



社團法人大地工程學會第12屆第一次會員大會暨專題演講

梅花地滑區整治工程



主辦機關：行政院農業委員會水土保持局臺北分局

設計監造：青山工程顧問股份有限公司

施工廠商：瑞展營造有限公司

臺北分局郭芳慈工程員 報告

108年3月9日





簡報綱要

壹、工程緣起

貳、工程內容

參、施工安全

肆、工程困難點及成效



壹

• 工 程 緣 起



壹、工程緣起

- 地點：新竹縣尖石鄉梅花村
- 本計畫區為**持續滑動中**之地滑地，保全對象約**400人**、**梅花國小**、**竹62線**及**竹61線**等。於民國94年海棠颱風曾發生大規模邊坡滑動災害，雖已進行相關緊急治理工程，但邊坡仍持續有滑動現象，因此本分局於民國**101年**開始進行相關調查及監測作業，對於滑動範圍及機制已有較清楚的掌握。





貳

• 工程內容



貳、工程內容

◆調查及監測

●2012~2016年陸續安裝監測儀器

●2017~2018年進行自動化儀器安裝

8孔 傾斜管兼水位井
(含地調所MH-B1，並納入15-1及15-2)

2孔 水位觀測井(B-1、B-2)

2只 自計式水壓計(MH-B1、B-2)

1組 自計式雨量計

手動、半自動部分

3處 GPS測站

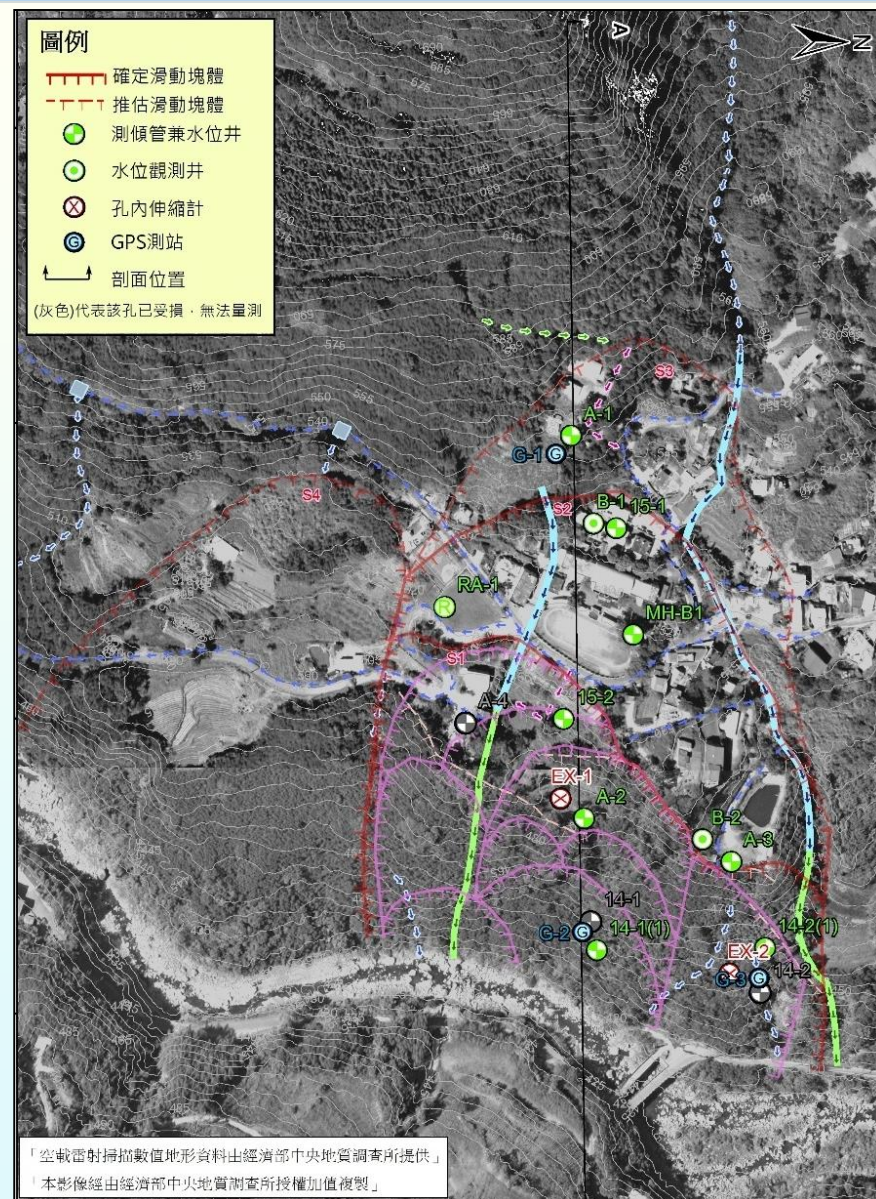
2處 孔內伸縮計(EX-1、EX-2)

4支 電子式水壓計
(A-1、A-2、14-1(1)、14-2(1))

自動部分

➤手動監測頻率 每月監測一次

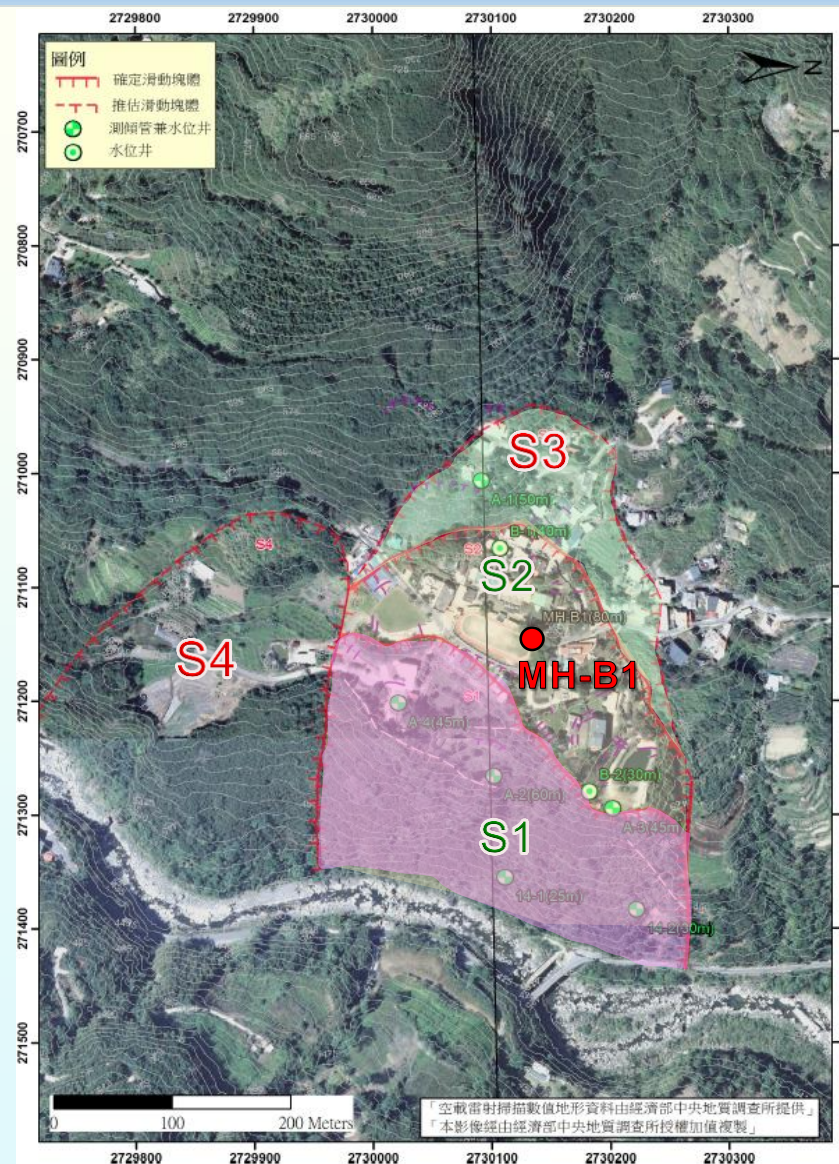
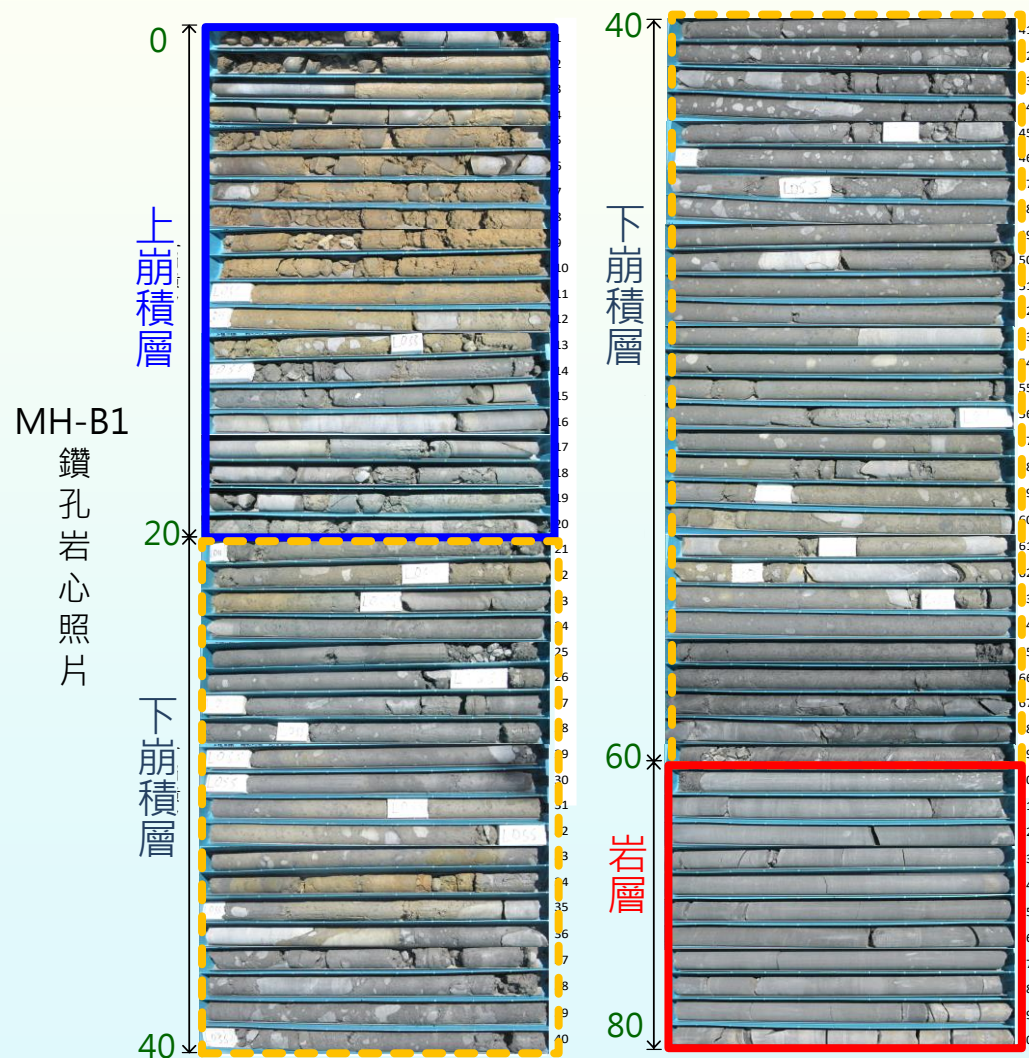
➤半自動、自動監測頻率 每5分鐘回傳一次





