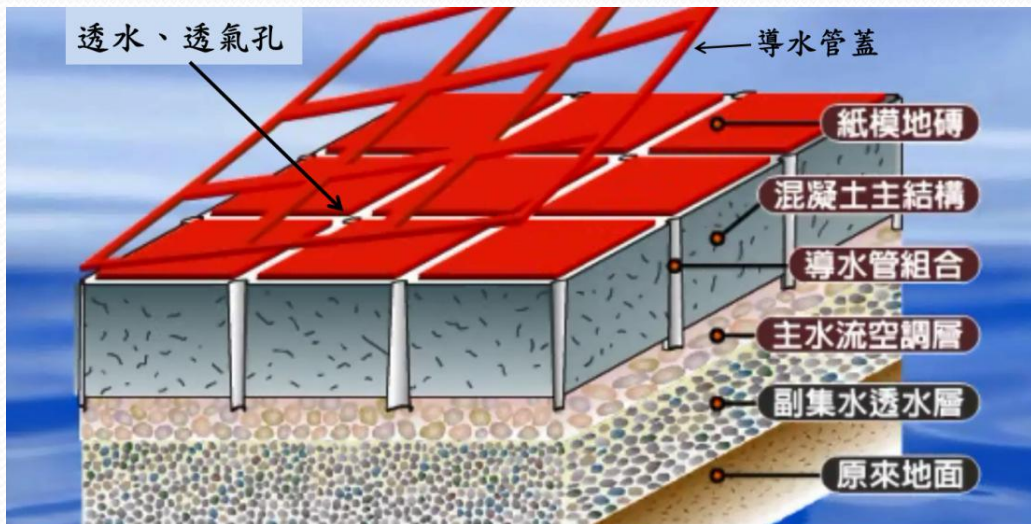


JW道路沒有水溝、沒有髒亂、沒有病源、美麗、清潔與健康



# 三、JW工法 (8/9)

## 汐止區禮門里人行道路透水鋪面 (1/2)



引用自「建設海綿臺灣倡議」理念說明



平常狀況



大量雨水湧入實況

### JW 工法介紹

應用	車道、人行道、停車場及廣場
優點	(1)承載力與一般剛性路面相同 (2)可避免一般透水鋪面孔隙阻塞問題
缺點	(1)造價貴 (2)表面顏色樣式易褪色

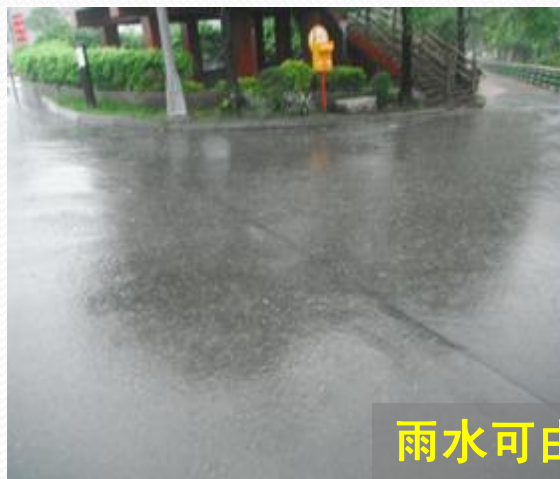
整理自98年內政部營建署「透水性鋪面養護工法參考手冊」

引用自 汐止市中正社區發展協會資料



# 三、JW工法(9/9)

## 汐止區禮門里人行道路透水鋪面(2/2)



雨水可由地層回收



印證地層下面維生物存活



降低人行道路表面溫度



地下箱涵雨水回收再利用  
(蓄水50-60公噸的地下水撲滿)

引用自 汐止市中正社區發展協會資料



# 陸、推動和展望

氣候變遷將會嚴重傷害人類的生存、  
生命的安全、還有身體的健康…



## 海绵城市建设技术指南

住房和城乡建设部

——低影响开发雨水系统构建

2014年10月

### 中国 国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见

工作目标。通过海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将**70%**的降雨就地消纳和利用。到**2020**年，城市建成区**20%**以上的面积达到目标要求；到**2030**年，城市建成区**80%**以上的面积达到目标要求。



- 海峽兩岸都非常重視海綿城市的建設，大陸是由中央直接規劃推動，臺灣則是地方比中央要更積極。
- 初期都是以示範區然後逐漸擴大，大陸國務院有訂出明確的目標，臺灣也有明確的理念、策略、目標和法規來配合並落實執行；由公家開發到私人開發然後push到所有個案，它的標準由鬆逐漸嚴，然後標準再提升的這樣過程。
- 推動上，兩岸都會碰到共同的困難，也有共同成功的案例，所以互相分享，共同解決，一起進步，目的就是希望能夠達到，解決都市快速發展造成嚴重的缺水、淹水，還有減少氣候變遷造成的傷害，達到永續發展的目標。



# 附 錄



# 透水示範區

## 區位擇定說明

### 示範區

設置**透水示範區**，以期能減緩淹水問題，並展示透水工法以達宣導之效。

## 透水示範區一區位擇定說明

### 示範區選定原則

1. 易淹水區位
2. 公共設施老舊待改善
3. 土地取得難易度

### 示範區擇定

1. 永和營運中心
2. 福祥市場
3. 中和區國中、小LID示範工程
4. 塹仔圳重劃區



# 透水示範區 永和營運中心

營管中心每日廁所沖洗用水量及綠帶噴灌用水量約13噸，中心區域回收雨水可滿足約9~10天用水量。

建築物綠屋頂  
雨水回收再利用

基地保水量再利用  
(100噸)

