「梅花地區維護處理」公共工程設施維護管理經驗分享



臺北分署 防災調查科

簡報人：陳揚明 工程員

簡報日期：115年8月18日

94年邊坡大型災害
103年起維護迄今
邊坡位移速率已趨近0
常時地下水下降18m





113年0403地震新竹最大震度達 5 弱
梅花大規模崩塌潛勢區無受災



連續 12 年
0崩塌0災害

榮獲第25屆公共工程金質獎
- 優等

災害發生 ➡ 詳細調查 ➡ 分期治理 ➡ 監測追蹤 ➡ 定期巡查

簡報綱要



壹 梅花大崩潛勢區概述

貳 維護管理制度

參 維護文件管理

肆 防災與安全

伍 環境設備設施維護管理

陸 管理維護創新作法

壹、梅花大崩潛勢區概述

梅花大崩潛勢區概述

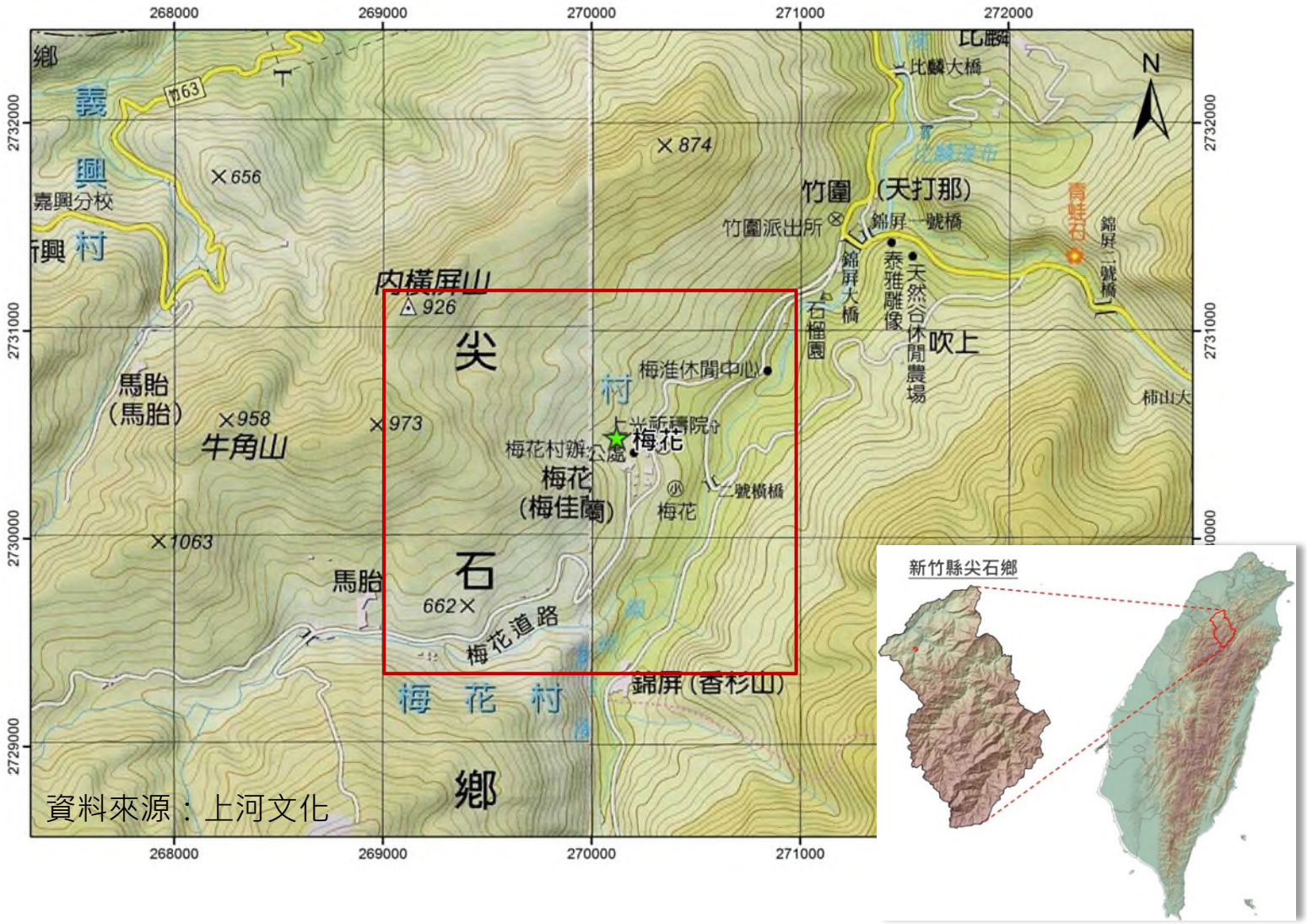
- 部落世居百年，孕育深厚原住民文化。
- 重要保全對象：
  - 區內400餘人；130餘戶
  - 梅花國小 (民國21年建校)
  - 聯外道路：竹62線、竹61線



清朝梅嘎莧社

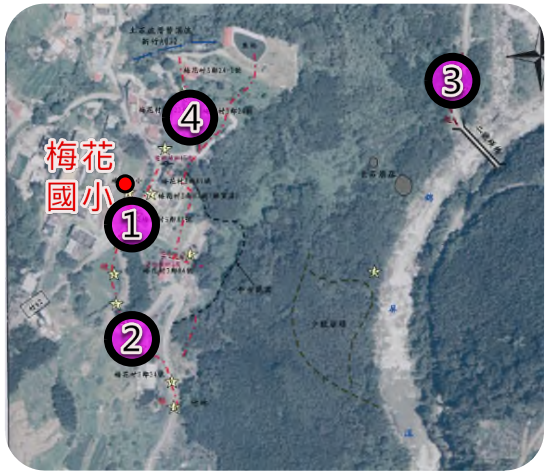


梅花國小



災害歷史

- 94年：海棠颱風後道路及擋土牆開裂，趾部隆起等災害，立委曾建議遷村
- 95年：開始執行緊急治理工程。
- 101、102年：邊坡仍有滑動現象，屬於大規模崩塌災害類型。



摘自：中華民國工程環境學會調查
(民國94年)

94年

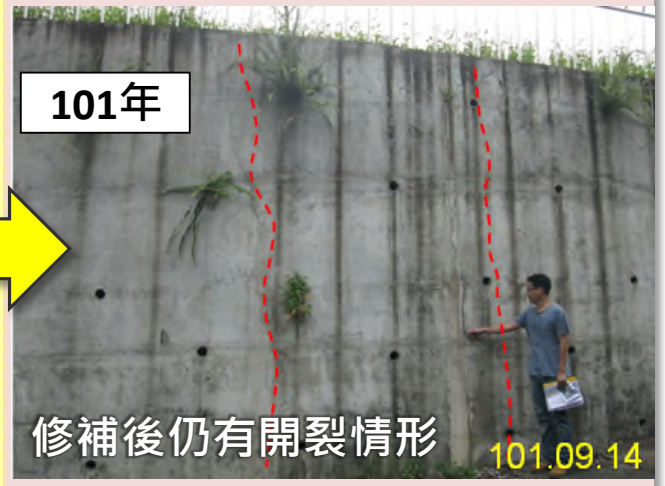








101、102年





環境地質複雜影響安全

- ☑ 位於【大規模崩塌潛勢區】(23.4公頃)
- ☑ 位於【土石流潛勢溪流】影響範圍
- ☑ 趾部為錦屏溪攻擊岸

滑動原因多元
必須詳細調查



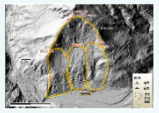
調查整治及維護管理歷程 (1/4)

101~102年
啟動調查

103年
啟動維護

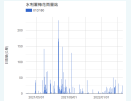
詳細調查及監測

基本資料調查(地形、現況)


山崩地形判釋(LiDAR)


地表變形觀測(UAV空拍)


水系調查

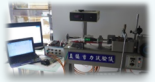

雨量資料蒐集


地表裂縫調查

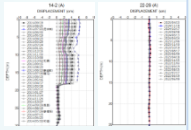
地質與滑動規模調查


地表地質調查


地下地質調查

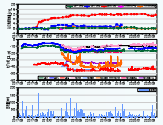

力學試驗

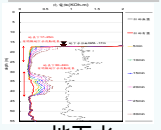

地中變形觀測(傾斜管)

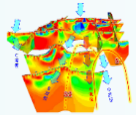

掌握滑動深度

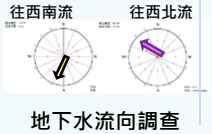
水文調查


雨量觀測


地下水觀測

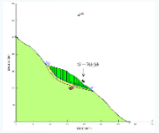

地下水流動層調查

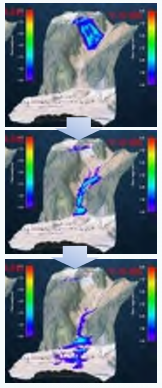

地下含水範圍調查(地電阻)



地下水流向調查

邊坡穩定分析

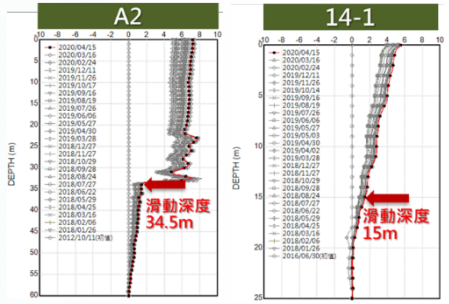

邊坡穩定分析

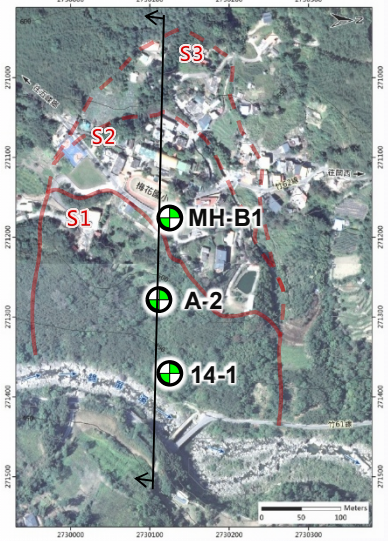

崩塌範圍分析

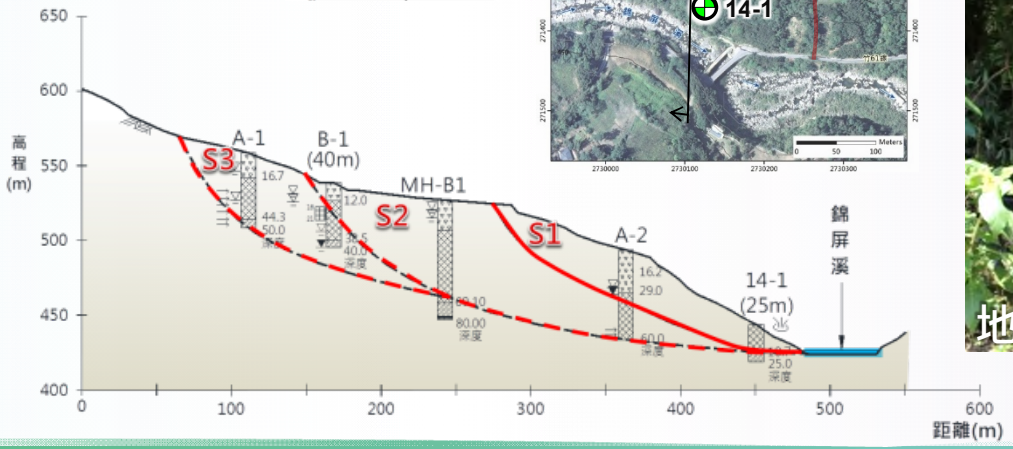

河道水位/流速模擬

釐清滑動規模

- S1：確定塊體，範圍約5ha，深度約35m 。
- S2、S3：地形研判塊體。







地表排水系統改善

加強淺層地下水導排


排水系統改善


增設坡面集水管





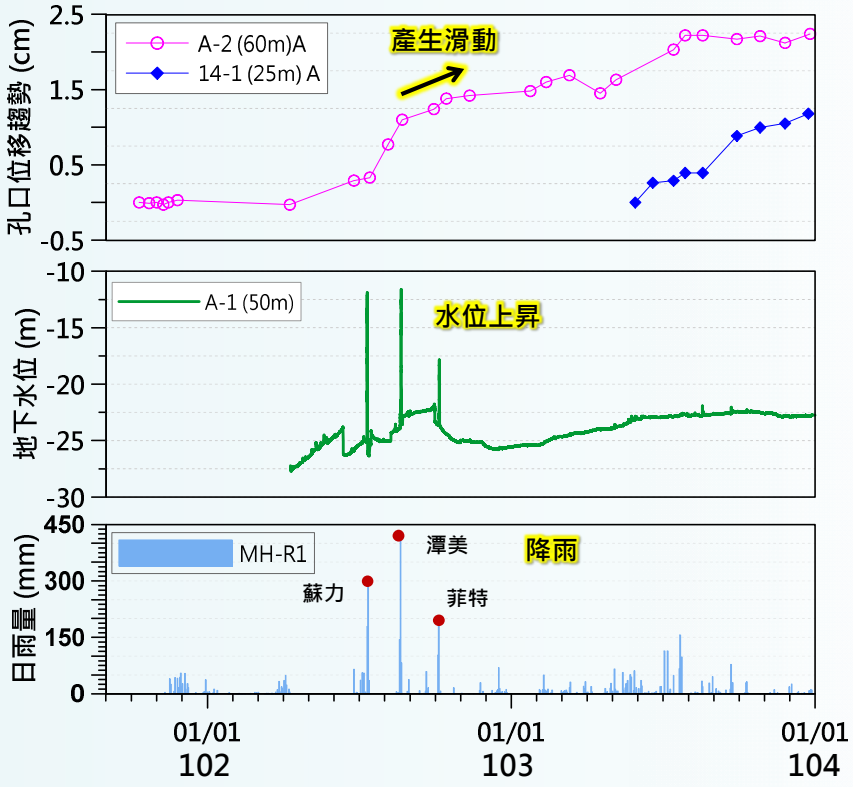
調查整治及維護管理歷程 (2/4)