貳、工程內容

- ◆岩層特性
- 共鑽探10孔，鑽孔深度25~80m不等
 - 座落於厚層堆積物上，厚度約40~70m

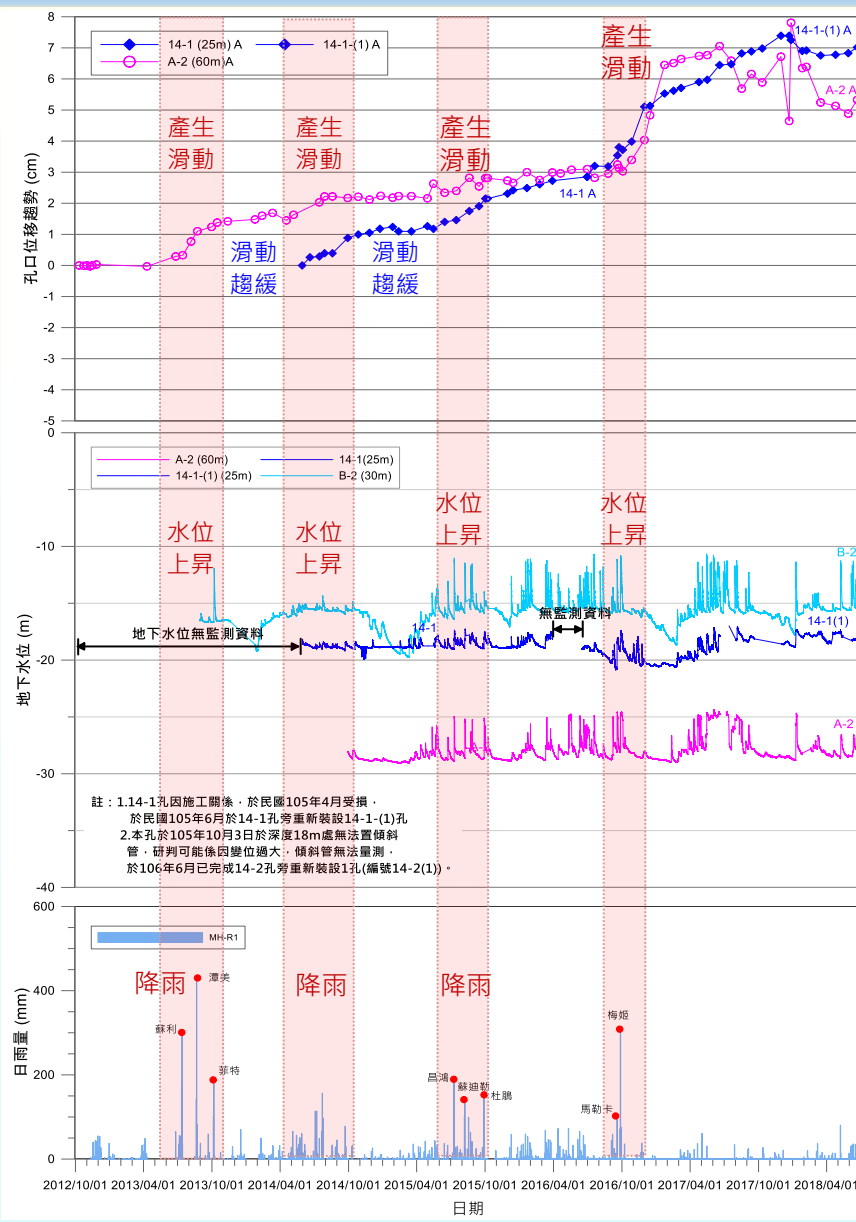
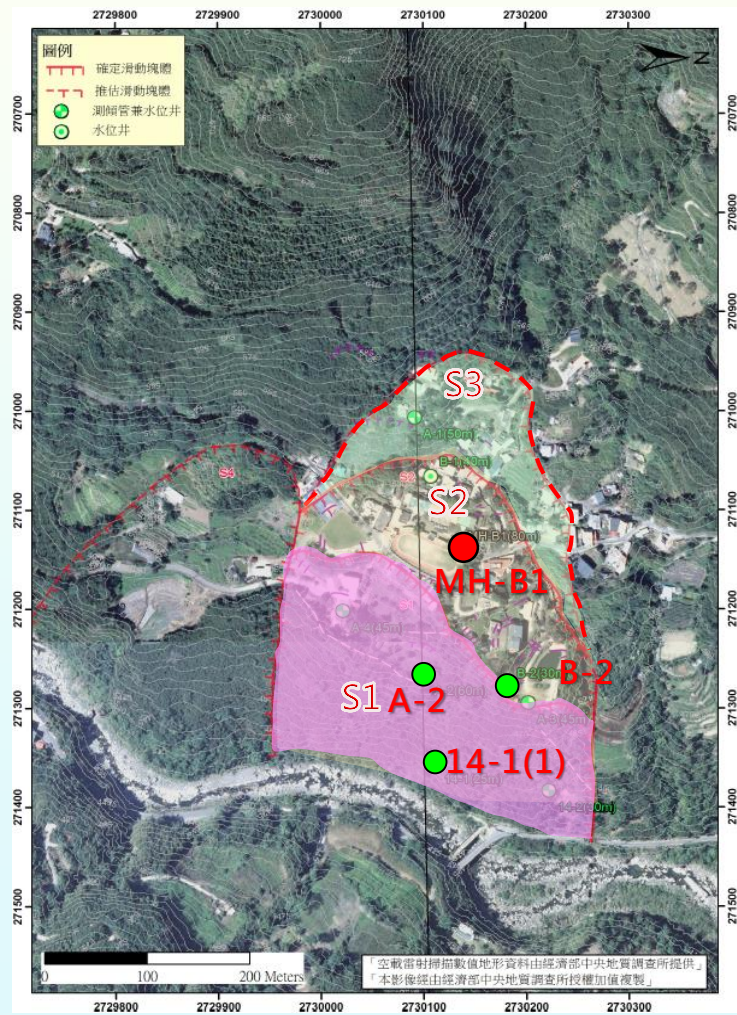




貳、工程內容

◆滑動機制

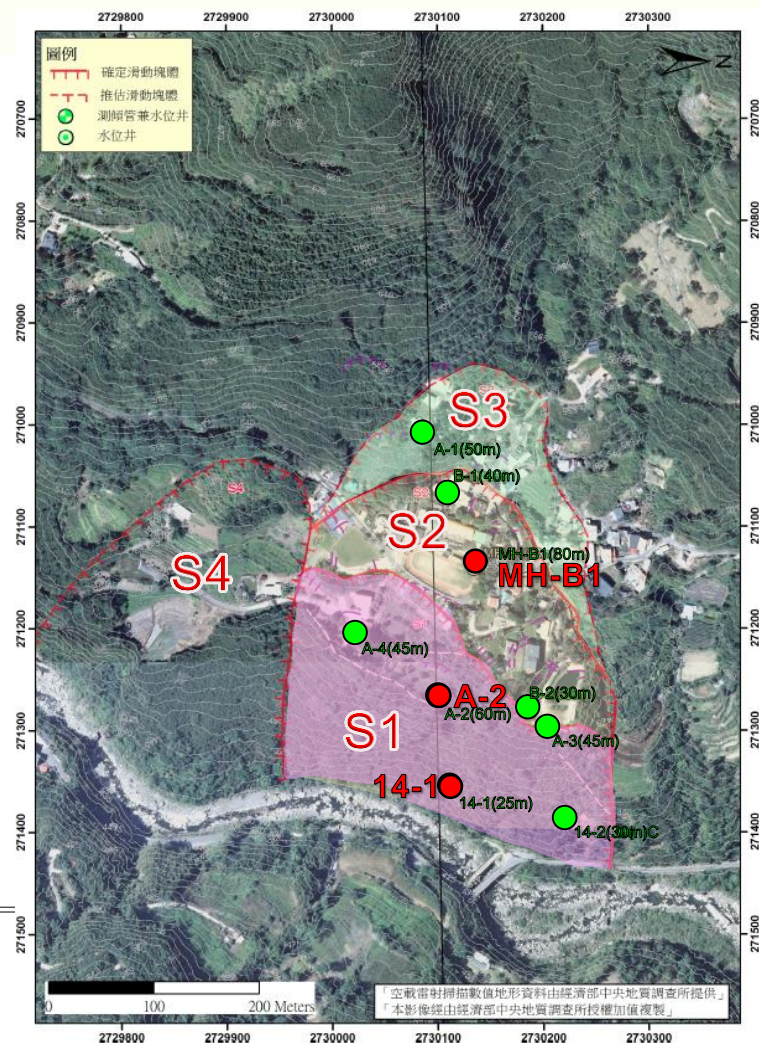
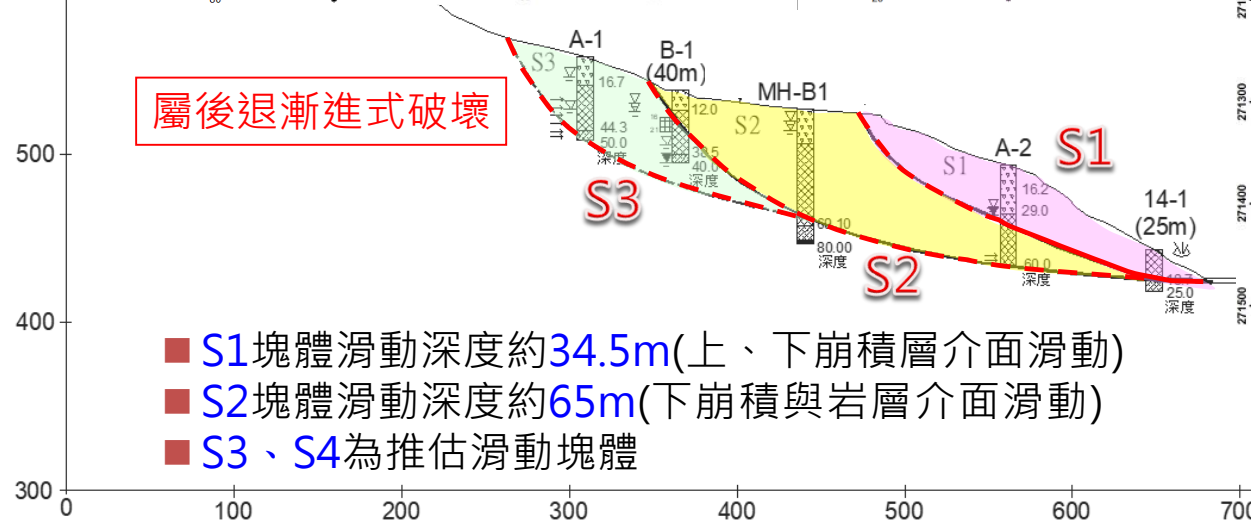
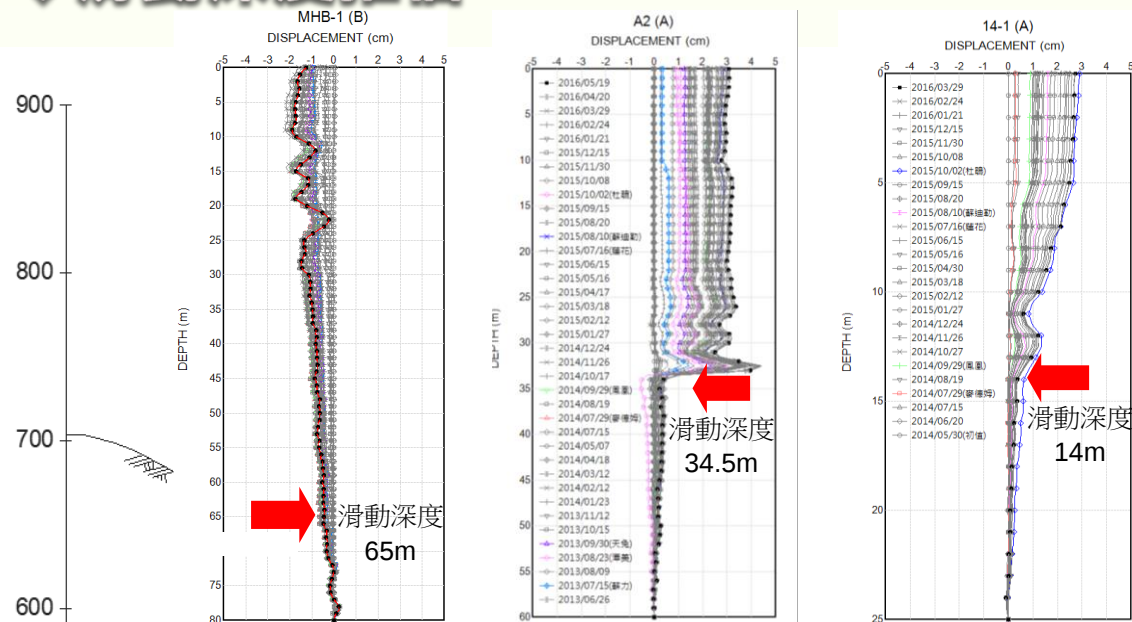
- 降雨量促成地下水位明顯昇降，更造成地層位移，故治理以導排地下水為主。





