



中文大學  
The Chinese University of Hong Kong

# 歡 迎

## 行政院農業委員會

### 優良農業建設工程獎評鑑小組

# 蒞 臨 指 導

治山防災類實地評審

優良農建實地評審

2021.12.23

# 阿里山林業鐵路第一分道周邊 護坡加強及排水改善工程



阿里山林業鐵路  
Alishan Forest Railway

簡報人：連祥益 技正



# 工作團隊

## 主辦單位

林務局  
阿里山林業鐵路及  
文化資產管理處



## 設計監造

兆豐工程  
技術顧問  
股份有限公司



## 施工廠商

誠展營造  
有限公司



## 生態團隊

漢林生態顧問  
有限公司



# ■ 簡報大綱

01. 計畫緣起
02. 工程內容
03. 規劃設計
04. 特色與效益
05. 工程品質三級管理特色
06. 其他要項

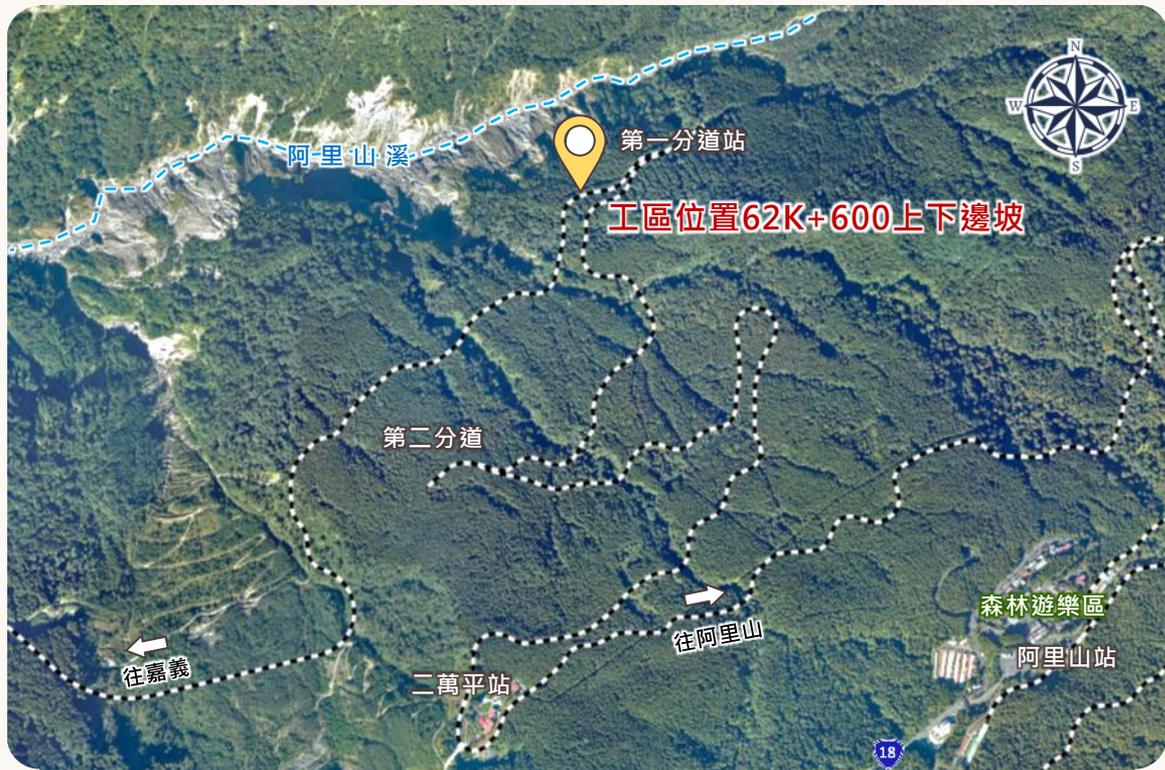


1

# 計畫緣起



# 第一分道地理區位



## 緣起

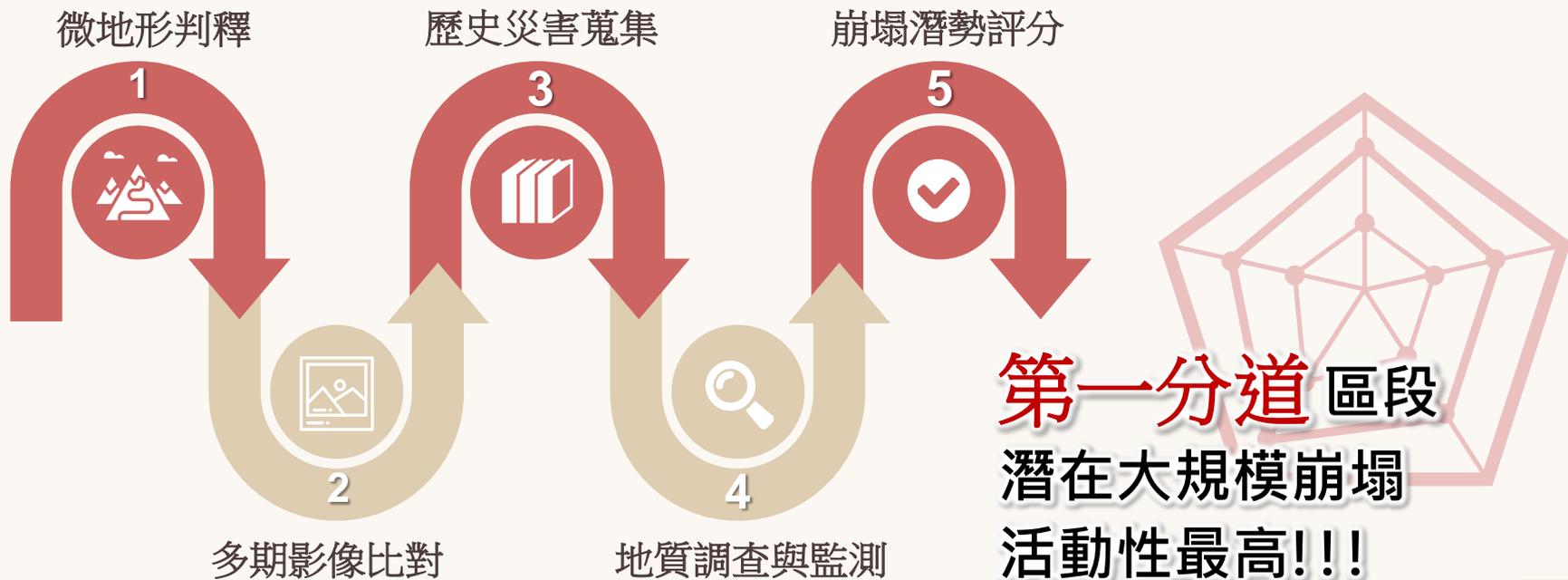
- ▶ 98年莫拉克風災造成林鐵全線421處災害而停駛，歷經6年修護，原預定104年底全線通車，無奈受杜鵑颱風侵襲，使42號隧道上邊坡發生超過10萬 $m^3$ 的土石崩落，導致路基流失達55m，造成中斷至今。



