

塊石現地材料去化應用-花蓮縣和中地區復建案例



花蓮分局 梁家齊 報告

106年12月19日

簡報綱要

壹、災後現況調查

貳、致災原因分析

參、緊急處理與復建工程

肆、7:3塊石混凝土防砂壩

伍、治理效益評估

陸、結語

1



3



4



5



野溪災後現況調查



7



8



10



11





房屋遭土石掩埋情形



房屋遭土石掩埋情形



聚落上游仍有大量土石



聚落上游仍有大量土石



聚落上游仍有大量土石



溪谷上游之大量土石



統一企業

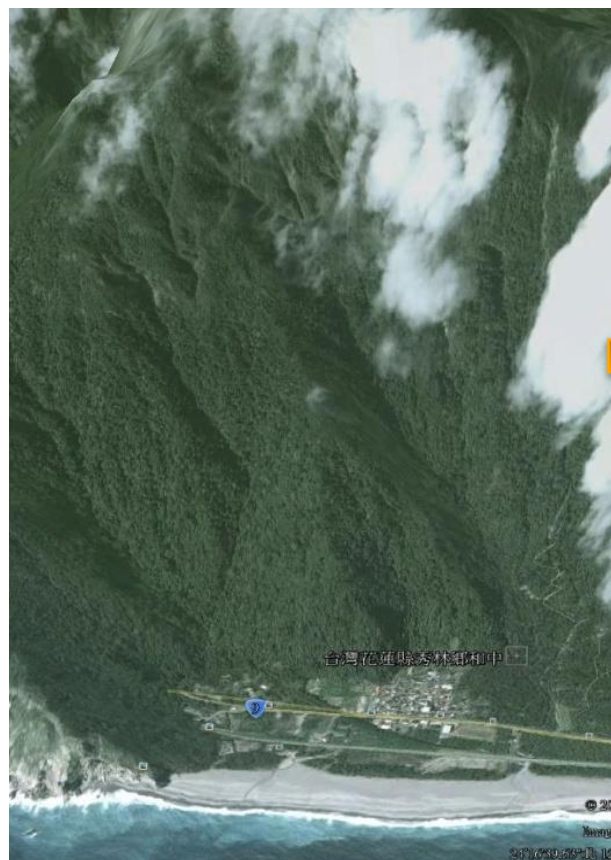
2

半

國軍協助清除民宅土石

現況調查與分析

和中地區災後集水區環境變異分析



2012.02.10災前



2012.08.02災後



和中北側野溪
集水區面積：357.0ha
蘇拉颱風後崩塌面積：22.6ha
蘇拉颱風後崩塌體積：110萬^m₃
崩塌率：6.33%

致災原因分析

秀林鄉和中部落災因分析



上游崩積土砂下移

上游崩積
土砂

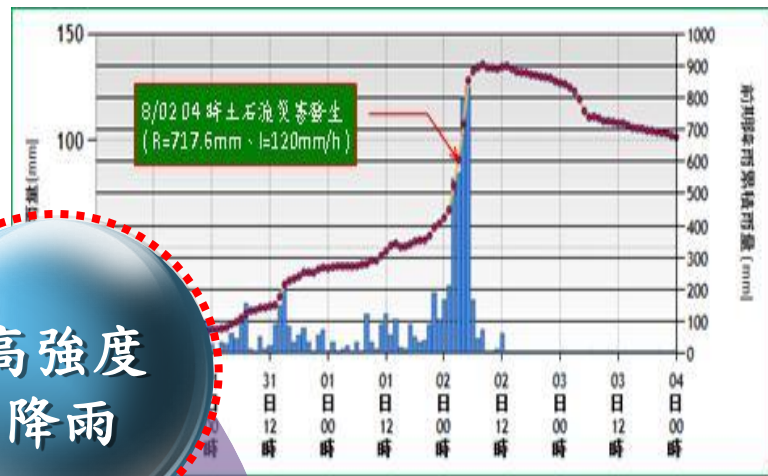


公路箱涵阻塞

道路通水
斷面不足

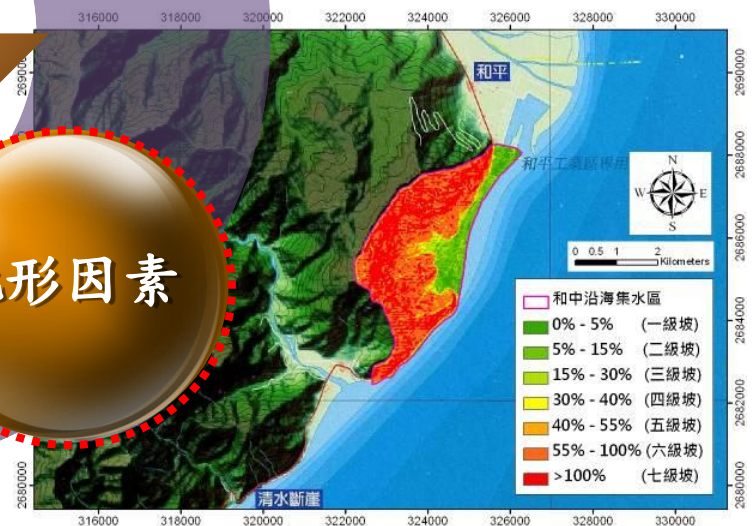
土砂災害
原因分析

高強度
降雨



3日雨量超過200年頻率

地形因素



地勢低窪流路轉向

相片來源：
水保局提供遙測影像



泥砂產量調查

坡面沖蝕泥砂生產量

單場降雨沖蝕量評估方式主要採用修正土壤沖蝕公式(Modified Universal Soil Loss Equation, MUSLE)

