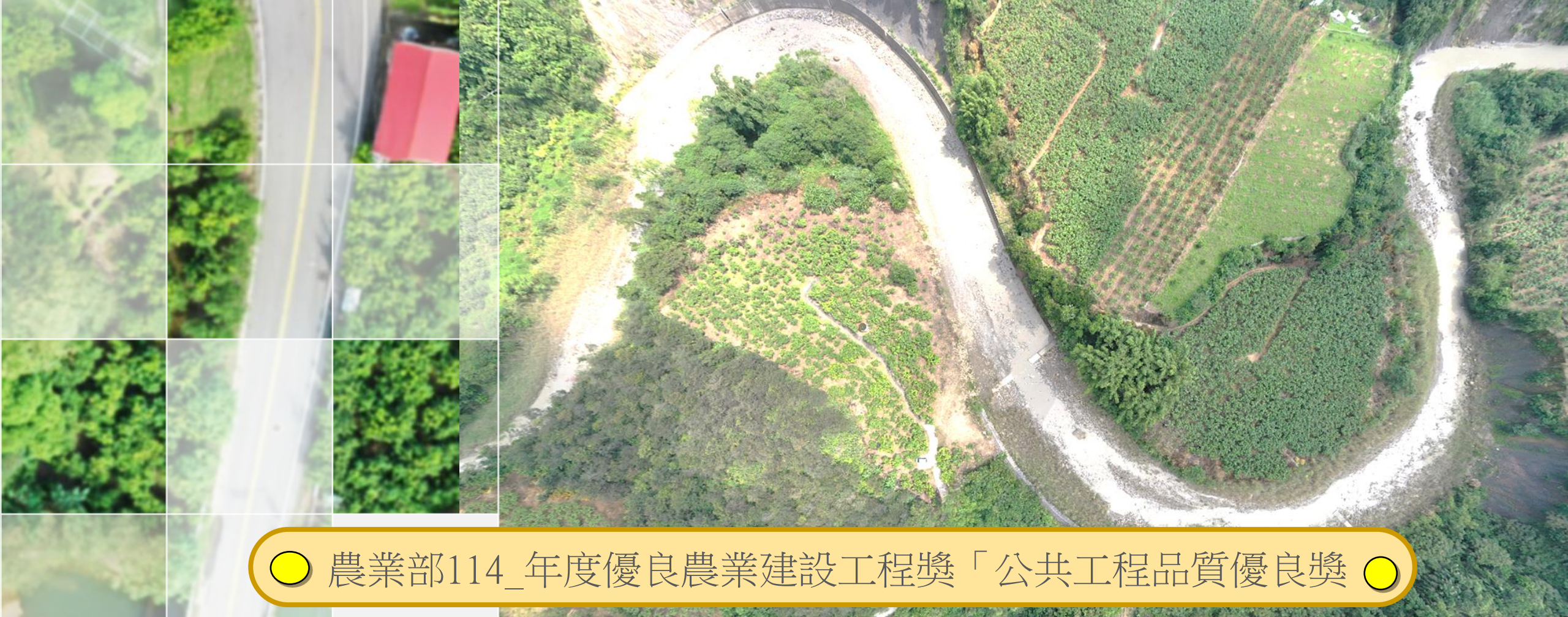




● 農業部114_年度優良農業建設工程獎「公共工程品質優良獎」 ●

南化水庫832崩塌地處理工程

主辦機關:農村水保署臺南分署



報告人：施俊成 副工程司

評審日期：114.11.27



主辦單位



農村水保署臺南分署

設計監造



立成工程顧問有限公司

施工廠商



嵩駿營造有限公司

協力團隊



生態檢核 臺南大學流域生態環境研究中心

維管單位 臺南市政府南化區公所

簡報綱要

壹 工程緣起說明

貳 整體治理規劃

參 工程細部設計

肆 治理特色效益





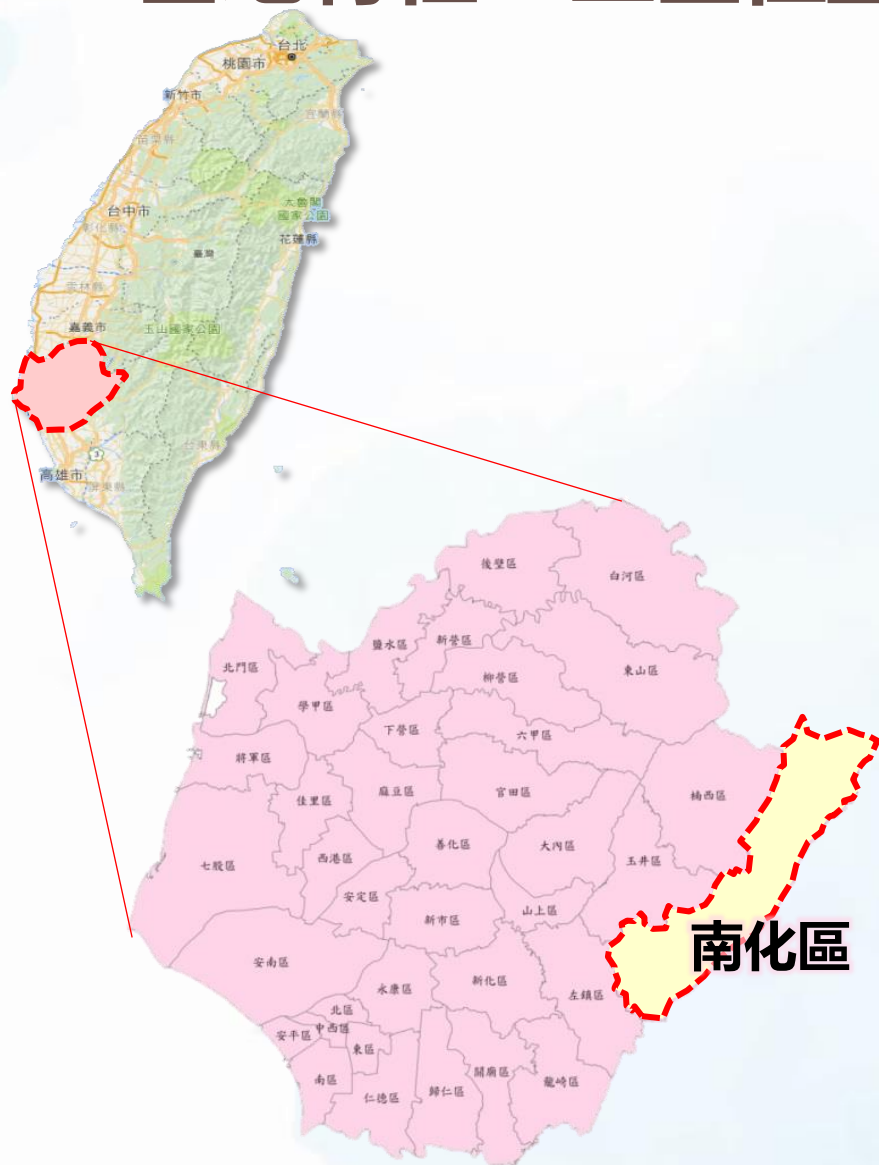
壹

工程緣起說明

- 基地特性
- 面臨課題
- 保全對象



基地特性—工區位置



臺南市南化區關山里後堀溪木瓜坑子集水區



基地特性—歷年災害情形





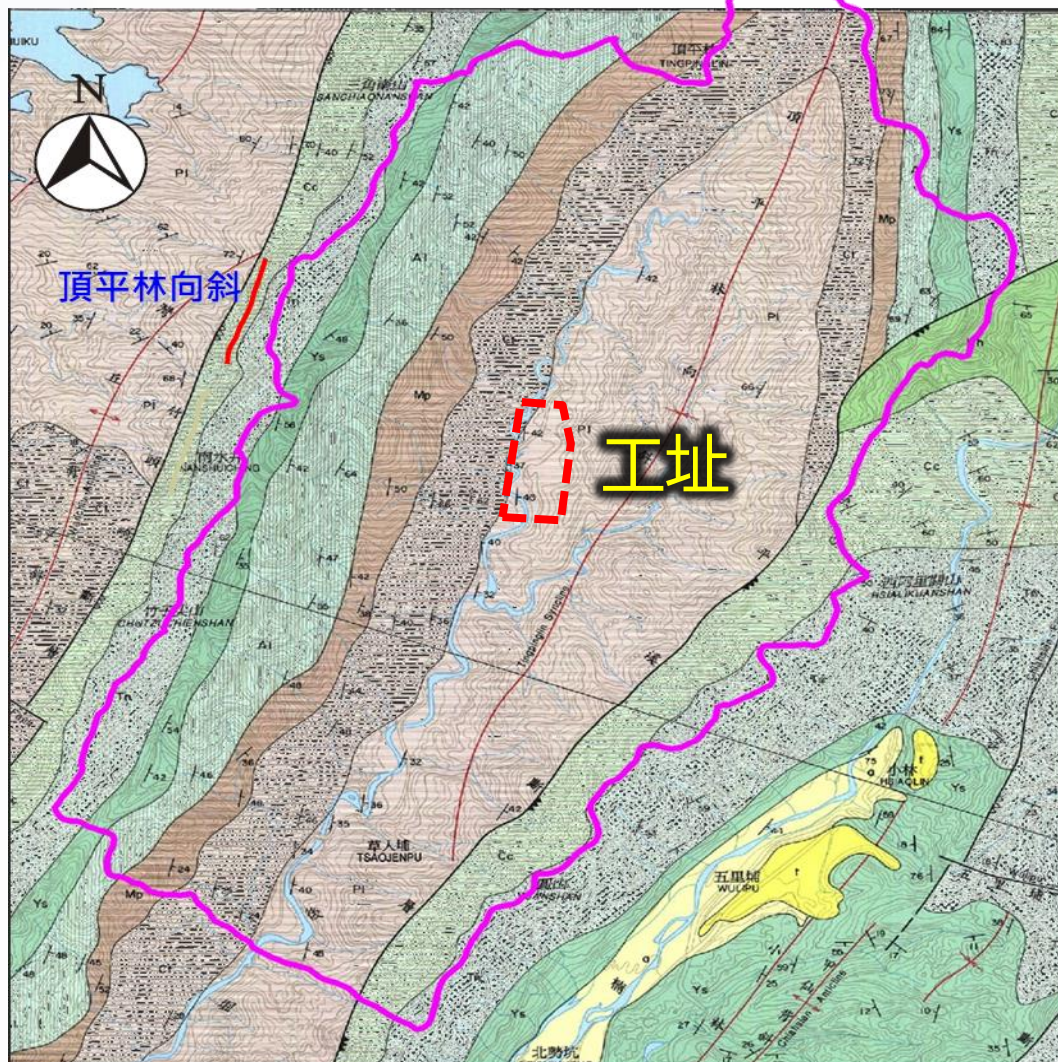
■ 基地特性—泥岩地質

水理分析工法評估 坡頂坡腳同步整治

□屬北寮頁岩、泥岩

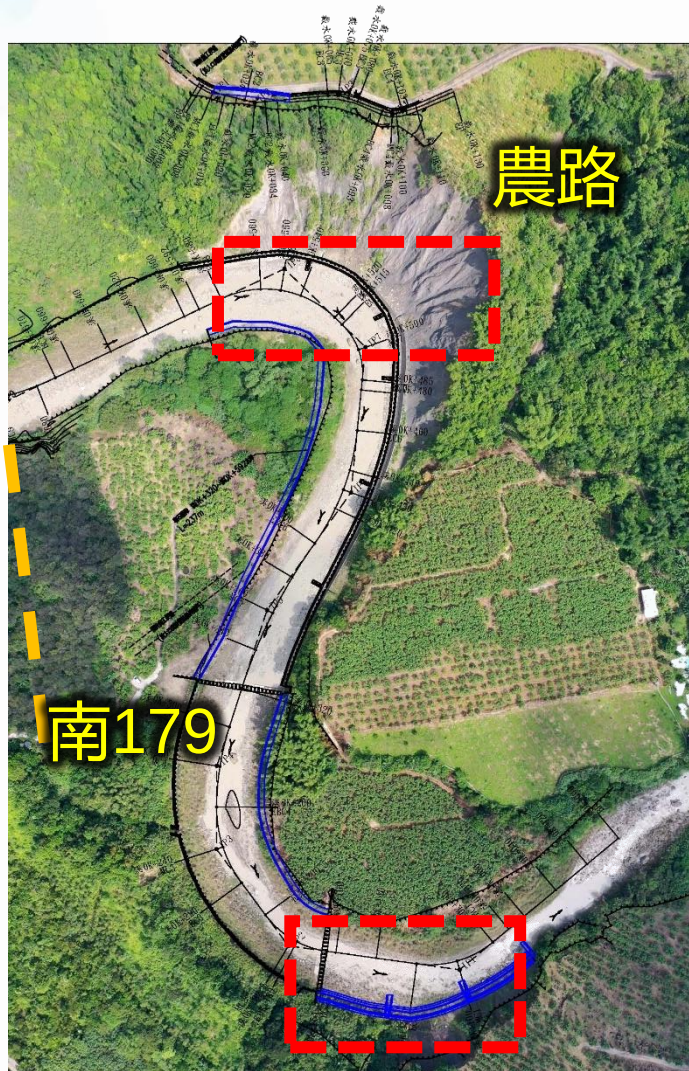
□泥岩地質特性：

- 1.年代輕強度低
- 2.膠結差易沖刷
- 3.坡面裸露嚴重
- 4.植生復育困難
- 5.遇水膨脹崩解
- 6.河道蜿蜒曲折



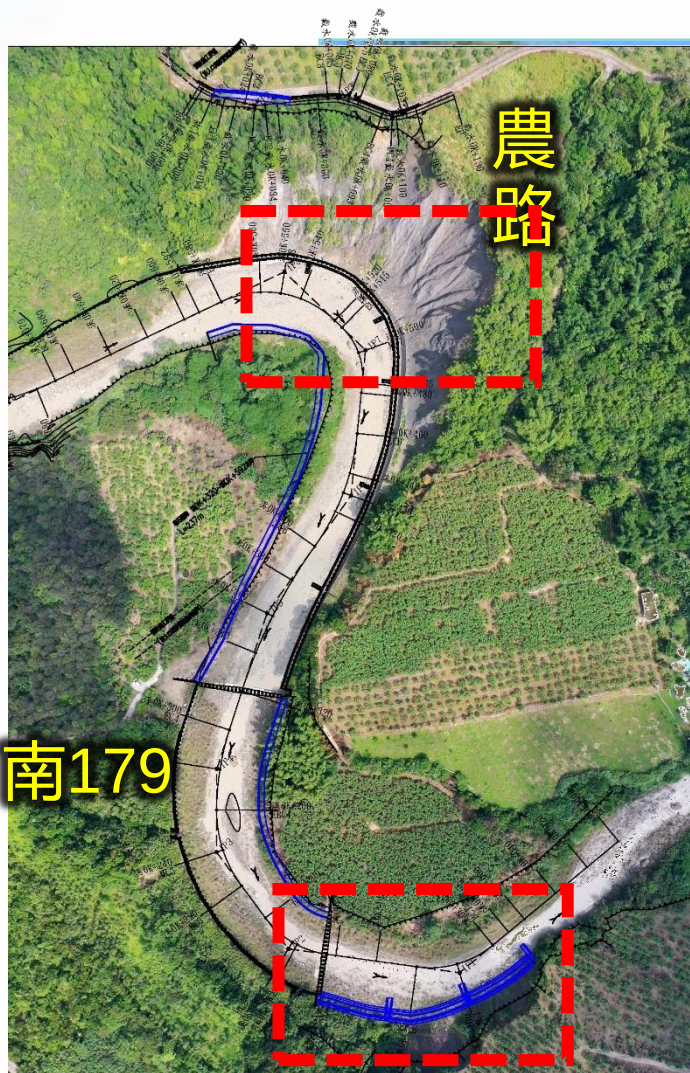
■ 面臨課題(1/5)

