



經濟部中央地質調查所
Central Geological Survey MOEA



2018結合大規模崩塌地質防災資訊服務成果發表會
坡地場址調查觀測及變形機制分析(2/5)

水文地質調查於大規模崩塌的 挑戰與反思

報告者：鍾明劍 博士



財團法人中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

2018.11.07



財團法人中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.



國立交通大學



簡報大綱

水文地質調查於 大規模崩塌的 挑戰與反思

1 老課題、新挑戰

2 “大”規模崩塌，如何聚焦？

3 五米之後又五米，如何決斷？

4 鑽探過程瞬息萬變，如何因應？



莫拉克颱風前

(中央大學遙測中心，2009)

莫拉克颱風後

(中央大學遙測中心，2009)

山崩 → 土工+地質+水文+氣候 → 複雜問題

• 何故 (Why) ?

- 如何找出山崩與水文地質因子的關係 ?

• 何處 (Where) ?

- 如何判釋山崩發生的位置與規模 ?
- 如何估計山崩發生後的影響範圍 ?

• 何時 (When) ?

- 如何預測山崩發生的時間及雨量 ?



(中央大學遙測中心, 2009)

老課題、新挑戰

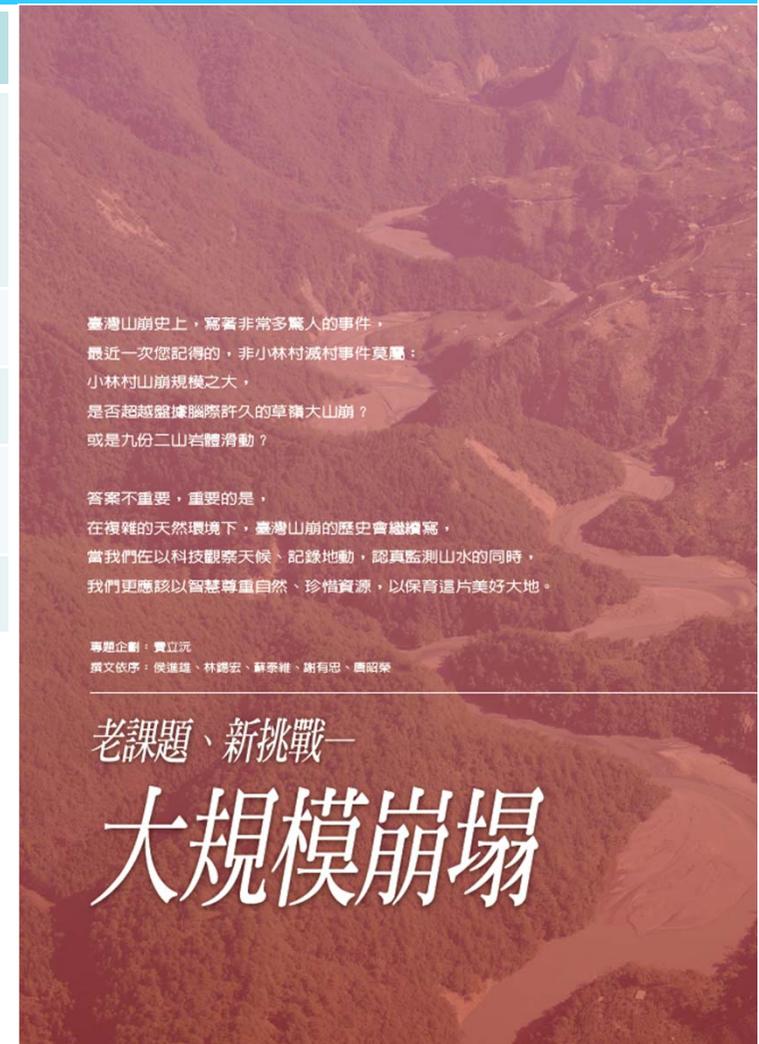
	重點崩場地	大規模崩塌
計畫來源	易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置—集水區水文地質對坡地穩定性影響之調查評估計畫	國土保育之地質敏感區調查分析計畫—莫拉克颱風／非莫拉克颱風受災區域之地質敏感特性分析
執行年度	96-102	99-104
崩場地數量	24	1207
面積範圍	2-22 公頃 (草嶺除外)	10-543 公頃
平均面積	8.5 公頃	30-40 公頃

崩塌規模

規模大、存在多滑動塊體

水文地質特性

具破碎帶、多含水層系統



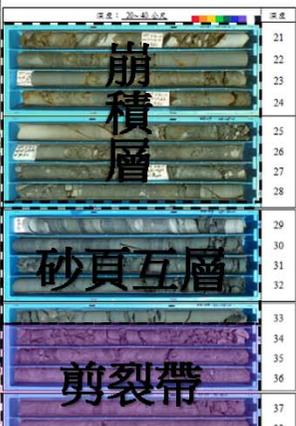
費立沅等人 (地質，2013)



