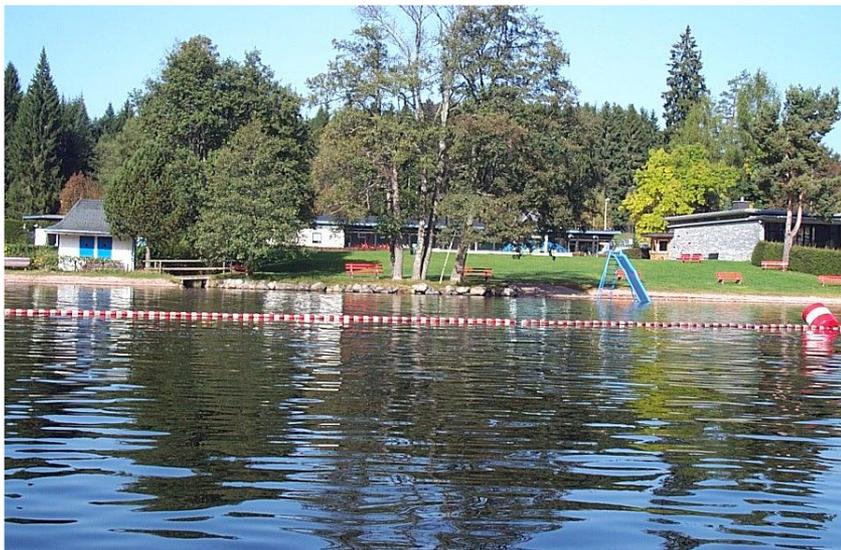


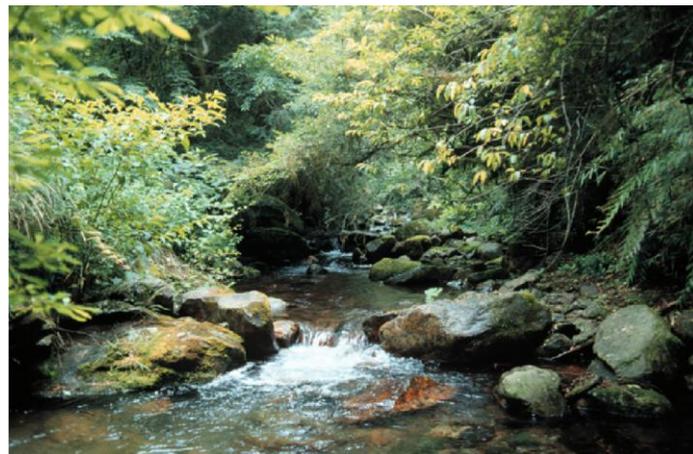
重新省思 重新修正





合理的親水空間





尋求更理想的環境資源使用方式

廿一世紀的工程師

- 工程師的重要性

- 土木工程是「建設」與「發展」的重要基石

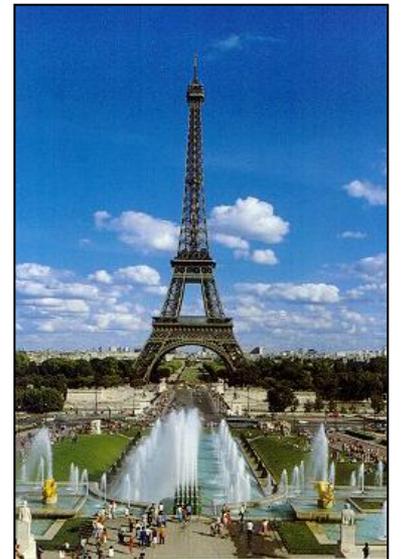
- 夏禹治水
 - 西門豹引漳利農
 - 漢王導運
 - 詹天佑完築京張
 - 十大建設帶動經貿
 - 高鐵興建



廿一世紀的工程師

- 土木工程師的重要性

- 土木工程影響民生社會至鉅
- 土木工程與「文明」不可分割
- 偉大的土木工程成就，蘊含社會、文化、經濟甚至藝術價值



廿一世紀的工程師

- 新世紀！新挑戰！
 - 全球發展的轉型
 - 對永續發展必要性的認同



新世紀土木工程師應該扮演的角色為何？



廿一世紀的工程師

- 自永續發展世界高峰會宣言
 - 廿一世紀是追求永續發展的時代
- 中國土木水利工程學會
 - 土木工程師將秉承傳統使命
 - 創新思維
 - 肩負起具有世紀性挑戰的任務