貳、工程內容

◆滑動深度推估





貳、工程內容

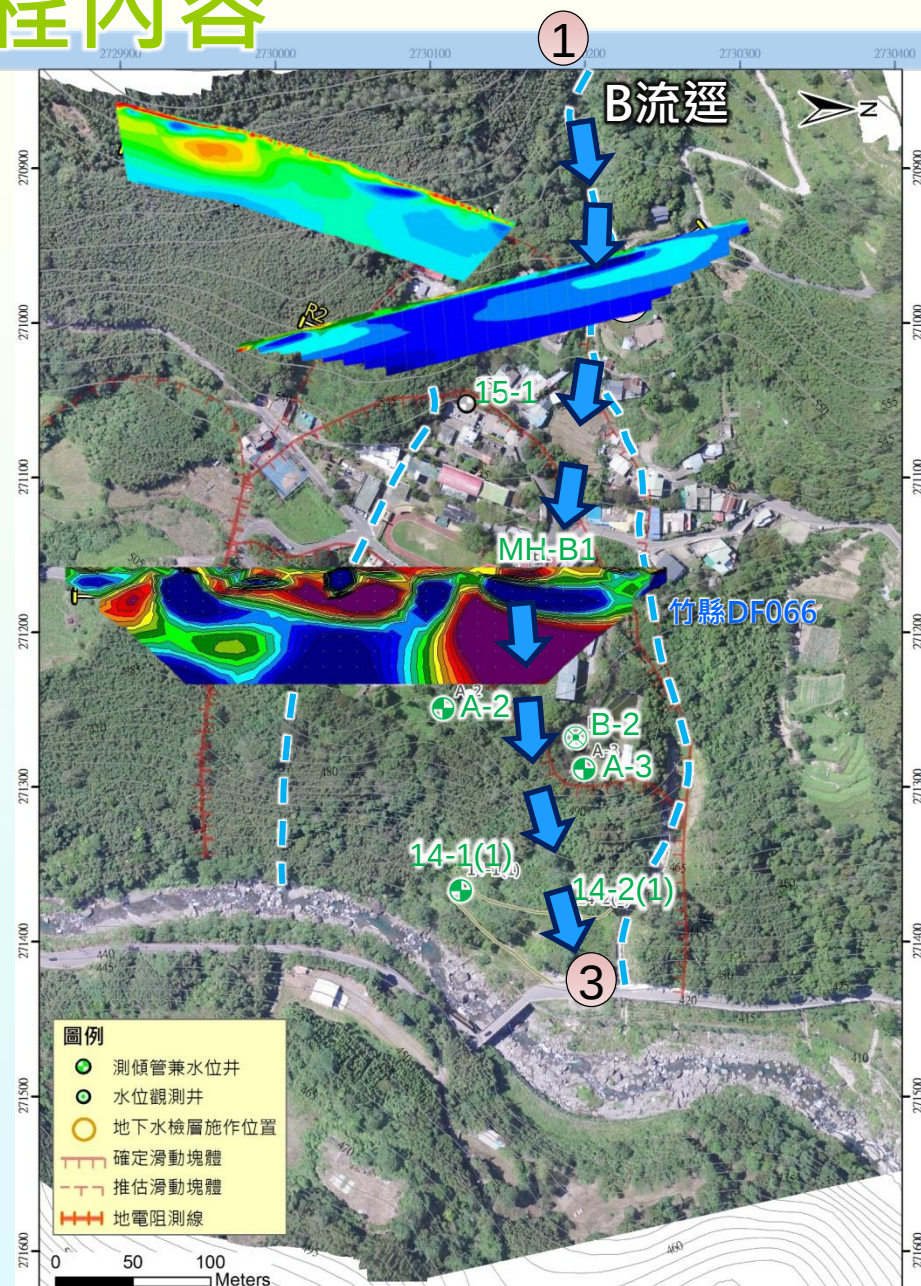
◆地下水流徑

□ 地表水調查



□ 地電阻探測

- 3條(R1:300m，R2:380m，R3:250m)
- 局部區域電阻值偏低
- 地層含水量可能較豐沛或含泥量值較高



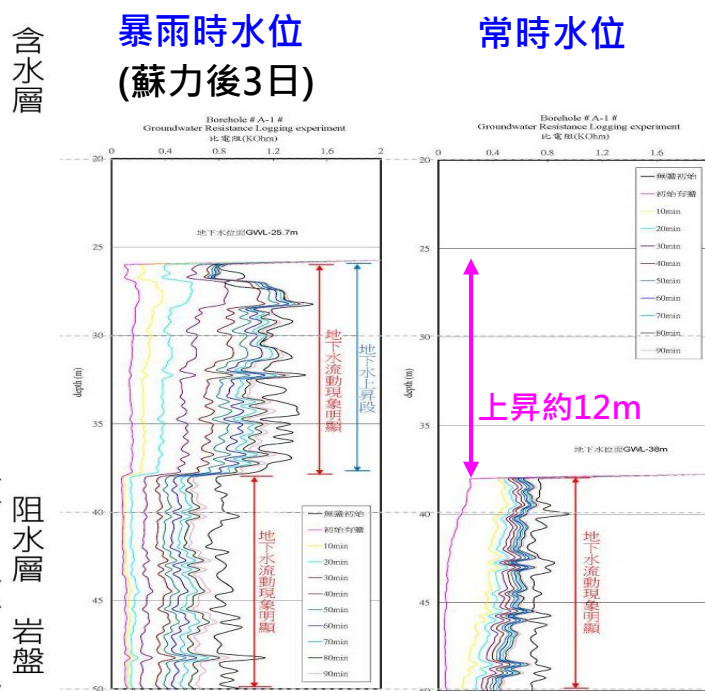
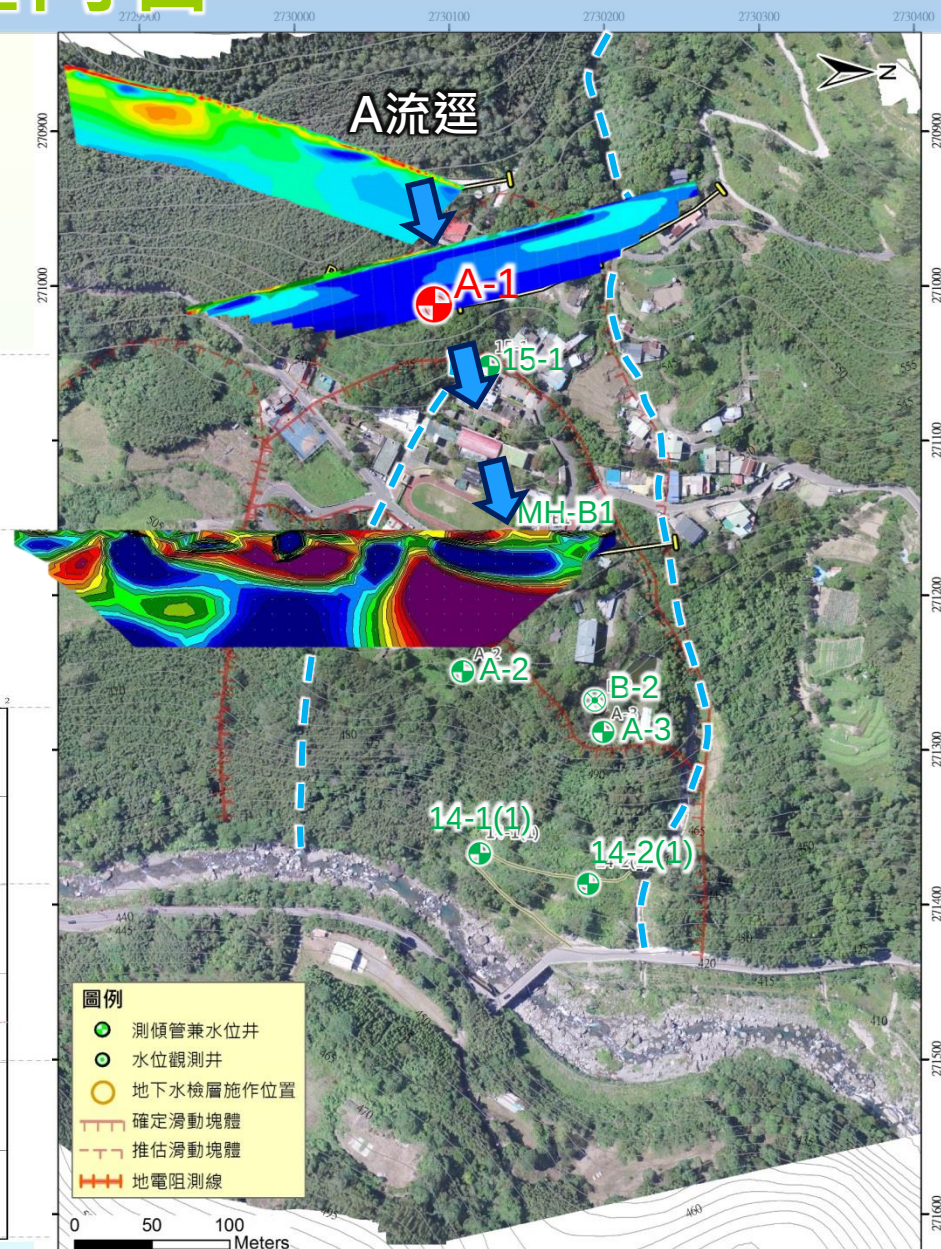


貳、工程內容

◆地下水流徑

□ 地下水檢層

- A-1地下水流動現象明顯
- A-1孔降雨期間水位上昇幅度大



暴雨時水位
(蘇力後3日)

常時水位

上昇約12m

含水層

阻水層

岩盤

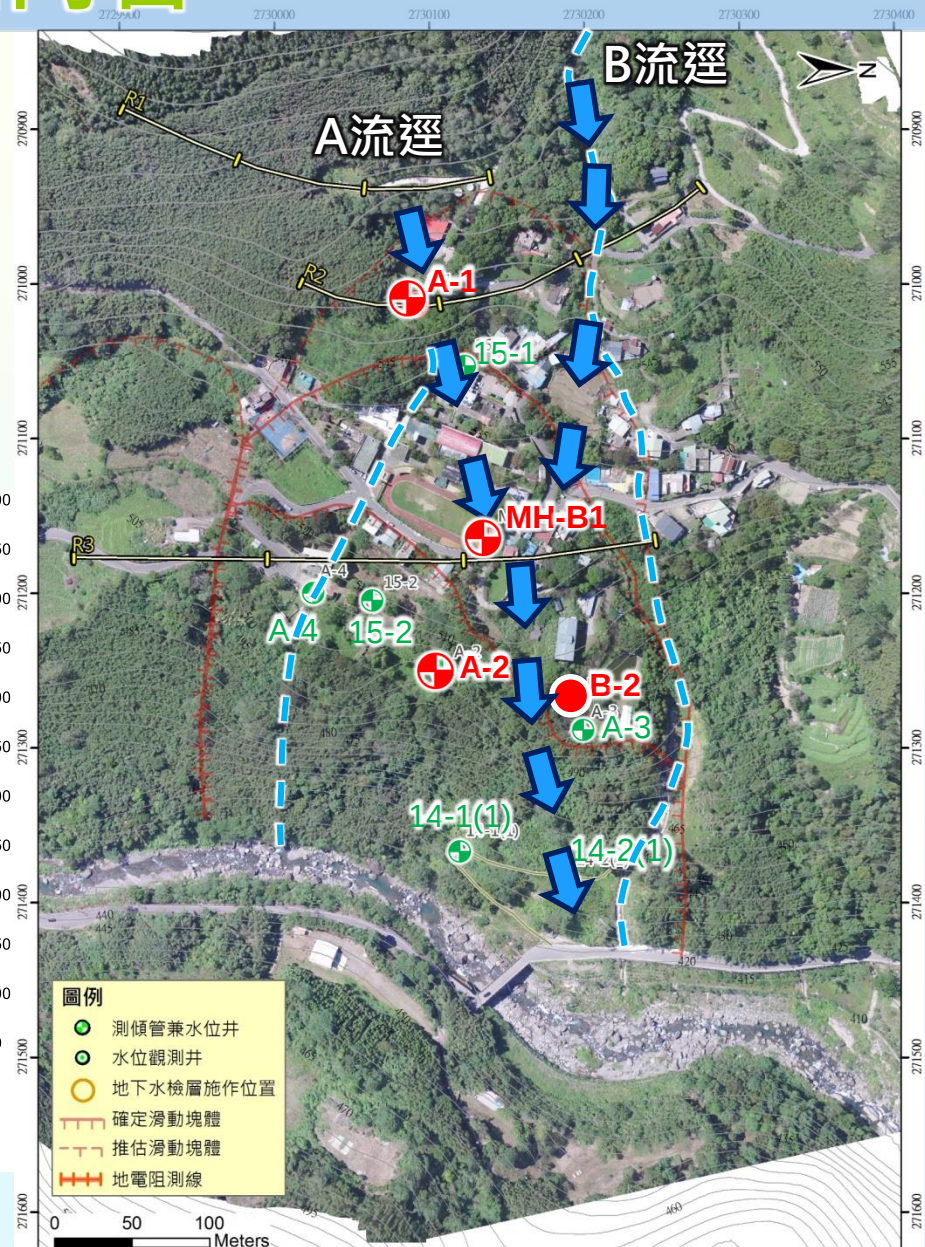
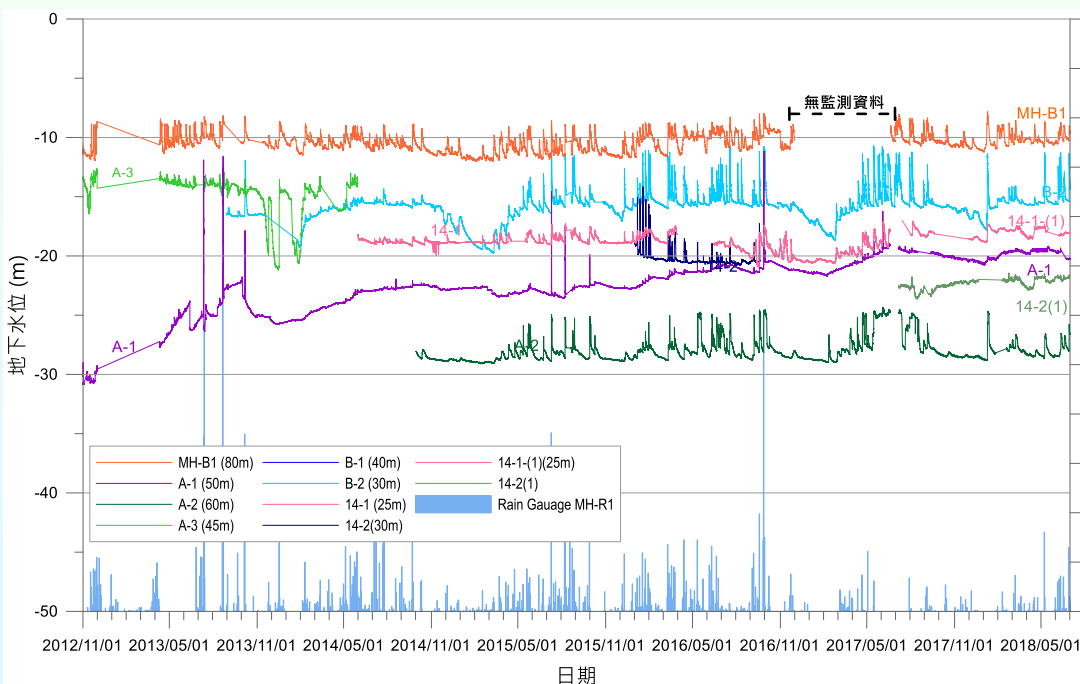


貳、工程內容

◆地下水調查

□ 地下水位觀測

- 8孔水位井(內置自記式水壓計)
- 局部區域地下水位**偏高** (MH-B1)
- 局部區域地下水位**昇降大**，上昇量5~15m (A-1、A-2、B-2及MH-B1)





貳、工程內容

◆整體規劃治理_分年分期

□ 緊急處理工程

- 坡面集水管(2014年)
- 地表排水系統改善(2016年)

