



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

大口徑集水井及排水廊道 設施巡查及監測作業

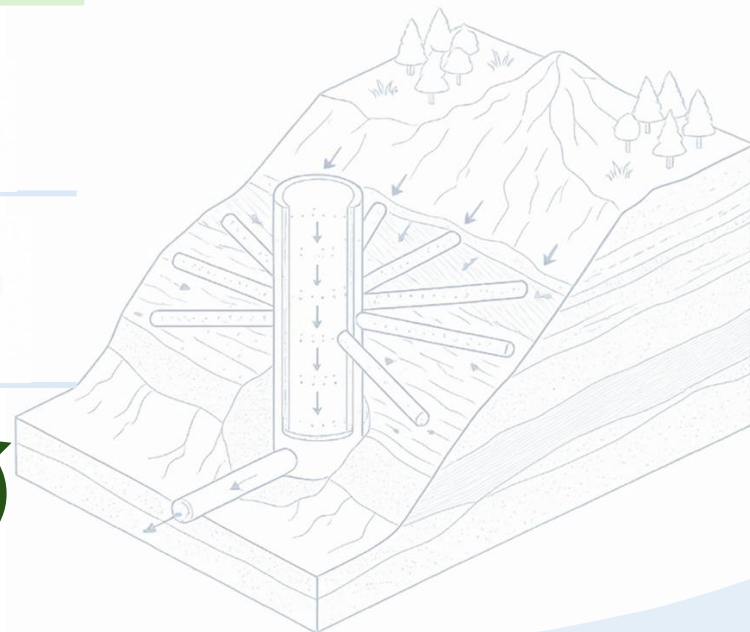
保育治理組 林采蓉工程員

August 4, 2026



簡報大綱 Contents

01		集水井與排水廊道	
02		維護管理機制	
03		調查及巡查技術精進	
04		維管作業升級與創新	
05		結語	

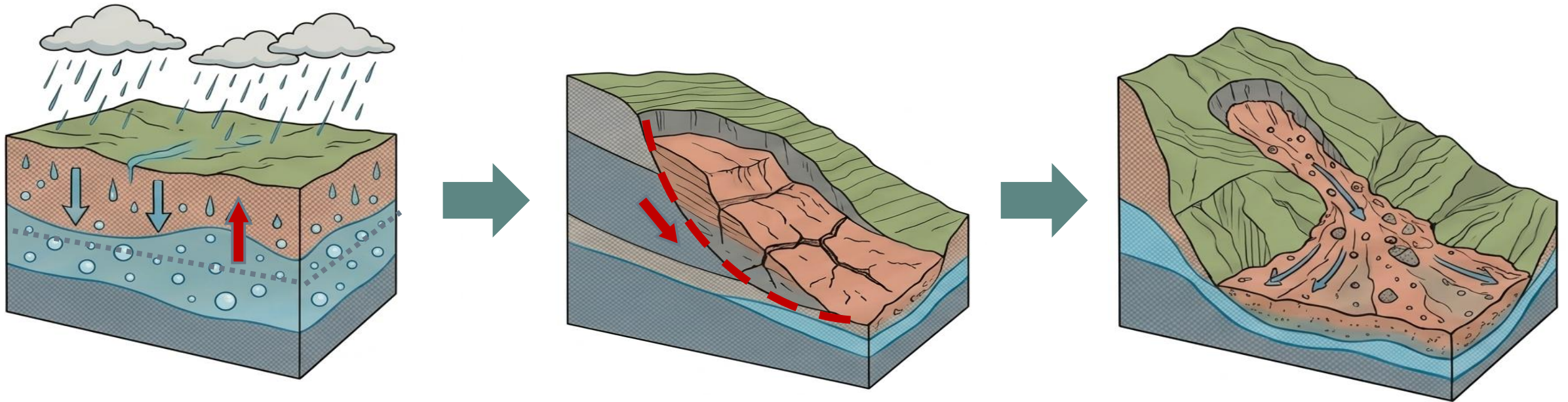


大規模崩塌的潛在威脅

排水抑制工法，導排地下水

● 氣候變遷導致極端降雨→臺灣坡地災害風險增加

降雨入滲→土壤含水量上升→抗剪強度下降→坡地穩定性降低→觸發土體滑動



施作硬體減災工程→有效降低土壤孔隙水壓，達減災效果

排水抑制工法→深層集水井與排水廊道

硬體減災—大口徑集水井

深層集水井工程效益與機制

➤ 排水抑制工法→降低土體孔隙水壓→提升邊坡穩定性

大口徑集水井

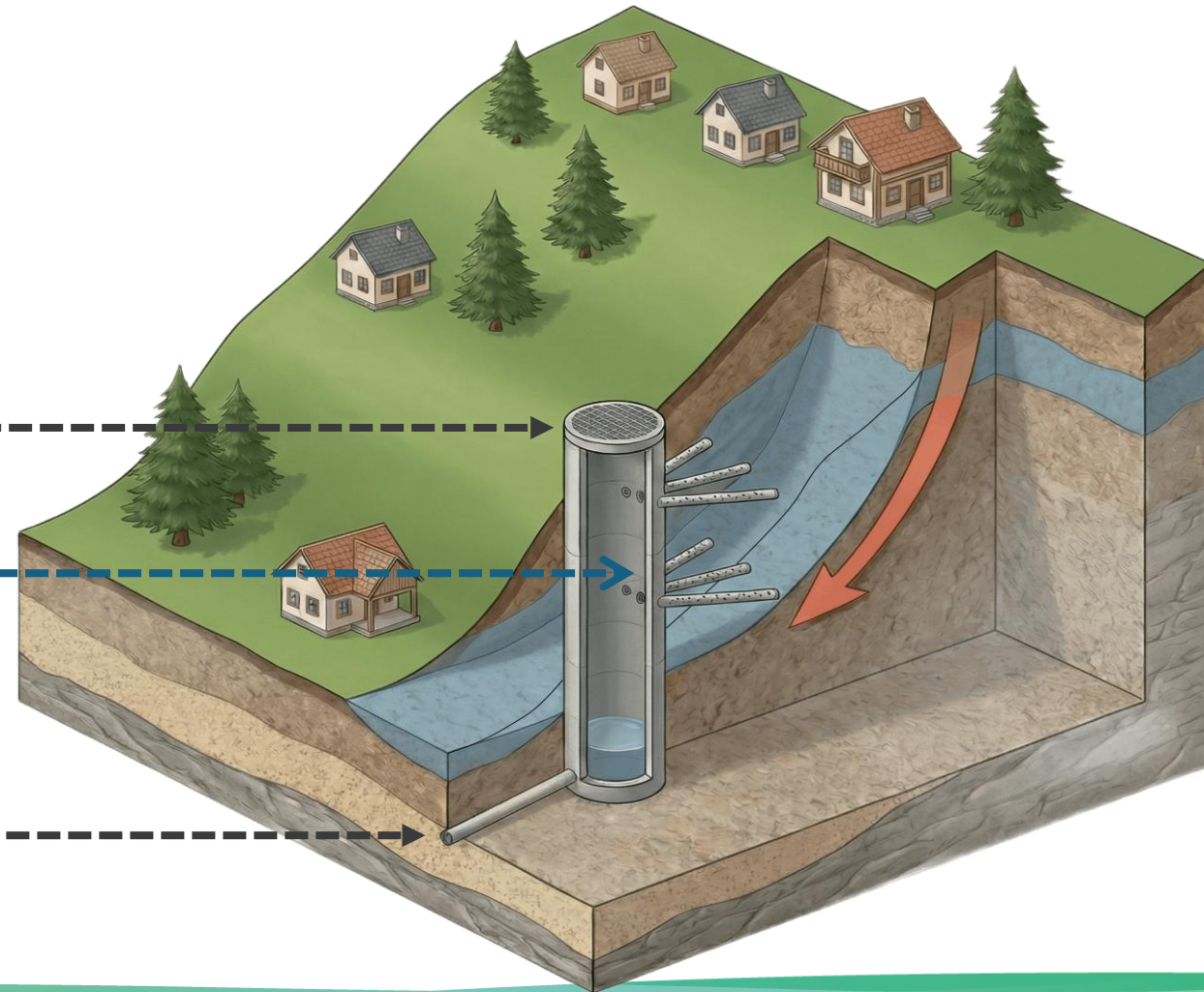
- 多設立於地下水充沛地區
- 直徑大於3.5公尺，深度達10-40公尺
- 作為改善大規模坡地滑動重要工程構造物

橫向集水管

- 呈現放射狀深入水層
- 將地下水匯流於集水井

橫向排水管

- 設置於井體底部靜水池處
- 將匯流於井體之地下水安全排放





硬體減災-排水廊道

排水廊道工程效益與機制

➤ 排水抑制工法→降低土體孔隙水壓→提升邊坡穩定性

排水廊道



一般大口徑集水井或橫向鑽孔排水等工法無法有效排除深層地下水時
→ 建置排水廊道



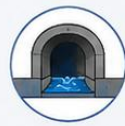
- 沿排水廊道側壁打設集水管至地下含水層**收集各方向之地下水**
- 攔截並匯集各方向滲流之地下水集中導排至坡外



