



交通部高速公路局  
FREEWAY Bureau, MOTC

# 國道3號田寮3號高架橋及中寮隧道 長期改善工程施工技術研討會

## 監測現況及環境保護

簡報人 楊智堯

CECI



台灣世曦工程顧問股份有限公司  
CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan

# 大綱

**1** 設計階段監測回顧

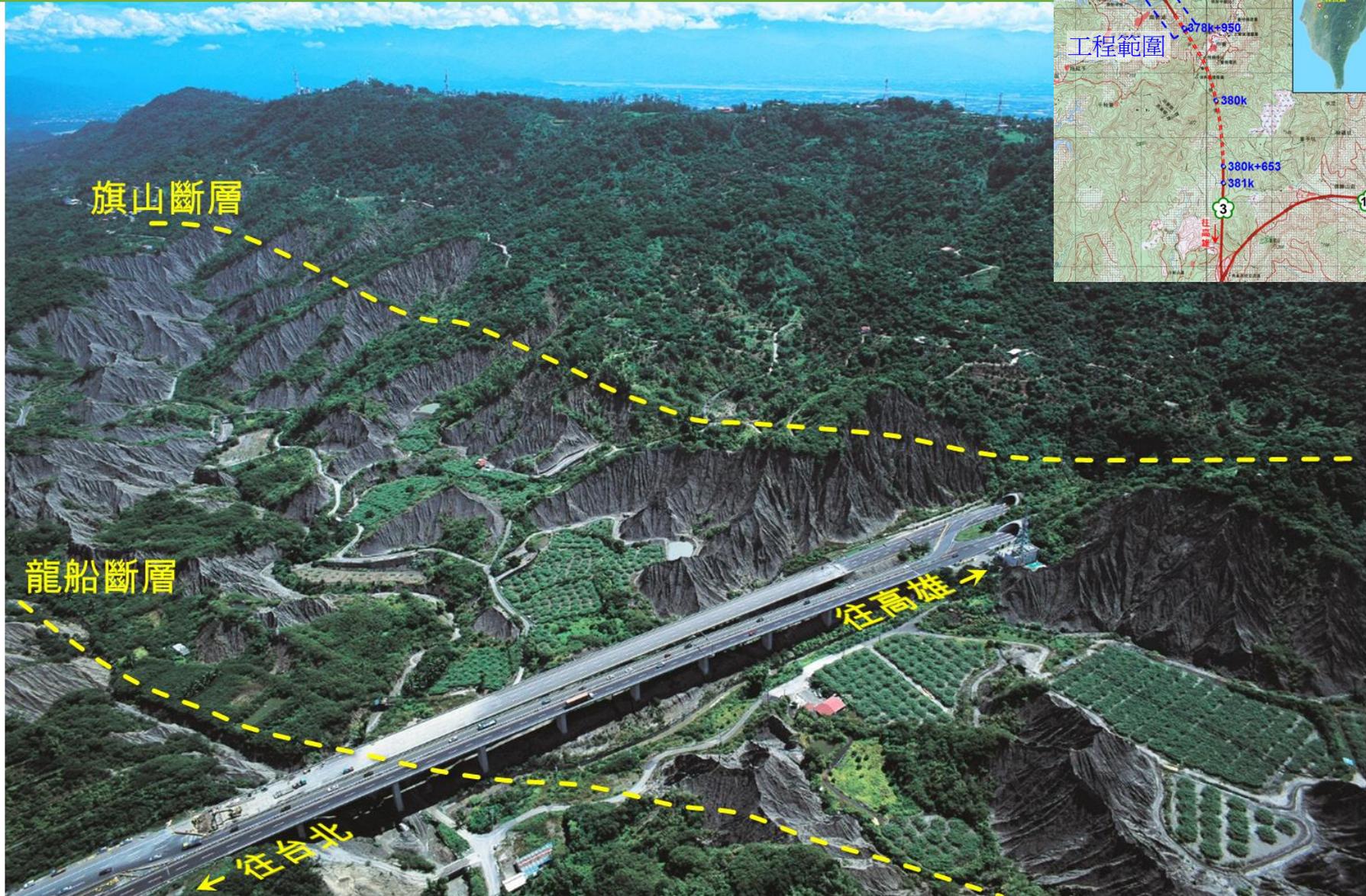
**2** 環境影響差異分析

**3** 施工環境保護

**4** 施工階段監測

**5** 結語

# 1 設計階段監測回顧



# 損壞及維修 橋台

- 93.04 A1橋台開始發生橫向裂縫
- 95.07 A1橋台拆除，退50cm，更換伸縮縫、盤支及施作坡址箱涵
- 97.09橋台增設地錨及水平排水管
- 98年、101年、102年更換伸縮縫及盤式支承



# 損壞及維修 橋墩

95.12 P1及P2盤式支承分別位移35、25cm，更換盤式支承

99.02 P1、P2盤支維修、增加鋼托架

100.08 P3~P8橋墩北側發現橫向裂縫

102.08 增設檢測爬梯及維修平台，P1、P2盤式支承更換維修



北側橋墩底部發生橫向裂縫



盤式支承錯移、增設鋼托架



增設檢測爬梯及平台

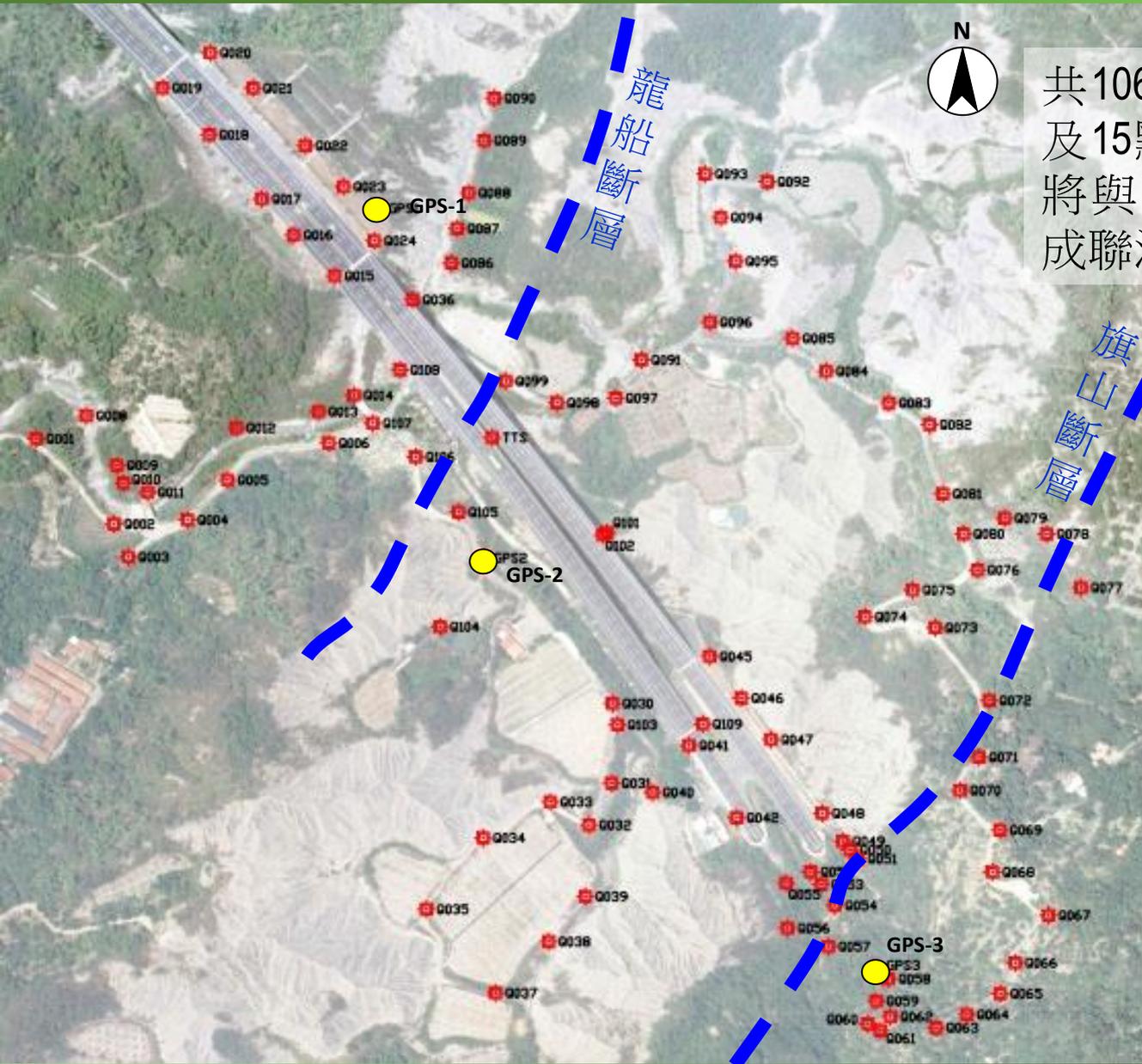
# 損壞及維修 隧道

- 91.08 隧道襯砌裂損、路面裂縫下陷
- 93.12 隧道北口鋪面拆除，地盤改良及更換排水管
- 93~99 年隧道及路面裂縫持續發生，伸縮縫張裂，鋪設不鏽鋼板保護
- 99.05 隧道積水，增設抽水機



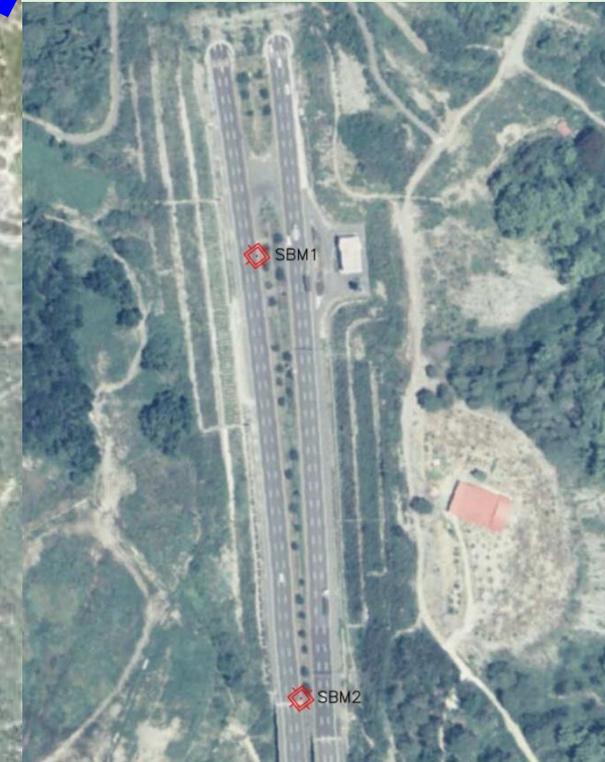
# 大地變位監測布設

# 中寮隧道北洞口點位



共106點(包含3點全時GPS站及15點人工GPS靜態測量)，將與區外已知GPS連續站構成聯測網，提高監測精度。

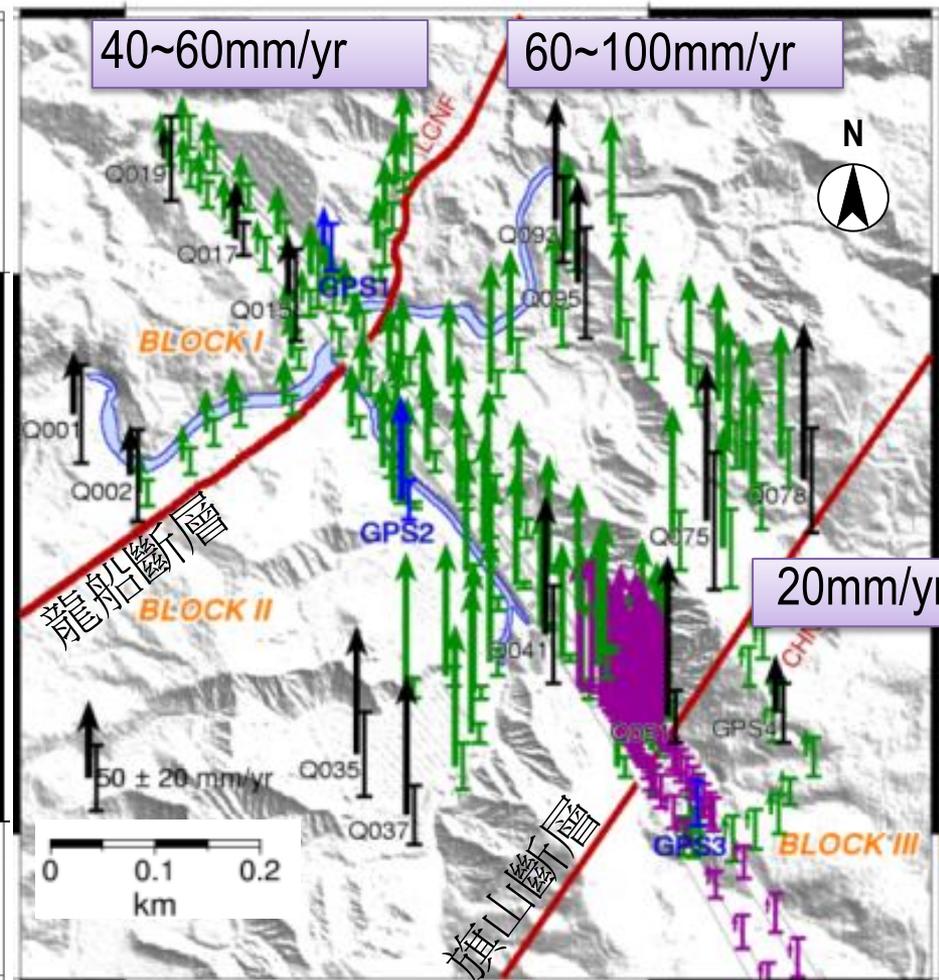
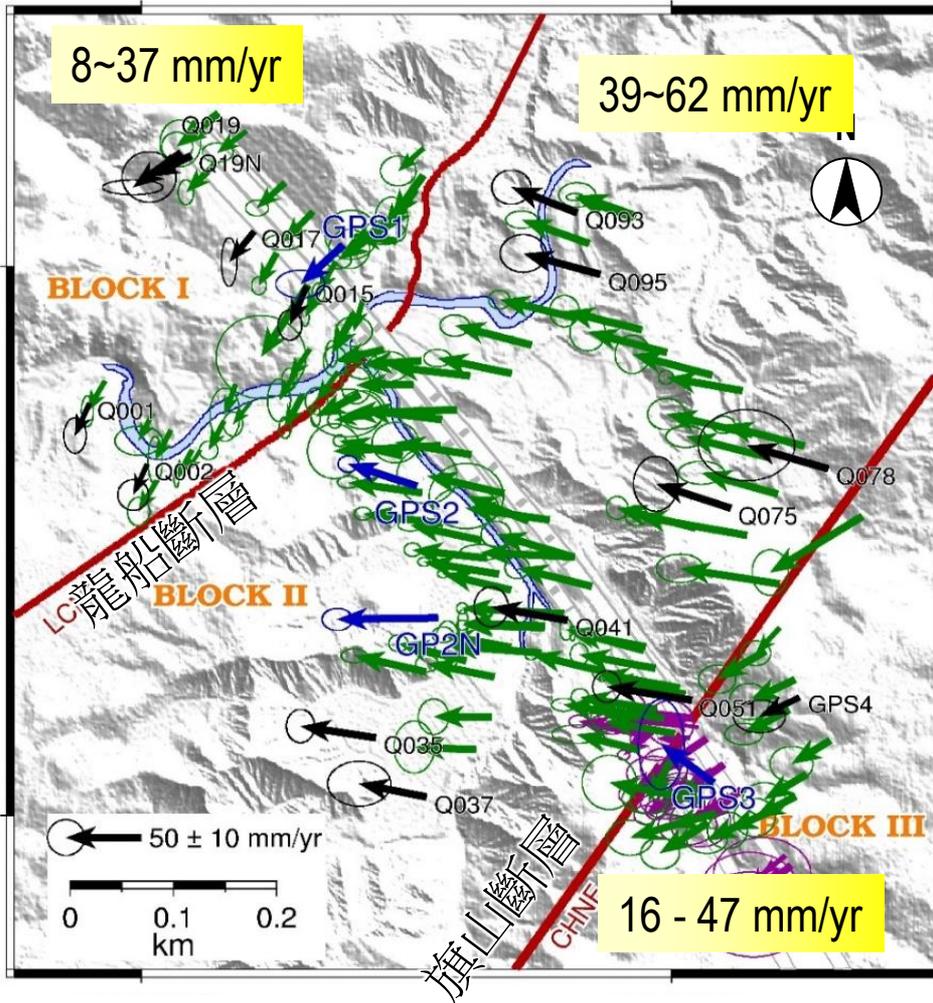
# 中寮隧道南洞口附近點位



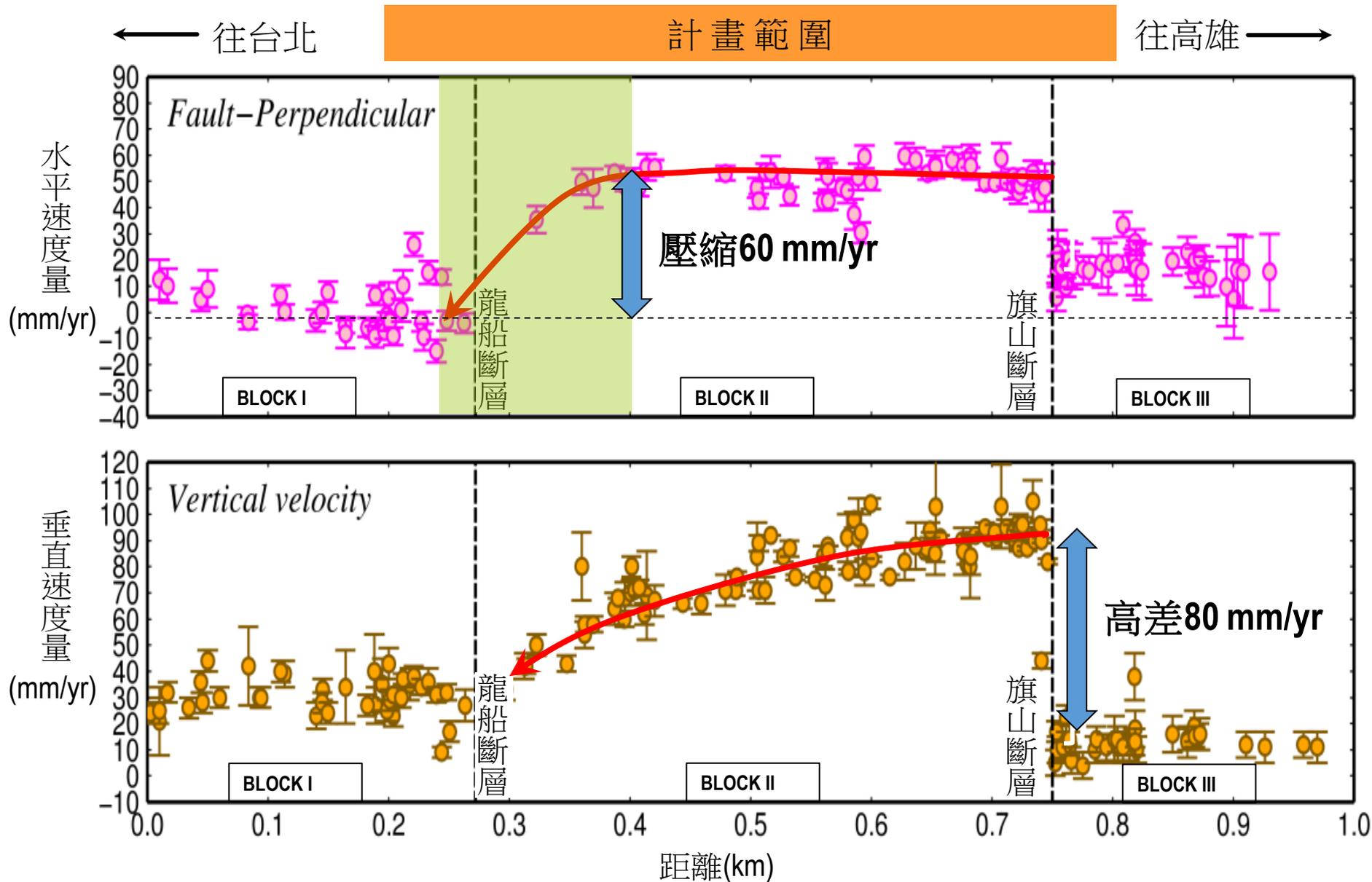
# 大地變形趨勢 106點大地變位監測點(含3處GPS連續站)