104年
持續調查，追蹤關鍵課題

105年
完成分年分期整治規劃

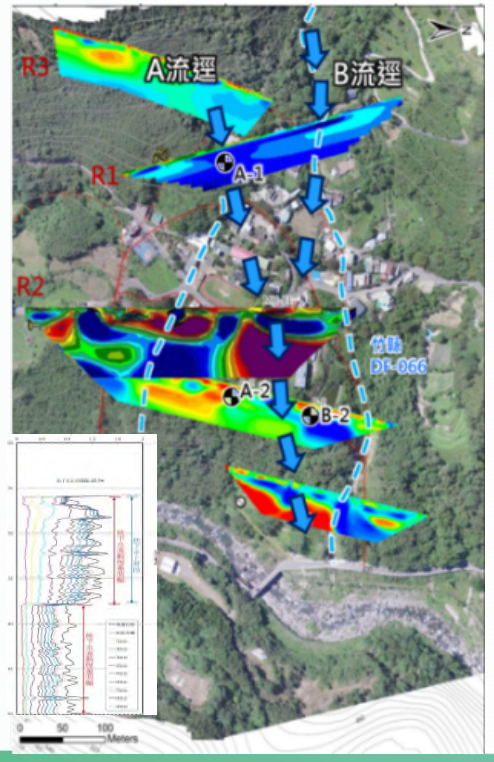
釐清滑動機制

- 邊坡穩定性與降雨、地下水位昇降有關



掌握地下水流徑分布

- 局部區域地下水流動現象明顯
- 研判A、B為主要地下水流徑



地表排水

- 緊急處理工程(地表排水)
  - 頭部淺層邊坡導排水
  - 地表排水系統改善

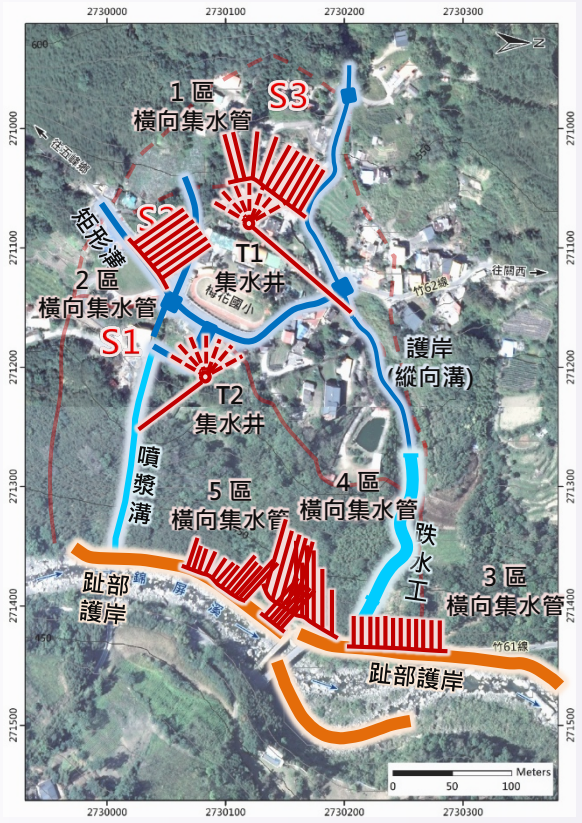
地下排水

- 必要處理工程(地下排水)
  - 中深層地下水導排
  - 大口徑集水井2座
  - 趾部地下水導排
  - 橫向集水管87支

趾部加固

- 需要處理工程(趾部抗沖蝕)
  - 全套管排樁103支，繫梁165M
  - 坡趾拋石保護175M

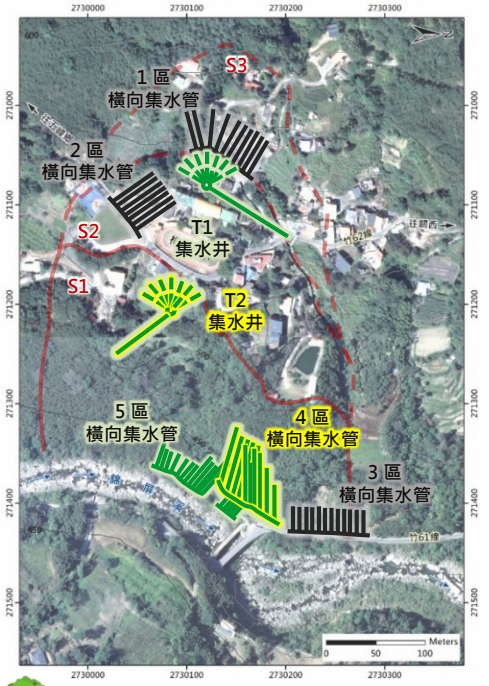
- 長期監測治理
  - 持續監測及防災應變運作



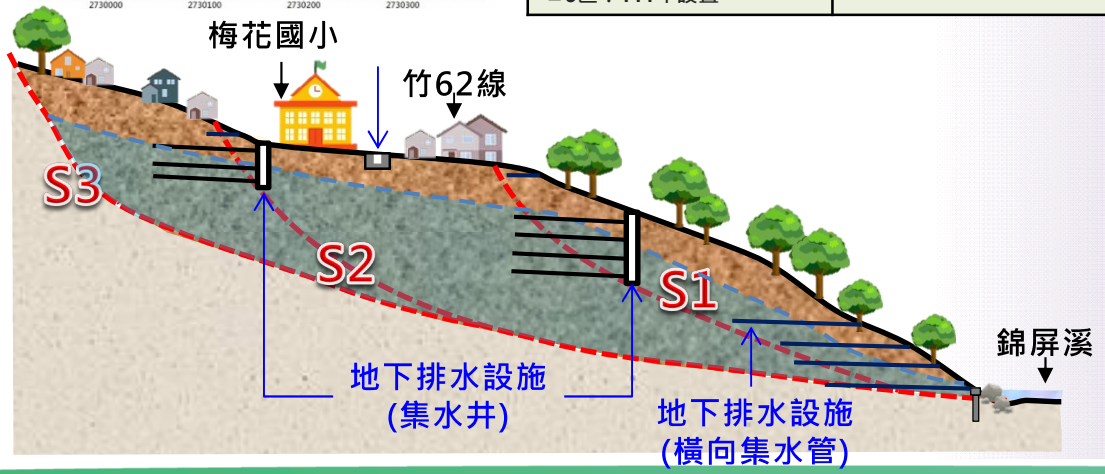
調查整治及維護管理歷程 (3/4)

106年~107年
中深層地下水導排

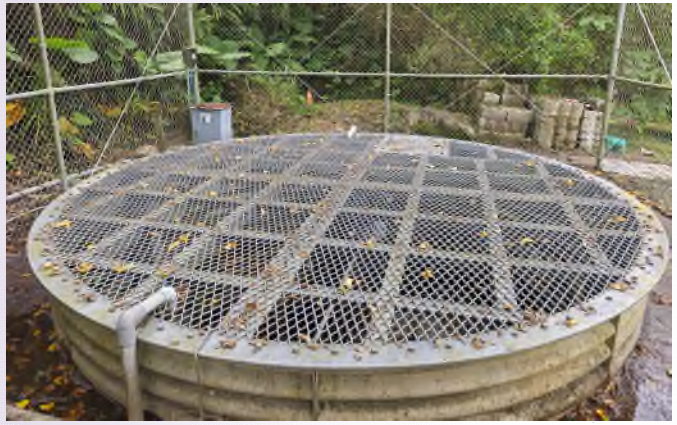
108年
趾部地下水導排



地下排水	
橫向集水管	集水井
5區	2座
■1區：20支、長度20m ■2區：20支、長度20m ■3區：20支、長度20m ■4區：84支、長度60~70m ■5區：25支、長度20~45m	■T1：孔徑4.5m、深20m 井內三層集水管(50m長) 分別是3支、6支及8支 ■T2：孔徑4.5m、深32m 井內三層集水管(50m長) 分別是2支、7支及8支
■1區：103年設置 ■2區：103年設置 ■3區：103年設置 ■4區：108年設置 ■5區：111年設置	106年設置



大口徑集水井2座
井內集水管1,700M





坡面橫向集水管84支





調查整治及維護管理歷程 (4/4)

110年~111年
趾部加固

~迄今
滾動調整防災應變

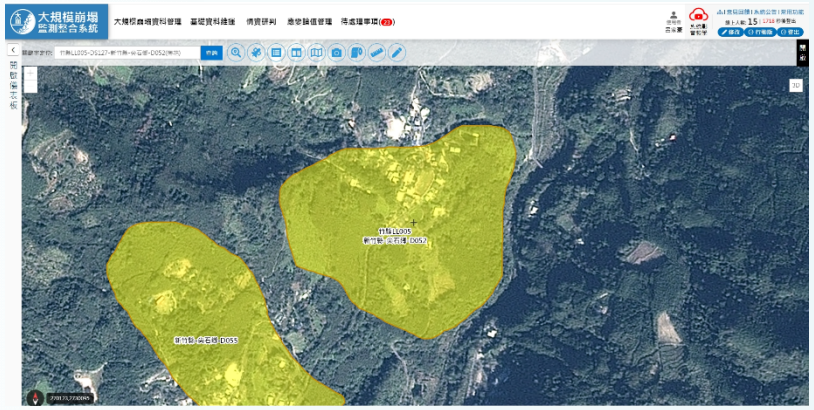
全套管排樁103支

趾部拋石保護175M





配合本署【大崩系統】建置，進行大規模崩塌警戒 (111年~迄今)







警訊通知

[土石流及大規模崩塌警戒]新竹縣尖石鄉梅花村已發布土石流黃色警戒及新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)大規模崩塌黃色警戒，請提高警覺。農委會水土保持局關心您

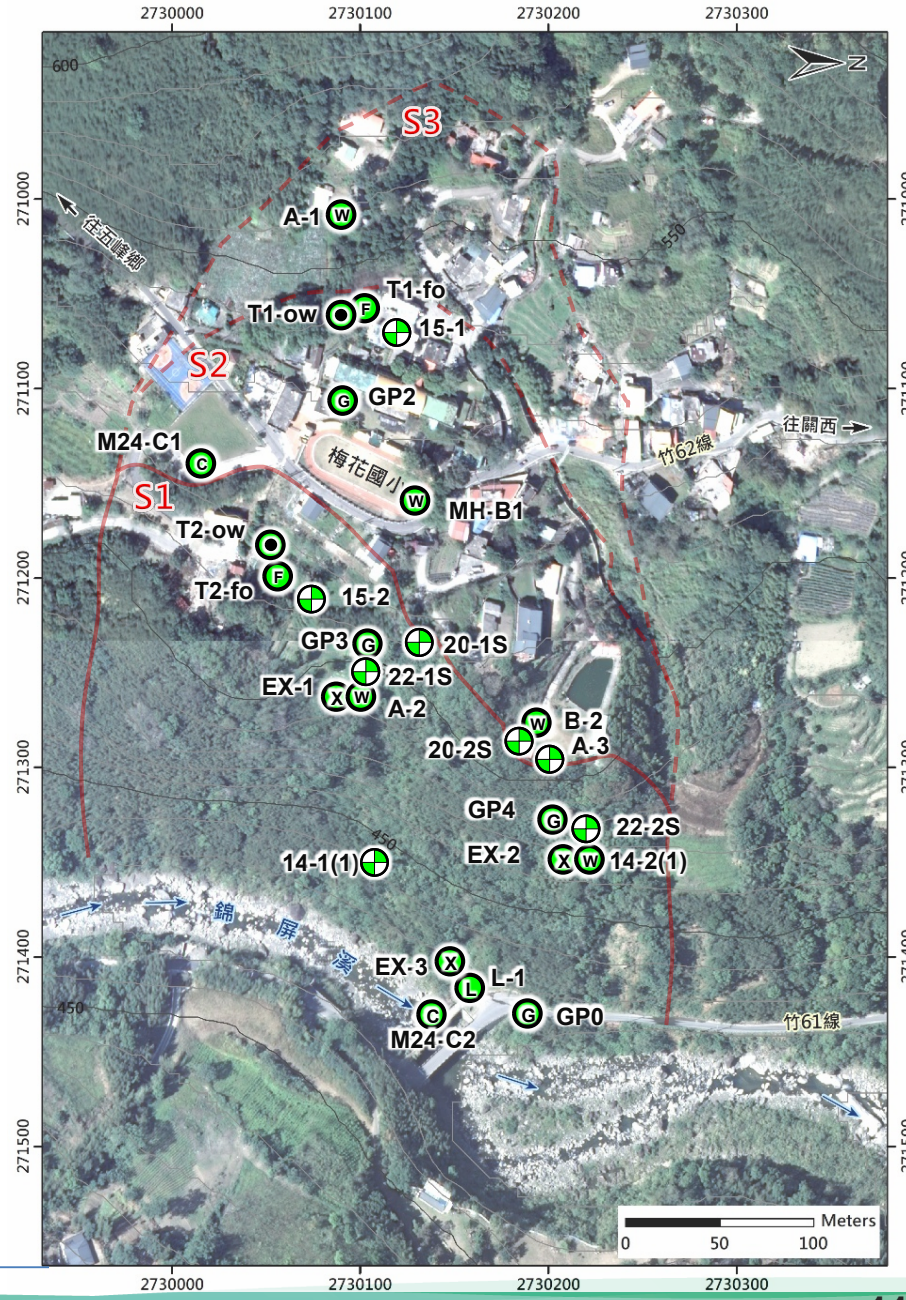
確定

警戒值率定、發布

降雨量	地表位移量
黃色警戒	黃色警戒
■ 預測有效累積降雨 > 350 mm	■ 位移量 > 70mm/日
紅色警戒	紅色警戒
■ 有效累積降雨 ≧ 350 mm	■ 位移量 > 90mm/日