道路中斷影響車輛通行



■ 面臨課題(2/5)

軟弱泥岩邊坡崩塌治理





■ 面臨課題(3/5)

河道蜿蜒流心擺盪偏移





■ 面臨課題(4/5)

土砂下移影響水庫壽命





■ 面臨課題(5/5)

生態情報蒐集

資料庫查詢	
棲地	山坡地、一級檢核區。
物種	① 法定瀕臨絕種野生動物(I)：山麻雀。 ② 法定珍貴稀有野生動物(II)：大冠鷲、鳳頭蒼鷹。 ③ 臺灣紅皮書國家瀕危(NEN)：山麻雀。 ④ 綠網關注區域—西南四：食蟹獾、草鴉、山麻雀、黑鳶、八色鳥、灰面鵟鷹、黃鸝、食蛇龜、白腹游蛇、草花蛇、高體鰱鰻、日本鰻鱺、南臺中華爬岩鰍、七星鯉、臺灣爺蟬、大葉捕魚木、少葉薑、樟葉木防己、澤瀉蕨、龍骨瓣苔菜、南化摺唇蘭。

水環境維持 陸廊道暢通

工址現地勘查			(112/10/22、113/03/18)
生物類群	種數	物種	
魚類	6	何氏棘鮒、臺灣石鱚、粗首馬口鱮、臺灣鬚鱚、明潭吻鰕虎、高身小鰮鮒。	
蝦蟹類	2	粗糙沼蝦、多齒新米蝦。	
鳥類	21	珠頸斑鳩、小白鷺、黃頭鷺、大冠鷲(II)、翠鳥、五色鳥、大卷尾、樹鵲、灰頭鷓鴣、褐頭鷓鴣、棕扇尾鷺、黃尾鵪、白頭翁、白環鸚嘴鵪、紅嘴黑鵪、勘察加柳鷺、斯氏繡眼、小彎嘴、白腰文鳥、白鵪鶉、灰鵪鶉。	
哺乳類	6	臺灣野猪、食蟹獾、山羌、臺灣野兔、臺灣獼猴、臺灣野山羊。	
兩棲類	4	褐樹蛙、澤蛙、太田樹蛙、黑蒙西氏小雨蛙。	
蝶類及蜻蛉目	2	纖粉蝶、黃蝶。	
木本植物	20	原生種 15種，外來種 5 種。含灌木、木質藤本)	
草本植物	31	原生種 18種，外來種 13 種。(含藤本、蕨類)	



■ 保全對象

水庫： 南化水庫土砂災害防治

道路： 南179線道路行車安全

居民： 關山里129戶250人

產業： 農地保全及農產運輸

生態： 水陸域棲地保護



南台吻鰕虎
(紅皮書易危)



貳

整體治理規劃

- 上位計畫彙整分析
- 治理規劃理念說明
- 落實生態友善機制
- 治理工程規劃配置





■ 上位計畫彙整分析—跨域合作 分期執行

SWCB-98-025

竹子山等集水區復建規劃

成果報告



行政院農業委員會水土保持局臺南分局 編印

(98)竹子山等
集水區復建規劃

(103)曾文水庫、南
化水庫及烏山頭水庫
集水區國有林防治區
域動植物資源調查

行政院農業委員會林務局暨所屬機關 103 年度委託研究工作計畫書

曾文水庫、南化水庫及烏山頭水庫集水區國
有林防治區域動植物資源調查
(結案報告)

委託單位：林務局嘉義林區管理處

執行單位：真理大學

計畫主持人：莊孟憲

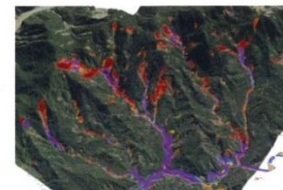
共同主持人：陳清鎮

中華民國 104 年 12 月 28 日

SWCB-108-338

烏山頭及南化水庫集水區
整體調查規劃

成果報告書



行政院農業委員會水土保持局臺南分局 編印
中華民國108年12月

(108) 烏山頭及南化水
庫集水區整體調查規劃

(110) 110-111年度
水庫集水區保育治理
重大計畫成效評估

經濟部

MOEA-WRA1100107

經濟部水利署

110-111 年度水庫集水區保育治理
重大計畫成效評估 (1/2)

2021-2022 Water Conservation Strategy for Reservoir
Watershed(1/2)



委辦單位：經濟部水利署

執行單位：國立臺北科技大學水環境研究中心

中華民國 110 年 12 月



■ 上位計畫彙整分析—流域防砂治理成果

本期治理工程

林業保育署嘉義分署
(111)第49林班後堀溪治理工程

(一期工程105-112年)

彎丘橋下游左側護岸工程
南化水庫832崩塌地及下方河道改善工程

南179線

水流方向



既有農路

分年執行 河防安全
跨域合作 成果共享



■ 治理規劃理念說明—強化防災韌性





落實生態友善機制—生態檢核歷程

第一級生態檢核區



112/10/22
提審階段 現地勘查



113/01/18、03/16
設計階段 棲地環境生態評估



113/03/18
施工階段（施工前）民眾參與



112/12/28
提審階段 民眾參與



113/01/16
設計階段 民眾參與

113/02/15
預算書核定



113/06/05、/09/30、/12/08、
114/02/28 施工中（現地勘查）

落實生態友善機制—現地勘查



明潭吻鰕虎(113/01/18)



太田樹蛙(113/01/18)



臺灣野豬挖土痕跡 (113/03/18)



臺灣野豬和山羌腳印痕跡
(113/03/18)

調查結果：



魚蝦蟹類：明潭吻鰕虎、臺灣石鱸、粗首馬口鱮、臺灣鬚鱨、何氏棘鰕



鳥類：黃尾鸝、白頭翁、紅嘴黑鵯、灰鶺鴒



哺乳類：臺灣獼猴 (排遺)、臺灣野豬 (挖土痕跡、腳印)、山羌 (腳印)



兩棲類：太田樹蛙、褐樹蛙、澤蛙



蝶類及蜻蛉目：纖粉蝶、黃蝶

落實生態友善機制—民眾參與及生態友善原則

生態友善原則建議

- 不封底、保留河床大石勿打碎或移除
- 施工中設置導繞流措施，控制溪水濁度
- 保留大樹讓鳥類棲息
- 減少橫向構造物之阻絕
- 民生垃圾不落地，禁止餵食野生動物
- 迴避或縮小對於次森林邊緣、濱溪植被、高莖草生地植被的擾動及破壞
- 不另闢施工便道
- 明確界定施工擾動範圍
- 增加植生清單種類，豐富植被多樣性





■ 治理工程規劃配置—工程內容與進度管控

契約金額

15,808 仟元

結算金額

17,049 仟元

履約期限

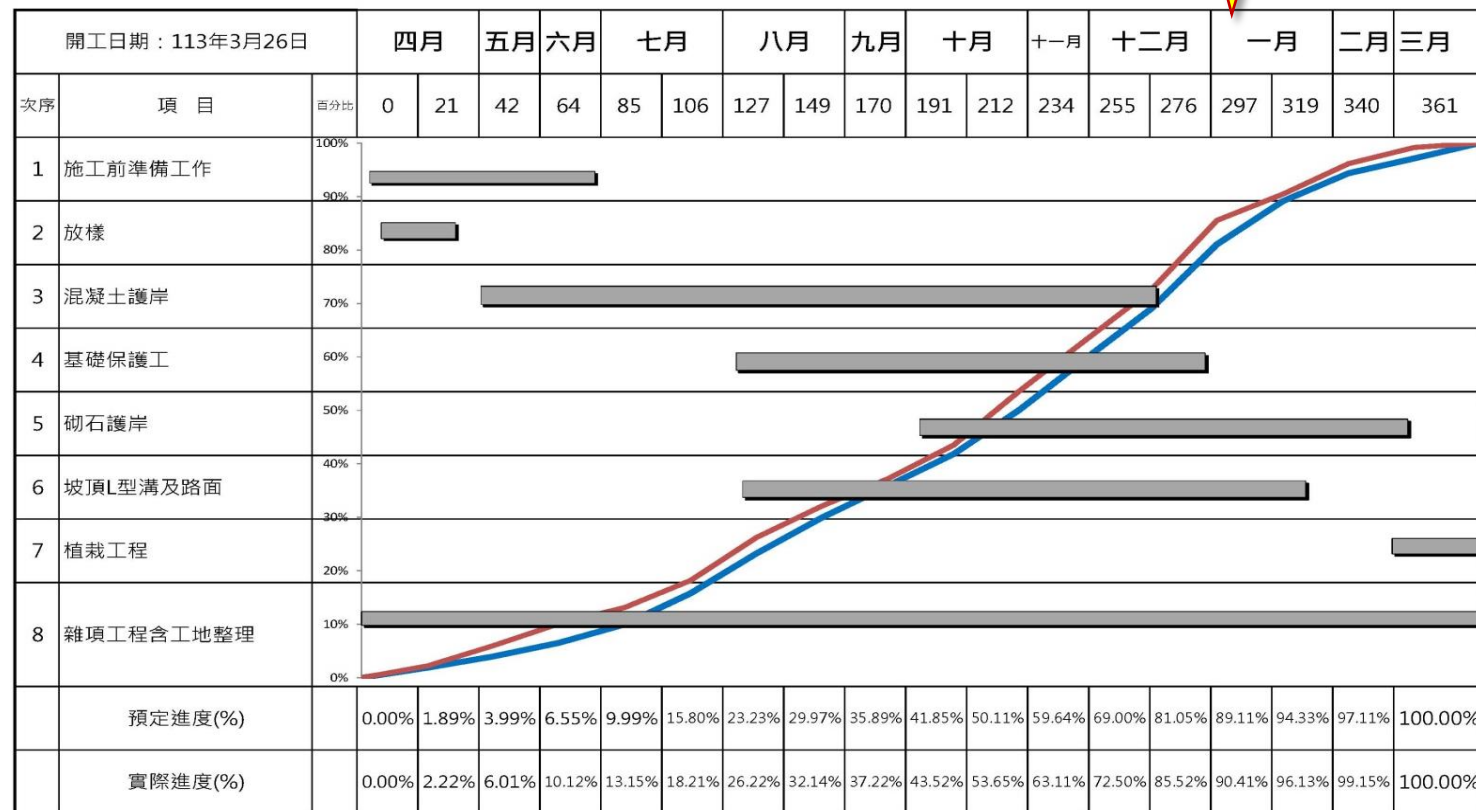
開工日期: 113/03/26

契約工期: 361日曆天(含雨天不計工期)

完工日期: 114/03/20(無逾期)

如期如質
無職災

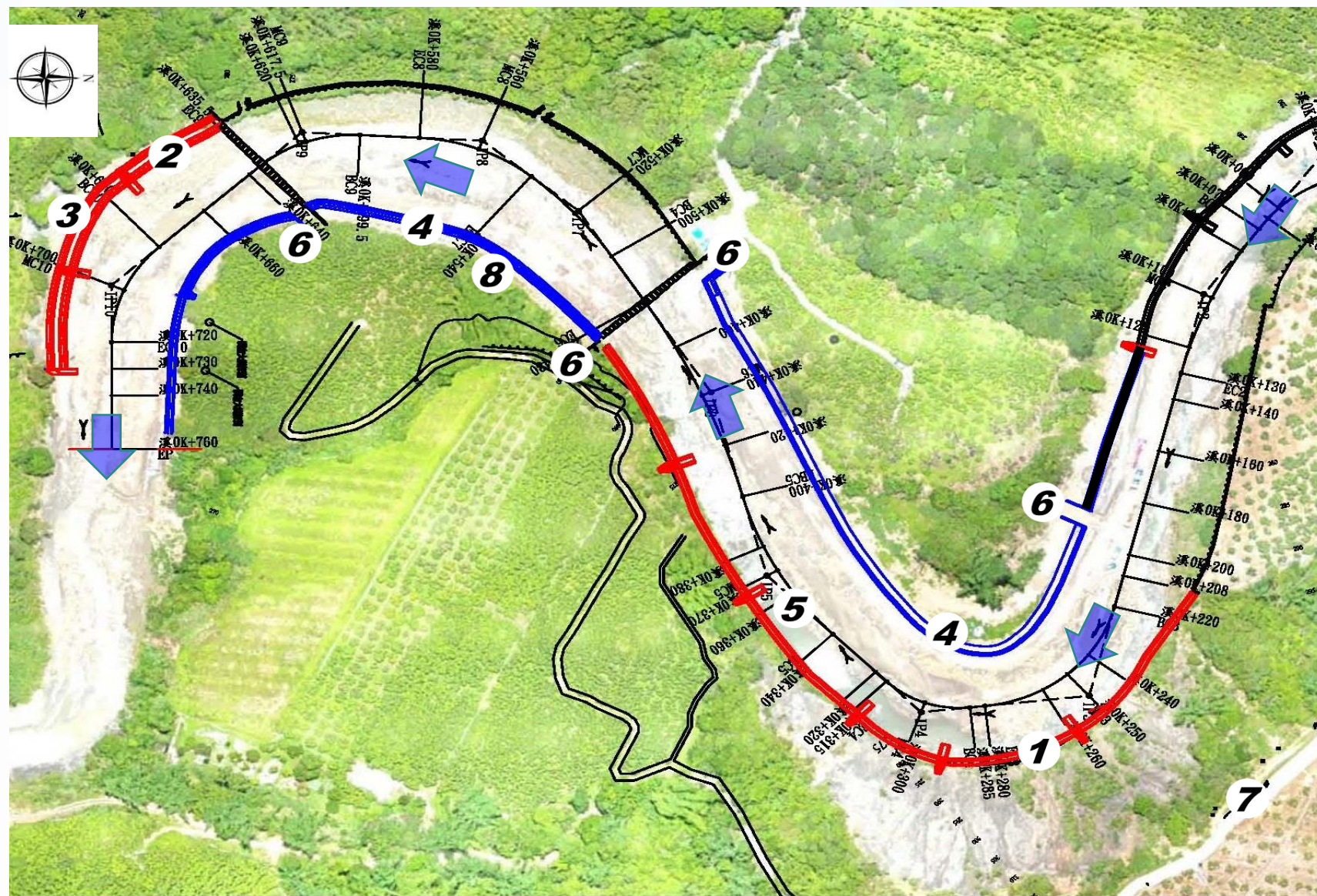
- H=4.5m混凝土護岸207m
- H=3.5m混凝土護岸144m
- H=1.7m石籠護坡 117m
- H=3.5m砌石護岸 300m
- 基礎保護工 9座
- 緩坡生物通道 4座
- 坡頂L型截水溝 50m
- 植生復育:
 - 麻布土包袋 3,899袋
 - 種植喬木 400株



