



優質、效率、團隊

對地滑造成影響之地下水的調查及觀測等合作研究導讀

水土保持局臺北分局

治理課 蘇中鈺

2017年12月26日

文獻資料

- 平成22年(2010年)12月-平成26年(2014)3月，歷時3年4個月。
- 合作研究
 - 國立研究開發法人土木研究所PWRI (國土交通省轄屬)
 - 應用地質株式會社 (顧問公司)
 - 國土防災技術株式會社 (顧問公司)
 - 株式會社OSASI TECHNOS (測量器廠商)
 - 坂田電機株式會社 (測量器廠商)
- 在本篇導讀文章中，首先會對目前地下水調查及觀測所面臨的問題及議題進行分析，再依據分析結果提出可確實掌握地下水狀況及水文地質分佈，進而發展可確實觀測到地滑面附近孔隙水壓的觀測方法。

大綱

- 第一部分 概念介紹與調查
 - 一、水文地質簡介
 - 二、崩塌地滑動面特質
 - 三、探測井構造
 - 四、由鑽探孔掌握地下水的方法

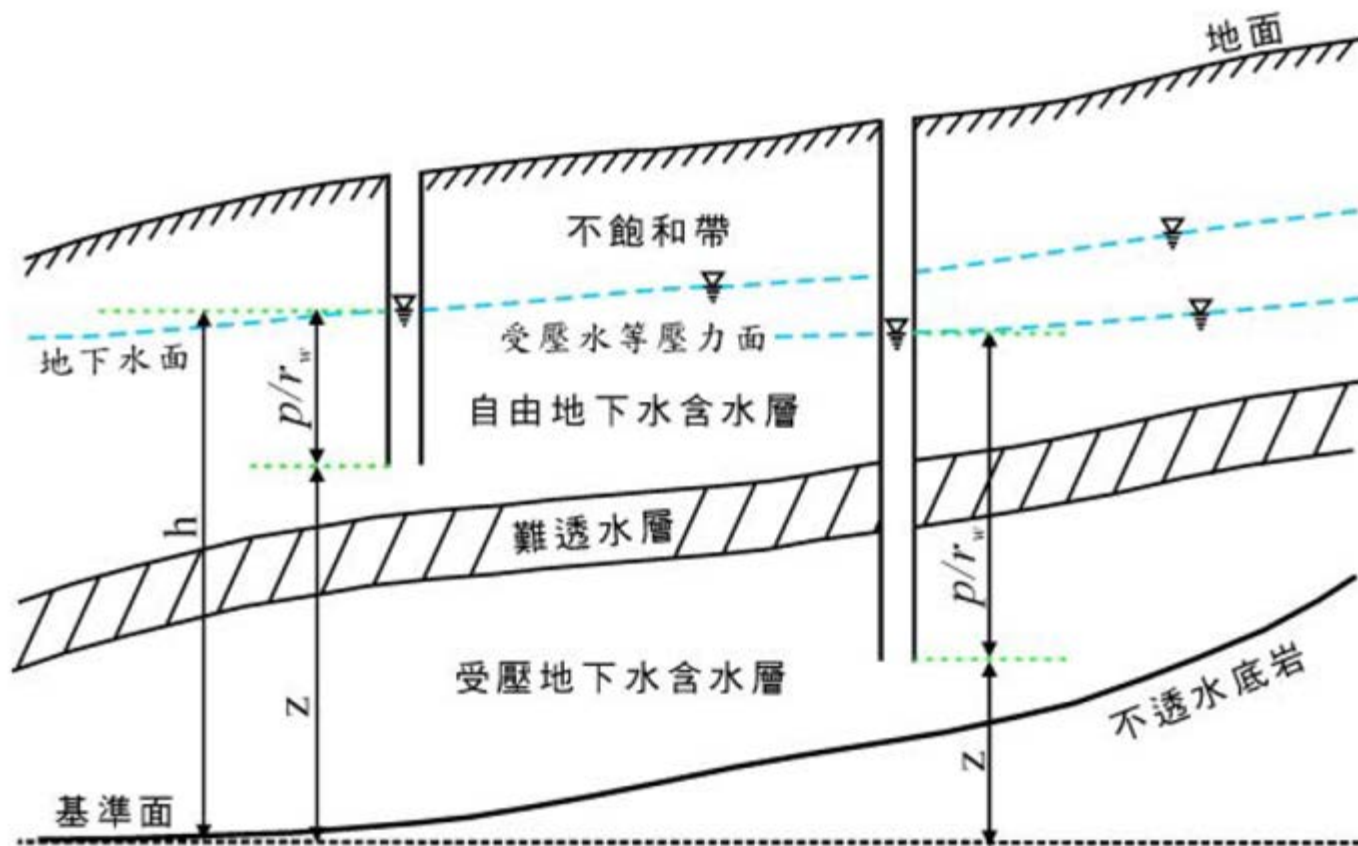
大綱

- 第二部分
- 利用局部過濾孔觀測孔隙水壓的介紹(草案)
 - 一、局部孔隙水壓觀測
 - 二、水文地質調查
 - 三、局部過濾孔的設置評估
 - 四、觀測孔的設置
 - 五、觀測數據的回收與確認、觀測孔的點檢
 - 六、應用案例-地下水位變動特性評估

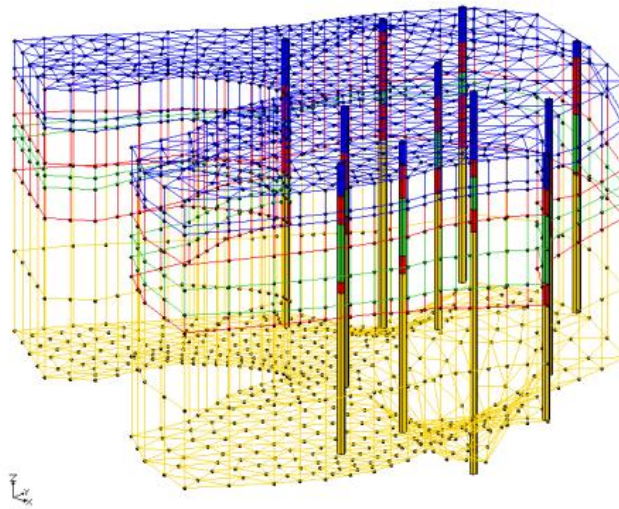
第一部分 概念介紹與調查

一、水文地質簡介

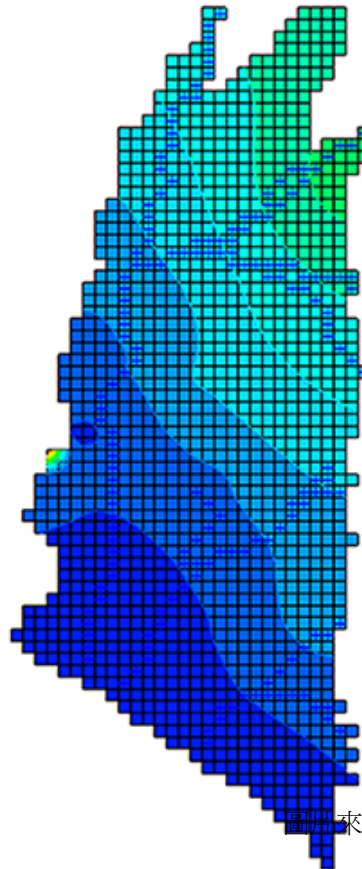
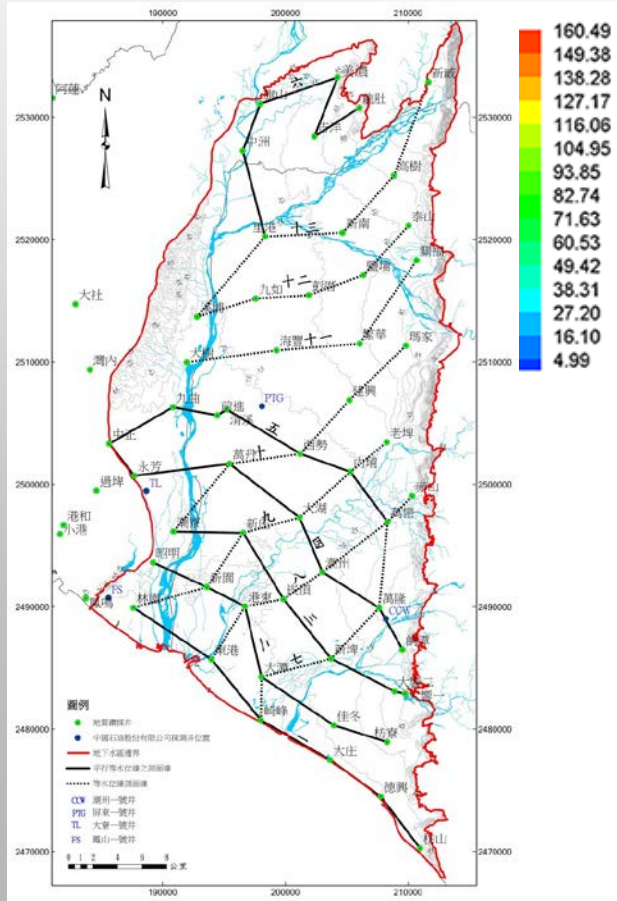
- 自由含水層 **UNCONFINED AQUIFER**：有自由水面，並且總水頭與水面位置相同。
- 拘限含水層 **CONFINED AQUIFER**：無自由水面，且在含水層的上邊界壓力水頭大於零。
- 阻水層 **AQUICLUDE**：和含水層相比為非常不透水的拘限地質層，主要土壤成份通常是黏土和粉砂。
- 難透水層 **AQUITARD**：透水性比含水層差，但比阻水層好，水要穿過難透水層要非常久，量非常小，但在附近含水層水頭降低時滲漏供水給含水層，在此一情形下，雖然供水速率慢，但面積大，因此量有時也不可忽略。