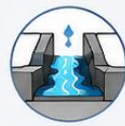
深層地下水



集水管收集地下水



排水廊道集中導流



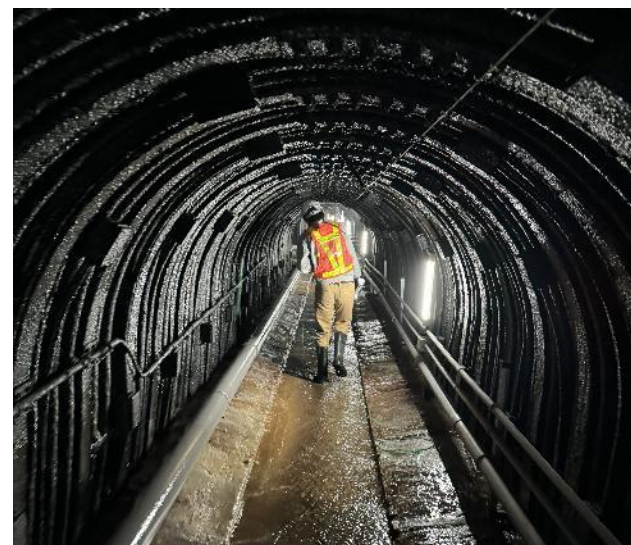
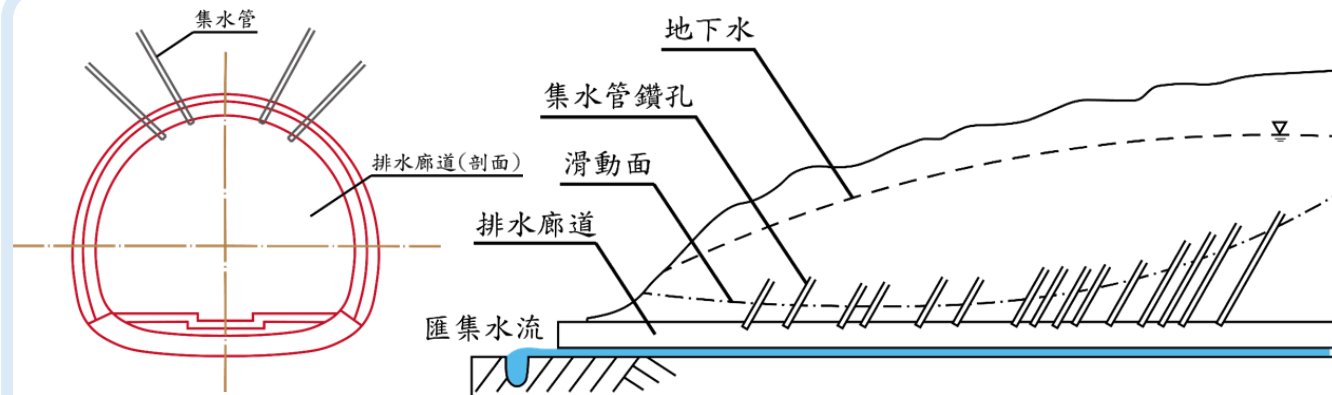
排水溝排放至坡外



降低地下水位與孔隙水壓



提升邊坡穩定性





大口徑集水井與排水廊道分布現況

全臺集水井與廊道分佈

水保署列管設施總數

總計
40座

集水井38座+2座廊道

臺北分署 4座

臺中分署 20座

南投分署 15座

臺東分署 1座



多設立於地下水豐沛
之大規模崩塌潛勢區





構造物維護管理作業機制

定期與事件型巡查雙軌制

盤點

體檢與巡查

評級與處置

修復與追蹤

- 建立構造物清冊與基本資料

38+2座

全臺38座深層集水井+2座排水廊道

定期

事件

啟動機制

汛期前1次
汛期中3次

啟動機制

日雨量>500mm或
地震震度5強以上

- 依調查成果分級評估

A

B

C

D

功能正常

功能完好
持續巡查

輕微劣化

輕微鏽蝕
局部堵塞

功能受損

集排水或
結構受損
規劃維護工程

功能喪失

結構破壞、排水堵塞等情形，立即辦理緊急維護工程



人力體檢



機器巡查



工程修復



功能恢復

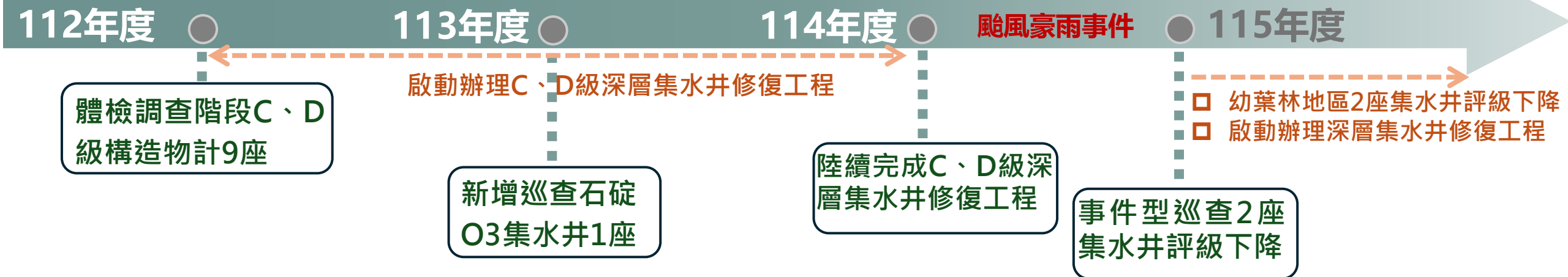


構造物維護管理作業機制

大口徑集水井及排水廊道

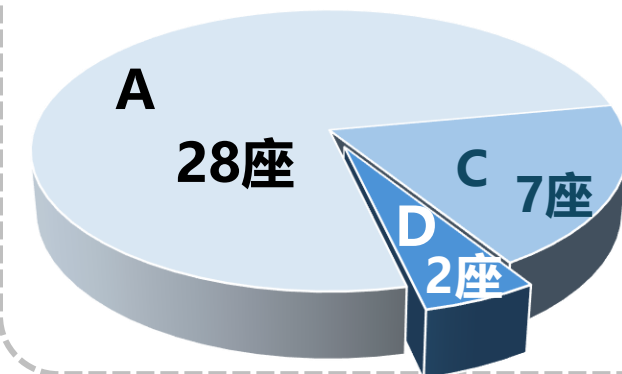
歷年巡查與維護成果

➤ 確保構造物功能正常，延長使用年限



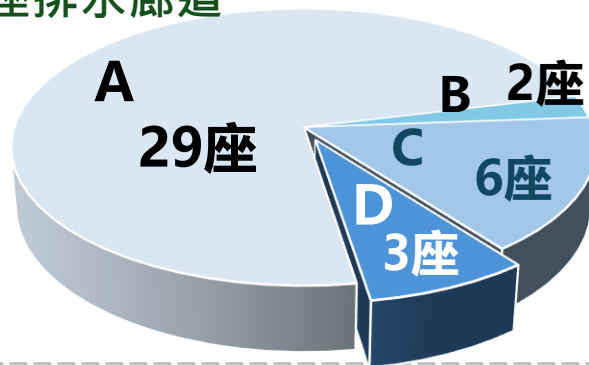
112年度體檢

體檢37座大口徑集水井



113年度巡查

總計列管38座深層集水井與2座排水廊道



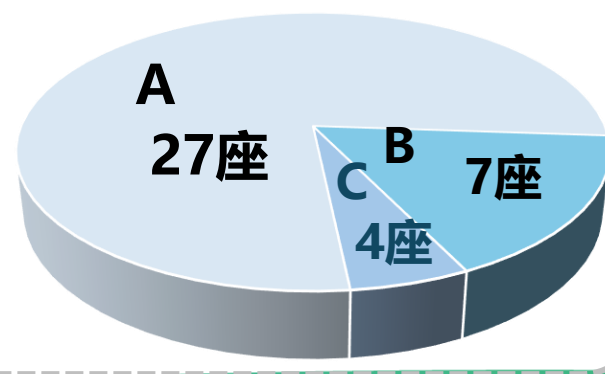
114年度巡查

持續維護管理深層集水井與排水廊道



115年度巡查

持續維管並追縱後續修復狀況





調查及巡查技術之精進

調查

突破局限於空間的人力調查...