土木工程師應轉型成爲「永續發展工程師」！

廿一世紀的土木工程師

美國土木工程學會（ASCE）2001/08聲明

The Role of the Civil Engineer in Sustainable Development

- 對於任何與永續發展有關之政治、經濟、技術，以及社會議題或過程，培養更廣泛的認知；
- 專業智識與技術的養成以促進永續之未來；
- 與其他專業共同發展追求發展與環境永續性整合所需之工具；
- 以經濟的觀點為出發，體認自然資源與環境是珍貴的資本財；
- 能超越自身學門進而評估可行方案並影響政策革新，以臻至永續發展；
- 能與其他設計、經濟、社會、環境、物理等專業共同合作籌組工作團隊，以達成提供生態永續解決方案；
- 採納並應用整合系統，讓決策、思維與作為能更面面俱到；
- 與其他專業組織進行跨領域之合作，善用他人之成果，並追求每一分資源的最高效益，以臻至更卓越之永續性。

后番子坑溪

2003年生態工法博覽會案例

計畫背景

- 流域概述
 - 集水面積
376.12ha
 - 流長約
1.25km
 - 常年有水
- 2003年生態博覽會案例



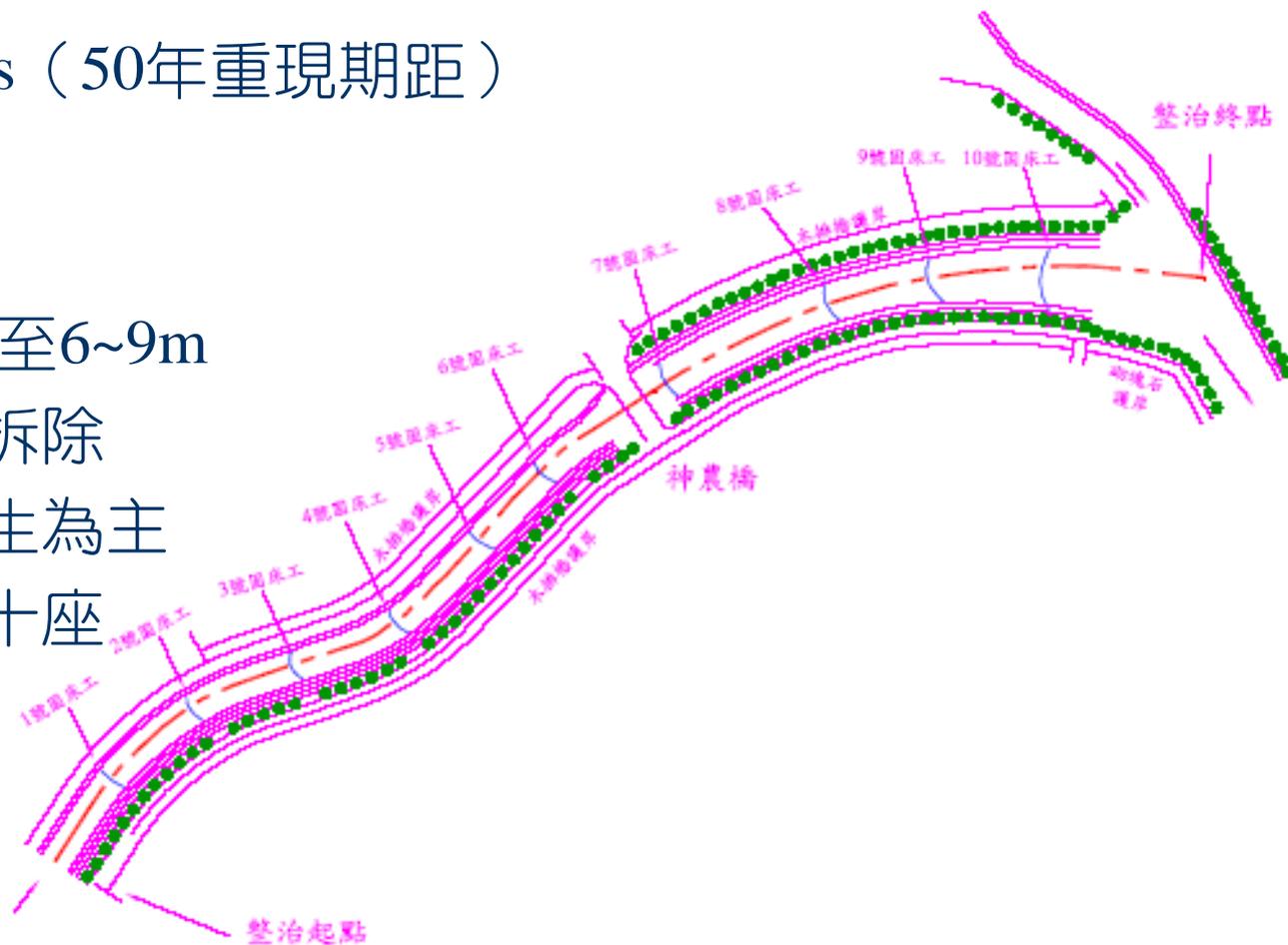
計畫背景

- 整治原因
 - 逢颱風豪雨時節，常會挾帶大量砂石順流而下，沖毀溪岸及造成河床淤積
 - 象神及納莉颱風(右圖)造成多處崩坍地，引發大量土石順流而下，導致下游的重大災害



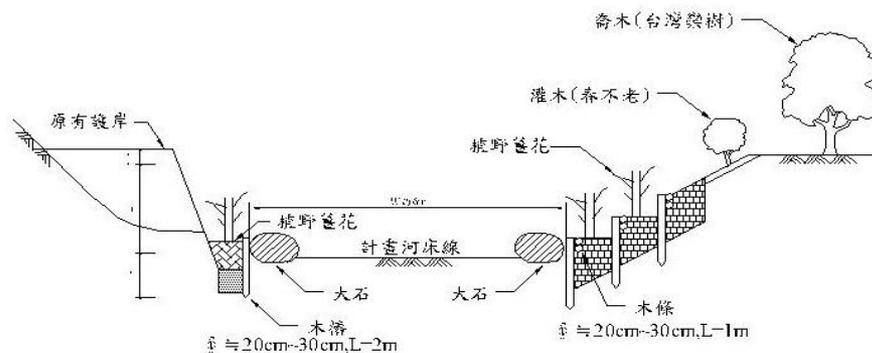
原設計理念

- 設計條件
 - 洪水量約 110 cms (50年重現期距)
 - 設計流速約 4m/s
- 整治河段 250m
 - 拓寬原有4m河道至6~9m
 - 右岸三明治護岸拆除
 - 護岸以木排樁植生為主
 - 固床工主流共計十座