地下水位之表示法

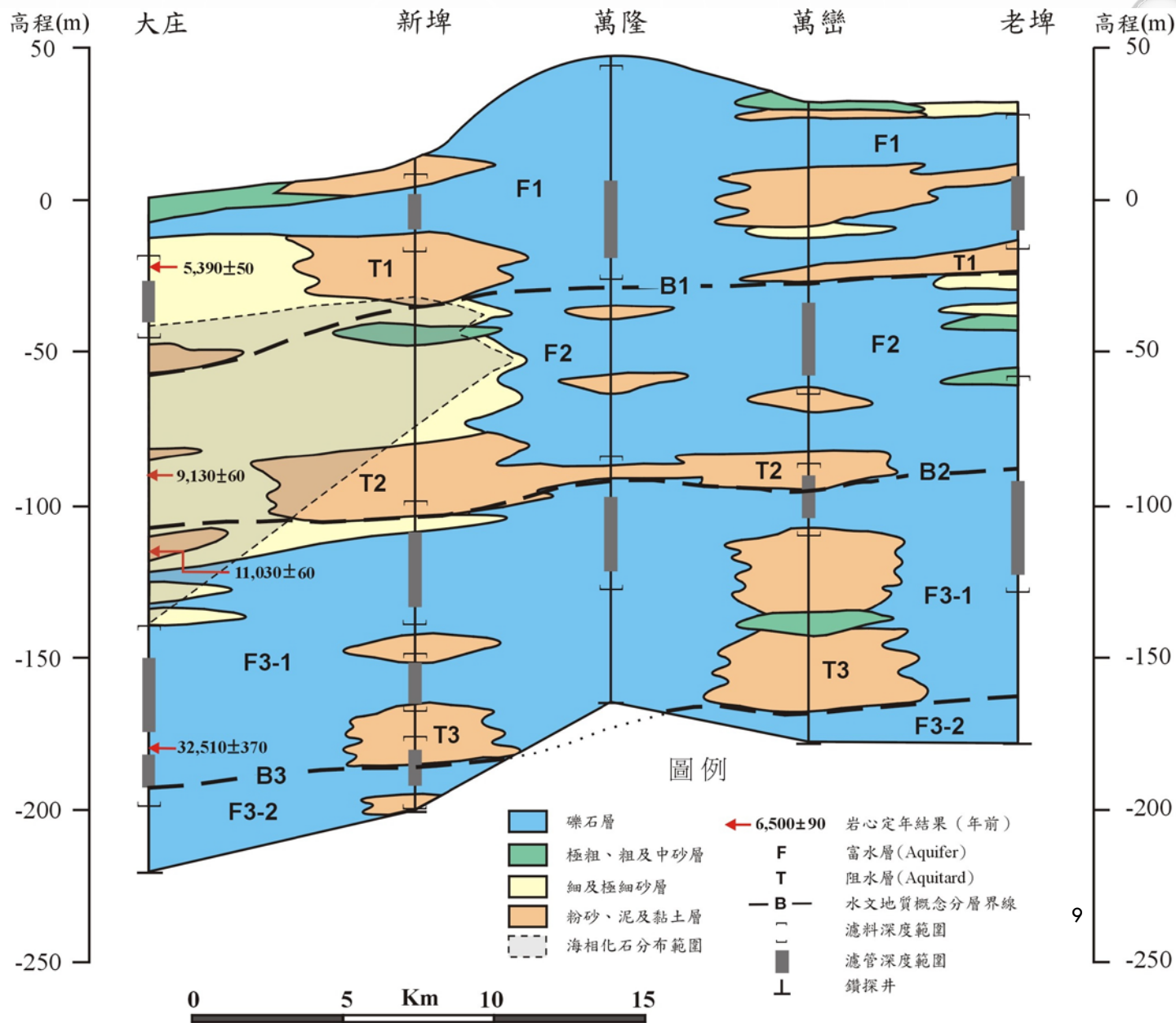


圖片來源：經濟部水利署



圖片來源：水文地質資料庫

圖片來源：水利規劃試驗所



二、崩塌地滑動面特質

- 由於崩塌地本身存在許多複雜之構造及多樣化之岩性，導致所對應的水文地質特性亦隨之不同。崩塌地內所含裂隙之大小、密度、與連通性均會影響水文地質特性。

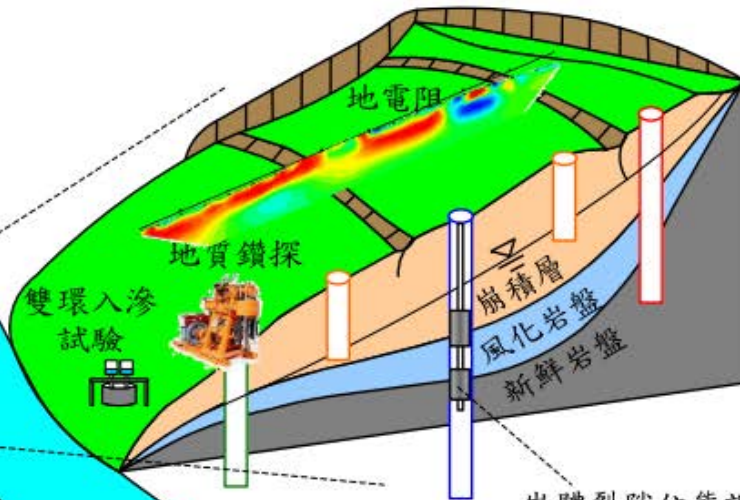
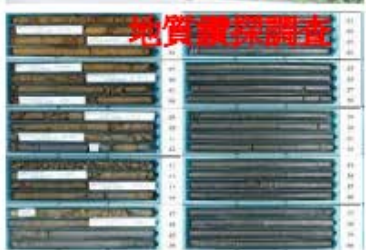
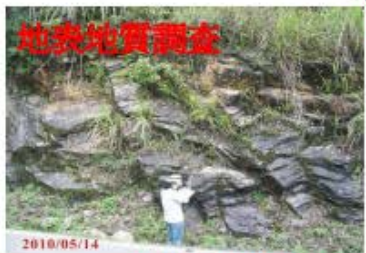
資料來源：崩塌地水文地質特性調查與應用(中興工程顧問社、經濟部中央地質調查所)

- 地滑地區的地質、水文條件複雜，且存在數個含水層或地層間泥水層的案例並不少。

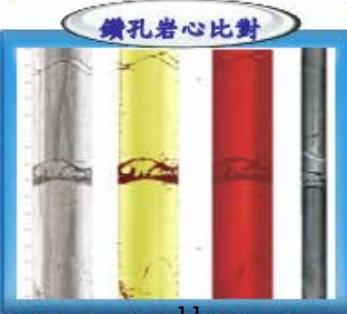
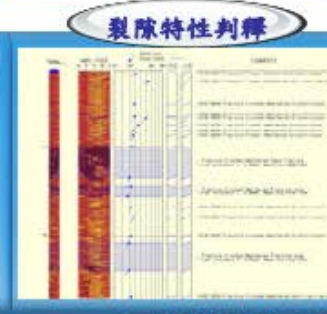
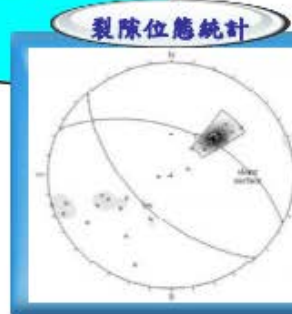
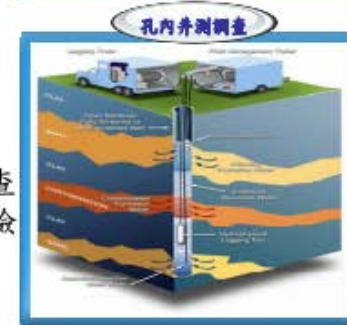
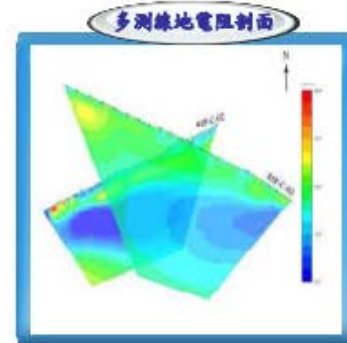
崩塌地水文地質調查



