



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

南投分署水砂觀測及構造物巡查

成果案例分享

創聚環境管理顧問股份有限公司

主講人：楊婷勻 經理

114年11月4日



創聚環境管理顧問股份有限公司
InnoFusion Environmental Management Co., LTD



簡報內容-水砂觀測作業

- 一、水砂觀測發展歷程及推動目標
- 二、坡地水砂觀測技術手冊及站網評估
- 三、水砂觀測設備建置及維運
- 四、水砂觀測平台建置及資料上傳
- 五、水砂觀測資料分析方法
- 六、成果案例分享





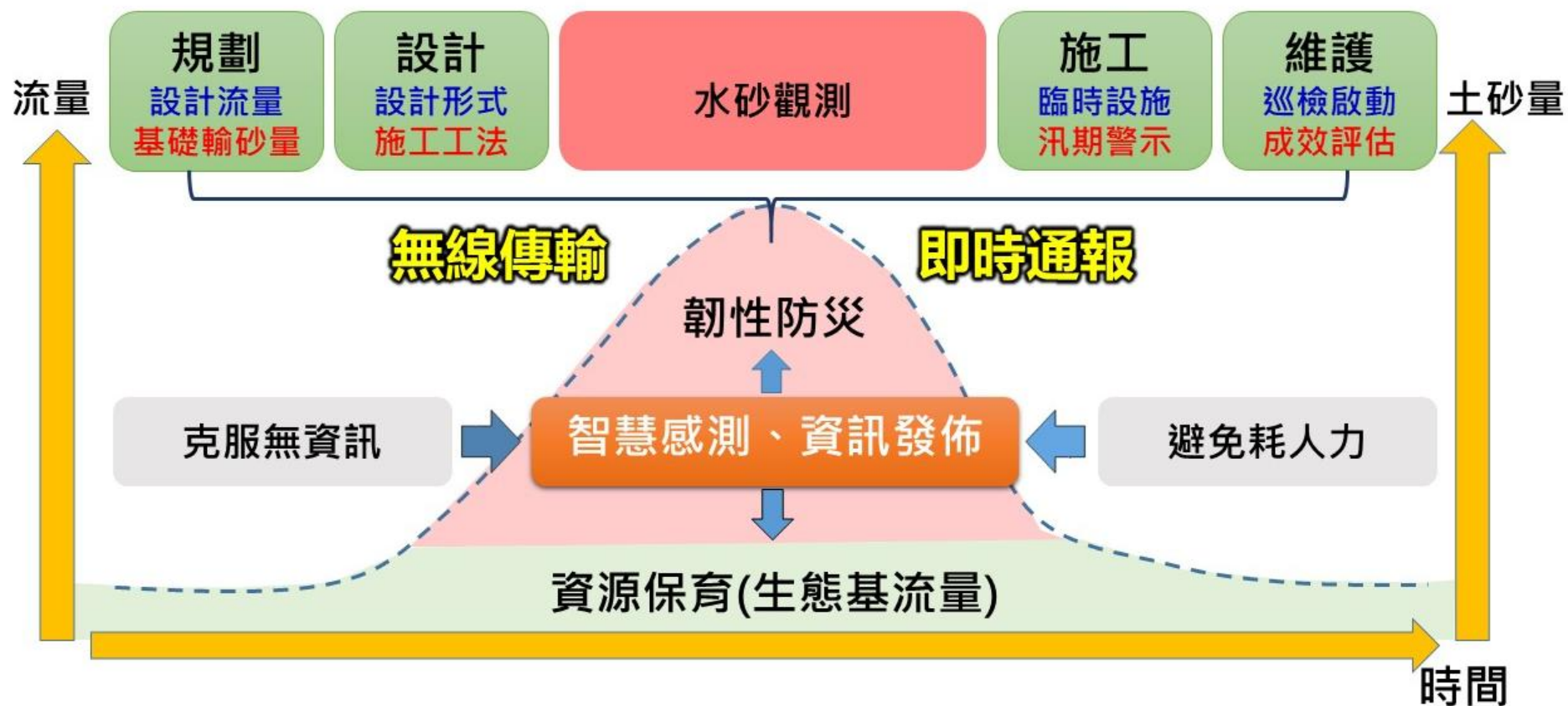
一、水砂觀測發展歷程

◆ 水砂觀測工作主要分為土石流觀測站、水庫集水區觀測站、野溪集水區觀測站三大類別



一、水砂觀測推動目標

- ◆ **過去**：多數**長期性**觀測為防災應變使用，少數**階段性**觀測為土砂運移研究或治理成效評估。
- ◆ **現況**：水砂觀測作業推動，**建立集水區基礎水文環境資料**，提供各項保育治理作業推動依據。
- ◆ **目標**：**1.強化集水區環境尋常流量及土砂量量測**，做為生態環境保育或水資源涵養評估。
2.觀測資訊運用於保育治理全生命週期，提升作業品質，降低人力消耗。



二、坡地水砂觀測技術手冊及站網評估

- ◆ 農村水保署於110年研擬**坡地水砂觀測作業手冊**，探討臺灣坡地水砂觀測技術及適用性。
- ◆ 辦理各分署**觀測站網評估**，建置重點流域16站水砂觀測站，作為坡地水砂觀測推動前導作業。

建置目的

- 提供各階段作業依據
- 規格標準化觀測資料
- 推動保育治理工作運用
- 提供水砂觀測基本學理與技術準則規範
- 有效傳承、維持既有之技術方法與經驗

土砂觀測手冊架構

●第一章 總則

●第二章 測站選址及佈置

●第三章 雨量觀測作業方法

●第四章 水位觀測作業方法

●第五章 流量觀測作業方法

●第六章 含砂量量測作業方法

●第七章 觀測資料整理及上傳

●第八章 觀測資料檢核及修正

●第九章 水位流量率定曲線製作及應用

●第十章 泥砂率定曲線製作及應用

●第十一章 觀測資料統計

●第十二章 水砂年報製作

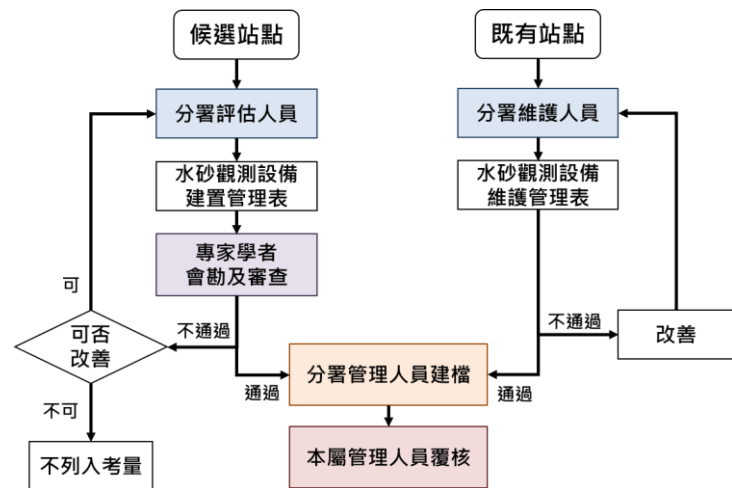
●第十三章 測站維護管理





三、水砂觀測設備建置及維運

- ◆ 測站及設備建置，應遵循站網評估、站址選擇、測站佈置等大原則進行評估，填寫水砂觀測設備建置管理表並辦理相關專家會勘及會議。確保安裝點位正確且具備該河段之代表性。



- ◆ 設置區位七大原則
 - 治理需求及土砂分析代表性河段
 - 既有水砂觀測設備
 - 上下游治理權責界點
 - 具常流水且環境變動較小
 - 架設位置為固定斷面(防砂構造物溢洪口、橋梁)
 - 交動便利及架設安全評估
 - 通訊條件且日照透空度良好區域

項次	項目	說明	是	否	備註
1	是否已設有其他機關觀測站	避免重複區位項目量測，有效利用資源			
2	是否有 CCTV 或水尺	校驗觀測資訊使用			
3	是否為土砂沖淤變動性高河段	屬於沖淤趨勢明顯河段，須注意底床高程檢核			
4	是否具常流水	需具常流水，豐枯水期皆能觀測			
5	水流是否紊亂、湍急或過度緩慢	不宜設於河道分歧或有沙洲、渦流、水位變化不規則處			
6	是否受迴水影響	為提升觀測數據穩定性及準確度，須不受迴水影響			
7	是否為水理控制斷面	斷面或高程突變區位，如防砂設施溢洪			
8	是否為穩定河段	設置地點是否無大幅轉彎，或高程及寬度突變			
9	架設位置交通是否便利	為確保架設可行性及安全性，須考慮交通道路便利且人機便於安裝為原則			
10	佈置地點周遭環境是否安全	避免設置於對設備運作有影響之環境(如易有落石、壩體損毀、路基不穩等)			
11	通訊條件且日照透空度良好區域	如有 4G 訊號，可運用 4G 或 NB-IoT 自動傳輸，若無則須採用人為讀取或中繼傳輸。			

測站區位評估

水砂觀測設備建置管理表

計畫名稱：111 年度南投分局水砂觀測維護暨設置與資料加值運用計畫

調查單位：創聚環境管理顧問股份有限公司

填表日期：民國 111 年 5 月 12 日

安裝人員：武慕、許振崑

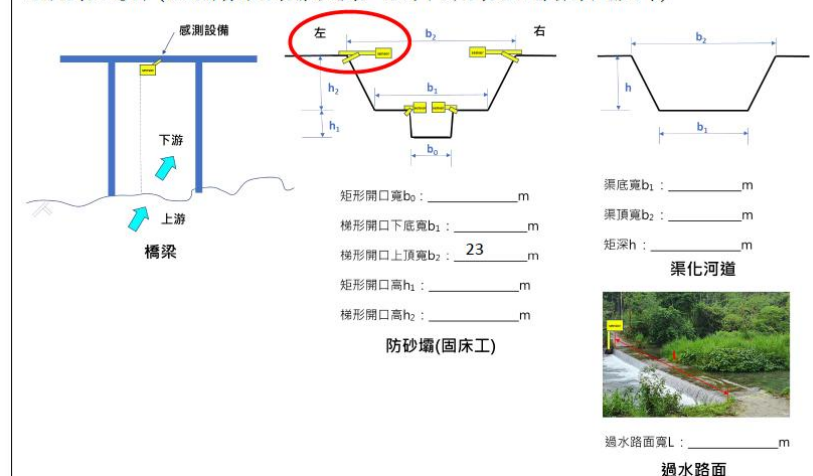
一、測站基本資料

測站代碼	C1510007	測站名稱	塔羅灣溪左岸支流_無名橋		
流域	濁水溪	集水區	阿里山溪	溪流	哇啞啞野溪(嘉縣DF073)
測站位置	行諄橋上游防砂壩	X_TWD97	223609	Y_TWD97	2602679
縣市	嘉義縣	鄉鎮	阿里山鄉	村里	來吉村
所屬單位	水土保持局南投分局				

二、設備基本資料

設備代碼	SRC_S0013	設備名稱	光感式濁度計	觀測項目	濁度
設備廠牌	SINO02	安裝位置	行諄橋上游防砂壩左翼	安裝日期	111/05/12
X_TWD97	223609	Y_TWD97	2602679		

設備安裝示意圖 (依設備實際安裝情形繪製，若為下列安裝區位需填寫相關尺寸)



1. 橋梁：標示安裝位置，圈選流向(上下游)。
2. 防砂壩：圈選安裝位置(左右翼、複式斷面)。
3. 渠化河道、防砂壩、過水路面相關尺寸，以現場測量為主。



三、水砂觀測設備建置及維運

以荖溪重光橋為例



電池更換



水質採樣



濁度計感測頭維護

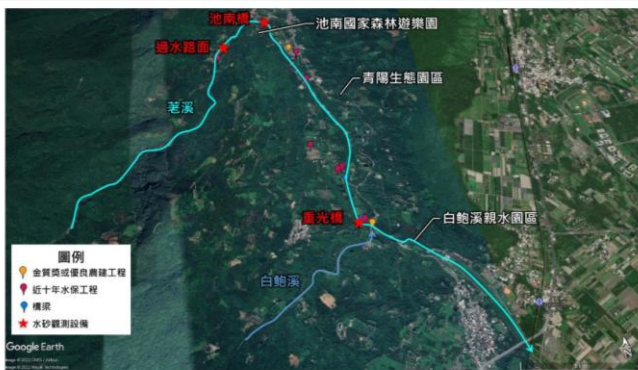
水砂觀測設備維護管理表

計畫名稱：112 年度花蓮分局水土保持構造物巡查及水砂觀測設置維護
調查單位：創聚環境管理顧問股份有限公司
維護人員：武基、林祥
填表日期：民國 112 年 4 月 29 日

測站基本資料

測站代碼	F2420003	測站名稱	荖溪 重光橋
流域	花蓮溪	集水區	荖溪 溪流 荖溪
測站位置	重光橋	X_TWD97	301686 Y_TWD97 2643237
縣市	花蓮縣	鄉鎮	壽豐鄉 村里 池南村
所屬單位	水土保持局花蓮分局		
設備代碼	SRF_WV0007	設備名稱	雷達波水位流速計
設備廠牌	IFEM02	安裝位置	重光橋上游側
X_TWD97	301686	Y_TWD97	2643237
觀測項目	水位、流速	安裝日期	111/05/25

三、測站位置圖



水砂觀測設備維護管理表

設備維護檢測

三、設備維護檢測

項次	檢測項目	說明	檢視(測)結果	
			是	否
觀測資料	水位	遮斷器校核水位計		V
	流速	流速槍覆核流速觀測值		V
	含砂濃度	取樣瓶採樣覆核濁度觀測值		V
觀測環境	溪床斷面變動或迴水影響	觀測範圍內是否有河道分歧、沙洲、渦流、落差、構造物、漂流木等阻擋()		V
	常流水	是否有斷流或伏流情形()		V
	通訊品質	4G 訊號≤1 格收訊(5 格)		V
	通行道路	交通道路是否中斷		V
硬體設備	設備外觀	設備外觀及線路是否異常(阻塞、鏽蝕、蟻窩)其他：		V
	電量狀況	低於 10%更換電池 換電池前電量： 18 % 換電池後電量： % 換電池時間：	V	
	感測模組	無訊號回傳或資料異常，感測模組異常		V
	通訊模組	無訊號回傳或資料異常，通訊模組異常		V
資料品質	觀測資料異常	綜合上述評估更換裝置位置或環境整理		V
	無訊號回傳或資料異常	綜合上述評估更換設備組件		V

