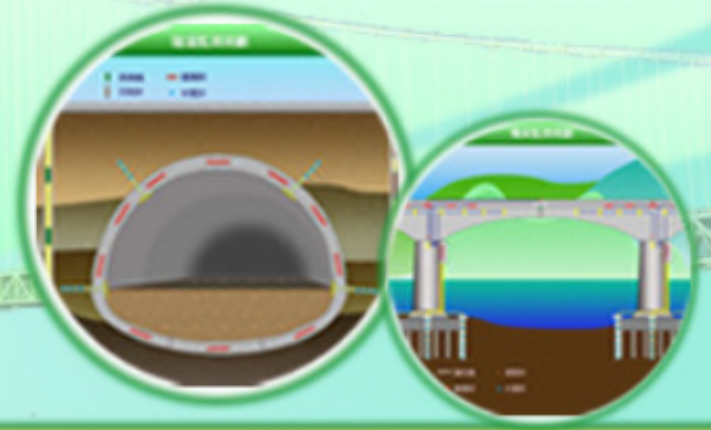




FBG感測器在邊坡崩塌預警/監測之應用

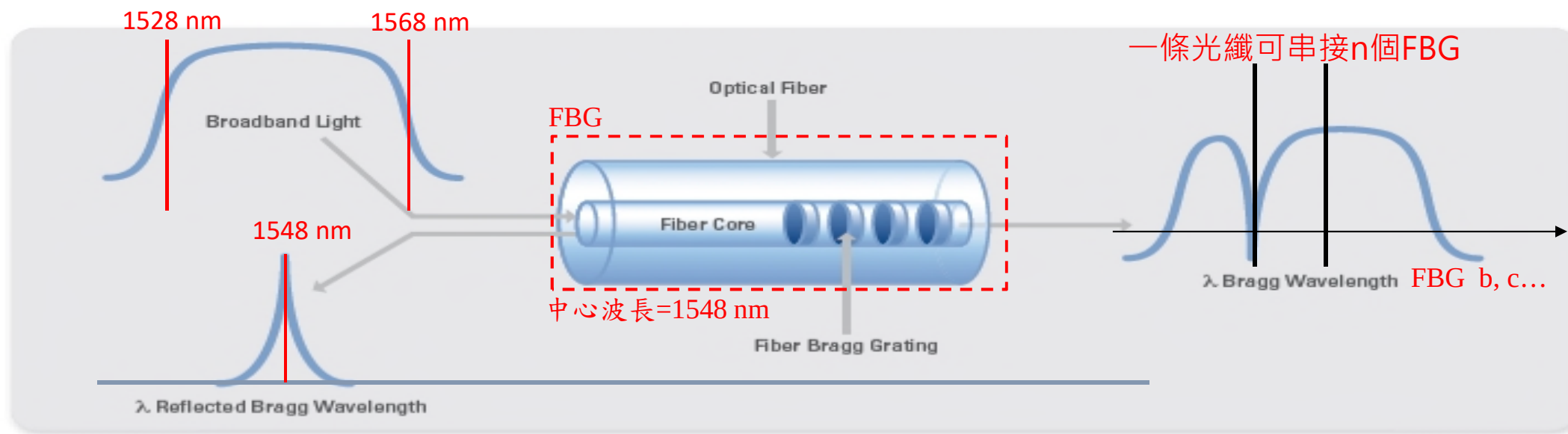
奇博科技 總經理 黃鐘鋒
Mail :
townyhuang@gmail.com
Tel : 0935-150505

- 一. FBG基本原理與奇博產品優勢
- 二. FBG感測器在邊坡崩塌預警/監測之應用
- 三. 代表性實績~水利設施監測
- 四. 代表性實績~交通土建工程領域之監測
- 五. 近期之接單

一. FBG基本原理與奇博產品優勢

1-1 FBG基本原理

- FBG(Fiber Bragg Grating) 光纖光柵的運作



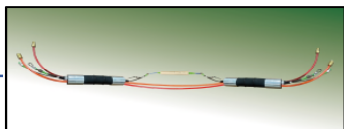
應變和溫度變化會影響 FBG 的有效折射率和光柵週期，進一步改變反射波長，且波長變化($\Delta\lambda$)與應變和溫度變化正好成正比($\Delta\lambda = a \cdot S + b \cdot \Delta t + c$)

1-2. 奇博的產品線

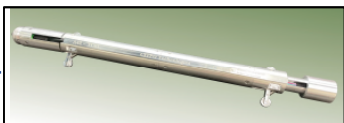
完整產品線(結構/水利/地工領域)	
1. 溫度計	
2. 應變計	
3. 水壓計	3-1. 一般水壓計
	3-2. 區間式水壓計
	3-3. 壓差式水壓計
4. 傾斜計	
5. 伸縮計	
6. 地錨荷重計	
7. 串列式水壓計	7-1. 一般串列式
	7-2. 搭配封層器
8. 地中雙向傾斜計	
9. 差異沉陷計	
10. 低頻加速度計	

1-2. 奇博的產品線（續）

高階型產品



串列式
水壓計



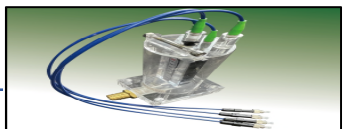
地中雙向
傾斜計



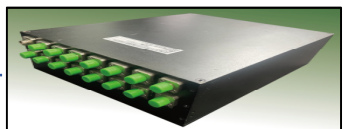
加速度計



微型水壓計

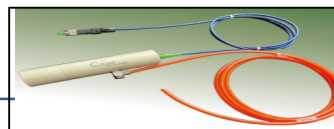


差異沉陷計

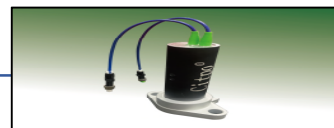


FBG解讀儀

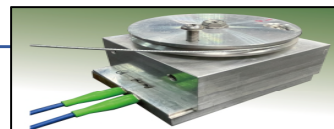
中階型產品



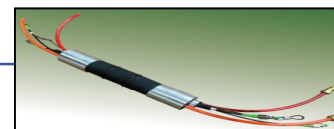
水壓計



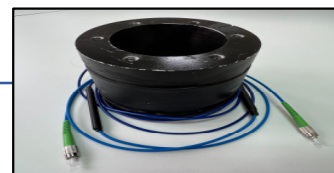
傾斜計



伸縮計
(沉陷計)

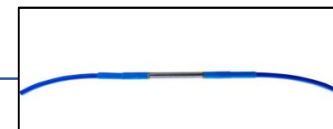


封層器(搭配串
列式水壓計)