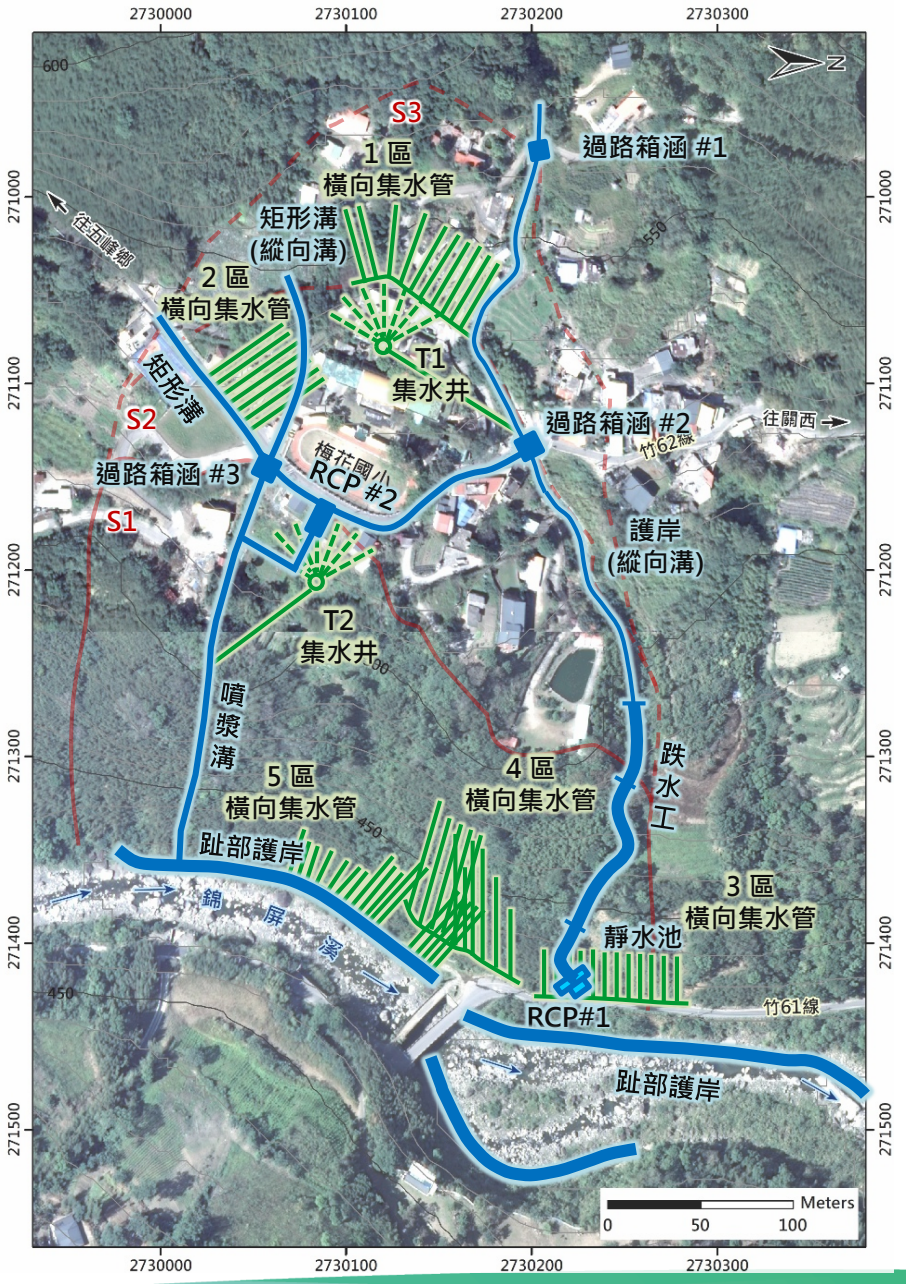
維護設施數量多

設施	名稱			數量	建置年份
監測設備	地中	⊗	孔內伸縮計	3套	101年 ● 地中-傾斜觀測管*4孔 ● 地下水-水壓計*2支 102年 ● 地中-傾斜觀測管*1孔 ● 地下水-水壓計*2支 103年 ● 地中-傾斜觀測管*2孔 ● 地下水-水壓計*1支 105年 ● 地中-孔內伸縮計*1套 ● 地中-傾斜觀測管*1孔 106年 ● 地中-孔內伸縮計*1孔 ● 地下水-水壓計*1支 107年 ● 集水井-水壓計*2支 ● 集水井-流量計*2支 108年 ● 地下水-水壓計*2支 111年 ● 地中-孔內伸縮計1套 ● 地中-土中應力計*1套 ● 地表-GNSS*4套 113年 ● 地表-CCD*2處
		Ⓛ	土中應力計	1套	
		⊕	傾斜觀測管	8孔	
	地下水	Ⓦ	水壓計	8支	
	集水井	◉	水壓計	2支	
		Ⓕ	流量計	2支	
	地表	Ⓖ	GNSS	4套	
		Ⓒ	CCD	2套	



維護設施數量多

設施	名稱	數量	規格	設置年份
地表排水	矩形溝	1處	長度232m、斷面1.0*0.9m	既有設施納入巡查
	矩形溝(縱向溝)	1處	長度:155m、斷面1.3*0.8m	既有設施納入巡查
	噴漿溝	1處	長度:123.3m、斷面1.2*0.15m	106年設置
	RCP	2處	■#1：長度13m、斷面3.8*0.6m ■#2：長度5m、斷面0.3*0.3m	既有設施納入巡查
	過路箱涵	3處	■#1：長度6m、斷面4*1.5m ■#2：長度10m、斷面4*3m ■#3：長度16m、斷面1.3*0.8m	既有設施納入巡查。
	靜水池	1處	長度6.5m、斷面3.8*5.5m	106年設置
	跌水工	1處	高度0.5m、底寬4m	106年設置
	護岸(縱向溝)	1處	長度560m、高度1.5~3.0m、頂寬0.3m、底寬1m	既有設施納入巡查
	趾部護岸	1處	長度405m、高度9.1~7.0m、頂寬0.7~1.5m、底寬2~5m	104年、111年設置
地下排水	橫向集水管	5區	■1區：20支、長度20m ■2區：20支、長度20m ■3區：20支、長度20m ■4區：84支、長度60~70m ■5區：25支、長度20~45m	■1區：103年設置 ■2區：103年設置 ■3區：103年設置 ■4區：108年設置 ■5區：111年設置
	集水井	2座	■T1：孔徑4.5m、深20m ■T2：孔徑4.5m、深32m	106年設置



貳、維護管理制度

維護管理團隊

主管機關

農業部農村水保署

- 訂定上位計畫(構造物維護管理、災害防救業務)
- 工程預算核定、督導、指導
- 維護大規模崩塌監測整合系統
- 全國性重大設施體檢

大口徑集水井

至少4次/年
(汛期前1次，汛期中至少3次)

執行團隊

農業部農村水保署臺北分署

- 維護手冊制定、巡查作業督導
- 維護工程預算提報及監督

青山工程顧問股份有限公司

- 邊坡監測、工程規劃
- 設施巡查、維護作業統籌

豐華工程顧問股份有限公司

- 維護處理工程設計監造

久旺營造股份有限公司

- 維護處理工程施工

維護管理設施

- 地表排水
- 地下排水
- 監測設備

定期巡查，1次/月

事件型巡查

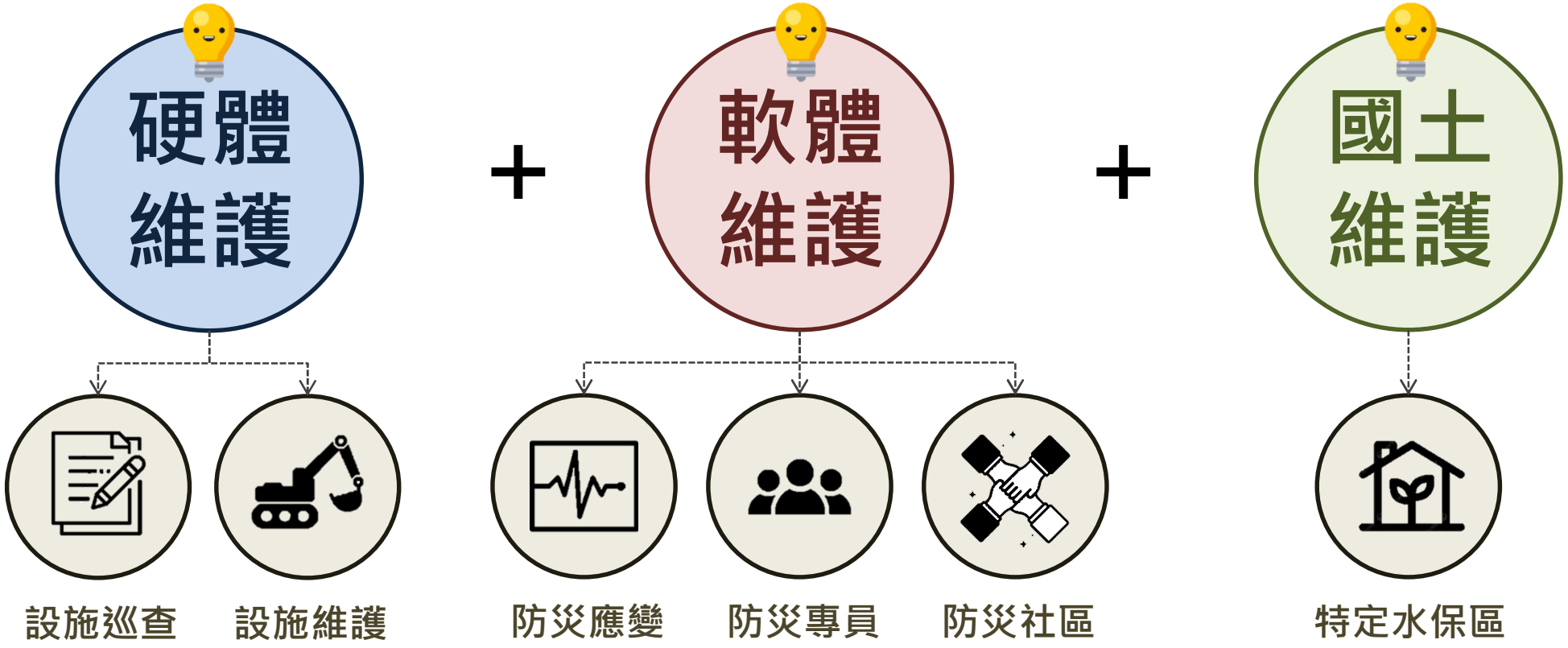
協辦團隊

新竹縣政府、尖石鄉公所、梅花部落

- 配合防災應變作業
- 培訓防災專員
- 建構自主防災社區

多面向維護管理制度

研擬【3面向、6作為】維護管理制度，以達防、減災安全目標。



落實訂定維護管理手冊

導入【各級、多層次】的巡查機制

硬體維護



地表排水設施

- 定期：每月1次
- 事件型
  - ■ 地震震度達5強以上或24小時累積雨量達500毫米以上。
  - ■ 監測設施故障或資料出現異常。

地下排水設施

本署
集水井【入井】檢視

至少 4 次/年
(汛期前1次，汛期中至少3次)

- 定期：每月1次
- 事件型
- 健全度檢視
  - ■ 地下排水設施異常 or 竣工每滿五年

監測設施

- 定期：每月1次
- 事件型

維護管理手冊

異常時執行【維護改善工程】

如地下排水設施集、排水管阻塞時，規劃高壓水柱清洗。

解決維護巡查困難

硬體維護

巡查困難

- 設施數量多、分佈範圍廣，容易遺漏。
- 人員巡查，視野有限，巡查不易。

因應對策

分區

圖示呈現監測設備、地表排水及地下排水分區成果。

共 3 分區(藍、黃、粉紅)

動線規劃

統一規劃巡查動線，設施不遺漏。

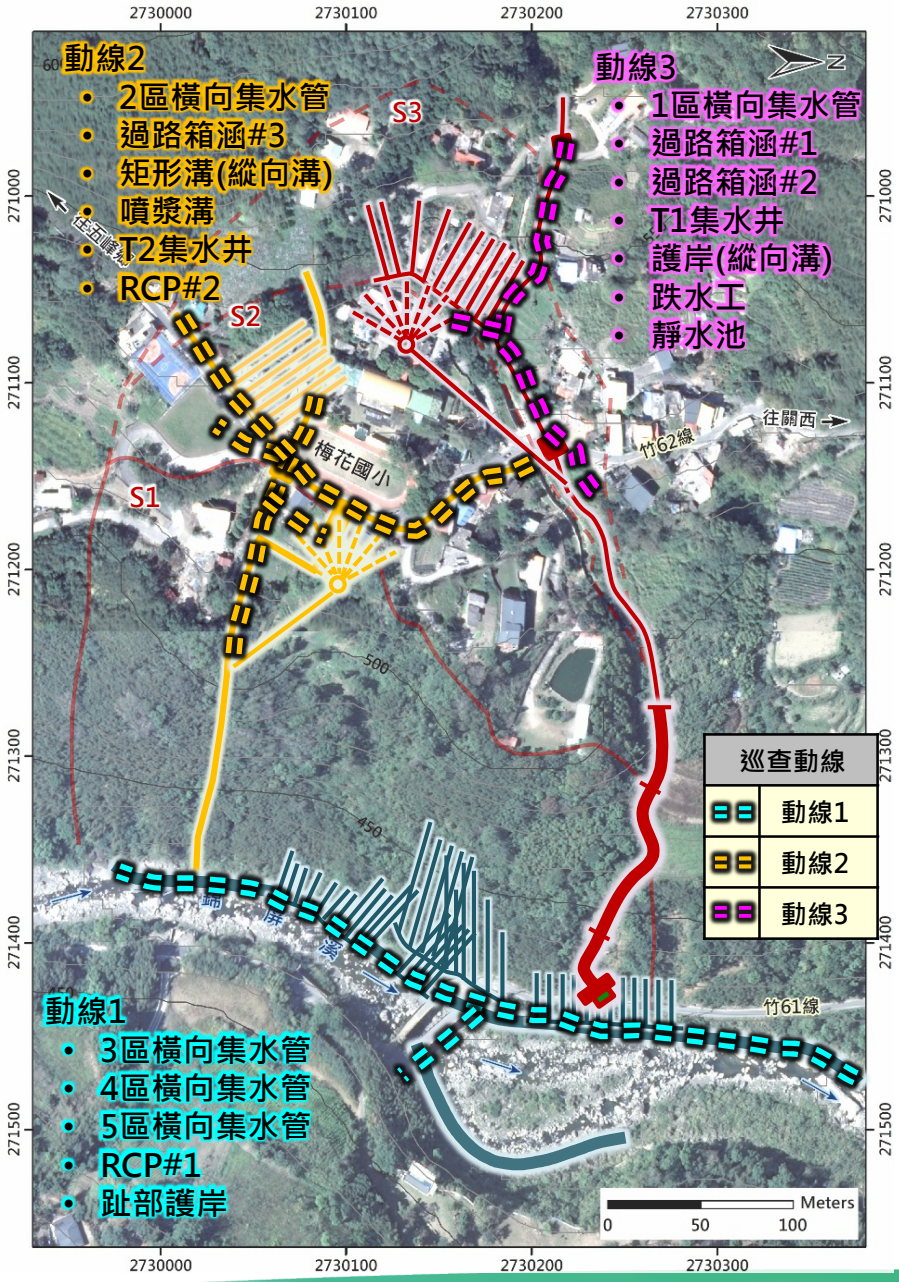
共 3 動線

輔助檢視

人員不易到達處，利用空拍輔助。

UAV





以長期監測資料明訂管理值

軟體維護

應變小組開設

土石流及大規模崩塌災害緊急應變小組作業規定

- **開設前置作業** 災害應變期間分組分工說明
- **警戒發布** 警戒發布與解除方式

本分署開設應變小組專人嚴密監控







警戒發布

情資研判及警戒發布與解除作業指引

綜合評估監測數據發布警戒

警戒值率定

降雨量

黃色警戒

- 預測有效累積降雨 > 350 mm

紅色警戒

- 有效累積降雨 ≧ 350 mm

地表位移量

黃色警戒

- 位移量 > 70mm/日

紅色警戒

- 位移量 > 90mm/日



軟體防災強化維護成效

本分署每年汛期前定期舉辦地方首長座談及至少2次防災專員回訓

防災應變相關資料

軟體維護

訂定災害【預報】與【警報】作業手冊。

1 平時 (警戒監控)