設備現況照片



重光橋



重光橋上游河道現況-1



重光橋上游河道現況-2



重光橋上游河道現況-3



重光橋下游河道現況



重光橋通洪斷面



電池更換-2



電池更換-3



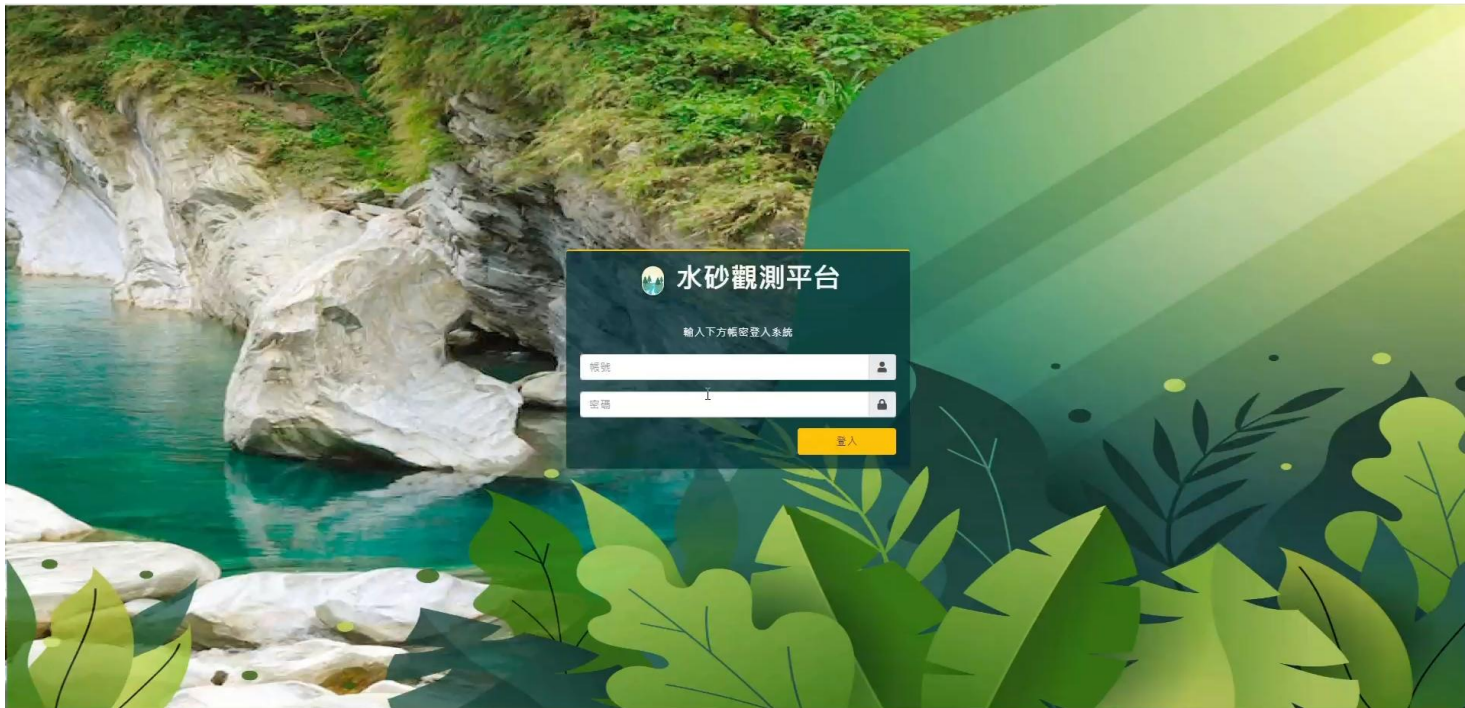
四、水砂觀測資料庫及平台建置

◆ 111年起，建置水砂資料庫並開發水砂觀測平台，擬定各觀測項目詮釋資料，提供即時回傳原始資料。



即時總表

站號	站名	站別	設備狀態	數據狀態	備註
A2330002	東港溪, 東港上	淤砂	異常	異常	
D1330003	東石港, 東石橋	淤砂	異常	異常	
B2330003	中竹溪, 中竹橋	淤砂	異常	異常	
F2430001	北竹溪, 中港橋南側	淤砂	異常	異常	
F2430002	北竹溪, 北竹橋	淤砂	異常	異常	
F2430003	雙叉, 雙叉橋	淤砂	異常	異常	
A1430004	新橋溪, 新橋溪上(1000尺)	淤砂	正常	正常	
A1430005	新橋溪, 新橋溪上(2000尺)	淤砂	正常	正常	
A1430006	北竹溪, 下港橋南側	淤砂	正常	正常	
A1430007	中竹溪, 中竹橋	淤砂	正常	正常	
A1430008	新橋溪, 新橋溪上(1000尺)	淤砂	正常	正常	
A1430009	新橋溪, 新橋溪上(2000尺)	淤砂	正常	正常	
A1430010	北竹溪, 北竹橋	淤砂	正常	正常	



測站及設備設定管理

Station and Equipment Configuration Management interface. The interface includes a list of stations and a detailed configuration form for a selected station. The configuration form includes fields for station name, location, and equipment details.

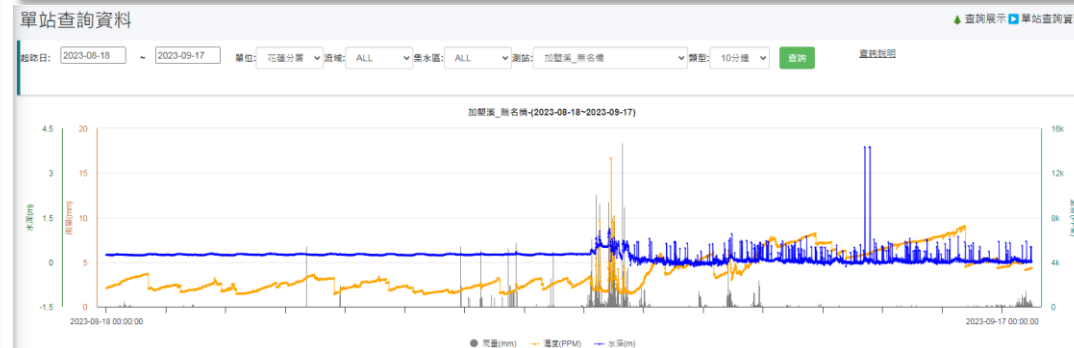


- ◆ 依據農村水保署訂定資料格式，即時上傳原始資料，並辦理必要雜訊處理，提供後續流量分析作業使用。
- ◆ 完成測站、設備基本資料建立，並完成觀測數據介接至水砂觀測平台。

新增測站建立至觀測平台

新增設備並完成介接

	SensorID	PQ_NAME	VALUE	REC_DT	UNIT
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	0.68	2023-10-05 00:00:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	0.94	2023-10-05 00:10:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	-0.11	2023-10-05 00:20:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	1.11	2023-10-05 00:30:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	0.02	2023-10-05 00:40:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	0.81	2023-10-05 00:50:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	0.66	2023-10-05 01:00:00	水深(m)
	SRF_WV0001	WATERLEVEL	0.06	2023-10-05 01:10:00	水深(m)

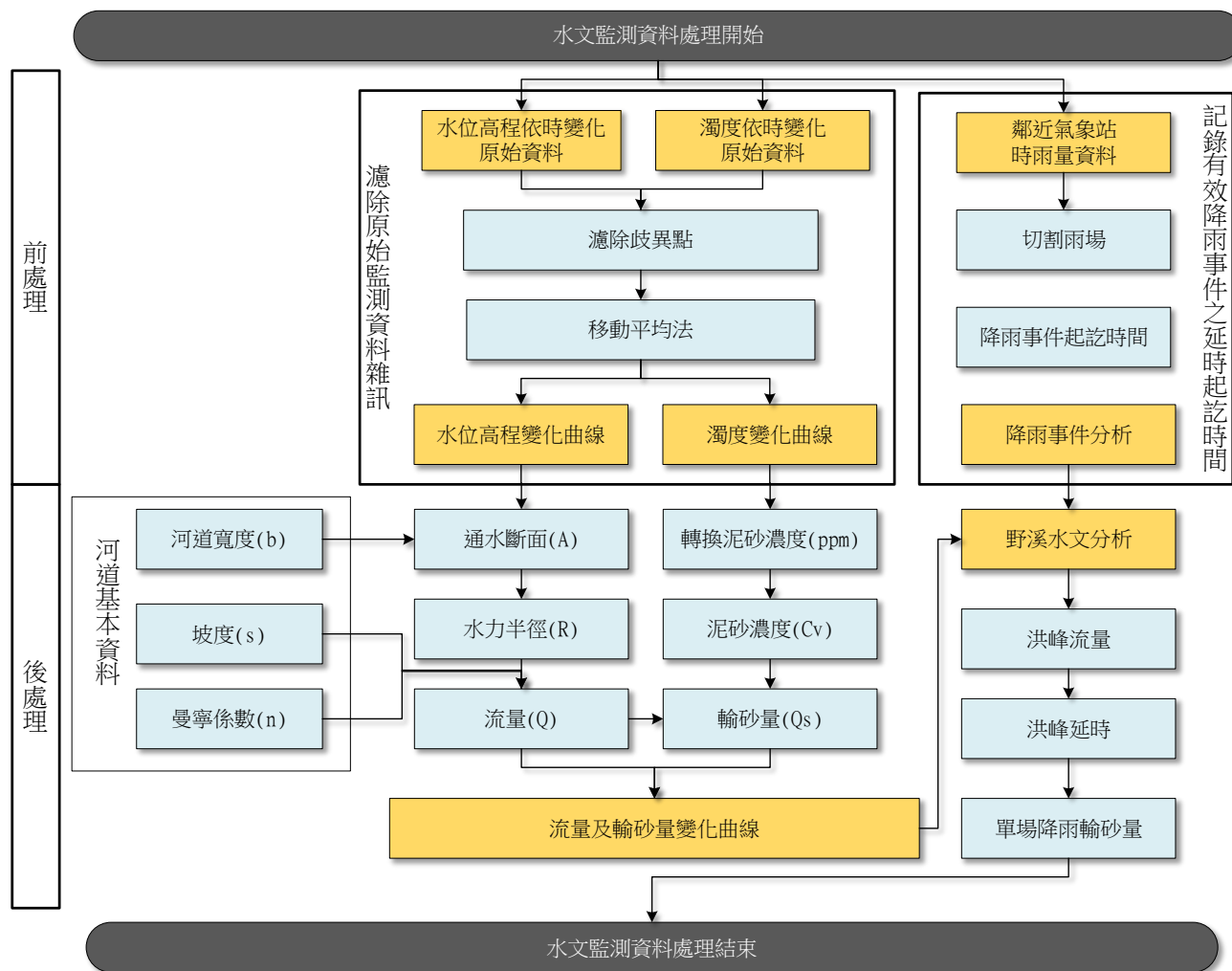




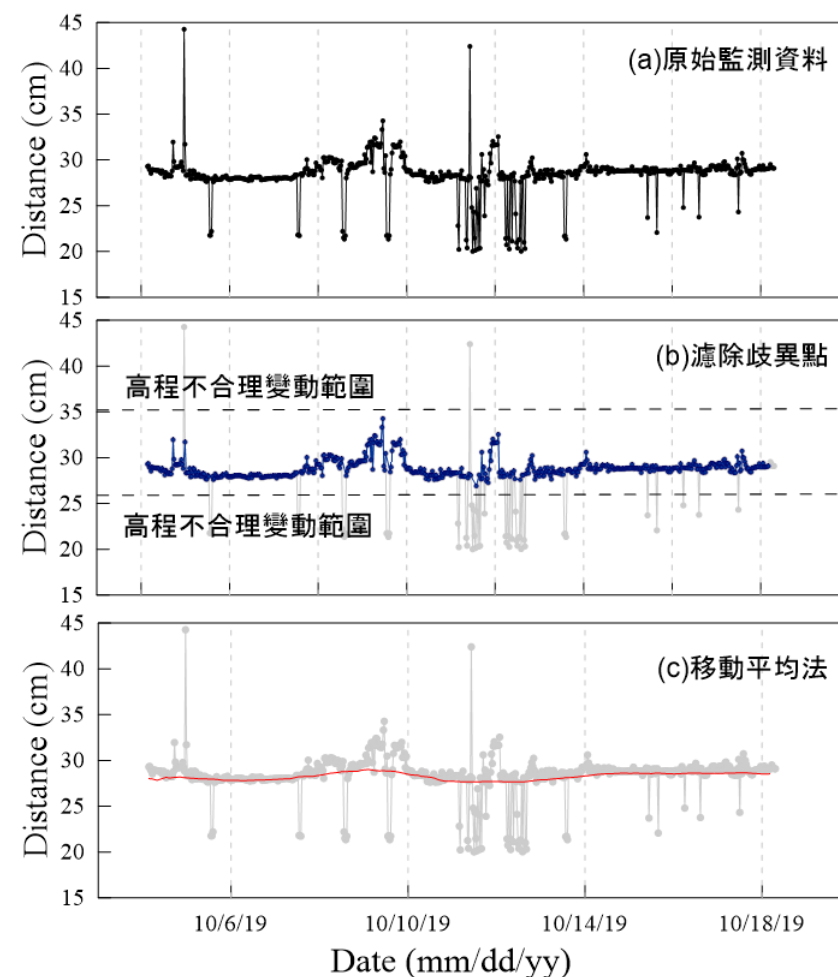
五、水砂觀測資料分析：觀測資料分析流程

◆ 針對觀測期間物理量，推估尋常流量、颱洪事件洪水量及對應輸砂量。

水砂觀測資料處理流程示意圖



原始資料濾除歧異點示意圖





■ 五大觀測目標

觀測站屬性暨資料加值五大目標



尋常流量推估：針對具生態議題、NbS調適示範區，探討對於環境基礎流量之影響。



洪峰流量探討：運用颱風期間觀測資料，分析洪峰流量，探討不同區域比流量之差異性。



土砂運移探討：於土砂治理工程控制區位，推估土砂運移量，探討治理後土砂運移變化。



溪床變動探討：於溪床變動大之區位，運用觀測資料，探討溪床容許淤積及沖刷範圍。



防災警示需求：於具高潛勢致災觀測場域，探討接近或超越警示水位事件之防災警示。



水砂觀測區位

◆ 水位3處、含砂3處、CCD1處。

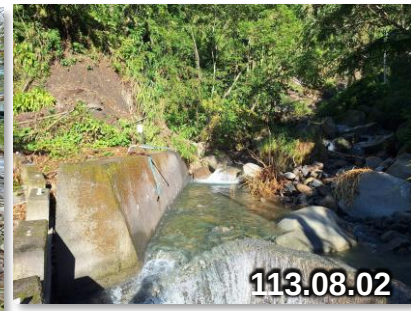
測站名稱	觀測項目	設備位置	TWD97_X	TWD97_Y	建置日期
長谷川溪_巴沙娜橋	水位	巴沙那橋下游側	225455	2596630	110/08/20
	濁度、CCD	巴沙娜橋下游固床工左岸護岸	225422	2596594	110/09/01
長谷川溪右岸支流_護岸	水位	巴沙娜橋下游右岸支流道	225321	2596672	110/08/31
	濁度	路交會處右護岸	225321	2596672	110/08/31
長谷川溪_巴沙娜橋下游防砂壩	水位	下游防砂壩左翼	225334	2596560	110/08/20



巴沙那橋下游水位計



巴沙那橋下游CCD



右岸游支流水位及濁度計



巴沙那橋下游防砂壩水位計

長谷川溪集水區





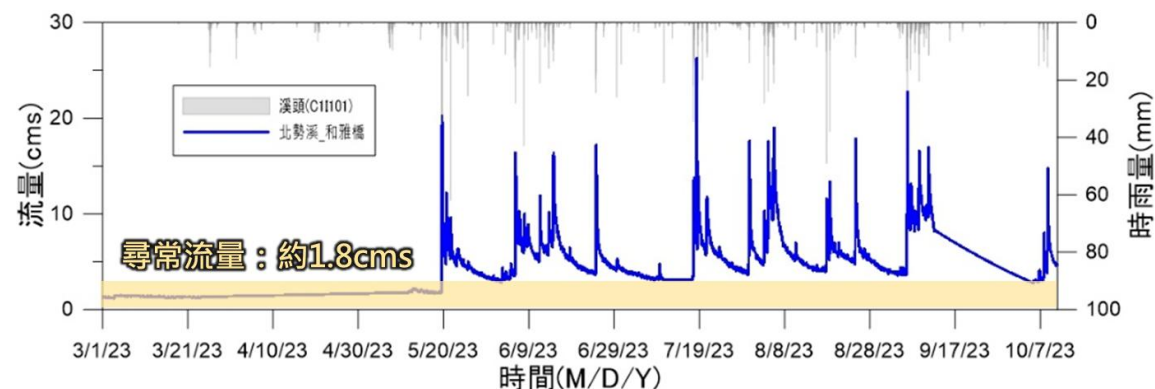
觀測資料加值探討：尋常流量推估

- 有關尋常流量(河川基流量)，將利用非颱風時期之實測推估流量，並採用日流量延時曲線法Q95計算，探討其差異性，作為水資源管理規劃、生態基流量維持及微水力發電可行性評估運用。

實測流量推估法

VS

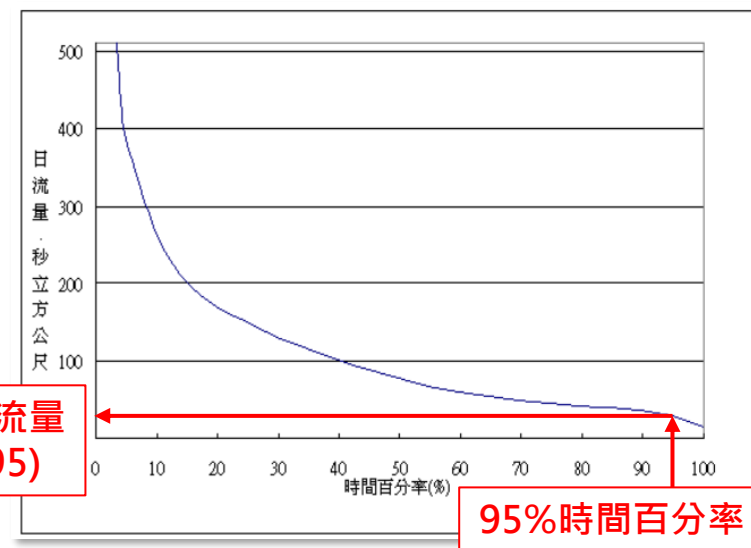
歷史流量法(日流量延時法，Q95)



北勢溪和雅橋112年流量變化

排序	日流量 (cms)	時間百分率 (%)
1	51.12	0
2	44.82	2
3	32.78	4
4	31.44	6
5	21.89	8
⋮	⋮	⋮
n-2	15.31	95
n-1	14.12	97
n	10.31	100