預定進度

實際進度

治理工程規劃配置一平面圖



- 1 H=4.5m混凝土護岸
- 2 H=3.5m混凝土護岸
- 3 H=1.7m石籠護坡
- 4 H=3.5m砌石護岸
- 5 基礎保護工
- 6 緩坡生物通道
- 7 坡頂L型截水溝
- 8 植生復育:
麻布土包袋
種植喬木



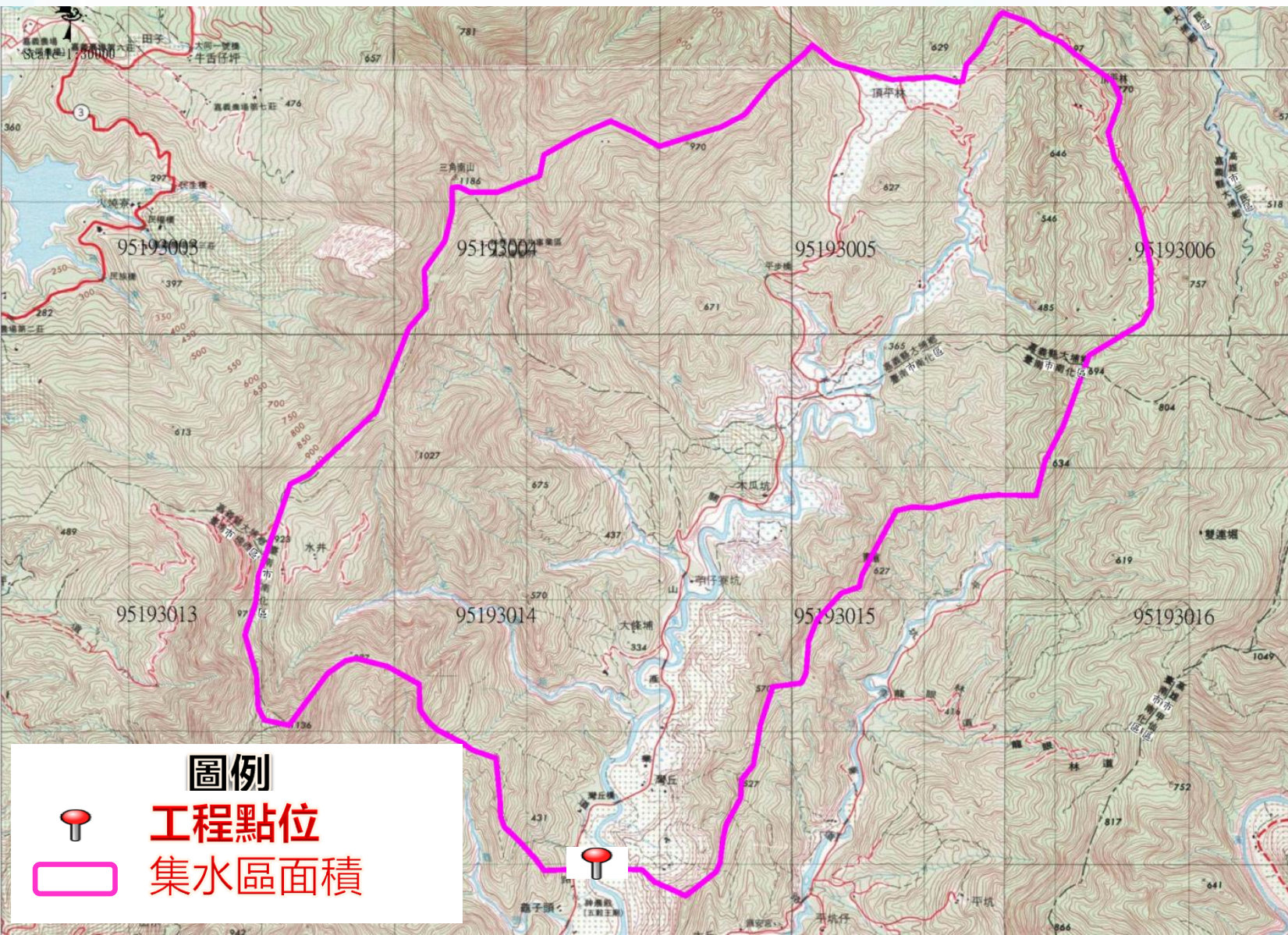
參

工程細部設計

- 氣象水文水理分析
- 治理工程配置設計
- 工程治理兼顧生態
- 節能減碳工法設計



氣象水文水理分析(1/7)



關山雨量站

(年平均雨量2,969mm)

採用「修正三角形單位歷線法」分析
各重現期距降雨量下之洪峰流量

集水區面積

2,150ha

漫地流長度

0.1 km

溪流長度

10.912 km

高程差

0.904 km

圖例



工程點位



集水區面積



氣象水文水理分析(2/7)

降雨強度分析

無因次降雨強度分析

控制點	集流時間	降雨強度I(mm/hr)							
	Tc(min)	I ₂	I ₅	I ₁₀	I ₂₀	I ₂₅	I ₅₀	I ₁₀₀	I ₂₀₀
A	48.85	70.79	84.08	94.13	104.18	107.41	117.46	127.51	137.56

修正三角形法—分佈雨型參考係數表

Horner雨量公式參考係數 (西阿里關-Log-Pearson III)			
頻率年	A	B	C
2	598.115	10.362	0.5008
5	682.782	9.344	0.4735
10	718.793	6.704	0.4585
20	778.031	5.135	0.4525
25	796.255	5.187	0.4508
50	854.484	3.864	0.4473
100	914.051	2.259	0.4451
200	982.299	1.162	0.4450



氣象水文水理分析(3/7)

洪峰流量斷面水理分析

洪峰流量及比流量

集水面積>1000公頃採修正三角形單位歷線分析

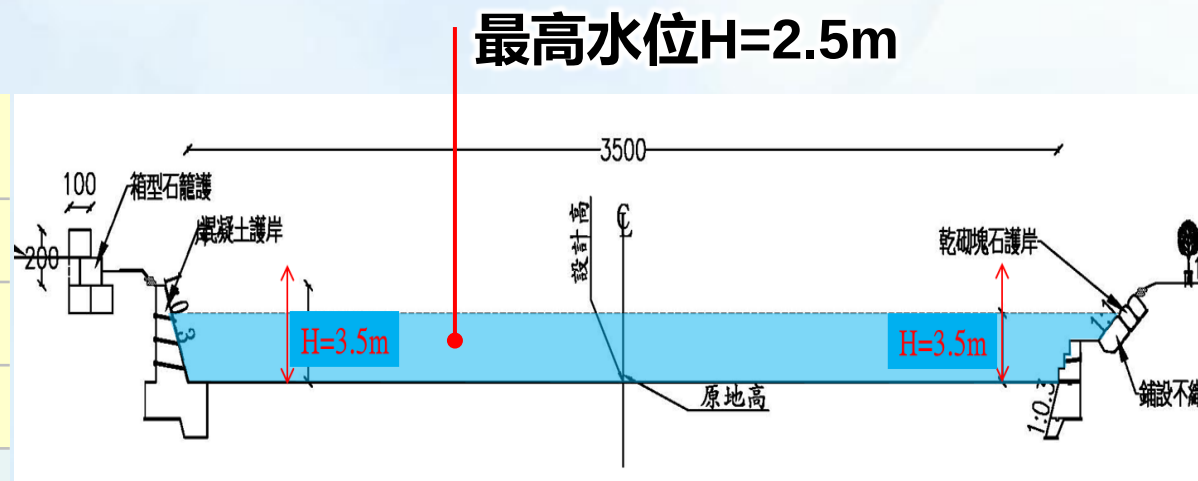
分析方法	重現期距(年)						
	2	5	10	25	50	100	200
修正三角形單位歷線 -Horner法	291.11	398.65	436.16	512.33	570.85	631.28	694.54
	(9.17)	(11.93)	(13.75)	(16.15)	(17.99)	(19.92)	(21.89)

註：1.單位cms；2.()為比流量，單位cms/km²

斷面水理分析

溪床底寬W=	35m	斜率m=	1:0.3
最高水位頂寬	37.1m	溪床坡度	0.9%
設計水位高h=	2.5m	n=	0.023
餘水高度=	1.0m	混合泥沙流速	6.43m/sec

含砂水流洪水量 = 570.85 < 設計排洪量 575.25(cms)





氣象水文水理分析(4/7)

彎道護岸高度、長度計算

砌石護岸H=3.5m

0K+635

彎道護岸高度
H=5.2m>5.1m
彎道護岸長度
L=117m>84m

0K+730



砌石護岸H=3.5m

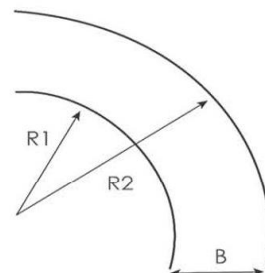
彎道護岸高度
H=5.1m≥5.1m
彎道護岸長度
L=120m>95m

彎曲河道凹岸增高幅度計算

計算公式：

$$\Delta h = \frac{V^2}{g} \left(2.303 \log \frac{R_2}{R_1} + \frac{0.0042}{h} \sqrt{\frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1}} \right)$$

V：彎道河段水流平均流速(m/s).....	=	6.436	m/s
R ₁ ：彎曲河道凸岸之曲率半徑(m).....	=	53.72	m
R ₂ ：彎曲河道凹岸之曲率半徑(m).....	=	78.72	m
h：水深(m).....	=	2.50	m
g：重力加速度(m/sec ²).....	=	9.80	m/sec ²
Δh：超高，即凹岸處高出靜水面之高度(m)....	=	1.62	m



檢算最小曲率半徑，凹岸超高採用1.6m設計，有效水深加出水高加凹岸超高為5.1m。

彎曲河道凹岸河床加高漸變段長度計算

計算公式：

$$\tan \theta = \frac{V^2}{Rg}$$

$$\tan \theta = \frac{\Delta h}{L}$$

$$L = \frac{\Delta h}{\tan \theta} = \frac{\Delta h}{\frac{V^2}{Rg}} = \frac{\Delta h \cdot R \cdot g}{V^2}$$



V：彎道河段水流平均流速(m/s).....	=	6.436	m/s
Δh：超高，即凹岸處高出靜水面之高度(m)....	=	1.62	m
R：彎曲河段河道中心線之曲率半徑 (m).....	=	43.30	m
g：重力加速度(m/sec ²).....	=	9.80	m/sec ²
L：漸變段長度(m).....	=	16.60	m

配合S型彎道檢算後，第一段0K+200~0K+240凹岸超高漸變長度採用40m，0K+240~0K+460全超高段採用220m，0K+460~0K+500凹岸超高漸變長度採用40m。
第二段0K+600~0K+630凹岸超高漸變長度採用30m，0K+630~0K+730全超高段採用100m，0K+730~0K+760凹岸超高漸變長度採用30m。