01 瓷石透水鋪面

02 管式透水鋪面

03 綠地及排水改善

04 雨水引水管

05 水撲滿

人行道透水鋪面  
447.9m<sup>2</sup>

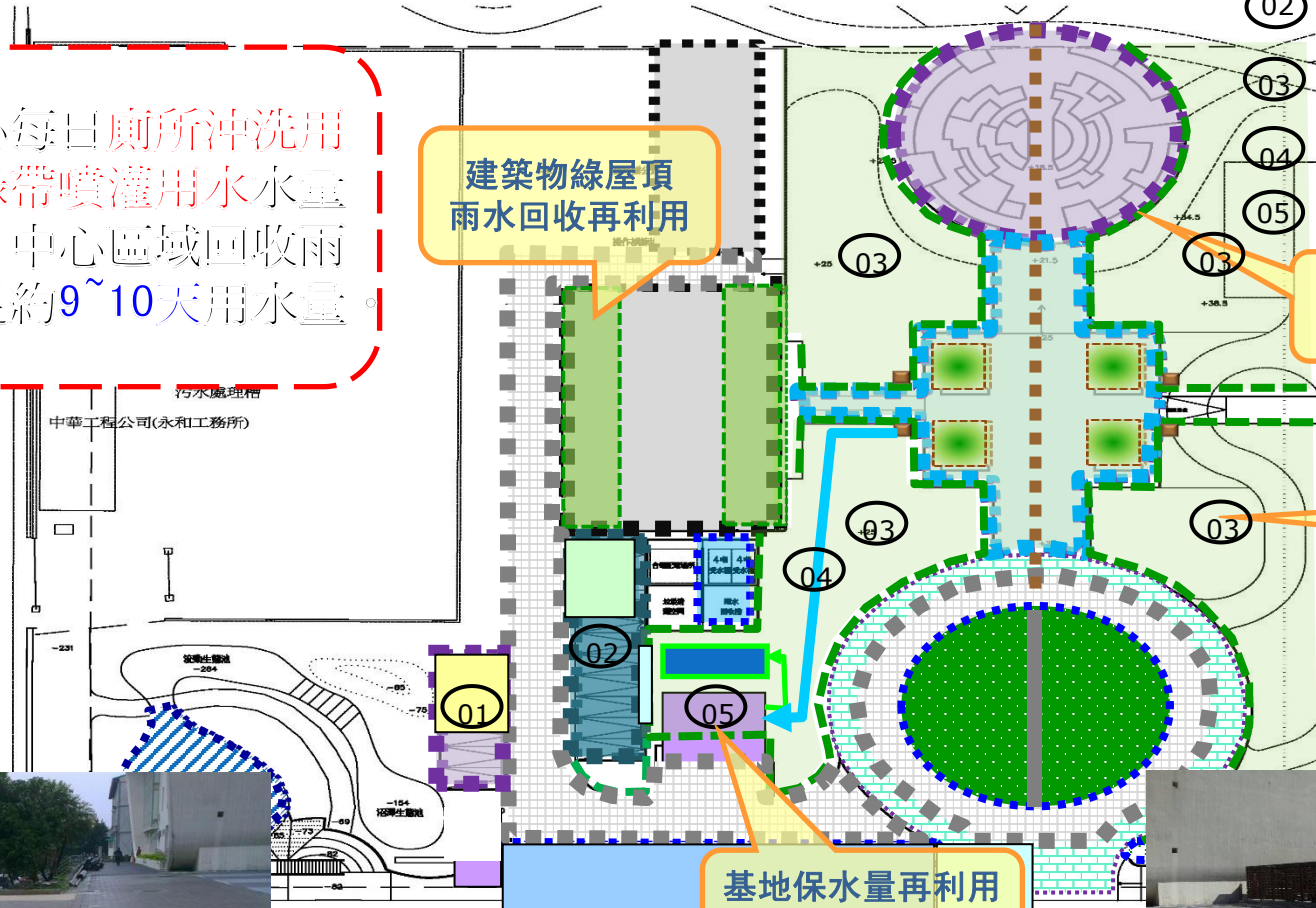
綠地  
2148m<sup>2</sup>



瓷石透水鋪面



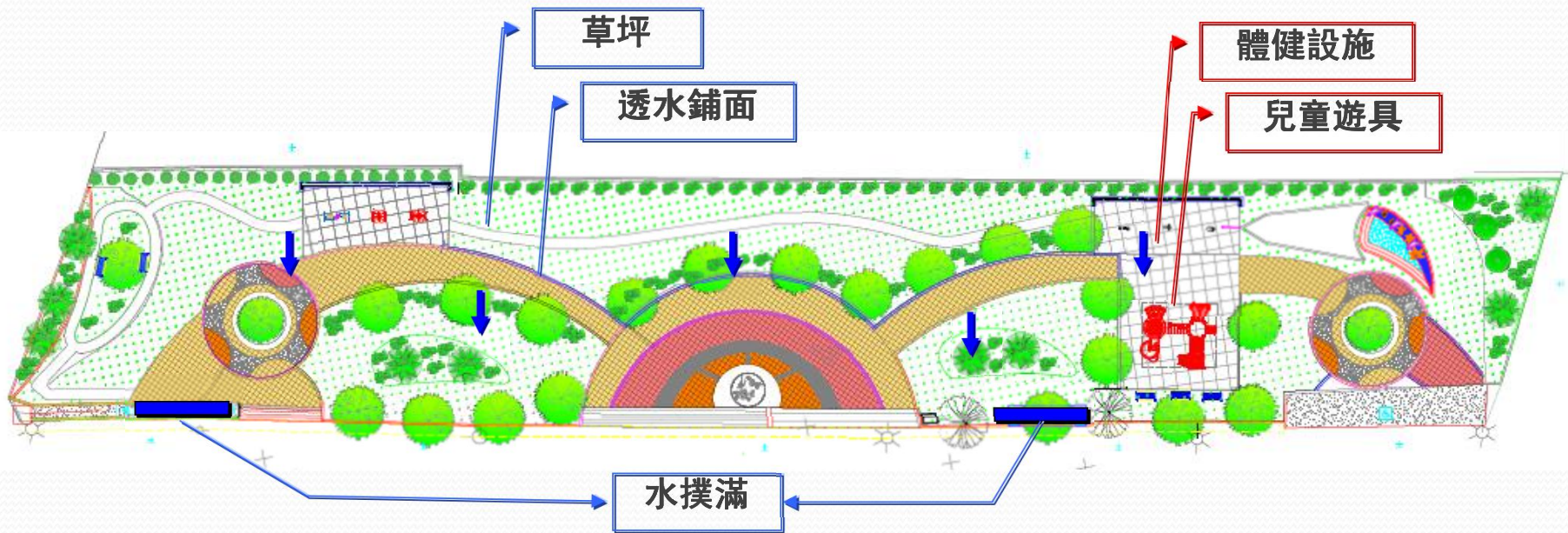
管式透水鋪面





# 透水示範區

## 中和區原福祥市場用地綠美化工程



利用**人工地盤花園**增加綠地、喬木、**透水鋪面**等提升保水量，並提供**體健設施**及**遊具**，增加中和地區休閒活動範圍，並增設**50噸**水撲滿。