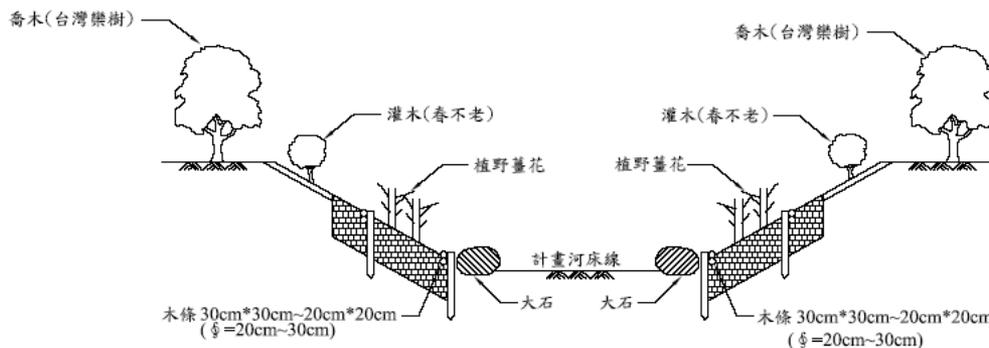


原設計理念

- 神龍橋上游：
三明治護岸保護及三階木排樁護岸



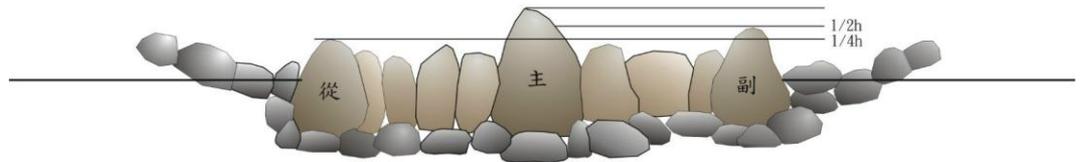
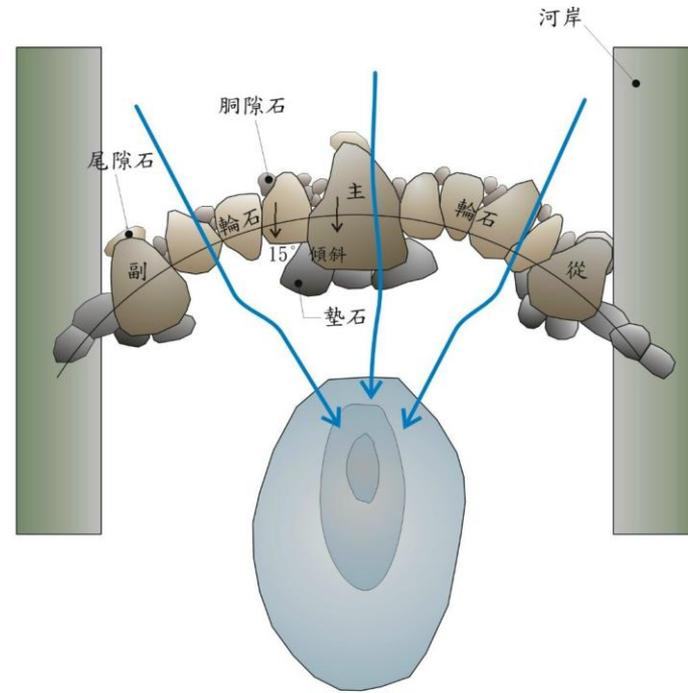
- 龍橋下游：
二階木排樁護岸保護



原設計理念

- 砌石固床工

- 營造魚類棲地
- 為物理棲地結構指標



