

## 第四章 現地監測與分析

本章 4.1 節簡介本計畫所使用之監測儀器與工作方法，各工區現地監測點位置(包含既有及新設之監測點位)標示於 4.2~4.6 小節，本計畫現地監測工作範圍包含停機坪工區、中山村工區、奮起湖工作站工區、光崙山工區以及二萬坪工區，依照合約期程已於 105 年 7/26~7/31 量測各工區前期監測點位及本期新設監測點位之第一次量測值，並以該第一次量測值作為本期監測報告分析用之初始值，以避免過往監測誤差持續累積。

本計畫之監測頻率為每月一次，並於颱風、豪雨及地震後視事件規模及工區現況通報主辦機關，並經主辦機關同意後進行增測。本期監測於 105 年 7 月起，截至期末報告繳交期限為止已於各工區進行 18 次量測。

### 4.1 工作進行方法

#### 4.1.1 監測儀器說明

##### (一) 時域反射儀(TDR 地滑計)邊坡錯動變形監測技術

##### (A) TDR 錯動變形監測原理

時域反射儀 ( Time Domain Reflectomet-er , TDR ) 是在特殊的傳輸線系統中發送與接收一維電磁波的監測及探查方法。TDR 主要由階躍脈衝電磁波產生器 ( Step generator )、訊號採樣器(Sampler) 與示波器 (Oscilloscope)組成。電磁波之傳輸系統包括延長同軸纜線 ( Coaxial cable ) 與感測導波器 ( Sensing waveguide )，導波器為同軸纜線之延伸，同時作為訊號傳輸與感測元件。當階躍脈衝電磁波產生器產生電壓脈衝進入同軸纜線，再由取樣器(Sampler)紀錄因同軸電纜阻抗(Impedance) 不連續所造成電磁波反射訊號並顯示在示波器(Oscilloscope)，透過計算電磁波速與反射來回走時(Round-trip travel time) 可定位阻抗不連續位置。

近二十年來，TDR 技術逐漸應用在邊坡滑動監測 (Dowding et al. 1988 ; Dowding and Pierce 1994)，其作法主要將同軸纜線埋設於有滑動之現象的岩石或土壤邊坡中，如圖 4.1 與圖 4.2 所示，當地層相對錯動而改變同軸纜線幾何形狀時，TDR 儀器所發出脈衝電磁方波將在同軸纜線變形處發生訊號反射尖峰 (reflection spike)，利用走時進行分析可以定位組抗不連續的位

置。其優點在於監測變形之同軸纜線為一空間連續分佈之感測器，相較於傳統的測傾管技術（非空間連續分佈），具有空間解析優勢。在量化地層剪動量，則受制於地層剪動模式與材料互制的複雜性與纜線電阻的影響(Kim, 1989; Pierce et al., 1994; 湯士弘等人, 2005; Lin et al., 2009)。

由於纜線電阻會降低反射訊號能量大小，影響地層剪動量量化關係，Lin and Tang (2007)以頻譜分析波傳模型為基礎，加入代表纜線電阻的控制參數，重新描述同軸纜線主要波傳參數，提出相關說明與驗證，證實纜線電阻的重要性。並配合此一波傳模型，可修正纜線電阻影響，以能進一步量化纜線剪動量。

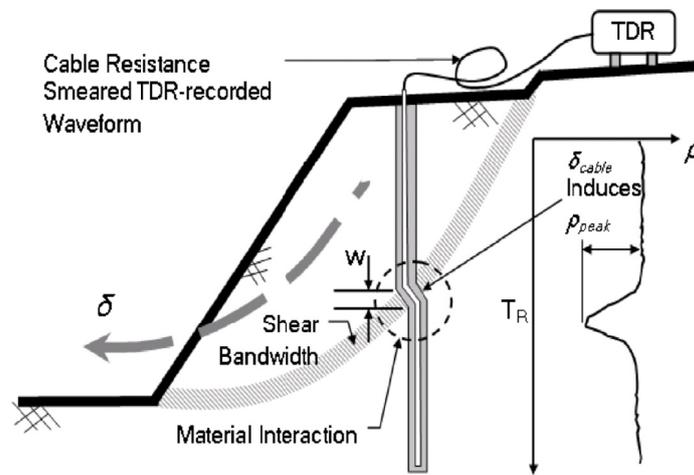


圖 4.1 TDR 量測系統與訊號傳遞接收示意圖

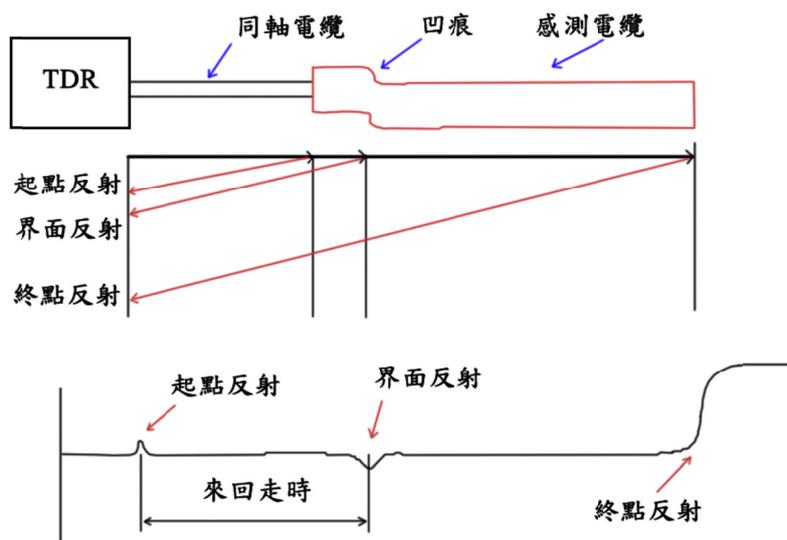


圖 4.2 TDR 變形監測之反射訊號與原理

(B) TDR 錯動變形監測量化分析方法

為進行 TDR 剪動量化分析，採用 Lin et al.(2009)之建議，其量化分析之方法(如圖 4.3 所示)是將受剪動而產生之負反射訊號之最大值與剪動量進行線性回歸，其數學式表示為

$$\delta = (\rho_{\text{peak}}/S) + \delta_0 \dots\dots\dots(1)$$

其中  $\delta$  為外部剪動位移量， $\rho_{\text{peak}}$  為反射係數峰值(與初始量測值之差值)， $S$  為纜線本身的靈敏度； $\delta_0$  為使 TDR 波形產生初始反應所需之啟動位移量，經由一次線性迴歸求得，定義為迴歸門檻值(Regression Threshold Value)。

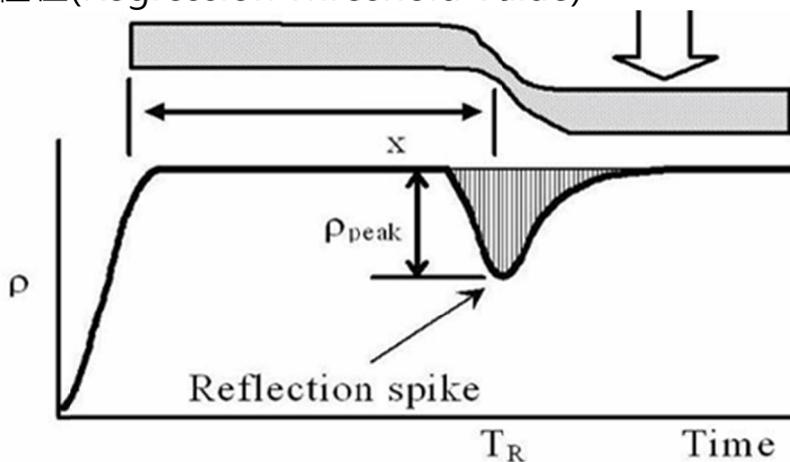


圖 4.3 TDR 錯動變形量化分析方法

根據現場使用之 RG-8 型纜線配合現場鑽探所得之地層材料，本計畫所使用之剪動量化估計式為(單位：mm)：

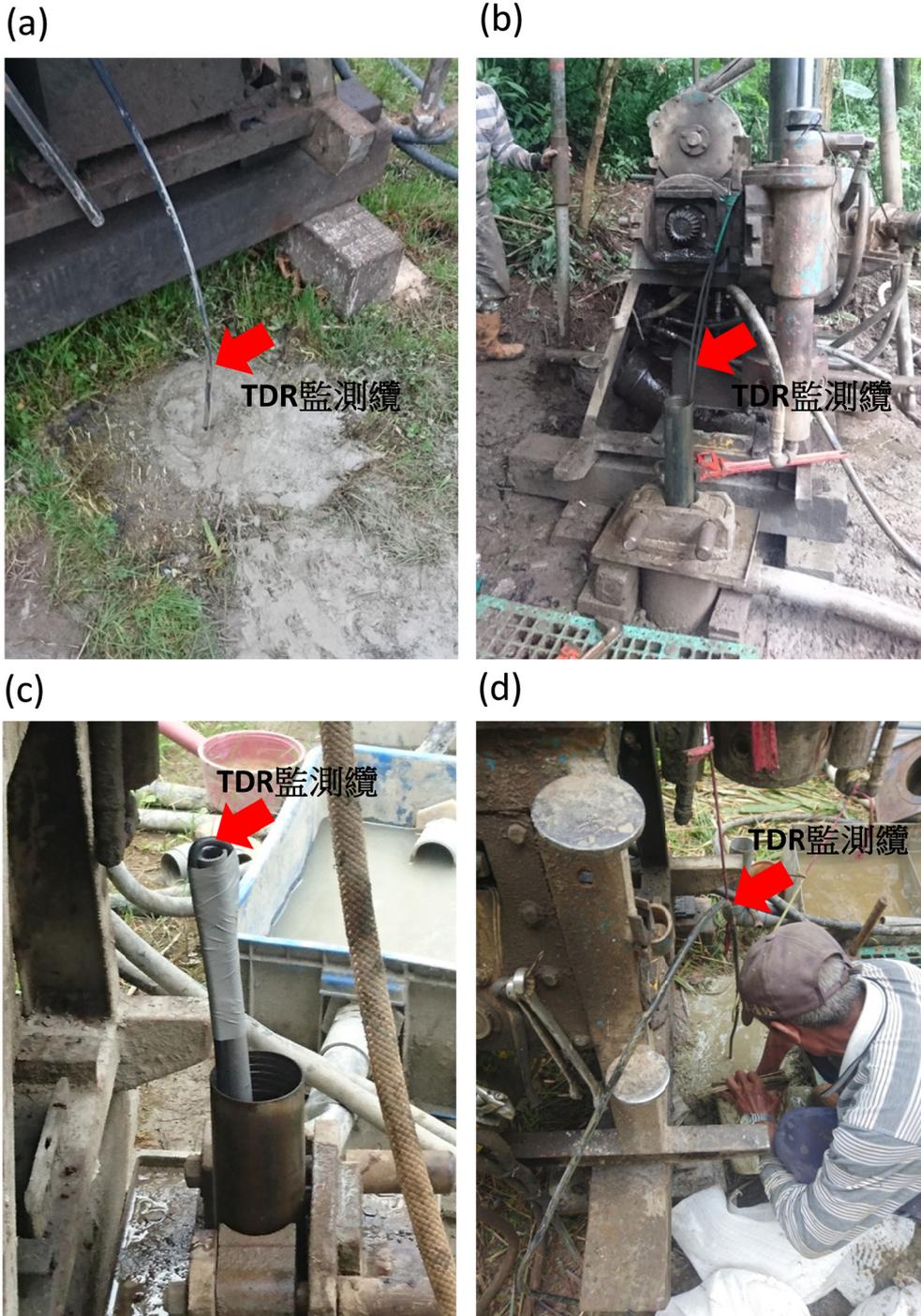
$$\delta = (\rho_{\text{peak}}/0.001071) + 5 \dots\dots\dots(2)$$

(C) TDR 邊坡錯動變形監測現地安裝工作

本計畫共規劃安裝 4 孔 TDR 地滑計，分別於祝山停機坪 BH-3(35 公尺)、奮起湖工作站 BA-1(115 公尺)、奮起湖工作站 BA-2(105 公尺)以及二萬坪工區 TDR-1(60 公尺)。

4 孔之現地安裝工作已於民國 105 年 7 月 20 日全數完成，現場安裝情形如圖 4.4 所示。本計畫採用 RG-8 型號之纜線作為監測纜，其為同軸纜線，外導體為編織網，最外側有保護之橡膠，根據 Lin et al.(2009)之探討，其具有良好之錯動檢測監測應用特性，而為利安裝與後續分析，纜線底部安裝有阻水以及重錘套件。

回填材料以 1:1 之水泥漿為主，但受限於此處岩層較為破碎有嚴重流漿以及部分孔位有湧水的問題，因此以七里石搭配水泥漿進行回填。



(a)祝山停機坪 BH-3 (b)奮起湖 BA-1 (c)奮起湖 BA-2 (d)二萬坪 TDR-1

圖 4.4 TDR 錯動變形監測監測纜現地安裝

## (二) 地中傾斜管

### (1) ABS 管安裝說明

由他案及前期監測資料之經驗回饋，如於裝設測傾管時，選擇以細砂礫回填管材與孔壁間空隙的方式裝設，並於管身打孔兼作地下水位井時，時常因為施工品質不佳或地層特性孔隙變異性大(崩積層之特性)，使得孔壁與測傾管管材間出現孔空隙，導致量測結果出現難以判讀的情況如管身受負摩擦力擠壓，變位曲線呈 S 型或變位曲線因管材與地層間未密合而出現不規則變為或扭轉等情形，使監測結果解析困難且無法正確量測地層中較小之位移量，難以掌握地層滑動發展位置與滑動量，甚至導致誤判破壞模式。

由於本計畫區多屬崩積層性質，孔隙變異性大，因此在安裝傾度管於鑽孔內時，採用以水泥漿拌合皂土作為回填材料，且砂漿須由孔底向上填實，以確保管材與地層之密合，並於長期監測的過程中忠實反映地層變位情形。

### (2) 數位式傾斜儀

本公司使用 RST MEMS 數位式傾斜儀(如圖 4.5)進行本計畫之地中測傾管量測，其特色為量測數據可透過藍芽傳輸方式至手持式掌上型電腦、傳輸纜線抗拉強度大、重量輕、易於操作等優點。本系統之量測精度為 $\pm 2 \text{ mm}/25\text{M}$ 。

## (三) 自計式水位計

本計畫於中山村工區 CSV105-A-OW1~OW2 與奮起湖工作站工區 FCH100-B-OW1~OW-2 裝垂吊式自計式水位計(型號：Heron dipperLog NANO)，每月至現場收取資料，圖 4.6 為自計式水位計裝設照片及軟體控制介面照片，水位計詳細規格如表 4-1。



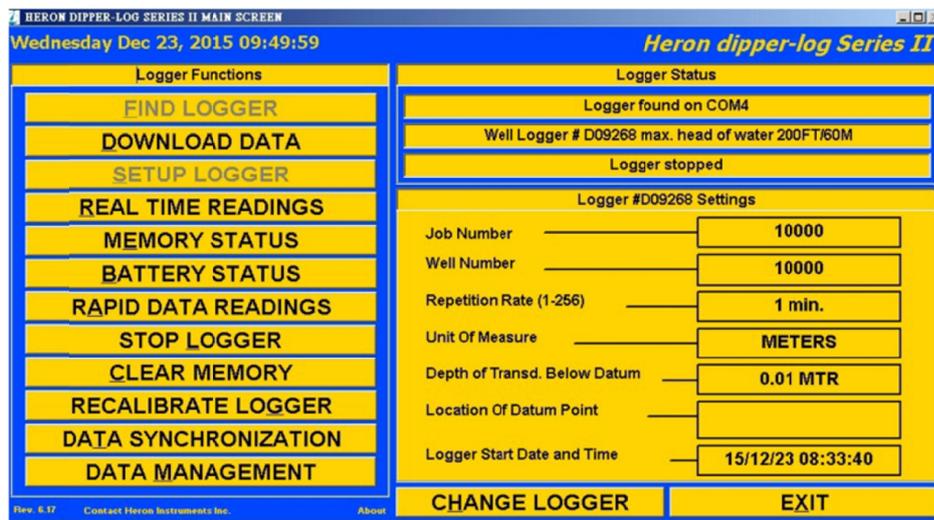
圖 4.5 RST MEMS 數位式傾斜儀



(a)



(b)



(c)

(a)水位計本體與鋼纜線，(b) 懸吊於地下水位觀測井，(c) 軟體控制介面

圖 4.6 Heron dipperLog NANO 自計式水位計

表 4-1 Heron dipperLog NANO 自計式水位計規格列表

結構：	不鏽鋼 316
量測範圍：	0 – 120m
準確性 (標準)	0.05% FS
準確性 (最大誤差)	0.1%FS
解係度	0.006%FS
溫度型式	IC Sensor
溫度準確性	± 0.5 Deg. C
溫度解係度	0.0625 Deg. C
溫度補償	0 Deg.C to + 50 Deg.C
溫度響應	10 秒
電池型式	3.6 V 鋰電池
電池壽命	大約 7 年, ( 5 分鐘/次)
時間差	± 1 分鐘 ( 每月)
長時間穩定性	± 0.2%FS ( 每年)
操作溫度	-20 Deg.C - +80 Deg.C
最大下載讀值	32,000 筆( 水深跟溫度)
通訊方式	USB, RS232, SDI12
下載速度	32000 筆資料/1.5 分鐘
外型	100 mm 長 x 22.5 mm 半徑
重量	聚甲醛 70 克, 不鏽鋼 135 克
親水性物質	不鏽鋼, 氟橡膠, 共聚甲醛
取樣模式	線性- 即時 “記錄” 時間 ( 詳情請看下面)
記錄間隔	秒, 分鐘, 小時- 分鐘. 1 秒, 最多 255 小時
下載速度	19.2 K/Bits Per Second
測量單位	英尺跟公尺
防污罩	重量: 22g 長度 50mm 半徑 25mm, 材料磷青銅(98%銅)

#### 4.1.2 管理值訂定

本計畫相關定管理控制值之主要目的在於確保邊坡安全，並據此提供邊坡或擋土牆整體穩定之重要參考，並擬定後續防災相關計劃之依據。但該標準係暫訂安全研判基準，任何觀測結果由本公司專業技師就相關儀器之特性、地質條件，就整體穩定性加以研判，該研判基準在執行過程應視實際觀測行為變化、現地踏勘情況，做必要之調整及修正。

本計畫傾度盤與沉陷點之監測管理值參照內政部營建署“坡地社區開發安全監測手冊”，測傾管之監測管理值則是沿用 100 年起本區域監測計畫於使用之監測管理值，上述各監測管理值基準詳如表 4-2，對應各管理值之建議應變措施如表 4-3 所示。。

表 4-2 本計畫使用之監測管理值

監測儀器	注意值	警戒值	行動值
傾度盤	412 秒(1/500)	573 秒(1/360)	825 秒(1/250)
測傾管	5mm/月	10mm/月	>10mm/月
沉陷點	20mm	50mm	>50mm

表 4-3 管理值之意義及因應對策表

管理值	注意值	警戒值	行動值
意義	當觀測值大於注意值，表示邊坡已略有不穩定之徵兆。	當觀測值大於警戒值，表示邊坡已有不穩定之徵兆。	邊坡或擋土設施已發生位移或已瀕臨破壞
因應對策	密切注意其後續變化趨勢	需以更密集的觀測與巡檢頻率，監測邊坡安全	觀測值有明顯加速現象時，人員必須強制疏散

### 4.1.3 監測點位編號說明

由於本計畫工區較多，且於莫拉克風災後至今(99年~106年)逐年進行不同的地質調查及監測儀器設置工項，各工區監測點位編號時有混淆情形，造成報告閱讀及數據分析時的不方便，故本次報告將計畫範圍內各工區之監測點位依照各工區所在位置、儀器安裝年份、鑽孔是否有進行地質材料取樣與監測儀器項目進行全面重新編號，以利後續判讀，監測點位編號整理方式如圖 4.7 所示，4.2~4.6 小節則以該重新命名之監測點位編號進行量測數據的說明。



圖 4.7 祝山停機坪監測儀器配置圖

## 4.2 祝山停機坪工區

停機坪工區於莫拉克風災後，東北側出現大規模崩塌，恐影響平台下邊坡穩定性，故進行安全監測儀器佈設，以調查停機坪平台地層滑移趨勢。本工區監測點位包含 5 處測傾管，1 處 TDR 地滑計，1 處地下水位觀測井，2 處傾度盤，8 處沉陷觀測點。祝山停機坪之監測點位配置如圖 4.8 ~圖 4.9 所示，監測儀器編號、項目及座標列表如表 4-4。

前期安裝之測傾管(TGP99-B-SI1~ TGP99-B-SI3)因局部地層沉陷以及孔壁回填料流失等原因，造成測傾管與地層間有空隙，施測時亦有管身晃動造成數據不穩定的現象，故量得數據較不具代表性。

表 4-4 祝山停機坪工區監測點位座標

編號	鑽孔座標 (TWD97)			深度 (m)	監測儀器項目
	N	E	孔口高程		
TGP105-A-SI1	2600977	231886	2478.72	35	測傾管
TGP105-A-SI2	2600992	231900	2478.81	35	測傾管
TGP105-A-TDR1	2601013	231874	2478.74	35	TDR 地滑計
TGP99-B-SI1	2601004	231872	2478	30	測傾管
TGP99-B-SI2	2601022	231880	2478	20	測傾管
TGP99-B-SI3	2600981	231926	2478	30	測傾管
TGP99-B-OW1	2601235	231890	2474	20	水位井
TGP105-TI1	2601009	231888	-	-	傾度盤
TGP105-TI2	2601000	231897	-	-	傾度盤
TGP105-BM1	2600827.12	231987.44	2460.8	-	沉陷基準點

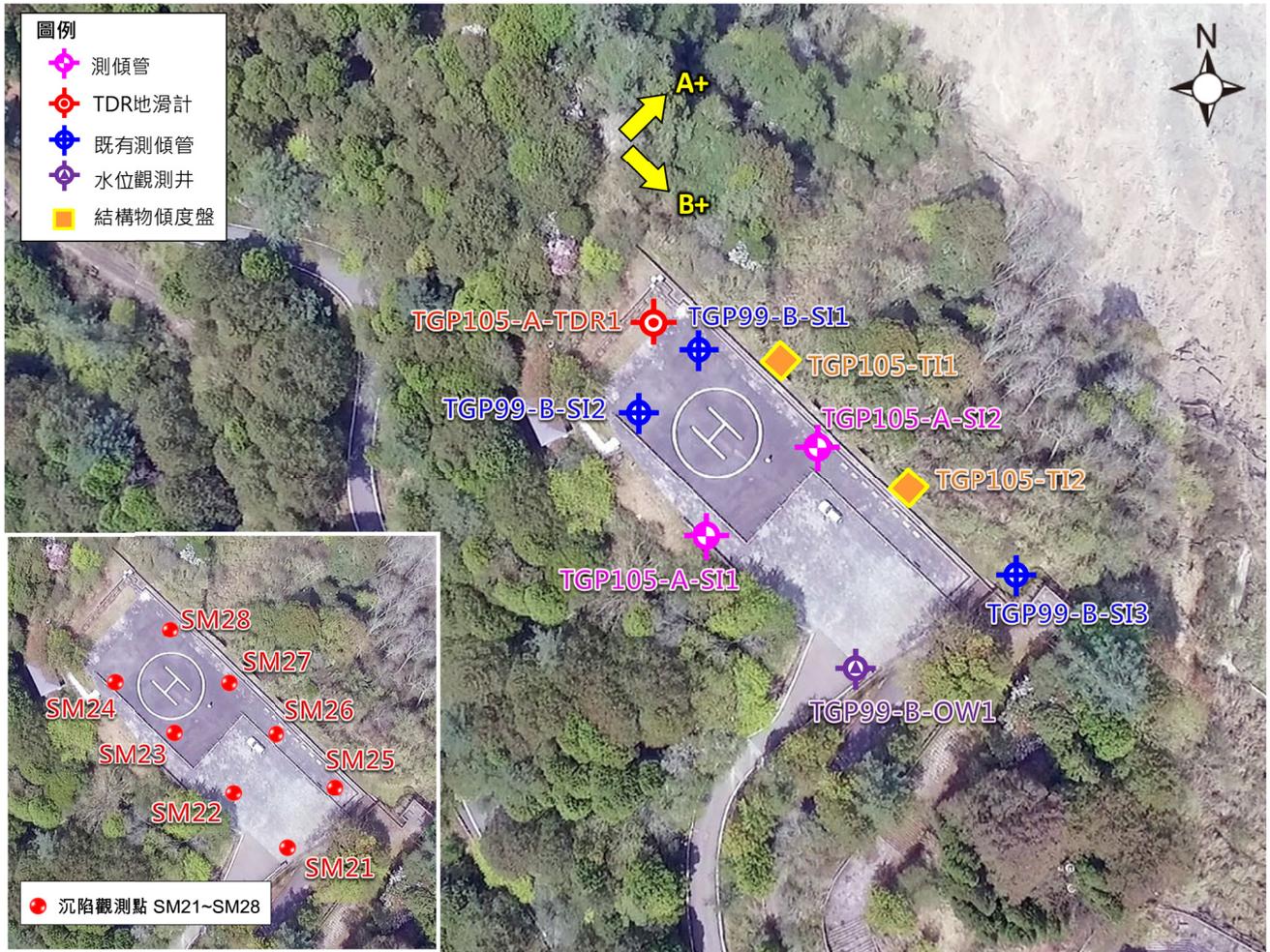


圖 4.8 祝山停機坪監測儀器配置圖

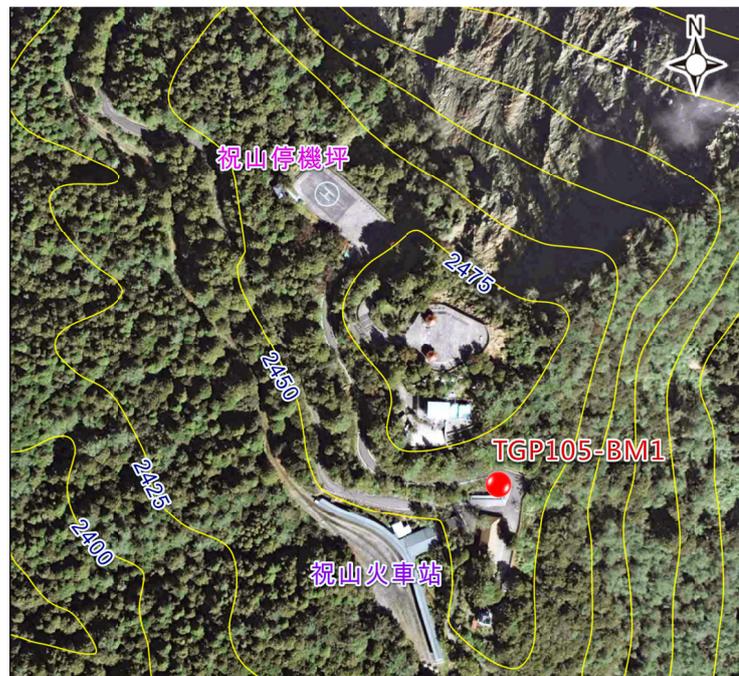
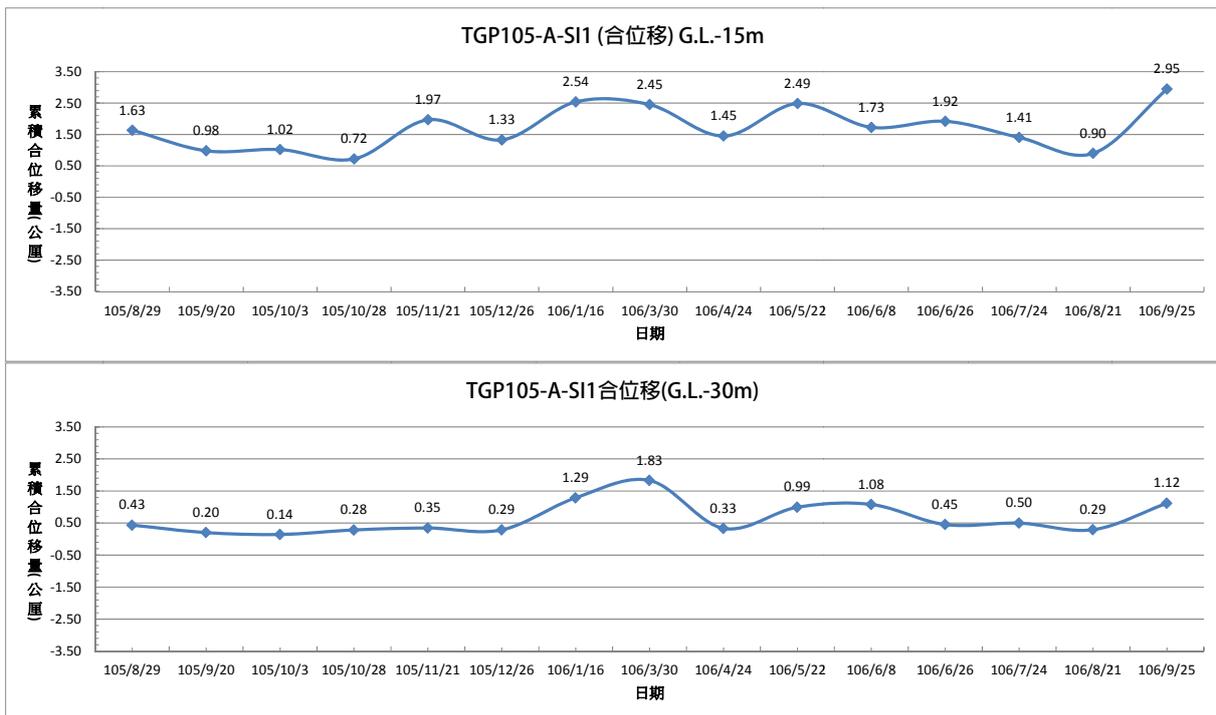


圖 4.9 祝山停機坪沉陷觀測基準點位置圖

### (1) 測傾管

#### TGP105-A-SI1:

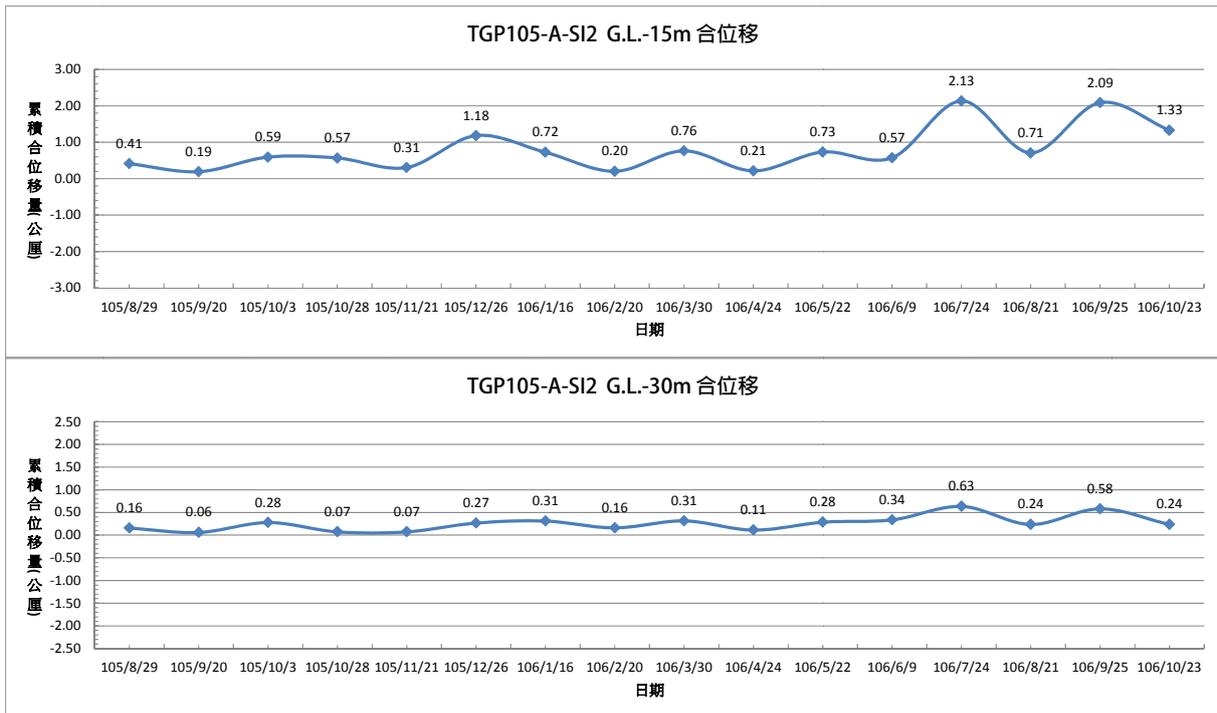
本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，變位曲線僅在測傾儀儀器誤差範圍內擺盪(±2mm/25M)，其 GL-15m 及 GL-30m 之合位移變化圖如下所示，判定暫無出現明顯滑動傾向。TGP105-A-SI1 於 A 向累積最大位移為-3.3mm，B 向累積最大位移為 1.6mm。



(上圖已過濾歷次監測過程中明顯誤差值較大之量測數據)

#### TGP105-A-SI2:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向，其 GL-15m 及 GL-30m 之合位移變化圖如下所示。TGP105-A-SI2 本月量測之 A 向累積最大位移為-2.2mm，B 向累積最大位移為 0.9mm，皆發生接近孔口處。

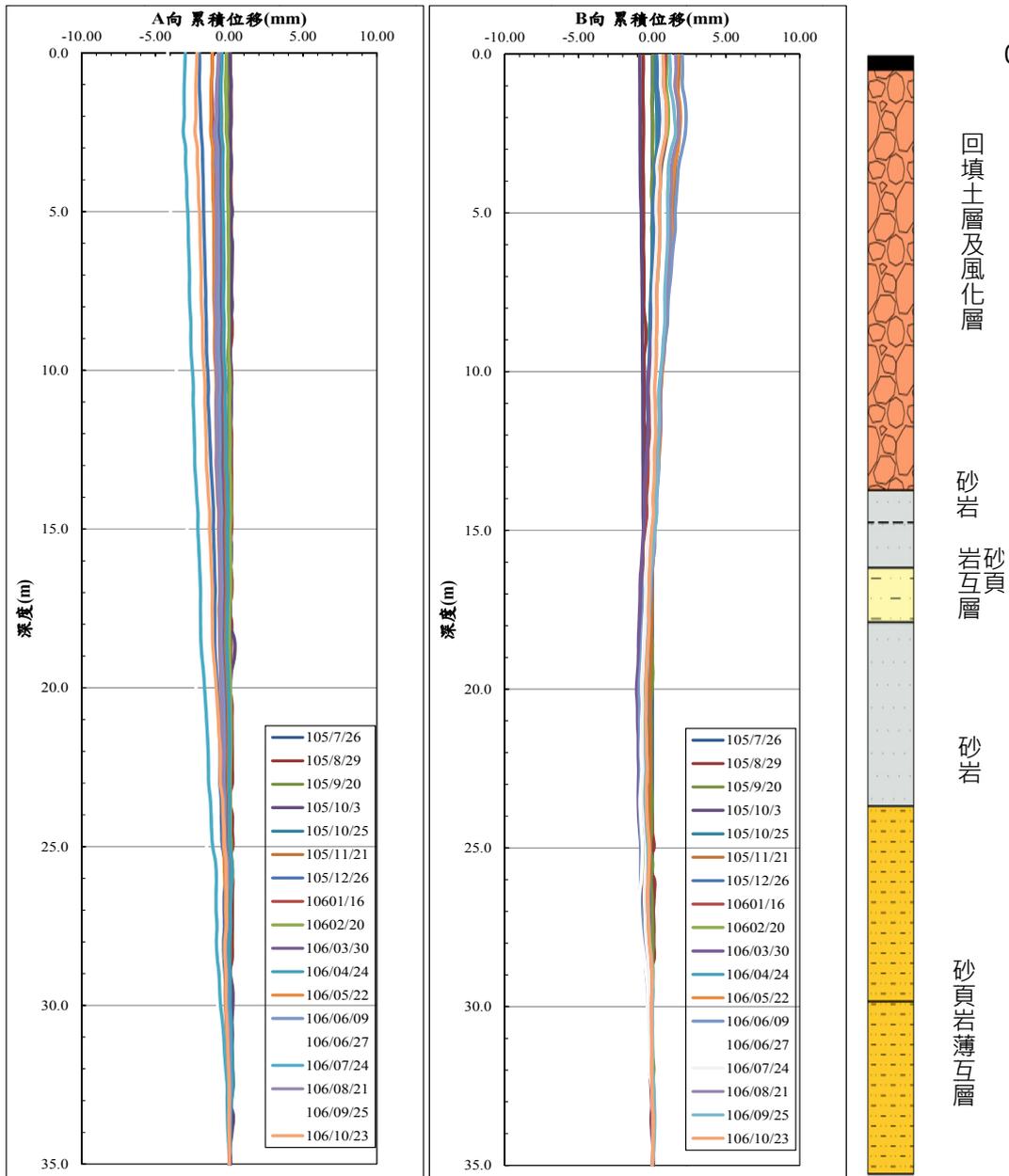


(上圖已過濾歷次監測過程中明顯誤差值較大之量測數據)

本工區於 99 年安裝之測傾管 TGP99-B-SI1~ TGP99-B-SI3 因安裝時採用細砂回填，回填時管材與地層間未密合，導致測傾管與地層有空隙，且局部沉陷產生負摩擦力導致管材變形，其量測值及變位曲線與 TGP105-A-SI1 及 TGP105-A-SI2 相差甚多，經由數月量測及比對其他監測項目資料後，判定 TGP99-B-SI1、TGP99-B-SI2 及 TGP99-B-SI3 之數據較不具參考價值，建議廢除此三處測傾管；依照 106 年 4 月 27 日之會議記錄結論，停止量測停機坪工區 99 年安裝之測傾管三處。