# 完工照片





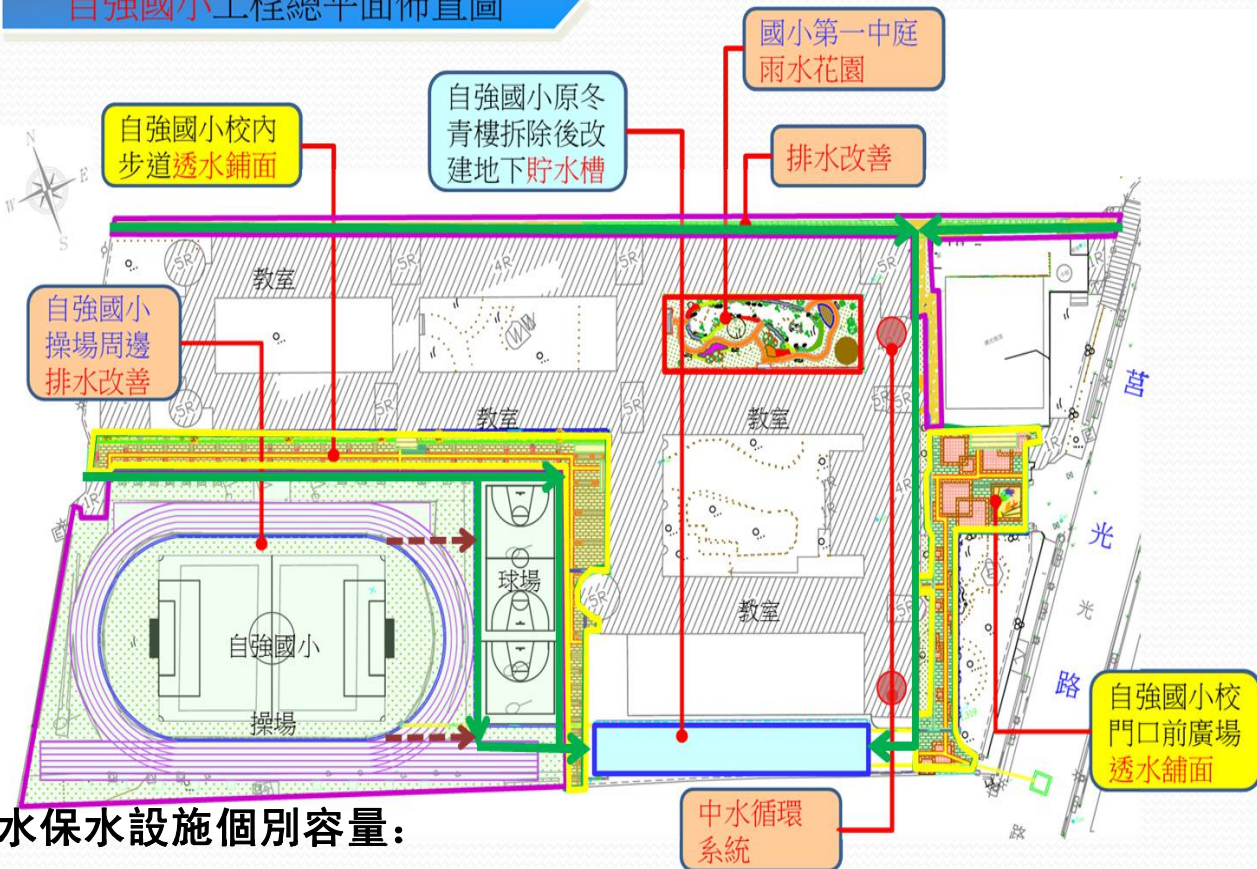
總儲水量體  
為1,919噸

# 透水示範區

## 自強國小

計畫區域：自強國小，面積約23,800平方公尺  
計畫目標：時雨量80mm，零出流量

自強國小工程總平面佈置圖



各透水保水設施個別容量：

- 透水保水鋪面：1,682M<sup>2</sup>-212噸
- 貯水槽體、雨撲滿：834噸
- 雨水花園：593M<sup>2</sup>-114噸
- 綠地、被覆地：6,908M<sup>2</sup>-479噸
- 透水溝：200M-280噸
- 老舊設施(步道、操場)改善：2,800M<sup>2</sup>

