



臺灣,Fomosa一美麗之島

在地質上,她是一個年輕的島嶼,造山運動持續進行中,地殼活動頻仍,地震不斷。在氣候條件上,地處北迴歸線南北的亞熱帶,夏季的熱帶氣漩(颱風)必經路徑,在全球氣候極度變遷趨勢下,強降水所產生的土石流、洪水…等等惡劣環境,時時威脅居住在島上生活人民的生命財產。在經濟活動上,她又必需承載接近兩千三百萬人在區區三萬六千平方公里、且有三分之二為崇山峻嶺所覆蓋的土地上發展(興建水庫蓄水、造橋挖隧道貫穿交通、興建大樓…等)。如何善用人類文明發展累積的智慧,讓子子孫孫能繼續在這個美麗之島永續發展,實刻不容緩。

大地無言,三聯科技公司一直以「協助人類瞭解居住環境及工作環境」為其企業使命,三聯科技在慶祝45週年慶之際,將其過去在國內大地工程監測實務經驗,以深入淺出且圖文並茂的方式編輯成書,與讀者共同分享如何建立與大地有效的對話機制,並共同探討如何能善用科技發展出其它無限可能之對話方式,是全體編輯團隊最期望達成的心願目標。

此外,編輯團隊以國人較熟悉的民俗信仰天后媽祖之隨扈大將一「千里眼與順風耳」,來介紹在國內較少為人知的三百六十行的另一行一「大地監測工程業」,期望有助於讀者更能瞭解這一個重要的角色。千里眼與順風耳能眼觀四面、耳聽八方,整合各方資訊即時回報(real time response)媽祖默娘決策,從這個相傳一千兩百五十餘年之民間信仰的角色功能規劃與安排,讀者亦可會心古人之智慧。

衷心希望您會喜歡這本簡單的書。

三聯科技總經理

100.11.22

監測利器 掌握關鍵

三聯基金會出版「薪傳」極具意義,不僅激勵同仁將工作經驗與研發成果作系統性地整理成書,藉由學習、思考與歸納的過程而更加進步,同時也藉由書籍的出版,可以將經驗流傳與推廣,達到「薪傳」的目的。本書是「薪傳」的第三本書,書名為「安全監測·人與大地的對話」,內容都是由實際從事監測工作最少10年以上經驗的工程師所編撰,全書架構完整,內容詳細確實,極具參考應用價值。

「監測」是一種工具,凡是利用各種方法偵測目標物的狀態或變化,都可稱為「監測」。在土木工程界,工程師用監測來觀察或偵測結構物或環境的變化。最原始的監測其實是用眼睛,但目視只能觀察到外觀上有明顯變化之情形;後來由於觀測儀器的發展,尤其是近代電子儀器的應用,使得監測方法大幅進步,不僅由外部觀測進步到物體內部的觀測,更能量測出感官無法察覺到的極微小變化量;近期更由於記錄儀器、傳輸通訊等技術的進步,不僅監測項目更多樣化,加上自動連續記錄儲存、遠距傳輸,乃至於資料分析與即時展示等方面的配合發展,使得整個作業方式更是完全改觀,達到全面自動化的程度。現代的監測不僅可以量測以前量不到的項目或微小變化量,更能全自動化的遠距量測,實在可以說是已具有相當完備的「監測利器」了。

土木工程界使用監測的情形非常多,尤其是大地工程的施工更是普遍採用,目前的技術發展雖已達具有「監測利器」的地步,但實際上在工程應用時還是沒有用得很好,並沒有真正發揮監測的最大功效,有時甚至是形同虛設,變成一種浪費;沒有監測,等同失去耳目,錯誤的監測則會導致誤判,甚至衍生更大的實質浪費,不可不慎。究其原因,當然包含很多層面,最重要的關鍵因素乃在於觀念問題,很多的業主、設計者或施工者對於監測的意義與價值並未完全了解,不重視或不知如何利用監測的實質效益,認為只要花點錢做做監測即可達到安全,所以業界將其稱為「安全監測」。

監測其實不能稱為安全監測,其不能確保設計與施工的安全,監測只是提供數據給工程師作評估,安全與否取決於監測佈設是否能反映關鍵問題、監測數據是否正確可靠、以及工程師是否正確判斷。監測計畫規劃者要深入了解整個工程問題,掌握關鍵因素,規劃有效的監測項目與數量,這樣才能真正監測重點問題;而監測執行者在選擇儀器時要兼顧其敏感度與可靠度,以及正確的裝設與量測方法,才能攫取正確有效的監測值;而工程師更應具有紮實的專業知識與豐富的工程經驗,同時必須經常去現場觀察與查證,絕對不是只坐在辦公室內看報表就能完全了解現場狀況,內業與外業兼顧,相互檢核與驗證,「掌握趨勢,觀察細微」是作專業評估與判斷的基本原則。一個成功的監測必須各方面的全面配合才能完成,有效的監測才能利用監測成果作評估,發揮其真正效用,達到安全與經濟的需求。

本書書名稱監測為「人與大地的對話」,相當具啟發性,如何才是「對話」呢?「監測」是「對話」的工具,惟有透過監測才能對話,任何一項監測儀器的佈設一定要有一明確的目的,其量測結果應能回答一特定的設計或施工問題,這才是「真正的對話」。監測的目的在於了解實際狀況,監測的價值則在於真正表現目標物的實際性能(performance),成功的監測使業主可以知道目標物的真正品質與性能、設計者可以驗証設計的方法與假設、施工者可以確保施工的安全與經濟。近年世界各國界正大力推動「性能設計」(Performance-Based Design),而監測則是要知道目標物性能的直接工具。藉由這本監測書的發行,期望大家能更深入了解監測、更重視監測,確實執行監測作業,善用監測成果,以發揮監測的真正功效,達到真正的性能設計,是為本書寫序言的最大願望。

財團法人地工技術研究發展基金會董事長 (全 正) 序于2011.11.17

傾聽大自然的聲音

喜歡大自然,也喜歡老樹,走到老樹前,總會有股莫名的感動。我會像在軍中,對長官行禮般,仰望他的高大,並恭敬的行舉手禮。你會發現,在如此多變的大自然,以及人為的開發破壞下,他還能夠屹立成長超過百年,甚至千年,憑藉的並不是一種運氣。所以,當一個人發願種樹,終將蔚然成林,供後人乘涼。把老樹當做一個人來看,他會提供給你超乎想像的知識與能量。

多工序淬鍊出一杯溫潤好茶,「杯杯皆辛苦」,但只有真正體驗 這樣的辛苦過程,才能體會箇中樂趣。閱讀和旅行是一種靜態與動態的 學習,而工作卻是一種動靜皆宜的活動。從實際體驗深入思考,不斷地 累積經驗、不斷地面對問題,從而找到屬於自己存在的價值。長年的工作下來,對「安全監測」更加認知,也讓我能多方面了解樹、了解人、了解山、了解水、了解土地、了解大自然,從而看見自然運行的本質,油然而生對自然的順服及敬畏。

從事防災減災實務,除了保護在這塊土地生活的人,也守護這塊 許多人安身立命的土地。希望人工構造物與自然大地兩者之間維持平 衡,和平相處,能夠像老樹一樣屹立不搖,成長茁壯。曾經走過的足 跡,必有一份深厚的情感;曾經和夥伴們共同打拼的各種工程建設,亦 讓人多所懷念。期待人們在享受各種便捷的基礎設施之餘,能給予這些無 怨無悔、默默付出的工程師,多一些掌聲與鼓勵。也期待更多有志之士, 願意投入這項另類保全的工作,保護人,保護自然。

三聯科技

現任:三聯科技(股)公司 計測工程處 處長

經歷:中油高雄永安天然氣接收站/地下儲槽監測工程(77年~86年)

高雄超高層大樓/深開挖監測工程(80年~89年)

台塑雲林麥寮六輕/儲槽預壓試水工程(80年~86年)

台灣高速鐵路/基樁試驗檢測工程(89年~96年)

高雄捷運紅橋線/站體及潛盾隧道監測工程(90年~97年)

7



監測歲月

午夜夢迴,帥小伙身影漸漸遠離消失在眼力不及的微暈夜光中, 忽條驚醒香汗淋漓。原來,在不斷的領薪水與花薪水中,魚尾紋已悄 悄的爬滿不太光滑細緻的險蛋,呆望著牆上月曆斗大的2011,相距投 身安全監測行業的1992年,已有19個年頭。果真,時光飛逝,歲月如 梭!

如若有人問起,從事安全監測行業的人要具備哪些條件?我會如 是説:「首先,要有鋼鐵人般的強健體魄,足以上山下海,阿信般的堅 忍不拔。不怕面對困難與挑戰,變形金鋼般的靈活,隨時可轉換不同角 色。蝙蝠俠般的活力,可以晚上加班配合業主的工程進度,舞棍阿伯般 的執著,就愛做狺倜行業。」

記得做仙的老父常言:「做一行不能怨一行,而是要做一行像一 行」。確實,在這個年代凡事只要做的「像」,那可是商機無限,舉凡 「全民最大黨」模仿秀、「山寨機」…等,不都是幾可亂真。

但,經過這些年來的體悟,筆者認為,若要從事安全監測這個行

9

業,不只是要做的「像」,而是要做到「像樣」。因為它常常關係到普羅大眾的生命財產安全,只有踏踏實實的一步一腳印,才能帶給人們一把幸福的保護傘。

三聯科技 高榜養

現任:三聯科技 計測工程處 副理

經歷:營造業工地主任班結業 成大進推公工87字第00226號

岩土工程安全監測系統自動化規劃與施工 高雄捷運MRT新建工程安全監測系統 超高大樓新建工程安全監測系統 山坡地滑動安全監測系統 橋樑安全監測系統

軌道自動化安全監測系統

隧道自動化安全監測系統

水庫大壩安全監測系統

三聯情,我的心

記得剛踏入三聯的頭一年,適逢三聯創立滿二十週年慶,那年的 冬天在臺北舉辦運動會,在晚餐的聚會中,看到同仁與主管之間融洽互 動的團隊精神,認為這是一家可服務的公司。

一晃眼,已是二十五個年頭,在這段期間,參與的第一項專案任務是中油永安LNG儲槽建造工程,之後陸續參與都市土木LNG二期、臺南地下街、台塑麥寮建廠、邊坡、電廠、水庫、高鐵、捷運、橋梁…等。 過程中,感恩主管們充分信任的授權、彼此尊重包容,從無到有的經驗累積,也伴隨著家庭穩健成長。

此次,有幸參與薪傳系列書籍編輯工作,得以將這些年來所累積 的經歷進行編輯記錄及技術傳承,期勉內容對於想進一步了解工程監測 者能有所助益。

三聯科技 人

現職:計測工程處 顧問

經歷:中油永安第一期LNG儲槽建造監測系統工程

中油永安第二期LNG儲槽建造監測系統工程 中油永安LNG 4000區夯實砂樁振動監測工程 中油永安LNG 2000區夯實砂樁振動監測工程

成功大學彰濱工業區整地監測儀器伸縮儀、水壓計裝設工程

成功大學永安沿海地區地層下陷監測儀器伸縮儀、水壓計裝設、傾斜管裝設工程

11

十年

近兩年因氣候變遷,臺灣出現多起土石災害,使得「安全監測」 一詞出現在社會大眾認知裡。雖然,我能藉此將任職的工作內容更容易 訴諸於大眾,但我卻不樂於見到災害的發生,只希望,能透過有效的預 警工作,讓大家更清楚「安全監測」的實質意義。

進入三聯科技十個年頭,在工程領域尚為一個準新鮮人,尤其是 監測工程綜合了土木、機械、電子、通訊及軟體…等多項不同專業領域,隨著科技進步而不斷更新技術,若不保持隨時學習之心態,很容易 就跟不上市場脈動。

很高興能在三聯科技公司服務,也因為在三聯,才有更多機會透過各部門間互相交流,而完善地學習監測工程之相關知識與技能,此次有幸參與薪傳系列書籍「薪傳3」一書之編著,一方面可為自己職涯留下一個記錄,另一方面希望能透過本書,讓社會大眾對「安全監測」有另一層認識。

三聯科技 智力表 多色

現職:三聯科技(股)公司 計測工程處 副理

經歷:捷運專案工程(土城線CD266標/新莊線CK570C標)

地鐵專案工程(萬板線CC301、CC302、CC303標; 南港線CL307、 CL308、CL309標)

台電變電站新建工程(週美、重新、成福、三元、中大、湖北變電站) 臨高速鐵路自動監測系統(板信商銀總部大樓新建工程/台北縣特二號道 路第4-1標、桃園縣蘆竹鄉公埔段869地號/富邦敦南大樓新建工程)



愛情與監測

從學生工讀至今,服務於三聯科技24年,這幾年很榮幸參與三聯基金會出版之「三聯技術」及「三聯薪傳」編輯工作,「薪傳3」校稿終近尾聲,心情放空發個呆,手癢寫下『愛情與監測』心情故事。

愛情跟監測?以女人的角度看安全監測,就好像電視製作人詹仁 雄於「男人走來,始終如一」文中所提及,男人與女人對愛情的認知應 對是不一樣的。

愛情階段中,無論相親或自由戀愛,終究在尋找一位適合自己的伴侶。他,進取負責?多金多才?她,溫柔美麗?聰明伶俐?安全監測訪商初期亦如同戀愛相親,尋訪適合之專業監測公司,無論戀愛或監測,此階段往往影響未來角色扮演及品質,然而戀愛往往是甜蜜且盲目的,無論戀愛初期或安全監測尋商初期,真的會理智地以條件論?

這幾年,無論戀愛或監測,價格論似乎愈佔優勢,當感情成熟或 監測時期,往往是責任的開始。感情穩定進入婚姻,除了愛情還有親 情,無論對人或事皆更加緊密,當然承受之責任亦更大,也許是平凡時 刻,但要小心,小三小四就在身邊。失戀離婚,也許傷痕累累,一切歸 零。人生如戲,戲如人生!提醒您,別忘了自己才是主宰者,有權大聲 說:「要!」「不要!」。 安全監測一選擇一間專業負責的監測公司將影響後續監測品質及整合之能力,從招商至監測設備購置,猶如人生戀愛、成家、立業。監測設備如同家具,該怎麼買?怎麼擺?怎麼用?無不影響監測品質。監測初期建立儀器安裝、設備或設置點之選擇、人為的要與不要、做與不做等,亦影響監測工作之永續監測與可靠性。安全監測如同婚姻,同樣是份負責任的工作,若只是空有設備,而無運轉之實,如何走到預警監測、記錄傳承?