凹岸基礎冲刷計算

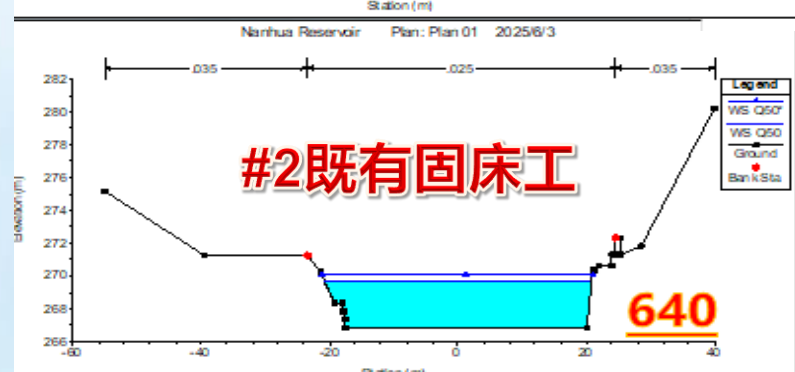
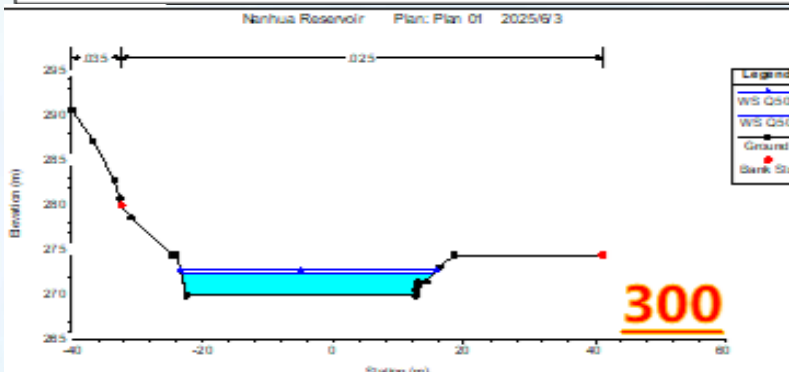
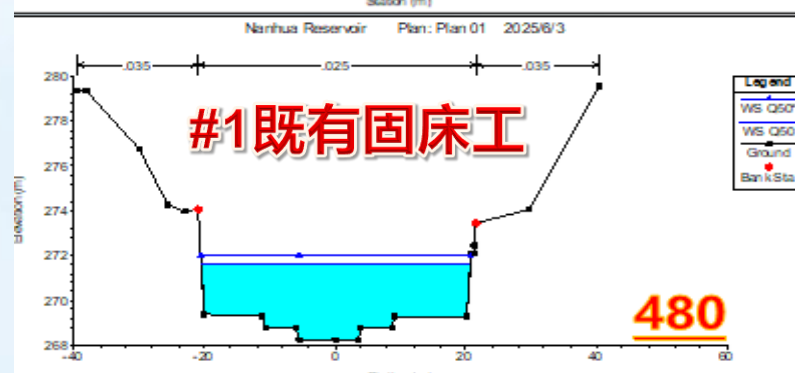
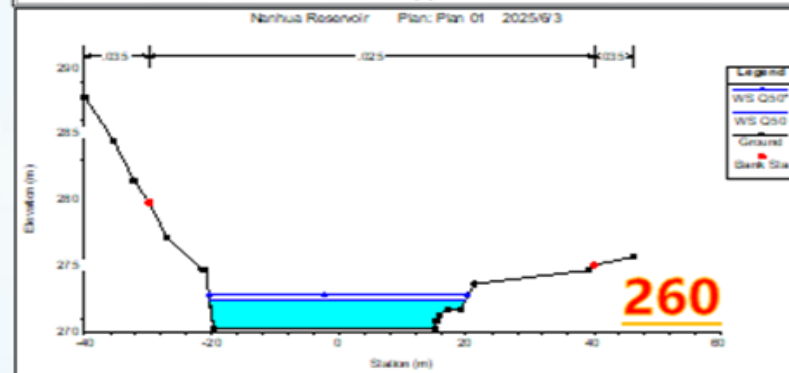
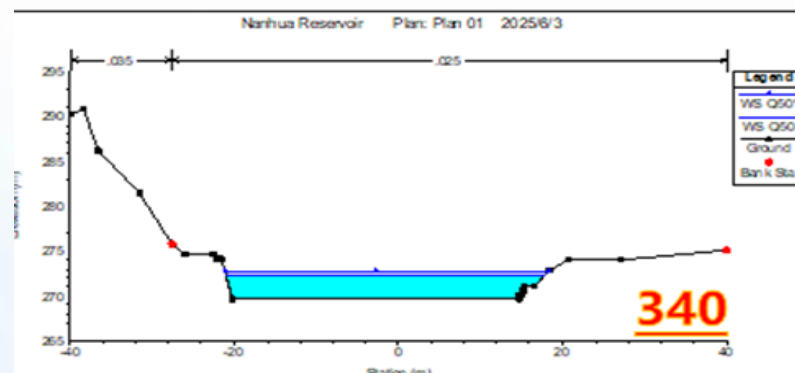
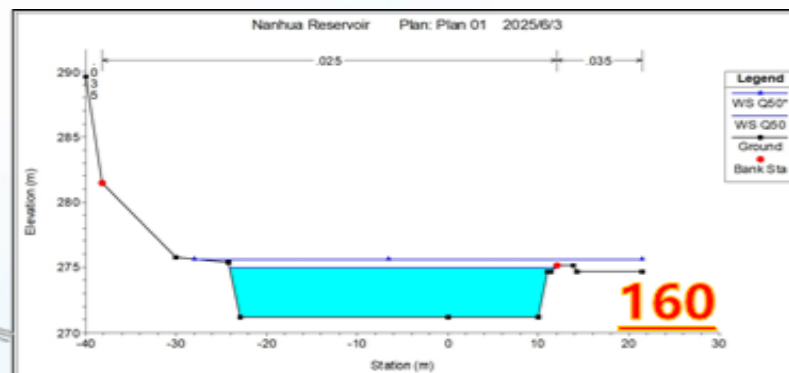
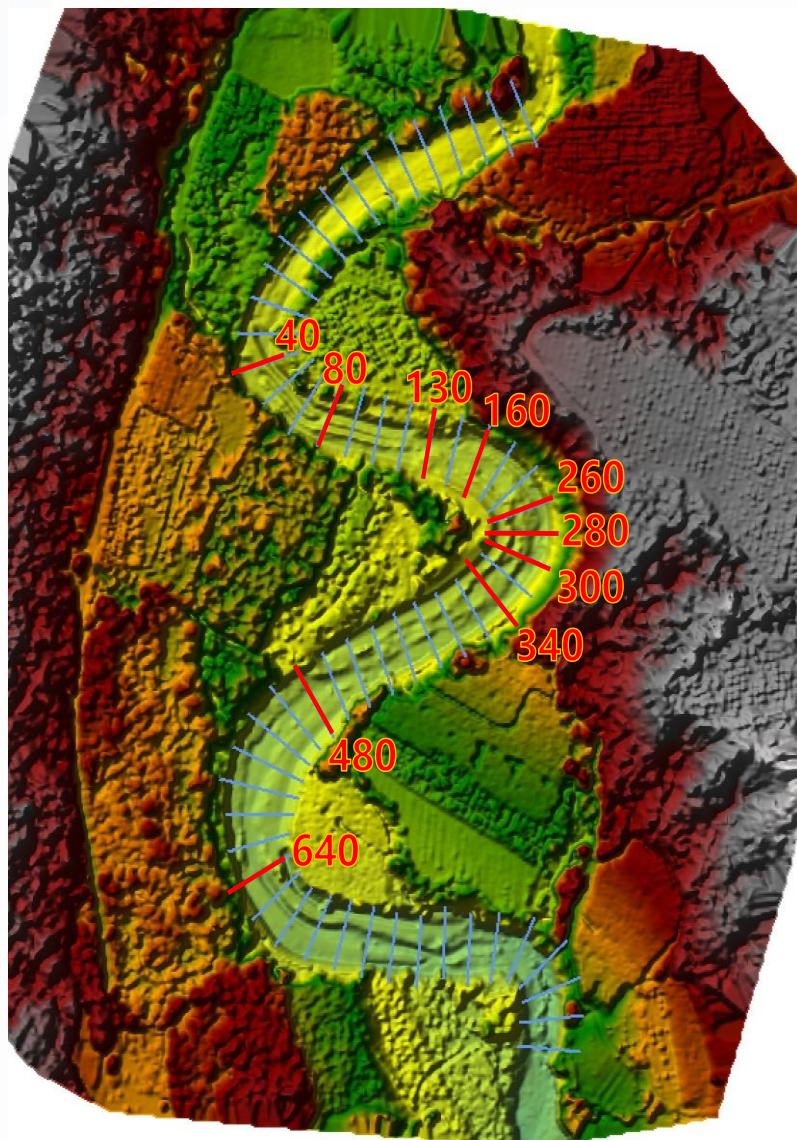
計畫最大冲刷深度1.57m





氣象水文水理分析(6/7)

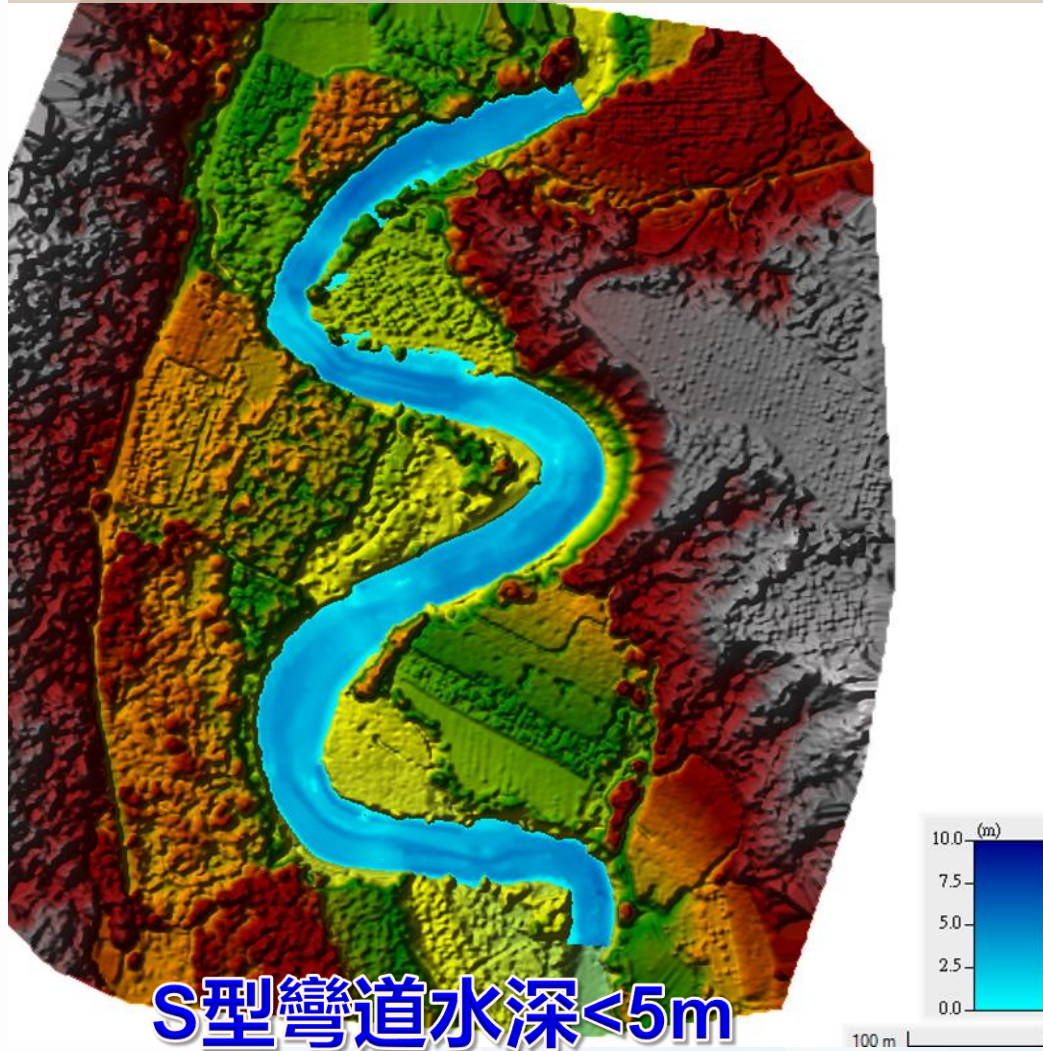
一維HEC-RAS演算



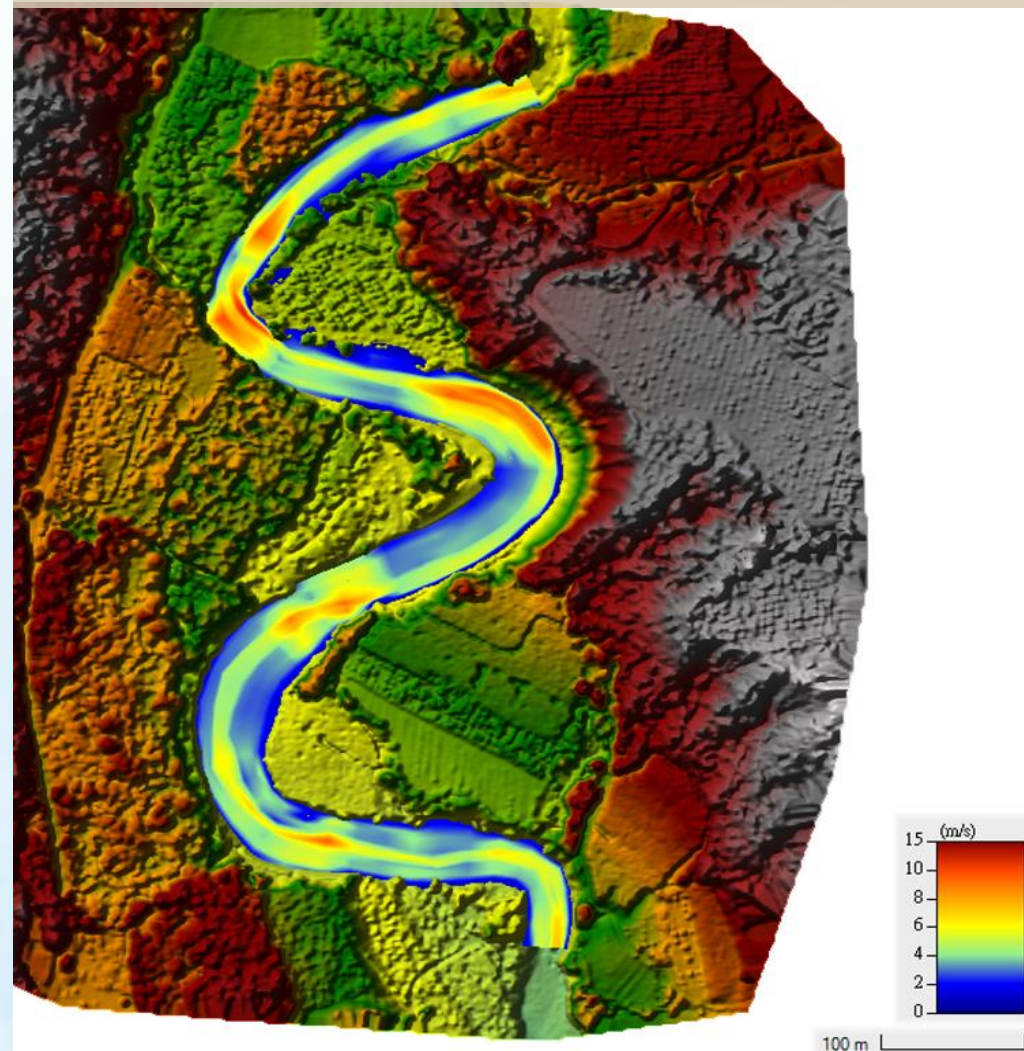
氣象水文水理分析(7/7)

二維動床模式CCH2D模擬

Q50情境演算之水深分布



Q50情境演算之流速分布





治理工程配置設計—因應對策研擬

安全防災

棲地維護

創造雙贏

凹岸淘刷 土石崩落

解決銳角河道
三心複曲線設計
掏刷大幅降低



泥岩侵蝕 路基流失

坡頂截水保護混
凝土RC護岸
降低坡面崩塌



河道狹窄 洪患災害

多方會勘共識
精準水理分析
減少民怨紛爭



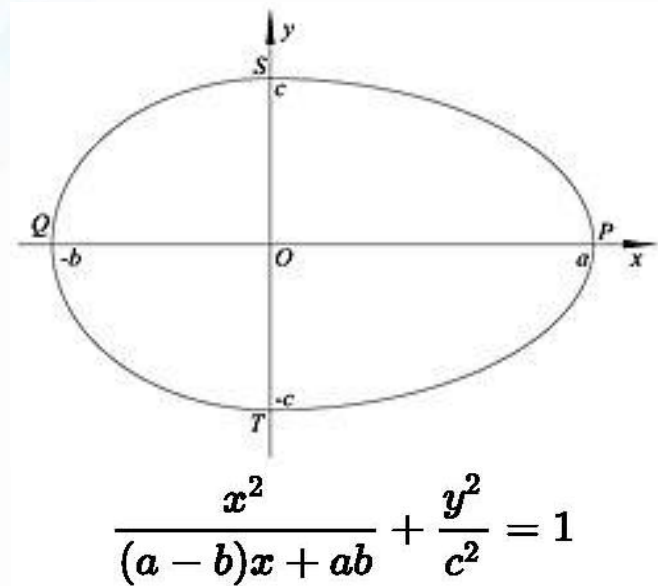
減少土砂 維持通道

緩衝綠帶營造
基保工+廊道
風險控管及生態





治理工程配置設計—河道中心線規劃(1/2)