2003博覽會

生態環境調查、崩塌地整治工程
、溪流整治工程（恢復原河
寬、創造多樣性棲地環境）



歷次洪災變化

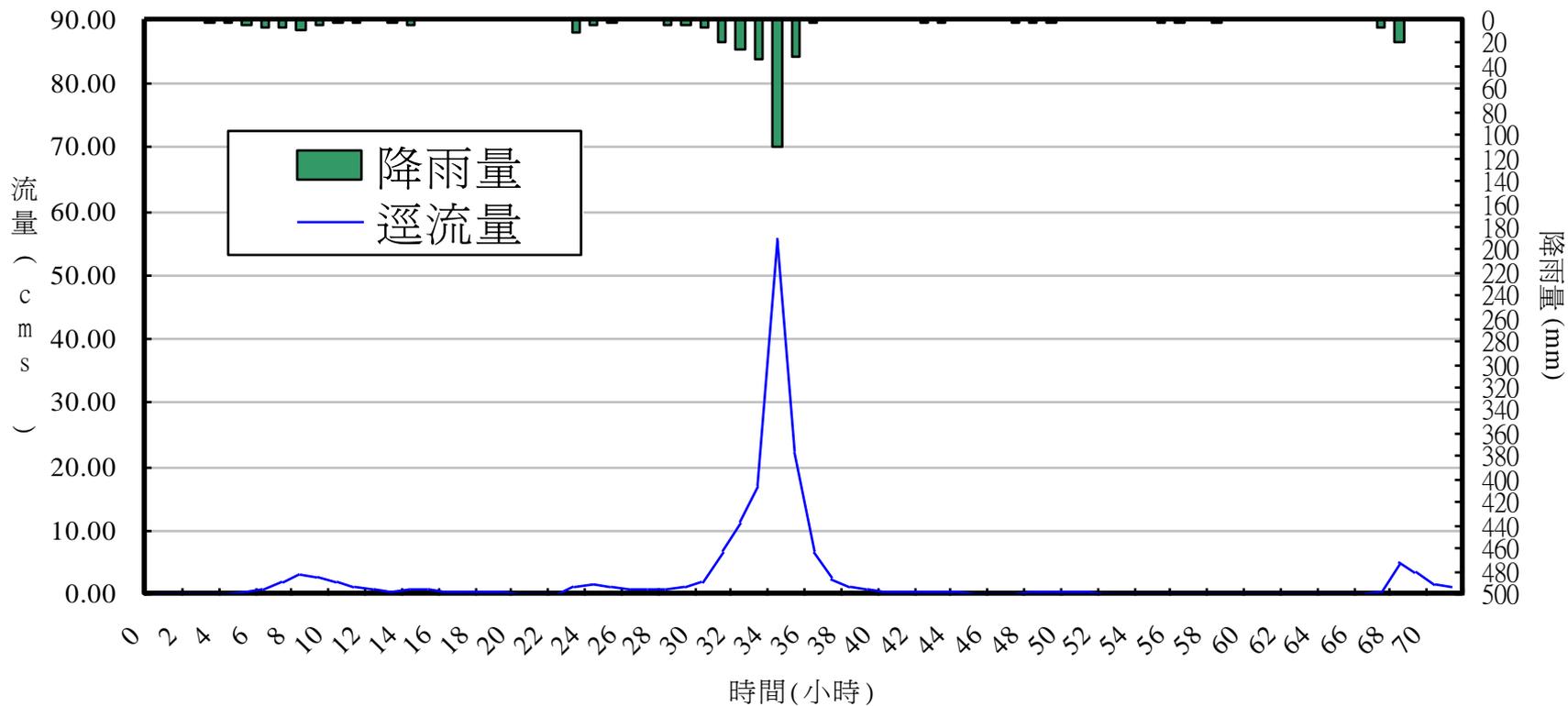
- 后番仔坑溪破壞始於艾莉颱風(8/25)及911(9/11)水災
 - 破壞現象為部份固床工砌石流失
 - 河床大量淤積
- 納坦颱風(10/25)
 - 河床淤積
 - 洪水溢淹
 - 造成三處護岸破壞