我們一直從天災人禍的發生記取經驗,這是一種學習,但學習終需成長,期許這次的失敗經驗是下一次預防的成功,同樣選擇權在您的「要」與「不要」。不定期的工安、天災、人禍,起因是否為省一萬,輸了萬一?今年八月屏東水災,瞬間的豪雨,可以由即時監測畫面看見雨來得相當急,可惜少了預警系統,如同馬路上監視設備處處可見,然而需要時,壞的壞、缺電池的缺電池。

幾年來,我們不斷地接受天災人禍震撼教育,是該考慮將安全監 測預警系統置入您我生活圈了,美好的人生,終究需要大家用心監督! 同志們,革命尚未成功,咱們共同努力。

三聯科技

安全監測!人與大地的對話

contents

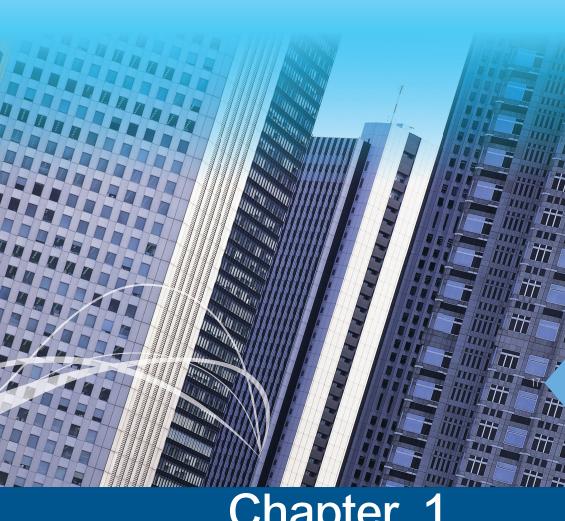
序文/臺灣,Fomosa-美麗	電之島 林廷芳	02
序文/監測利器 掌握關鍵	財團法人地工技術研究發展基金會董事長	─陳正興04
自序/傾聽大自然的聲音	李俊龍	06
自序/監測歲月	高穆賓	08
自序/三聯情,我的心	陳榮華	10
自序/十年	謝志龍	11
自序/愛情與監測	郭寶琴	12
Chapter 1		
	自岡甘	16
1-2 監測-人與大地溝通之道		
1-3 文明科技中的千里眼順風耳		
1-4 監測技術的	進化	30
Chapter 2		
	311	32
形形色色的監測	₹U	32
2-1 大樓深開挖	安全監測系統	34
2-2 橋梁安全監	2-2 橋梁安全監測系統4	
2-3 地下儲槽安	全監測系統	55
2-4 特殊功能的	監測	70

15

Chapter 3

onaptor o			
監測作業	76		
3-1 監測的規劃與設計	78		
3-2 監測的安裝作業	82		
3-3 監測的量測作業	111		
3-4 監測結果的分析研判	113		
Chapter 4			
工程破壞、檢測與維護	118		
4-1 工程災變事件	120		
4-2 工程的破壞型態	121		
4-3 台灣基礎設施所受之危害	122		
4-4 環境變遷,基礎設施與安全監測	123		
4-5 基礎設施之安全評估與檢測	125		
4-6 基礎設施維護管理之重要性	129		
Chapter 5			
台灣工程監測巡禮	126		
5-1 另類的工程監測	132		
5-2 無所不在的監測	153		





Chapter

緒論一千里眼順風耳



Chapter 1

緒論—千里眼順風耳

1-1 多變的台灣

近二十年來全球各地所發生過的重大自然災害,包括:

1995年 日本阪神大地震

2004年 南亞印度洋大海嘯/伊朗地震/歐洲淹水

2005年 美國卡崔娜颶風

2006年 菲律賓土石流/南亞大地震

2008年 四川汶川大地震

2010年 海地大地震

2011年 日本311東北地震/大海嘯

每個災害無不災情慘重,**憾**動全球,所造成的災害,顯示全球環境日益 惡劣。

台灣近年來發生的重大災害,包括:

1996年 賀伯颱風

1999年 921集集大地震

2009年 莫拉克颱風88水災;總雨量超過3000公釐的超大豪雨記錄

2010年 國道三號邊坡走山

18

台灣地處歐亞板塊與菲律賓板塊的交界地帶,因為地質年輕,板塊易擠壓碰撞,導致岩層破碎且斷層到處分布。根據經濟部中央地質調查研究所監測資料得知,活動斷層有33條,集中於苗栗以南到嘉義之間,南部則有旗山和潮州斷層。台灣位於地質活動帶,新的構造作用仍然相當活躍,早期的造山運動也持續進行中。

台灣地質敏感軟弱,若遇颱風暴雨,常造成大量的崩塌地,以莫拉克颱風為例,其所造成崩塌地面積有51,200多公頃,約有兩個台北市那麼大。新生的崩塌地坡面土石易持續滑動,一遇颱風豪雨來襲,將造成崩塌面擴大,上層土方往中下游滑動,隨著雨水沖刷,勢必導致更嚴重的土石流。



▲ 豪雨土石流嚴重毀損公路鐵路及居住地

台灣,早被聯合國列為氣候變遷下的高風險區域,如果海平面上升一公尺,全世界受影響最嚴重的前十名國家中,台灣也在其中的國家之一,地球每升溫一度C,雨量增加6%,但台灣因為地形和地理因素,雨量增幅是世界平均值的5倍。

台灣的降雨,在1950年以前,降雨量變化幅度小,但1950年以後,台灣年均溫上升,降雨量呈現大幅上下震盪的情形,從穩定型態轉為極端型態的降雨模式。

台灣的河流,發源自海拔2,000~3,000公尺的高山,由於地勢陡峭, 具有河短流急的特性,若在水土保持不佳的情況,破碎地質的山坡地,遇 大雨極容易產生土石流。農委會水土保持局統計,台灣共計有1,503條土石 流潛勢溪流,分布於各山地鄉鎮。

1960至1990年代,台灣創造了經濟奇蹟,也是台灣地質環境最穩定的時期。但從1996年的賀伯颱風,1999年的921大地震至今,台灣的中部、東部、北部到南部,似乎都陷入地震、颱風、水災、旱災的循環衝擊中。受到氣候變遷影響的台灣,雨量及災難幅度即不斷創新記錄,加上由於人口的急速增加,人類所需的生活空間及不當開發所造成的災害,更加速環境開發的高危險惡性循環。

▼ 山坡地栽種大量淺根性檳榔樹



▼ 土石流侵襲過後的河谷邊坡



▼ 防災預警設施難敵大自然的全面反撲



▼山坡地沖刷造成土石嚴重淤積



▼ 攔河堰影響上下游水資源利用





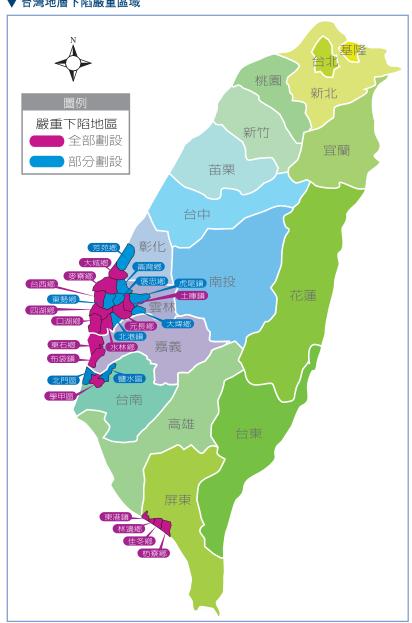
▼ 漁業養殖抽取地下水造成地層下陷



從河川的上游到下游,檢視災害的肇因中,不難發現一些問題的核心。為了取得豐富的水資源,我們築起水庫大壩及攔河堰;為了農業開發和生態旅遊,我們開墾山頭平台和河階地;為了發展觀光旅遊,我們大量開伐墾木;為了防止洪水侵襲,我們限縮河道築起長長的堤防,並在堤防外大興土木建造房屋。

22

▼ 台灣地層下陷嚴重區域



▼ 建造道路大量開發山坡地



▼ 洪水沖毀河堤造成一片汪洋



災難往往從上游開始發生,河川上游的居民擔心颱風豪雨造成山坡 地崩坍,道路被滾滾洪流沖毀,土石泥流破壞生存的家園。而河川下游 的居民,擔心宣洩不及的過量洪水沖毀堤防,低窪地區海水倒灌,家園 變成水鄉澤國。

極端氣候造成台灣激烈的土地變動,人為的力量很難有效發揮作用。邊坡土石崩坍,河流泥砂淤積,不論是改建橋梁,路基或是擋土牆,於時間和技術上都難以治本。 面對環境破碎,國土保育工作需有系統、分階段、分等級來進行,治水、修橋、造路的工程人員,亦需體認人定勝天的作法,效果相當有限。

根據行政院估算,從2001年到去年莫拉克颱風,總計重建經費高達 1,822億元,平均每年要花220億元在修橋、補路等重建工程,若加上平 均每年126億元的農業損失,則經費將近3,000億元。單就莫拉克颱風重 建經費,就高達1,165億元,竟然超過8年來風災、水災的總合,這樣的 數字及付出的代價,實在是太大了! 面對極端氣候需要新的思維,要從 台灣的整體角度去思考,公共建設的配置和環境的相對關係,不能再像 過去一樣,壞了就修,用相同的方式和方法去作,卻期待得到不一樣的 結果。

台灣的河川常橫跨數個縣市,治水的事權採分散式的管理方式,統 合不易,治水的思維以快速排洪為目標,但台灣地形先天受限,山高坡 陡河短,每年颱風帶來豐沛的降雨量,大多來的急也去的快,珍貴的水 資源很難留住,導致久旱不雨就容易陷入缺水限水之苦,如何運用科學 方法,導入環境永續的思維,一直都是我們不得不面對的挑戰。

水利署河川局、農委會水保局、林務局、環保署等和流域管理相關業務統合在同一部會,才可以發揮上中下游整合管理的力量。要採取以



聚落安全為核心,以全流域觀念做土石流管理,評估分析聚落可能發生的 危害,規劃避災措施,進行山橋路河共治,隨時通報連結相關防災單位, 建立資訊平台。

1-2 監測—人與大地溝通之道

在電影「阿凡達」的世界,納美人的尾巴上有神經觸鬚。可以跟各種動植物直接連結感應,人與生物間是可以彼此感應溝通的,只要頻率對了,就能傳達訊息。「I see you 」在阿凡達裡是一種靈性的心性感應,你可以跟所有的生物進行連結互動,也可以透過連結和植物溝通,甚至整個生態溝通,不需經由語言表達。

人與機械之間的溝通介面,我們稱之為人機介面(HMI, Human Machine Interface),好的人機介面會幫助使用者更簡單、更正確、更迅速的操作機械,也能使機械發揮最大的效能。透過人機介面的觸控螢幕,人們可以和機器進行溝通。

HMI泛指所有對機器進行操作所需要的任何介面,包括操作者對機器 設備輸入信號與機器設備的反應顯示,例如PC與人之間的人機介面就是 滑鼠,鍵盤與螢幕。

人與大地和構造物的溝通介面,我們可稱之為監測,透過儀器感測 及量測設備,我們可以有效即時地接收到各種微應變的訊息,然後進行安 全管理工作,讓我們的生命財產受到應有的保障。

1-3 文明科技中的千里眼順風耳

我們所處的自然環境充滿著無常和多變,若所發生的現象危及人類生 命財產或經濟活動時,事情就會變得相當複雜,形成災害,嚴重者可能會 造成構造物損壞及生命危害。

- ◆ 突發性的災害:地震、山崩、火山爆發。
- ◆ 移動性的災害:颱風、洪水、土石流、森林火災。

自然災害的發生頻率,不像海洋潮汐,日出月落可以事先預測,所以 當災害發生時,人類很難預知及避免。根據統計,從1950~1970年代, 全球大範圍自然災害的發生頻率增加約10%,加上人類對自然界不斷的擴 大開發,自然環境及生態受到嚴重的破壞失去平衡,也間接加重了自然災 害破壞的嚴重程度。

在媽祖廟前殿兩側,經常可以看到天上聖母媽祖的護衛神,一位左手舉至額前作望遠狀,一位側耳作聽音狀,此兩神即千里眼,順風耳。 千里眼是眼睛能視千里之物,看見秋毫之末;順風耳有異於常人的辨音能力,能耳聽千里之聲。

28



▲▶全方位即時監控保護基礎設施安全



▼ 自動感測系統提供即時訊息



自然災害的速報發展是未來的趨勢,有效應用科技及網路功能,透

突發的災害,民眾常常是措手不及與恐慌的,對於自然災害的危險 與預防,必須在平時就教育宣導防災的知識與觀念,並提供相關的資訊與 資源,當災害來臨時,才能處變不驚緊急應變。

台灣主要的防災行政系統,是行政院的災害防救委員會,主要任務 包含自然災害的防治,減災與復建工作。

預期災害發生時應採取的步驟:

- 1、出現初期徵兆時,密切進行監控,提醒民眾作好準備。
- 2、出現危險警訊時, 立即發出預警, 提醒民眾避難。
- 3、危險區域採取管制限制的行動,避免災情擴大。
- 4、採取應變措施,展開救災活動。
- 5、啟動重建,醫療工作。

台灣過去發生的許多災害,若非曾經身歷其境,往往在幾年內便逐漸被人們所淡忘,以致救災與防災的許多寶貴經驗,無法累積,造成災害及損失不斷地在不同的場景重演。若能有效建立防災應變機構,相信未來透過防災系統及救災資料的累積,當災害來臨時,一定能夠降低災害對我們的衝擊及損失程度。





監測技術的進化 1-4

監測技術的演化,是基於人類為解決問題所想出的辦法,而發展 演進的技術。

1-4-1 古早目測

以前泰雅族在選擇居住地點前,會在預定地的山上滾動大石頭, 看它會滾到哪裡。如果大石頭會滾到預定地的話,就代表那地方不安 全,不能居住;反之就是安全。老祖先的經驗傳承,透過目測判斷也是 一種智慧的展現。

1-4-2 傳統測量

土木工程建設中的公路、鐵路、水壩、堤防、廠房之建造施工, 過去透過經緯儀、水準儀、平板儀等測量儀器,經由測量作業以確保工 程進行的品質及安全。測量大部分需仰賴人力才能完成,人需要親自出 門去收集資料,資料收集回來後再由人員動手計算、判讀,傳統測量必 須花費許多人力與時間。

1-4-3 現代監測

由於現代的監測技術結合電腦科技以及各種感測器,使得資料蒐 集的速度突飛猛進,資訊取得容易,資料量變得非常豐富,而且精度越 來越高。以科技應用發展為主流,透過各類感測系統的佈設,結合地理 資訊系統(GIS)、全球定位系統(GPS)、影像處理技術,並誘過即時自動 化及網路傳輸系統,提供24小時全天候、全方位的資訊情報及預警訊 息。

隨著科技的進步,監測技術與範疇也產生了極大的改變。未來監測 的發展與土木、電機、資訊、地理等不同專業領域的結合為必然的趨勢。

防災監測可以透過衛星攝影測量、地質調查、森林檢測、災害監測等應用互相結合。我們可以透過衛星照片、航空照片、雷射掃描資料來看地層下陷,電腦視覺化技術來做模擬分析,由於累積很多不同時間點的資料,我們可以推測未來地層下陷的趨勢,有沒有可能會再淹水,水會淹在什麼地方等等。

1-4-5 監測技術對人類發展史的影響

自古以來,大自然的驚人力量,常讓人們心存敬畏。自然災害如颶 風、洪水、地震、海嘯的強大威力,隨時可能毀滅人類性命財產於一旦。 現代科技雖然發展快速,但仍無法操控大自然,只能力求精確地監測其變 化趨勢,提供有效的預警訊息,減低不必要的傷亡及損失。另一方面,人 口成長不斷的增加,我們的居住地快速城市化,工業發展所造成的空氣、 水質、土壤污染,亦為整體環境帶來各式各樣的失衡失序現象,對於監測 科技的技術精進與應用發展,刻不容緩。