## 水平擠壓

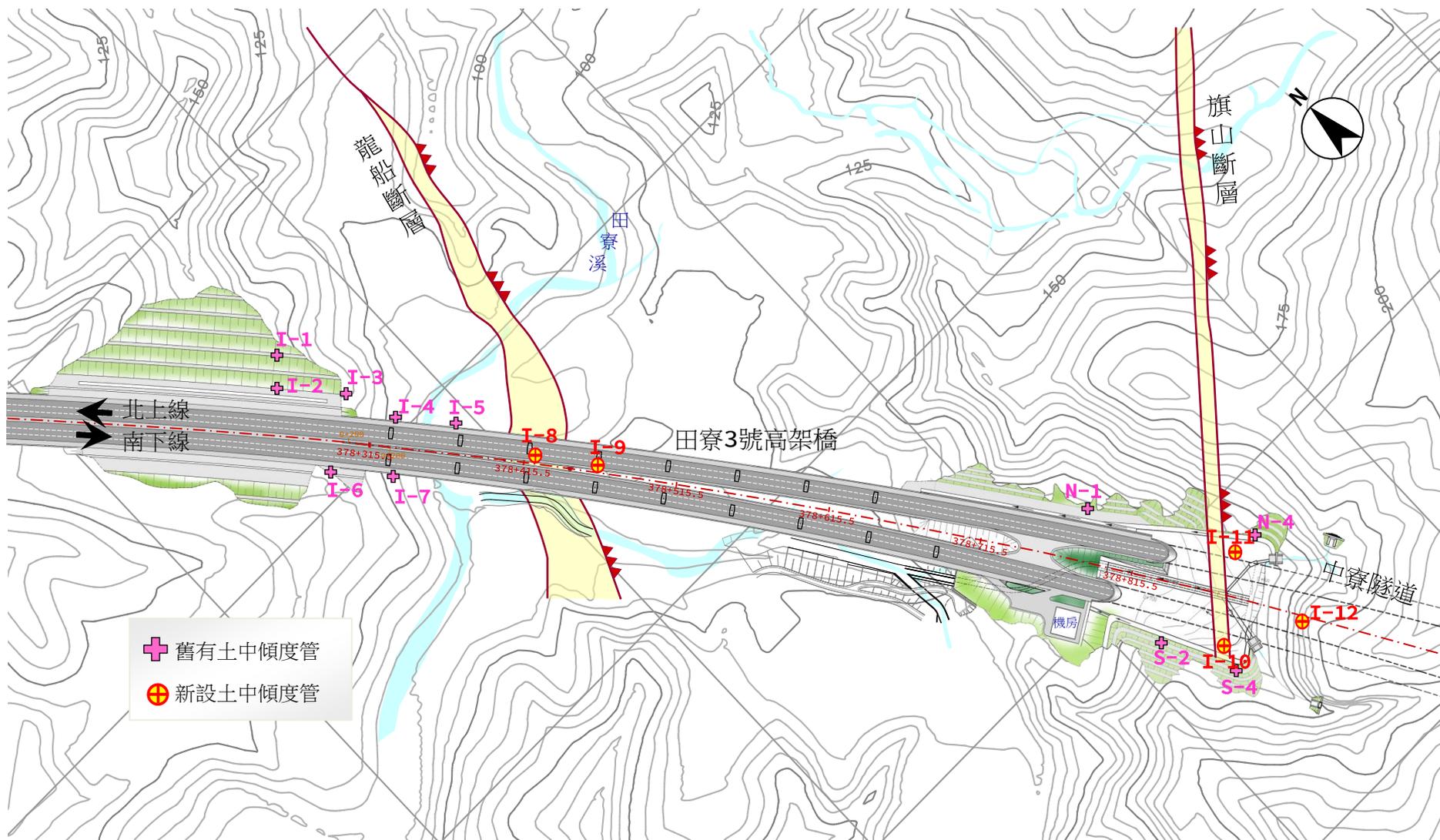
## 垂直抬升



# 大地變形趨勢



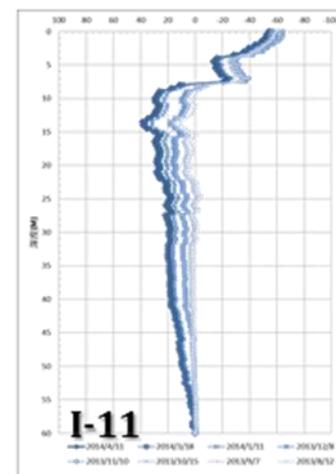
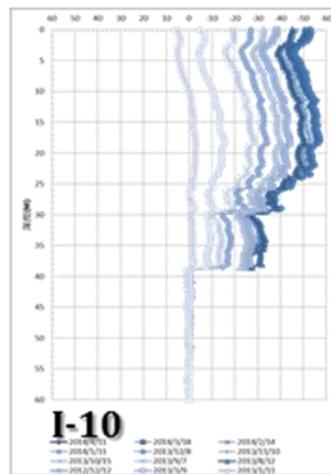
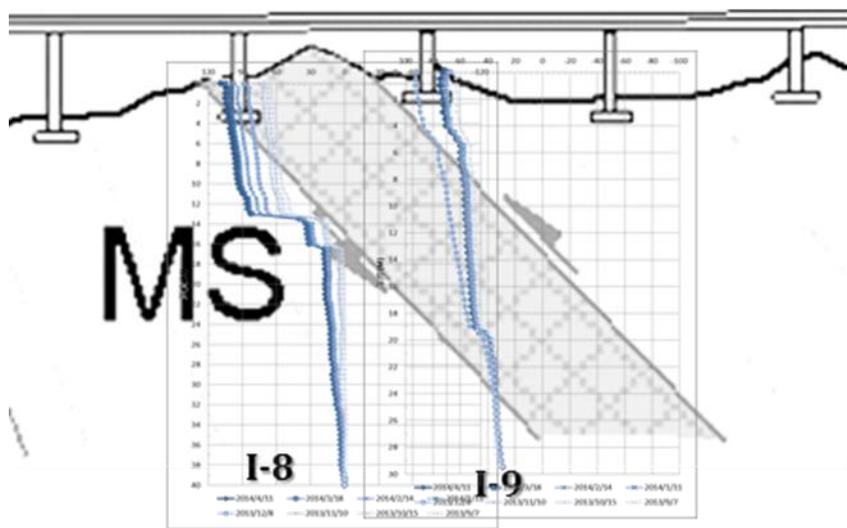
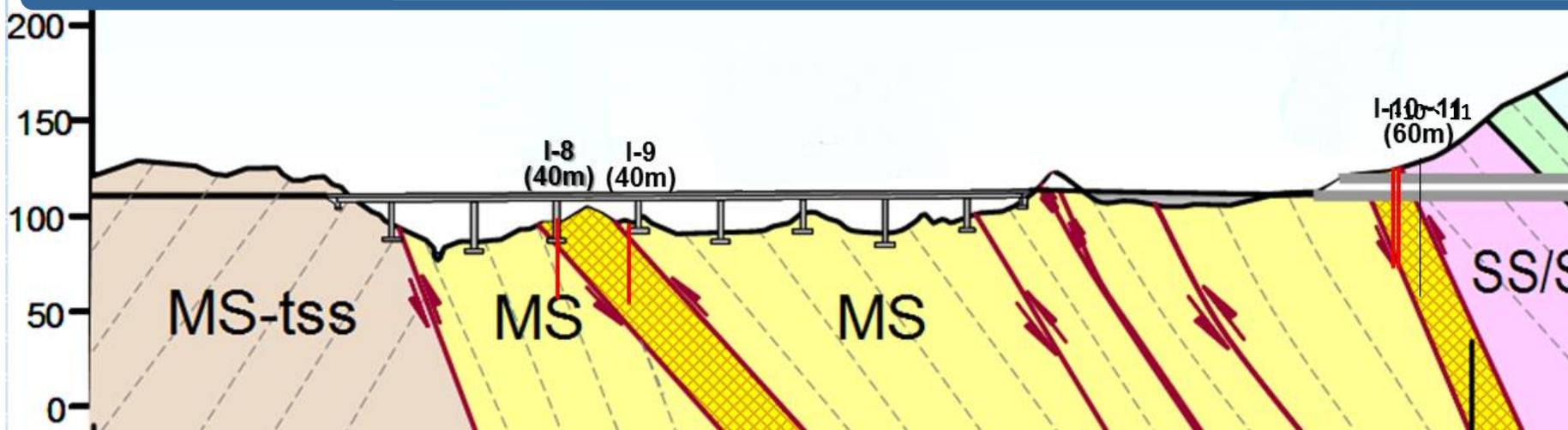
# 邊坡穩定監測布設