老課題、新挑戰



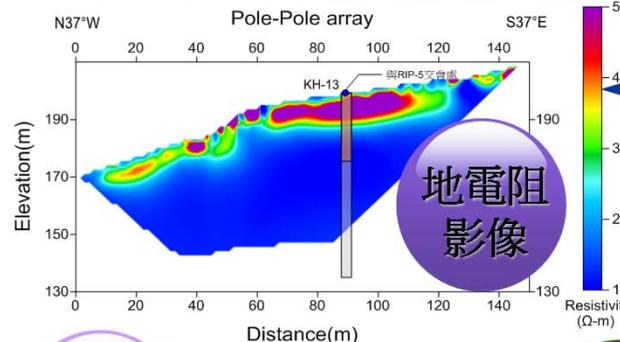
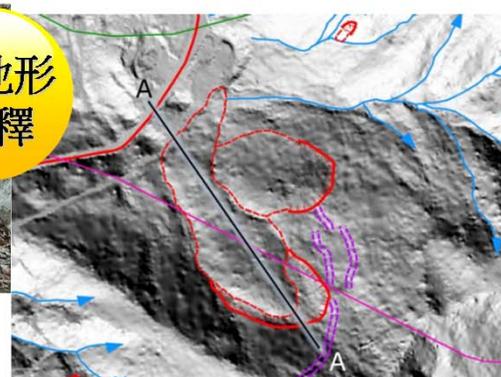
水文地質鑽探