由於本期監測期間之最大累積位移速率皆未超過注意值(5mm/月)，因此判定停機坪暫無出現立即地層滑移之跡象。





0

回填土層及風化層

砂岩  
砂頁岩互層

砂岩

砂頁岩薄互層

35

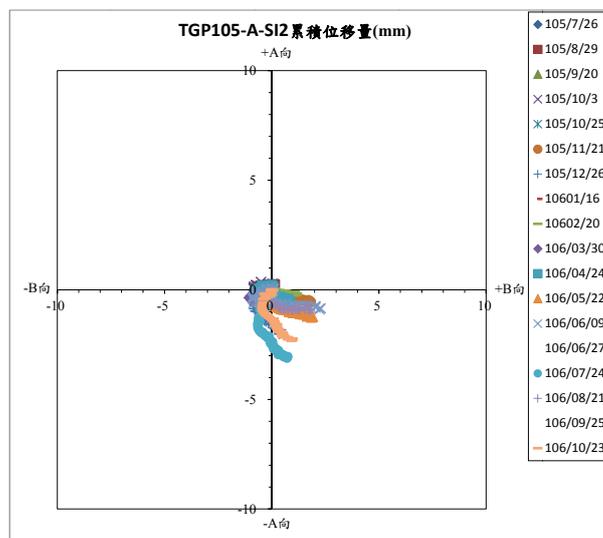


圖 4.11 祝山停機坪 TGP105-A-SI2 A、B 向位移變化圖

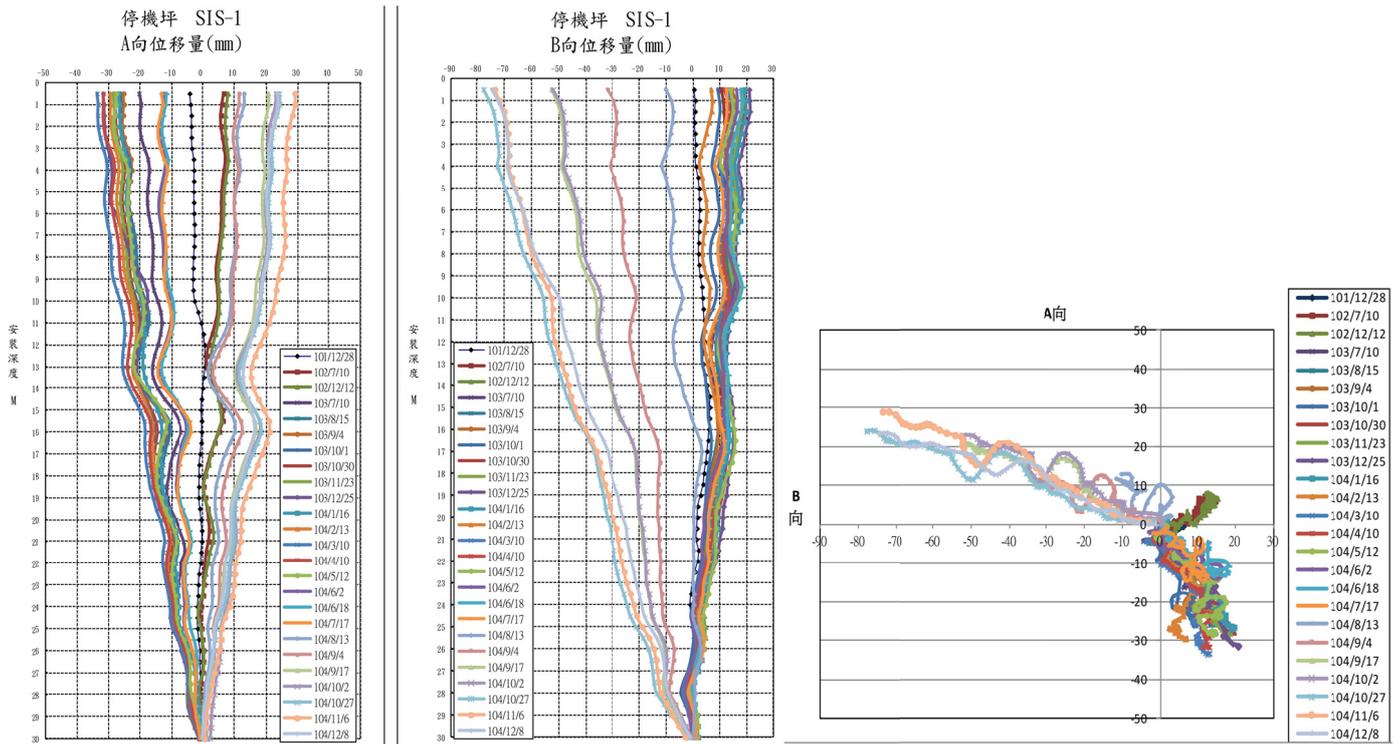


圖 4.12 祝山停機坪 TGP99-B-S11 前期監測資料

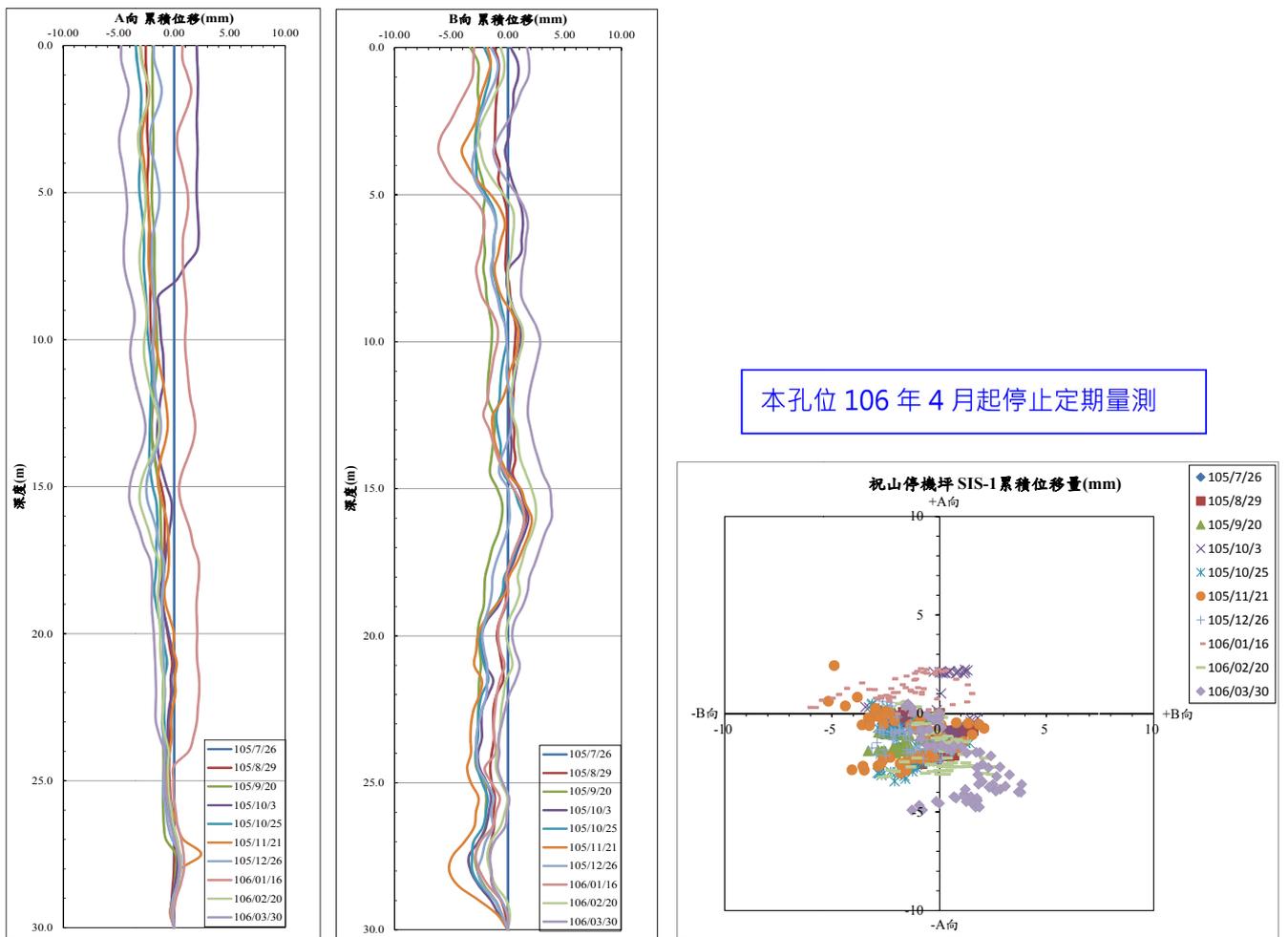


圖 4.13 祝山停機坪 TGP99-B-S11 A、B 向位移變化圖

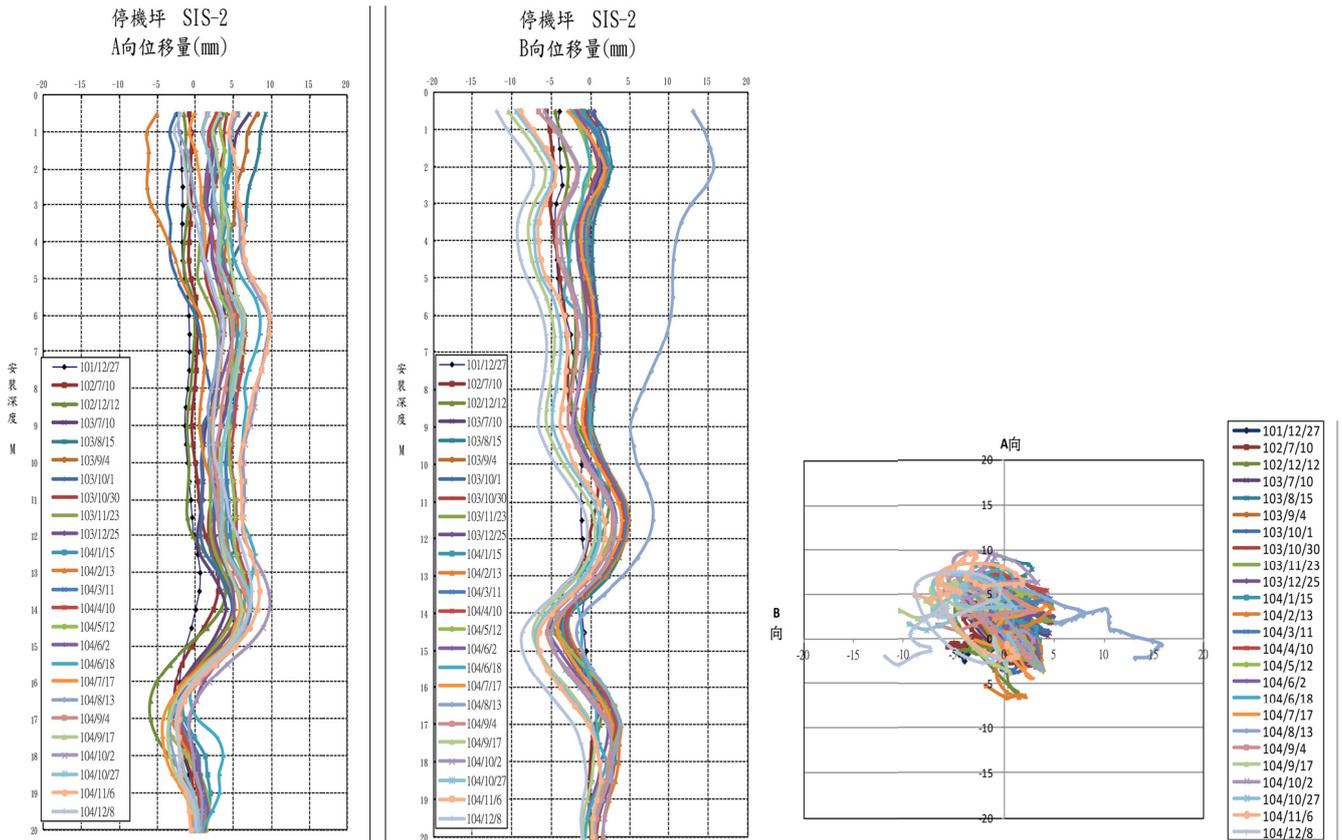


圖 4.14 祝山停機坪 TGP99-B-S12 前期監測資料

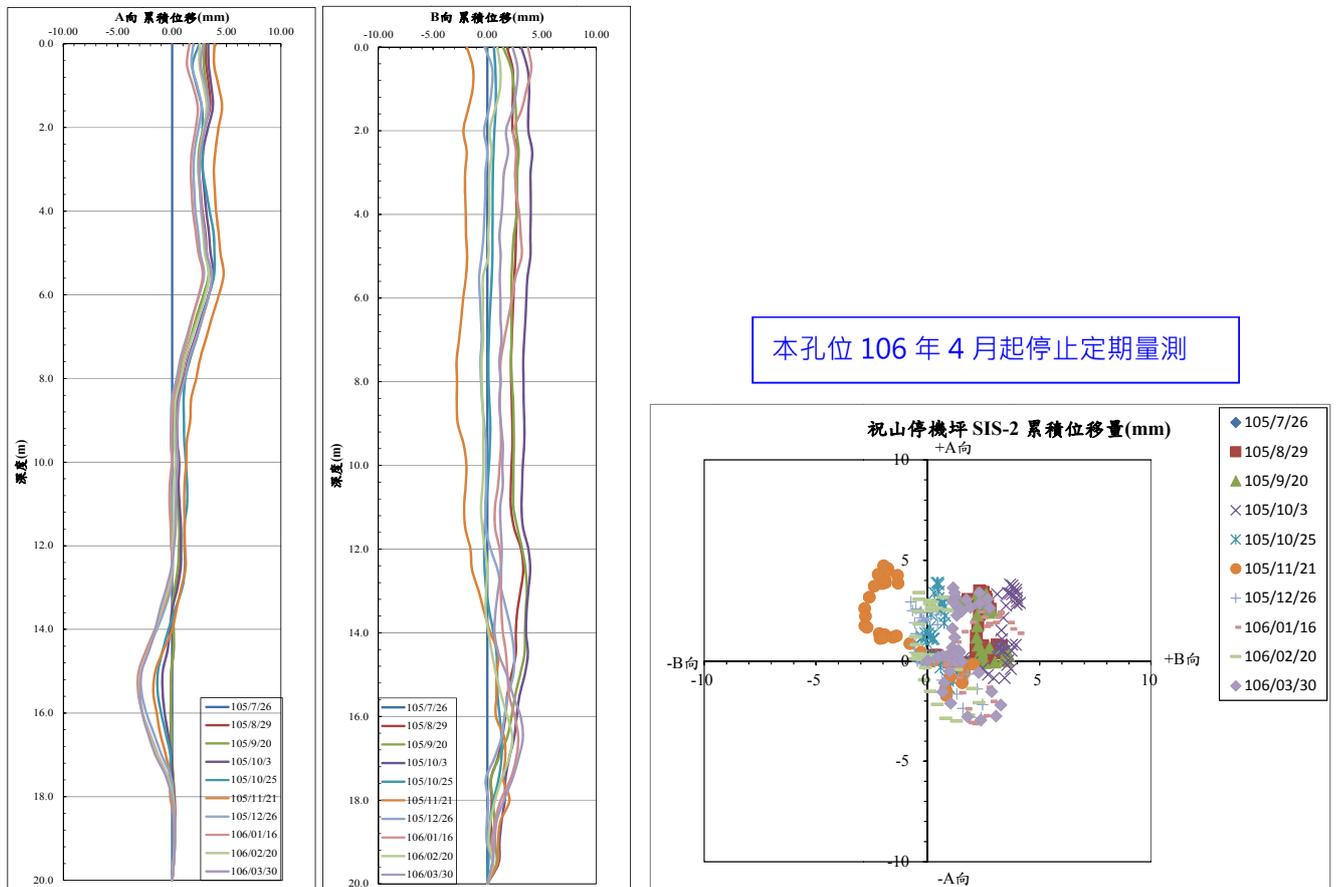


圖 4.15 祝山停機坪測傾管 TGP99-B-S12 A、B 向位移變化圖

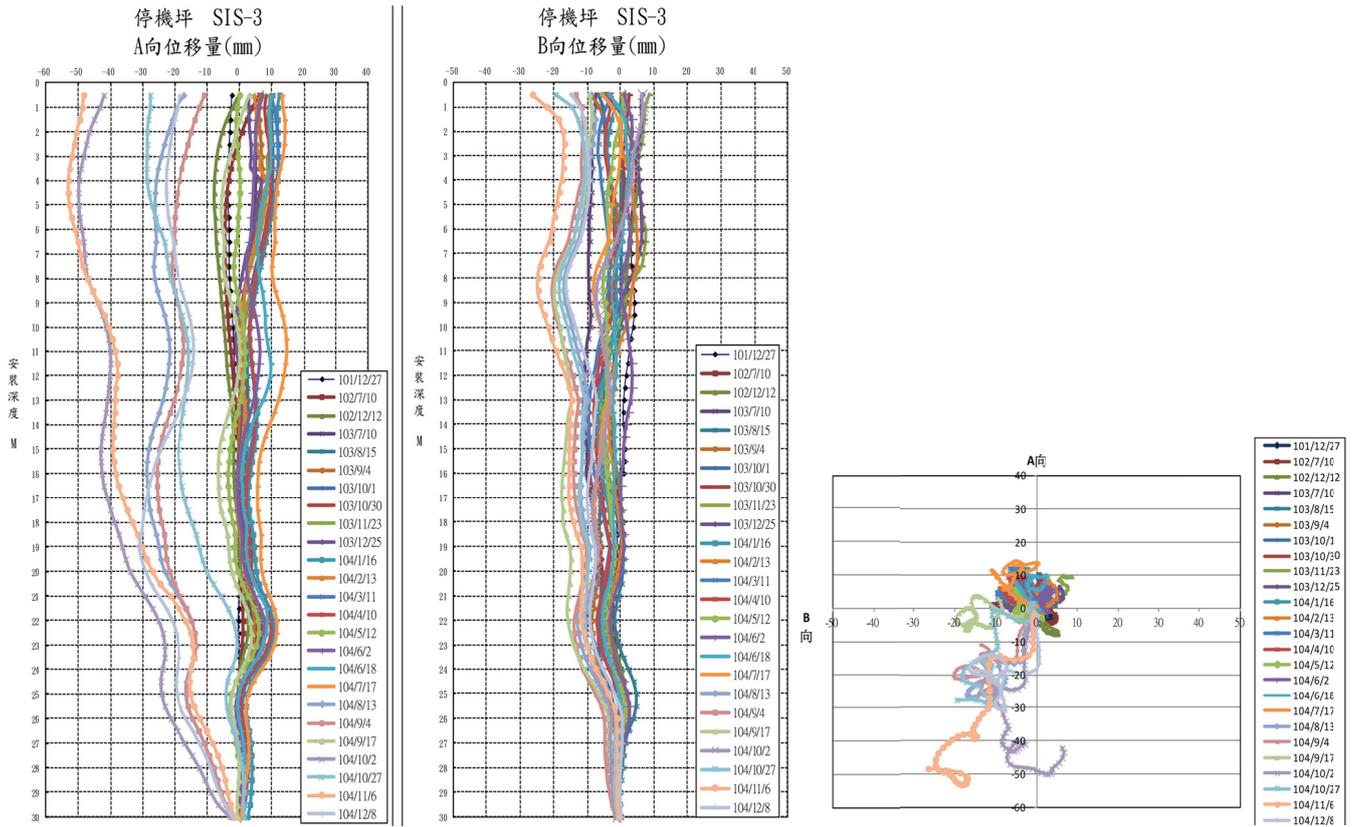


圖 4.16 祝山停機坪 TGP99-B-S13 前期監測資料

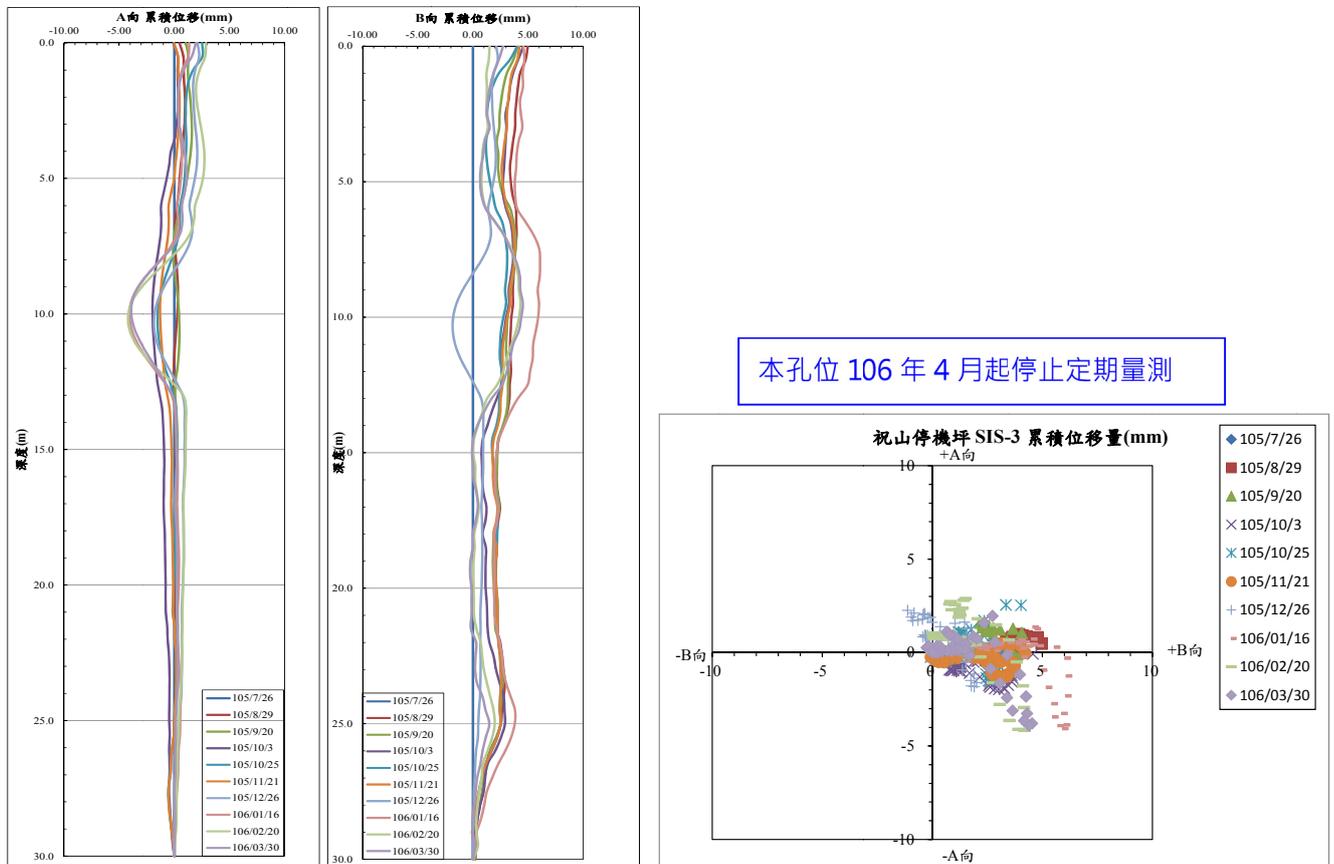


圖 4.17 祝山停機坪 TGP99-B-S13 A、B 向位移變化圖

(2) 地下水水位觀測井

停機坪地下水水位觀測井 TGP99-B-OW1 孔深 20m，歷次量測水位變化圖如下，常時水位約在地下 18m~19m 間，該區受降雨量影響，地下水水位面抬升量約在 1~3m 間；由於本工區海拔高度約 2470m 且位於陵線附近，推估乾季時量測到之水位應為局部地形造成之棲留水或孔底水。

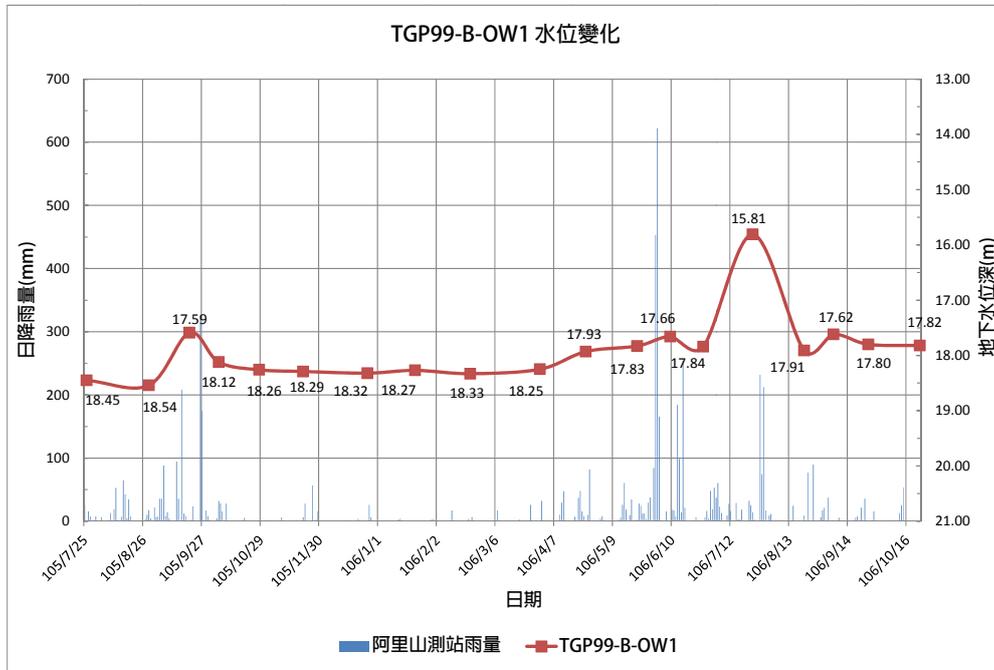


圖 4.18 停機坪 TGP99-B-OW1 水位量測變化圖

(3) TDR 地滑計

TDR 地滑計安裝於停機坪工區 TGP105-A-TDR1 (35m)，由歷次量測結果可知該監測點位尚無出現明顯變位情形，其結果與鄰近鑽孔 TGP105-A-SI2 之量測結果相符；於深度 31m~35m 線形變化處為纜線底部進水造成傳遞介質不同之波型反應，歷次量測結果如下圖。

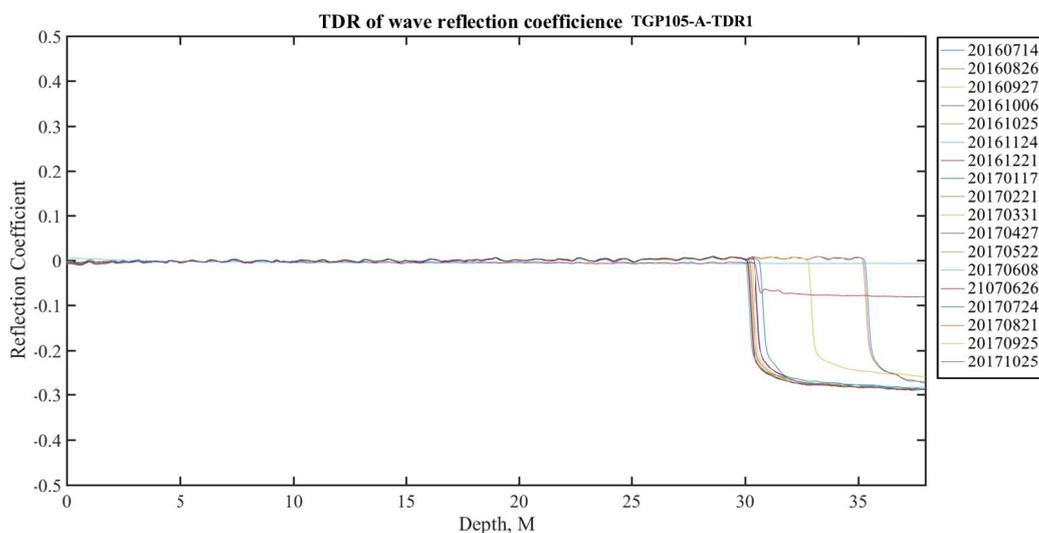


圖 4.19 停機坪 TGP105-A-TDR1 量測結果

(4) 傾度盤

停機坪傾度盤 TGP105-TI1 及 TGP105-TI2 安裝於東側擋牆頂部，歷次量測結果如表 4-5 及圖 4.20。TGP105-TI1 量測結果與 105 年 7 月 26 日初始量測值之 1-3 向相差-82.4 秒，2-4 向相差 163.4 秒；TGP105-TI2 與 105 年 7 月 26 日初始量測值之 1-3 向相差 48 秒，2-4 向相差-36.9 秒，本次量測結果皆小於注意值(412 秒)，判定暫無明顯變位發生。

表 4-5 停機坪傾度盤歷時變化值

工程名稱：		阿里山監測案-停機坪						單位:	秒
傾度盤 編號	測向	初始值(一)	變化值(二)	變化值(三)	變化值(四)	變化值(五)	變化值(六)		
		溫度：17°C	溫度：17°C	溫度：14°C	溫度：10°C	溫度：10°C	溫度：11°C		
		2016/7/26	2016/8/29	2016/9/20	2016/10/3	2016/10/28	2016/11/18		
TGP105-TI1	1-3向	0.0	-23.4	-34.2	-45.0	-118.8	-49.4		
	2-4向	0.0	42.3	85.5	110.7	144.9	93.3		
TGP105-TI2	1-3向	0.0	-23.4	-16.2	-1.8	10.8	15.0		
	2-4向	0.0	-13.5	-11.7	-8.1	-47.7	-49.3		
傾度盤 編號	測向	變化值(七)	變化值(八)	變化值(九)	變化值(十)	變化值(十一)	變化值(十二)		
		溫度：16°C	溫度：10°C	溫度：16°C	溫度：16°C	溫度：09°C	溫度：16°C		
		2016/12/26	2017/1/16	2017/2/20	2017/3/30	2017/4/22	2017/5/22		
TGP105-TI1	1-3向	-57.6	-61.8	-70.0	-78.3	-49.4	-49.4		
	2-4向	76.7	85.0	76.7	43.7	72.6	85.0		
TGP105-TI2	1-3向	31.5	10.9	-1.5	-5.6	10.9	15.0		
	2-4向	-8.0	-8.0	4.4	-36.9	-8.0	-3.9		
傾度盤 編號	測向	變化值(十三)	變化值(十四)	變化值(十五)	變化值(十六)	變化值(十七)	變化值(十八)		
		溫度：17°C	溫度：16°C	溫度：18°C	溫度：16°C	溫度：11°C	溫度：10°C		
		2017/6/9	2017/6/27	2017/7/24	2017/8/21	2017/9/25	2017/10/23		
TGP105-TI1	1-3向	-53.5	-37.0	-41.1	-41.1	-74.1	-82.4		
	2-4向	76.7	64.4	-28.7	101.5	126.3	163.4		
TGP105-TI2	1-3向	2.6	15.0	23.3	56.3	48.0	48.0		
	2-4向	0.3	-32.8	27.4	-12.1	-16.3	-36.9		

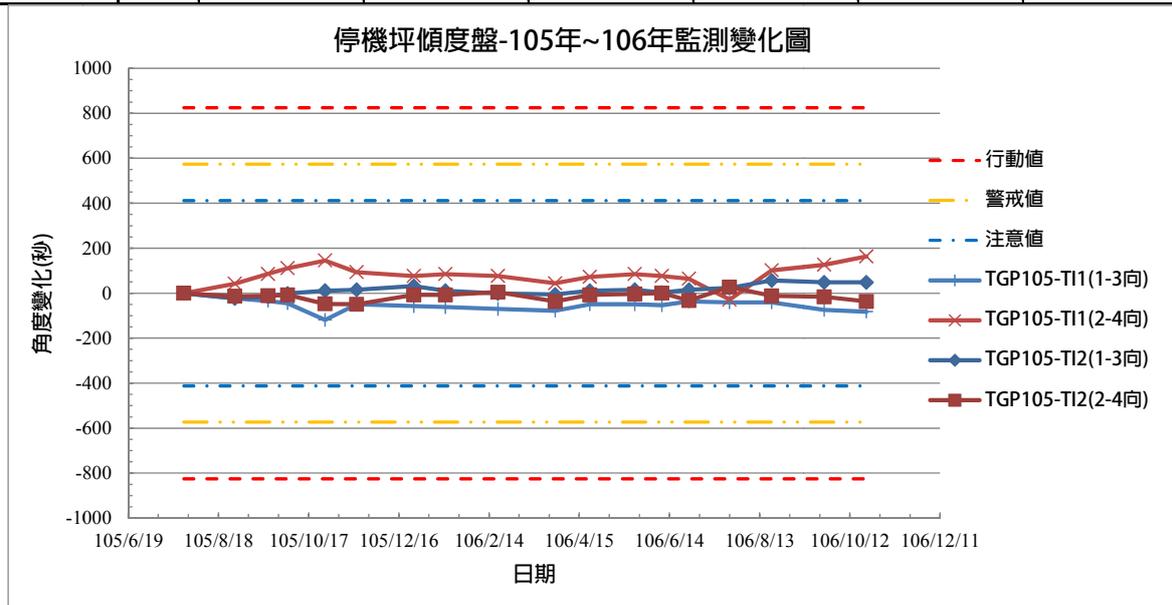


圖 4.20 停機坪傾度盤歷時變化圖

(5) 沉陷點

停機坪沉陷點 SM21~SM28 觀測值如下表所示，本工區歷次變化量皆介於 0mm~5mm 間，皆小於誤差範圍 1cm，目前無明顯變位量發生其歷次沉陷點變化值如圖 4.21。

表 4-6 停機坪沉陷點變化值

工 程 名 稱	阿里山森林遊樂區及奮起湖地區安全監測及林道地錨檢測)委託技術服務案		
承 包 廠 商	兆豐工程技術顧問股份有限公司	天 氣	雨
觀 測 日 期	106/10/23	初值日期	105/7/25
觀測編號	初值高程(m)	量測高程(m)	變化量(mm)
SM21	2478.667	2478.669	2.0
SM22	2478.728	2478.730	2.0
SM23	2478.744	2478.746	2.0
SM24	2478.736	2478.736	0.0
SM25	2478.659	2478.664	5.0
SM26	2478.794	2478.797	3.0
SM27	2478.710	2478.711	1.0
SM28	2478.702	2478.703	1.0
**基準點高程2460.80m			

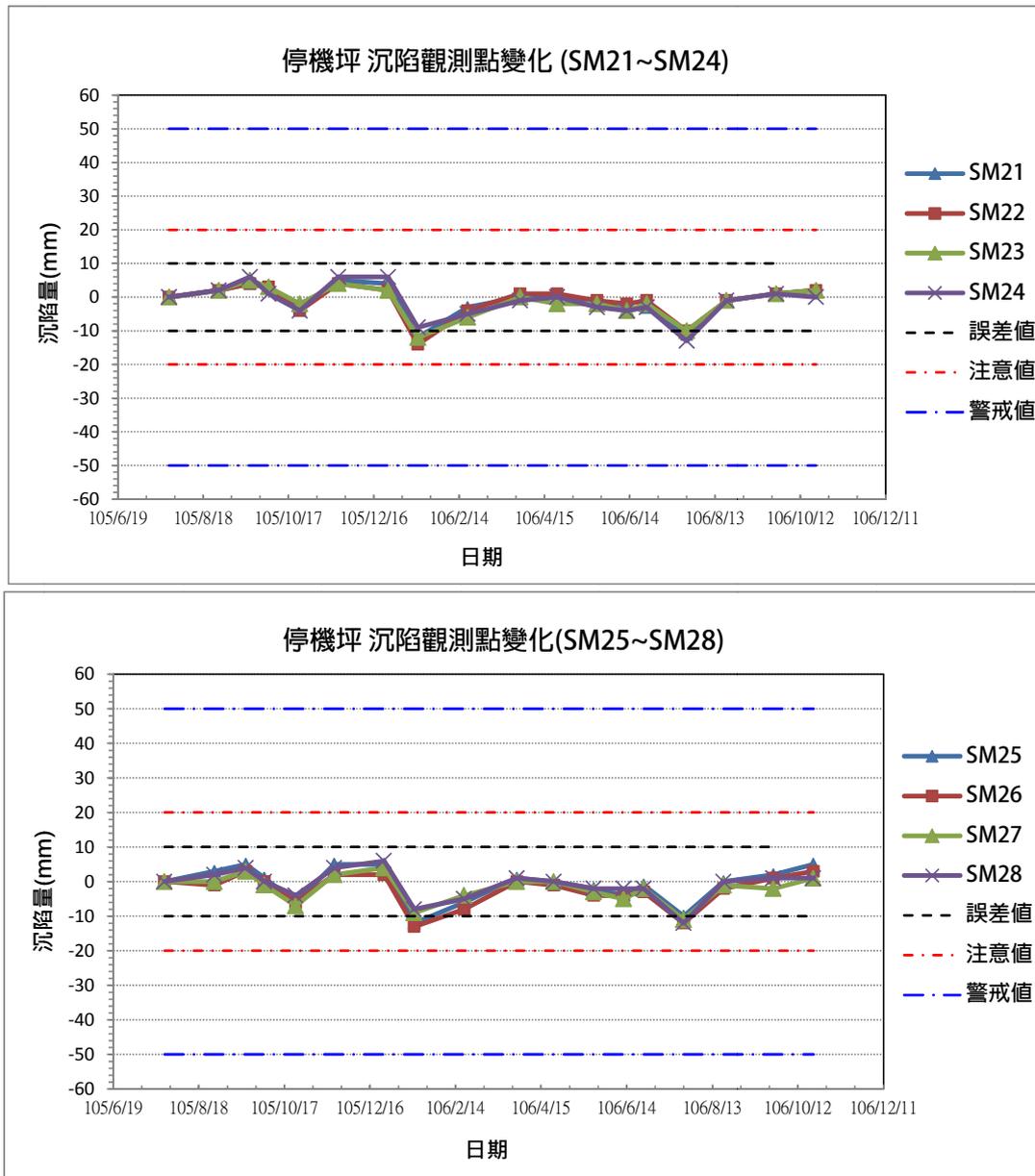


圖 4.21 停機坪沉陷點歷時變化圖

(6) 綜合評估

停機坪工區本期新增之測傾管變位之幅度小，皆未超出儀器可量測之精度，亦無出現明顯滑動面的情況，TDR 地滑計之量測結果亦顯示目前無滑動面生成之跡象，兩者量測結果吻合；安裝於停機坪東側擋牆頂部之傾度盤無明顯變位量發生，沉陷點監測的部分亦無出現大幅度的沉陷量。由祝山停機坪工區自 105 年 7 月迄今之監測記錄顯示，本區常時地下水位約在 18.5m 處，地下水位受豪雨影響水位僅上升約 1m~3m，地下水位變化趨勢不明顯。

整體而言，停機坪工區本期邊坡監測項目之量測值均在安全範圍內，邊坡尚無出現立即滑動徵兆。

### 4.3 阿里山中山村工區

中山村工區因時有居民反應建物門窗開關受阻等疑似建築物不均勻沉陷的現象，故於中山村範圍內佈設安全監測設施以調查是否有深層地滑問題存在；中山村工區監測點位包含 3 處測傾管，2 處地下水位觀測井(安裝自計式水位計監測)，7 處傾度盤，20 處沉陷觀測點；監測點位配置如圖 4.22 所示，監測儀器編號、項目及座標列表如表 4-7。

表 4-7 阿里山中山村工區監測點位座標

編號	鑽孔座標 (TWD97)			深度 (m)	監測儀器項目
	N	E	孔口高程		
CSV105-A-SI1	2600748	229720	2171.22	55	測傾管
CSV105-A-SI2	2600742	229760	2176.55	59	測傾管
CSV105-A-SI3	2600741	229837	2187.28	56	測傾管
CSV105-A-OW1	2600804	229798	2179.74	50	水位井 (自計式水位計)
CSV105-A-OW2	2600707	229748	2176	40	水位井 (自計式水位計)
CSV105-TI1	2600781	229712	-	-	傾度盤
CSV105-TI2	2600747	229710	-	-	傾度盤
CSV105-TI3	2600844	229791	-	-	傾度盤
CSV105-TI4	2600758	229813	-	-	傾度盤
CSV105-TI5	2600711	229814	-	-	傾度盤
CSV106-TI6	2600767	229729			傾度盤
CSV106-TI7	2600739	229725			傾度盤

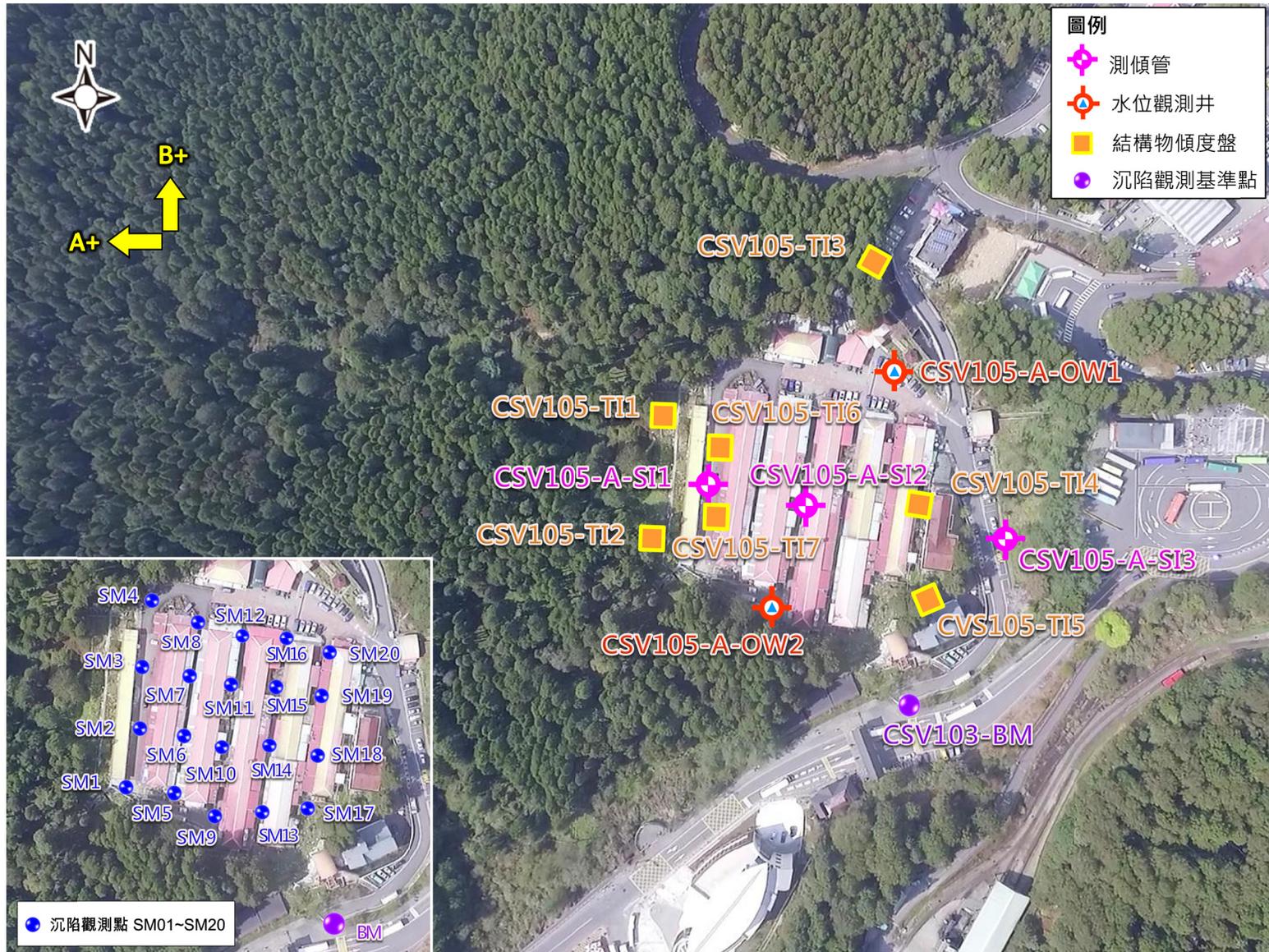


圖 4.22 阿里山中山村監測儀器配置圖

(1) 測傾管

CSV105-A-SI1:

於 A+方向最大累積位移量為 14.8mm，發生於地下 31 公尺處；於 B+方向最大累積位移量為 19.3mm，發生於地下 32.5 公尺處；由岩心可知 CSV105-A-SI1 在 35.6m~36.6m 處為一空洞，由變位線形及位置判定此處應為管材擠壓變形所造成的變位量，非深層地層滑移，近期(106年2月~106年10月)地下31m處並無持續擴大變形的情形。配合地質鑽探及本期監測結果顯示，此處地層材料相當不均勻，深層為疏鬆堆積之崩積層，時有空洞分布，淺層回填材料為粉土夾雜礫石、混凝土塊、木材等，亦無分層夯實，故本區域雖無觀察到深層之地層滑動面，卻仍有局部沉陷的疑慮，造成建築物使用性不佳。



CSV105-A-SI1 鑽探岩心照片(0m~4m)



CSV105-A-SI1 鑽探岩心照片(32m~40m)

**CSV105-A-SI2:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。量測結果於 A 方向最大累積位移量為-2.4mm，發生於地下 3 公尺處；於 B 方向最大累積位移量為-2.5mm，發生於地下 27.5 公尺處，其變位量皆在注意值(5mm/月)內，尚無明顯滑動面出現。

**CSV105-A-SI3:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 1.3mm，發生於地下 26 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-3.1mm，發生於地下 2.5 公尺處，量測變位量皆在注意值(5mm/月)內，尚無明顯滑動面出現。

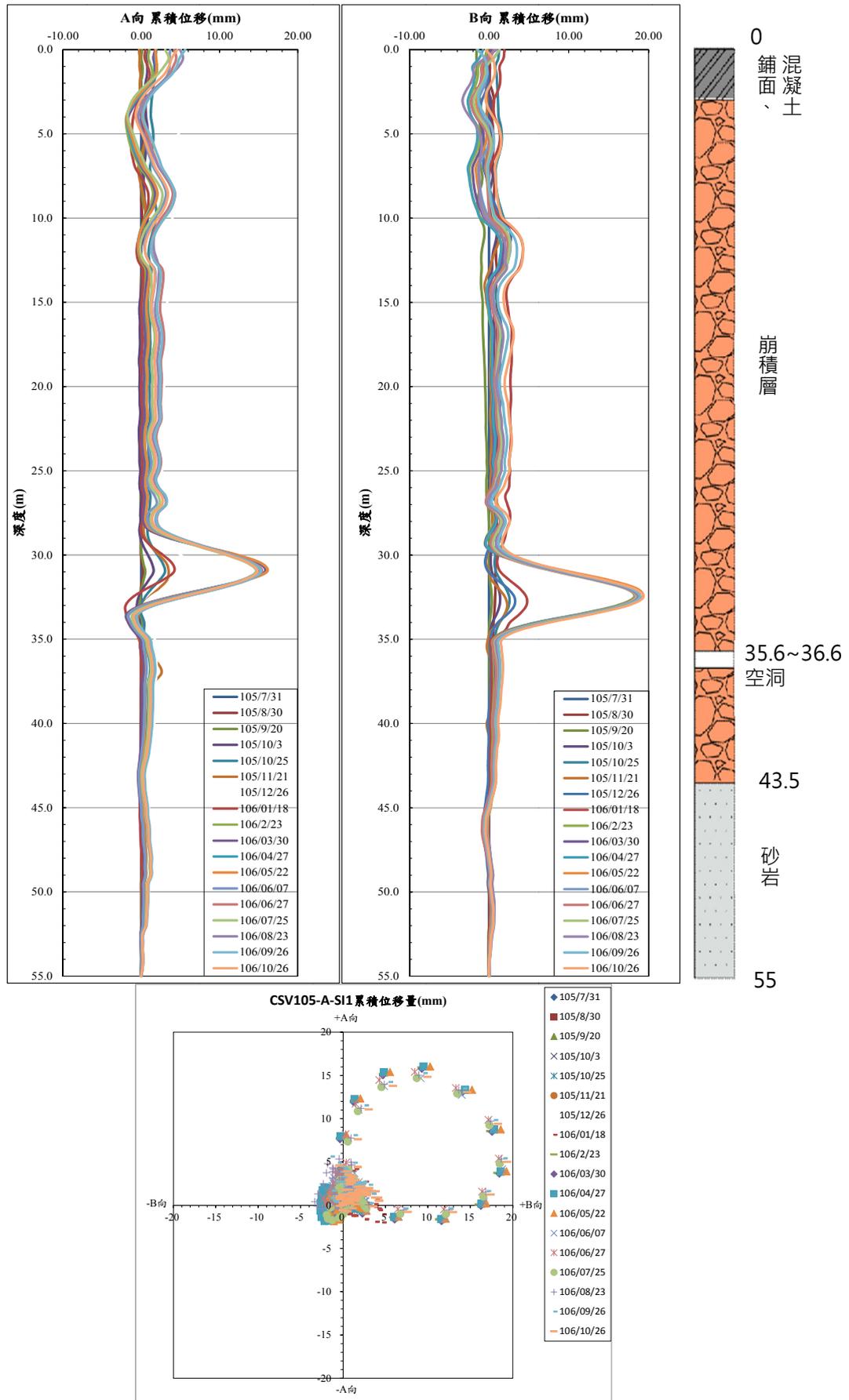


圖 4.23-a 中山村 CSV105-A-S11 A、B 向位移變化圖(a)

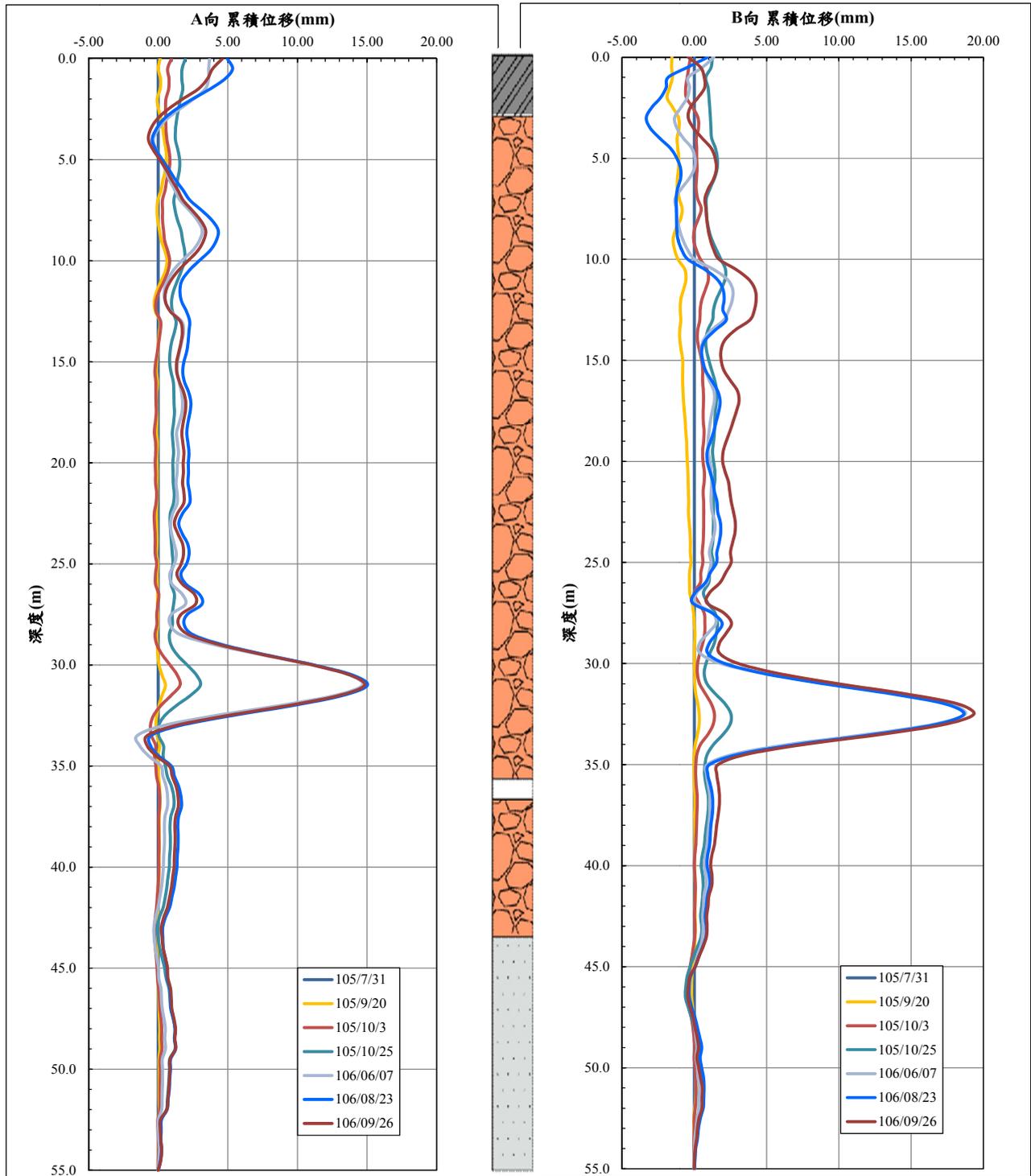


圖 4.23-b 中山村 CSV105-A-S11 A、B 向位移變化圖(b)

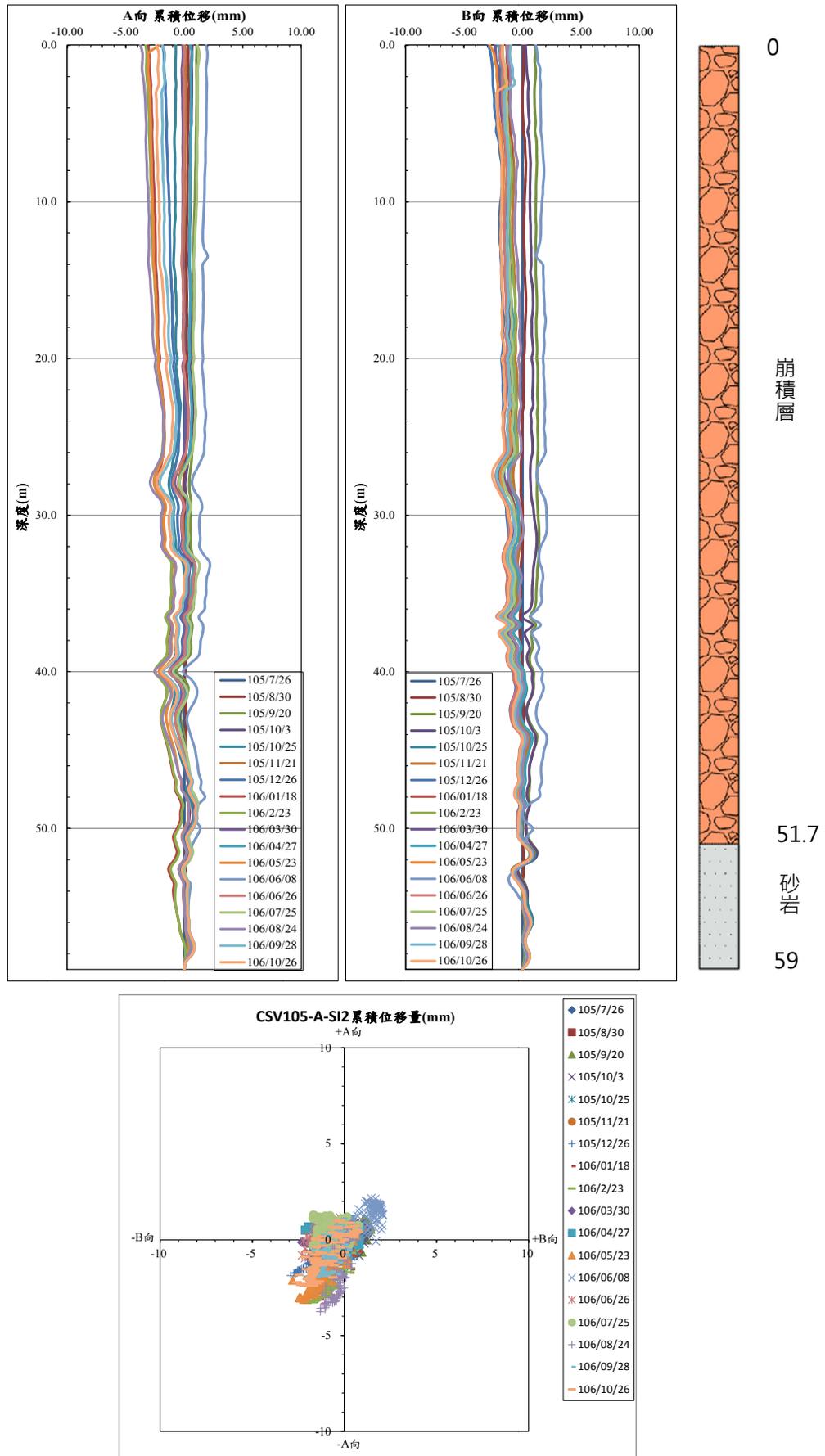


圖 4.24 中山村 CSV105-A-S12 A、B 向位移變化圖

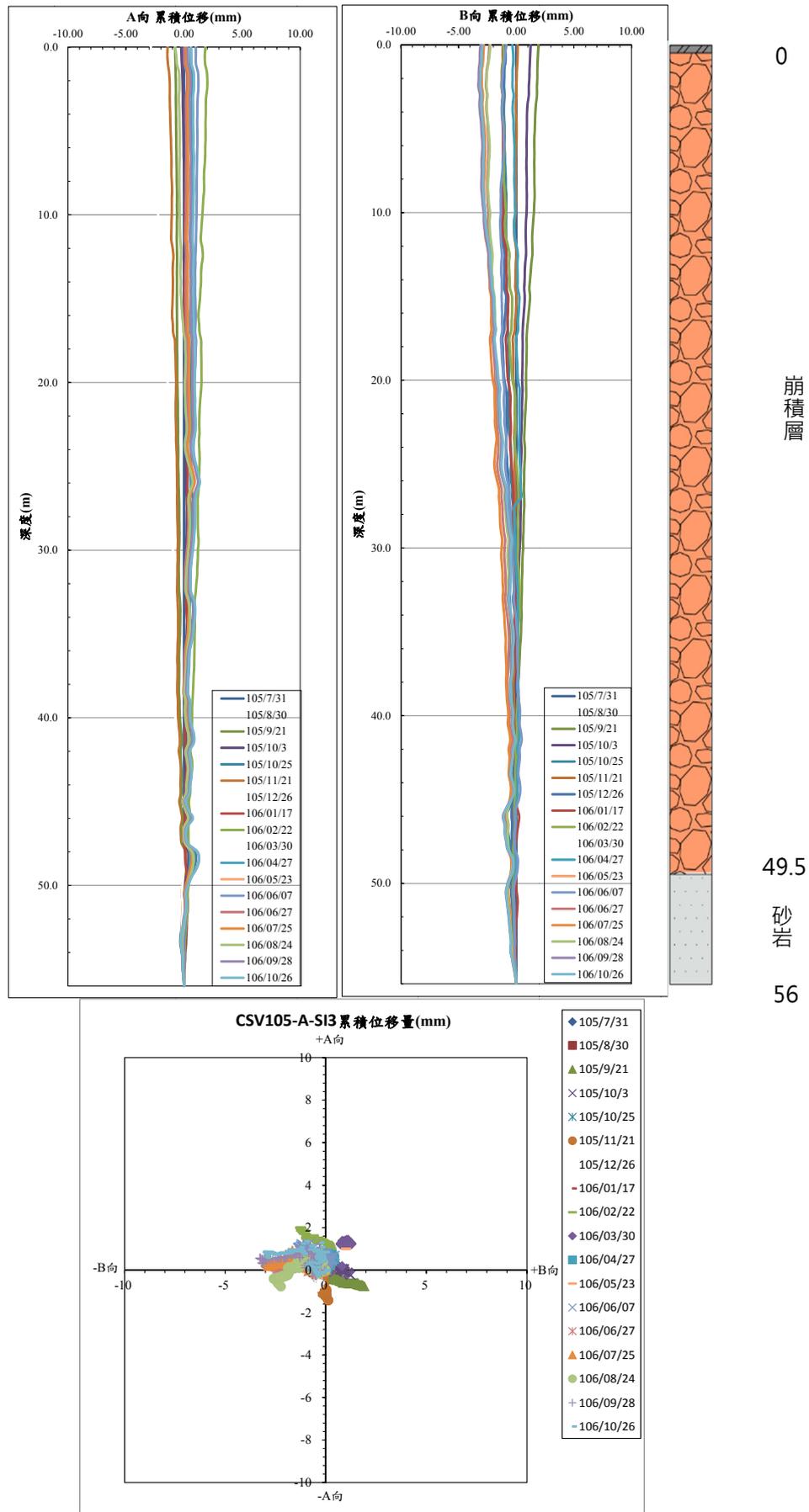


圖 4.25 中山村 CSV105-A-S13 A、B 向位移變化圖

(2) 地下水水位觀測井

中山村地下水水位變化如下圖所示，其詳細說明如下：

**CSV105-A-OW1:**

常時地下水水位位於地表下約 49m，監測期間於 105 年 9 月受莫蘭蒂及梅姬兩颱風影響，累積降雨量約 327mm，地下水水位面上升約 5.5m；於 106 年 6 月梅雨期間，阿里山地區最大累積日降雨量約 622mm，使地下水水位面上升約 6m。