# 邊坡監測階段成果

## 邊坡監測

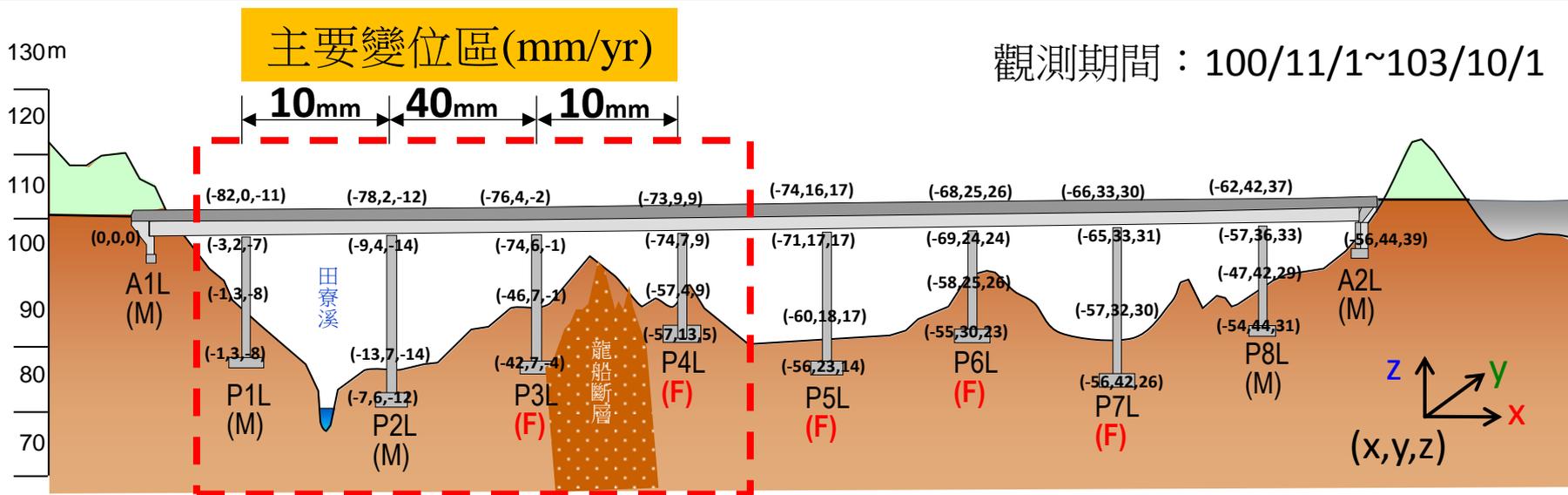
- 邊坡無明顯側向滑動
- 斷層附近傾度管有側向變位情況



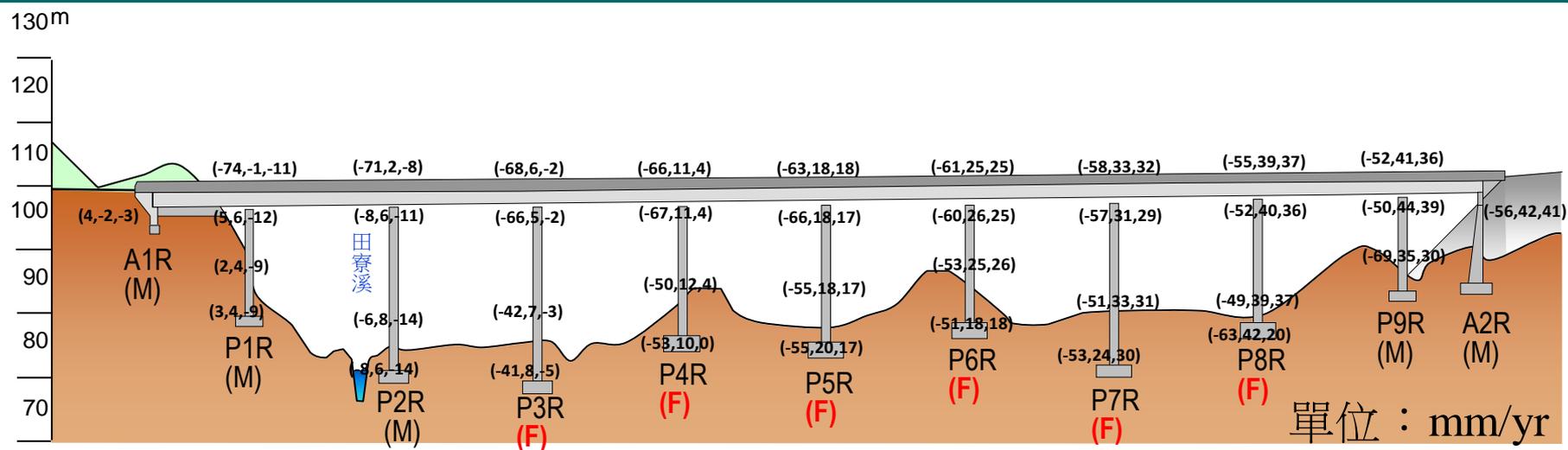
# 橋梁變位監測成果

觀測資料：100/11/1~103/10/31  
單位：mm/yr

北上線



南下線



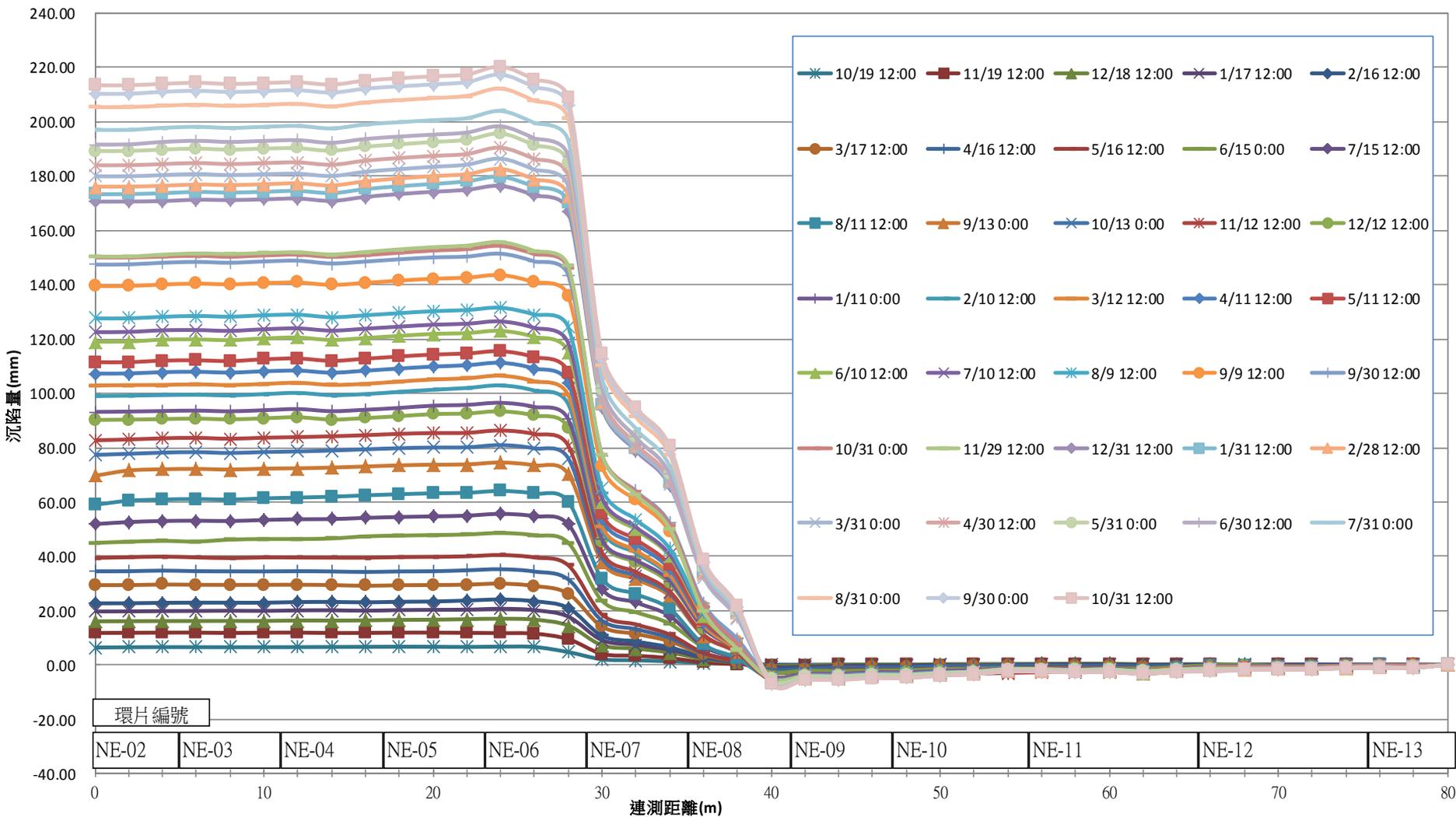
# 隧道縱向差異變位

隧道抬升趨勢

乾季約5mm/月  
雨季約8mm/月

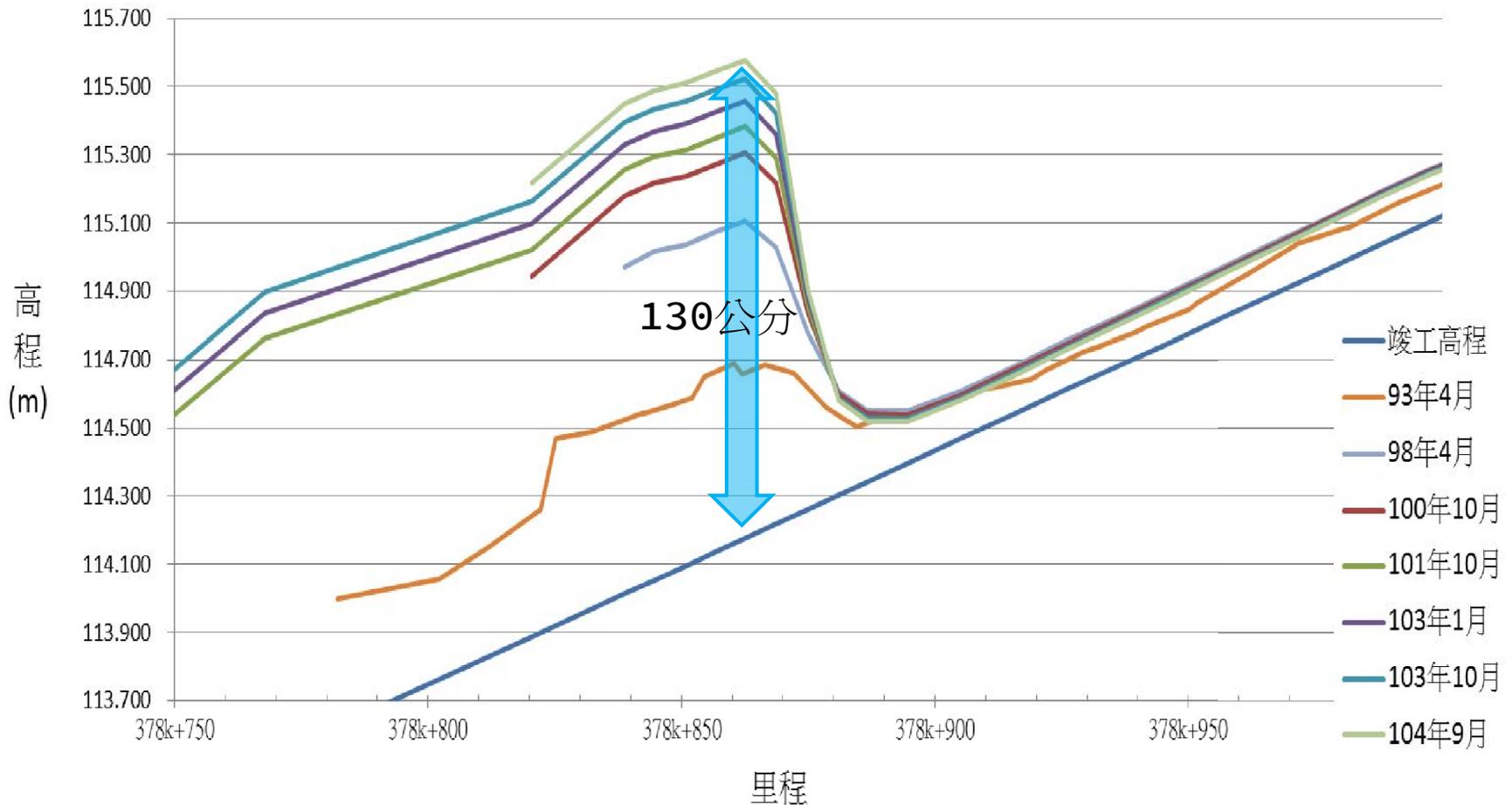
桿式沉陷計測讀變化圖1  
監測範圍：北上隧道環片NE02~NE13

初值日期：2011年9月20日



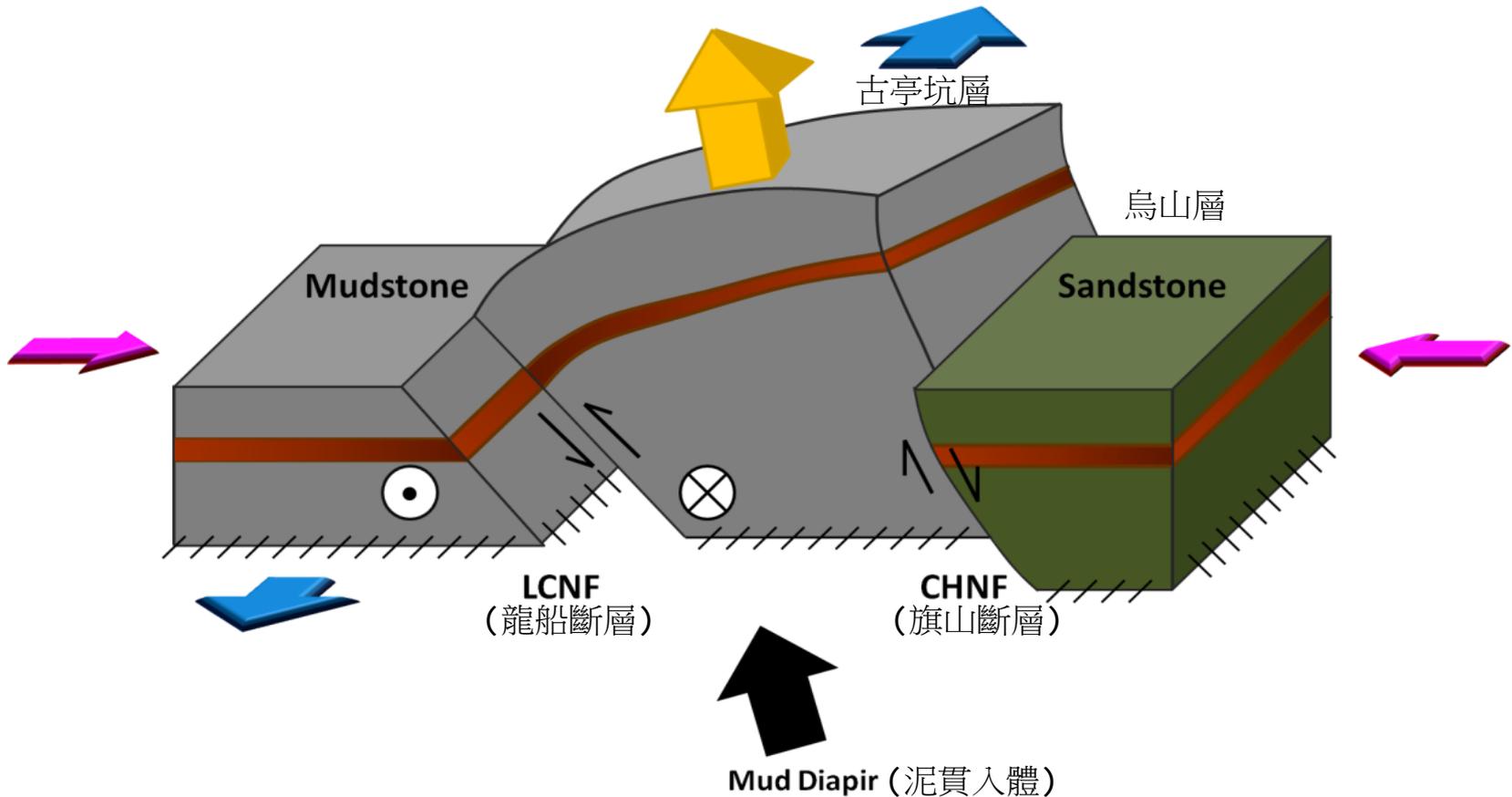
# 道路縱斷面實測比較

依監測資料，A2橋台-北洞口路段每年約抬升8cm，田寮3號高架橋亦位於抬升地盤上。



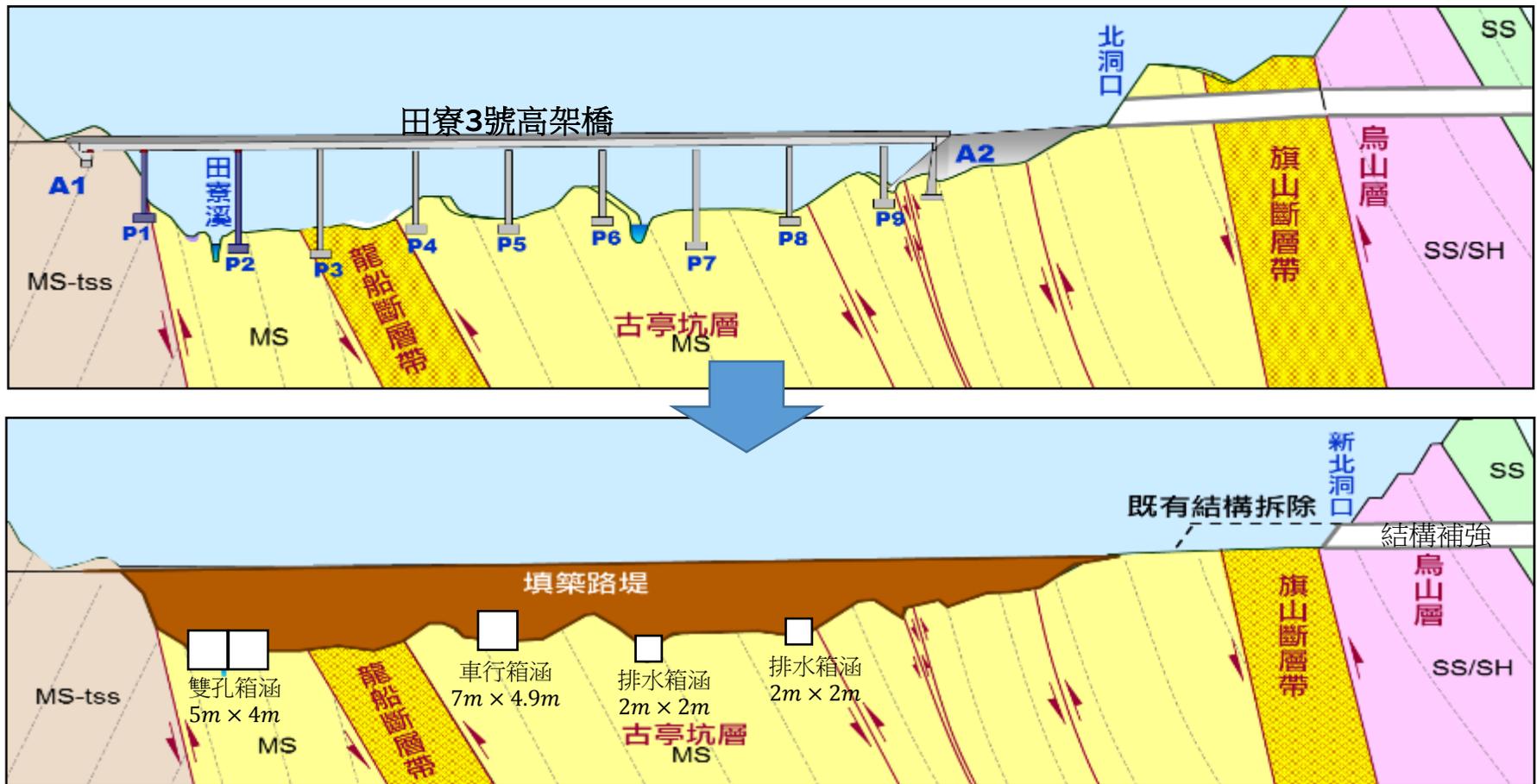
# 工址變位機制評估 區域

- 工址位於烏山層、古亭坑層交界面附近，加上旗山斷層、龍船斷層，岩性分布變化大，軟弱處應力集中
- 泥岩及斷層泥受側向(水平向)圍壓產生軸向(垂直向)變位



# 長期改善對策

- 採柔性結構(路堤、路塹)取代剛性結構(橋梁、隧道)
- 吸納大地擠壓與斷層活動所造成之變形，並易於後續之維修養護



# 2 環境影響差異分析

● 工第二高速公路後續計畫環境影響評估報告（基隆—汐止段、新竹—南投段、南投—新營段、新營—屏東段）於 82.2.25 以環署綜字第 08060 號函同意備查

● 道路規劃：全線採 6 車道佈設，新營-屏東段總長約 100 公里

● 使用時間

● 85 年施工

● 89 年 2 月通車

● 通車迄今 17 年餘

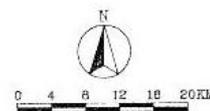
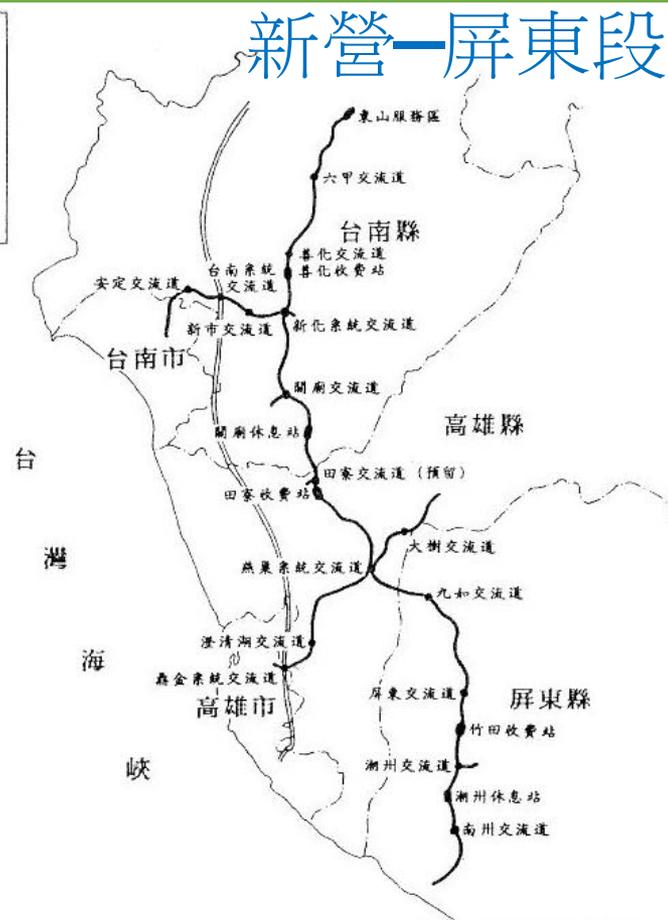


圖	例
——	二高計畫路線
——	中山高速公路
---	縣市界

# 環評？環差？

「施行細則」第 38 條：開發單位變更原申請內容有下列情形之一者，應就申請變更部分，重新辦理環境影響評估。

款次	變更影響	說明
一	計畫產能、規模擴增或路線延伸百分之十以上者。	本次變更主要為橋梁及隧道口結構型式改變，計畫路線長度未變。
二	土地使用之變更涉及原規劃之保護區、綠帶緩衝區或其他因人為開發易使環境嚴重變化或破壞之區域者。	本案屬道路改善工程，變更內容多位於原『評估書』開發區位內，新增用地屬高雄市非都市土地，多位於山坡地及森林區，未來將辦理水土保持計畫，不涉及保護區綠帶緩衝區變更，對環境應不致產生嚴重變化或破壞。
三	降低環保設施之處理等級或效率者。	未涉及降低環保設施之處理等級或效率。
四	計畫變更對影響範圍內之生活、自然、社會環境或保護對象，有加重影響之虞者。	本次變更內容為拆除田寮 3 號高架橋及中寮隧道北口，分別以柔性結構路堤、路塹型式取代，吸納大地擠壓及斷層活動之變形，提升行車安全，且變更內容多位於原『評估書』開發區位內，施工階段經採相關環境保護對策或減輕措施後，對環境品質之維護不致有不利之影響。
五	對環境品質之維護，有不利影響者。	
六	其他經主管機關認定者。	無。

環境影響差異分析

# 地質敏感區基地地質調查及地質安全評估

## 現況

- 地層主要為古亭坑層泥岩、烏山層砂頁岩、蓋子寮頁岩層
- 穿越地質構造龍船斷層、旗山斷層，旗山斷層屬第一類活動斷層
- 經過「活動地層地質敏感區(旗山斷層)」，103.12.25 公告
- 經過「山崩與地滑地質敏感區(高雄市)」，103.12.26 公告



# 環境影響差異分析審查歷程

## ◆ 專案小組

- 第一次審查：104/6/24
- 第二次審查：104/7/29

## ◆ 環評大會

- 大會審查：104/11/11
- 審查通過：104/12/9
- 同意備查：105/2/15

◆ 第一次變更(工程運輸路線變更)：107/3/20同意備查

◆ 第二次變更(使用焚化再生粒料變更)：107/6/22同意備查

# 環差審查意見重點

## ◆ 地下水質

- 增設地下水質觀測井
- 地表逕流須經沉砂處理

## ◆ 空氣污染防治

- 80 %以上裸露地表覆蓋防塵布/網、鋼板、混凝土等
- 運輸車輛符合四期車輛排放標準或三期車輛排放標準加裝濾煙器
- 工區車行出入口500公尺道路定期洗掃作業

## ◆ 生態維護

- 路堤下排水箱涵，增設生物通道
- 植栽計畫以原生物種為限

## ◆ 防災應變計畫

- 每年至少辦理緊急應變演習一次

## ◆ 地質安全監測

- 施工安全
- 大地變位

監測項目		執行單位
施工期間	環境監測	放流水、水質、營建噪音（含低頻噪音）、空氣、品質、噪音、振動、河川水文水質、隧道湧水水量水質、陸域、生態、水域、生態
	地質安全監測	工區內 土中傾斜管、水位觀測井 結構傾斜計、測沉板、沉陷點、隧道斷面測量或掃描
		工區外 GPS連續站
營運期間	環境監測	隧道出口空氣品質
	地質安全監測	GPS連續站、土中傾斜管、水位觀測井、桿式沉陷計/水平傾斜管、路面沉陷點、雨量計

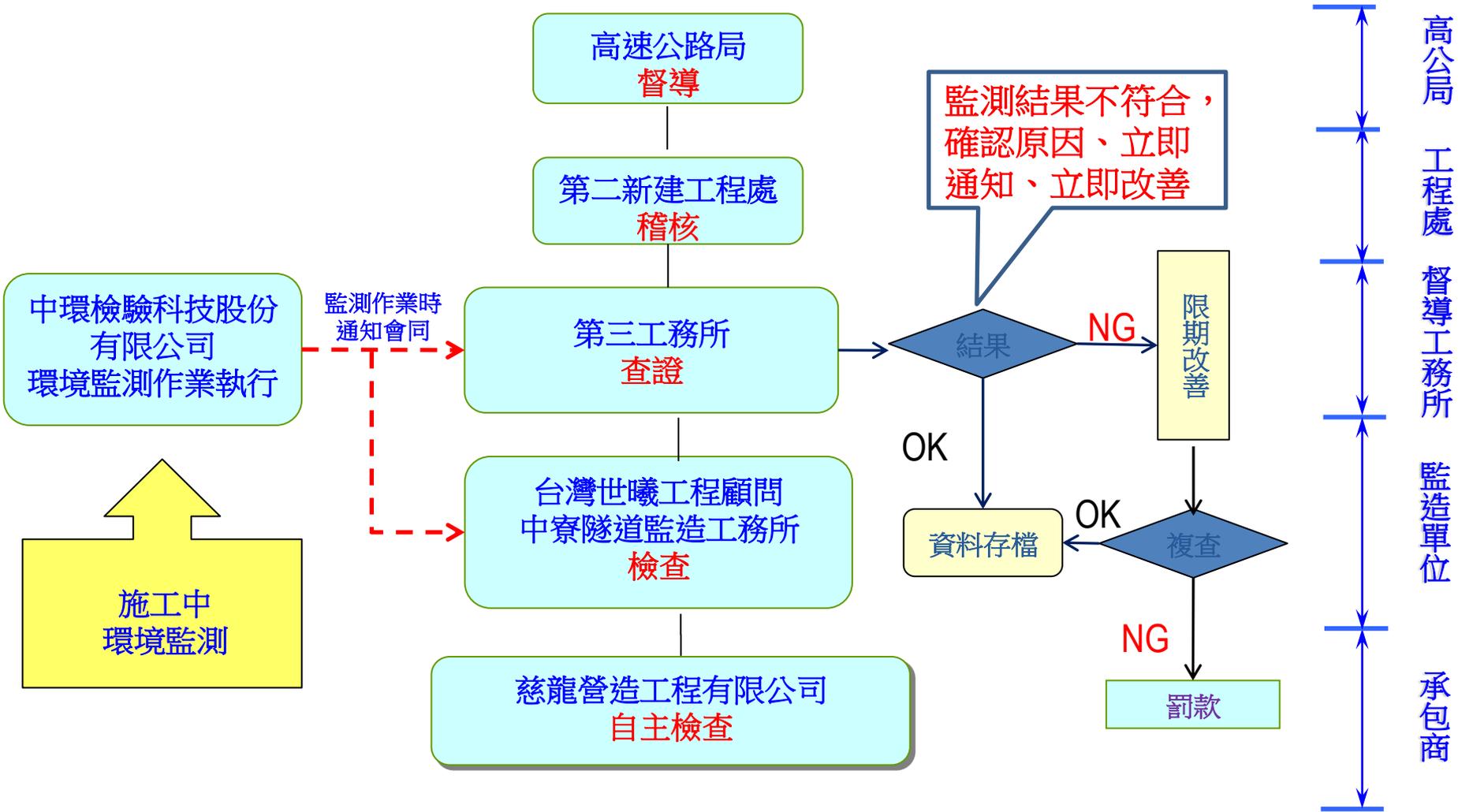
二工處/中環公司

二工處/慈龍營造

南分局/台灣世曦

南分局

# 3 施工環境保護



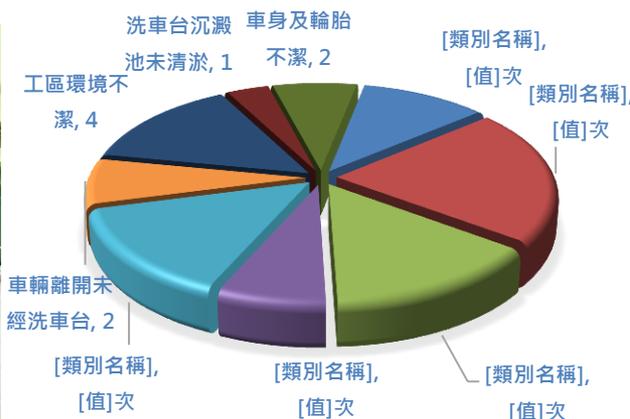
# 環境保護執行成果

單位	項目名稱	頻率	次數總計	缺失累計 次數(項)	合格率
			(至107年9月30日止)		
第二新建工程處	稽查	每月1次	15次	9次(180項)	95%
第三工務所	查證	每週1次	89次	5次(267項)	98.12%
監造單位	檢查	每週2次	165次	28次(1686項)	98.40%
承包商	自主檢查	每日1次	303次	45次(7575項)	99.41%



2018-09-27

工區定時環境除草、整理



**\* 以上缺失均已改善完成**  
(統計期間: 106年3月15日~107年9月30日)



106111  
6

工務所安衛稽核作業

# 安衛環保擴大會議

- 工程執期間辦理安衛環保擴大會議，宣導及互相討論工程處各工區施工期間所遭遇安全與環保執行情形，避免類似缺失發生。

項目	日期	與會單位
106年第2季安衛環保擴大會議	106.07.19	業主、監造、承包商
106年第3季安衛環保擴大會議	106.10.24	
107年第1季安衛環保擴大會議	107.04.20	
107年第2季安衛環保擴大會議	107.07.30	



107年第2季安衛環保擴大會議



107年第1季安衛環保擴大會議



106年第3季安衛環保擴大會議



2017/05/11

設置2.4公尺施工圍籬



圍籬上方增設防塵網



輔以灑水抑制揚塵



2017-11-13 14:06

便道鋪築混凝土



裸露地表覆蓋防塵網



即挖即填，壓實防止揚塵

# 具體作為

# 噪音振動



使用低噪音低污染機具



施工期間自主音量監測



營建噪音振動監測



營建低頻噪音監測



路塹邊坡植生良好



工區內設置禁止捕捉野生動物告示



植栽計畫採原生物種



排水箱涵設置生物步道



沉砂池清淤維護



設置洗車台及沉澱池



施工圍籬設置防溢座



設置臨時廁所



設置地下水井監測



地下水背景值採樣



年度防汛演練



工區備妥防災砂包、太空包

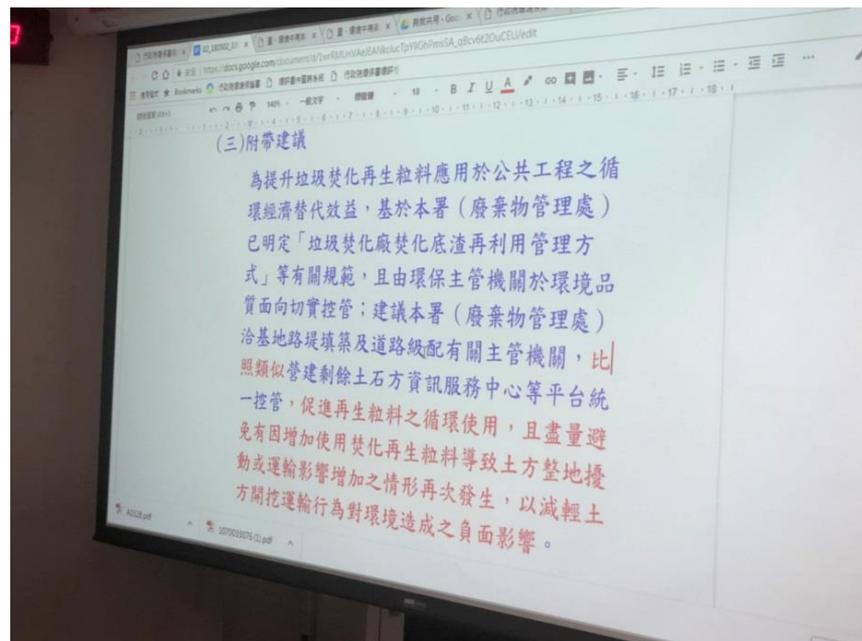


隧道防災演練



追撞防制作為會議

- 行政院106年4月10日召開「研商焚化爐底渣相關問題會議」
- 落實循環經濟政策，協助去化底渣約3.7萬噸。
- 環保署107年6月22日使用焚化再生粒料環差報告備查