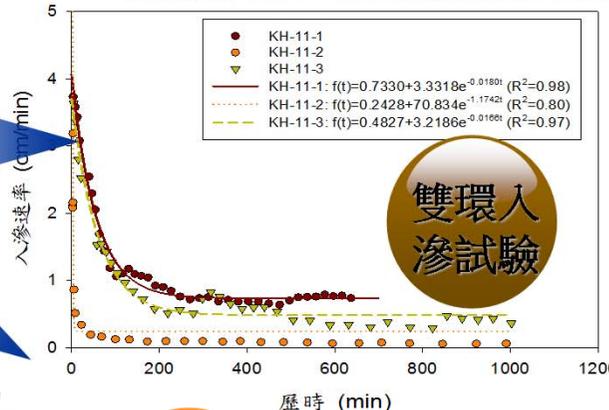
地表地質調查



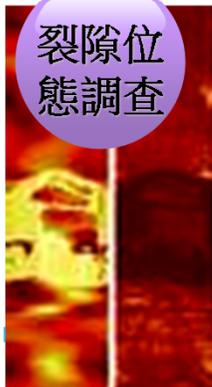
微地形判釋



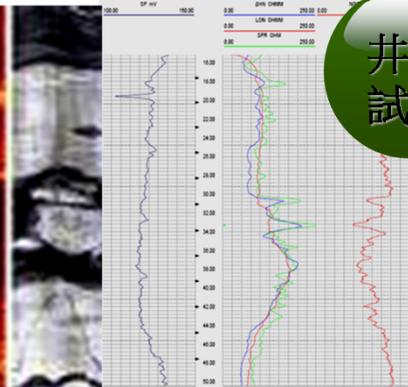
地電阻影像



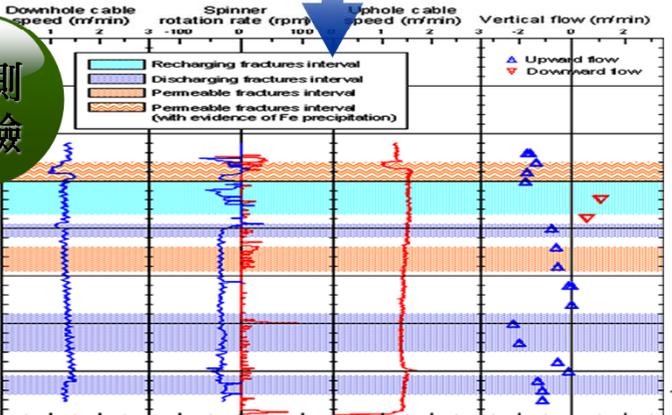
雙環入滲試驗



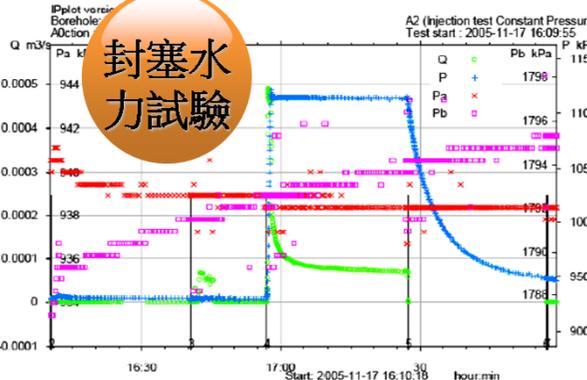
裂隙位態調查



井測試驗



封塞水力試驗



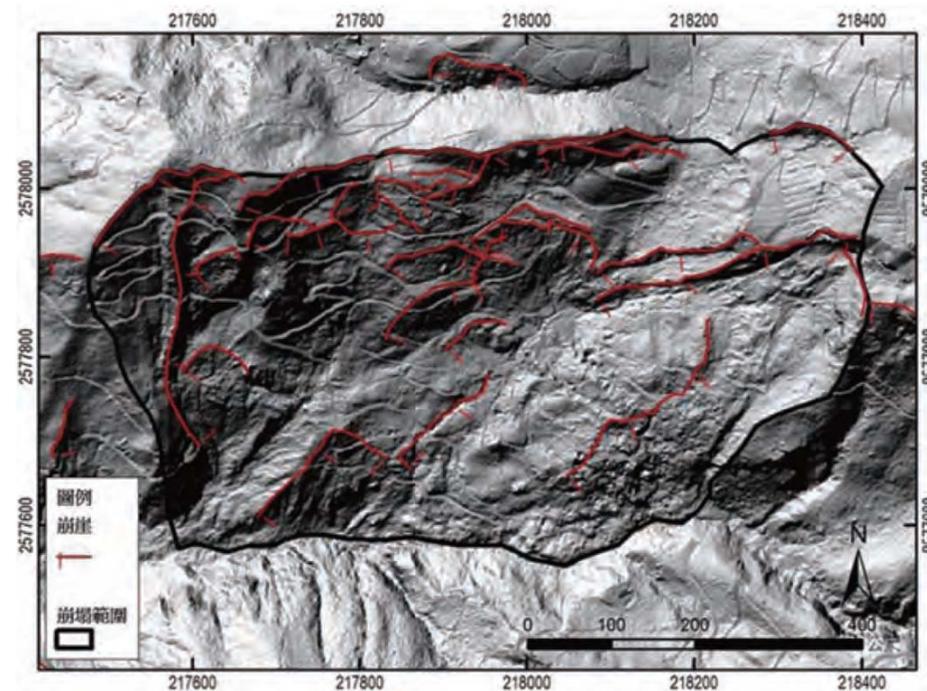
“大”規模崩塌，如何聚焦？

挑戰

資源有限、從何調查起？

反思

如何用有限資源有效率的完成調查



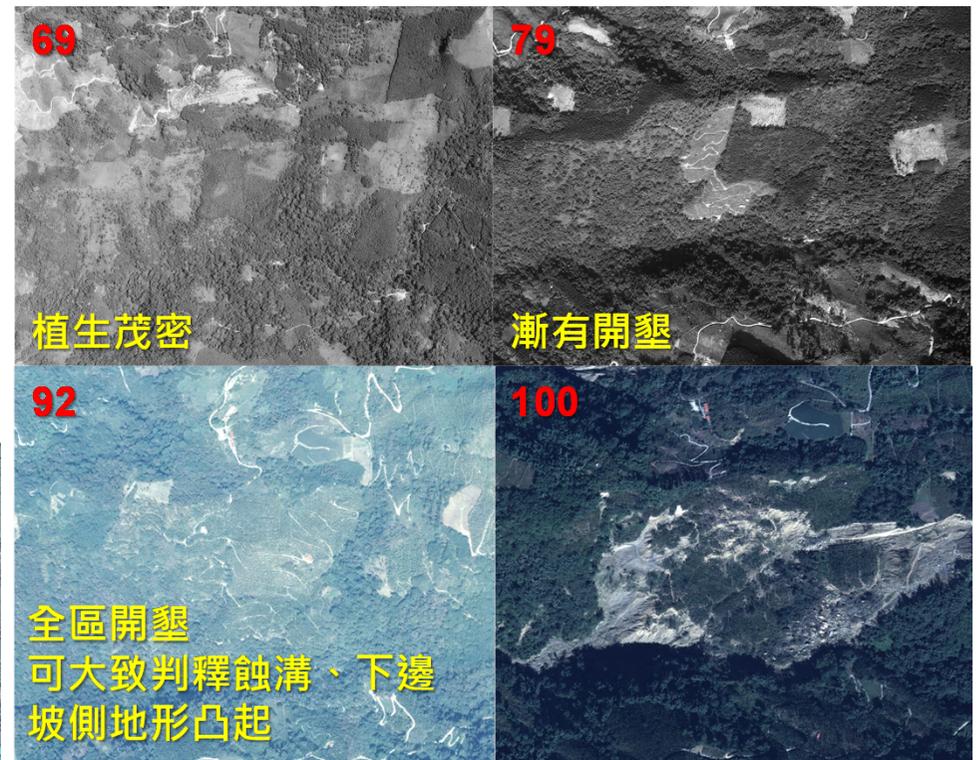
謝有忠等人 (2013) 38公頃

Google Earth影像 (2013)



“大”規模崩塌，如何聚焦？

- 地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則
 - \$16 調查項目及內容
 - 區域調查：遙測、現勘
 - 細部調查：現勘
 - \$17 調查應遵循事項
 - 遙測判釋、地質鑽探、補充調查