Chapter 2

形形色色的監測

天、地、人之間安全管理,好比人之健康檢查,透過精密儀器檢 查,隨時注意身體狀況。當身體出現異常,給予滴當治療防護,而大地。 自然環境,係靠土木監測儀器診斷、維護。大自然災害的發生大多為一 瞬間,無論大自然環境、大地或結構建築物體,發生災變都會事先發生 一些持續性徵兆與警訊,因此適當的監測系統乃為安全之必要條件。

大樓深開挖安全監測系統

人口密度的提高、都市人口密集、高樓大廈緊鄰,人們居住向上下 空間發展,深開挖影響周遭環境之安全性,此時土木安全監測就扮演著 重要角色,隨時掌控工程開挖之安全性並提供施工進行中之參考依據。

案例

新光三越開發股份有限公司於高鐵左營車站事業發展專用區基 地興建之百貨商場,基地面積約為 10,563 平方公尺,規劃為地上 11 層,地下 5 層之鋼結構大樓,開挖面積長約167 公尺、寬約55 公尺,開挖深度約 18.65公尺,基地監測位置如 37 頁所示。

由於基地緊鄰高鐵左營站用地,依據內政部「獎勵民間參與交 通建設毗鄰地區禁限建辦法」,為避免本基地施工對高鐵及台鐵軌 道及捷運隧道產生不良影響,依規定該基地之施工計畫(包含逆打開 挖、連通道及安全觀測等),均須提送高鐵公司所委託之台灣省大地 工程技師公會審查。

為有效監測基地四周實際之變位狀況,基地作業過程均以安全 監測系統隨時觀測以了解及預防對鄰房道路、高鐵、台鐵軌道、捷運 隧道之影響。且在嚴格之施工管制下進行本基地之逆打開挖施工作 業,加上配置適當之監測儀器與頻率,有效監測實際變位量,以提供 安全預警進而執行適當與必要之保護或輔助措施。

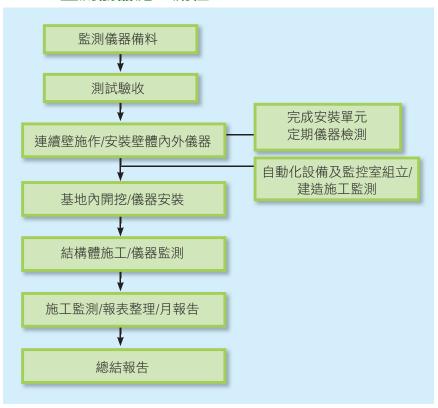
主體工程監測儀器數量表

觀測項目及儀器	儀器數量	監測方式
壁體內傾斜管	9處	人工
壁體外傾斜管	4處	人工
鋼筋應力計	9處	自動化
水壓計	15處	自動化
水位觀測井	2處	自動化
非高鐵地表沉陷點	44處	人工
自動沉陷點	34處	自動化
桿式變位計	2測線	自動化
永久基準點	2處	人工
建築物傾斜計	2處	人工
逆打鋼柱沉陷隆起	所有鋼柱	人工
筏基底版水壓計	6處	自動化
沉陷參考點	4處	人工
高鐵擋土牆傾斜計	4處	人工

地下連通道監測儀器數量表

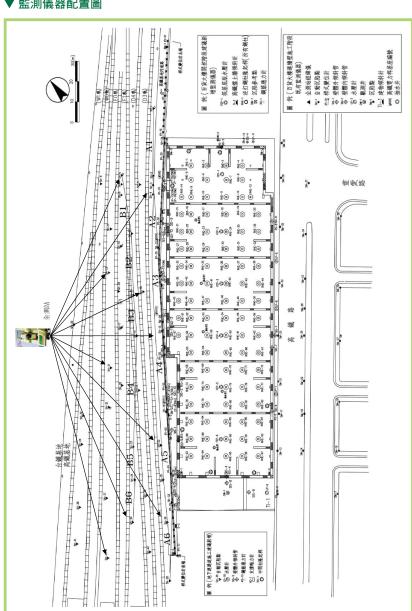
觀測項目及儀器	儀器數量	監測方式
壁體外傾斜管	2處	人工
鋼筋應力計	2處	自動化
基地外地下水壓	2處	自動化
基地內地下水壓	1處	自動化
自動沉陷點	9處	自動化
支撐軸力	20組	人工
中間柱隆起桿	3處	自動化

2-1-1 監測儀器施工流程



36

監測儀器配置圖





(一) 壁體內外傾斜管

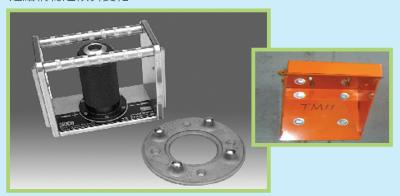
安裝於連續壁內及基地外土層中,目的是監測基地內開挖作業之擋土結構水平位移量。





(二)結構物傾斜計

安裝於結構物牆柱上,目的是監測基地內開挖作業,是否造成鄰近結構物之傾斜變化。



(三)桿式變位計(EL Beam Sensor)

安裝於基地與高鐵之間,目的是監測基地內開挖作業,是否影響高鐵安全性。



(四)全測站經緯儀

安裝於高鐵軌道側,目的是監測基地內開挖作業,是否造成高鐵 軌道水平及垂直變位。

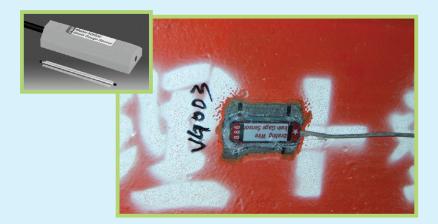






(五)支撐應變計

安裝於連絡通道臨時水平支撐鋼樑,目的是監測基地內開挖作 業,臨時支撐軸力之變化。



40

(六) 地表沉陷點

安裝於基地周圍,目的 是監測基地內開挖作 業,地表沉陷之變化。





(七)鋼筋應力計

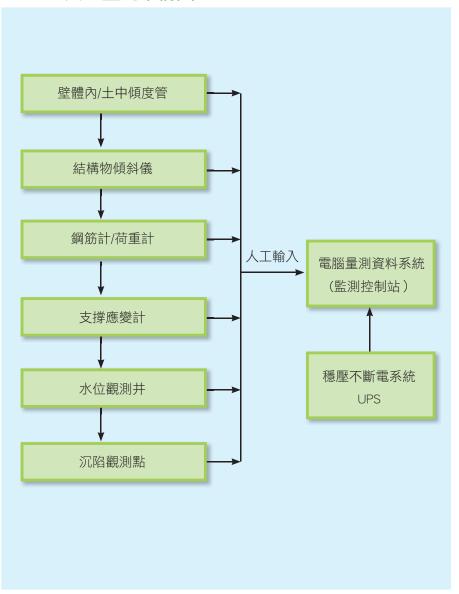
安裝於連續壁內主鋼筋,目的是監測基地內開挖作業,擋土結構鋼筋應力之變化。

(八)電子式水壓計

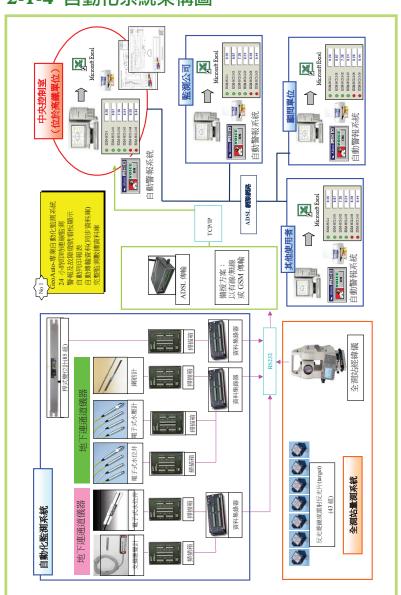
安裝於基地內外,目的是 監測基地內開挖作業,水 壓力之變化。



2-1-3 人工量測架構圖



2-1-4 自動化系統架構圖



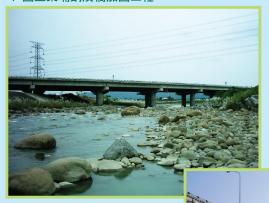
2-2 橋梁安全監測系統

橋梁建設在台灣公共建設上扮演著重要角色,橋梁之安危對交通及 公共安全、人民生命影響重大。老舊橋梁因施工、地震或載重等因素,發 生變位、沉陷、傾斜,甚至橋梁斷落等情形,為防止此災害發生,針對危 險橋梁採用加固補強工程。考量施工期間因工程之開挖、振動、近接施工 等,造成鄰近橋梁結構之沉陷與傾斜,可藉由監測系統提供預警以利即時 因應防範,確保舊有橋梁補強加固工程施作時之安全性與使用性。

▼ 縣145線西螺大橋補強工程



▼ 國三東埔蚋溪橋加固工程



▼ 台一線大肚橋改建工程

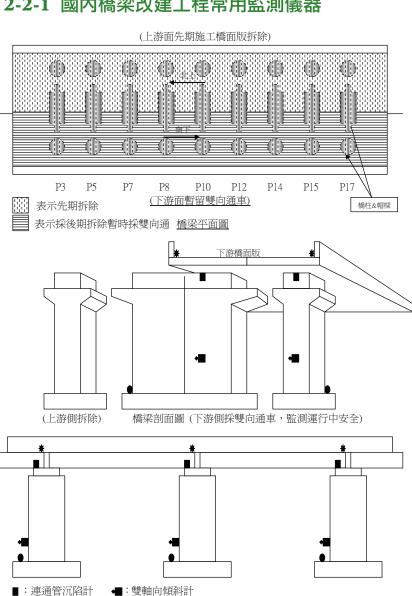
▼ 台三線蘭勢橋改建工程



●:橋基沉陷點

*:橋面沉陷點

2-2-1 國內橋梁改建工程常用監測儀器



橋梁側面圖

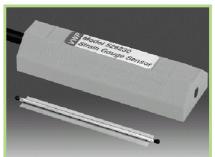
2-2-2 一般橋梁監測儀器

儀器名稱	安裝位置	目的	監測方式	
連通管沉陷計	帽梁、橋台	沉陷監測	自動化	
雙軸式傾斜計	帽梁、橋柱、橋台	傾斜監測	自動化或人工	
支撐應變計	橋墩基礎臨時水平支 撐、支撐架	支撐鋼梁軸力監測	自動化或人工	
傾斜管	橋墩基礎擋土設施外	擋土結構位移監測	人工	
結構傾斜計	帽梁、橋柱、橋台	傾斜監測	人工	
結構沉陷點	橋面版、橋墩基礎	沉陷監測	人工	
監視系統	橋柱	現場施工及河床水位 監視	自動網路監控	



▲ 雙軸式傾斜計

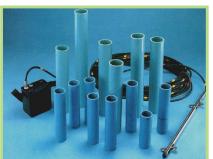




▲ 支撐鋼樑應變計



▲ 結構沉陷點



▲ 傾斜管



▲ 傾斜計

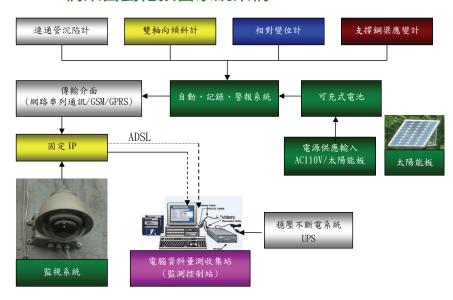


▲ 監視系統



▲ 橋面板沉陷點

2-2-3 橋梁自動化預警系統架構



2-2-4 常用自動化監測儀器

儀器名稱	安裝位置	監測目的
水平式傾斜儀	預力梁	預力梁變形
桿式沉陷計	預力梁	預力梁變形
連通管沉陷計	橋墩基礎	橋墩基礎沉陷
紅外線雷射測距儀	橋墩基礎	橋面板、橋墩基礎
結構沉陷點	橋面板、橋墩基礎	橋面板、橋墩基礎
荷重計	橋墩基礎	橋墩基礎沖刷掏空
變位計	橋墩基礎、預力梁	橋墩基礎沖刷掏空
溫度計	橋墩基礎	橋墩基礎沖刷掏空
支撐應變計	橋墩基礎水平支撐	橋墩基礎開挖
水位警報器	距施工橋梁上游	傳送水位警訊提醒
小吐言形值	五公里以上	下游橋梁施工人員
水位監視器	橋梁結構	施工中或洪汛期之封橋依據

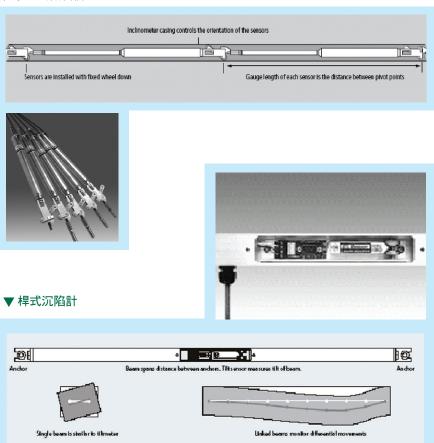
49 🜗

50



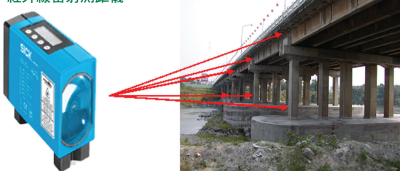
(一)水平式傾斜儀/桿式沉陷計

▼ 水平式傾斜儀



説明:水平式傾斜儀/桿式沉陷計,可安裝於預力梁或橋面板,可作即時自動監測。

(二)紅外線雷射測距儀



説明:紅外線雷射測距儀,用於監測橋面板及橋基礎之沉陷變化,可作即時 自動監測。

(三)地震儀

▼ 橋墩基礎震度監測

説明:可藉由地震儀因地震因素 起動儀器量測程序,即時 研判橋梁結構安全性。



(四)荷重計/溫度計/變位計

▼ 荷重計─預力鋼索/預力梁/沖刷掏空



▼ 溫度計—沖刷掏空監測



▼ 變位計—預力梁/沖刷掏空監測

説明:荷重計/温度計/變位計 等儀器,一般用於監測 橋基礎沖刷、預力鋼索 及預力梁之變化情形 ,可作即時自動監測。

施工現場



(五) 水位警報系統

説明:a、利用太陽能板供應電源,提供24 小時長期備電狀態,監測工作不受停 電影響。



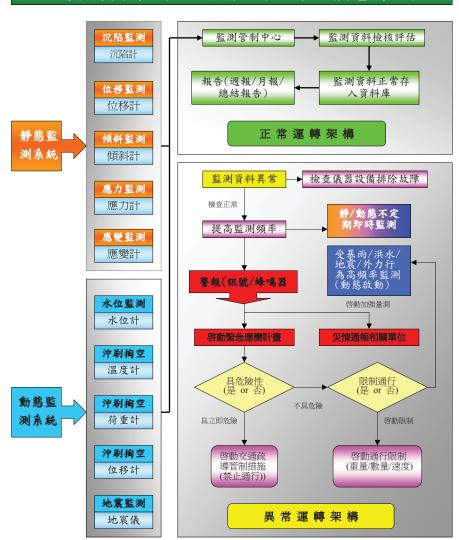
52





(七)橋梁自動化預警系統架構

長期橋梁安全自動化監測及預警系統



54

橋梁監測系統日益精進,從傳統人工監測到人工與自動化相結合,目前仍不斷研發新技術,以達到監測系統全面自動化。現行監測資料之擷取大部份採用網路串列通訊、GSM、GPRS等方式,無線傳輸技術發展為未來主流趨勢,於配線、維修、傳訊、電力等成本大幅降低,對橋梁維護將更具經濟效益及易於營運管理。

