

The background image shows a wide river with a concrete weir structure. Water is flowing over the weir, creating a small waterfall. In the background, there is a large blue bridge with multiple spans. To the left, there are some buildings and a tall tower. The river is filled with rocks, some of which are covered in green moss. The water is a murky green color.

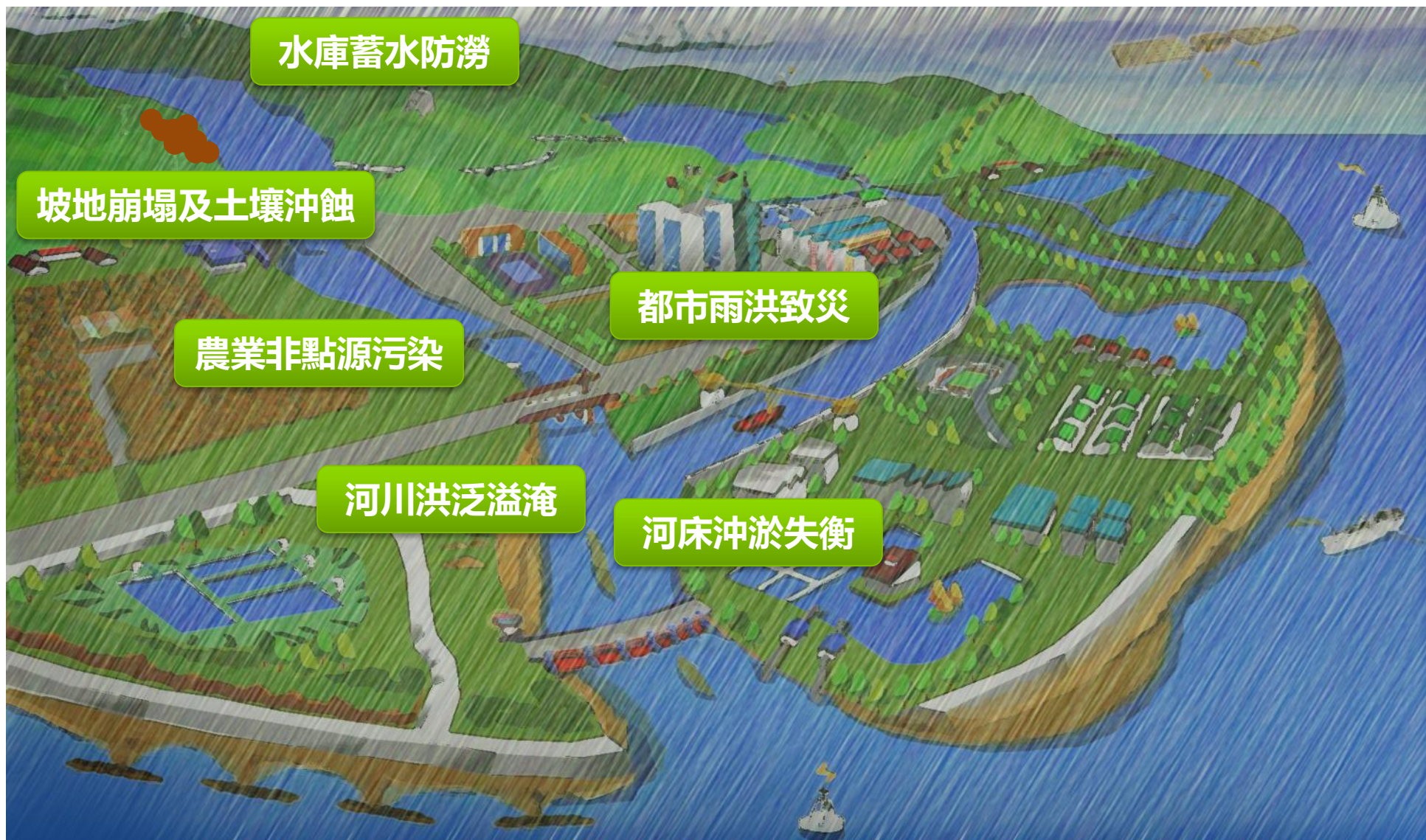
流域經營管理

主講人：梁文盛 博士
水務及城市發展部副總裁
艾奕康工程顧問股份有限公司

河川流域面臨的問題-乾季



河川流域面臨的問題-雨季



綜合解決策略-流域經營管理

雨洪綜合管理

- 河川排水治理
- 都市洪災管理
- 海綿城市應用

流域污染防治

- 污染源控制
- 河川水質淨化
- 底泥污染整治
- LID應用

土砂綜合管理

- 坡地沖蝕控制
- 土砂崩塌預防
- 土石流區防治
- 野溪坑溝治理

雨洪綜合管理

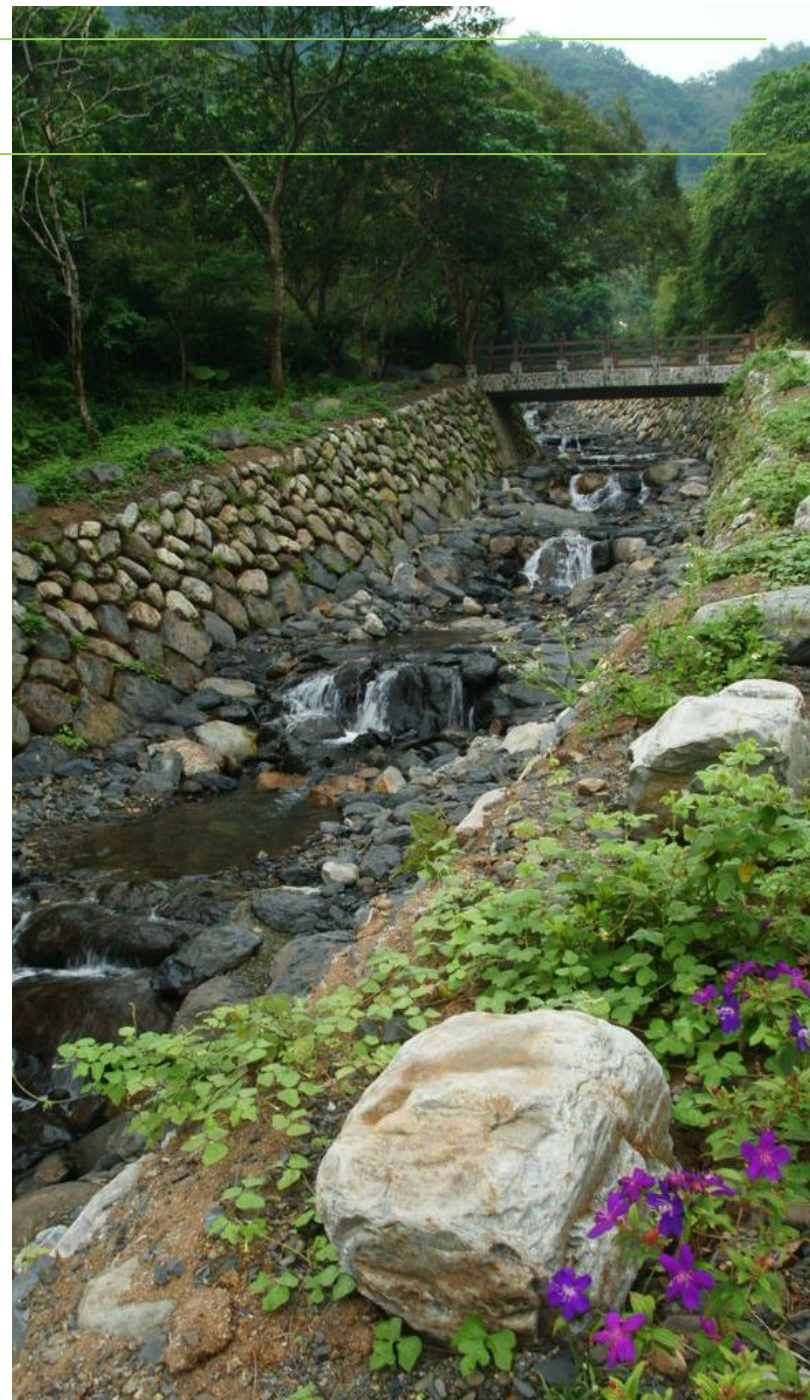
河川治理現況

以工程措施為主的防洪策略

- 長久以來對減輕洪災損失有莫大的貢獻
- 束洪(築堤禦洪)為主要的河川治理方法
- 疏洪、分洪、滯洪、避洪等則較少實施
- 甚少考慮非工程措施的防洪策略

以高水治理為主的治理目標

- 依循河川治理保護標準
- 較重視高流量的防治，忽視低流量對河道穩定及生物棲地營造的功能



河川治理現況

以洪水為主要防範對象