本署 防災機制建立
- 土石流及大規模崩塌災害預報與警報作業手冊

本署 分署 警戒監控
- 颱風、氣象資訊掌握
- 大規模崩塌活動性監測

本署 預報發布
- 氣象預報
- 預測災害發生的可能性與影響範圍
- 研擬防範措施
- 傳遞氣象預報訊息

2 災中 (警戒發布)

本署 分署 災害分析研判
- 研判土石流及大崩發生之可能性與影響範圍

本署 警戒發布
- 依據地區特性與各地區實際風雨狀況，發布土石流及大規模崩塌黃、紅色警戒

本署 分署 防救災應變措施
- 緊急疏散避難
- 疏散避難執行回報
- 研擬具體建議
- 災情通報處理、確認媒體訊息正確性

3 災後 (警戒解除)

本署 警戒解除
- 依據地區特性與各地區實際風雨狀況，適時解除土石流及大規模崩塌警戒

本署 分署 災情彙整
- 彙整災情或附近居民疏散避難情形

本署 分署 檢討與修正
- 檢討預報、警報發布時機
- 更新保全住戶資料
- 加強雨量監測研究、警戒預報系統精進
- 防救災資源盤點
- 辦理災情通報人員教育訓練

本署統籌，分署與地方配合，分平時、災中、災後 3 階段應變操作。

培訓【防災專員】，協助推動防災工作

防災專員定期回訓，近5年累積回報 264 次。



自主雨量監測及回報 | 強化土石流災情通報機制 | 協助警戒訊息傳遞 | 協助疏散避難 | 強化社區防災組織

強化基層自主防災能力。

訓練【社區防災人員】，確保面臨災害威脅時，有自救的能力。

梅花地區辦理現場實作演練。


開設鄉災害應變中心


村長開廣播車勸離保全戶


警戒班處理倒塌路樹


張貼撤離勸導單


村長分配防災編組應變任務



強化國土管理提升維護成效

國土維護


+


部落會議【全數通過】同意劃為特定水土保持區

特保區劃設計畫

農業部 MINISTRY OF AGRICULTURE

113年劃設公告「特定水土保持區」

公告「新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)大規模崩塌特定水土保持區」及指定本部農村發展及水土保持署臺北分署為管理機關，並自即日生效

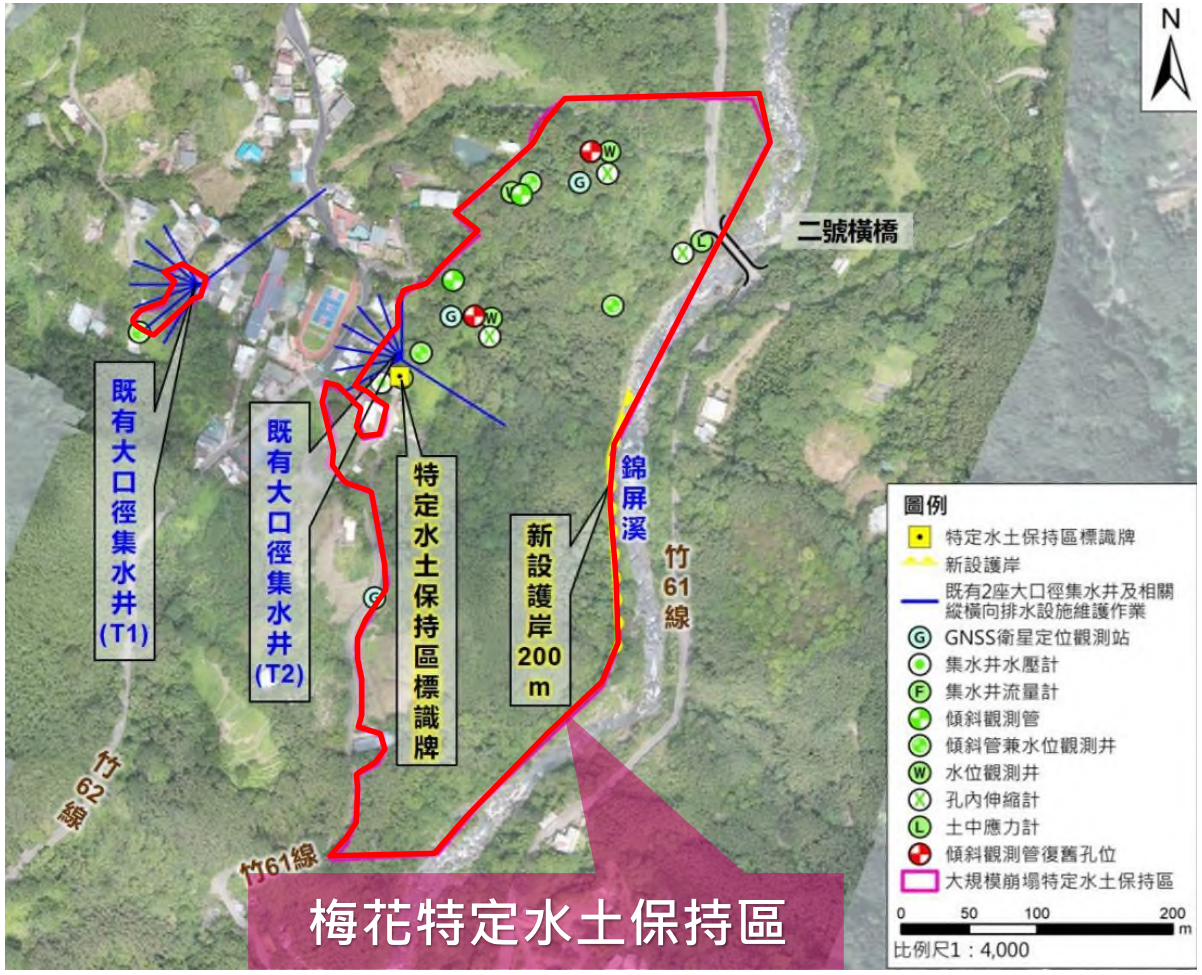
發布日期：113-02-17

擬定長期水土保持計畫

- ☑ 長期土地管理利用
- ☑ 長期監測追蹤

避免濫墾濫伐

- ☑ 減低災害發生
- ☑ 創造土地生產力
- ☑ 提昇土地利用價值



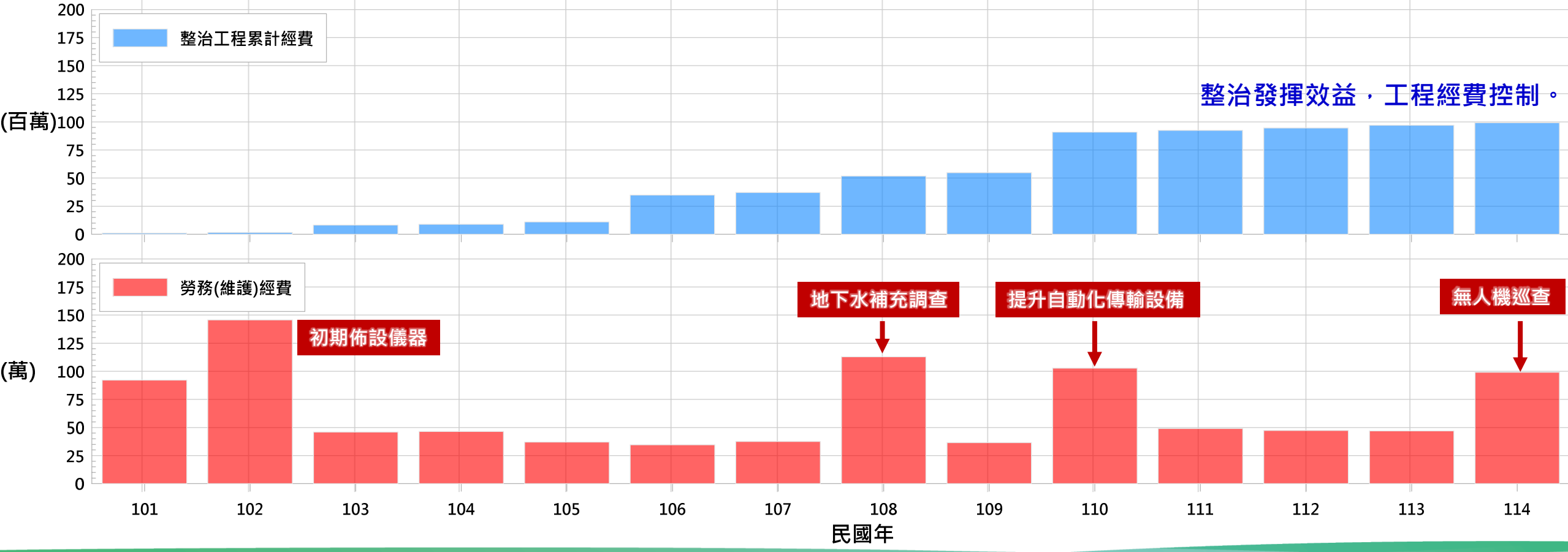
維護管理經費合宜妥適

興建總經費：87,992仟元
維護總經費： 14,909仟元

各期工程驗收證明

現況調查 → 維護作業(持續監測+分年分期整治)

552萬 地表排水
1,308萬 地表排水
2,192萬 集水井
1,286萬 橫向集水管
3,461萬 趾部加固
557萬 維護處理



參、維護文件管理

文件資料數位化保存及管理

歷年工作成果資料

歷年調查、監測、維護及工程資料皆上傳雲端平台，數位化管理提升效率

傳統
- 紙本保留，查詢再利用不易。
- 資料易損壞遺失，不易交接。

E化
- 檔案均歸檔、上傳，並有專員檢核內容正確性。
- 減少人員更迭，資料遺失問題。並有利快速調閱資料。

歷年相關工作成果

調查
- 地質鑽探
- 地電阻探測
- UAV空拍 ...

＋

監測
- 歷年監測資料

＋

工程
- 歷年工程圖說

資料上傳

雲端平台

內部　水保署，本署分署共同管理
1. 電子圖書管理中心
2. 工程管考系統

＋

外部　地質調查及礦業管理中心
工程地質探勘資料庫

Open Data：跨機關資源共享，增加效益

e-Library 電子圖書管理中心

公佈欄　資料查詢　檔案提交

序號	年度	計畫編號	計畫名稱	電子書
1	113	113LL029	113年度鎮西堡、秀巒、泰崗及梅花等地區潛在大規模崩塌調查監測計畫	電子書
2	112	112LL016	112年度鎮西堡、秀巒、泰崗及梅花等地區潛在大規模崩塌調查監測計畫	電子書
3	111	111LL015	111-112年度鎮西堡、秀巒、泰崗及梅花等地區潛在大規模崩塌調查監測計畫(1 / 2)	電子書
4	110	110LL028	110年度梅花及義興地區潛在大規模崩塌調查監測計畫	電子書
5	109	109LL021	109年度梅花、義興及茅園地滑區潛在大規模崩塌調查監測計畫	電子書
6	108	108LL016	108年度梅花、義興及茅園地滑區後續監測及調查計畫	電子書

維護成果定期上傳

巡檢資料

巡檢維護文件即時上傳，隨時掌握歷次巡檢狀態



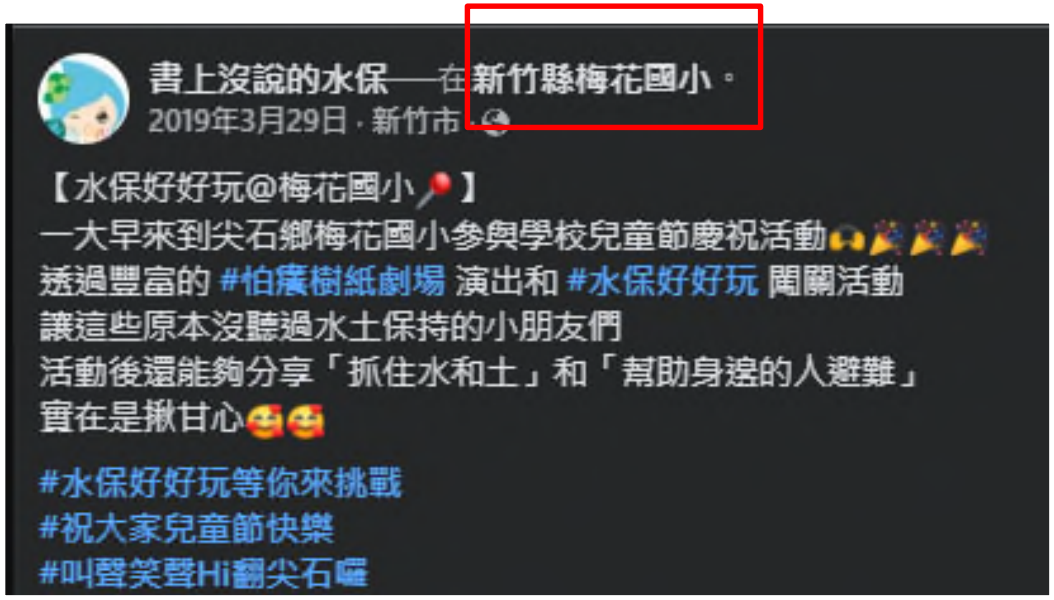
技術轉移

防災教育 向下紮根

生活化　全齡化　全民化

利用防災教具提升梅花國小學童防災意識

落實地方教育，透過輕鬆有趣的方式，
潛移默化地培養孩童的防災及環境保育意識











技術轉移

媒體採訪與專題分享

技術轉移資料

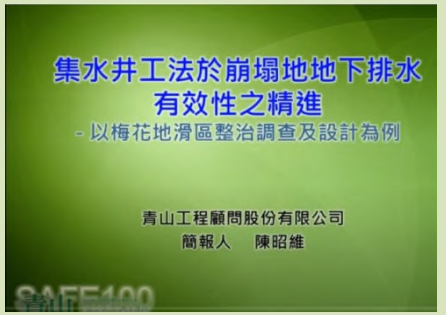
【八八風災】莫拉克十年系列報導-預知大崩塌(我們的島 第1015集 2019-08-05)