# 具體作為

# 施工敦親睦鄰

- 施工初期2個月，多次主動與當地里長及里民溝通計達25次。
- 檢討施工動線、順序，獲得里民及區公所認同，工程順利推展。



施工動線影響居民



積極溝通召開說明會



與里長積極溝通互動



傾聽居民意見與現勘



積極與當地交警協調



辦理安衛與環保教育訓練

●環評認養洗掃500公尺，實際洗掃範圍達1,000公尺。



2017-11-2

掃街車洗掃情形



實際清掃情形



清掃周邊道路抑制揚塵



維護民眾居家環境

高雄市營建工程 107年 2 月道路認養洗掃統計路表

認養單位名稱	總龍營造工程有限公司	管制編號	E106SDZ005-1		
地址	高雄市燕巢區鳳澄路7號				
填表人	陳品岑	連絡電話	07-6151701		
道路認養時間	自106年 8 月至108年 2 月	作業時段	洗+掃: 1600-1700		
道路認養承諾範圍與方式					
洗掃週次	認養路段	長度 (公尺)	執行方式	頻率	洗掃總長度 (M/週)
第一週		500	■洗街	3 日/週, 2 次/日	洗:3000
			■掃街	3 日/週, 2 次/日	掃:3000
第二週		500	■洗街	7 日/週, 2 次/日	洗:7000
			■掃街	7 日/週, 2 次/日	掃:7000
第三週	茄寮中田寮至七里里南勢路	500	■洗街	4 日/週, 2 次/日	洗:4000
			■掃街	4 日/週, 2 次/日	掃:4000
第四週		500	■洗街	4 日/週, 2 次/日	洗:4000
			■掃街	4 日/週, 2 次/日	掃:4000
第五週		500	■洗街	4 日/週, 2 次/日	洗:4000
			■掃街	4 日/週, 2 次/日	掃:4000

本公司認養期間,將確實遵守上述之「道路認養承諾範圍與方法」,以有效防制污染環境之情形,並於每月5號前提報上月工作月報及執行記錄表予環保局,並接受環保局之督導。

此致  
 高雄市政府環境保護局  
 機構代表(職稱及姓名): 職安工程師 鄭凱陽 (簽名及蓋章)  
 機構名稱: 總龍營造工程有限公司 (請蓋章)  
 地址: 台南市麻豆區南勢里36-28號  
 電話: 06-5721265

中華民國 107 年 3 月 2 日

聯絡住址: 高雄市鳥松區澄清路834號 環保局空曠科 營建工程管制室 收  
 聯絡電話: (07) 7352504 • (07)7351500#2199 傳真電話: (07)7354241

認養洗掃道路申報

# 查核情況

單位	次數	時間	不合格項目
高雄市環保局	9次	106.3.15 ~ 107.9.30	無
行政院環保署 環境督察總隊	1次	107.3.13	現勘意見已完成改善。

# 4 施工階段監測

監測項目		執行單位
環境監測	放流水、水質、營建噪音（含低頻噪音）、空氣品質、噪音、振動、河川水文水質、隧道湧水水量水質、陸域、生態、水域、生態	二工處 / 中環公司
地質安全 監測	工區內 土中傾斜管、水位觀測井、結構傾斜計、測沉板、沉陷點、隧道斷面測量或掃描	二工處 / 慈龍營造
	工區外 <b>GPS</b> 連續站	南分局 / 台灣世曦

# 環境監測位置



放流水



隧道湧水



營建噪音



噪音振動



營建低  
頻噪音



噪音振動



空氣品質



地面水



噪音振動



# 工區內環境監測

項目 類別	監測內容	監測地點	監測頻率
放流水 水質	水溫、pH值、懸浮固體(SS) 生化需氧量(BOD)、真色色 度、化學需氧量(COD)、油 脂	工區放流口一點	施工期間每月1次
營建噪音	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 均能音量<math>L_{eq}</math></li> <li>• 最大音量<math>L_{max}</math></li> </ul> 低頻噪音20Hz至 200Hz之均 能音量( $L_{eq}$ , $L_F$ )	工區周界外一點	施工期間每月1次 (每次連續2分鐘以上)
地下水 水質	氯鹽(Cl <sup>-</sup> )、六價鉻(Cr(VI))、 鉛(Pb)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銅 (Cu)、鋅(Zn)、鎳(Ni)、鋇 (Ba)、硒(Se)、砷(As)、汞 (Hg)	1.工區上游觀測井 2.工區下游觀測井	施工期間監測1次 (營運期間每季1次)

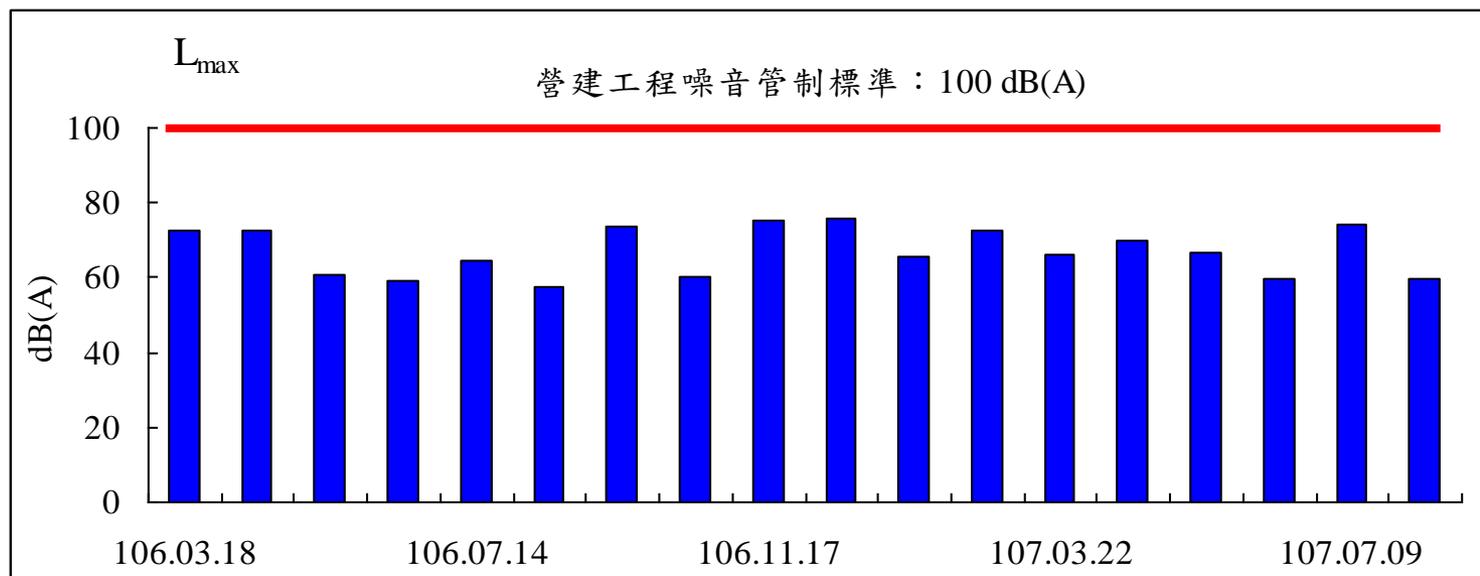
# 工區外環境監測

項目類別	監測內容	監測地點	監測頻率
噪音/振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 噪音：<math>L_x</math>、<math>L_{eq}</math>、<math>L_{max}</math>、<math>L_{日}</math>、<math>L_{晚}</math>、<math>L_{夜}</math></li> <li>• 振動：<math>L_{vx}</math>、<math>L_{veq}</math>、<math>L_{vmax}</math>、<math>L_{v日}</math>、<math>L_{v夜}</math></li> </ul>	1. 西側民宅 2. 東南側農舍 3. 呂氏古厝	施工期間 <b>每季1次</b> (平、假日各1次， 連續24小時)
空氣品質	TSP、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、THC、Pb、落塵量、濕度、溫度、風向/速	呂氏古厝	<b>每季1次</b>
河川水文 水質	水溫、pH值、比導電度、溶氧量(DO)、大腸桿菌群、懸浮固體(SS)、生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、硝酸鹽氮(NO <sub>3</sub> -N)、氨氮(NH <sub>3</sub> -N)、總磷(TP)、流量、流速	計畫道路與田寮溪交會處下游	<b>每季1次</b>
隧道湧水 水質水量	水溫、pH值、比導電度、大腸桿菌群密度、總菌落數、懸浮固體(SS)、總溶解固體(TDS)、氯鹽(Cl <sup>-</sup> )、硫酸鹽(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )、硝酸鹽(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )、氨氮(NH <sub>3</sub> -N)、總有機碳(TOC)、鐵(Fe)、錳(Mn)、水量	中寮隧道北口	<b>每季1次</b>
陸域生態	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 植物</li> <li>• 鳥類、哺乳類、兩棲類、爬蟲類、蝶類</li> </ul>	計畫道路兩側 各1公里範圍	<b>每季1次</b>
水域生態	魚類、底棲生物、水棲昆蟲、蜻蜓類、浮游性植物、附著性藻類	計畫道路與田寮溪交會處上、下游	<b>每季1次</b>

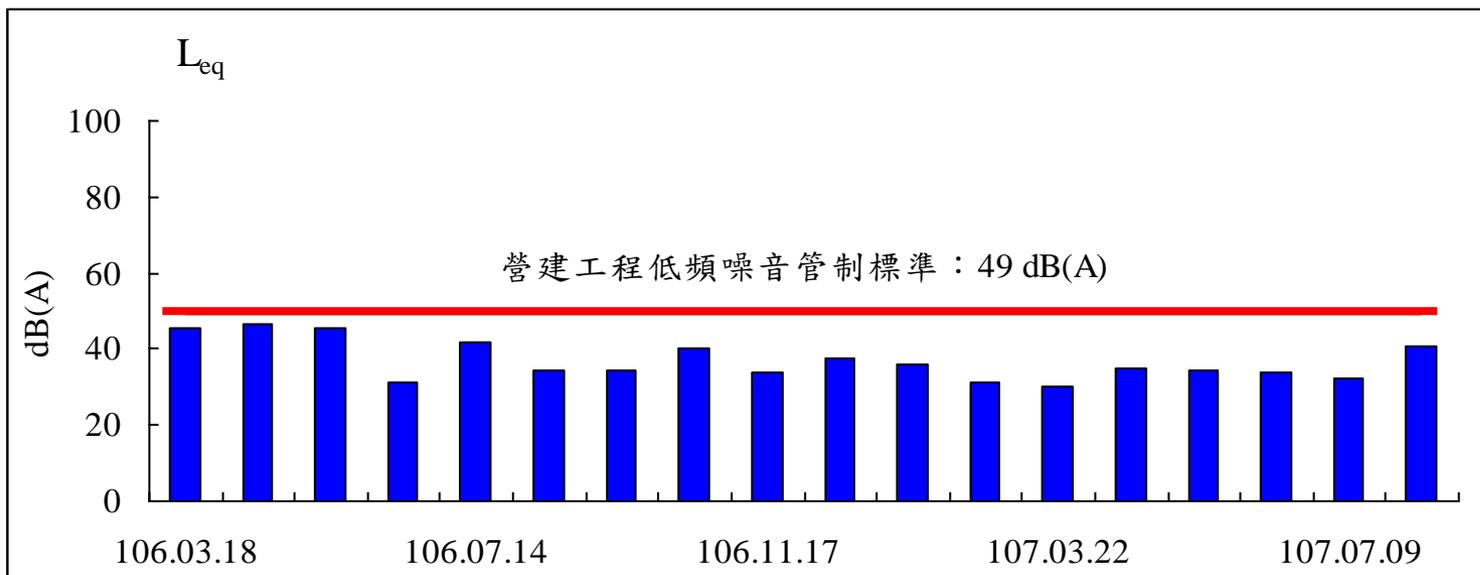
均能音量



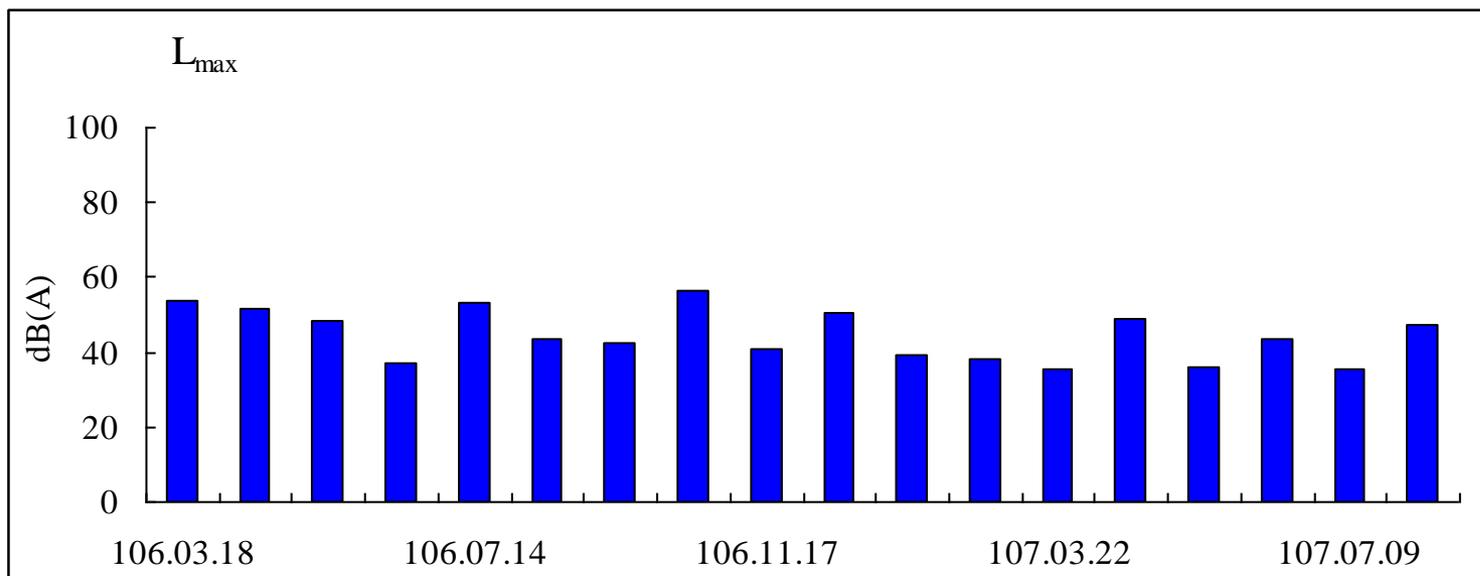
最大音量



均能音量



最大音量

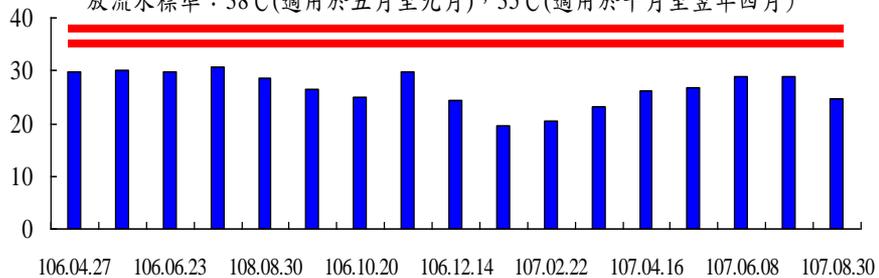


# 監測結果

# 工區放流水

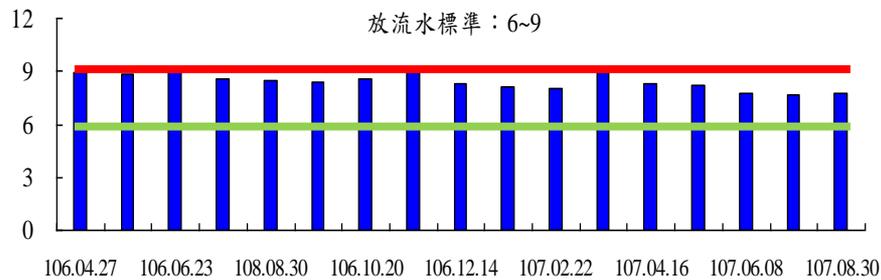
### 水溫

放流水標準：38°C(適用於五月至九月)，35°C(適用於十月至翌年四月)



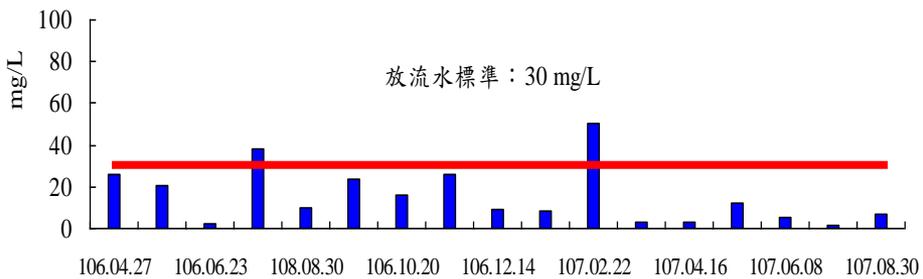
### pH

放流水標準：6~9



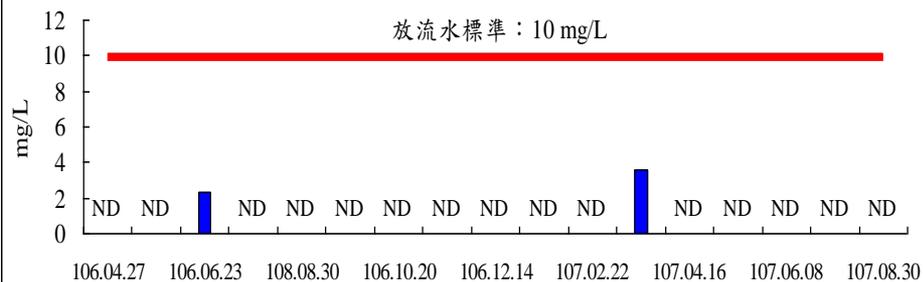
### 懸浮固體

放流水標準：30 mg/L



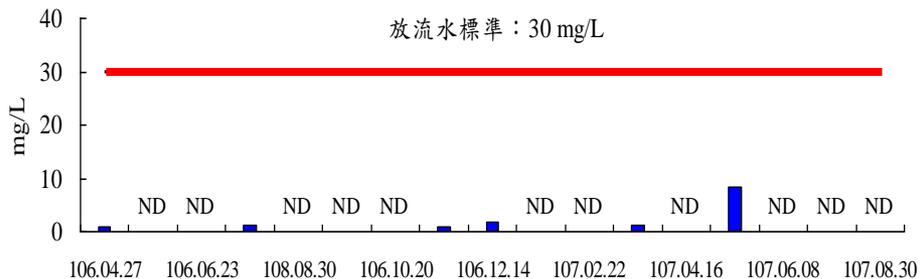
### 油脂

放流水標準：10 mg/L



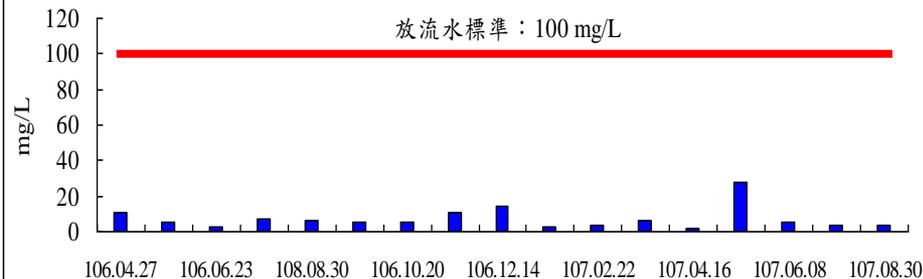
### 生化需氧量

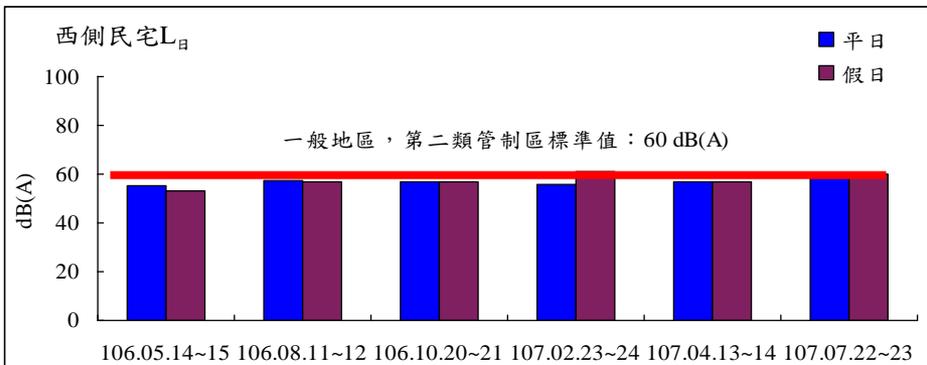
放流水標準：30 mg/L



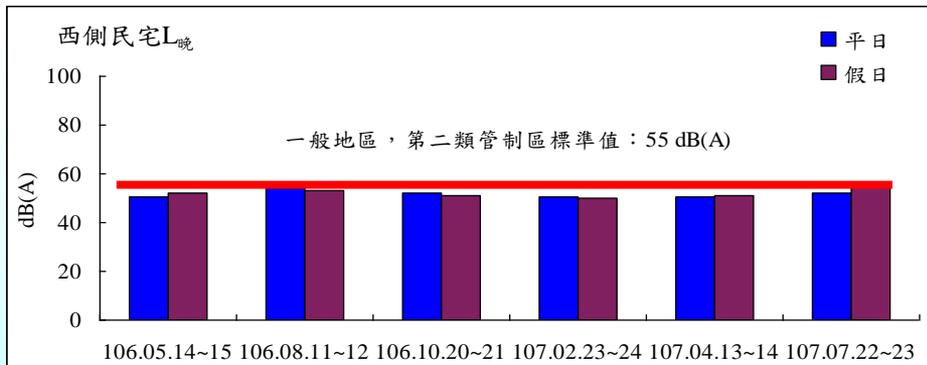
### 化學需氧量

放流水標準：100 mg/L

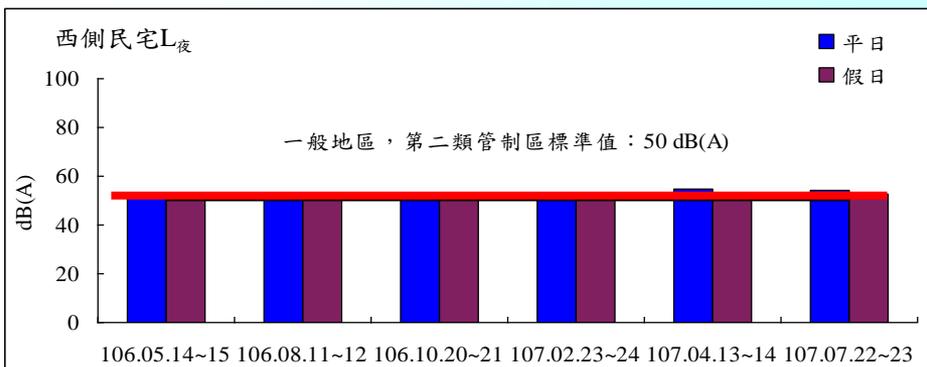




L<sub>日</sub> 平日測值介於 55.1~58.5 dB(A)  
假日測值介於 52.9~61.0 dB(A)