上圖：航照立體對(左上數字表年份)
左圖：現勘GPS軌跡及照片拍攝點
(康耿豪技師)



“大”規模崩塌，如何聚焦？

茶山場址：38公頃

區域線形

- 東西向
- 西北西-東南東走向

崩滑塊體

- A區、B區及C區

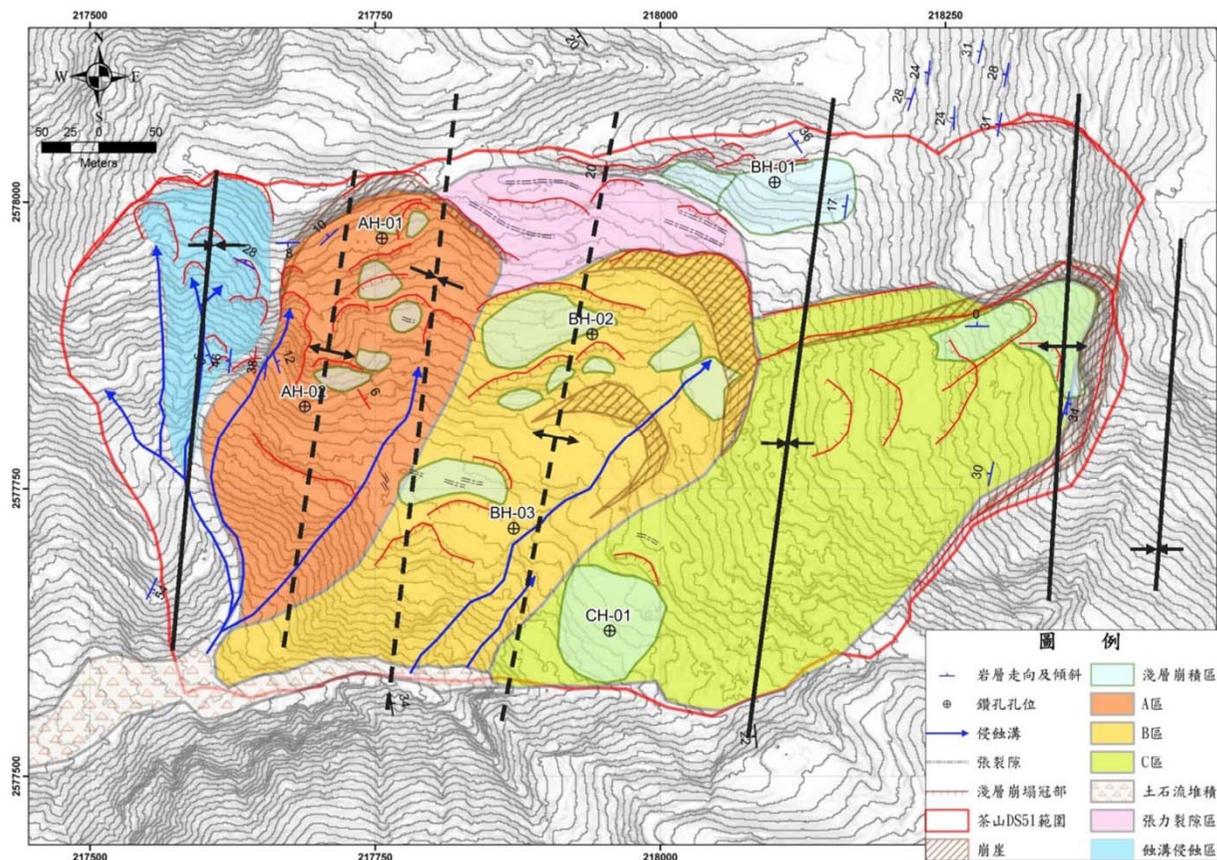
滑動方向

- 大致朝向西南
- 三區略有不同

決定鑽探及地物配置

- 鑽探：6孔(320m)
- 地物：3測線(1, 205m)

短波長且側向延伸僅幾百公尺之褶皺



D160茶山場址地表地質圖

五米之後又五米，如何決斷？

挑戰

\$17 調查應遵循事項：鑽探調查

**經專業技師研判之可能滑動面再加深
至少五公尺**

反思

如何用有限進尺數滿足鑽探調查目的



五米之後又五米，如何決斷？

以車心崙場址3WT鑽探孔為例

- 規劃鑽探深度：75公尺
- 實際鑽探深度：88公尺

深度 (m)	岩心描述
0.00~ 7.50	崩積層，崩積土夾岩塊。
7.50~ 9.40	崩積層，上層以砂岩岩塊為主，下層以頁岩岩塊為主，剪裂面傾角約22~28度。
9.40~61.37	砂岩與頁岩薄互層，本層內受多次崩落剪切，層面亦因受崩塌而呈現大幅度變化，傾角8~78度。
61.37~75.23	砂岩間夾頁岩層，岩體較為破碎。層面傾角13~24度。
75.23~88.00	砂岩層，砂岩偶夾少量頁岩。本層頂部75.23~76.15m含大量貝類化石。層面傾角18~20度。