$$V_s = 11.8(V_{eff} \cdot Q_p)^{0.56} \cdot K \cdot C \cdot P \cdot L \cdot S_a$$

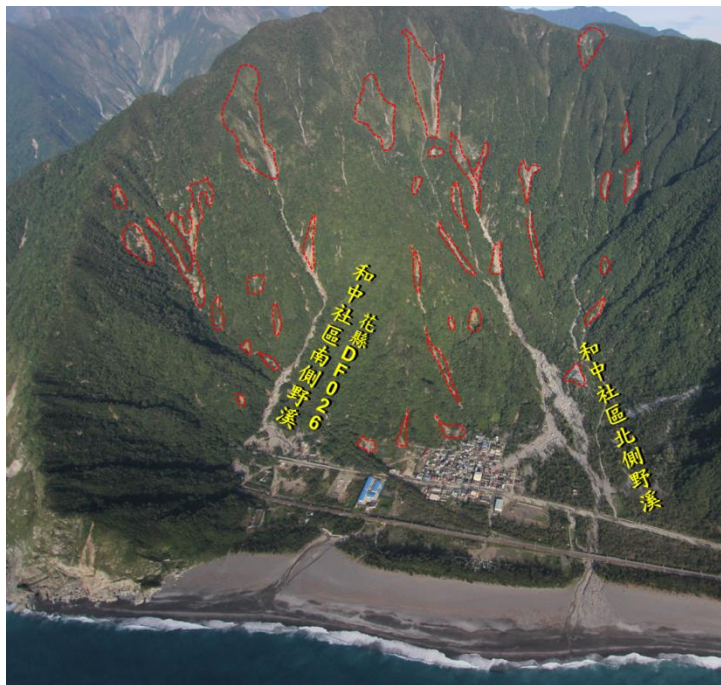
參數 \ 治理分區名稱	和中北側野溪 (花縣DF166)
土壤沖蝕指數 (Km)	0.0381
坡長因子(L)	3.68
坡度因子(S)	15.82
覆蓋與管理因子(C)	0.05
水土保持處理因子 (P)	1
有效降雨量 $V_{eff}(m^3)$	4,416,552
洪峰流量 $Q_p(cms)$	102.24
土壤沖蝕重量 $V_s(ton)$	91,953
土壤沖蝕體積 $V_s(m^3)$	61,302
平均土壤沖蝕厚度 (mm)	17.17

泥砂產量調查

坡地崩塌泥砂生產量

坡地崩塌泥砂生產量，採用崩塌平均厚度及崩塌地面積之估計方法 $V_l = D \times A_l$
崩塌平均厚度經驗值則以國家災害科技研究中心及Khazai and Sitar (歐陽元淳，2003) 提出之方法之平均值計算之

野溪名稱	崩塌量體(m ³)
和中北側野溪 (花縣DF166)	1,108,800



坡度(度)	崩塌厚度(m)	崩塌面積(m ²)	崩塌量體(m ³)
30~40	2.75	132,573	364,576
30~40	2.75	61,473	169,050
<30	3.5	8,987	31,454
<30	3.5	14,763	51,671
<30	3.5	15,711	54,989
<30	3.5	15,393	53,876
<30	3.5	70,899	248,148
<30	3.5	38,582	135,037
合計		225,808	1,108,800