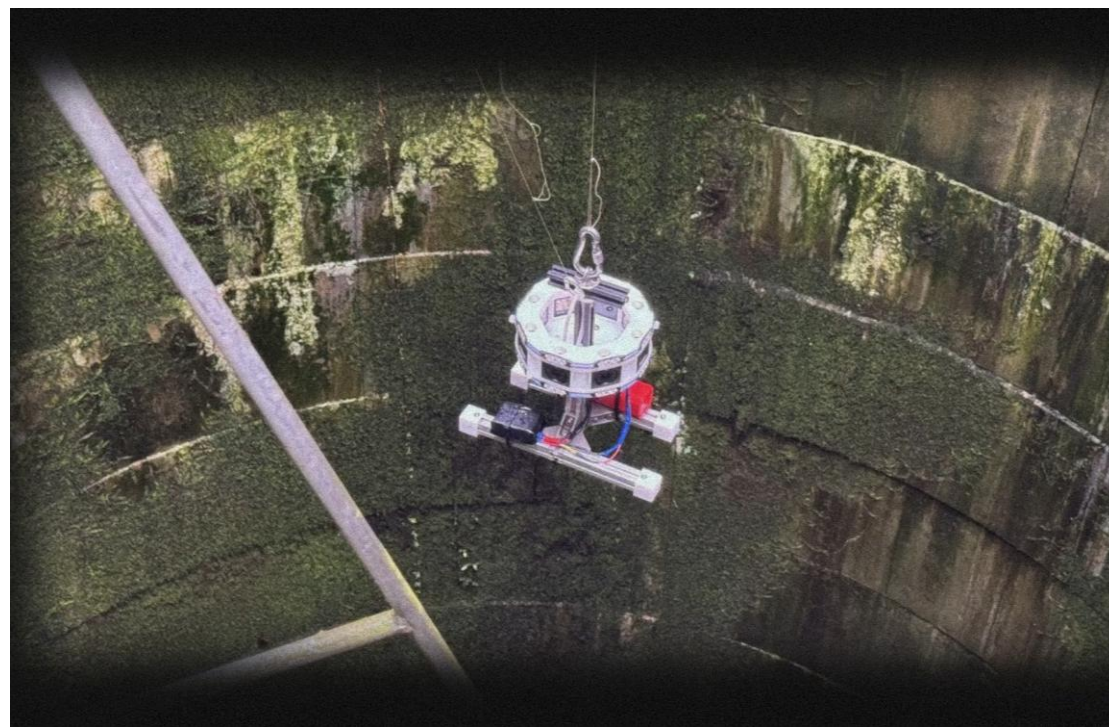
傳統作法→人力入井調查

- 人力進入配合目視檢查及拍照記錄
 - 高風險作業→人員有缺氧及墜落等風險
 - 深井環境作業困難→調查資料有限



現行作法→無人載具巡查

- 無人化作業→提升調查作業安全
 - 全井影像取得→完整掌握調查資訊
 - 可進行3D建模與井體安全分析





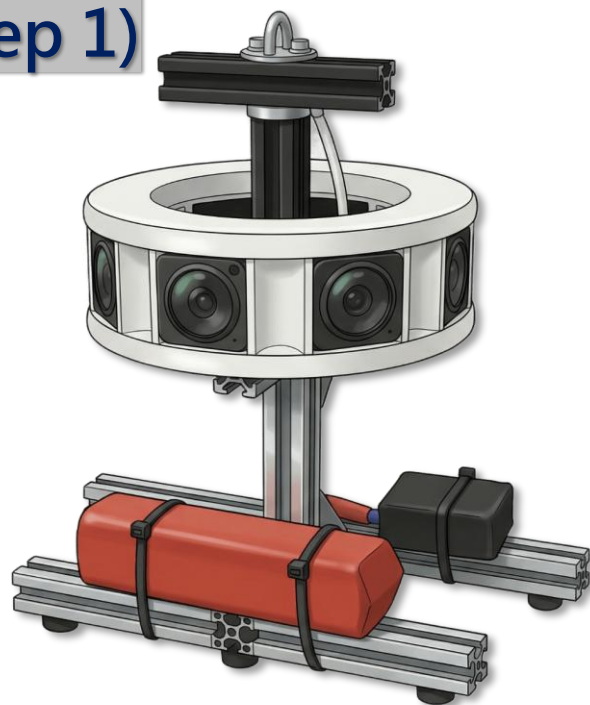
調查及巡查技術之精進

調查

集水井三維點雲建模與損壞判釋

➤ 建模基礎 - 輸出高重疊影像資料

(Step 1)

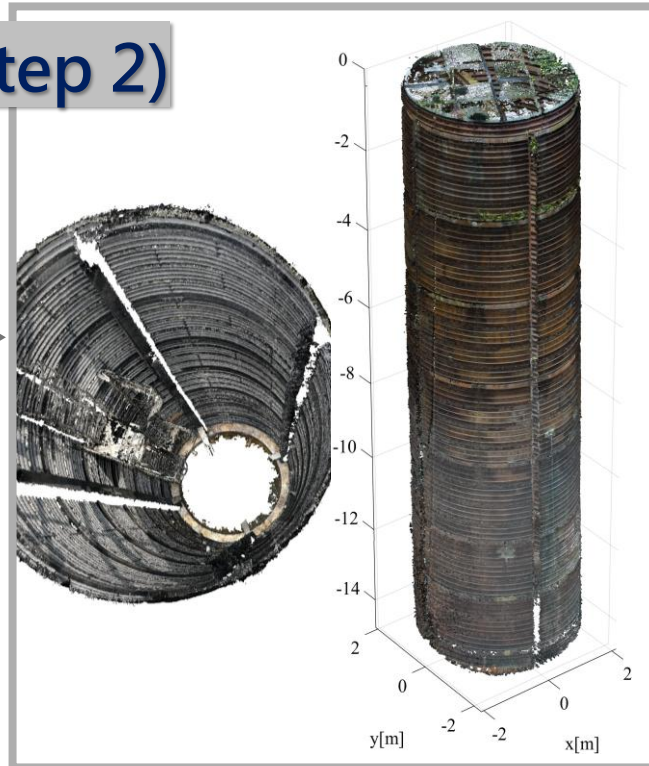


無人載具井內影像拍攝

- 多鏡頭同步拍攝井壁影像
- 完整取得井體內部視覺資訊

➤ 空間資料 - 輸出高解析點雲資料

(Step 2)

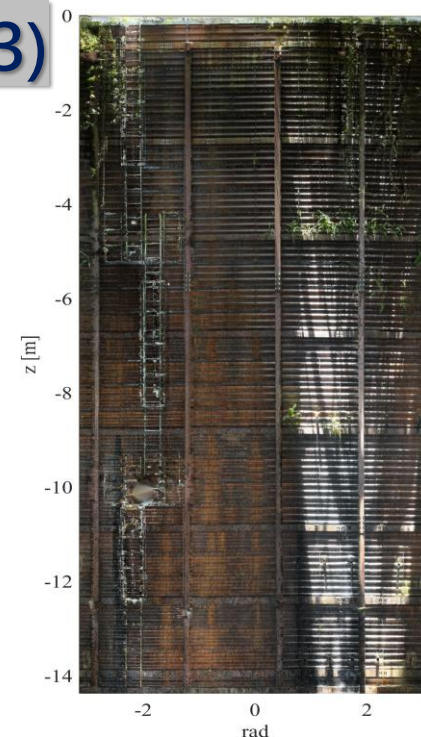


3D點雲精準建模

- 透過SfM (Structure from Motion) 建構井體三維模型
- 重建井壁、集水管與結構細部

➤ 支援模型比對 - 判讀結構狀態

(Step 3)