長徑(a) R6=118.98m

短徑(b) R7=33.40m

對稱徑(c) R8=49.47m

$R8/R7=0.67$

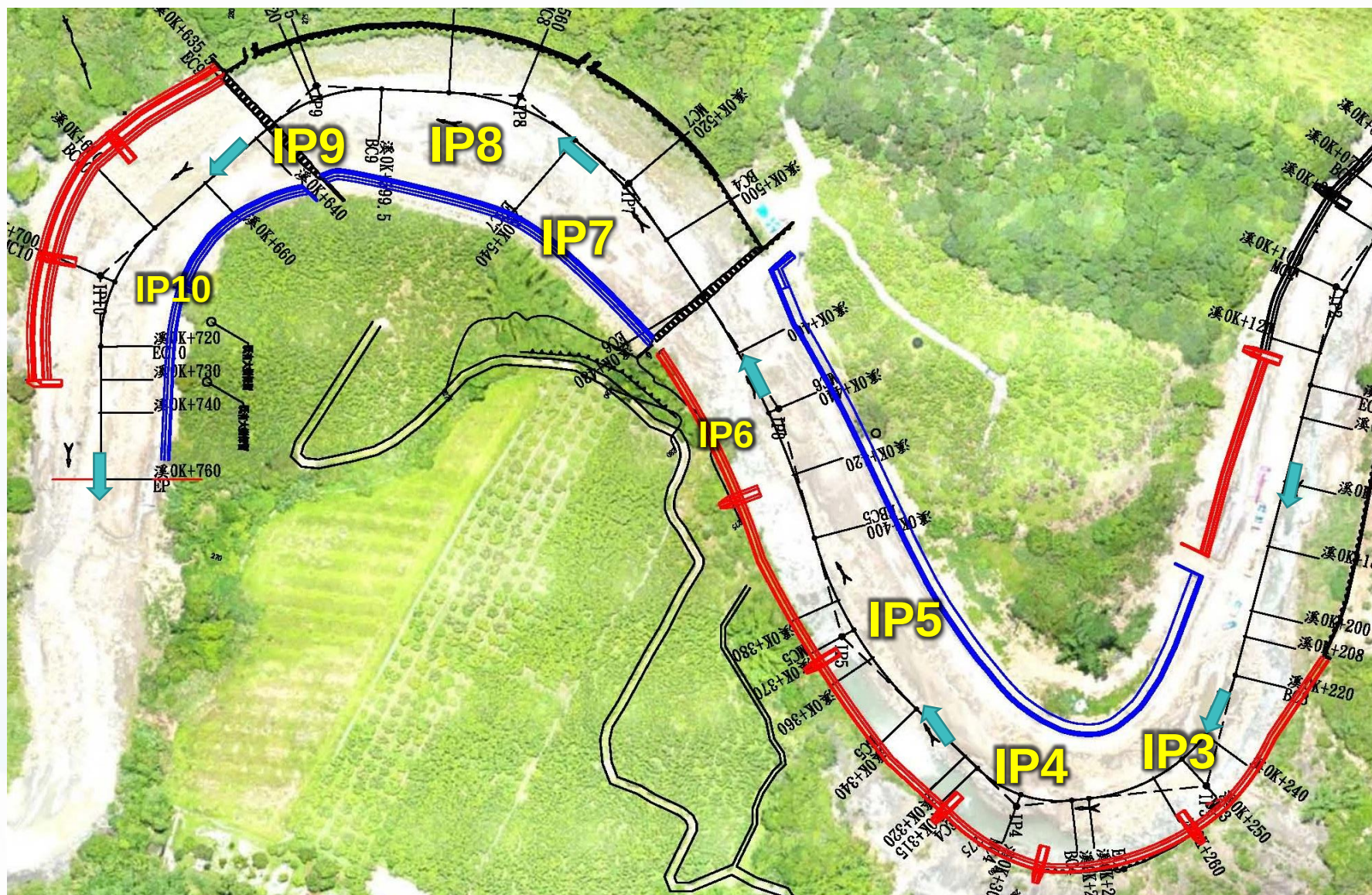
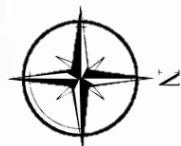
(符合0.2~0.8) $x^2/(85.58x+3,973.93)+y^2/2,447.28=1$

三心複曲線調整 $\geq 90^\circ$ 彎道流心





治理工程配置設計—河道中心線規劃(2/2)

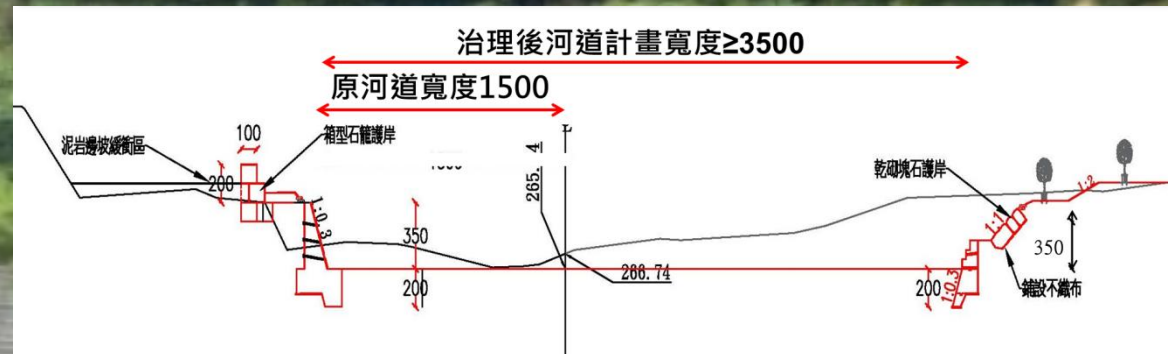


解決
~
(S)
型彎道



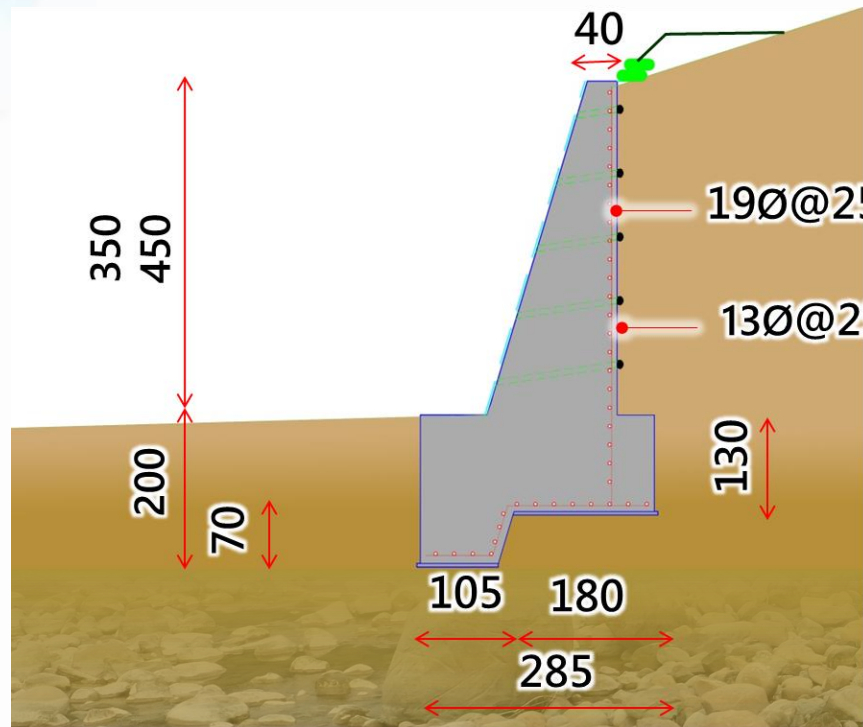
治理工程配置設計—河道通洪斷面擴大

河道寬度由 15m → 擴大 35m



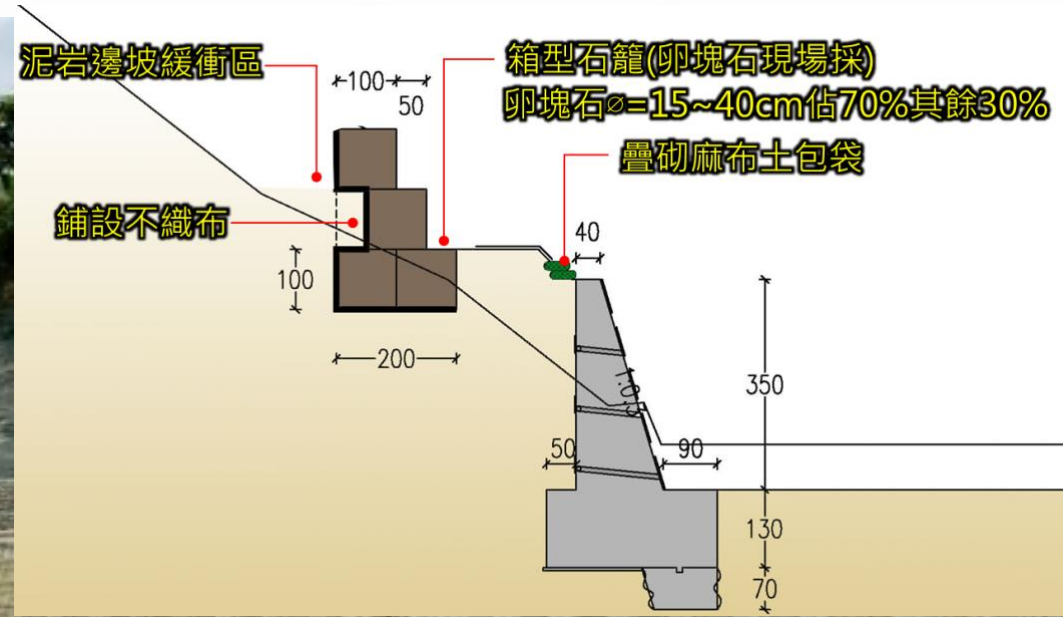


治理工程配置設計—凹岸鋼筋混凝土護岸



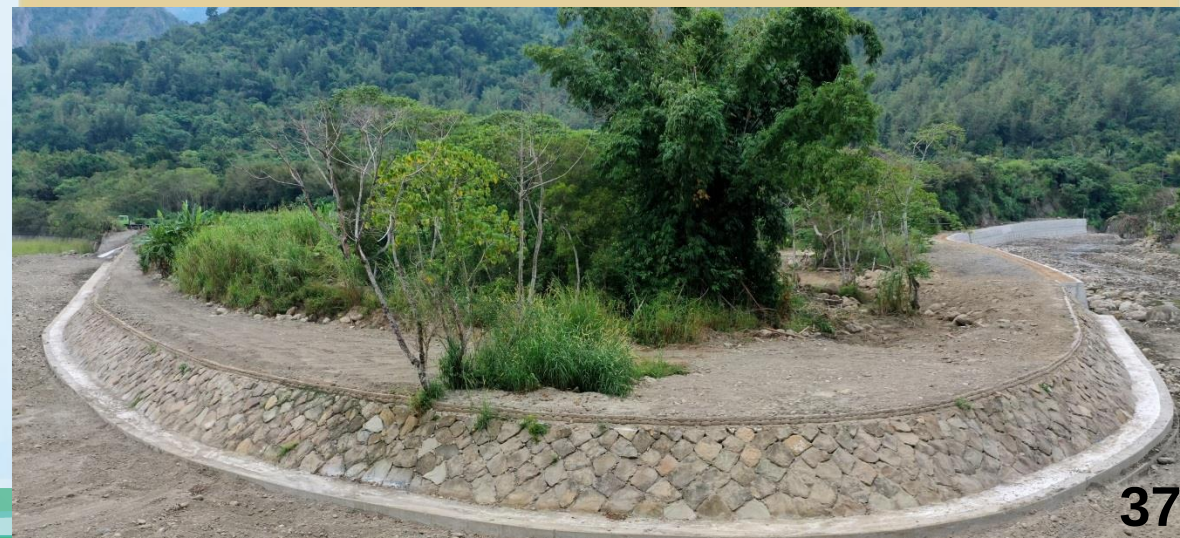
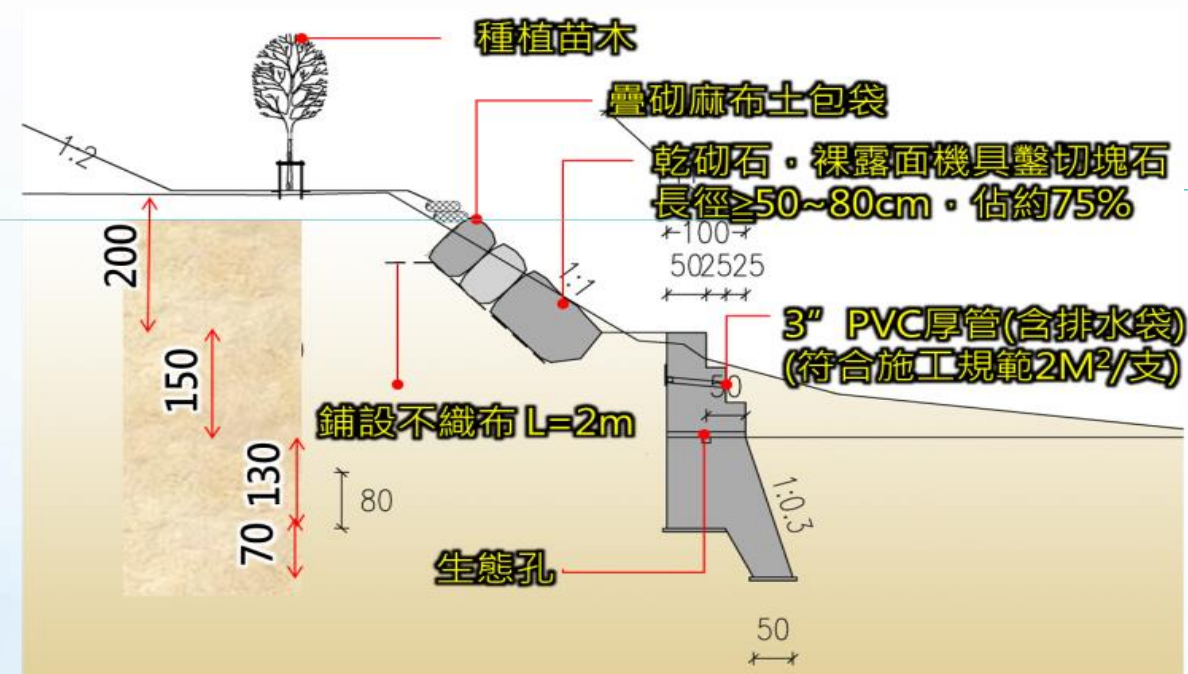