整治成效良好，接受採訪、拍攝環境教育影片，
並發布於YouTube等公開平台，提升民眾防災意識。

+

梅花地區特殊案例專題分享





年度防災講習教育訓練





舉辦專題分享、教育訓練
達到專業技術轉移傳承。

肆、防災與安全

各期工程均重視職安

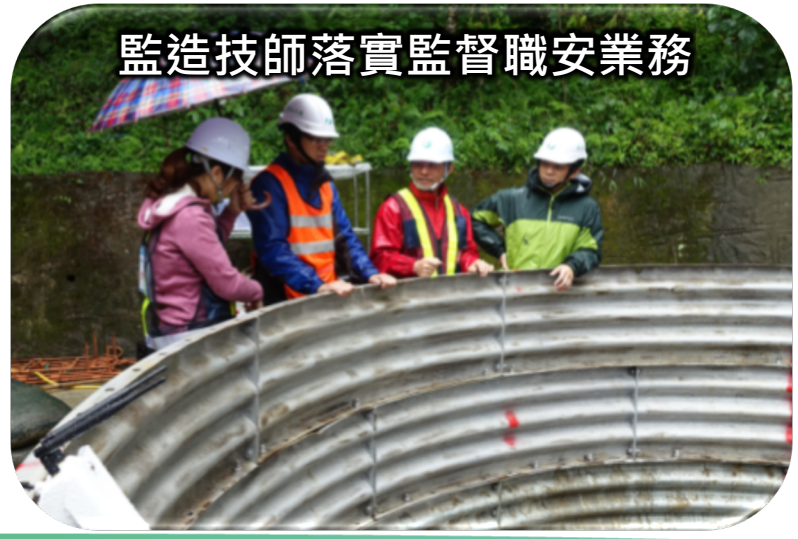
榮獲

進行施工安全風險評估 ＋ 施工時落實查驗監督 ＝ 第十二屆公共工程金安獎











延續金安獎精神維護管理

工程材料均不易起火

大口徑集水井

- 井體：鋼襯鈑 (熔點 > 1,000 ℃)
- 井蓋：不銹鋼材質 (熔點 > 1,000 ℃)
- 爬梯、平台：不銹鋼材質 (熔點 > 1,000 ℃)
- 集水管：HDPE (熔點 > 120 ℃)

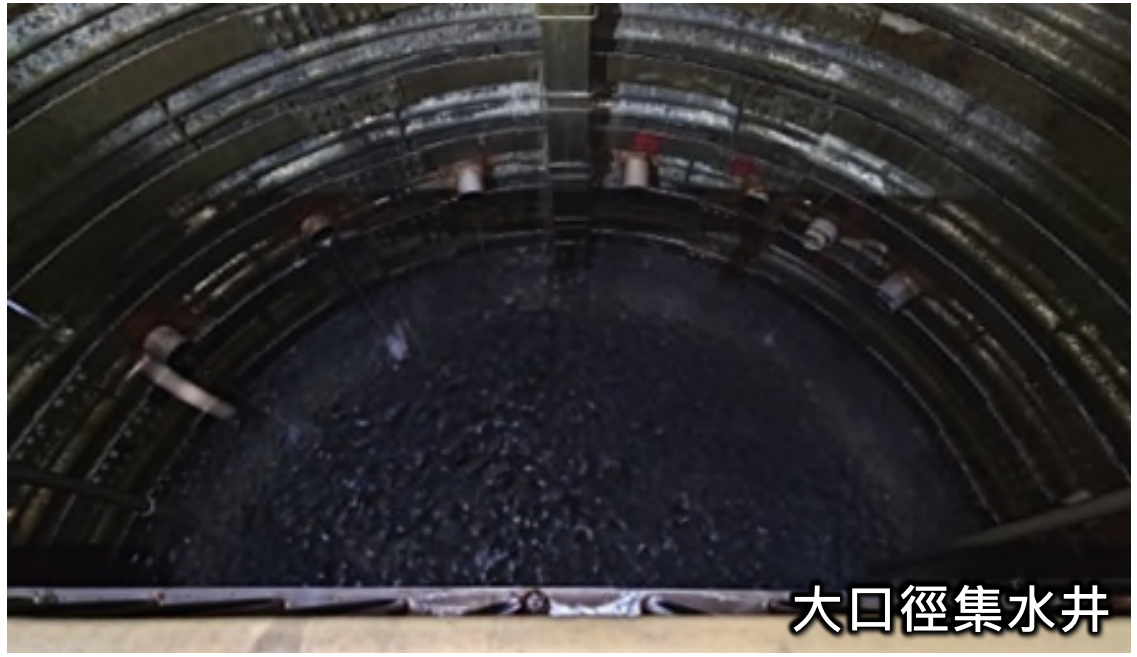
橫向集水管

- 牆體：混凝土 (熔點 > 1,000 ℃)
- 集水管：HDPE (熔點 > 120 ℃)

趾部護岸

- 護岸：漿砌石 (熔點 > 1,000 ℃)
- 排樁：鋼筋混凝土 (熔點 > 1,000 ℃)

各期工程零火災







維護管理廠商無職災紀錄

注重職安工作平安 → 職安署職災紀錄查詢 → 維護廠商無工安事件





伍、環境設備設施維護管理

環境維護-提升生態友善之作為

依據生態顧問建議進行
生態環境友善措施

設置動物攀爬網及鋼網改善通道



提供生物或蛙類攀爬助力





2 第二層-鐵絲網基腳阻隔



3 第三層-井口防墜網改善



增設細孔目網避免生物或枯葉掉落並維持管內通風

有效阻隔動物進入，避免動物掉落集水井

監測設備維護

AI程式 + 人員巡查

AI程式全天候24小時監控

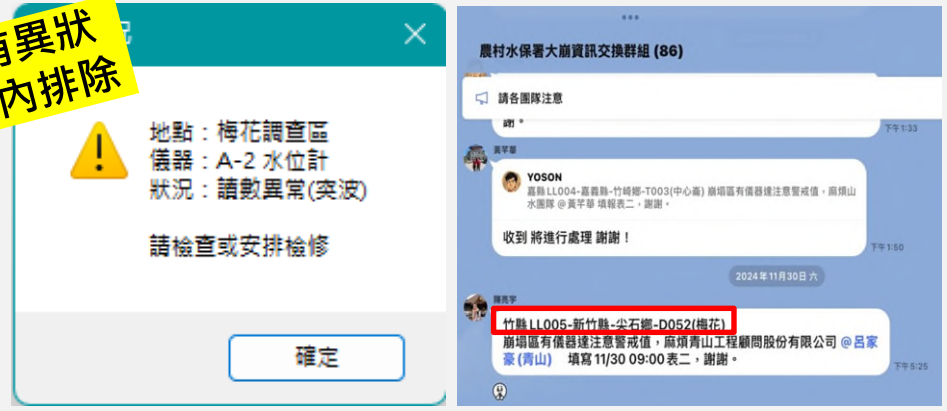
監測儀錶板，掌握儀器穩定性

儀器、電力情形　數據更新

讀值	警戒等級	儀器狀況	最近更新
13.42 volts		電壓正常	0.2小時前
14.33 volts		電壓正常	0.3小時前
-14.38 m		正常	0.3小時前

若有異狀以mail、LINE提醒人員維護。

如有異狀7天內排除



人員定期巡查維護

專屬表單，輔助現場檢修。

發現問題可即刻排除





	是	否
□ 監測站狀況		
■ 雜物遮蔽	☐	☑
■ 內部蟲害	☐	☑
□ 監測儀器狀況		
■ 電壓是否異常	☐	☑
■ 頻率訊號是否異常	☐	☑
■ 監測數據是否異常	☐	☑

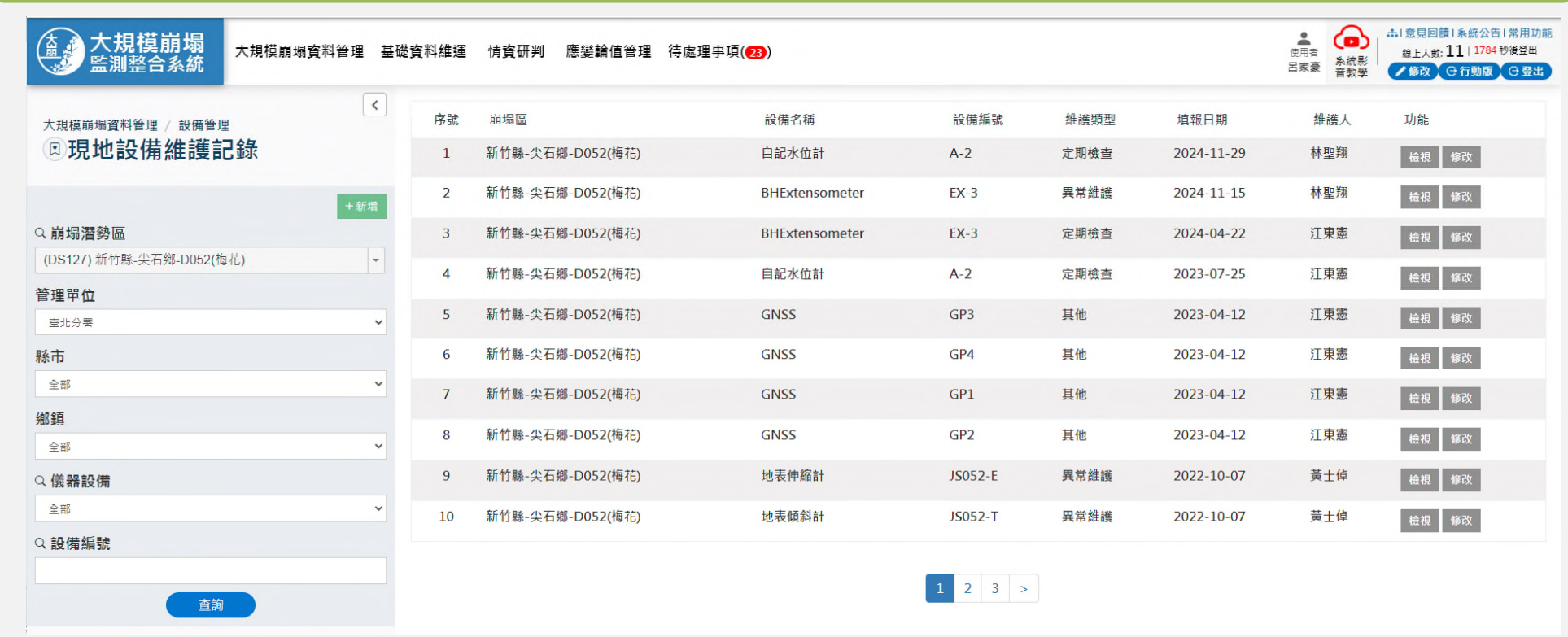
※ 配合現場人工手動監測工作，巡查填表。

- 102年儀器設置迄今，持續維護；校正。
- 110年配合本署大崩系統，資料穩定上傳。

大規模崩塌監測整合系統

監測設備皆正常運作

監測數據上傳大崩系統迄今，累積維護 24 次。
颱風豪雨事件及應變期間，監測設備【正常】運作。



序號	崩塌區	設備名稱	設備編號	維護類型	填報日期	維護人	功能
1	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	自記水位計	A-2	定期檢查	2024-11-29	林聖翔	檢視 修改
2	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	BHExtensometer	EX-3	異常維護	2024-11-15	林聖翔	檢視 修改
3	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	BHExtensometer	EX-3	定期檢查	2024-04-22	江東憲	檢視 修改
4	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	自記水位計	A-2	定期檢查	2023-07-25	江東憲	檢視 修改
5	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	GNSS	GP3	其他	2023-04-12	江東憲	檢視 修改
6	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	GNSS	GP4	其他	2023-04-12	江東憲	檢視 修改
7	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	GNSS	GP1	其他	2023-04-12	江東憲	檢視 修改
8	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	GNSS	GP2	其他	2023-04-12	江東憲	檢視 修改
9	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	地表伸縮計	JS052-E	異常維護	2022-10-07	黃士倬	檢視 修改
10	新竹縣-尖石鄉-D052(梅花)	地表傾斜計	JS052-T	異常維護	2022-10-07	黃士倬	檢視 修改