81.5-81.9m發現破碎帶，其中81.5m處有厚約6-7公分的夾泥段，鑽探時從寬研判為可能滑動面

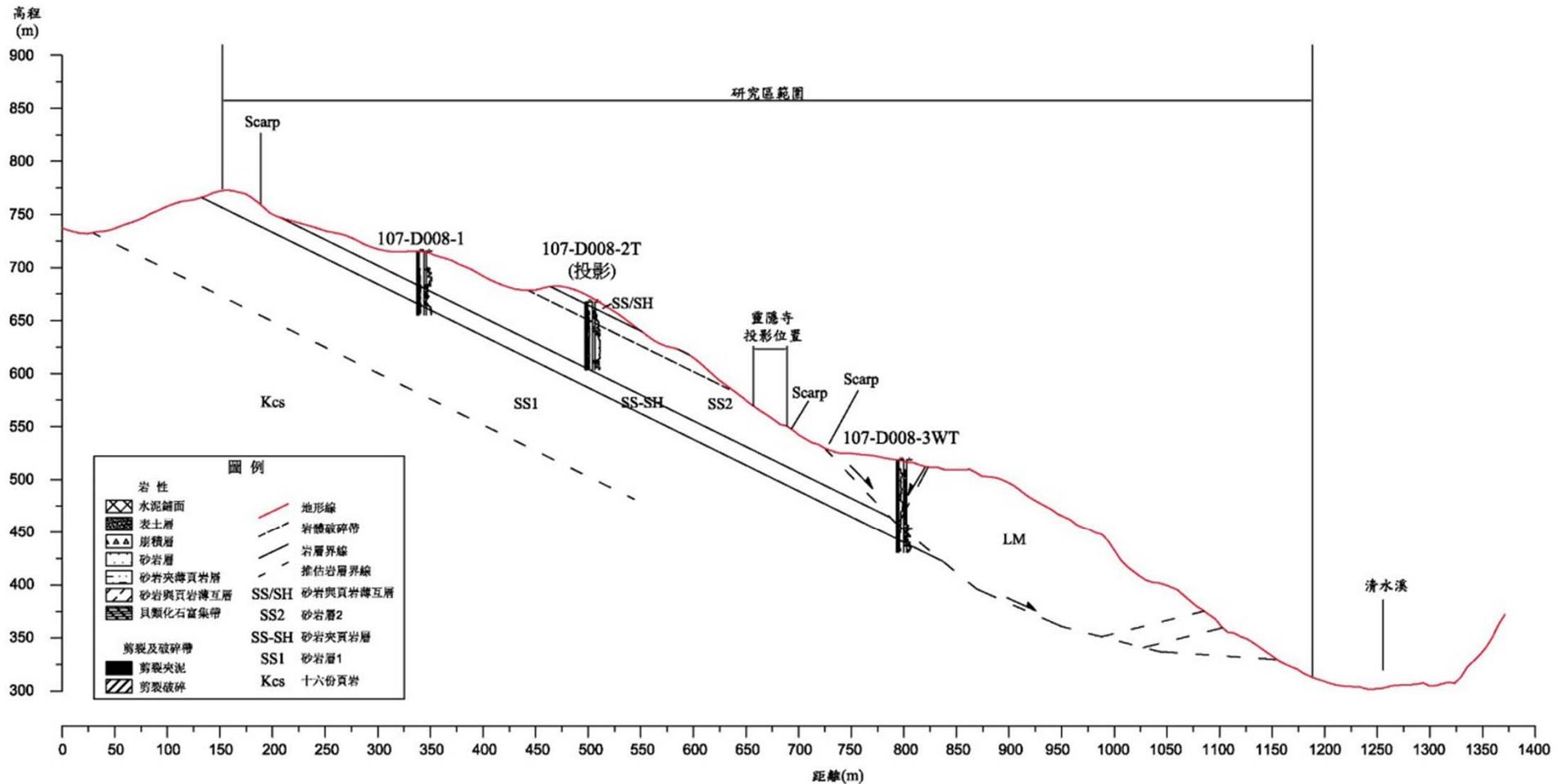


107-D008-3WT鑽探岩芯照(80-88m)