治理工程配置設計—彎道護岸加高並增設緩衝區



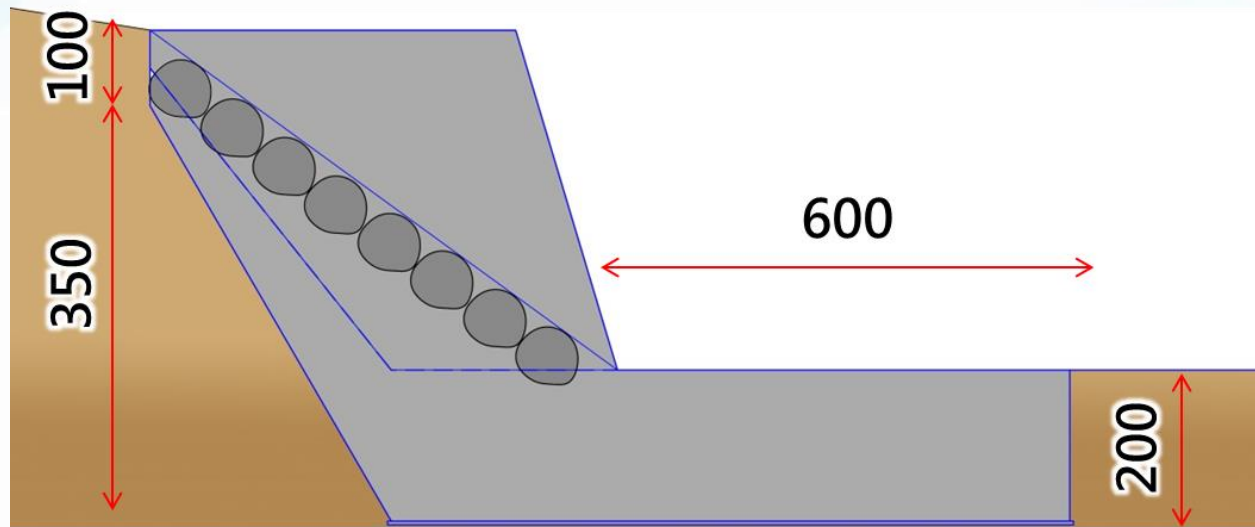


治理工程配置設計—1:1砌石護岸(含階梯式基礎)



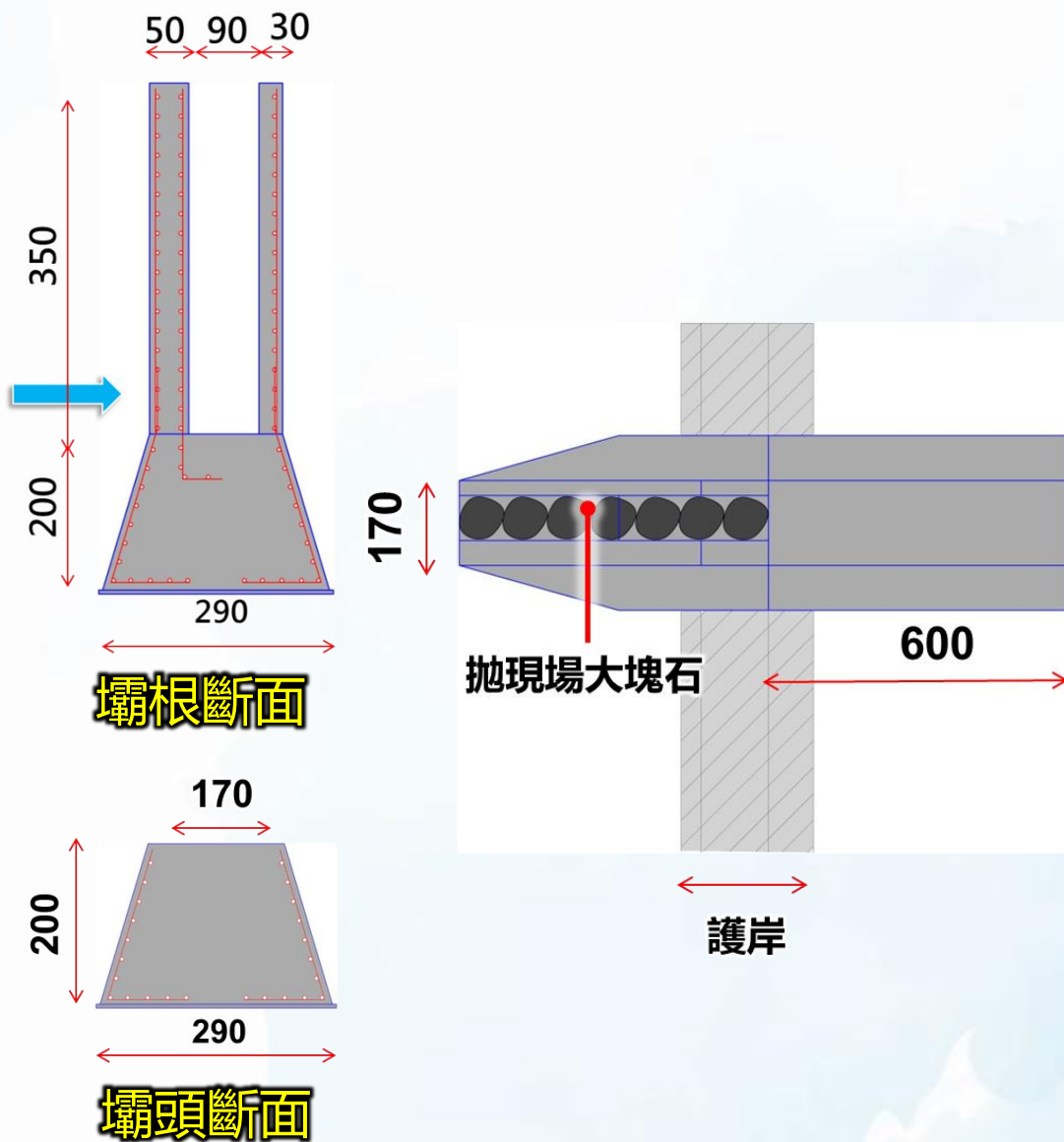


治理工程配置設計—基礎保護工(1/2)





治理工程配置設計—基礎保護工(2/2)

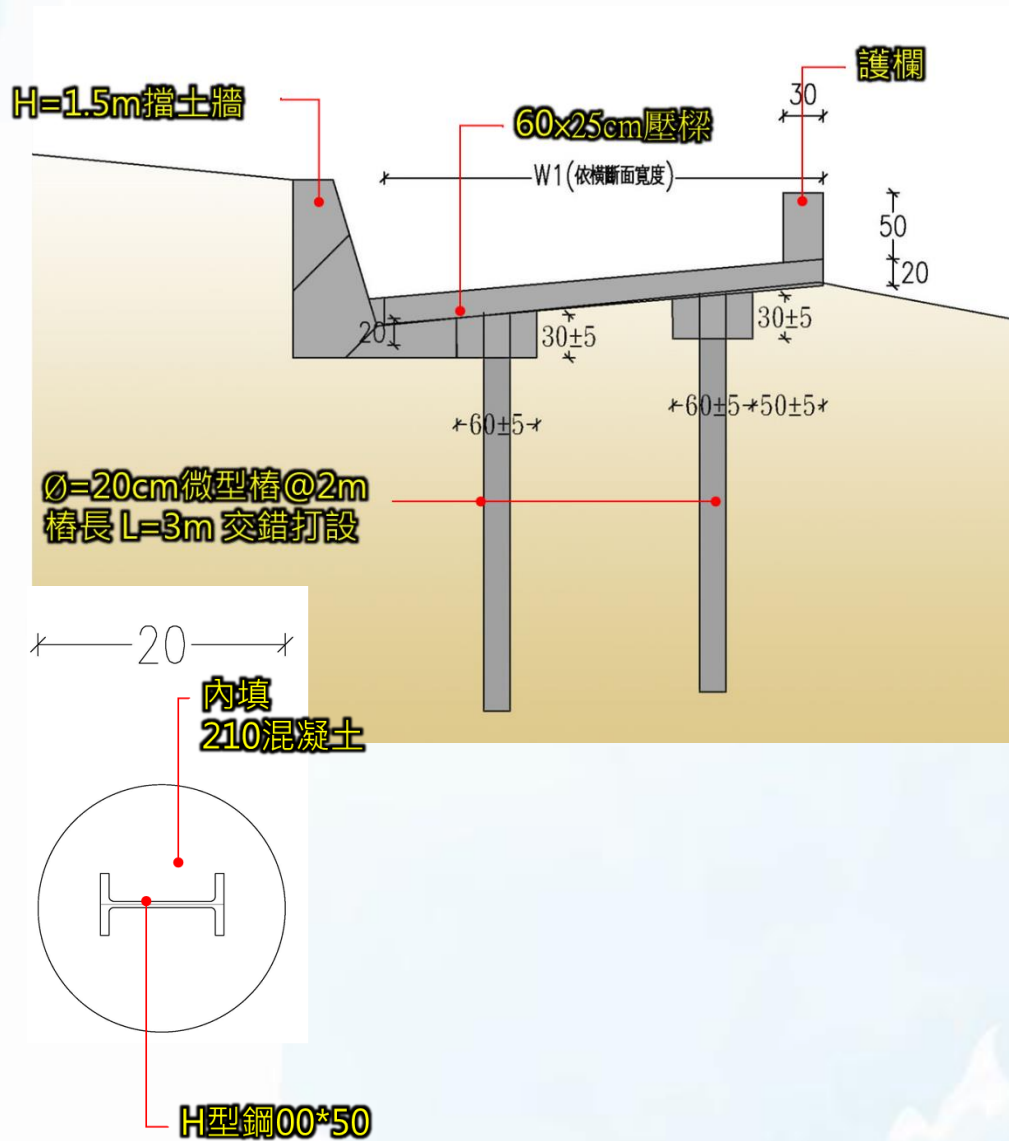


兼具生物通道及伸縮縫





治理工程配置設計—L型截水溝與農路共構





■ 工程治理兼顧生態—設計階段棲地評估指標

坡地棲地評估指標

- 邊坡次生林生長
- 既有便道旁緊鄰芒果樹

評估因子	說明	評分
		設計階段 113/01/16
1.木本植物覆蓋度(%)	木本植物覆蓋度 >55%。	4
2.植物種數 (種/100m ²)	植物種數15種以下	1
3.樣區原生種覆蓋度 (%)	原生種覆蓋度約 60%	3
4.植物社會層次	具3層結構。	3
5.演替階段	先驅樹種優勢。	3
總分		14(次理想)

河溪棲地評估指標

- 河道溪床約6~7處巨石
- 枯水期工區內無水流，僅有幾處淺潭

評估因子	說明	評分
		設計階段 113/01/16
1.底棲生物的棲地基質	理想基質(淺灘卵石)佔河道面積介於40到70%。	13
2.河床底質包埋度	卵石、礫石25-50%的體積被沉積砂土包圍。	11
3.流速水深組合	水流平淺，水量極少。	2
4.沉積物堆積	河道底部受沉積物堆積影響的面積5-30%。	13
5.河道水流狀態	河道水量極少；溪床面積幾乎裸露。	2
6.人為河道變化	工程影響目視範圍中40-80%的河道。	6
7.湍瀨出現頻率	無湍瀨，巨石下有潭。	10
8.堤岸穩定度	凹岸泥岩蝕溝，凸岸為土坡。	7
9.河岸植生覆蓋狀況	左岸 凹岸崩落地裸露原生植被小於50%。	1
	右岸 凸岸芒果園邊緣為苦楝、構樹、血桐等 陽性物種，原生植被小於50%。	2
10.河岸植生帶寬度	河岸植生帶的寬度小於6公尺。	3
總分		70(普通)

工程治理兼顧生態—設計現地勘查及規劃迴避區





工程治理兼顧生態—生態友善措施及關注區域圖

迴避

- ✓ 施工範圍外兩側既有林帶不擾動
- ✓ 保留米徑15cm以上之樹木

縮小

- ✓ 災害處治理，不擴大工程量體
- ✓ 不新闢施工便道

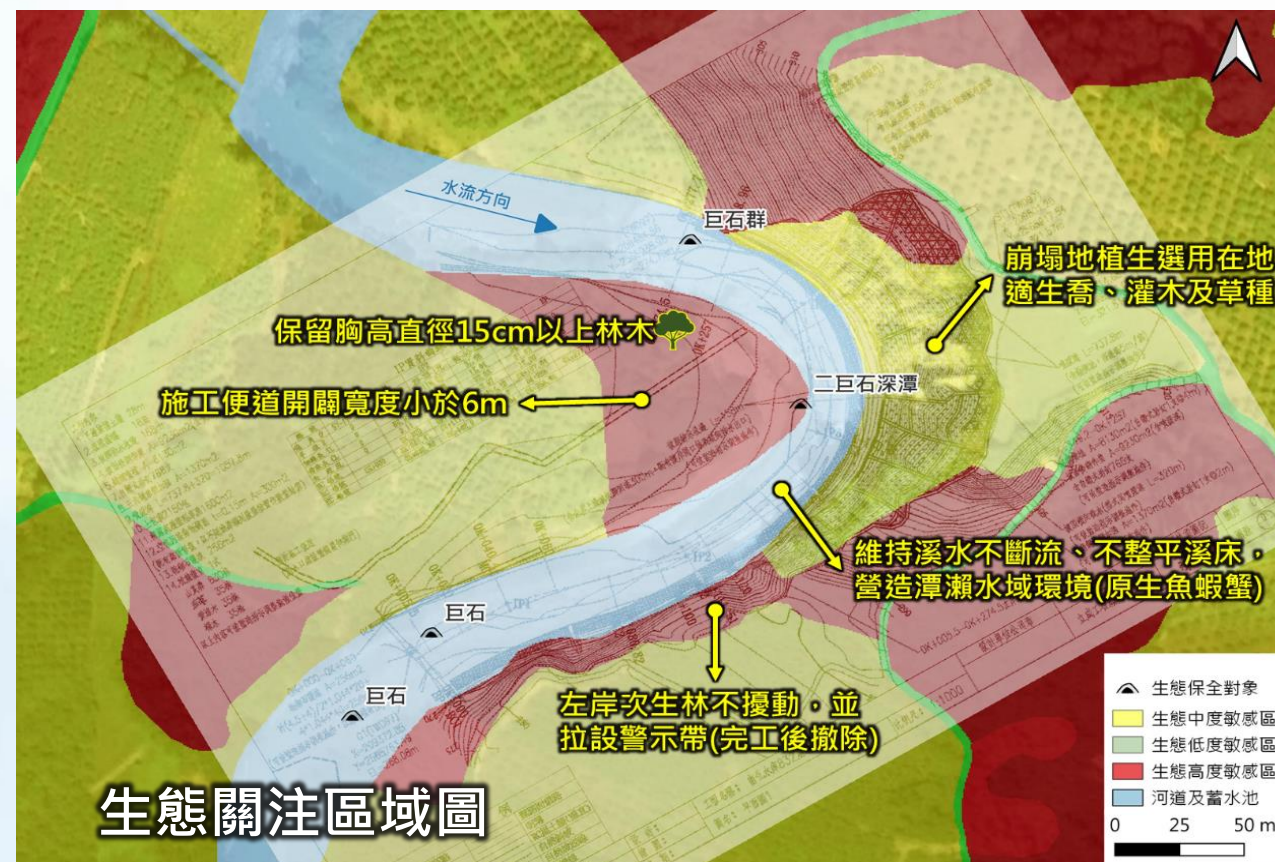
減輕

- ✓ 導繞流及沉砂池等措施避免溪水斷流及減少溪流自然底質擾動
- ✓ 完工後不整平溪床，人工營造潭瀨區

補償

- ✓ 增加原生植栽，促進裸露面植生回復

施工無紛爭
民眾意見
100%落實



生態關注區域圖

- ◆ 施工便道過水路須避開深潭
- ◆ 拋放既有塊石維持溪床粗糙度，避免整平溪床，讓水域棲地迅速自然回復
- ◆ 崩塌面如有穩定的喬木植被須保留，可加速周遭植生自然回復