模型攤平與異常判釋

- 將圓柱模型展開為2D影像
- 辨識裂縫、鏽蝕與變形位置



調查及巡查技術之精進

調查

集水井三維點雲建模與損壞判釋

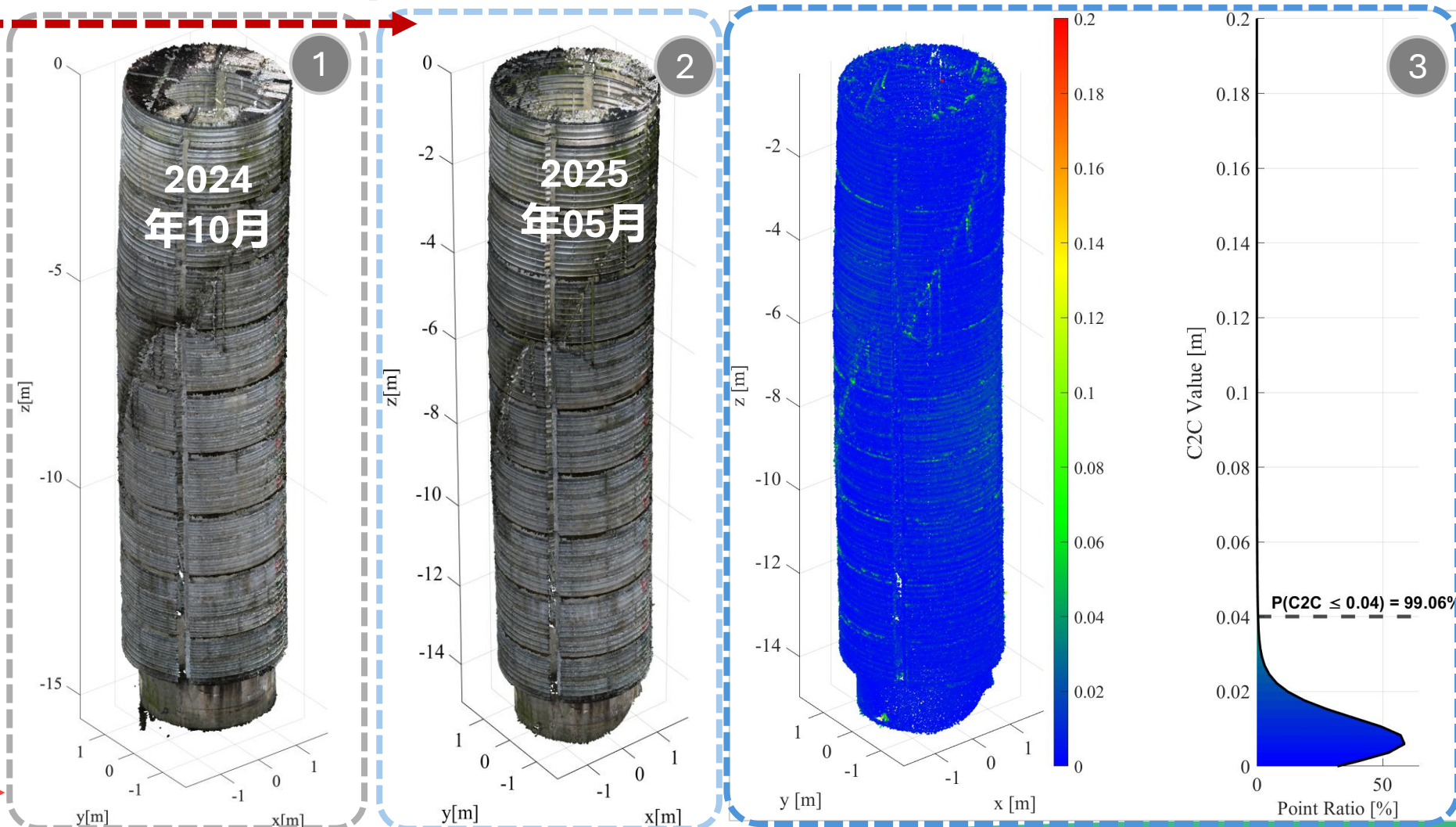
三維模型於結構安全評估之應用-梨山W08集水井為例

2025年05月建模成果

結構變位分析流程

- 1 點雲距離分析檢視井體變化
- 2 不同時期之三維模型前後比對
- 3 作為構造物長期健康度評估及後續監測規劃
- 4 變位超過分析門檻，進一步結合巡查影像進行複核確認。

2024年10月建模成果





調查及巡查技術之精進

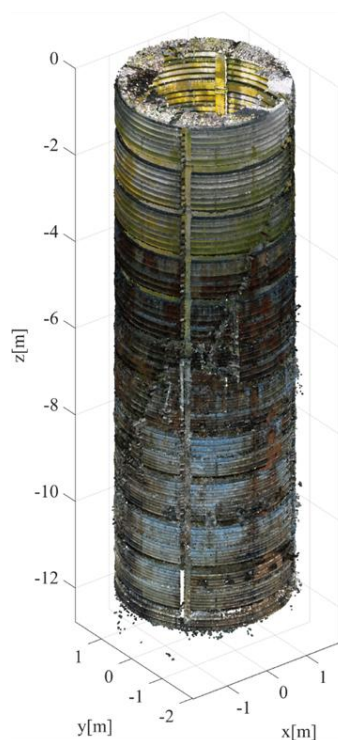
調查

集水井三維點雲建模與損壞判釋

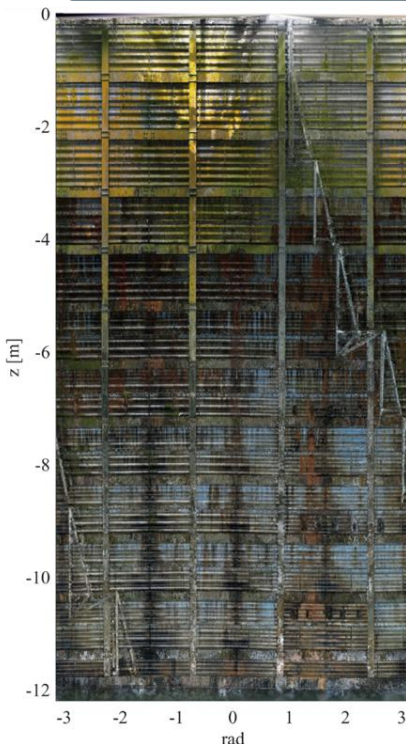
➤ 三維模型攤平影像之鏽蝕量化分析

- 構造物位置標示、劣化判釋及後續量化分析
- 透過影像辨識進行鏽蝕區域標定與面積統計

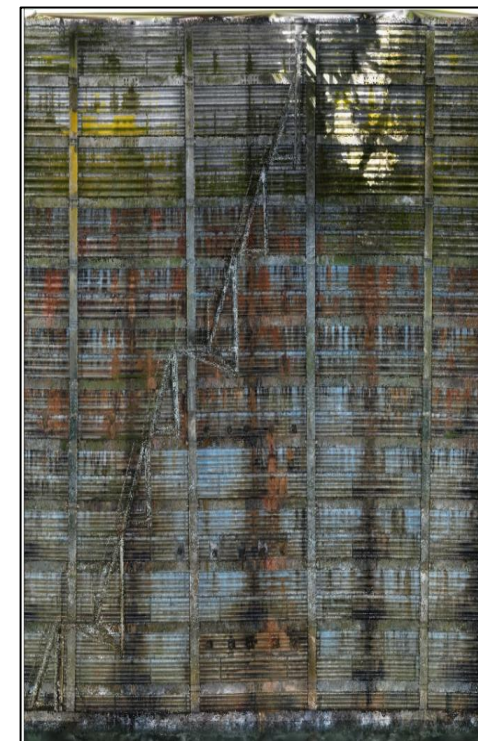
三維點雲建模



井壁攤平之影像



井體劣化評估



- 鋼板厚度逐漸減少
- 鋼材強度降低
- 接縫與螺栓劣化
- 結構耐久性下降

將傳統定性判讀轉換為可量化之劣化指標

作為維護管理與構造物延壽評估參考

調查及巡查技術之精進

調查

排水廊道建模與損壞判釋

➤ **建模基礎** - 輸出高重疊影像資料

➤ **空間資料** - 輸出高解析點雲資料

➤ **支援模型比對** - 判讀結構狀態

(Step 1)



無人載具廊道內影像拍攝

(Step 2)



3D點雲精準建模

(Step 3)