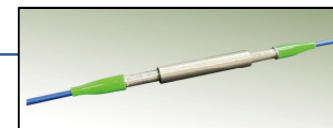


地錨荷重計

標準型產品



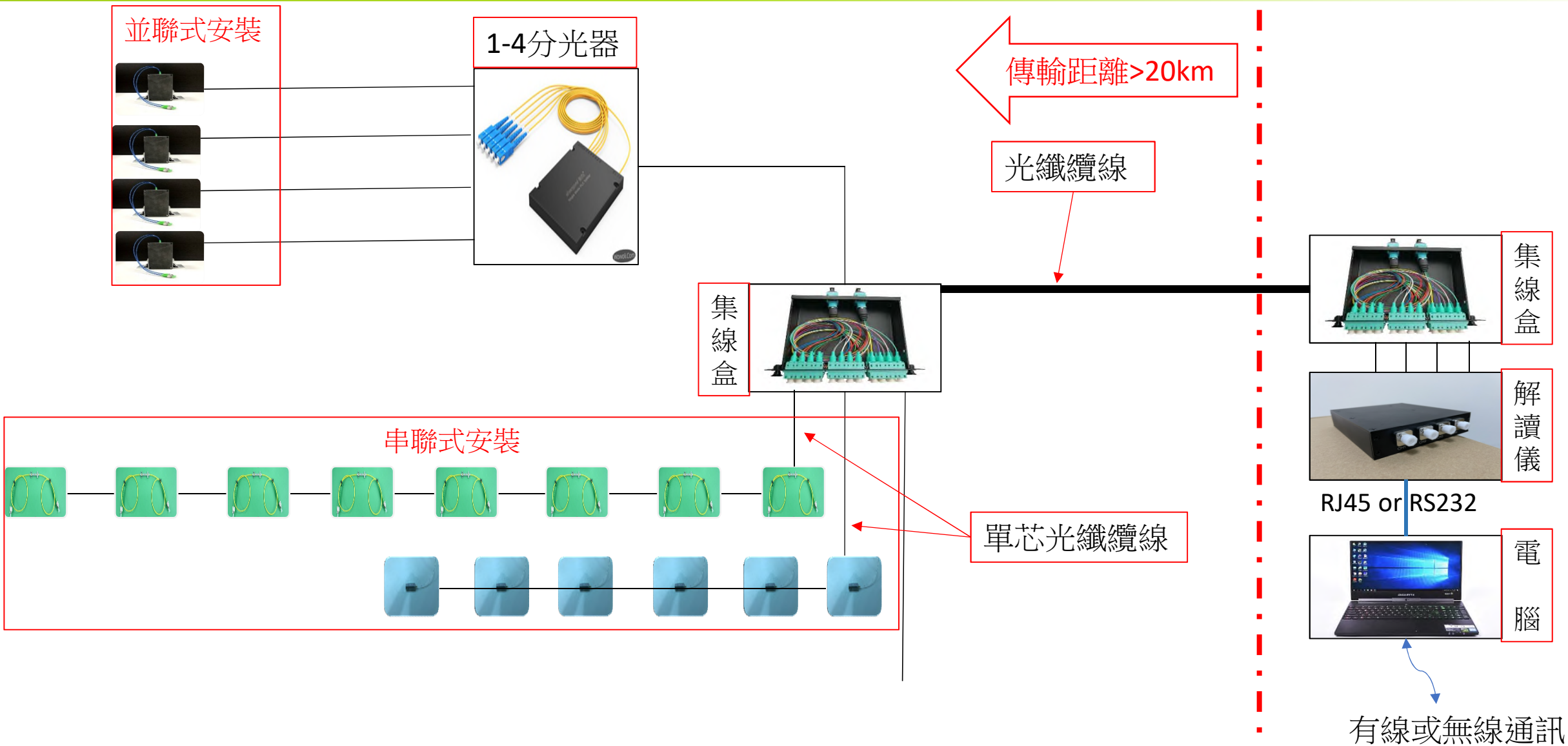
溫度計



應變計



1-3. FBG 監測系統示意圖

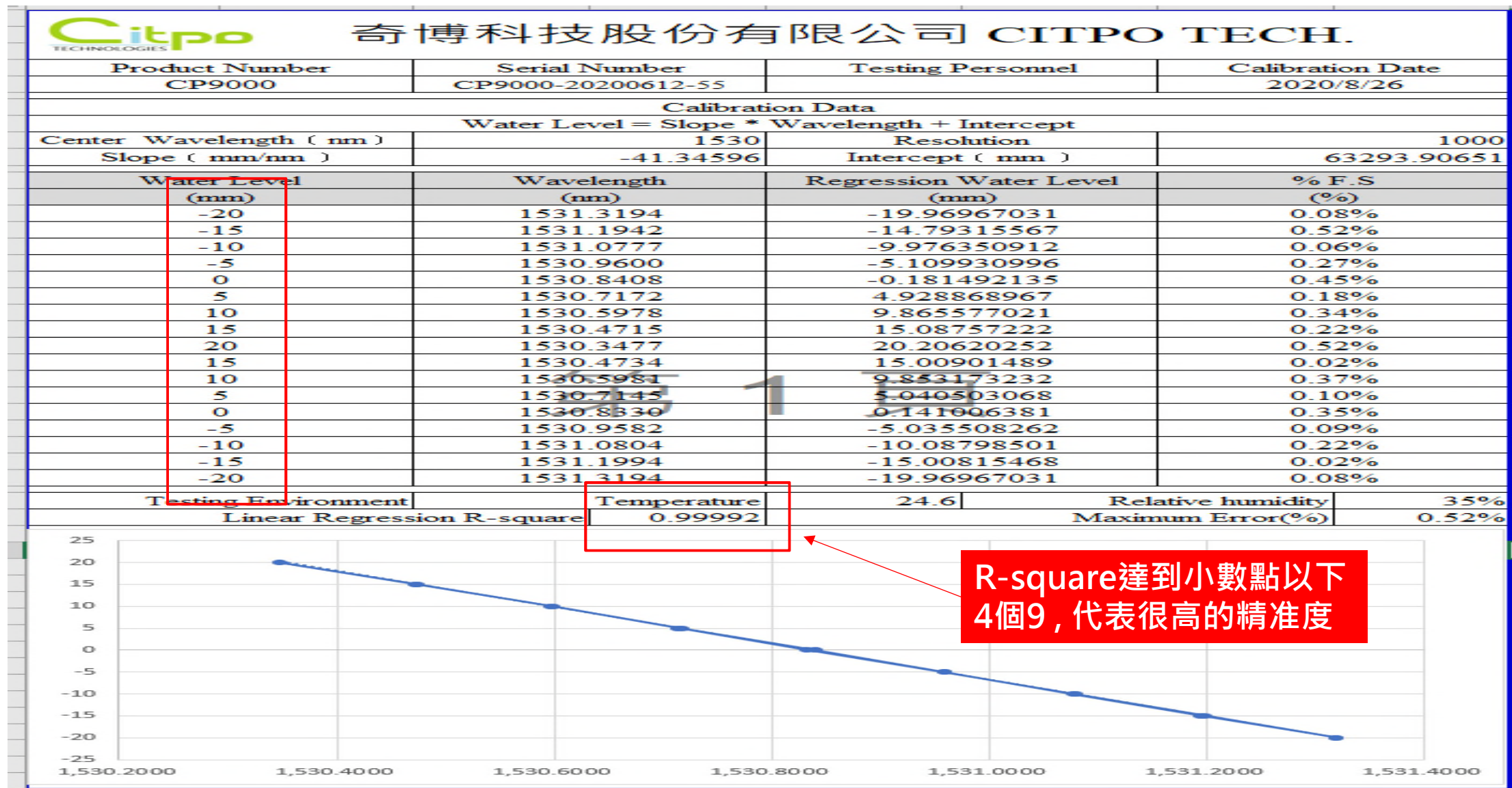


1-4. FBG vs Conventional

FBG sensor = 光纖光柵 + 不銹鋼構件 + 特殊黏膠 (被動式組件)

比較項目	FBG Sensor	Traditional Electronic Sensor
訊號解析度與精度	優	優
訊號可靠度	優	佳
安全性(火花)	優	劣
電磁波干擾	無	普通
抗水性	優	普通
抗雷擊	優	劣
溫度補償	優	劣
維護成本	低	高
多種或多個感測器串接	可	不可
全壽命成本	相對低	相對高

1-5. 感測器標定~差異沉陷計為例



1-6. 抗雷擊認證

Page 4 of 6

Electrostatic Discharge Immunity Test Results AUDIX TECHNOLOGY CORPORATION

Applicant: CITPO TECHNOLOGIES CO., LTD EUT: 光纖光柵壓力計, M/N CP-5002 Power Supply: AC 230V, 50Hz Engineer: Sam Yan					Test Date: 2020. 07. 20 Temperature: 23°C Humidity: 42% Atmospheric pressure: 99kPa Test Configuration Mode: Refer to Section 1.2.					
Air Discharge	Voltage kV Level / Discharge per polarity 10 / Result									
Test Location	+2	-2	+4	-4	+8	-8				Comments
Water Surface	A	A	A	A	A	A				
Contact Discharge	Voltage kV Level / Discharge per polarity 25 / Result									
Test Location	+2	-2	+4	-4						Comments
Metal*1(1)										
Indirect Contact	Voltage kV Level / Discharge per polarity 25 / Result									
Test Location	+2	-2	+4	-4						Comments
VCP Front	A	A	A	A						
VCP Right	A	A	A	A						
VCP Left	A	A	A	A						
VCP Back	A	A	A	A						
HCP Bottom	A	A	A	A						
Additional Notes										
Measurement Points	Please refer to the Photos of ESD Test Points									
ND = No discharge after test.										