**CSV105-A-OW2:**

常時地下水水位位於地表下約 40m，監測期間於 105 年 9 月受莫蘭蒂及梅姬兩颱風影響，最大累積日降雨量約 327mm，地下水水位面上升約 22m，於 106 年 6 月梅雨期間，阿里山地區最大累積日降雨量約 622mm，地下水水位面上升約 20m。

由本期監測及地質調查結果可知，中山村工區常時地下水水位偏低，且表土層由疏鬆之厚崩積層所組成，而 CSV105-A-OW2 設置位置較接近中山村外側坑溝，故推測受地勢及覆土材料影響，於強降雨時地下水水流易匯集於此，造成地下水水位隨降雨量出現明顯增高的情況。

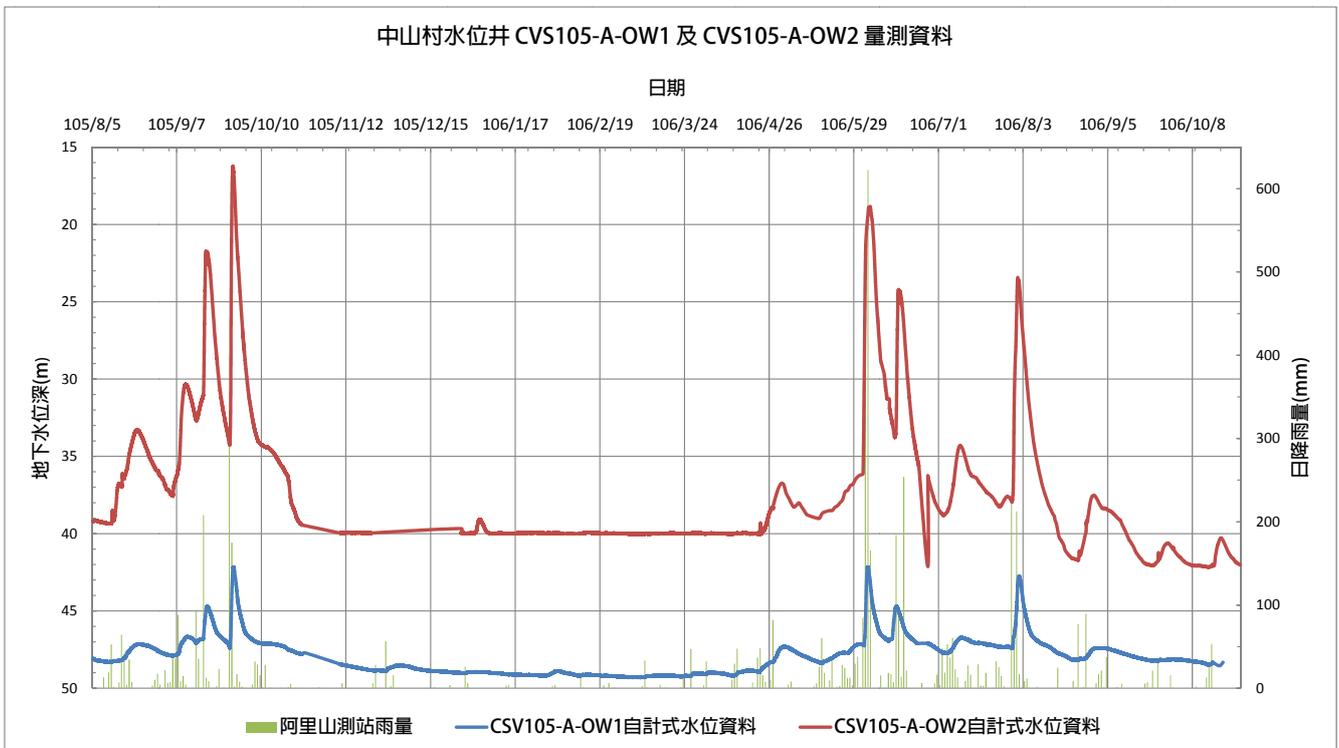


圖 4.26 中山村地下水水位量測變化圖

### (3) 傾度盤

中山村傾度盤 CSV105-TI1~ CSV105-TI7 量測結果如下表，詳細量測結果敘述如下：

#### **CSV105-TI1:**

本次量測結果與 105 年 7 月 26 日初始量測值相比，1-3 向相差 111.5 秒，2-4 向相差 54.7 秒，傾斜量小於注意值(412 秒)，判定暫無明顯傾斜情形發生。

#### **CSV105-TI2:**

本次量測結果與 105 年 7 月 26 日初始量測值相比，1-3 向相差-23.9 秒，2-4 向相差 11.4 秒，傾斜量小於注意值(412 秒)，判定暫無明顯傾斜情形發生。

#### **CSV105-TI3:**

本次量測結果與 105 年 7 月 26 日初始量測值相比，1-3 向相差 80.6 秒，2-4 向相差-48.7 秒，傾斜量小於注意值(412 秒)，判定暫無明顯傾斜情形發生。

#### **CSV105-TI4:**

本次量測結果與 105 年 7 月 26 日初始量測值相比，1-3 向相差 55.2 秒，2-4 向相-4.6 秒，傾斜量小於注意值(412 秒)，判定暫無明顯傾斜情形發生。

#### **CSV105-TI5:**

本次量測結果與 105 年 7 月 26 日初始量測值相比，1-3 向相差-12 秒，2-4 向相差-60.5 秒，傾斜量小於注意值(412 秒)，判定暫無明顯傾斜情形發生。

#### **CSV105-TI6~ CSV105-TI7:**

由於中山村居民反應第五棟(即最接近下邊坡處)房屋持續變形，建物前方地面亦有下陷情形，依照第二次工作會議之結論，已於 5/10 會同阿里山工作站及治山課至中山村第五棟(經訪查為 48 號、51 號兩處房舍)安裝結構物傾度盤，編號為 CSV105-TI6 及 CSV105-TI7，於 106 年 5 月 10 日量測初始值，106 年 10 月本月份定期量測時 CSV105-TI6 於 B 向發生 53.6 秒之角變量。傾斜量皆小於注意值(412 秒)，暫無明顯傾斜情形發生，由於量測時間尚短(約 5 個月)，建議後續持續監測。

表 4-8 中山村傾度盤歷時變化值

工程名稱：		阿里山監測案-中山村				單位：	秒
傾度盤 編號	測向	初始值(一)	變化值(二)	變化值(三)	變化值(四)	變化值(五)	變化值(六)
		溫度：21°C	溫度：16°C	溫度：14°C	溫度：19°C	溫度：27°C	溫度：20°C
		2016/7/26	2016/8/30	2016/9/20	2016/10/3	2016/10/27	2016/11/18
CSV105-TI1	1-3向	0.0	9.0	14.4	46.8	86.4	33.2
	2-4向	0.0	39.6	46.8	54.0	93.6	30.0
CSV105-TI2	1-3向	0.0	16.2	34.2	23.4	72.0	-7.4
	2-4向	0.0	5.4	1.8	3.6	25.2	-5.1
CSV105-TI3	1-3向	0.0	28.8	37.8	36.0	55.8	26.9
	2-4向	0.0	108.0	-21.6	-30.6	7.2	-44.5
CSV105-TI4	1-3向	0.0	-5.4	-1.8	12.6	-18.0	1.6
	2-4向	0.0	0.0	-1.8	-16.2	3.6	-25.2
CSV105-TI5	1-3向	0.0	30.6	25.2	27.0	12.6	29.3
	2-4向	0.0	0.0	0.0	3.6	-14.4	-11.0
傾度盤 編號	測向	變化值(七)	變化值(八)	變化值(九)	變化值(十)	變化值(十一)	變化值(十二)
		溫度：9°C	溫度：8°C	溫度：7°C	溫度：12°C	溫度：11°C	溫度：15°C
		2016/12/26	2017/1/18	2017/2/23	2017/3/29	2017/4/27	2017/5/22
CSV105-TI1	1-3向	12.5	-32.8	16.7	8.4	16.7	-20.5
	2-4向	54.7	67.1	96.0	58.8	17.6	30.0
CSV105-TI2	1-3向	-48.6	-52.8	-23.9	-48.6	-65.1	-56.9
	2-4向	-5.1	3.1	36.1	3.1	7.3	-58.7
CSV105-TI3	1-3向	26.9	39.3	43.4	43.4	39.3	51.7
	2-4向	-48.7	-40.4	-40.4	-56.9	-56.9	-52.8
CSV105-TI4	1-3向	-10.8	-10.8	1.6	9.8	13.9	30.4
	2-4向	-8.7	-0.5	-0.5	-17.0	3.6	-17.0
CSV105-TI5	1-3向	29.3	21.0	37.6	33.4	37.6	45.8
	2-4向	-2.8	-15.2	5.5	-6.9	-6.9	-11.0
傾度盤 編號	測向	變化值(十三)	變化值(十四)	變化值(十五)	變化值(十六)	變化值(十七)	變化值(十八)
		溫度：22°C	溫度：16°C	溫度：15°C	溫度：13°C	溫度：13°C	溫度：10°C
		2017/6/8	2017/6/27	2017/7/25	2017/8/24	2017/9/28	2017/10/26
CSV105-TI1	1-3向	-53.5	115.7	74.4	86.8	99.2	111.5
	2-4向	-64.9	170.2	87.7	108.3	30.0	54.7
CSV105-TI2	1-3向	-36.3	46.3	17.4	-48.6	-36.3	-23.9
	2-4向	-5.1	7.3	11.4	11.4	-17.5	11.4
CSV105-TI3	1-3向	51.7	64.1	35.2	97.1	43.4	80.6
	2-4向	-77.5	-48.7	-52.8	-114.7	-52.8	-48.7
CSV105-TI4	1-3向	34.6	42.8	34.6	5.7	30.4	55.2
	2-4向	-8.7	-29.4	-8.7	-0.5	-8.7	-4.6
CSV105-TI5	1-3向	54.1	49.9	70.6	87.1	70.6	-12.0
	2-4向	-6.9	-11.0	-23.4	-35.8	-11.0	-60.5
工程名稱：		阿里山監測案-中山村				單位：	秒
傾度盤 編號	測向	初始值(一)	變化值(二)	變化值(三)	變化值(四)	變化值(五)	變化值(六)
		溫度：15°C	溫度：15°C	溫度：16°C	溫度：16°C	溫度：15°C	溫度：13°C
		2017/5/10	2017/5/22	2017/6/7	2017/6/28	2017/7/25	2017/8/24
CSV106-TI6	1-3向	0.0	12.4	33.0	33.0	-16.5	41.3
	2-4向	0.0	-4.1	4.1	4.1	132.0	12.4
CSV106-TI7	1-3向	0.0	8.3	12.4	-4.1	0.0	0.0
	2-4向	0.0	0.0	-4.1	20.6	16.5	0.0
傾度盤 編號	測向	變化值(七)	變化值(八)				
		溫度：13°C	溫度：10°C				
		2017/9/28	2017/10/26				
CSV106-TI6	1-3向	33.0	49.5				
	2-4向	20.6	53.6				
CSV106-TI7	1-3向	-4.1	4.1				
	2-4向	-8.3	12.4				

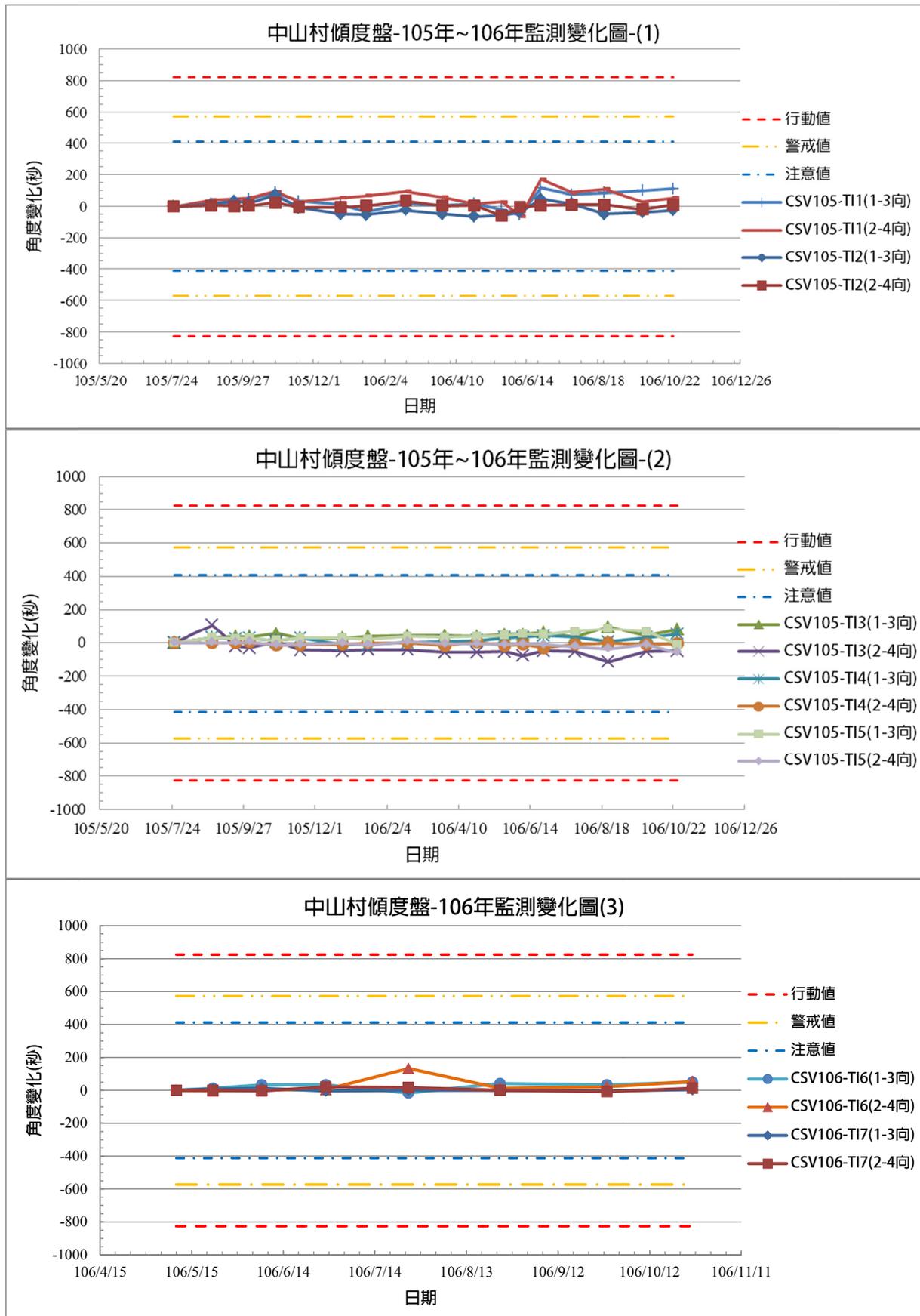


圖 4.27 中山村傾度盤歷時變化圖

(4) 沉陷點

中山村沉陷點觀測值如表 4-9 及圖 4.28~4.29 所示，106 年 6 月梅雨後增測時遇中山村走道鋪面翻修，故 6 月份無量測本區沉陷量，鋪面施工完成後已重新安裝部分遺失之沉陷釘並重新訂定初始值。

歷次量測顯示 SM1~SM8 有沉陷趨勢，沉陷量已超出誤差範圍且接近注意值，由本期新設測傾管 CVS105-A-SI1 之監測結果顯示，該區無深層滑動面出現，地表處有 S 型變位曲線出現，與沉陷點 SM1~SM4 量測結果符合；其餘各點變化量較小，無明顯沉陷發生。

表 4-9 中山村沉陷點變化值

工 程 名 稱	阿里山森林遊樂區及奮起湖地區安全監測及林道地錨檢測委託技術服務案			
承 包 廠 商	兆豐工程技術顧問股份有限公司		天氣	雨
觀 測 日 期	106/10/26		初值日期	106/6/28
觀測編號	初值高程(m)	量測高程(m)	變化量(mm)	106/5/25
SM1	2165.944	2165.936	-17.0	-9.0
SM2	2165.998	2165.989	-18.0	-9.0
SM3	2166.041	2166.036	-18.0	-13.0
SM4	2169.074	2169.066	-19.0	-11.0
SM5	2168.882	2168.870	-19.0	-7.0
SM6	2168.912	2168.901	-17.0	-6.0
SM7	2168.954	2168.945	-19.0	-10.0
SM8	2173.392	2173.385	-16.0	-9.0
SM9	2171.182	2171.175	-4.0	3.0
SM10	2171.238	2171.228	-10.0	0.0
SM11	2171.329	2171.317	-15.0	-3.0
SM12	2173.640	2173.627	-14.0	-1.0
SM13	2173.840	2173.844	-4.0	-8.0
SM14	2174.017	2174.021	-5.0	-9.0
SM15	2174.069	2174.070	-8.0	-9.0
SM16	2174.066	2174.070	-7.0	-11.0
SM17	2175.936	2175.935	-9.0	-8.0
SM18	2175.922	2175.921	-10.0	-9.0
SM19	2175.890	2175.893	-4.0	-7.0
SM20	2175.809	2175.805	-10.0	-6.0
**基準點高程2191.425m				

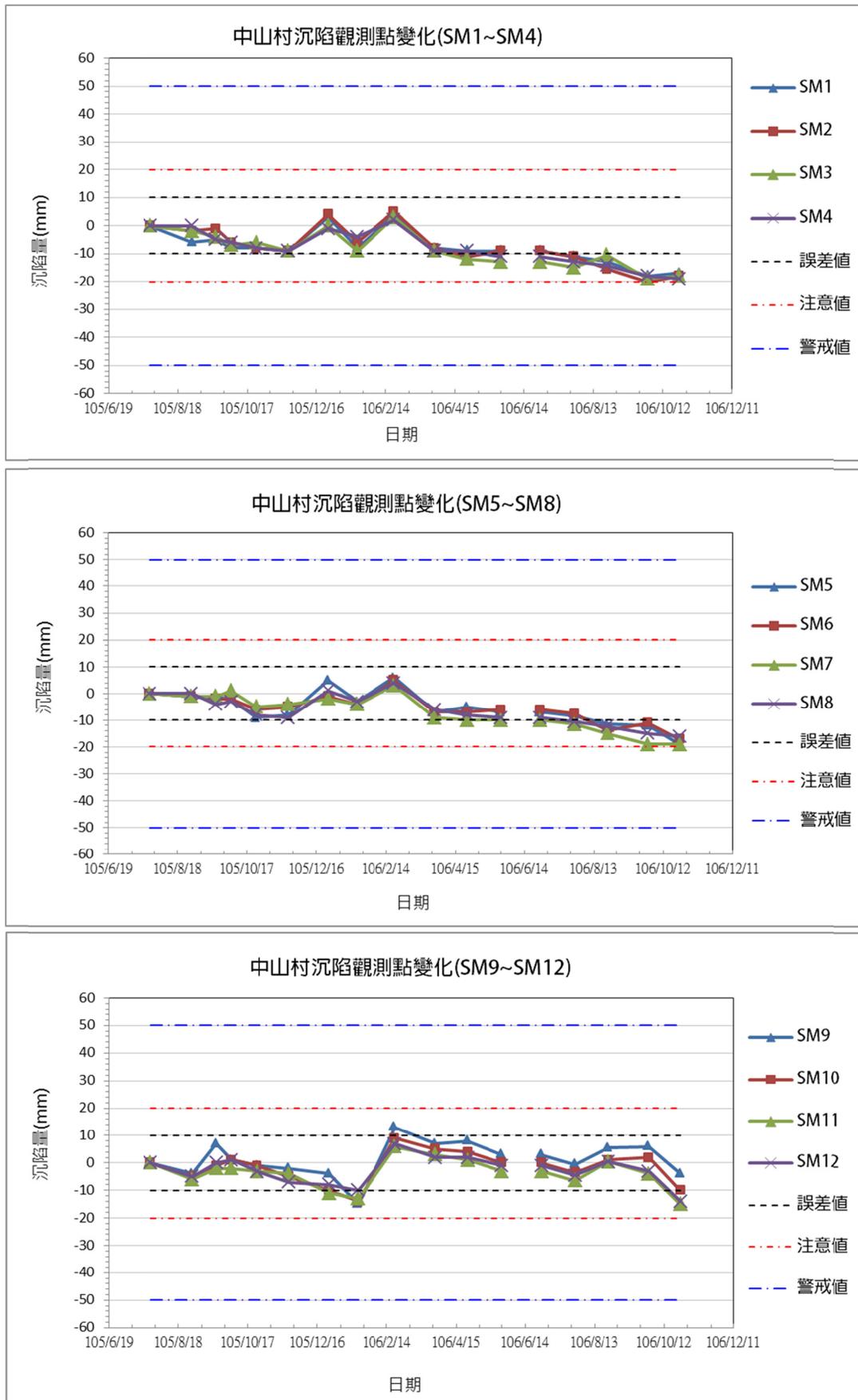


圖 4.28 中山村 SM1~SM12 沉陷點變化圖

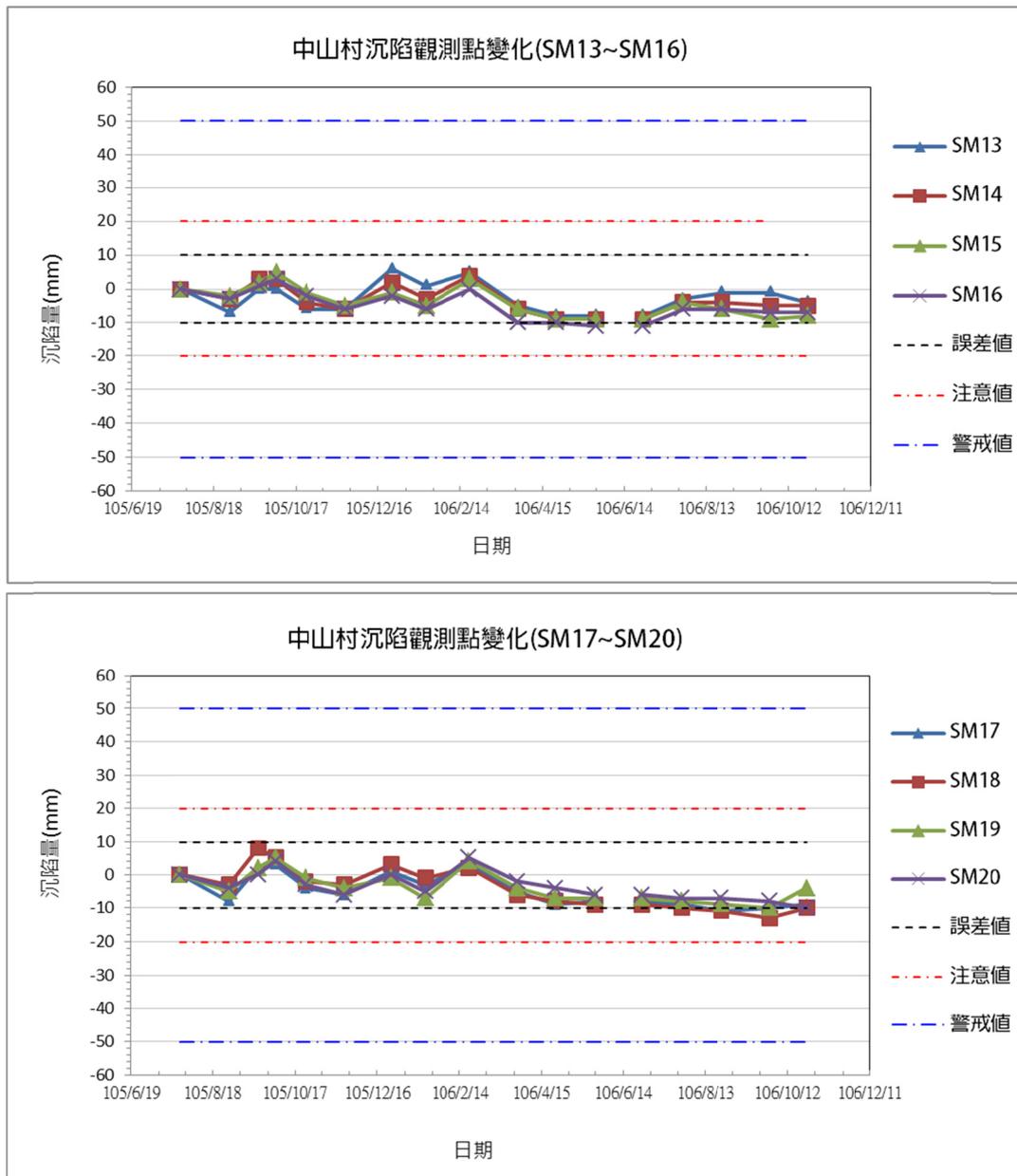


圖 4.29 中山村 SM13~SM20 沉陷點變化圖

(5) 綜合評估

本工區之測傾管及傾度盤變位量皆尚未超出注意值，配合地質鑽探及本期監測結果顯示，此處覆蓋層材料相當不均勻，深層為疏鬆堆積之崩積層，時有空洞分布，淺層回填材料為粉土夾雜礫石、混凝土塊、木材等，故本區域雖暫無觀察到深層之地層滑動面，卻仍有局部沉陷的疑慮，造成建築物使用性不佳，後續應朝局部不均勻沉陷及地層空洞填補等方向進行處理。中山村工區常時地下水位偏低，約在地下 39m~49m 間，由於表土為疏鬆之厚崩積層，且 CSV105-A-OW2 設置位置較接近中山村外側坑溝，故推測受地勢及覆土材料影響，於強降雨時地下水流易匯集於此，造成地下水位隨降雨量出現明顯升降的情形。

### 4.4 奮起湖工作站工區

奮起湖工作站於莫拉克風災時發生嚴重土石崩落地災情，造成 169 縣道交通中斷並危及工作站及苗圃安全，為防止二次災害，於災後復建工作完成後，於本區域進行地質調查工作，並於奮起湖工作站周邊佈設安全監測儀器，以持續觀測是否有地層滑動情形發生，工作站周邊監測儀器包含 8 處測傾管、2 處 TDR 地滑計、7 處地下水位觀測井(其中工作站後方之平台上水位井 FCH100-B-OW-1 及 FCH100-B-OW-2 本期使用自計式水位計進行監測)，4 處傾度盤，7 處沉陷觀測點。奮起湖工作站監測儀器配置如圖 4.30~圖 4.31 所示，監測儀器編號、項目及座標列表如表 4-10(a)(b)。

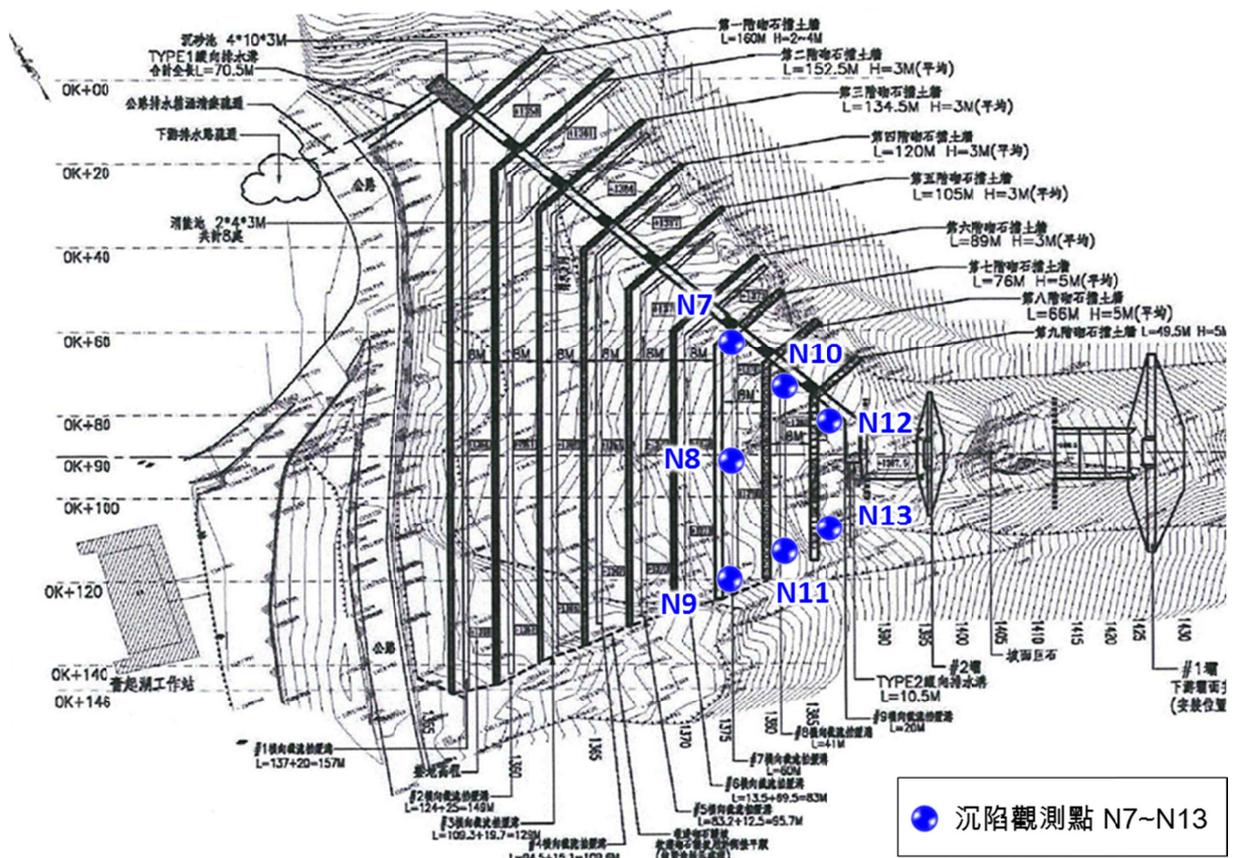


圖 4.30 奮起湖工作站沉陷觀測點配置圖

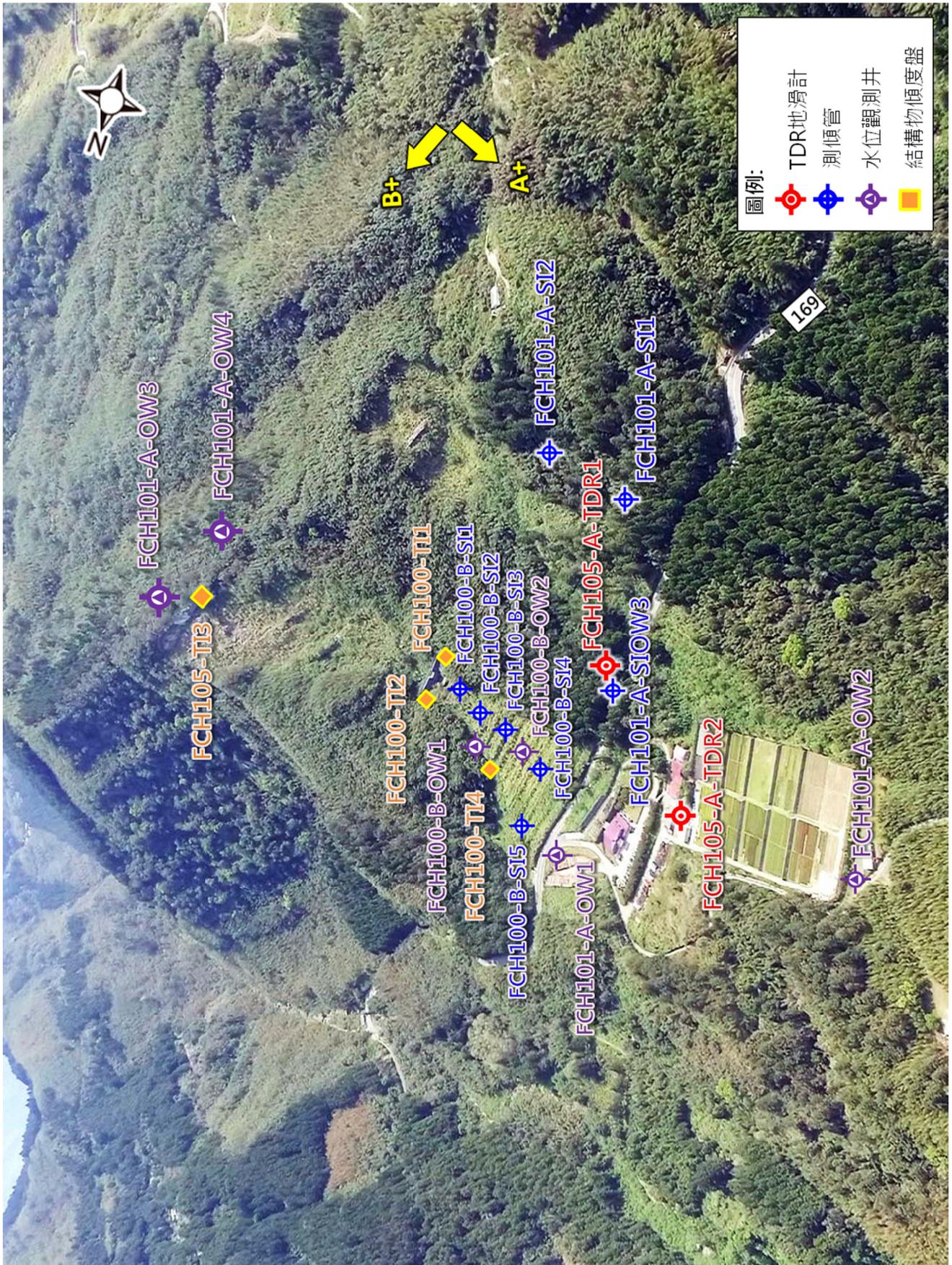


圖 4.31 奮起湖工作站監測儀器配置圖

表 4-10 奮起湖工作站工區監測點位座標列表

(a) 奮起湖工作站周邊監測點位

編號	鑽孔座標 (TWD97)			深度 (m)	監測儀器項目
	N	E	孔口高程		
FCH101-A-OW1	2599068	219393	1344	62	水位井
FCH101-A-OW2	2598925	219137	1317	80	水位井
FCH101-A-SIOW3	2598909	219360	1350	55	測傾管兼水位井
FCH101-A-SI1	2598755	219368	1371	30	測傾管
FCH101-A-SI2	2598797	219454	1395	30	測傾管
FCH101-A-OW3	2599045	219829	1612.9	20.25	水位井
FCH101-A-OW4	2598959	219855	1598	25.66	水位井
FCH105-TI3	2598982	219722	-	-	傾度盤
FCH105-A-TDR1	2598914	219359	1354.62	115	TDR 地滑計
FCH105-A-TDR2	2598956	219281	1335.74	105	TDR 地滑計
FCH105-BM1	2597799	219021	1367.73	-	沉陷觀測基準點

(b) 奮起湖工作站階梯平台上監測點位

編號	座標 (TWD97)			深度 (m)	監測儀器項目	備註說明	
	N	E	孔口高程			平台階數	位置
FCH100-B-SI5	2599062	219447	1365	30	測傾管	第四階	平台左側
FCH100-B-SI4	2599000	219424	1367	30	測傾管	第五階	平台中間
FCH100-B-OW2	2598997	219434	1371	30	水位井	第六階	平台中間/自計式水位計
FCH100-B-SI3	2598997	219449	1392	30	測傾管	第八階	平台中間
N7	2598919.24	219657.15	1376.85	-	沉陷點	第八階	平台左側
N8	2598897.41	219643.26	1377.61	-	沉陷點	第八階	平台中間
N9	2598876.95	219629.89	1377.73	-	沉陷點	第八階	平台右側
FCH100-TI4	2599019	2599019	-	-	傾度盤	第八階	排水溝側面，平台左側
N10	2598909.16	219659.20	1381.85	-	沉陷點	第九階	平台左側
N11	2598882.12	219643.94	1382.07	-	沉陷點	第九階	平台右側
N12	2598895.20	219660.61	1386.24	-	沉陷點	第十階	平台左側
N13	2598878.52	219651.68	1386.72	-	沉陷點	第十階	平台右側
FCH100-B-OW1	2598966	219480	1390	30	水位井	第十一階	平台左側過排水溝，爬固定的梯子上
FCH100-B-SI2	2598972	219475	1365	40	測傾管	第十一階	右側坡面爬繩子上去
FCH100-B-SI1	2598998	219368	1399	40	測傾管	第十二階	靠近右側防砂壩
FCH100-TI1	2598960	219515	-	-	傾度盤	攔石壩	攔石壩右側
FCH100-TI2	2598979	219520	-	-	傾度盤	攔石壩	攔石壩左側

## (1) 測傾管

奮起湖工作站工區本期測傾管量測結果皆無超過警戒值(5mm/月)，比對數月量測數據可知，各孔位之變位量數值皆在誤差範圍內正負擺盪情形，由於截至 106 年 10 月底量測為止，各孔位之最大累積位移速率尚未超過警戒值，本工區暫無地滑情形發生，與鄰近 TDR 地滑計本月量測結果相符，各測傾管變位說明如下：

### **FCH101-A-SIOW3:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 5.2mm，發生於孔口；於 B 向最大累積位移量為-5.7mm，發生於地下 46.5 公尺處。經由本期地質鑽探可知 FCH101-A-SIOW3 孔底未入岩，全孔埋設於崩積層內。

### **FCH101-A-SI1:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為-1.2mm，發生於地下 2.5 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-1.3mm，發生於地下 2.5 公尺處。

### **FCH101-A-SI2:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為-1.6mm，發生於地下 0.5 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-4.8mm，發生於地下 1 公尺處。經由地質鑽探資料可知 FCH101-A-SI2 孔底未入岩，全孔埋設於崩積層內。

### **FCH100-B-SI1:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 方向最大累積位移量為-3.6mm，發生於地下 2 公尺處；於 B 方向最大累積位移量為-1.2mm，發生於地下 2 公尺處。

### **FCH100-B-SI2:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 1.7mm，於

B 向最大累積位移量為 1.1mm，皆發生於孔口。

#### **FCH100-B-SI3:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A+方向最大累積位移量為 2.7mm，發生於孔口；於 B+方向最大累積位移量為 0.4mm，發生於地下 16 公尺處。

#### **FCH100-B-SI4:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A+方向最大累積位移量為 0.7mm，發生於地下 1.5 公尺處；於 B+方向最大累積位移量為 0.8mm，發生於地下 21 公尺處。

#### **FCH100-B-SI5:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 2.9mm，發生於地下 1 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-1.9mm，發生於地下 4.5 公尺處。

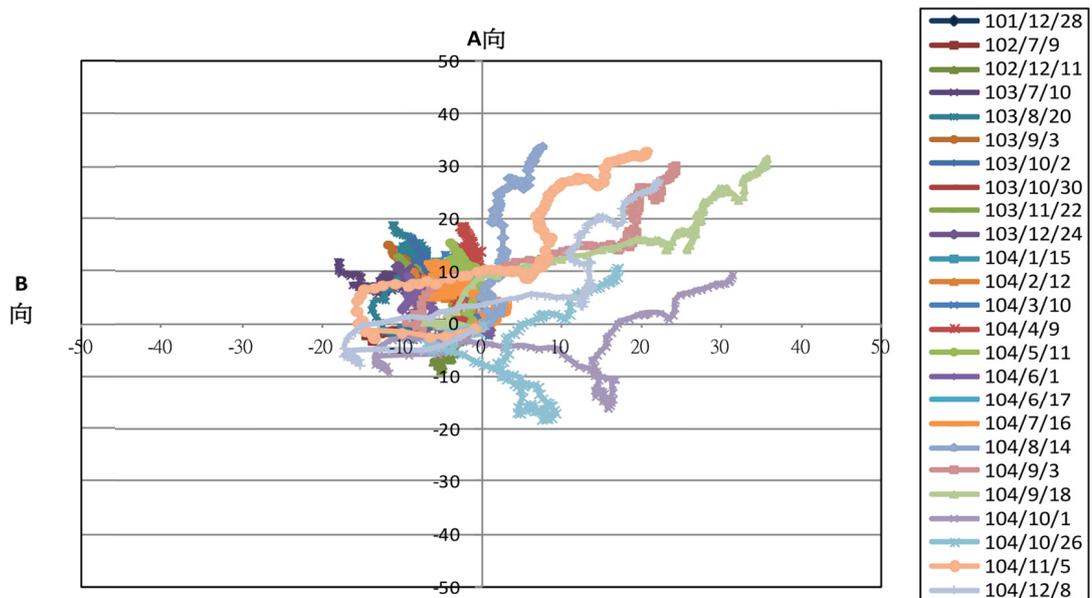
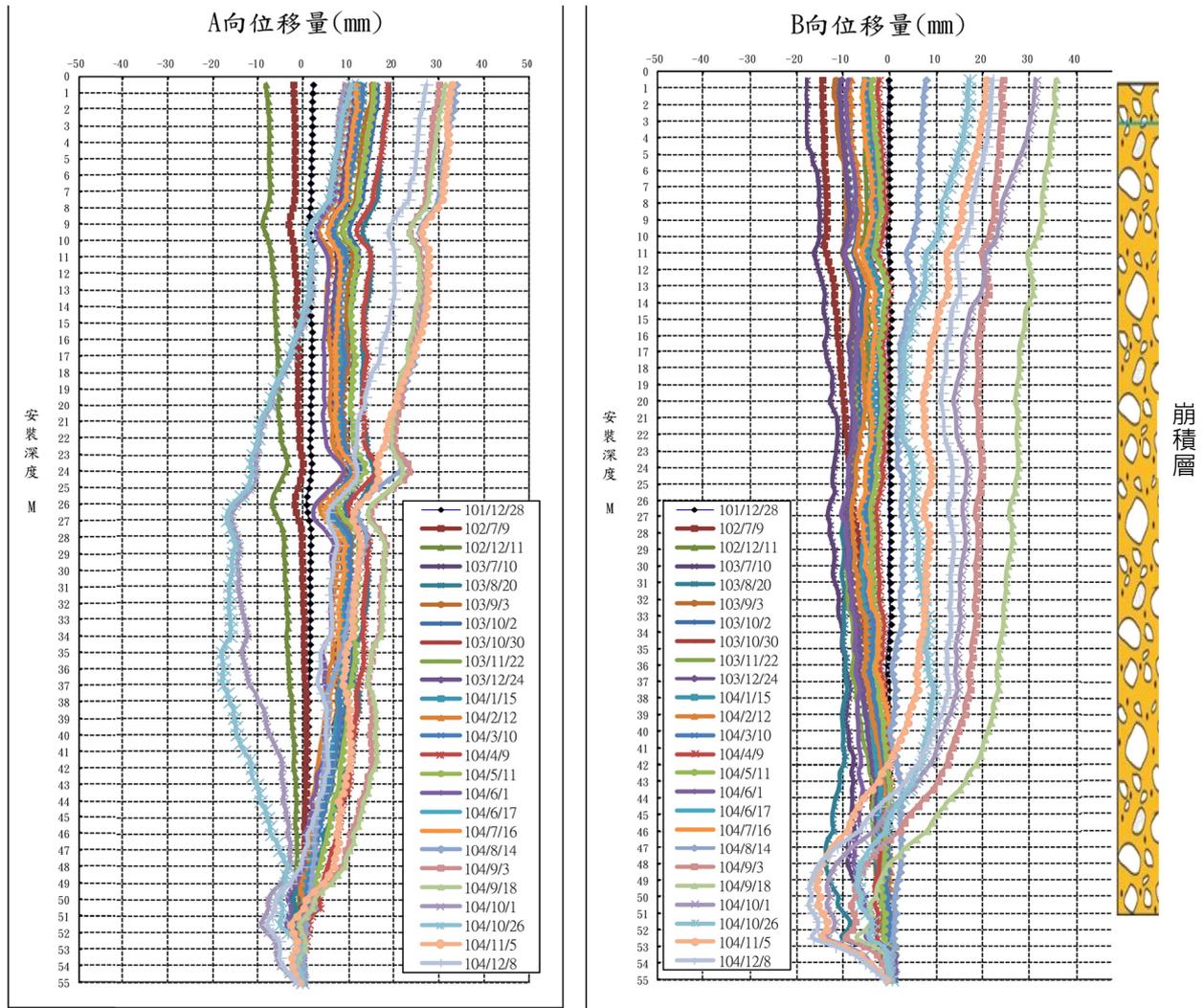