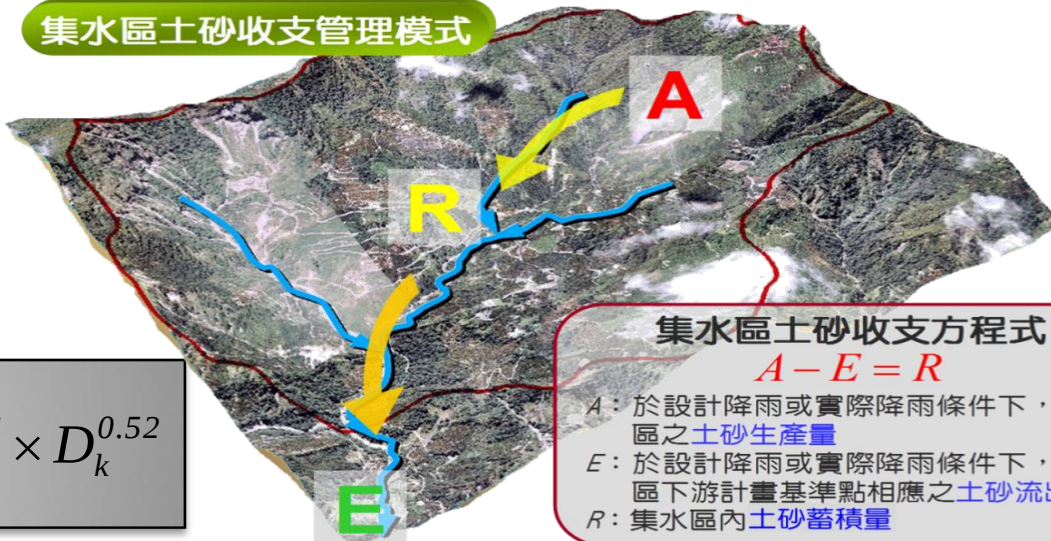
土石流潛勢溪流分析

土石流之潛勢評估---上游暫存料源發展潛勢

本計畫採用陳樹群等(1999)
以台灣地區實測資料所推估
之SDR經驗公式

$$SDR(\%) = 36.97 \times \left(\frac{W}{2\sqrt{S}} \right)^{-0.46} \times D_k^{0.52}$$

集水區土砂收支管理模式



集水區土砂收支方程式

$$A - E = R$$

A：於設計降雨或實際降雨條件下，集水區之土砂生產量

E：於設計降雨或實際降雨條件下，集水區下游計畫基準點相應之土砂流出量

R：集水區內土砂蓄積量

(單位：萬 m^3)

集水區	設計土砂生產量		已輸出之土方量 (溢流點以下之堆積量)	暫存於集水區 上游土方量 (溢流點以上暫存量)
	崩塌量	土壤沖蝕量		
代號	a	b	c	d
推求方式	---	---	$(a+b) \times SDR$	$(a+b)-c$
和中北側野溪	110.88	6.13	69.01	48.00

土石流潛勢溪流分析

土石流流出量推估

參考「台灣地區土石流土砂流出量之迴歸公式」（2001，成功大學）之土石流流出量公式進行計算。本計畫採用土石流土砂流出量不被超過機率為90%之公式為主。

土砂流出量 不被超過機率	迴歸方程式 ($A: km^2, V: m^3$)
70%	$\nabla_{70} = 48930A^{0.56}$
80%	$\nabla_{80} = 81452A^{0.56}$
90%	$\nabla_{90} = 120418A^{0.56}$
95%	$\nabla_{95} = 304878A^{0.56}$
99%	$\nabla_{99} = 511369A^{0.56}$

集水區	集水區 面積 (km^2)	土石流土砂 流出量(V_{90}) ($萬m^3$)	暫存於集水區上游 土方量(溢流點以 上暫存量)($萬m^3$)	設計泥砂流 出量($萬m^3$)	規劃防砂量 ($萬m^3$)	
和中北側野溪 (花縣DF166)	3.57	24.56	48.00	24.56	24.72	足夠

秀林鄉和中部落緊急處理

■和中部落北側野溪：

- ①構築導流土堤阻擋土石：8月30日完成。
- ②開挖深槽斷面導引水流：9月7日完成。
- ③太空包堆置：8月22日完成。

<共清疏了約47,000立方公尺的土方量>



秀林鄉和中部落復建工程

■北側野溪復建策略：

依土石流流動特性進行治理規劃：

- ①施作防砂壩，攔阻上游土石。
- ②施設沉砂設施，作為蓄容土石空間，避免公路橋梁及下游排水遭土石堵塞。
- ③施設導流堤導正流心，構築成大型堤防。
- ④銜接公路局橋樑。