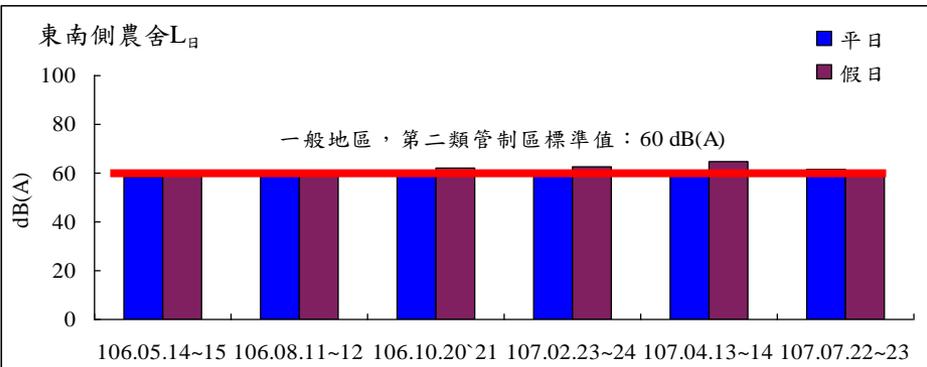


L<sub>晚</sub> 平日測值介於 50.3~54.4 dB(A)  
假日測值介於 50.2~55.3 dB(A)

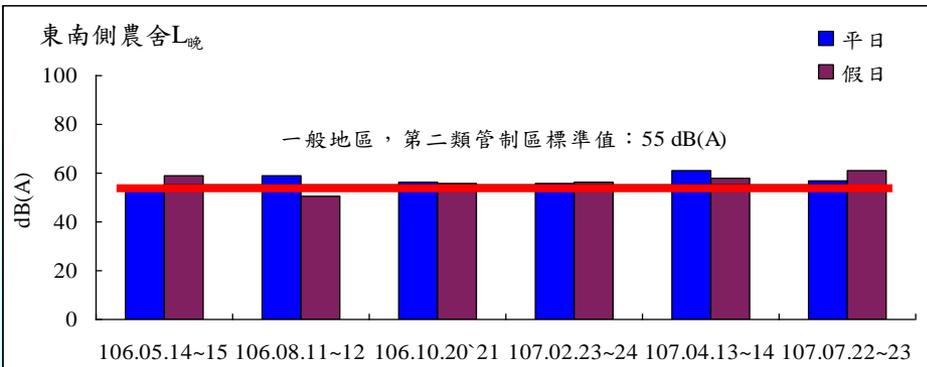


L<sub>夜</sub> 平日測值介於 50.8~55.0 dB(A)  
假日測值介於 50.7~52.8 dB(A)

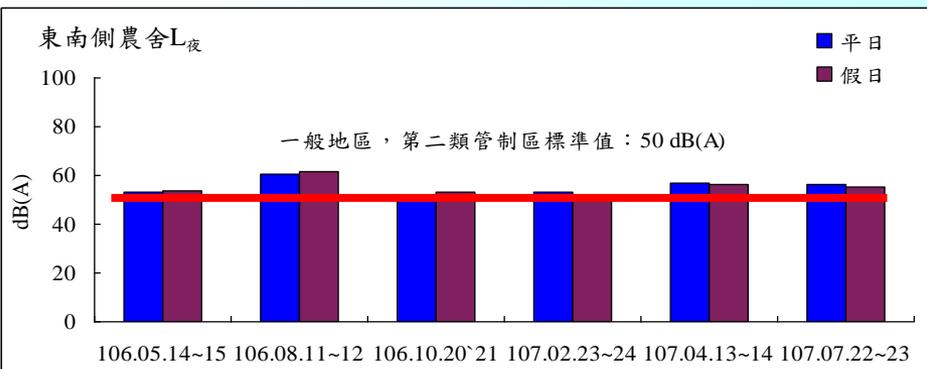




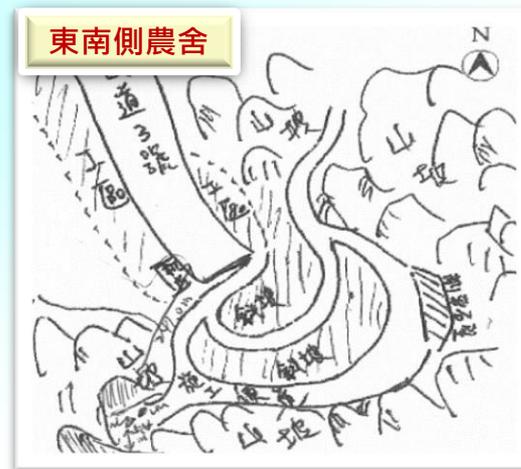
**L<sub>日</sub> 平日測值介於 58.6~61.5 dB(A)**  
**假日測值介於 59.6~65.0 dB(A)**

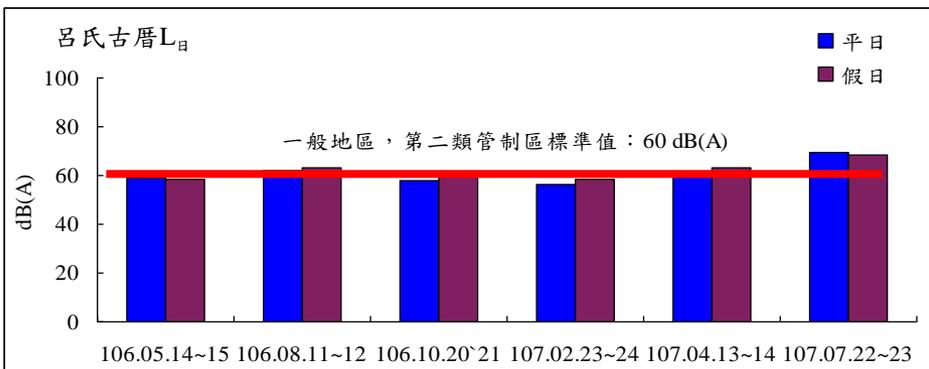


**L<sub>晚</sub> 平日測值介於 55.0~60.8 dB(A)**  
**假日測值介於 50.5~60.8 dB(A)**

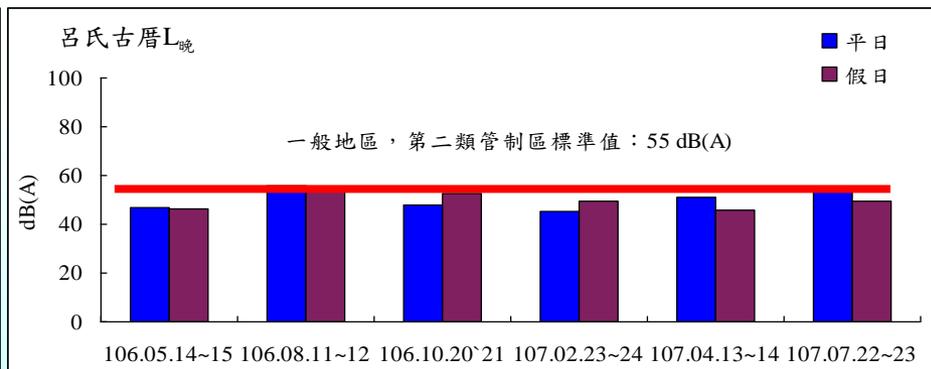


**L<sub>夜</sub> 平日測值介於 52.3~56.9 dB(A)**  
**假日測值介於 52.1~61.5 dB(A)**

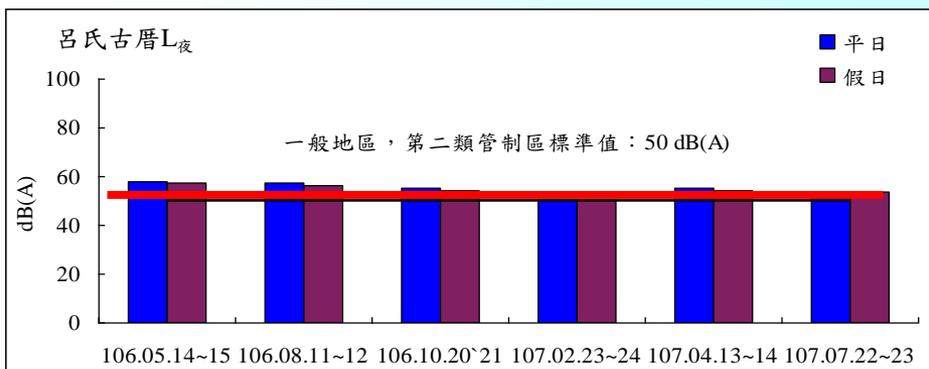




L<sub>日</sub> 平日測值介於 56.3~69.4 dB(A)  
 假日測值介於 58.4~68.4 dB(A)

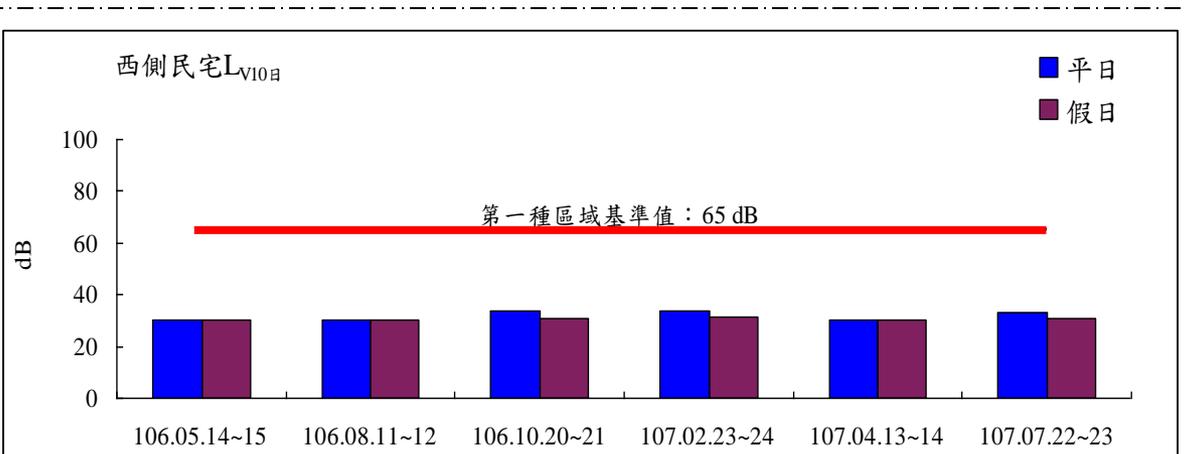


L<sub>晚</sub> 平日測值介於 45.2~55.7 dB(A)  
 假日測值介於 45.6~55.0 dB(A)

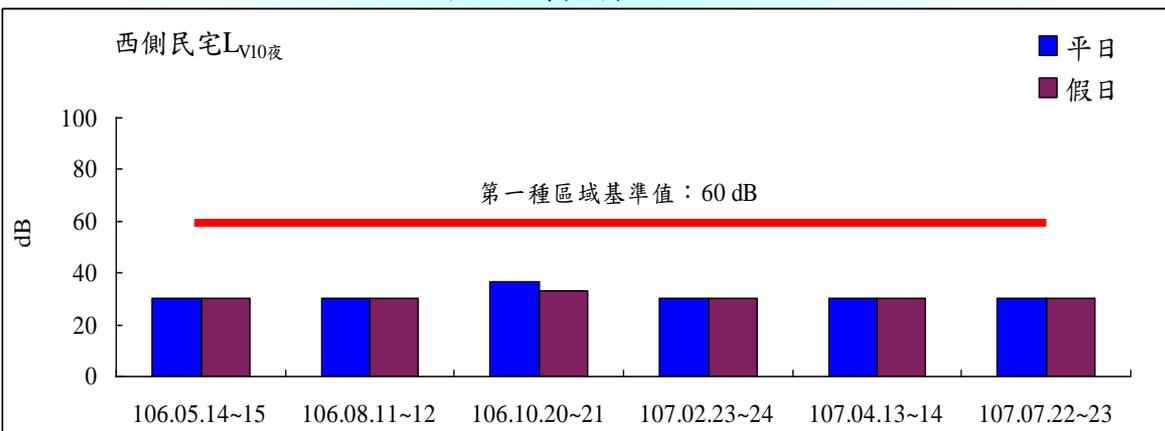


L<sub>夜</sub> 平日測值介於 50.5~58.1 dB(A)  
 假日測值介於 50.5~57.6 dB(A)

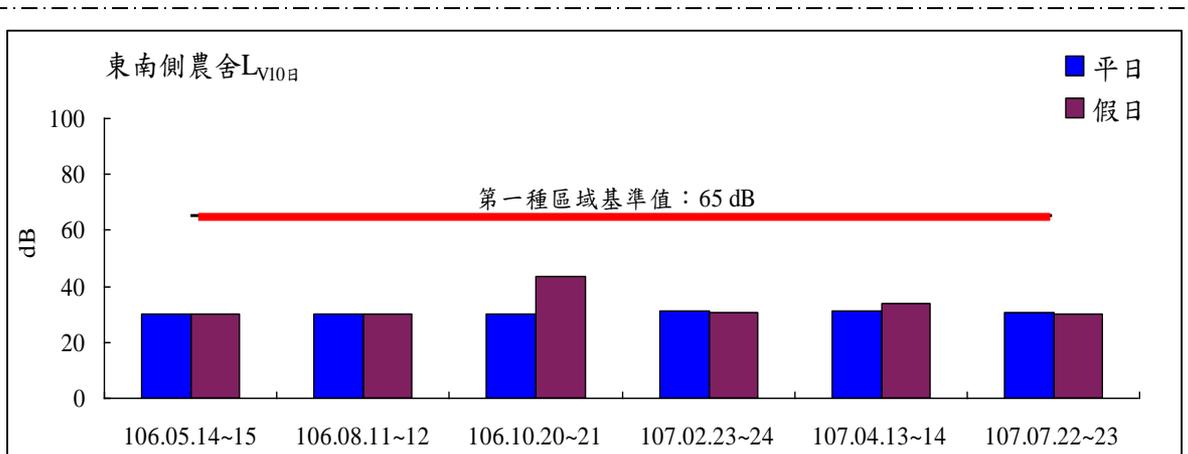




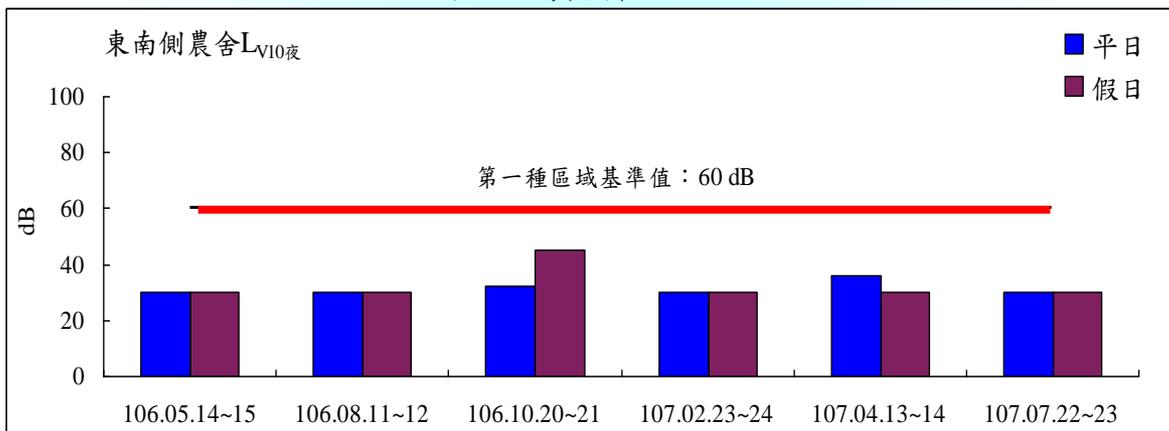
$L_{v10日}$  平日測值介於 30.0~31.1 dB  
 假日測值介於 30.0~43.6 dB



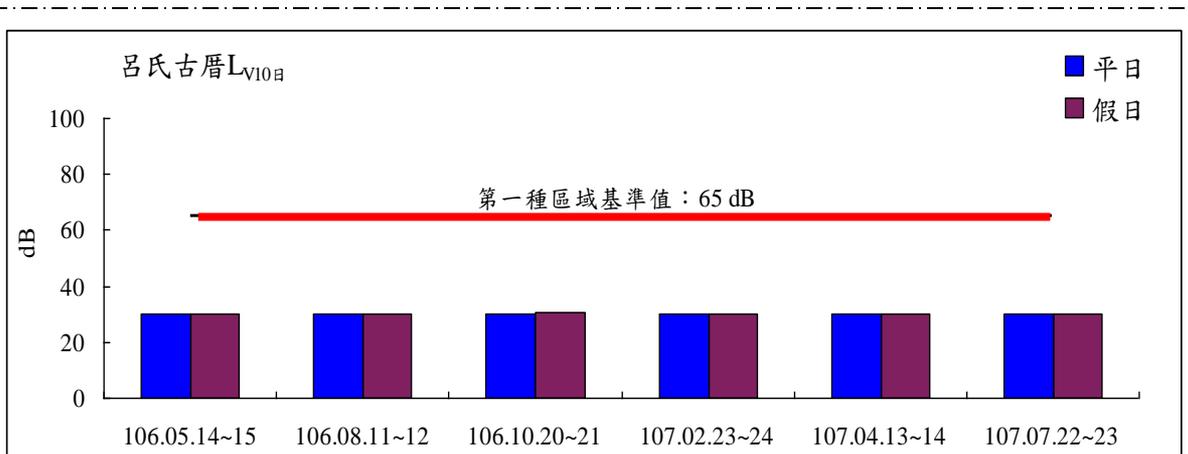
$L_{v10夜}$  平日測值介於 30.0~35.8 dB  
 假日測值介於 30.0~45.1 dB



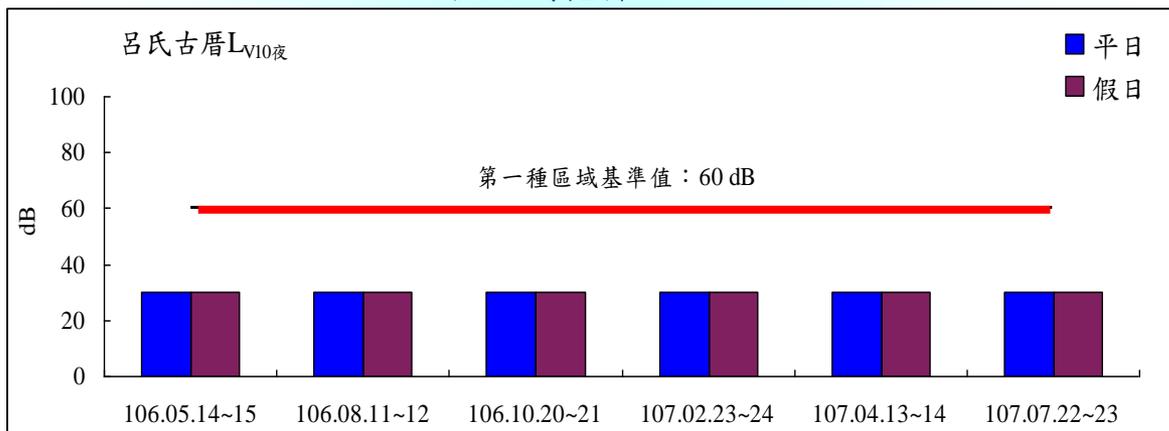
$L_{v10日}$  平日測值介於 30.0~33.7 dB  
 假日測值介於 30.0~31.3 dB