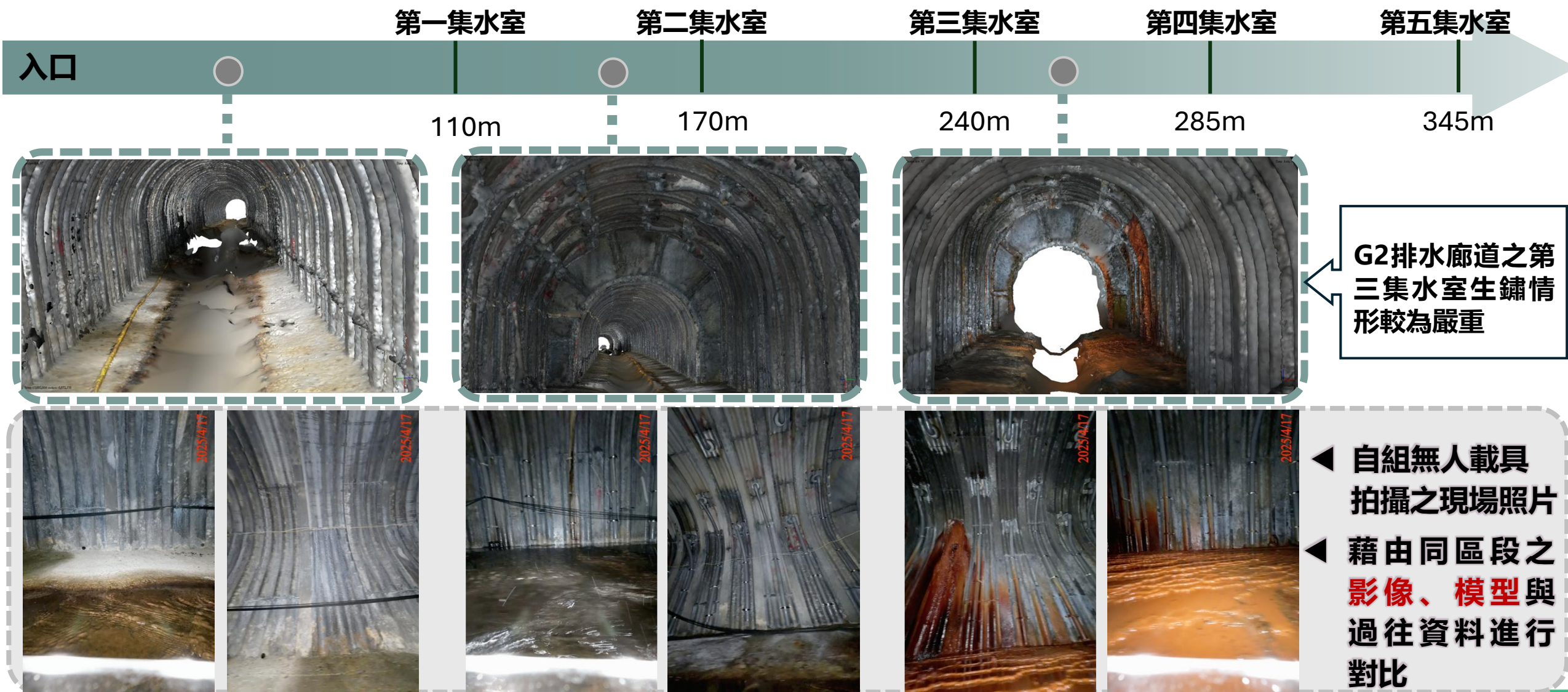
模型異常判釋



調查及巡查技術之精進

調查

排水廊道建模與損壞判釋



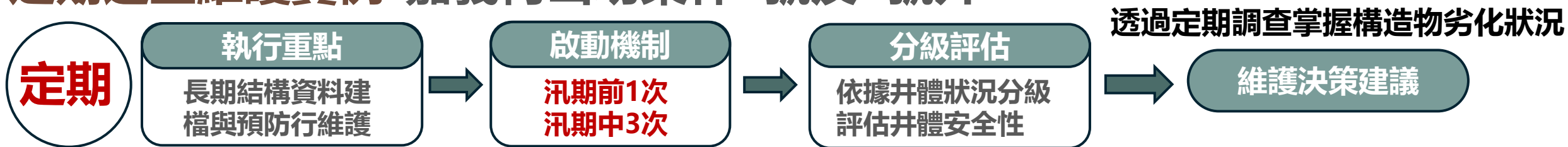


調查及巡查技術之精進

定期巡查掌握集水井功能

巡查維管

定期巡查維護實例-嘉義梅山幼葉林1號及2號井



● 113年發現異常

發現鏽蝕面積超過50%
已影響構造物功能安全



● 114年維護處置

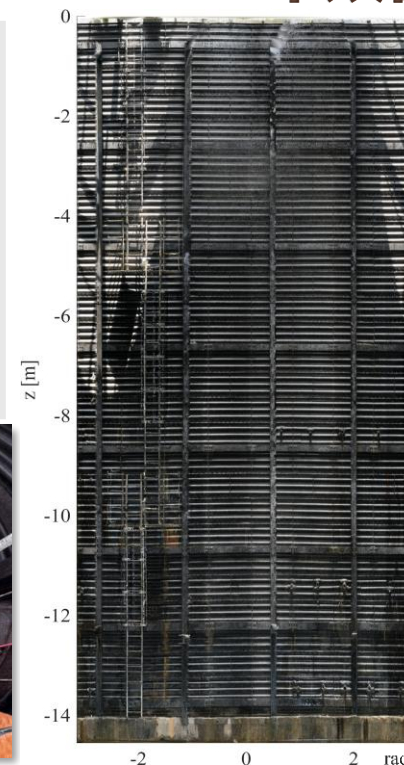
- 依調查結果分級評估
- 提出後續維護建議

- 工程維護處理
- 辦理除鏽及集水管清理



● 115年改善成效

構造物狀況改善，
集水功能恢復穩定





調查及巡查技術之精進

即時掌握與應變維護

巡查維管

事件型巡查維護實例-113年凱米颱風雲林縣古坑鄉水田仔4號井

事件

執行重點

災中即速掌握
災後快速確認

啟動機制

日雨量 > 500mm 或
地震震度5強以上

分級評估

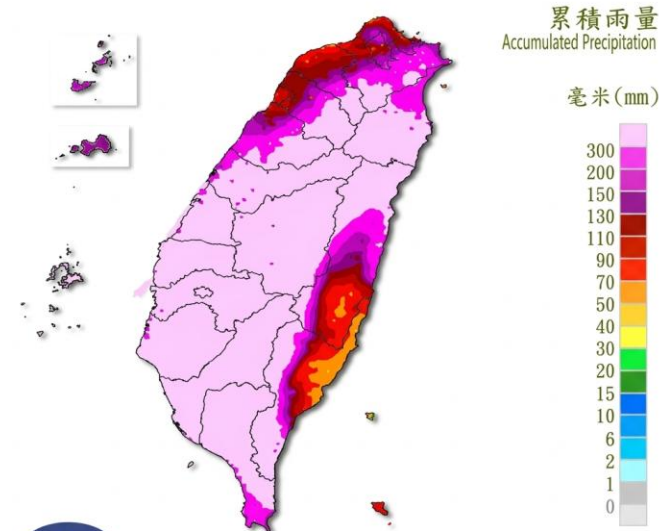
依據井體狀況分級
評估井體安全性

即時啟動應變處置，降低災害風險

維護決策建議

● 災害事件發生

- 113年凱米颱風期間降雨集中
2024/07/24 00:00~2024/07/26 13:00



● 事件調查與評估

- 113年7月27日啟動事件型巡查
 - 井內水位上升快速
 - 積水情形加劇，判斷排水異常



● 應變處置與維護



- ✓ 立即啟動抽水緊急搶修作業
- ✓ 恢復井體排水功能後，規劃新設排水管工程

➢ 修復工程完工

- 積水異常現象排除
- 井體恢復正常排水功能





維管作業升級與創新

導入自動化監測

作業升級

● 調查制度的限制

→ 關鍵變化發生時的「資訊斷層」

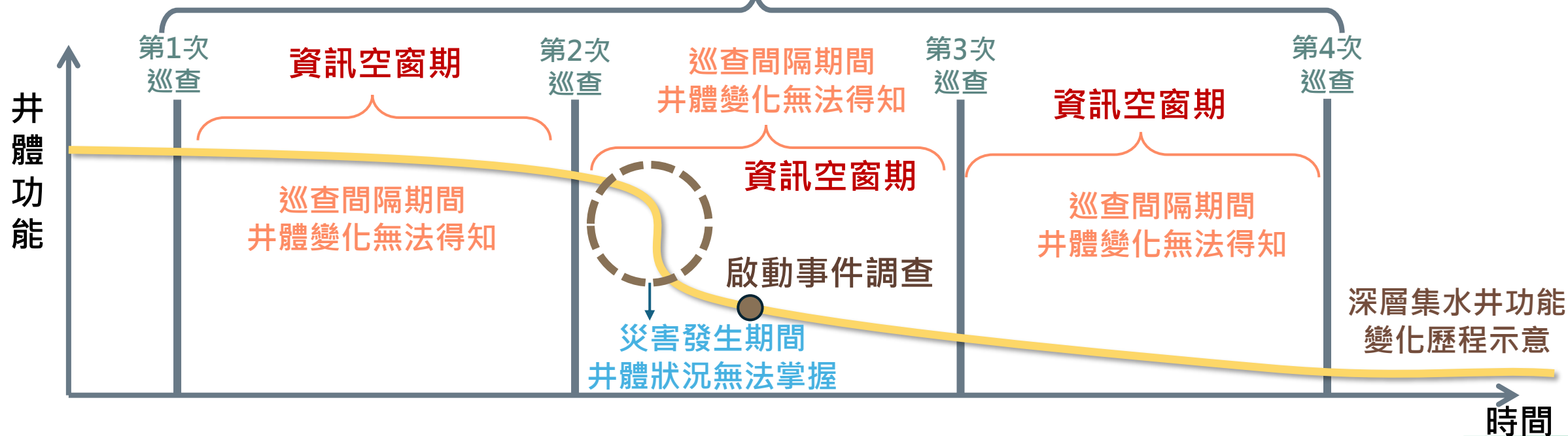
- 井體集排水功能具連續性變化
- 定期巡查僅能掌握特定時間之井體結構與排水資料
- 災害發生時受限於道路中斷及高風險環境，人員難以及時進場

● 調查作業升級技術創新

→ 導入「自動化監測設備」

- 補足巡查間隔期間之「**資訊空窗期**」
- 災害期間可遠端掌握井體功能與出水狀況
- 異常即時預警，**縮短處置反應時間**

定期調查-汛期前1次，汛期中3次





維管作業升級與創新

從人力調查走向智慧監測

技術創新

● 自動化監測之井體管理效益升級

管控端(Monitoring Platform)