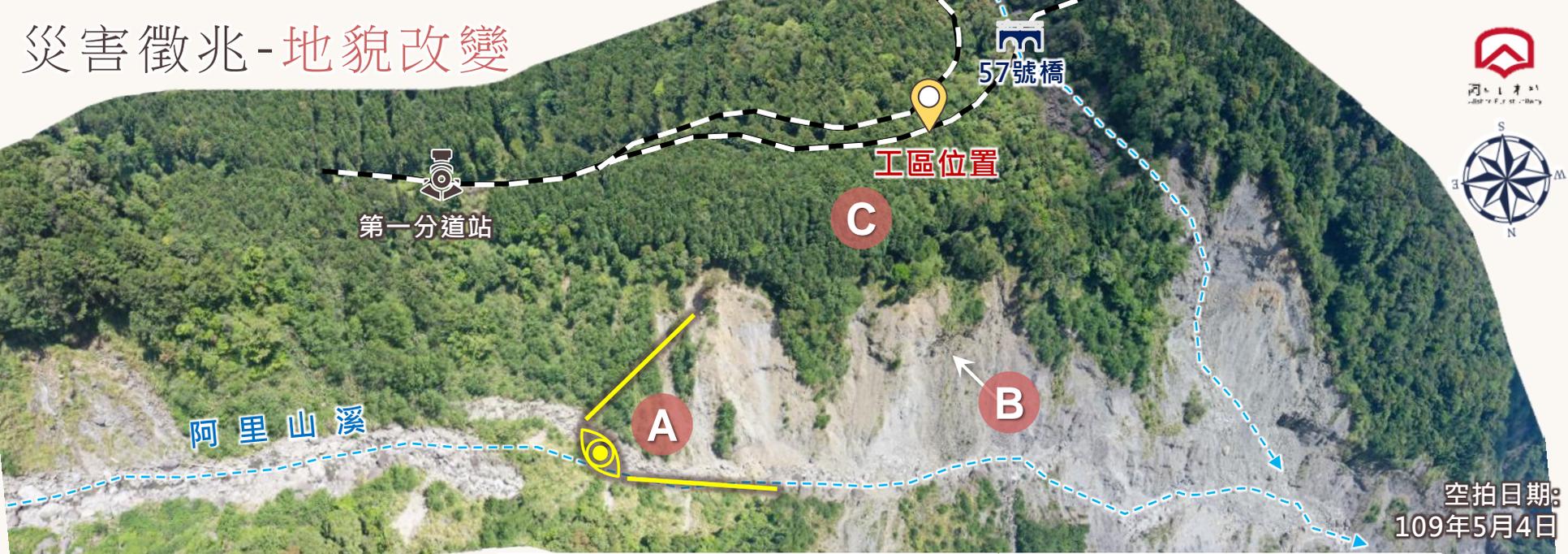
42號隧道杜鵑颱風災後空拍

# 緣起

啟動**林鐵全線**大規模崩塌發生度與活動性調查。



# 災害徵兆-地貌改變



下邊坡崩塌，坡面裸露



順向坡岩層見光，坡面滲水



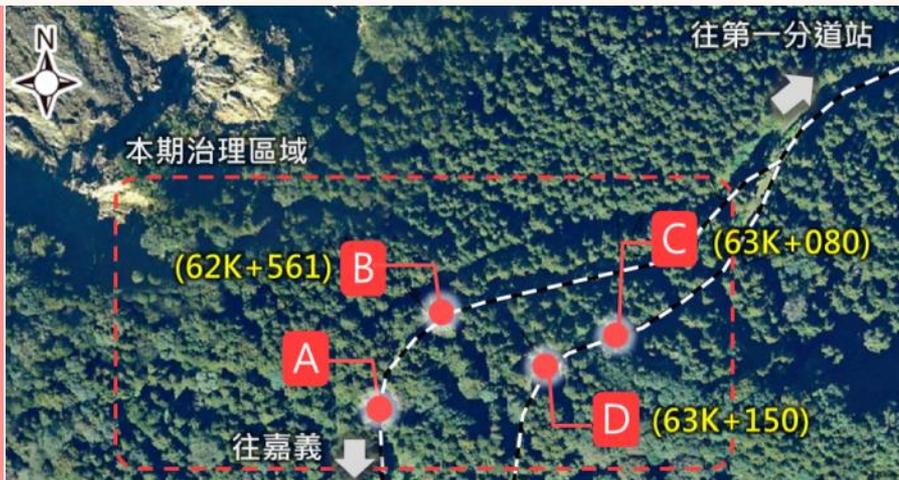
林木大範圍向上邊坡傾斜，地滑跡象

# 災害徵兆－臨軌破壞情形

經年累月的邊坡滑移使臨軌結構物受損，  
危及軌道行駛安全。

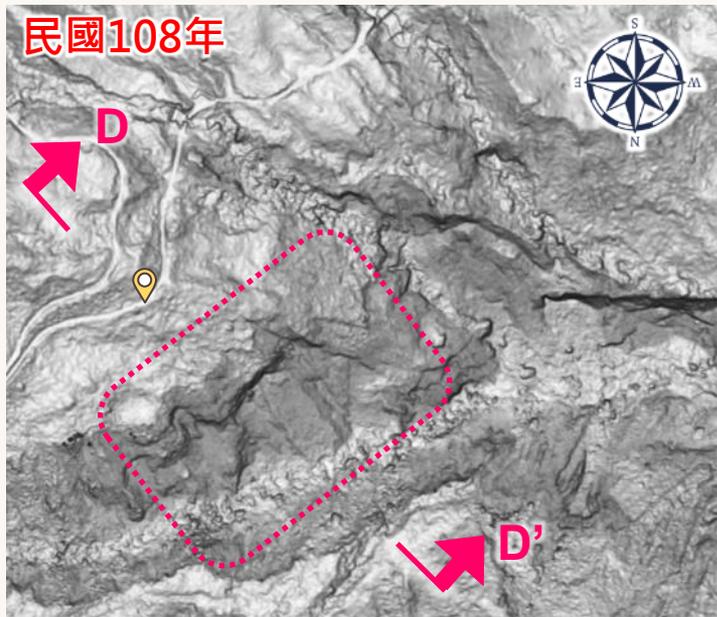


臨軌構造損壞位置

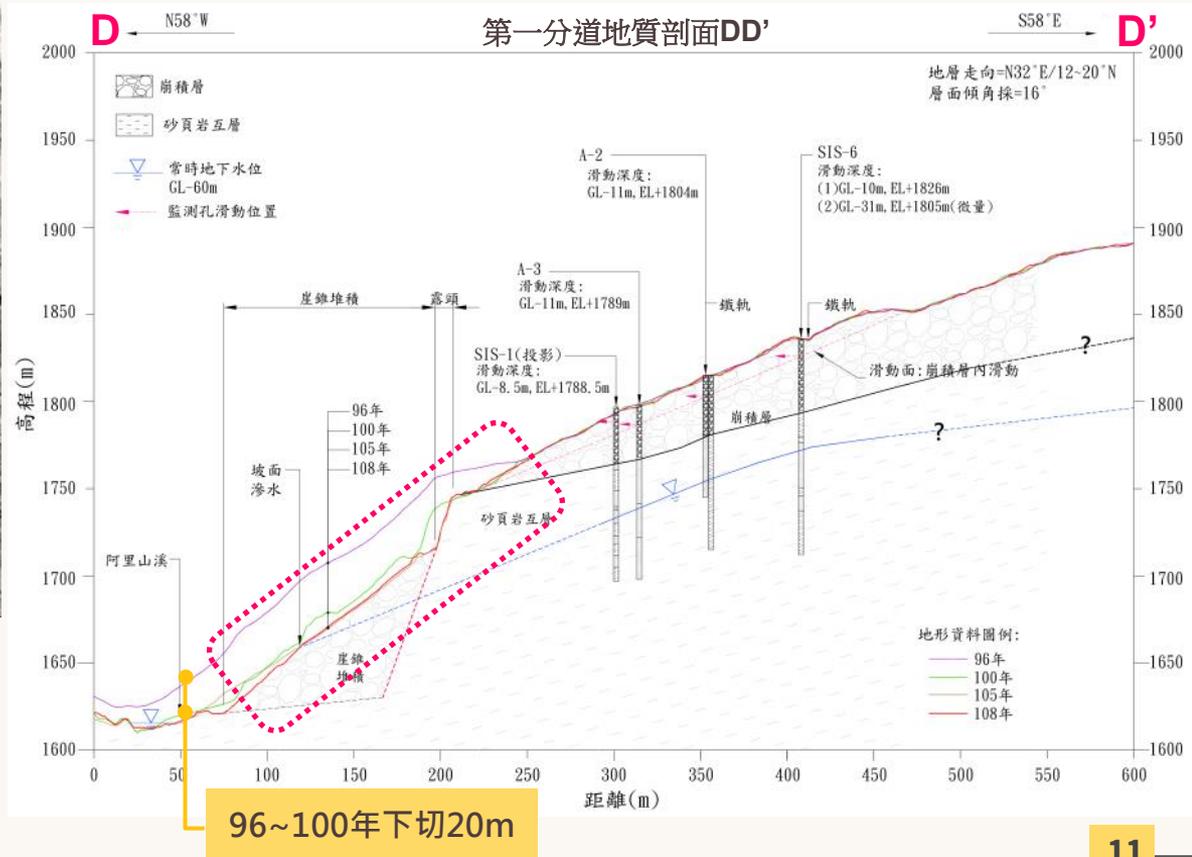


# 災因分析-歷年地形變化

民國108年



- 第一分道周邊屬於順向坡，莫拉克風災後，阿里山溪溪床下切20m，且坡趾處逐年受沖刷，坡面持續崩塌、崩崖後退，導致下邊坡支撐力不足，林鐵設施移位、下陷。



莫拉克風災(4日累積雨量3049mm)

# 歷年監測 (1 / 2)

**103年**

## 莫拉克後變異

- 巡查第一分道周邊，發現地表發生邊坡滑移跡象
- 安裝測傾管3處進行監測 (A1~A3)

**105年**

## 提高監測密度

- 初步調查發現滑動面深度較深，恐為大規模崩塌
- 增設測傾管4處 (C1~C4)、水位井3處 (W1~W3)

**110年**

## 第一期工程竣工

- (本案)第一分道周邊護坡加強及排水改善工程竣工
- 二期工程方案設計

**104年**

## 擴大監測範圍

- 施作62K+600上邊坡預力地錨進行補強
- 增設測傾管6處補充調查 (SIS-1~SIS-6)

**108年**

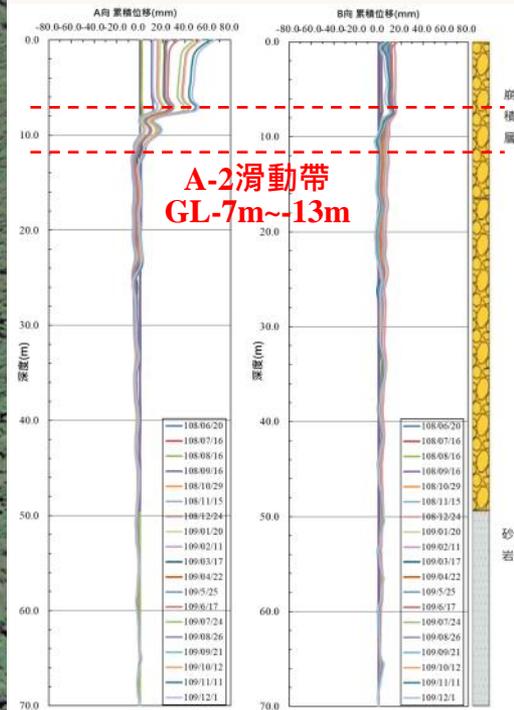
## 治理方案研擬

- 持續監測並研擬分期分區整體治理方案
- 測傾管變位過大斷管者，改為安裝TDR地滑計 (C2、C3、SIS-5)