五米之後又五米，如何決斷？

車心崙場址：鑽探深度與地質剖面圖



鑽探過程瞬息萬變，如何因應？

挑戰

地質破碎、多含水層系統、
深地下水位

反思

如何設計能獲取最重要區段
訊息的調查方式



上圖：鑽破阻水層後、水位洩降
右圖：地質破碎、灌漿穩定孔壁



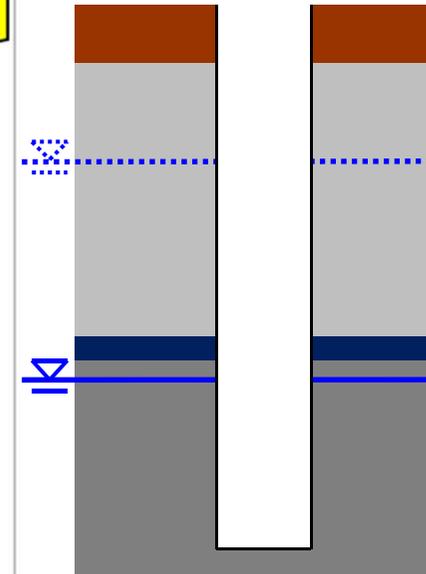
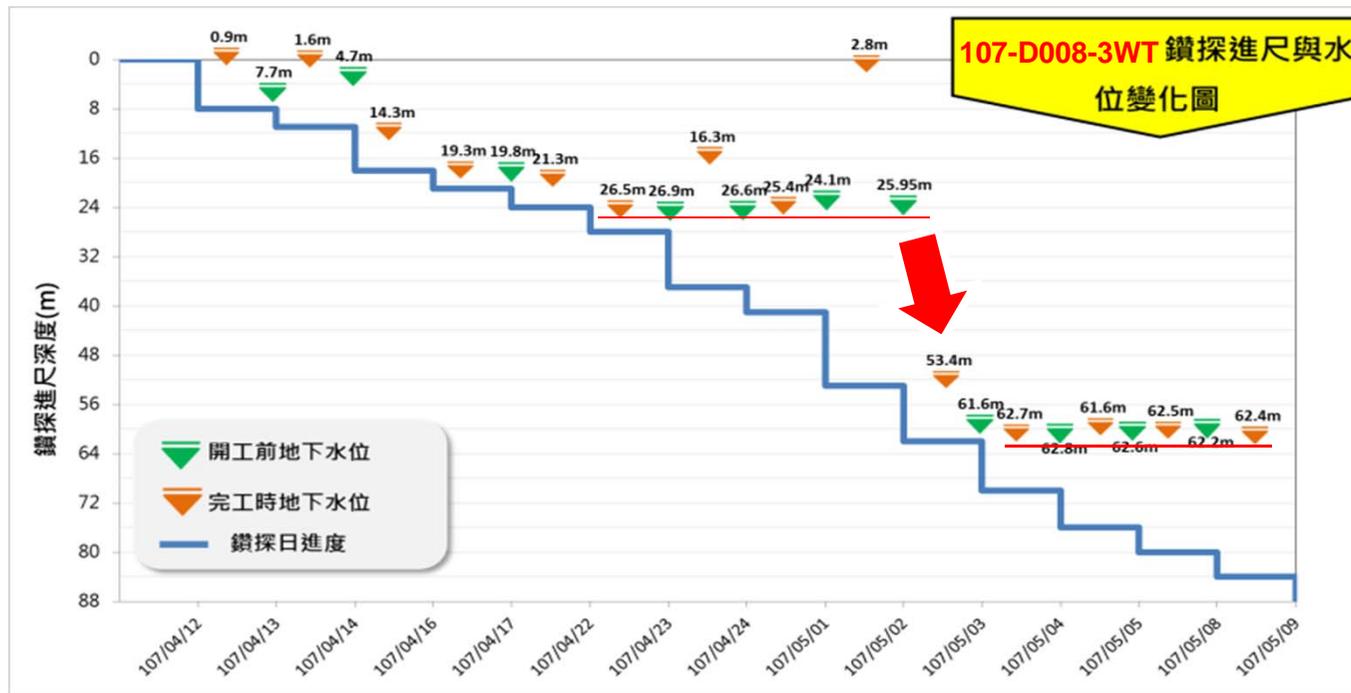