□ 數據即時監測

支援決策判斷與異常辨識

- ✓ 24小時連續遠端監測
- ✓ 實現災中即時監測與決策支援
- ✓ 結合水位、出水等影像整合之功能判釋

傳輸端(Communication Layer)

□ 無線通訊模組(IoT)

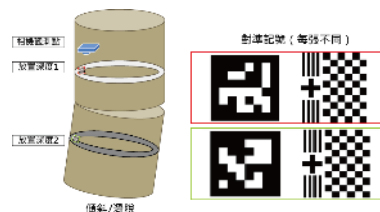
即時資料回傳與遠端連線

監測端(Sensor Layer)

多源感測，掌握結構與水文變化

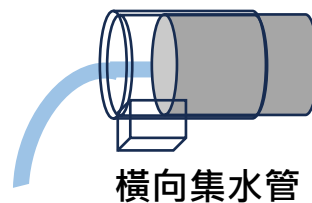
□ 光學對準、水位計、智慧浮球、出水監測

光罩對準技術運用

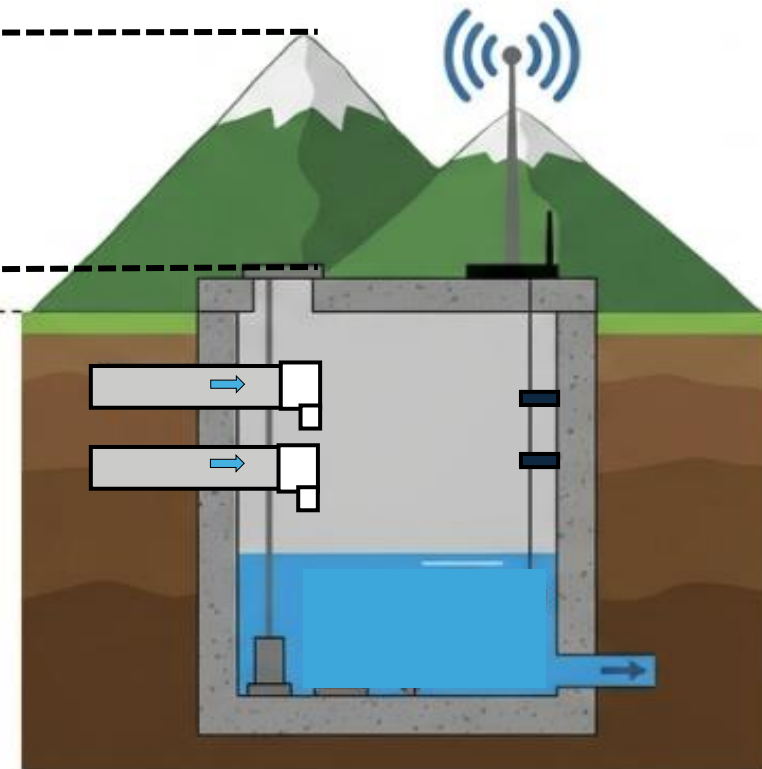


偵測井壁變形、位移、傾斜

集水管出水偵測



監測集水管是否正常出水

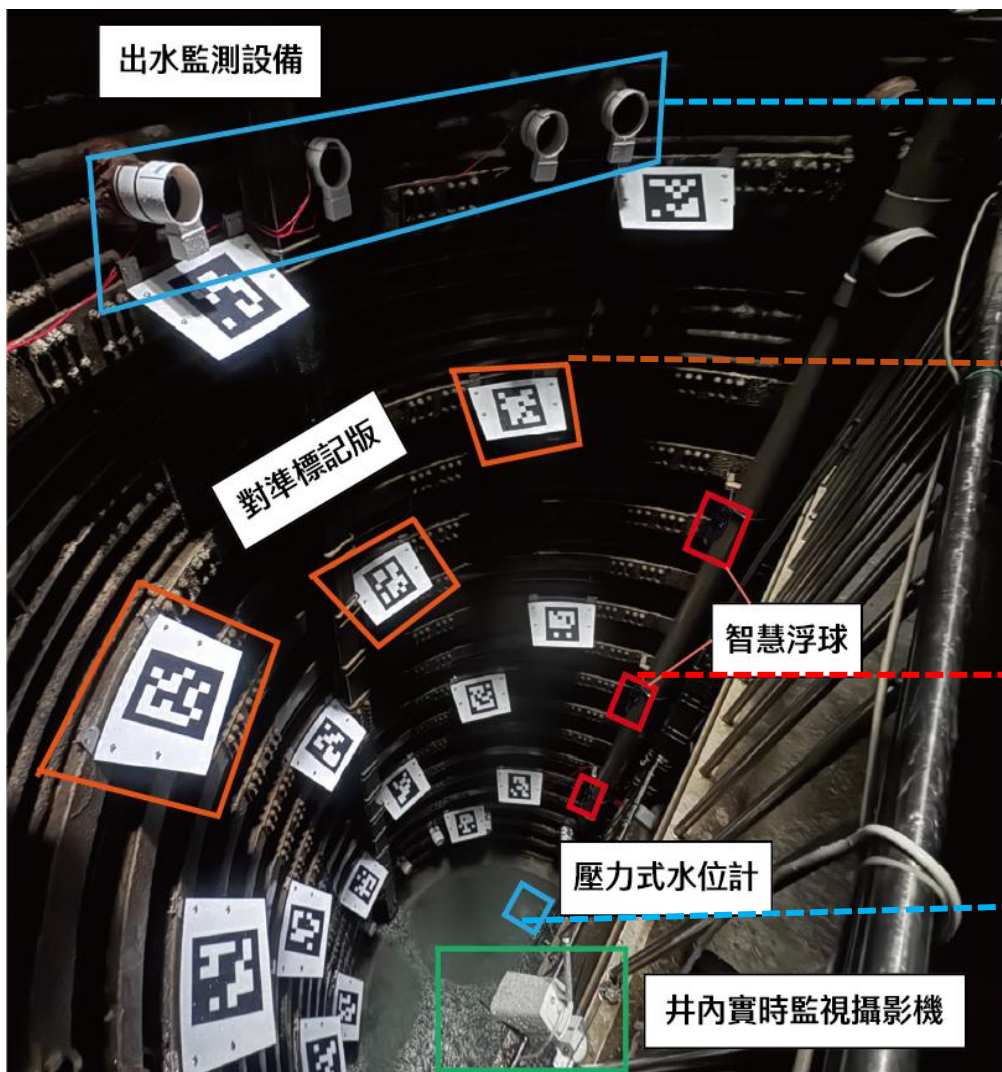




維管作業升級與創新

創新維管

即時掌握井體狀況



出水監測設備

- 監測集水管出水狀況

光罩對準技術

- 井體變形與位移判識

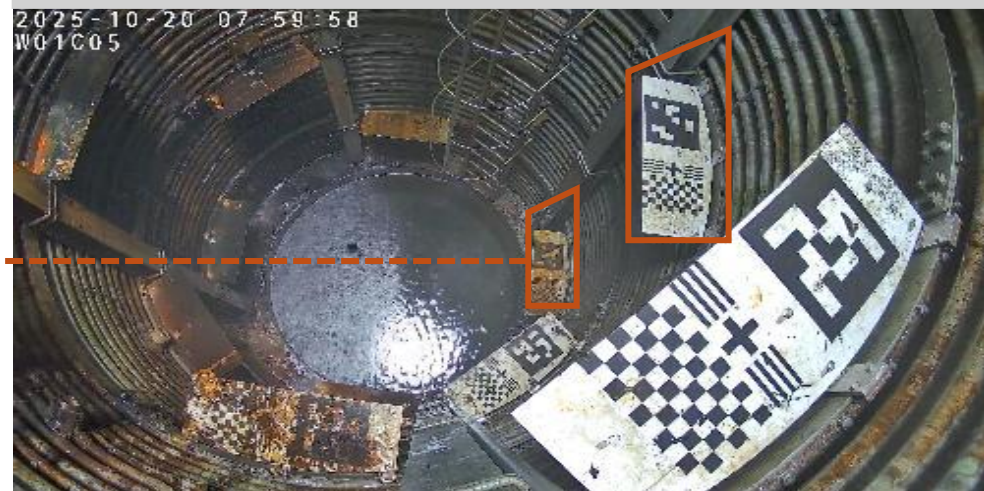
智慧浮球

- 井內水位即時變化評估排水功能

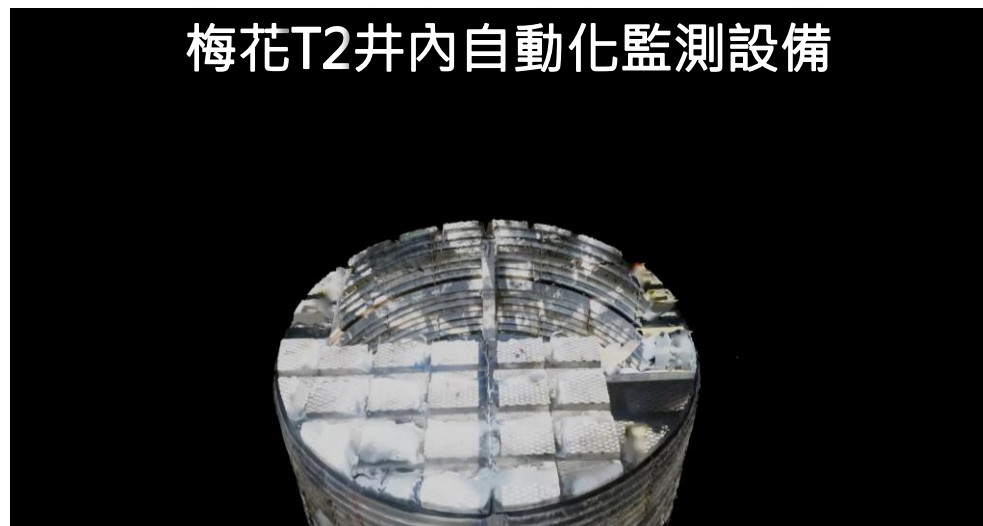
壓力式水位計

- 靜水池淤積情形推估

幼葉林7號為首座自動化監測示範區



梅花T2井內自動化監測設備