和中部落北側復建工程明細表

編號	工程名稱	經費 (仟元)	工程內容
1	和中部落北側野溪上游土石防治工程	42,000	1.防砂壩1座:150M 2.靜水池1座
2	和中部落北側野溪整流工程	20,000	1.跌水工尾檻1座 2.野溪整流300M 3.堤尾工1座
3	和中部落北側防護工程	20,000	1.護岸357M 2.格樑護坡2747M ² 3.排水溝332M
4	和中部落北側野溪加強工程	10,000	1.固床工1座 2.護岸150公尺 3.防砂設施約1座

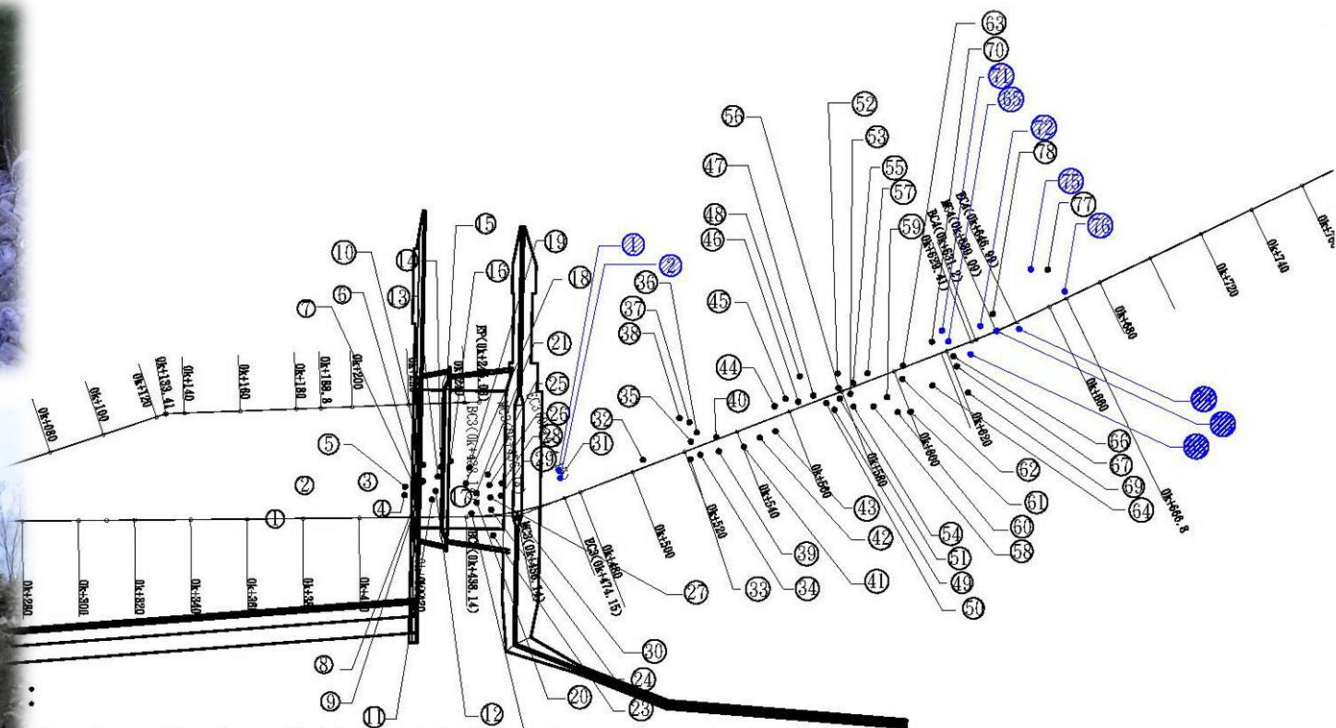


上游防砂壩可攔阻土石約14.18萬M³
下游空間可沉砂約10.54萬M³。

治理對策

巨石處理

- ✓ 原有巨石阻礙排洪。
- ✓ 巨石裂解處理。
- ✓ 有效解決巨石負面影響，去化石材，作為施工材料使用。



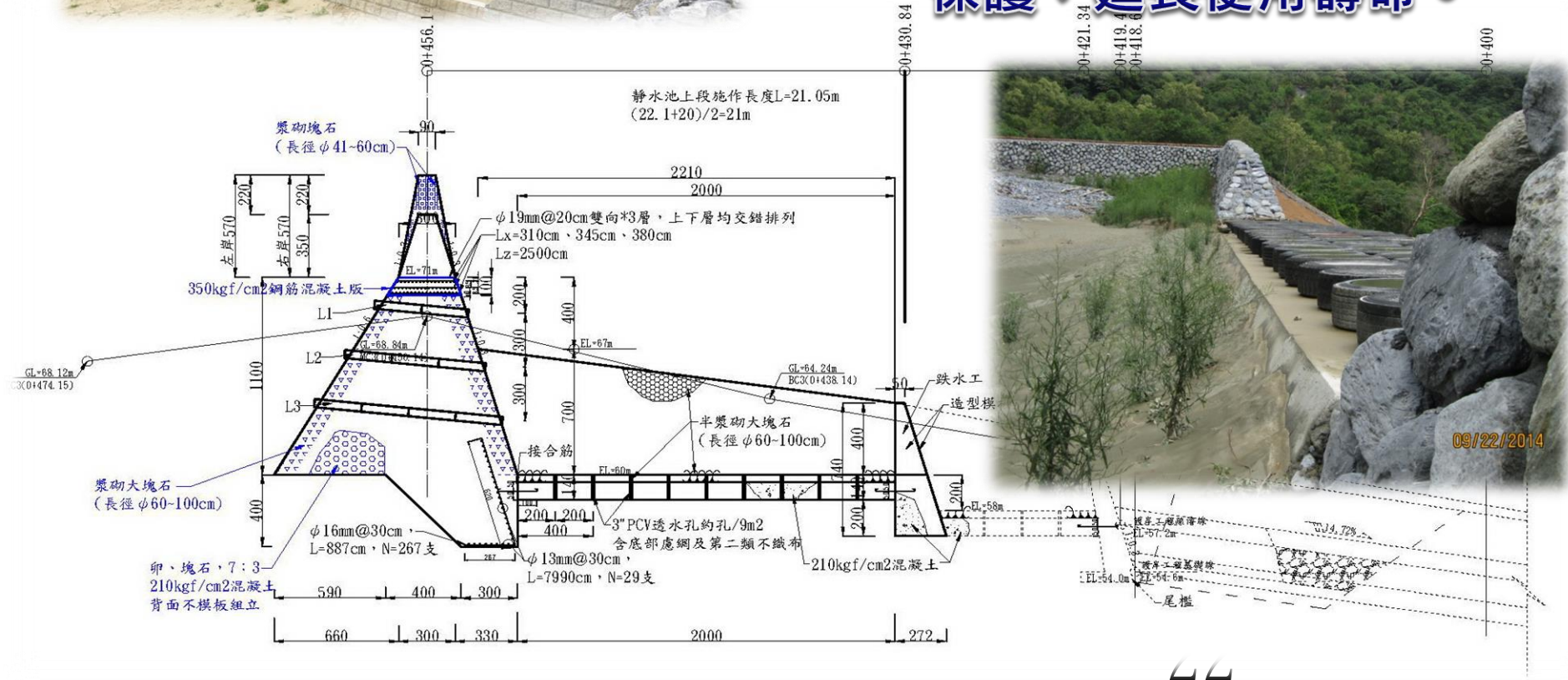
1. 巨石處理之長徑需 $\leq 1.2\text{m}$
2. 各巨石詳細位置詳巨(塊)石處理統計表

治理對策

防砂壩



- ✓ 就地取材，裂解巨石，壩面採砌石工法。
- ✓ 壩體採用7：3塊石混凝土工法，節能減碳，減少混凝土使用量。
- ✓ 溢洪口磨耗層以350kg/cm²混凝土構築，並設置廢輪胎保護，延長使用壽命。