$L_{v10夜}$  平日測值介於 30.0~36.7 dB  
 假日測值介於 30.0~33.0 dB



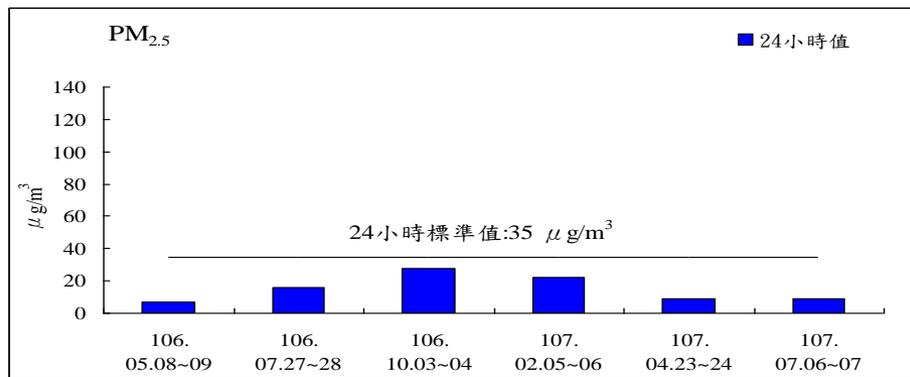
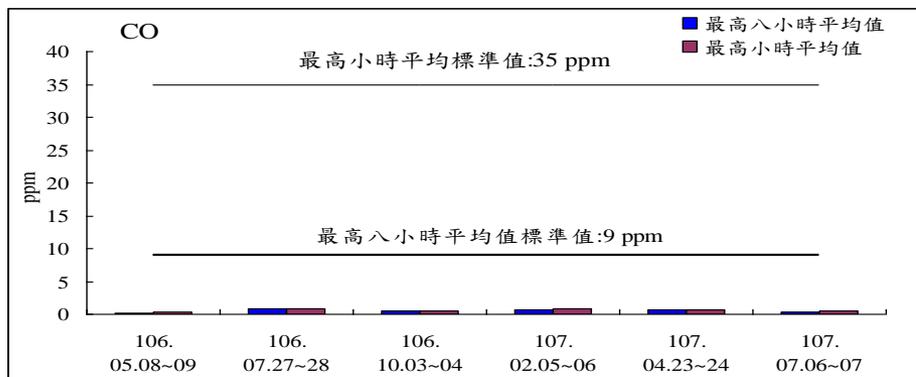
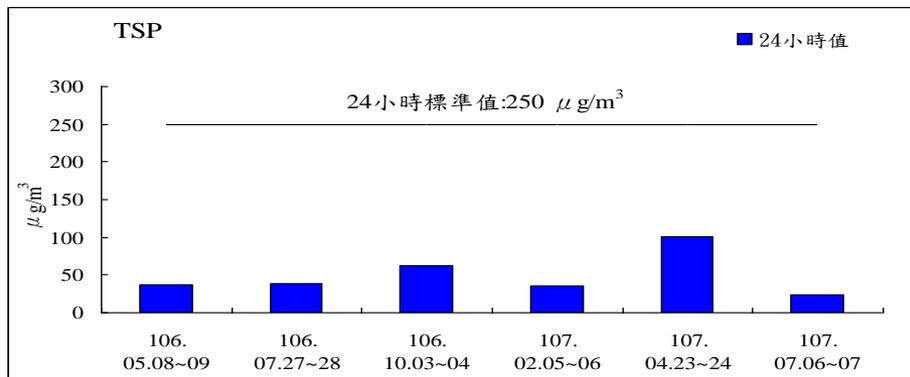
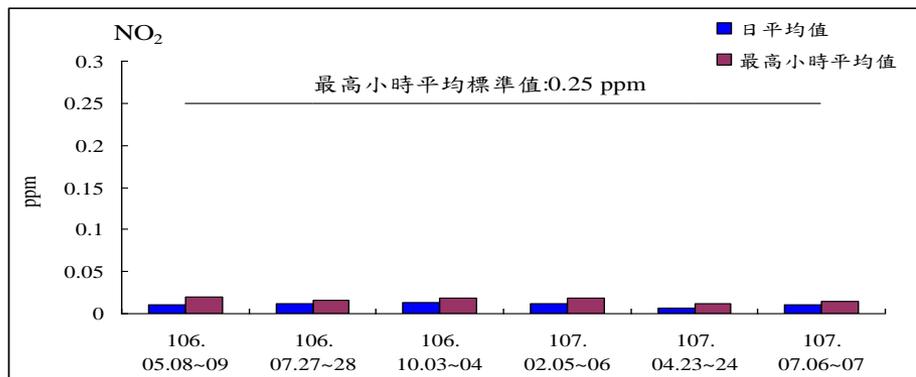
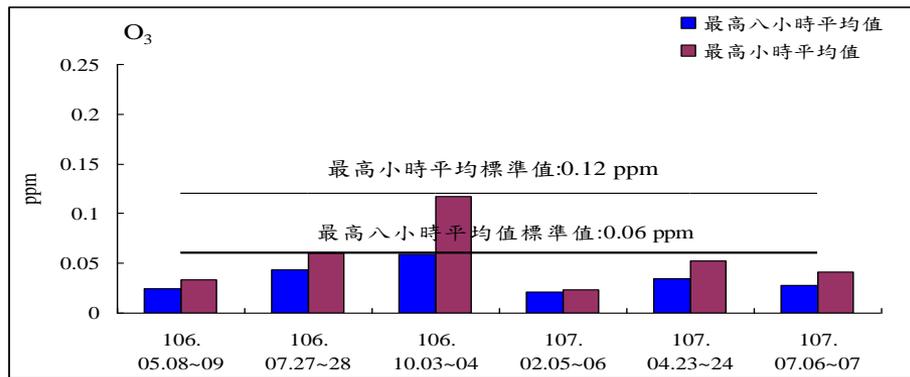
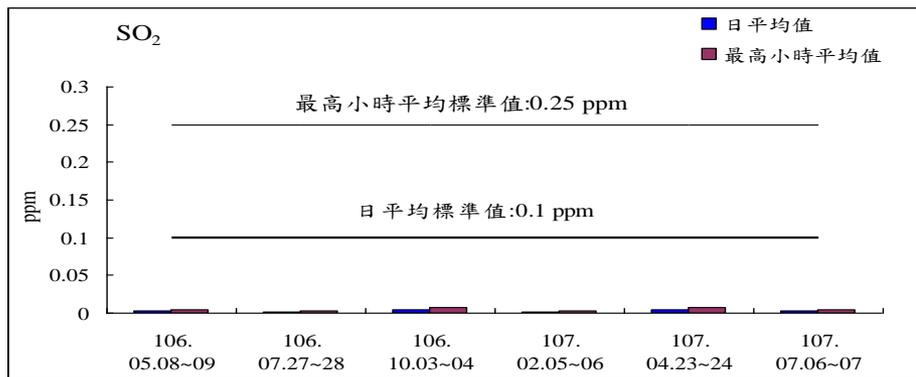
$L_{v10日}$  平日測值均為 30.0 dB  
 假日測值介於 30.0~30.6 dB



$L_{v10夜}$  平日測值均為 30.0 dB  
 假日測值均為 30.0 dB

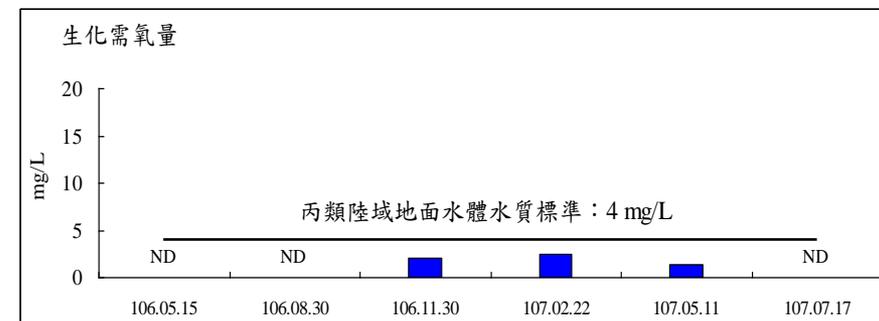
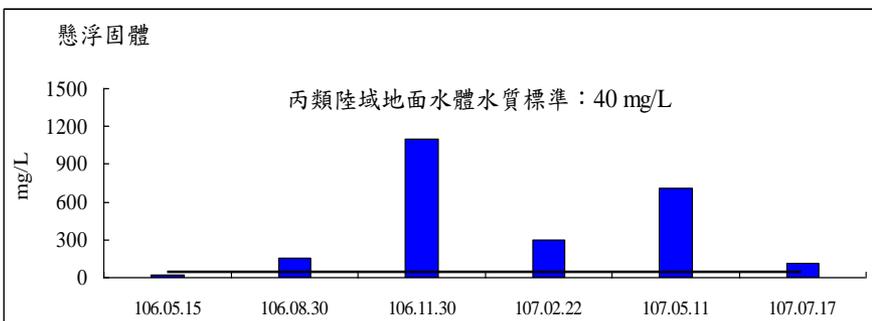
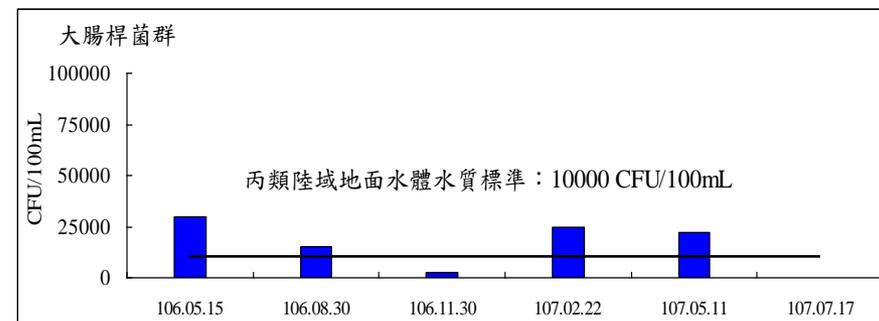
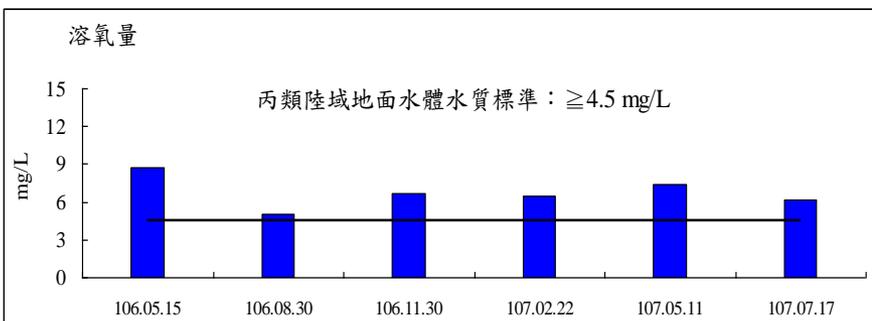
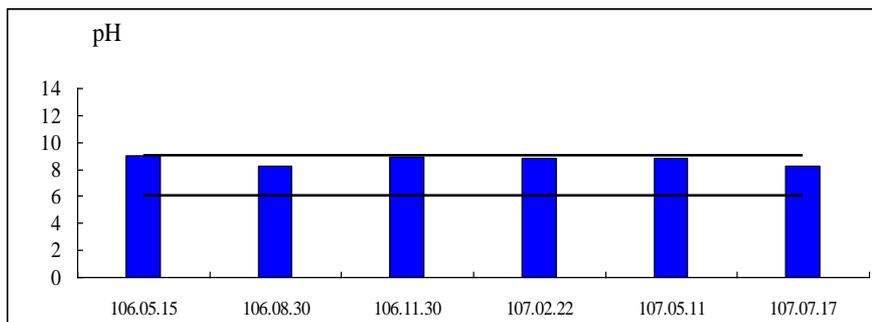
# 監測結果

# 空氣品質



# 監測結果

# 地面水質

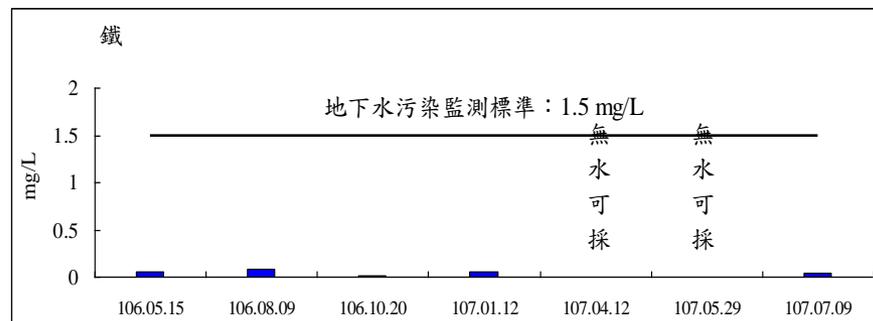
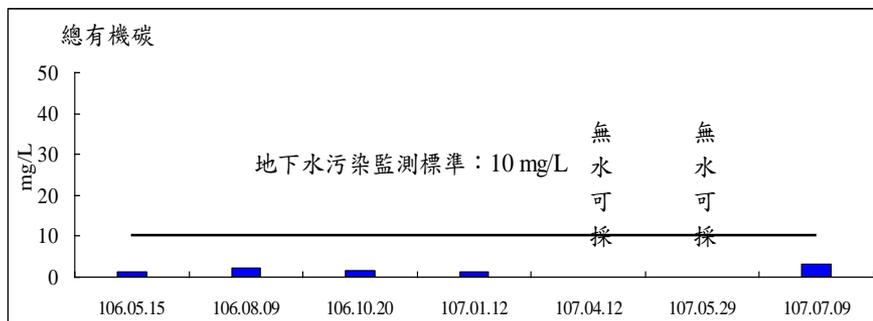
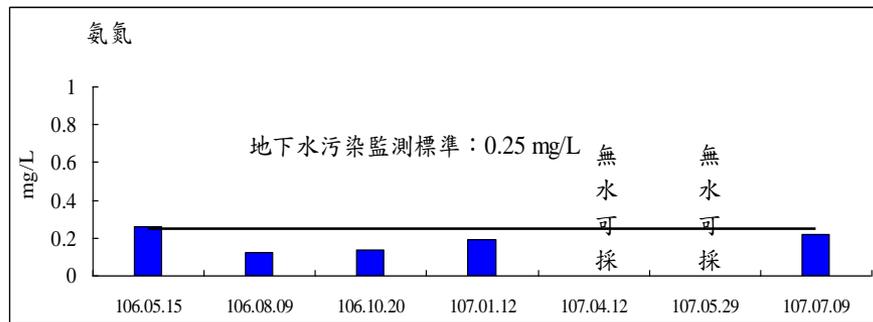
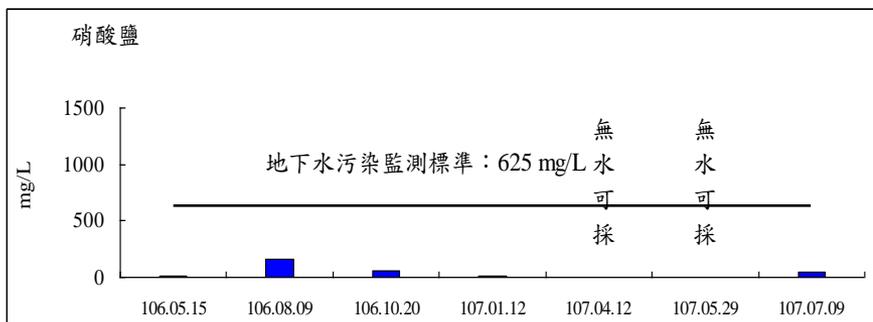
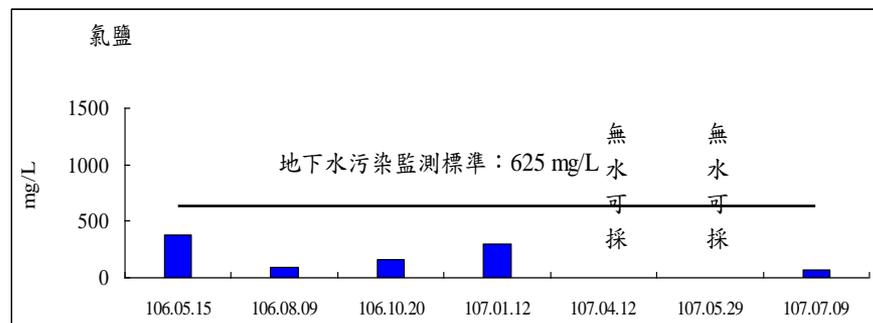
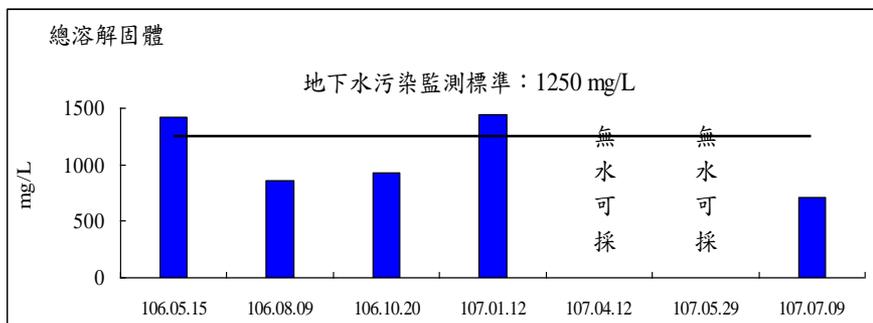


- 施工中地面水質監測結果顯示，不合格項目為**大腸桿菌群**及**懸浮固體**。
- 田寮溪為二仁溪的支流，經查環保署水質監測網**其他測站**，如二仁溪古亭橋及崇德橋測站、阿公店溪小崗山橋及蓬萊橋測站，水質數據大致呈現中度污染，超標項目多以懸浮固體、大腸桿菌群、氨氮為主。
- 田寮溪**常有淤積**，導致溪流**無法維持穩定輸送功能**，造成水質混濁。
- 據當地居民表示，田寮溪多數時間**水量少不大流動**，推測可能係導致**大腸桿菌群**超標之原因。



# 監測結果

# 隧道湧水水質



# 監測結果

# 地下水質

監測日期		測項	氯鹽 (mg/L)	六價鉻 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)
工區上游 觀測井	107.08.10		<b>1980*</b>	ND	<0.01	ND	<0.01	<0.005
工區下游 觀測井	107.09.17		<b>6870*</b>	ND	ND	<0.002	ND	ND
地下水污染管制標準			—	—	0.10	0.050	0.50	10
地下水污染監測標準			625	—	0.05	0.025	0.25	5
監測日期		測項	鋅 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鉍 (mg/L)	硒 (mg/L)	砷 (mg/L)	汞 (mg/L)
工區上游 觀測井	107.08.10		<0.02	<0.01	0.140	<0.002	0.0118	ND
工區下游 觀測井	107.09.17		<0.02	<0.01	0.864	<0.002	0.0636	ND
地下水污染管制標準			—	—	0.10	0.050	0.50	10
地下水污染監測標準			625	—	0.05	0.025	0.25	5

- 註：1.地下水污染監測標準參考來源為行政院環保署於102年12月18日(102)環署土字第1020109443號令訂定發布之「地下水污染監測標準」中第二類之標準。  
 2.地下水污染管制標準參考來源為行政院環保署於102年12月18日(102)環署土字第1020109478號令修正發布之「地下水污染管制標準」中第二類之標準。  
 3.【\*】表示未符合地下水管制及監測標準。

# 大地變位監測配置



圖例	項目	數量	頻率
●	GPS連續站	4處	每日
▲	GPS人工定期量測	4處	每季
- - -	導線/水準測量	5.4km	每季

GPS-3N (中寮山頂)

GPS-2N

施工鋼便橋

GPS-1

向北移設

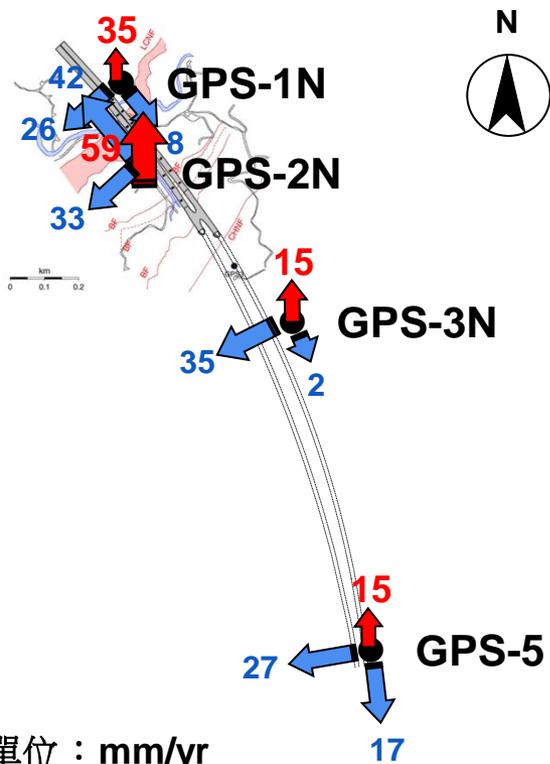
GPS-1N



# GPS連續站

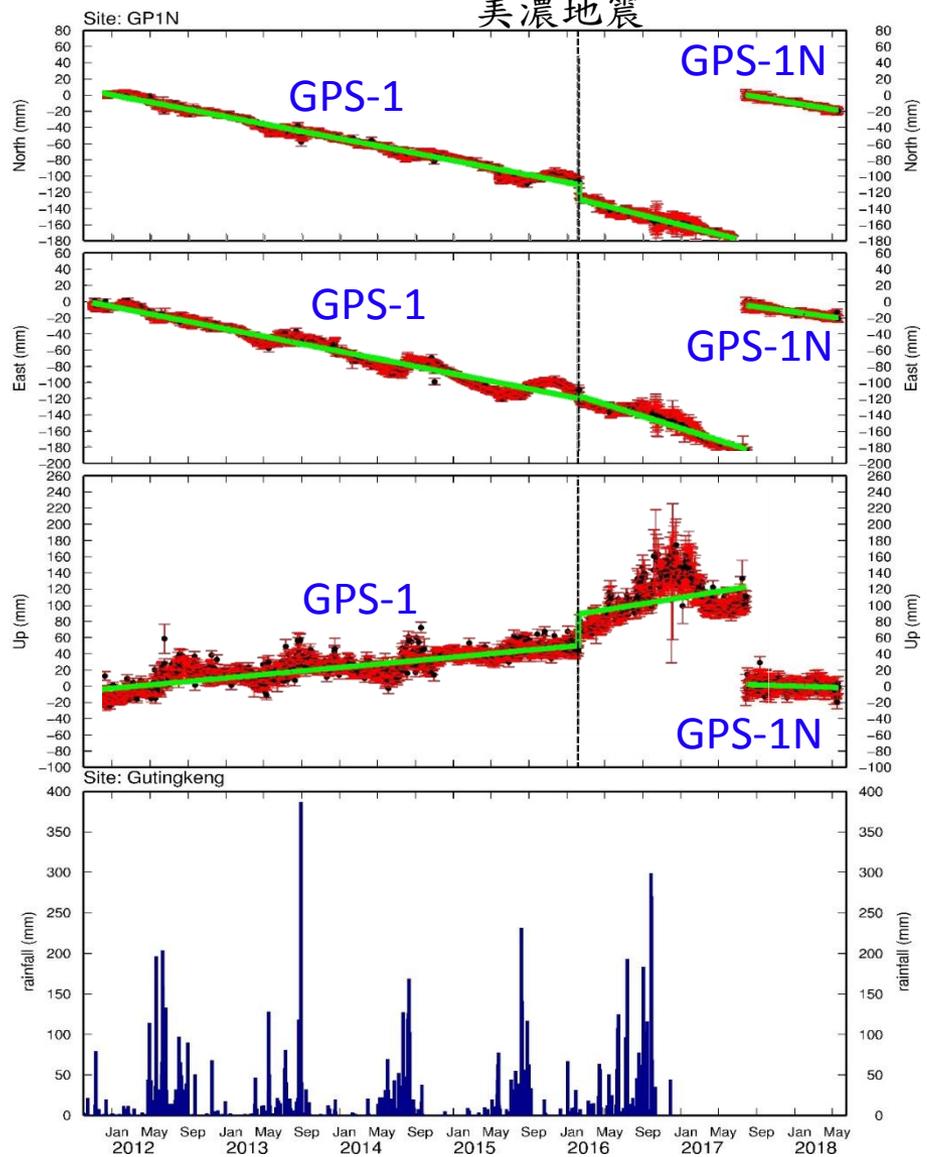
設備	規格
天線盤 Leica AS10	GPS: L1,L2,L5 Gain: 29±3 dbi
主機 Trimble BD970	GPS: L1, L2, (C/A, P code) GLONASS: L1, L2(C/A, P code) 靜態精度: 水平: +/- 2mm+0.5ppm(rms) 垂直: +/- 3mm+0.3ppm(rms) 動態精度: 水平: +/- 10mm+1ppm(rms) 垂直: +/- 20mm+1ppm(rms)
太陽能板	135W 外接2組65Ahr電池