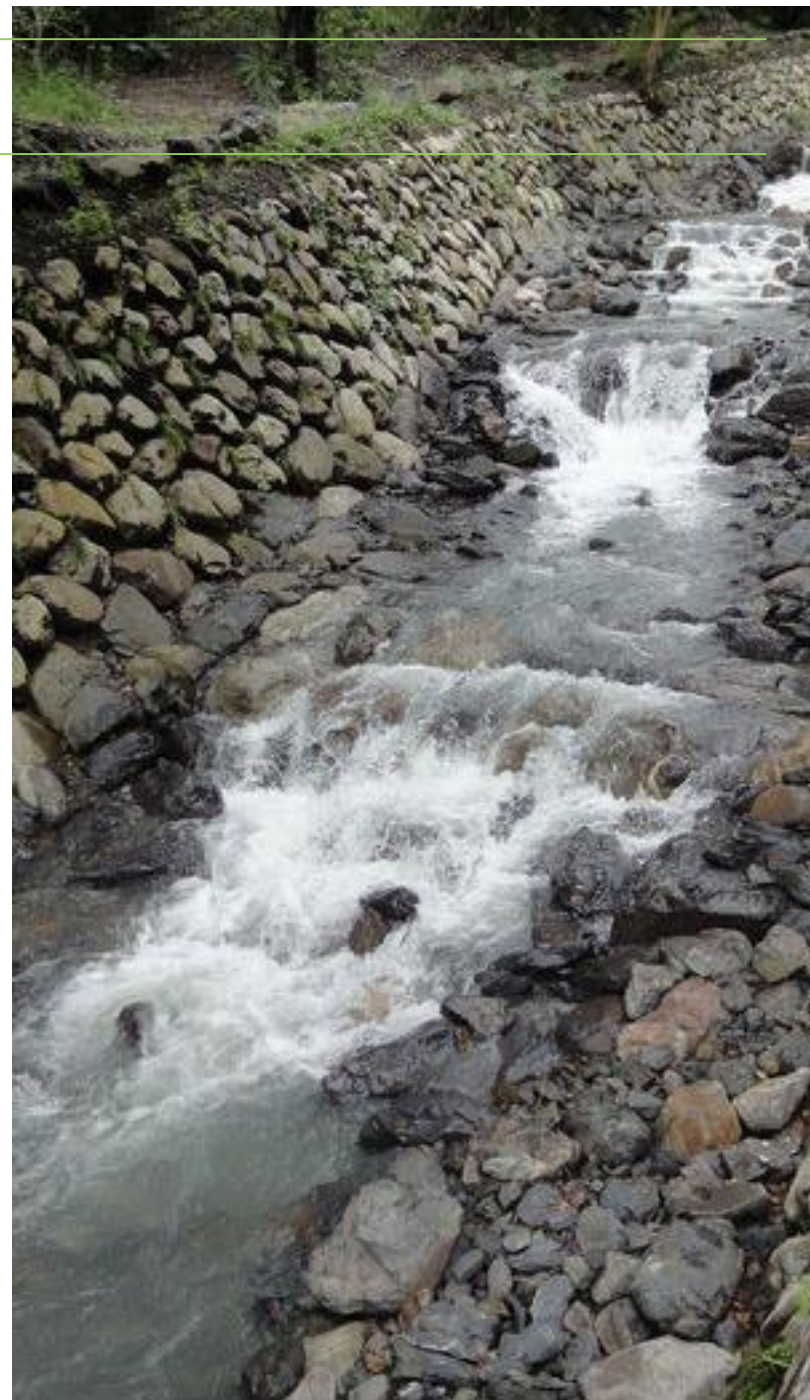
- 僅考慮洪水所造成的破壞與災害
- 將河道視為定床，甚少考慮河川泥砂運移特性及河道沖淤變化對河道所產生的影響

以人類生命財產為主要保全對象

- 以既定的保護標準為規劃設計基準
- 除防洪構造物安全之外，較少作生態、環境、社會、經濟等各層面的整體考慮

以混凝土為主要工程材料

- 混凝土強度較高、施工較簡易
- 忽略環境與生態的破壞



可持續性雨洪治理策略



治理空間：水道20%

傳統河道治理

- 管道作為單一載體
- 快速排水
- 束洪分洪

都市化迅速暴雨時洪峰量大增，快速排水反造成溢堤，內水無法排除

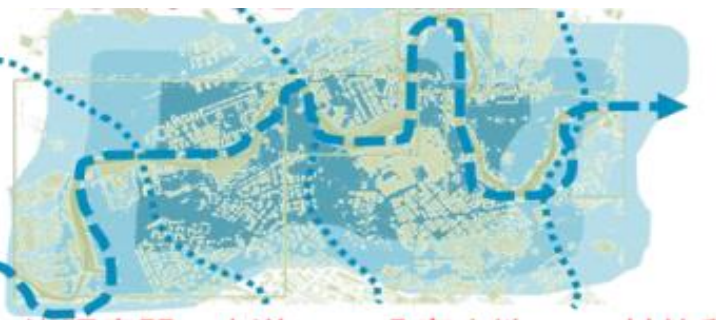


治理空間：水道20%+公共空間10%

綜合治水

- 分散滯洪工程
- 上游保水、中游減洪、下游防洪

面對極端氣候，都市面臨全面性的衝擊，單一設施及空間滯洪效益有其限制



治理空間：水道20%+公共空間10%+其他所有空間70%

都會流域治理

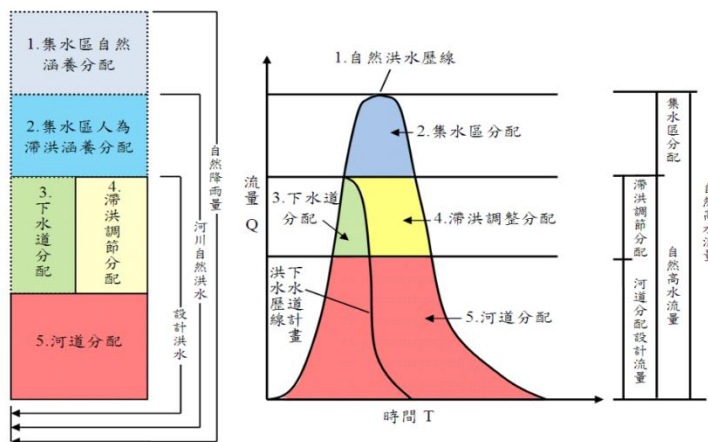
- 複合型、整合型治理、多尺度
- 每塊都市土地、空間皆作為治理單元

需要一套更強化都市恢復力與抗洪力的治理模式！

可持續性雨洪治理策略-綜合治水

流域徑流分擔，削減洪峰流量

為確保都市排水防洪安全，結合治水設施（防洪設施、下水道設施）、雨水流出抑制設施（雨水貯留設施、雨水滲透設施）、流域開發計畫與土地利用管制的多元綜合性治水對策



可持續性雨洪治理策略-綜合治水

增加都市滯洪空間

利用公共設施用地滯洪

公園、綠地、學校、廣場、停車場、兒童遊樂場與運動場等

利用法定開放空間

住宅區、商業區、工業區與之公共設施(郵政、電信機關、體育場、港埠及市場等)，建築物覆蓋土地之外的部分皆為法定空地，可在不影響原有使用功能前提下開放滯洪，配合綠化或採用透水性鋪面等方式，增加都市滯洪與保水能力