尋常流量
(河川基流量)



日流量延時曲線圖(示意圖)

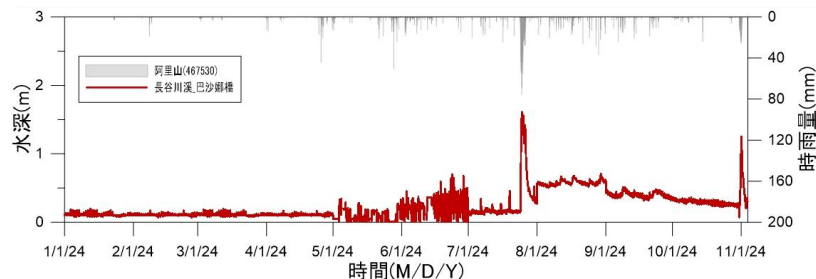


■ 觀測期間水位、流量及輸砂量分析

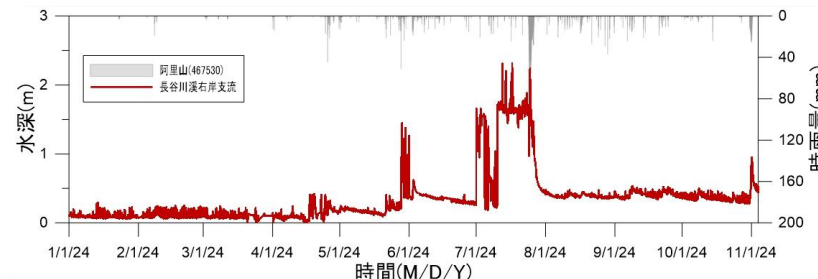
長谷川溪集水區

◆ 尋常流量：巴沙娜橋約2.2cms(下游防砂壩河段約0.3cms)，顯示長谷川溪枯季期間有伏流現象。

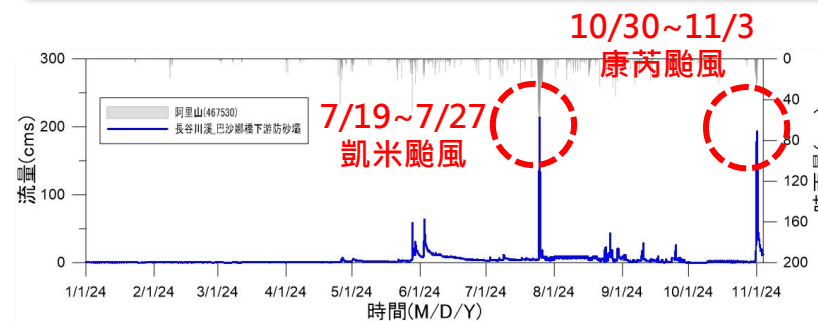
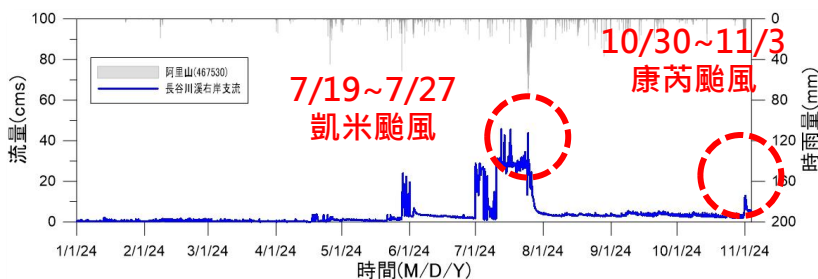
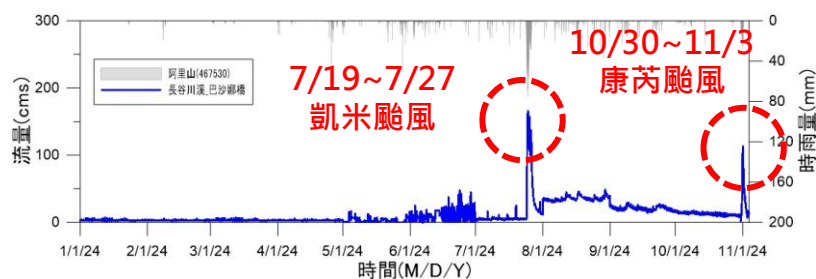
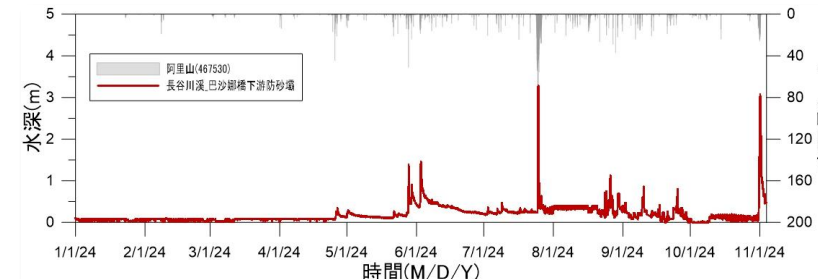
長谷川溪_巴沙娜橋



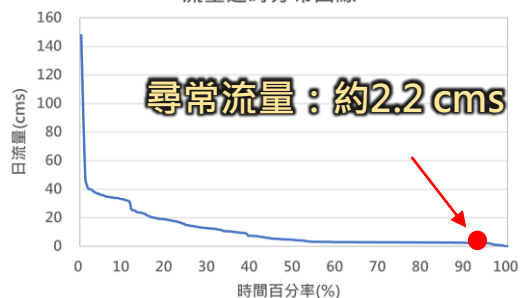
長谷川溪右岸支流_護岸



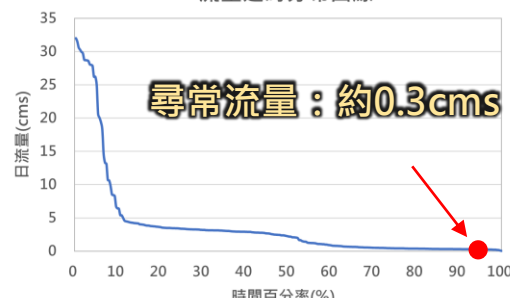
長谷川溪_巴沙娜橋下游防砂壩



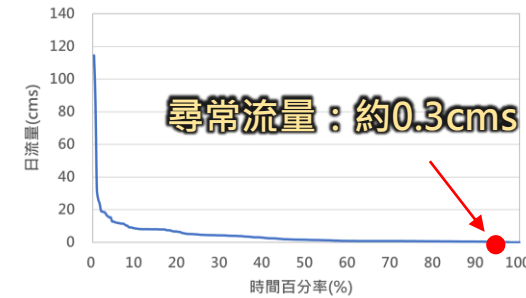
長谷川溪_巴沙娜橋
流量延時分布曲線



長谷川溪右岸支流_護岸
流量延時分布曲線



長谷川溪_巴沙娜橋下游防砂壩
流量延時分布曲線





■ 降雨事件流量及輸砂量分析

長谷川溪集水區

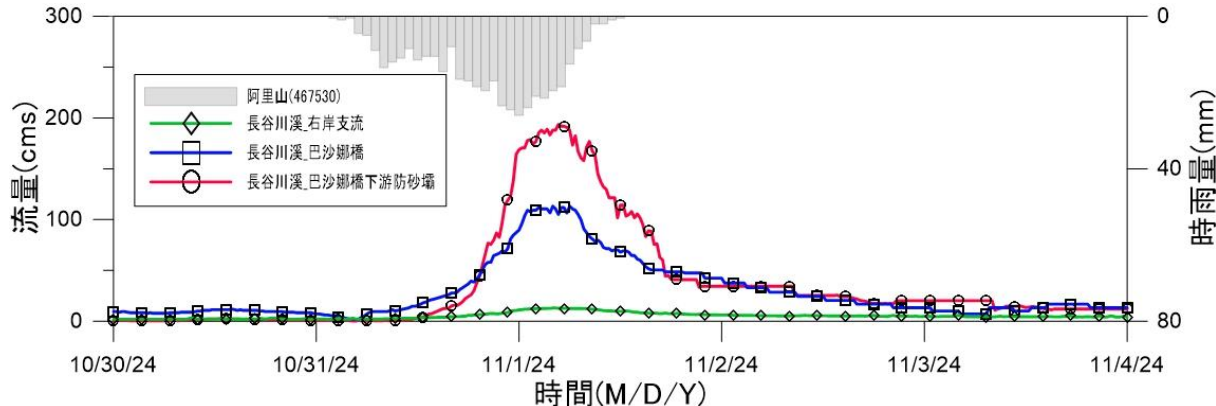
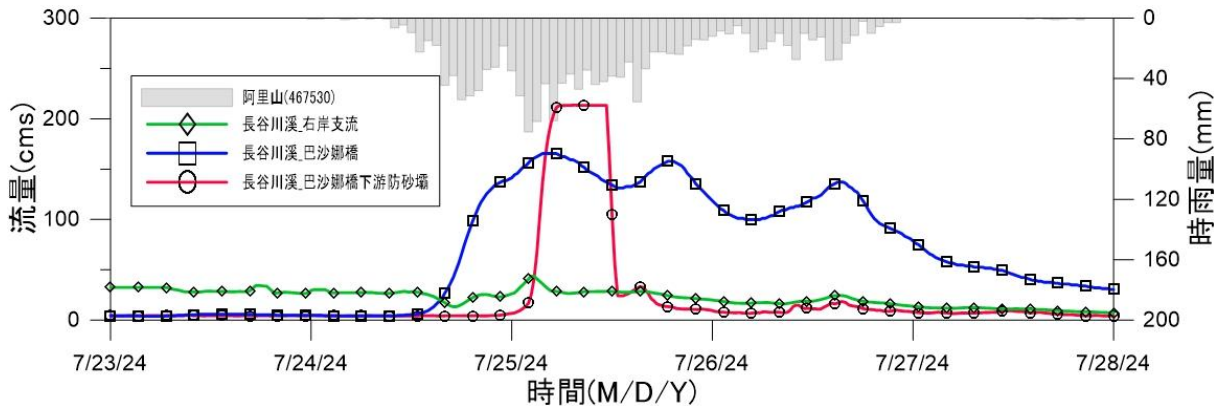
◆ **流量及輸砂量**：觀測期間主要降雨事件為**凱米颱風**、**康芮颱風**，主流及右岸支流洪峰流量約213.6cms及44.4cms，懸移質輸砂量約12萬方。

7/19~7/27凱米颱風

10/30~11/3康芮颱風

集水區	測站名稱	監測期間(2024/7/19 0:00~2024/7/27 00:00) 參考雨量站：阿里山(467530)				
		24小時 最大累積雨量 (mm)	最大 降雨強度 (mm/hr)	洪峰 流量 (cms)	懸移質 輸砂量 (萬m³)	推估 總輸砂量 (萬m³)
長谷川溪	長谷川溪_巴沙娜橋	1,072.5	75.5	165.5	11.94	14.93
	長谷川溪右岸支流_護岸			44.36	2.52	3.15
	長谷川溪_巴沙娜橋下游 防砂壩			213.6	-	-

集水區	測站名稱	監測期間(2024/10/30 0:00~2024/11/4 00:00) 參考雨量站：阿里山(467530)				
		24小時 最大累積雨量 (mm)	最大 降雨強度 (mm/hr)	洪峰 流量 (cms)	懸移質 輸砂量 (萬m³)	推估 總輸砂量 (萬m³)
長谷川溪	長谷川溪_巴沙娜橋	388.5	26	113.2	1.72	2.16
	長谷川溪右岸支流_護岸			13.03	0.19	0.23
	長谷川溪_巴沙娜橋下游 防砂壩			193.7	-	-



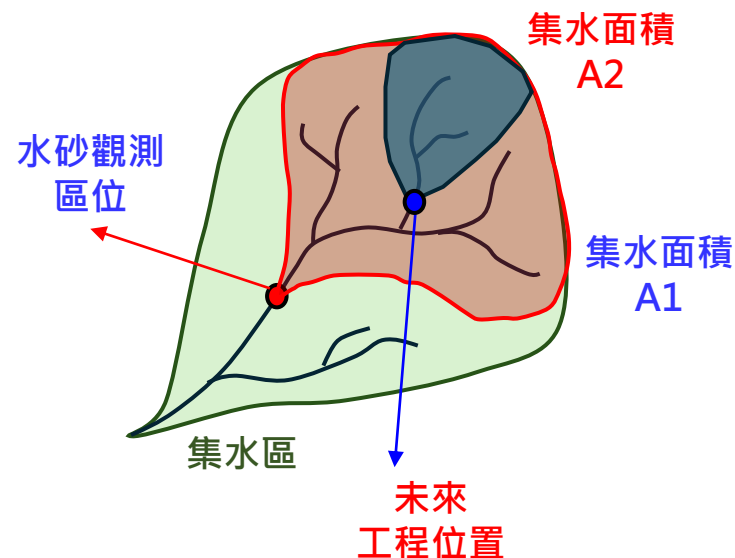


觀測資料加值探討：比流量分析

- ◆ 運用**颱風時間**觀測資料，進行水位流量率定，分析各測站**颱風豪雨事件****洪峰流量**及**比流量**。
 - 在**缺乏測站數據**的地方，利用**比流量法**提供合理的水文參數估算，支撐各類工程的前期規劃與設計，有助於確保工程設施設計符合實際需求，避免過度設計或設計不足，提升工程經濟效益與安全性。
 - 推估**鄰近區域控制點洪峰流量**，回饋**工程設計**參考，提升**工程經濟效益**與安全性。

運用比流量法推估鄰近集水區洪峰流量案例

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{\text{集水面積} A_2}{\text{集水面積} A_1}$$



推估案例說明

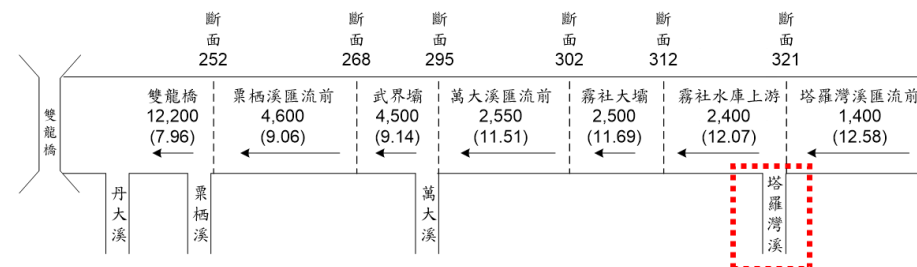
◆ 已知「霧社水庫上游」

- ✓ $Q_{100} = 2,400 \text{ cms}$
- ✓ 集水面積：198.84km²
- ✓ 比流量：12.07
- ✓ 「塔羅灣溪」集水面積：53.73km²

◆ 推估「塔羅灣溪」 Q_{100} 洪峰流量

- $Q_{100} = 12.07 \times 53.73 = 648.47 \text{ cms}$

濁水溪上游流域流量分配圖，單位(cms)



註：1.採用100年重現期距為設計流量；2.單位：cms(cms/km²)

資料來源：水利署

溪流	$Q_{100}(\text{cms})$	集水面積(km ²)	比流量(cms/km ²)
霧社水庫上游	2,400	198.84	12.07
塔羅灣溪	$Q_{100} = 12.07 \times 53.73 = 648.47 \text{ cms}$	53.73	