地面LiDAR
地表地形資料

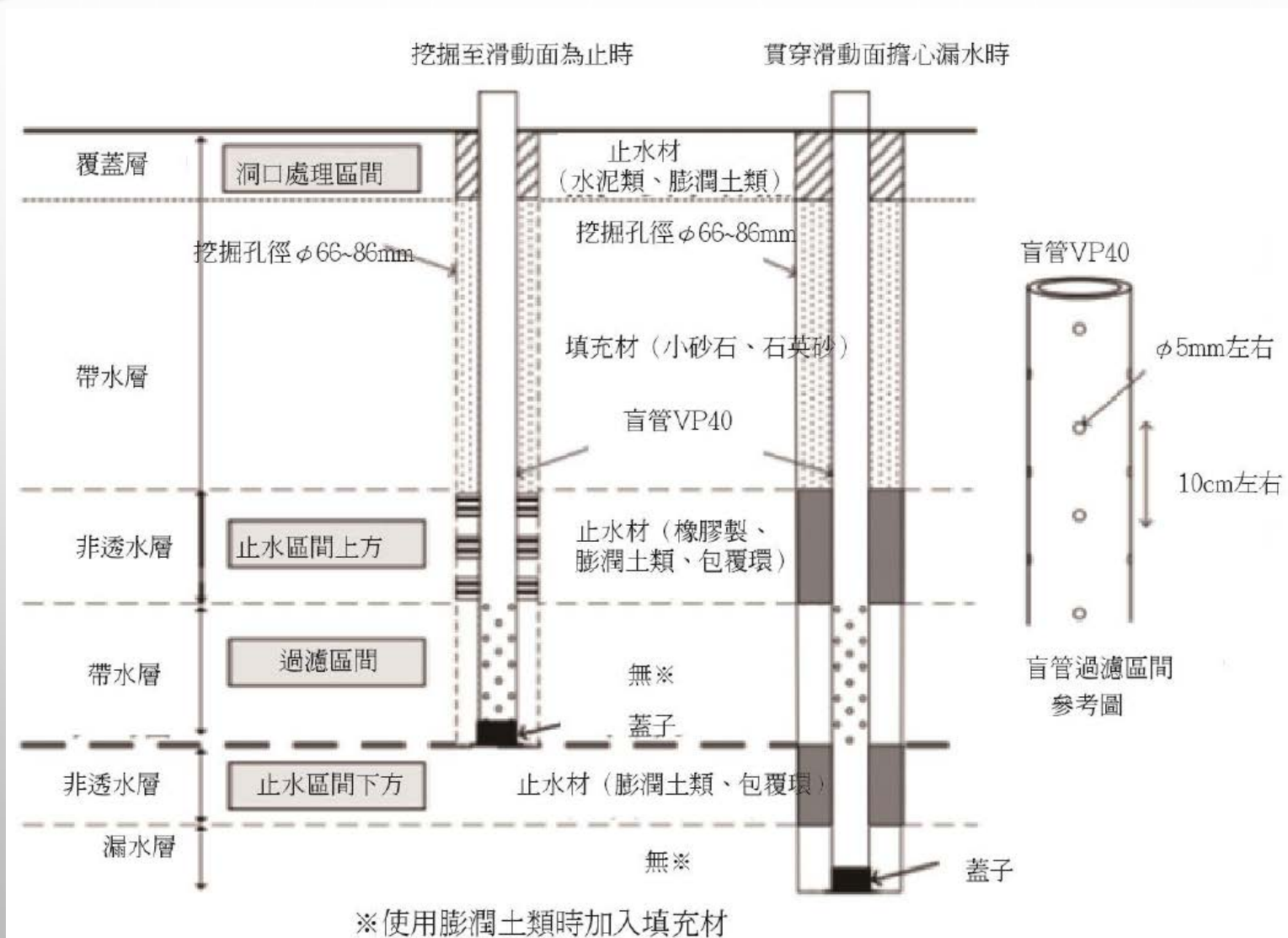


岩體裂隙位態調查
裂隙岩體水力試驗
電井測調查
地下水流速調查



財團法人中興工程顧問社

三、探測井構造



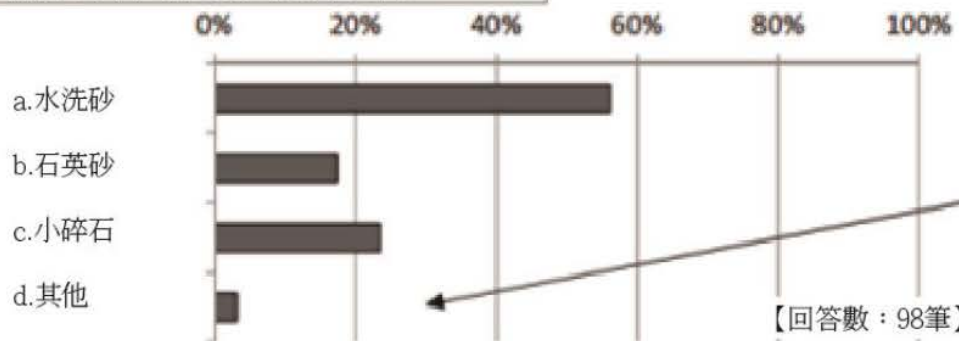
局部過濾標準圖

填充材料

- 水洗砂
- 石英砂
- 小碎石
- 其他



2.7隔離材料的種類與選擇理由



◆其他

- 山砂
- 寒水石
(-->篩選方解石顆粒狀的成品)
- 沒有使用

寒水石



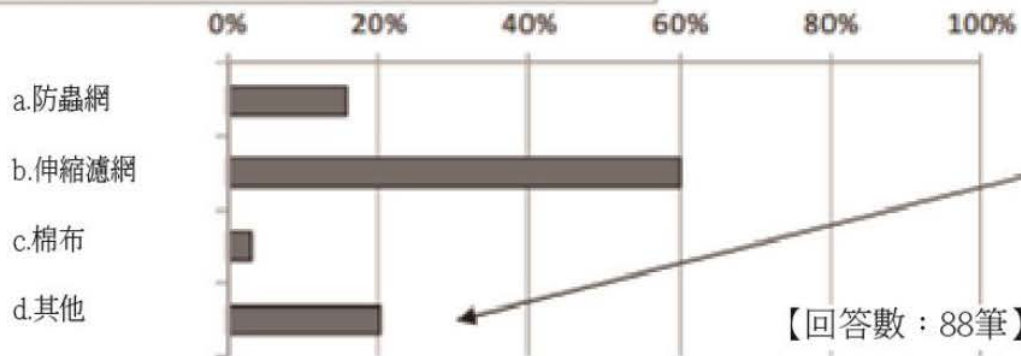
圖2.49隔離材料的種類與選擇理由

過濾材料

- 防蟲網
- 伸縮濾網
- 棉布



2.6 過濾材料的種類與選擇理由



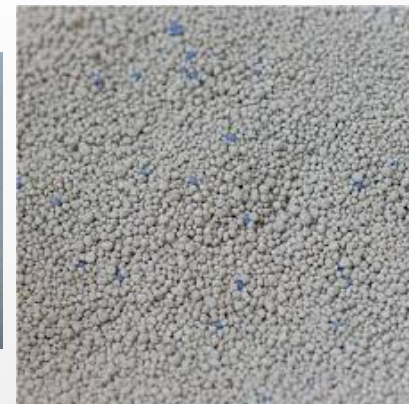
◆其他

- 纖維過濾、不織布、過濾棉×15名，用於傾斜觀測管之類的纖維過濾×4名
- 小碎石
- 不使用（自由）

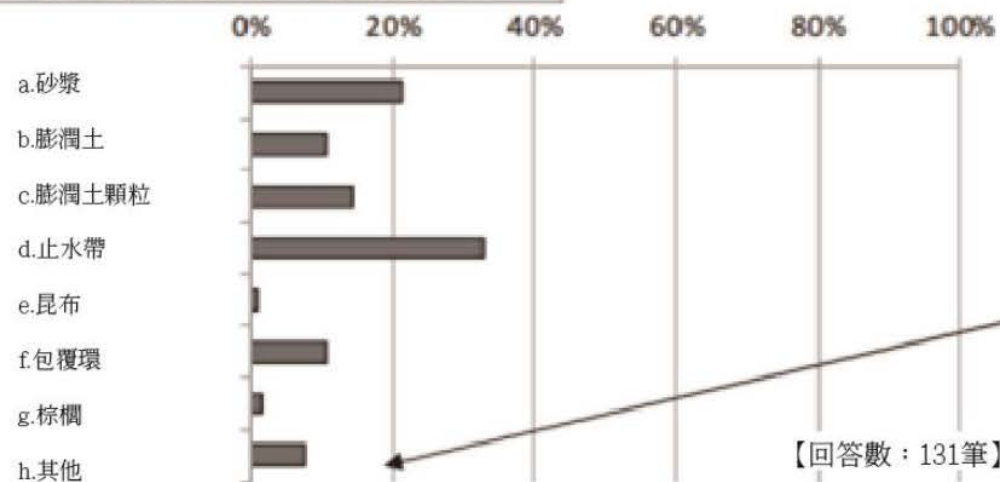
圖2.48 過濾材料的種類與選擇理由

止水材料

- 砂漿
- 膨潤土
- 膨潤土顆粒
- 止水帶
- 昆布
- 包覆環
- 棕櫚



2.5 請寫出止水材料的種類與選擇理由（可複選）



【回答數：131筆】

◆其他

- 水泥漿×4名
- 對包覆環灌入水泥漿來擋水
- 橡膠類擋水材與混凝土擋水材的配合來擋水
- 膨潤土+水泥×2名
- 水玻璃、CMC(羧甲基纖維素)的化學材料
- 無收縮水泥
- 過濾

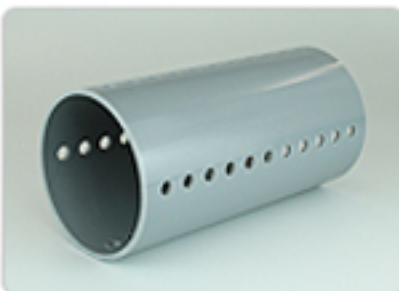
圖2.47 止水材料的種類與選擇理由

濾管

片穴φ5



貫通穴φ5



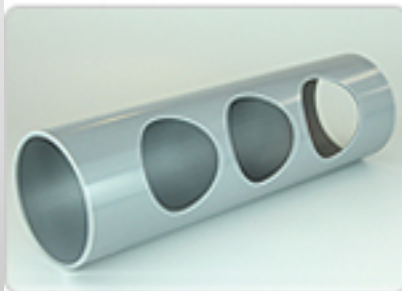
千鳥穴φ5 (40°)



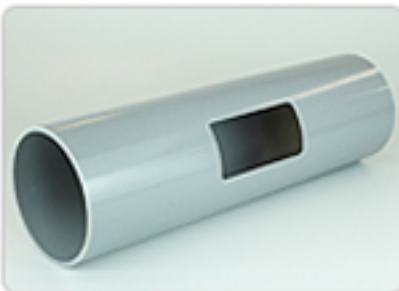
長穴φ10×50



丸穴φ40



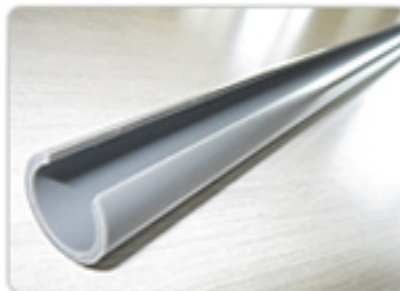
角穴28×55



貫通穴φ15パルプソケット付



長穴φ10スリット



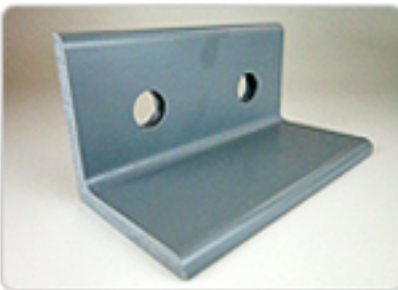
ネジ切り丸棒



穴あき丸棒



穴あきアングル

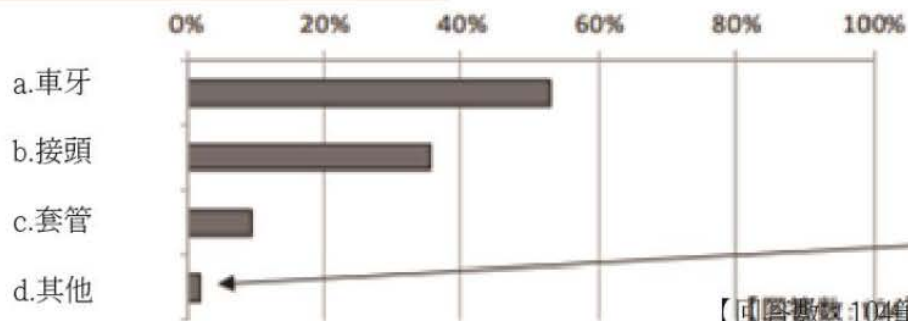


塑膠管連接方式

- 車牙
- 接頭
- 套管



2.4塑膠管的連接方法（可複選）



【回應總數 104 筆】

◆自由回答
· 套筒加工×1名
(=套管)



套筒加工¹⁸

圖2.46 塑膠管的連接方法

鑽井

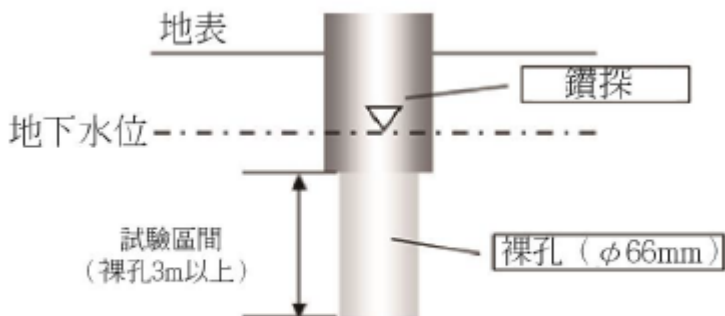
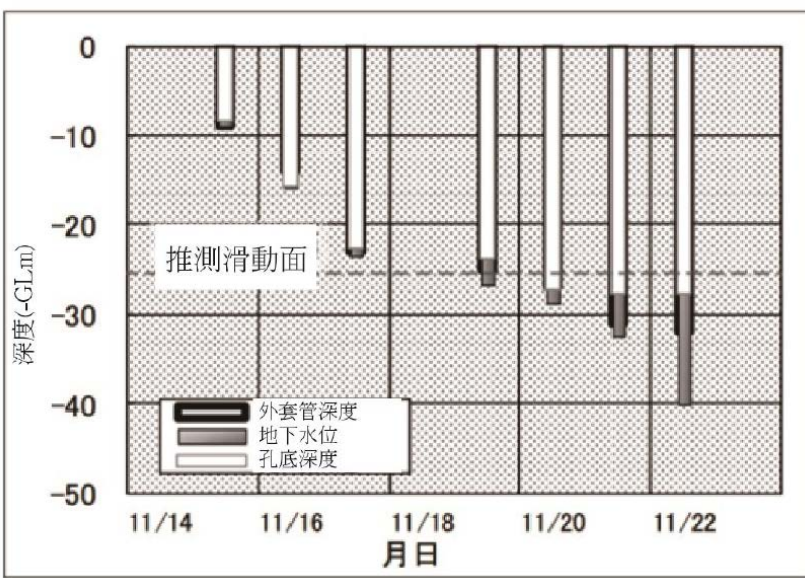