高雄市「本和裡生態滯洪池」

臺灣首座都市型防滯洪池
採取生態工程施作，與相鄰公園作整體景觀搭配，兼具滯洪與遊憩功能
總面積3.14公頃，容量11萬立方米
確保高雄市河川達到20年1遇洪水保護標準



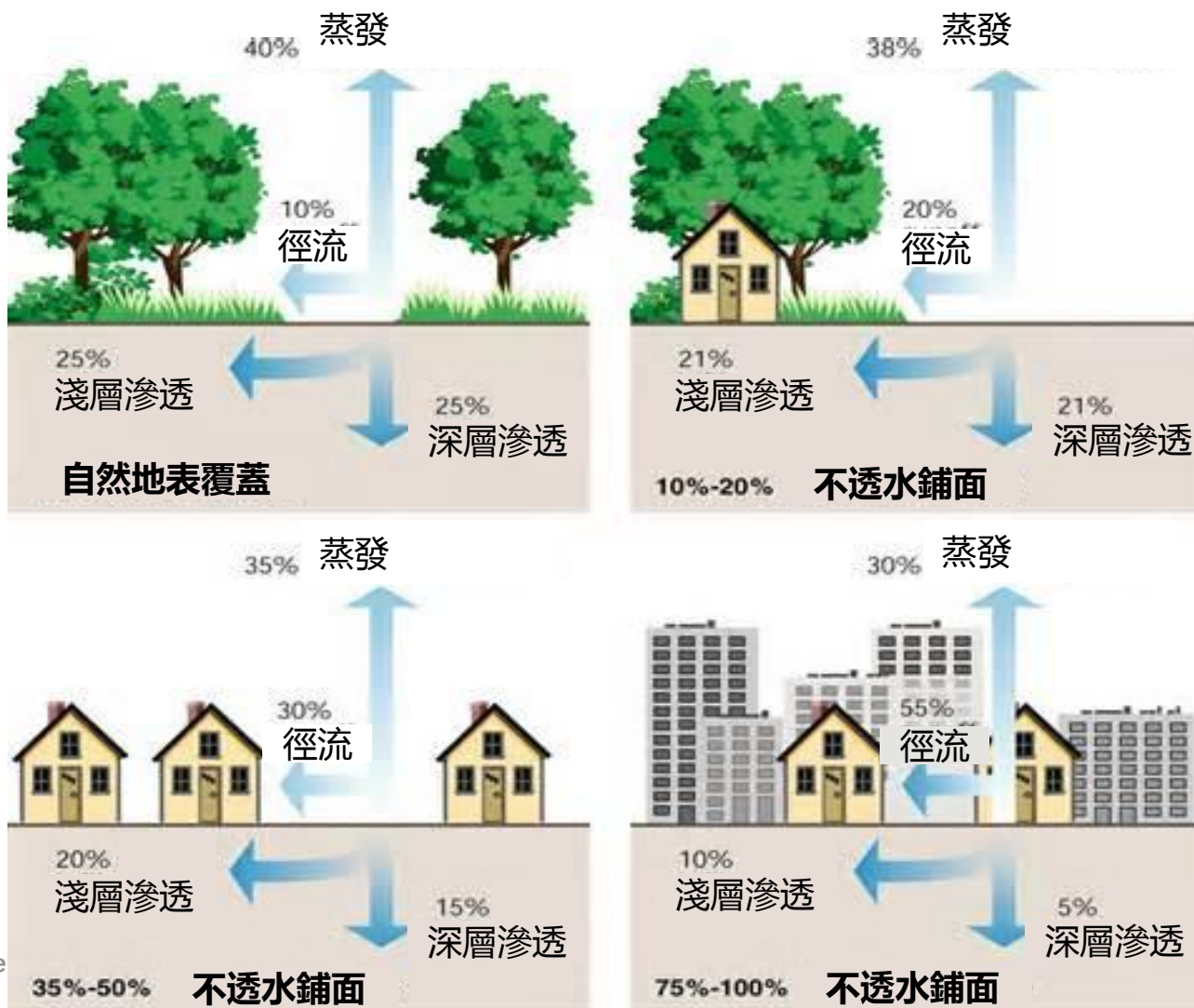
台中市「秋紅穀廣場」

具滯洪、排水功能，為休閒、景觀、生態池
總面積3公頃，容量20萬立方米
達到25年1遇洪水保護標準



海綿城市建設

不透水鋪面之影響

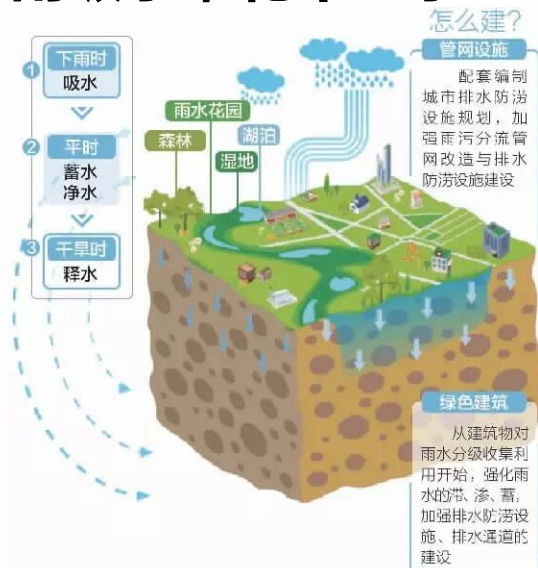


海綿城市建設

會呼吸的道路



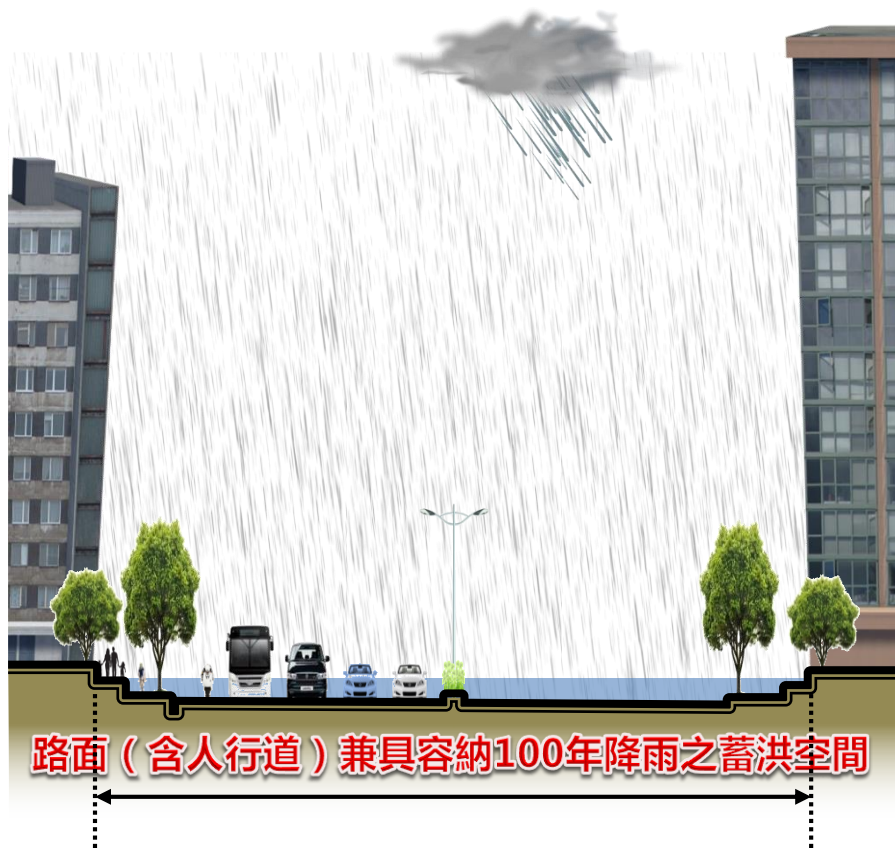
下雨吸水，乾旱吐水



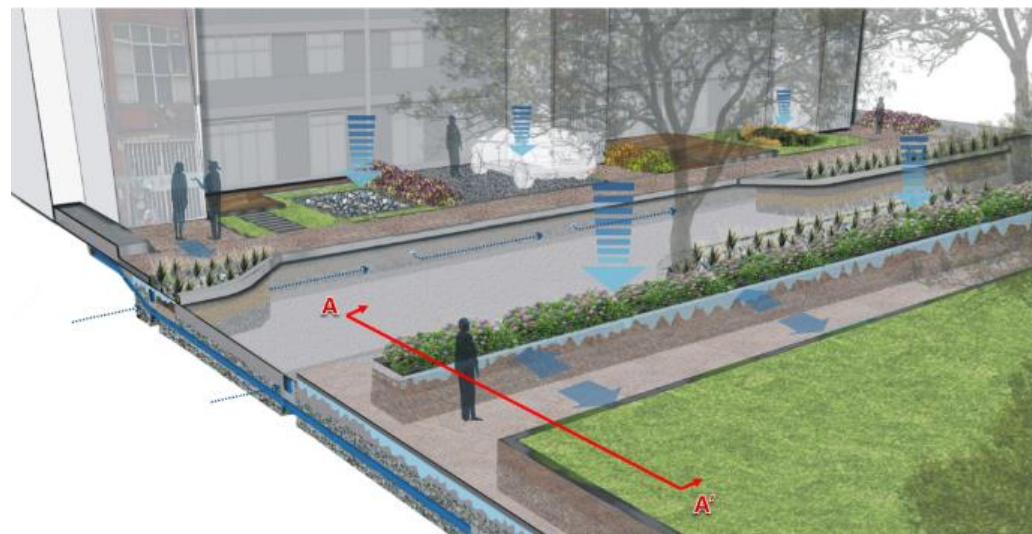
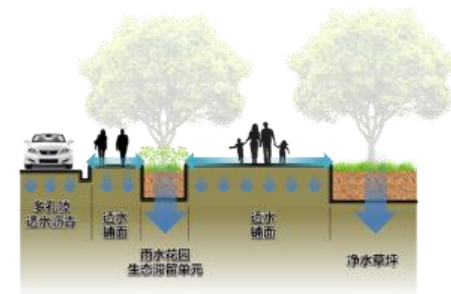
海綿城市建設