觀測資料加值探討：土砂運移探討

模型建置&參數設定

◆ 分析範圍：

1. 上游邊界：巴沙娜大橋位置上游約872公尺。
2. 下游邊界：巴沙娜大橋往下游約205公尺。

◆ 地形資料：

1. 模式率定：101年5m精度DEM、105年實測斷面
2. 模式驗證：107年1m精度DEM、110年實測斷面

模式相關參數設定

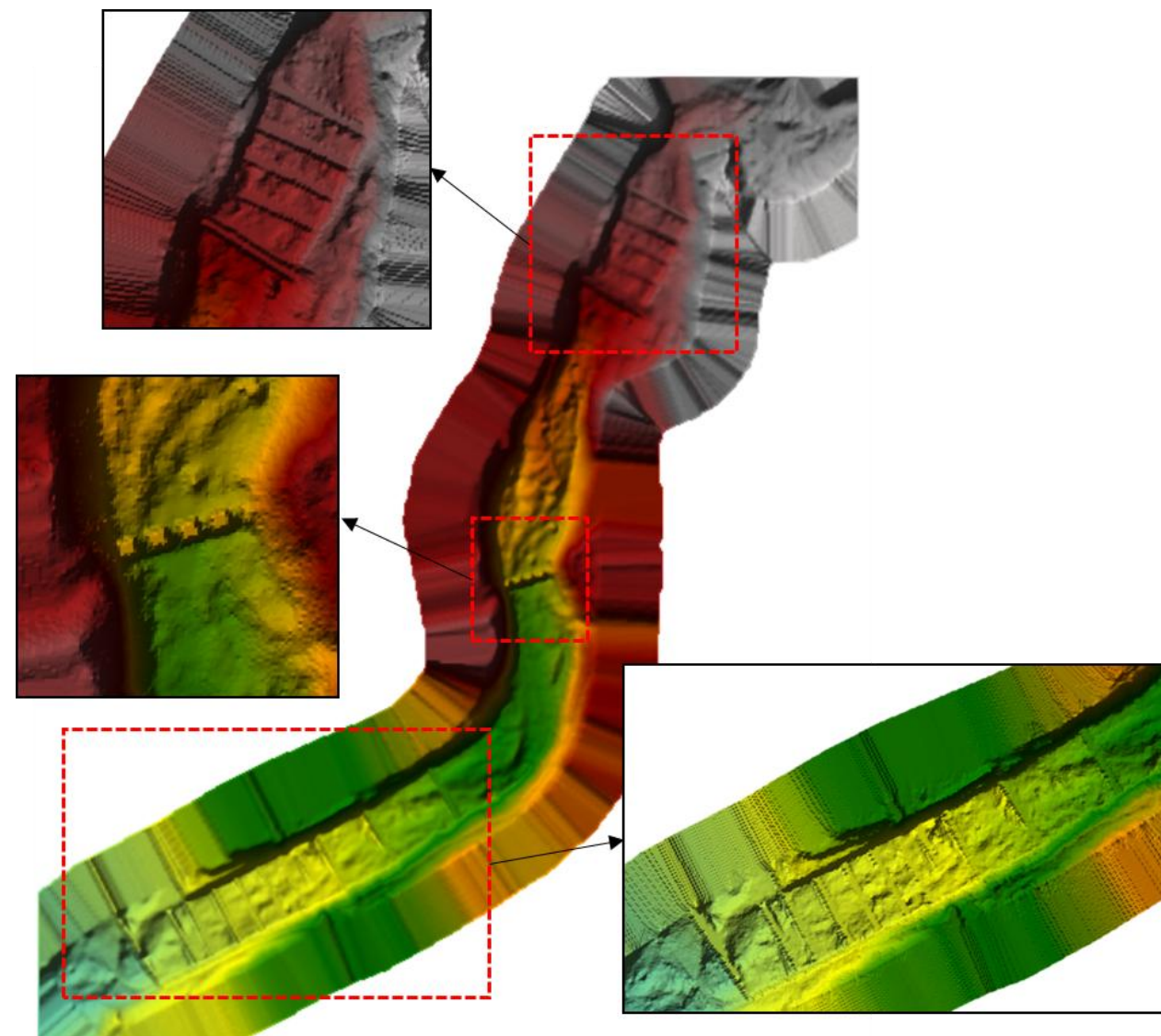
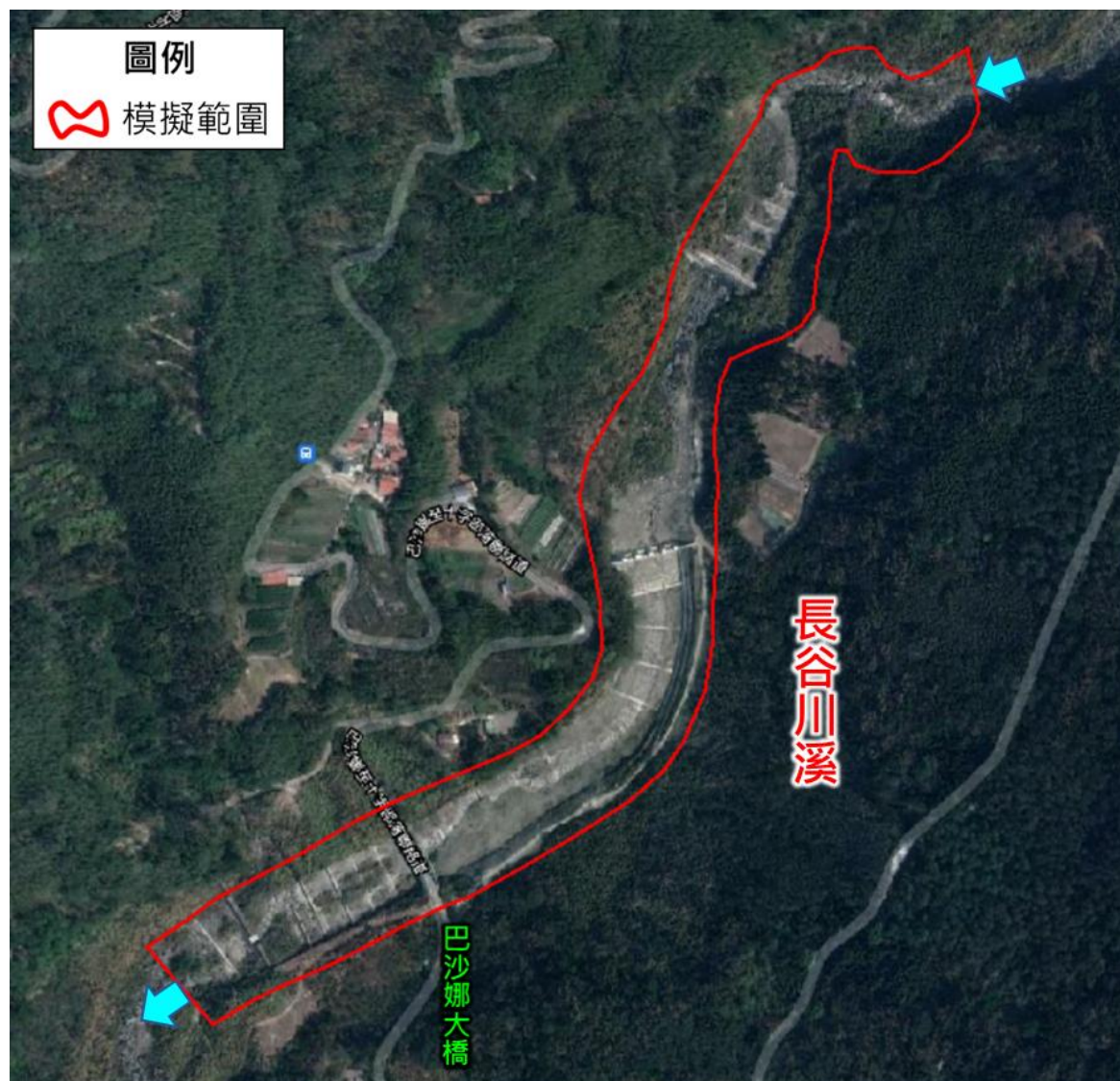
類別	項目	說明
水力參數	曼寧糙度係數	依據工程設計資料採0.035
	上游邊界	模式率定：102年蘇力颱風降雨逕流量 模式驗證：110年盧碧颱風降雨逕流量 案例模擬：99年「巴沙娜橋上游防砂一期工程」設計值
	下游邊界	以底床坡降設定0.04
輸砂參數	起始河床粒徑組成設定	以本計畫調查成果輸入
	土砂入流量	河道平衡輸砂條件(Equilibrium Load)
	土砂運移公式	Wu(2000)、Soulsby-van Rijn(1997)及van Rijn (1984)輸砂公式





觀測資料加值探討：土砂運移探討

模型建置&參數設定

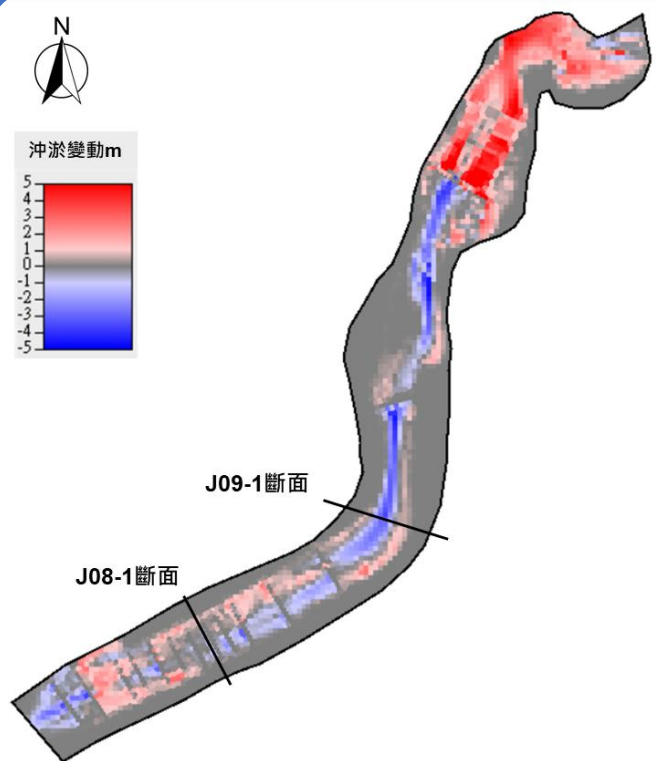


觀測資料加值探討：土砂運移探討

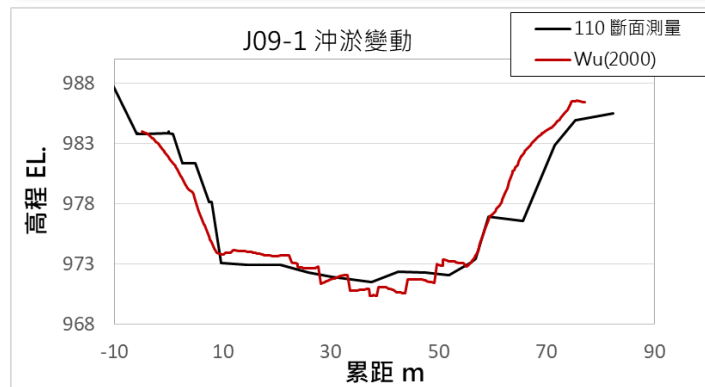
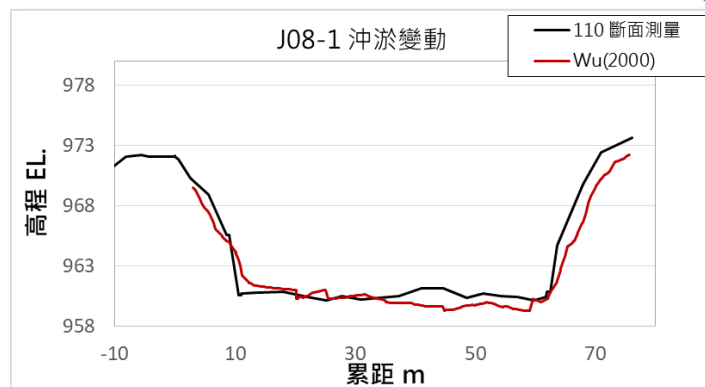
模式驗證

- ◆ **地形斷面驗證**：模擬結果底床高程變動與實測斷面**趨勢相符**。
- ◆ **實測水位驗證**：模擬水位約961.66 m，實測約為961.38 m，選用之**模式參數屬合宜**。