# 歷年監測 (2/2)



## 本期治理區監測點A-2

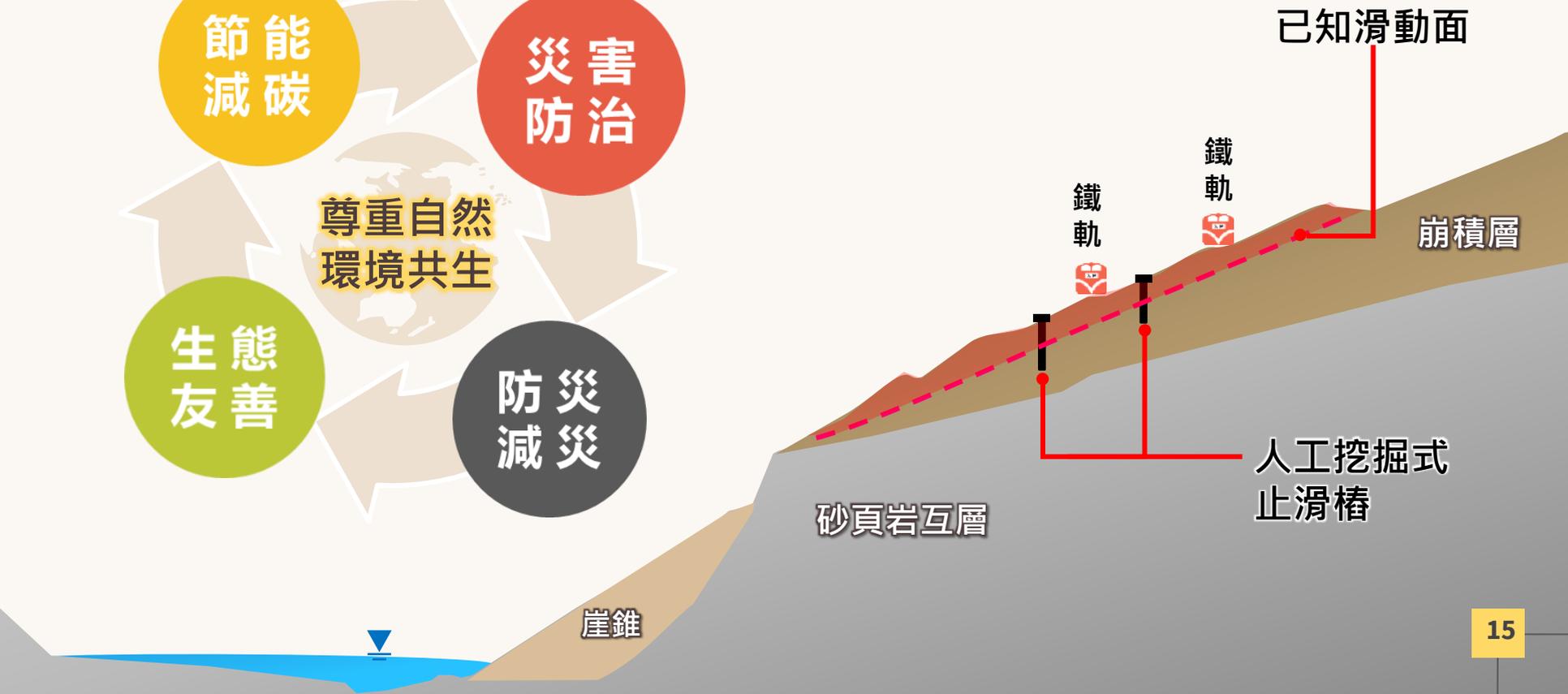


2

## 工程內容



# ■ 規劃理念

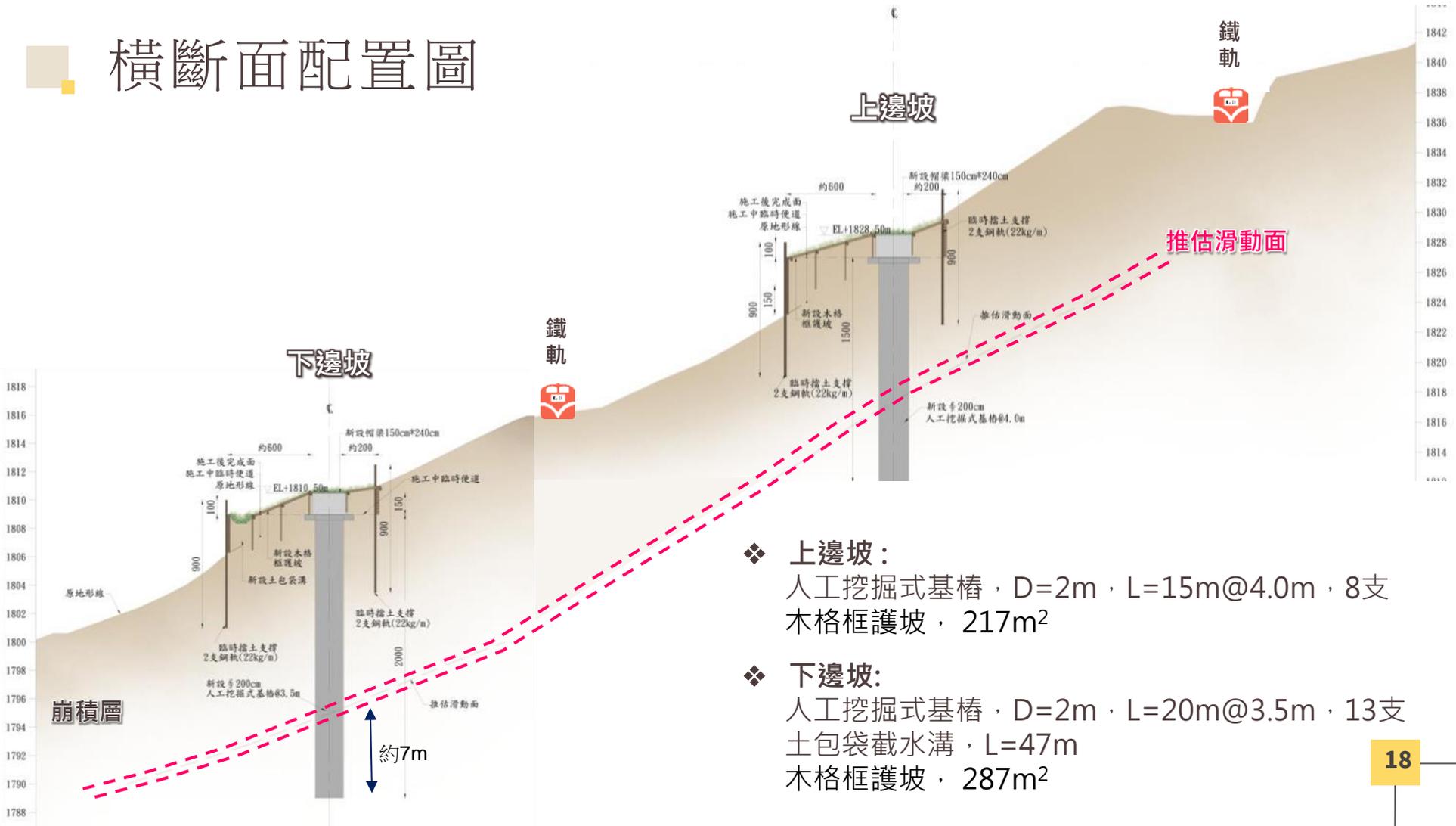


# 工程內容

工程名稱	阿里山林業鐵路第一分道周邊護坡加強及排水改善工程	
契約金額	4,078 萬元	
工程期限	390日曆天	
開工日期	109年05月20日	
預定完工日期	110年06月13日	 <b>如期如質 完工!!!!</b>
實際完工日期	110年06月09日	
工程內容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人工挖掘式基樁，D=2m，L=20m@3.5m，13支</li> <li>2. 人工挖掘式基樁，D=2m，L=15m@4.0m，8支</li> <li>3. 帽梁1.5m*2.4m，L=74.8m</li> <li>4. 土包袋截水溝，L=47m</li> <li>5. 土包袋匯流井，1座</li> <li>6. HDPE排水管，L=49.5m</li> <li>7. 土包袋護坡，L=74.8m</li> <li>8. 既有結構物裂縫修補</li> <li>9. 地中傾斜管，2處</li> <li>10. 木格框護坡，504m<sup>2</sup></li> </ol>	



# 橫斷面配置圖



- ❖ 上邊坡：  
人工挖掘式基樁，D=2m，L=15m@4.0m，8支  
木格框護坡，217m<sup>2</sup>
- ❖ 下邊坡：  
人工挖掘式基樁，D=2m，L=20m@3.5m，13支  
土包袋截水溝，L=47m  
木格框護坡，287m<sup>2</sup>

3

規劃設計



## 工法選擇(1/2)

### ✘ 擋土牆

➤ 滑動面於GL-7~13m，淺層坡面保護工程效益不彰

### ✘ 預力地錨

➤ 崩積層厚達40m，於坡腳處須鑽設80m才可能入岩，施工性低；且地錨不入岩預力容易隨時間損失，長期維護較麻煩

### ✘ 鐵路改線

➤ 路線具有文化歷史保存價值

### ○ 止滑樁

➤ 第一分道地滑區的最適工法！  
因工區環境特性，仍有多重阻礙等待排除。



# 工法選擇 (2/2)

施工機具及材料需行經4.3公里鐵道，途中經過既有隧道1座、橋樑6座，須符合尺寸及原路基承重





# 整體邊坡穩定分析

## 穩定分析參數參考鑽探報告

參考水土保持技術規範邊坡穩定規劃設計最小之安全係數

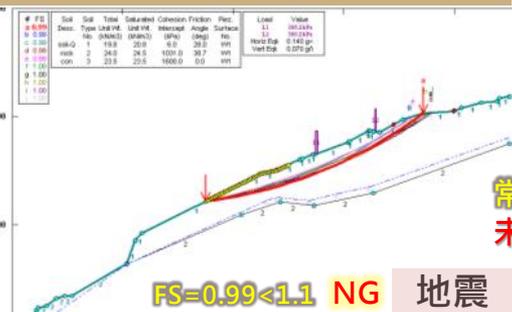
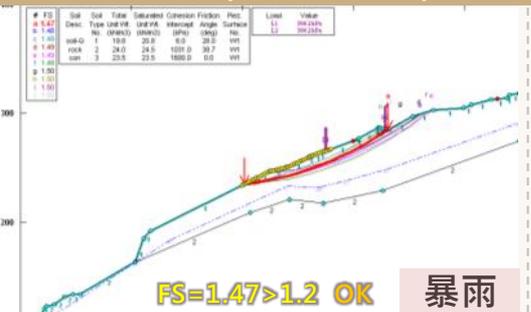
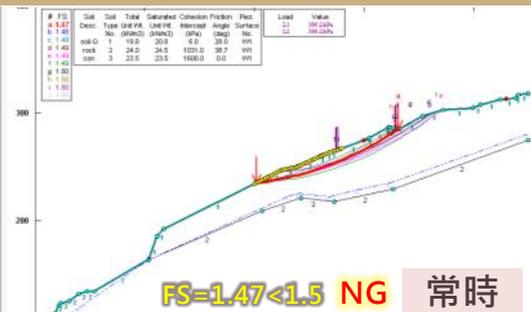
分析情形	常時	暴雨	地震
安全係數F.S.	1.5	1.2	1.1

地層	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	c(kPa)	$\phi$ (°)
崩積層	19.8	20.8	6	28
岩盤	24.05	24.47	1031.03	38.7
混凝土	23.54	23.54	1600	0

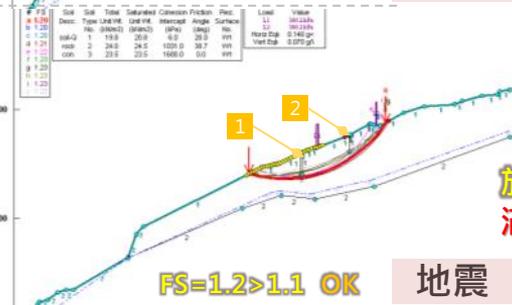
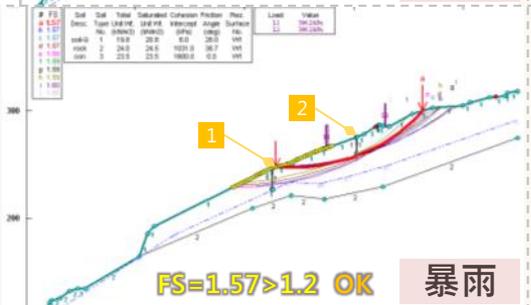
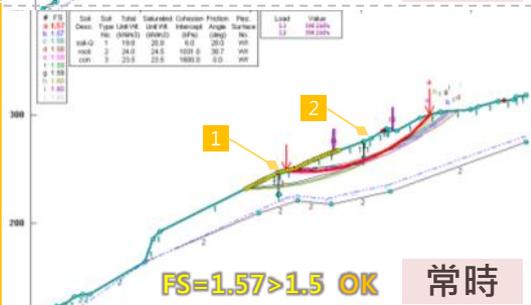
## STABLE分析(極限平衡法)

治理前

止滑樁治理後



常時、地震狀態  
未滿足規範要求



於各狀態皆  
滿足規範要求



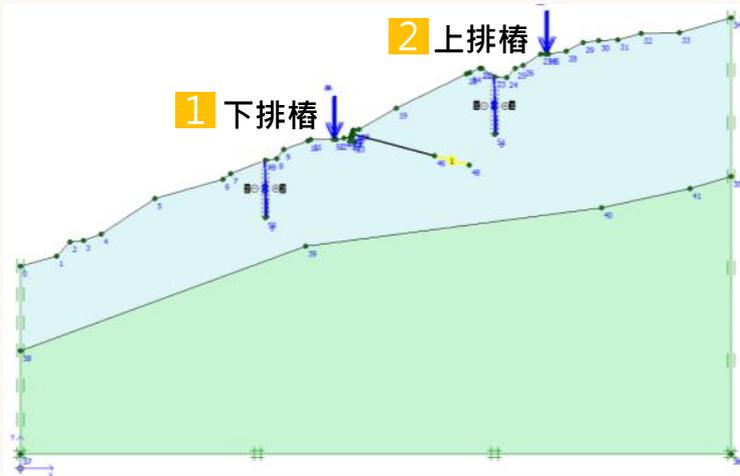
# 樁體強度檢核

透過有限元素分析樁體內力後，  
進行鋼筋量檢核及強度檢查

檢核

- 樁體強度檢核
- 滑動面剪力強度檢核

Plaxis 2D 分析(有限元素法)