二. FBG感測器在邊坡崩塌預警/監測之應用

2-1.邊坡崩塌之類型

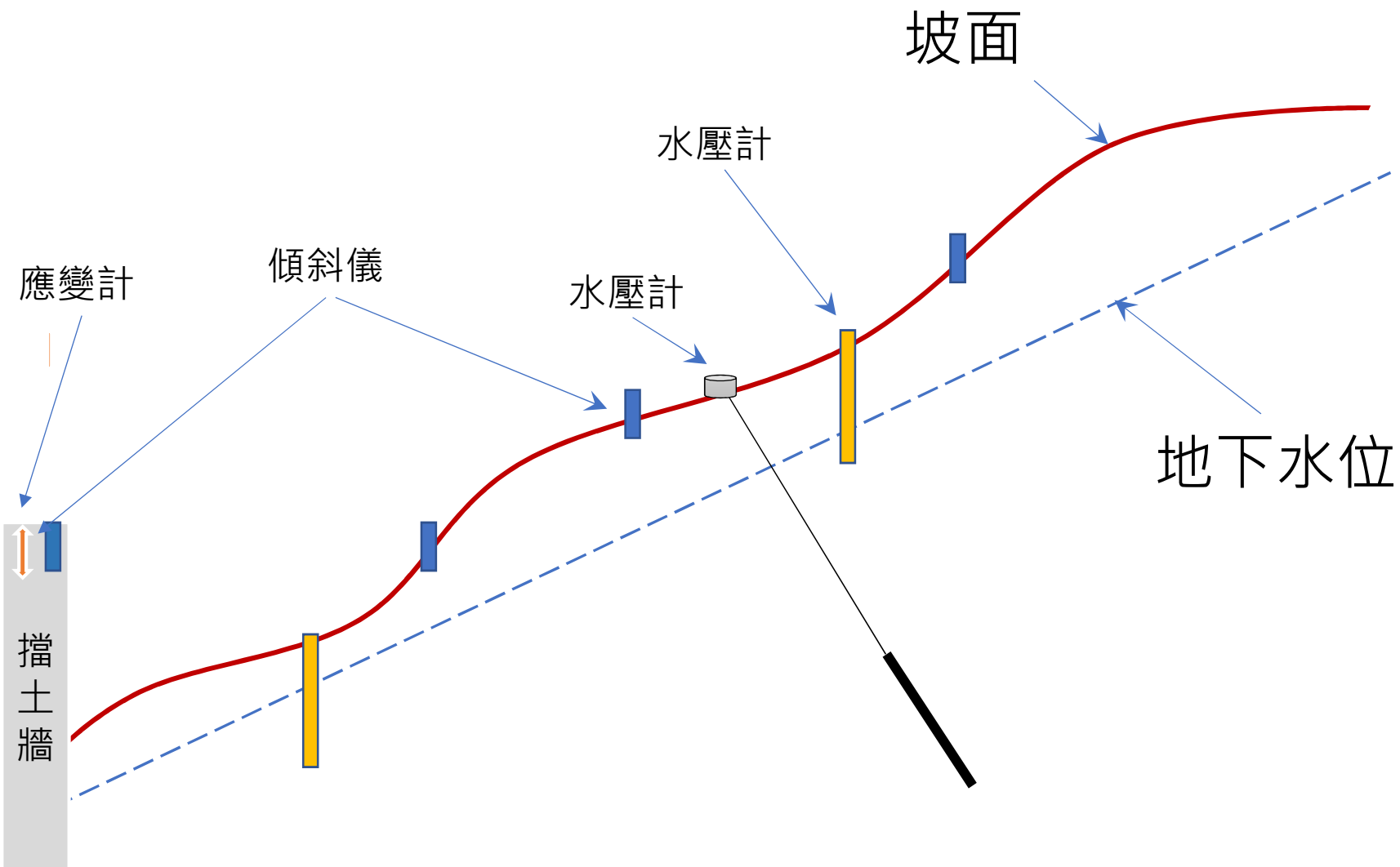
淺層崩塌

1. 邊坡穩定靠負孔隙水壓（基質吸力）維持
2. 降雨造成地表滲流基質吸力降低導致邊坡崩塌

深層崩塌

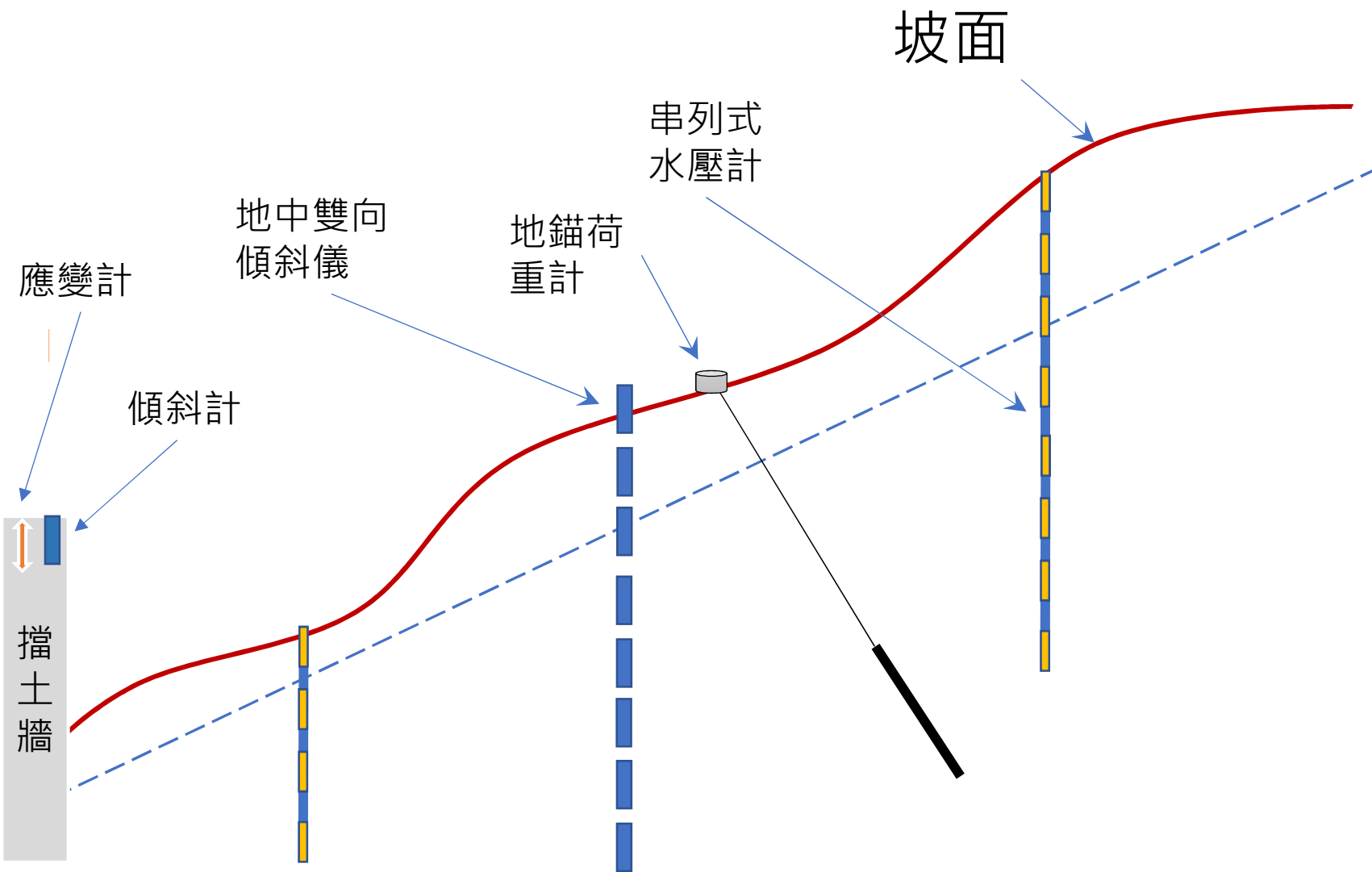
1. 邊坡內土壤之應力狀態在破壞包絡線右邊
2. 降雨造成地表滲流使得土壤內孔隙水壓增加應力狀態趨近破壞包絡線導致邊坡崩塌