圖 4.32 奮起湖工作站 FCH101-A-S10W3 前期監測資料

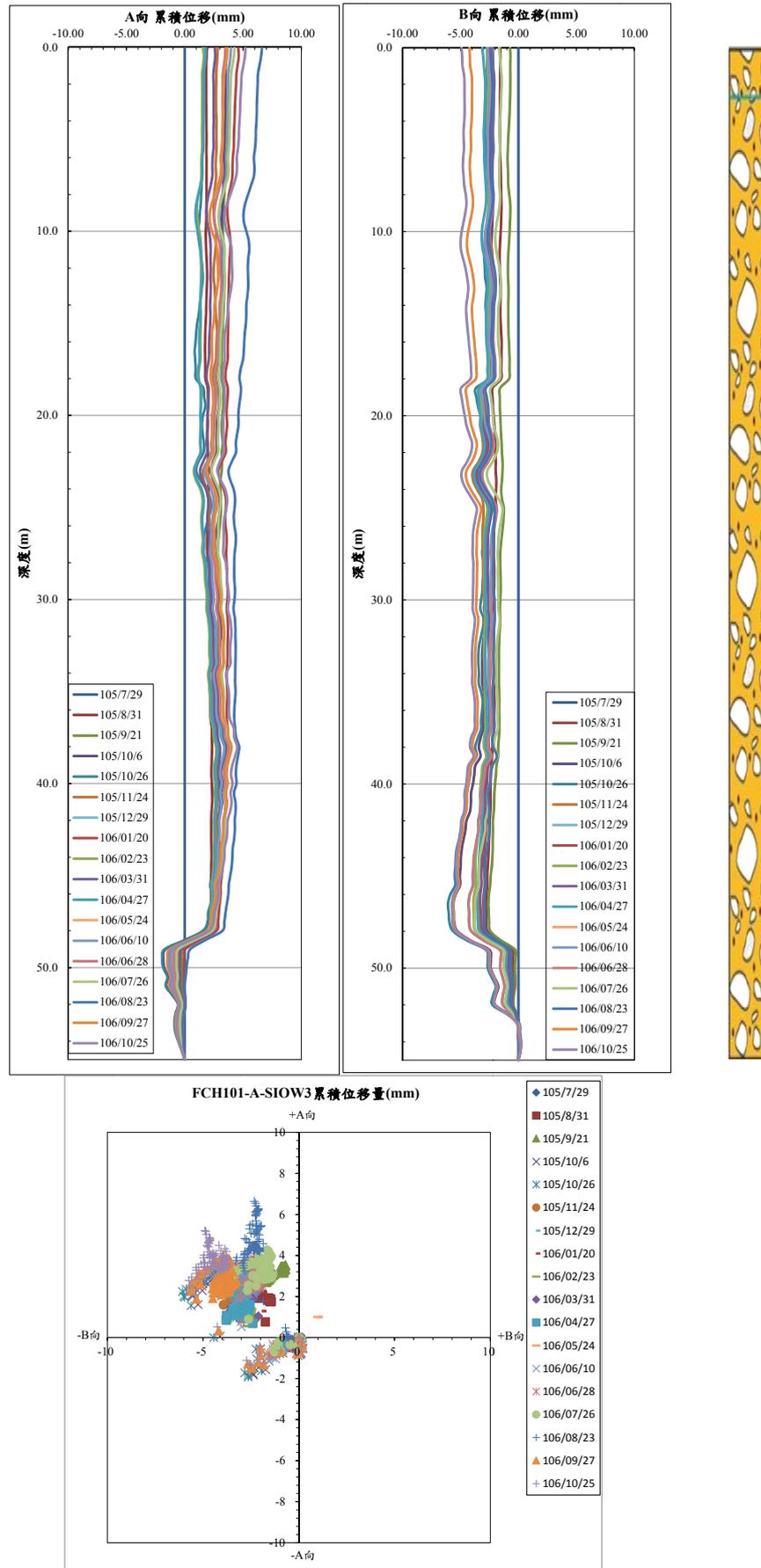


圖 4.33 奮起湖工作站 FCH101-A-S10W3 位移變化圖

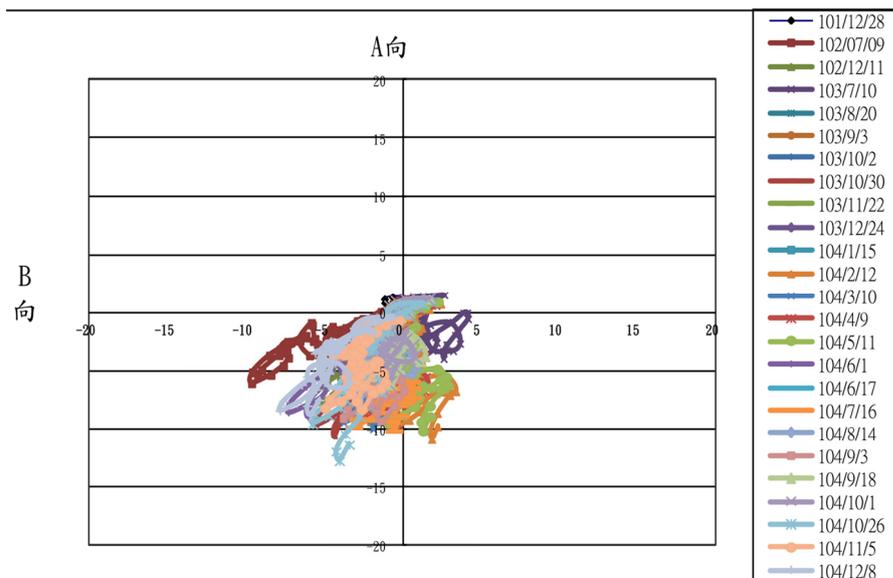
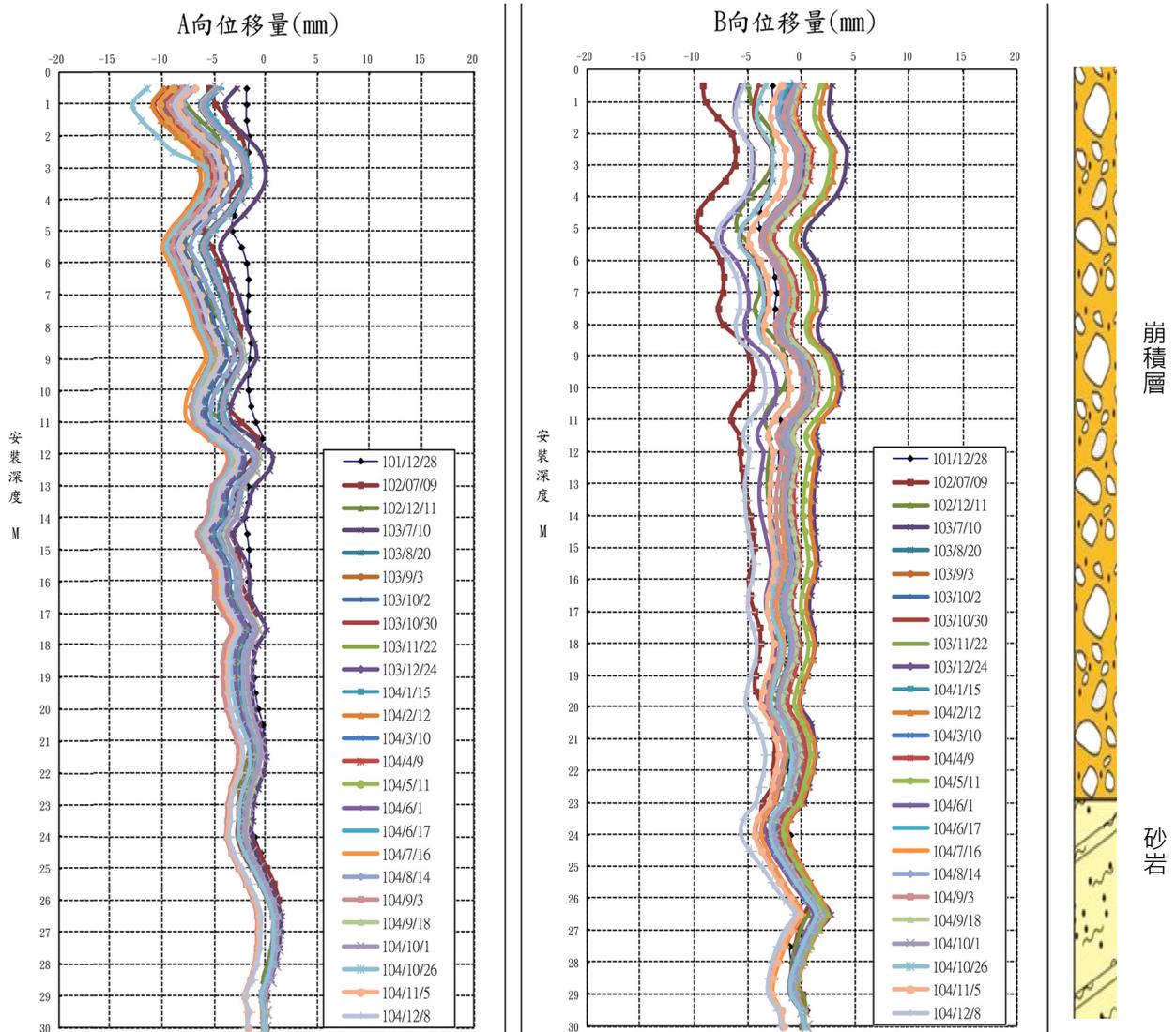


圖 4.34 奮起湖工作站 FCH101-A-S11 前期監測資料

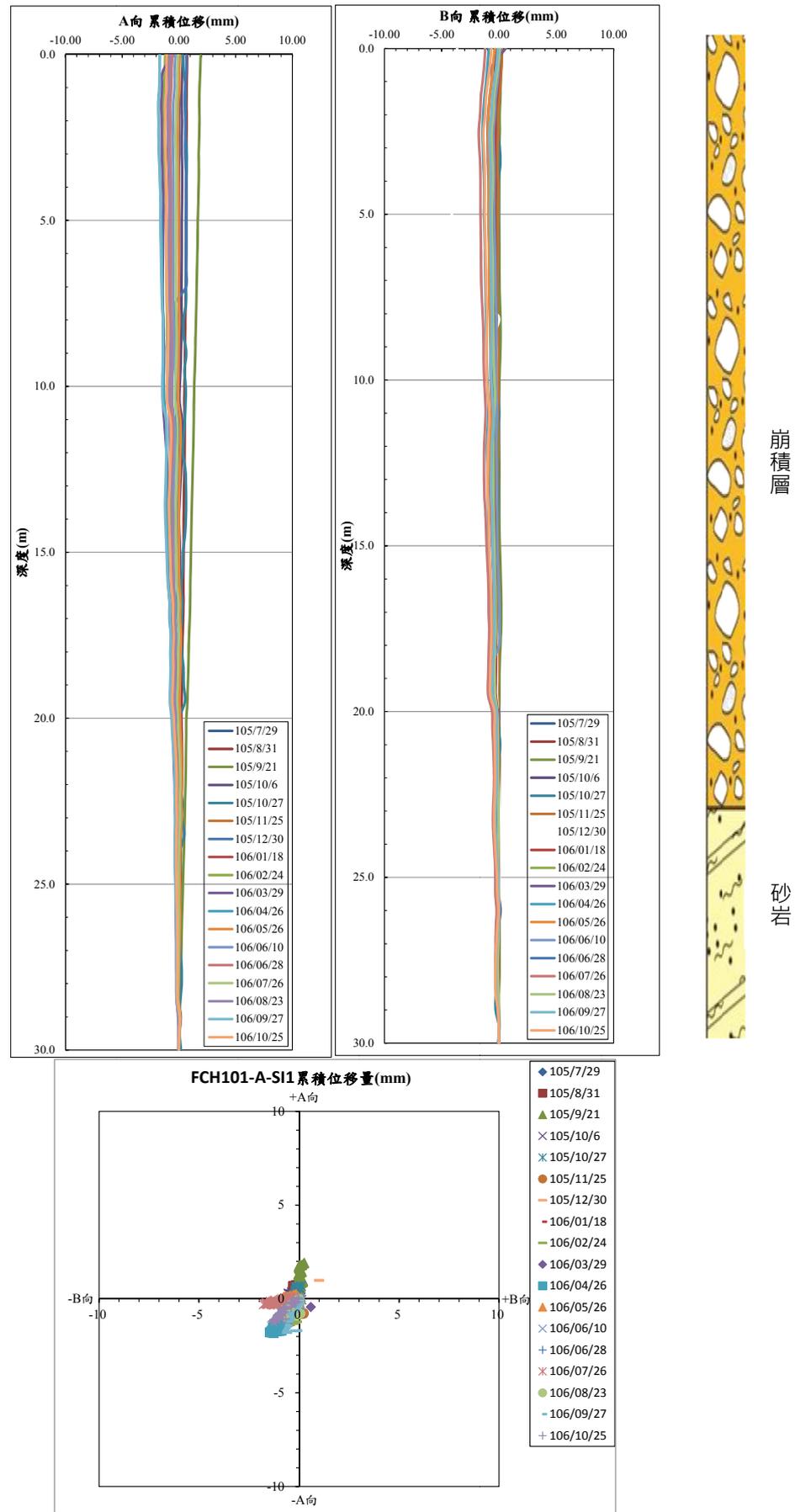


圖 4.35 奮起湖工作站 FCH101-A-S11 位移變化圖

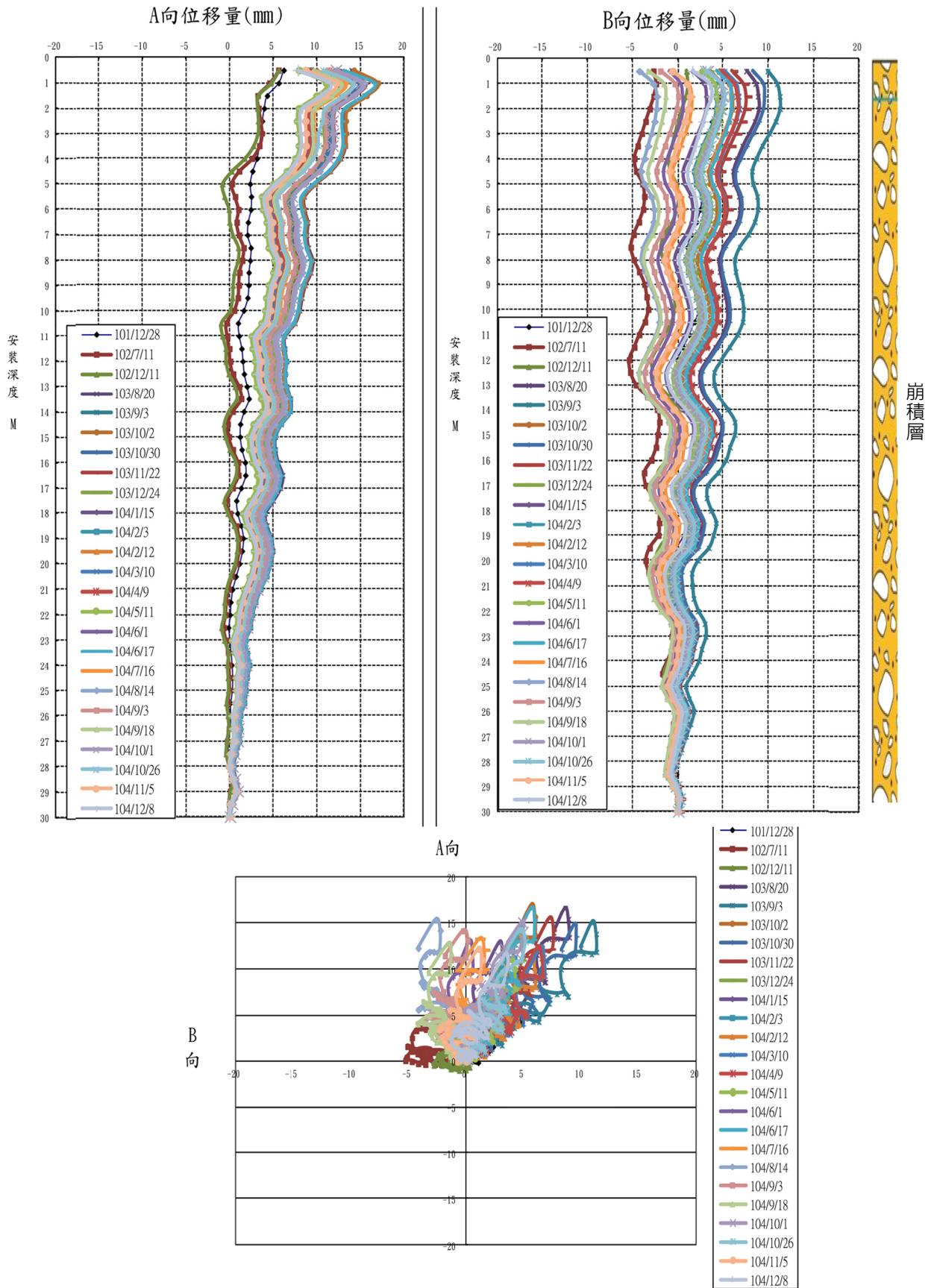


圖 4.36 奮起湖工作站 FCH101-A-S12 前期監測資料

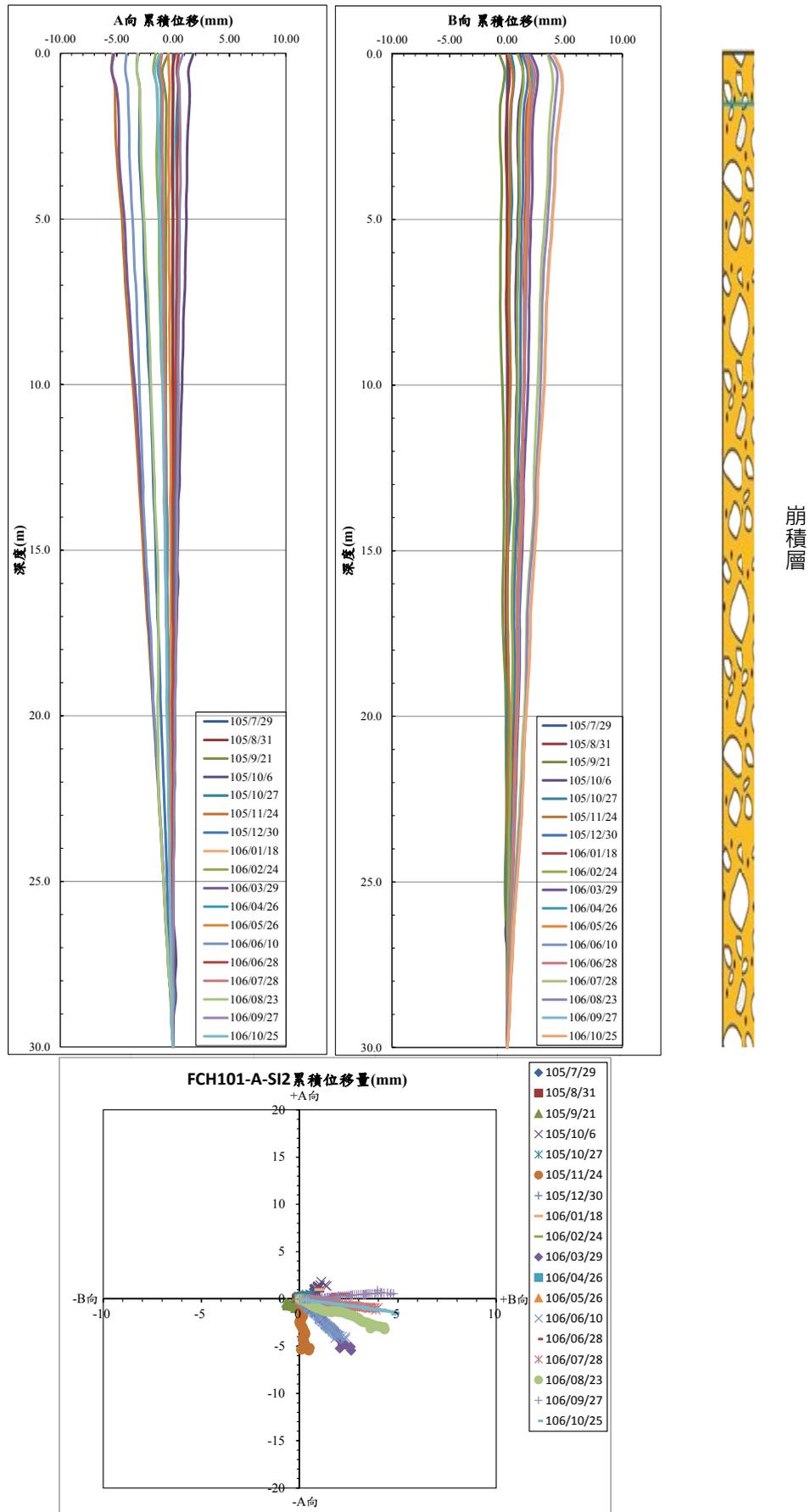


圖 4.37 奮起湖工作站 FCH101-A-S12 移變化圖

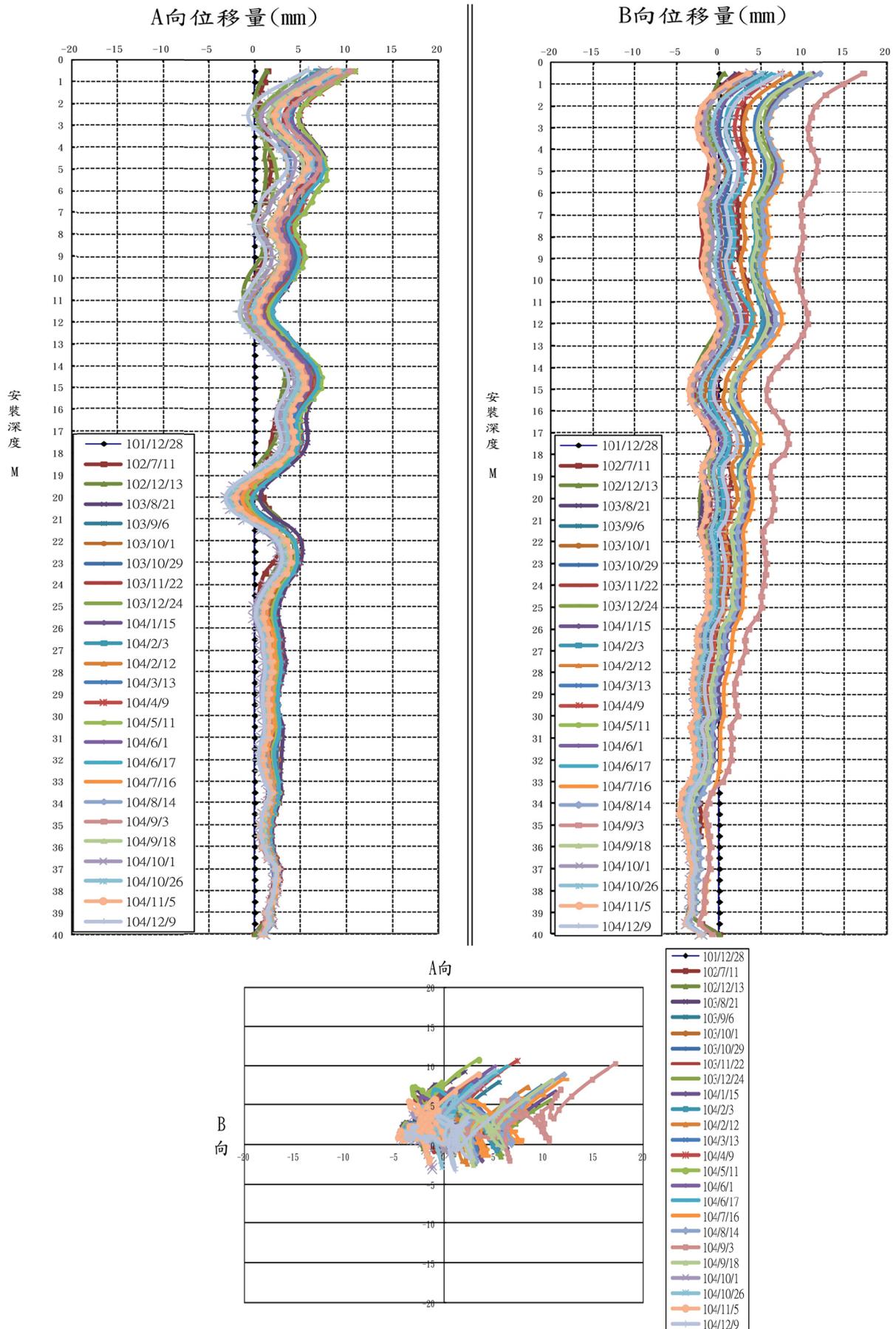


圖 4.38 奮起湖工作站 FCH100-B-S11 前期監測資料

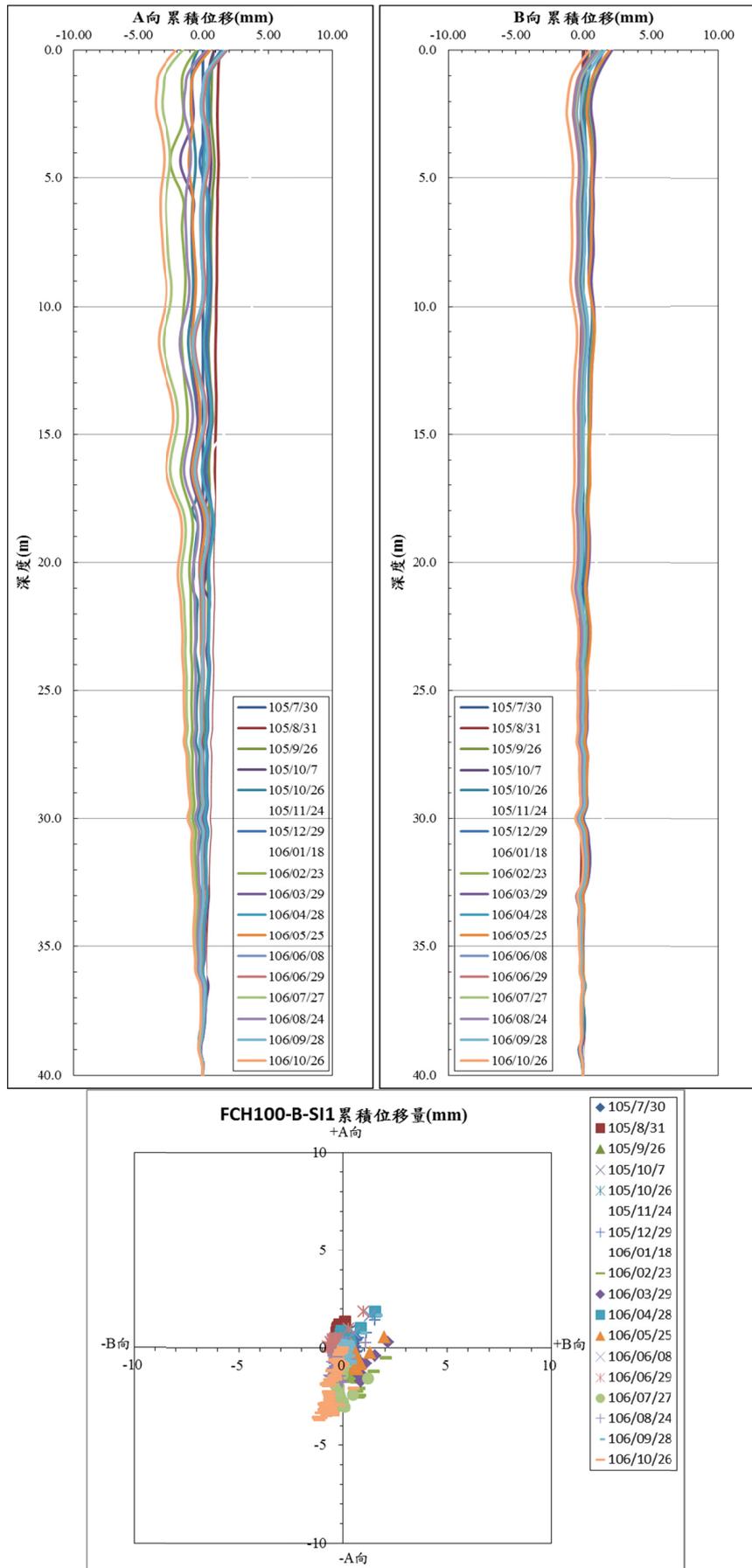


圖 4.39 奮起湖工作站 FCH100-B-S11 位移變化圖

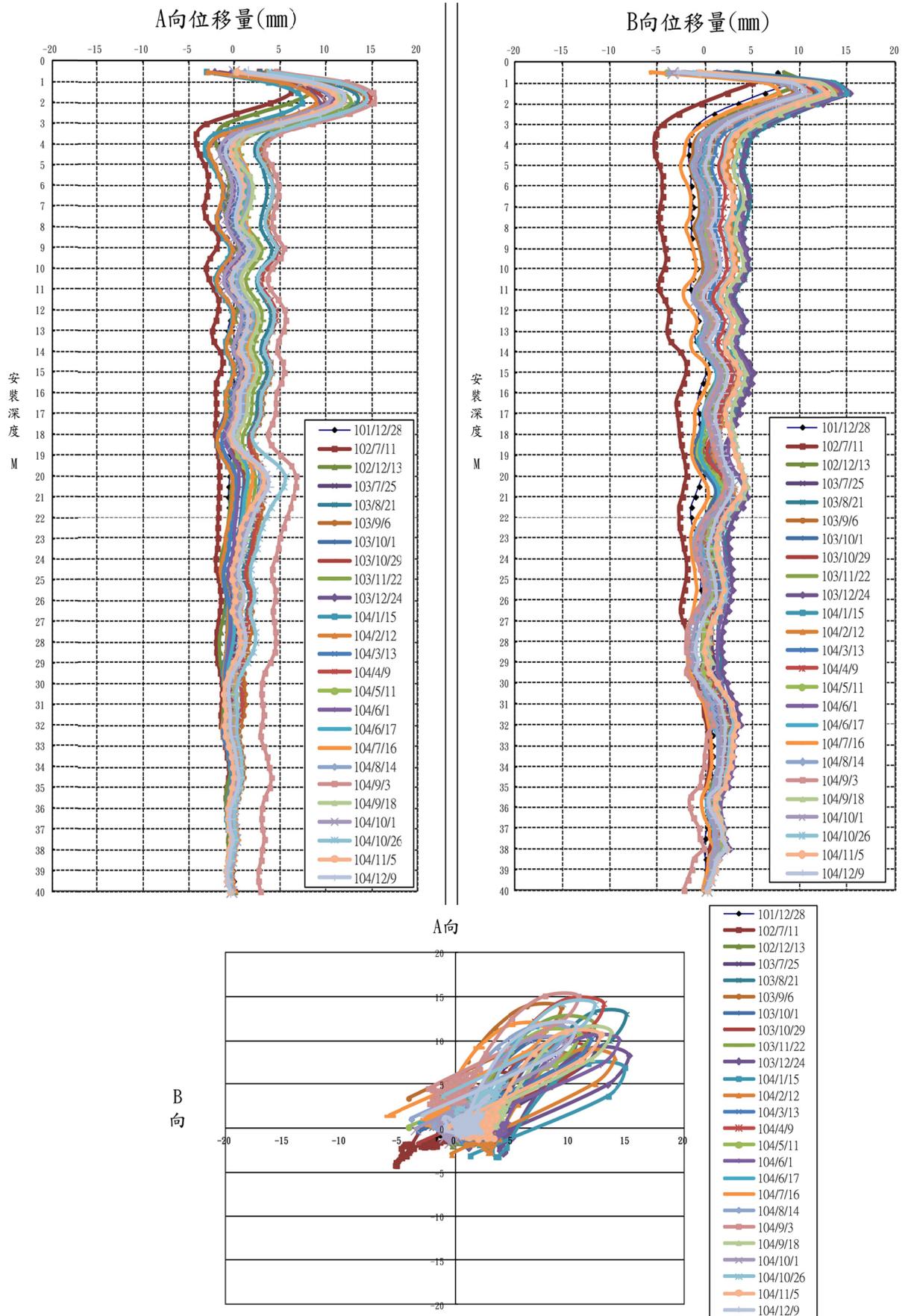


圖 4.40 奮起湖工作站 FCH100-B-S12 前期監測資料

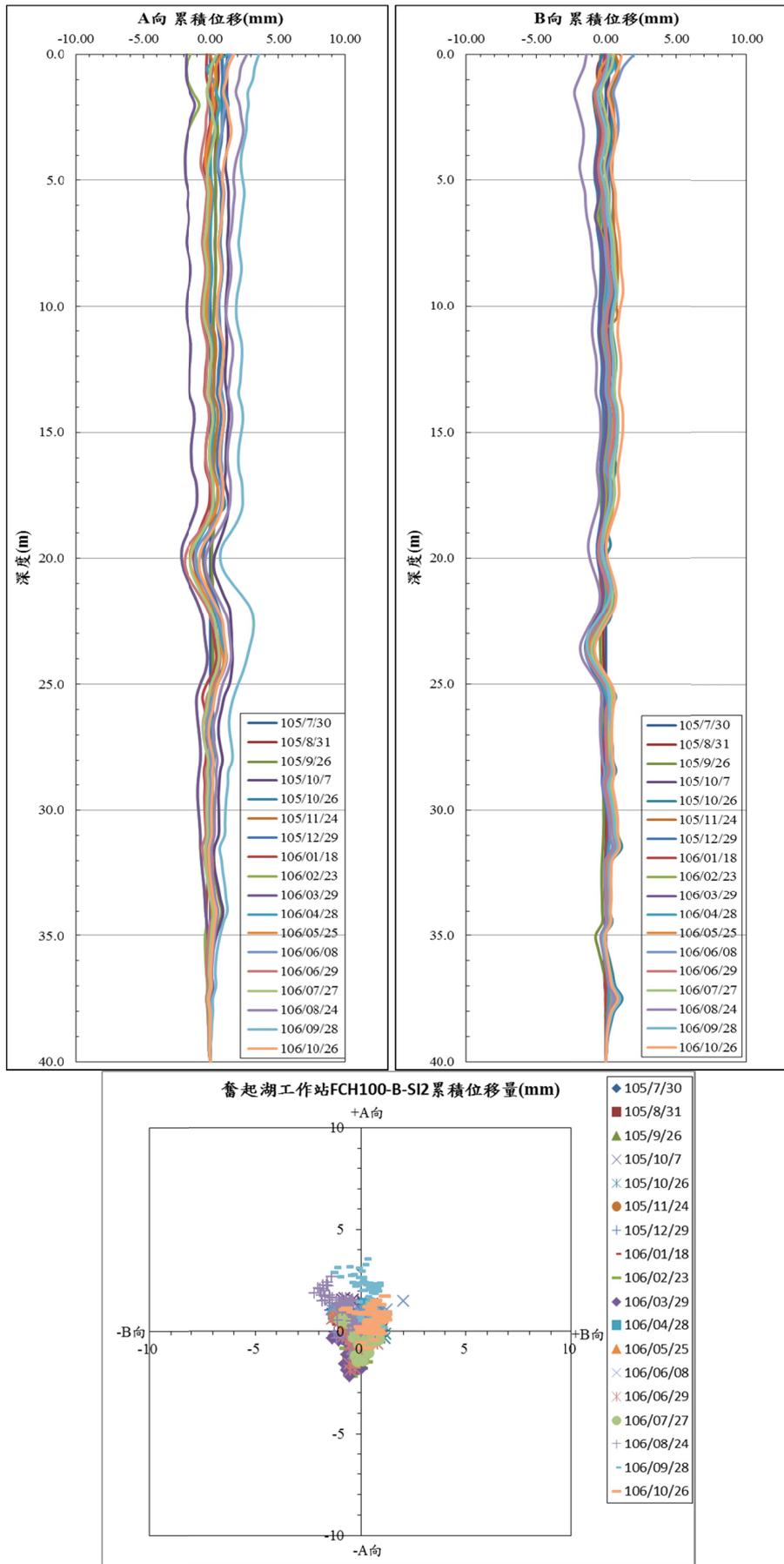


圖 4.41 奮起湖工作站 FCH100-B-S12 移變化圖

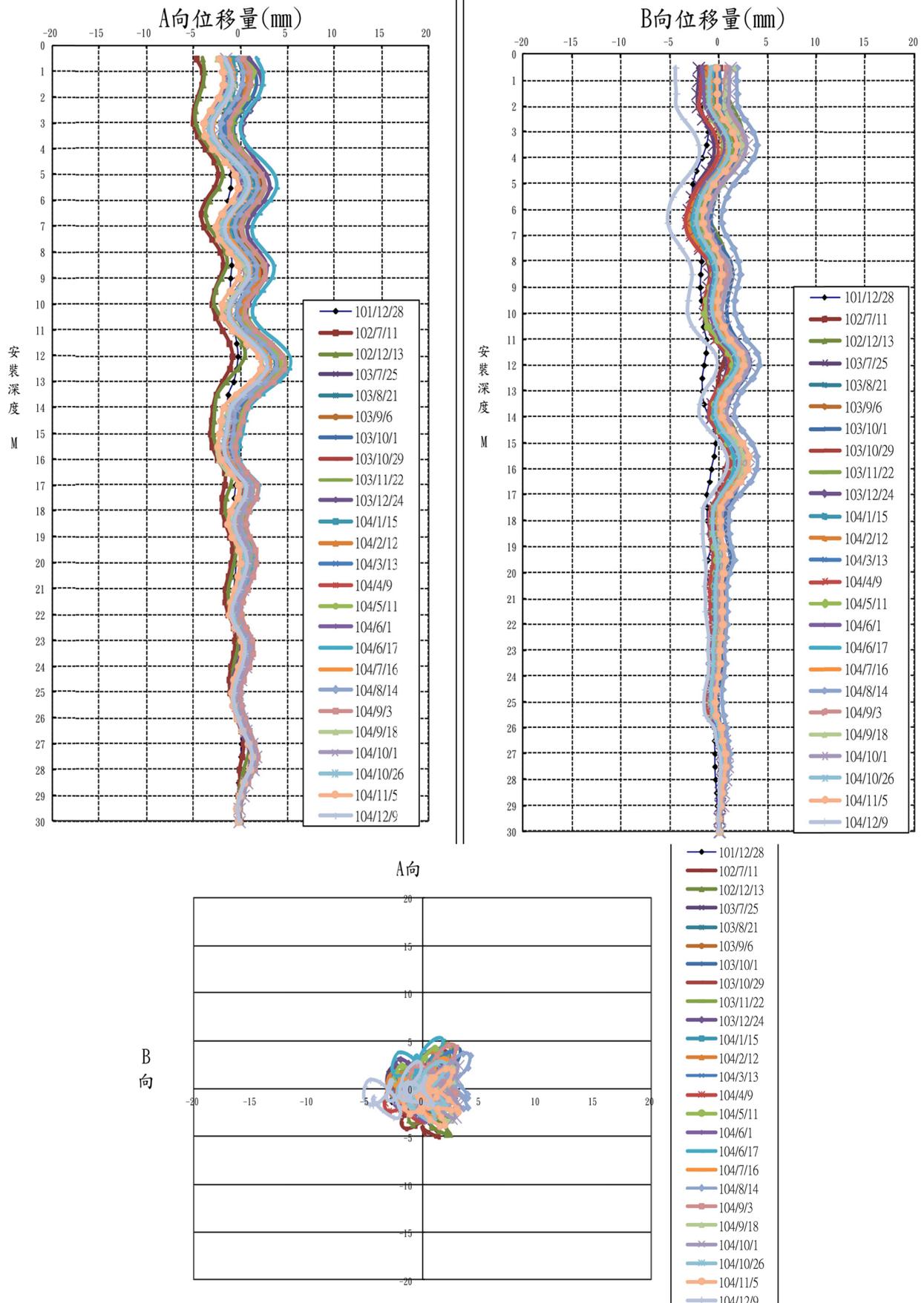


圖 4.42 奮起湖工作站 FCH100-B-S13 前期監測資料

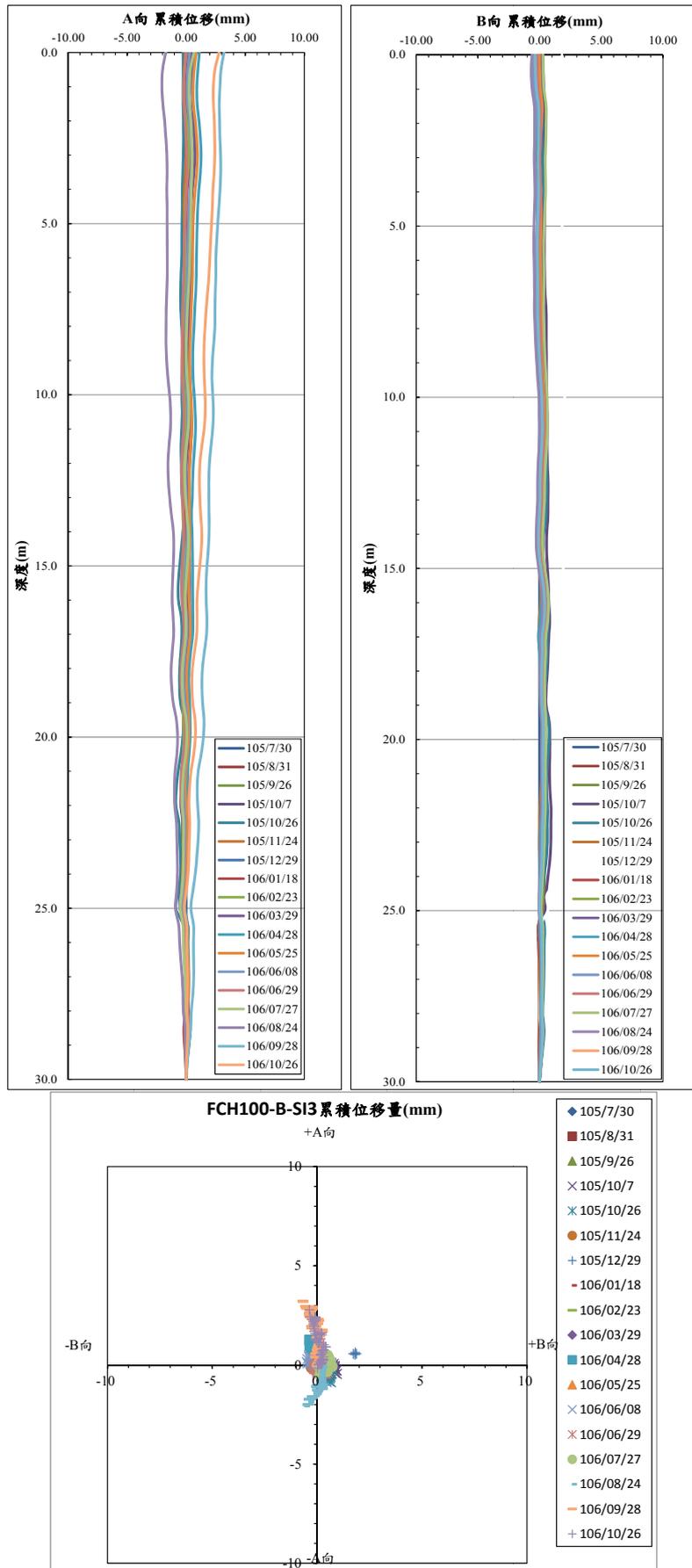


圖 4.43 奮起湖工作站測傾管 FCH100-B-SI3 位移變化圖

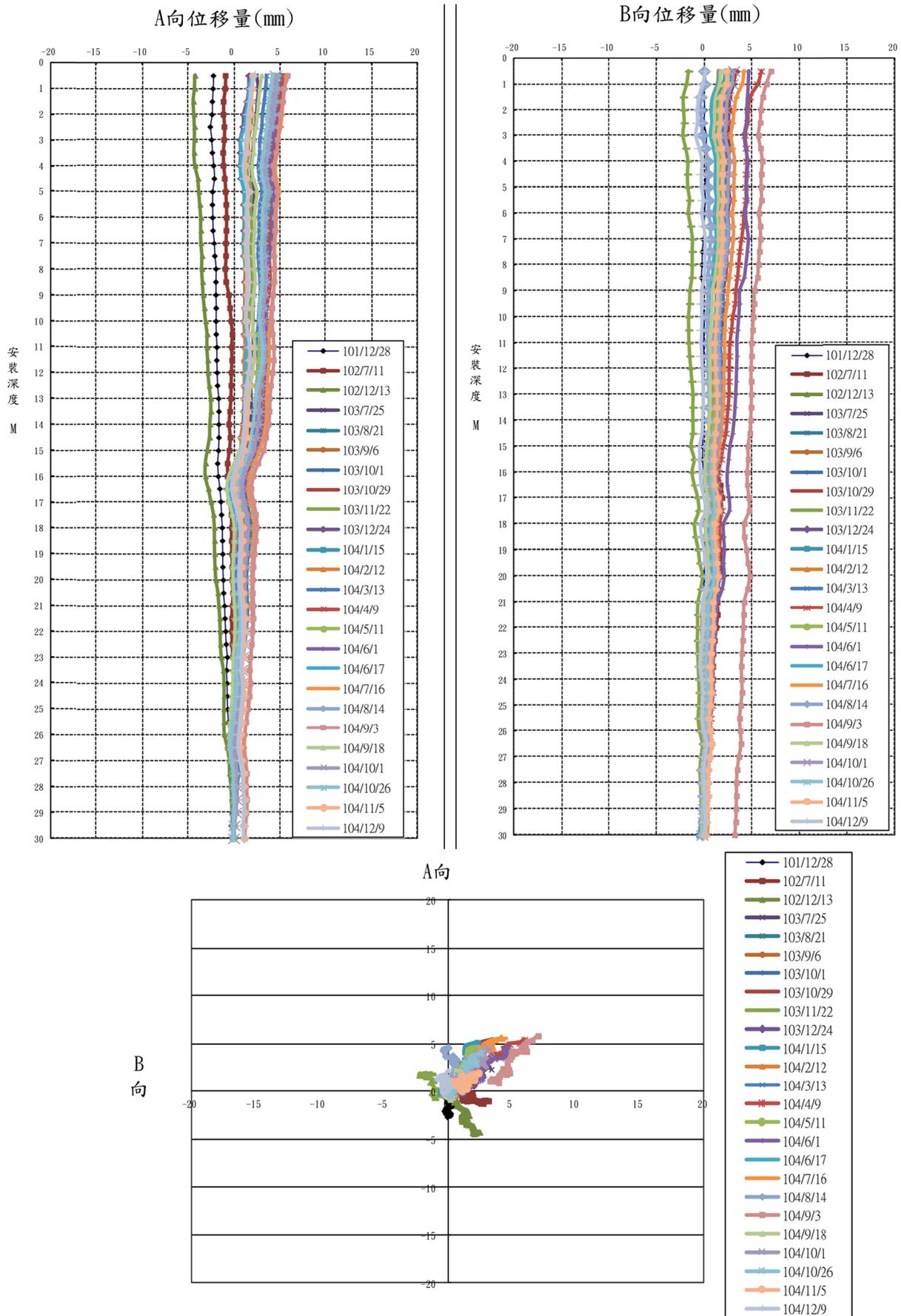


圖 4.44 奮起湖工作站 FCH100-B-S14 前期監測資料

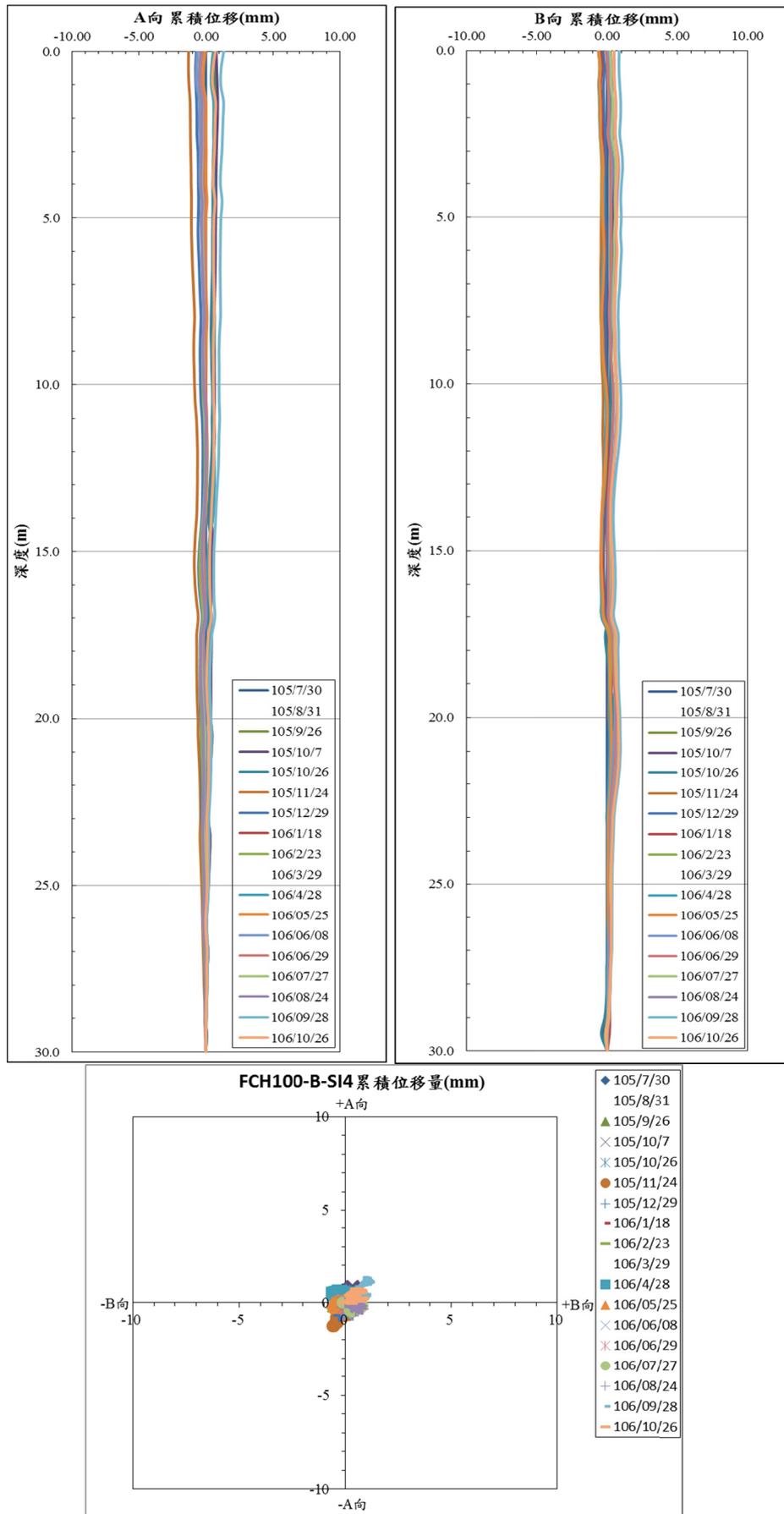


圖 4.45 奮起湖工作站 FCH100-B-S14 位移變化圖

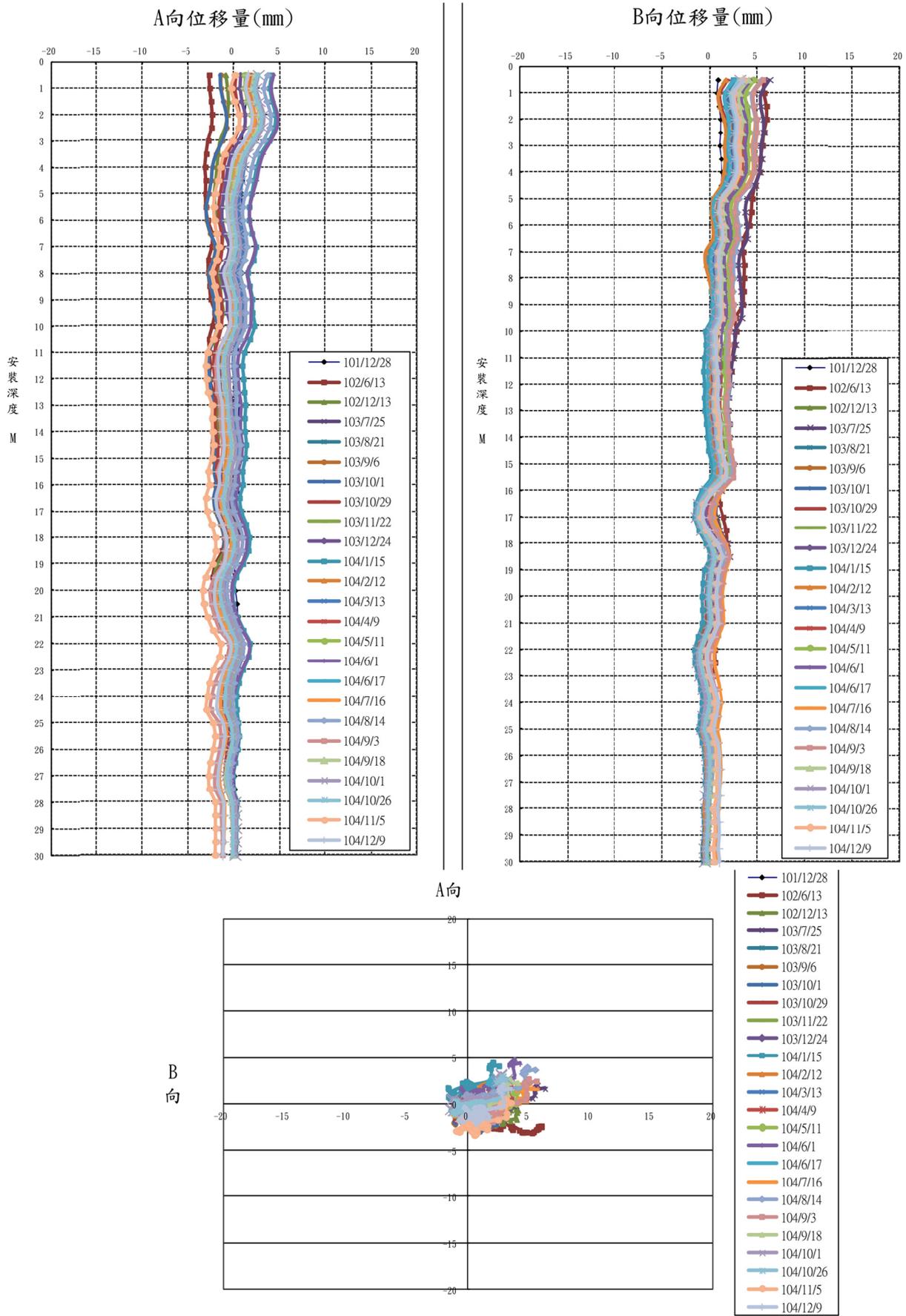


圖 4.46 奮起湖工作站 FCH100-B-S15 前期監測資料

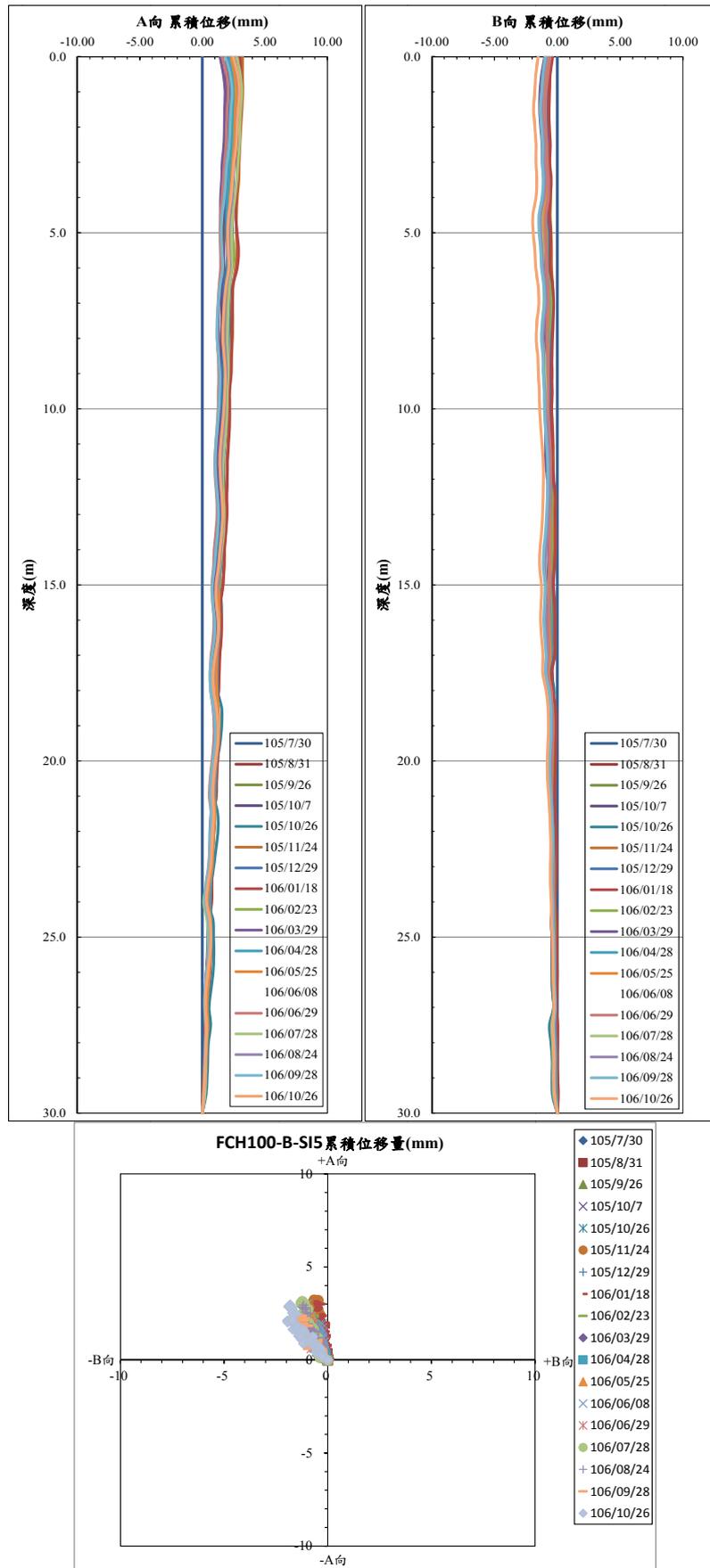


圖 4.47 奮起湖工作站 FCH100-B-S15 位移變化圖

## (2) 地下水位觀測井

本工區水位觀測資料如圖 4.47~圖 4.49 所示。其中圖 4.47 顯示奮起湖工作站周邊水位井變化情形，該水位資料以每月一次的頻率手動量測，非即時計讀，因此該地下水位並非抬升之峰值，且汛期 6 月~9 月間平均降雨天數多，地下水位於該期間亦有緩升之趨勢，故有出現地下水為抬升提前於降雨峰值的情形。詳細觀測結果整理如下：