鑽探過程瞬息萬變，如何因應？

■ 遭遇問題

- 鑽破62m後，無法迴水

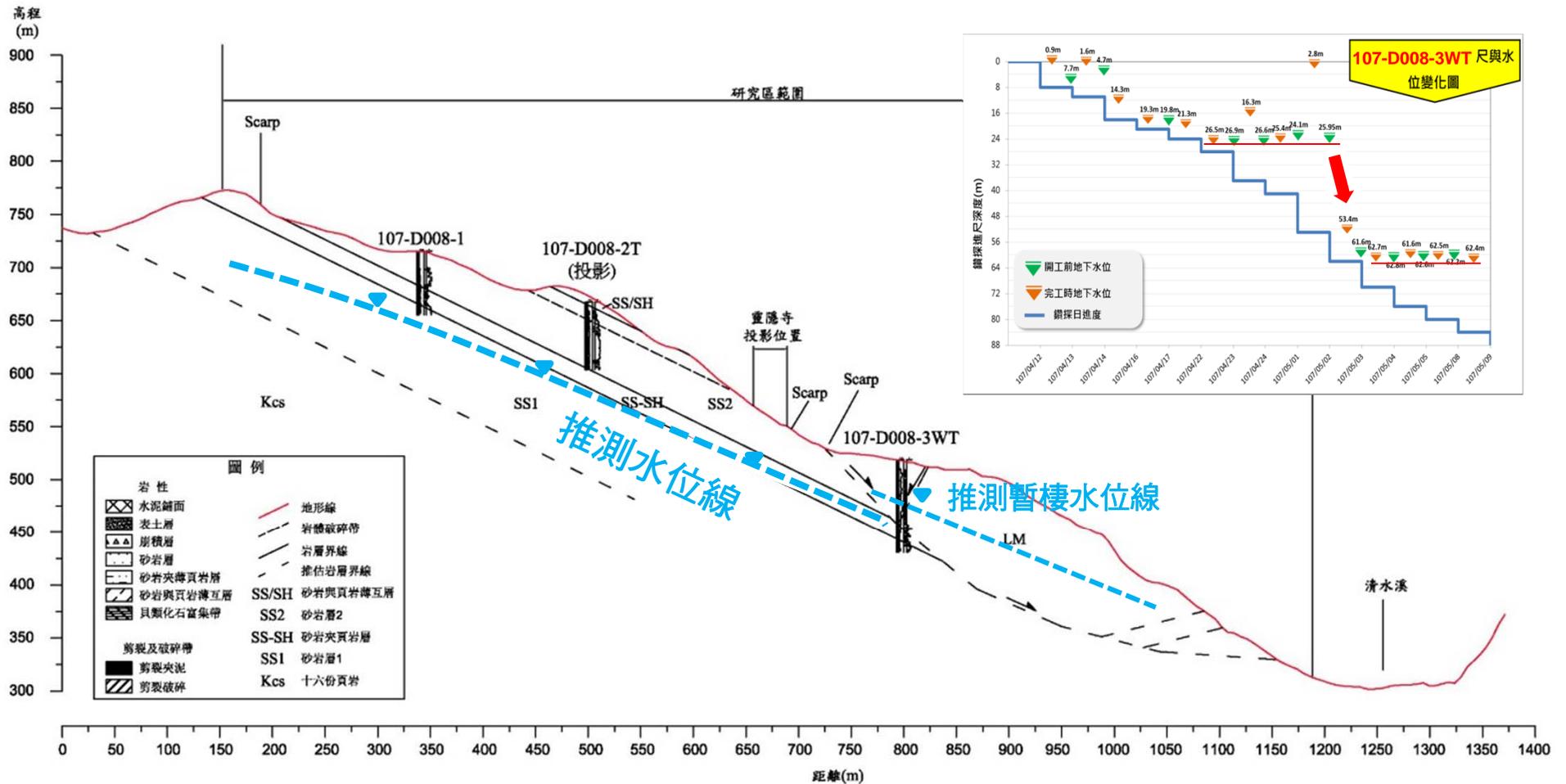
- 需要孔內水當介質的孔內探測均無法執行
- 如：音射式孔內攝影、孔內電井測、地下水流向與流速、速度井測等





鑽探過程瞬息萬變，如何因應？

推測含水層分布狀況





鑽探過程瞬息萬變，如何因應？

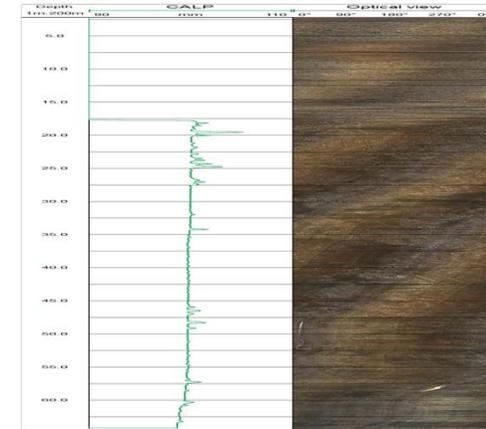
解決方案

- 僅執行光學式孔內攝影：107-D008-2T

- 鑽探過程均無迴水，執行光學式孔內攝影

- 分段式施作：107-D008-3WT

- 另鑽新孔，採分段式施作
 - 優點：可分段取得各項孔內探測成果
 - 缺點：第二段施鑽存在高坍塌風險
- 實際狀況
 - 孔壁經數週泡水及孔內探測擾動後，第二段施鑽時只要起鑽桿，孔壁隨即坍塌回埋。經一週多持續採灌漿方式續鑽，但孔壁縮孔及坍塌狀況日趨嚴重，從原鑽進68m持續湮埋至62m。



107-D008-2T光學式孔內攝影



107-D008-3WT灌漿取芯



鑽探過程瞬息萬變，如何因應？

經驗分享

- 原構想希望透過兩段式施作，以取得單孔完整的孔內探測資訊。
- 實務操作時，因時間拉長且受孔內探測擾動，導致孔壁更加不穩定。
- 此種作法不適合用在破碎或夾泥的場址。