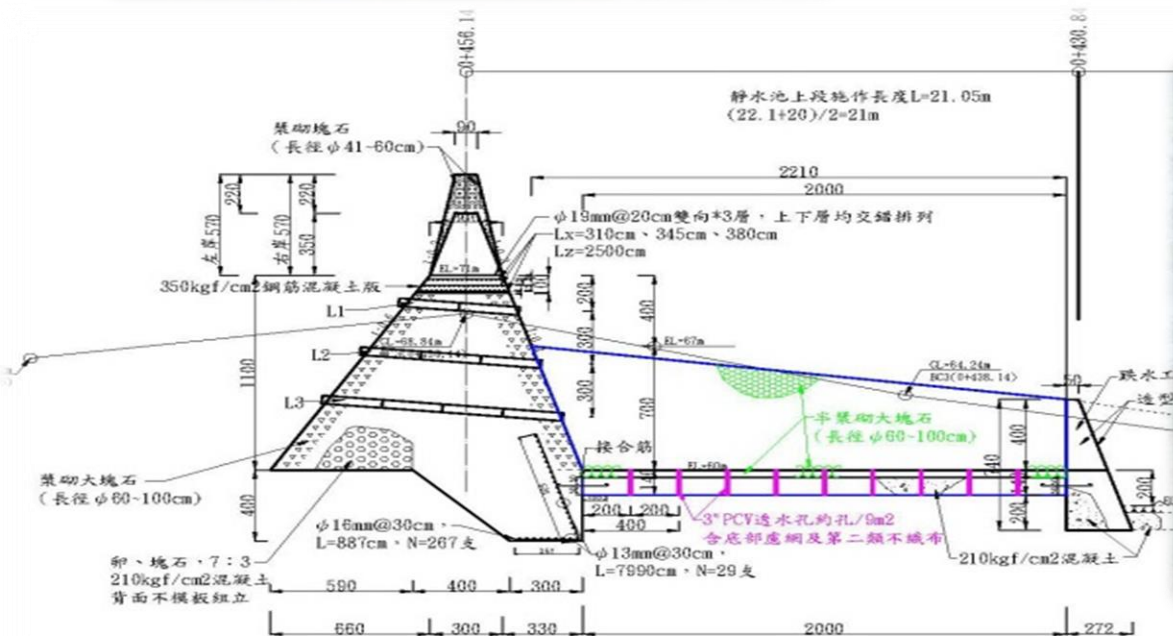
09/22/2014

治理對策

沉砂靜水池



- ✓ 防砂壩下方施設沉砂靜水池，緩衝水流土砂，減消能量，沉積部分土砂。
- ✓ 就地取材，採半漿砌石工法，減少混凝土使用量。
- ✓ 靜水池底版以豎排塊石施工，並埋設透水管釋壓。