➤ 工程計畫經費：約為新台幣2,447萬元。



# 成果說明



## 水患成效

第一小時**80mm**降雨零出流

## 水資源成效

取代**53%**學校日常用水量

年省**4,500噸**自來水



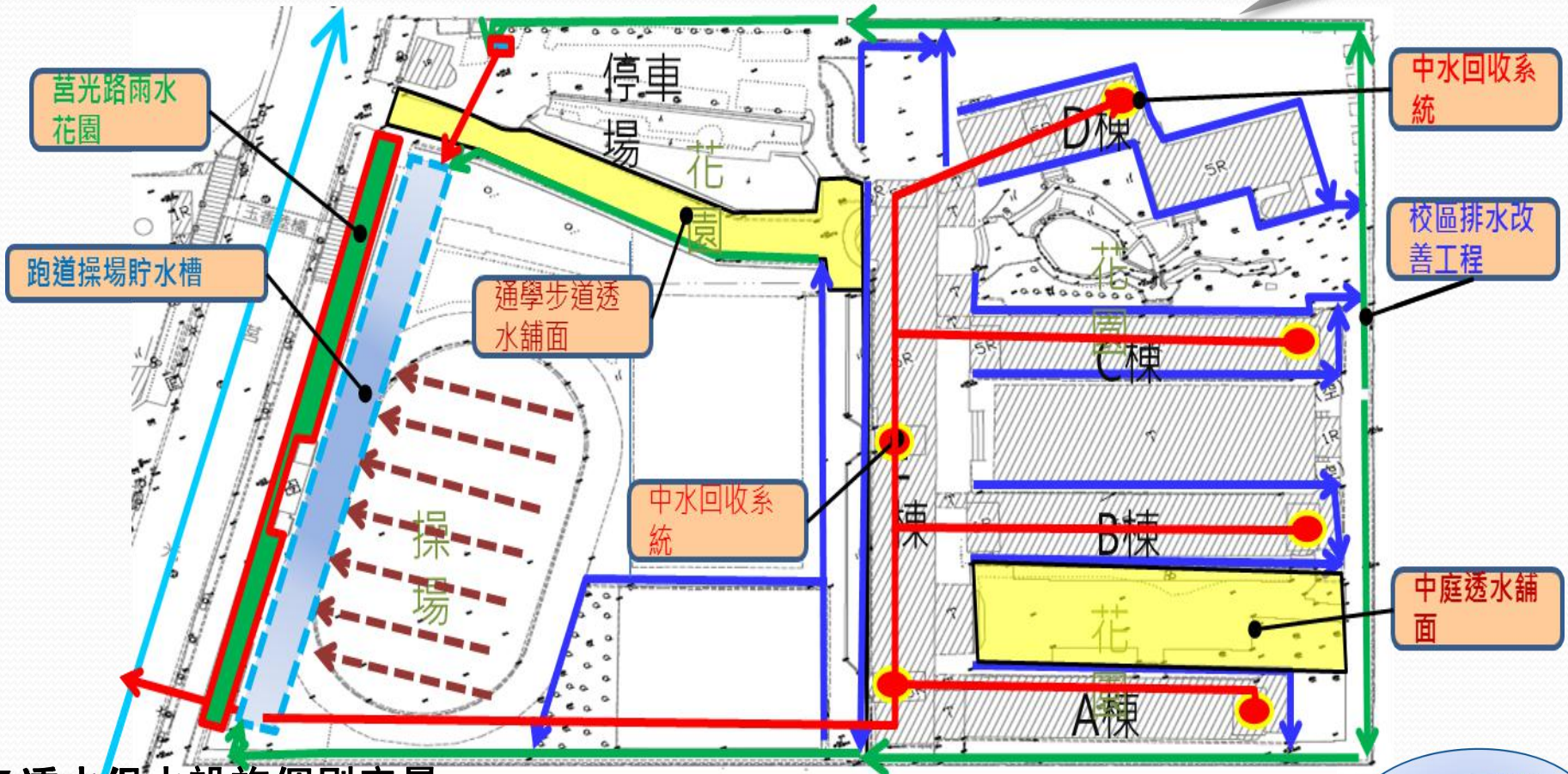
# 透水示範區

## 自強國中

### 解決中和環球水患

計畫區域：面積約29,300平方公尺  
計畫目標：時雨量80mm，零出流量

- 取代 **53%** 學校日常用水量
- 年省 **8,000噸** 自來水



### 各透水保水設施個別容量：

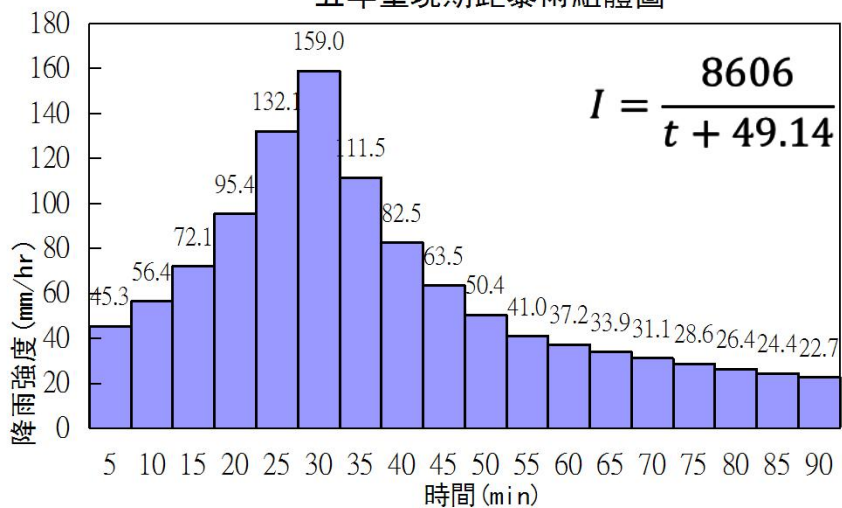
- 透水保水鋪面：2,126M<sup>2</sup>-230噸
- 綠地、被覆地：8,964M<sup>2</sup>-323噸
- 貯水槽體、雨撲滿：1,551噸
- 雨水花園：740M<sup>2</sup>-258噸
- 老舊設施(步道、操場)改善：2,845M<sup>2</sup>