2-2.淺層崩塌監測



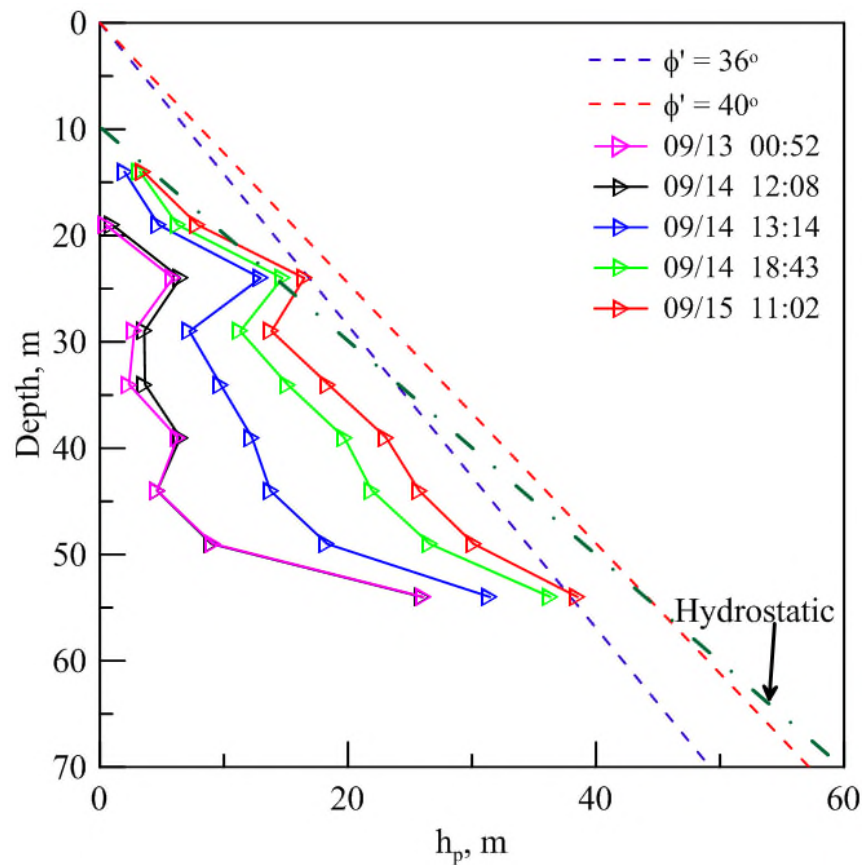
監測需求	感測器
水位監測	水壓計
邊坡滑動監測	傾斜計
邊坡地錨荷重監測	地錨荷重計
邊坡擋土牆監測	傾斜計+應變計

2-3.深層崩塌監測

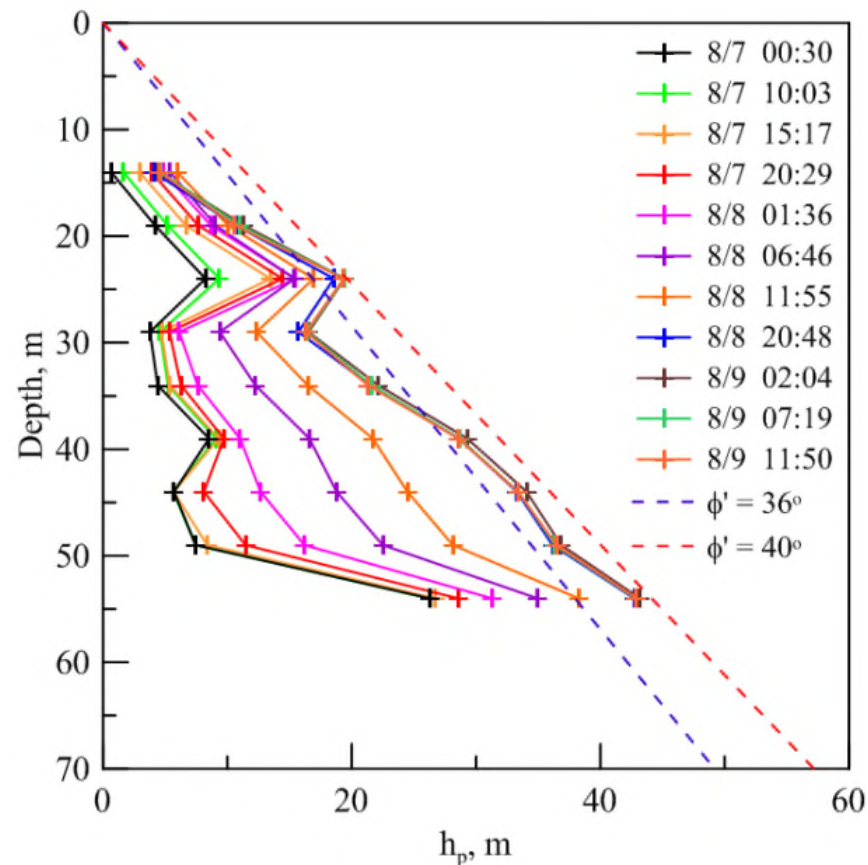


監測需求	感測器
分層孔隙水壓監測	串列式水壓計
地中水平變位監測	地中雙向傾斜計
邊坡地錨荷重監測	地錨荷重計
邊坡擋土牆監測	傾斜計+應變計

2-4. 阿里山五彎仔分層孔隙水壓監測



辛樂克颱風
(2008)



莫拉克颱風
(2009)

2-5. 其他監測需求

監測項目	感測器
排水廊道不均勻沉陷	差異沉陷計

三. 代表性實績~水利設施監測

3-1. 曾文水庫防淤隧道-象鼻鋼管暨閘室監測



監測目的：

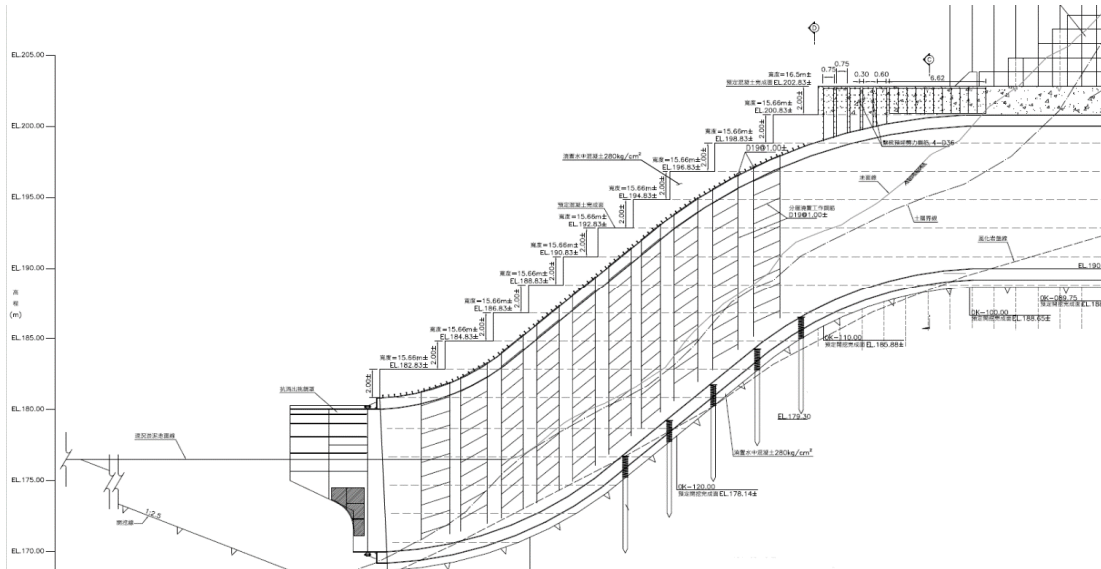
- 象鼻鋼管結構震動與傾斜
- 豎井與閘門支撐結構之振動監測

感測系統：

- 傾斜計*6
- 加速度計*4
- 解讀儀(100Hz)*1

特色與優勢：

- 抗電磁波幹擾~豎井屬高電流、高電磁幹擾的監測環境
- 測傾儀安裝深度達水下45~50m
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊
- 優化溫度效應補償校正