1 2 3 >

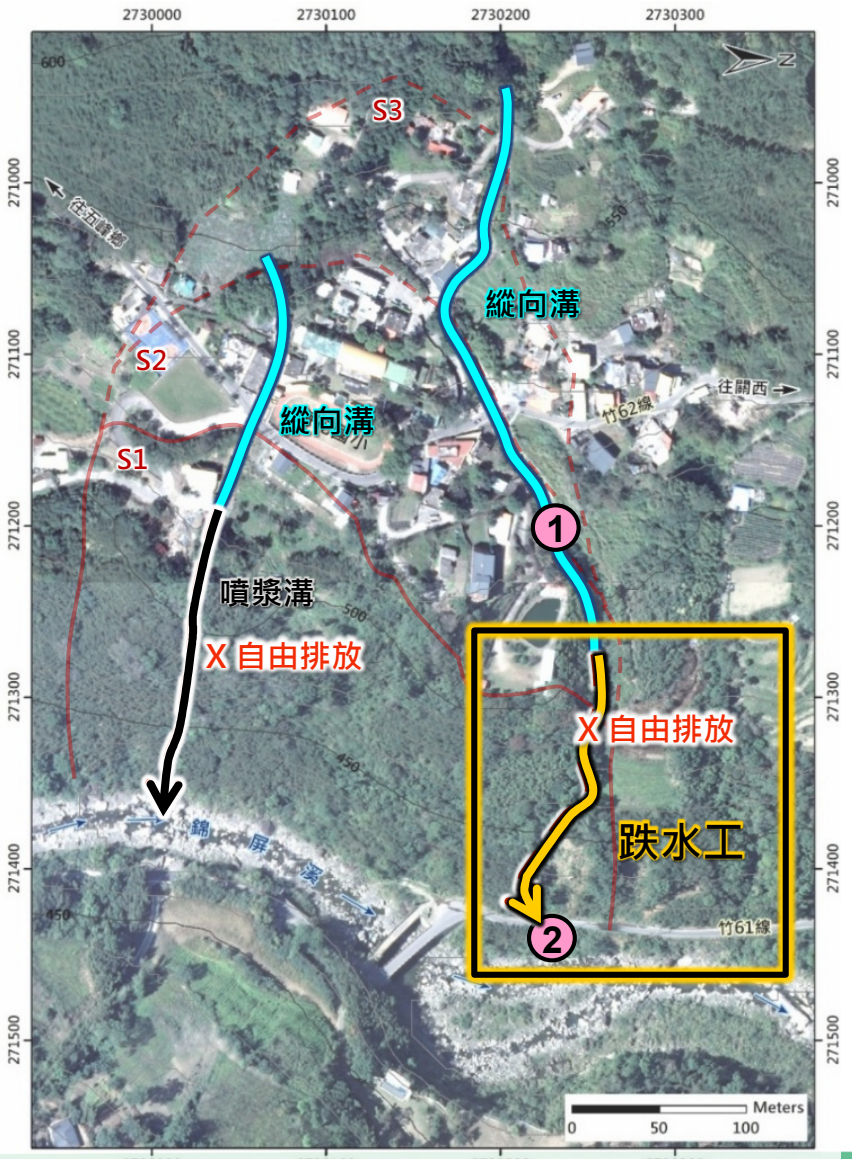
電力異常



環境整理



地表排水系統維管



盤點問題

101年發現地表排水系統不足

溝內地表水自由排放，趾部大量地表逕流流竄。





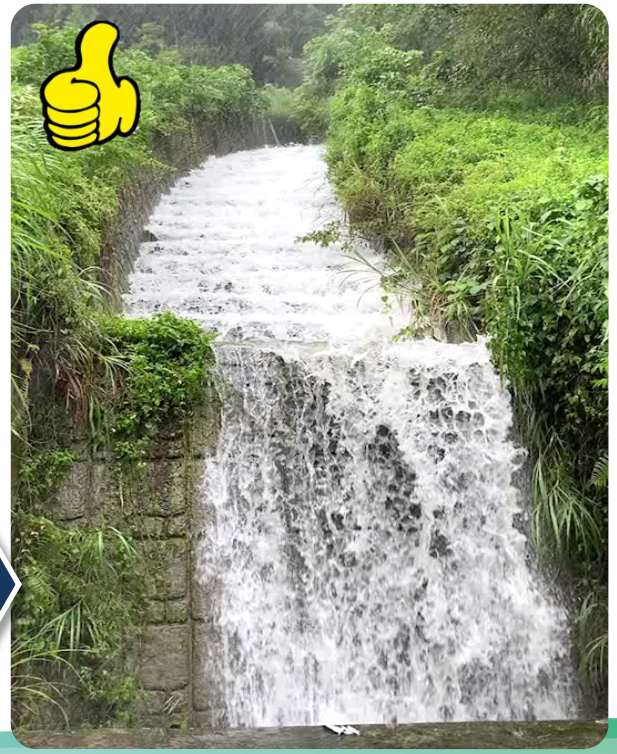
解決問題

103~105年進行地表排水系統改善工程

颱風期間地表水量豐沛，排水效果良好。



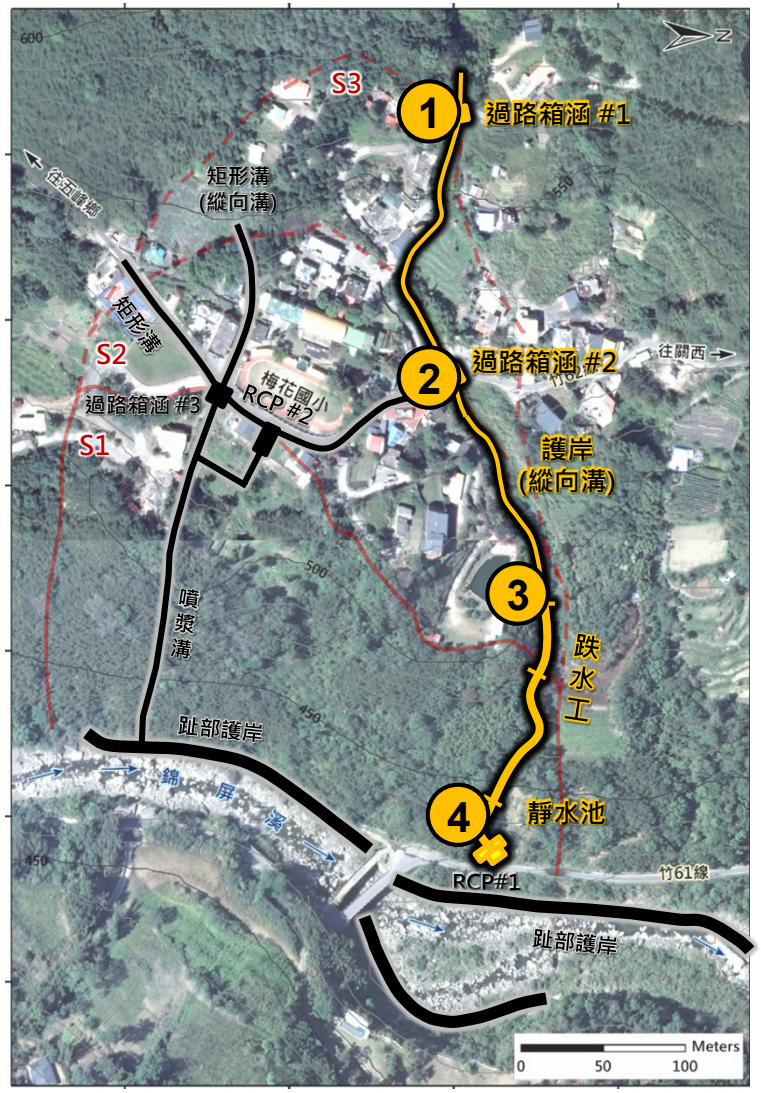




統整鄰近排水系統一併巡查，追蹤排水功能











地表排水巡查紀錄 制定專屬表單紀錄，精進檢視作為。

早期

☑ 定拍追蹤





現在

☑ 定拍追蹤 ＋ ☑ 填寫維護表單

設計表單羅列【影響排水功能】狀況，方便現場人員檢查、勾選。



☐ 環境現況

	植被良好	植被稀疏	崩塌裸露	殘土堆積
■ 坑溝	☑	☐	☐	☐
■ 坡面	☑	☐	☐	☐

☐ 初步檢視

☑ 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



※ 地表排水設施功能異常時，規畫進行排水設施改善。

地表排水功能正常

每年配合監測委辦案執行，檢討地表排水功能

- 105年設置後，持續維護迄今，確保維持既有功能

縱向溝排水量大且順暢、無阻塞，排水功能正常。

影片



今年針對異狀者再改善

改善前 設施內植生雜物影響排水功能



改善後 確保設施維持排水功能



地下排水維管問題盤點

地下排水設施

- 橫向集水管
- 大口徑集水井 (重要設施，需重點巡查)

地下水**礦物質與微粒料**

- 集水管堵塞
- 井底淤積
- 井壁卡垢

日本研究統計約30-40%集、排水管
5~15年發現功能下降
據以訂健全度檢視期程

集水管口堵塞



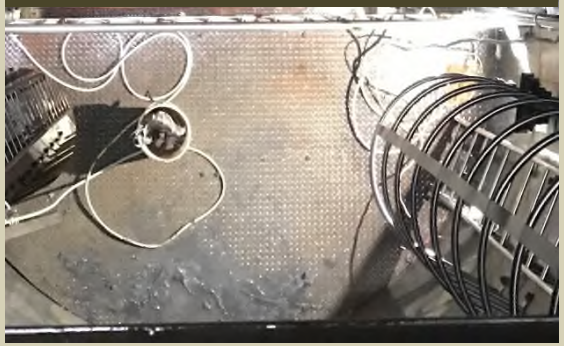
井壁異物附著物

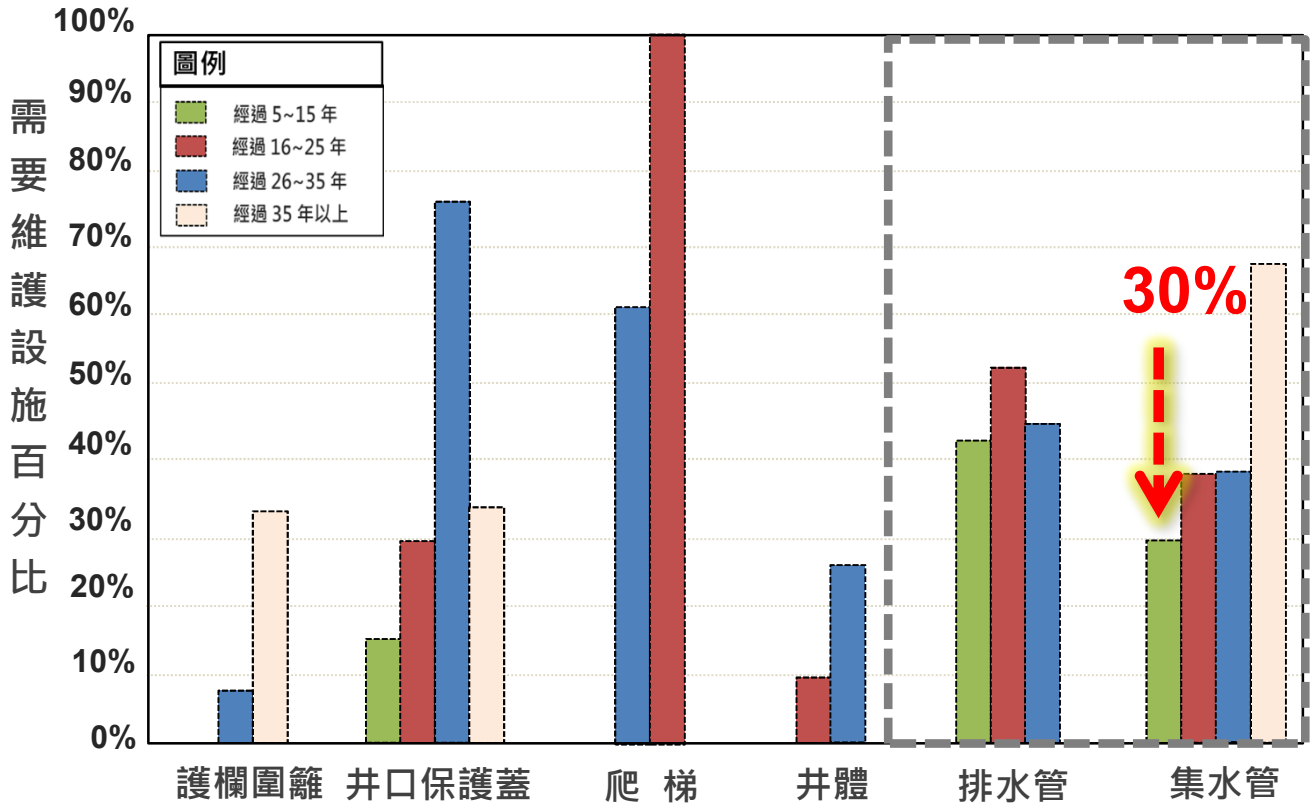


井底淤積土砂



中間平台異物

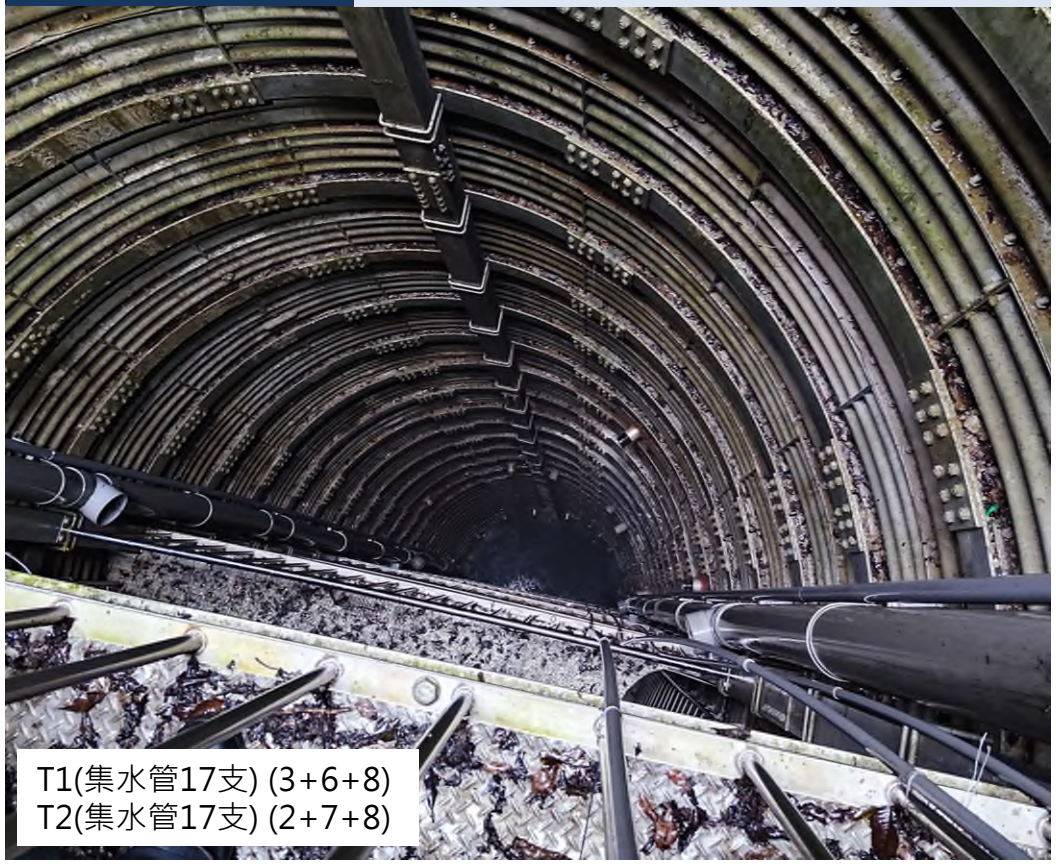




大口徑集水井屬局限空間，人員入井巡查具風險

集水井

- 井徑：4.5 m
- 井深：20 m、32 m



T1(集水管17支) (3+6+8)
T2(集水管17支) (2+7+8)