■ 施工階段環境監測

施工中

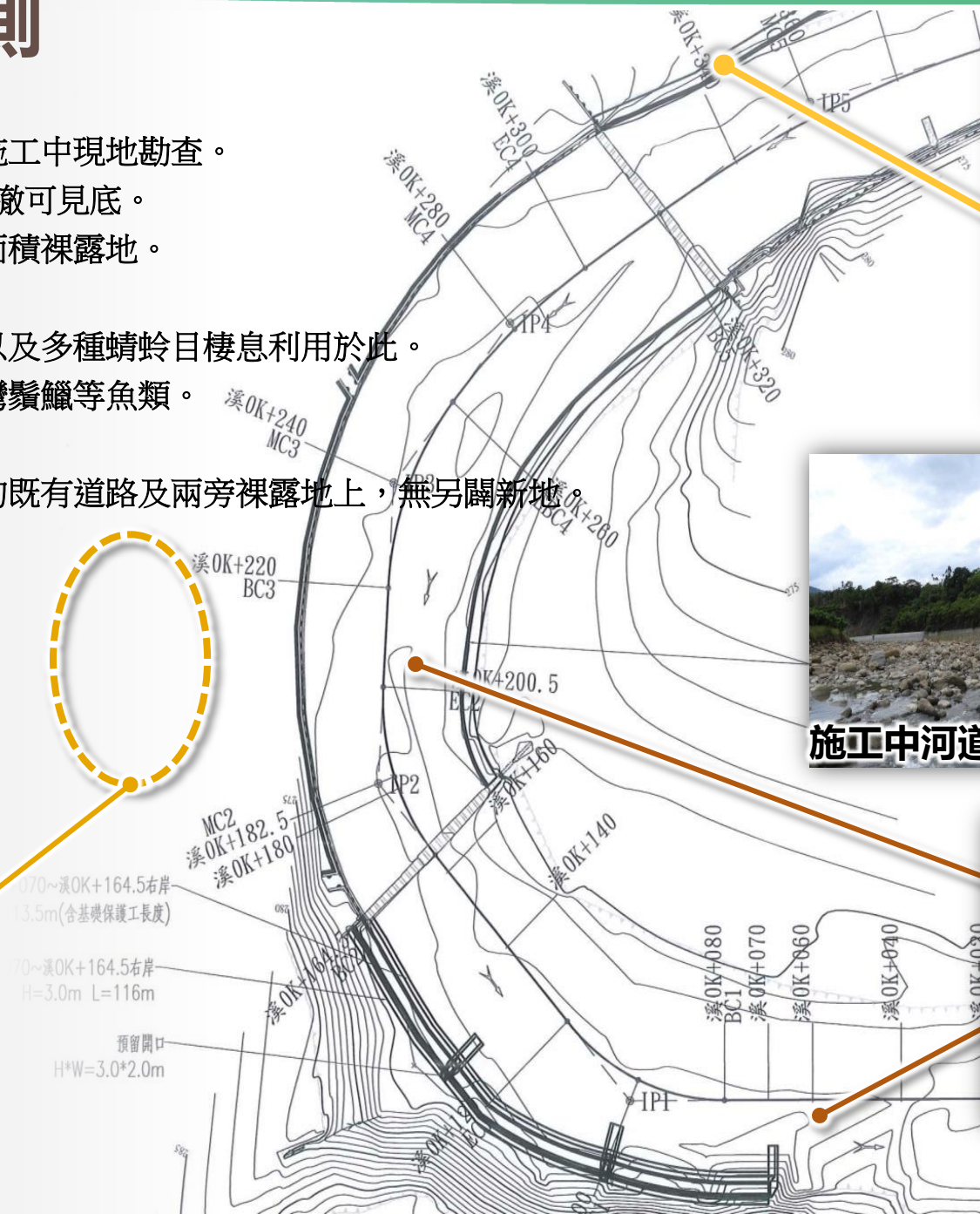
- 於113/6/5、09/30、12/08、114/01/23施工中現地勘查。
- 6/5水體稍微混濁，09/30、12/08水體清澈可見底。
- 周圍次生林整體覆蓋度良好，無發現大面積裸露地。
- 完整保留河道中的巨石及幾處深潭。
- 河道兩旁發現山羌及台灣野山羊足跡，以及多種蜻蛉目棲息利用於此。
- 水中觀察明潭吻鰕虎、斑帶吻鰕虎、臺灣鬚鱗等魚類。
- 二級保育類一大冠鷲停棲。
- 施工機具及器材皆放置於右岸芒果園旁的既有道路及兩旁裸露地上，無另闢新地。



機具停放於農地旁裸露地。(113/06/05)



次生林保留。(113/09/30)



大冠鷲(II)停棲點。(113/12/08)



施工中河道現況與保全之巨石。(113/12/08)

基礎保護工 2座



三處沉砂池位置。(114/01/23)

以上內容可依監造指示調整施做位置



節能減碳工法設計—工程碳排控管

工程提報階段

設定碳排上限

依不同工程類型之碳排係數核定
每件工程容許排放上限

$$\begin{aligned} & \text{核定金額 (萬元)} \div \text{修正物價指數} \times \text{工程類型 (tonCO}_2\text{e/萬元)} \times \text{減碳目標} \\ & 2233 \div 1.00 \times 0.6447 \times 0.95 \\ & = \text{碳排上限 } 1367.634 \text{ tonCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

設計規劃階段

採用低碳材料和工法

結合構造物單位碳排係數
檢核材料碳排量是否過量

施工 **運輸**
運用 **廢棄**
周延性 **有效性**

工程設計/竣工碳揭露

精算實際碳排放量

依明細表工項內容
精算實際工程排放量

$$\begin{aligned} & \text{(A) 已知碳排放量} - \text{排放係數法(依據ISO14067)} \\ & \quad \Sigma \text{活動數據} \times \text{碳排放係數} = \text{碳排放量} \\ & \text{(B) 未知碳排放量} - \text{經費推估法估算} \\ & \quad \text{未知金額(萬元)} \div 1.00 \times 0.6447 = \text{未知碳排放量} \\ & \quad = 6.99 \div 1.00 \times 0.6447 = 4.506 \text{ tonCO}_2\text{e} \\ & \text{(C) 不計碳排放量} \\ & \quad \text{(A) 已知碳排放量 } 1311.099 \\ & \quad + \text{(B) 未知碳排放量 } 4.506 \\ & \quad \text{精算碳排放量 } 1315.605 \text{ tonCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

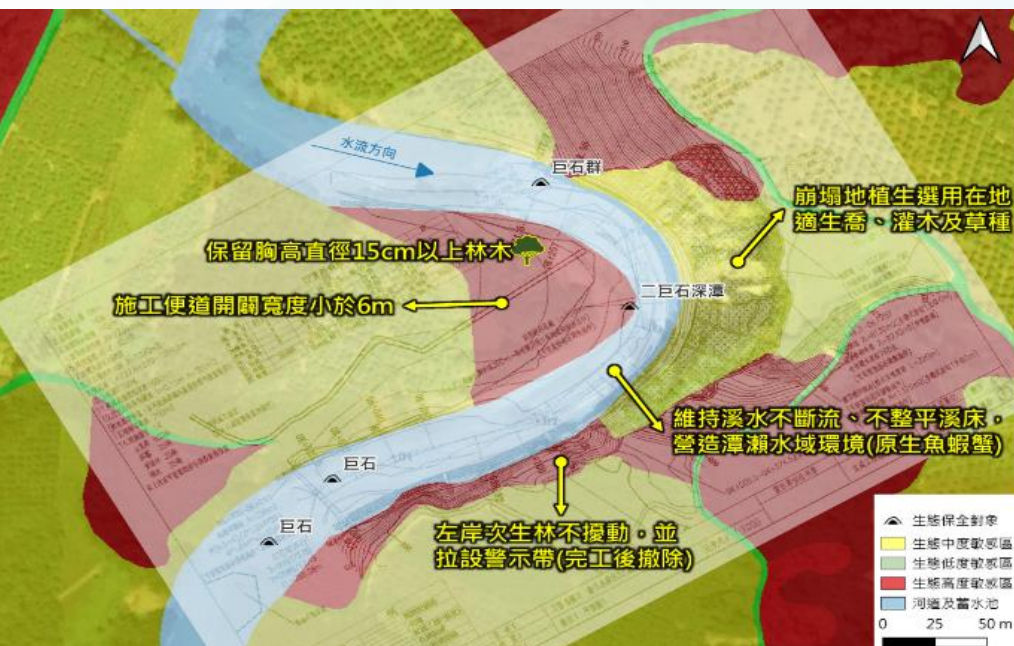
函文落實檢核碳管理

112/12/15農保育字第1121828726號函文各分署，113年起適用於工程預算書編製配合辦理，以利後續追蹤控管。

碳排放量檢核表

農業部農村發展及水土保持署 碳排放量檢核表(工程/竣工)	
工程名稱:	ARD5WC(20231201)區
工程編號:	
執行機關:分署()臺北()臺中()南投()臺南()臺東()花蓮()其他單位:	
上開限額:	(1)工程碳排放上限(tonCO ₂ e): 1367.634
精算工程核定明細表核定之碳排放量上限填列:	
(2)發包工程費(萬元):	1974.84
(3)已知碳排放係數工項的經費(萬元):	1967.85
(4)工程經費碳排放解算率(%):	99.65
工程經費碳排放解算率=已知碳排放係數工項的經費(萬元)/發包工程費(萬元)	
(5)解算率過低之原因說明:	
水土保持工程解算率<70%，請依照指引分類之工項重新分析計算碳排放量或請備案說明解算率過低之原因。	
(6)已知碳排放係數工項的碳排放量(tonCO ₂ e):	1311.099
請參考減碳指引，於工程實考系統中使用工項對應碳排放係數計算。	
(7)未知碳排放係數工項的碳排放量(tonCO ₂ e):	4.506
未知碳排放係數工項的碳排放量=未知碳排放工項的經費(萬元)/物質指數參數*類型碳排放係數	
(8)精算碳排放量(tonCO ₂ e):	1315.605
精算碳排放量=(6)已知碳排放量+(7)未知碳排放量	
(9)綠碳總量(tonCO ₂ e):	
■(1)工程碳排放上限(tonCO ₂ e)>(8)精算碳排放量(tonCO ₂ e)，此工程達標，核定通過。	
□(1)工程碳排放上限(tonCO ₂ e)<(8)精算碳排放量(tonCO ₂ e)，此工程不達標，進行超量處置。	
具體超量原因:	
處置建議:	
*預算階段超量可由減量、增進(循環、修、勢)方面加減；竣工階段超量則須提出後續做法。	
簽署	設計人員簽章

➤ 針對災害處治理，不擴大工程量體，減少工項運輸碳足跡



➤ 本工程碳排放量控管 **(達標)**

碳排上限
1367.634 tonCO₂e

>

精算碳排放量
1315.605 tonCO₂e

➤ 本工程減碳率

年度碳管控
5%

+

$$\begin{aligned} & \text{額外的減碳率} \\ & (1 - \frac{1315.605}{1367.634}) \times 100 = 3.80\% = 8.80\% \end{aligned}$$



節能減碳工法設計—全生命週期減碳評估

設計階段



● 節能減碳設計

- ✓ 餘方近運降低材料運輸碳排放量，促進現地資源再利用
- ✓ 施工便道與機具堆置場不新闢。



減少材料、運輸具碳排放量

施工階段



● 執行減量增匯

- ✓ 保留既有植被與既有河道大石，避免使用機具搬運與破碎石塊，減少機具碳排放量。



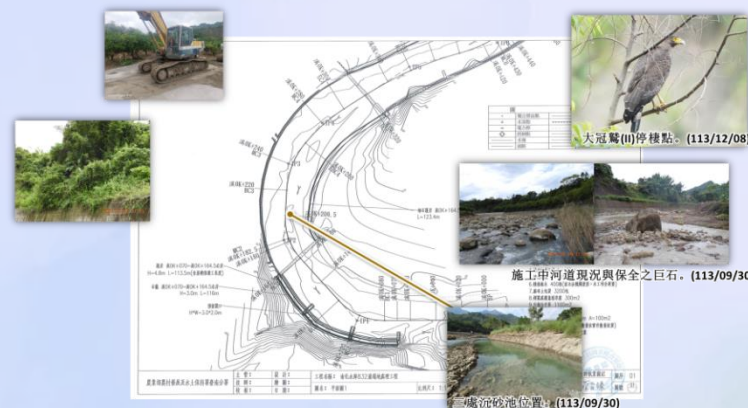
就地保留，有效減碳

運用階段



● 營運與維護

- ✓ 現地取苗，提高成活率，減少後續補植需求。
- ✓ 執行生態檢核擬具生態措施，縮小施工範圍。



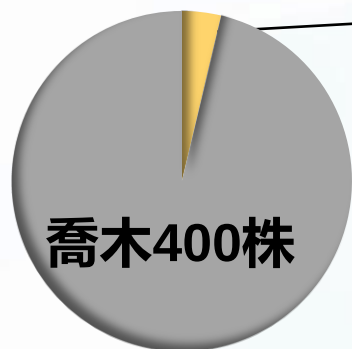
導入在地植生
降低養護資源投入



節能減碳工法設計—植生綠碳 (木本+草本)碳匯效益

固碳量

類別						儲存量(tCO2e)
草 本 植 物 1 1 0 0 m ²						9203
喬 木 4 0 0 株						239043
總 計						248246