### **FCH101-A-OW1:**

本監測點位於奮起湖工作站周圍，常時地下水位約 10m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 379mm，水位受降雨連動上升約 5.5m；另於 106 年 6 月梅雨期，最大日累積降雨量約 461mm，水位受降雨連動上升約 8m。

### **FCH101-A-OW2:**

本監測點位於奮起湖工作站周圍，常時地下水位約 26.5m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 379mm，地下水位受降雨連動上升約 4.5m；另於 106 年 6 月梅雨期，日累積降雨量約 461mm，使地下水位面上升約 5.5m。

### **FCH101-A-OW3、FCH101-A-OW4:**

本監測點位於奮起湖工作站工區坡頂處，本期量測未測得地下水位變化。

### **FCH101-A-SIOW3:**

本監測點位於奮起湖工作站周圍，常時地下水位約 11m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 379mm，地下水位受降雨連動上升約 4m；另於 106 年 6 月梅雨期，日累積降雨量約 461mm，使地下水位面上升約 6m。

### **FCH100-B-OW1:**

本監測點位於奮起湖工作站階梯平台，常時地下水位約 15m~16m 間，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 379mm，地下水位受降雨連動上升約 1m；另於 106 年 6 月梅雨期間，日累積降雨量約 461mm，使地下水位面上升約 3.5m。

### **FCH100-B-OW2:**

本監測點位於奮起湖工作站階梯平台，常時地下水位約 8m~12m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 379mm，地下水位受降雨連動上升約 3m；另於 106 年 6 月梅雨期，日累積降雨量約 461mm，使地下水位面上升約 1m。

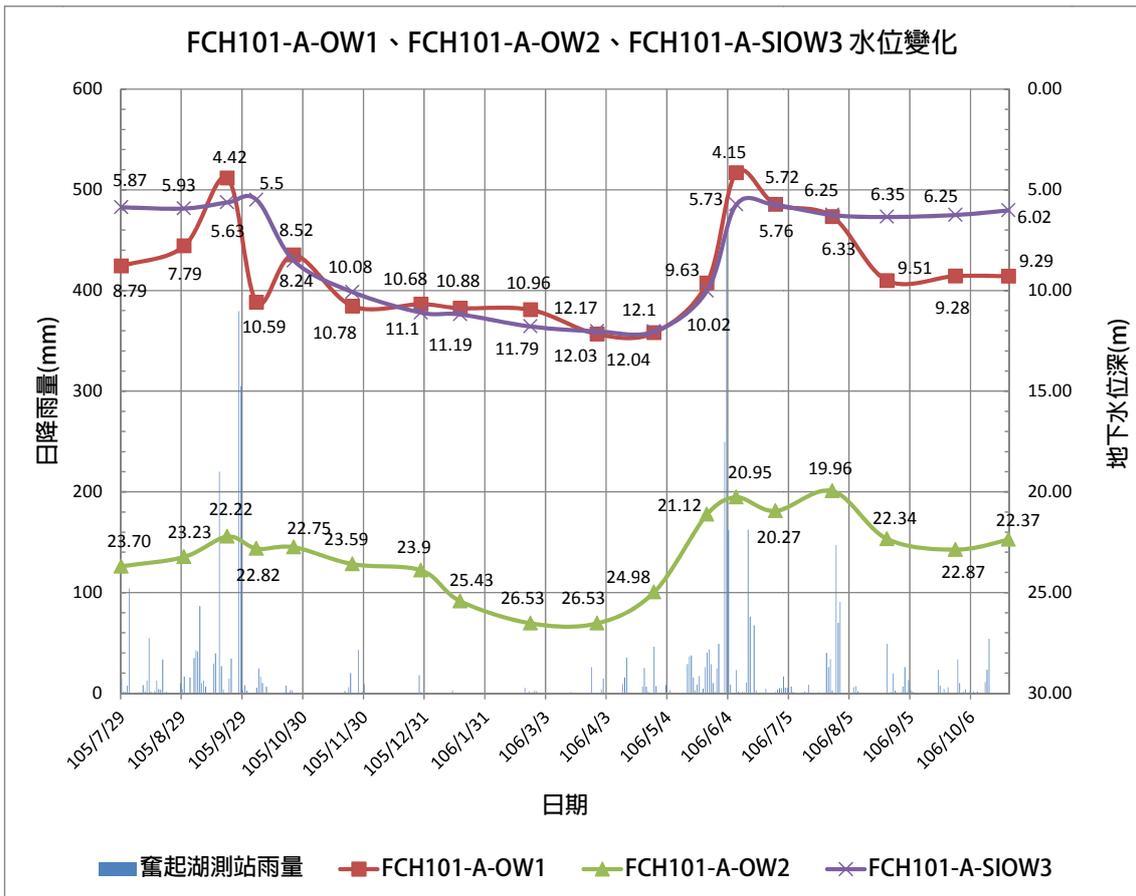


圖 4.48 奮起湖工作站水位變化圖(奮起湖工作站周圍)

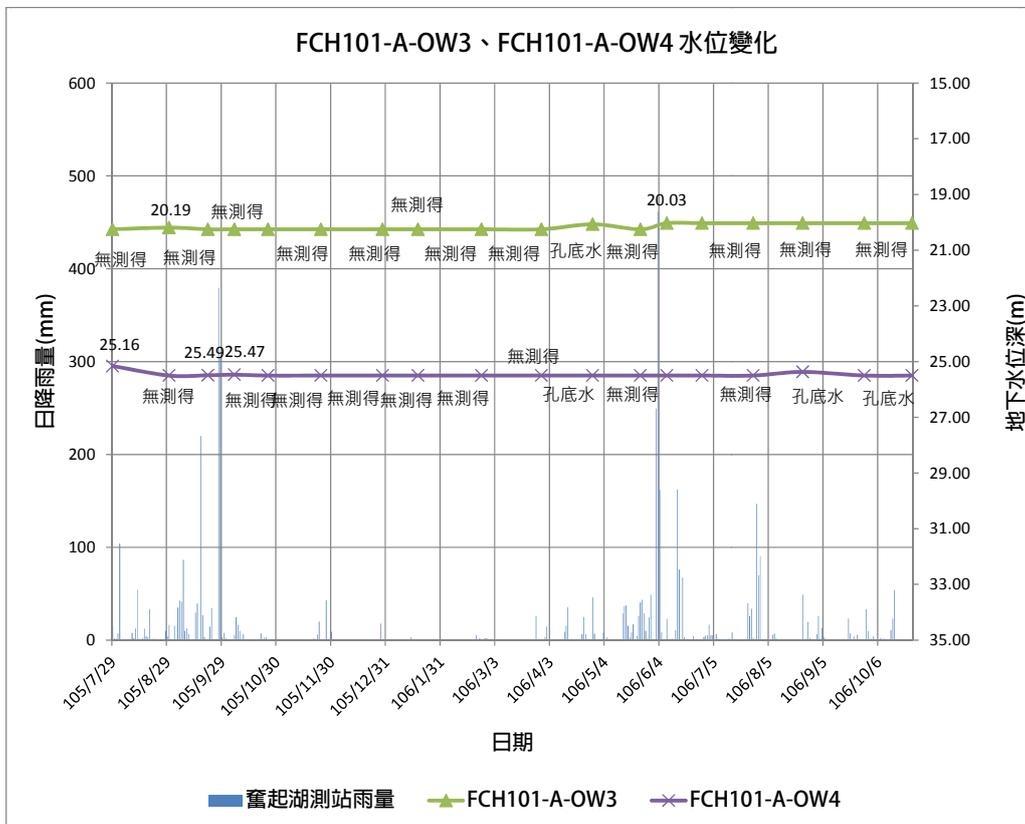


圖 4.49 奮起湖工作站水位變化圖(坡頂)

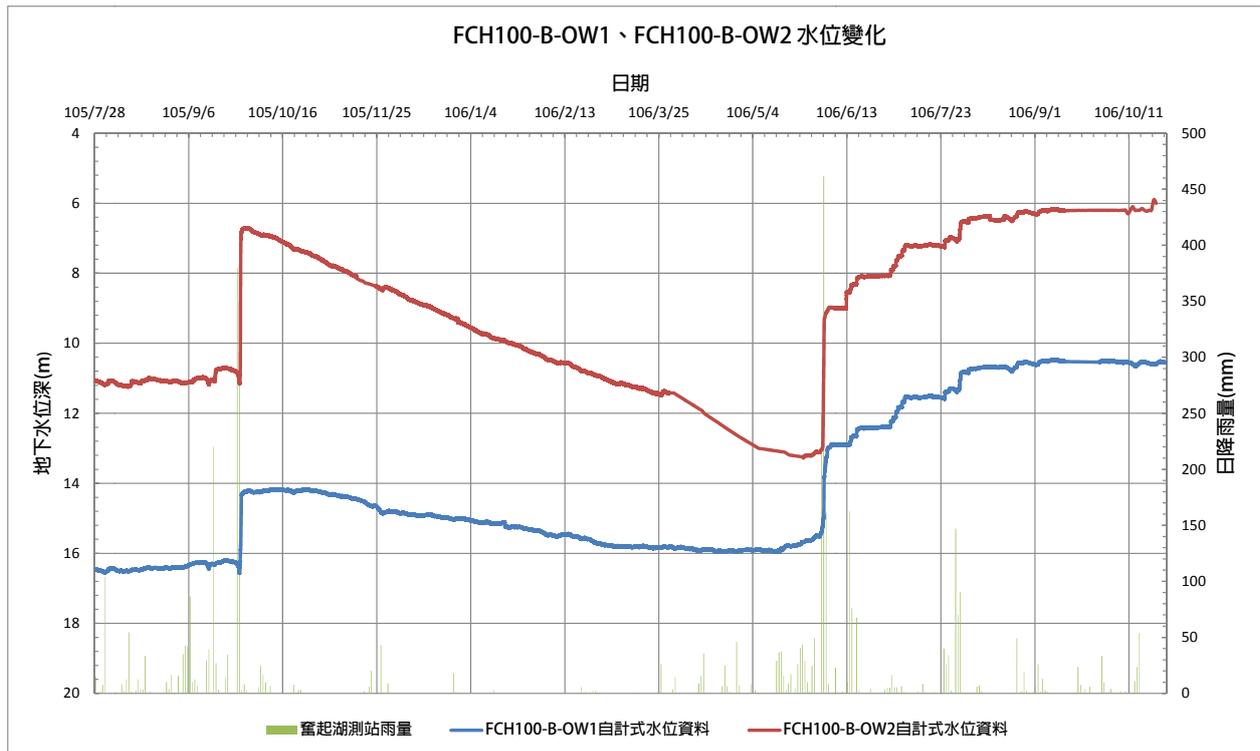


圖 4.50 奮起湖工作站水位變化圖(階梯平台)

### (3) TDR 地滑計

TDR 地滑計安裝於奮起湖工作站工區 FCH105-A-TDR-1(115m) 和 FCH105-A-TDR-2(105m)，初始值於 2016/7/14 進行量測，歷次量測結果顯示奮起湖工作站上下邊坡兩處皆無出現明顯滑動面，FCH105-A-TDR-1 於深度 9m~14m 線形變化處為纜線進水造成傳遞介質不同之波型反應，歷次量測結果如下圖所示。

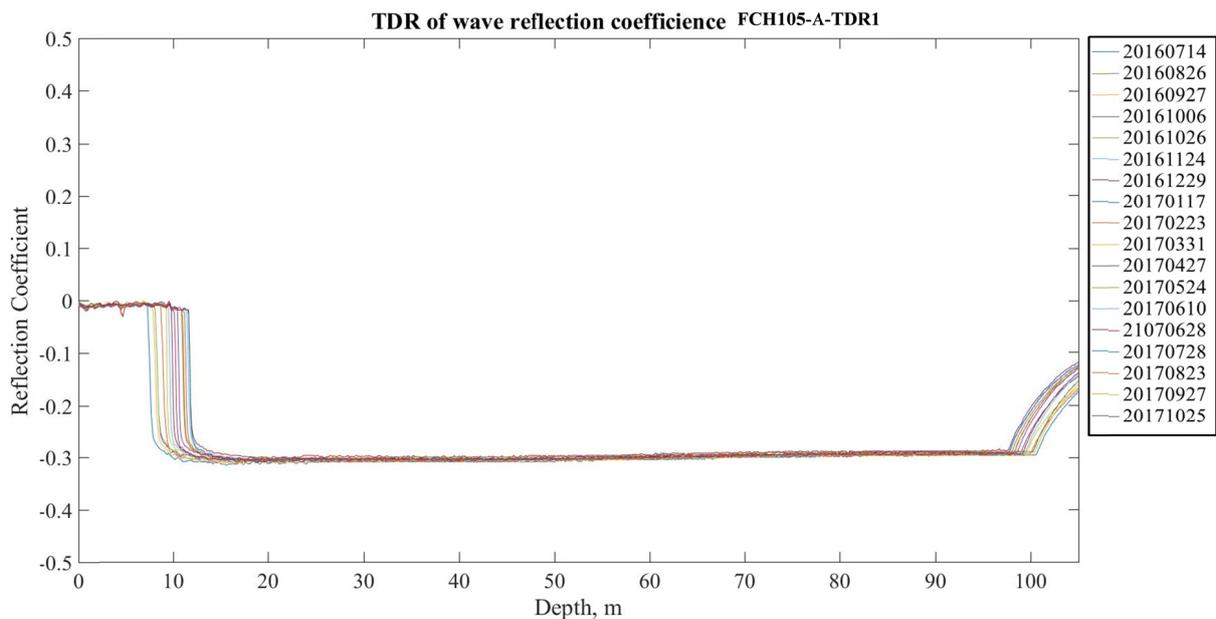


圖 4.51 奮起湖工作站 TDR 地滑計 FCH105-A-TDR-1 量測結果

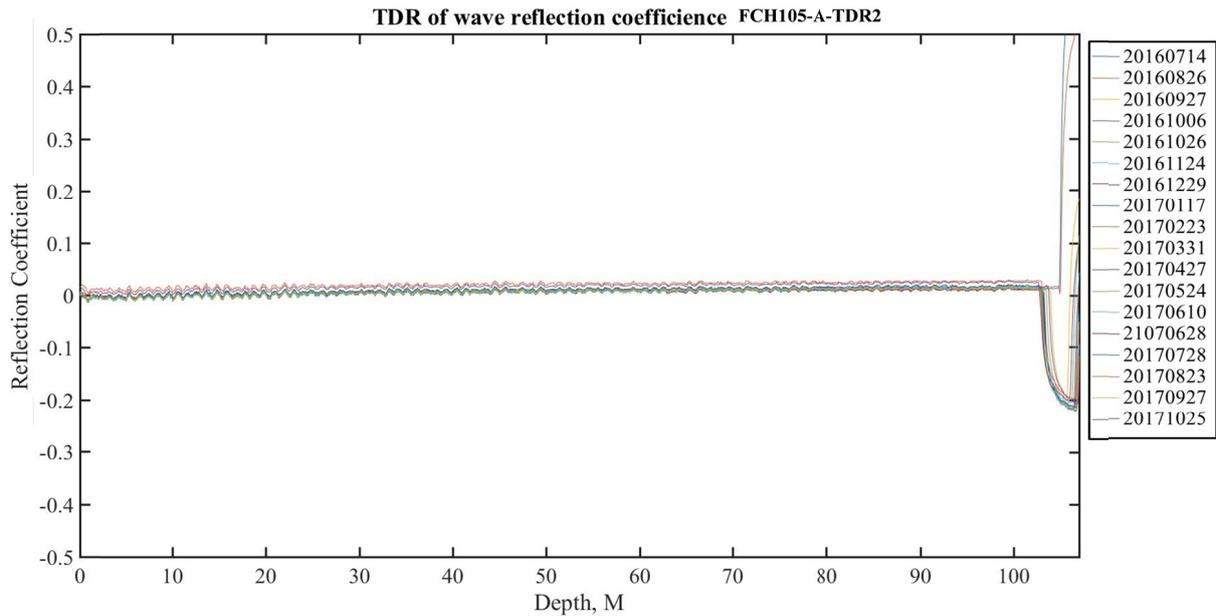


圖 4.52 奮起湖工作站 TDR 地滑計 FCH105-A-TDR-2 量測結果

(4) 傾度盤

奮起湖工作站傾度盤 FCH100-TI1、FCH100-TI2、FCH105-TI3 及 FCH100-TI4 量值如下表，詳細量測結果說明如下：

**FCH100-TI1:**

本次量測結果與 105 年 7 月 30 日初始量測值相比較，1-3 向相差 -16.5 秒，2-4 向相差 0 秒，量測數據小於注意值，暫無明顯變位發生。

**FCH100-TI2:**

本次量測結果與 105 年 7 月 30 日初始量測值相比較，1-3 向相差 78.4 秒，2-4 向相差 4.1 秒，量測數據小於注意值，暫無明顯變位發生。

**FCH105-TI3:**

本次量測結果與 105 年 7 月 30 日初始量測值相比較，1-3 向相差 297.1 秒，2-4 向相差 137.2 秒，傾度盤 1-3 向累積變化值已接近注意值，雖近期無持續變位，後續針對此區域浮石應多加注意。

**FCH100-TI4:**

本次量測結果與 105 年 7 月 30 日初始量測值相比較，1-3 向相差 -16.5 秒，2-4 向相差 -49.5 秒，量測數據小於注意值，判定暫無明顯變位發生。

表 4-11 奮起湖工作站傾度盤歷時變化值

兆豐工程技術顧問股份有限公司							
傾度盤監測資料							
工程名稱：		阿里山監測案-奮起湖工作站				單位:	秒
傾度盤 編號	測向	初始值(一)	變化值(二)	變化值(三)	變化值(四)	變化值(五)	變化值(六)
		溫度：21°C	溫度：21°C	溫度：22°C	溫度：21°C	溫度：21°C	溫度：20°C
		2016/7/30	2016/8/31	2016/9/21	2016/10/6	2016/10/25	2016/11/23
FCH100-TI1	1-3向	0.0	-8.1	-9.9	-33.3	-48.7	-41.0
	2-4向	0.0	90.0	86.4	79.2	-8.2	35.5
FCH100-TI2	1-3向	0.0	64.8	66.6	-37.8	-72.7	-55.2
	2-4向	0.0	-108.9	-105.3	135.9	3.7	69.8
FCH105-TI3	1-3向	0.0	178.2	207.0	342.0	280.8	274.5
	2-4向	0.0	28.8	-1.8	-82.8	-58.0	-42.3
FCH100-TI4	1-3向	0.0	-45.9	-40.5	-54.9	-118.3	-86.6
	2-4向	0.0	-8.1	-8.1	-9.9	-5.7	-7.8
傾度盤 編號	測向	變化值(七)	變化值(八)	變化值(九)	變化值(十)	變化值(十一)	變化值(十二)
		溫度：9°C	溫度：14°C	溫度：12°C	溫度：18°C	溫度：19°C	溫度：20°C
		2016/12/28	2017/1/18	2017/2/23	2017/3/29	2017/4/28	2017/5/25
FCH100-TI1	1-3向	-41.0	-74.0	29.2	66.0	45.7	82.8
	2-4向	10.7	-18.1	-47.0	-33.0	-22.3	2.5
FCH100-TI2	1-3向	-30.5	-34.6	43.8	103.1	68.5	97.4
	2-4向	61.6	69.8	45.1	-28.9	16.2	20.3
FCH105-TI3	1-3向	312.6	287.8	329.1	303.6	300.8	315.2
	2-4向	115.4	94.7	121.8	118.5	114.2	124.8
FCH100-TI4	1-3向	-103.1	-119.6	0.0	24.8	-49.5	-41.2
	2-4向	-3.7	-11.9	-16.1	-8.3	-40.8	-61.4
傾度盤 編號	測向	變化值(十三)	變化值(十四)	變化值(十五)	變化值(十六)	變化值(十七)	變化值(十八)
		溫度：22°C	溫度：20°C	溫度：20°C	溫度：20°C	溫度：19°C	溫度：14°C
		2017/6/8	2017/6/29	2017/7/27	2017/8/24	2017/9/25	2017/10/26
FCH100-TI1	1-3向	16.8	12.6	33.3	-28.6	-24.5	-16.5
	2-4向	10.7	6.6	-34.7	-1.6	6.6	0.0
FCH100-TI2	1-3向	27.3	39.6	68.5	35.5	39.6	78.4
	2-4向	49.2	45.1	49.2	61.6	61.6	4.1
FCH105-TI3	1-3向	305.3	321.7	331.2	337.2	311.8	297.1
	2-4向	120.5	114.8	116.3	117.8	124.4	137.2
FCH100-TI4	1-3向	-61.9	-57.7	-41.2	-57.7	-57.7	-16.5
	2-4向	0.4	-7.8	-49.1	-3.7	-3.7	-49.5
備註:		1. 注意值	:412秒以上				
		2. 警戒值	:573秒以上				
		3. 行動值	:825秒以上				

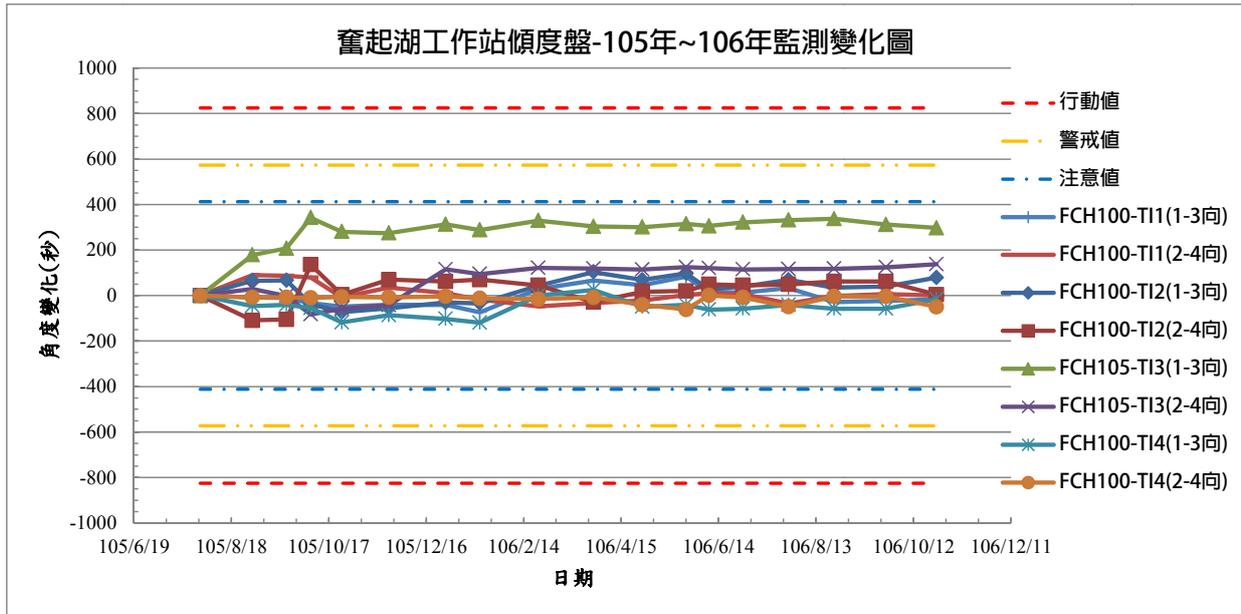


圖 4.53 奮起湖工作站傾度盤歷時變化圖

(5) 沉陷點

奮起湖工作站後方階梯平台沉陷點 106 年 6 月之觀測值如下圖所示，各測點變化量介於-10mm~8mm 間，數據在誤差範圍內跳動，皆未超出注意值。

表 4-12 奮起湖工作站後方階梯平台沉陷點變化值

工程名稱	阿里山森林遊樂區及奮起湖地區安全監測及林道地錨檢測)委託技術服務案		
承包廠商	兆豐工程技術顧問股份有限公司	天氣	雨
觀測日期	106/10/26	初值日期	105/8/4
觀測編號	初值高程(m)	量測高程(m)	變化量(mm)
N07	1376.867	1376.860	-7.0
N08	1377.605	1377.610	5.0
N09	1377.737	1377.727	-10.0
N10	1381.858	1381.855	-3.0
N11	1382.076	1382.078	2.0
N12	1386.244	1386.237	-7.0
N13	1386.718	1386.726	8.0
**基準點高程 1367.73 m			

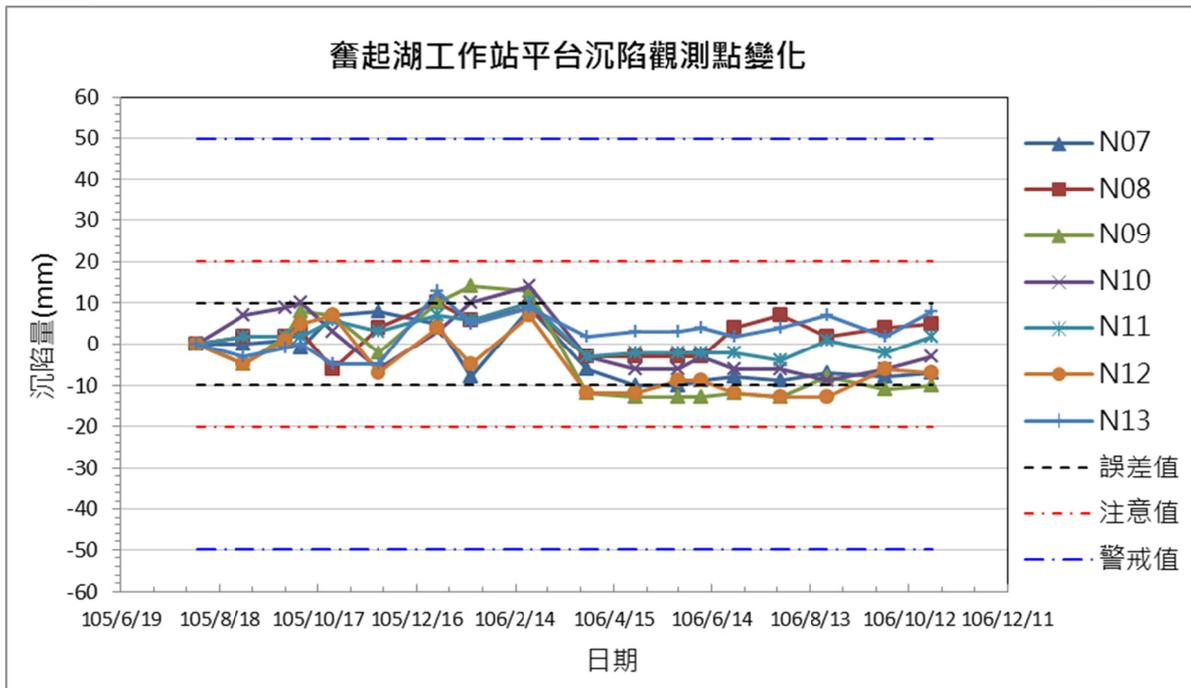


圖 4.54 奮起湖工作站沉陷點歷時變化圖

(6) 綜合評估

由奮起湖工作站工區自 105 年 7 月迄今之監測記錄顯示，工作站建物周邊之常時地下水偏高；階梯平台上之沉陷量尚未超出注意值；測傾管及傾度盤變位量皆未超出注意值，唯 FCH105-TI3 傾度盤 1-3 向累積變化值接近注意值。

### 4.5 光崙山工區

光崙山工區於莫拉克風災後於奮瑞古道(山腰位置)處出現地表裂縫，恐造成後續大規模崩滑，故進行地表裂縫填補後於周邊設置安全監測儀器持續觀測該區域是否有異狀，又 104 年 10 月時，靠近 169 縣道之測傾管 GLS100-B-SI4 出現明顯變位量，故於本期進行周邊地質調查及監測工作。光崙山工區本期監測點位包含 6 處測傾管，2 處地下水位觀測井。光崙山工區監測儀器配置如圖 4.55，監測儀器編號、項目及座標列表如表 4-13。

表 4-13 光崙山工區監測點位座標

編號	鑽孔座標 (TWD97)			深度 (m)	監測儀器項目
	N	E	孔口高程		
GLS105-A-SI1	2600498	218854	1452.77	60	測傾管
GLS105-A-SI2	2600479	218890	1446.95	60	測傾管
GLS100-B-SI1	2600506	218866	1523	40	測傾管
GLS100-B-SI2	2600506	218866	1523	40	測傾管
GLS100-B-SI3	2600506	218866	1471	40	測傾管
GLS100-B-SI4	2600482	218837	1449	30	測傾管
GLS100-B-OW1	2600505	218812	1523	20	水位井
GLS100-B-OW2	2600505	218812	1471	20	水位井



圖 4.55 光崙山監測儀器配置圖

## (1) 測傾管

光崙山本期測傾管之變位量說明如下：

### GLS105-A-SI1:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為-0.7mm，發生於地下 46 公尺處；於 B 向最大累積位移量為 0.9mm，發生於地下 20 公尺處。

### GLS105-A-SI2:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 2.2mm，發生於地下 39.5 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-2.4mm，發生於地下 36 公尺處。

### GLS100-B-SI1:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為-1.1mm，發生於地下 16 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-2.4mm，發生於孔口。

### GLS100-B-SI2:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 10mm，於 B 向最大累積位移量為-2.7mm，皆發生於孔口，由現場勘查及該變位曲線可知，該變位由孔口混凝土保護基座鬆動造成，非地層滑移。

### GLS100-B-SI3:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A+ 方向最大累積位移量為 1.9mm，發生於地下 0.5 公尺處；於 B+ 方向最大累積位移量為 1.2mm，發生於地下 4 公尺處。由本計畫鄰近補充鑽孔 GLS105-A-SI1 及 GLS105-A-SI2 可知，GLS100-B-SI3 並未入岩，全管仍在崩積層內，由於周邊已有進入地層不動點之測傾管監測點位，故建議本孔下期停止量測。

### GLS100-B-SI4:

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為-0.9mm，發生於地下 19.5 公尺處；於 B 向最大累積位移量為-0.7mm，發生於地下 5 公尺處。由本計畫鄰近補充鑽孔 GLS105-A-SI1 及 GLS105-A-SI2 可知，GLS100-B-SI4 並未入岩，全管仍在崩積層內，由於周邊已有進入地層不動點之測傾管監測點位，故建議本孔下期停止量測。