2-3 地下儲槽安全監測系統

能源危機後,世界各國對石油儲備之策略更加謹慎,天然氣之重要性 雖不及石油,但對於替代能源開發亦相對重要。天然氣屬低碳能源,污染 性比石油低,符合世界低污染趨勢,台灣天然氣大部份仰賴進口,為了增 加儲存空間,興建安全的儲槽場所更形重要。

案 例

中油永安液化天然氣儲槽新建工程

由於國內液化天然氣需求日趨增加,中油公司八十年十月於永安 液化天然氣廠,第一期儲槽北方進行第二期擴建工程,建造十三萬立 方公尺液化天然氣專用儲槽,槽體直徑72.4公尺,連續壁深度89.25 公尺,建造儲槽三座(T-104、T-105、T-106)。第一期與第二期儲 槽工程基地採海域抽砂回填而成,儲槽建設前完成基地排水砂樁、擠 壓砂樁及地盤改良。

開挖施工係採逆築施工法,分七層開挖,深度達49.52公尺。土木安全監測系統在此工程所扮演的功能,在於提供施工單位準確且即時之數據,以作為施工單位安全控管之參考依據。







儲槽Tank-104

儀器名稱	連續壁	抽水井	側牆	底版	周圍	底版下	頂蓋	合計
鋼筋計	40		28	28				96
土壓計	16							16
水壓計	16							16
孔隙水壓計					7	5		12
混凝土應變計	32		12	24			22	90
PC-bar應變計				4				4
垂直變位計				5 (5)				5 (5)
相對變位計				8				8
鋼應變計							22	22
多點式變位計	2							2
多點式變位計					2			2
傾斜管	5				5			10
溫度計	18 (18)	8 (8)	48 (24)	101 (64)	30 (30)		6 (6)	211 (150)
加速度計								
合計	129	8	88	170	44	5	50	494

黑色數字表示儀器總數量,()內數字表示總數量中維護運轉儀器數量

儲槽Tank-105

機器名稱 連續壁 抽水井 側牆 底版 周圍 底版下 頂蓋 合計 個筋計 40 (30) 28 (28) (27) (28) (28) (27) (28) (27) (28) (27) (28) (28) (28) (28) (24) (28	MATE LANCE								
鋼筋計 (30) (28) (28) (86) 土壓計 16 16 16 水壓計 16 12 (7) (5) (12) 混凝土應變計 32 12 (24 (10) (17) (71) PC-bar應變計 4 4 4 4 垂直變位計 5 (5) 5 (5) 相對變位計 8 (8) 8 網應變計 22 (22) (22) 多點式變位計 (2) 2 (2) 傾斜管 5 5 10 温度計 18 8 48 101 30 6 211 加速度計 1 3 4 (6) (150) 加速度計 1 3 4 (4) 8	儀器名稱	連續壁	抽水井	側牆	底版	周圍	底版下	頂蓋	合計
水壓計 16 孔隙水壓計 27 孔隙水壓計 32 (12) (10) (7) (5) (12) 混凝土應變計 32 (12) (10) (10) (17) (71) PC-bar應變計 4 (4) 4 垂直變位計 5 (5) (5) (5) (5) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8	鋼筋計								
・		16							16
元原水摩計 32 (7) (5) (12) 混凝土應變計 32 (12) (10) (71) (71) (71) (71) (71) (71) (71) (71	水壓計	16							
正規工態要計 (32) (12) (10) (17) (71) (71) PC-bar應變計 (4) 4 4) 垂直變位計 (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5)	孔隙水壓計								
PC-bar應變計 (4) 4) 垂直變位計 5 5 相對變位計 8 (8) 鋼應變計 22 22 多點式變位計 (2) 2 多點式變位計 (2) 2 (2) (2) (2) 傾斜管 5 10 (5) (5) 溫度計 18 8 48 101 30 6 211 (5) (6) (150) 加速度計 1 3 4 (4) 8 (8)	混凝土應變計								
世 国 委 位 計 (5) (5) (5) 相對	PC-bar應變計								
相對變位計 (8) (8) (8) (8) (8) 鋼應變計 (2) (22) (22) (22) (22) (22) (22) (23) (23	垂直變位計								
調應要訂 (22) 多點式變位計 2 (2) 多點式變位計 (2) 傾斜管 5 (5) 溫度計 18 (8) (8) (24) (6) (150) 加速度計 1 (1) (3) (4) (22) (22) (2) (2) (2) (2) (3) (4) (4) (8)	相對變位計								
多點式變位計 (2) 多點式變位計 (2) 傾斜管 5 溫度計 18 (8) (18) (8) (24) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (6) (1) (3) (4) (8)	鋼應變計								(22)
夕紅丸寒世記 (2) (2) 傾斜管 5 5 10 温度計 18 8 48 101 30 6 211 加速度計 1 3 4 (64) (30) (6) (150) 加速度計 1 3 4 8 (8)	多點式變位計								(2)
(月料官 5 (5) (5) (5) (5) (5) (18度計 (18) (8) (24) (64) (30) (6) (150) (15	多點式變位計								(2)
加速度計 (18) (8) (24) (64) (30) (6) (150) 加速度計 1 (1) 3 4 (4) 8 (8)	傾斜管	5							
$ ^{\text{IM} \times \mathbb{C}}$ $	溫度計								
合計		(1)		(3)	(4)				(8)
	合計	130	8	91	174	44	5	50	502

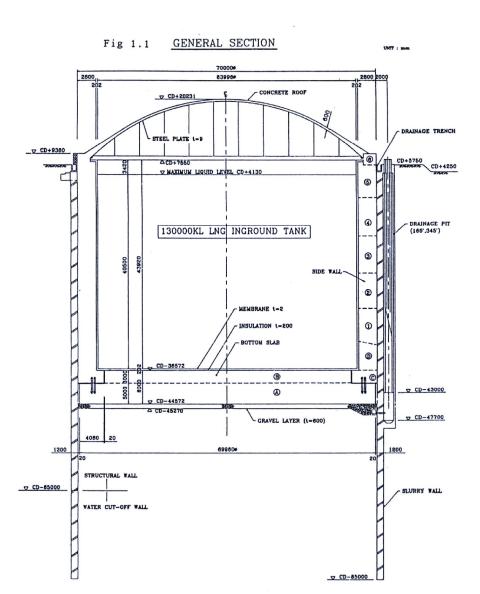
黑色數字表示儀器總數量,()內數字表示總數量中維護運轉儀器數量

儲槽Tank-106

III I I I I I I I I I I I I I I I I I								
儀器名稱	連續壁	抽水井	側牆	底版	周圍	底版下	頂蓋	合計
鋼筋計	40		28	28				96
土壓計	16							16
水壓計	16							16
孔隙水壓計					7	5		12
混凝土應變計	32		12	24			22	90
PC-bar應變計				4				4
垂直變位計				5 (5)				5 (5)
相對變位計				8				8
鋼應變計							22	22
多點式變位計	2							2
多點式變位計					2			2
傾斜管	5				5			10
溫度計	18 (18)	8 (8)	48 (24)	101 (64)	30 (30)		6 (6)	211 (150)
速度計								
合計	129	8	88	170	44	5	50	494

黑色數字表示儀器總數量,()內數字表示總數量中維護運轉儀器數量

儲槽結構剖面圖

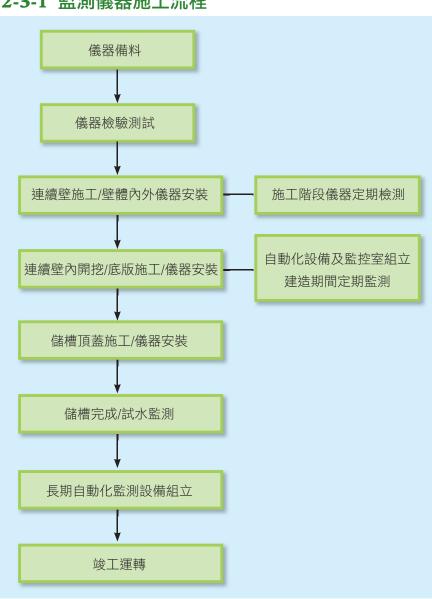


58

CD-61.000m

儲槽儀器剖面圖 35.000m 6,000m 6,000m | 6000m ₽ 6.000m 2.800m 1.200m DARINGE PIT CD+6.000m CD+5.750m CD+4.250m CD-0.55m CD-1.000m CD-2.000m CD-1.000m CD-3.000m CD-5.000m CD-8.650m 符 號 儀 器 名 稱 CD-10.000m CD-10.000m 鋼筋計(RB) 0 混凝土應變計(CS) Side wall 溫度計(TM) 台 加速度計(AM) CD-15.000m 相對變位計(DB) CD-16.600m 000 Pc-bar 調應要計(AS) CD-19.000m CD-19.000m 土壓計(TP) CD-20.000m 水壓計(WP) 多點式伸縮礦(DW) . 0 鋼應變計(SS) CD-24.550m CD-25.000m CD-28.000m CD-28.000m R=24 R=23 CD-31.050m CD-31.000m R=22 CD-32.050m R=16 R=12 Bottom slab ∇-36.572 CD-36.900m 36.890m CD-37.000m _37.070m LOT-B 38.690∎ CD-39.000m ·39.700m △-39.552 40.870m LOT-A 44.370m CD-43.000m 44.380m 0 R=30 CD-45.800m R=31 ē CD-49.000m Slurry wall CD-55.000m

2-3-1 監測儀器施工流程



2-3-2 監測儀器

(一)鋼筋計

安裝於儲槽連續壁及儲槽側牆、儲槽底版、儲槽頂蓋等,目的為監測儲槽開挖作業,擋土結構鋼筋應力之變化。

▼ 鋼筋計(連續壁內)



▲ 鋼筋計(儲槽內側牆)

(二)傾斜管

安裝於儲槽連續壁及儲槽外之土層,目的在監測儲槽開挖作業,擋土結構變化情形。

▼ 傾斜管(連續壁內)



(三)加速度計

安裝於儲槽連續壁 及儲槽內側牆、儲 槽底版、儲槽外側 等,目的在監測地 震所造成之加速度 變化。

▶ 加速度計(連續壁內)



▼ 加速度計(儲槽內外)



▼ 加速度計(儲槽內側牆)

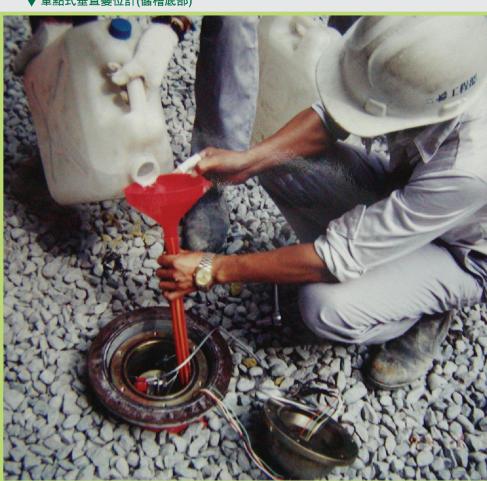


63

(四)垂直變位計

安裝於儲槽連續壁及儲槽底部、儲槽外側等,目的在監測儲槽底及儲槽外側不同土層之垂直壓密變化。

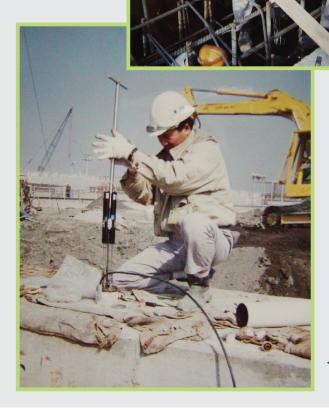
▼ 單點式垂直變位計(儲槽底部)





▼垂直變位計(連續壁內)

▲ 多點式垂直變位計 (儲槽外側)



◆垂直變位計 (連續壁頂部)

(五) PC-Bar應變計

安裝於儲槽側牆底部, 目的在監測儲槽注入溶 液後,所產生之垂直應 變。

▼ 鋼應變計(儲槽側牆底部)





(六)溫度計

安裝於儲槽外部,目的在監測儲槽注入天然液態瓦斯, 對於儲槽及儲槽外側土壤中 之溫度變化。

◀溫度計(儲槽外側土壤)

(七)自動化系統

監測儀器傳輸訊號線,位於儲槽90°及270°處,配線引入控制室,作為長期營運維護之用。

▼ 儀器訊號線彙整(儲槽外側)



▼ 儀器訊號線上線(自動化端盤)



(八)自動化控制室

長期營運維護之自動監測設備

▼ 鋼筋計、水/土壓計、自動監測系統





▼ 鋼筋計動態自動監測系統





▼ 加速度計自動監測系統(正/背面)





▼ 垂直變位計與鋼應變計自動監測系統(正/背面)





▼ 溫度計自動監測系統(正/背面)





◀ 自動監測系統(全景)

▼ 自動監測系統操作畫面



2-4 特殊功能的監測

特殊監測係因工程進行時,可能影響到周邊結構安全,且結構體較為特殊,而設計之監測儀器。

2-4-1 隧道/地下道工程安全監測系統

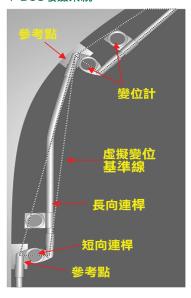
隧道施工監測採人工量測與自動化兩種方式,所測得資料具備正確性 與時效性,提供作為安全預警的依據。 常用儀器包含:全測站儀、變位計、收斂點(收斂儀)、襯砌土壓計、襯砌水壓計、計測岩栓、沉陷點等,採用種類及數量依需求而定。

2-4-2 貝斯特隧道變位系統

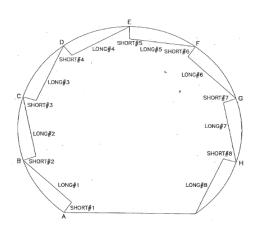
BCS貝斯特收斂系統 (Bassett Convergence System)提供隧道變位監測 之自動化系統。典型的應用如下:

- 1、記錄隧道因其它地下開挖所造成之變位,比對實際與設計符合預期。
- 2、隧道附近的建築活動、地震和其它人為因素影響,監測隧道變位狀況。
- 3、隧道營運階段,確保安全和控制隧道變位。

▼ BCS收斂系統

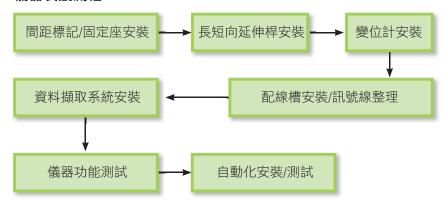


▼BCS隧道變位系統儀器安裝示意圖



7.