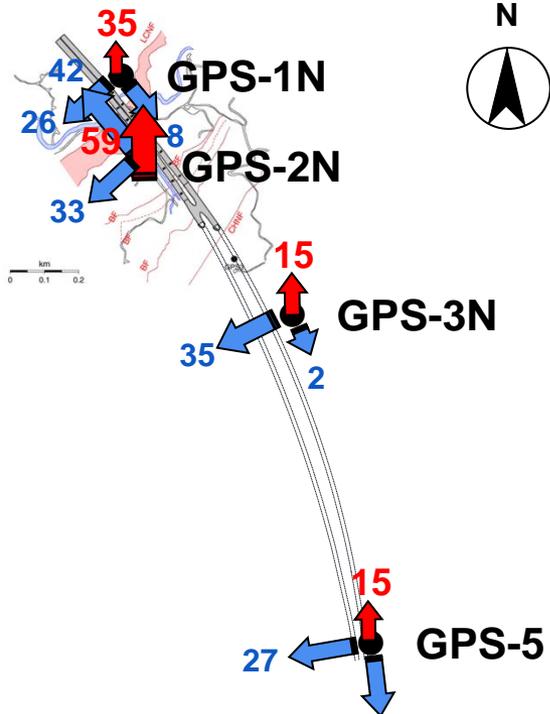
單位：mm/yr  
103/11~迄今

美濃地震



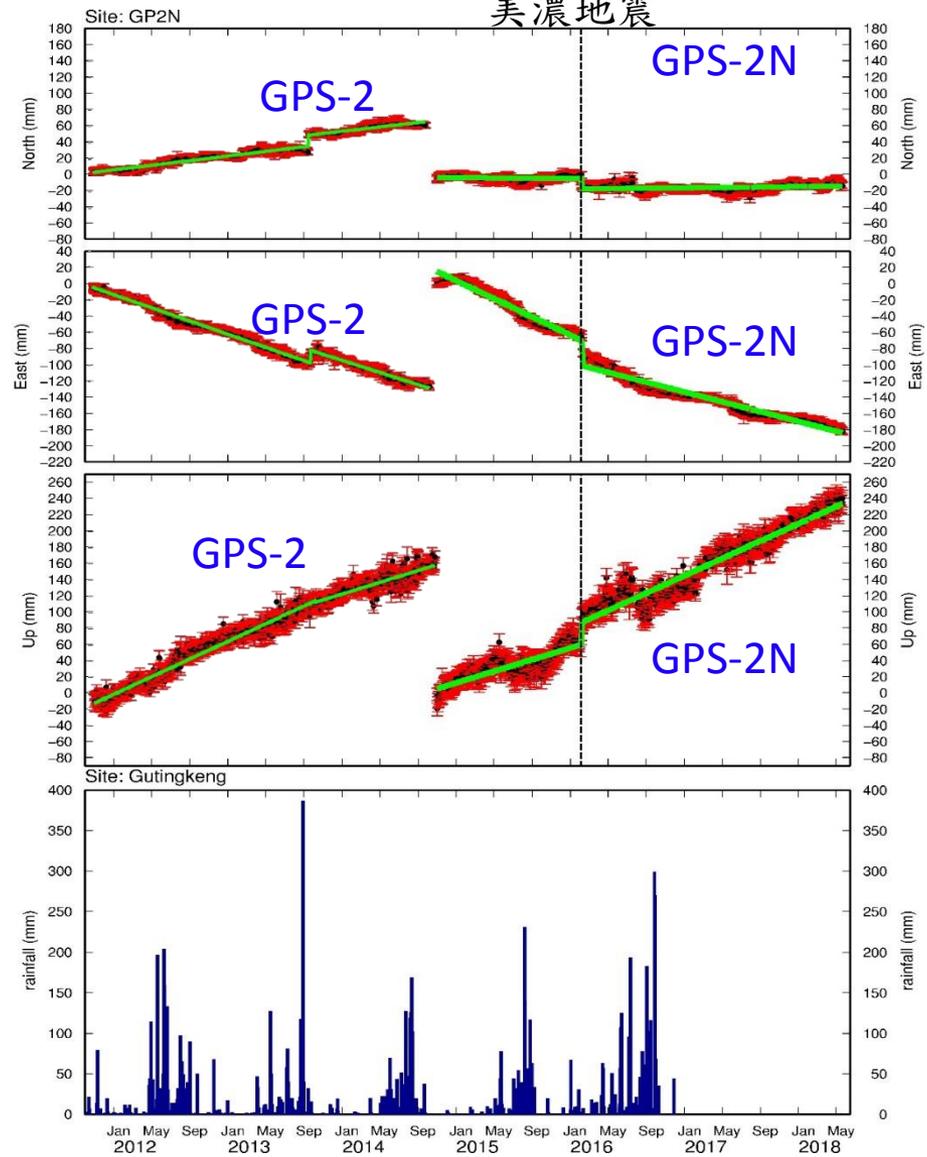
# 連續站監測成果

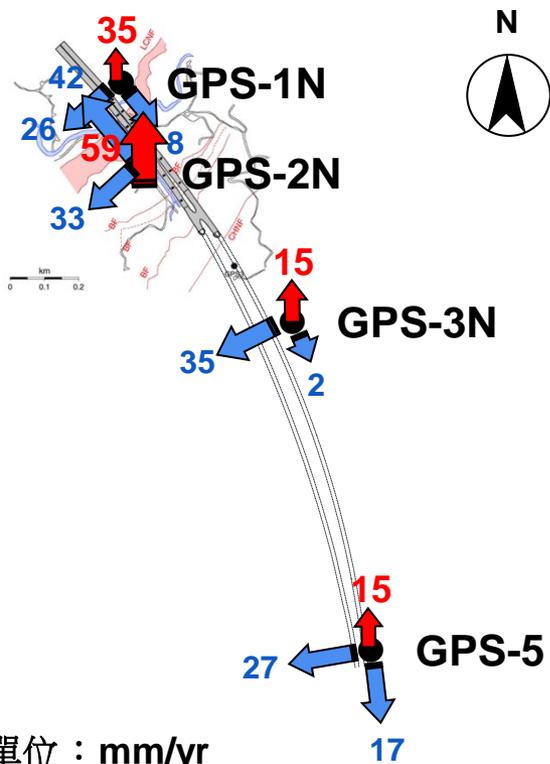
# GPS-2N



單位：mm/yr  
103/11~迄今

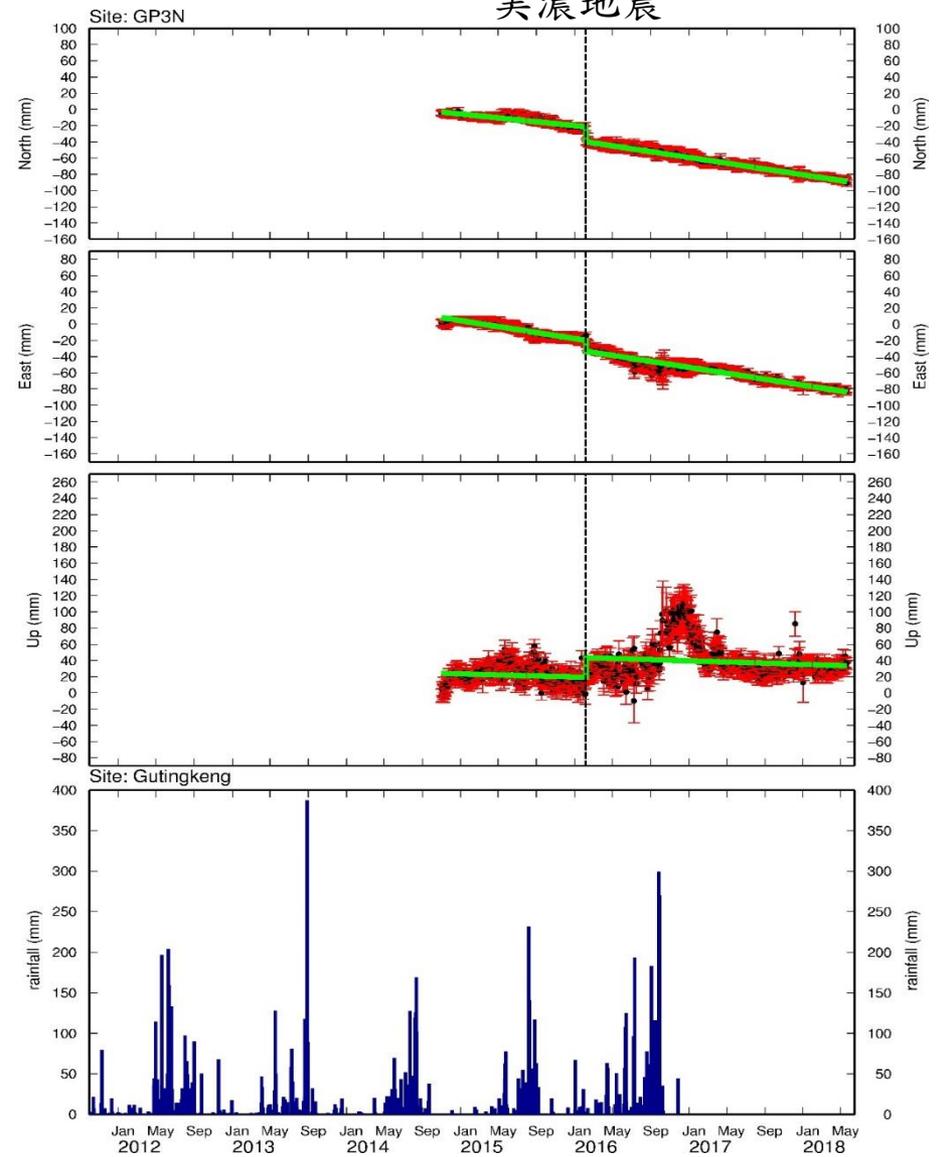
## 美濃地震



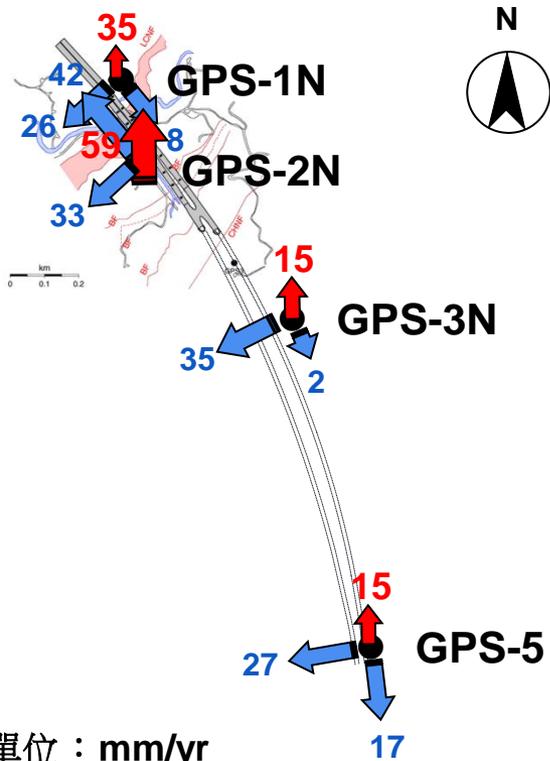


單位：mm/yr  
103/11~迄今

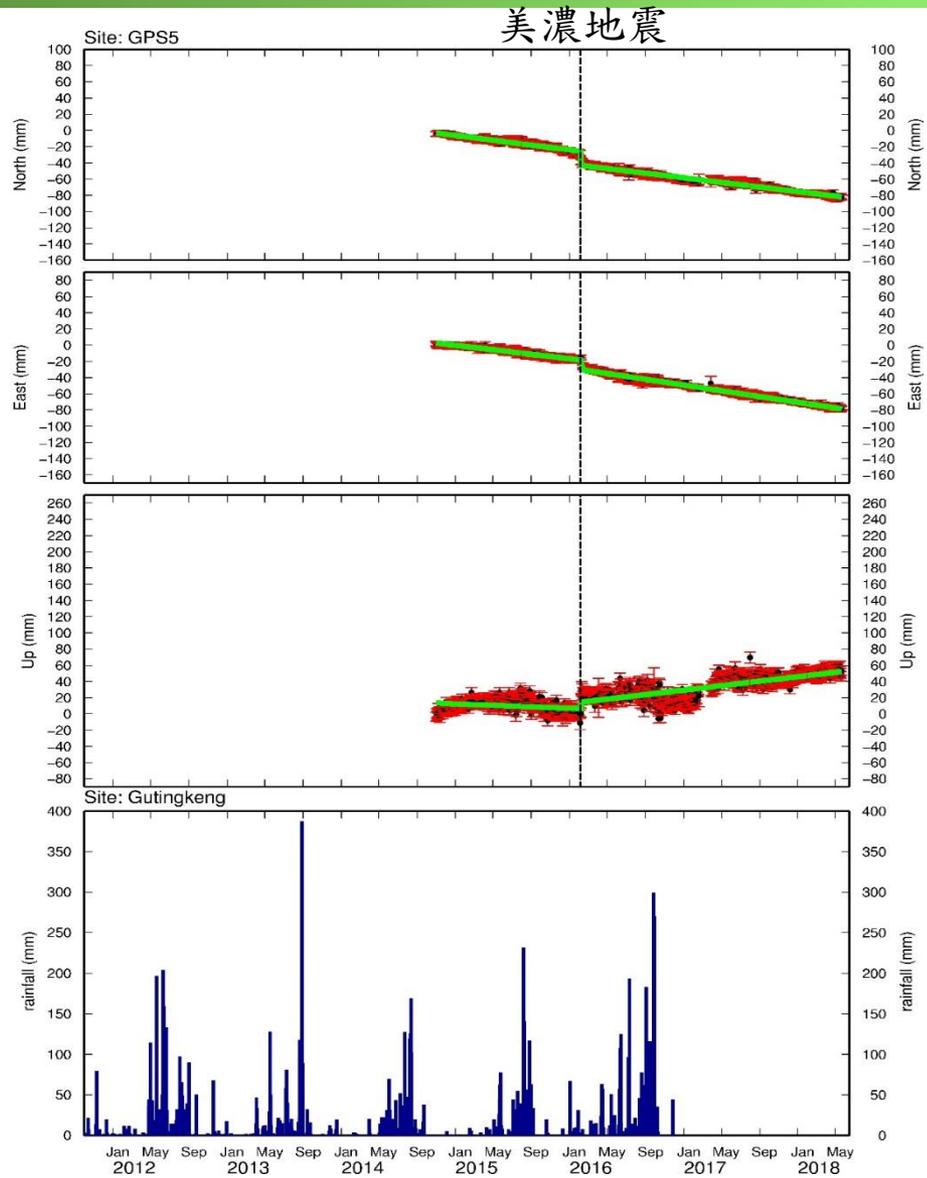
美濃地震



# 連續站監測成果 GPS-5

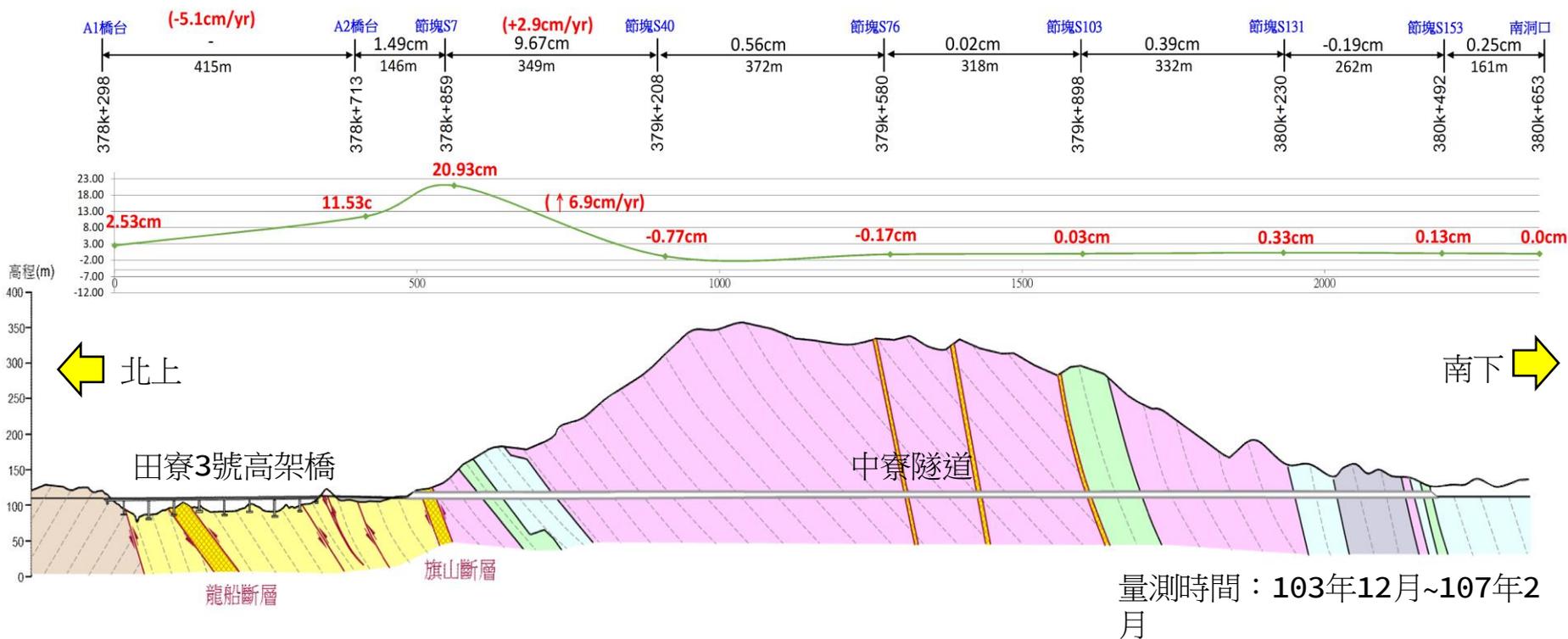


單位：mm/yr  
103/11~迄今

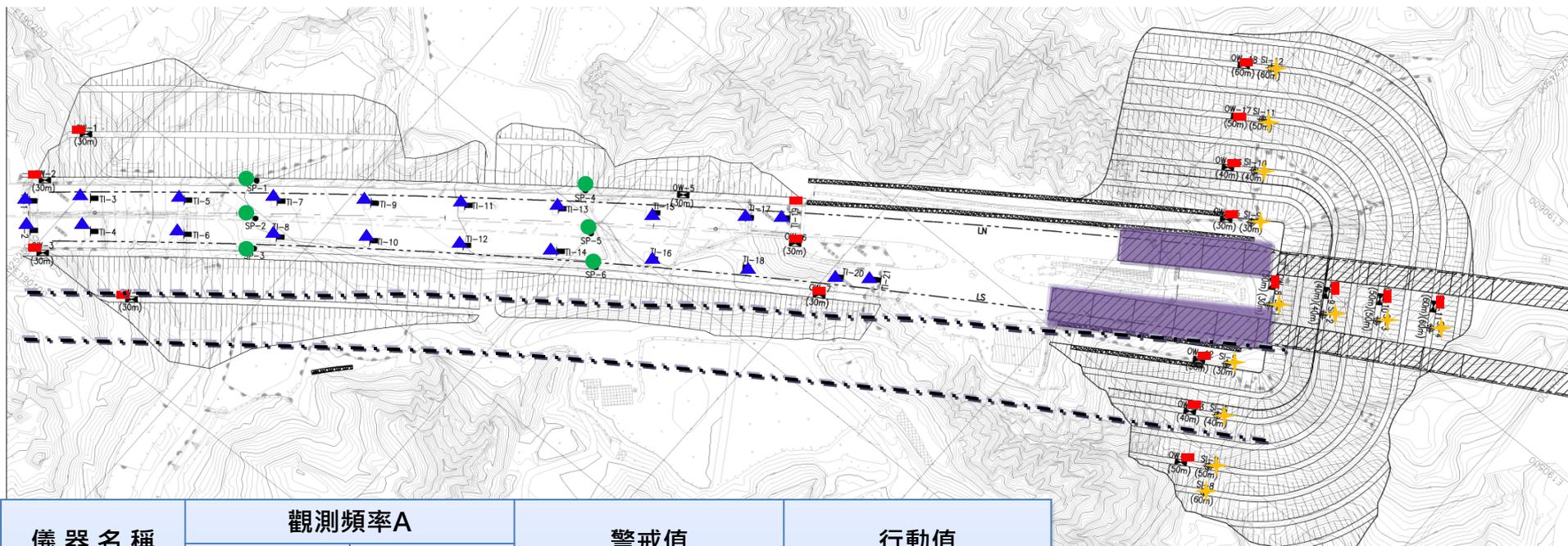


# 導線/水準測量

- 北洞口持續抬升趨勢不變，抬升速率約6.9cm/年
- 田寮三號高架橋持續擠壓，擠壓速率約5.1cm/年



# 施工安全監測配置

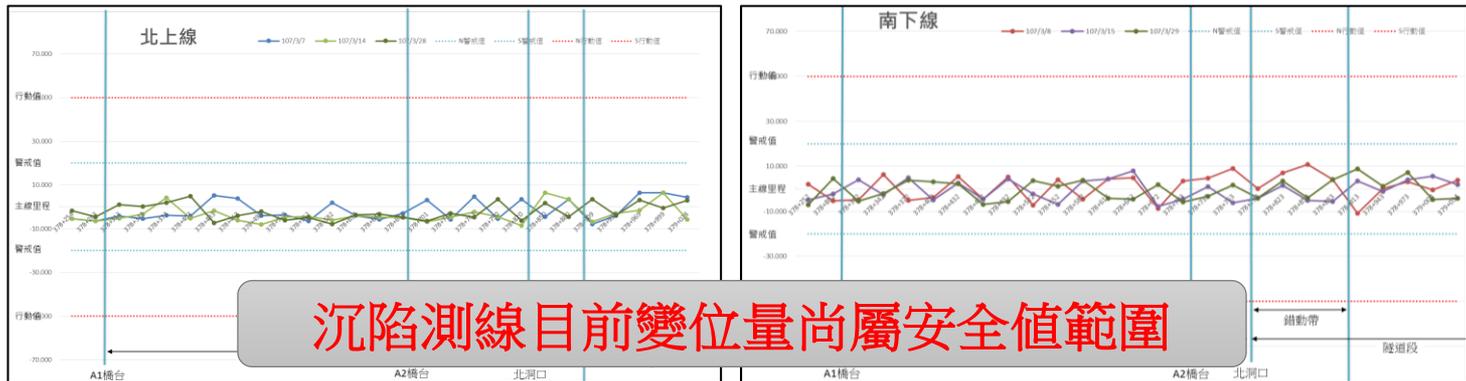
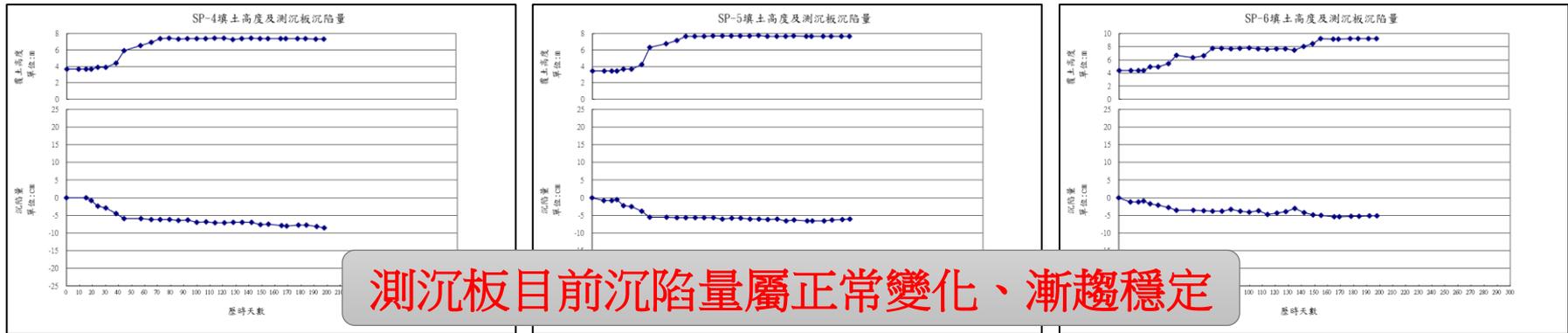


儀器名稱	觀測頻率A		警戒值	行動值
	開挖期間	構築期間		
傾斜儀	每二日一次	每週一次	2mm/月或1mm/週	10mm/日或5mm/週
水位觀測井	每日一次	每週二次	水位較常時水位升高 2m	水位較常時水位升高 3m
結構物傾斜計	每二日一次	每週一次	1/600 約(344sec)	1/500 約(413sec)
地錨荷重計	每週一次	每月一次	42t	70t
測沉板	每週一次	每二週一次	---	---
沉陷測線(點)	每週一次	每二週一次	20mm	50mm

圖例	監測系統
	隧道掃描監測 南下線378k+795~379k+050 北上線378k+825~379k+050
	沉陷點測線(2/2條)
	結構物傾斜計(21/21處)
	測沉板(6/6處)
	路堤水位觀測井(0/7處；尚未設置)
	傾斜儀(2/12處)
	路塹水位觀測井(2/11處)

# 路堤測沉板

依據監測數據研判目前變位尚無明顯異常變化。



# 隧道三維掃描

- 相位式掃描儀(Faro Focus 120)
- 掃描專用之共軛球



掃描儀及專用共軛球

FARO® 雷射掃描儀 Focus3D

FARO



### 技術規格

#### 測距單元

測距範圍: 153.49 m (503.58 inch)  
 掃描距離: Focus3D 120<sup>2</sup>: 在低角度環境和正入射到90%反射面上的條件下為 0.6m - 120m 室內或室外  
 Focus3D 20: 正入射> 10% 光滑反射面時為 0.6m - 20m  
 掃描速度: 122,000 / 244,000 / 488,000 / 976,000 點/秒  
 掃描誤差<sup>2</sup>: 10m和25m時為± 2mm - 在90%和10%反射率條件  
 掃描精度<sup>3</sup>:  
 10米時 - 原始數據: 90%反射率為 0.6 mm | 10%反射率時為 1.2mm  
 10米時 - 確實數據\*: 90%反射率為 0.3 mm | 10%反射率時為 0.6mm  
 25米時 - 原始數據: 90%反射率為 0.95mm | 10%反射率時為 2.2mm  
 25米時 - 確實數據\*: 90%反射率為 0.5 mm | 10%反射率時為 1.1mm

#### 相機單元

解析度: 最高7000萬像素  
 動態彩色: 自動亮度調整

#### 傳感器

旋轉傳感器: 精度 0.015°; 範圍± 5°  
 高度傳感器: 透過電子高度計為每次掃描添加相對於基準點的高程資料。  
 電子指南針: 為掃描數據提供方位資料, 其中包括校準功能。

#### 折射單元

垂直角度: 300°  
 水平角度: 360°  
 最小垂直角度: 0.009° (360°含 40,960 三維像素)  
 最小水平角度: 0.009° (360°含 40,960 三維像素)  
 最大垂直掃描速度: 5,820 rpm 或 97 Hz

#### 雷射發射器

雷射功率 (cw Ø): 20mW (三線)  
 雷射波長: 905nm  
 雷射光發散性: 0.19 mrad (0.0011°)  
 雷射光直徑: 3.0 mm - 圓形

#### 數據儲存和控制

數據儲存: SD - SDHC™ - SDXC™; 包括32GB記憶卡  
 掃描儀控制: 觸控螢幕和Wi-Fi  
 Wi-Fi (WLAN): 使用Flash®執行遠端控制、查看和下載掃描資料

1) 對於任何距離光學反射器測量, 掃描器準確度(非相變)可根據標準的ISO 10360進行測量。在低角度條件下, 對於垂直光線, 對於垂直光線上的正入射, 這將可能大於120m。  
 2) 對於任何距離光學反射器測量, 掃描器準確度(非相變)可根據標準的ISO 10360進行測量。在低角度條件下, 對於垂直光線, 對於垂直光線上的正入射, 這將可能大於120m。  
 3) 對於任何距離光學反射器測量, 掃描器準確度(非相變)可根據標準的ISO 10360進行測量。在低角度條件下, 對於垂直光線, 對於垂直光線上的正入射, 這將可能大於120m。  
 4) 對於任何距離光學反射器測量, 掃描器準確度(非相變)可根據標準的ISO 10360進行測量。在低角度條件下, 對於垂直光線, 對於垂直光線上的正入射, 這將可能大於120m。



### 一般技術規格

電源電壓: 19V (外接電源) - 14.4V (內置電池)  
 電池功耗: 分別為 40W和80W (在電池充電的同時)  
 電池使用時間: 最長5小時  
 環境溫度: 5°C - 40°C  
 環境濕度: 無冷凝  
 電纜連接器: 位於掃描儀底座

重量: 5.0kg  
 尺寸: 240 x 200 x 100 mm<sup>3</sup>  
 保養維護: 每年一次  
 無視維: 是



**LINKFAST**  
 迅聯光電有限公司



總公司: 台北市松山區南京東路五段234號 4樓-8 TEL (02)8787-9318 FAX (02)8787-2456  
 分公司: 台中市西屯區東大路二段227號 B201室 TEL (04)2451-7250 #6420 FAX (04)2452-2670  
 網 站: <http://www.linkfast.com.tw>  
 迅聯光電有限公司版權所有

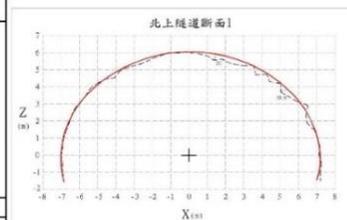
全球總部: 美國 - Lake Mary, Florida 32746 | 歐洲總部: 德國 - Lingwiesenstr. 11/2 - 70825 Komtal-Münchingen

# 隧道三維掃描作業

1. 每測站掃描範圍**20公尺**，南下及北上各有**10處**測站
2. 變位觀察**無異常變化**
3. 裂縫觀察**無異常變化**



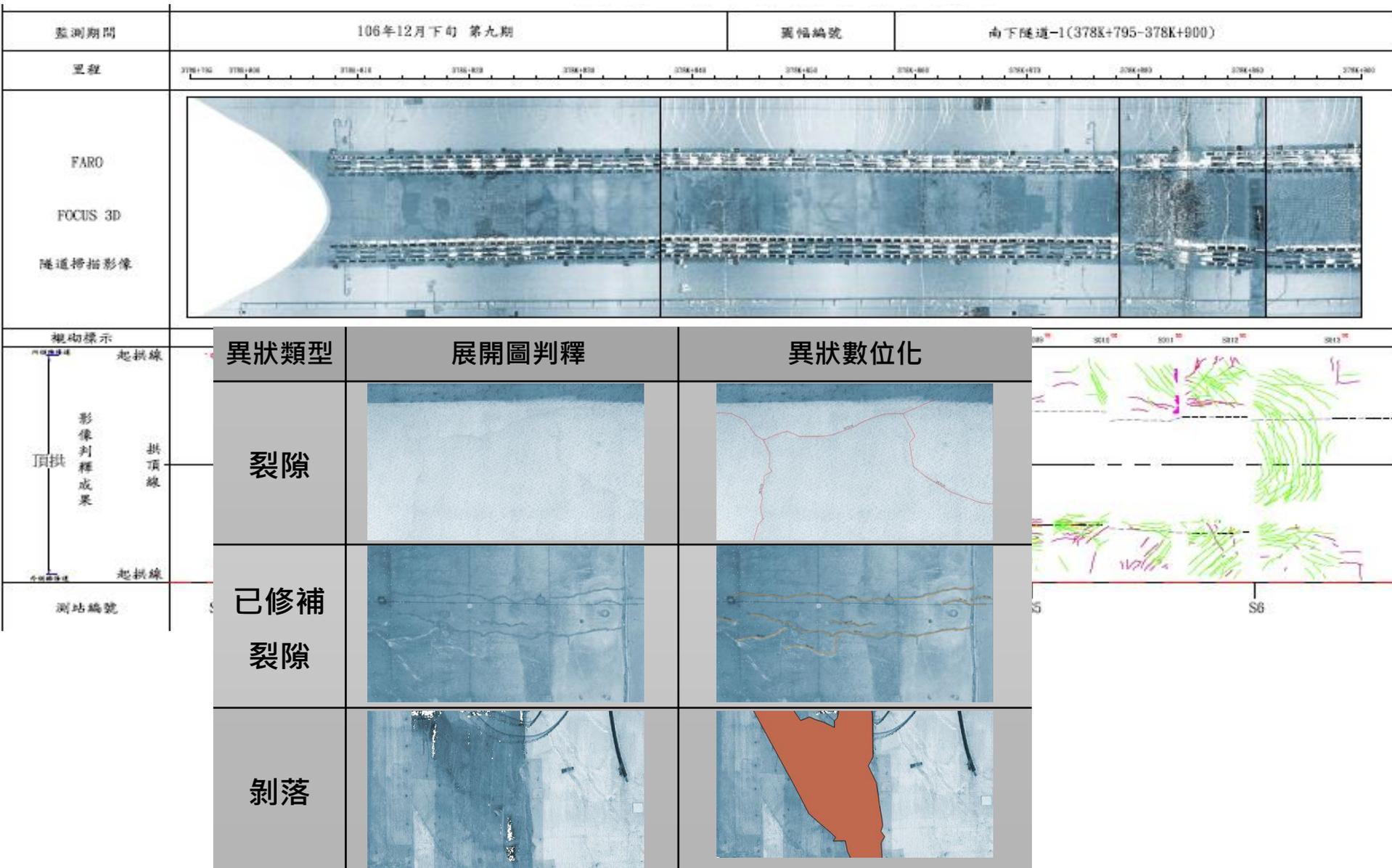
隧道變位分析			
工程名稱：國道3號田寮3號高架橋及中寮隧道長期改善工程(第D11標)			
承攬廠商：德龍營造工程有限公司			
協力廠商：舜騰測繪股份有限公司			
編號：北上隧道斷面1			
位置：國道三號中寮隧道北上隧道			
里程：378km+843			
	X	Z	註1：面向隧道方向為里程增加方向
基準點	0	0	註2：起始高程117.2公尺為0
			註3：以X軸方向為起點，順時針方向逆增
儀器名稱	地面光掃描儀		
儀器型號	FARO FOCUS 3D 120		



監測日期	2017/8/29		2017/12/20		變位(單位:mm)	
	X1	Z1	X2	Z2	$\Delta=X_2-X_1$	$\Delta=Z_2-Z_1$
1	-6.8385	-1.6027	-6.8385	-1.6027	0.0	0.0