綜合以上，本計畫監測結果顯示本區域目前無明顯位移情形發生，量測變位值皆在誤差範圍內擺動。

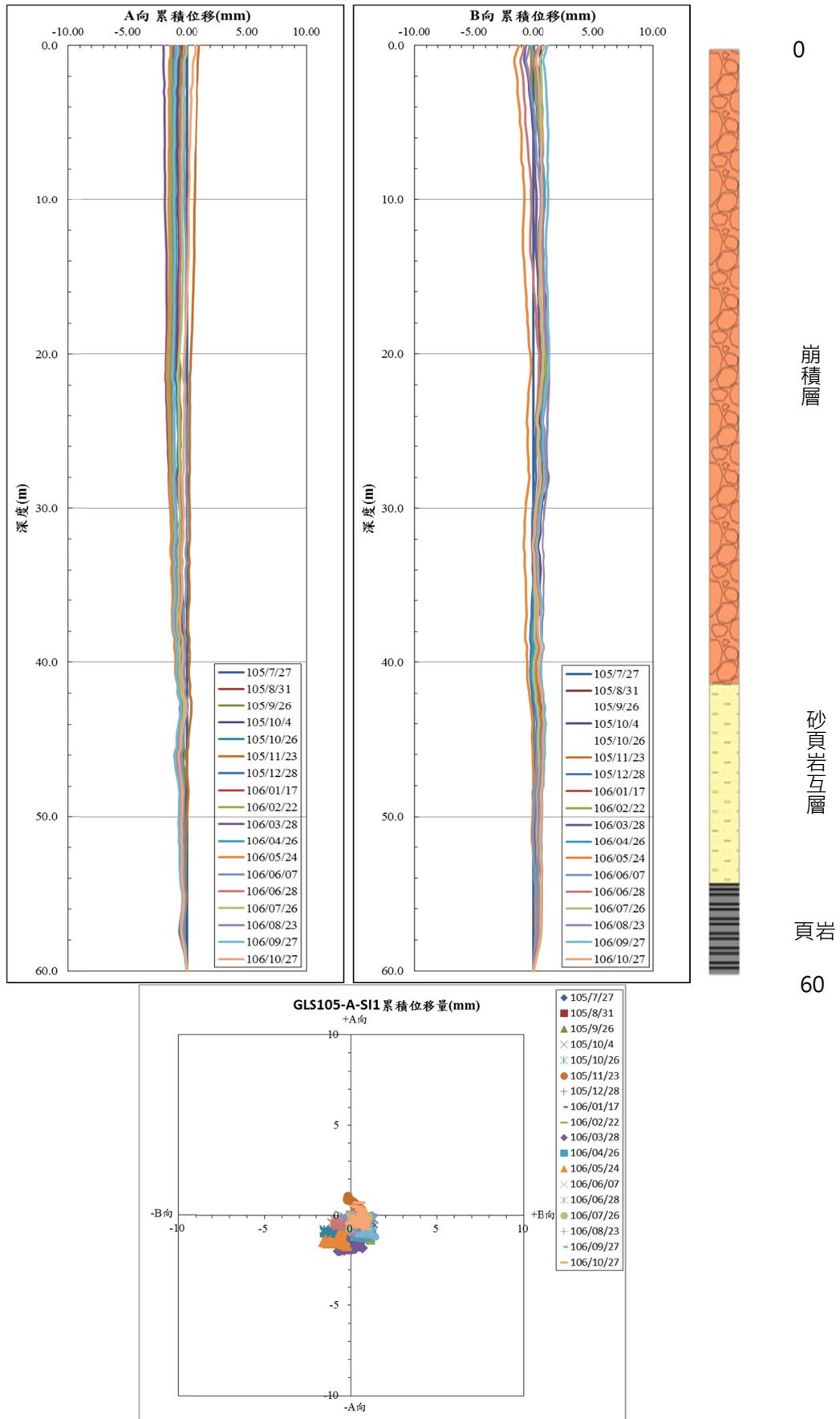


圖 4.56 光崙山 GLS105-A-SI1 A、B 向位移變化圖

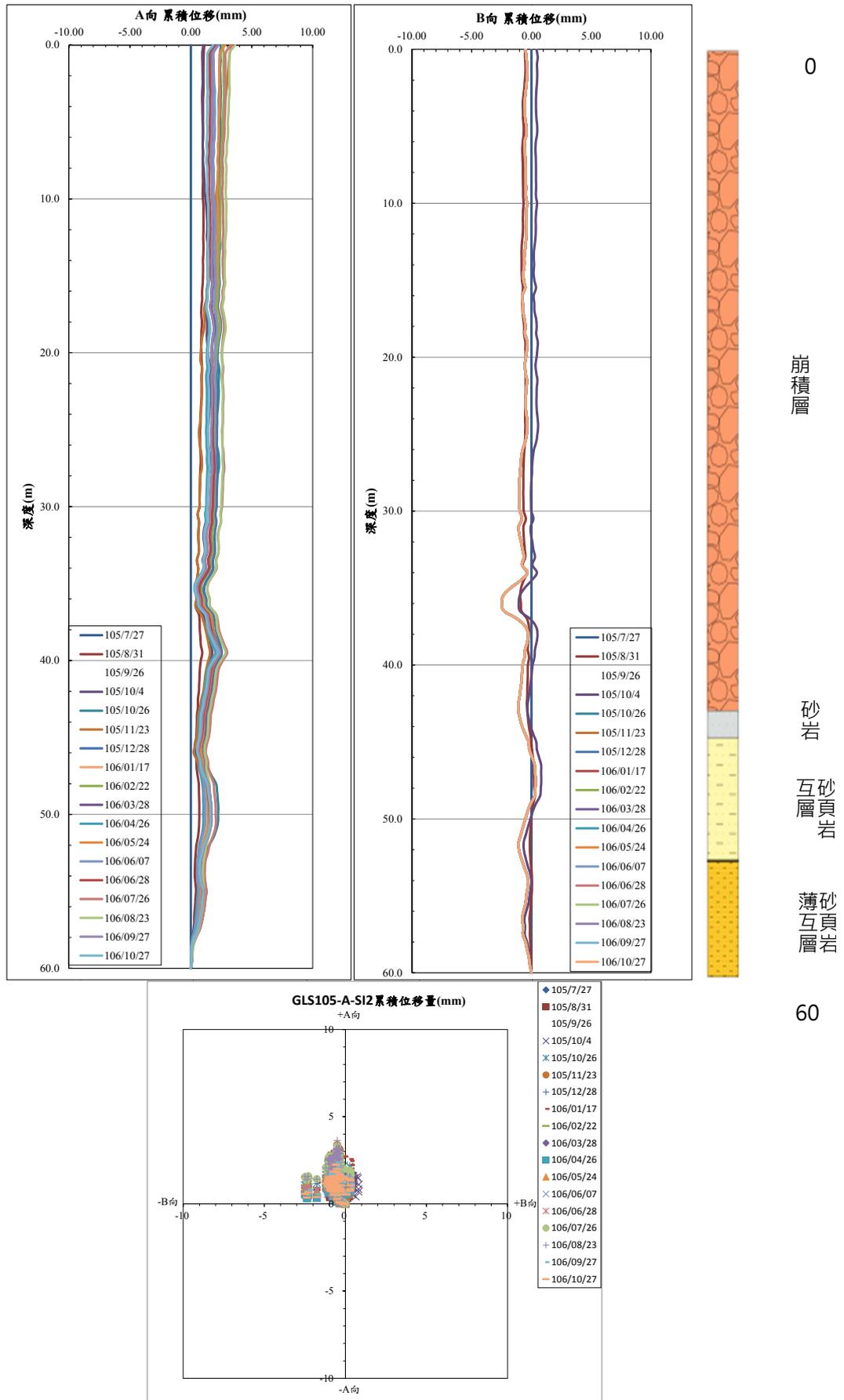


圖 4.57 光崙山 GLS105-A-S12 A、B 向位移變化圖

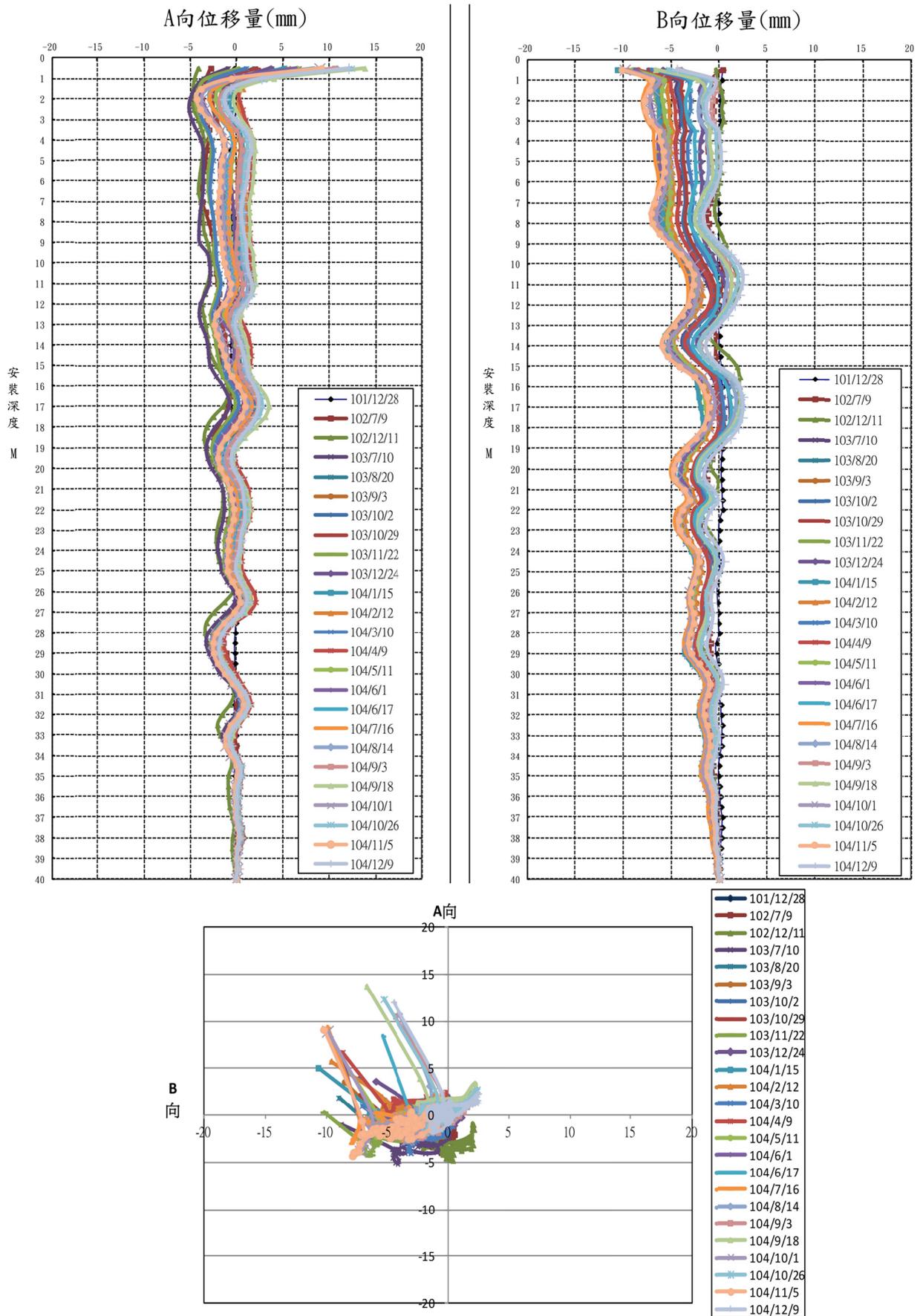


圖 4.58 光崙山測傾管 GLS100-B-S11 前期監測資料

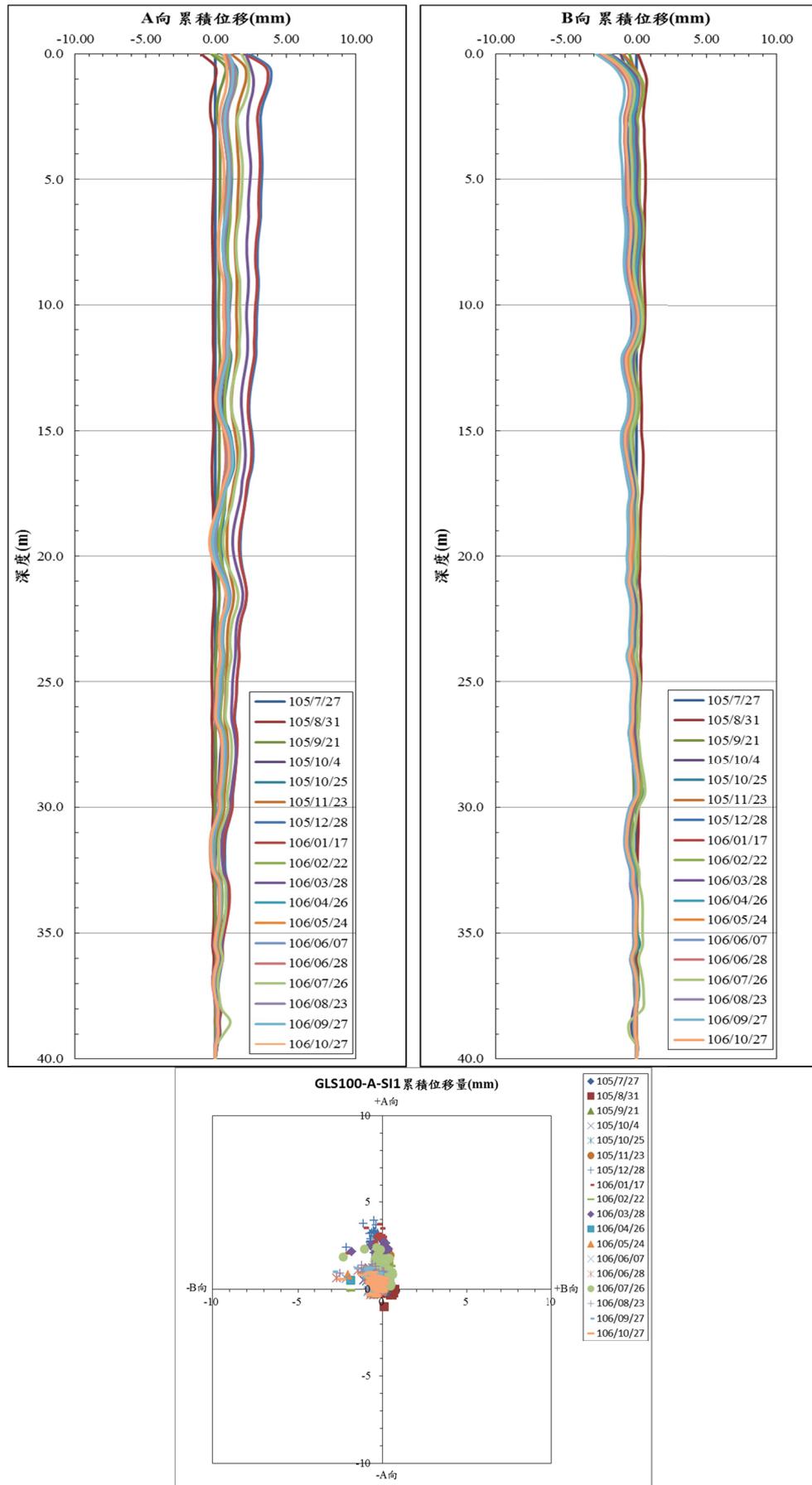


圖 4.59 光崙山測傾管 GLS100-B-S11 A、B 向位移變化圖

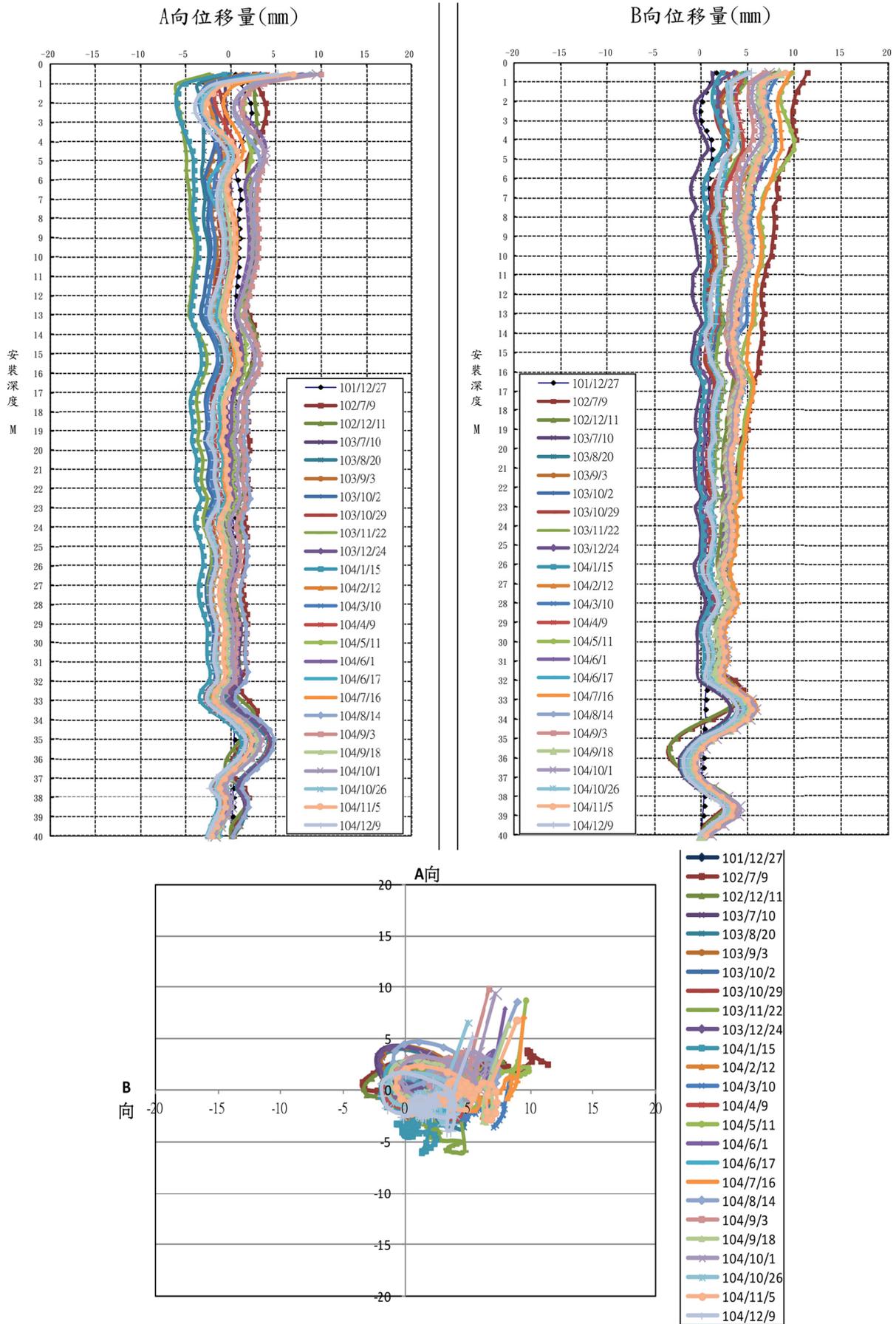


圖 4.60 光崙山 GLS100-B-S12 前期監測資料

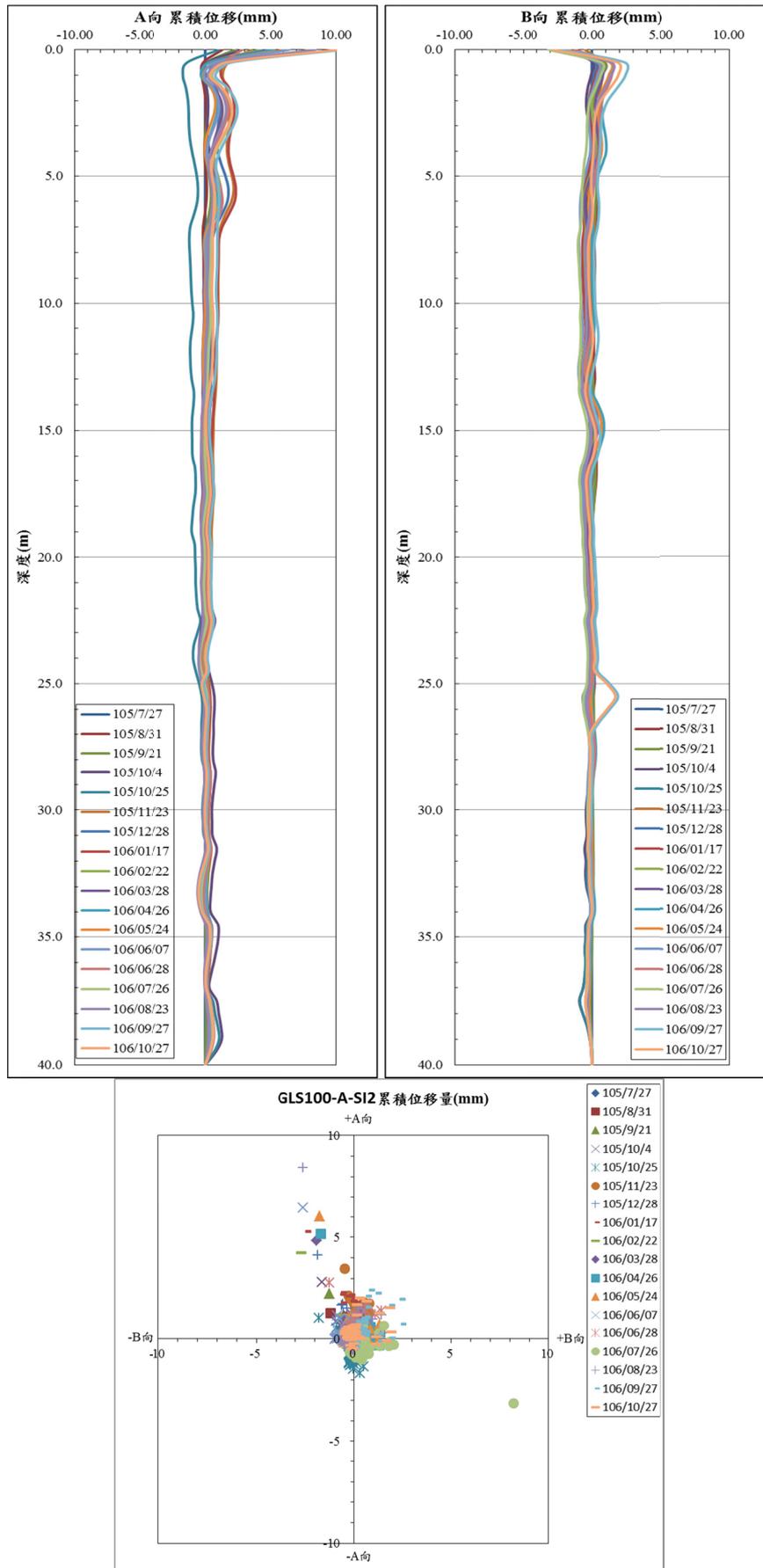


圖 4.61 光崙山 GLS100-B-S12 A、B 向位移變化圖

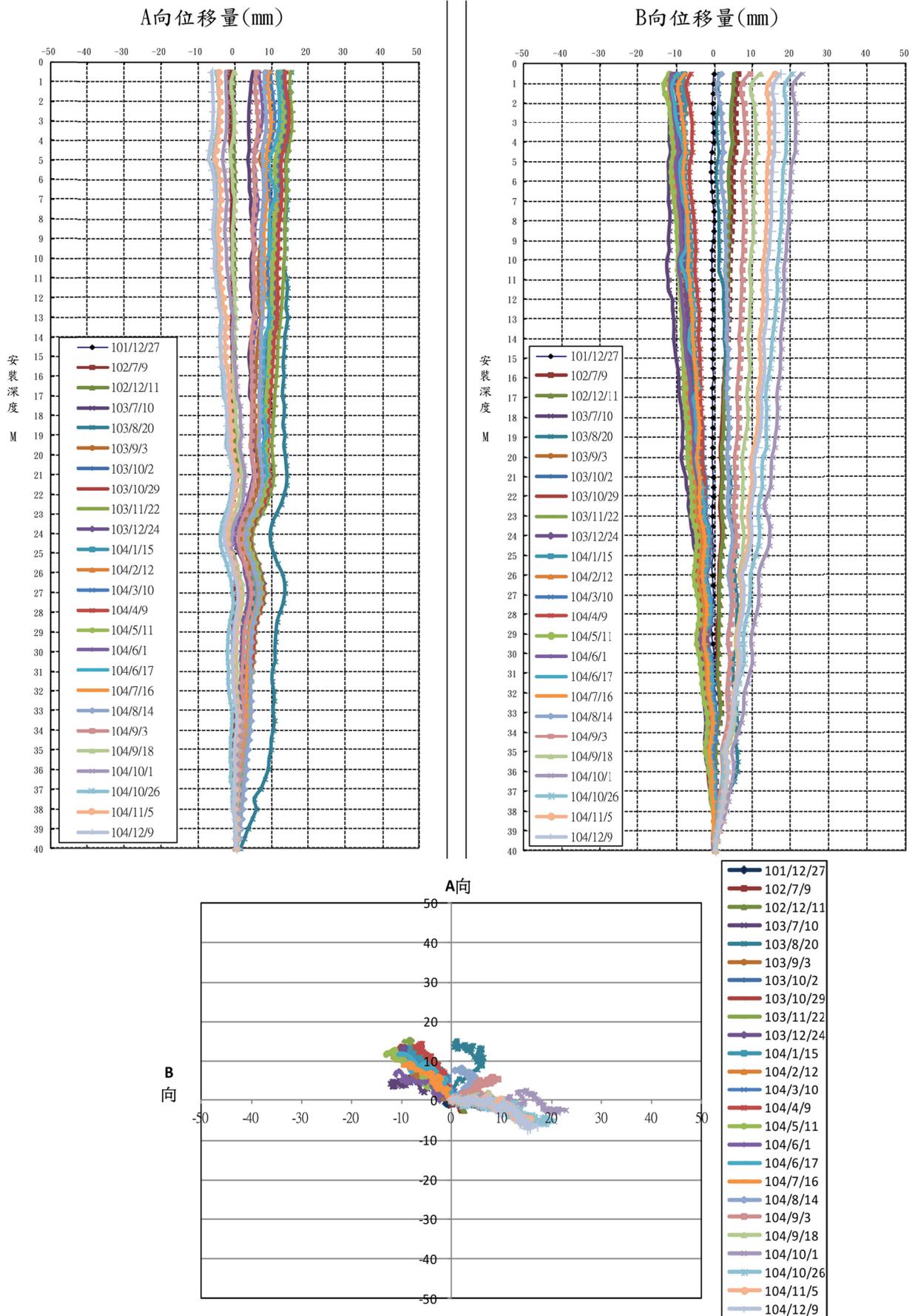


圖 4.62 光崙山測傾管 GLS100-B-S13 前期監測資料

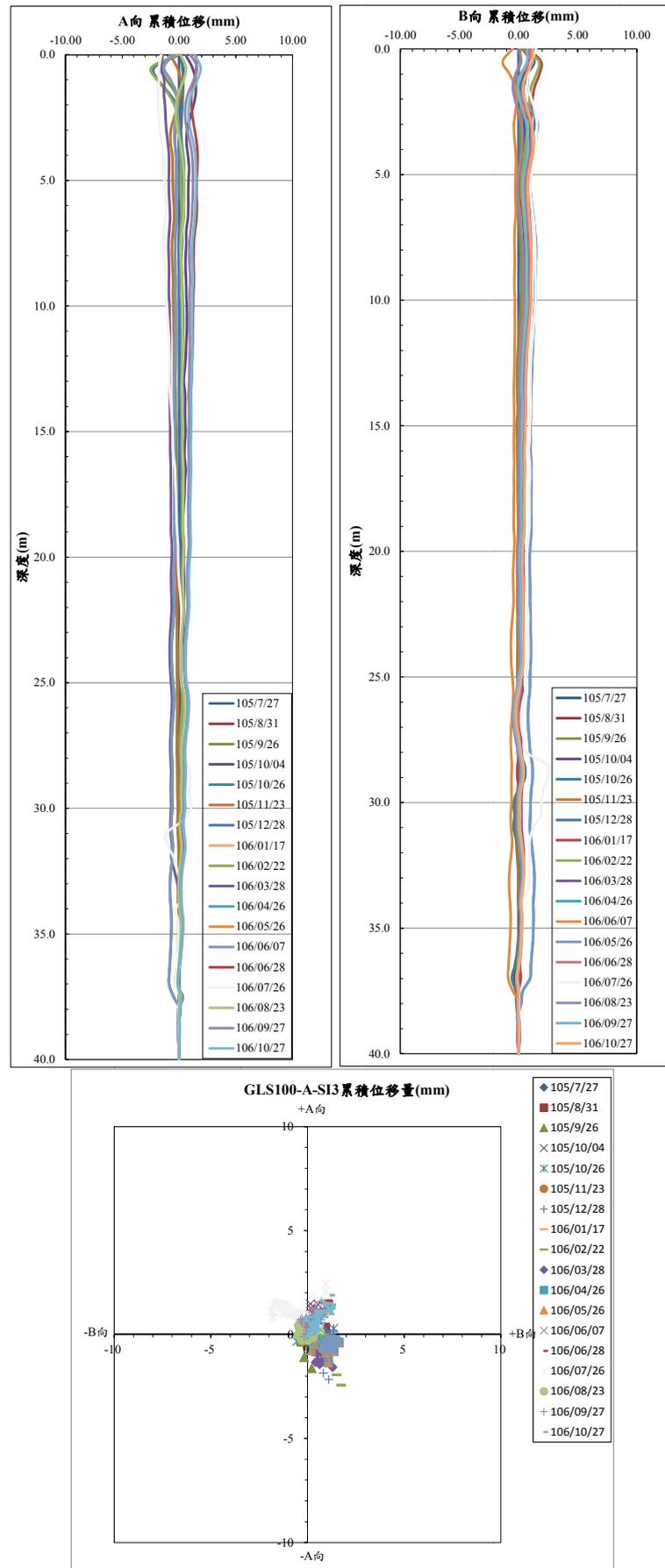


圖 4.63 光崙山測傾管 GLS100-B-SI3 A、B 向位移變化圖

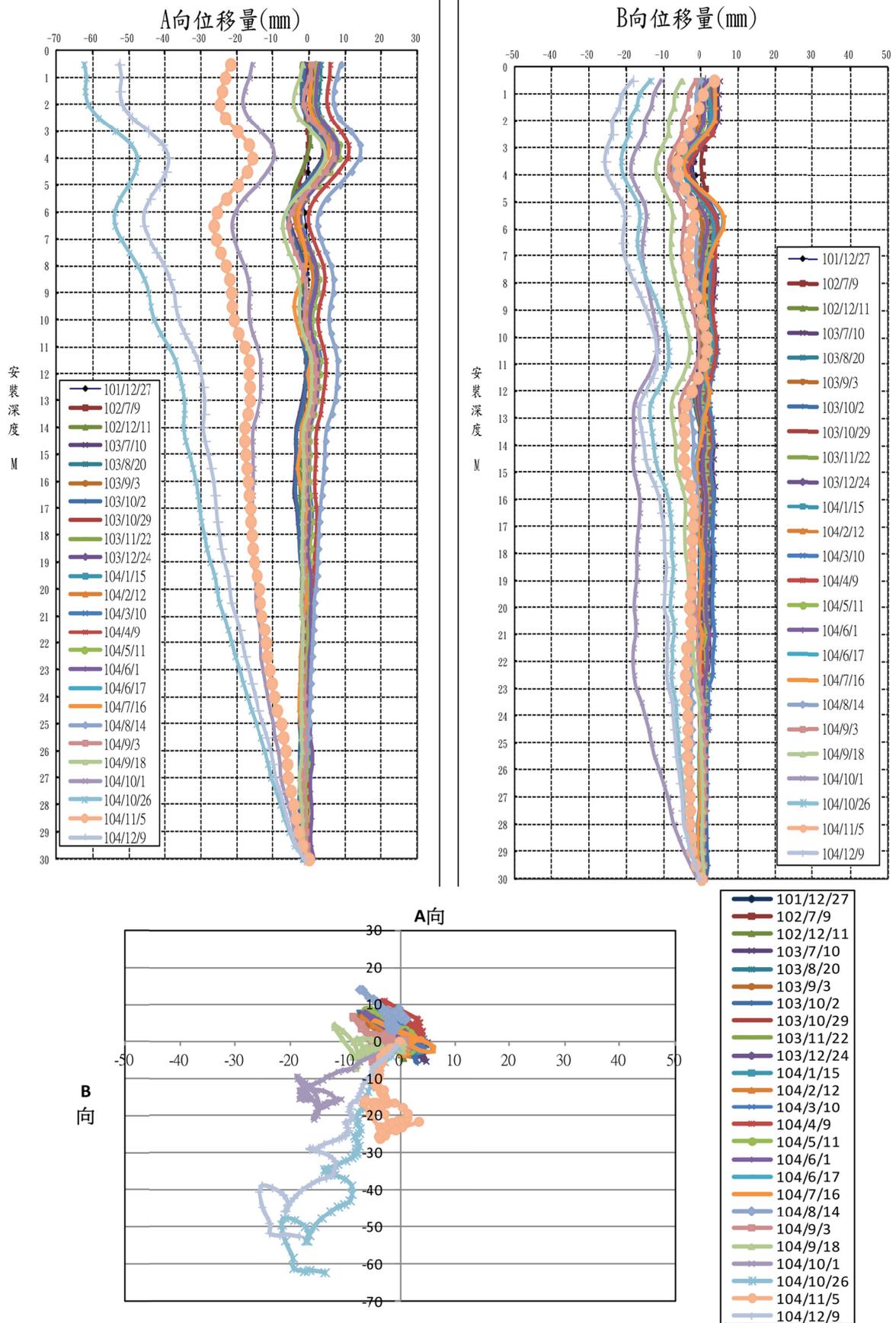


圖 4. 64 光崙山測傾管 GLS100-B-S14 前期監測資料

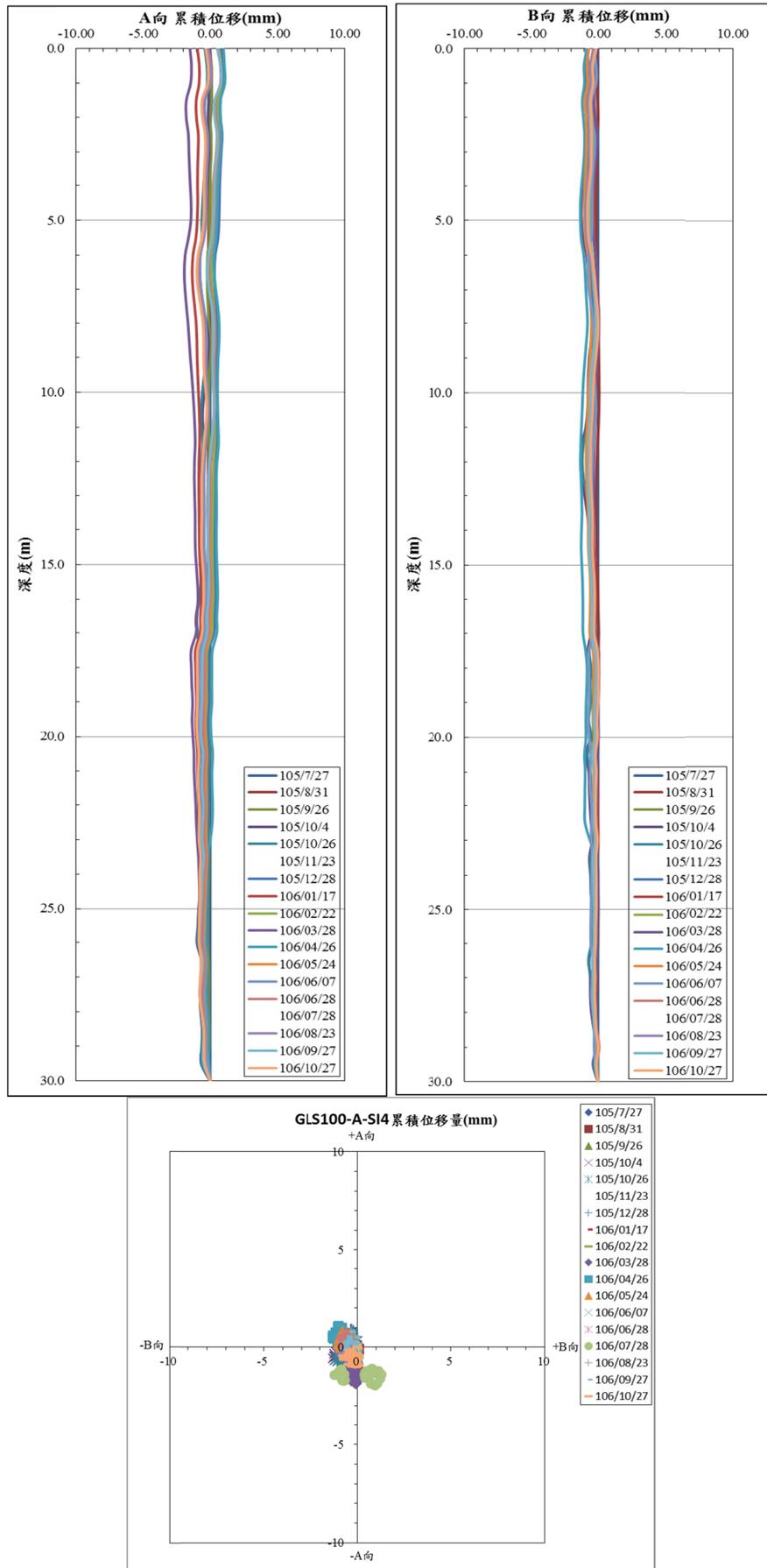


圖 4. 65 光崙山測傾管 GLS100-B-S14 A、B 向位移變化圖

(2) 地下水水位觀測井

光崙山地下水水位井 GLS100-B-OW1 及 GLS100-B-OW2 孔深皆為 30 公尺，本期量測自 105 年 7 月 27 日至 106 年 10 月 5 日止皆無測得水位，推估可能原因為光崙山坡地區之常時地下水位應在地表 30m 以下，且本區域水位量測頻率為一個月一次，故量測到之水位資料皆無見隨降雨量連動的情形。

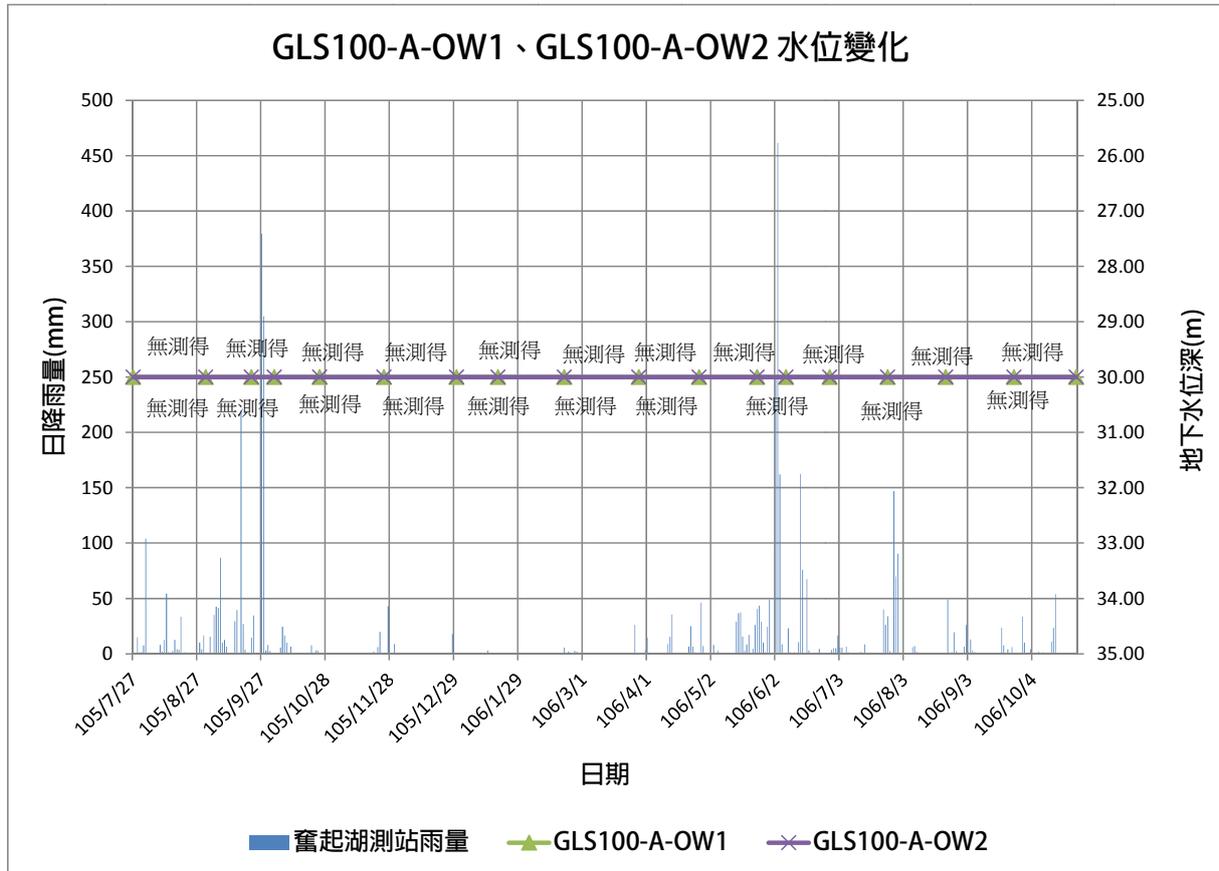


圖 4.66 光崙山水位量測變化圖

(3) 綜合評估

由光崙山工區自 105 年 7 月迄今之監測記錄顯示，地下水水位觀測井皆無測得水位，由本計畫鑽探紀錄推測，本工區常時水位應低於 GL-37m；測傾管部分之變位量皆小於注意值。整體而言，本工區邊坡監測項目之量測值均在注意值內，暫時無出現地層滑移徵兆。

#### 4.6 二萬坪工區

二萬坪工區監測點位包含 9 處測傾管兼地下水位觀測井，3 處傾度盤，1 處 TDR 地滑；106 年 6 月初梅雨後增測時發現 EWP103-A-SIOW9 上方坑溝因強降雨造成土石崩塌，導致該監測點位 ABS 管口保護蓋遭土石沖毀，管材內部遭土砂掩埋，已不堪使用，故該監測點位數據於本計畫期間僅記錄至 106 年 5 月 23 日止。

二萬坪工區監測點位配置如圖 3.67 所示，監測儀器編號、項目及座標列表如下所示。

表 4-14 二萬坪工區監測點位座標

孔號	鑽孔座標 (TWD97)			深度 (m)	監測儀器項目
	N	E	孔口高程		
EWP103-A-SIOW1	2600495	229534	2173.4	50	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW2	2600088	228783	2116.2	50	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW3	2600677	228605	2002.2	50	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW4	2600263	228421	2025.5	55	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW5	2600163	227950	2015.9	65	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW6	2601034	228184	1751.6	50	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW7	2600595	227549	1783.3	50	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW8	2600905	227947	1725.3	50	測傾管/水位井
EWP103-A-SIOW9	2600864	227788	1631.1	50	測傾管/水位井
EWP105-A-TDR1	2600263	228414	2027.93	60	TDR 地滑計
EWP103-TI1	2600672	228560	-	-	傾度盤
EWP103-TI2	2600633	228640	-	-	傾度盤
EWP103-TI3	2600905	227947	-	-	傾度盤

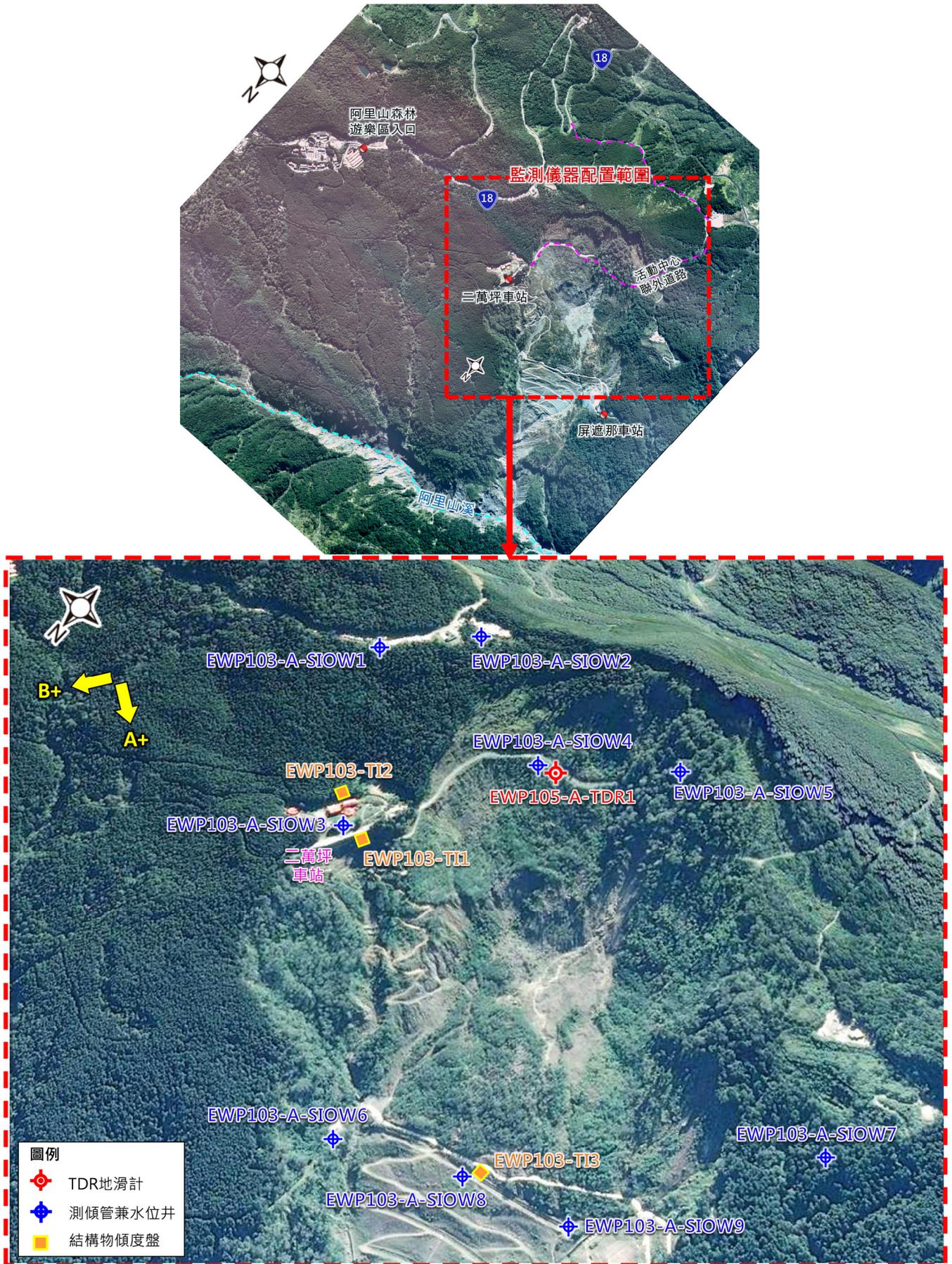


圖 4.67 二萬坪監測儀器配置圖

## (1) 測傾管

二萬坪工區測傾管本計畫量測結果說明如下:

### **EWP103-A-SIOW1:**

於 105 年 10 月颱風豪雨後，管深 19m~38m 處之累積變位圖出現波浪狀，判定為測傾管周圍回填材料局部沉陷擠壓變形造成之變位，其後量測數月之變形曲線約略與其一至，未出現擴大變位情形，EWP103-A-SIOW1 周邊道路鋪面局部有發現平行坡面之細微裂隙，道路邊溝等結構物並未出現明顯破壞情形。

### **EWP103-A-SIOW2:**

本監測點位 106 年 10 月份量測結果，於 A 向最大累積變位量為 -7.1mm，B 向最大累積變位量為 -7.6mm (該最大變位量皆發生於孔口處)，其變位速未達注意值。

### **EWP103-A-SIOW3:**

本監測點位於阿里山青年活動中心停車場，自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 8 月止，除了接近地表處有管材局部擠壓變形外，並無出現明顯變位量，尚無滑動傾向，與前期量測結果雷同。

### **EWP103-A-SIOW4:**

本監測點位於 GL-16m~20m 處出現 S 形變位曲線，唯自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，並無出現明顯滑動面，故判定尚無滑動傾向，與鄰近 TDR 地滑計之量測結果雷同 (EWP105-A-TDR1)。

### **EWP103-A-SIOW5**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 -2.1mm，發生於地下 0.5 公尺處；於 B 向最大累積位移量為 -2.1mm，發生於地下 5.5 公尺處。

### **EWP103-A-SIOW6:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A+ 方向最大累積位移量為 2mm，發生於地下 37.5 公尺處；於 B+ 方向最大累積位移量為 7.5mm，發生於地下 1 公尺處。

### **EWP103-A-SIOW7:**

本監測點位自 105 年 7 月(本期監測初始值)起至 106 年 10 月底止，暫無出現明顯滑動傾向。於 A 向最大累積位移量為 -1.7mm，發生於地

下 2.5 公尺處；於 B 向最大累積位移量為 2.1mm，發生於地下 11 公尺處。

#### **EWP103-A-SIOW8:**

本監測點位於 GL-41m 處有滑動面產生，該處約是土岩交界面、岩盤破碎處，A+方向在 105 年 7 月~106 年 8 月期間最大累積變位量為 14.7mm(最大變位量發生於孔口處)，變位速率尚未超出警戒值，待後續觀察是否有持續變位情形。

#### **EWP103-A-SIOW9:**

於 GL-35 m 處有一滑動面，A 向最大累積變位量為 3.9mm(該最大累積變位量發生於 GL-31m 處)。106 年 6 月初梅雨後增測時發現 EWP103-A-SIOW9 上方坑溝因梅雨造成土石崩塌，造成該監測點位 ABS 管口保護蓋遭土石沖毀，管材內部破壞不堪使用，故監測數據僅記錄至 106 年 5 月 23 日止。

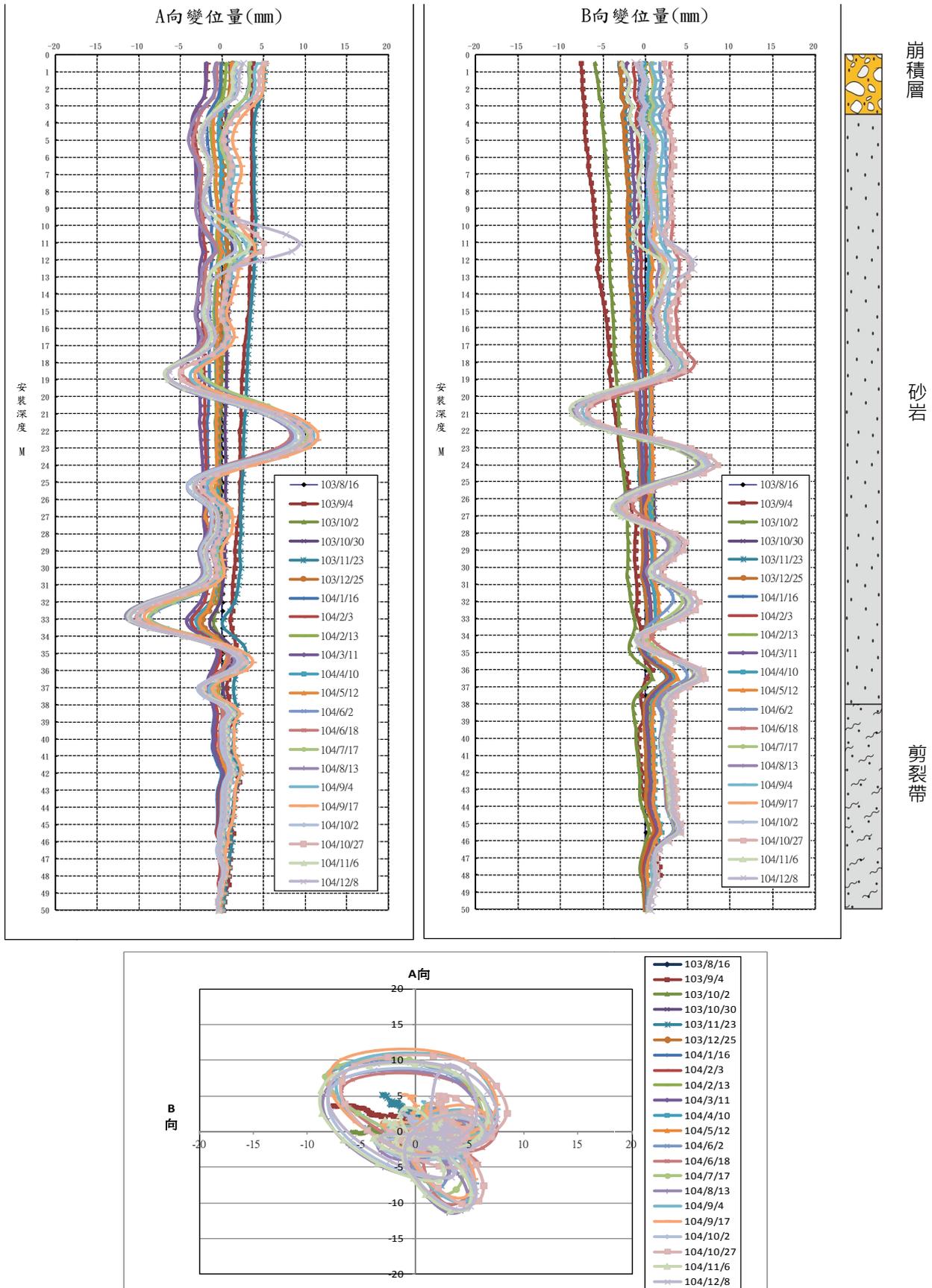


圖 4.68 二萬坪 EWP103-A-S10W1 前期監測資料 (103/8/16~104/12/8)

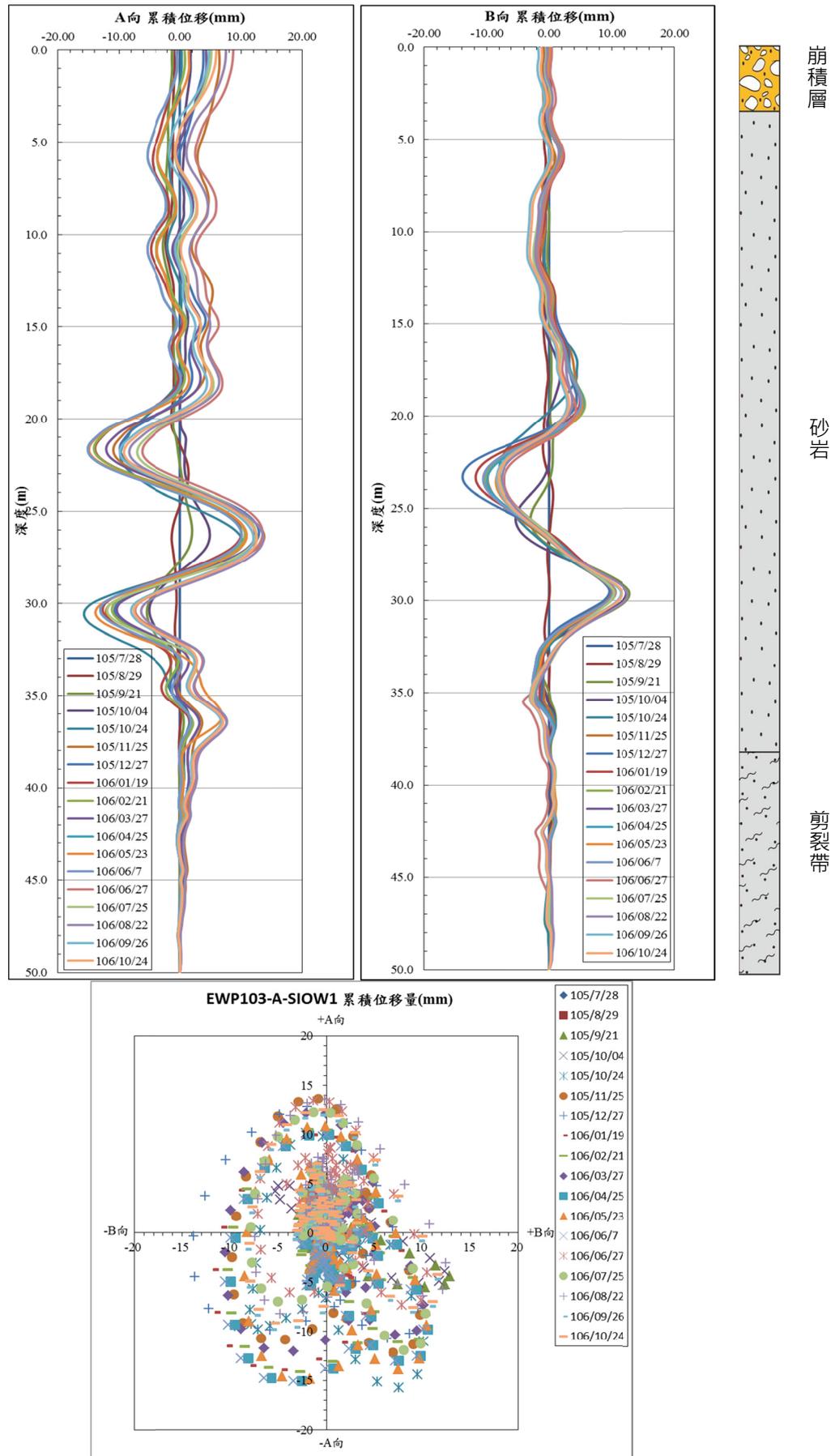


圖 4.69 二萬坪 EWP103-A-S10W1 本期 A、B 向位移變化圖

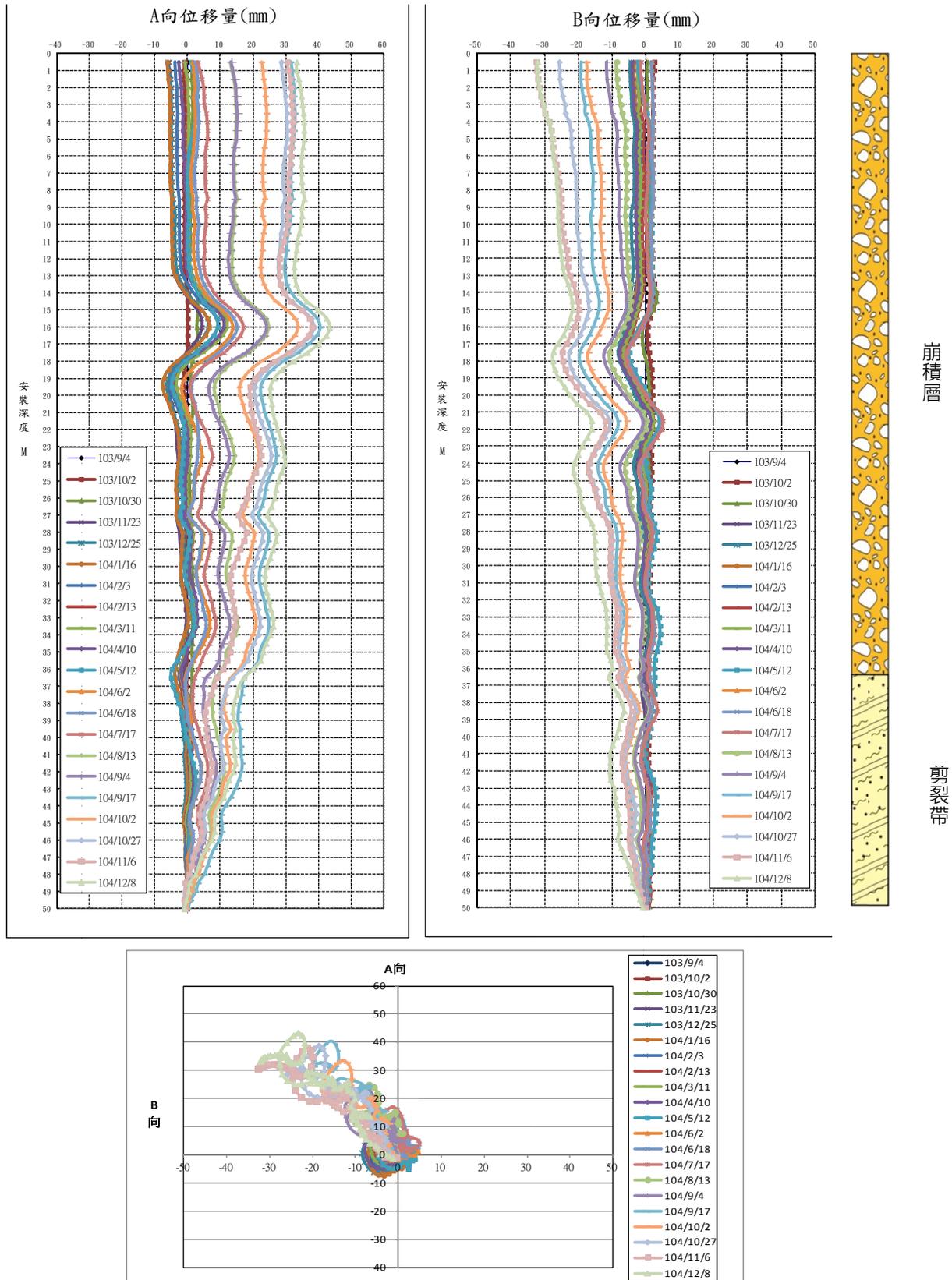


圖 4.70 二萬坪 EWP103-A-S10W2 前期監測資料(103/9/4~104/12/8)