維管作業升級與創新

光學對準，監測井體變形

創新維管

● 掌握井體變形與位移趨勢→評估結構安全

➤ 技術原理

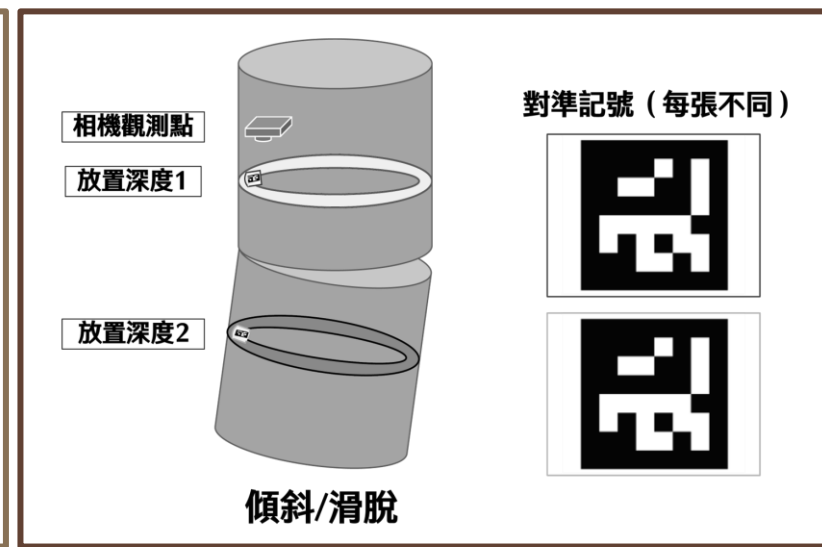
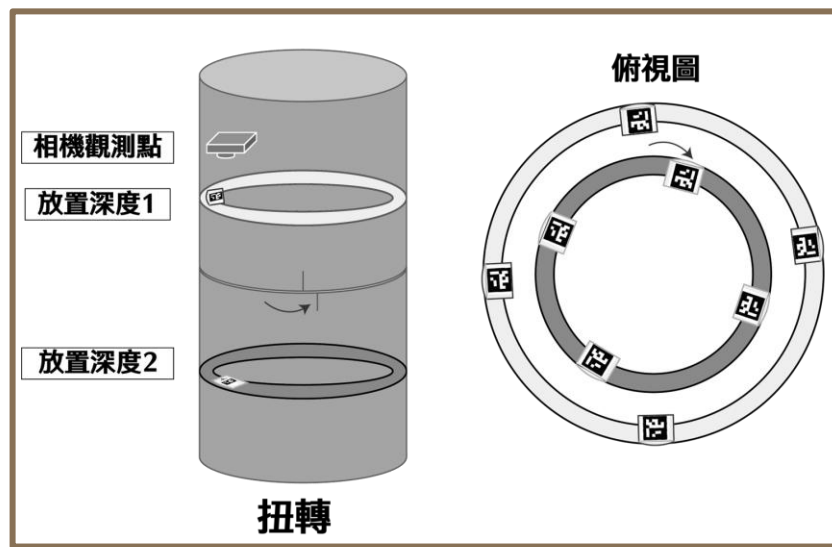
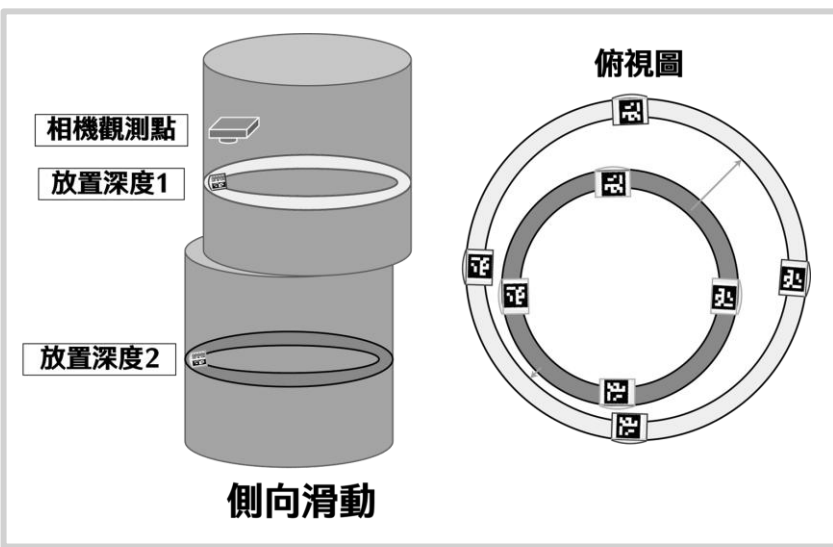
- 設置 ArUco Marker 作為空間基準
- 多期影像比對量化變形

➤ 配置方式

- Marker 傾斜固定於井壁
- 搭配固定式攝影設備進行拍攝

➤ 應用效益

- 可量化裂縫擴展、傾斜與局部變形



維管作業升級與創新

● 智慧浮球-水位觸發監測

➤ 監測目的

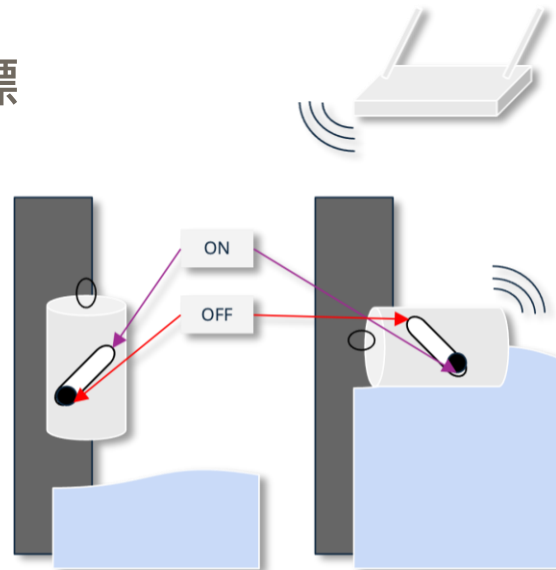
- 判斷井體是否開始蓄水
- 作為排水功能異常之指標

➤ 系統特性

- 功率消耗低
- 事件觸發式回傳
- 可與其他監測設備整合

➤ 技術原理

- 水位上升 → 浮球觸發 → 回傳訊號



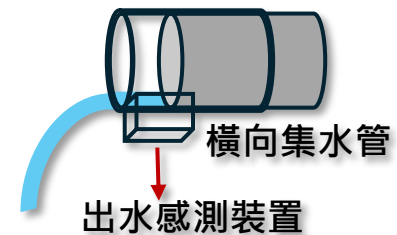
智慧浮球掌握蓄水異常

出水監測補足調查盲區，判定集排水功能是否下降

智慧監測井體集排水功能

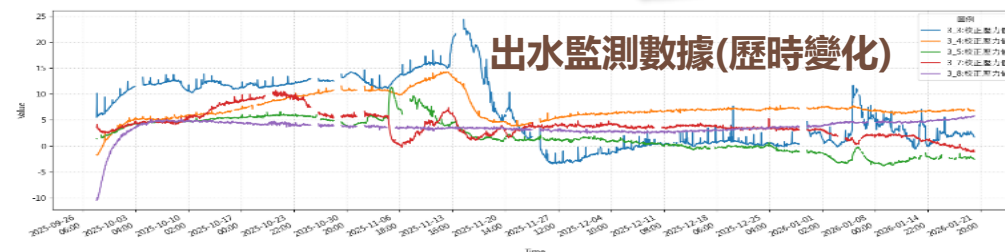
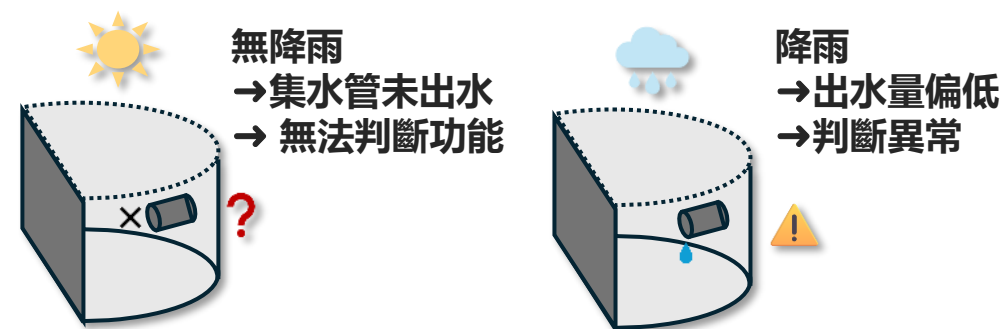
創新維管