2	-6.9762	-0.9804	-6.9729	-0.9800	3.3	0.4
3	-7.0240	-0.4912	-7.0193	-0.4908	4.7	0.4
4	-7.0278	0.0000	-7.0264	0.0000	1.4	0.0
5	-6.9832	0.4883	-6.9801	0.4881	3.1	-0.2
6	-6.9004	0.9698	-6.8986	0.9695	1.8	-0.3
7	-6.7754	1.4402	-6.7723	1.4395	3.1	-0.7
8	-6.6100	1.8954	-6.6079	1.8948	2.1	-0.6
9	-6.4104	2.3332	-6.4117	2.3337	-1.3	0.5
10	-6.1744	2.7490	-6.1770	2.7502	-2.6	1.2
11	-5.9087	3.1417	-5.9094	3.1421	-0.7	0.4
12	-5.6171	3.5099	-5.6179	3.5105	-0.8	0.6
13	-5.2873	3.8415	-5.2929	3.8455	-5.6	4.0
14	-4.9561	4.1586	-4.9590	4.1611	-2.9	2.5
15	-4.6087	4.4506	-4.6084	4.4503	0.3	-0.3
16	-4.2463	4.7160	-4.2377	4.7064	8.6	-9.6
17	-3.8720	4.9559	-3.8694	4.9526	2.6	-3.3
18	-3.4875	5.1704	-3.4855	5.1675	2.0	-2.9
19	-3.0944	5.3597	-3.0925	5.3564	1.9	-3.3
20	-2.6991	5.5339	-2.6945	5.5246	4.6	-9.3
21	-2.2929	5.6751	-2.2910	5.6704	1.9	-4.7
22	-1.8844	5.7996	-1.8831	5.7957	1.3	-3.9
23	-1.4701	5.8964	-1.4696	5.8942	0.5	-2.2
24	-1.0537	5.9758	-1.0541	5.9781	-0.4	2.3
25	-0.6335	6.0278	-0.6333	6.0255	0.2	-2.3
26	-0.2113	6.0520	-0.2114	6.0529	-0.1	0.9
27	0.2117	6.0637	0.2116	6.0595	-0.1	-4.2
28	0.6350	6.0414	0.6343	6.0352	-0.7	-6.2
29	1.0581	6.0007	1.0563	5.9908	-1.8	-9.9
30	1.4797	5.9346	1.4748	5.9152	-4.9	-19.4
31	1.8985	5.8431	1.8949	5.8319	-3.6	-11.2
32	2.3129	5.7247	2.3067	5.7092	-6.2	-15.5
33	2.7257	5.5885	2.7185	5.5738	-7.2	-14.7
34	3.1335	5.4273	3.1278	5.4176	-5.7	-9.7
35	3.5274	5.2297	3.5282	5.2307	0.8	1.0
36	3.9262	5.0254	3.9135	5.0090	-12.7	-16.4
37	4.3036	4.7796	4.3015	4.7773	-2.1	-2.3
38	4.6770	4.5165	4.6651	4.5050	-11.9	-11.5
39	5.0325	4.2228	5.0317	4.2221	-0.8	-0.7
40	5.3804	3.9091	5.3643	3.8974	-16.1	-11.7
41	5.7042	3.5644	5.7054	3.5651	1.2	0.7
42	6.0185	3.2001	6.0140	3.1977	-4.5	-2.4
43	6.2812	2.7966	6.2933	2.8020	12.1	5.4
44	6.5422	2.3811	6.5360	2.3789	-6.2	-2.2
45	6.7513	1.9359	6.7381	1.9321	-13.2	-3.8
46	6.9195	1.4708	6.9182	1.4705	-1.3	-0.3
47	7.0490	0.9907	7.0488	0.9906	-0.2	-0.1
48	7.1369	0.4991	7.1383	0.4992	1.4	0.1
49	7.1896	0.0000	7.1864	0.0000	-3.2	0.0
50	7.1833	-0.5023	7.1874	-0.5026	4.1	-0.3
51	7.1232	-1.0011				
52	6.9881	-1.4854				

隧道內變位監測分析成果圖表

# 異狀變化判釋與分析



# 橋隧結構特別巡檢

## 南下與北上線評估現況屬安全狀態

### 肆. 北上線特別巡查檢測結果(3)

●北上線北洞口錯動帶巡檢(5處)

圖3.1.3

107年2月下旬



N1伸縮縫處 N5伸縮縫處 N6伸縮縫處 N7伸縮縫處 N8伸縮縫處

北上線北洞口錯動帶與裂縫巡檢統計表(107.1~107.2)

項次	里程	異狀位置	異狀種類及狀況	判定及建議處理方式
1	379K+109	N1	破孔	破孔寬度<10公分, 本次尚無落石, 建議持續觀測
2	379K+131	N5	伸縮縫頂拱處混凝土破裂	掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測
3	378K+915	N6	伸縮縫頂拱處混凝土破裂	掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測
4	378K+917	N7	伸縮縫頂拱處混凝土破裂	掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測
5	379K+038	N8	伸縮縫頂拱處混凝土破裂	掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測

107.1~107.2北上線北洞口錯動帶巡檢無明顯變化

### 參. 特別檢測結果(22)

●田寮3號橋(北上橋) (2)



### 伍. 南下線特別巡查檢測結果(3)

●南下線北洞口錯動帶與裂縫巡檢(6處)

圖4.1.3(6張)

107年2月下旬



S7 S8 S9伸縮縫處 S10伸縮縫處 S11伸縮縫處 S12伸縮縫處

南下線北洞口錯動帶與裂縫巡檢統計表(107.1~2)

項次	里程	異狀位置	異狀種類及狀況	判定及建議處理方式
1	378K+872	S7	破孔	破孔寬度<10公分, 本次尚無落石, 建議持續觀測
2	378K+884	S8	破孔	破孔寬度<10公分, 本次尚無落石, 建議持續觀測
3	378K+895	S9	節塊伸縮縫處混凝土破裂	本次尚無異狀, 掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測
4	378K+906	S10	節塊伸縮縫處混凝土破裂	本次尚無異狀, 掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測
5	378K+917	S11	節塊伸縮縫處混凝土破裂	本次尚無異狀, 掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測
6	378K+928	S12	節塊伸縮縫處混凝土破裂	本次尚無異狀, 掉落之最大混凝土塊<5公分, 建議持續觀測

107.1~107.2南下線北洞口錯動帶巡檢無明顯變化

### 參. 特別檢測結果(22)

●田寮3號橋(南下橋) (1)



# 5 結語

- 感謝高速公路局各級長官支持，尤其是第二新建工程處及第三工務所等長官之指導，以及中環公司提供環境監測資料與承包商配合。
- 本工程施工環境條件不佳，施工安全以及環境保護較為複雜，必須各單位相互合作，以監測隨時掌握環境現況。
- 大地變位導致結構變形損壞是本次辦理改善工程的主要原因，依目前之監測結果顯示，其趨勢大致維持不變。
- 本改善工程完工後，整體地質仍處於持續變位知環境條件，建議仍必須監測並作為後續維護參考。

# 敬請指教