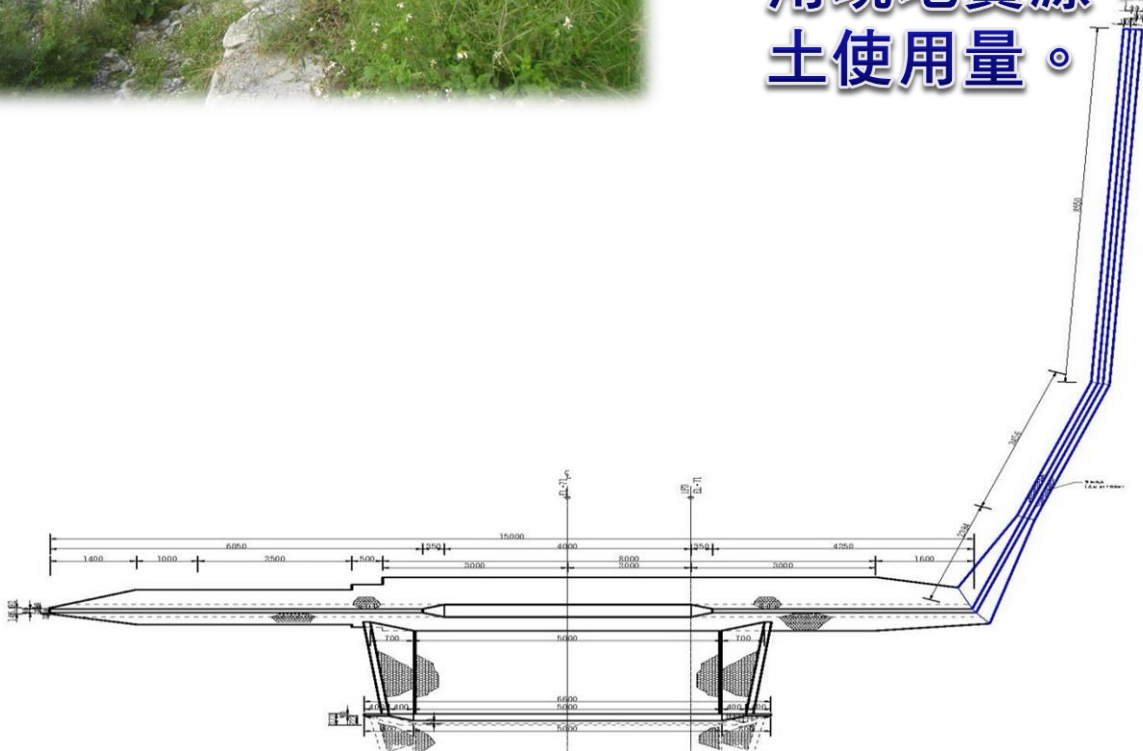


治理對策

左岸低窪壩體無法嵌入岸坡



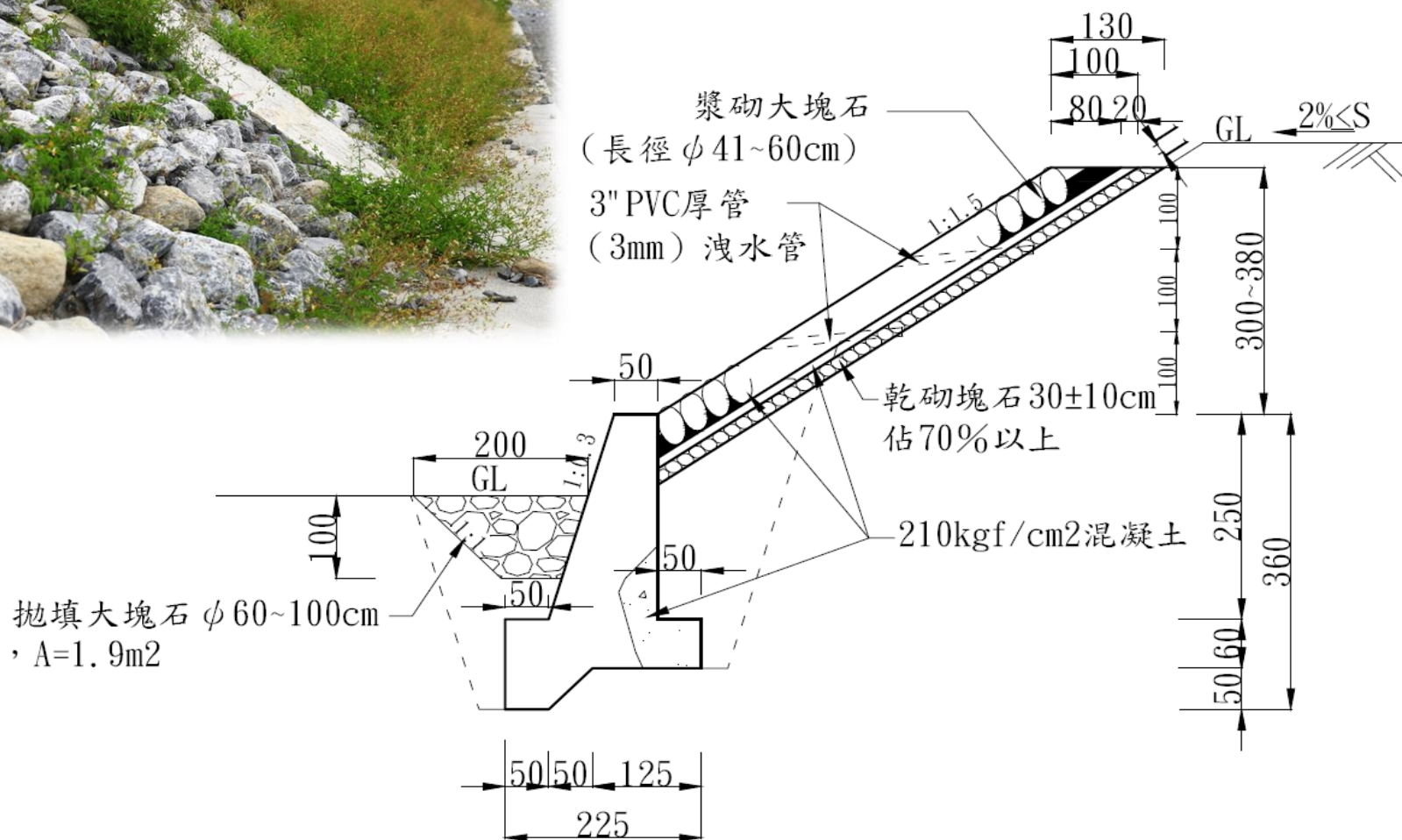