圖3.5 調查時的鑽探孔示意圖



鑽孔機具及操作檢驗表

計畫名稱：	協力廠商：	
計畫編號：	聯絡電話：	
標式編號：	開標時間： / /	

(2) 一般檢定事項

標孔位置測量儀器檢定正確	☐ 是 ☐ 否	標孔位置與標線位置符合率要求	☐ 是 ☐ 否
標孔方向 垂直角	☐ 無誤 ☐ 有誤	穴深測孔孔深誤差	公分

(2) 標孔設備(土庫) ☐施測 ☐不施測

標孔方式： ☐ 沖鑽法 ☐ 以 連續無縫	
標線型式： 標孔口徑： ☐ 20X ☐ 30X ☐	標孔深度： ☐ 無 ☐ 有 標線： 標孔尺寸： 平均值误差率： 公分/度
沖鑽機或取樣器型式：	公分/度

(2) 標孔設備(窗臺) ☐施測 ☐不施測

標線型式： 剖面垂直標線： ☐ 水 ☐ 香油 ☐	標心管型式： ☐ 三角 ☐ 圓管 ☐ 單邊
標心管內裝填物： ☐ 是 ☐ 否	標心管長度： 公分
標心管內徑： ☐ 20X ☐ 30X ☐	標心管內徑： 公分/度
標孔尺寸：	平均值误差率： 公分/度

(3) SP 取樣設備及操作 ☐施測 ☐不施測

標管型式：	標管管量：	鋼管材質：
標管長度：	標站管量：	鋼管直徑：
標管內徑：	標站直徑：	鋼管間隔數：
標管內徑： ☐ A 標 ☐ B 標	SP 打壓型式： ☐ 垂直打壓式 ☐ 斜角垂直式	SP 操作習慣： ☐ 執流式 ☐ 轉流式
封路器固定標準： ☐ 是 ☐ 否	每分鐘平均打壓次數： 次/分鐘	
剖面處理： ☐ 剖面厚度均勻無縫隙 ☐ 剖面厚不均 ☐ 試樣無垂直流動 ☐ 密封良好		

(4) 屋頂取樣設備 ☐施測 ☐不施測

屋管材質：	屋管內徑：
屋管外徑：	屋管高度：
取樣方式： ☐ 垂直式 ☐ 垂直式	垂直式高度：
垂直式高度： ☐ 連續垂直量 ☐ 加固定	標樣法：
垂直式高度： ☐ 油壓 ☐ 標桿靜壓	打壓法：
屋管處理： ☐ 加固定 ☐ 封閉	垂直式高度： 靜壓管封
屋管管口密封式： ☐ 密封良好 ☐ 垂直式高度	

(5) 窗心試樣處理 ☐施測 ☐不施測

窗心應有 PVC 護片：	☐ 是 ☐ 否	試樣應以不破壞試樣保護：	☐ 是 ☐ 否
窗心應有方向正確：	☐ 是 ☐ 否	試樣應有明顯端點：	☐ 是 ☐ 否
窗心應符合窗心規定：	☐ 是 ☐ 否	試樣應有 PVC 護片：	☐ 是 ☐ 否
窗心應符合窗心規定：	☐ 是 ☐ 否	試樣應有封閉性：	☐ 是 ☐ 否
窗心應符合窗心規定：	☐ 是 ☐ 否	試樣應有封閉性：	☐ 是 ☐ 否

(6) 衝擊式標孔設備 ☐施測 ☐不施測

標線型式： 標孔垂直標線： ☐ 水 ☐ 墨水 ☐	衝擊器形式：
標線狀態： ☐ 自由落下 ☐ 機管控制	衝擊器長度：
平均每分鐘衝擊數： 公分/分鐘	標管直徑：
平均值误差率： 公分/度	標線厚度：
標孔之碎石應置於標孔管外保護： ☐ 是 ☐ 否	標線厚度應符合試驗標準： ☐ 是 ☐ 否

估驗人： 主測工程師(姓名)：

圖三、鑽孔機具及操作檢驗表

[illegible]圖四、鑽探記錄表⁽⁴⁾

圖片來源：財團法人地工技術研究發展基金會

觀測孔構造

- 全面過濾穿透滑動面
- 全面過濾滑動面淺層
- 局部過濾
- 數個含水層為對象的觀測孔

井測

- 食鹽水檢測
- 溫度檢測
- 微流速計
- 簡易透水試驗
- 其他

表 2.5 考慮有效的地下水調查之理由（自由填寫）

1.2.5 整合自由填寫（在地滑區認為最有效的理由）

方式	試驗簡單	器材費用便宜	一般來說 實際經驗多	主要的技術因素				
				正確性 易於判斷	易於掌握 流動狀況	可能沒有 地下水	與其他試驗同 時並補足	考慮 施工
a. 食鹽水檢測	11	1	13	21	6		6	3
b. 溫度檢測	4			7	2	2	3	
c. 微流速計			1	4			1	
d. 簡易透水試驗	1		2	9	1		2 ²⁰	2
e. 其他				2	1		3	

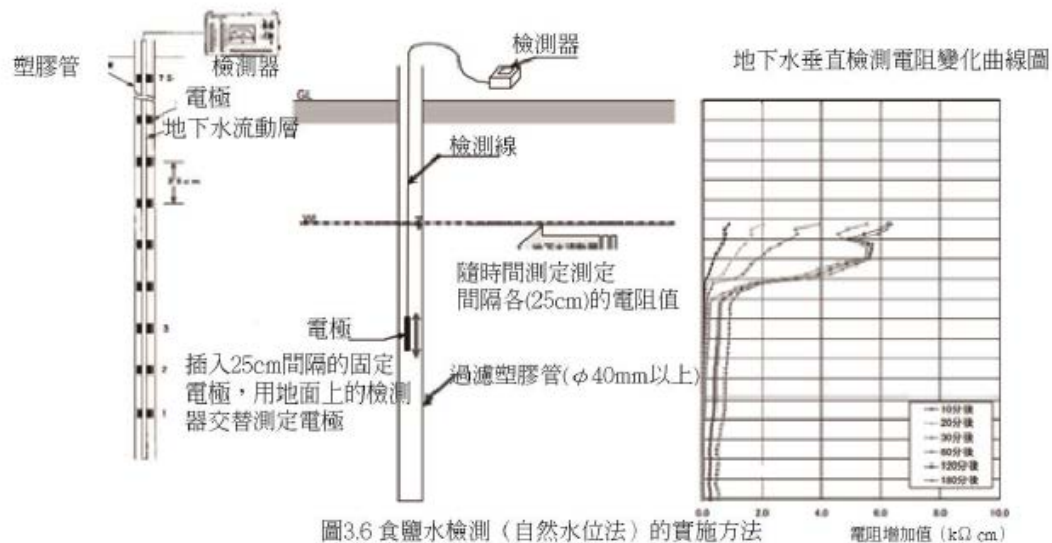


圖3.6 食鹽水檢測（自然水位法）的實施方法

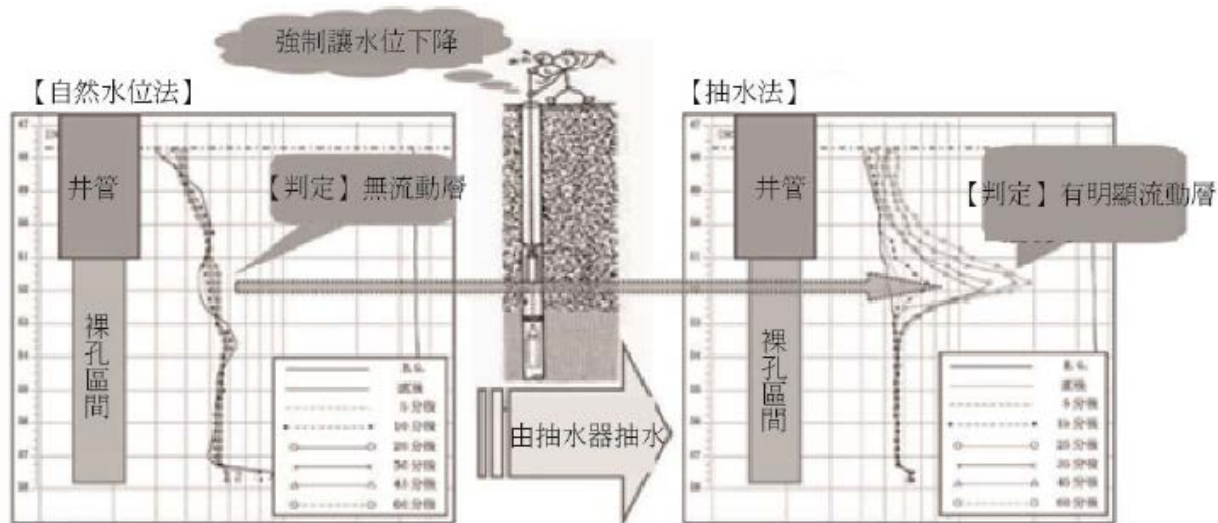


圖3.7 食鹽水檢測（抽水法）的實施案例



第二部分 利用局部過濾孔觀測孔隙水壓的介紹 (草案)

問題討論

- 為實施地滑的機制分析與坡面穩度分析，必須先掌握地滑面的間隙水壓。
- 特別是當地滑地中存在著因為難透水層阻隔而形成的複數層含水層時，則需觀測地滑面附近含水層的間隙水壓，而重要的是如何藉由鑽探孔的觀測調查掌握水文地質的分布。
- 以普及以**局部過濾孔進行孔隙水壓觀測**為目的，在提出局部過濾孔所需的標準調查、規劃手法的同時，也指出了設置觀測孔需注意的事項。

一、局部孔隙水壓觀測

- 1.1 觀測間隙水壓的目的
- 1.2 適合使用局部過濾孔觀測水壓的情況
- 1.3 利用局部過濾孔觀測水壓的實施步驟

1.1 觀測孔隙水壓的目的

- 地下水位變動與降雨或地盤滑動之間的關係分析（地滑機制分析）
- 當作穩度分析用輸入值的孔隙水壓（穩度分析）
- 從地下水的分布狀況規劃地下水清楚工作的安排（對策的安排規劃）
- 從地下水清除工作施工後的孔隙水壓與地滑移動量的變化，檢評成效（對策的成效檢評）
- 地下水位的變動與降雨或地盤滑動之間對應關係的檢評（粗略成效的判斷）