## 樁體內力計算

1 下排樁最大彎矩

2 上排樁最大彎矩

1 下排樁最大剪力

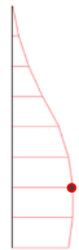
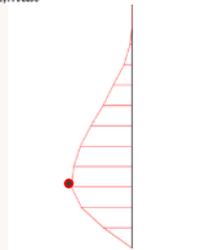
2 上排樁最大剪力

$$M_{u,max} = 807.76 \text{ KN} - m$$

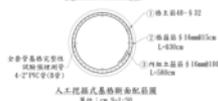
$$M_{u,max} = 459.39 \text{ KN} - m$$

$$V_{y,max} = 966.77.00 \text{ KN}$$

$$V_{y,max} = 723.19 \text{ KN}$$



## 鋼筋量檢核計算



基樁直徑 D (cm)	300
半徑 r (cm)	150
保模層厚度 (cm)	10
鋼筋強度 $f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	4200
混凝土強度 $f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	210

$$d = 100 \text{ cm} - 10 \text{ cm} - 1.6 \text{ cm} - \frac{8.2}{2} \text{ cm} = 86.8 \text{ cm} \text{ (假設主筋使用 D32)}$$

$$A_g = \frac{\pi}{4} \times D^2 = \frac{\pi}{4} \times 200^2 = 31415.927 \text{ cm}^2$$

$$M_{u,max} = 950 \text{ KN} - m$$

$$P_{t,max} = \frac{M_{u,max}}{d} = \frac{807.76}{86.8} \times 100 = 930.6 \text{ KN} = 94959.184 \text{ kg}$$

$$A_{s,req} = \frac{P_{t,max}}{f_y} = \frac{94959.184}{4200} = 22.609 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{p,req} = \frac{A_{s,req}}{A_g} = \frac{22.609}{31415.927} = 7.2 \times 10^{-4}$$

橋樑混凝土橋最小鋼筋量  $\rho_{min} = 0.005$ ，參考建築物基礎構造設計規範 5.6.3 節。

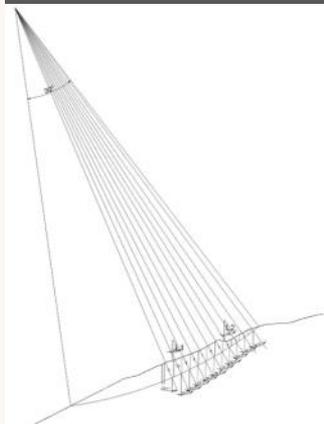
$\rho_{p,req} < \rho_{min}$ ，使用最小鋼筋量進行配筋。

Use  $\rho_{p,req} = 0.005$

$$A_{s,req} = \rho_{p,req} \times A_g = 0.005 \times 31415.927 = 157.08 \text{ cm}^2$$

鋼筋量(樁體強度)檢核 OK

## 臨界滑動面抗剪強度檢核計算



$$\text{抵抗力} = \Sigma(c_l + w \cos \alpha \tan \phi) = 11385.89 \text{ KN/m (單位 m)}$$

$$\text{下滑力} = \Sigma(w \sin \alpha) = 10976.52 \text{ KN/m (單位 m)}$$

$$\text{未加樁安全係數 } F_s = \frac{\Sigma(c_l + w \cos \alpha \tan \phi)}{\Sigma(w \sin \alpha)} = \frac{11385.89}{10976.52} = 1.03$$

已抗滑樁整治本區滑動面

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} \times c \times 0.8D^2 =$$

$$0.53 \sqrt{210} \times 0.8 \times 200^2 = 245773.75 \text{ kgf} = 2411.04 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 2411.04 = 1808.28 \text{ KN}$$

保守假設抗滑樁下邊坡側土壤掏空

$$\text{加樁安全係數 } F_s = \frac{\phi V_c + \Sigma(c_l + w \cos \alpha \tan \phi)}{\Sigma(w \sin \alpha)} = \frac{1808.28 + 11385.89}{10976.52} = 1.20$$

Check:

原安全係數  $F_s = 1.03$ ，加樁後  $F_s = 1.20$ ，安全係數提升 0.17 OK

基樁斷面檢核:

$$\tau = \frac{\Sigma w \sin \alpha}{\Sigma \Delta L} = \frac{10976.52}{113.27} = 96.905 \text{ KN/m}^2$$

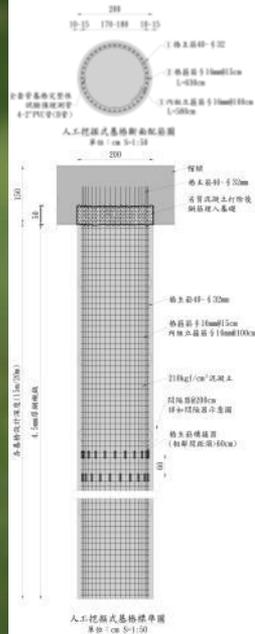
$$\frac{\phi V_c}{A} = \frac{1808.28}{\pi r^2} = 575.59 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{\phi V_c}{A} > \tau \quad \text{OK}$$

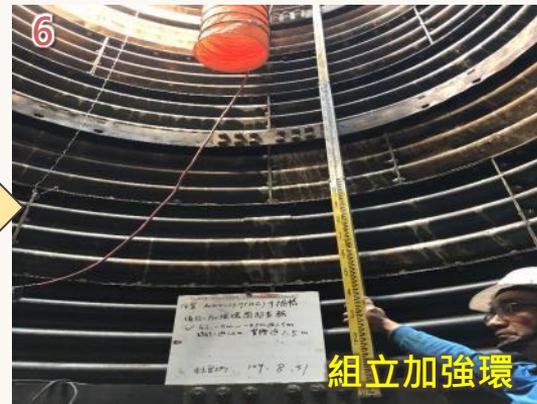
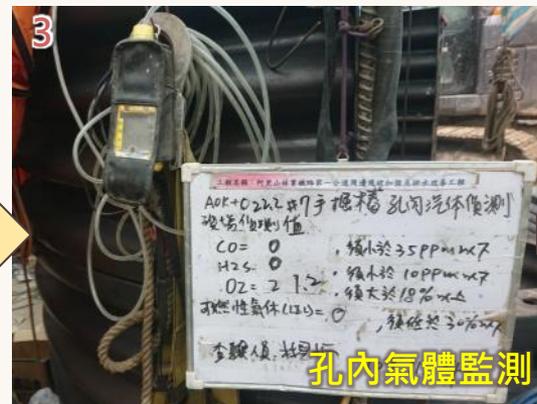
基樁斷面應力 > 下滑應力 OK

# 手掘樁施工流程

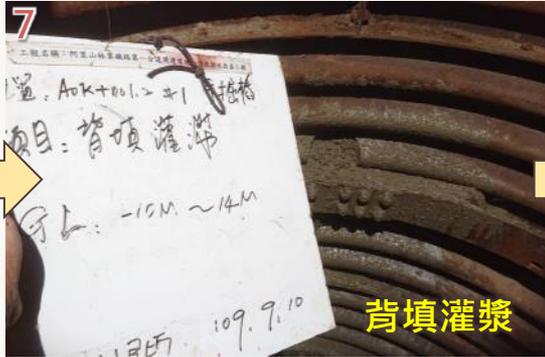
## 打設擋土設施，開設施工便道



# 施工流程 (1/2)

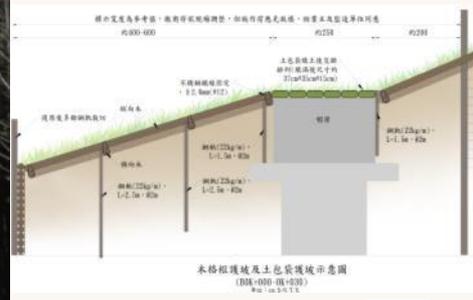
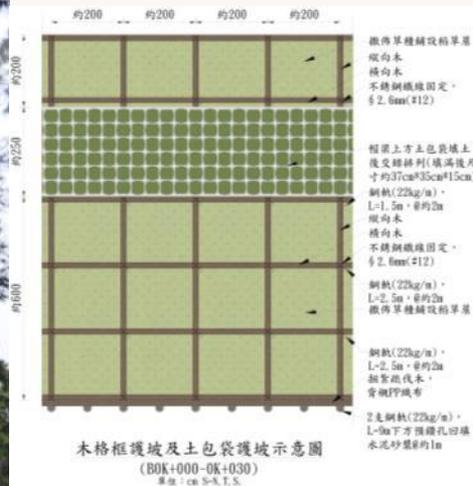


# ■ 施工流程 (2/2)

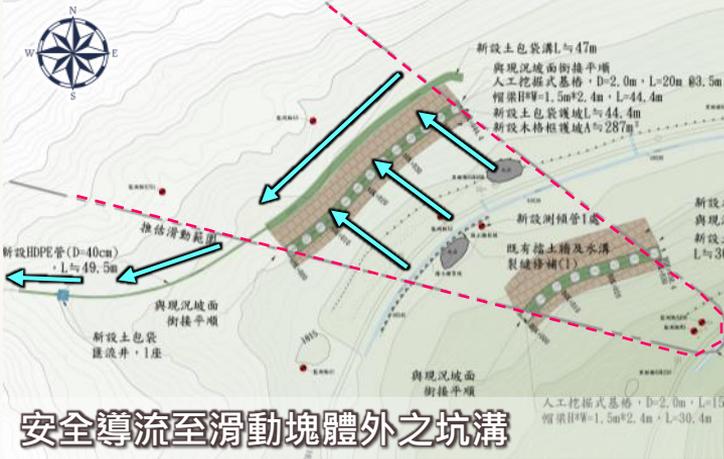


# 木格框及土包袋護坡

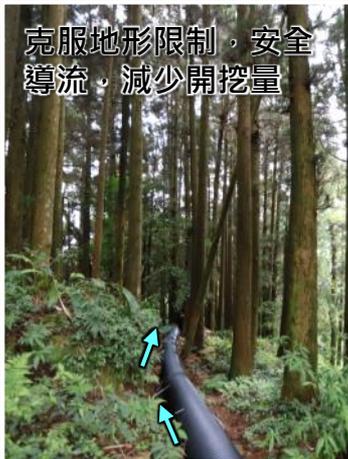
利用障礙木施做護坡，增添回填坡面粗糙度；土包袋護坡混和草籽，自然復育。



# 坡面截排水



地表搭配施做土包袋溝+HDPE管截排水設施，安全導流，減少地表逕流入滲至滑動塊體內之機會



# 生態友善

## 生態套疊圖層



生態情報圖

## 生態措施執行流程

### 生態議題



柳杉林	周邊為鳥類及哺乳類棲地
<ul style="list-style-type: none"> <li>保護森林棲地</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>避免干擾野生動物棲息</li> </ul>