已完工

□ 必要處理工程

- 大口徑集水井(2座)
- 約新臺幣3,300萬

本期重點

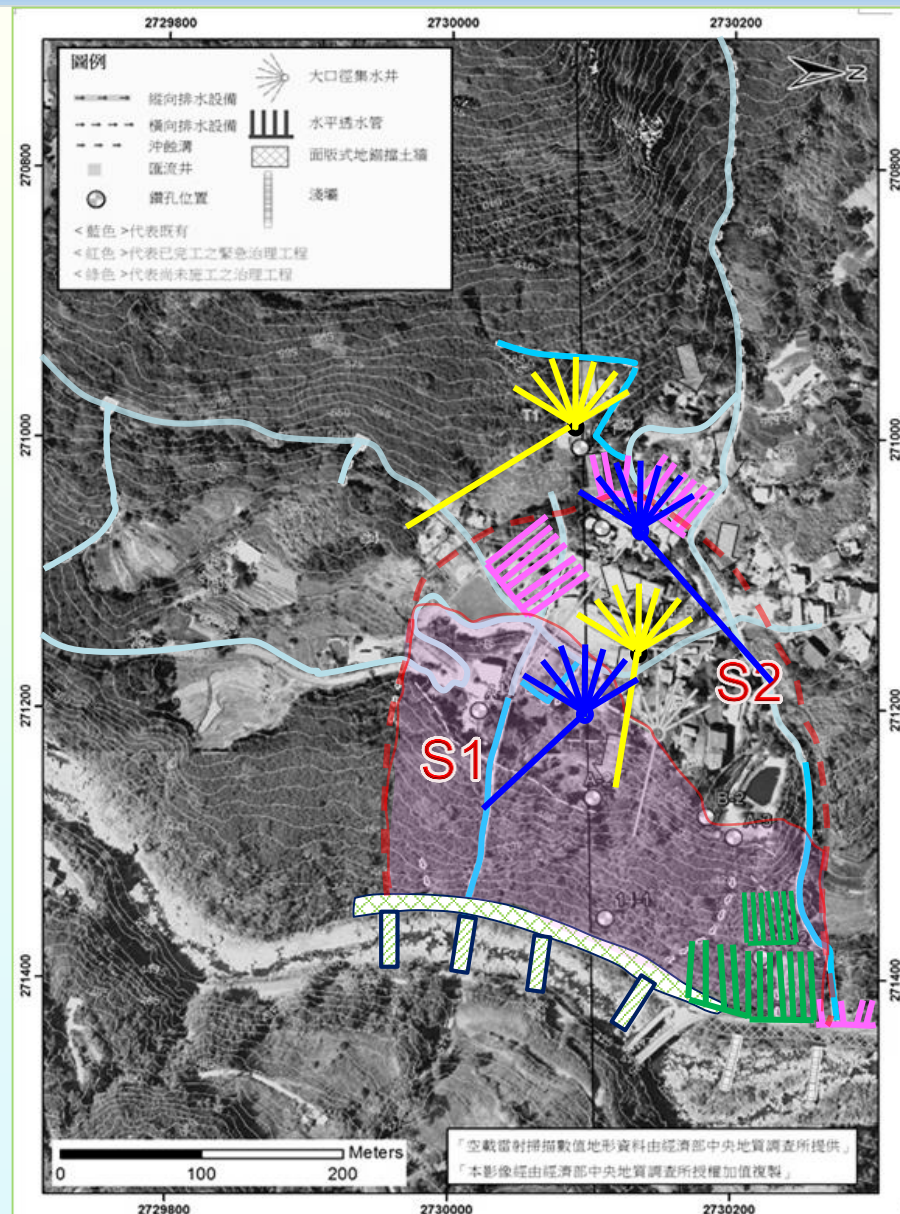
□ 需要處理工程

- 集水管打設(70支，長80M)
- 約新臺幣2,000萬

□ 長期處理工程

- 大口徑集水井(2座)
- 面版地錨擋土牆
- 坡趾護岸及固床工
- 約新臺幣9,000萬

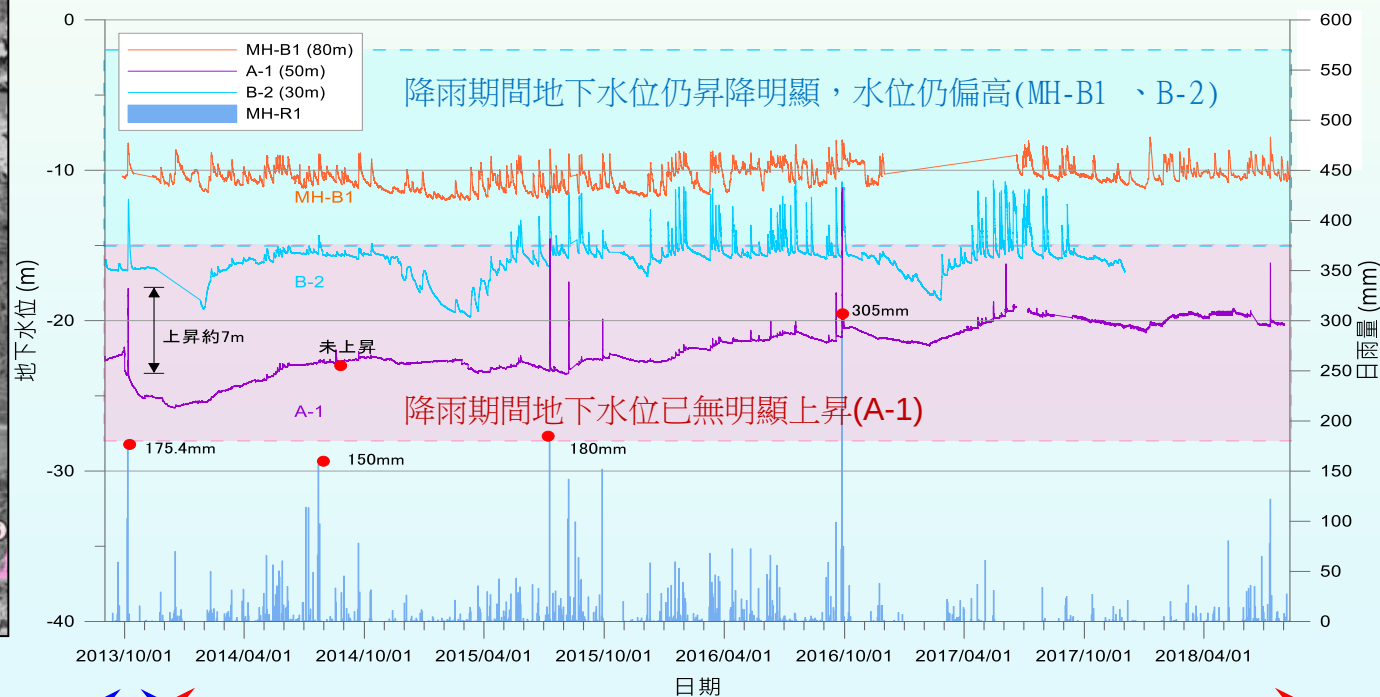
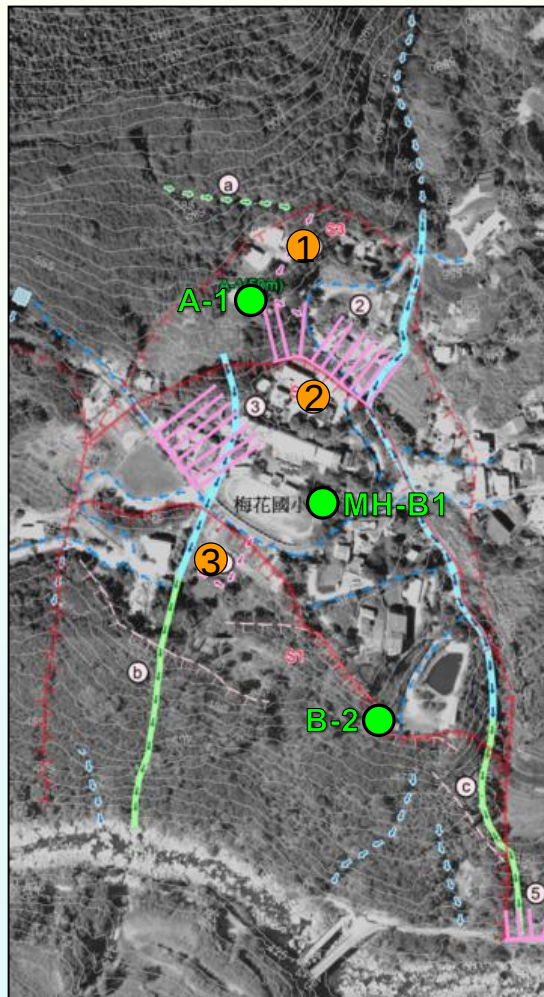
滾動式修正





貳、工程內容

◆緊急處理工程 效益評估



緊急處理工程完工前

緊急處理工程完工後



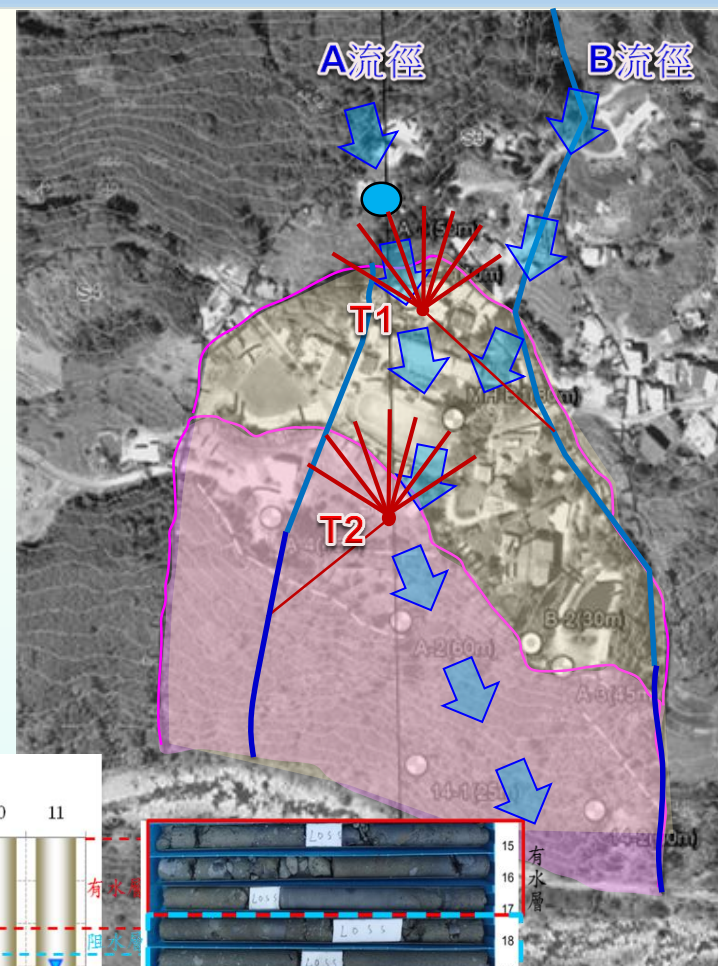
貳、工程內容

★T1集水井設置原則(導排地下水補注源)

- ❑ 導排A流逕地下水補注源，減少地下水流入計畫區。
- ❑ 設計井深20m，3層集水管分布於地表下0~17M。

★T2集水井設置原則(提高保全對象之穩地性)

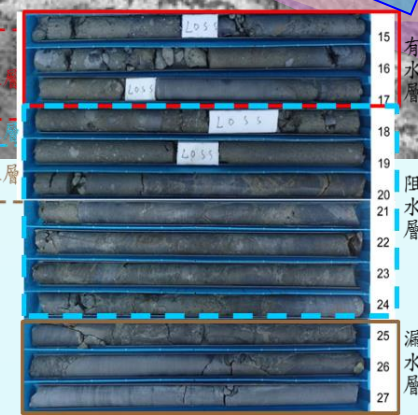
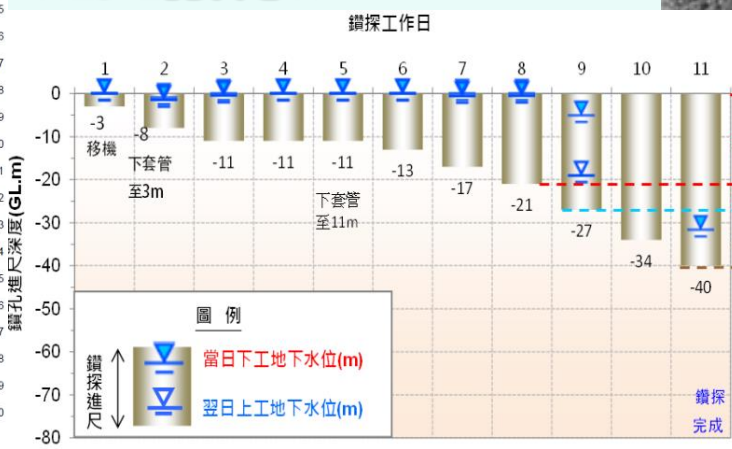
- ❑ S1塊體有明確滑動(位移速率1.5~2mm/月)。
- ❑ MH-B1水位偏高(約於地表下8m)，導排上崩積層地下水
- ❑ 設置4層集水管，以平均分布於井深。



★15-2孔岩心★



★15-1孔岩心★





貳、工程內容

■主要工程項目

主體構造物

大口徑集水井(直徑4.5M)2座

T1井深=20m

集水管3層各7支(L=50m)

排水管L=145m*2支

流末跌水池1座

T2井深=32m

集水管4層各7支(L=50m)