儀器裝設流程











▼ BCS變位計安裝



▼ 資料擷取系統安裝



▼ BCS收斂系統全景





自動化監測系統係以精密之監測儀器測讀相關數據,以對於預期變化較大或難以掌握的現象能夠獲得更進一步的了解。利用監測結果研判及分析有效掌握各種行為變化,對於異常之行為或現象提出預警,防範災害於未然。因此,自動化監測系統不僅具備全時監控,可立即反應的功能,更可以節省人工成本,得到長期且即時的數據資料。

安全監測系統之功能,在國內工程建設具備相當重要的角色,但往往在工程建造完工後,監測作業也隨之中斷,忽視營運維護階段之長期監測功能。

許多公共建設的災害事件是可以加以防範及預警的,重視即時監測, 掌握突發狀況,提供管理單位及大眾即時預警訊息,如此將可有效避免重 大災害發生,降低無謂的社會成本,保障人們生命的安全。















監測作業

3-1 監測的規劃與設計

3-1-1 基本資料的收集與確定

工程施作包含了相當多之影響因素,例如地質資料、水位資料、擋 土壁資料、開挖深度、支撐型式等,而這些影響因素,在監測工程設計階 段需參照這些影響因素而規劃,施工階段則透過監測工作將這些因素數據 化,進而管控工地本身及鄰近設施之安全。

3-1-2 監測的目的

監測的目的大致可分為下列幾項

(一) 設計參數之確認

透過監測資料來確認設計之參數是否符合現況,由實際的觀測結果即時回饋或修正施工設計。

(二)施工安全之掌握

透過監測資料來管理合理之施工進度及安全。

(三) 長期維護管理

透過裝設之監測儀器,長期觀察其數據變化,以此提供使用者了解 結構或周遭之行為變化。

(四) 責任鑑定之佐證

由觀測系統所獲得之資料,提供客觀且正確之資料,以確認災害或鄰損時之責任歸屬。

3-1-3 監測之項目

監測的項目可歸納為下列幾項

(一) 基準參考點設定

包含永久水準點及臨時參考點。

(二) 周圍土壤沉陷量測

包含地面沉陷點、淺式沉陷點、連續沉陷計、多點式伸縮儀等。

(三) 地中土壤位移量測

包含土壤中傾斜管。

(四) 結構物變形量測

包含結構物沉陷點、結構物傾斜計、裂縫計、連通管沉陷計、桿式變位計等。

(五) 地下水位及水壓量測

包含水位觀測井、水壓計、土/水壓計等。

(六) 壁體變形及應力量測

包含壁體內傾斜管、鋼筋應力計、混凝土應變計等。

(七) 支撐系統軸力量測

包含支撐應變計、支撐荷重計等。

(八) 開挖底部隆起量測

隆起桿、中間柱隆起點、筏基底版水壓計等。

(九) 周圍環境量測

雨量計、溫度計、地震儀、風速及風向計等。

各項監測儀器運用在不同工程用表列方式彙整如下:

説明:◎經常採用 ○偶爾採用

説明:◎經常採用 ○偶爾採用							
監測儀器名稱	深開挖 工程	水庫 工程	邊坡 工程	山岳 隧道	都市 隧道	橋樑 工程	營運 階段
沉陷點	0	0	0	0		0	0
位移觀測點		0	0			0	0
連通管沉陷計						0	0
桿式變位計	0						0
桿式伸縮儀		0	0	0	0		
傾斜管	0	0	0	0	0		
傾斜計	0	0	0	0	0	0	0
裂縫計	0	0				0	0
水位觀測井	0	0	0	0	0		
水壓計	0	0	0	0	0		
土/水壓計	0	0	0	0	0		
鋼筋應力計	0	0			0	0	0
混凝土應變計		0		0	0	0	0
型鋼應變計	0			0	0	0	
荷重計		\circ	0		0	0	
隆起桿	0						
筏基底版水壓計	0						0
收斂觀測點				0	0		0
計測岩栓				\bigcirc			
擺線儀		0					
雨量計		0	0			0	0
溫度計						0	0
加速度計		0				0	0
風速風向計						0	0
沖刷計						0	
流速計						0	

3-1-5 儀器之選擇與應用

儀器之選擇,通常需綜合考量監測標的之預估變化量、管理值大小、 使用之期限、現場環境、預算金額等。選擇最適合之產品,可説是攸關監測 成果成敗最直接之因素,下列依照儀器之種類、特性及應注意事項簡單説 明。

(一) 儀器型式分類

監測儀器之型式依年代不斷進化及創新,沿用至今台灣市場常用之儀器型式可分為下列幾種:

説明	:	◎優等	⊙次優等	○中等

型式	價格	準確度	反應速度	溫度影響	
電阻應變規式	0	0	0	\odot	
可變電阻式	0	0	0	0	
VWP振弦式	0	0	0	0	
EL電子氣泡式	0	0	0	0	
MEMS微機電式	0	0	0	0	
伺服加速度式	0	0	0	0	
紅外線光波式	0	0	0	0	

(二)量測範圍及解析度

監測儀器之選用常有錯誤之迷思,認為量測範圍越大越好,殊不知選擇了範圍卻犧牲了精度或解析度,例如同樣精度0.1%FS,選擇量測範圍10度之儀器就會比選擇量測範圍1度之儀器大10倍,所以選擇儀器之量測範圍「夠用就好」。

(三) 使用者對儀器之了解

選擇對的儀器之外,監測人員本身對儀器之了解程度應相對提升,由 於國內監測工作人員並無一有效之考核機制,時常發現安裝或量測之 人員經驗不足,造成儀器安裝後無法發揮最大效用,或是不正確之裝 設方式導致後續之量測及判讀皆是錯誤的。

3-2 監測的安裝作業

3-2-1 現場會勘

儀器安裝首要工作必定為現場會勘,因為從設計規劃至實際儀器安裝 通常相隔了一段時間,此段時間極有可能造成地形地物、施工條件之改變 或初期規劃未考量到之其他因素,所以在施工前需先至現場會勘,選定最 適合之施工地點及方式。

現場會勘需注意及記錄下列項目:

- ◆ 安裝位置後續是否有施工工項之進行,以避免儀器安裝完成後易遭受破壞。
- ◆ 若須進行開挖或鑽掘工作時,應會同相關管線管理人員確認地下管線 或基礎狀況,以避免施工時造成其他破壞。
- ◆ 量測動線之考量,儀器安裝完成後須進行長期量測,故需考慮量測動線或外在交通狀況,避免安裝完成後造成無法量測或因不易量測而影響量測品質。

3-2-2 施工位置圖及計畫書文件作業

(一) 施工位置圖作業

依據會勘結果,將儀器預計安裝之位置標示於基地平面圖並編號,儀器之編號方式應考量辨識之容易度或統一編號之順序規則,讓使用人員可從其編碼上獲得部分資訊,一般習慣為英文代碼+數字代碼。例如TI0701可解釋為TI代表建物傾斜計Tiltmeter之儀器代碼,0701中之前兩碼07可設為位置代碼,其可能為07車站之意思,或里程7公里處等等,01為第一個儀器之流水號,流水號之編列可統一由同一方向順時針旋轉編列,如此統一規格後,對儀器數量龐大之案件便可輕易

掌控儀器安裝位置之資訊。

(二) 計畫書文件作業

儀器安裝前除施工圖繪製外,仍必須製作施工計畫書送審核定後方可 進行安裝作業,此計畫書作業對監造單位或施工單位可說是所有後續 有關施工及驗收之基本準則,由此可知其重要性。

施工計畫書通常包含了下列幾項資料:

- 1、廠商及人員資格:包含公司基本資料、信用資料、履約能力(業績)等資料,以及施工人員學經歷、人數、主管人員、安衛人員等資料。
- 2、儀器採購計畫:包含選用之儀器及設備其廠牌、型號、精度、使用範圍等基本資料及採購數量、採購時程、驗收時程、儀器儲存之方式等。
- 3、儀器安裝計畫:包含各項儀器之安裝位置、預計安裝時程、施工方式及圖説、量測方式和其他相關工項之配合等。

3-2-3 儀器採購及試驗作業

依據採購計畫進行儀器採購後,除 原廠之出廠證明或檢查成績表等文件資料 外,仍需針對儀器有可能因運送過程或出 廠時間與使用時間之差異等因素造成儀器 規格有異。故在儀器安裝前,可在儀器之 使用範圍內針對其精度或線性等規格,進 行試驗工作,此試驗數量以百分比方式抽 驗,經試驗核可之儀器方可進場安裝。



▶ 鋼筋計拉力試驗

3-2-4 儀器裝設工作

儀器之裝設工作為整體安全觀測系統建立之成功與否,絕對是直接影響因素,不正確之安裝動作不只是造成儀器安裝失敗,甚至有可能會造成鄰損或破壞之結果,所以依照施工計畫規定施作及確實記錄施工狀況是不可省略之工作,下列將常用之儀器設備依其安裝工作之特性以圖片記錄方式説明。

(一) 地下鑽孔儀器之裝設要點

本項工作包含安裝永久水準點、土壤中傾斜管、水位觀測井、水壓計、多點式伸縮儀、降起桿等儀器安裝。

1、試挖工作:除會同管線管理人員確認管線位置外,所有地下鑽孔工作施工前皆需試挖以確認地下管線狀況,試挖可依現況採用機



▲ 試挖工作

器挖掘或人工試挖等方式。

- 2、鑽掘工作:進行鑽掘工作前須確認鑽孔之垂直度。
- 3、深度確認:依其特性可分為絕對土層確認深度方式或相對深度確認方式兩種。
 - (a) 絕對土層確認深度方式:包含永久水準點、水位觀測井、水壓計等,因儀器安裝位置需於預設之土層,故其實際深度需視現場狀況略做調整;例如永久水準點底部需安裝於岩盤或卵礫石層,水位觀測井或水壓計需裝設於砂層或透水係數高之土層。
 - (b) 相對深度確認方式:包含土壤中傾斜管、多點式伸縮儀、隆 起桿等,因其安裝深度一般與施工條件配合,故以地表高程為計 算深度之起點。



▲ 鑽掘工作

▼ 絕對土層確認深度方式





▲ 相對深度確認方式

86

4、儀器埋設:

(a) 永久水準點:外套鋼管分隔土層摩擦力,內套管為永久水準 測桿,中間以分格器分隔,頂部安裝不銹鋼球。



▲ 內套管埋設作業



▲ 頂部不銹鋼球





▲ 保護措施

(b) 土壤中傾斜管: ABS材質之傾斜管,台灣常用尺寸有3.34、2.75及2.54英吋等三種規格,因回填工作之確實度,選用內溝槽及平滑式接頭為較適合土壤中傾斜管安裝作業。

- (c) 水壓計:可分為豎管式及電子式水壓計兩種,電子式水壓計 安裝時需注意儀器保持在水中以確保濾石間隙無空氣殘留而影響 準確度。
- (d) 水位觀測井:為PVC管底部1.5公尺開孔,開孔率至少3.5%,開孔外部包覆濾網或不織布。



▲ 豎管式水壓計

▲ 電子式水壓計



▲ 水壓計安裝作業

- 安全監測!人與大地的對話
 - (e) 多點式伸縮儀:一般在土層中常用三爪儀式,岩層中使用鋼 筋錨式來區分。
 - (f) 隆起桿:外套鋼管分隔土層摩擦,內套鋁管為隆起測桿,中間 以分格器分隔。







▲ 隆起桿套管

▲ 隆起桿安裝作業

▲ 多點式伸縮儀材料



▲ 桿式伸縮儀



▲ 伸縮儀量測頭



▲ 三爪式伸縮儀

- 5、回填工作:回填料依安裝儀器之不同亦有不同之規定,一般可分為 下列幾種
 - (a) 七里石或細砂回填,使用於水壓計、水位觀測井、隆起桿及土 壤中傾斜管。
 - (b) 水泥皂土漿回填,使用於土壤中傾斜管及多點式伸縮儀。
 - (c) 水泥漿回填,使用於永久水準點。
 - (d) 皂土封層,使用於水壓計。



▲ 七里石回填作業





▲ 水泥皂土漿回填作業



▲ 皂土封層作業



◀水泥漿

6、保護措施:最後施作保護措施或告示牌,標示儀器編號並記錄相 關位置及復原場地。



▲ 結構儀器保護措施



▲ 地面儀器保護措施

(二) 連續壁內或基樁內儀器安裝要點

本項工作包含安裝鋼筋應力計、壁體內傾度管、混凝土應變計、樁體 變位計等儀器安裝。

- 1、鋼筋應力計與主筋續接方式:常用方式分為瓦斯壓接、螺牙續接及套筒續接三種。
- 2、鋼筋籠上安裝工作:儀器在鋼筋籠上安裝時需注意避開特密管位 置及搭接處,減少破壞之機會。
 - (a) 鋼筋應力計:續接完成之主筋,配合鋼筋籠施作架設,訊號 線沿著主筋內側延伸至頂部。



▲ 瓦斯壓接



▲ 鋼筋計訊號線保護作業



▲ 螺牙續接



▲ 螺牙車牙



▲ 鋼筋計架設於鋼筋籠





▲ 壁中型傾斜管

- (b) 壁體內傾斜管:分為與連續壁同深之 壁中型及穿透連續壁底部之合併型兩種。 壁中型可直接將傾斜管以固定器或鐵絲直 接固定於鋼筋籠上;合併型因需穿透連續 壁底部,故安裝時先在鋼筋籠上預埋6英 吋之套管,後續再以鑽機進行鑽掘與傾斜 管埋設之工作。
- (c) 混凝土應變計: 以鐵絲固定於鋼筋籠 上,訊號線沿著主筋內側延伸至頂部。
- (d) 樁體變位計:以鐵絲將錨定端固定於鋼筋籠上,再將外套PVC管及不銹鋼測桿固定於主筋不易受外力破壞處延伸至頂部。

▼ 合併型傾斜管-預埋鐵管





▲ 混凝土應變計

- 3、鋼筋籠吊放:鋼筋籠吊放時需注意 儀器之固定是否牢靠,隨著鋼筋籠 搭接,針對傾斜管及訊號線,亦需 做必要之續接或固定之工作。
- 4、混凝土澆置:連續壁或基樁吊放完 成後進行混凝土澆置,此階段應做 必要之量測以確認儀器訊號是否仍 正常,壁中型傾斜管需在管內加注 清水避免浮力造成傾斜管上浮。
- 5、保護措施:鋼筋籠頂部針對傾斜管 以鐵製外套管保護,訊號線以浪管 保護,預防劣質混凝土敲除時破壞 儀器,同時需標示儀器編號及裝設 告示牌並記錄相關位置。



▲ 樁體變位計



▶ 傾斜管搭接處續接





▲ 鋼筋籠吊放



▲ 噴漆標示並記錄相關位置

▼ 加注清水





▲ 鐵管、浪管及警示帶保護

(三) 支撐儀器安裝要點:

本項工作主要為支撐應變計安裝

- 1、安裝位置之選定:應裝設於支 摸H型鋼梁腹之中心線,並於 對稱之左右位置各安裝一只。
- 2、安裝位置之整理:應除去鐵銹 加以整平, 並以酒精擦拭乾 淨。
- 3、儀器安裝:振弦片及感應器以 點焊方式固定於型鋼上,若為 桿式應變計以電焊方式固定於 型細卜。
- 4、訊號線延伸及保護:訊號線延 伸,需考慮避免容易遭施丁破 壞之位置,必要時應變計安裝 位置須加裝保護盒。

(四) 鄰房建物監測儀器安裝要點:

本項工作包含安裝建物傾斜 計、建物沉陷點、裂縫計、軌 道沉陷點安裝。

- 1、安裝位置之選定:應裝設於建 物主要柱位上,並選擇容易量 測及誦視良好之位置。
- 2、裂縫計裝設方式:裂縫計與結 ▲ 電焊式應變計安裝 構裂縫垂首, 並於兩側鑽孔安 裝或是以AB膠固定裂縫計。



▲ 點焊式應變計振弦片安裝



▲ 點焊式應變計感應器安裝







▲ 建物沉陷點



▲ 建物沉陷點(大理石鋪面)





(五) 地面沉陷監測儀器安裝要點:

本項工作包含地面沉陷點及淺式 沉陷點安裝。

1、安裝位置之選定:應選擇道 路兩旁且無障礙物位置來安 裝, 並避免有重型車輛或重 型機械經過,通視良好之位 置。



▲ 軌道沉陷點

2、淺式沉陷點裝設方式:手持式破碎機,破除AC鋪面穿過碎石級配 至原土下方10cm後,使用長1m之19Ø鋼筋打入土壤中,保護蓋以 混凝土固定之,鋼筋頂端修成圓形以直立水準尺。 頂部保護措施 施作,可使用適當之澆注混凝土墊塊或用預鑄式混凝土箱,並帶 有鐵蓋,外套管內徑143mm、內套管內徑117mm,以保護沉陷基 準點,並留意雙管管壁間以黃油填充。



▲ 破除AC鋪面







▲ 鋼筋打入土壤中

▲ 雙套保護蓋

(六) 隧道監測儀器安裝要點:

隧道監測儀器之規劃除施工階段之隧道收斂點係以人工量測方式執行,在營運階段皆採用自動量測方式為基本考量。本項工作包含隧道收斂點、電子式收斂儀、桿式沉陷計、電子式傾斜計及三維座標全測站。

- 1、隧道收斂點裝設方式:利用環片螺絲孔裝設收斂測環。
- 2、每測點安裝兩只角度感應器感應其X及Y向角度,利用三角函數計 算公式換算其座標。

- 3、桿式沉陷計裝設方式:利用電鑽在選定位置鑽孔,以膨脹螺絲將 測桿固定裝設於建築物上。電子式桿式沉陷計固定於固定架上, 並調整其水平歸零值。
- 4、電子式傾斜計裝設方式:利用電鑽在選定位置鑽孔,以膨脹螺絲 將錨定端固定裝設於建築物上。傾斜計感應器固定於固定盤上, 並調整其水平及垂直方向。
- 5、三維座標全測站裝設方式:利用電鑽鑽孔安裝方式,在選定位置 於結構物上安裝菱鏡,以膨脹螺絲將菱鏡固定裝設於結構物上。 將三維座標全測站儀固定於固定架上,並以膨脹螺絲將固定架固 定裝設於地板上,全測站需可通視所有菱鏡。



▲ 隧道收斂點

102





▲ 電子式收斂儀









▲ 電子式傾斜計

▼ 稜鏡





▲ 全測站

104

(七) 邊坡監測儀器安裝要點:

邊坡工程可安裝之監測儀器項目種類如下圖,本節主要以自動化量 測儀器補充説明,本項工作包含電子式傾斜管、地滑計、地錨荷重 計、電子式水壓計、電子式傾斜計及鋼索感應計。

説明:◎經常採用 ○偶爾採用

監測儀器名稱	深開挖	水庫	邊坡	山岳	都市	橋樑	營運
	工程	工程	工程	隧道	隧道	工程	階段
沉陷點	0	0	0	0		0	0
位移觀測點		0	0			0	0
連通管沉陷計						0	0
桿式變位計	0						0
桿式伸縮儀		0	0	0	0		
傾斜管	0	0	0	0	0		
傾斜計	0	0	0	0	0	0	0
裂縫計	0	0				0	0
水位觀測井	0	0	0	0	0		
水壓計	0	0	0	0	0		
土/水壓計	0	0	0	0	0		
鋼筋應力計	0	0			0	0	0
混凝土應變計		0		0	0	0	0
型鋼應變計	0			0	0	0	
荷重計		0	0		0	0	
隆起桿	0						
筏基底版水壓計	0						0
收斂觀測點				0	0		0
計測岩栓				0			
擺線儀		0					
雨量計		0	0			0	0
溫度計						0	0
加速度計		0				0	0
風速風向計						0	0
沖刷計						0	
流速計						0	

- - 1、電子式傾斜管裝設方式:於安裝完成之土壤中傾斜管內加裝電子 式傾斜儀感應器即可自動量測作業。
 - 也滑計裝設方式:地滑計係由鋼索及重錘帶動電子式變位計所組成。
 - 3、地錨荷重計裝設方式:在地錨反力座及錨頭間架設電子式荷重計。
 - 4、電子式水壓計裝設方式:監控坡地之水位及水壓變化。
 - 5、電子式傾斜計裝設方式:將傾斜計感應器固定於固定盤上,並調整其水平及垂直方向,可監控坡地岩石及格子樑之穩地性。
 - 6、鋼索感應計裝設方式:在土石流或落石可能發生之要道,架設鋼索感應計,偵測異常之變化。



▲ 電子式傾斜儀感應器



▲ 地滑計



▲ 地滑計



▲ 電子式傾斜儀感應器裝設



▲ 電子式傾斜計



▲ 鋼索感應計

(八) 橋梁監測儀器安裝要點

橋梁工程可安裝之監測儀器項目種類(同前説明),本節主要以自動化 量測儀器補充説明,本項工作包含連通管沉陷計、桿式變位計、電子 式傾斜計。

- 1、連通管沉陷計裝設方式:將沉陷計及固定水槽分別固定於墩柱及 基準點,利用連通管水位平衡方式測量墩柱之沉陷狀況。
- 2、電子式傾斜計裝設方式:將傾斜計感應器固定於固定盤上,並調 整其水平及垂直方向,可監控墩柱之傾斜狀況。
- 3、桿式變位計裝設方式:可監控橋面板之沉陷剖面。

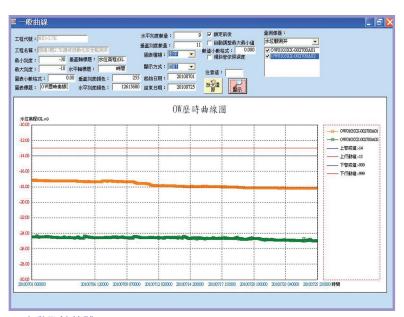


(九) 自動化量測設備安裝要點:

本項工作包含自動化擷取系統、訊號傳輸系統及自動監控軟體。

- 1、自動化擷取系統裝設方式:安裝位置之選擇應考量訊號線路之方便性及安全性,項目包含集錄主機、特殊訊號轉換器、擴充模組等。
- 2、訊號傳輸系統裝設方式:訊號傳輸系統之選擇應考量方便性、 安全性及經濟性三種綜合評斷,常用之訊號轉換有RS485、 RS422、ADSL、RF、GSM、GPRS及光纖等。
- 3、自動監控軟體裝設方式:目前自動監控軟體發展,皆已可透過網際網路遠端同步監控,並即時計算物理量變化、歷時曲線查詢及列印、電子報表彙出及列印、燈號顯示、簡訊及電子郵件告警。





▲ 自動監控軟體



▲ 自動化監測軟體

監測的量測作業

3-3-1 初始值設定

儀器裝設完成待其穩定後,即可進行初值量測,各項儀器穩定時間如 下説明:

(一) 地下鑽孔儀器:

包含永久水準點、土壤中傾斜管、水位觀測井、水壓計、多點式伸縮 儀、隆起桿等儀器,為讓回填材料或水位與現地地質平衡穩定,一般 為儀器安裝7天後進行初值量測。

(二)連續壁或基樁內儀器:

包含鋼筋應力計、壁體內傾斜管、混凝土應變計、樁體變位計等儀器,以達到混凝土28天抗壓強度後進行初值量測。

(三) 其它種類儀器:

原則上無上述或其它之影響因素者,安裝完成後即可進行初值量測。 初值訂定一般需量測2、3次後,確認其數值穩定,並以其平均值訂 定為初始值。

3-3-2 觀測頻率

初始值訂定完成後,即可進行觀測工作,通常會依施工進度及儀器特性有不同階段之觀測次數或頻率規定,下表係依工程施工進度來區分:

施工時期	頻率		備註
連續壁施作	至少1次/2週	么、古增	若有特殊需求或狀況, 如超出安全管理值時, 需依需求加密觀測
主體開挖	至少2次/週		
構築階段	至少1次/週		

▼ 水位觀測井量測工作





▲ 傾斜管量測工作

3-3-3 測讀儀器設備校正

測讀儀器設備長期使用有可能因設備老化或使用習慣等因素,造成本身精準度產生誤差,定期進行測讀儀器設備校正可避免不必要之錯誤訊息。 一般建議在無異常之狀況發生時,應每半年進行一次校正工作,若有特殊狀況,例如設備不正常之碰撞、數值與前次差異很大時應立即進行校正工作。



▲ 傾斜儀感應器校正



▲ 指示器校正

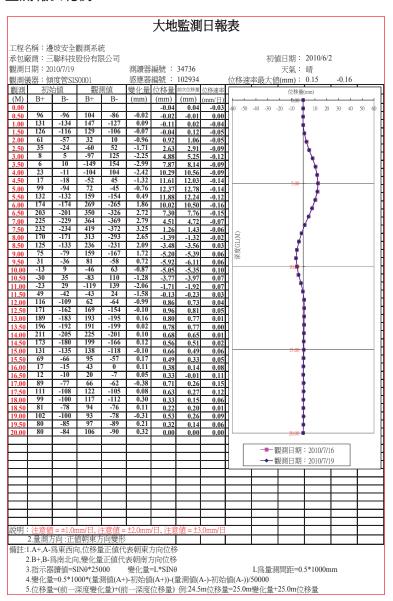
3-4 監測結果的分析研判

3-4-1 量測資料彙整及報告製作

報告之格式可分為日報、週報、月報等不同格式,每次量測之資料應 彙整成電子報表提送,監測報告最少包括以下各項資料:

- ◆ 監測日期及時間。
- ◆ 温度及氣候。
- ◆ 監測儀器及監測設備之編號、規格或型式。
- ◆ 監測儀器狀況。
- ◆ 在儀器四週之異常狀況,例如施工或破壞等。
- ◆數值記錄及變化量圖示及分析。

監測報表範例



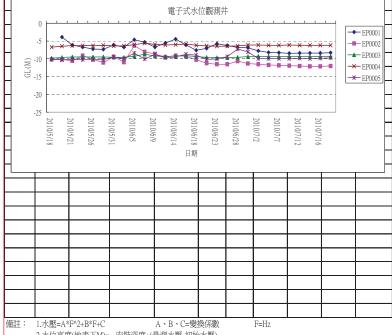
監測報表範例



工程名稱:邊坡安全觀測系統 承包廠商:三聯科技股份有限公司

觀測日期:2010/7/19 初値日期: 2010/6/2

測讀器編號 : 13677 觀測儀器:電子式水位觀測井 天氣: 晴 裝設深度 換 初始値 觀測値 水位高度 初始水位高 水位變化 初始水位 (m) Α В C 量測日期 2870 -1.47 2010/6/2 EP0001 20 -2.2625E-05 -1.3040E-03 1.9016E+02 2740 -8.29 -6.82 EP0002 -2.4737E-05 2842 -12.03 -10.13 20 -3.2917E-03 2.0919E+02 2762 -1.90 2010/6/2 EP0003 25 -2.5436E-05 -1.1671E-03 2.0567E+02 2821 2662 -9.38 -9.51 0.13 2010/6/2 EP0004 20 -2.3552E-05 9.8854E-04 1.8199E+02 2801 2646 -6.21 -6.31 0.10 2010/6/2 EP0005 20 -2.5862E-05 6.0596E-03 1.9725E+02 2881 2777 -9.75 -10.03 0.28 2010/6/2



- 2.水位高度(地表下M)= 安裝深度+(量測水壓-初始水壓)
- 3.注意值 = ±2.0M, 警戒值 = ±3.0M, 行動值 = ±4.0M
- 4. 初始水位採2010/5/24~2010/6/2共5筆量測値平均

3-4-2 資料判讀及管理值檢核

監測系統在規劃階段即會依據各項工程分析理論值訂立容許之管理 值,一般管理值較常分為以下三階段管控。

(一) 正常狀態:

表示數值皆為正常並小於警戒值,若用燈號顯示為綠燈,代表工地可繼續正常施工,量測工作依一般量測計畫執行。

(二)警戒值狀態:

表示數值大於警戒值且小於行動值,若用燈號顯示為黃燈,工地需注 意施工情形、並準備可能的應變措施,量測工作需加密觀測並即時反 應現場狀況至數值穩定。

(三) 行動值狀態:

表示數值大於行動值,若用燈號顯示為紅燈,工地應暫停施工、檢討施工工項並進行穩定及補強措施,量測工作持續加密觀測並即時反應現場狀況至數值穩定。

3-4-3 異常資料分析研判

當量測資料有異常之狀況時,可由下列幾項原因先行檢討:

(一) 人為錯誤:

量測人員在量測時可與之前之量測數據做比對,因為量測數據有可能因量測過程之疏忽造成錯誤之記錄。例如量測動作不確實、儀器接線不良或謄寫錯誤等,發現異常時應立即重新補正。

(二) 儀器破壞或失效:

若再次確認並非人為錯誤時,應再檢查現場安裝之儀器是否因外力撞擊或破壞之現象,訊號線是否有外部干擾或短路之現象,量測設備電力或反應是否正常,必要時應以備用儀器同時檢測。

(三) 鄰近儀器檢核:

一般設計觀測儀器皆會考慮2至3種比較檢核,當單一儀器發生變化之訊號時,可同時檢核鄰近儀器是否同步變動,相互比對便可確認訊號之可靠性。

(四)施工記錄:

當監測數值超過管理值時,應查詢近期相關之施工記錄,確認監測數值變化是否合理,因工地可能臨時抽降水或非主體工程之開挖施工等因素,皆有可能造成數值變化。

(五) 現場觀察:

現場記錄是最真實之反應,監測人員應同時觀察現場狀況,例如壁體 是否有滲水之現象、鄰近道路是否有塌陷之狀況、鄰近建築物是否有 住家反應裂縫等問題,此部分資料皆可佐證數值反應之合理性。