1.1 觀測孔隙水壓的目的

在地滑地觀測間隙水壓的方法

- 全區間井管孔
 - 最為簡便
 - 當存在著複數層的含水層時，觀測到的是混合的結果
 - 無法正確觀測含水層的間隙水壓
- 局部過濾孔
 - 地層中有複數層的含水層或逸水層時，可將井管設置區間限定於觀測目的深度
 - 可觀測滑動面周圍孔隙水壓
- 埋設型孔隙水壓計
 - 可直接測量孔隙水壓
 - 需設置於較深的滑動面
 - 保養上需要較高的技術

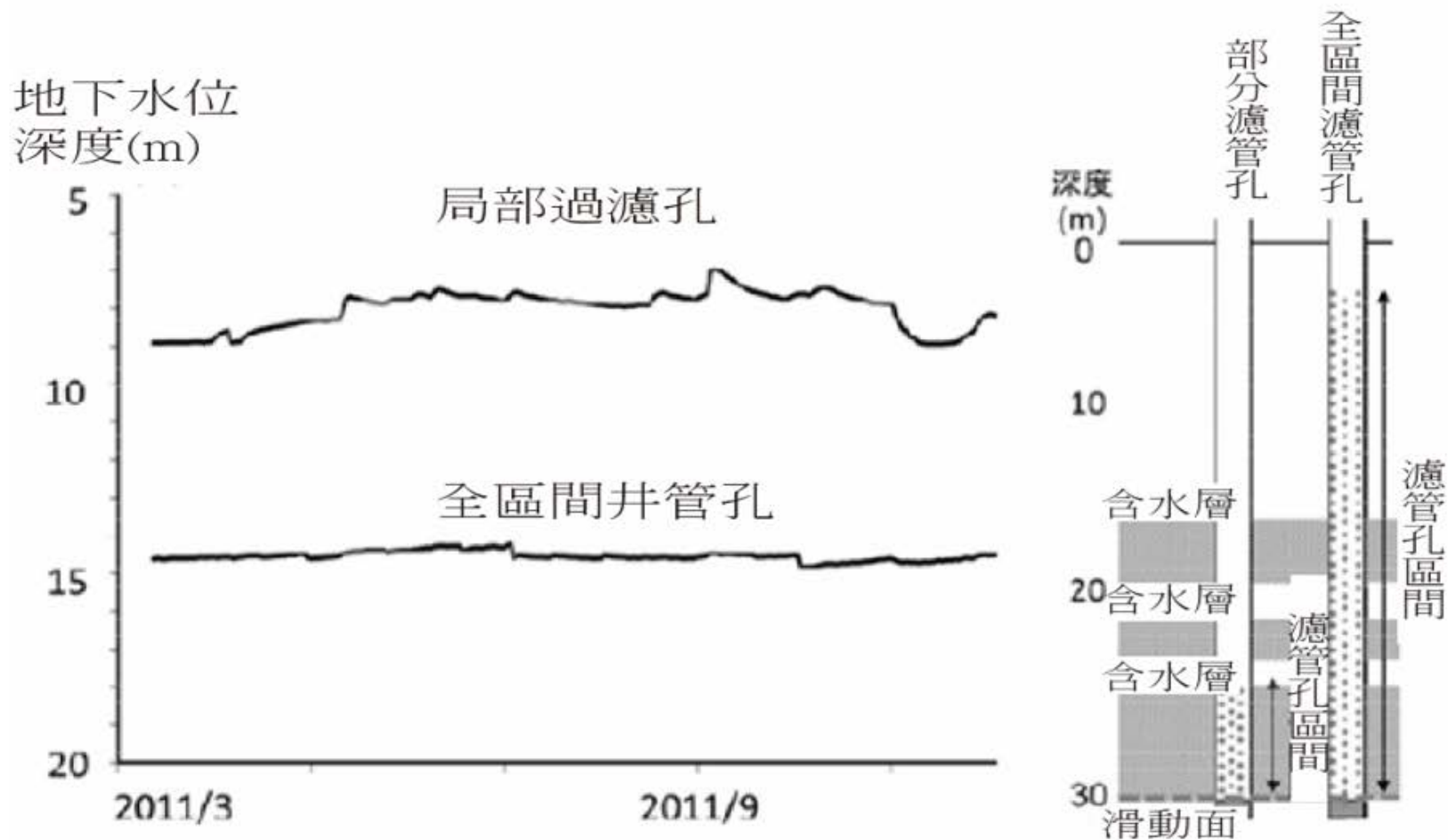


圖1-1 使用局部過濾孔、全區間井管孔的地下水觀測例
(左：水位變動表；右：觀測孔的構造)

1.2 適合使用局部過濾孔觀測水壓的情況

- 必須確實掌握該設置點的滑動面的深度
 - 已知滑動面深度的資料
 - 岩心觀察

1.3 利用局部過濾孔觀測水壓的實施步驟

- ① 調查欲設置觀測孔的鑽探孔該部位的水文地質之垂直分布
- ② 規劃井管孔的區間、觀測孔的構造（止水區間、止水方法等）
- ③ 設置井管孔及觀測計測器
- ④ 觀測及點檢

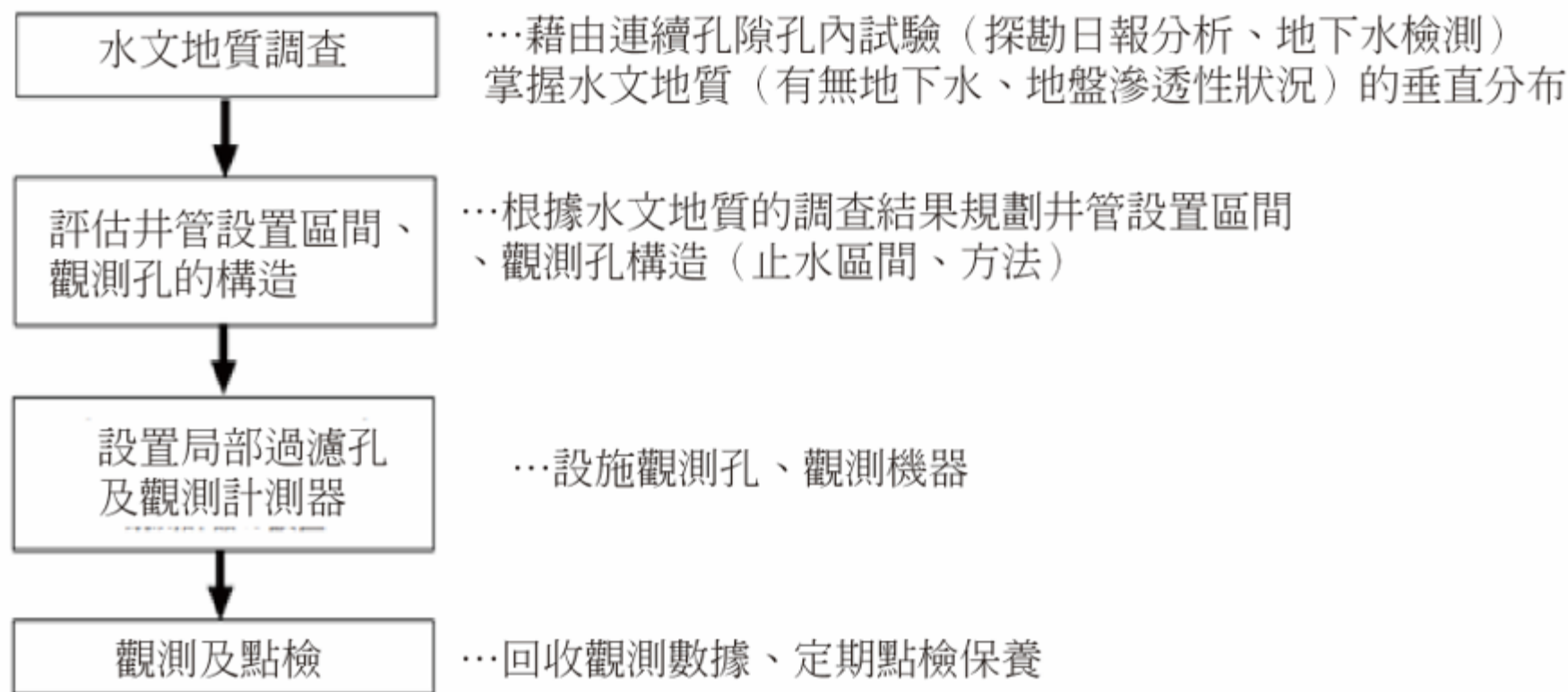


圖1-2 以局部過濾孔觀測水壓的實施步驟

二、水文地質調查

- 2.1 概論
- 2.2 連續孔隙孔內試驗
- 2.3 水文地質垂直分布調查

表 2-1 水文地質類別

		地盤滲透性	
		高	低
地下水	有	含水層	不透水層
	無	漏水層	

2.1 概論

- 研討觀測孔的構造
- 根據地下水檢測或探勘日報分析等數據，以掌握用以設置觀測孔的鑽探孔其水文地質（地下水的有無、地盤滲透性）的垂直分布情形。

2.2 連續孔隙孔內試驗

- 以小心避免裸孔區間發生重覆或缺陷的前提下反覆探挖鑽探孔與插入井管設置連續試驗區間（裸孔區間）
- 實施探勘日報分析與地下水檢測等調查
- 掌握水文地質的垂直分布

- 探勘日報分析
- 地下水檢測
- 區分與判定水文地質
- 適用性
 - 縮小逐層間隔進行高密度調查可提高含水層分辨率
 - 費用較高
 - 地下水檢測區間：滑動面上方10M-下方5M，地滑區以每日3-5M較有效果