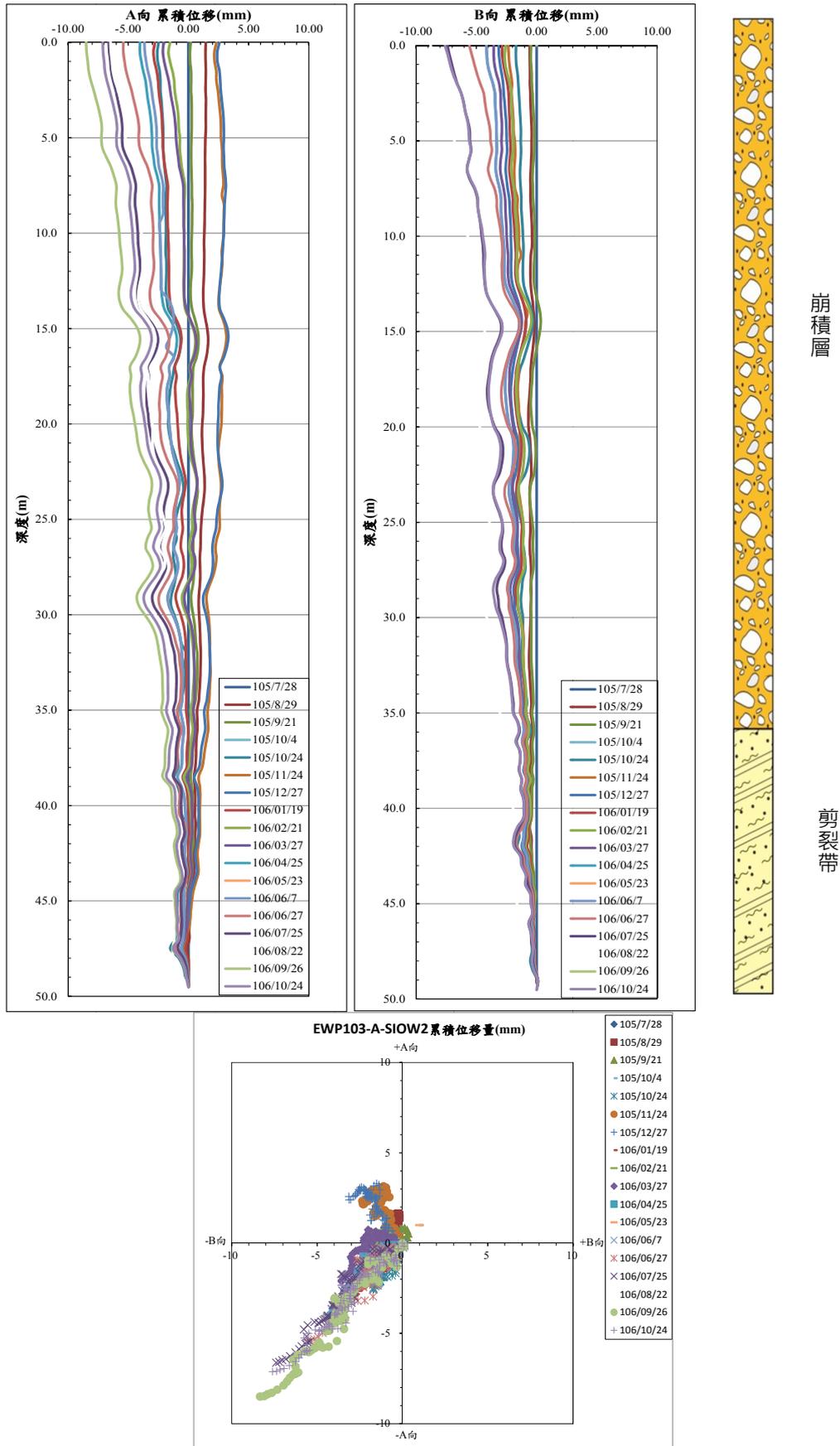


圖 4.71 二萬坪 EWP103-A-SIOW2 本期 A、B 向位移變化圖

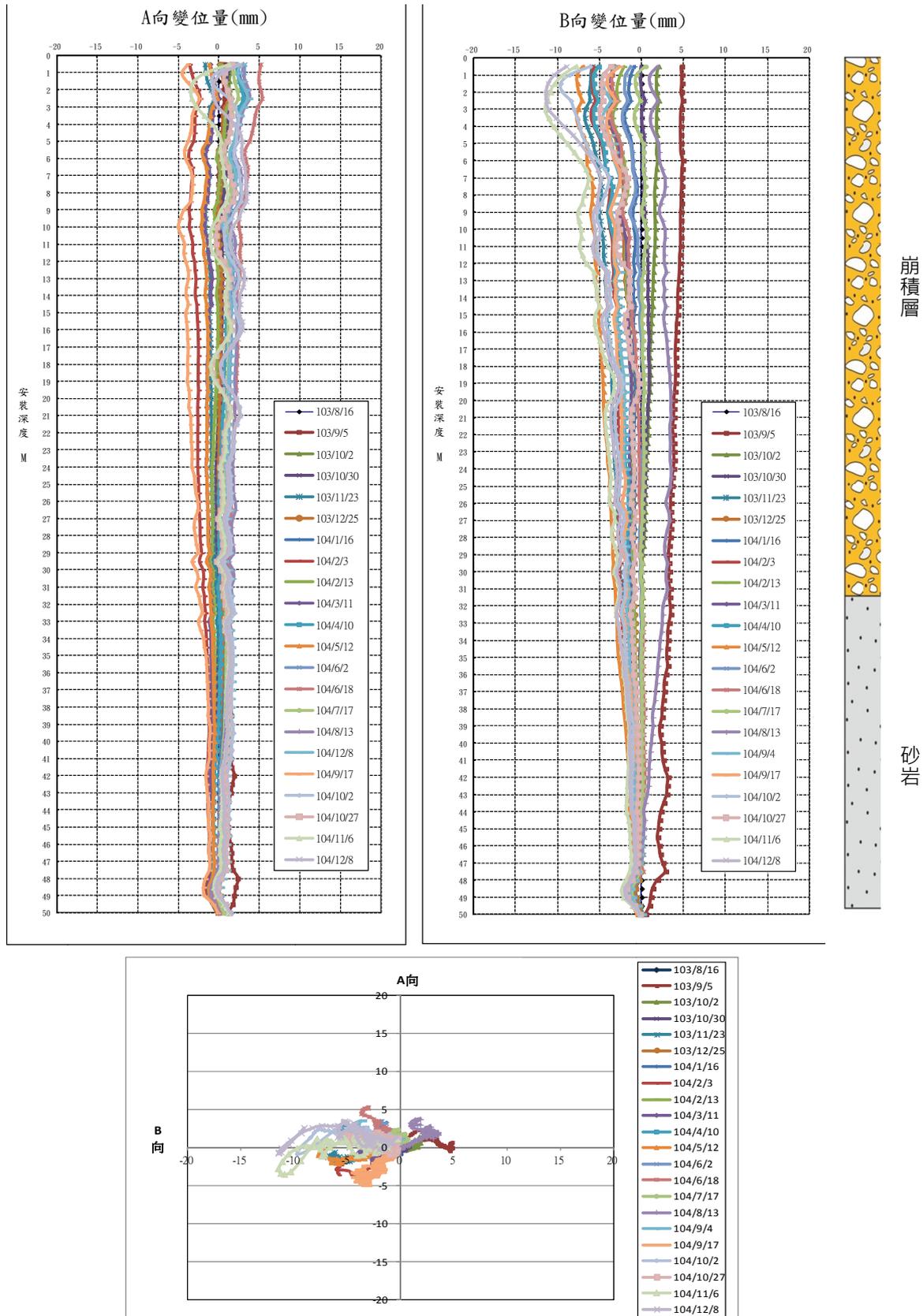


圖 4.72 二萬坪 EWP103-A-S10W3 前期監測資料(103/8/16~104/12/8)

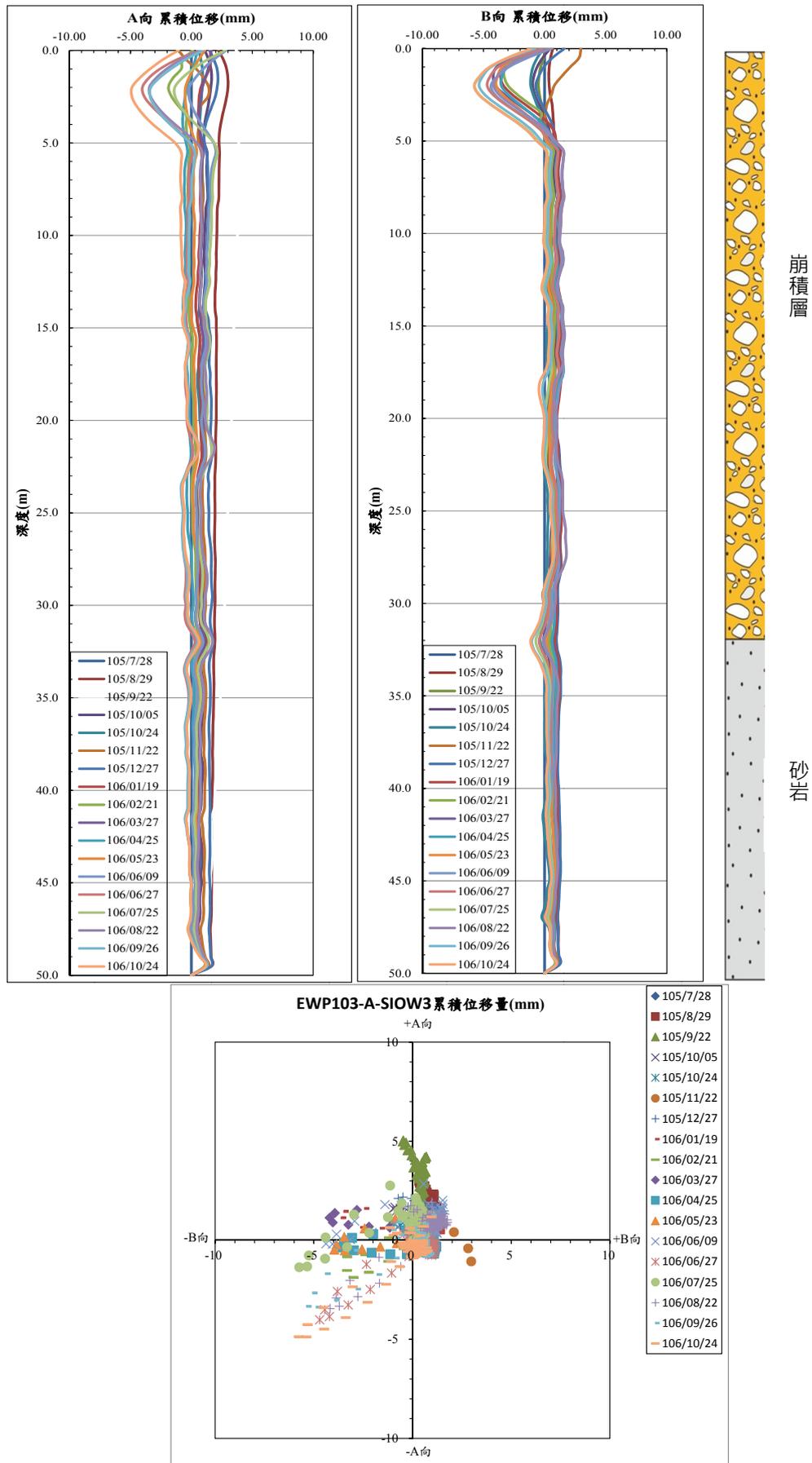


圖 4.73 二萬坪 EWP103-A-S10W3 本期 A、B 向位移變化圖

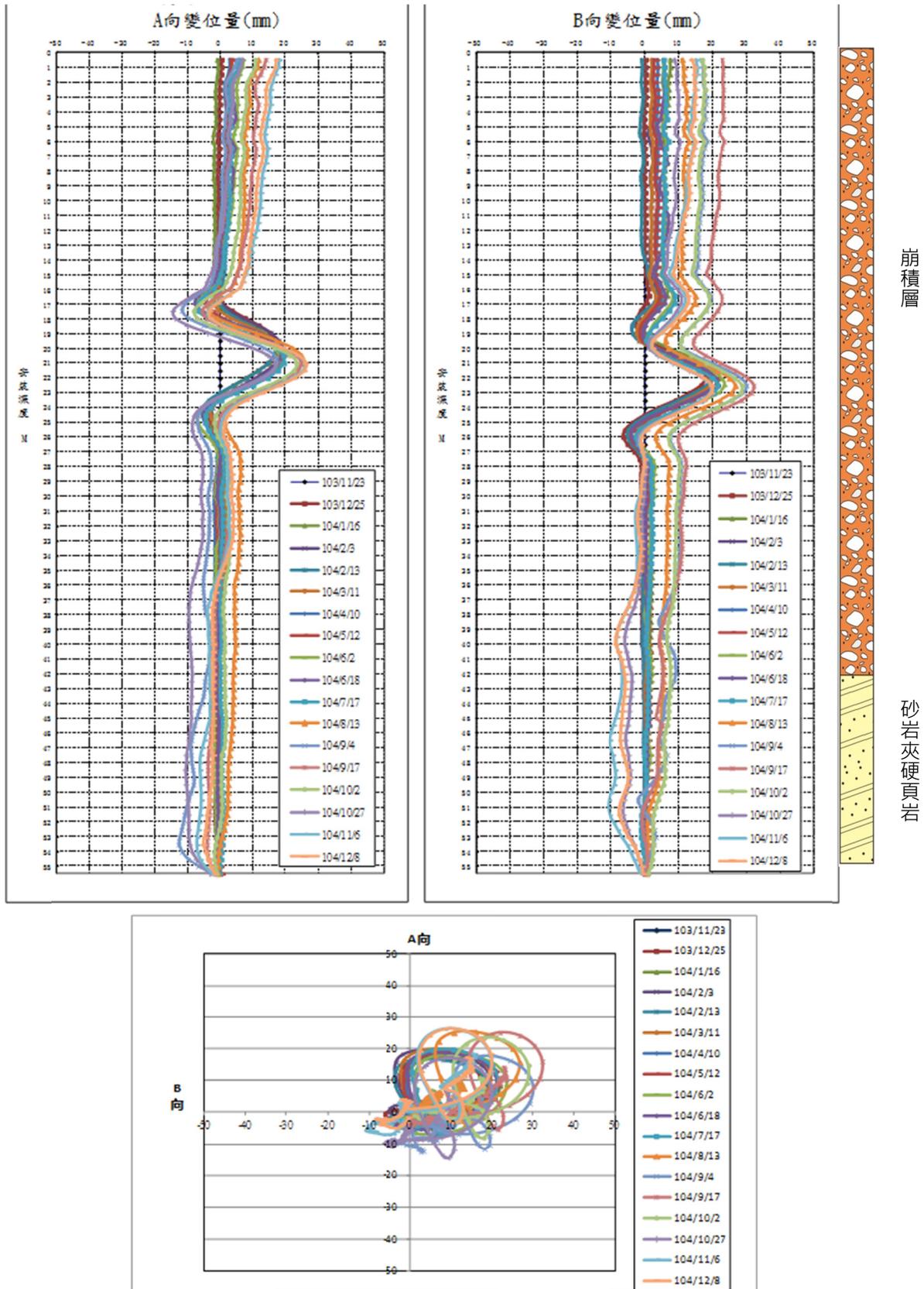


圖 4.74 二萬坪 EWP103-A-S10W4 前期監測資料(103/11/23~104/12/8)

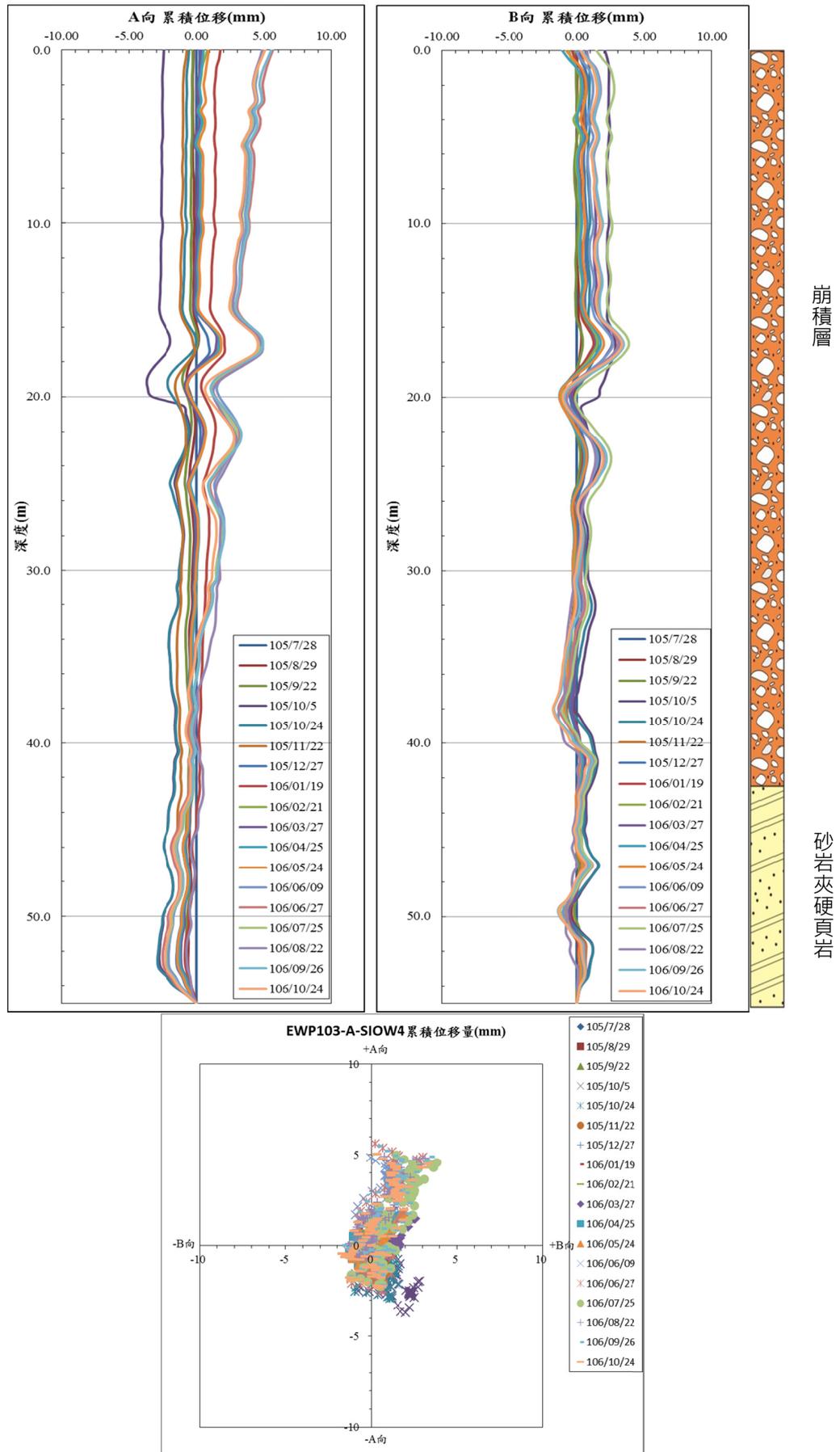


圖 4.75 二萬坪 EWP103-A-S10W4 本期 A、B 向位移變化圖

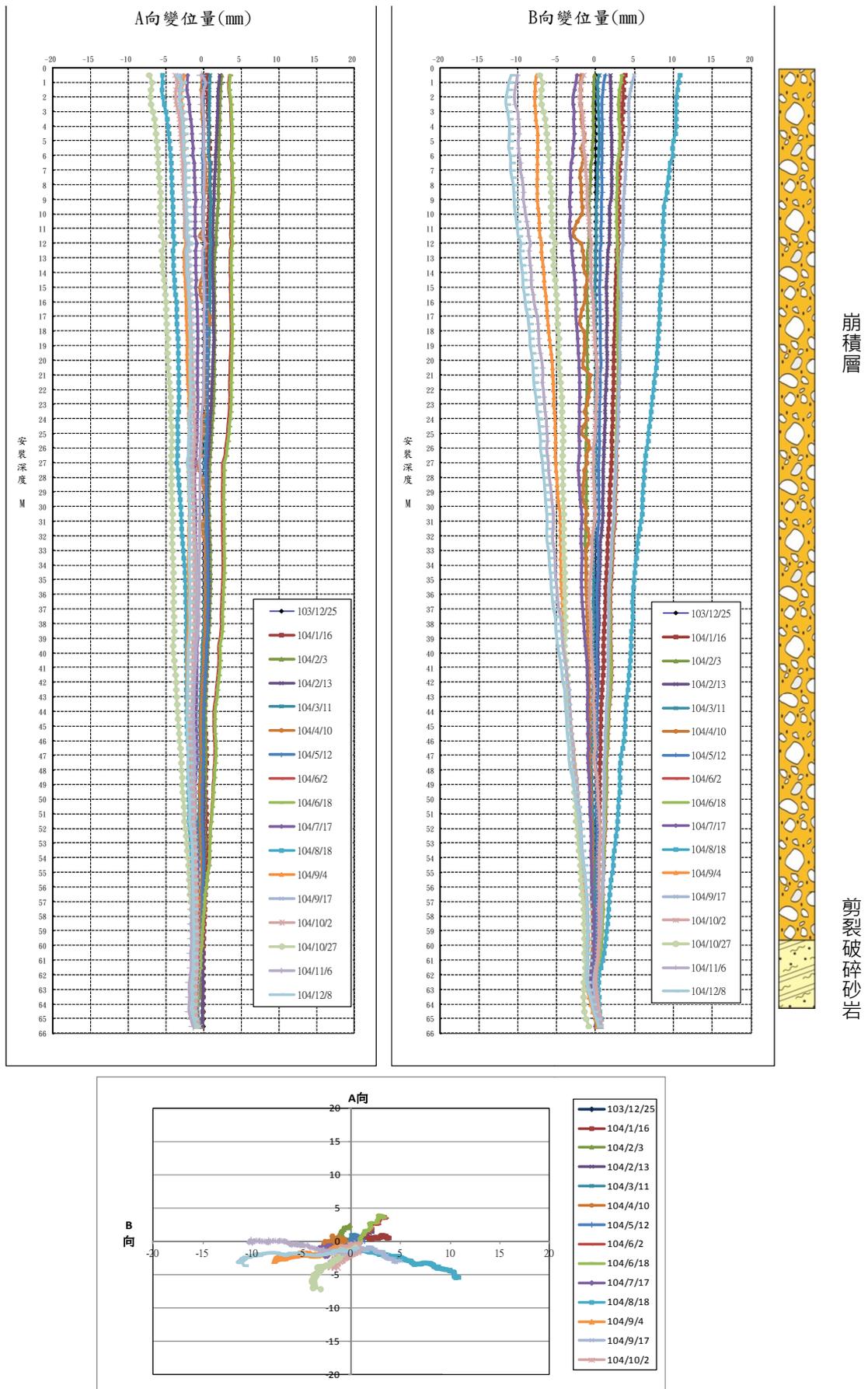


圖 4.76 二萬坪 EWP103-A-S10W5 前期監測資料(103/12/25~104/12/8)

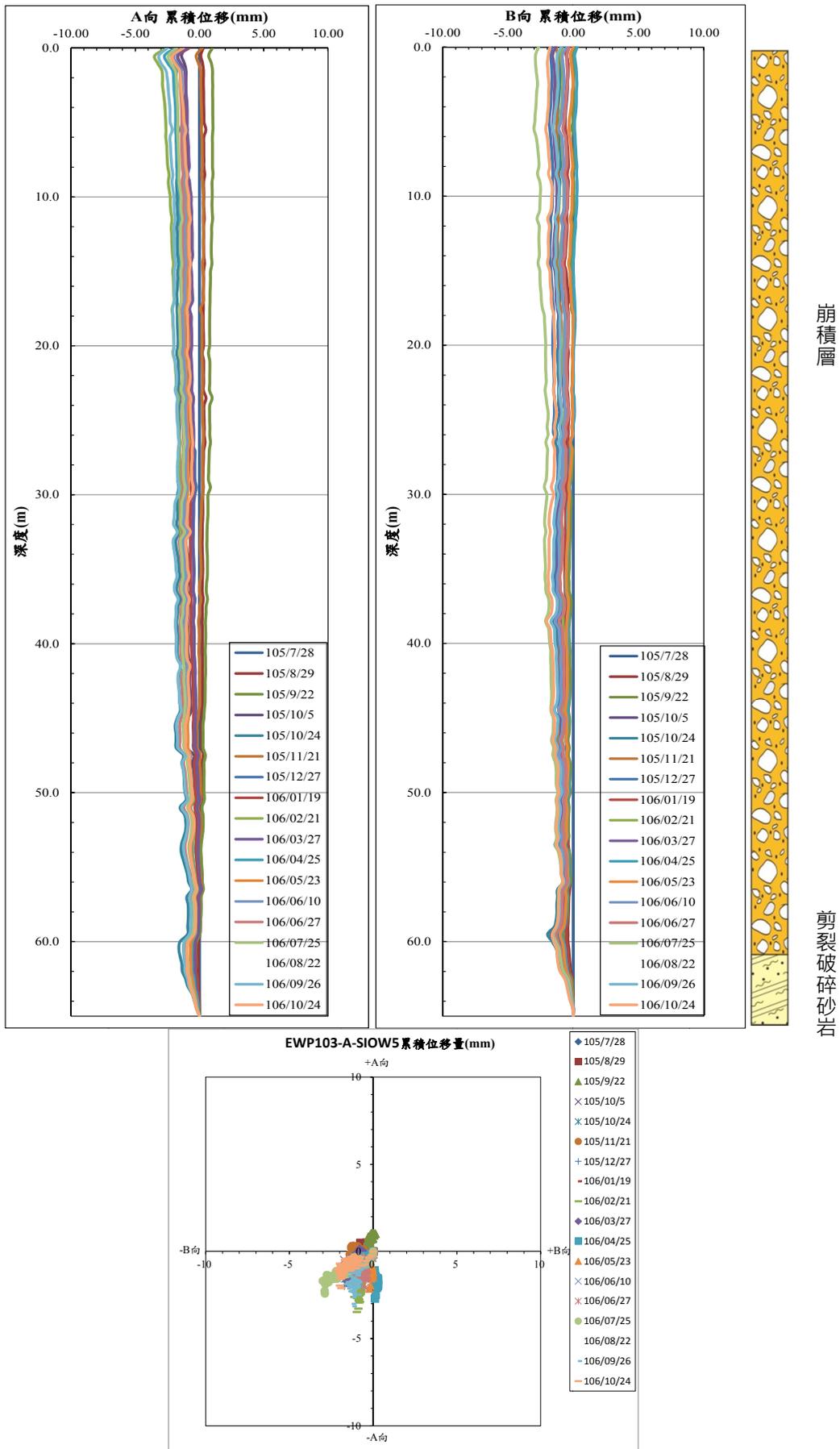


圖 4.77 二萬坪 EWP103-A-S10W5 本期 A、B 向位移變化圖

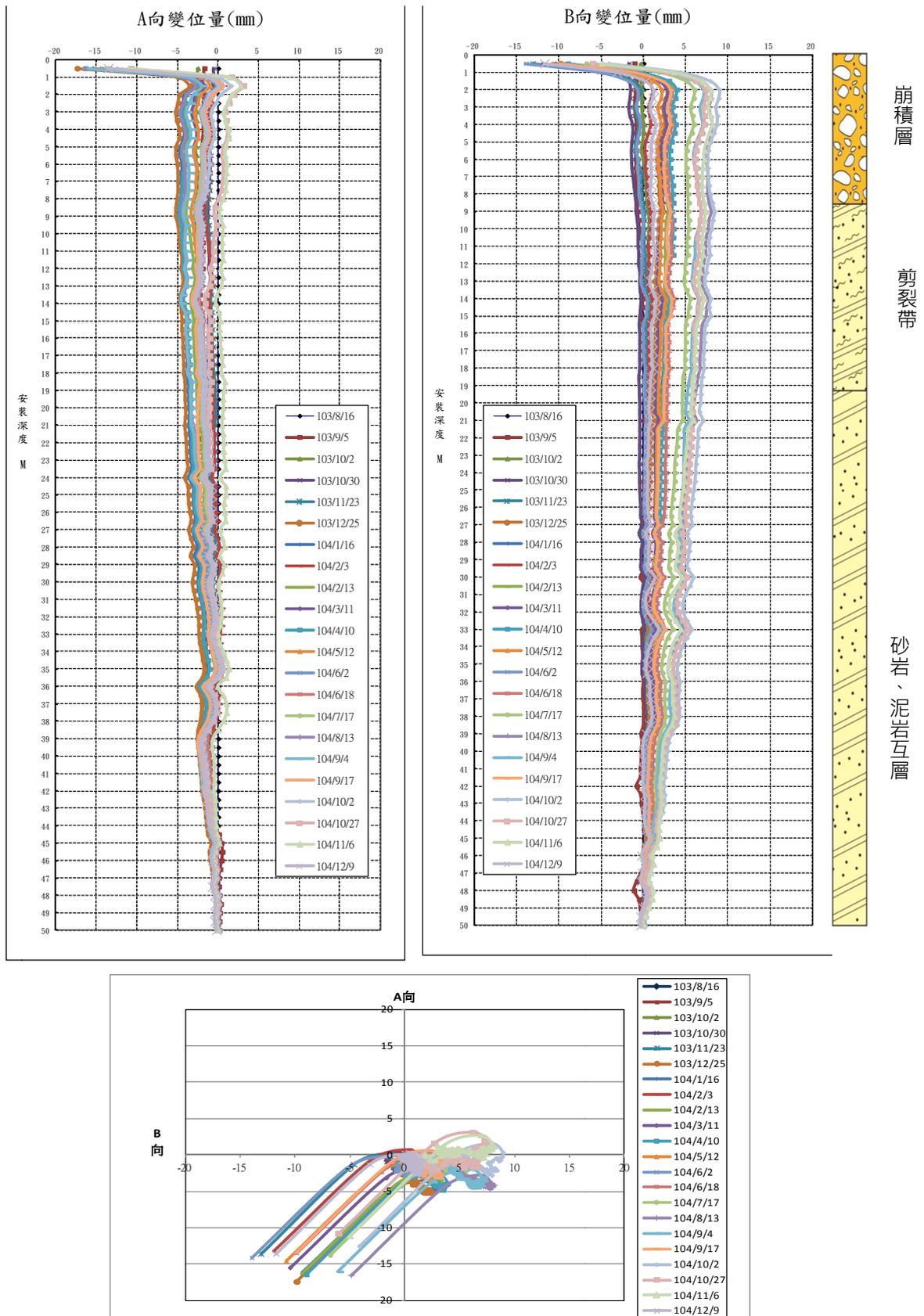


圖 4.78 二萬坪 EWP103-A-S10W6 前期監測資料(103/12/25~104/12/8)

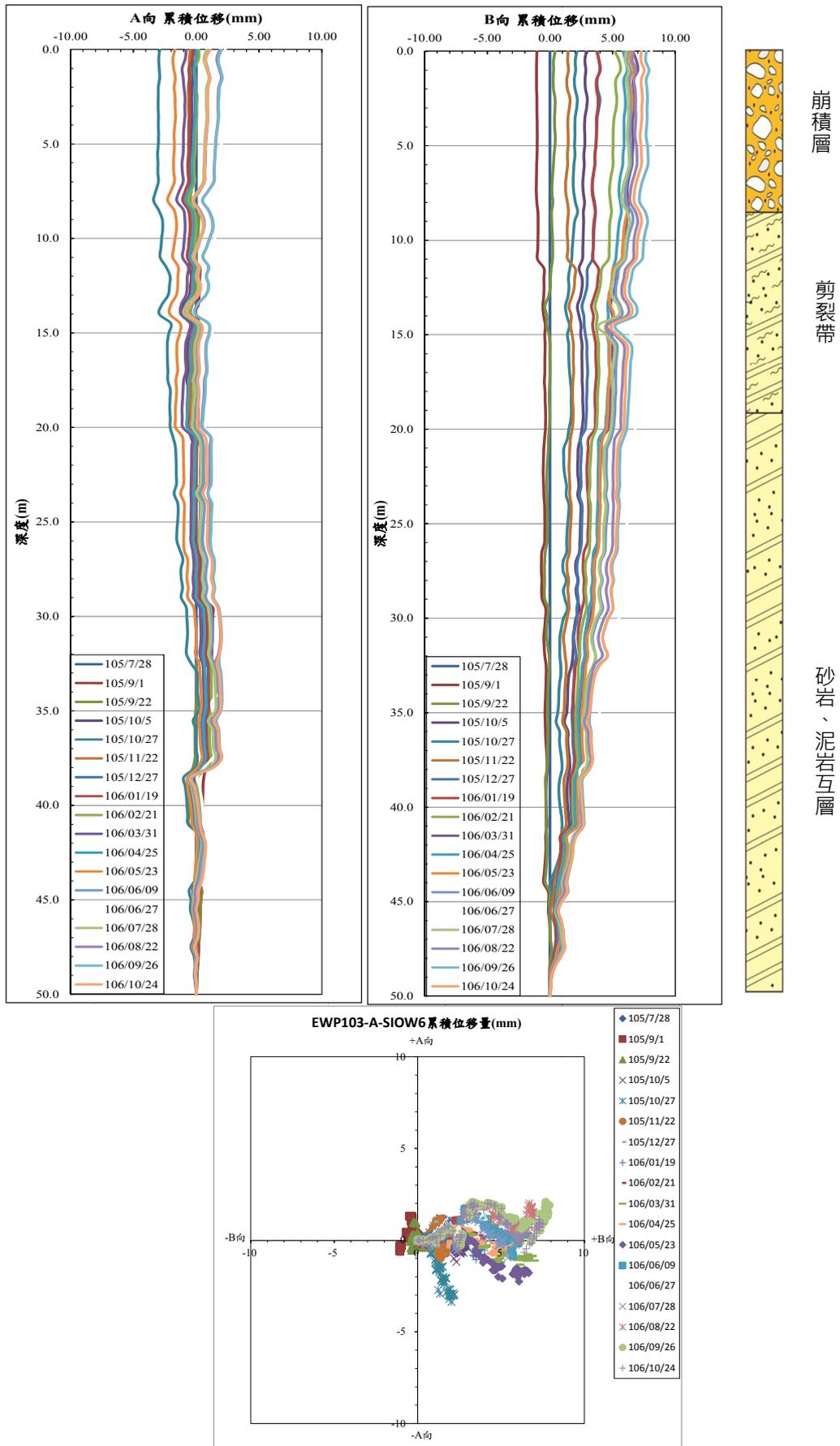


圖 4.79 二萬坪 EWP103-A-S10W6 本期 A、B 向位移變化圖

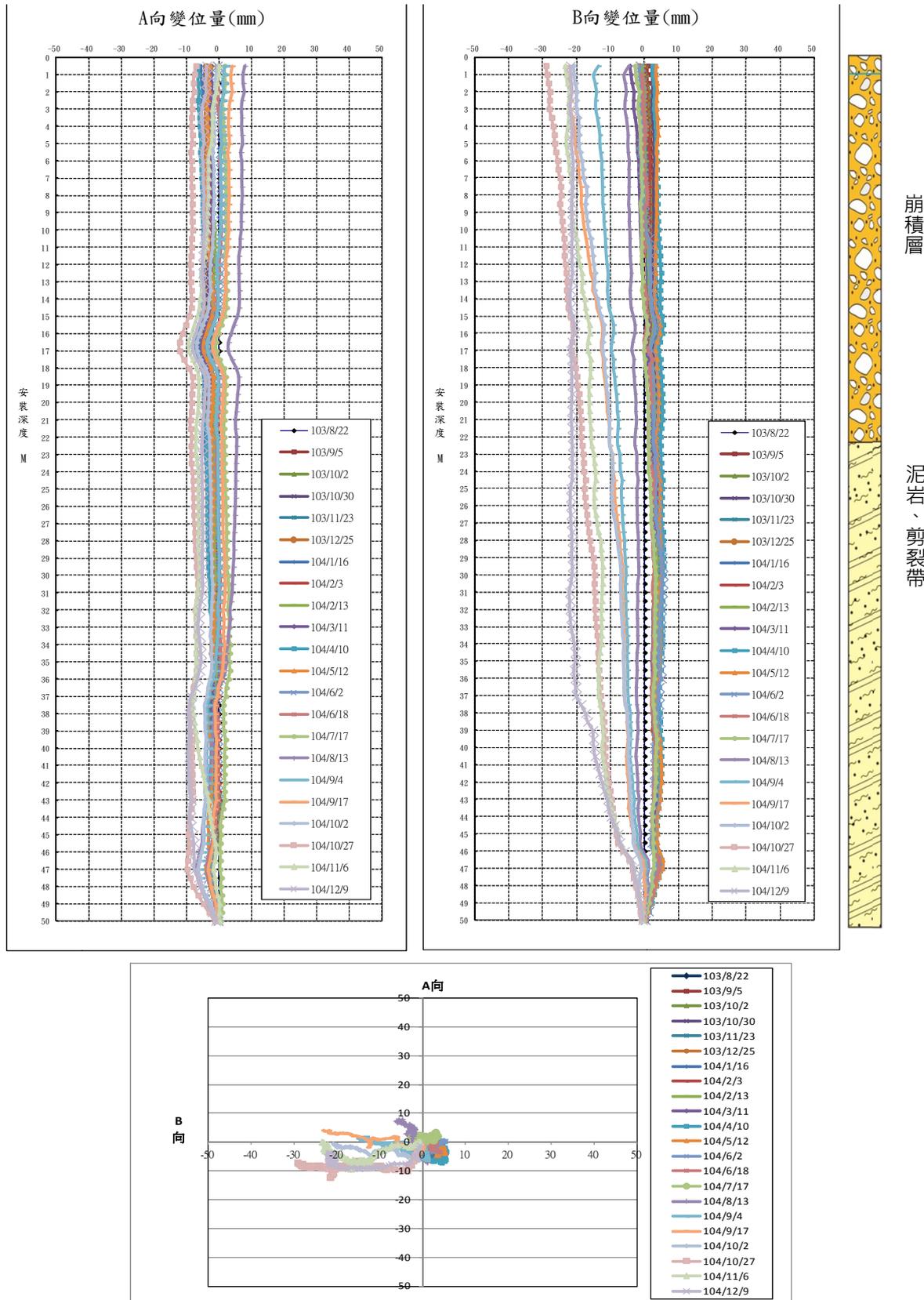


圖 4.80 二萬坪 EWP103-A-S10W7 前期監測資料(103/8/22~104/12/9)

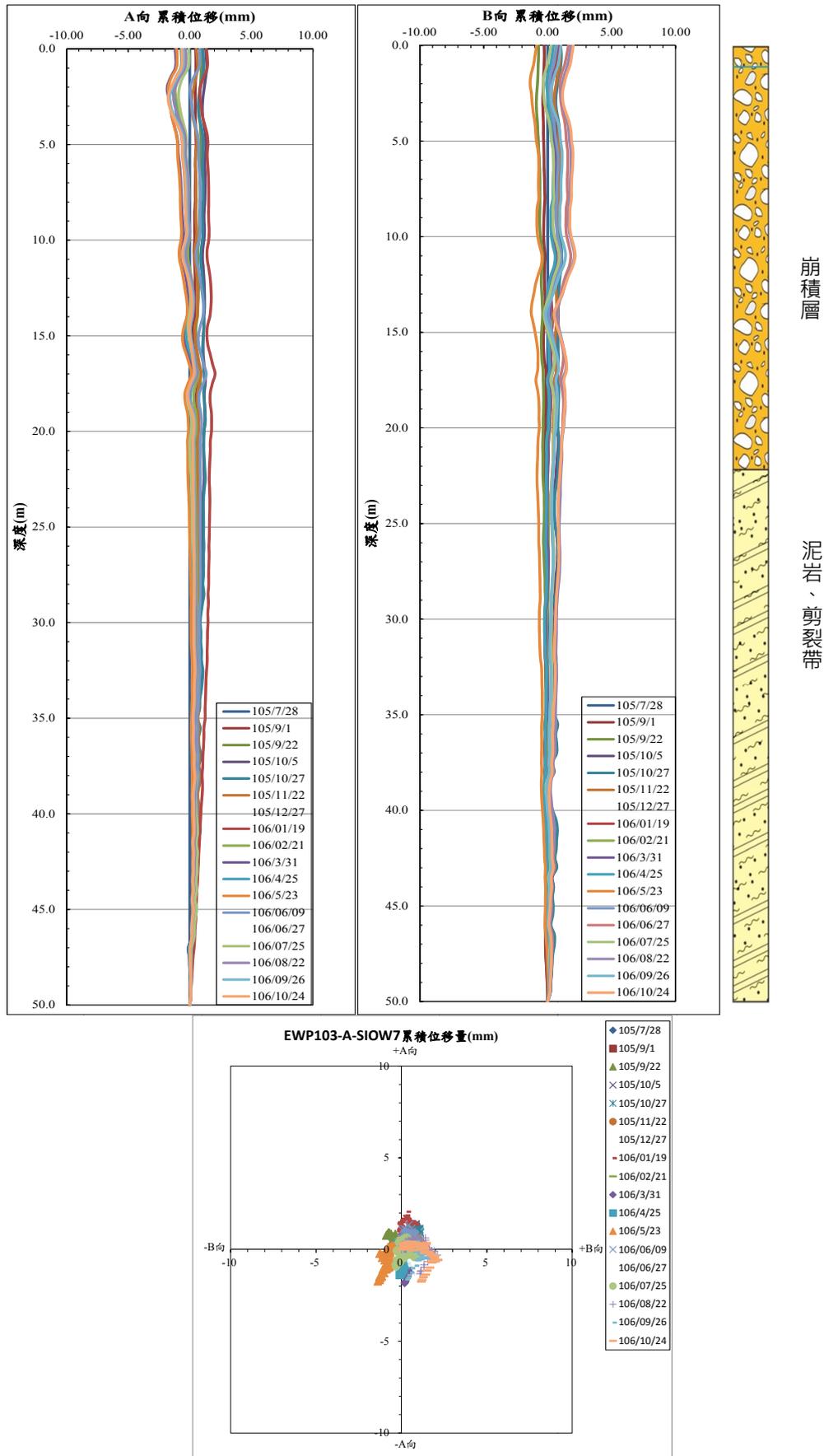


圖 4.81 二萬坪 EWP103-A-S10W7 本期 A、B 向位移變化圖

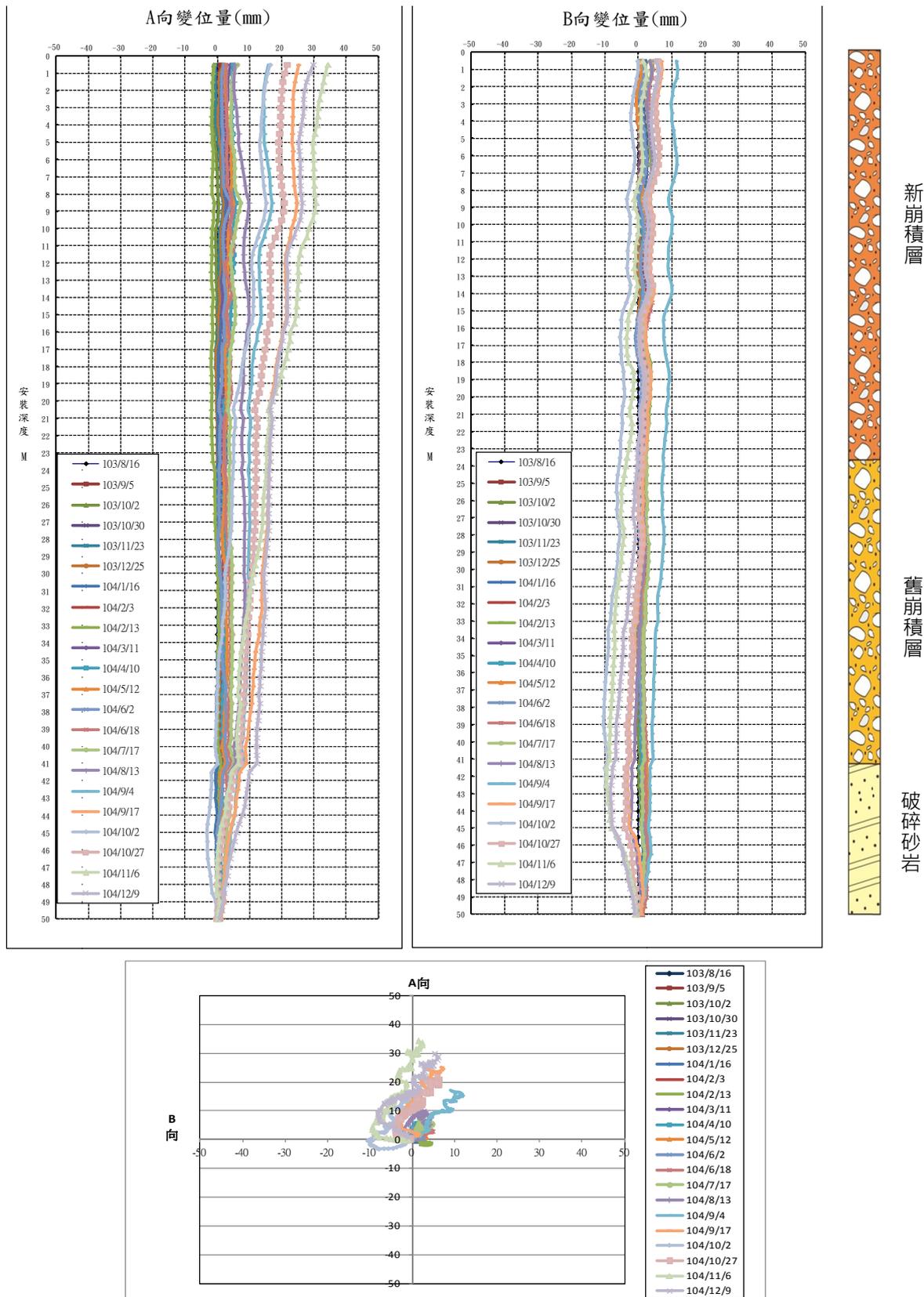


圖 4.82 二萬坪 EWP103-A-S10W8 前期監測資料(103/8/16~104/12/9)

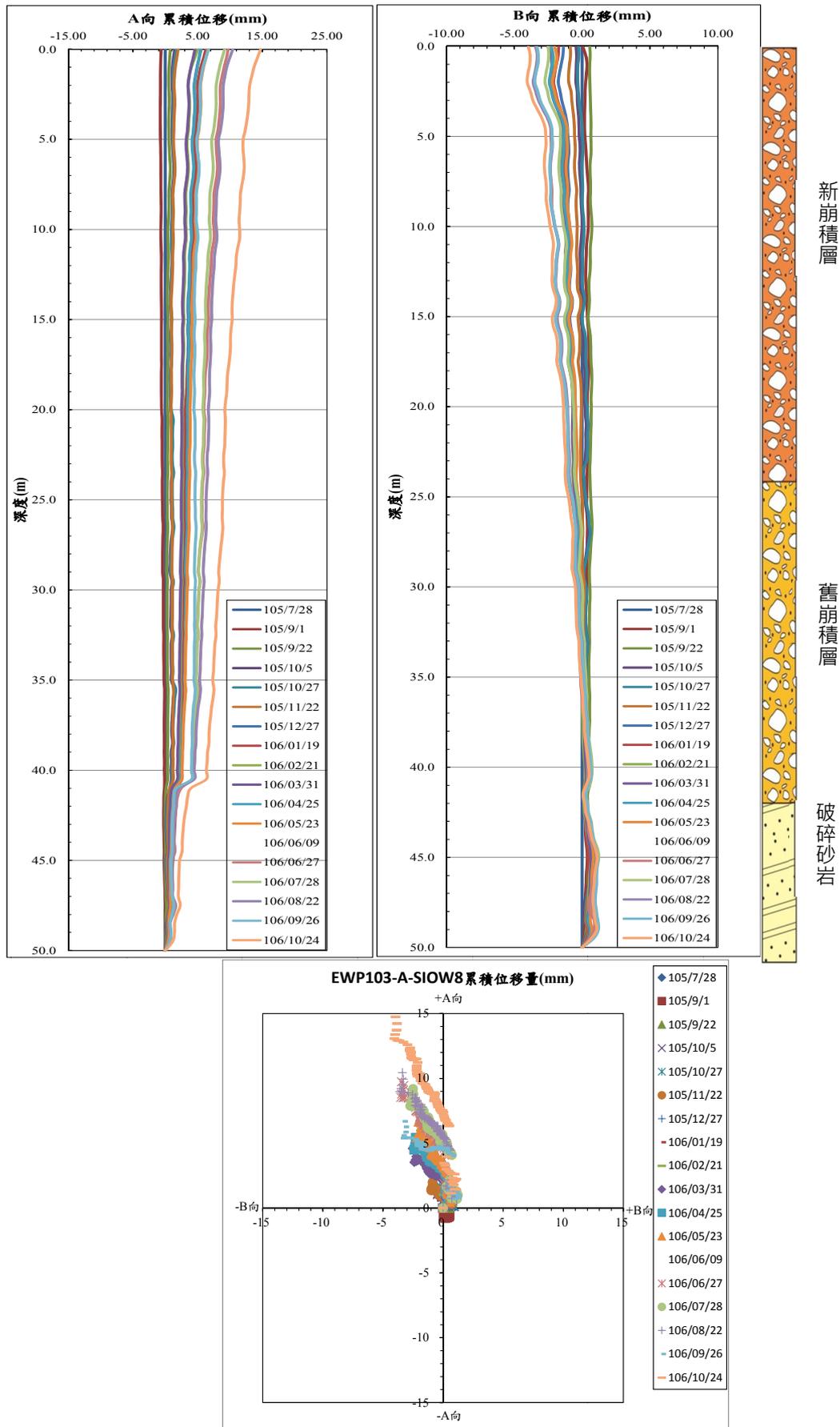


圖 4.83-a 二萬坪 EWP103-A-S10W8 本期 A、B 向位移變化圖(a)