利用街道高程管理減洪

道路空間導入暴雨期間供通洪之設計思維，
可大幅降低開發所造成的淹水範圍



道路空間導入低衝擊開發設施整體設計思維，
可降低開發所增加之逕流量



流域污染防治



結構性最佳管理措施

結構性BMPs系指建造人工結構性設施控制污染，利用其沉澱、過濾、攔截等原理處理收集後之污水

滯留設施

可達防洪並兼顧水質改善之雙重目標，包括幹塘、改良式幹塘、濕塘

入滲設施

利用加強雨水入滲率，管理雨水徑流，包括入滲溝、幹井

過濾設施

去除顆粒性污染物，適於小型集水區或個別小社區，其效率高、占地小、但須經常維護

植物控制設施

利用植物緩衝帶降低降雨強度與改善雨水水質，包括草溝、人工濕地

截流設施

主要應用於施工工地，避免污染物擴散及土壤沖蝕，包括臨時性土堤及截流溝

沉砂池

滯留泥沙流並促進泥沙沉積之構造物，包括沉砂池、沉砂塘

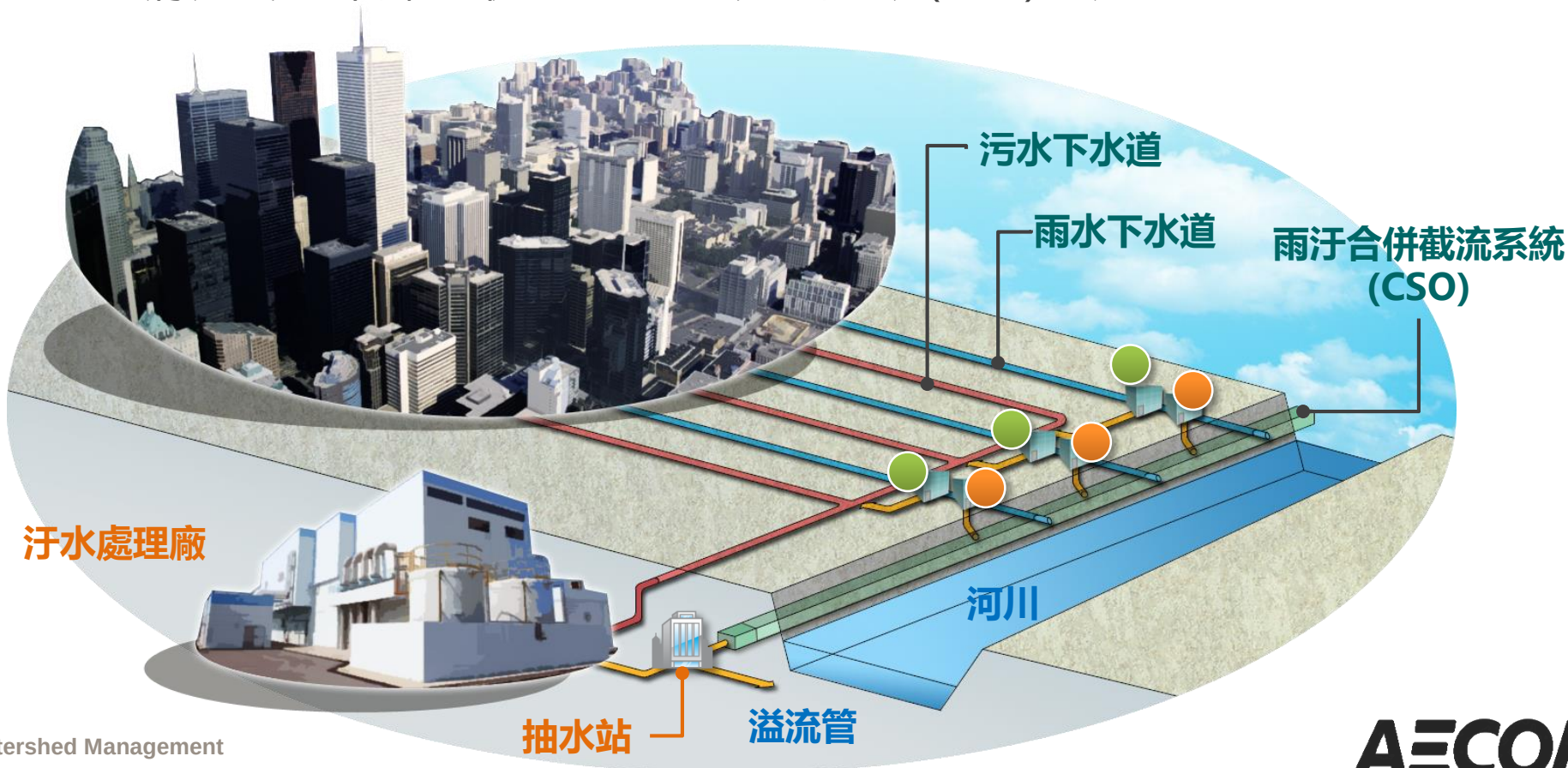
都會區污水截流

截流進入污水管 ●

于鄰近污水管之雨水溝設置截流站，導引晴天都會廢污水進入既設污水管

截流進入雨汙合流管 ●

於雨水溝流入河川前，撷取污水進入新設雨汙合流(CSO)系統



自然淨化工法——植生處理法



人工濕地

人工濕地是由人工建造和控制運行的與沼澤地類似的地面，污水與河流沿一定方向流動的過程中，利用土壤、人工介質、植物、微生物的物理、化學、生物三重協同作用處理污水、污泥的一種技術



植生濾床、浮游植生

水生植物處理系統系在人工構築的水池中，直接引入污水並在表面大量栽植水生或浮游植物；主要透過微生物的新陳代謝與沉澱作用等生化及物理機制淨化水質



人工浮島

人工浮島系利用各種材料組合基座，並在基座上鋪設水生植物，使其浮動於水體環境，建造成人工棲息地，以改善水質、美化景觀與保護水岸線等



植生緩沖帶及草溝

植生緩沖帶為綜合植生地帶，草溝植物則以草為主，雨水浸流過草帶或將雨水引進草溝，透過過濾、沉澱、入滲及微生物新陳代謝作用淨化水質

自然淨化工法——土壤處理法



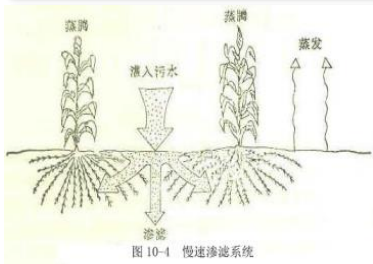
地表漫流

利用污水漫流到種植不同等級植被的坡地，污染物在土壤表層進行一連串物理、化學及生物作用，將污染物分解去除，達到水質淨化效果