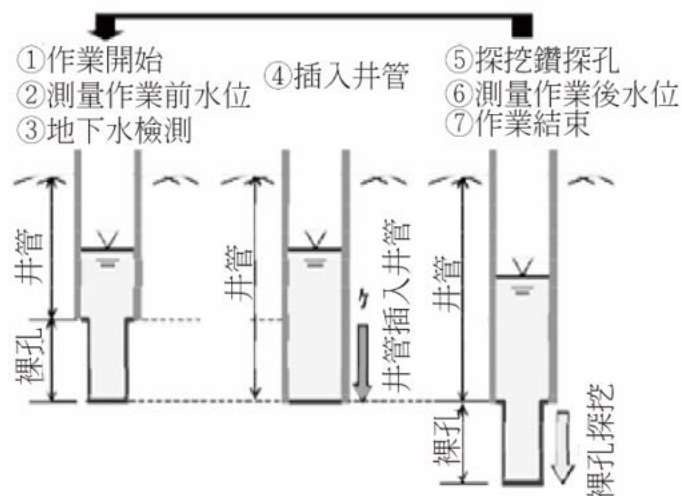


圖2-1 連續孔隙孔內試驗逐層挖掘的步驟

表 2-2 連續孔隙孔內試驗的調查項目例

調查手法		目的	概要（活用於地下水調查）
標準	探勘日報分析	判定水文地質的類別 掌握水位（水頭）	用以比較作業後水位與次日水位。使用抽水法時則於作業前測量水位時抽水調查水位的恢復狀況並進行分析。
	地下水檢測	判定水文地質的類別	用以掌握地下水的流動層。根據地下水檢測手法，有食鹽檢測法、溶氧量檢測法、（加熱式）溫度檢測法、孔內流向、流速檢測等方法。以上手法連續孔隙孔內試驗皆可使用。
視必要實施	簡易間隙水壓測量 （湧水壓測試）	掌握湧水壓（水頭）、 滲透係數	使用滲透、湧水壓試驗器，測量湧水壓與地盤的滲透係數。
	管路探勘鏡頭	掌握龜裂狀態等地質構造	使用管路探勘鏡頭觀察孔壁，掌握龜裂情況（開口情況）等與滲透性相關的地質構造。透過管路探勘鏡頭有時也可觀察到地下水的流入狀況。

① 探勘日報分析

<利用抽水測量作業前水位的步驟（概要）>

- 1) 測量自然水位。
- 2) 抽取孔內水，使水位下降**30～50CM**。
- 3) 測量下降後的水位
- 4) 測量水位下降後**10分鐘**之間水位的變化，以掌握水位恢復的狀態。
- ※實施地下水檢測時，在自然水位的檢測後先實施**2)**以後的項目。

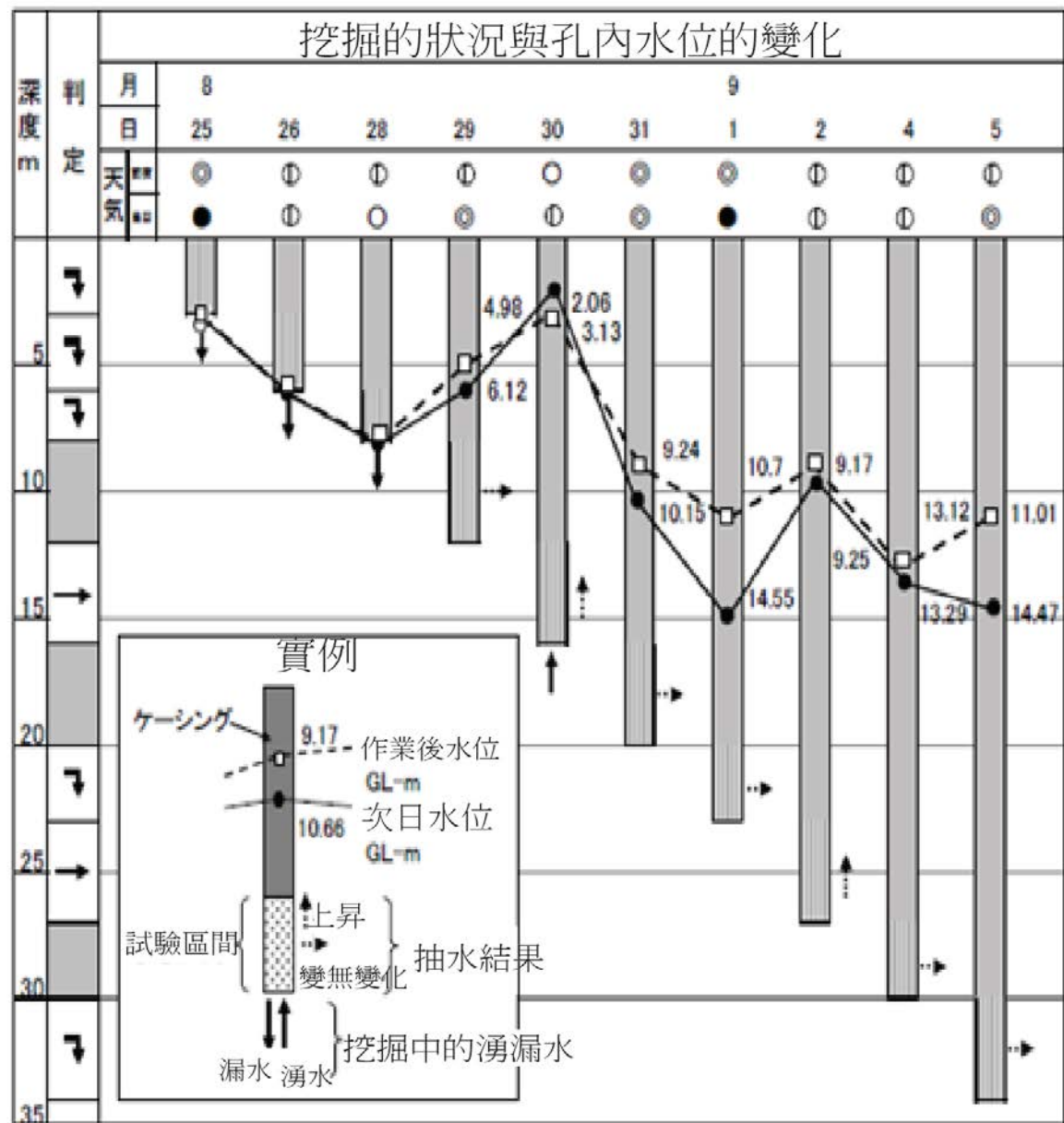
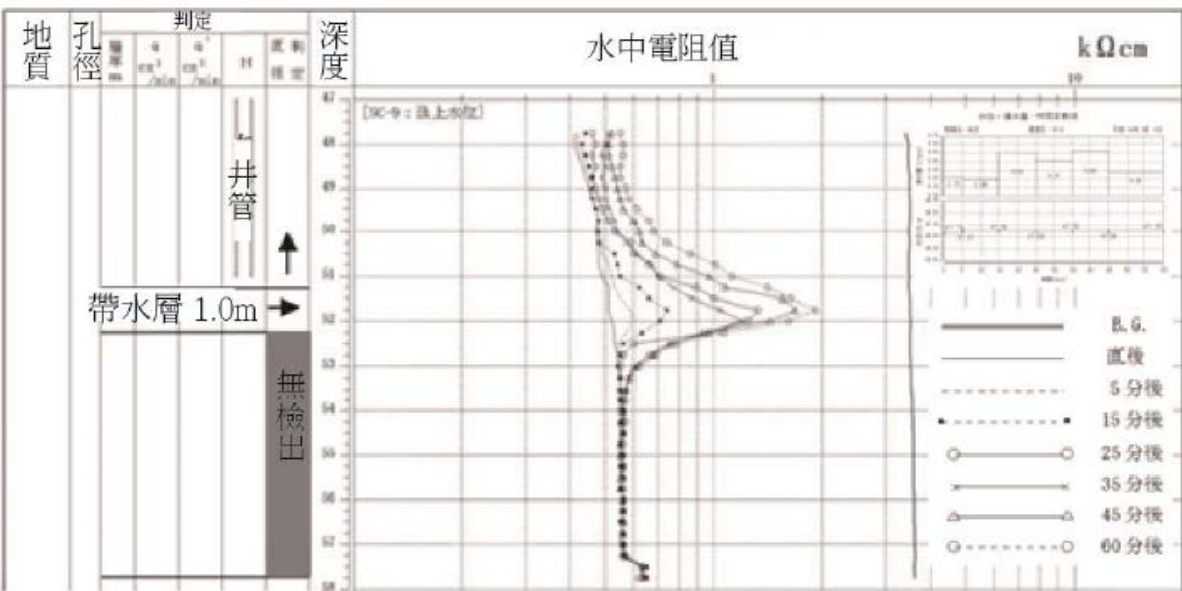
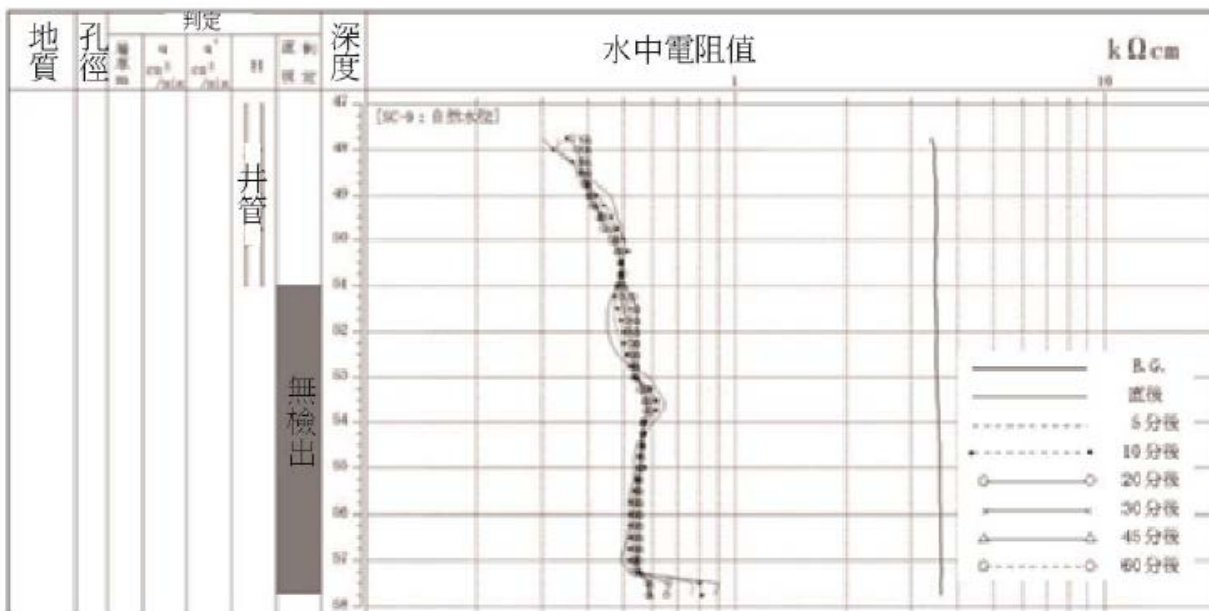


圖2-2 探勘日報分析圖例

② 地下水檢測

- 地下水檢測是一種用於掌握鑽探孔內地下水流動狀況的調查方法。
- 從地下水的流動狀況可判定試驗區間地盤的滲透性以及判斷該區間有無地下水。
- 在自然水位（平衡水位）下實施和抽取孔內水後，從其它地下水帶逸入孔內供給地下水的方式兩種方法，為了讓含水層的檢出更加精細也可合併利用兩種方法。