人員入井可能風險

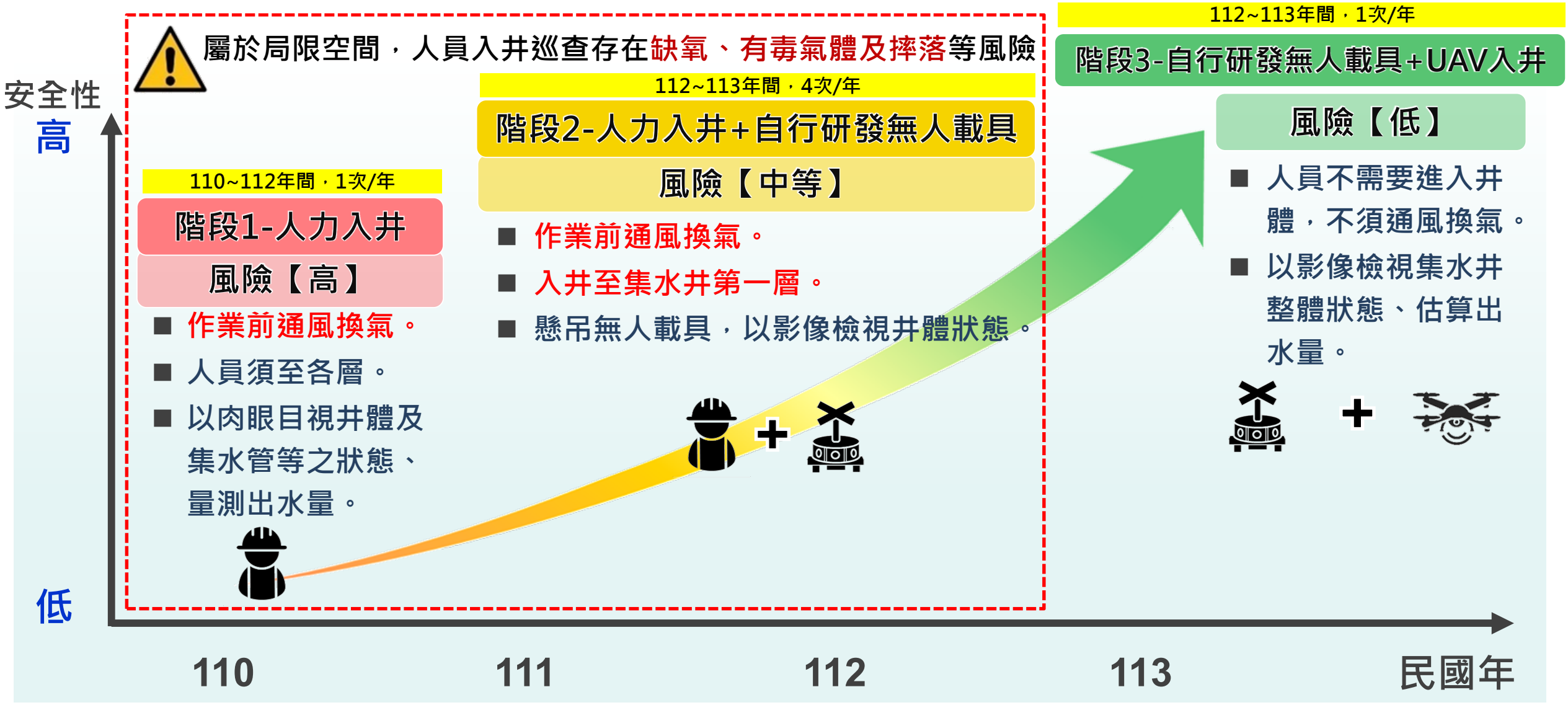
- 有害氣體中毒
- 墜落





必需考量人員入井檢視安全，擬定【妥適】檢視方法。

大口徑集水井巡查檢視方法精進



井內檢視成果清楚，掌握問題點

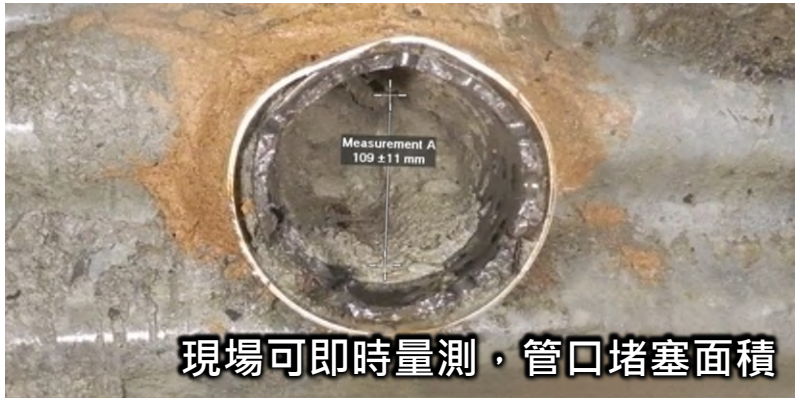
動態紀錄將飛行路徑與畫面結合， 清楚掌握問題點分布。



高清解析度影像，判釋更準確



近距離拍攝，活動不受限
發現集水管堵塞嚴重



113年執行發現
【井體有覆著物；集水管明顯堵塞】

健全度分級：III
需輕微修繕

處置結果：R2
應辦理維護工程

地下排水巡查紀錄

歷次巡查紀錄

橫向集水管



大口徑集水井



參考日本文獻及水土保持構造物巡查計畫訂定表單

☑ 定拍追蹤 ＋ ☑ 填寫維護表單

集水井
附屬設施多
一一表列不遺漏

設計表單羅列檢查項目，以利勾選登錄

- ☐ 集水管 ☐ 正常 ☐ 無出水 ☑ 堵塞 ☐ 其他
- ☐ 排水管 ☐ 正常 ☑ 排水異常 ☐ 其他
- ☐ 井體 ☑ 正常 ☐ 開裂 ☐ 地坪下陷 ☐ 附著物體 ☐ 其他
- ☐ 附屬設施
  - ◆鋼絲網柵欄 ☑ 正常 ☐ 鏽蝕 ☐ 損壞 ☐ 門閂損壞 ☐ 其他
  - ◆井蓋 ☑ 正常 ☐ 鏽蝕 ☐ 損壞 ☐ 門閂損壞 ☐ 其他
  - ◆爬梯及防墜落鋼架 ☑ 正常 ☐ 鏽蝕 ☐ 損壞 ☐ 其他
  - ◆中間平台 ☑ 正常 ☐ 鏽蝕 ☐ 損壞 ☐ 其他
  - ◆通風管 ☑ 正常 ☐ 破損 ☐ 其他

※ 集、排水管阻塞、功能異常時，規劃安排高壓水柱清洗作業。

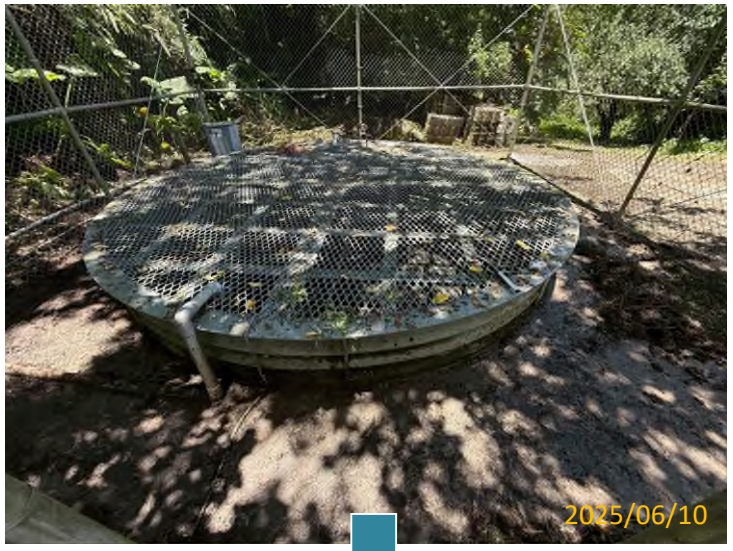
周邊改善成效(1/2)

鋼襯鈑高壓沖洗 清除青苔及結晶物





預留通風換氣管 提升通風換氣效率





地表排水設施植生清除 保持通水斷面暢通

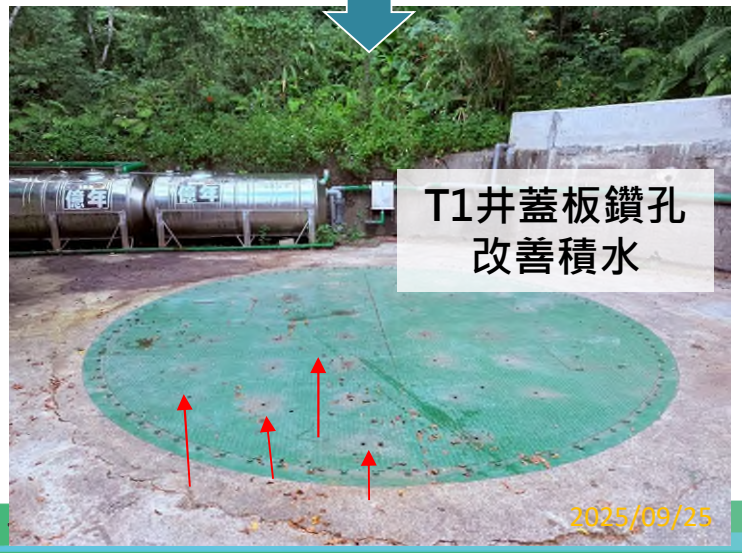




周邊設施改善成效(2/2)

集水井蓋板積水改善 預留通風換氣孔提升效率





增設導水牆及透水管 提升地下水資源利用率





加強不鏽鋼爬梯止滑效果 提升巡查人員進出安全





集水管內視鏡檢視及沖洗流程(1/2)

檢測井內有害氣體
設置通風換氣設備



入井時人員配置氣體偵測器



設置施工架及安全設施



上下樓梯及施工平台



集水管內視鏡檢視



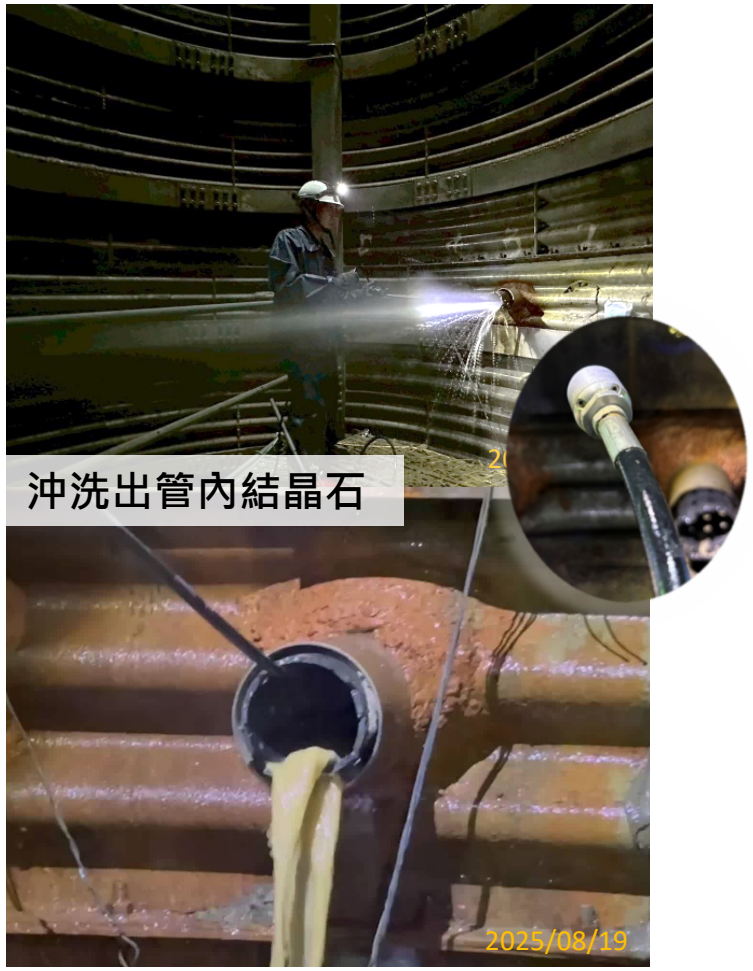
集水管標註並檢視阻塞狀況



集水管內視鏡檢視及沖洗流程(2/2)

高壓沖洗前後紀錄

集水管高壓沖洗



集水管沖洗後重新內視鏡檢視



沖洗後量測集水管流量



7.4 L/min
↑
2.0 L/min

高壓沖洗成果比對(T1-3-2為例)



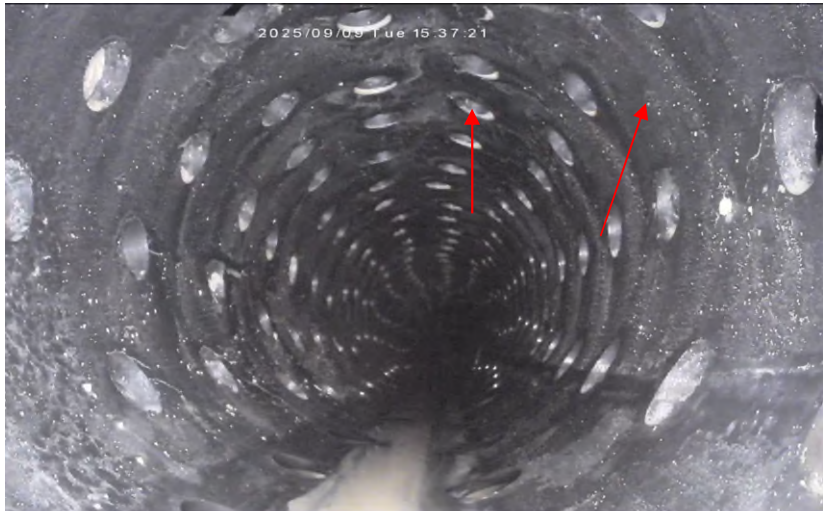
沖洗前內視鏡影像

檢視影像前後比對
孔口及壁面沉積物清除顯著

T1-3-2 清洗前



T1-3-2 清洗後



高壓沖洗成果比對(T1-3-2為例)