地形斷面驗證

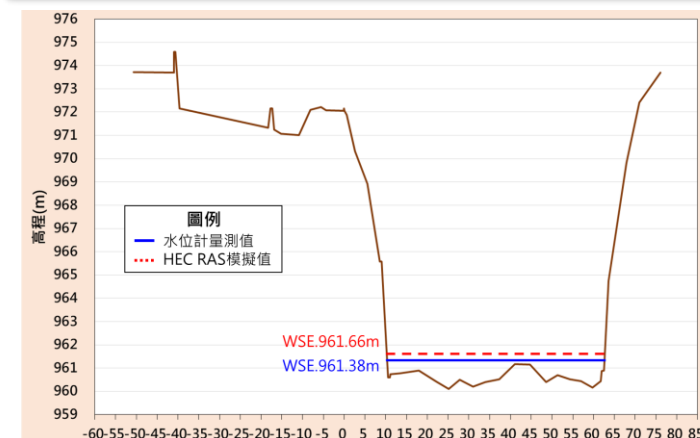


盧碧颱風沖淤模擬成果



斷面實測值與模擬值比較圖

實測水位驗證



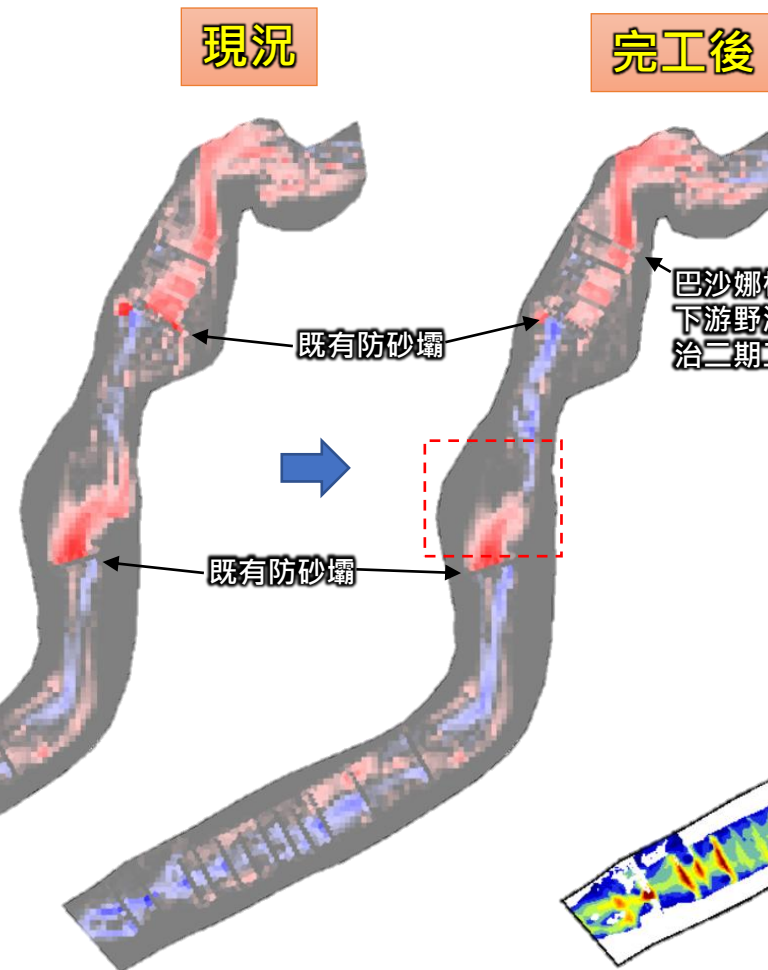
水位實測值與模擬水位比較圖



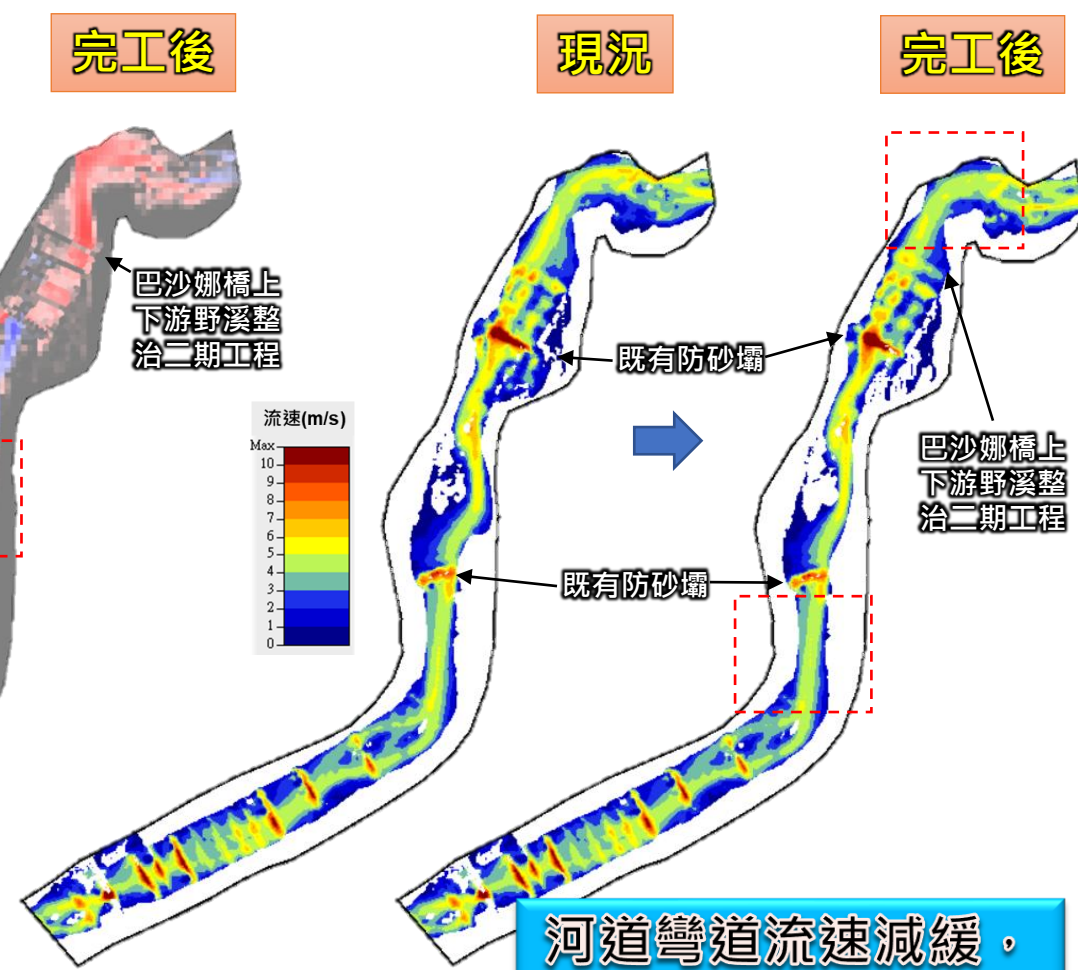
觀測資料加值探討：土砂運移探討

模擬成果&成效評估

流量	長谷川溪出口Q5輸砂量(萬立方公尺)			治理效益 (%)
	工程設置前	工程設置後	差量	
Q5	160.18	106.37	-53.81	33.59



減少運移進入下游土砂量





觀測斷面測量成果：溪床變動探討

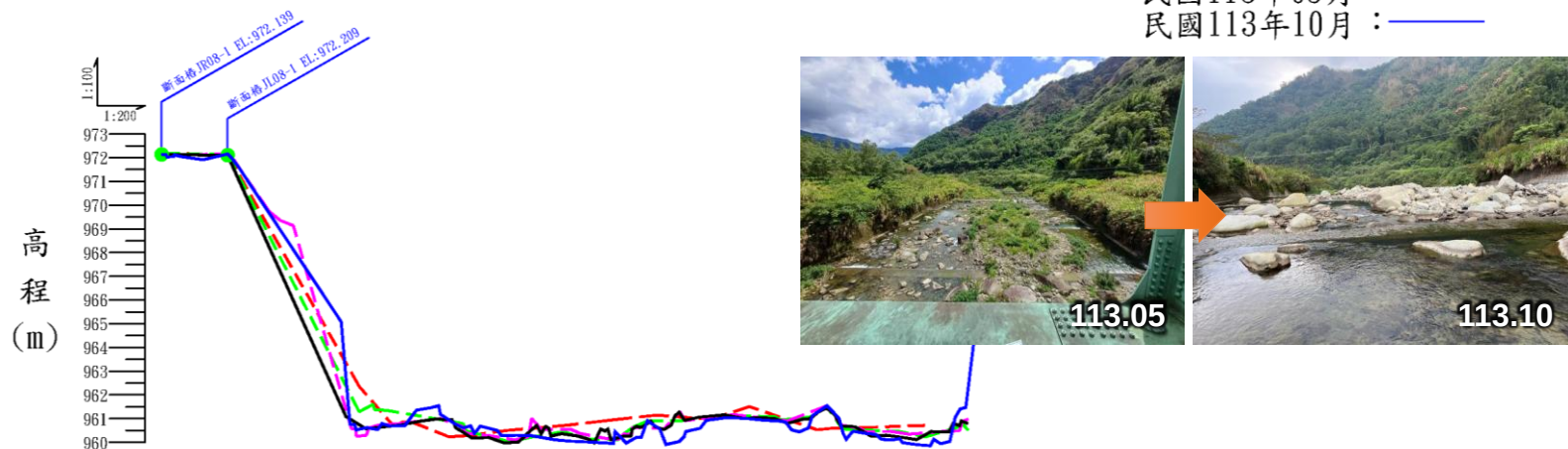
長谷川溪集水區

- ◆ 巴沙那大橋下游(J08-1)：既有斷面，5月至10月間於河床無明顯變化，與前期(112年)成果比較呈現**沖淤平衡現象**。

溪流名稱	斷面樁編號	TWD97座標		樁別	備註
		X	Y		
長谷川溪	JL08-1	225460.415	2596591.255	木樁	巴沙那大橋下游 (既有)
	JR08-1	225462.996	2596586.320	鋼釘	



長谷川溪-巴沙那橋下游斷面
(JL08-1、JR08-1)



圖例

民國112年05月：-----
民國112年07月：-----
民國112年09月：-----
民國113年05月：-----
民國113年10月：-----

圖例

● 90-92長谷川溪治理工程
● 100-110長谷川溪治理工程
— 水系
★ 水位及含砂濃度設備
■ 斷面測量

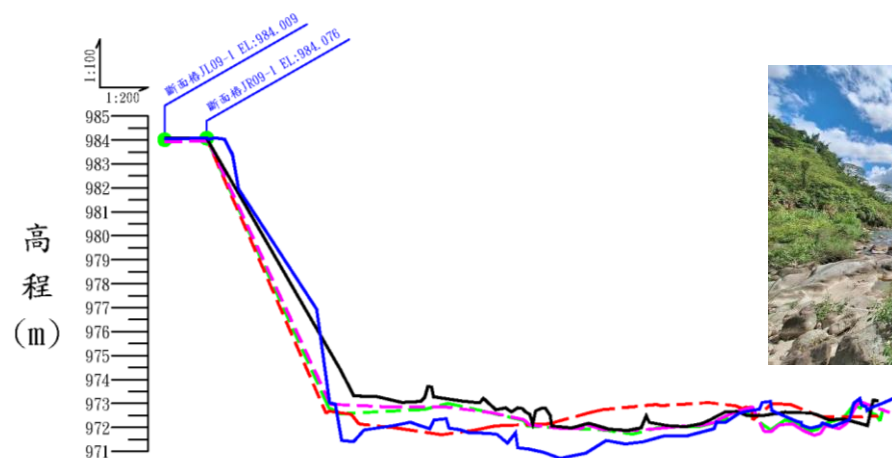


觀測斷面測量成果：溪床變動探討

- ◆ 鋼構壩下游轉彎段(J09-1)：既有斷面，5月至10月左岸至河道中央有約20~130cm顯著沖刷。與前期(112年)測量成果比較，**本河段沖淤互現、深槽流路之改變**。

溪流名稱	斷面樁編號	TWD97座標		樁別	備註
		X	Y		
長谷川溪	JL09-1	225662.331	2596729.821	鋼片樁	鋼構壩下游轉彎段 (既有)
	JR09-1	225665.494	2596728.327	鋼片樁	

長谷川溪-鋼構壩下游轉彎段斷面
(JL09-1、JR09-1)

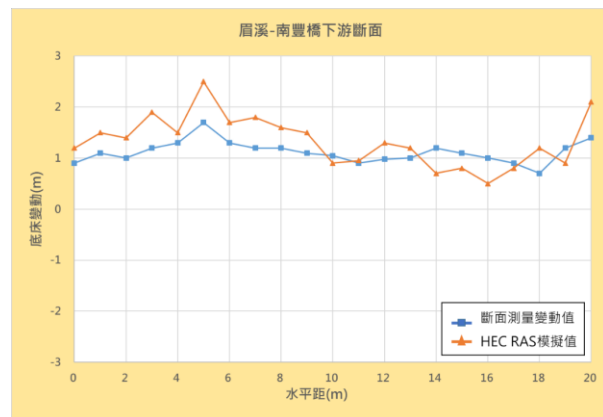
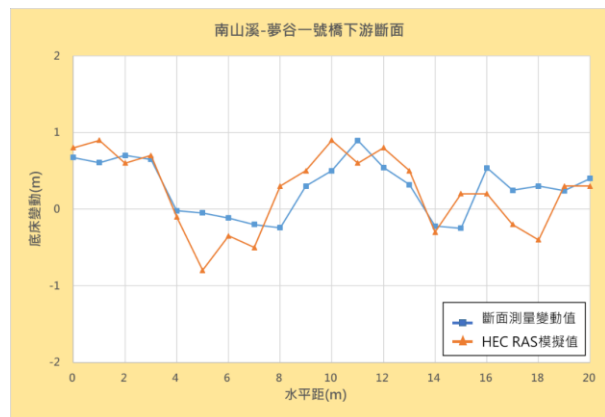