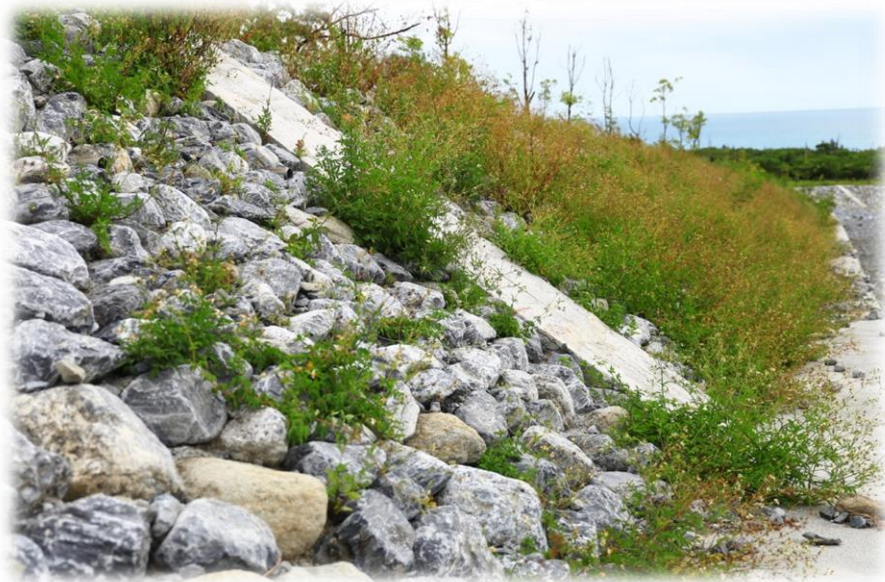
- ✓ 壩翼設計彎折延伸。
- ✓ 兼顧導流及匯集支流量之功效。
- ✓ 堤面採漿砌塊石方式施工，使用現地石材。
- ✓ 採用7：3塊石混凝土工法，充分利用現地資源，節能減碳，減少混凝土使用量。