● 集水管出水及排水管出口流量監測



➤ 監測目的與系統特性

- 定期或事件調查當下，難以判斷整體出水狀況
- 透過監測掌握連續性排水行為





維管作業升級與創新

逐步建立智慧維護管理模式

創新維管

113年度

首座自動化監測井
嘉義幼葉林7號井

114年度

災害事件前及時掌握井體功能狀況

發揮效用並回饋後續監測井布設規劃

改採傾角與抗污設計
新增集水管出水監測

115年度

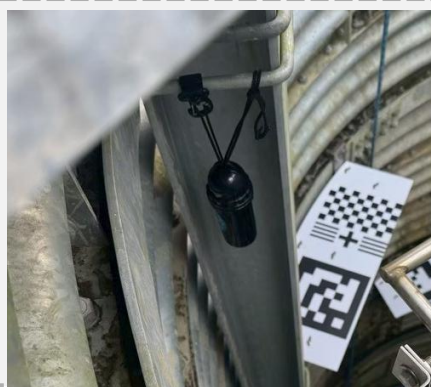
發揮警示效用，提供設施改善之處置

臺北石碇地區梅花T2井
布設自動化監測設備

逐步建置智慧監測
及維護管理模式

滾動調整並持續精
進智慧監測機制

監測
系統
配置





維管作業升級與創新

自動化監測發揮功效

創新維管

● 自動化監測維護實例-嘉義梅山幼葉林地區7號井積水事件

1. 災前預警

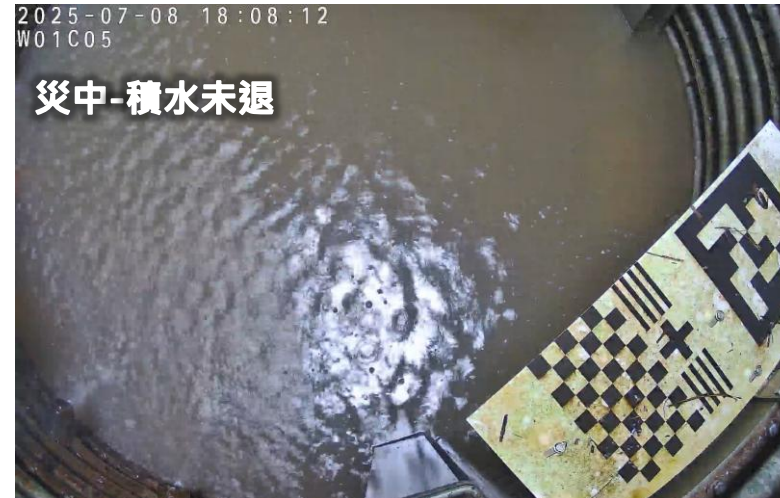
- 即時掌握水位上升趨勢
- 作為排水異常預警依據

2. 災中掌握

- 監測顯示井內積水未退
- 判定排水功能受阻

3. 災後維護

- 啟動維護管理措施
- 提供後續處置修復建議-新設排水管



井體異常狀況由災後發現

提升為災中掌握→強化防災應變與決策能力



維管作業升級與創新

自動化監測發揮功效

創新維管

● 自動化監測監測成果-幼葉林地區7號井排水異常歷程

降雨→水位上升 → 積水持續 → 啟動維護處置→排水逐步恢復

2025-07-05 06:20:49
W01C05

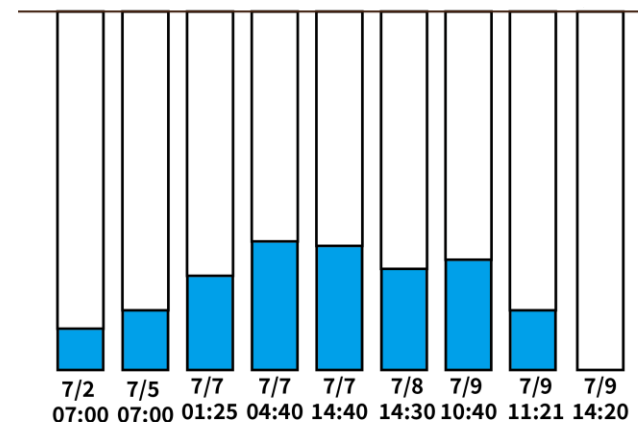


降雨量變化

瑞里C2M620測站



井內積水變化





結語

深層集水井維護管理新里程—智慧防災

持續精進

過去-人力體檢提升為數位化巡查

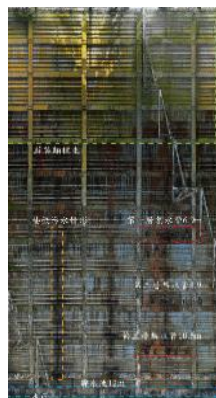
傳統巡查

- 人力目視
- 檢視結果較為概略



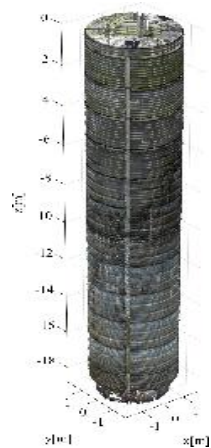
數位巡查

- 井內建模與井壁攤平影像



進階應用

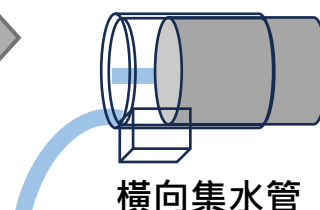
- 多期建模成果比對



現在-人力調查走向智慧監測

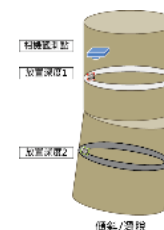
- 設置**自動化感測器**，監測水位、出水情形與井體環境
- 建立智慧巡查，數據**即時雲端回傳**，異常即時反應
- **降低人員入井風險**，提升巡查效率

集水管出水、排水
管出口流量偵測

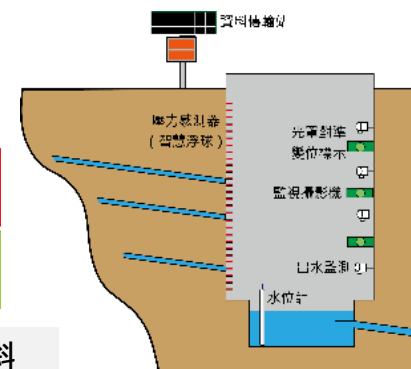


監測集水管是否正常出水

光罩對準技術運用

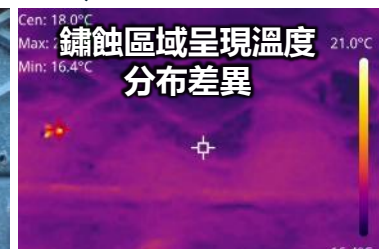
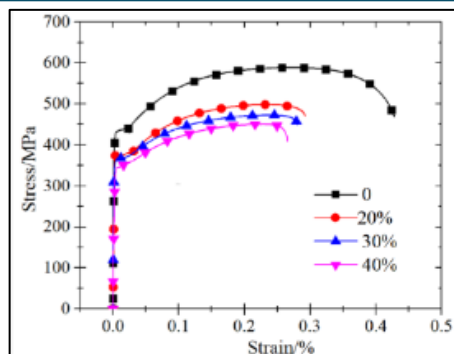


偵測井壁變形、位移、傾斜



未來-導入AI，熱成像輔助辨識 提供修復排序依據，提升維護決策效能

- AI生鏽辨識 + 熱成像，辨識鏽蝕與劣化區域
- 建立鏽蝕率 - 強度模型，量化退化程度



報告完畢 敬請指教



農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