颱風別	日期	最大時降雨(mm/hr)	相對重現期	最大洪峰流量(cms)	平均流速(m/s)	參考雨量站
艾莉颱風	93/8/25	65	2年	24.71	3.08	火燒寮
911水災	93/9/11	56.5	2年	26.04	3.15	雙溪
納坦颱風	93/10/25	109.5	25年	55.08	4.2	雙溪

歷次洪災變化

• 納坦颱風降雨逕流分析



歷次洪災變化

- 固床工及河床變化
– 6號固床工

93/6/29



93/8/27



93/11/02



93/9/17



歷次洪災變化

- 固床工及河床變化
- 7號固床工

93/6/29



93/8/27



93/11/02



93/9/17



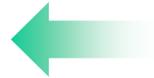
歷次洪災變化

- 固床工及河床變化
– 10號固床工

93/8/27



93/9/17



93/11/02



歷次洪災變化

- 護岸破壞
 - 1號固床工右岸木排樁



歷次洪災變化

- 護岸破壞

- 4號固床工左岸漿砌卵石



歷次洪災變化

- 護岸破壞
 - 9號固床工左岸木排樁

93/9/17



93/11/1



檢討分析

- 河床淤積
 - 砂石來源
 - 卵塊石研判來自上游未整治河段
 - 砂礫石則是集水區表面崩塌受逕流所沖刷而下
 - 土石的問題將是未來后番子坑溪最大的困擾與挑戰
 - 2年重現期約略等於建槽流量，整治後之后番子坑溪顯然過於寬廣，水流能量不足，以致於大量砂石落淤於河床上

檢討分析

• 護岸破壞

– 一號固床工右岸

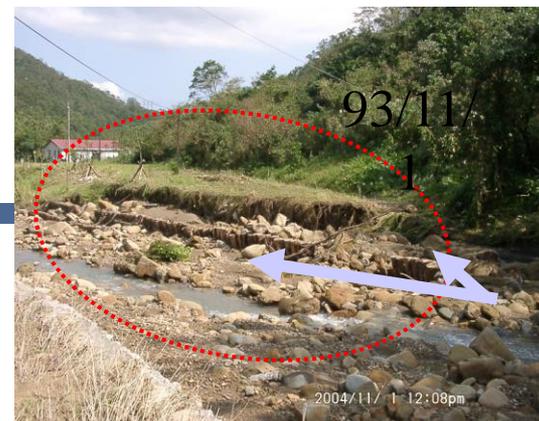
- 應避免造成破壞缺口
- 與未整治段之介面應採砌塊石護岸

– 漿砌卵石護岸

- 該破壞為不可預期
- 加強堤後排水即可

– 九號固床工左岸

- 該破壞主因應為水流的直接攻擊
- 未來應朝導引上游流向為主要考量
- 未來可考量採下游之塊石護岸型式



檢討分析

- 砌石固床工適宜性
 - 適合下切型河段
 - 用於穩定河床控制流心
 - 附加功能為營造棲地
 - 不適合於淤積型河段
 - 恐有被砂石淹沒之虞
 - 棲地營造將因砂石淤積而失敗
- 以后番仔坑溪而言護岸基腳拋石為營造魚類棲地的最佳方式