排水管L=90m*2支

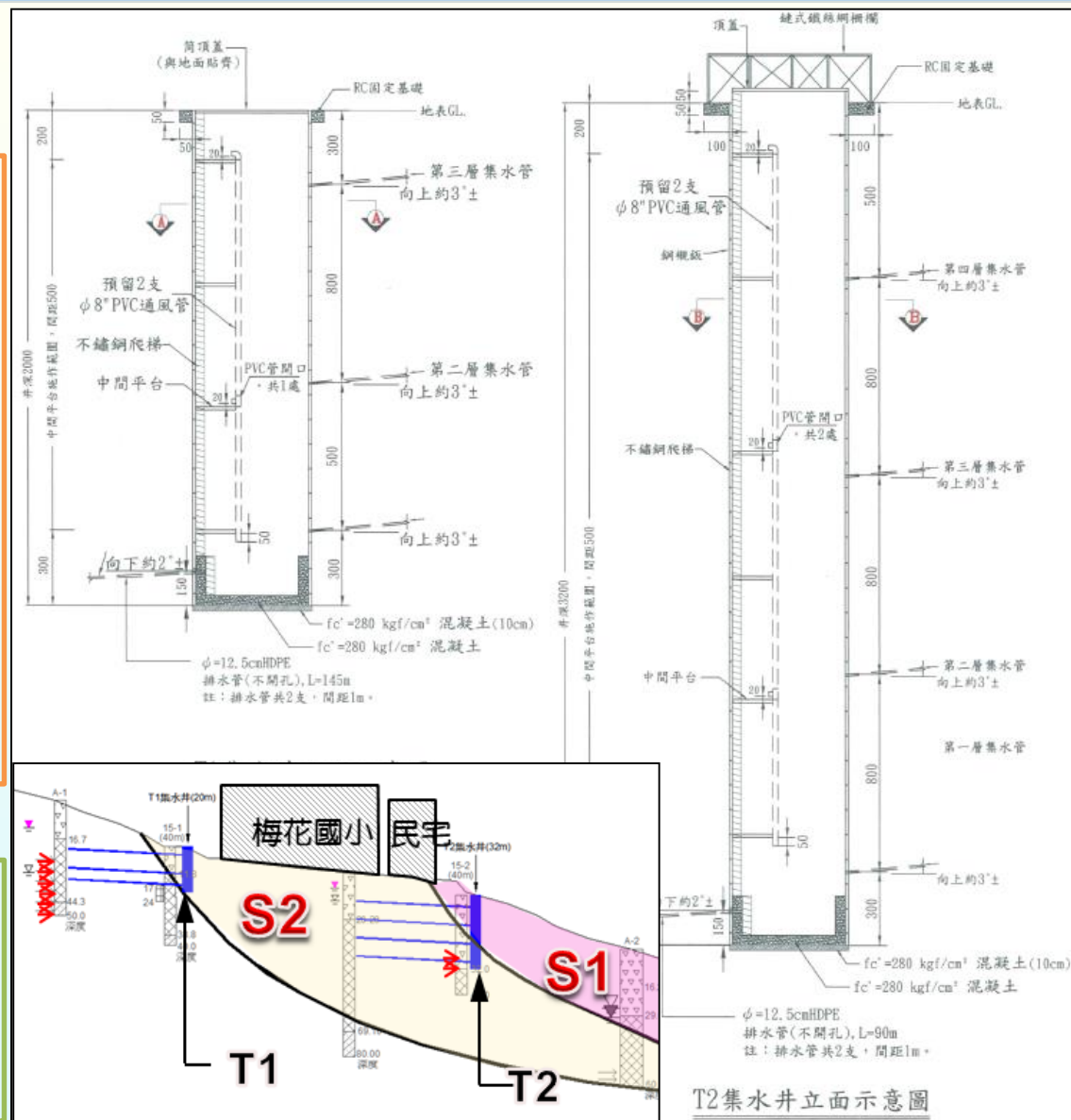
流末跌水池1座

附屬設施

中間平台10座

不鏽鋼爬梯

8" PVC通風管4支





參

• 施 工 安 全

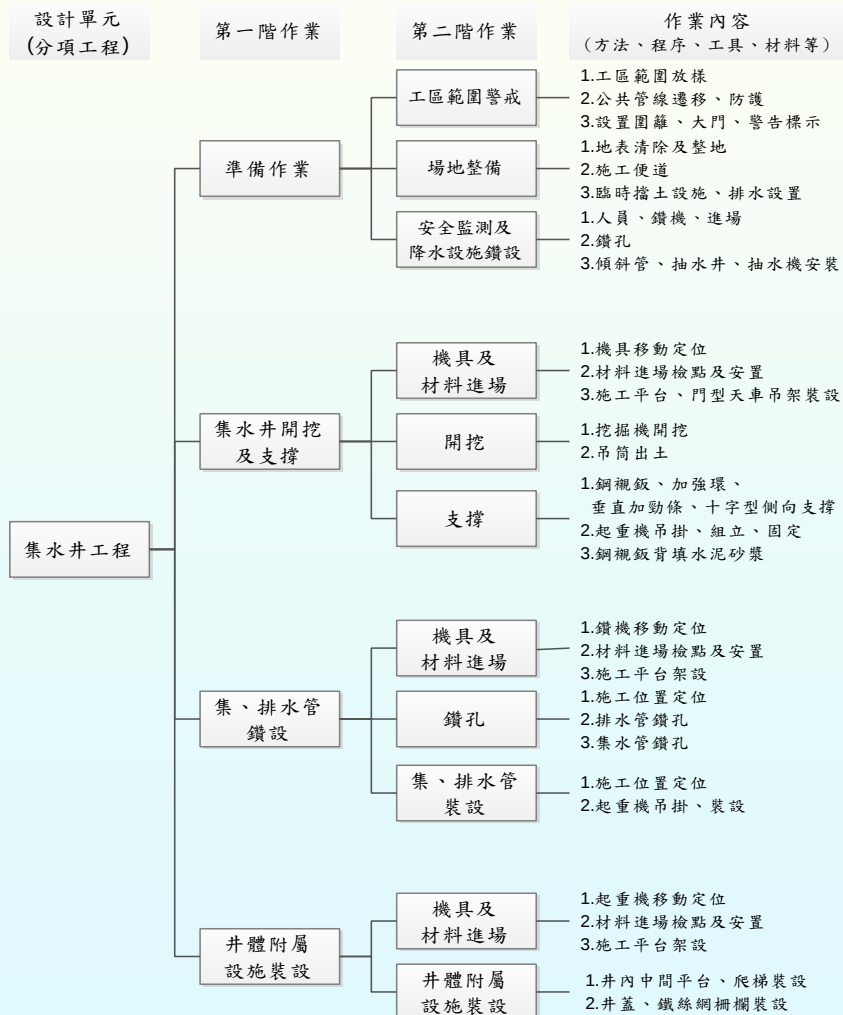


參、施工安全

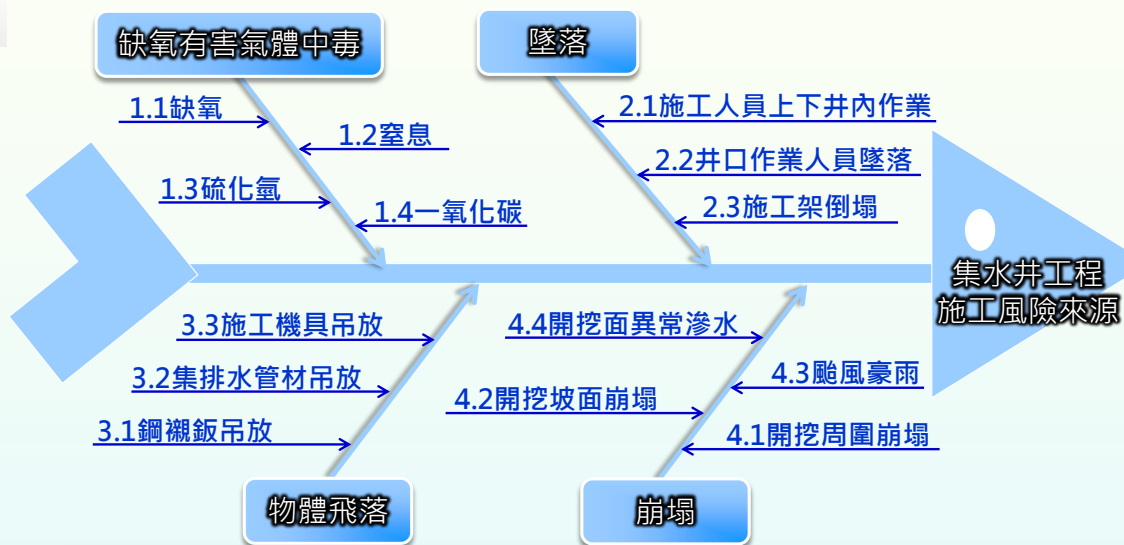
設計階段之施工安全風險評估

危害辨識

★施工作業拆解



★施工風險來源



- ★直徑4.5m
- ★深度20m及32m
- ★屬局限空間作業



參、施工安全

風險評估及處置對策

★風險等級由R1降低至R2或R3

危害辨識		風險評估			處置對策		確認殘餘風險		
風險編號	潛在危害	嚴重度	可能性	風險等級	對策	確認 (設計圖、 預算書等)	嚴重度	可能性	風險等級
1.缺氧有害氣體中毒									
1.1	缺氧	3	2	R1	1.氣體濃度測定設備 2.通風設備 3.急救設備 4.教育訓練實施 5.編列安全防護設施	1.設計圖A-02 M-04 2.詳細價目表	2	1	R3
1.2	窒息	3	2	R1			2	1	R3
1.3	硫化氫	3	2	R1			3	1	R2
1.4	一氧化碳	3	2	R1			3	1	R2
2.墜落									
2.1	施工人員上、下井內作業	3	2	R1	1.施工架設備 2.施工人員上下設備 3.防墜落設備 4.施工安全圍籬	1.設計圖A-02 M-04 2.詳細價目表	2	2	R2
2.2	井口作業人員墜落井內	3	2	R1			2	1	R3
2.3	施工架倒塌	3	2	R1			2	1	R3
3.物體飛落									
3.1	鋼襯板吊放	3	2	R1	1.吊掛設備 2.防護設備	1.設計圖A-02 M-04 2.詳細價目表	3	1	R2
3.2	集排水管才吊放	3	2	R1			3	1	R2
3.3	施工機具吊放	3	2	R1			3	1	R2
4.崩塌									
4.1	開挖周圍崩塌	3	2	R1	1.擋土支撐 2.地表排水及沉砂 3.監測作業	1.設計圖A-02 M-04 2.詳細價目表	3	1	R2
4.2	開挖面崩塌	3	2	R1			3	1	R2
4.3	颱風、豪雨	2	3	R1			2	1	R2
4.4	開挖面異常滲水	3	2	R1			2	1	R2



參、施工安全

計劃書列管清單

★皆於施工前核定

	項次	名稱	核定日期		項次	名稱	核定日期
整體計畫	1	施工計畫書	106.08.15	臨時設施結構計算(含施工圖)	1	天車結構計算書	106.10.25
	2	品質計畫書	106.08.15		2	井內作業送風計算書	106.10.25
	3	職業安全衛生執行計畫	106.08.25		3	施工爬梯設備結構計算書	106.12.22
	4	施工階段風險評估報告	106.08.25		4	集水井搭乘設備結構計算書	106.12.22
	5	職業安全衛生設備清冊檢查	106.08.25		5	施工架結構計算書	尚未施作
職安設備規格	1	抽水井工程計畫	106.08.21	施工人員資格檢查	1	職業安全衛生人員	106.08.25
	2	邊坡穩定監測計畫	106.08.21		2	監視人員(缺氧作業主管)	106.08.25
	3	工區監視設備及井內氣體偵測器、警報設施安裝工程	106.09.19		3	健康檢查(施工人員無先天貧血、懼高及血液循環系統疾病)	106.08.25



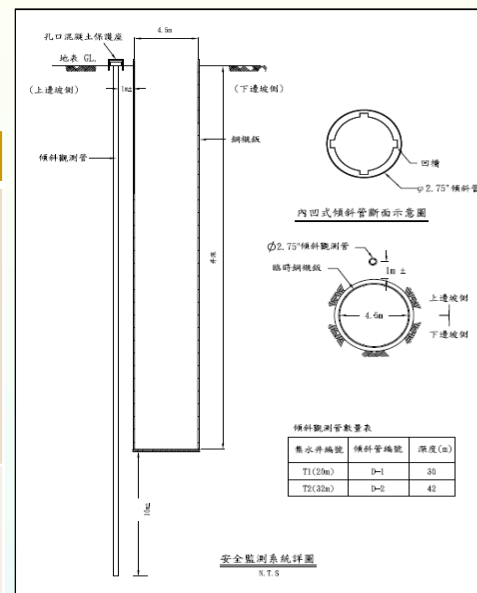
參、施工安全

全週期安全監測系統即時警訊

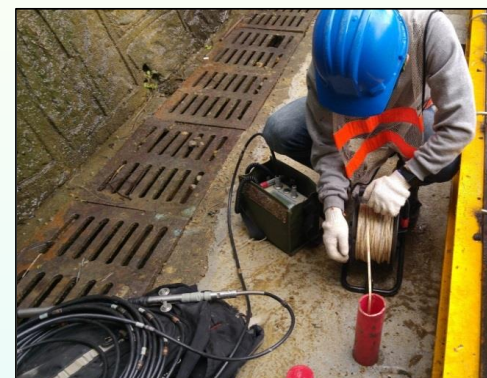
➤ 施工中安全監測系統及後續維護管理

項目	監測儀器	目的	頻率	備註
集水井施工中監測 (施工中)	- 傾斜管2孔 (每座井各1孔) - 傾度盤3組 (T1工區2組、T1工區1組)	- 集水井開挖中，壁體穩定性 - 開挖面鄰近結構物之穩定性	開挖階段，每3日進行1次	本工程編列相關費用，由施工廠商進行並每個月提送經專業技師簽證監測成果。
地滑區穩定性監測 (施工中) (完工後)	- 傾斜管8孔 - 水位觀測井10孔 - 電子式水壓計4支 - 孔內伸縮計2組 - GPS點位3處	本工程所在邊坡之穩定性監測	全自動化量測具有即時警訊功能	臺北分局另案辦理
土石流警戒監測 (施工中) (完工後)	雨量計1組	土石流潛勢溪流警戒監測	具有即時警訊功能	
集水井效能監測 (完工後)	- CCD攝影機1組 - 井內電子式水壓計1組 - 流末流量計1組	集水井集、排水管效能監測	自動化量測	臺北分局另案辦理