總儲水量體為 **2,362 噸**

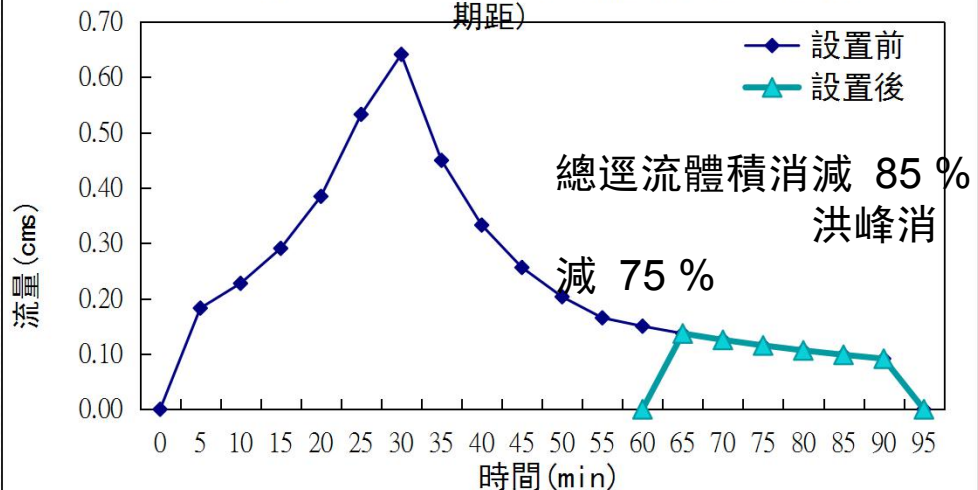
➤ 工程計畫經費：約為新台幣**3,498** 萬元。

# 案例成效說明

五年重現期距暴雨組體圖



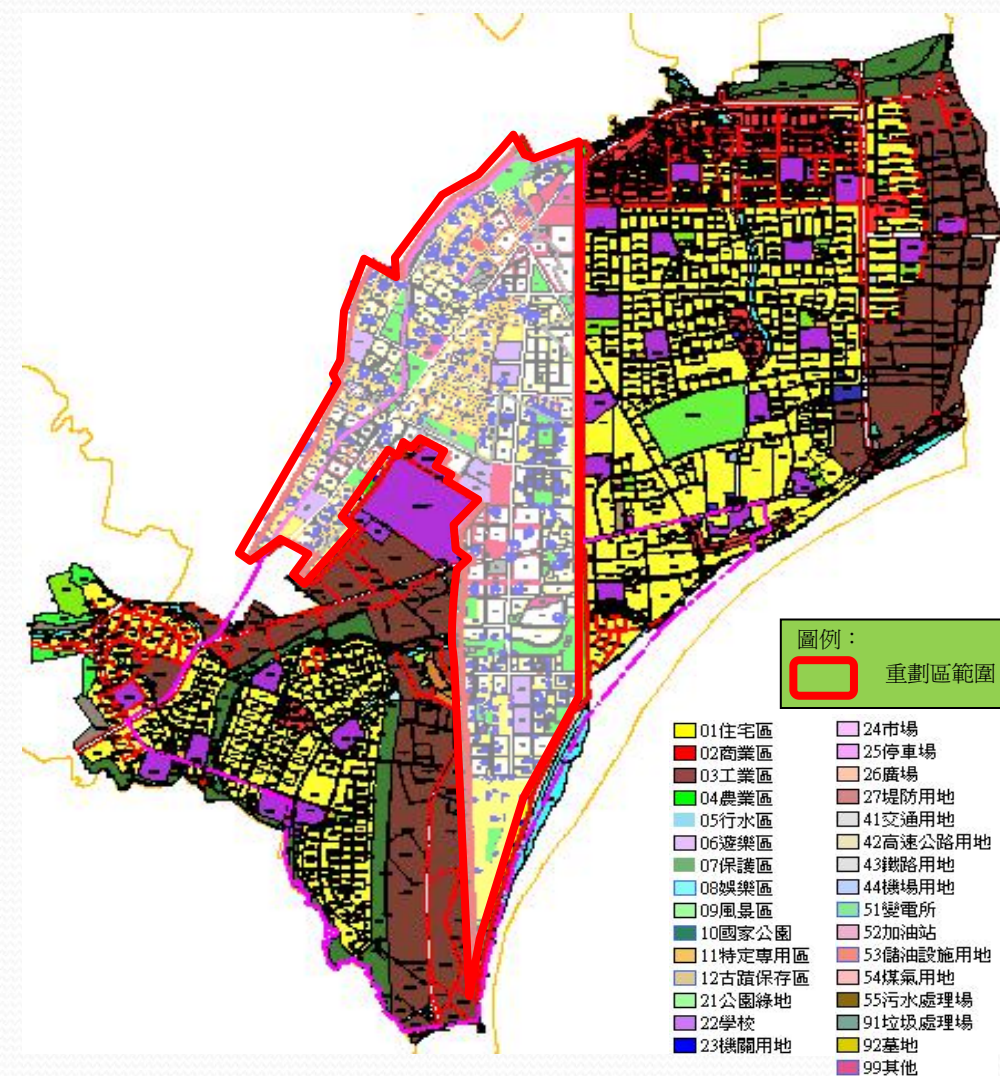
A=2.38公頃, Tc=5min, C=0.61之逕流歷線圖(五年重現期距)