### 友善措施



- 堆置區優先選擇裸露地或草生地環境
- 撒播混和草籽並蓋草蓆
- 工程廢棄物及一般垃圾，應分類並統一集中處理

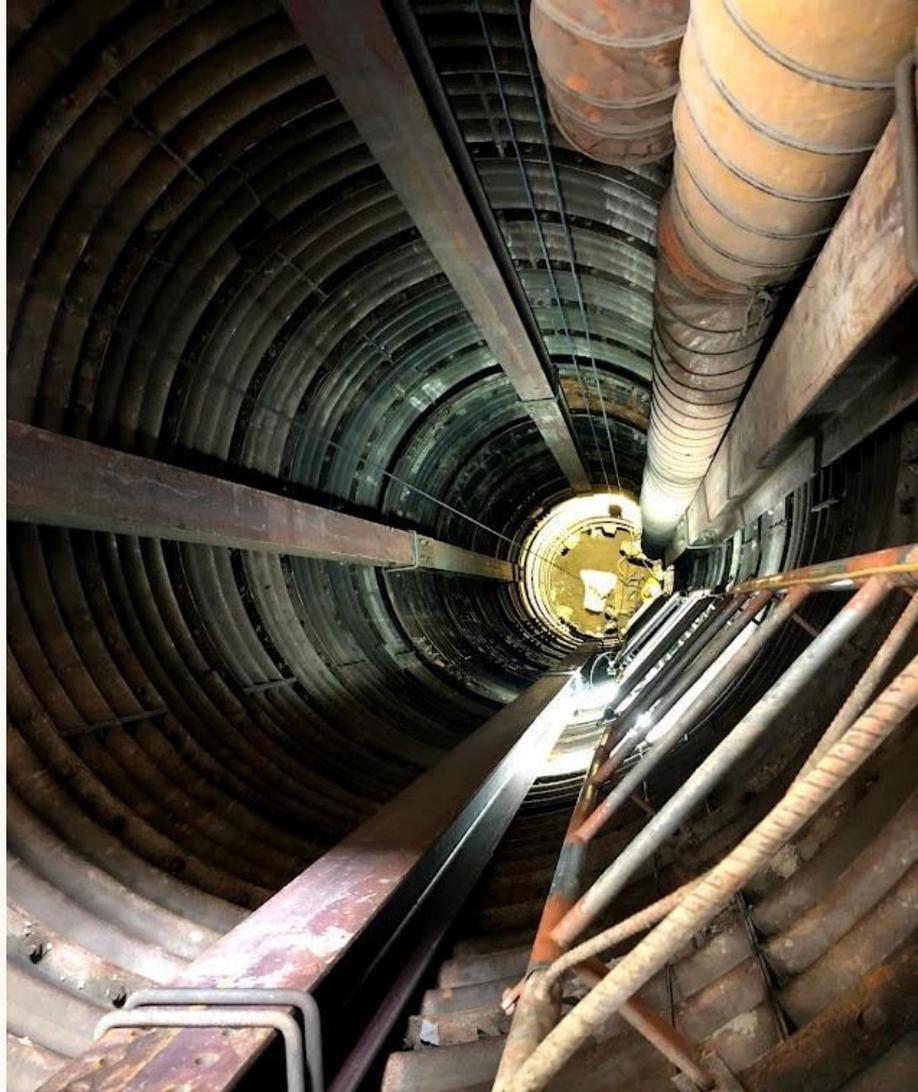


# 生態友善



4

## 特色與效益



# 環境嚴苛

現地坡面陡峭，工區腹地寬僅10公尺、易有濃霧，整體施工動線與能見度大大受限。



# 臨軌工程防護



# ■ 施工困難

人工挖掘作業空間狹窄，且挖掘中常遇厚崩積層內之大塊石，破碎困難。



施工中所遇大塊石，尺寸達2m寬、1m深，共費時三天時間才以人工破碎、出土完成。

# 零工安事件



開挖面內氣體偵測，確保施工安全



孔內抽氣、通風管



防墜設施:揹負式安全帶搭配揹負式捲揚機



孔內作業空間十分侷限，需設置爬梯、通氣、氣體偵測器及捲揚機...等安全設施，並保有足夠出土空間，施工困難度高

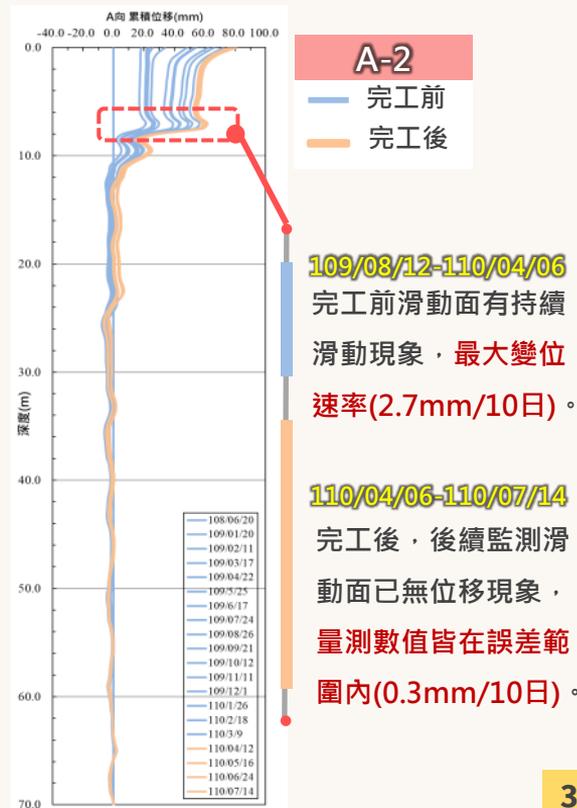
# 開挖中安全監測 (1/2)

基樁開挖期間利用上下邊坡既有測傾管進行**施工中邊坡安全監測**，以利掌控施工擾動對邊坡穩定的影響及保障施工人員安全之用。



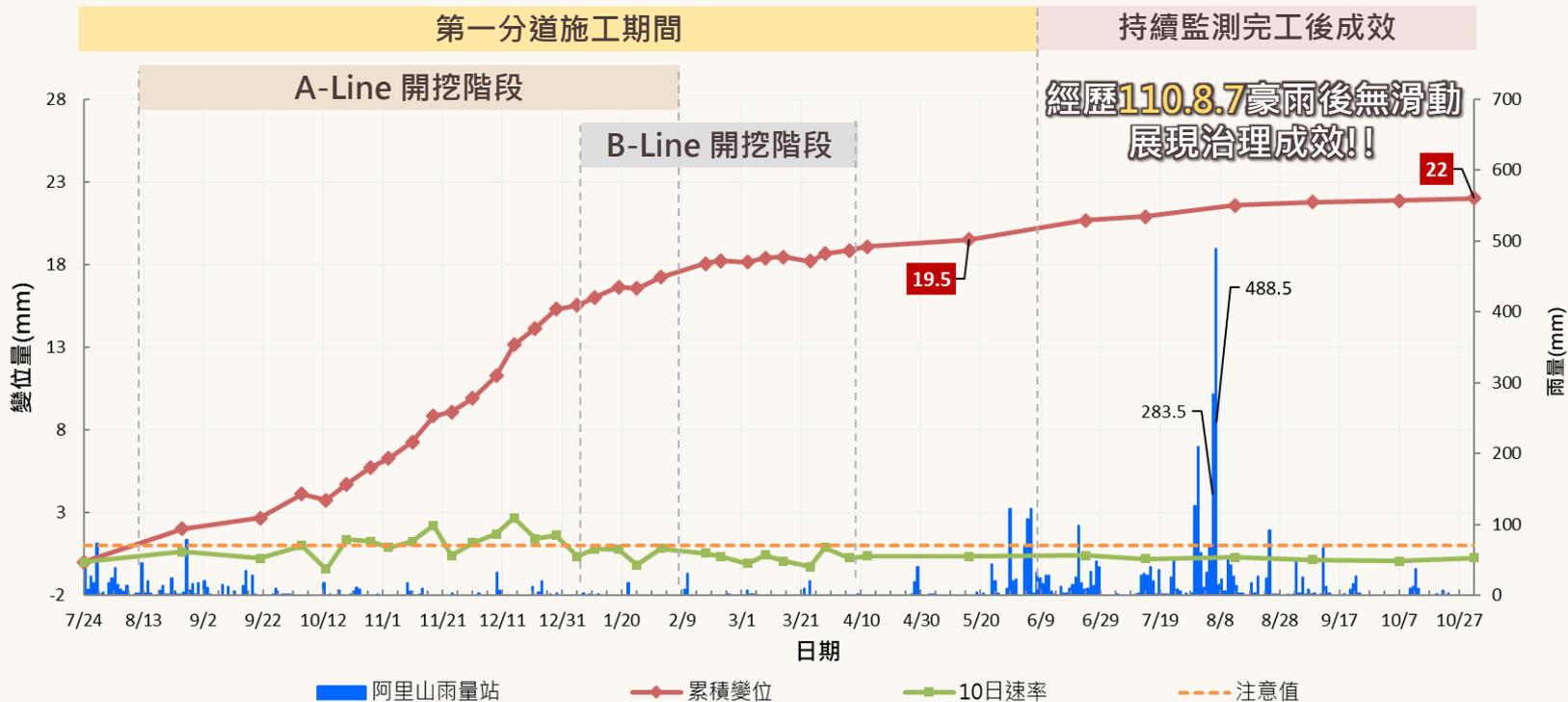
A-Line : 109/08/12開始挖掘~110/02/05 澆置完成

B-Line : 110/01/10開始挖掘~110/04/6 澆置完成



# 開挖中安全監測(2/2)

## A-2 滑動面(GL.=-7m) 累積變位與速率變化圖(109.7~110.11)



施工階段滑動面變位速率有上升趨勢，完工後已無明顯位移現象，展現工程成效

# 就地取材再利用

利用障礙木及廢棄鋼軌、枕木，施作本案擋土設施及施工便道



# 就地取材再利用

利用現地開挖取得塊石，作為回復施工便道之坡腳保護及環境造景。



# 節能減碳

## 資源再利用

利用工程障礙木作為  
木格框取代混凝土護坡

## 減少運輸量

就地取材，重複利用

## 混凝土減量

以土包袋取代混凝土溝及匯流井

## 植生綠帶固碳

造林植生復育



**共920.3公噸減碳量**

(約2.4座大安森林公園年固碳量)