★集水井施工中監測★



	預警值	警戒值	行動值
傾斜觀測管	5 mm / 5日	3 mm / 日	20 mm / 日
因應對策	- 正常施工與監測。 - 注意後續之變化。 - 施工單位應擬補強計畫。	- 加強監測。 - 召開檢討會議，研判安全性，尋找原因並研擬補救措施。	- 暫停施工。 - 人員機具均需撤離。



★地滑區穩定性監測★



	注意值	警戒值	行動值
意義	- 當監測值大於注意值，表示邊坡已略有穩定度。 - 監測結果已超出設計標準，具較高潛在之危險。	邊坡或牆土牆已確定為不穩定。	邊坡或牆土設施已發生位移或已瀕臨破壞。
因應對策	- 需加強監測頻率，並密切注意其變化趨勢。 - 需檢討影響邊坡穩定之各項因子，評估其長期安全性。 - 需以更密集的監測頻率，監測邊坡的安全。	- 需加強巡視工區及管制遊客與車輛通行。 - 需立即進行緊急補強及長期整治。 - 需以更密集的監測頻率，監測邊坡的安全。	- 需加強巡視工區，並禁止遊客及車輛通行。 - 監測值有明顯加速現象時，人員必須強制疏散。

儀器名稱	注意值	警戒值	行動值
傾斜觀測管	略有一定位移趨勢 0.2cm/月	有一定位移趨勢 0.5cm/月	0.1cm/日
電子式水壓計	A-2孔 地下水位-26.5m	A-2孔 地下水位-24m	-
雨量計	-	150mm/日	-



參、施工安全

優良事蹟

- 榮獲勞動部 **第12屆公共工程金安獎佳作**
- 農委會查核小組**查核成績甲等**





肆

• 工程困難點及成效



肆、工程困難點及成效

● 土石流堆積區，開挖困難

巨大、堅硬且無節理砂岩塊(最大直徑4M)，破碎困難，作業空間有限，特別採用鑽掘機鑽孔及配合油壓劈裂機進行岩塊裂解。

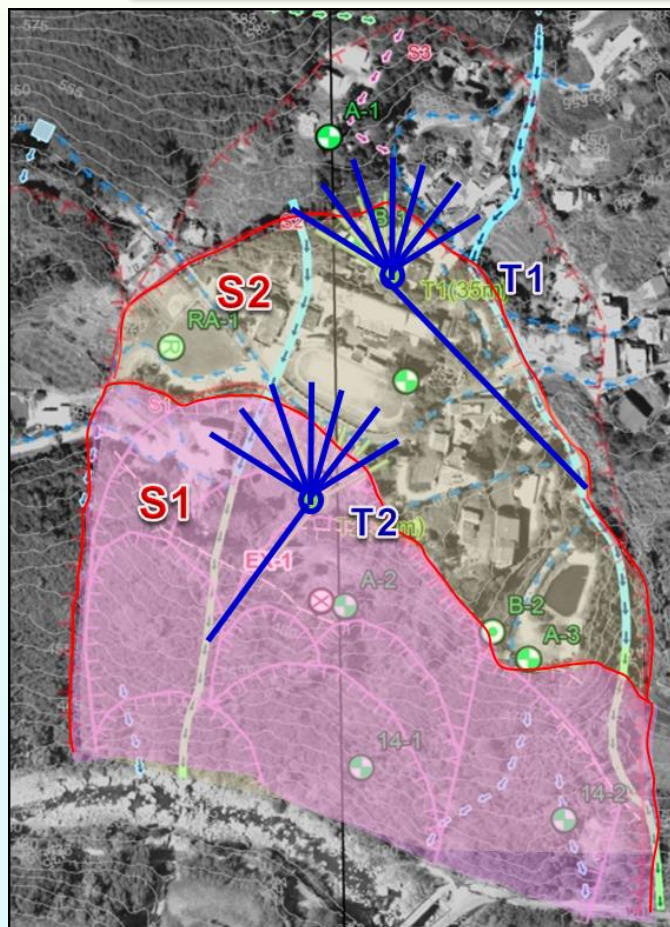




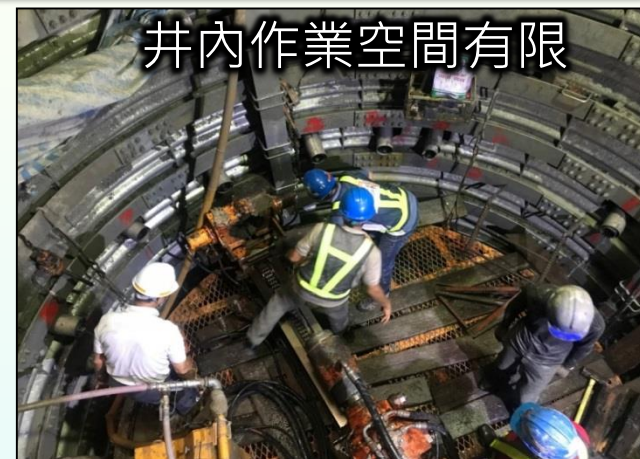
肆、工程困難點及成效

● 土石流堆積區，鑽孔困難

地質條件複雜(大塊石進機慢、崩積層易坍孔)、鑽機設備需改良(替代機具不多)、打設準確度需精準(排水管長度較長且須既有設施排出)



鑽機設備需改良



井內作業空間有限



T1井排水管=122M



T2井排水管=87M



肆、工程困難點及成效

● 施工中地質開挖紀錄 提供集水管打設調整依據

開挖階段，側壁有滲水

開挖深度 (M)	開挖天數 (日)	開挖側面照	開挖正面照
0~1	1		
1~2	2		
2~3	3		
3~4	2		
4~5	3		
5~6	4		
6~7	2		
7~8	3		
8~9	13		
9~10	2		
10~11	6		
11~12	5		

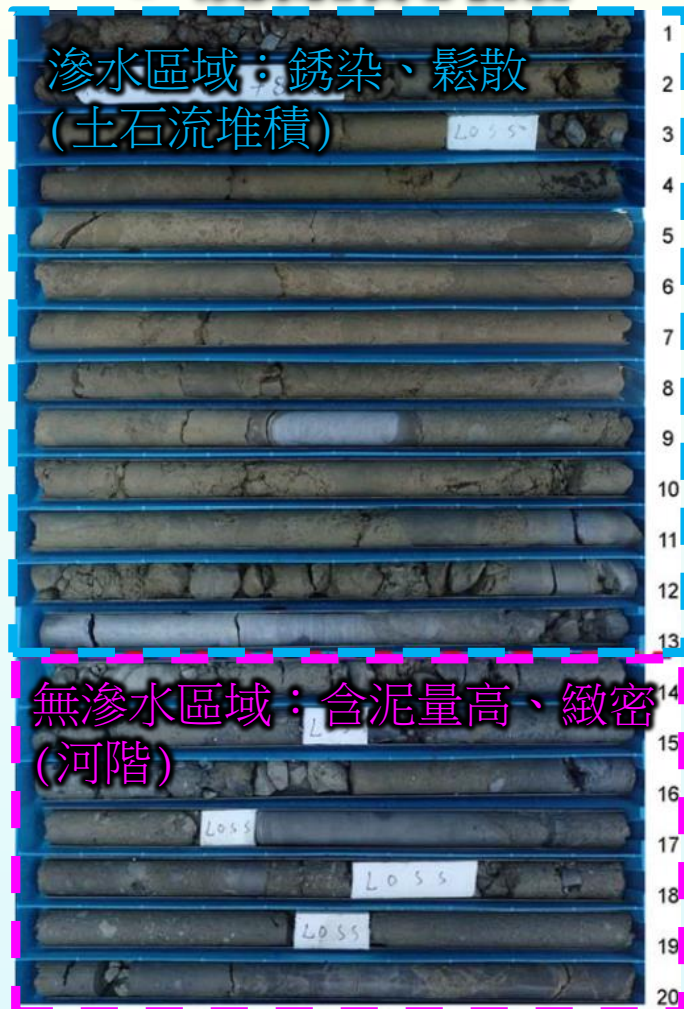
開挖階段，側壁無滲水

11 集水井開挖階段，開挖面地質記錄

開挖深度 (M)	開挖天數 (日)	開挖側面照	開挖正面照
12~13	5		
13~14	2		
14~15	4		
15~16	2	照片整理中	
16~17	2	照片整理中	
17~18	2	照片整理中	
18~19	1	照片整理中	
19~20	1	照片整理中	

○ 鑽探孔岩心檢視

滲水區域：銹染、鬆散
(土石流堆積)

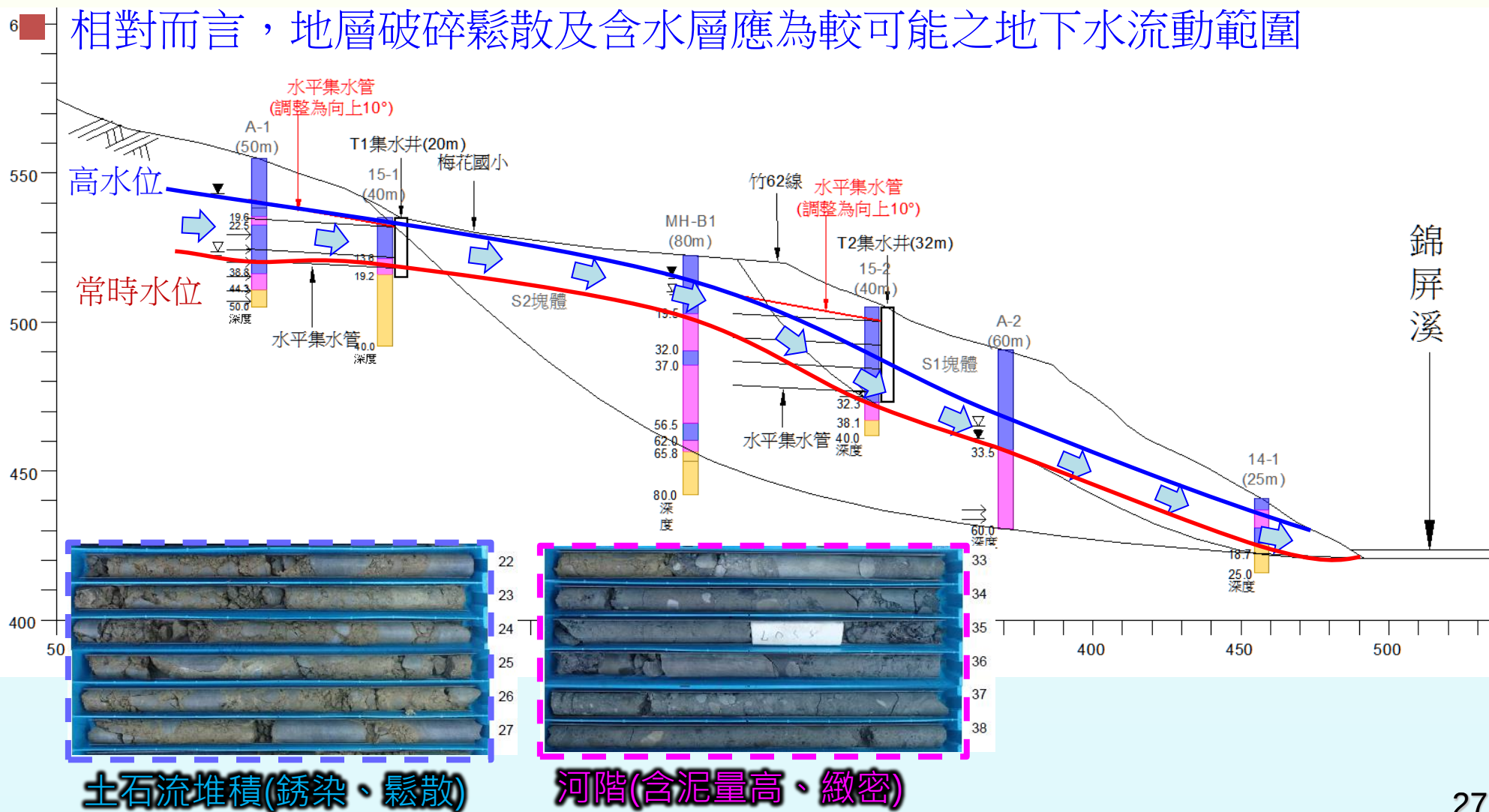


無滲水區域：含泥量高、緻密
(河階)