# 透水示範區

## 塭仔圳重劃區



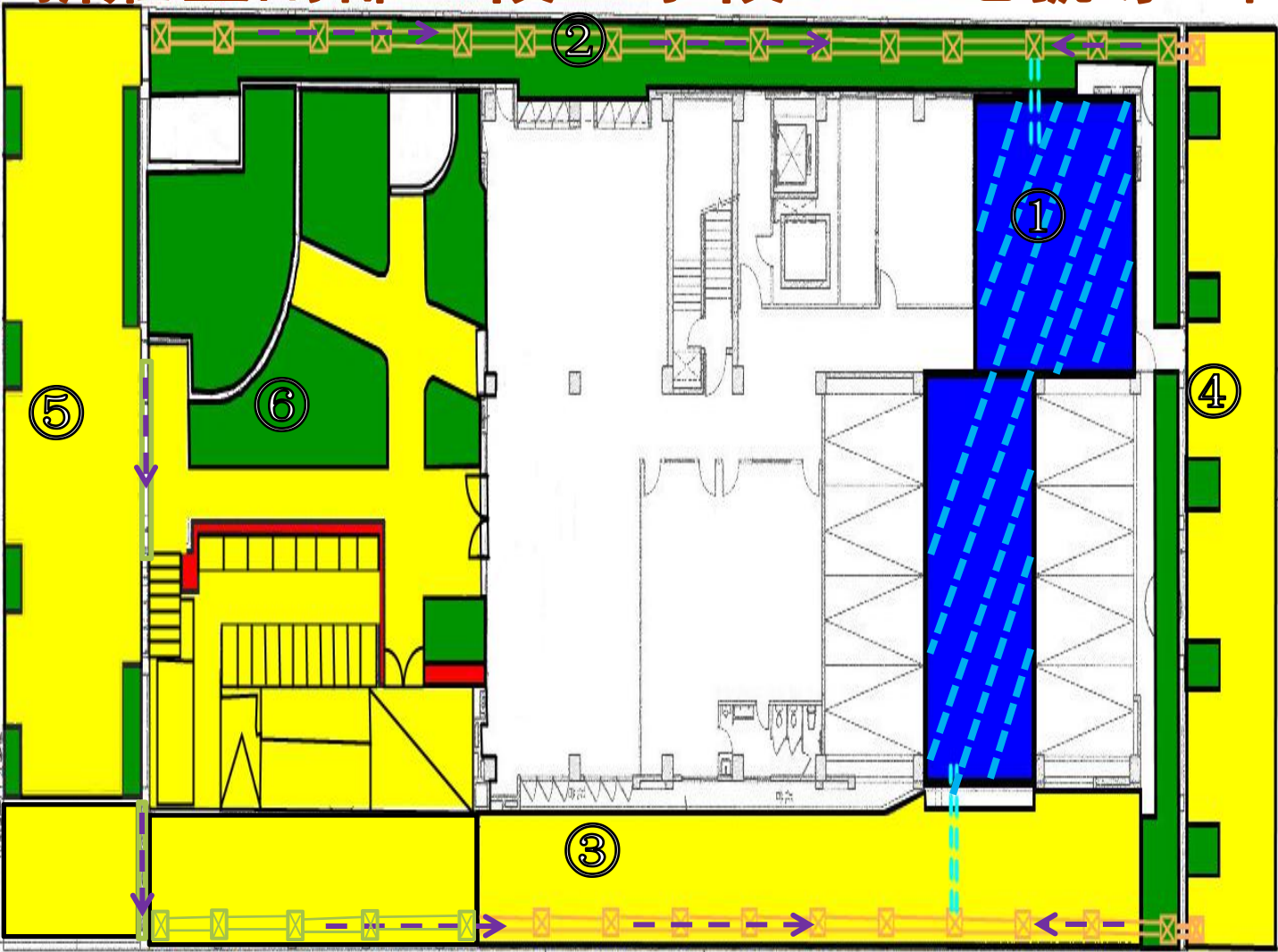
塭仔圳重劃區共計約 **467.5** 公頃

都市計畫 使用分區	面積(公頃)	總貯留及透水 保水量體(m <sup>3</sup> )
機關學校	18.78	15,024
公園、綠地	37.69	30,152
商業區	52.00	41,600
住宅區	207.5	166,008
<b>總 計</b>	<b>315.9</b>	<b>252,784</b>

# 透水示範區—其他案例分享

## 新莊區副都心段一小段71-1地號等1筆土地

基地面積：



- 尺
- 筏基層雨水滯留量：  
122.07立方公尺
- 綠地保水量：  
316.68立方公尺
- 透水鋪面保水量：  
289.19立方公尺
- 花園土壤保水量：  
2.19立方公尺
- 總保水量：