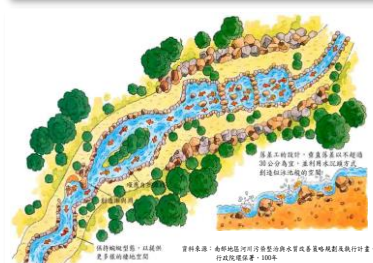
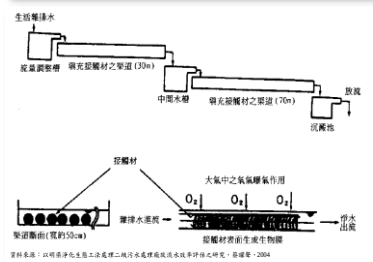
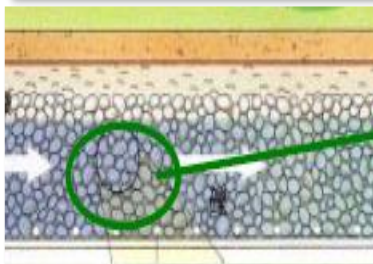


地下滲濾

將污水透過地下之散水管直接將污水導入土壤，藉由土壤中微生物分解、植物根部吸收、土壤礦物吸附及土壤中小動物攝食微生物污泥等處理機制淨化污水。地下滲濾依其滲濾速率，又分為快滲法與慢滲法



自然淨化工法——接觸氧化法



礫間接觸氧化

利用天然礫石堆疊，微生物在石頭的表面附著生長，分解污水中過多的有機質與營養源。對DO(溶解氧)極低或高BOD或高氨氮，DO(溶解氧)消耗率河流不適用

加強礫間接觸氧化

為礫間接觸氧化法之改良，針對高污染濃度水體輔以動力曝氣，水質適應性高，BOD、SS(懸浮物)去除率佳，對氨氮亦有硝化效果，具有不占空間，抗淹之特點

填充濾材

由接觸材所提供的大比表面積，以生長附著性的生物膜，進而藉生物膜淨化水質之方式，主要應用原則是將接觸曝氣法應用在人工管道之淨化工法

淵與瀨

流動快速的「瀨」會產生自然的曝氣作用，使污染物質與礫石上的生物膜進行氧化分解、吸收等作用，而剝落的生物膜及較大的懸浮粒子則在「淵」產生沉澱、堆積等作用。

LID — 低衝擊開發介紹



1990年發展出低衝擊開發概念

(Low Impact Development , LID)

定義：利用各種**土地規劃**和設計之措施與技術，同時**保育自然資源系統並降低建造成本**之開發方法

原則：**減少不透水鋪面面積**，保持原有水文狀況，充分**利用入滲能力**，**增加集流時間**，以達到降低開發行為對水質水量之衝擊

目的：利於土地開發規劃與設計，降低公共基礎設施成本，在一定成本效益下，保護自然資源系統，減輕環境潛在影響

美國華盛頓州史坡堪市

群聚式住宅降低道路面積與長度，並增加開放空間

Spokane, WA., USA

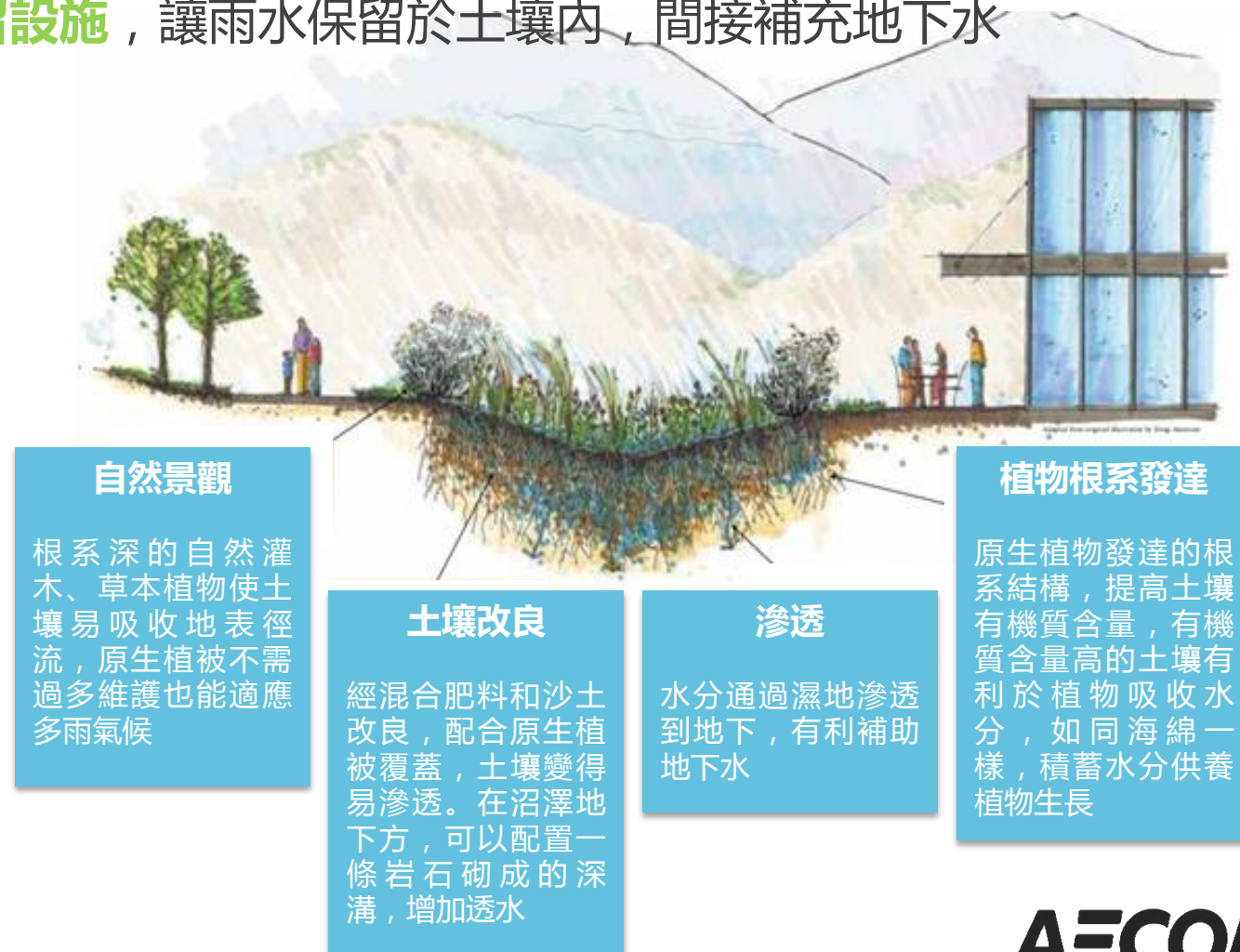
Cluster homes and units to minimize building footprints, reduce road lengths, and maximize open space