肆、工程困難點及成效

● 地下水流動範圍推估 提供集水管打設調整依據

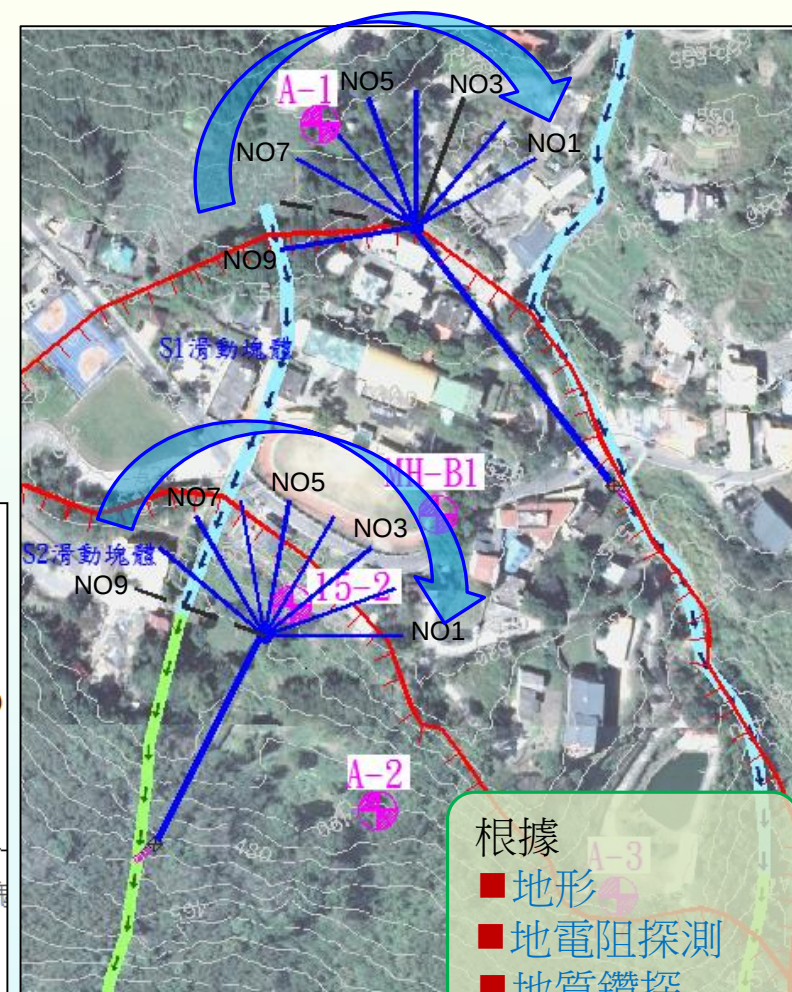
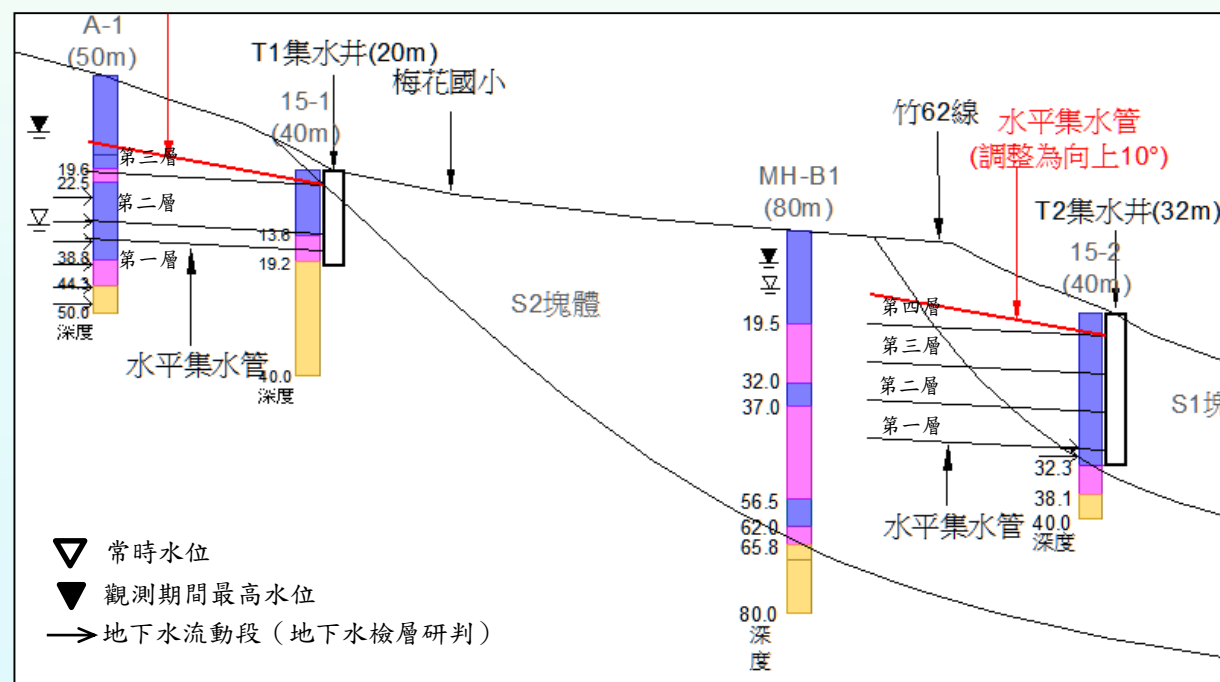




肆、工程困難點及成效

● 集水管打設隨時調整

- 大範圍地形、地質模式建立→滑動塊體分布
- 地下水流徑→決定井位、集水管打設方向
- 鑽孔及監測資料→決定井深、集水管打設高程
- 地質開挖紀錄→集水管打設調整依據
- 集水管打設過程中，紀錄各管出水情形及地下水位變化，逐層調整打設順序。



根據

- 地形
- 地電阻探測
- 地質鑽探
- 地下水檢層
- 地下水位監測



肆、工程困難點及成效

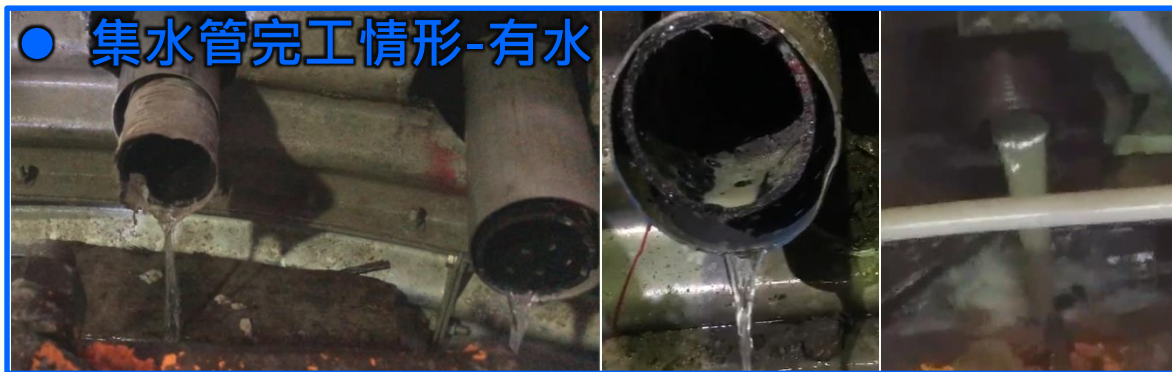
● 集水管打設成果

□ T1、T2井:共33支
(觀測期間為乾季)

- 有水：15支(46%)
- 滴水：13支(40%)
- 無水：5支(14%)



● 集水管完工情形-有水



T1井第1層NO.6

● 集水管完工情形-滴水



T2井第1層出水情形



● 集水管完工情形-無水

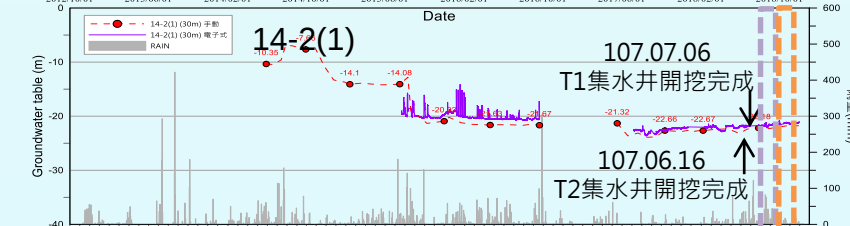
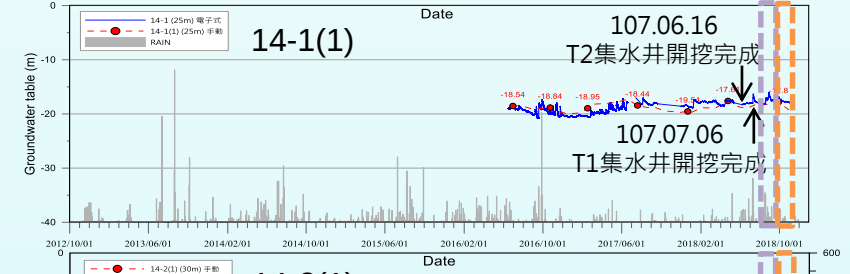
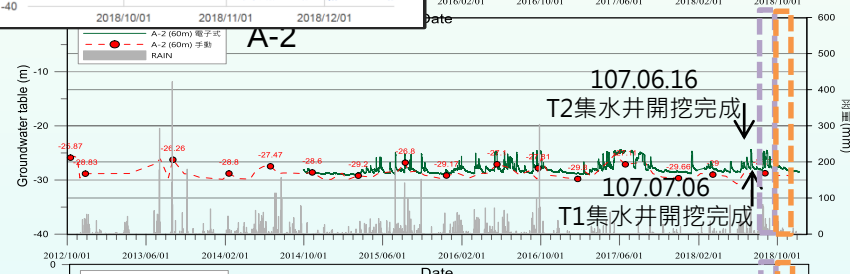
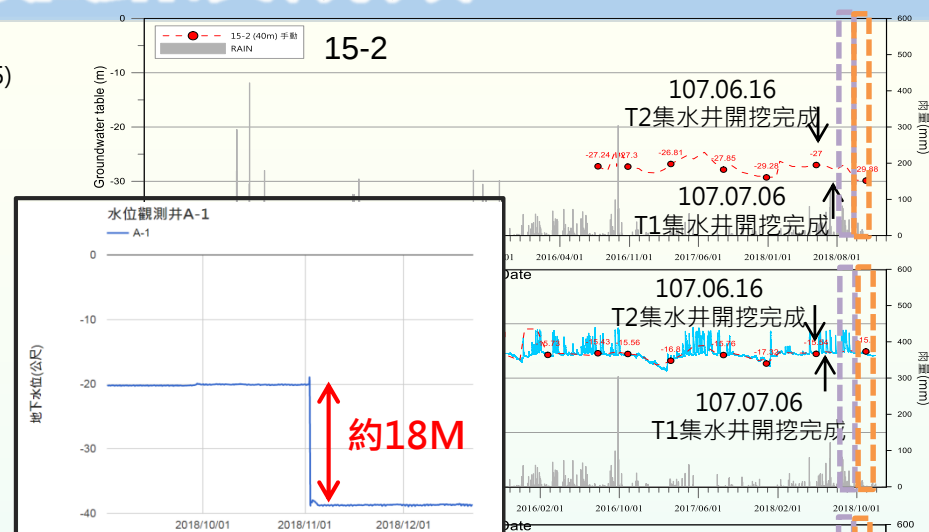
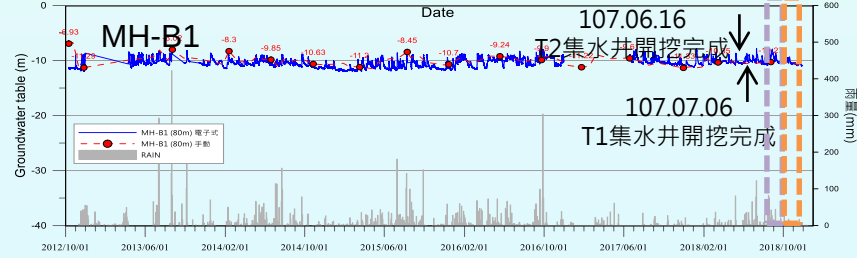
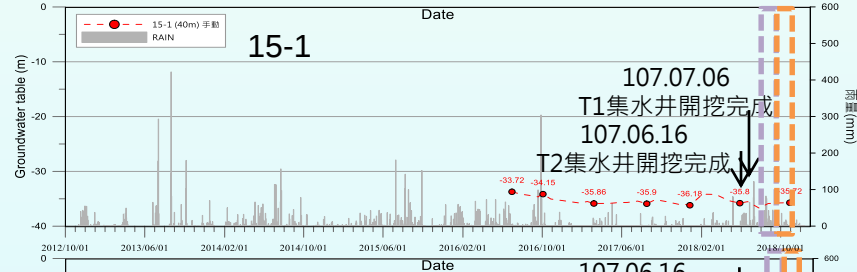
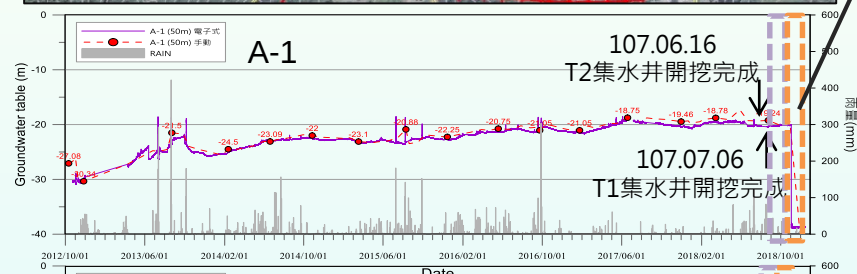
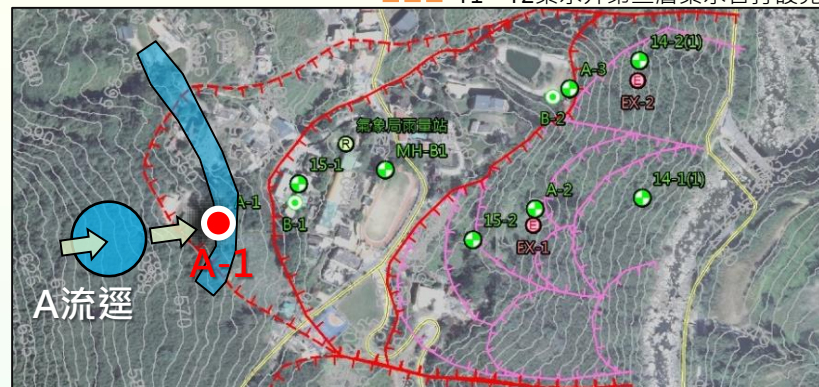