綠地
  透水磚
  雨水滯留池
  花園土壤
  基地內排水溝

--> 排水方向
 --> 壓力管



# 完工照片



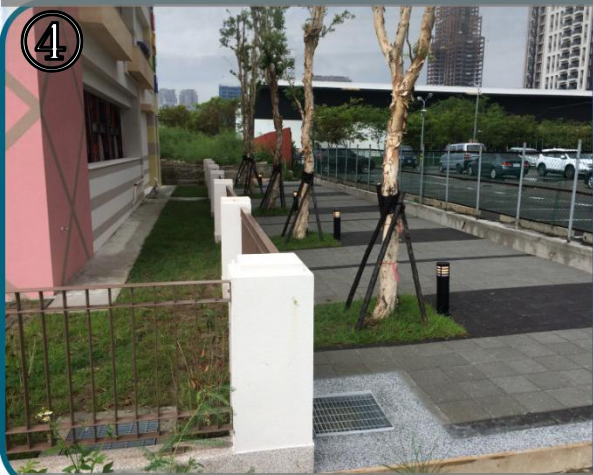
筏基滯留池



西側水溝及綠地



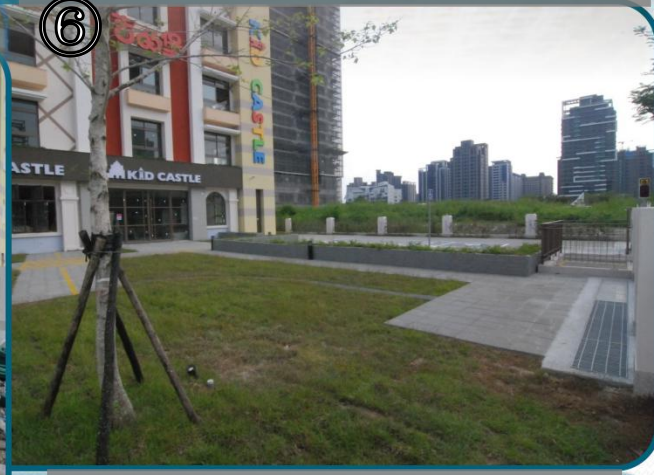
東側水溝及植草磚



北側綠地及透水磚



南側綠地及透水磚

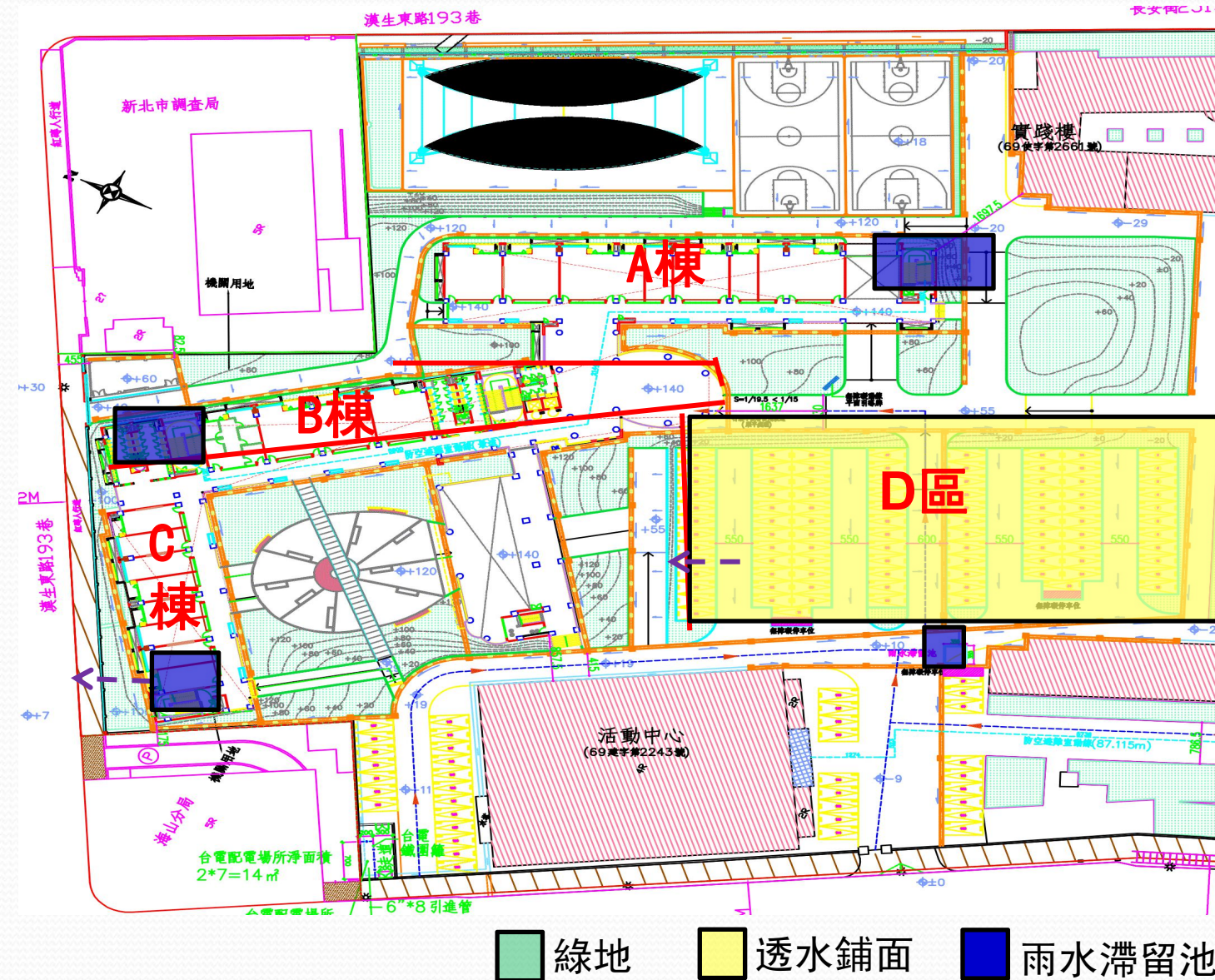


中庭綠化及透水磚



# 透水示範區—其他案例分享

## 板橋區海山高級中學1期新建校舍



- **基地面積:**  
11952.76 m<sup>2</sup>
  - **筏基層雨水滯留量**  
622.6 噸  
(不含沉砂池及屋頂雨水回收量體)
  - A: 滯留量231.7噸
  - B: 滯留量241.3噸
  - C: 滯留量141.5噸
  - D: 滯留量8.1噸
- ABC三區  
屋頂蒐集雨水  
作屋頂植栽噴灌及廁所沖水使用



# 完工照片



ABC區基地內明溝雨水沉砂後  
流入筏基層雨水滯留池











# 透水示範區—其他案例分享

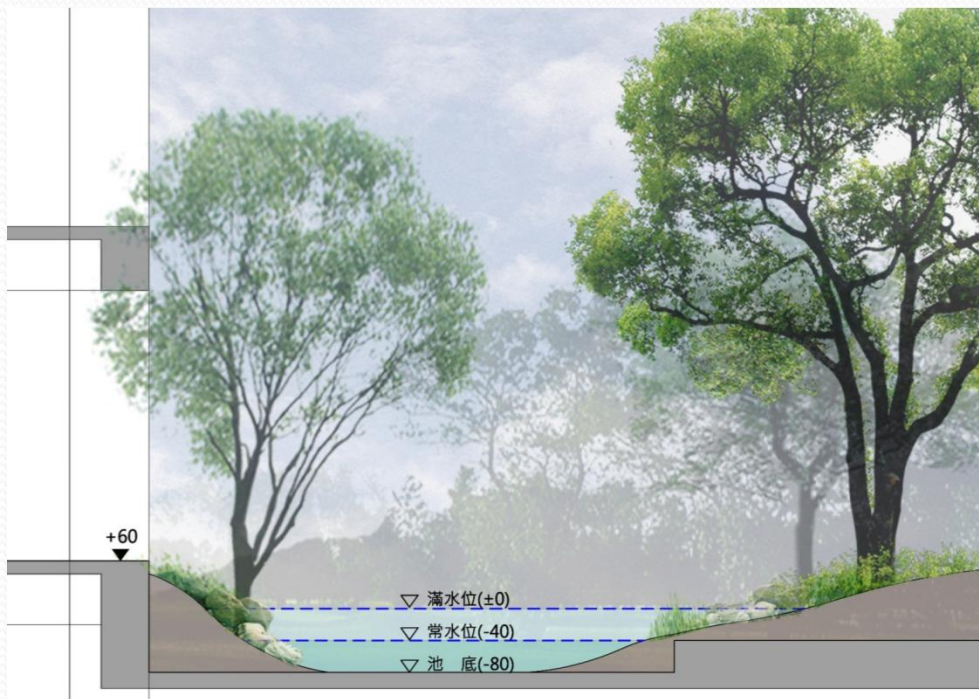
## 浮州合宜住宅

基地保水設計值 ( $\lambda$ )  
=0.71)

營建署保水指標基準值 ( $\lambda_c$ )=  
0.3)