LID常見簡易控制設施

LID推廣20年之久，對都市、社區、交通運輸、承受水體均可採用**植栽、透水材料、滲透設施、貯留設施**，讓雨水保留於土壤內，間接補充地下水

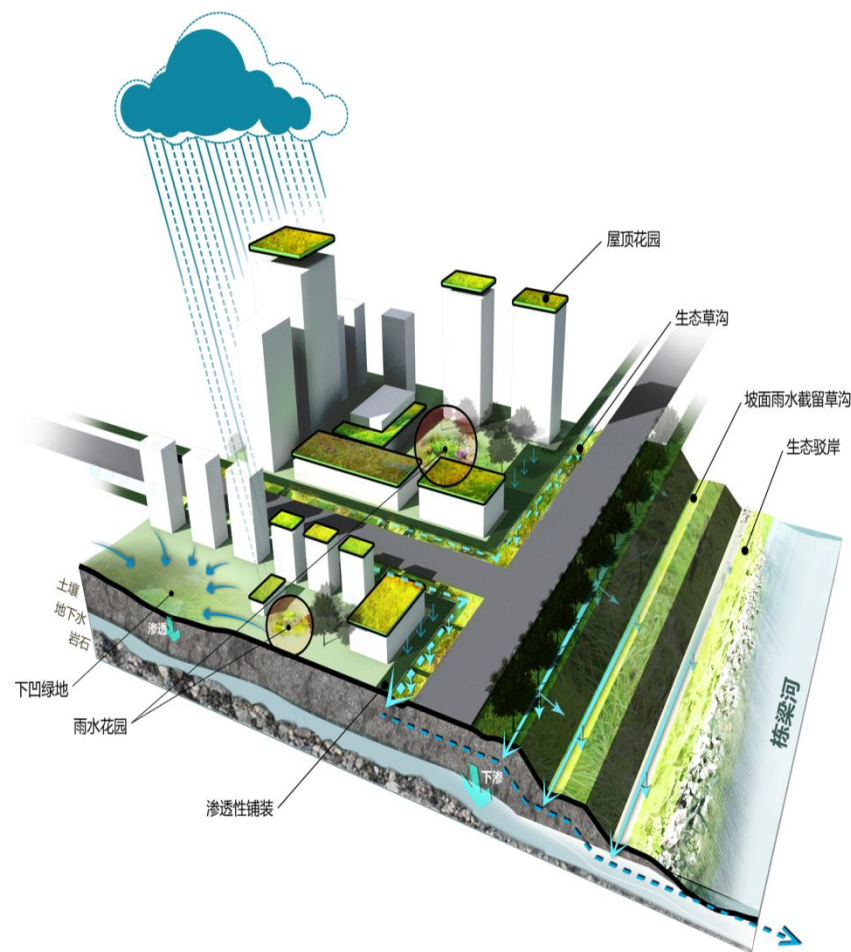
常見之LID設施如下：

- **植生滯留槽**
- **草溝 / 草帶**
- **透水鋪面**
- **綠色屋頂**
- **其他類**
- **滲透排水管**
- **滲透陰井**
- **滲透側溝**