食鹽水檢測

圖3.10 裸孔的檢測結果（上：自然水位法、下：抽水法）

表 2-3 連續孔隙孔內試驗的調查項目與實施區間計算例

鑽探位置 (深度)		①局部過濾孔的構造評估最小 限度的必要調查計劃			以掌握全區間水文地質狀況為 目的的調查計劃		
		探勘日 報分析	地下水 檢測	判定間隔 (分解能 力)	探勘日 報分析	地下水 檢測	判定間隔 (分解能 力)
地 滑 土 塊	無地 下水	記錄為 無水位		裸孔區間長 (一般為 3 ~5m)	記錄為 無水位		裸孔區間 長 (一般為 3~5m)
	有地 下水						
滑動面對 近(目標 10m+下 5m 左右)		實施	實施	檢測的測量 間隔 (一般為 25cm)	實施	實施	檢測的測 量間隔 (一般為 25cm)
地基				裸孔區間長 (一般為 3 ~5m)			

2.3 水文地質垂直分布調查

- 1) 只實施探勘日報分析的區間

表 2-4 採用探勘日報分析（抽水）判定的水文地質類別

水位變化特徵			探勘日報分析判定	水文地質類別		
全漏水	抽水後水位上升	次日水位下降量				
有	—	—	全漏水	漏水層	裸孔區間存在著滲透性明顯的嚴重漏水層	↓
無	有	—	流入	含水層	裸孔區間存在著含水層	→ 水頭高 GL.12.45mm
	無	大	逸入	漏水層	裸孔區間存著在滲透性明顯的嚴重漏水層；未存在含水層	↓
		小	無變化	不透水層	裸孔區間全體皆為滲透性極低的地盤	■

2) 探勘日報分析與地下水檢測兩者皆有實施的區間

表 2-5 採用地下水檢測、探勘日報分析判定水文地質的類別

地下水檢測判定 (併用自然、抽水)	探勘日報分析判定 (比較作業前後)	水文地質類別	
流入		含水層	→ 水頭高 GL.12.45mm
全漏水		漏水層	↓
逸水 (確認無流入)			
非檢出 (部分區間)		不透水層	■
上昇流／下降流			
非檢出 (全區間)	無變化		
	逸水	漏水層	↓
逸水 (流入不明)		漏水層或含水層	↓→

3) 製成水文地質總括圖

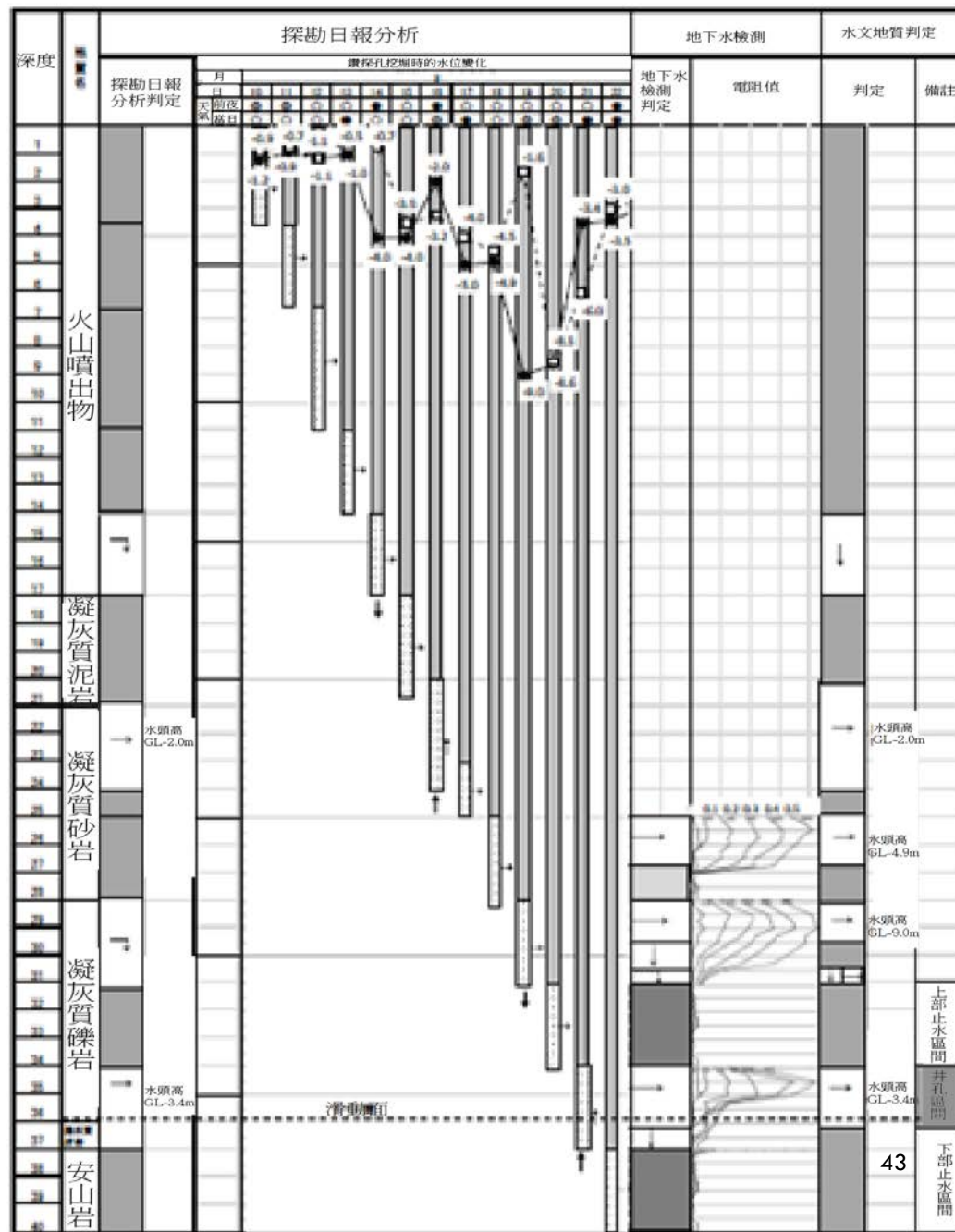
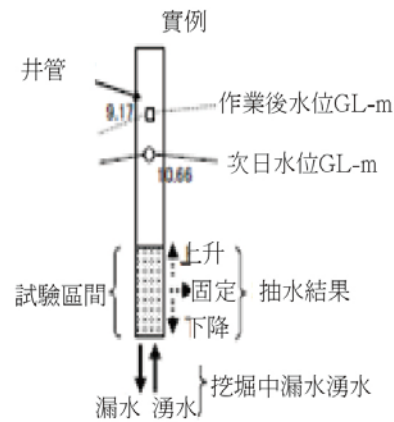


圖2-4(1) 水文地質總括圖

探勘日報分析判定

判定	記號
全漏水	
流入	水頭高GL-12.45m
逸水	
無變化	



鑽探中的水位變化實例

地下水檢測判定

判定	記號
全漏水	
非檢出 (全區間)	
非檢出 (部分區間)	
流入	
逸水 (無流入)	
逸水 (流入不明)	
上升流	
下降流	

水文地質判定

類別	實例
含水層	水頭高GL-12.45m
漏水層	
不透水層	
漏水層或 含水層	

圖2-4(2) 水文地質總括圖（實例）

三、局部過濾孔的設置評估

- 3.1 局部過濾區間的評估
- 3.2 觀測孔構造的評估
- 3.3 觀測機器等的評估

3.1 局部過濾區間的評估

- 井管的設置區間，是為了能夠更精細地測量出滑動面周圍的間隙水壓，並以水文地質調查結果為基準進行評估規劃。

井管區間

- 井管區間可設置為含滑動面，或者位於滑動面正上方的含水層區間。
- 滑動面附近有複數層的含水層時，只要那些複數層的含水層水頭高皆與滑動面周圍的含水層相同，即可納入同一井管區間。但當含水層之間含有漏水層或滑動面正上方有同水頭高的含水層時，則不可納入同一井管區間。

上部止水區間

- 上部止水區間位於井管區間上方，為具備足夠厚度的不透水層。

下部止水區間

- 下部止水區間為挖掘至滑動面為止的孔穴，滑動面可能有漏水層或水頭高較低的含水層，當判斷可能漏水時則進行設置。
- 下部止水區間位於井管區間下方，為具備足夠厚度的⁴⁶不透水層。
- 滑動面正下方若發現漏水層則停止挖掘並回埋。

3.2 觀測孔構造的評估

- 局部過濾孔由保孔管、止水材、隔離材、濾材等構成。
- 為防止表層流水侵入孔口必須施以止水處理。

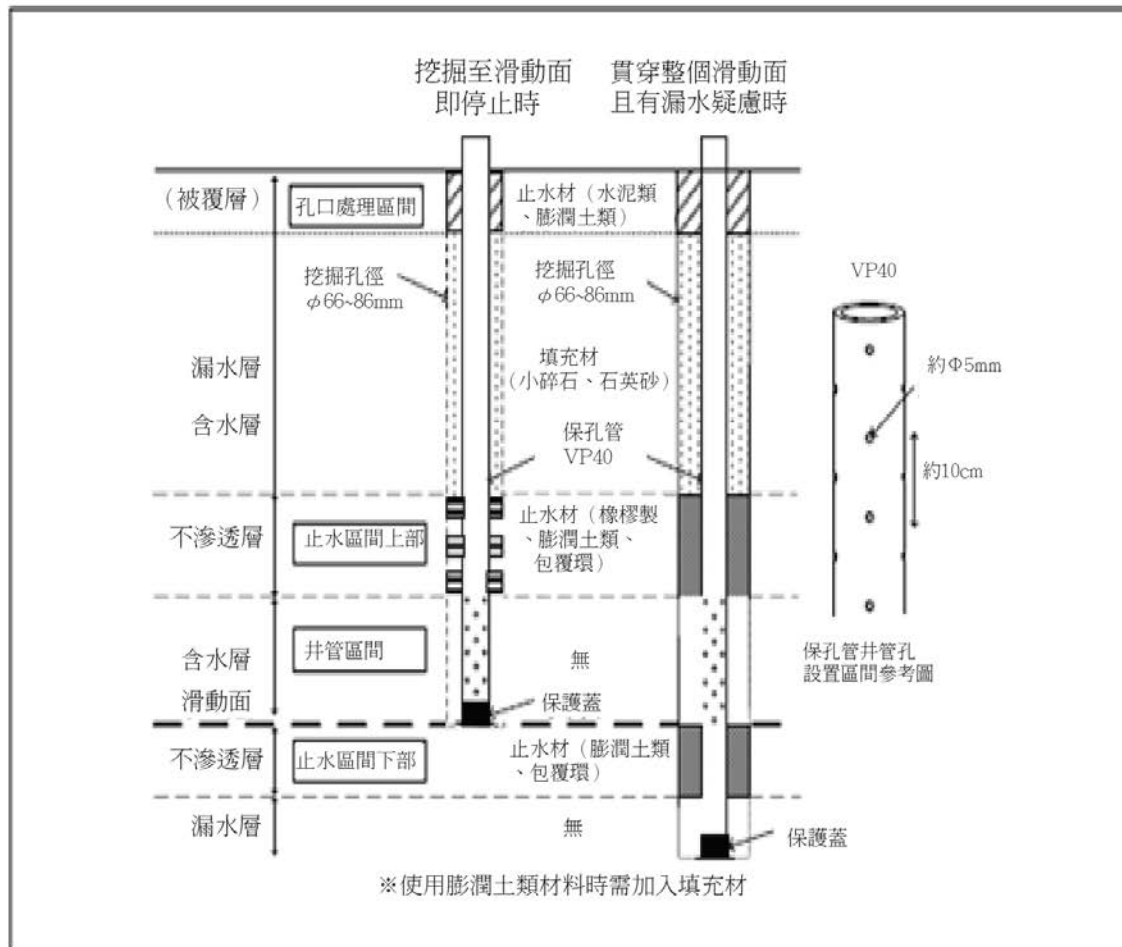


圖3-1 局部過濾區間標準圖

3.3 觀測機器等的評估

- 水位計、記錄器等，需考慮測量範圍、尺寸、記憶容量等選用具有足夠性能之機器。
- 水壓式水位計的設置深度，必須設為測量期間中的最低水位以下的深度。
- 為測量穩定必須確保足夠的電源量。觀測機器等皆需以收納箱的器具進行保護。