# 裸露坡面復育



裸露坡面撒播混和草籽及先驅植物(百慕達草、百喜草、黑麥草、高狐草、台灣赤楊)，搭配稻草蓆覆蓋，坡面復育狀況良好



109.11.12

便道施工中



110.05.31

撒播草種及  
鋪設稻草蓆



110.06.09

竣工時已發芽  
主要為高狐草  
及原生植種



110.07.12

復育狀況良好

5

## 工程品質 三級管理特色



# 落實三級品管

林務局  
工程督導



## 上級機關查核督導情形

行政院農業委員會林務局110.03.02工程督導

督導成績為 **甲等 84分**



林鐵處  
工程督導



## 主管機關品管執行情形

行政院農業委員會嘉義林鐵處110.04.23工程督導

督導成績為 **甲等 83.3分**



主辦單位  
施工督導



## 確實執行三級品管制度

**主辦單位** 不定時辦理品質 **督導13次**

**監造單位** 技師定期 **督導14次**

所列缺失，均列管追蹤，並依限改善後備查



# 進度控管

預定完工 110.06.13  
實際完工 110.06.09



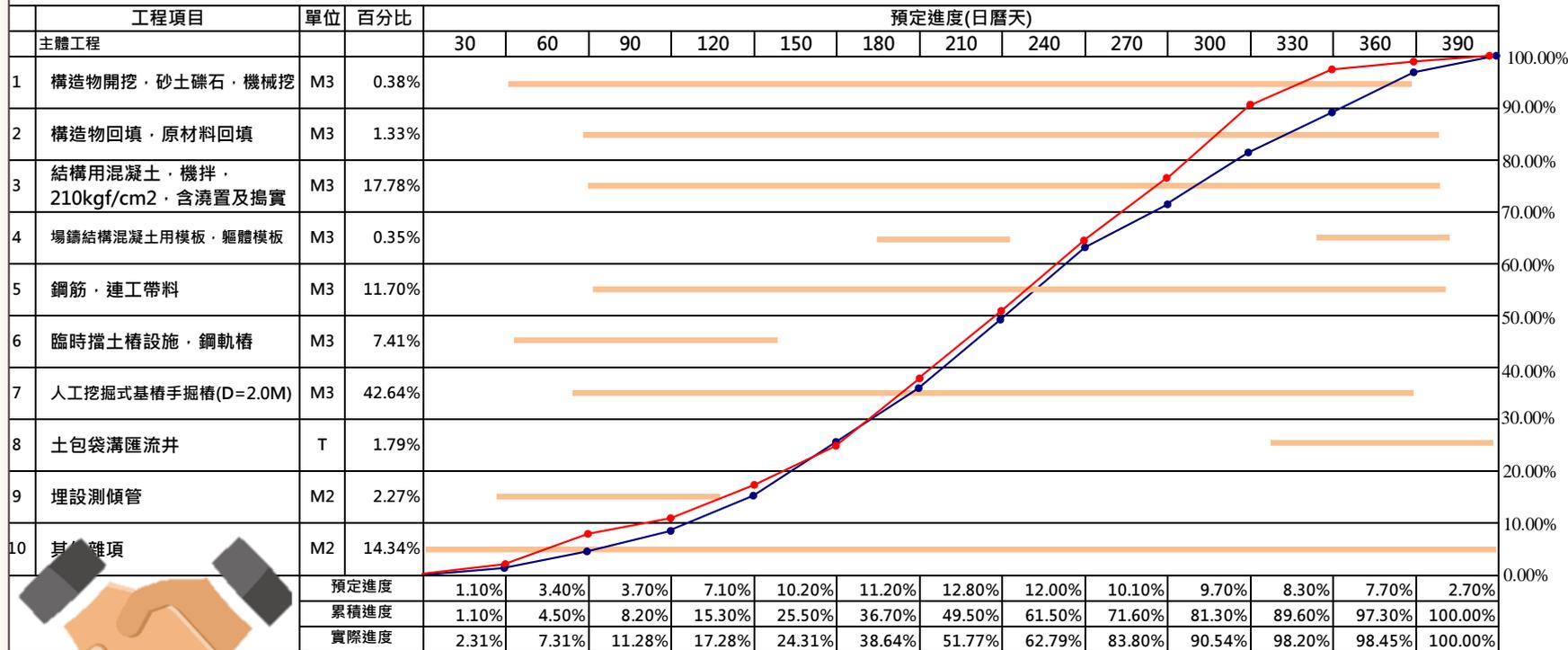
定期/不定期工程督導、施工介面整合協調、安全環境管理

實際進度

預定進度

阿里山林業鐵路第一分道周邊護坡加強及排水改善工程

施工預定/實際進度表



藉由多方溝通協調與努力，如期如質完工

# 計畫書核定情形

## 監造計畫

委託監造 監造計畫送審核章表

工程名稱：阿里山林業鐵路第一分道護坡加強工程

契約編號：

監造單位(提報單位)

主辦機關(核定單位)

行政院農業委員會林務局阿里山林業鐵路及文化資產管理處 函 辦 108.12.19

地址：嘉義市林森西路2號  
聯絡方式：連祥益 05-2787066#170

受文者：兆豐工程技術顧問股份有限公司

發文日期：中華民國 108 年 12 月 18 日  
發文字號：林鐵維字第1089004950號

連利：監造計畫書，紙本、1、本。

主旨：所報「阿里山林業鐵路第一分道護坡加強工程」監造計畫書乙式4份，同意核定，請 查照。

說明：復貴公司108年12月06日先技字第1081206005號函。

正本：兆豐工程技術顧問股份有限公司  
副本：本處鐵路維護科(含附件，請存查)

處長黃妙修

第 1 頁，共 1 頁

## 施工計畫

委託監造施工計畫書送審核章表

工程名稱：阿里山林業鐵路第一分道護坡加強及排水改善工程

契約編號：108林

提報日期：109年3月17日

提報次數：第 1 次

提報日期：109年3月17日

承造單位(提報單位)

監造單位(審查單位)

主辦單位(核定單位)

委託監造品質計畫書送審核章表

工程名稱：阿里山林業鐵路第一分道護坡加強及排水改善工程

契約編號：108 嘉質字第 2-7 號

提報次數：第 1 次

提報日期：109年3月17日

承造單位(提報單位)

監造單位(審查單位)

主辦單位(核定單位)

審查結果

依審查表所提修正意見重新提報  
(限期提報日期： 年 月 日)

建議可部分核定：審查合格部分先行核定，由主辦機關同意辦理  
開工程序，不合格部分依審查表所提修正意見重新提報，供提  
報之修訂版本審查合格核定後，方可進行施工作業  
(限期提報日期： 年 月 日)

審查合格，請准予核定

監造單位(審查) 監造單位主管

核定查定日期：109年3月19日

簽章欄

承辦人員 單位主管 秘書

副處長 處長

代為執行

## 品質計畫

新 108.3.23 號 單

行政院農業委員會林務局阿里山林業鐵路及文化資產管理處 函

地址：60081嘉義市文化路398號  
聯絡方式：連祥益 05-2779843#166

受文者：兆豐工程技術顧問股份有限公司

發文日期：中華民國 109 年 03 月 20 日  
發文字號：林鐵維字第1090001323號

連利：監造計畫書及保密期限：  
附件：如文，紙本、1、份。

主旨：所報「阿里山林業鐵路第一分道護坡加強及排水改善工程」施工計畫書及品質計畫書各乙式三份，同意核定，請 查照。

說明：復貴公司109年3月18日先技字第1090700045號函。

正本：兆豐工程技術顧問股份有限公司  
副本：本處鐵路維護科(含附件，請存查)

處長黃妙修

本案依分層負責規定授權業務主管執行

第 1 頁，共 1 頁

監造、施工與品質計畫書，皆於109/05/20 開工前核定與審查通過

# 材料取樣試驗統計

抽查項目	契約規定 試驗次數	試驗次數	合格次數	不合格次數
鋼筋抗拉、抗彎	9	10	10	0
氯離子含量	18	19	19	0
混凝土抗壓	18	19	19	0
混凝土鑽心	3	3	3	0
續接器拉伸試驗	22	22	22	0
基樁完整性試驗	5	5	5	0
累計	<b>75</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>0</b>

合格率  
100%



鋼筋取樣試驗



混凝土圓柱試體抗壓



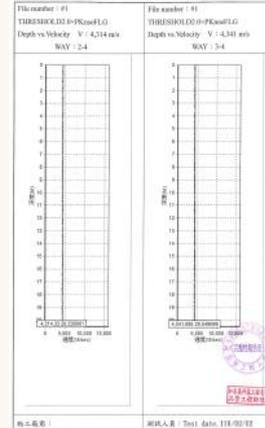
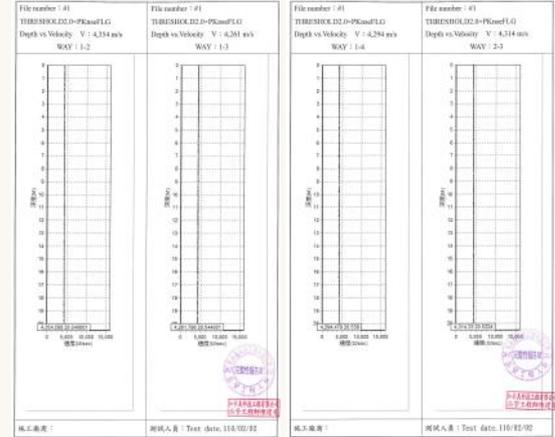
基樁完整性試驗

# 基樁完整性試驗

機拌混凝土澆置基樁，完整性試驗結果良好，樁身混凝土質量密實，合格率100%



超音波完整性試驗紀錄表				
格號: #1		檢測儀器: Geomaster ULS-10 序號: 008-V15		
測線	脈波速率(m/s)	深度(M)	測試結果評核分析說明	PVC管標示圖
1-2	4,354 m/s	20.540 M	訊號回傳核實無誤 混凝土澆置後，樁身層面混 凝土質量密實。	
1-3	4,261 m/s	20.544 M		
1-4	4,294 m/s	20.538 M		
2-3	4,314 m/s	20.522 M		
2-4	4,314 m/s	20.536 M		
3-4	4,341 m/s	20.549 M		
A. C. I 原廠提供實驗室試驗資料，混凝土品質可參考脈波速率評估：				
脈波速率(m/s)		評估狀況		
>4575		優良		
3660~4575		良好		
3050~3660		可疑的		
2135~3050		差		
<2135		非常差		
備	注 基樁所含的混凝土經判斷所產生的影響，可將其區分為以下三種：			
	1. 正 常：正常之混凝土檢測圖形			
	2. 輕微缺陷：含可容許瑕疵且不影响整體品質之混凝土			
	3. 嚴重缺陷：產生之瑕疵已影響整體混凝土之品質			
評核結果	檢測結果傳遞訊號為正常值範圍之內，判斷為完整性良好之正常曲線圖 評核結果依現場試驗之圖形： 為混凝土連續性和一致性的定性與量化評量 Test date: 109/12/10			
Evolution: Good	測試人員:  和茂科技工程有限公司 品質工程師陳建利			



合格率  
100%

# 監造-施工查驗統計表

	抽查項目	應抽查次數	已抽查次數	符合次數	未符合次數	備註
1	測量工程	2	2	2	0	
2	開挖工程	2	2	2	0	
3	鋼筋工程	44	44	43	1	已改善完成
4	模板工程	4	4	4	0	
5	混凝土工程	26	26	25	1	已改善完成
6	植樁工程	5	5	4	1	已改善完成
7	手掘樁工程	223	223	221	2	已改善完成
8	勞工安全衛生	84	84	84	0	
9	環境保護	84	84	84	0	
10	手掘樁安全檢查	182	182	182	0	
11	汛期防災減災	6	6	6	0	
12	生態檢查	11	11	11	0	
	<b>總計</b>	<b>673</b>	<b>673</b>	<b>668</b>	<b>5</b>	

合格率  
99.26%

# 廠商-自主檢查統計表

抽查11項工程，共計1609次

	抽查項目	檢查次數	合格次數	不合格次數
1	測量工程	21	21	0
2	開挖工程	5	5	0
3	鋼筋工程	80	77	3
4	模板工程	26	25	1
5	混凝土工程	72	71	1
6	植樁工程	156	154	2
7	手掘樁工程	526	523	3
8	勞工安全衛生	262	260	2
9	環境保護	262	262	0
10	手掘樁安全檢查	190	190	0
11	汛期防災減災	9	9	0
	總計	1609	1597	12

合格率  
99.25%

# 自動化監測系統

完工後安裝雙軸傾斜儀，自動化計讀與回傳，搭配深層地滑監測，監控本區變化狀況。



# 分期分區治理規劃

針對第一分道站周邊區域，訂定分期分區工程治理計畫及監測管理辦法，以期林鐵永續營運安全。



## ❖ 工程治理規劃

分期	治理標的	工法	執行期程
第一期 (本案)	12m滑動面	手掘式止滑基樁	110年6月竣工
第二期	35m滑動面	手掘式止滑基樁	111年6月施工
第三期	軌道下邊坡、 阿里山溪治理	崩塌坡面整治 左岸護岸	積極爭取經費中