肆、工程困難點及成效

● 地下水變化

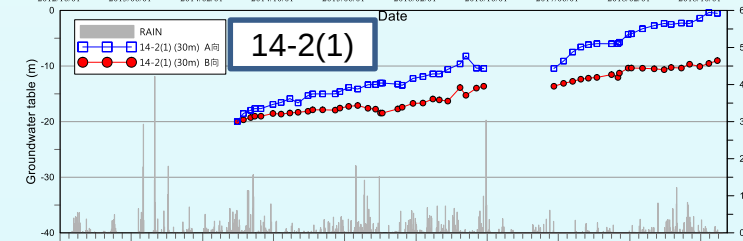
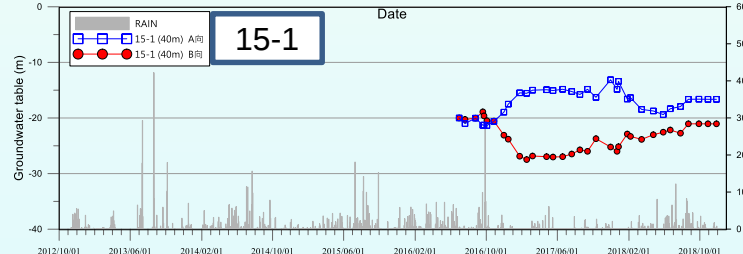
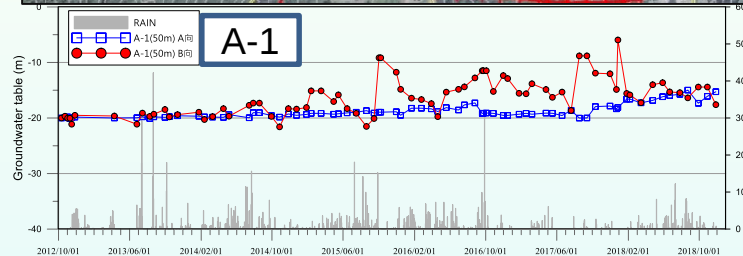
T2集水井第一層集水管打設完成(107.09.11)
T1、T2集水井第二層集水管打設完成(107.11.05)



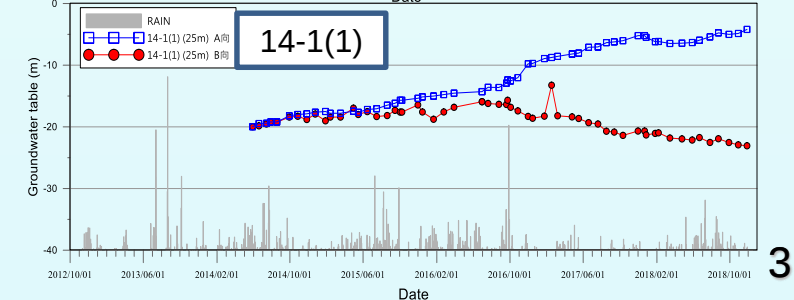
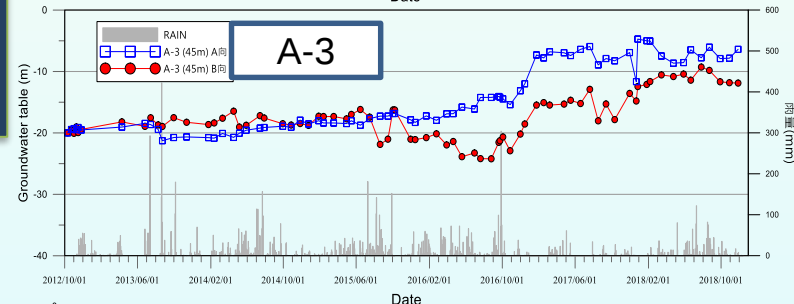
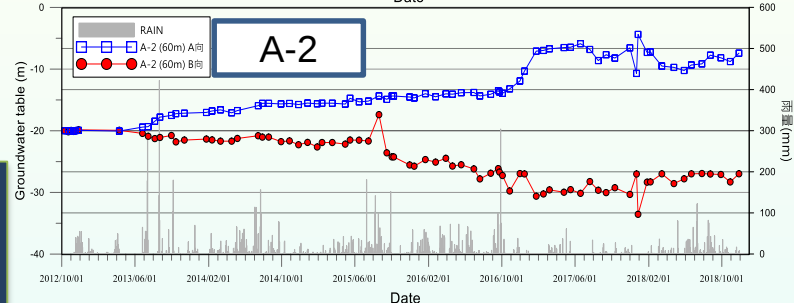
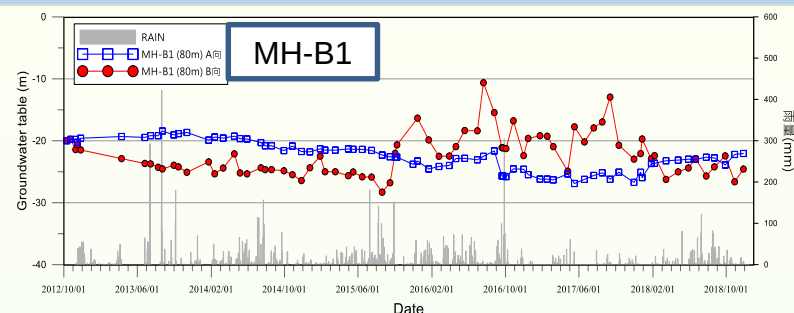


肆、工程困難點及成效

● 傾斜管孔口位移變化



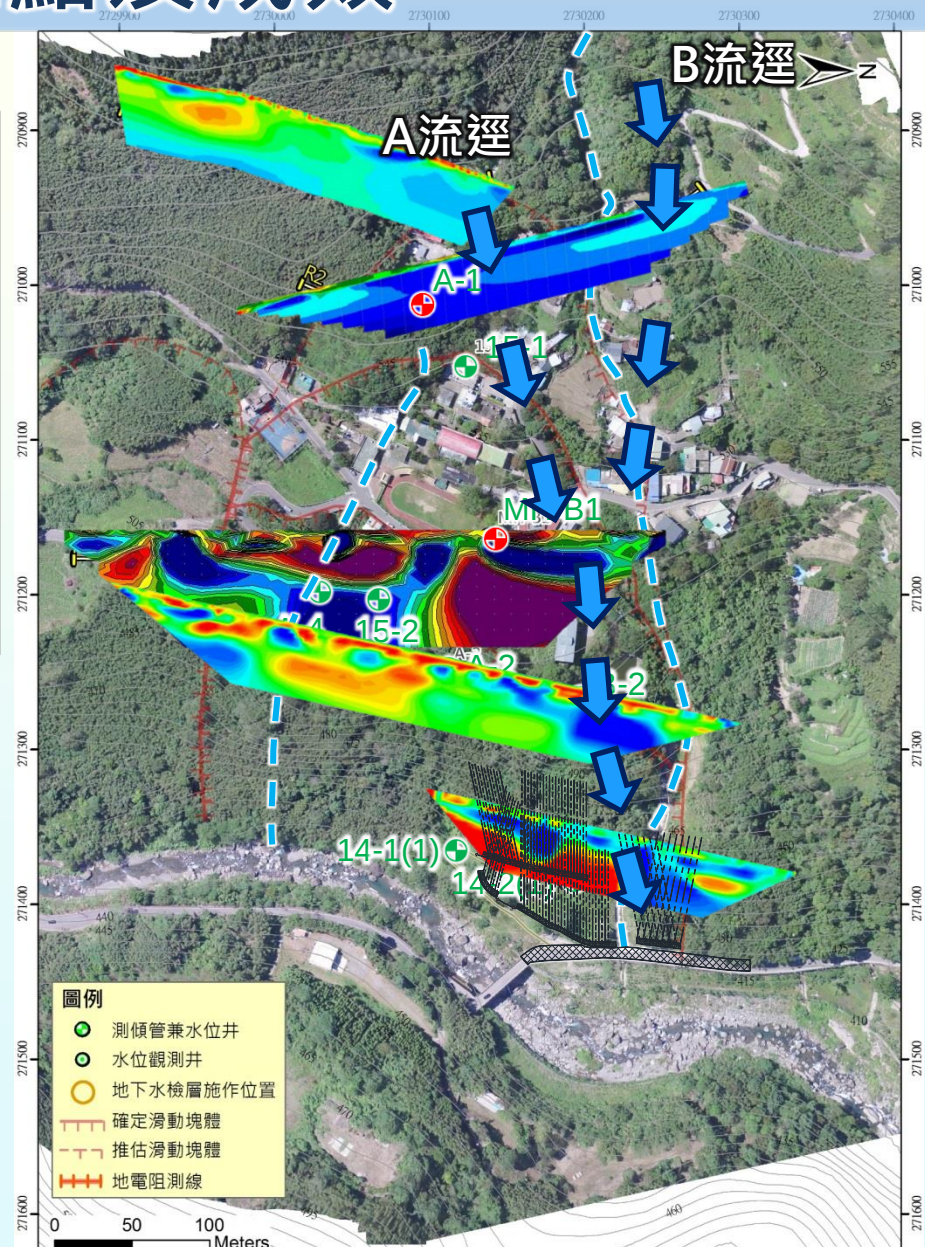
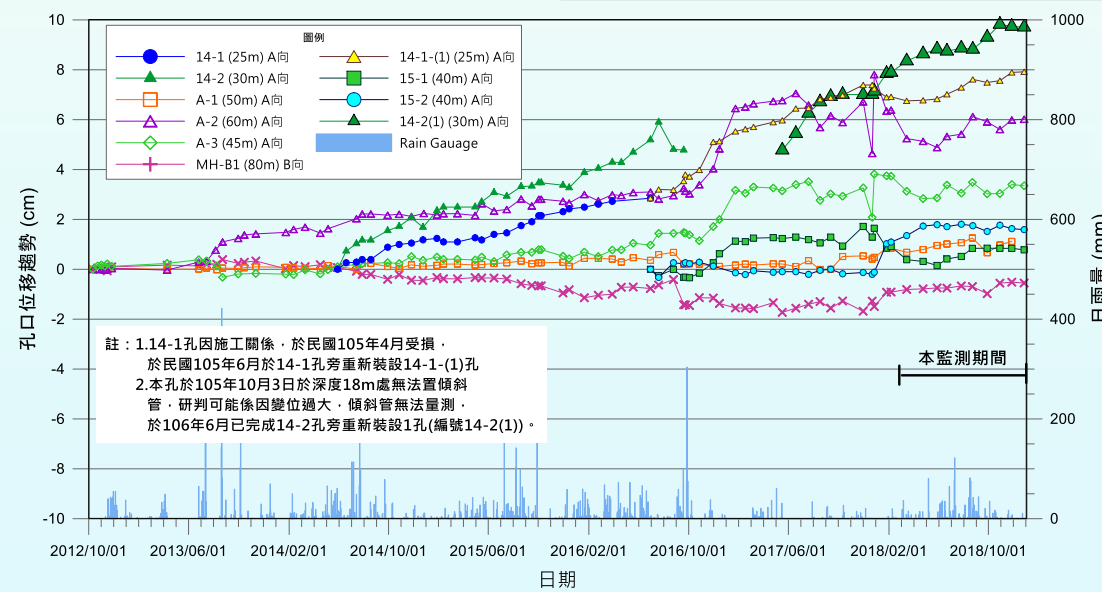
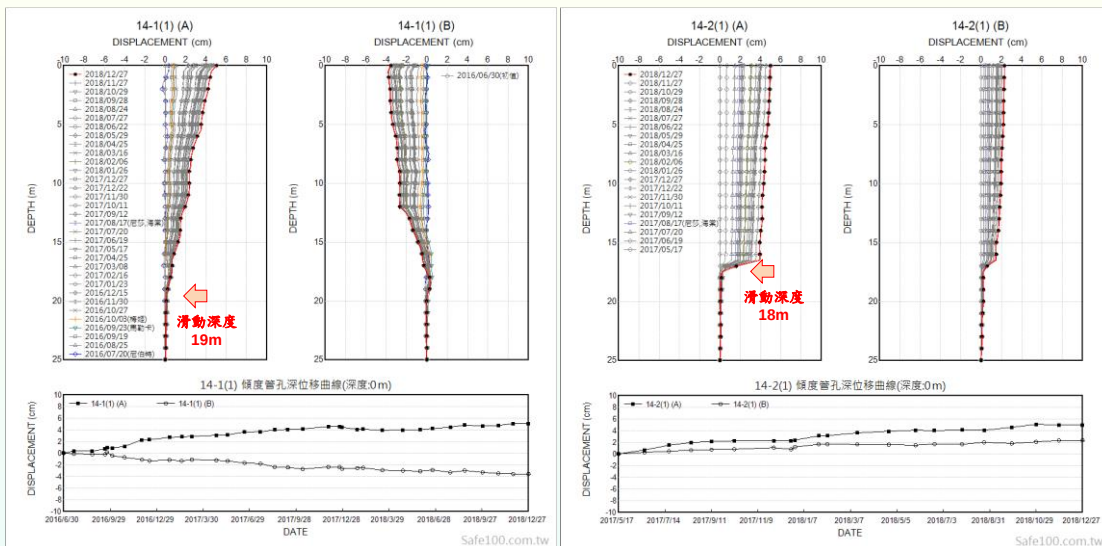
趾部孔口位移潛
變尚待下期工程
導排塊體(S1)中
偏高的地下水





肆、工程困難點及成效

● 下期規劃治理工程





報告完畢 敬請指教



水土保持

優質團隊