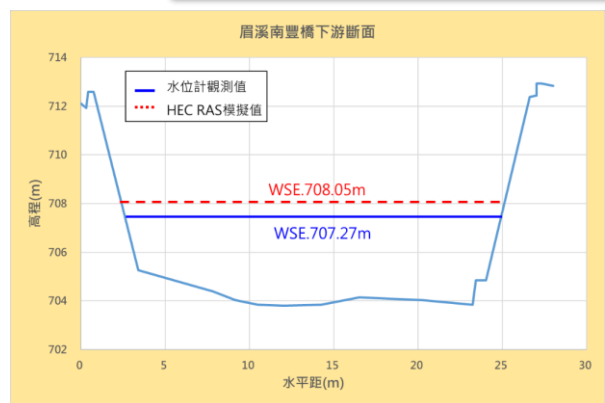
觀測資料加值探討：河床變動探討

◆ 運用颱風觀測資料及斷面測量資訊，配合數值模擬訂定河床高程管理值，作為清疏、基礎保護之啟動值。

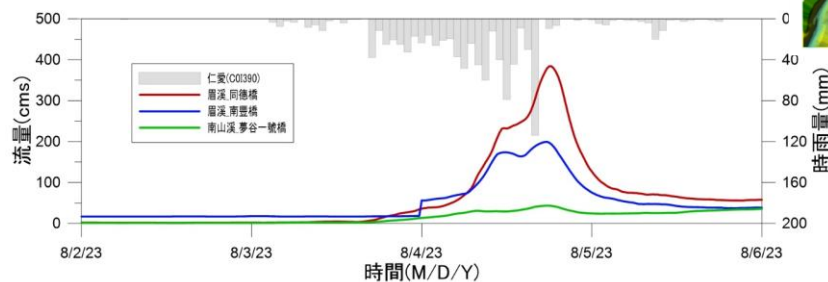
➤ 運用水砂觀測資料、斷面測量成果進行模式率定驗證。



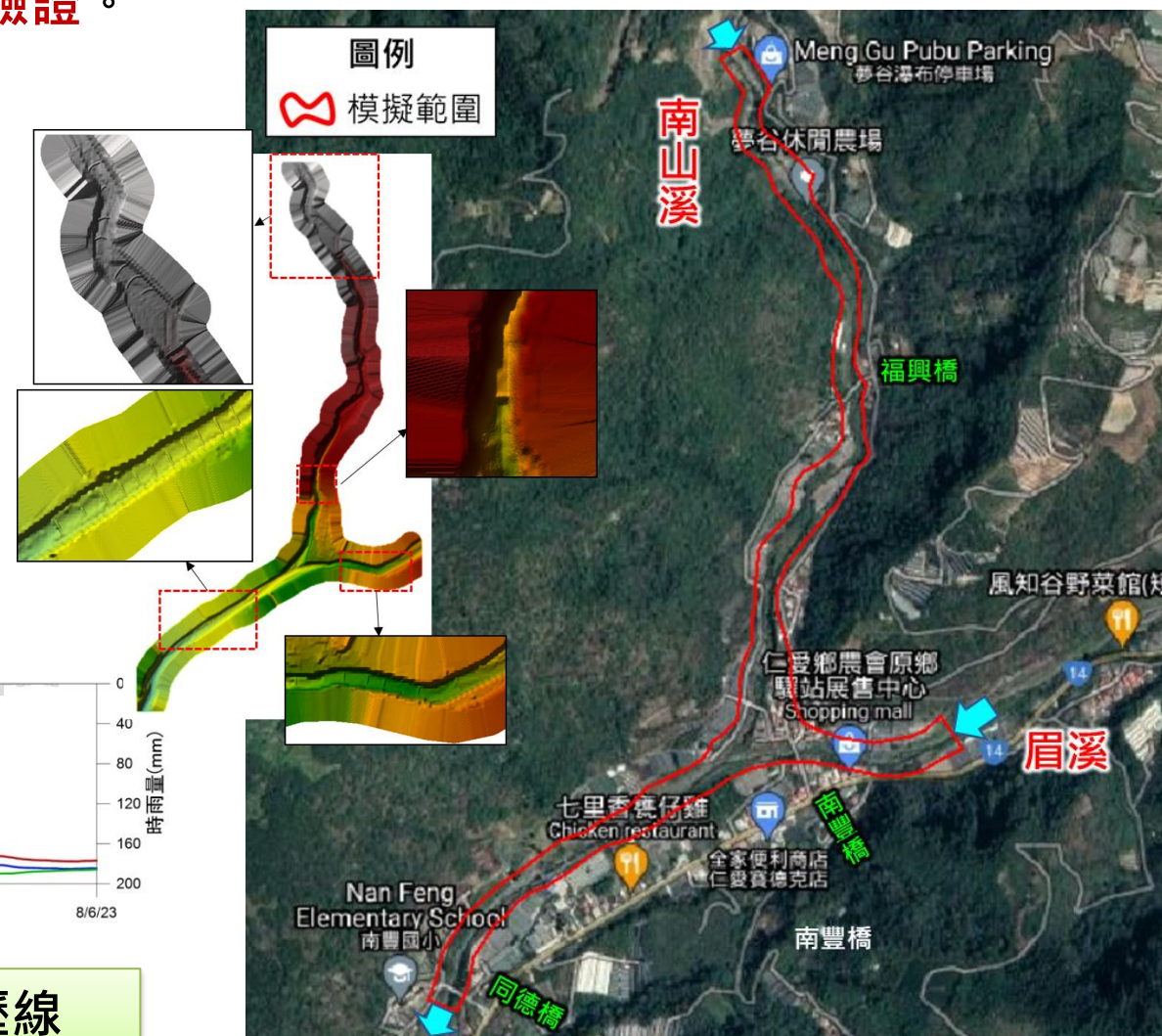
實測地形模式率定驗證



實測水深模式率定驗證



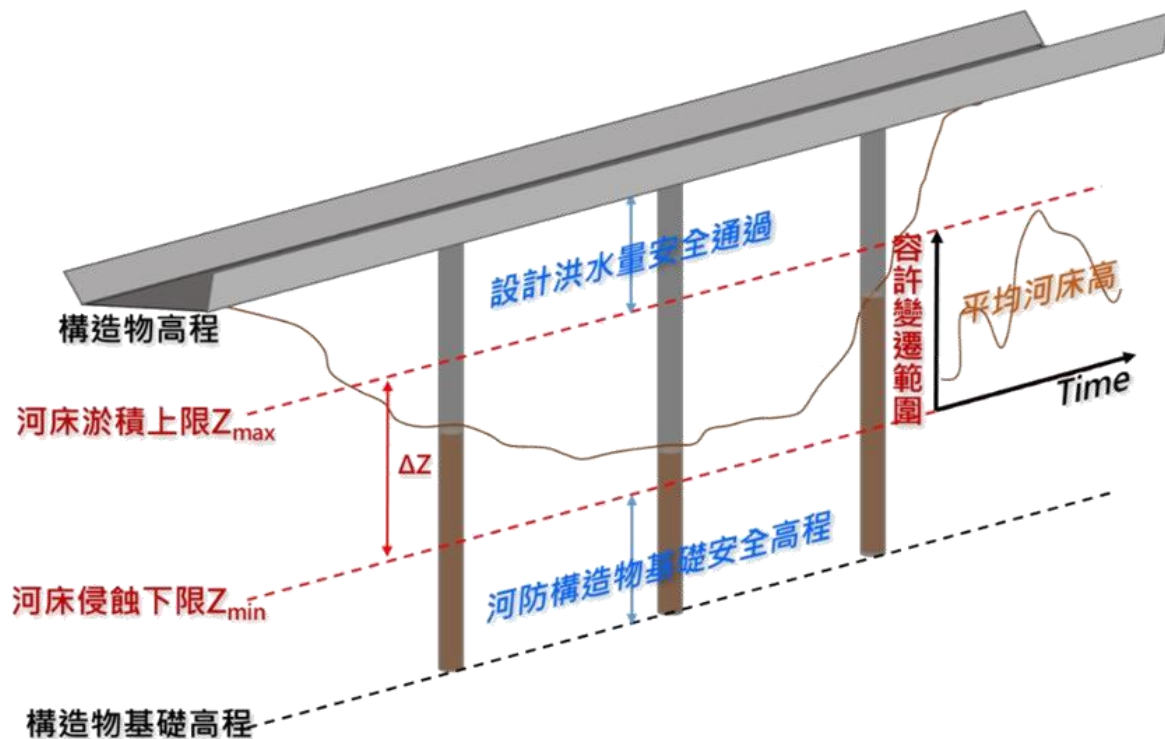
112年卡努颱風流量歷線



■ 觀測資料加值探討：河床變動探討

- ◆ 運用颱洪期間觀測資料及斷面測量資訊，配合數值模擬訂定河床高程管理值，作為清疏、基礎保護之啟動值。

➤ 訂定河床容許淤積上限值、容許沖刷下限值。

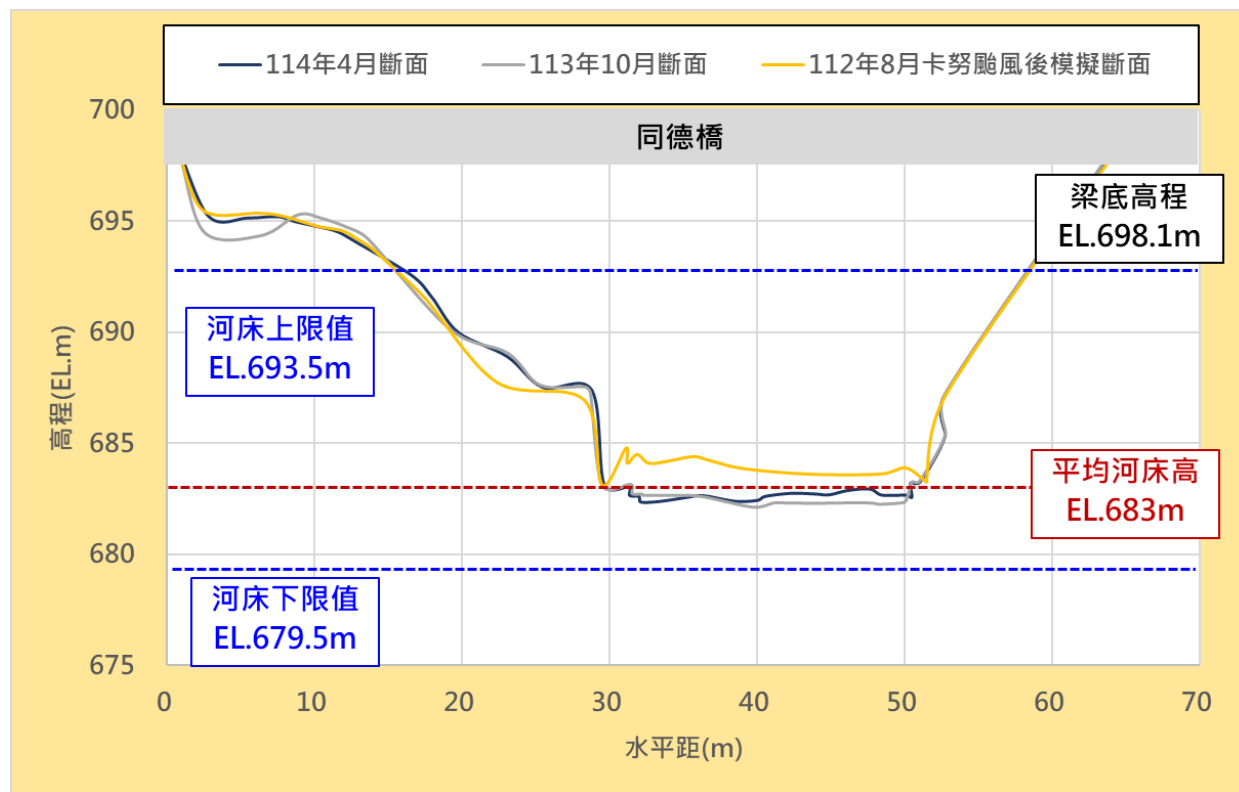


河床上限高程

= 容許水位高程 - 計畫水深 - 淤積深度或出水高1.5公尺(取大值)

河床下限高程

= 構造物基礎高程 + 2公尺覆土深或沖刷深度(取大值)





觀測資料加值探討：防災警戒探討

- ◆ 擬探討**洪峰水位上升速率**及**稽延時間推估**等，提供後續防災警戒、規劃設計或維護管理運用。
 - 水位站洪峰時間與**洪峰時間前2小時**、**5小時**所分別對應之水面高程，兩者之差除以歷時時間。
 - 以**實測水位(流量)**配合鄰近雨量站**降雨資訊**，以實測法評估降雨事件可能**洪峰稽延時間**，可做為水文分析參考依據，提昇水文分析結果更為準確。

洪峰水位上升速率

+

稽延時間推估



防災警戒運用

施工安全管理

警戒水位訂定

成效評估探討

巡檢啟動條件

災害時間掌握

2025.7/5~7/7丹娜絲颱風

北勢溪和雅橋水深歷線

警戒水位 = 結構物(如護岸、梁底)高程 - 洪峰水位上升速率 × 應變所需時間

✓ 洪峰水位2hr上升速率：

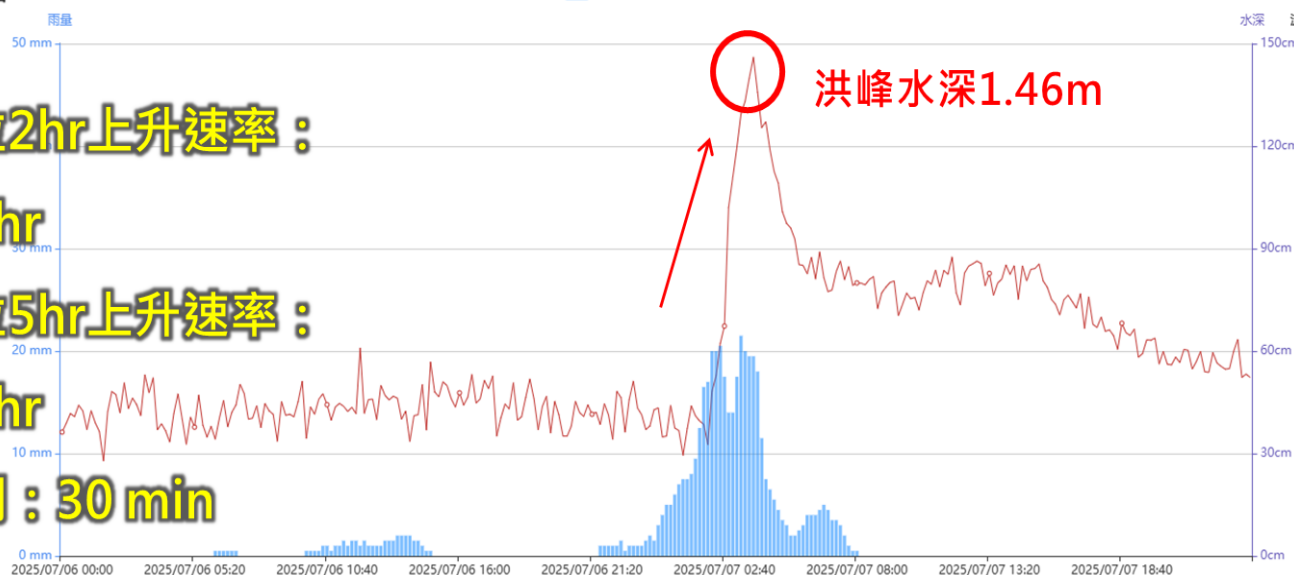
✓ 0.54 m/hr

✓ 洪峰水位5hr上升速率：

✓ 0.21 m/hr

✓ 稽延時間：30 min

溪頭雨量站





簡報內容-重要防砂構造物巡查作業

- 一、構造物巡查作業歷程
- 二、構造物巡查推動目標
- 三、重要防砂構造物定義
- 四、重要防砂構造物巡查方法
- 五、定期巡查成果案例分享
- 六、事件型巡查啟動機制及案例分享





一、構造物巡查作業歷程

早期(1993以前)

近期(1994-2013)

近年(2014-2019)

現在(2020~)

(臺灣省防砂壩工程調查)

以防砂壩(座)為對象



早期僅以手工繪製小比例尺之相對位置示意圖，未有GPS或GIS建檔，故多處位置皆不可考。

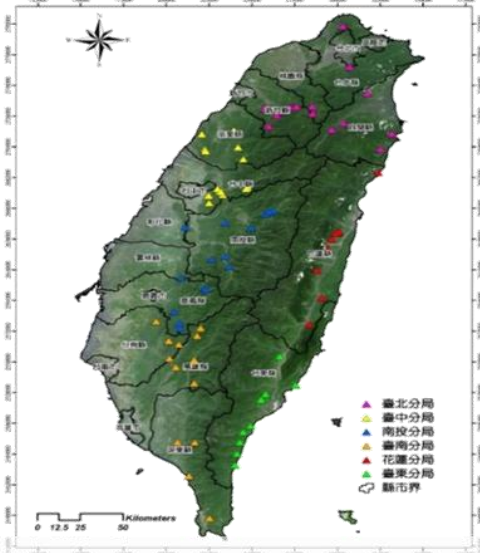


依民國71年台灣省山地農牧局報告，70年前建造的防砂設施約有1,385座。

完成2,855座防砂壩調查

(治山防災構造物調查)

以治理工程(件)為單元



僅有構造物資料統計，缺乏精確的竣工尺寸及周遭環境與調查資料。

完成6,223件治理工程調查

(治山防災構造物調查)

(重要構造物調查)

以構造物(座)為單元

調查成果建置於工程管考與集思網



- ▲ 80重要治理整體評估報告
- ▲ 濁水溪構造物整體評估報告
- ▲ 大甲溪構造物整體評估報告
- ▲ 高屏溪構造物整體評估報告
- ▲ 水保局防砂設施整體調查報告(108年)

完成4,652座重要構造物調查

(工程調查及巡查作業)

(重要構造物調查)

以區巡查(治理單元)

以件巡查(工程)

以座調查(大型)



建立構造物調查及巡檢機制

(作業要點、調查對象、巡查頻率、調查範圍、表格填寫)

科技巡查(人工智慧巡查、RFID)

預估辦理重要構造物工程巡查作業

法規制度化→作業要點

作業標準化→SOP

資訊標準化→完整工程履歷

報告定型化→5年/10年

統整歷年報告(計有10本)

標準作業程序

資訊一致性

整體調查評估報告(計有5本)



二、構造物巡查辦理目的

◆ 近年極端水文事件頻繁

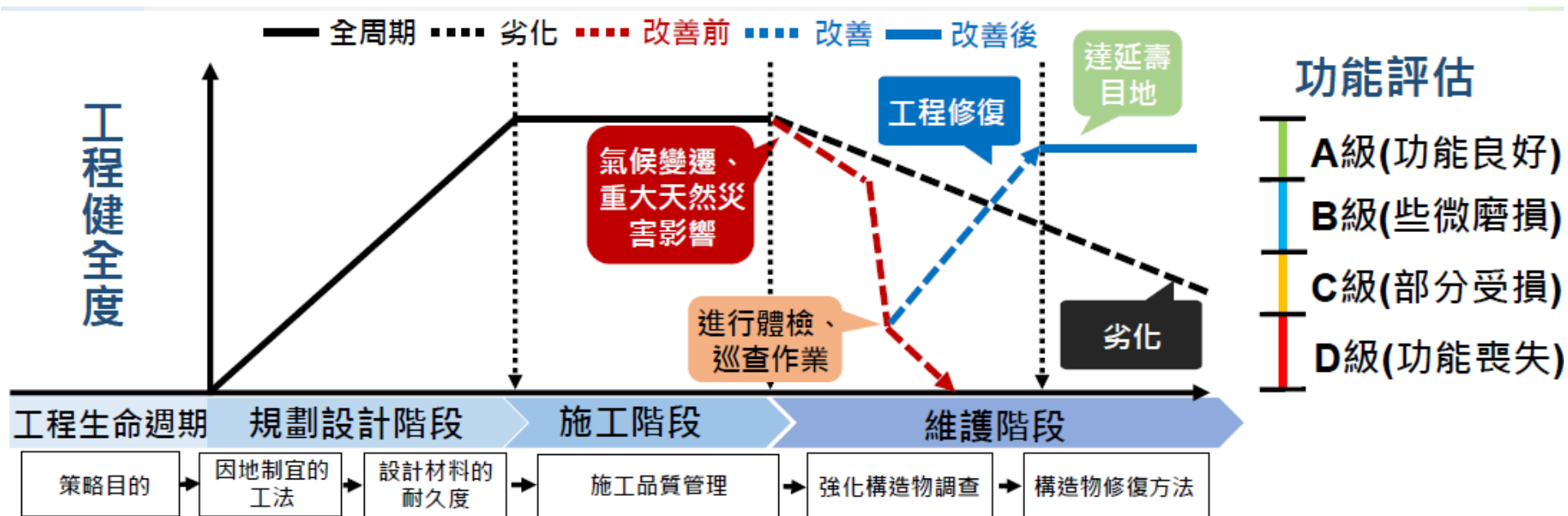
➤ 土砂災害發生的頻度及強度逐年增強，對過往施設之治山防災構造物可能造成衝擊，進而影響人民之生命安全。

◆ 辦理集水區例行性及事件型巡檢

➤ 進行例行巡檢，另經農村水保署發布土石流紅色警戒或震度6級以上地震等天然災害時，進行事件型巡檢。

◆ 維護防砂設施工程延壽之目的

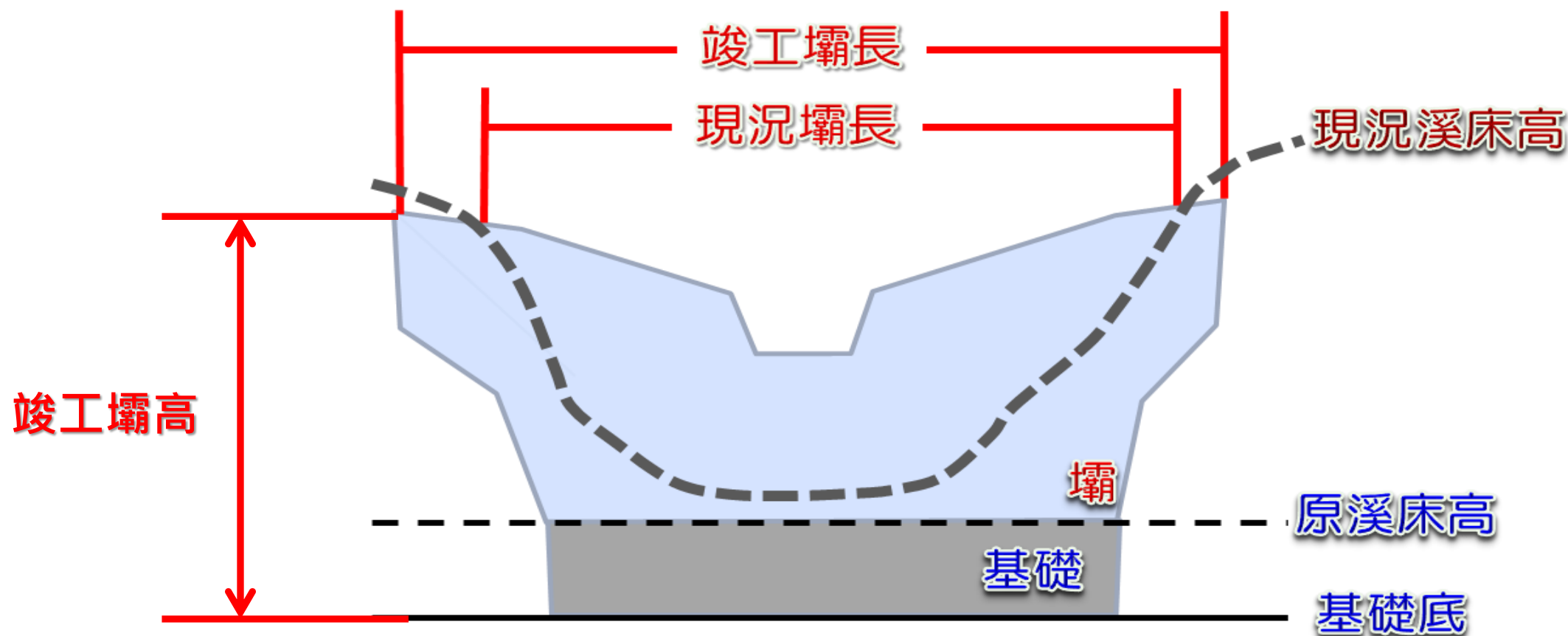
➤ 歸納導致防砂設施損壞之致災營力，研擬防砂設施改善修復暨調查評估報告，進而達至防砂設施工程延壽之目的。