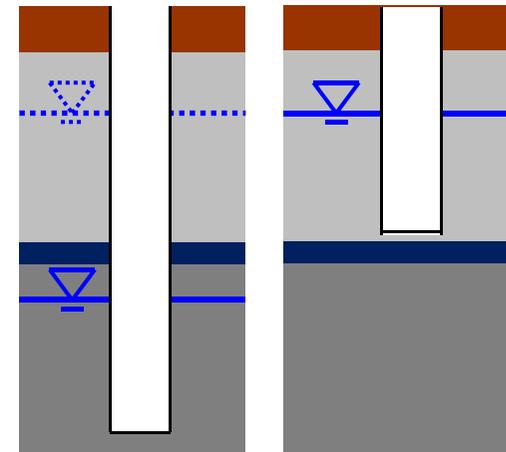
建議解決方案

單井式

- 全孔：光學式孔內攝影
- 水位面以下：其餘各式孔內探測
 - 如：音射式孔內攝影、電井測、地下水流速與流向、速度井測和水力試驗等

雙井式

- 第二口井
 - 鑽探至阻水層上方
 - 各式孔內探測



誌謝

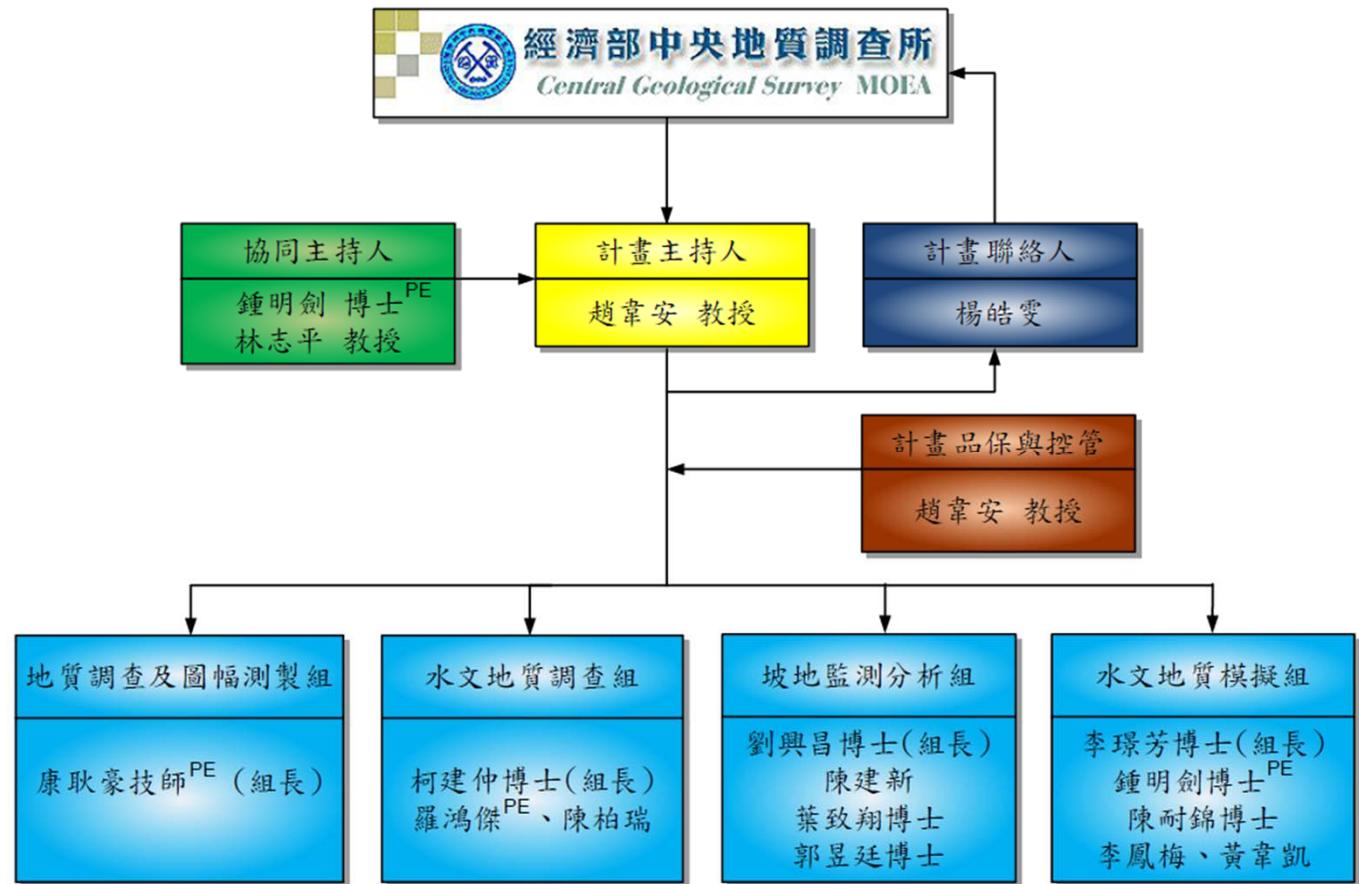
地調所

費立沅組長、陳勉銘科長、戴東霖、陳棋炫、謝有忠

交通大學團隊

中興社團隊

鑽探團隊



報告完畢 敬請指教