總體評價

- 2004年連續經歷四場颱風，**護岸僅有三處局部破壞**（一處為既有之漿砌卵石護岸），顯示后番子坑溪所採用之木排樁配合植生工法已達到其預期之效果（大部份木排樁均穩定，洪水時植生倒伏而保護河岸）。
- **固床工大部份遭損壞**，究其因后番子坑溪為淤積型河段，本無需設置固床工以穩定河床，已設置之固床工又因埋設深度不足，塊石間契合度不佳，且兩岸未嵌入河岸而致流失，往後河溪塊石固床工之設置應慎選石塊、確實排放及確保流心控制，最重要需有足夠之埋設深度。
- 學術單位監測地點及評估方式雖不盡相同，但均顯示**生態逐漸恢復中**且施工中對生態環境影響不大。這種對環境干擾降至最低與重視系統的作法，正是生態工法所追求的精神。

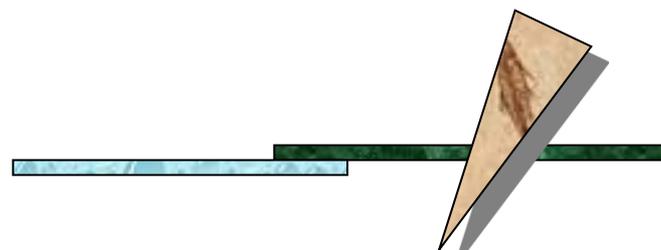
新海橋下人工濕地

2004年生態工法博覽會案例

基地背景分析—堤外到堤內是兩個不同的世界

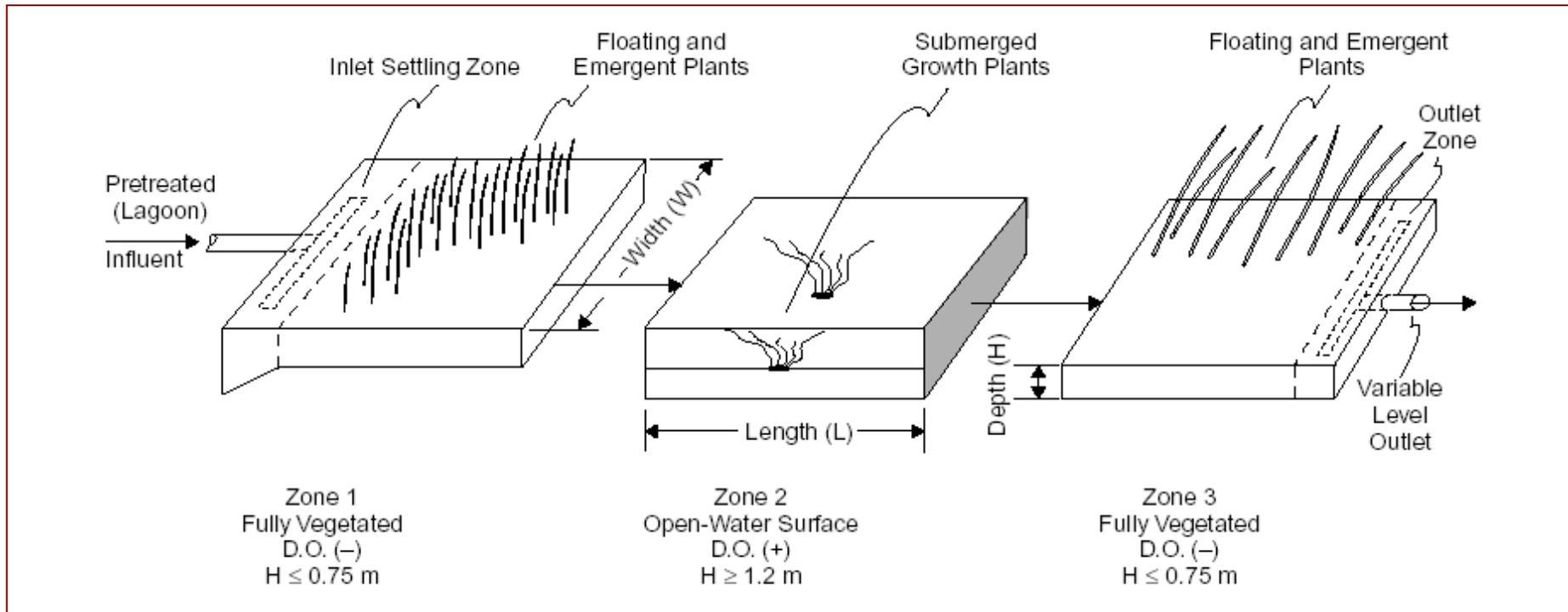


檢驗項目	檢驗值(單位)
生化需氧量	57.4 (mg/L)
氯鹽	35.0 (mg/L)
大腸桿菌群	2.2×10^6 (CFU/100mL)
氨氮	18.7 (mg/L)
亞硝酸鹽氮	ND<0.001 (mg/L)
硝酸鹽氮	0.10 (mg/L)
懸浮固體	48.5 (mg/L)
凱氏氮	29.7 (mg/L)
總磷	2.55 (mg/L)
鎘	ND<0.004 (mg/L)
鉻	ND<0.01 (mg/L)
銅	0.02 (mg/L)
總汞	0.0002 (mg/L)
鉛	ND<0.01 (mg/L)
鋅	0.05 (mg/L)