三、重要防砂構造物定義

- ◆ 係指長度15公尺，壩高5公尺以上之橫向防砂設施(防砂壩、潛壩、固床工...)。





四、重要防砂構造物-巡查方法

- ◆ **定性檢測**：重要防砂構造物本團隊將以**人工目視調查**為主之巡查方式。
- ◆ **定量檢測**：執行時若必要時輔以儀器進行**混凝土衝擊錘定量測量**，提供可追蹤量化檢測數據。

名稱	對象	巡查時機	方法	目的	檢測說明	預期成果
定期巡查	構造物	一般天氣狀況	定性檢測 定量檢測	追蹤構造物功能劣化變異	定性檢測(列管構造物) 人工現地勘查 構造物巡查表單 108年2月14日至現場進行不飽調查 試驗點1: 右岸壩翼 試驗點2: 左岸壩翼 試驗點3: 右岸溢洪口 試驗點4: 左岸溢洪口 混凝土強度錘試驗： 透過量測試錘反彈數(R)， 估算施測混凝土表面強度 Wm(kgfc²)。	結構物材料現況強度
		土石流紅色警		掌握災後構造物毀損情況	輔以空拍機空拍巡查方法 施密特錘	重要受力區位強度反應
事件型巡查	集水區	地震事件(5級以上)				



四、重要防砂構造物-巡查方法

巡查方法
定性檢測

- ◆ 辦理內容：室內作業、現地調查、室內檢核。(表單化呈現)
- ◆ 辦理依據：「114年水土保持工程構造物維護管理計畫」巡查資料填寫原則進行巡查。

室內作業

調查人員	調查日期	工程編號
調查人員、調查日期、工程編號及構造物編號、工程內容及材質		
工程內容及材質		

室內作業

現地調查

環境現況概述	溪岸： ☐ 植被良好； ☐ 植被稀疏； ☐ 崩塌裸露(面積約__m ²)； ☐ 殘土堆積溪床 坡面： ☐ 植被良好； ☐ 植被稀疏； ☐ 崩塌裸露(面積約__m ²)	保全對象(可複選)： ☐ 林班地 ☐ 公共設施 ☐ 聚落(__戶) 工程重要性： ☐ 重要 ☐ 一般
工程位置圖	環境現況概述、工程位置圖、工程現況照片、外觀檢視、原因研判	
工程現況照片		
外觀檢視	☐ 良好 ☐ 裂縫 ☐ 磨蝕 ☐ 淘空 ☐ 傾倒 ☐ 沉陷 ☐ 錯動變形 ☐ 位移 ☐ 填土(石)流失 ☐ 腐朽 ☐ 火害 ☐ 外框斷裂 ☐ 植生覆蓋不良 ☐ 其他()	
原因研判	☐ 無 ☐ 設計因素 ☐ 施工因素 ☐ 材料因素 ☐ 材料強度因素 ☐ 水流因素 ☐ 排水因素 ☐ 土壓力因素 ☐ 構造物銜接因素 ☐ 地質因素 ☐ 河溪因素 ☐ 其他因素 ☐ 其他	

室內檢核

功能評估	☐ A 級：構造物狀況良好，功能健全； ☐ B 級：些微磨損，仍可維持原功能； ☐ C1 級：部分受損，影響功能性，且工程重要性屬一般者； ☐ C2 級：部分受損，影響功能性，且工程重要性屬重要者； ☐ D1 級：全部損毀或功能喪失，且工程重要性屬一般者； ☐ D2 級：全部損毀或功能喪失，且工程重要性屬重要者。
處理建議	☐ 例行巡查 ☐ 建檔管理並加強注意 ☐ 建檔管理並定量檢測 ☐ 維持現狀，另行規畫配置或綠化

重要防砂構造物巡查表

- ◆ 調查人員：現地調查人員姓名。
- ◆ 調查日期：如民國114年4月12日，則以『114/4/12』填列。
- ◆ 工程編號及構造物編號：依重要防砂構造物所屬之工程，以工程管考系統之工程編號進行填寫。
- ◆ 工程內容及材質：依工程管考系統之工程內容進行填寫。

工程內容

工程種類及材質



工程管考系統

A 構造物種類 橫向 (A)	構造物型式	B 構造物種類 縱向 (B)	構造物型式
防砂壩 (非透過性壩)(A1)	(鋼筋)混凝土壩(A11) 混凝土砌塊石壩(A12) 箱(蛇)龍壩(A13) 其他(A14)	護岸(B1)	混凝土護岸(B11) (漿)砌石護岸(B12) 預鑄槽框式護岸(B13) 其他(B14)
梳子壩 (透過性壩)(A2)	梳子壩(A21) 切口壩(A22) A型梳子壩(A23) 其他(A24)	擋土壩(B2)	(半)重力式擋土壩(B21) 懸臂式擋土壩(B22) 扶壁式擋土壩(B23) 其他(B24)
丁壩(A3)	混凝土丁壩(A31) 鉛絲蛇籠丁壩(A32) 消波塊丁壩(A33) 其他(A34)	(或最大)	植生護坡(B33) 其他(B34)
跌水工(A4)	混凝土跌水工(A41) 混凝土砌塊石跌水工(A42) 砌磚跌水工(A43) 其他(A44)	其他(B4)	-
固床工(A5)	混凝土固床工(A51) 斜坡式(砌石)固床工(A52) 踏步式固床工(A53) 其他(A54)	跨溪構造物 (C1)	橋梁(版橋)(C11) 過水路面(C12) 箱涵(C13)
其他(A6)	-	其他(C2)	-

構造物分類表

C



四、重要防砂構造物-巡查方法

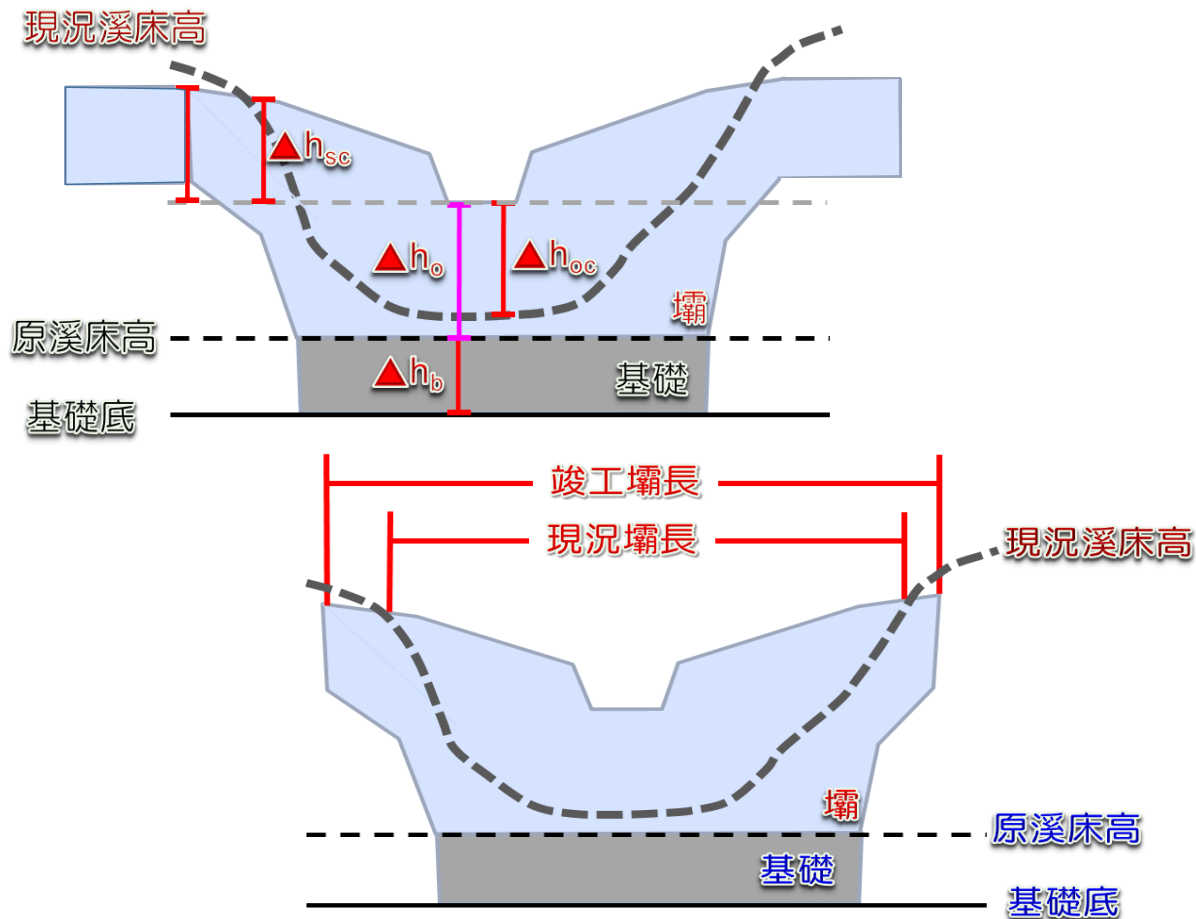
巡查方法
定性檢測

◆ 構造物現況尺寸

調查壩高、壩長、壩頂寬(溢洪口底部寬)、壩體厚度等尺寸

$$\text{竣工壩高} = \Delta h_s + \Delta h_o + \Delta h_b$$

$$\text{現況壩高(有效壩高)} = \Delta h_{oc}$$





四、重要防砂構造物-巡查方法

巡查方法
定性檢測

現地調查

環境現況-河岸邊坡



溪岸：河岸淘刷



坡面：山腹崩塌

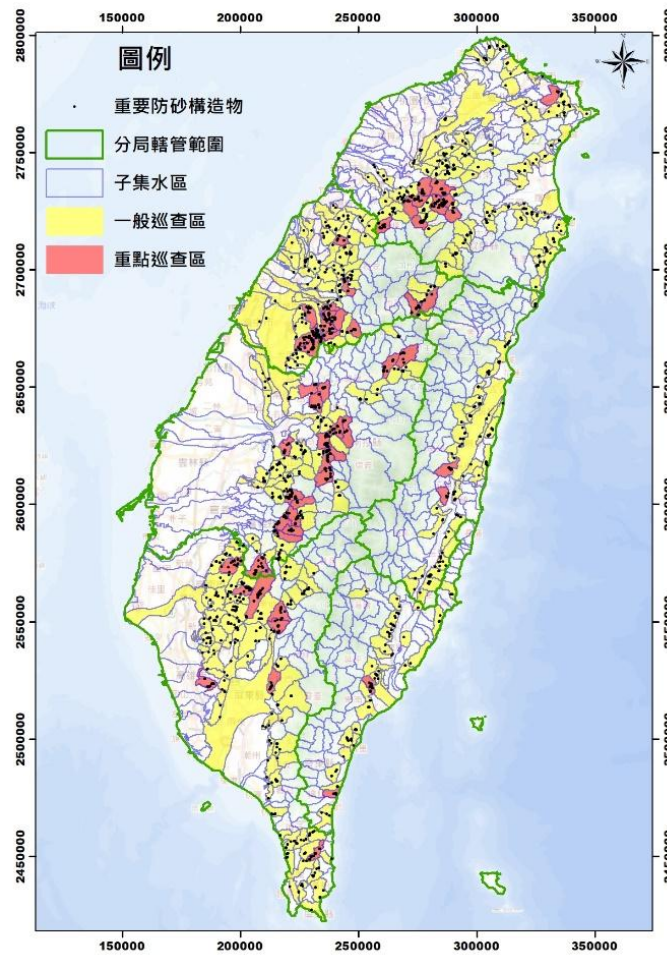
環境現況-保全對象



鄰近聚落、學校、公共建物等



環境現況-工程重要性



重點集水區及一般集水區分布

工程位置圖及工程現況照片

工程位置圖	
工程現況照片	
① 日期：111/05/07	全景照1 構造物(上游面) 構造物(正面) 構造物(下游面)



四、重要防砂構造物-巡查方法

巡查方法
定性檢測

現地調查

外觀檢視



原因研判

檢視**受損位置**、**上下游河道條件**以及**土砂供應環境條件**判斷

- ◆ 設計因素
- ◆ 施工因素
- ◆ 材料因素
- ◆ 材料強度因素
- ◆ 水流因素
- ◆ 排水因素
- ◆ 土壓力因素
- ◆ 構造物銜接因素
- ◆ 地質因素
- ◆ 河溪因素
- ◆ 地形因素
- ◆ 其他

於現場進行**外觀檢視**及**原因研判**勾選



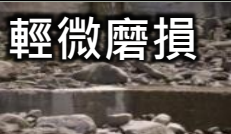
四、重要防砂構造物-巡查方法

室內檢核

功能評估及處理建議

功能評估

- A 級：構造物狀況良好，功能健全；
- B 級：些微磨損，仍可維持原功能(含壩體後方庫容區淤滿)；
- C1 級：部分受損，影響功能性，且工程重要性屬一般者；
- C2 級：部分受損，影響功能性，且工程重要性屬重要者；
- D1 級：全部損毀或功能喪失，且工程重要性屬一般者；(含構造物被土砂全部淤埋者)
- D2 級：全部損毀或功能喪失，且工程重要性屬重要者。(含構造物被土砂全部淤埋者)
- 無評級：因現場因素導致構造物無法調查者，暫列無評級，納入隔年度待巡查清單，持續觀察。

狀況說明			示意圖			初步處理建議	
A級	構造物狀況良好，功能健全					例行巡查	
B級	些微磨損，仍可維持原功能					➤ 建檔管理並加強注意 ➤ 下游新設構造物取代原構造物功能。	
C級	C1	部分受損，影響功能性，且工程重要性屬一般者				建檔管理、 定量檢測	後續處置評估 (R1~R4)
	C2	部分受損，影響功能性，且工程重要性屬重要者					
D級	D1	全部損毀或功能喪失，且工程重要性屬一般者				維持現狀，另行規畫配置或緩建	
	D2	全部損毀或功能喪失，且工程重要性屬重要者				緊急處理工程提報及執行	
無評級		因現場因素導致無法調查者暫列無評級				納入隔年度待巡查清單，持續觀察	



四、重要防砂構造物-巡查方法

巡查方法
定量檢測

- ◆ 重要防砂構造物以外觀目測為主要巡查方式，經判定為**C級構造物**，輔以儀器進行**混凝土衝擊錘定量測量**，檢測結構體之**混凝土材料強度**，提供可追蹤之量化檢測數據。

構造物巡檢之定量檢測：混凝土強度錘試驗



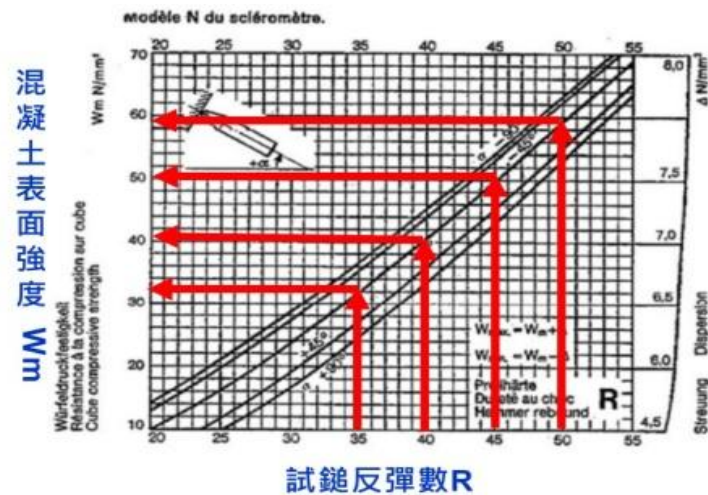
檢測工具

混凝土強度錘，又稱反彈錘 (Rebound Hammer Method)、施密特錘 (Schmidt hammer)



檢測目的

透過量測試錘反彈數(R)，估算施測混凝土表面強度(Wm)