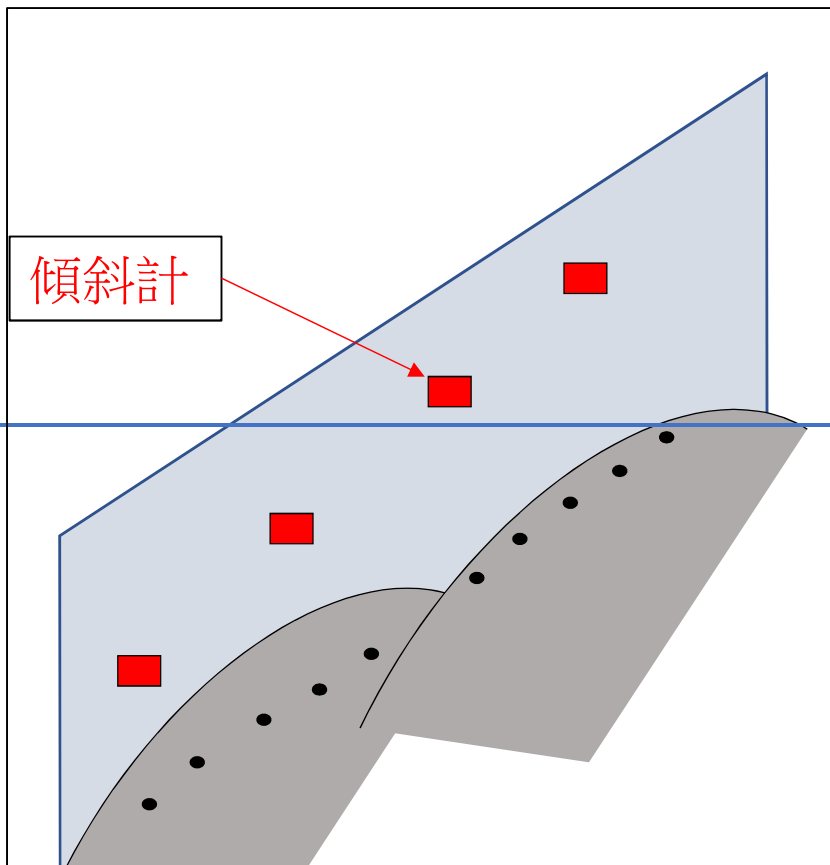


3-2. 曾文水庫進水口結構監測



安裝側視圖

傾斜計



監測目的：

- 進水口結構震動與傾斜

感測系統：

- 傾斜計*8
- 解讀儀(3Hz)*1

特色與優勢：

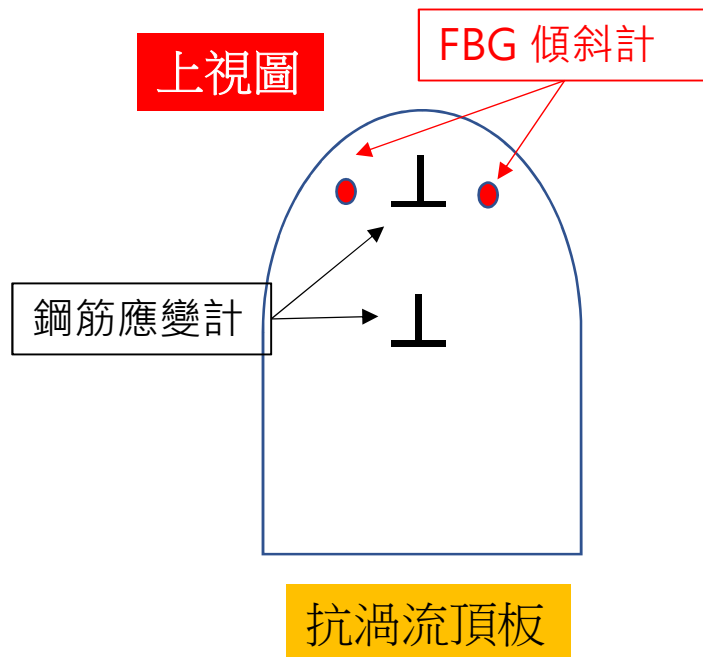
- 傾斜計安裝深度達水下20~40m
- 最佳化溫度效應補償校正
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊

3-3. 南化水庫防淤設施監測

圍堰~排砂隧道施工中俯視圖



排沙隧道進水孔的抗渦流頂板
頂板規格：
長~15米 / 寬~8米/厚~1~1.5米



監測目標與目的:

- 豎井與閘門支撐結構振動監測
- 抗渦流頂板結構應變與震動傾斜監測

感測系統:

- 傾斜計*2
- 鋼筋應變計*4
- 加速度計*4
- 解讀儀(100Hz)*1

特色與優勢:

- 抗電磁波幹擾~豎井屬高電流、高電磁干擾的監測環境
- 感測器安裝深度達水下30~40m
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊

3-4. 寶山第二水庫壩體不均勻沉陷監測



監測目的：

監測土石重力壩壩體之不均勻沉陷

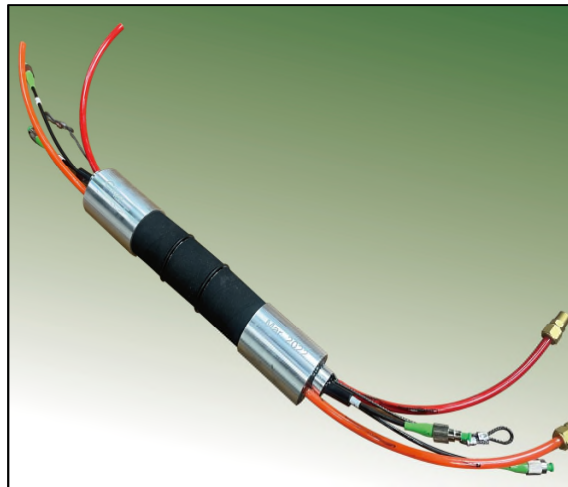
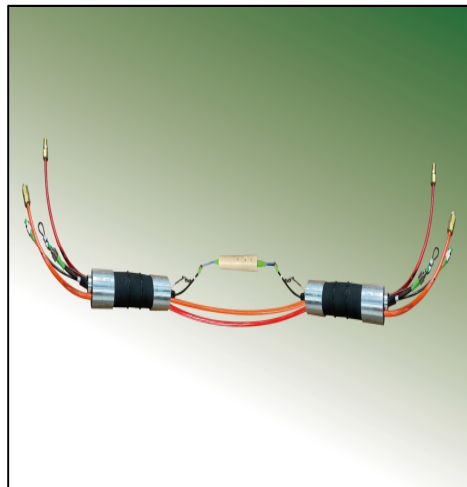
感測系統：

- 差異沉陷計*30(1個/10m)
- 解讀儀*2

特色與優勢：

- 原理簡單，精准量測
- 耐候性強，經久耐用
- 優化之溫度效應補償校正
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊

3-5. 污染整治-溫度與孔隙水壓監測

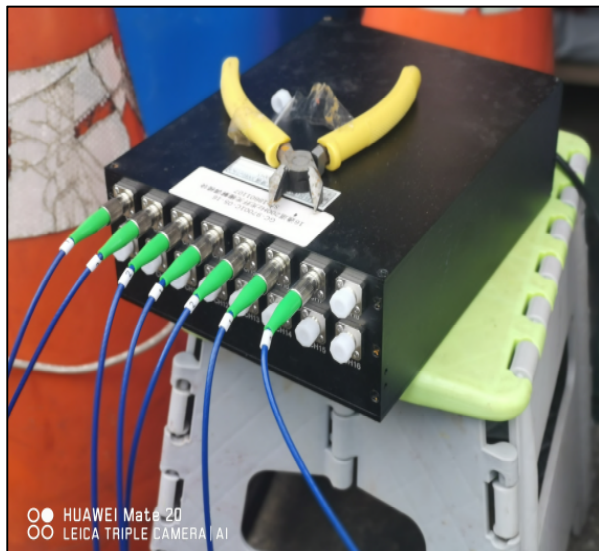


監測目的：

- 監測灌注藥水的流場分佈與灌藥效果

感測系統：

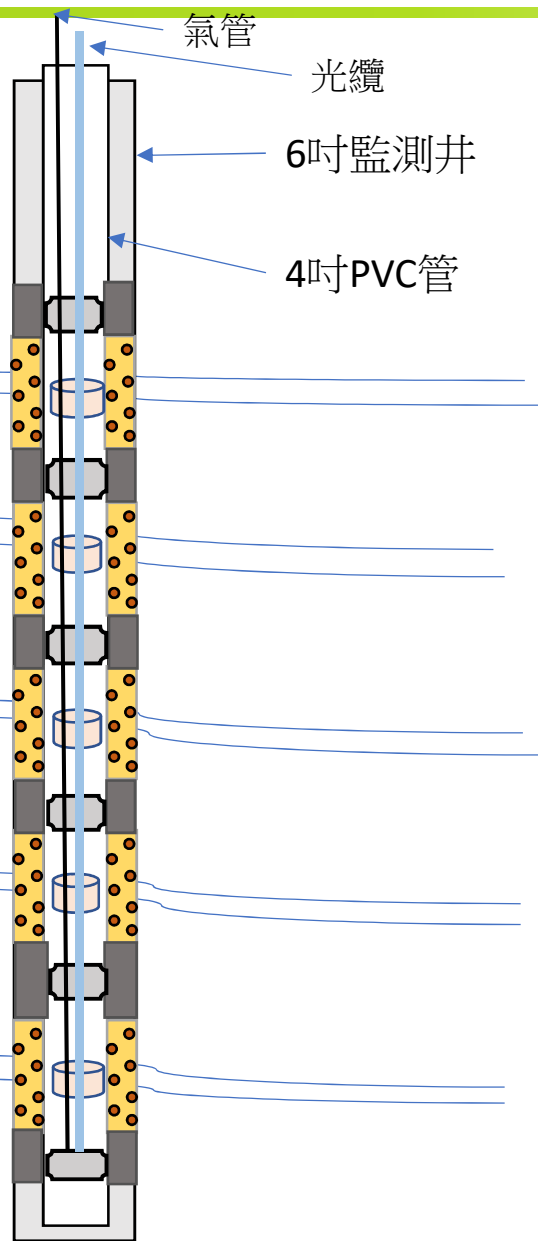
- 氣囊式(packer)串列式水壓計
5串，每串3個水壓計
- 解讀儀*1



特色與優勢：

- 多個孔隙水壓計與溫度計串接，
可以減少監測井的數量
- 運用氣囊(Packer)將每個孔隙
水壓計隔離，拆裝維護容易
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊

3-6. 永安海邊50米分層(5層)水壓監測(地層下陷)



監測目的：地下50米共5層透水層的水壓變化與地層下陷的關係

感測系統：

- 串列式水壓計 * 5
- 封層器 * 6
- 解讀儀*1

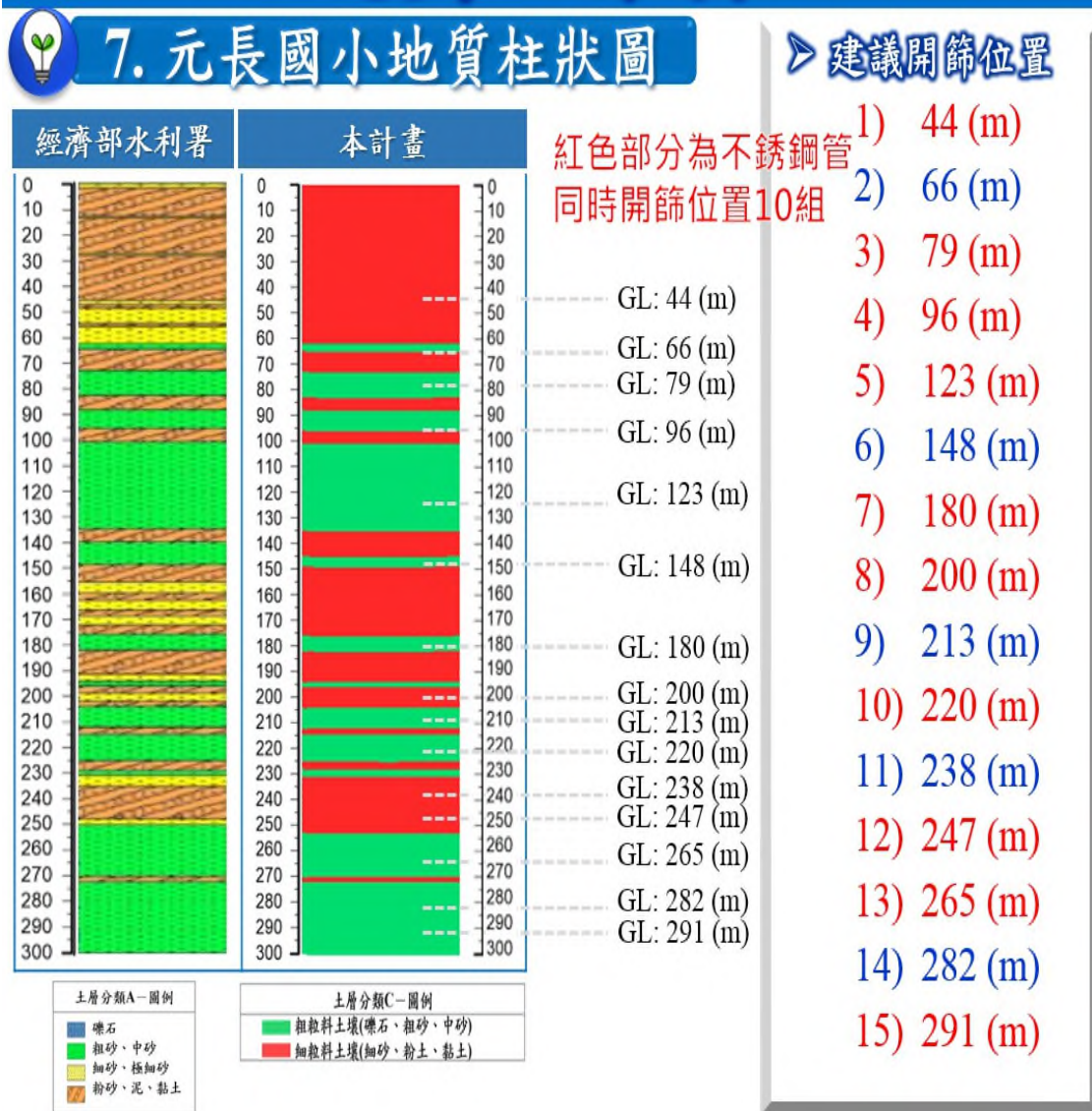
特色與優勢：

- 優化之溫度效應補償校正
- 抗水抗雷擊
- 整個水壓井是可以維護的，確保持久的量測

施工與維運說明：

1. 鑽50米的6吋井後
2. 置入於透水層的深度開篩的4吋PVC管
3. 於PVC管外進行封層回填皂土與七厘石
4. 將串列式水壓計與封層器逐一串接再置入井裡，須確保水壓計在透水層的深度 & 封層器在皂土封層的深度
5. 於氣管打氣至需要的氣壓，將開口處的氣閥關上
6. 即可開始進行分層水壓量測
7. 待Packer掉至一定壓力以下，而致封層失效時，再予以打氣(預估約~2-3個月)

3-7. 雲林土庫300米分層水壓監測

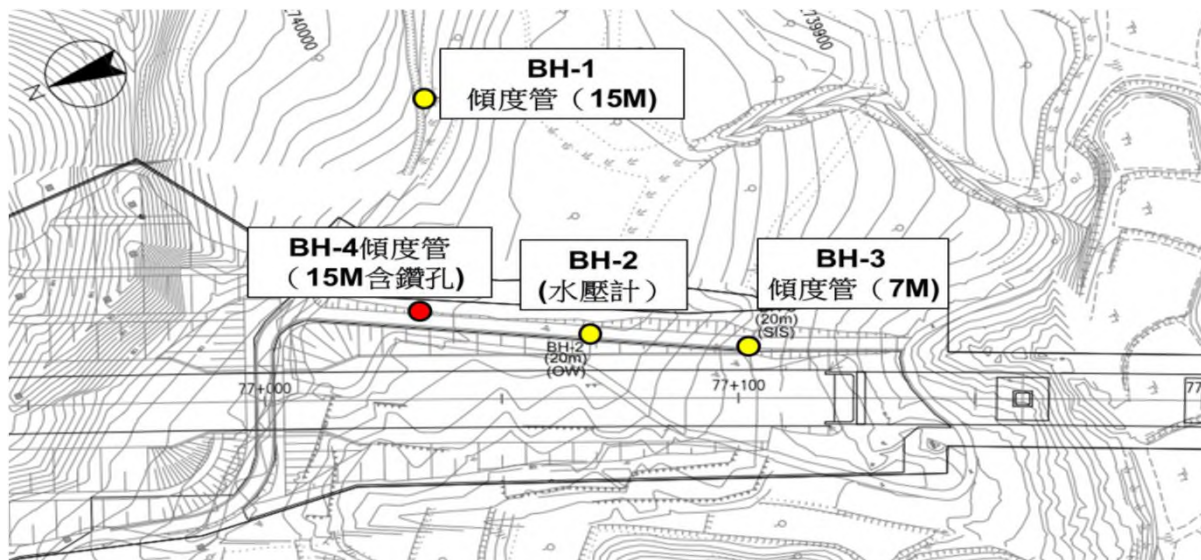


施工與維運說明：

1. 鑽300米的12吋井後
2. 置入於透水層的深度開篩的4吋不銹鋼管
3. 於不銹鋼管外進行封層回填皂土與七厘石
4. 將串列式水壓計與封層器逐一串接再置入井裡，須確保水壓計在透水層的深度 & 封層器在皂土封層的深度
5. 將水注入水管至地表的高度，再打氣至500KPa，packer即可達到封層的效果
6. 即可開始進行分層水壓量測
7. 待Packer掉至一定壓力以下，而致封層失效時，再予以打氣(預估約3個月)