細部設計—新海人工濕地自然淨化系統

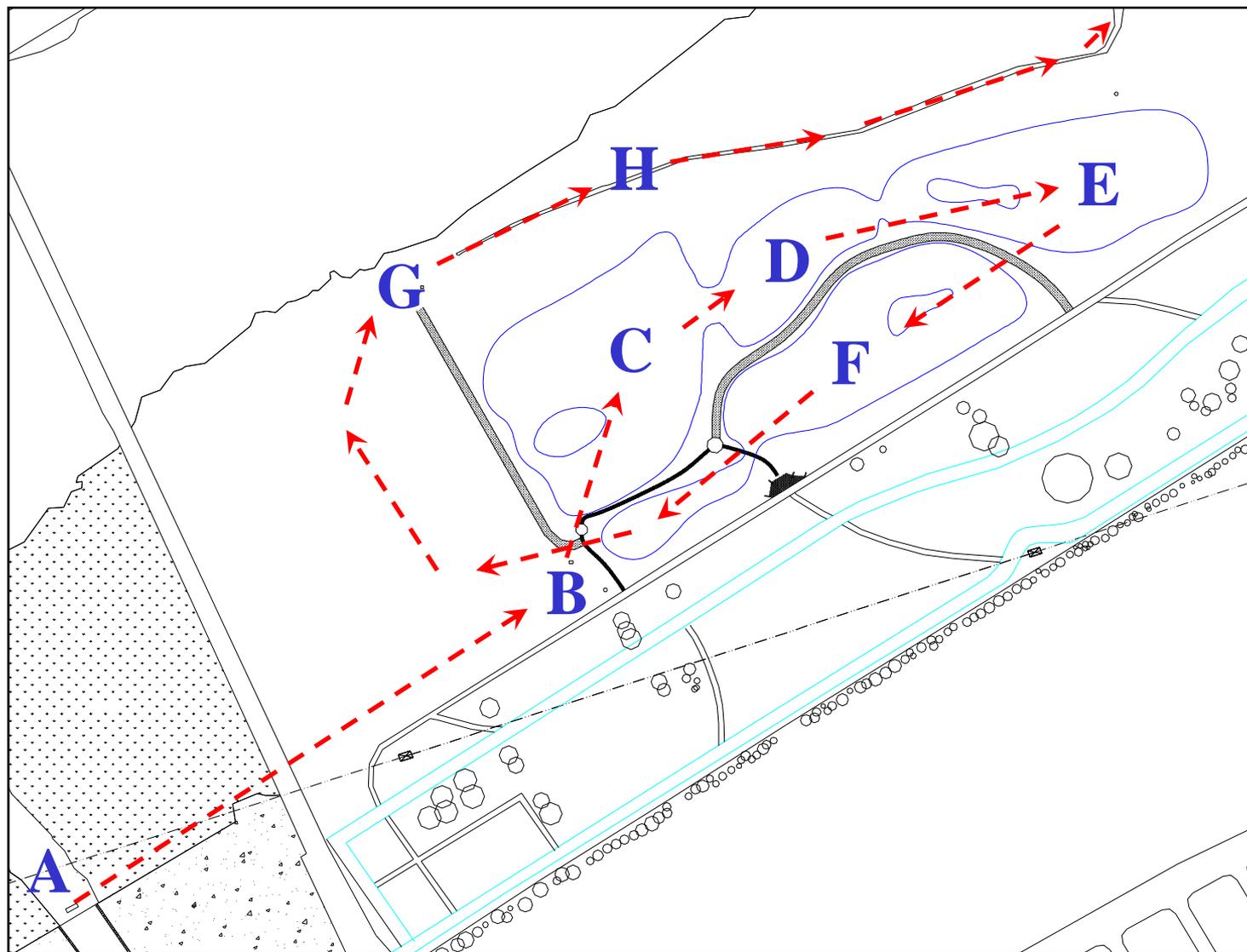
濕地設置



資料來源：2000, *Manual—Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*, U.S. Environmental Protection Agency.

水質淨化單元 - 處理流程

- A. 抽水井
- B. 流量計
- C. 密植區 (I)
- D. 開放水域
- E. 密植區 (II)
- F. 生態池
- G. 計量槽
- H. 放流渠道











時令與植物的成長速度—— 新海人工濕地



2004/06/01

從一片荒煙漫草蛻變成.....

羽翼紛飛的快樂天堂





羽翼紛飛的快樂天堂



濕地自然淨化系統的污染削減機制探討 - 濕地中的物質循環與能量流動



對象	原有生態資源	目前生態資源
鳥類	16科23種	26科58種 ，包含高蹺鴿、彩鸕等保育物種。
兩棲爬蟲類	1科1種	10科14種 ，包含貢德氏赤蛙等保育物種。
水棲昆蟲	無	14科31種 ，包含水螳螂等少見物種。
水生植物	10科16種	33科65種 ，包含大安水蓼衣、台灣萍蓬草等保育物種。
棲地多樣性	大漢溪沈積物形成的低灘地，地景系統單調。	與淡水河藍帶網絡相連綴的濱岸濕地，包含十餘種不同型態的微棲地環境(高莖草澤、低莖草澤、埤塘、水田、陸島、半島、推移帶、潮溝、潮池等)，另搭配多孔隙空間、複層式植生及澆灌系統設計，形成良好的生態環境。

項目	效益
處理量能	由新海抽水站放流渠道每日取 1,500 CMD 的生活污水。
BOD削減	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由45.5 mg/l淨化至10.6 mg/l，去除率為76.7 %。 2. 每年可削減17,275 Kg BOD。