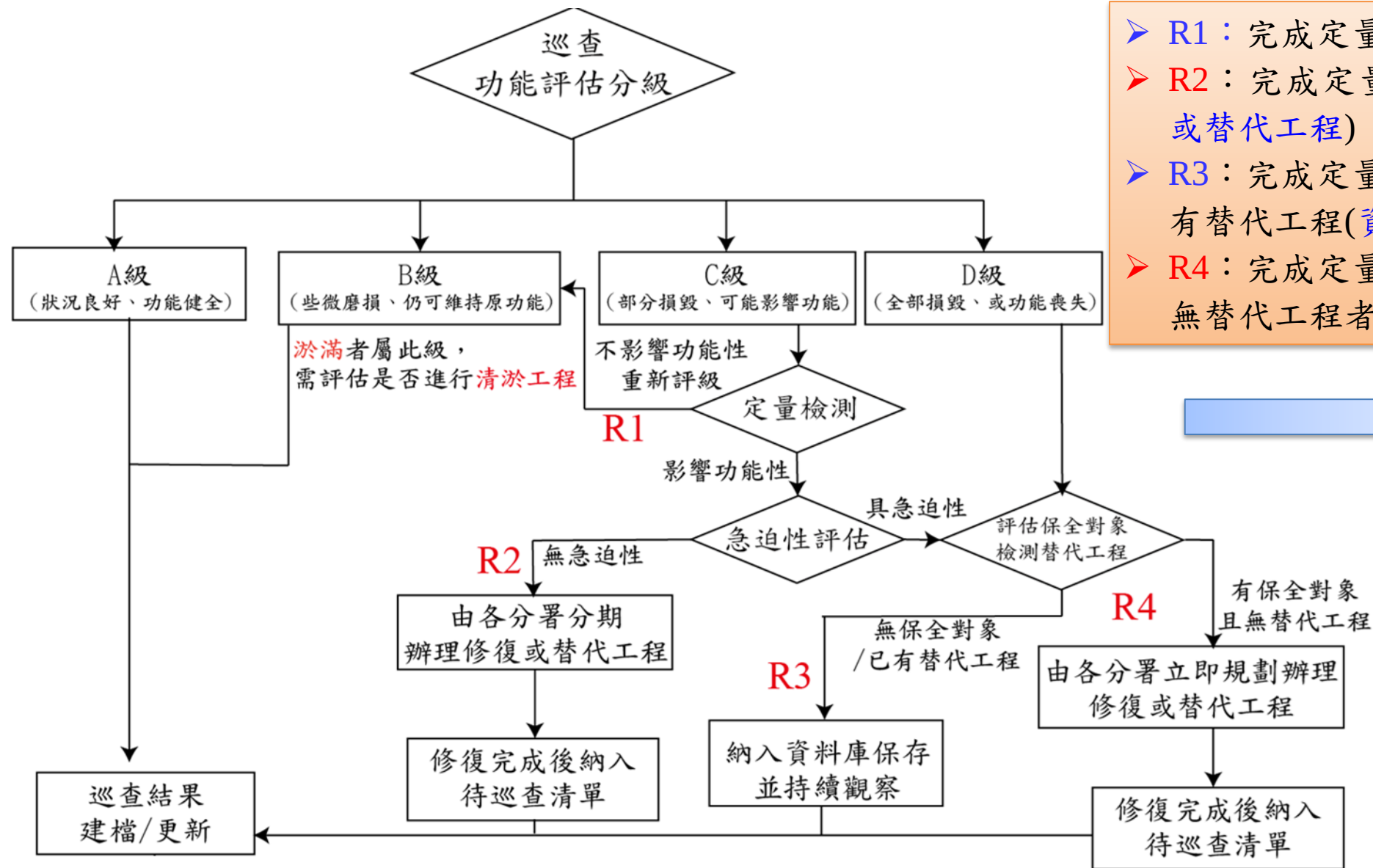


檢測作業流程





四、重要防砂構造物- C、D級構造物處置情形評估



- R1：完成定量檢測、不影響功能性(回歸B級)
- R2：完成定量檢測、不具急迫性(分期修復或替代工程)
- R3：完成定量檢測、具急迫性、無保全對象、有替代工程(資料保存並持續觀察)
- R4：完成定量檢測、具急迫性、有保全對象、無替代工程者(立即修復或替代工程)

評估處置結果表

前期巡查評級：
C1

重要防砂構造物處置情形表單-1 (評估處置結果表)			
填表人：楊坤均		填表日期：113/3/21	
所屬分署：花蓮分署	構造物編號：CF01-507	巡查人員：陳小龍	巡查日期：113/3/21
所屬工程編號：284072、2571756	所屬工程名稱：阿崙溪整治加強工程	巡查評級：C1	
巡查照片(1)	巡查照片(2)		
處置結果：(請參考圖 1)			
評級：C 處置結果： ☒ 重新評級為B級(R1)。 ☐ 各分署分期辦理修復或替代工程(R2)。 (評估經費：3,150,000) (預計)辦理日期：_____ ☐ 納入資料庫保存並持續觀察(R3)。 ☐ 各分署規劃立即辦理修復或替代工程(R4)。 (評估經費：_____) (預計)辦理日期：_____ ☐ 納入資料庫保存並持續觀察(R3)。 ☐ 各分署規劃立即辦理修復或替代工程(R4)。 (評估經費：_____) (預計)辦理日期：_____			
備註：R3：無保全對象或已有替代工程者。 R4：有保全對象且無替代工程者。 於111、112年度已修復完工者，請同樣依流程進行處置結果選擇。			

處置結果：R1
(回歸B級)



五、案例分享

溪頭

A級 (10座)
B級 (0座)

C級 (2座)
D級 (0座)

定量檢測2座

定期巡查成果

防砂設施功能評估屬C級者2座，定量混凝土強度檢測2座。

- 維持等級C級2座。
- 106年構造物(北勢溪-03-A11-98)磨蝕嚴重評估為C級；本計畫(113年)發現無修復工程(維持C級)，破損加劇，考量鄰近重要保全對象包含北勢溪橋、小半天橋、明隧道及聚落等，道路屬於重要聯外道路，建議辦理修復工程。

溪頭集水區屬C.D級防砂設施分布

項次	前期功能評估(座)				本計畫功能評估(座)				小計(座)
	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	10	0	2	0	10	0	2	0	12



北勢溪-0.1-A11-94



北勢溪-03-A11-98(建議辦理修復)





五、案例分享

茶山

A級 (9座)
B級 (3座)

C級 (1座)
D級 (0座)

定量檢測1座

定期巡查成果

防砂設施功能評估屬C級者1座，定量混凝土強度檢測1座。

- 調降等級B級→C級1座。
- 107年構造物(茶山主流-02-A51-100)底床沖刷，功能評估為B級；本計畫(113年)發現局部跌水造成基礎沖刷擴大全斷面(C級)，考量下游無鄰近替代工程且屬曾文水庫上游，攔蓄功能重要，建議辦理修復。

茶山集水區屬C.D級防砂設施分布

項次	前期功能評估(座)				本計畫功能評估(座)				小計(座)
	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	10	3	0	0	9	3	1	0	13

項次	工程編號	工程名稱	構造物編碼	定量檢測座數
1	100ZNW3004-001	托亞奇伊溪整治工程	茶山主流-02-A51-100 (D級)	1



茶山主流-02-A51-100(建議辦理修復)





五、案例分享

達邦

A級 5座
B級 (2座)

C級 (1座)
D級 (1座)

定量檢測1座

防砂設施功能評估屬C級者1座，D級者1座，定量混凝土強度檢測1座。

➤ C級調降D級：總計1座。

➤ 106年構造物(達邦-01-A51-100)功能評估為C級，構造物表面磨蝕；本計畫(113年)發現無投入相關修復工程(維持C級)，破損加劇情勢，鄰近重要保全對象包含下游之達邦吊橋、特富野橋、達邦部落及特富野聚落等，道路屬於重要聯外道路，建議辦理修復工程。

達邦集水區屬C.D級防砂設施分布

項次	前期功能評估(座)				本計畫功能評估(座)				小計(座)
	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	5	2	2	0	5	2	1	1	9



達邦-01-A51-100(建議修復)



五、案例分享 巡查集水區重要防砂構造物調查評析

項次	集水區	建議工程名稱	預算額度(千元)	縣市	鄉鎮	村里	X(m)	Y(m)	工程內容	構造物編號
1	溪頭	北勢溪水土保持工程	8,000	南投縣	鹿谷鄉	竹林村	226042	2624992	1.結構體基腳修復 2.溢洪口修復及埋設鋼軌 3.臨時施工便道及復原	北勢溪-03-A11-98 (C2級)
2	達邦	達邦村伊斯基安那溪整治二期工程	6,250	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	224574	2595061	1.溢洪口修復及埋設鋼軌 2.臨時施工便道及復原	達邦-01-A51-100 (C2級)
3	茶山	托亞奇伊溪整治工程	7,820	嘉義縣	阿里山鄉	達卡努瓦里	216174	2576661	1.結構體基腳修復 2.臨時施工便道及復原	茶山主流-02-A51-100 (C2級)
總計			22,070	-	-	-	-	-	-	3(座)





六、事件型巡查啟動機制

- ◆ 計畫期間**遭逢水文事件(水保署發布土石流紅色警戒)**，或**地震事件(震度5強以上)**，經降雨分析、構造物分布初步篩選後，**經南投分署選定標的**，辦理構造物巡查。(若未達事件啟動標準轉為定期巡查)

重要防砂構造物巡查



紅黃警戒

經南投分署選定
辦理事件型巡查



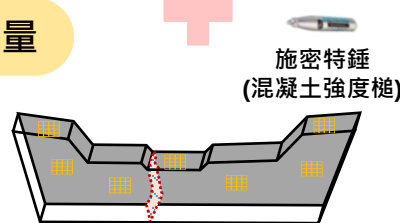
地震(達5強)

重要防砂構造物巡查

定性

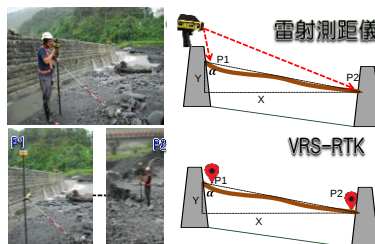


定量

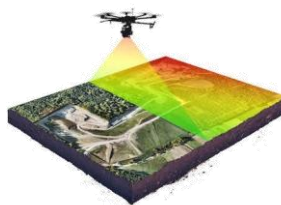


表面強度檢測

量測溪床坡度



雷射測距儀量測



無人機施測產製
數值地形量測

評析防砂設施淤砂坡降及周遭環境變遷狀況

提出初步勘查成果：透過防砂設施鄰近坡面及河道比對前後期現場照片

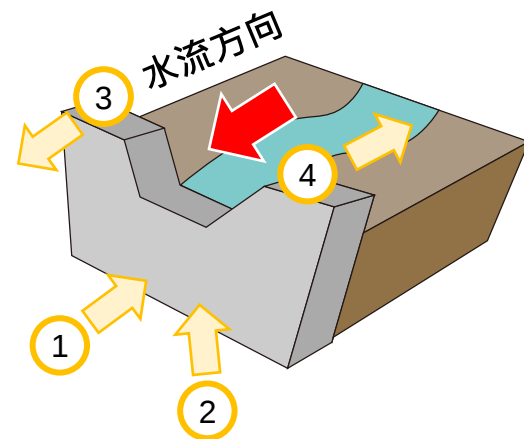
1. 評析防砂設施淤砂坡降

2. 周遭環境變遷以及損壞狀況，是否有明顯裸露與致災狀況。

3. 於壩翼拍攝下游面



1. 遠(近)距離全景



4. 於壩翼拍攝上游面



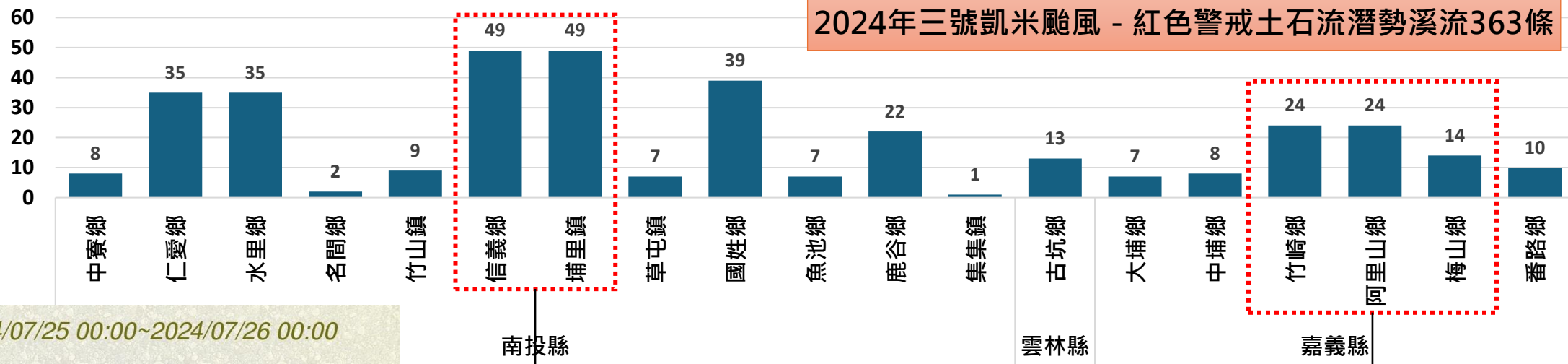
2. 壩體4面(側)面照





六、案例分享

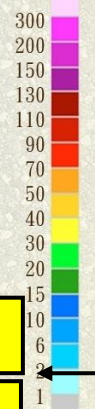
2024年三號凱米颱風 - 紅色警戒土石流潛勢溪流363條



2024/07/25 00:00~2024/07/26 00:00

累積雨量
Accumulated Precipitation

毫米(mm)



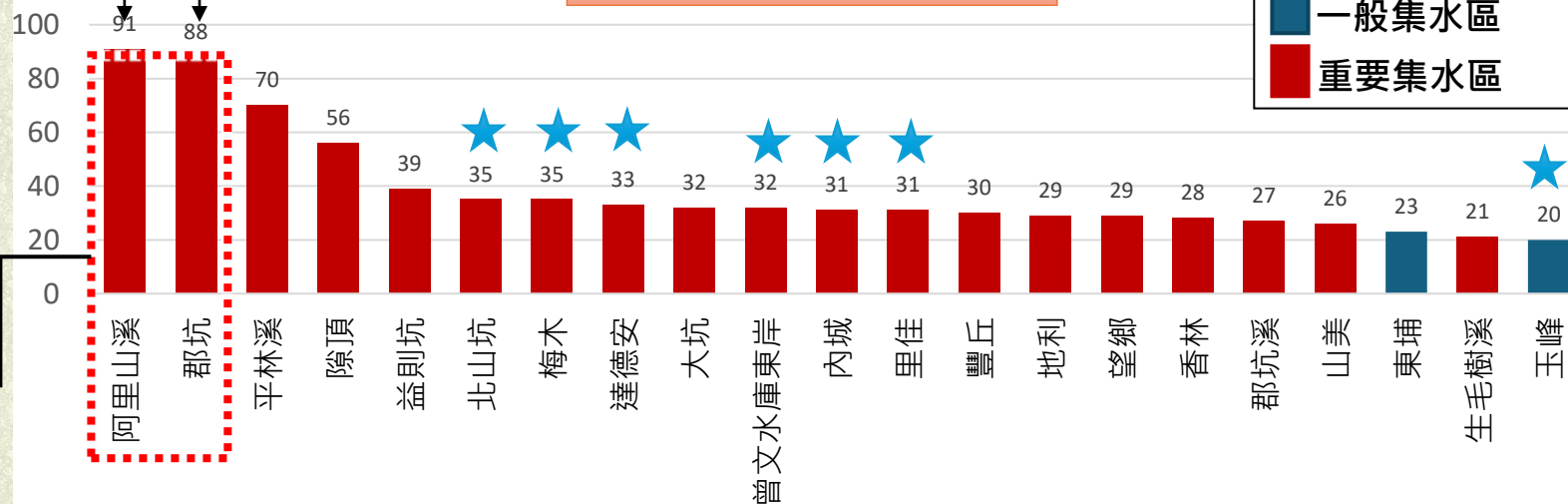
郡坑
阿里山溪

阿里山溪21座

郡坑6座

集水區構造物數量(>20座)

- ★ 本計畫既有巡查集水區
- 一般集水區
- 重要集水區



參.巡查成果

C級構造物定量檢測

- 郡坑集水區構造物，皆為非透過性之混凝土壩；現況右岸溪岸土方擠壓，壩翼位移0.3~1.0m不等。
- 定量檢測5座，符合原始竣工設計強度。
- 集水區無明顯崩塌，溪床穩定，建議建檔管理暫緩處理，以瞭解受損狀況是否擴大。

項次	構造物編碼	前期功能評估	本次功能評估	定量檢測 kg/cm2
1	烏石坑D-03-A11-93	A	C(壩翼位移)	210~275
2	烏石坑D-04-A11-93	A	C(壩翼位移)	240~250
3	烏石坑D-05-A11-93	A	C(壩翼位移)	205~220
4	烏石坑D-06-A11-93	C	C(壩翼位移)	195~220
5	烏石坑D-07-A11-93	A	C(壩翼位移)	220~260
6	烏石坑D-08-A11-93	A	B(裂縫)	-

竣工設計值
(210 kg/cm²)

事件型巡查成果

郡坑集水區



報告完畢 敬請指導



農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