## ❖ 維護管理手段

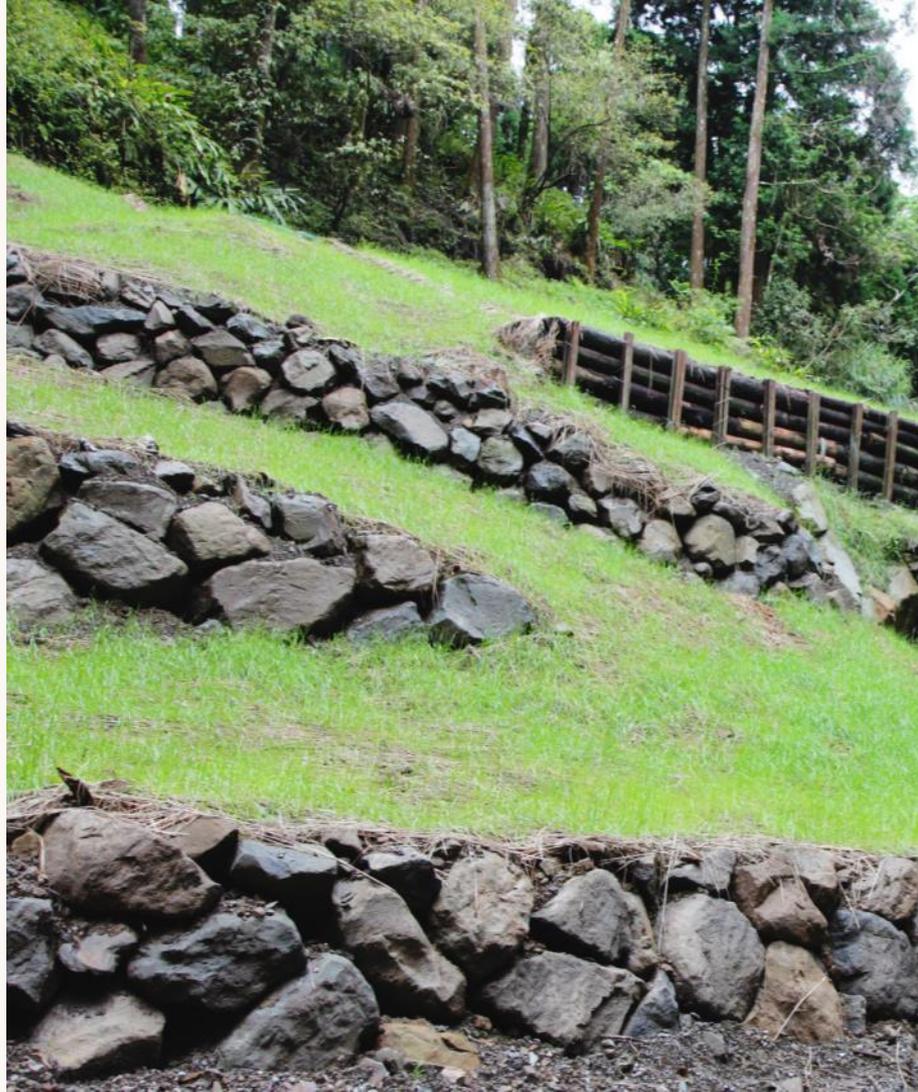
- 執行定期坡地監測及補充調查。
- 深層順向坡滑動面監測系統建置。
- 依據監測結果滾動式調整治理方案。

提升阿里山林業鐵路第一分道穩定性  
保全全台第一個重要文化景觀與動態行駛  
讓世界看見台灣



6

## 其他要項



# 評審標準重點說明 (1 / 4)

評分指標	評審標準	索引	重點說明(詳評選簡報或三級品管文件資料)
品質管理 (制度/施工)  10%	1.主(代)辦機關之品質督導(保證機制)	簡報 P.44	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主辦機關於開挖期間(8個月)，計督導13次，並確實管控工程品質。</li> <li>2. 監造單位組織完整，近五年工程查核成績平均80分，且無丙等；承攬廠商近五年共6件工程查核皆甲等，並獲得<b>3座優良農建優等獎</b>，佐證履約管理能力良好。</li> <li>3. 監造計畫書審查符合規定，並於開工前核定。</li> </ol>
	2. 專案管理廠商之品質督導(保證)機制	N/A	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案無專案管理廠商。</li> </ol>
	3.監造單位之品質保證機制	簡報 P.47~P.50	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依監造計畫及施工規範辦理相關計畫書審查、施工抽查、稽核，並落實文件管理。</li> <li>2. 缺失改善亦紀錄於監造品管文件內，施工廠商皆於契約時限內完成改善，且無發生重複性錯誤。</li> <li>3. 材料設備抽驗78次、施工抽查679次，符合監造計畫檢驗停留點，並增加隨機抽查頻率，各項抽查、督導、查核缺失皆如期如質改善。</li> </ol>
	4.承攬廠商之品質管制機制	簡報 P.47~P.50	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 承攬廠商品管組織完整，依契約撰寫品質計畫，嚴密執行品質管制標準，有效提昇施工品質。</li> <li>2. 材料取樣78次、自主施工檢查1609次，落實自主檢查、矯正預防作為，缺失大幅減少，文件紀錄管理系統完整落實。</li> <li>3. 職安衛檢查262次，重視職安危害教育訓練、交管與職安措施、防汛整備執行、防減災作為。</li> <li>4. 設計階段考量生態復育撒播混和草種及先驅植物赤楊，並落實生態檢核，對環境保護作出貢獻。</li> </ol>

# 評審標準重點說明 (2 / 4)

評分指標	評審標準	索引	重點說明(詳評選簡報或三級品管文件資料)
進度管理 10%	1.施工進度管控合理性	簡報 P.45	1. 工程位於高山地區，氣候多變、寒冷，經監造單位與廠商配合，工期實期合理。
	2.施工進度落後因應對策之有效性	簡報 P.45	1. 本工程進度除如期如質外，更提早4天完工。
品質 耐久性與 維護管理 30%	1.規劃設計	簡報 P.16~P.18 P.21、 P.28~P.29 P.37~P.38	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案採用手掘式基樁，克服材料、機具運輸限制，保全第一分道淺層邊坡滑動。</li> <li>2. 利用既有障礙木及塊石作為砌石護坡、木格框護坡、土口袋溝，節能減碳達920公噸。</li> <li>3. 保全列車行駛及遊客安全及歷史文化資產。</li> <li>4. 進行施工中監測，追蹤施工過程滑動面變化，保全施工人、機具安全。</li> </ol>
	2.履約管理	簡報 P.44~P.50	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主辦機關每月進行不預警現場督導。</li> <li>2. 利用通訊軟體成立工作群組，橫向溝通無虞，颱風事件等均第一時間回傳，供即時掌握現場狀況。</li> <li>3. 電子化工程管理，整合品質管理文件、日報、督導紀錄、估驗...，提昇品質及進度管控作業。</li> <li>4. 施工及材料抽驗皆會同取樣並送至TAF試驗室進行試驗，確保品質抽驗公平性。</li> </ol>
	3.維護管理	簡報 P.17 P28~31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工時為維護生態環境外，順應地形，減少開挖及縮小施工影響範圍，構造物避開珍貴林木並加強保護及監控。</li> <li>2. 滾動式檢討治理方針，配合現況調整工法，減少開挖、落實生態檢核程序。</li> <li>3. 於邊坡坡面利用採用既有疏伐木製作木格框護坡，並於坡面進行草種播植進行復育。</li> </ol>

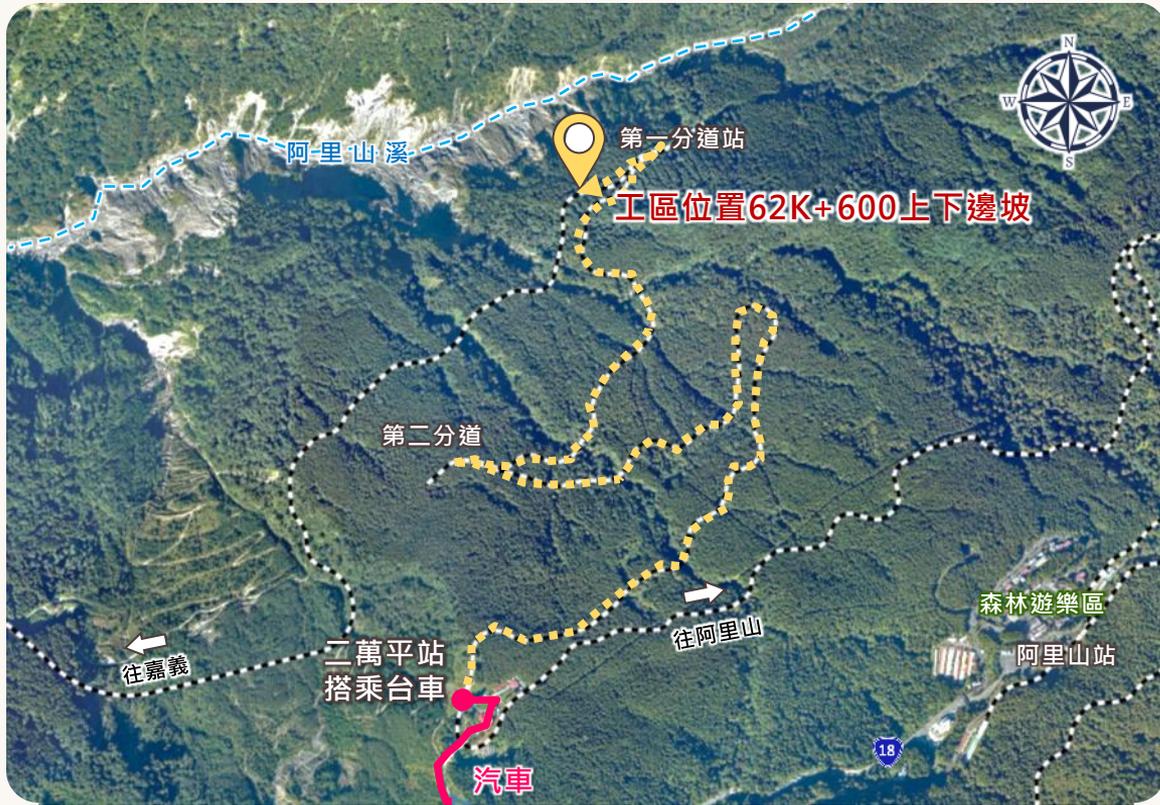
# 評審標準重點說明 (3 / 4)

評分指標	評審標準	索引	重點說明(詳評選簡報或三級品管文件資料)
<b>節能減碳</b> 15%	1.周延性	簡報 P.28~P.29 P.31~P.34 P.39~P.42	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 針對坡面、排水、擋土設施皆採用土包袋及既有障礙木進行設計，落實節能減碳及環境復育。</li> <li>2. 利用既有塊石作為砌石護坡及障礙木設置木格柵及木格框護坡，資源有效再利用，發揮整體整治之功效。</li> </ol>
	2.有效性	簡報 P.28~P.31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 採用木格框護坡、土包袋溝、土包袋匯流井，減少混凝土用量。</li> <li>2. 本案無使用能源、光電相關產品。</li> </ol>
<b>防災與安全</b> 10%	1.工地安全衛生	簡報 P.36	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.落實工地職安作業，每日填具環保自主檢查表共262份，達成零災害、零事故的目標。</li> <li>2.每日收工前必加強工地環境衛生整潔、安全措施。</li> </ol>
	2.工地災害預防	簡報 P.36	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.每日落實施工前危害告知SOP，降低意外災害發生。</li> <li>2.擬定施工緊急應變計畫，周延施工規畫，達成零災害、零事故之目標。</li> <li>3. 每日填具職安衛自主檢查表共262份，並執行職安教育訓練12次。</li> </ol>
<b>環境保育</b> 15%	1.環境維護	簡報 P.28~P.31 P.39~P.42	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.利用現地塊石及障礙木取代混凝土，降低工程混凝土量，減少混凝土生產、運送過程之空污、噪音、碳排放量。</li> <li>2.土石不外運，妥善回填現地亦降低運送過程產生之交通問題、碳排放量。</li> <li>3. 回填坡面灑播草籽及樹種，有助淨化空氣及固碳，並有效邊坡保護。</li> </ol>
	2.生態保育	簡報 P.28~P.31 P.39~P.42	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計階段已有依生態調查結果繪製生態敏感圖，限縮開挖範圍避免擾動敏感區。</li> <li>2. 施工中遵循迴避、縮小、減輕、補償等四大手段降低環境生態干擾。</li> <li>3. 依生態調查結果納入設計考量，粗糙化、緩坡化並使縱向動物通道暢行無阻，施工後回填坡面灑播草籽方式加速復育。</li> </ol>