SS削減	由 80.5 mg/l 淨化至 13.7 mg/l ，去除率為 83.0 % ，每年可削減 36,573 Kg 的懸浮固體物。
氨氮削減	由 38.2 mg/l 淨化至 3 mg/l 以下，去除率高達 90 % 以上，證實三段式人工濕地對於氨氮的去除效果良好！
DO提昇	水質的 DO 由 0 ~ 0.5 mg/l 提昇至 7~9 mg/l ，有助於改善大漢溪水體水質，以及河川生物的生存環境。



824艾莉颱風過後.....



暴風雨前的寧靜....

攝於93/08/23，艾莉颱風登陸前夕



2 4:49 AM

824風災實況紀錄

濕地範圍已全數遭洪水淹漫，包含高灘地在內



824風災實況紀錄

8月25日洪水開始消退，高灘地出露，濕地仍漫淹中



824風災實況紀錄

8月26日洪水已退，濕地重見陽光，沖淤情形嚴重



26 10:30 PM

824艾莉風災復健工程

復健要點

- 利用沖淤所遺留之土方量，調整地形高程。
- 淤泥清除，恢復機電設備功能。
- 復健工程進行之際，同步提升處理量能。

復健後的地形高程



824風災後處理量能提昇對照表

			設計參數				
			表面積(m ²)	平均水深(m)	蓄水容積(m ³)	水力停留時間(日)	水力負荷(m ³ /m ² -d)
新海人工濕地系統	三段式人工濕地	密植區(I)	12,700 (原9,000)	0.4	5,080	2.2	0.18
		開放水域	7,600 (原4,000)	0.7	5,320	2.3	0.30
		密植區(II)	15,800 (原6,000)	0.4	6,320	2.7	0.15
	生態池	8,000 (原8,000)	0.4	3,200	1.4	0.29	
合計(以每日2,300 CMD的 污水量計算)			44,100 (原27,000)	—	19,920	8.6	—

824艾莉風災後-2004生態工法博覽會