草本植物

總固碳量

達**248.2**tCO₂

吸碳量

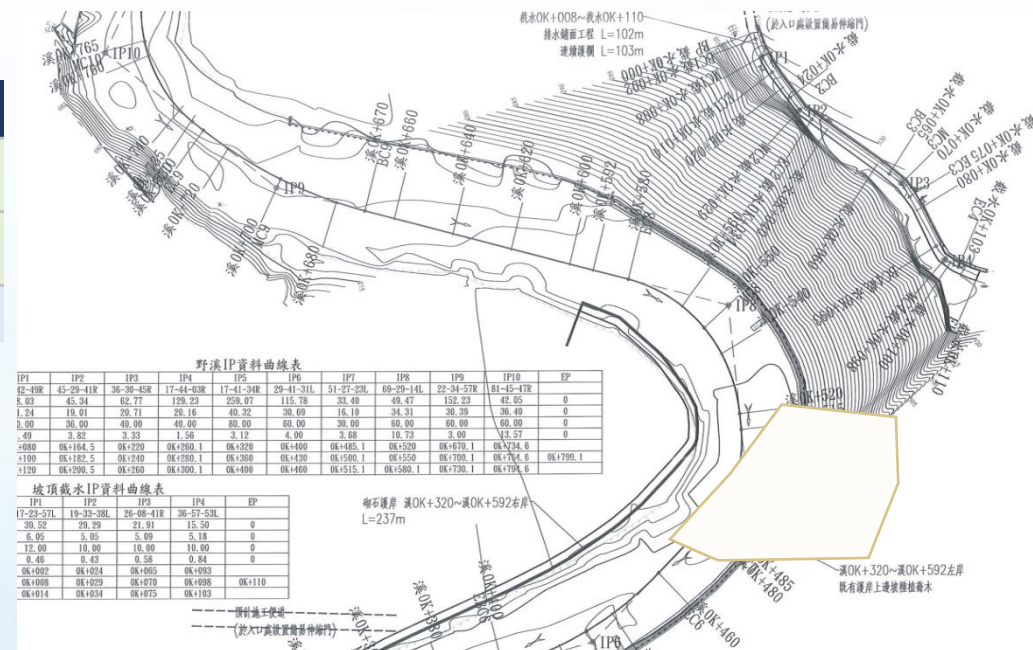
24.8公頃/年
森林吸碳量

碳排量

52.8人
年碳排

碳匯效益評估

綠碳造林範圍



- 本案總碳匯量248.2 tCO₂e，喬木所產生之**綠碳**為239 tCO₂e，佔整體碳匯96%；其餘為栽種草本植物所產生之**綠碳**。
- 此工程屬於水庫周邊崩塌地處理，額外種植數量眾多喬木，不僅增加水庫周邊**水土保持功能**，也增加**碳匯潛力**，後續可透過**森林經營**，協助復育當地苗木及維持新種植物健康增加碳匯。



肆

治理特色效益

- 蜿蜒河道薄殼曲線結構設計
- 線性治理防災工程精準放樣
- 泥岩河道流心調控穩定處理
- 道路上下邊坡保護及截排水
- 崩塌土石就地取材應用處理
- 水陸域兩棲生態廊道無阻隔
- 減緩土砂下移延長水庫年限



蜿蜒河道薄殼曲線結構設計

丹那絲颱風豪雨
排洪及護岸安全無虞



≡ 雙曲拋物面殼結構：

- 護岸曲線以卵形曲線形成扭曲曲面的結構，利用曲面來分散水流衝擊等載荷，提高凹岸護岸的穩定性。





■ 線性治理防災工程精準放樣(1/2)





線性治理防災工程精準放樣(2/2)

**適度採取用現場卵塊石
維持粗糙多孔隙河床質**





泥岩河道流心調控穩定處理





道路上下邊坡保護及截排水

坡頂截水 好安全





崩塌土石就地取材應用處理





水陸域兩棲生態廊道無阻隔(1/3)





水陸域兩棲生態廊道無阻隔(2/3)

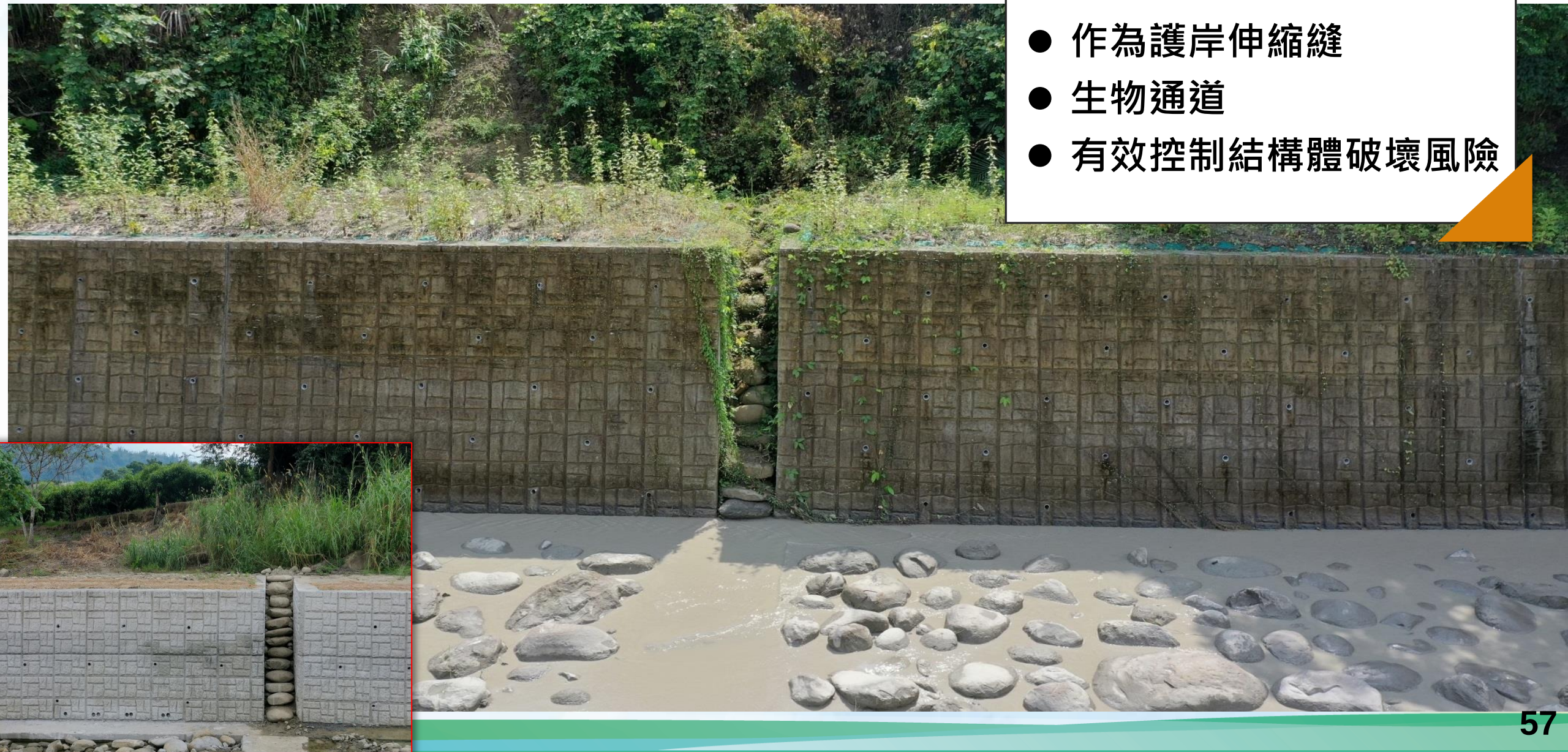




水陸域兩棲生態廊道無阻隔(3/3)

翼牆設計

- 作為護岸伸縮縫
- 生物通道
- 有效控制結構體破壞風險





減緩土砂下移延長水庫年限(1/2)

跨域合作 流域治理

- 上游源頭減砂與下游囚砂空間雙軌佈建。
- 系統性調控土砂，減砂入庫效益最大化。



114年土石流潛勢溪流圖

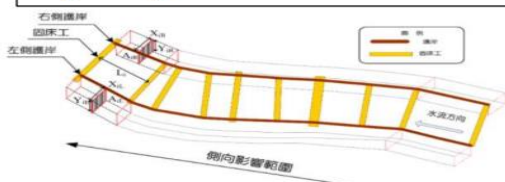


■ 減緩土砂下移延長水庫年限(2/2) **減砂治理，守庫關鍵防線**

保育減砂量計算

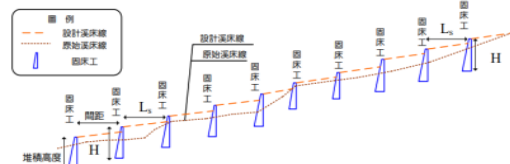
◆ 護岸

$$S_R = L_R \times 60.423 \times e^{0.504H_R}$$



◆ 固床工

$$S_S = 1.74 \times d_{50}^{-0.11} \times L_S \bar{B}$$



保育減砂量: **22.3 萬方**

H=3.5m混凝土護岸
1.7m石籠護坡

H=4.5m混凝土護岸

基礎保護工
(生物通道及伸縮縫)

- 穩定河道流心、減少河岸沖刷、穩定兩岸坡趾，**年保育減砂量達22.3萬方**
- 減砂入庫同時亦維護河川生態的穩定性，為守護健康集水區的願景邁出重要一步，奠定長期減砂策略的穩固基石

工程名稱	保育減砂量(萬立方公尺)			
	護岸	固床工	坡面潛在抑制量	總計
南化水庫832崩塌地處理工程	4.5	0.1	17.1	22.3

保全對象:南化水庫、南179線市道800公尺、農地126公頃

坡頂截水道路位移量監測



13處沉陷鋼釘位置圖

量測次數	第 1 次量測(基準值)		第 2 次量測(114 年 4 月 28 日)			第 3 次量測(114 年 6 月 15 日)			第 4 次量測(114 年 7 月 22 日)		
編號	TWD97-X	TWD97-Y	TWD97-X	TWD97-Y	水平距離 (cm)	TWD97-X	TWD97-Y	水平距離 (cm)	TWD97-X	TWD97-Y	水平距離 (cm)
pt0	209613.2	2565911.5	209613.2	2565911.5	0.09	209613.2	2565911.5	0.40	209613.2	2565911.5	0.63
pt1	209603.6	2565914.0	209603.6	2565914.0	0.04	209603.6	2565914.0	0.31	209603.6	2565914.0	0.44
pt2	209595.1	2565918.8	209595.1	2565918.8	0.32	209595.1	2565918.8	0.59	209595.1	2565918.8	0.59
pt3	209589.9	2565927.2	209589.9	2565927.2	0.37	209589.9	2565927.2	0.61	209589.9	2565927.2	0.60
pt4	209585.0	2565936.4	209585.0	2565936.4	0.08	209585.0	2565936.4	0.37	209585.0	2565936.4	0.83
pt5	209578.8	2565944.8	209578.8	2565944.8	0.15	209578.8	2565944.8	0.42	209578.8	2565944.8	0.39
pt6	209569.8	2565950.2	209569.8	2565950.2	0.10	209569.8	2565950.2	0.25	209569.8	2565950.2	0.60
pt7	209563.0	2565956.6	209563.0	2565956.6	0.03	209563.0	2565956.6	0.08	209563.0	2565956.6	0.08
pt8	209555.6	2565964.7	209555.6	2565964.7	0.03	209555.6	2565964.7	0.06	209555.6	2565964.7	0.15
pt9	209548.1	2565972.5	209548.1	2565972.5	0.10	209548.1	2565972.5	0.30	209548.1	2565972.5	0.61
pt10	209541.4	2565979.2	209541.4	2565979.2	0.01	209541.4	2565979.2	0.02	209541.4	2565979.2	0.49
pt11	209534.1	2565985.3	209534.1	2565985.3	0.11	209534.1	2565985.3	0.30	209534.1	2565985.3	0.33
pt12	209528.7	2565993.5	209528.7	2565993.5	0.15	209528.7	2565993.5	0.36	209528.7	2565993.6	0.61

4次量測結果如表，各點位移量約在0.01~0.75cm

VBS-RTK (虛擬基準站即時動態定位) 平面精度約2cm

4次道路位移量皆在儀器容許誤差範圍內將持續監測



關山雨量站

三日最大暴雨累積雨量**2,012mm**
超過100年重限期距**1,992mm**

■ 颱風豪雨後工程巡檢

砌石護岸



下游流況



上游流況



114.08.03

構造物良好

安全無虞



報告完畢
敬請指教

工期說明

契約金額	15,808 仟元	履約期限	開工日期: 113/03/26
結算金額	17,049 仟元		契約工期: 361日曆天(含雨天不計工期) 完工日期: 114/03/20(無逾期)

1. 因雨展延: 113. 5. 26~5. 30(5天); 6. 2~6. 15(14天); 6. 27~6. 28, 7. 6~7. 9(6天) ;
7. 13~7. 17, 7. 21~7. 27(11天); 8. 5~8. 8, 8. 11~8. 20(12天); 9. 5~9. 10,
9. 21~9. 23(9天)合計57天

2. 因雨;地震;春節展延:

113. 12. 27, 12. 28, 114. 1. 1~1. 4, 1. 14~1. 16, 1. 18~1. 20(雨天展延12天)

114. 1. 21~1. 27(大埔地震), 114. 2. 1~2. 3(餘震)(6天)

114. 01. 25~2. 2(春節8天)合計25天

3. 2次變更設計: a. 契約經費增加19天; b. 變更審查無可施作工項20天合計39天

合計121天(原契約工期240日曆天)



薄殼曲線結構：柱面薄殼、圓頂薄殼、雙曲扁殼、**雙曲拋物面殼**

雙曲拋物面殼：一種具有扭曲曲面的結構，其與水平面相交的曲線為雙曲線，因其結構穩定、易於施工且適應性強而廣泛應用於建築設計中。

優點：

節省材料：由於其薄厚特性，可以大幅減少材料用量，節省成本。

結構穩定：利用曲面來分散載荷，具有良好的穩定性。

設計靈活性：符合泥岩蜿蜒且為S行彎道流路需求。



雙曲拋物面殼





0728豪雨後工程巡檢

114.08.05

坡頂截水



下游段現況



砌石護岸



上游段現況



下游段現況



混凝土護岸+石籠護坡