LID常見設施 —— 雨水綜合管理

降低 徑流峰值、補充 河流基流
減少 污染物、較低的 建設費用
簡單的 運行管理、便捷的 升級改造



土砂綜合管理

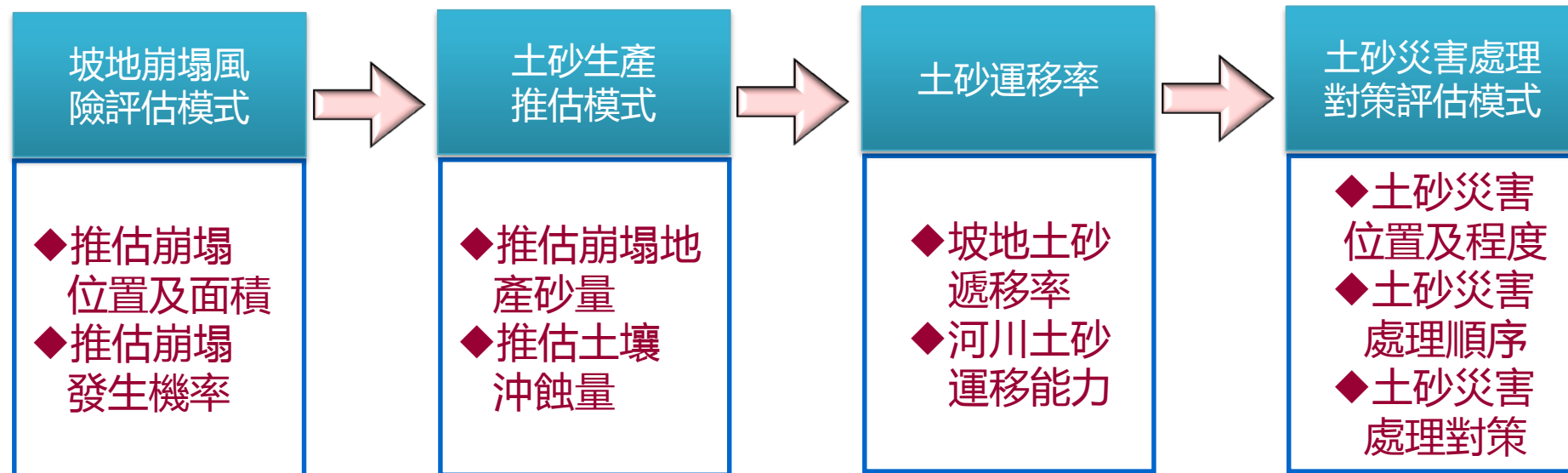


土砂管理對策

評估流域崩塌風險及土砂產生量

評估流域土砂災害處理對策

評估流域土砂災害防災預警系統



流域土砂產量推估

崩塌地土砂產生推估模式率定

－ 崩塌地產砂量

打荻珠男經驗公式

修正為 $V = KA(P - P_0)^2$

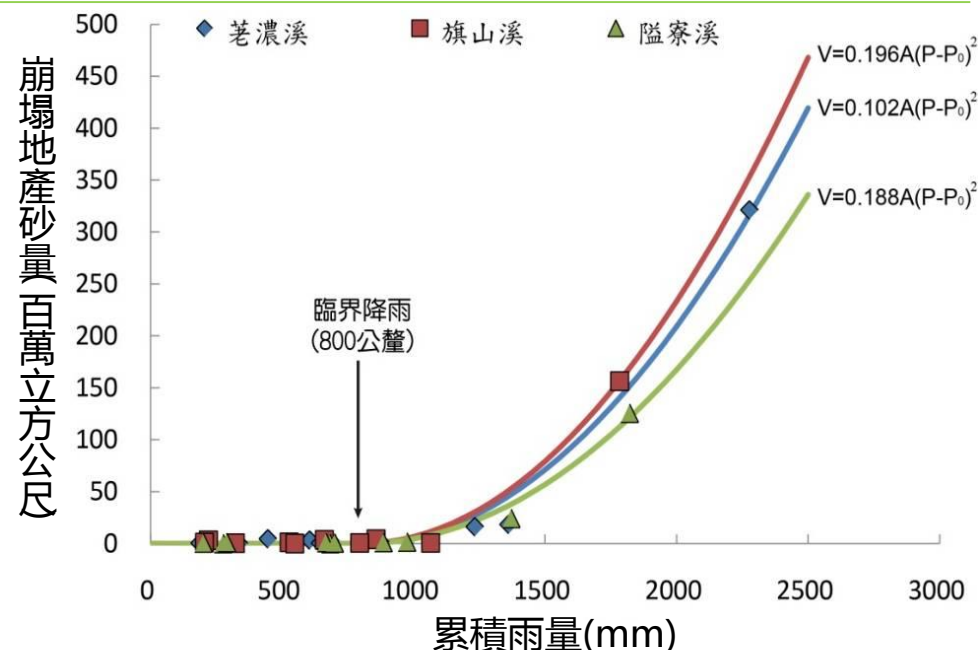
$$K = kh$$

式中，V=崩塌體積

K=集水區參數率定值

P=累積雨量

P₀=發生崩塌地之臨界降雨量



台风名称	荖濃溪		旗山溪		隘寮溪	
	雨量(mm)	产砂量(百万m ³)	雨量(mm)	产砂量(百万m ³)	雨量(mm)	产砂量(百万m ³)
桃芝	446	4.7	220	3.2	201	0.6
纳莉	336	0.5	323	0.3	279	0.0
敏督利	1,361	19.0	858	4.1	975	1.6
612豪雨	187	0.6	205	1.0	683	0.0
海棠	1,233	16.2	1,065	0.6	1,371	24.2
碧利斯	605	3.4	527	1.2	667	1.1
圣帕	874	1.8	795	0.6	886	1.1
卡玫基	683	2.7	661	3.6	700	0.6
辛乐克	645	0.5	548	0.1	290	1.2
莫拉克	2,277	321.3	1,783	156.4	1,822	125.4

流域土砂產量推估

– 地表沖蝕產砂量

通用公式(USLE)估算方法

$$Am = Rm \times Km \times L \times S \times C \times P$$

式中：Am = 每公頃之年平均土壤沖蝕量

Rm = 年平均降雨沖蝕指數

Km = 土壤沖蝕性指數

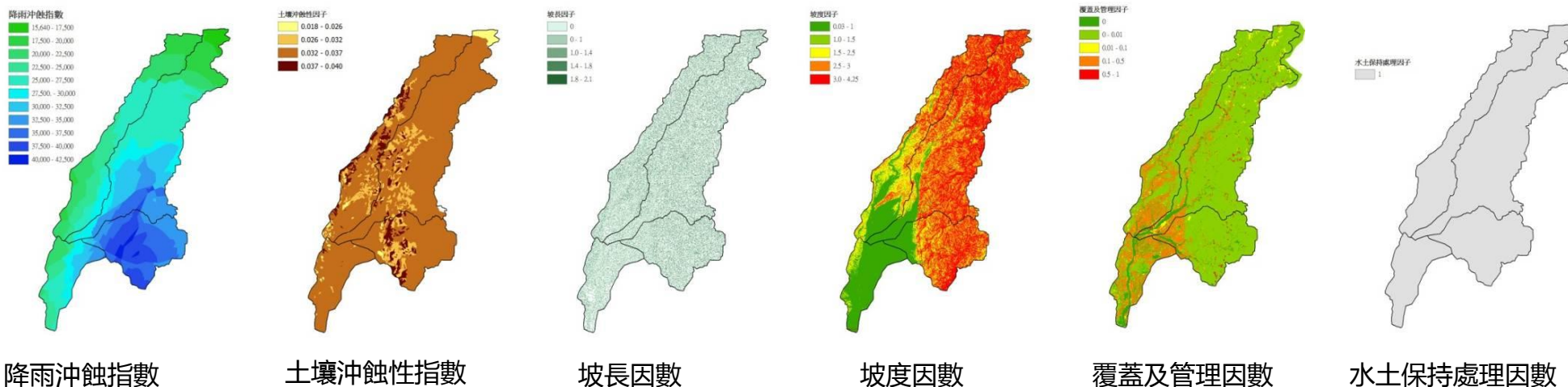
L = 坡長因數

S = 坡度因數

C = 覆蓋及管理因數

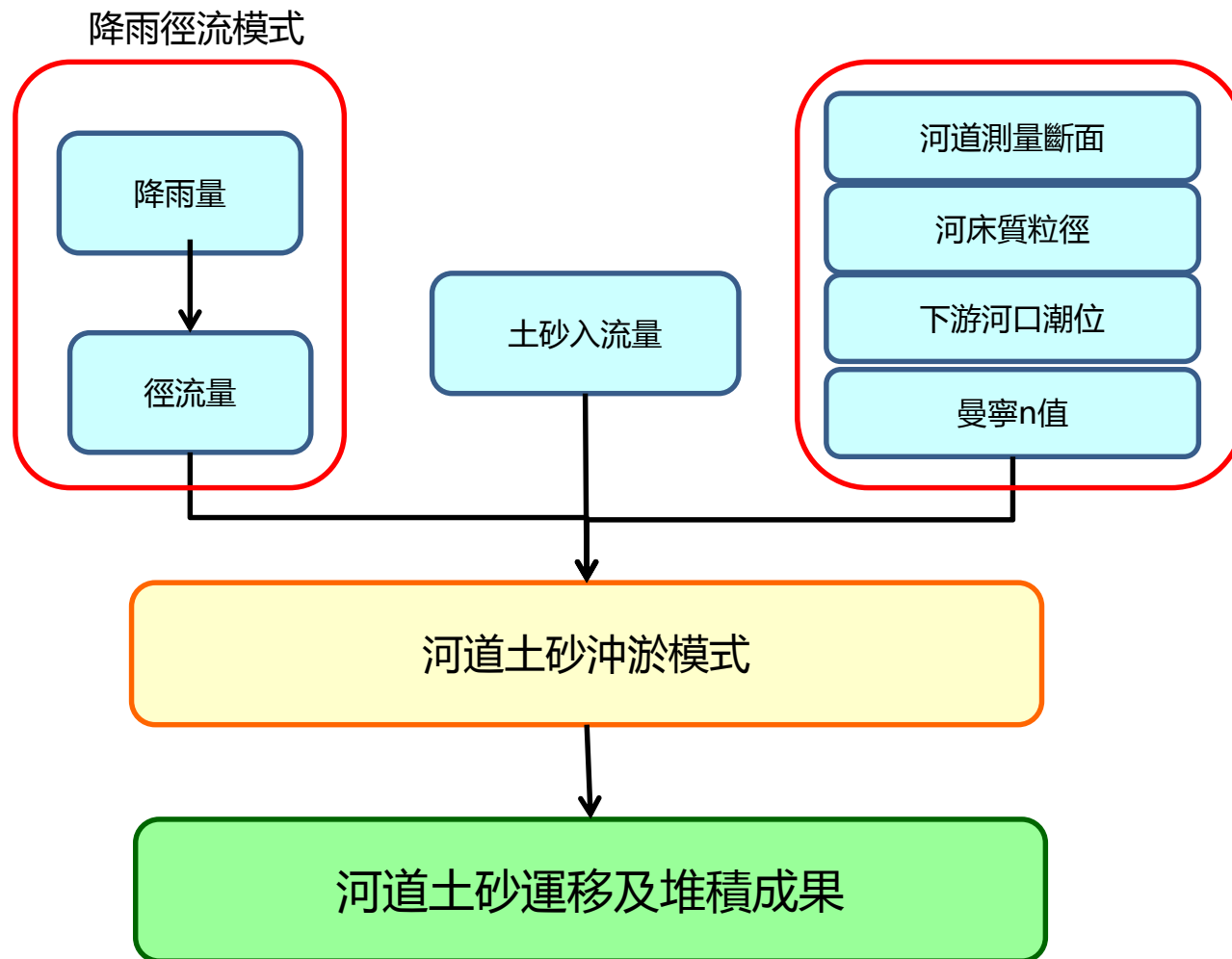
P = 水土保持處理因數 (無水土保持處理, P=1.0)