四. 代表性實績~交通土建工程領域之監測

4-1. TK77寶山邊坡滑動監測



監測目標與目的:

- 大片邊坡的潛在滑動監測
- 水位變化的監測

感測系統:

- 地中傾斜監測井*3: 地中雙向傾斜計 (IPI)*74
- 1孔水位井: 水壓計*1
- 解讀儀(3 Hz)*1

特色與優勢:

- 一條12芯光纜可以串接14個IPI
- 屬高電流、高電磁干擾的監測環境
- 通過72小時溫度效應補償校正測試

4-2. TK102路堤補強施工差異沉陷監測

監測目的：

- 因路堤沉陷量已達行動值，故運用低壓灌漿的方法將軌道板提升至目標高程
- 為了防範灌漿時，引起軌道板的不均勻沉陷，進而導致軌道的高低不整影響行車安全，需進行即時(real-time)監測

感測系統規劃：

- 於軌道兩側的軌道板上，跟軌道平行的方向，每2.5米安裝1個差異沉陷計
- 總共安裝了40個光纖光柵差異沉陷計
- 解讀儀*1

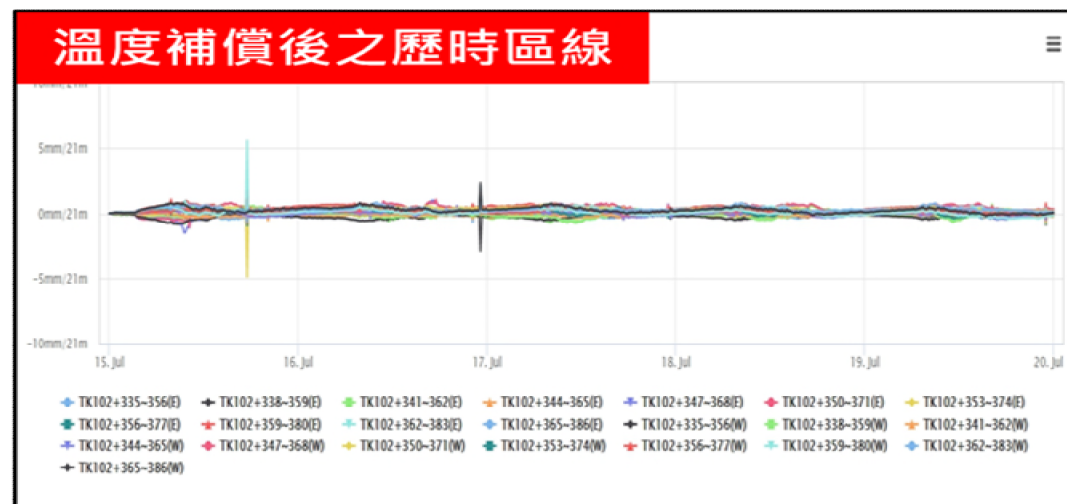
特色與優勢：

- 高精度的差異沉陷計(解析度：0.05mm；精度 $\leq 0.5\text{mm}$)
- 優化之溫度效應補償校正
- 抗電磁波干擾

差異沉陷計~灰白色鐵罩內



監測結果~歷時曲線



4-3. TK100預力防護網工程不均勻沉陷與岩栓應力監測



FBG 岩栓鋼筋
應變計



監測目的：預力防護網工程

- 施工中之軌道垂直不整監測
- 完工後，持續監測邊坡的穩定是否有達到要求的標準

感測系統：

- 差異沉陷計*20
- 岩栓鋼筋應變計*4
- 解讀儀*1

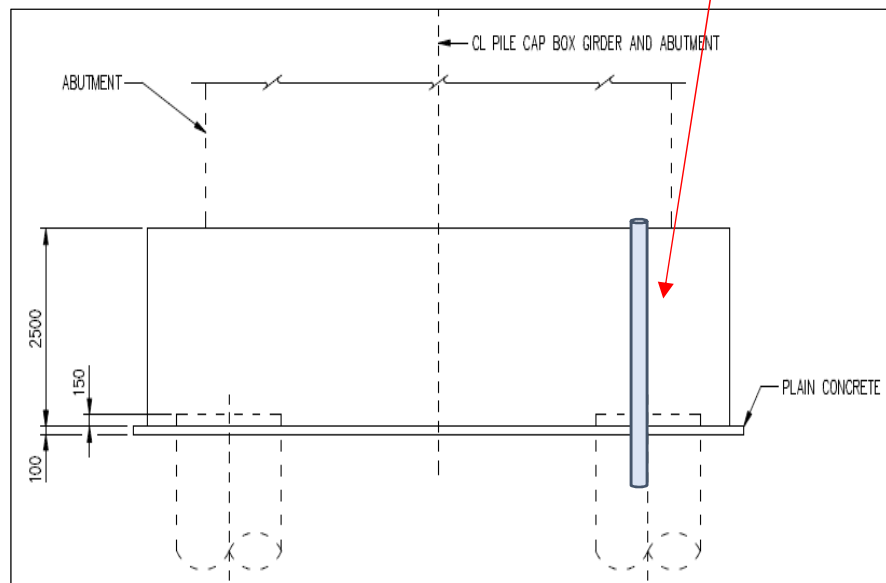
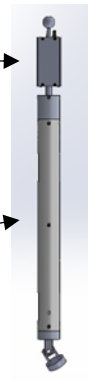
特色與優勢：

- 優化之溫度效應補償校正
- 一體化的岩栓鋼筋應變計~將光纖光柵埋入鋼筋裡面
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊

4-4. TK331斷層帶樁基多自由度變位監測

量測Z方向之變位

量測XY方向之變位



監測目的：

- 瞭解斷層錯動對基礎結構之靜動態行為之影響，及長期變化趨勢

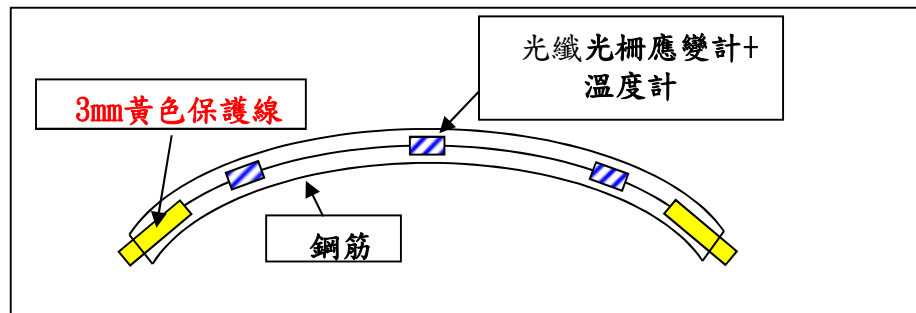
感測系統：

- 多自由度變位感測器*2
- 傾斜計*8(精度~36 arcsec)
- 解讀儀*1

特色與優勢：

- 全客制化方案
- 耐潮濕抗雷擊
- 優化之溫度效應補償校正

4-5. 新加坡捷運隧道施工後收斂與營運期應變監測



監測目的：

- 監測環片安裝於隧道後之收斂狀況
- 瞭解營運期間，隧道的變形狀況

感測系統：

- (混凝土埋入式應變計+溫度計)*70
- 溫度計*11
- 解讀儀*1

特色與優勢：

- 可以承受環片的高溫蒸氣養護
- 優化之溫度效應補償校正
- 耐用時間長達15年以上

4-6. 捷運隧道深開挖分層水壓與沉陷監測

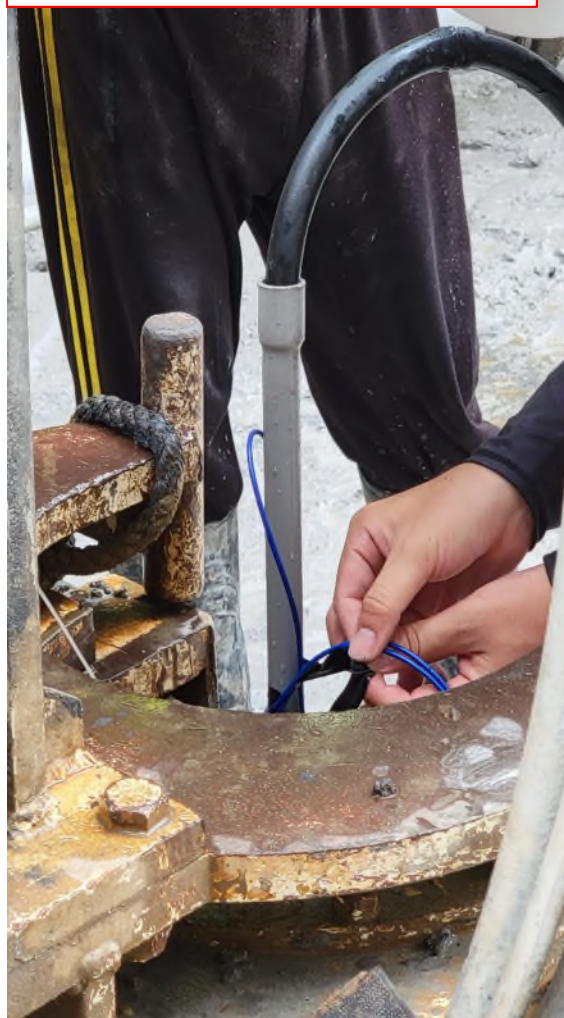
可以串接的孔隙水壓計



串接完成之孔隙水壓計放入井中



孔隙水壓計
置入井內後的測試



監測目的：

- 監測深開挖施工過程，地中分層孔隙水壓之變化及其對分層沉陷的影響

感測系統：

- 孔隙水壓井(3~4個水壓計)*14
- 沉陷井(3個沉陷計)*9

特色與優勢：

- 多個孔隙水壓計串接
- 減少鑽井的數量
- 容易進行不同層孔隙水壓計之間的封層
- 感測器與傳輸光纜抗水抗雷擊

4-7. 民權大橋結構安全監測

圖例：★ 光纖溫度計
▲ 長米型傾斜計
■ 光纖位移計
● 光纖加速度計



← 往松山

往內湖 →

T1~T2

T3~T4

T5~T6

T7~T8 T9~T10

T11~T12 T13~T14

T15~T16

■ ■ D1~D4

● ● A1~A4

L

基隆河

P6

P7

監測目的：

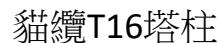
- 因懸臂橋的末端產生嚴重的沉陷，基於安全考量，需進行即時結構安全監測

感測儀器：

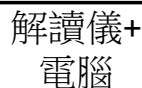
- 傾斜計*16
- 加速度計*4
- 伸縮計*4
- 溫度計*1
- 解讀儀(100Hz)*1

特色與優勢

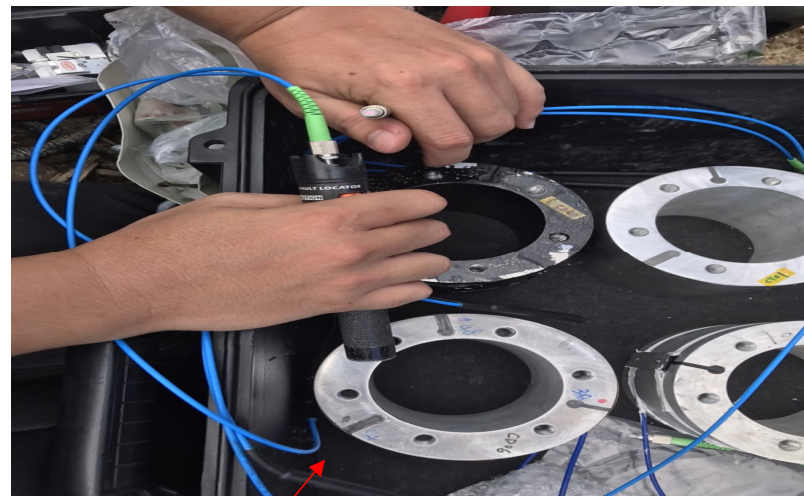
- 抗潮防水抗雷擊
- 最佳化溫度效應補償校正
- 系統經久耐用



通訊



地錨+地錨荷重計



監測目的：
地錨的預力是
否減弱或消失

監測系統:

1. 光纖光柵
地錨荷重
計*3
2. 解讀儀*1



地錨荷重計

特色與優勢：

1. 光纖光柵
地錨荷重
計溫度干
擾小
2. 經久耐用

五.近期之接單

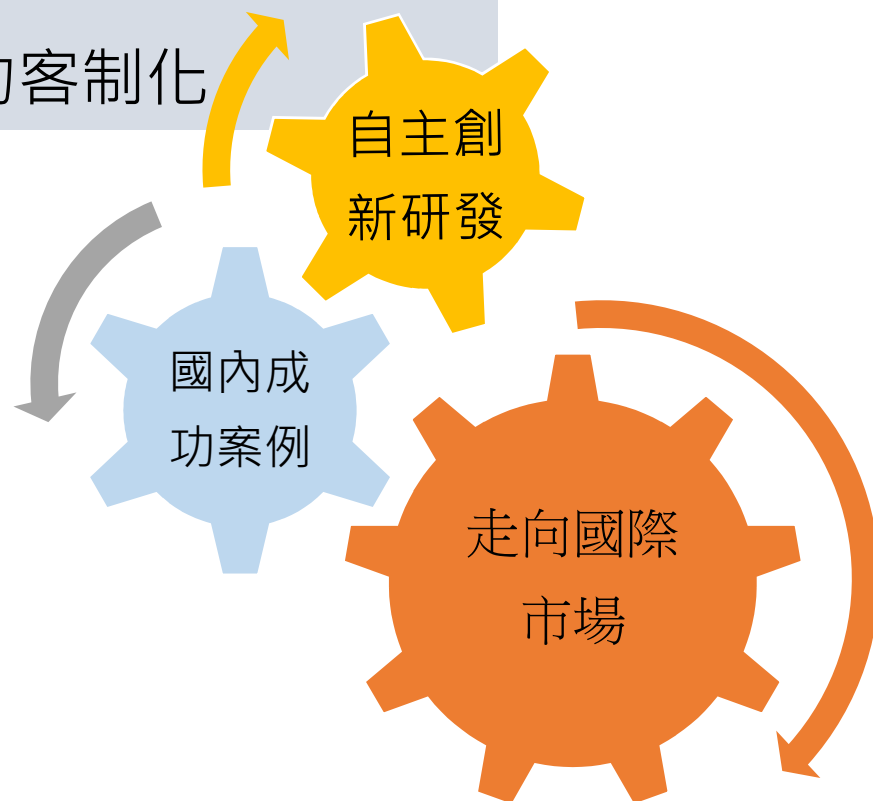
商機與接單狀況	產品	金額	奇博產品之獨特優勢
1. 富崙台電離岸風電31座風機之結構安全監測	加速度計/傾斜計/應變計	約數千萬萬	抗電磁干擾/抗水/抗雷擊/耐候性強
2. 中央研究院+中央大學~花蓮米崙斷層錯動分層水壓監測(500米深井)	壓差式水壓計/封層器	約二百萬	單口井安裝5個串接的水壓計

六. 奇博科技的特色與願景

1. 完全獨立自主的技術
2. 掌握FBG sensor多元產品的設計與製造
3. 擁有土木多應用領域的方案規劃設計能力
4. 可依顧客需要進行創新的客制化

Vision :

成為FBG sensor 領導廠商之一
立足臺灣 放眼全球



謝謝！