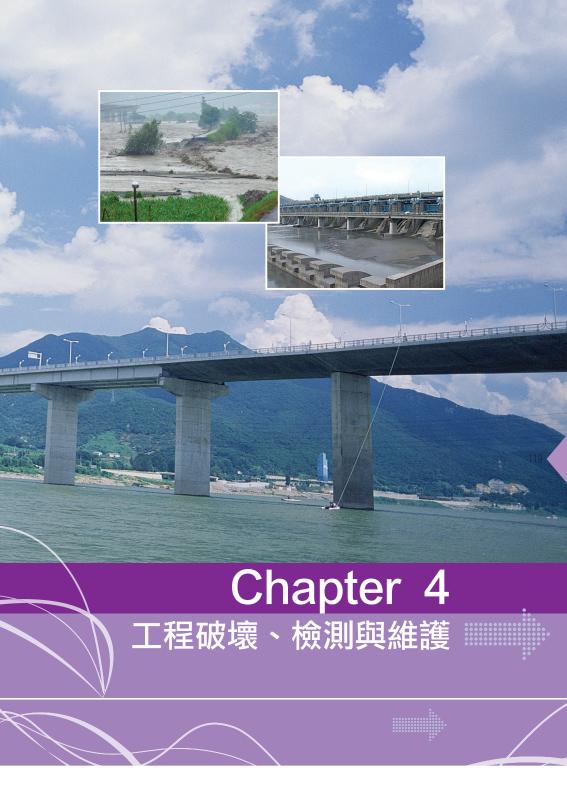
(六) 鄰近區域之施工狀況:

由於目前土地取得有限,尤其在大台北地區,公共運輸工程及大型深開挖工程常同時興建中,鄰近之影響因素由分析軟體卻無法考量周全,但其重疊效應卻是存在的。例如大量降水有時其影響範圍可能達幾百公尺至幾公里,鄰近開挖影響範圍相互加乘等狀況,皆超出設計者之原本假設。

3-4-4 回饋分析及修正

施工中應每階段檢核監測數值以確認工地執行安全狀況,正確之監測數值應可合理回饋設計,照圖施工並非是最好的施工方式,能依據現況修改施工方式才能符合現今之施工品質要求。例如監測數值發現壁體變形過大,可考量增加水平支撐數量、水位及水壓過高時應檢核抽水井效率,必要時增加抽水井數量。監測,是一項預防與記錄的工作,施工階段主要是預防因施工不當、參數有誤或突發狀況等造成工地危害事件。施工完成後之資料記錄可列為後續設計理論之參考數據。





Chapter 4

工程破壞、檢測與維護

4-1 工程災變事件

高屏大橋民國67年完工通車,設計使用年限60年,民國79年因為 洪水沖刷造成橋墩裸露,民國82年橋墩裸露加劇,交通部將之列入危險 橋梁,民國89年橋面斷裂,造成原因除暴雨洪水外,砂石超限開挖盜 採,導致攔河堰固床工程上下游輸砂量無法平衡,橋基河床下降。

石門水庫民國53年完工啟用,至今已超過46年歷史,原設計使用年限82年,由於山坡地過度開發,超限利用的高山農業、人為造林,不當產業道路開闢,缺少整體管理機制,導致民國85年賀伯颱風及93年艾利颱風所帶來暴雨,沖刷上游集水區的山坡地,造成大量土石崩塌,泥沙淤積水庫。



▲ 擋土牆貫入深度不足砂湧破壞



▲ 預壘樁施工不良基地開挖滲水

設計使用年限不應只是僅供參考,這些案例讓我們警覺到長期安全維 護工作之重要性。我們的防災預警機制只能治標,不能治本,結構安全性 受到大環境的影響常常超出我們的想像。

4-2 工程的破壞型態

台灣過去長期以來的都市發展及公共工程更新,建築的規模及深度,都變得更為複雜及具挑戰性,儘管近年來工程在設計或施工技術上都已相當成熟,但工地災變造成之鄰損事件仍時有所聞。

造成破壞的發牛原因有:

- ◆ 規劃設計不當
- ◆ 施工品質不良
- ◆ 工程管理不善
- ◆ 材料工法不妥
- ◆ 天然災害引發



▲ 連續壁品質不佳基地開挖砂 湧破壞

■連續壁施工不良鋼筋裸露

4-3 台灣基礎設施所受之危害

辛樂克颱風帶來的豪大雨,造成全省六座橋梁受損斷裂。廬山地區 颱風暴雨沖刷,泥流由上而下重創溫泉區。薔蜜颱風造成貓空纜車停駛, 坡地土石崩落,影響塔柱基座安全性。每一次的颱風豪大雨災害,總是不 斷提醒我們在下一次事件發生前,作好準備及防範,避免同樣的錯誤再次 發生。山坡地的過度開發,水土保持沒有作好,山區土石流及邊坡滑動仍 會繼續發生。人為的不當砂石開採,橋基遇洪水嚴重沖刷裸露,再好的建 築結構也會崩陷破壞。

天災難測,人為變數又何其多,治本之前首要之務,應先建立即時 預警系統進行防災。以改善現行傳統人力有限及天候不利因素,提供正確 即時情報,防止下一次災情繼續重演。

都會區的綿密交通路網錯綜複雜,已營運的設施肩負大眾運輸功能,新建的工程則不管是高架化或地下化施工,對營運路網的安全都有相當程度的影響。所以,都會區近接工程的施工品質對交通要道的安全性,更要進行即時全面的監控及評估,防止工程災害的發生,安全防災措施亦應該從過去傳統監測方式進展到自動化即時預警監控模式。

「預防勝於治療」的道理我們都懂,我們所處的生活空間及環境, 無論是親山近水之地或人口密集的都會區,無論是天災或是人為的災害, 都會直接影響我們生活作息的方便性及安全性。

4-4 環境變遷,基礎設施與安全監測

4-4-1 整合性防災

包含交通、大地、結構、營建、水利…等土木工程,考量條件為安全、實用、經濟,其中又以安全為最重要。土木工程的安全問題,不只是構造物本身,其中牽涉的問題很廣,不能只看到單方面,必需要有整體性的了解才能夠解決。我們所處的大環境,受到外在因素如強風、地震、洪水沖刷、環境濕熱、化學腐蝕作用等。這些因素對結構進行快速或長期的作用,造成結構損壞老化。例如:水庫壩體除了本身結構安全性外,對上游集水區的整治及下游河道的穩定性均需納入全面考量;河川橋梁除橋基結構安全,亦需考量豪雨所造成的河道水流變化,是否沖刷橋基引起沉陷傾斜,影響行車安全;山坡地及危險溪流附近之建築物,除建築結構物安全性,亦可能遭受到山洪土石流的威脅影響。所以土木工程防災問題,必須朝不同角度切入探討並進行作法上的整合改進,方能獲致具體成效。

台灣自然環境多變,隨時隨地都可能會有災害發生。面對此一事實,雖無法避免,但在人力許可範圍內,必須重視先進土木防災科技之引進及推動,全面建立防災預警系統,並加強監測資料庫之建立與整合工作,以提高災害危機意識及防災水準與功能。過去對結構物進行檢測,耗費相當多的人力和經費,但對於即時性或長久持續性的訊息則無法完整取得,失去對環境及結構物特質變化掌握的能力。近年來,由於在感測器、訊號擷取、資料傳輸、儲存科技等發展應用普及,已陸續建立智慧型防災預警系統。對民生基本設施,如橋梁、水庫、港灣、道路等公共工程系統,進行大量及常態性的安全評估工程,以掌握大環境外在因素的變遷分佈,有利於提供後續評估、預警及回饋設計應用之依據。

未來產業發展趨勢,土木與機電整合、軟硬體與網路通訊整合、資料 庫與防災設計的整合…等,經由過去災害的發生經驗及資料庫累積,以及 先進防災科技的引進、預警系統的建立、資料庫的整合,防災監測工作已 朝向全方位全天候的即時預警模式。

4-4-2 預警系統的可靠度

歷經長期有系統的資料收集研究分析,對當地大環境有深入的了解調查,才能建立有效的預警模式。一個完整預警系統的運作,除了規劃設計及施工執行階段,需符合達到品質要求外,分析評估者需具備豐富的專業知識及經驗,加上完整的資料佐證,方能綜觀全局進行研判。

台灣地區各種民生基本設施,如橋梁、水庫、建築、道路、港灣結構等,許多早期建造的結構物已屆其使用年限,在使用期間將無可避免會受到許多天然因素、環境背景及設計施工因素等影響,產生結構性或經常性的損壞,影響其正常功能。

我們的防災預警機制是大地的檢驗師,結構的安全性透過監測資料 輔以學理經驗可以加以分析評估。大環境的變化對安全性的影響,有賴持 續透過防災預警系統,留下有價值的資料記錄,以了解問題點,思考整體 性、長期性的有效解決之道。

4-4-3 「監測資料庫管理系統」的建立

「監測資料庫管理系統」的建立架構,便是要以有限之維護預算,配 合現場的智慧型預警系統,依各項民生設施結構之損壞老化程度,經過數 據分析後,進行維護優先順序排定之工作,使維護之成效在經費限制下仍 能達到極高之水準。 任何一種功能強大且完整之資料庫管理系統,各項功能模組皆須架構於其豐富詳盡的資料庫之上,方能發揮其具體功效。目前國內各級主管機關由於人力、經費之限制,對於其所管轄之公共工程系統,尤其是老舊橋梁,很少保存有完整的資料,各單位的資料仍以傳統方式保存,既佔空間又不易查詢。雖已進行電腦化作業,但仍缺乏統一的格式,無法利用相關資料進行整體性的考量。因此國內未來欲採行資料庫管理系統時,勢必無法完全引用國外原有系統,而須自行發展適合台灣環境特性與管理需求之系統。除相關文字、照片、圖説等尚需包含資料之保存與管理、監測資料之查詢及統計分析等,因應不同系統功能需求,以發展出切合實際需要之資料庫管理系統。

4-5 基礎設施之安全評估與檢測

我們的民生基礎設施逐漸普及成為主流,大約是在民國60年代末至70年代初期,使用至今已開始步入衰退期。過去對於防災工程對策,多以科技、工程硬體設施來防災,但到底要如何來做才有助於相關單位對防災計畫的調整,以降低至最小的損失。

4-5-1 基礎設施現況分析:

(一) 基礎設施: 鐵路/公路/橋梁/捷運/高鐵/水庫/電廠/港口。

(二)中年危機:70年代大量興建的公共工程進入『中年期』。

(三) 折損現況:過度使用/天災毀損/材料老化。

(四) 傳統策略:消極的目視巡查/一般的清理維護/壞了再修。

(五)維護工程:包含設施維修/補強/功能擴充/災後復建等。

未來維護工程的比重將會逐漸加重,以往新建工程較單純的施工程序 與技術需求,將轉變為程序較複雜且技術整合性高,可因時因地制宜的維 護工程。

4-5-2 工程設施維護的策略:

(一) 反應式維護:

一般目視檢測或通報系統發現破壞,對安全或效率上影響,而採取的 維護措施。

(二) 預防式維護:

透過監測資料或設施維護管理之歷史資訊來分析工程設施產生破壞的時間點,並訂定維護頻率。

(三) 積極式維護:

126

透過監測資料與破壞原因的探討,進行破壞原因之矯正維護。

4-5-3 維護工程的鐵三角:

(一) 設施管理單位:

建立設施基本資料庫,掌握設施現況,評估維護工程執行所需之經費、人力、物力需求。



▲ 水平支撐系統預壓力監測



▲ 隊道收斂監測

(二) 工程設計單位:

評估設施現況功能,進行設計,保留彈性以利施工或後續維護之回饋 分析。

(三) 監測施工單位:

維護工程專業能力要求較新建工程為高,提昇專業技術層次,包括專業人力培訓、系統整備,以及資訊及實績的累績等。



▲ 土層水平變位監測





▲ 鄰房傾度監測

▲ 地下水位監測



▲ 連續壁完整性檢測



▲ 敲擊式完整性檢測





▲ 混凝土超音波完整性檢測設備

4-6 基礎設施維護管理之重要性

於民國70年代大量建造的重大公共工程如十大建設、十二項建設等陸續進入「中年期」,由於日益頻繁的天然災害及設施的過度使用、建造材料的老化,使得結構體功能性折損,已經不符合現況的需求,如何作好營運維護管理?如何進行加固補強工程?如何應用科技監測預警?來確保基礎設施使用期間的安全性,是我們大家必須審慎思考的課題。





Chapter 5

台灣工程監測巡禮

5-1 另類的工程監測

前面章節已提及形形色色各種不同型態的工程監測,均屬較為大型或主流的項目。為免有遺珠,特於本章節將較小型、非主流或可能成為一次性的項目列為另類工程監測予以介紹如下:

- 1、筏式基礎抽水監控自動警報系統。
- 2、軌道安全監測自動警報系統。
- 3、箱涵吊掛監測。
- 4、歷史建築老舊車站修復頂升監測。

5-1-1 筏式基礎抽水監控自動警報系統

本案例工程基地緊鄰高雄港碼頭區域,屬深開挖基礎工程,地下室開挖採連續壁擋土結構及筏式基礎施作。地下水位高程變化易受潮汐影響,且於地下結構體完成後靜置期較長,為避免上部結構體建造完成前,結構體自重不足以壓制筏基底部之上舉水壓力,擬以持續抽水減壓控制基礎之上浮量。

監測項目設計

項目	業 主 需 求	監 測 儀 器 設 計
1	觀測排放出口是否有水排出?	水流觀測計
2	觀測抽水馬達是否正常運轉?	電流計
3	電力來源?(台電?備用發電機?)	燈號顯示辨別
4	上述功能故障時自動啟動警報系統 發出聲響、閃爍警示燈、自動電話 通報相關人員。	蜂鳴器、警示燈、自動電話 撥號語音警報器



▲ 地下室結構體完成(一)



▲ 地下室結構體完成(二)



▲ 控制室





▲ 控制箱面版、電流計、警報器



▲ 自動電話撥號語音警報器



▲ 水流觀測計

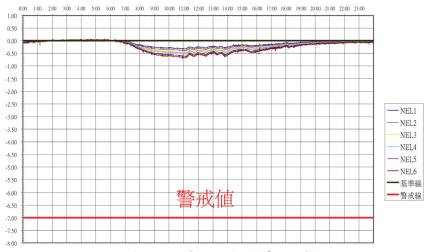
5-1-2 軌道安全監測自動警報系統

本案例工程位於台灣高速鐵路C280標台南縣六甲段軌道路線,當時全長345.2公里的台灣交通新動脈「台灣高速鐵路」之各項工程正如火如荼的展開,逢山開路,遇水架橋。因採高架設計需跨越營運中的台鐵軌道上方,成垂直立體交叉狀。為安全考量,台灣高速鐵路營建承包商特委託「三聯科技股份有限公司」規畫並裝設一套軌道安全監測系統,於台鐵北上、南下軌道路線兩側高架橋墩基座施工開挖期間,監測軌道之沉陷量變化情形,確知現行營運軌道之穩定度,以確保行車安全。