# 評審標準重點說明 (4 / 4)

評分指標	評審標準	索引	重點說明(詳評選簡報或三級品管文件資料)
<b>創新科技</b>  <b>10%</b>	<b>1.創新挑戰性</b>	簡報 P.21 P39~P40	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因地形限制，採用手掘式基樁工法，且高山氣候變異大不利施工、地形陡急材料機具運搬不易，極具施工困難及挑戰。</li> <li>2. 工區無通達道路，材料及機具均仰賴火車運輸4.3Km，積極協調及整合各件工程運輸時程及能量，以如期如質竣工。</li> <li>3. 利用開挖塊石及疏伐木，順應現地地形設計木格框、砌石、木格柵護坡，兼具層次感及自然景觀性。</li> </ol>
	<b>2.科技運用</b>	簡報 P.23~P24 P.51	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計階段確立方向後，除利用極限平衡Slide及有限元素Plaxis 2D進行邊坡穩定分析外，並以AUTOCAD做工程製圖，界面銜接優化設計；施工階段亦利用模型與承包商討論工序安排及界面銜接，降低承包商出錯機率並有效提升工進。</li> <li>2. 施工過程利用通訊軟體掌握工區動態，豪雨期間立即回傳工地照片以利主辦機關做緊急應變措施。</li> <li>3. 施工過程以監測儀器定期監測施工中狀況，掌握既有滑動面變化，以利滾動式檢討工序安排。</li> <li>4. 施工後安裝自動化回傳之地表雙軸傾斜儀以即時監控工程成效。</li> </ol>

# 現地評勘動線

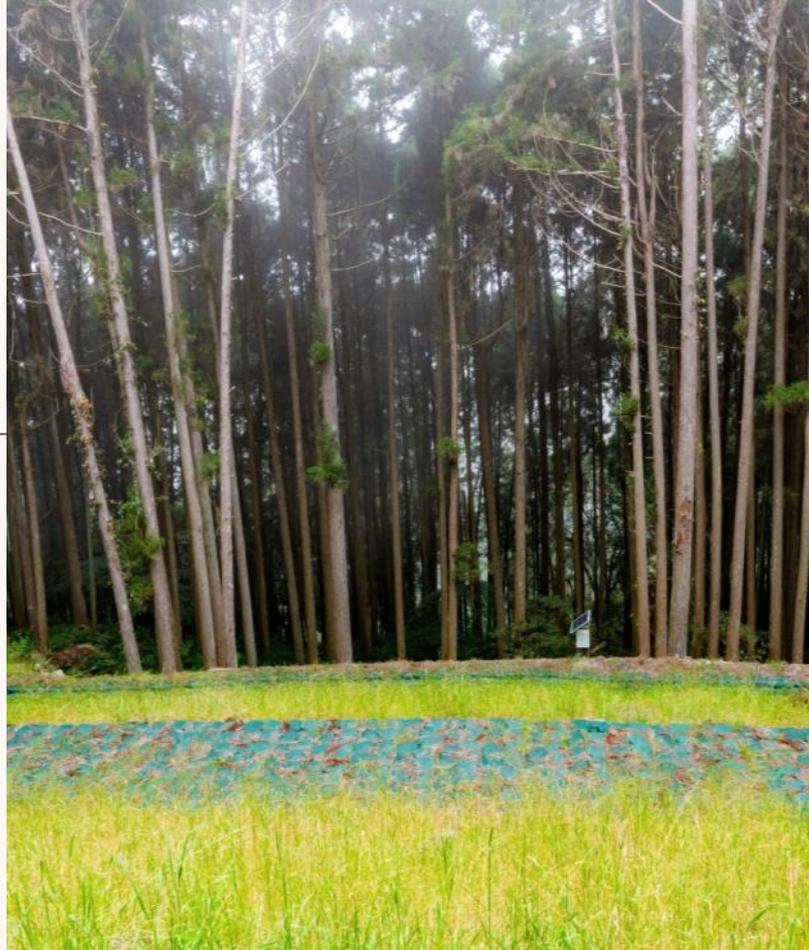




河・山・林  
E11st h1 Forest Agency

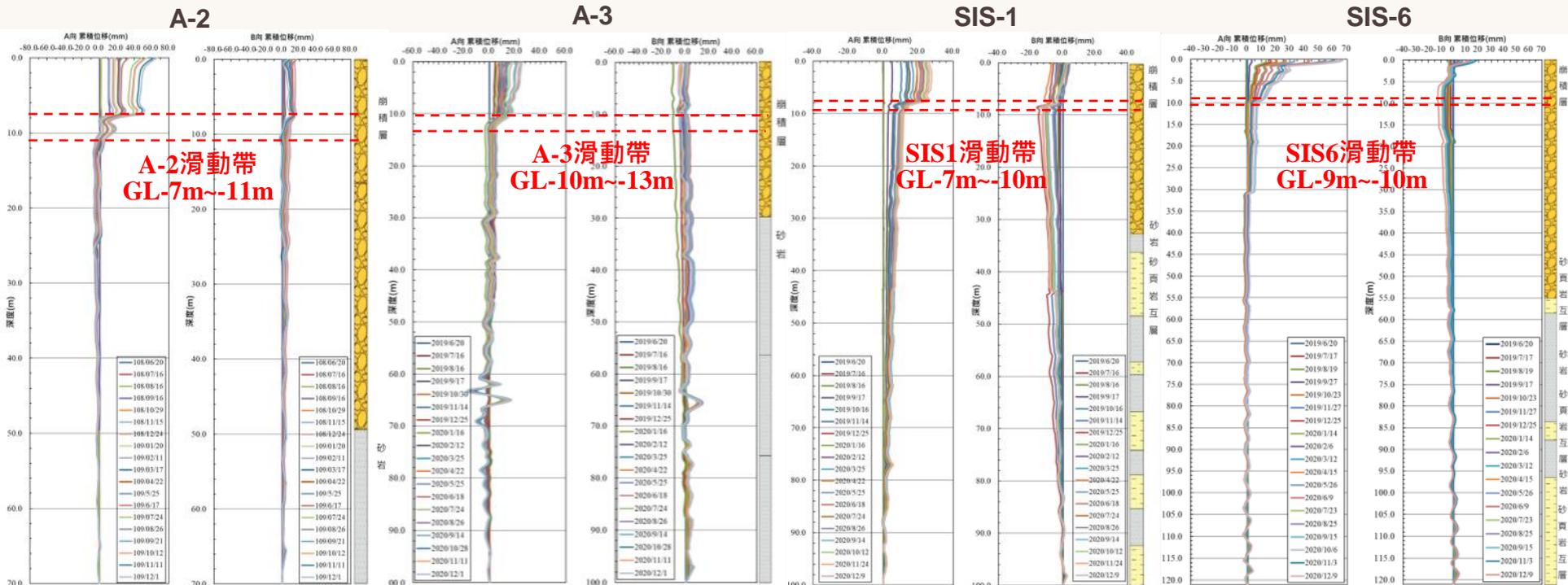
# Thank You

簡報完畢◆敬請指教



# 災因分析-監測分析

▶ 本次工程整治區域主要滑動深度於7m~13m處，汛期滑動速率達5mm/月。

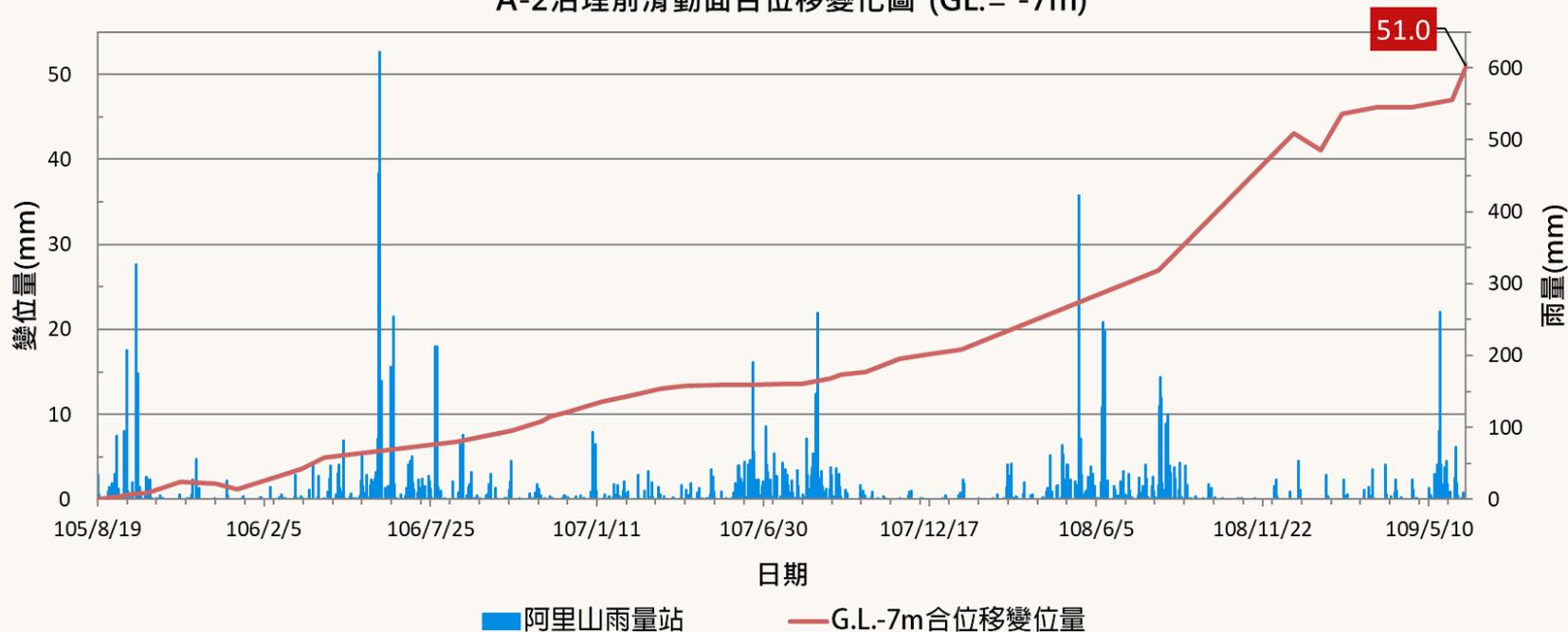


# 災因分析－監測分析

## 崩積層內滑動:

降雨事件後雨水入滲疏鬆崩積層，形成土層內水路，使邊坡塊體易發生滑動。

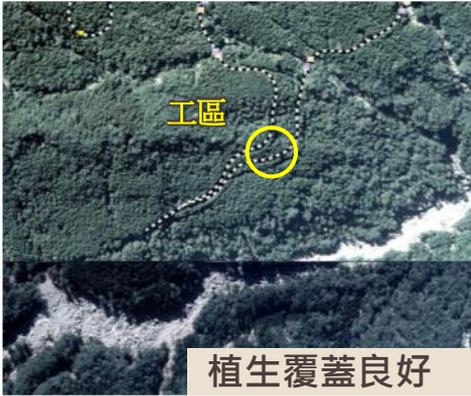
A-2治理前滑動面合位移變化圖 (GL.= -7m)



累積變位量逐年上升!!!

# 歷年正射影像變化(90年-109年)

90年正射影像 →



97年正射影像 →



98年正射影像 →



109年正射影像