■社區滯洪量可達3873.6噸

- A  景觀生態池
- B  結合雨水排水  
淺石草溝
- C  人工生態過濾  
之主集水渠
- D  景觀集水主水渠
- E  生態滯洪池
- F  歷史保存建物



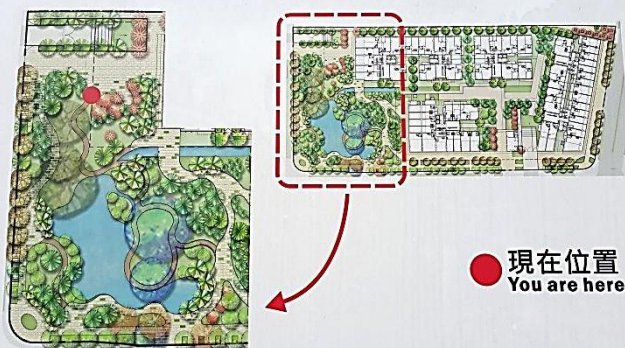


# 透水示範區—其他案例分享

## 浮州合宜住宅

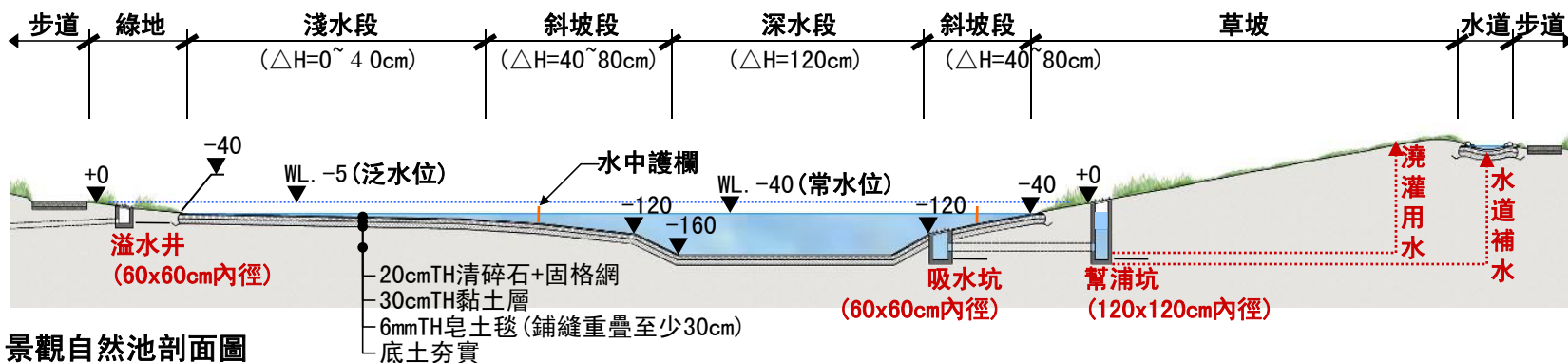
### 社區水池生態過濾系統設計

#### 生態區



### 景觀自然池構造及運作設計

1. 運作方式：水池循環系統設定與地面層澆灌系統同步開關，於每日早晨6:00開始提供用水，並同時以儲水槽補充水池新水。
2. 滯洪機制：自然池平時常水位維持在WL. -40，大雨時利用四周草坡高差擴大容納雨水區域，待滿水位時配合雨水回收機制優先回收至筏基層備用池，如自然池及回收備用池皆滿水位時再溢流至公共排水溝，達到兼具暫時性滯洪的功能。





# 透水示範區—其他案例分享

## 遠東通訊園區(1/3)

### 規劃設計概念

- 低影響的建築開發模式
- 雨水資源再利用、永續、生態





# 透水示範區—其他案例分享

## 遠東通訊園區(2/3)

### T-park 水資源循環系統

屋頂綠化  
雨水回收系統

道路兩側  
滲透帶系統

中央水道  
生態滯留池

園區地表逕流：**100年重現期之洪水**

8.3 cms

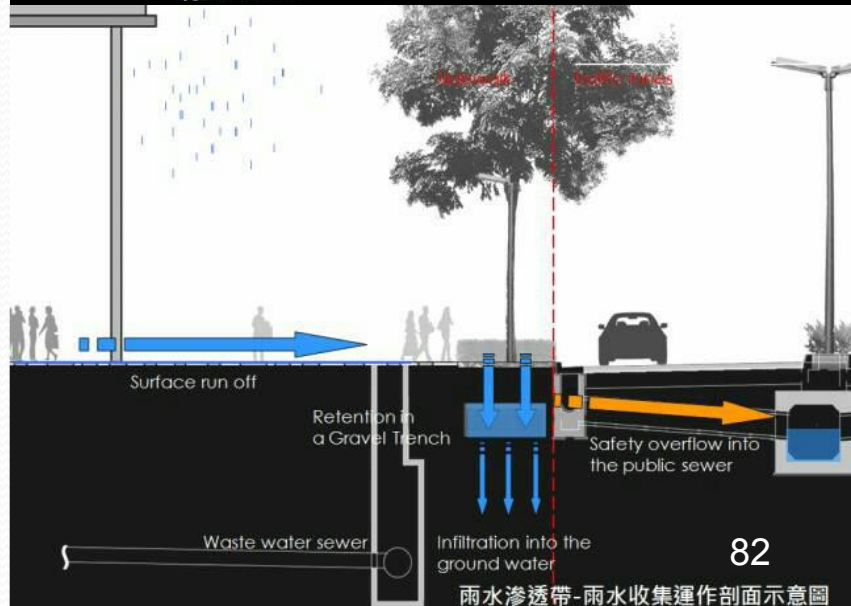
← 降雨地表逕流

- 園區下水道負擔**減少5.2 cms**
- **減少60%地表逕流**

3.1 cms

← 排水溝渠流量

保水設計效益：  
估計園區每年保水**17.2萬噸之水量**



雨水滲透帶-雨水收集運作剖面示意圖



# 透水示範區—其他案例分享

## 遠東通訊園區(3/3)







簡報結束

敬請

指教