治理對策

砌石護岸

- ✓ 親水面採漿砌塊石型式，堤後規劃為型框格樑，在框內填充植生土袋包。
- ✓ 就地取材，採半漿砌石工法，減少混凝土使用量。



7:3塊石混凝土防砂壩(1)

- (1)在壩趾處施作高4公尺的PC層(210kgf/cm²)，PC層內分段澆注須設置2道(寬50公分*深20公分)凹槽作為止滑榫，凹槽中心距為150公分。
- (2)壩趾施作完成後接續施作壩體，在壩體基礎開挖整平後，先行澆注厚度30公分的混凝土(210kgf/cm²)，同時在壩體上、下游面施做漿砌塊石，作為模板材料使用。



壩趾止滑榫



壩體上、下游面施做漿砌塊石

7:3塊石混凝土防砂壩(2)

- (3)之後每一階段壩體升層，同樣配合在壩體上、下游面施做漿砌塊石，俟上、下游面漿砌塊石組立穩固後，再給予**投排塊石**及澆置、搗實混凝土，由下往上**分層施作**。每層混凝土澆置高度以**30~50公分**為原則，塊石採人工配合機械施作，投入時應輕放避免上、下游面漿砌塊石位移，並逐層施作至設計高度。
- (4)施工至溢洪口**RC版**下**20公分**為**停止線**（不含翼牆部份），停止線上不得再投排塊石，需全面澆注混凝土，直到高程達到RC版底部，之後再施作厚度為**1公尺**(350kgf/cm²)的**RC版**。



壩體投排塊石



壩體分層澆注

水土保持工程效益評估

防砂效益

緊急清疏量體+直接攔砂量+預留儲砂空間=29.42萬立方公尺。

鐵、公路保護效益

保護本區段之台9線及北迴鐵路。

保護人民生命財產

約102餘戶，降低聚落居住安全風險。

其它效益

增加土地利用效益、水源涵養效益、保護地上物及觀光效益等...



■ 集水區土砂整治率

子集水區	總泥砂生產量 (m ³)	防砂量 (m ³)	土砂整治率 (%)
和中北側野溪	1, 117, 100	294, 165	25. 14

和中部落北側野溪復建各工程減碳統計表

工程名稱	混凝土減量 (m ³)	碳排放量 (KgCO ₂ e)	鋼筋減量 (t)	碳排放量 (KgCO ₂ e)	合計減少碳排放量 (KgCO ₂ e)
北側野溪上游土石防治工程	10,452.5	1,556,899.9	46.35	42,642.0	1,599,541.9
北側野溪整流工程	4,301.0	640,634.0	53.67	49,376.4	690,010.4
北側防護工程	6,960.0	1,036,692.0	81.67	75,136.4	1,111,828.4
北側野溪加強工程	2,855.0	425,252.3	18.61	17,121.2	442,373.5
合計	24,568.5	3,659,478.2	200.30	184,276.0	3,843,754.2

節能效益

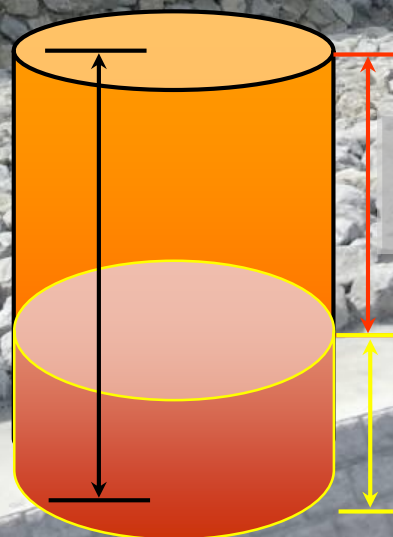
節能減碳—混凝土

減碳量

= 3,659,478 Kg CO₂

混凝土減量

減少混凝土用量約24,569M³



減量
3,659 ton



優質、效率、團隊

報告完畢
敬請指教