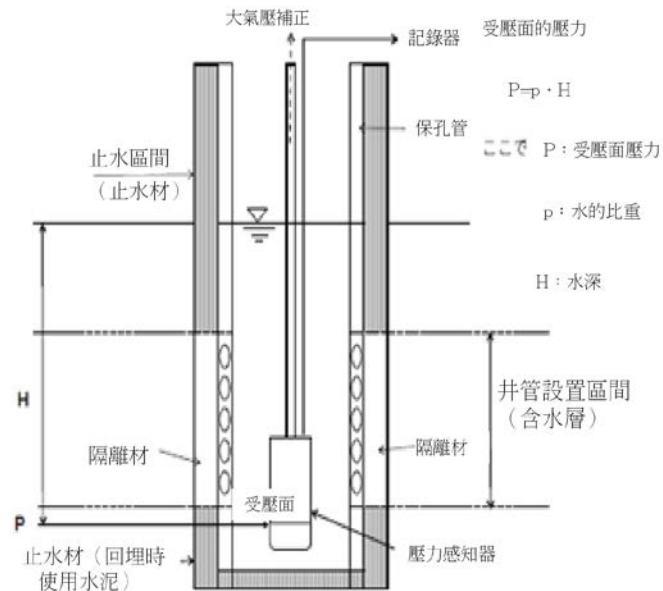


圖3-2 局部過濾孔、水壓式水位概念圖

四、觀測孔的設置

- 4.1 局部過濾孔的設置
- 4.2 觀測機器的設置
- 4.3 準備好地下水觀測孔的設置、點檢用登記簿

4.1 局部過濾孔的設置

- 需在規劃好的深度設置井管並確實進行止水處理。
- 重要的是在設置時必須注意作業狀況以避免發生施工不良。

4.2 觀測機器的設置

- 需與觸針式水位計的測量結果進行比較
- 確認感測器上下時的靈敏性，以確認是否確實取得正確的數據
- 檢測結果記錄於設置、點檢用登記簿

4.1 局部過濾孔的設置

- 需在規劃好的深度設置井管並確實進行止水處理。
- 重要的是在設置時必須注意作業狀況以避免發生施工不良。

4.2 觀測機器的設置

- 需與觸針式水位計的測量結果進行比較
- 確認感測器上下時的靈敏性，以確認是否確實取得正確的數據
- 檢測結果記錄於設置、點檢用登記簿

4.3 準備好地下水觀測孔的設置、點檢用登記簿

表解 5-1 局部過濾孔的設置・點檢登記簿 (1)

局部過濾孔 設置・點檢登記簿 (A 單)	
表單編號 A-	
項 目	內 容
地區名／區域名	
鑽探孔編號	
經緯度	
設置年月日	
設置項目名稱／承包商	
挖掘孔長／挖掘孔徑	
水文地質總括圖／ 局部過濾孔構造圖	

表解 5-2 局部過濾孔的設置・點檢登記簿 (2)

局部過濾孔 設置・點檢登記簿 (B 單)					
表單編號 B-					
項 目		內 容			
地區名／區域名					
鑽探孔編號					
點檢年月日					
點檢者／所屬單位					
點檢 時期	種 別	點檢目的	點檢方法	點檢結果 (注)	備註
回 收 數 據 時	觀 測 機 器 ・ 保 護 設 備 等	1. 確認觀測機器・ 保護設備等	以目視確認外觀 (感測器、訊號 線、端子、記錄 器、保護設備等)	良好・不良 ・其它	
		2. 驗證測量值的 信賴度	簡易操作試驗 1 (與觸針式水位 計進行比較)	良好・不良 ・其它	
			簡易操作試驗 2 (確認感測器在 上下移動時的靈 敏度)	良好・不良 ・其它	
發 現 異 常 時	水 位 觀 測 孔	1. 確認觀測孔是否 有變形或因剪斷 造成閉塞	確認孔底深度	良好・不良 ・其它	
		2. 確認觀測孔內是 否有土砂流入的 情形	以 CCD 攝影機等 機器進行內部的 目視確認	良好・不良 ・其它	
		3. 確認井管是否有 堵塞情形	利用抽水確認水 位恢復的試驗	良好・不良 ・其它	
			利用檢測確認流 動層的試驗	良好・不良 ・其它	
設 置 (重 新 設 置) 時	水位計規格				備註
	製造者／樣式				
	測量間隔				
	最大的數據儲存時間				
	係數／初始值				
水位感測器的設置深度					

(注)：如結果為「不良」、「其它」時則於備註內記載詳細狀況。

五、觀測數據的回收與確認、觀測孔的點檢

- 5.1 觀測數據的回收與確認
- 5.2 觀測孔的點檢
- 5.3 觀測機器等的點檢

5.1 觀測數據的回收與確認

- 使用半自動的方式進行觀測時，於記憶容量超出記錄器容量之前取適當的間隔期間回收觀測數據。
- 確認觀測數據記錄有無異常值，需要時進行觀測孔或觀測機器的點檢。

5.2 觀測孔的點檢

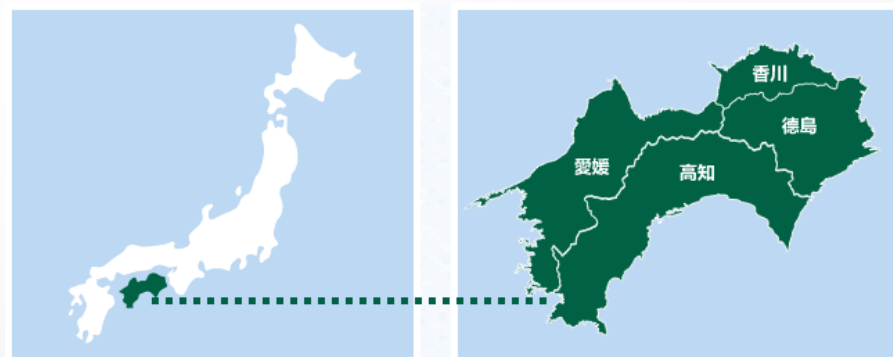
- 對於水位幾乎沒有任何變動而有異常疑慮的觀測孔，應確認是否有因為地滑活動造成觀測孔變形（閉塞）或井管堵塞等情況。
- 視需要採取清洗等措施。

5.3 觀測機器等的點檢

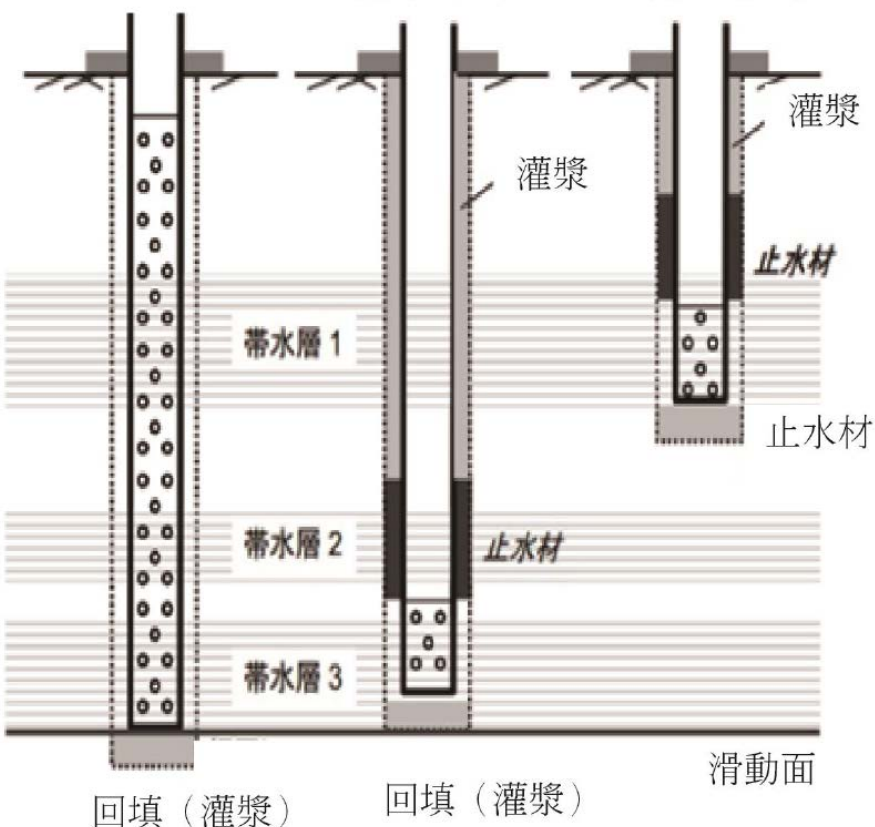
- 一次／年以上於回收數據時進行點檢。
- 觀測機器或保護設備有無腐蝕、破損、變形等不良情況，並因應需要進行修理或替換。
- 同時也需確認水位是否可正確測量。

六、應用案例-地下水位變動特性評估

- 位置：德島縣善德地滑地
- 水文地質構造：三層含水層
- 雨量：善德觀測所-時雨量
- 觀測期間：2010.4-2011.11
- 觀測井：
 - BV14-4'：全面過濾觀測孔
 - BV14-4''：局部過濾觀測孔(含水層3)
 - BV14-4'''：局部過濾觀測孔(含水層1)



BV14-4' 【全面過濾】 BV14-4'' 【局部過濾】
 (帶水層 3) (帶水層 1)



	BV14-4'	BV14-4''	BV14-4'''
觀測孔樣式	全面過濾	局部過濾	局部過濾
反應地層	-	含水層3 (滑動面附近)	含水層1 (淺層地下水)
半衰期	10年	43.75天	24小時
相關係數	0.705	0.861	0.803
降雨反應	不明確	深層地下水 長期波動	淺層地下水 長期波動

地下水觀測孔模式圖

謝謝聆聽，敬請指教！