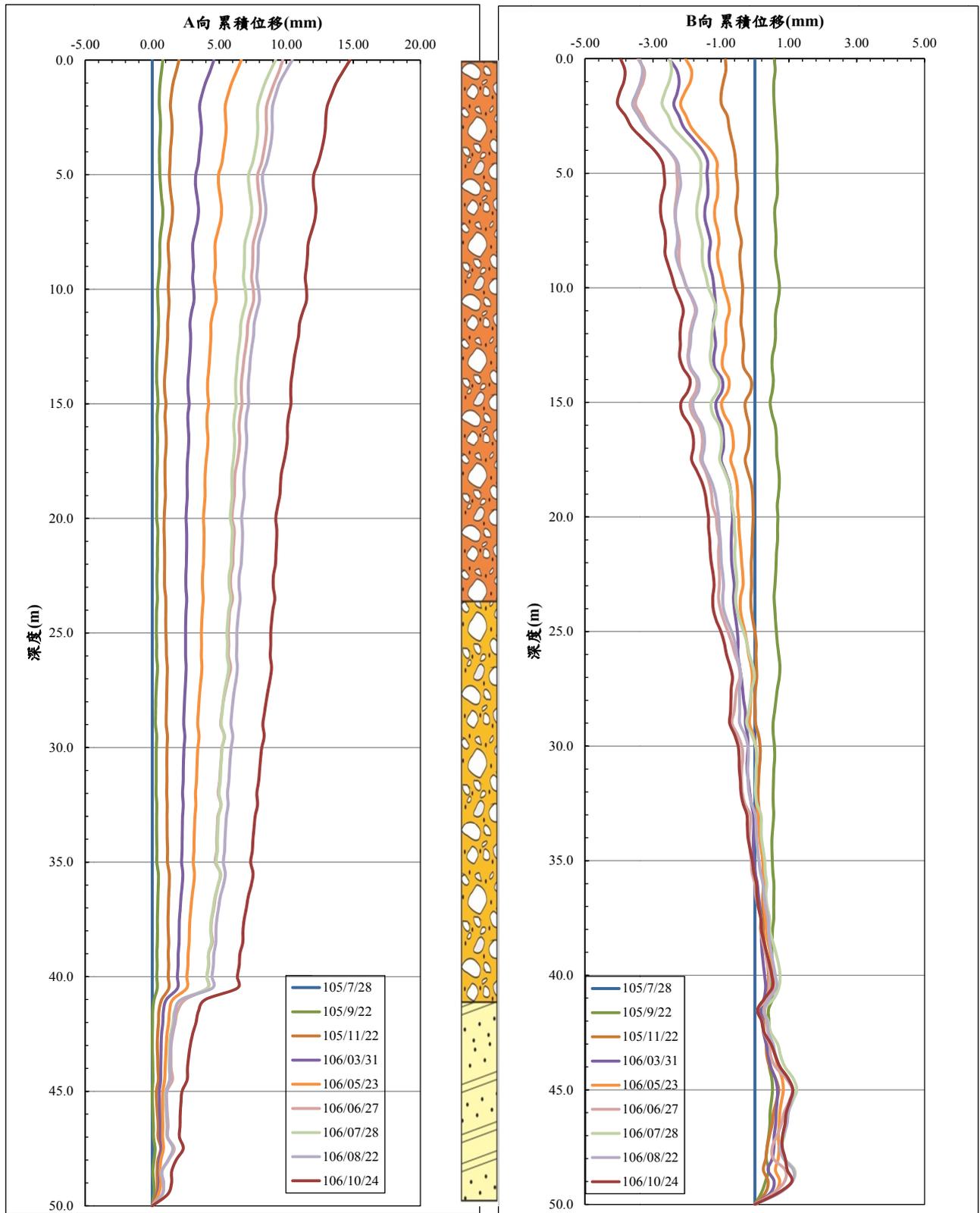


圖 4.83-b 二萬坪 EWP103-A-S10W8 本期 A、B 向位移變化圖(b)

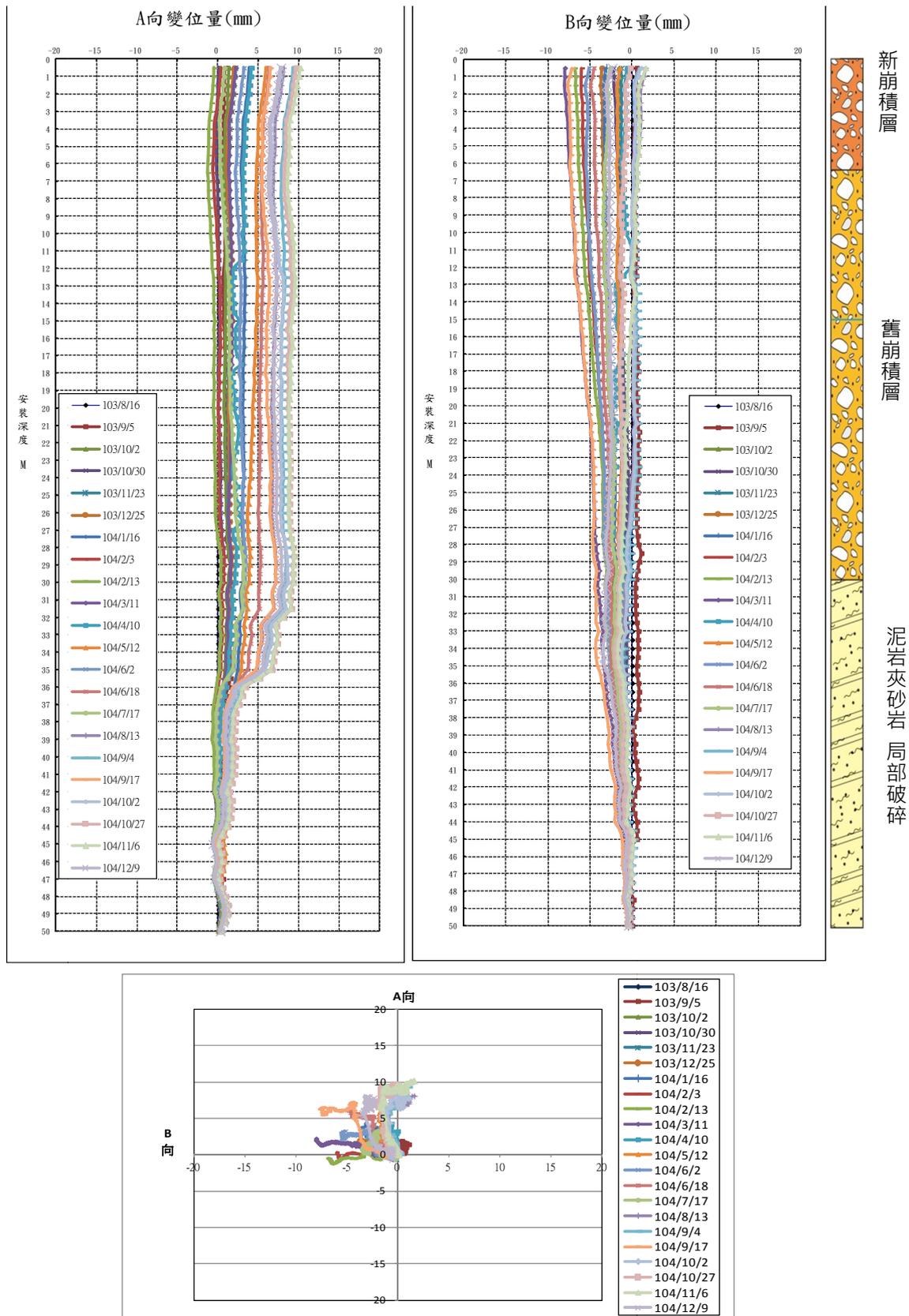


圖 4.84 二萬坪 EWP103-A-S10W9 前期監測資料(103/8/16~104/12/9)

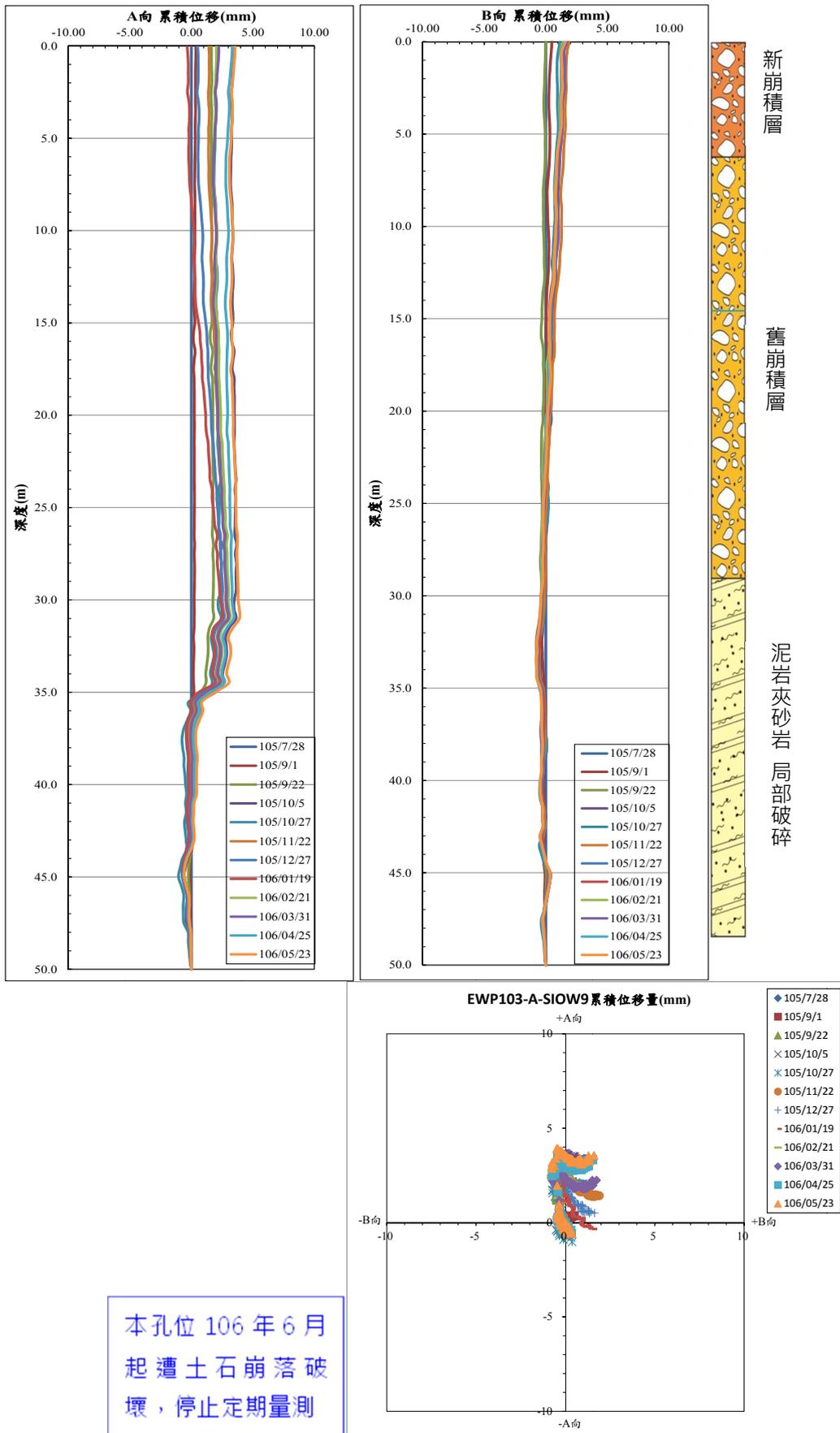
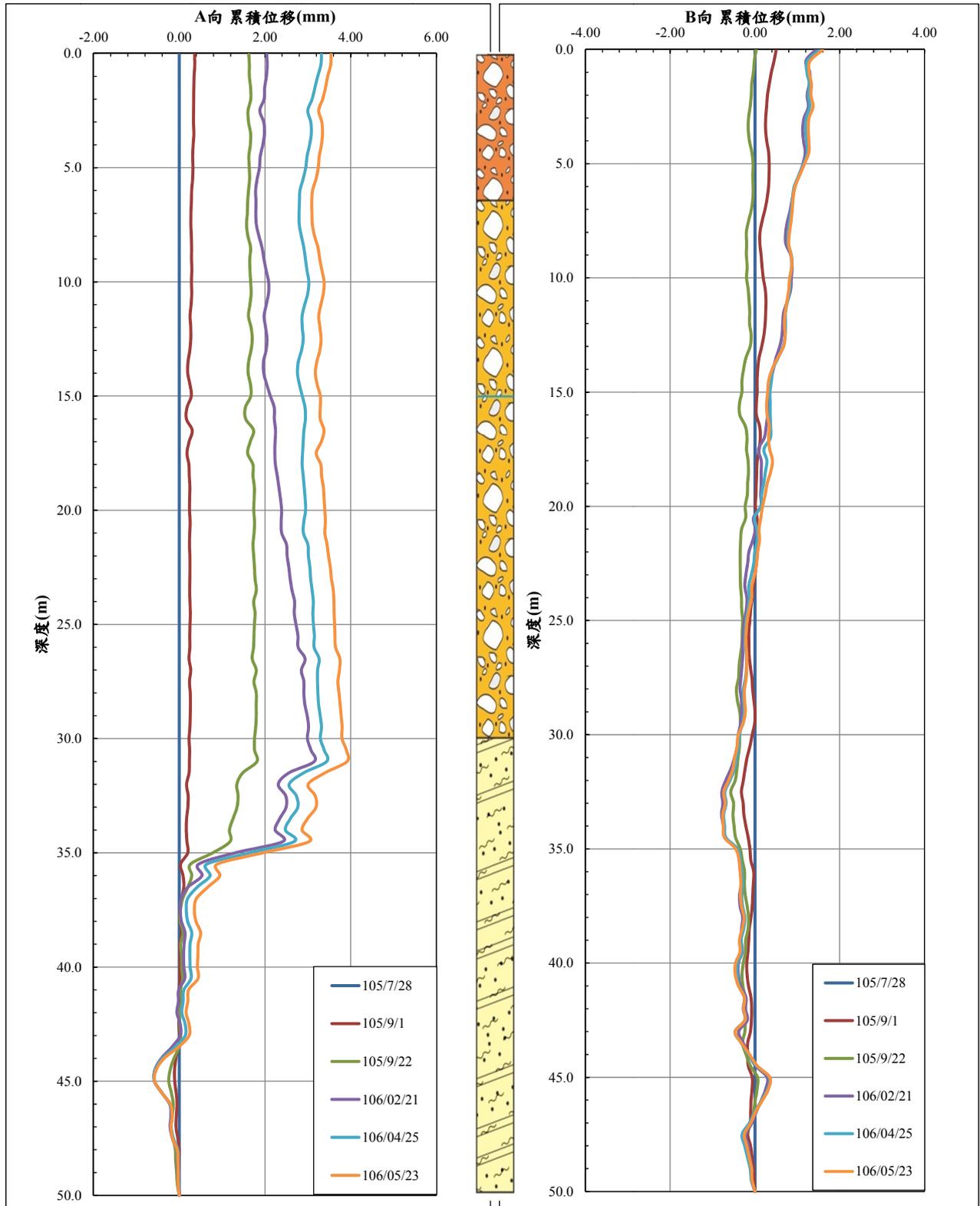


圖 4.85-a 二萬坪 EWP103-A-S10W9 本期 A、B 向位移變化圖(a)



本孔位 106 年 6 月起遭土石崩落破壞，停止定期量測

圖 4. 85-b 二萬坪 EWP103-A-S10W9 本期 A、B 向位移變化圖(b)

## (2) 地下水水位觀測井

二萬坪地下水水位觀測井 EWP103-A-SIOW1~EWP103-A-SIOW9 變化如圖 4.87~圖 4.89 所示，觀測結果敘述如下：

### **EWP103-A-SIOW1:**

本監測點位於崩塌區冠部，常時地下水水位約 38m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，地下水水位受降雨連動上升約 11m；於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 622mm，使地下水水位面上升約 8m。

### **EWP103-A-SIOW2:**

本監測點位於崩塌區冠部，常時地下水水位約 37m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，地下水水位受降雨連動上升約 6m；於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 622mm，使地下水水位面上升約 7m。

### **EWP103-A-SIOW3:**

本監測點鄰近阿里山青年活動中心，常時地下水水位約 47m，歷次量測結果顯示本區水位較深且變化不大。

### **EWP103-A-SIOW4 :**

本監測點位於阿里山青年活動中心連外道路旁避車彎處，常時地下水水位約 35m，監測期間於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 622mm，使地下水水位面上升約 15m。

### **EWP103-A-SIOW5:**

本監測點位於阿里山青年活動中心連外道路旁避車彎處，常時地下水水位約 38m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，地下水水位受降雨連動上升約 14.5m；於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 622mm，使地下水水位面上升約 15m。

### **EWP103-A-SIOW6:**

本監測點位於屏遮那崩場地中上緣，常時地下水水位約 35m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，地下水水位受降雨連動上升約 6m；於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 622mm，使地下水水位面上升約 5m。

### **EWP103-A-SIOW7:**

本監測點位於屏遮那崩場地中上緣，常時地下水水位約 13.5m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，地下水水位受降雨連動上升約 4.2m；於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 662mm，使地下水水位面上升約 4.6m。

**EWP103-A-SIOW8:**

本監測點位於屏遮那崩場地中上緣，常時地下水位約 44m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，地下水位受降雨連動上升約 6m；於 106 年 6 月 3 日累積降雨量約 662mm，使地下水水位面上升約 9m。

**EWP103-A-SIOW9:**

本監測點位於屏遮那崩場地中上緣，常時地下水位約 29m，監測期間於 105 年 9 月 27 日累積降雨量約 332mm，因位置較靠近坑溝，為逕流易匯集處，因此水位變動較大，受強降雨影響水位升降範圍約為 20m，106 年 6 月初梅雨後增測時發現上方坑溝土石崩塌，造成該監測點位 ABS 管口保護蓋遭土石沖毀，管材內部破壞不堪使用。

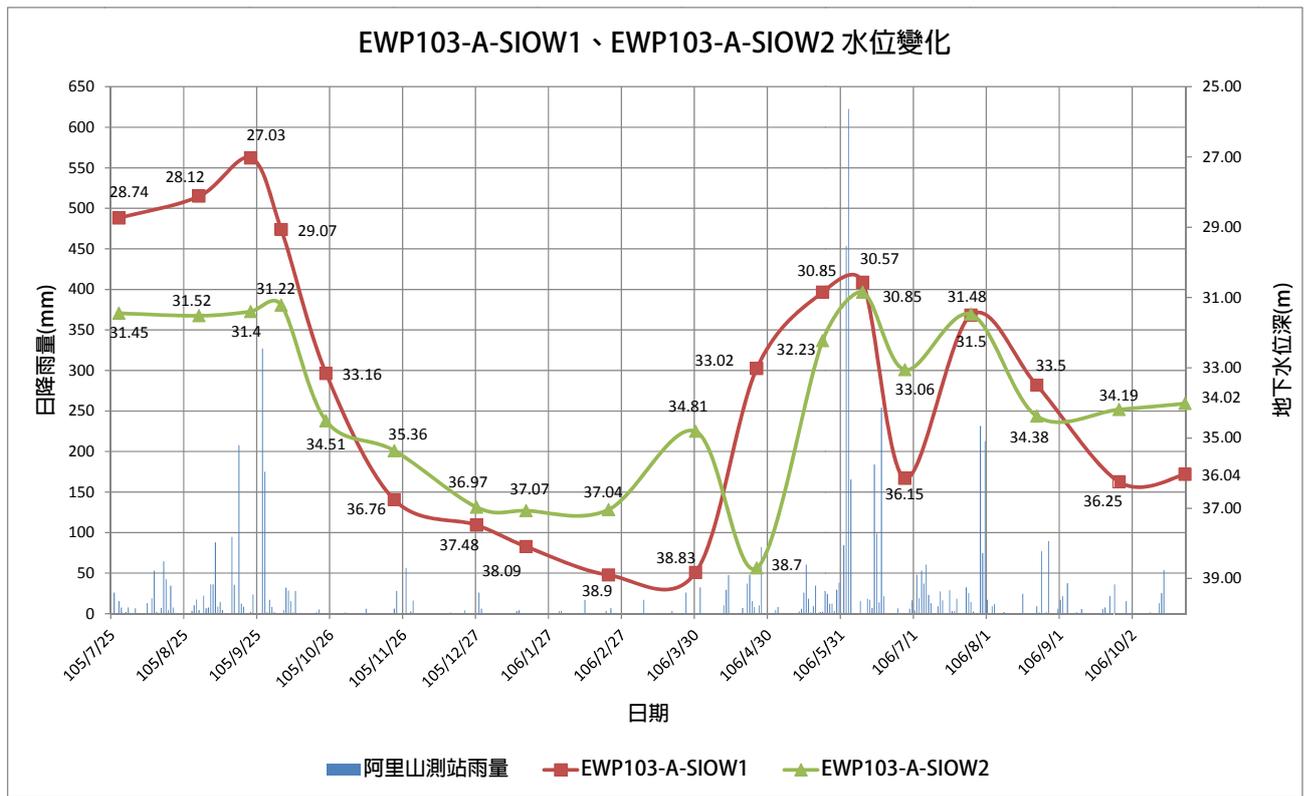


圖 4.86 二萬坪水位變化圖 1 (近遊樂區門口)

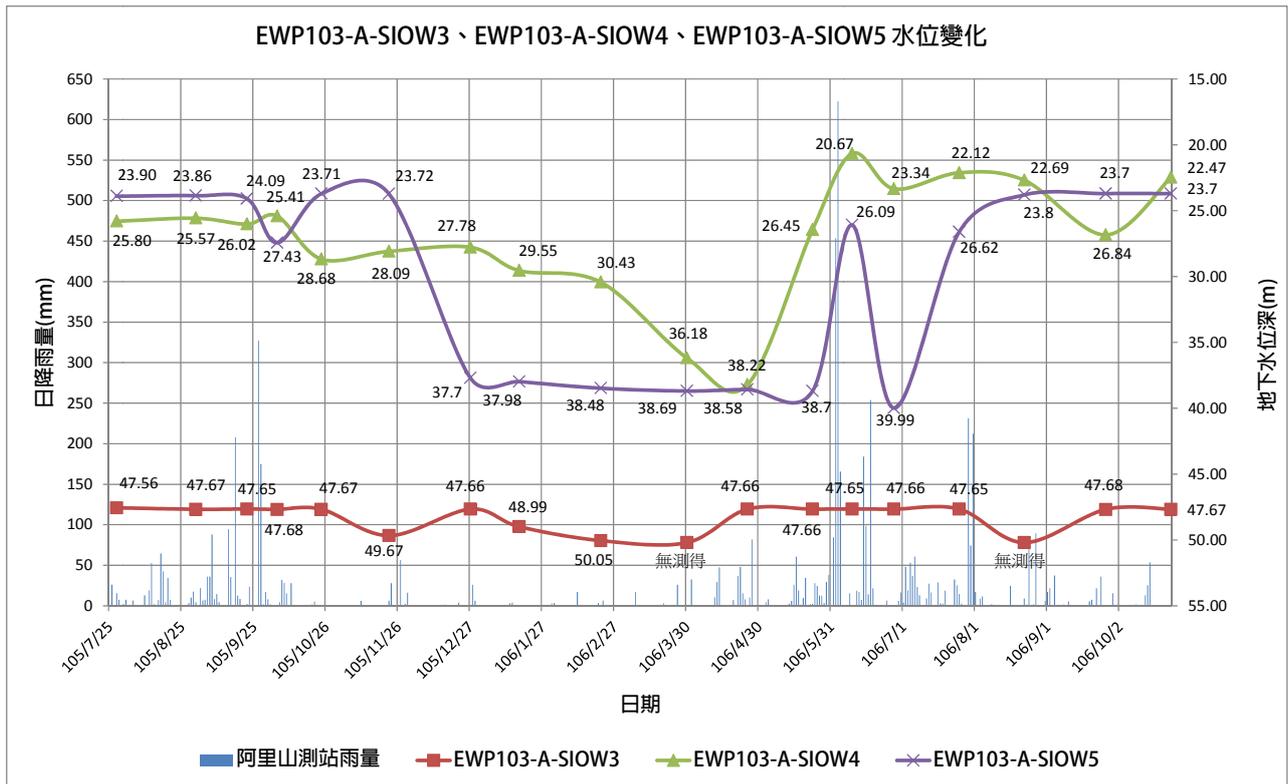


圖 4.87 二萬坪水位變化圖 2(近青年活動中心)

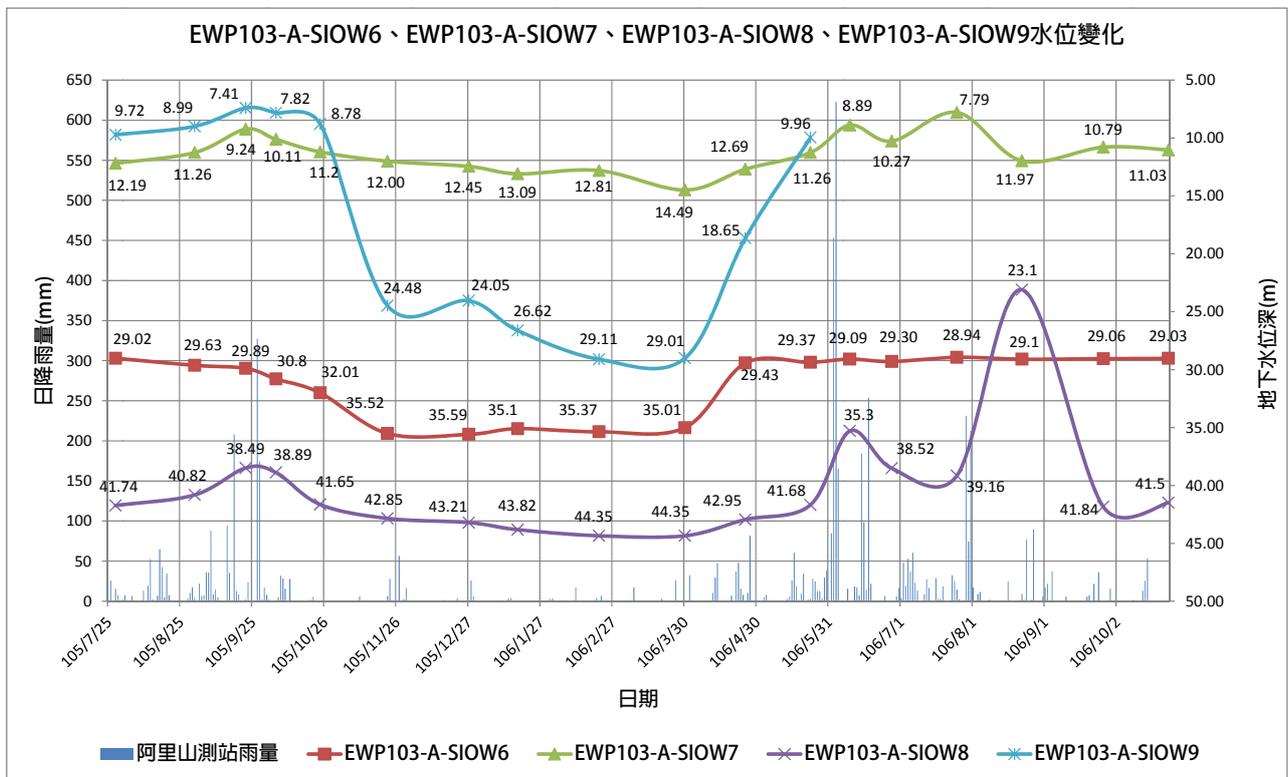


圖 4.88 二萬坪水位變化圖 3(崩坍地區域)

(3) 傾度盤

二萬坪傾度盤 EWP103-TI1~ EWP103-TI3 量測結果如下表，圖 4.89 為傾度盤歷時變化圖，監測結果詳細說明如下：

**EWP103-TI1:**

自 105 年 7 月 28 日初始量測至 106 年 10 月 25 日止之 1-3 向傾斜量相差-30.9 秒，2-4 向傾斜量相差-63.5 秒，量測數據小於注意值，判定暫無明顯變位情形。

**EWP103-TI2:**

自 105 年 7 月 28 日初始量測至 106 年 10 月 25 日止，1-3 向傾斜量相差 10.8 秒，2-4 向傾斜量相差-4.1 秒，量測數據小於注意值，判定暫無明顯變位情形。

**EWP103-TI3:**

自 105 年 7 月 28 日初始量測至 106 年 10 月 25 日止，1-3 向傾斜量相差-28.5 秒，2-4 向傾斜量相差 32 秒，量測數據小於注意值，判定暫無明顯變位情形。

表 4-15 二萬坪傾度盤歷時變化值

工程名稱：		阿里山監測案-二萬坪				單位:	秒
傾度盤編號	測向	初始值(一)	變化值(二)	變化值(三)	變化值(四)	變化值(五)	變化值(六)
		溫度：28.3°C	溫度：21.2°C	溫度：20°C	溫度：21°C	溫度：20°C	溫度：18°C
		2016/7/28	2016/8/29	2016/9/22	2016/10/5	2016/10/24	2016/11/22
EWP103-TI1	1-3向	0.0	-3.6	5.4	10.8	-66.6	6.3
	2-4向	0.0	5.4	16.2	12.6	-50.4	-55.3
EWP103-TI2	1-3向	0.0	4.5	6.3	-0.9	11.7	-5.7
	2-4向	0.0	-3.6	-3.6	7.2	0.0	-8.3
EWP103-TI3	1-3向	0.0	10.8	25.2	19.8	18.0	12.8
	2-4向	0.0	-18.9	-31.5	-9.9	-20.7	7.2
傾度盤編號	測向	變化值(七)	變化值(八)	變化值(九)	變化值(十)	變化值(十一)	變化值(十二)
		溫度：10°C	溫度：12°C	溫度：18°C	溫度：16°C	溫度：19°C	溫度：18°C
		2016/12/28	2017/1/19	2017/2/21	2017/3/27	2017/4/25	2017/5/23
EWP103-TI1	1-3向	47.5	88.8	2.1	72.3	18.6	-47.4
	2-4向	-80.0	-63.5	-42.9	-55.3	-55.3	-59.4
EWP103-TI2	1-3向	2.6	2.6	76.9	19.1	-9.8	-18.0
	2-4向	-8.3	-8.3	37.1	-4.1	4.1	-4.1
EWP103-TI3	1-3向	-12.0	-3.7	-28.5	-16.1	-20.2	-24.4
	2-4向	-1.0	7.2	-9.3	11.3	11.3	15.5
傾度盤編號	測向	變化值(十三)	變化值(十四)	變化值(十五)	變化值(十六)	變化值(十七)	變化值(十八)
		溫度：22°C	溫度：18°C	溫度：19°C	溫度：19°C	溫度：17°C	溫度：13°C
		2017/6/9	2017/6/27	2017/7/25	2017/8/22	2017/9/26	2017/10/25
EWP103-TI1	1-3向	-10.2	-51.5	10.4	-18.5	-47.4	-30.9
	2-4向	-47.0	-67.6	-51.1	-59.4	-63.5	-63.5
EWP103-TI2	1-3向	-9.8	-9.8	-13.9	-9.8	6.7	10.8
	2-4向	-12.4	-12.4	-8.3	-12.4	-12.4	-4.1
EWP103-TI3	1-3向	-32.6	-12.0	-49.1	-49.1	-36.7	-28.5
	2-4向	32.0	15.5	-71.2	11.3	60.9	32.0

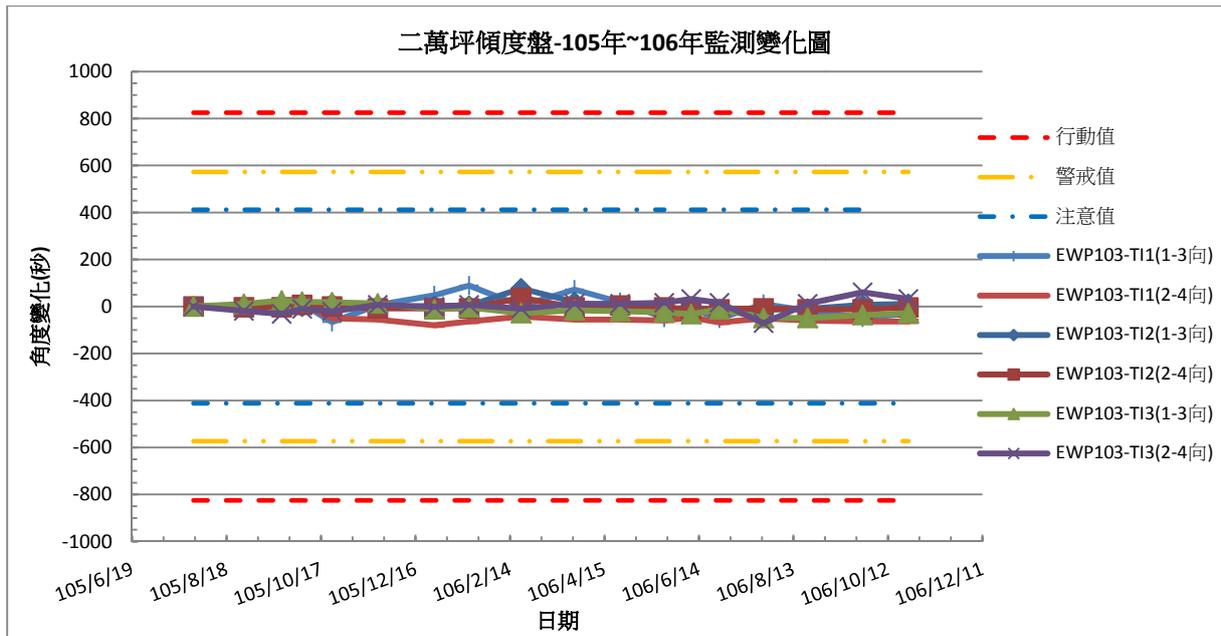


圖 4.89 二萬坪傾度盤歷時變化圖

(4) TDR 地滑計

TDR 地滑計安裝於二萬坪工區 EWP105-A-TDR1 (60m)，位於阿里山青年活動中心聯外道路旁、103 年安裝的測傾管兼水位井 EWP103-A-SIOW4 附近，105 年 7 月~106 年 10 月之量測資料顯示沒有剪動跡象，因 2 月份資料受雜訊干擾辨識度較不佳，因此在本圖面上將其去除以避免造成判讀誤解。鄰近之測傾管 EWP103-A-SIOW4 本月監測資料亦無明顯剪動量發生，兩者監測結果相符，TDR 量測結果圖如下：

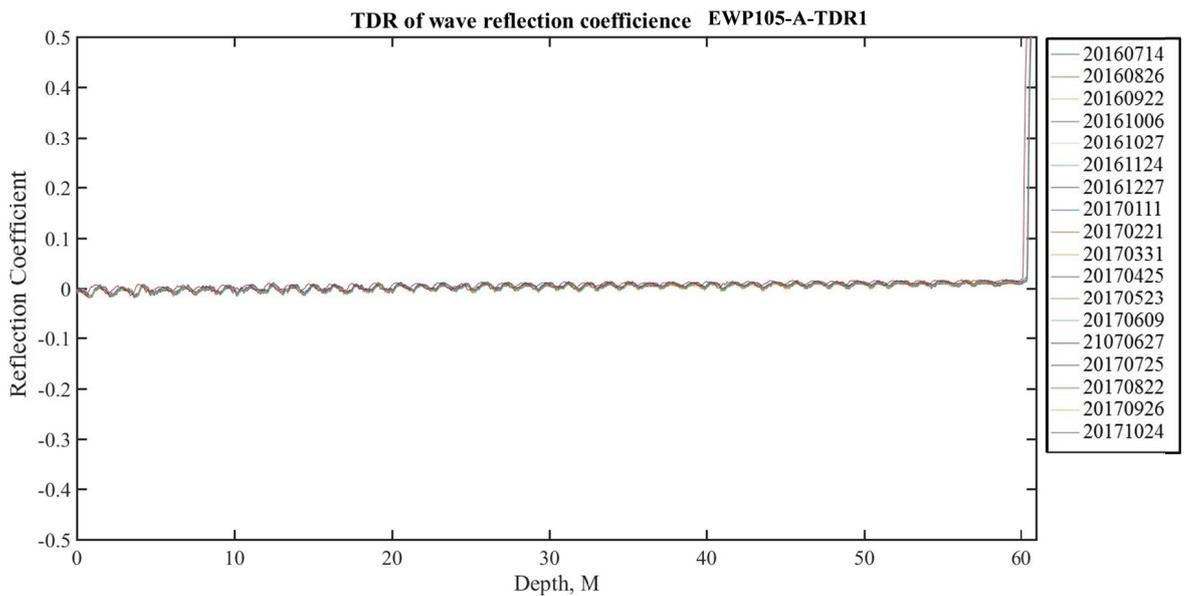


圖 4.90 二萬坪 TDR 量測結果

(5) 二萬坪土石方資源置場降水深、淺井檢查

106年10月24日二萬坪土石方資源置場降水深、淺井檢查結果為四處故障，分別為點井1、點井3、點井1淺井1及淺井4故障，詳細如下：

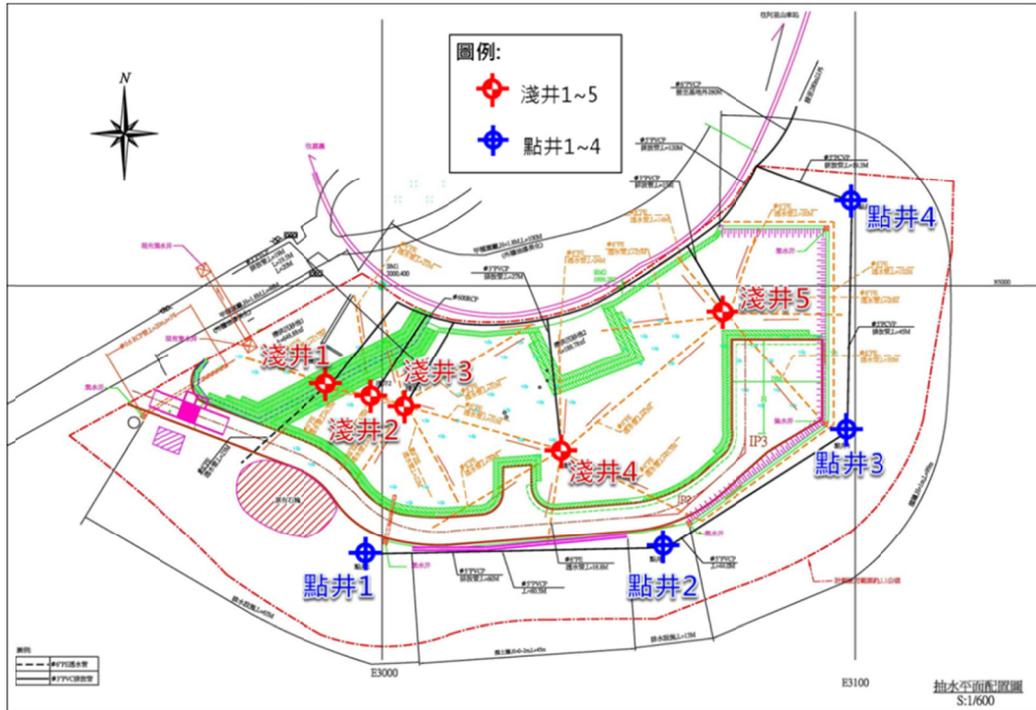


圖 4.91 二萬坪土石方資源置場水井配置圖

表 4-16 二萬坪土石方資源置場檢查結果一覽

編號	井深	檢查日期	檢查結果	備註
點井 1	40m	106.10.24	<input type="checkbox"/> 正常 <input checked="" type="checkbox"/> 故障	
點井 2	40m		<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	
點井 3	40m		<input type="checkbox"/> 正常 <input checked="" type="checkbox"/> 故障	
點井 4	40m		<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	
淺井 1	15m		<input type="checkbox"/> 正常 <input checked="" type="checkbox"/> 故障	
淺井 2	15m		<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	
淺井 3	15m		<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	
淺井 4	15m		<input type="checkbox"/> 正常 <input checked="" type="checkbox"/> 故障	
淺井 5	15m		<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	

(6) 綜合評估

由二萬坪工區自 105 年 7 月迄今之監測記錄顯示，TDR 地滑計目前尚未測得明顯滑動，與鄰近之傳統測傾管結果雷同；測傾管部分，EWP103-A-SIOW8 於 GL-41m 處疑似有一滑動面生成，目前變位量尚未達注意值，且近幾個月無擴大趨勢，EWP103-A-SIOW9 於 A 向約 35m 處有一疑似滑動面生成，但 106 年 6 月時發現 EWP103-A-SIOW9 上方坑溝因梅雨造成土石崩塌，造成該監測點位 ABS 管口保護蓋遭土石沖毀，管材內部遭土石掩埋，已不堪使用。既有傾度盤的部分，本計畫監測期間內數據顯示變位幅度甚小，可視為無變位。

4.7 現地監測結果統整與後續建議

表 4-17 整理本計畫各工區監測點位於 105 年~106 年之監測結果及後續針對該監測點位之後續建議。

表 4-17 本計畫 105 年~106 年各監測點位狀態及後續建議總表

(a) 祝山停機坪監測點位

監測點編號	監測儀器項目	105 年~106 年監測狀態	後續建議
TGP105-A-SI1	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	汛期每個月量測一次，乾季每三個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
TGP105-A-SI2	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
TGP105-A-TDR1	TDR 地滑計	未出現明顯滑動面及變位量	
TGP105-TI1	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
TGP105-TI2	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
TGP99-B-OW1	水位井	常時水位約在地表下 18m，地下水位隨雨量連動，升降約約 1m (累積日雨量 622mm)	後續建議以自計式水位計進行監測
SM21~SM28	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	汛期每個月量測一次，乾季每三個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
TGP99-B-SI1	測傾管	變位量較大且無明顯趨勢	停止量測
TGP99-B-SI2	測傾管		
TGP99-B-SI3	測傾管		

**(b) 中山村監測點位**

監測點編號	監測儀器項目	105年~106年監測狀態	後續建議
CSV105-A-SI1	測傾管	於地表下 32.5m 處出現 S 形變位曲線(管材擠壓所致)，向孔口累積變位量 5.6mm，地表有沉陷趨勢，無出現深層滑動面	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
CSV105-A-SI2	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
CSV105-A-SI3	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
CSV105-A-OW1	水位井	常時水位約在地表下 49m，地下水位隨雨量連動升降約 6m (累積日雨量 622mm)	使用自計式水位計進行持續監測
CSV105-A-OW2	水位井	常時水位約在地表下 39m，地下水位隨雨量連動升降約 22m (累積日雨量 622mm)	使用自計式水位計進行持續監測
CSV105-TI1	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
CSV105-TI2	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
CSV105-TI3	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
CSV105-TI4	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
CSV105-TI5	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
CSV106-TI6	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
CSV106-TI7	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
SM1~SM4	沉陷點	沉陷 17mm~19mm，已接近注意值(20mm)，有局部沉陷趨勢	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
SM5~SM8	沉陷點	沉陷 16mm~19mm，已接近注意值(20mm)，有局部沉陷趨勢	
SM9~SM12	沉陷點	沉陷 4mm~15mm，超出量測誤差(10mm)	
SM13~SM16	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
SM17~SM20	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	

**(c) 奮起湖工作站周邊監測點位**

監測點編號	監測儀器 項目	監測狀態	後續建議
FCH101-A-OW1	水位井	常時水位約在地表下 10m·地下水位隨雨量連動升降約 6m (累積日雨量 461mm)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH101-A-OW2	水位井	常時水位約在地表下 10m·地下水位隨雨量連動升降約 5.5m (累積日雨量 461mm)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH101-A-SIOW3	測傾管/ 水位井	1. 變位速率未達注意值(5mm/月) 2. 常時水位約在地表下 10m·地下水位隨雨量連動升降約 5.6m (累積日雨量 461mm)	停止量測測傾管，僅量測水位變化
FCH101-A-SI1	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH101-A-SI2	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH101-A-OW3	水位井	未測得水位	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH101-A-OW4	水位井	未測得水位	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH105-TI3	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH105-A-TDR1	TDR 地滑計	未出現明顯滑動面及變位量	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
FCH105-A-TDR2	TDR 地滑計	未出現明顯滑動面及變位量	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測

**(d) 奮起湖工作站東側階梯平台上監測點位**

監測點編號	監測儀器項目	監測狀態	後續建議
FCH100-B-SI5	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	汛期每個月量測一次，乾季每三個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測，水位井後續建議以自計式水位計進行持續監測
FCH100-B-SI4	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
FCH100-B-OW2	水位井	常時水位約在地表下 11m，地下水位隨雨量連動升降約 3m (累積日雨量 379mm)	
FCH100-B-SI3	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
N7	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
N8	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
N9	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
FCH100-TI4	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
N10	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
N11	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
N12	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
N13	沉陷點	沉陷量未超出量測誤差值(10mm)	
FCH100-B-OW1	水位井	常時水位約在地表下 16m，地下水位隨雨量連動升降約 3.5m (累積日雨量 461mm)	
FCH100-B-SI2	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
FCH100-B-SI1	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	
FCH100-TI1	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	
FCH100-TI2	傾度盤	傾斜量未達注意值(412 秒，1/500)	

**(e) 光崙山坡面監測點位**

監測點編號	監測儀器項目	監測狀態	後續建議
GLS105-A-SI1	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
GLS105-A-SI2	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
GLS100-B-SI1	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
GLS100-B-SI2	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
GLS100-B-SI3	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	停止量測
GLS100-B-SI4	測傾管	變位速率未達注意值(5mm/月)	停止量測
GLS100-B-OW1	水位井	未測得水位	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
GLS100-B-OW2	水位井	未測得水位	停止量測

**(f) 二萬坪監測點位**

監測點編號	監測儀器 項目	監測狀態	後續建議
EWP103-A-SIOW1	測傾管/ 水位井	於地表下 19m~38m 處出現 S 形變位曲線，A 向孔口累積變位量約 8mm	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，並於豪雨、地震等事件後視規模進行增測
EWP103-A-SIOW2	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)	1. 測傾管一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測 2. 使用自計式水位計進行持續監測
EWP103-A-SIOW3	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-A-SIOW4	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-A-SIOW5	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-A-SIOW6	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-A-SIOW7	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-A-SIOW8	測傾管/ 水位井	變位速率超出注意值 (5mm/月)，出現一滑動面在地面下 41m	後續建議以自計式水位計進行觀測，一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-A-SIOW9	測傾管/ 水位井	變位速率未達注意值 (5mm/月)，出現一滑動面在地面下 35m	106 年 6 月損壞，停止量測
EWP105-A-TDR1	TDR 地滑計	未出現明顯滑動面及變位量	一個月量測一次，豪雨地震等事件後須視規模進行增測

EWP103-TI1	傾度盤	傾斜量未達注意值(412秒·1/500)	一個月量測一次·豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-TI2	傾度盤	傾斜量未達注意值(412秒·1/500)	一個月量測一次·豪雨地震等事件後須視規模進行增測
EWP103-TI3	傾度盤	傾斜量未達注意值(412秒·1/500)	一個月量測一次·豪雨地震等事件後須視規模進行增測