檢視影像前後比對
孔口及壁面沉積物清除顯著



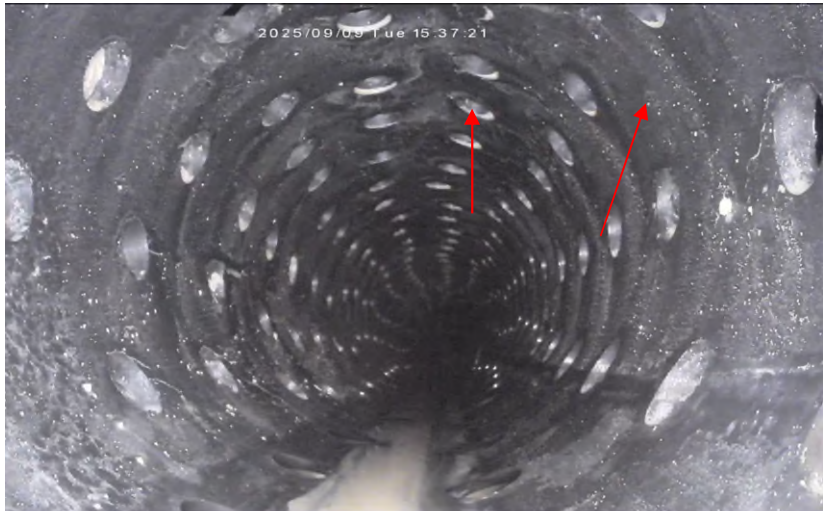
沖洗後內視鏡影像

7.3 L/min
↑
2.4 L/min

T1-3-2 清洗前



T1-3-2 清洗後



定期檢討維護管理作業，提升品質

歷年成果報告

各級同審查，依審查建議修正、檢討維護管理作業。

本署 ↔ 分署 ↔ 委辦團隊 ↔ 專家學者

滾動檢討委辦團隊工作品質
精進提升強化防災韌性

- 梅花地區邊坡穩定情形、災害風險 } 監測成果輔以判釋
- 管理基準值，滾動檢討。
- 監測儀器現況適用性檢討 (新增或汰除)
- 維護手冊內容修訂。
- 巡查執行狀況、頻率檢討。

室內審查討論



戶外現場會勘討論



陸、管理維護創新作法

開發多元入井檢視方法

入井檢視方法	人力入井	自行研發無人載具	UAV入井
作業人員	3~5位，需考量人員身體狀況	2~3位，所需人力減少	1~2位，知曉無人機操作即可
通風換氣作業	需要	需要 前置作業、設備較精簡	不需要，人員井外作業
安全維護設備 (氣體偵測器、對講機、救命器)	需要	需要，人員仍需入井至第一層	不需要，人員完全不需入井
檢測設備 (全景相機、手電筒、水尺、箱尺等)	需要	不需要 已具備全景相機及照明設備	不需要 主鏡頭配有4K高畫質影像、高流明LED燈 具備LiDAR雷射掃描，提供精確距離測量
拍攝限制	易受現場條件限制 部分區域無法拍攝	井內目標大致可順利拍攝 但受載具軌道限制	井內目標皆可順利、近距離拍攝
點雲資料產製	無	有	有，精度高
巡查時間	長，約60~90分鐘/次	短，約50~70分鐘/次	較短，約30~40分鐘/次
作業經費	中	低	高

建議2種方法並行運用

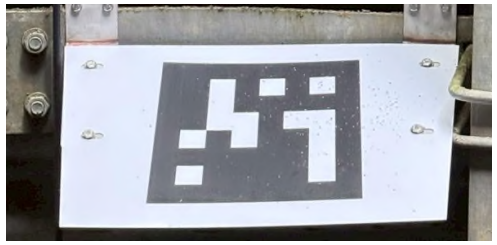
經費低，相對安全，長期維護首選。 + 經費需求高，必要時再執行。

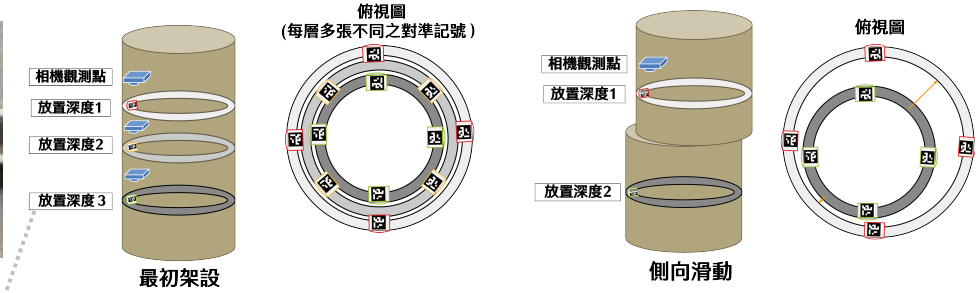
研發大口徑集水井自動化監測

監測目的
- 即時掌握井體結構變形、集排水運作及水位

系統特色
- 無人化、遠端即時監測
- 可設定警戒值，自動通報異常

光罩對準技術運用
- 安裝監視攝影機，搭配 光罩對準標記 (Aruco Marker)
- 偵測井壁變形、位移、傾斜
- 搭配傾角與塗層設計，降低土砂、淤泥附著程度，延長使用壽命。





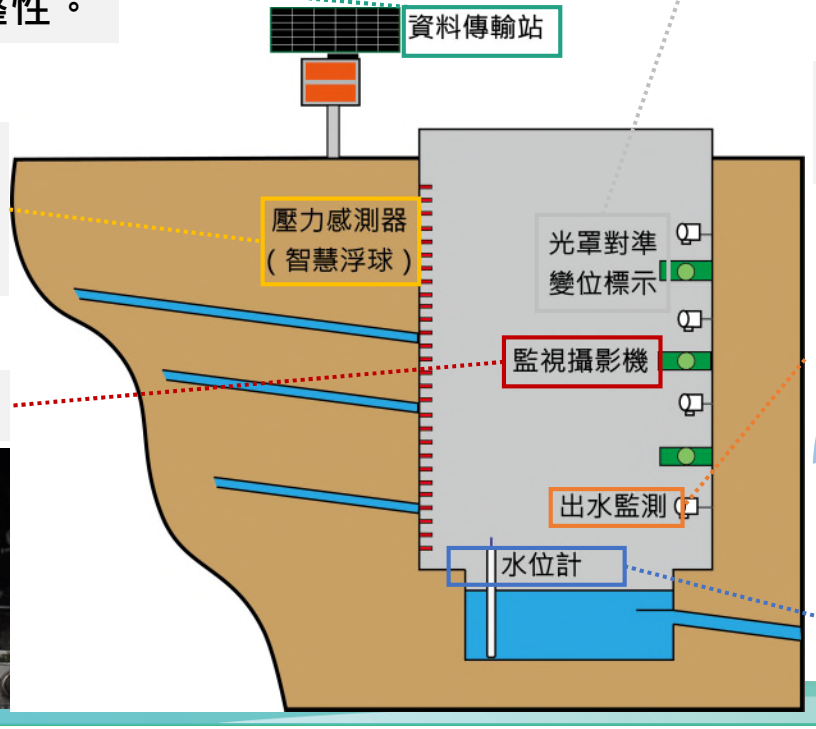
備援電力與資訊傳輸站
- 回收感測器資料並回傳。
- 市電斷電時，四天備援電力保障資料完整性。

智慧浮球(水壓感測器)
- 自動記錄和上報水位
- 可設定水位警戒值，超過即自動警報
- 協助掌握井內積水狀況

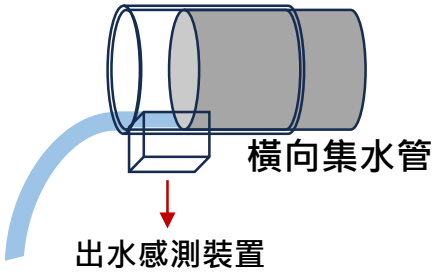
監視攝影機
- 自動回傳拍攝之照，即時掌握井內狀況

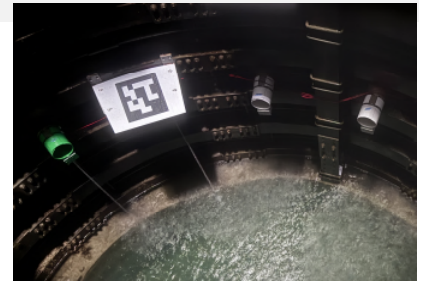






集水管出水偵測
- 偵測集水管是否正常出水，長時間監測，判別是否堵塞或異常





壓力式水位計
- 偵測井內靜水池水位變化，掌握集排水狀況

AIoT 智慧物聯網運用

本署 分署 委辦團隊-青山顧問



現地物聯網監測

- 水文與邊坡活動性監測
- 自動化即時回傳
- 定期維護與保養

本署 分署 委辦團隊-青山顧問



AIoT 監測整合平台

- 監測資料整合管理及品質監控
- 可視化圖形展現
- 管理值設定、自動比對

本署 分署 委辦團隊-青山顧問

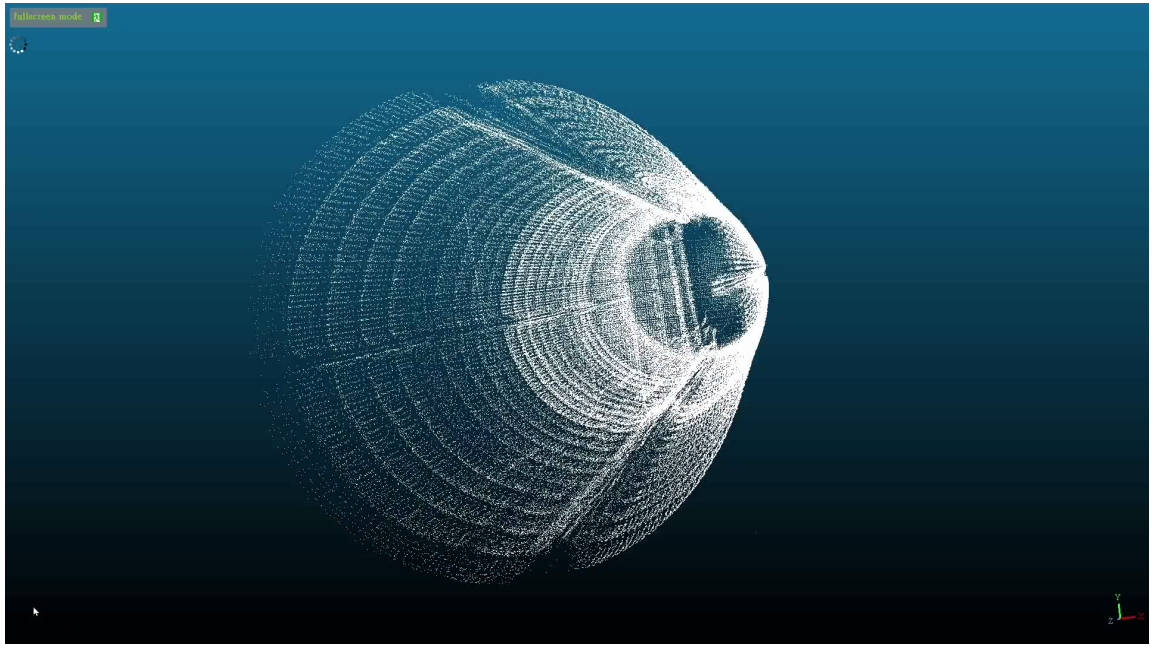


智慧化警戒訊息發布

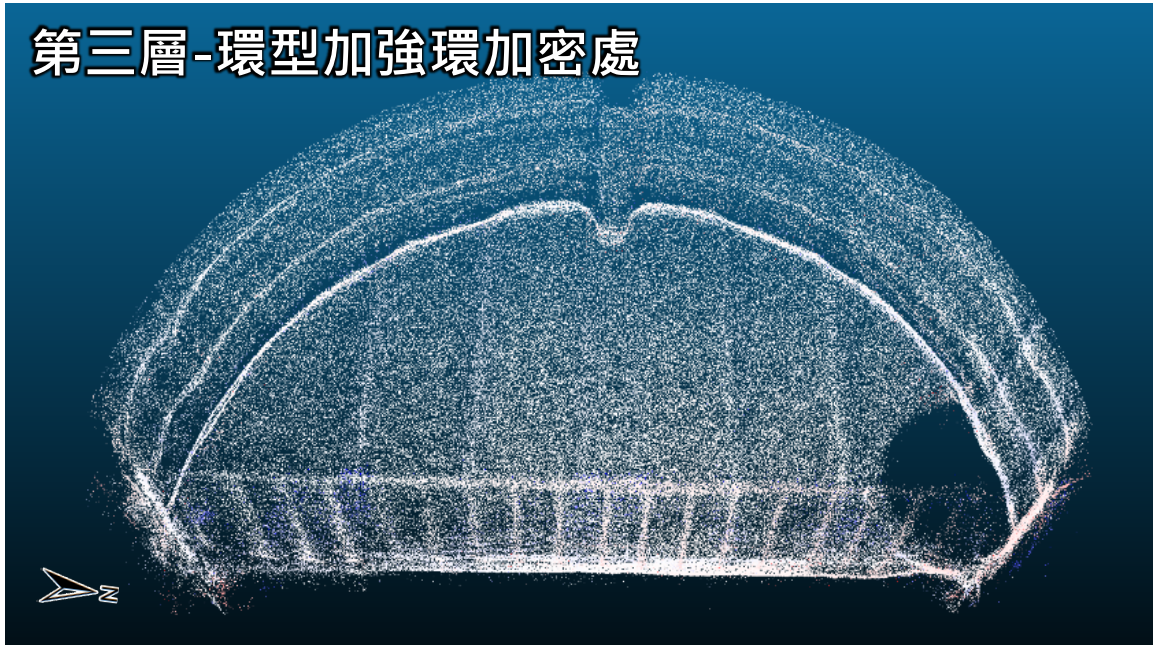
- LINE推播、R10表
- Mail通知儀器達標
- 輔助人員防災整備

點雲資料比對分析，洞悉井體結構變化

檢視井體整體結構變化



掌握變形關鍵處，進行細部分析



全井掃描，產製產製高精度點雲。 → 前、後期點雲比對，未見明顯變形。

報告完畢
敬請指教