參數類別	荖濃溪	旗山溪	隘寮溪	高屏溪本流
Rm	439 - 72,362	449 - 56,172	3 - 56,312	133 - 19,702
Km	0.018 - 0.0396	0.018 - 0.0396	0.018 - 0.0396	0.018 - 0.0396
L	0 - 2.08	0 - 2.08	0 - 2.08	0 - 2.08
S	0.03 - 4.26	0.03 - 4.19	0.03 - 4.19	0.03 - 4.21
C	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1
土壤沖蝕量 (噸/公頃)	0 - 16,394	0 - 13,328	0 - 12,667	0 - 3,043



河川土砂運移推估

- 河道輸砂模式建置
 - 長期沖淤(率定)
 - 單一事件(驗證)



土砂災害處理策略

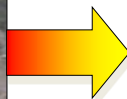
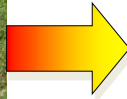


調適策略	調適處理對策	
	工程措施	非工程措施
強化流域土砂綜合治理 (適應)	●加強林地覆被改善及森林撫育 ●設置或改善攔砂設施 ●河口或河道定期疏濬 ●加強崩塌地、土石流治理 ●加強野溪治理與溪溝改善 ●設置合理囚砂區域 ●海岸養灘	●確立氣候變遷下產砂量對河川水利設施之衝擊 ●評估土砂於集水區合理遞移率 ●複合型土砂災害評估分析 ●特定水土保持區劃設 ●防洪構造物監控與維護 ●坡地變遷監控 ●土砂總量監測
提高保全對象耐災能力 (防護)	●加強聚落安全防護 ●強化水工構造物抗沖刷能力	●聚落安全調查評估 ●落實集水區土地利用管理 ●落實集水區環境管理 ●防災社區推動及防災宣導 ●推動山坡地產業利用調整 ●劃設土砂警戒區域及公告 ●規劃土砂災害保險制度
強化災害緊急應變能力 (避災)	●無	●強化大規模土砂災害應變體系 ●提供合適避災路線及場所 ●強化土石流預報系統 ●建置強化維生與備援系統 ●制訂演練應變與避災作業程序

土砂災害處理工法

減少土砂產量

崩塌地處理



土砂災害處理工法

減少土砂產量 崩塌地處理



土砂災害處理工法

減少土砂運移量

防砂壩及固床工



防砂壩



梳子壩



固床工

土砂災害處理工法

降低流速

固床工



消能工



邊坡穩定



儲砂區



營造生物棲地

土砂災害處理工法

管道保護

野溪控制



土砂災害處理工法

管道保護

固床工及儲砂區



施工期間



完工16個月後

土砂災害處理工法

管道保護

固床工及渠岸保護



土砂災害處理工法

管道保護

固床工及渠岸保護



土砂災害處理工法

管道保護

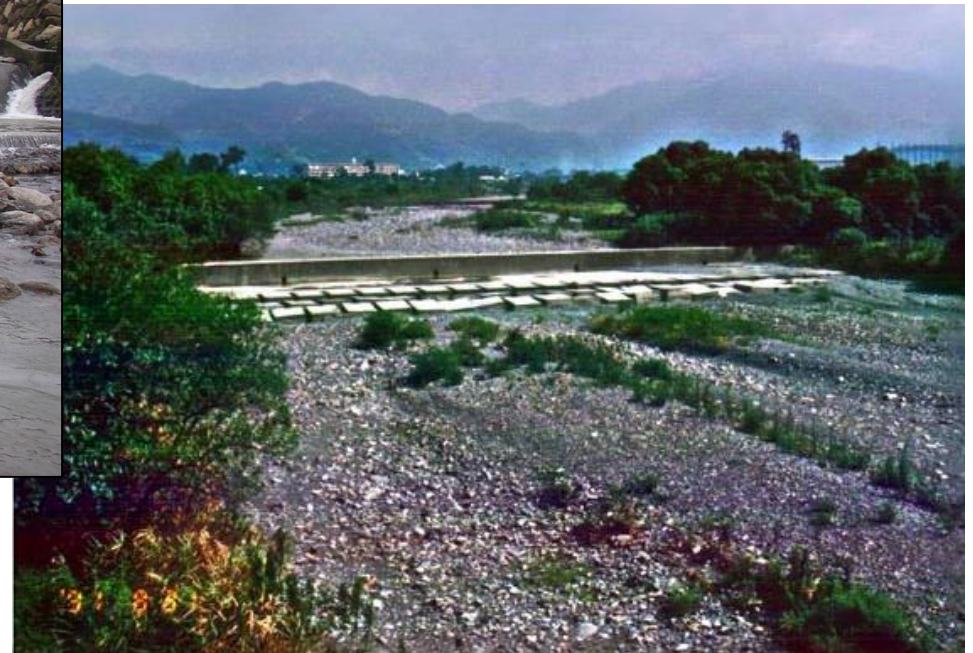
固床工及渠岸保護



土砂災害處理工法

固床工型式

直落式固床工



土砂災害處理工法

固床工型式

階梯式固床工



土砂災害處理工法

固床工型式

塊石固床工



土砂災害處理工法

固床工型式

箱籠固床工



鋼柵固床工



木材固床工



分析軟體

AECOM

分析軟體

	主程序	搭配模組	應用項目
水 分 文 析	HEC-HMS	ArcGIS	流域水文分析
	UNIT HYDROGRAPH		
河 水 道 力	HEC-RAS	ArcGIS	河川排洪檢討
	MIKE11	AutoCAD	三維動態流況分析
	OpenFOAM		
崩 產 塌 砂 地 量	打荻珠男經驗公式		崩塌地土砂產量推估
	Power law公式		
地 沖 表 蝕	USLE	ArcGIS	地表沖蝕土砂產量推估
河 輸 道 砂	SEDTRAN	HEC-RAS	長期河道沖淤模式
	NETSTARS	ArcGIS	河道輸砂能力檢討
	CCHE2D		河道輸砂動態分析

分析軟體

	主程序	搭配模組	應用專案
水質模擬	WASP	HEC-RAS	河川湖庫水質預測
	QUAL2k		
	EFDC	ArcGIS	
都市排水	InfoWorks ICM	ArcGIS	香港都市淹水評估
	SOBEK		雨水下水道檢討
	SWMM		