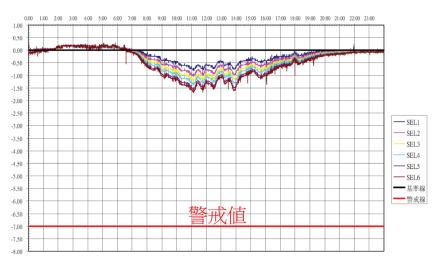
▼ 抽水馬達運轉監測



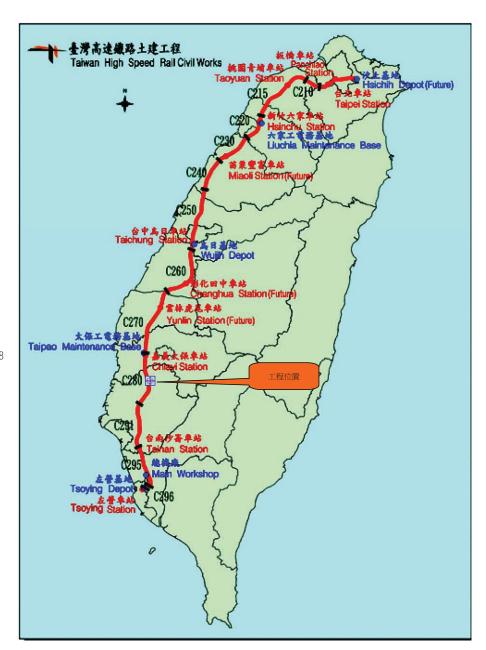
軌道運輸系統運量大、成本較低,舒適性高;載人、運貨兩相宜;因 而在交通發展歷史上一直佔有著重要地位。更由於歷史悠久,沿途風景秀 麗;總是令人無限暇思。但近來全球火車意外事故頻傳,造成無辜旅客與 至親天人永隔,軌道運輸系統交通失序。危險常在不知不覺中誕生,其不 確定因素導至軌道系統安全亮起紅燈,無耐的民眾除了提高保險金額之外 能有更好的辦法嗎?有!促請政府監督軌道交通業者做好軌道安全監測系 統,防患意外災害發生於未然。



北上軌道沉陷量監測歷時曲線圖



南下軌道沉陷量監測歷時曲線圖



(一) 軌道安全自動監測系統規畫

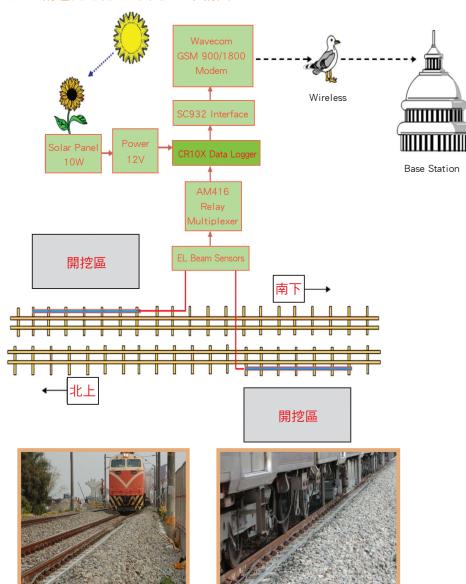
業主依台鐵要求及現地環境需求提出五大期望:

- ◆ 全程採用自動監測系統
- ◆ 監測頻率(1次/30秒)
- ◆ 可作遠端監控
- ◆ 電源DIY
- ◆ 俗擱大碗



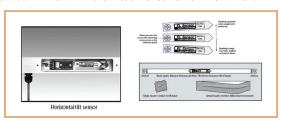


(二) 軌道自動化監測系統主架構圖

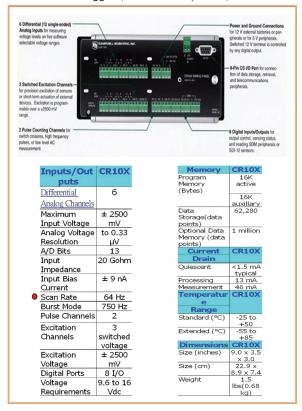


♦ Horizontal Tilt EL Beam Sensor (SINCO,U.S.A.)

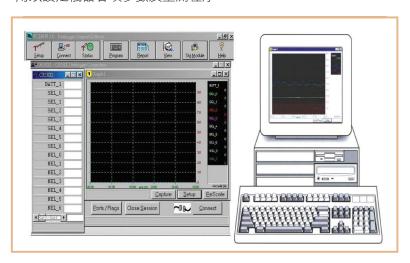
用以監測軌道差異沉陷量變化情形,檢測軌道之穩定性與安全性。



CR10X Data Logger (CAMPBELL,U.S.A.)



◆ PC 208W Software Package (CAMPBELL,U.S.A.) 用以設定儀器各項參數及量測程序。



◆ GSM 900/1800 Modem (WAVECOM,U.S.A) 透過GSM Modem作無線傳輸(Wireless),將量測資料送回Base Station供分析與判讀。



(四) 現場架設



業主:韓尚斗山里企業

工程名稱:鉄道流陷監測 系統安裝

施工單位:三联科技(股)公司

施工日期: 91. 7.19





(五)施工應注意事項

- 1、Solar Panel太陽能板架設時應注意高度限制問題;以免誤觸軌道上方高壓電纜線發生危險。
- 2、EL Beam Sensors 螺接時需使用橡膠墊片;儀器因軌道振動而鬆 脱。
- 3、於施工影響範圍之外,另行設立第二個不動點(BM2);以便必要 時使用水準儀與第一個不動點作Double Check。
- 4、施工前應通報臺鐵及營建承商各相關人員,並於施工中派員擔任 警戒;隨時注意現行列車動向,避免發生工安意外事故釀成災 害。

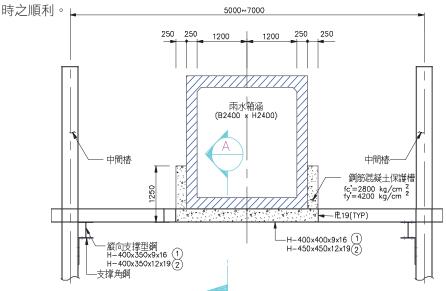
(六) 軌道安全自動監測系統與傳統軌道監測之比較

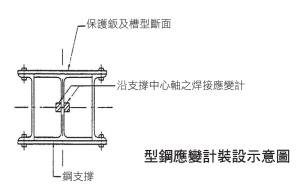
- 1、傳統軌道監測方法:
 - ◆ 派員目測檢視。
 - ◆ 於軌道枕木上裝設沉陷釘;使用水準儀及箱尺作人工量測。
- 2、軌道安全自動監測系統:
 - ◆ 使用科技化產品及先進儀器作無人、無線量測資料自動傳輸。
- 3、優缺點比較:

項目	傳統軌道監測	軌道安全自動監測系統
所需時間及人力	耗時費力	省時省力
觀測頻率	頻率較低	頻率較高較即時
準確度	容易產生人為誤差	正確性及精度較佳
天候	易受天候影響	不受天候影響
安全性	檢測人員安全性較有顧慮	因採無人檢測安全性較高
所需費用	人力成本高於設備成本	設備成本高於人力成本

5-1-3 箱涵吊掛監測

高雄捷運紅線路線施工時,依據高雄市政府下水道工程處所提供之管 線資料,於R13車站中央位置有一2.4m x 2.4m雨水箱涵通過,其埋設位置 在地面下2m~3.5m之間,由於站體外並無足夠空間可供雨水箱涵遷移,為 使站體施工不受其影響,故對本管線進行吊掛保護,以確保R13站體施工





R13站體開挖深度達19.6m,共分為五階段開挖並分層支撐,吊掛保護係於第一階段開挖中,依據雨水箱涵實際之埋設深度,配合施作。

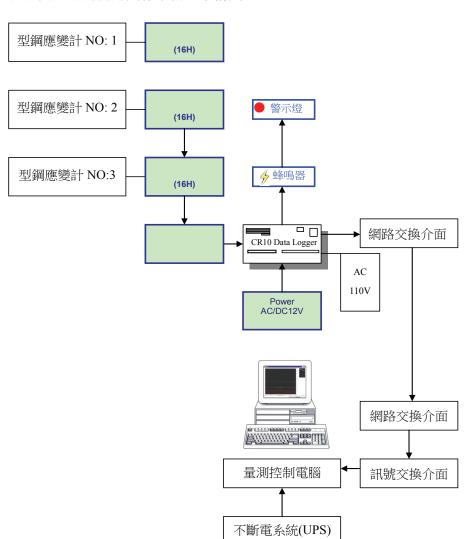
為了確保吊掛系統之穩定,施工期間避免影響附近建築物與公共設施之安全,並且能作為施工進度安全之參考,確實掌握施工期間之工地狀況,以作為施工安全管理之依據,特擬定一套完整的監測系統,提供工程施工中最具經濟效益之工程安全管理及控制。

(一) 吊掛監測系統-測量項目與種類

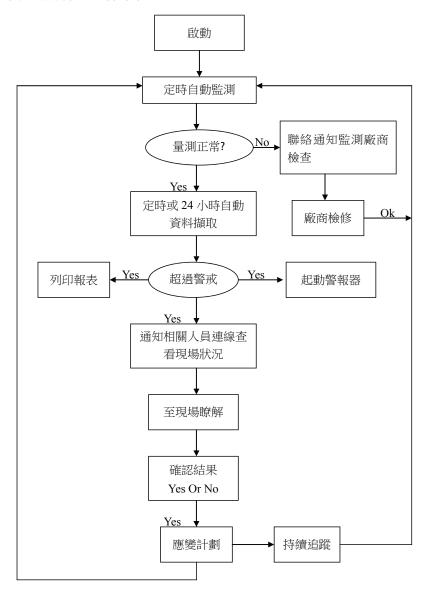
測量項目	測量頻率	目的
目視確認	每天一次 (異常時自動計測值)	 雨水箱涵漏水確認
鋼材應力測定	自動計測	吊掛保護狀態確認 早期發現自動測量之變異
雨水涵管高度測定	一星期一次 (異常時自動計測值)	吊掛保護狀態確認

監測種類	監測項目	監測內容	
自動監測	 吊掛部材測定 	於吊掛型鋼表面貼上應變計,平時監 測。緊急時則工務所設置之警報會響。	
人工監測	 雨水管沈陷儀測定 	每20m間距放置一沈陷儀以測定箱涵本體之高程。	
人工目視監測	日常人工目視監測	1、承受型鋼之焊接部是否異常。 2、連接螺栓之鬆弛異常。 3、混凝土之裂縫、漏水與否。	
	特殊狀況時人工目 視監測	大雨、地震時從自動計測得知異常時, 馬上到現場檢測上述1~3點結果。	

(二)安全監測自動警報系統主架構圖



(三)安全監測管理流程圖



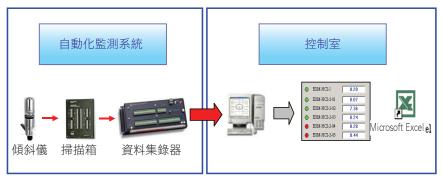
5-1-4 歷史建築老舊車站修復頂升監測

旗山火車站建於1910年,風格形式介於歐、日混合樣式建築風 格,充滿童話般的風味,木造兼磚造建築。左邊是木造八角形候車室, 仿造哥德式教堂的尖塔,右邊有三角形山頭,斜披式的屋角,屋瓦以斜 方向排列。因年代老舊為保存歷史建築文物,逐步進行整修工程。為了 確保整修施工期間之安全性,並監督建築物頂升施工過程產生的各項問 題,以能及早發現修正,故借助安全監測系統提供工程施工中最具經濟 效益之工程安全管理及控制。

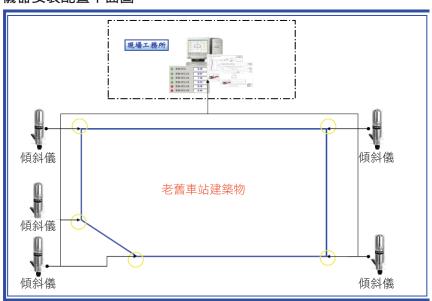


自動化監測系統主架構圖

- 專業自動化監測系統
- 24小時即時連線監測
- 自動傳輸資料(同步資料庫)
- 完整監測數據資料庫



儀器安裝配置平面圖



▼ 車站頂升工程



▼ 傾斜儀安裝

▼ 輕功—草上飛?



- 叔叔有練過喔!
- 小朋友不要學!

5-2 無所不在的監測

現代科技急速演進,周遭環境快速變遷。跨越千禧年後,人們已無法 再用20世紀的腦袋來思考21世紀的問題。過去想像不到或無法想像的,在 未來的世界將會——上演。或許身為現代人的我們只能感嘆,這人世間真 是無奇不有。

5-2-1 現代新西遊記-猴子兵團

猴子兵團,大陸《人民日報》引述英國媒體的報導指出,阿富汗的「塔利班」準備訓練猴子上戰場殺敵,只要看到穿美軍制服的人就開槍,等於是要訓練猴子當恐怖份子。而英國



記者聲稱在巴基斯坦和阿富汗邊境的瓦齊裏斯坦部落地區,親眼看到了幾隻肩扛AK47步槍和布倫式輕機槍的猴子兵。動物學者家專家卻指出,猴子雖然聰明,但是卻還沒有到能夠分辨敵我的地步,因此要猴子上戰場開槍殺敵又不會殺到自己人,簡直是荒謬至極。<資料來源:人民網people>

不管阿富汗猴子兵是否美夢成真,其對手-美國對此是否會有新措施?

5-2-2 奈米武器

奈米武器,是美國開始研製的一種可怕武器!美國《防務週刊》 2008年專訪喬治亞技術研究所的奈米武器專家賈森·納德勒。納德勒在談 起自己的研發靈感竟來自孫悟空:「我是很偶然讀了中國神話小説《西遊 記》的,孫悟空變成小蟲子鑽進鐵扇公主肚子裏,迫使她乖乖就範。這改 變了我日後的生活和工作方向」。 《國防部青年日報社軍事新聞網報導》:據稱美國國防先進研究計劃 局(DARPA)軍事研究人員正在探索研究一種新類型的微小無人機,稱為奈 米飛行器(Nano Air Vehicle,簡稱NAV),這種飛行器雖然只有蒼蠅般大 小,能隱秘地執行危險地區的監控及偵察任務,可攜帶各種探測設備,信 息處理、導航和通信能力,其主要功能是秘密部署到敵方信息系統和武器 系統的內部或附近,監視敵方情況,敵方雷達根本發現不了它們,還可適 應全天候作戰,引導導彈攻擊目標。

根據美國國防先進研究計畫局 (DARPA)的研究,尚包括奈米衛星、蚊子導彈、袖珍飛機、螞蟻士兵等都是未來極可能在戰場上立大功的小兵。例如奈米衛星比麻雀略大,重量不足一百公克,各種零件全都用奈米材料製成,採用最先進的微機電一體化集成技術整合,具有可重組性和再生性,成本低、質量好、可靠性強,未來可能將佈滿天空。

5-2-3 監測果真是無所不在

監測訊號可分為非電訊號與電訊號,非電訊號包括物理、化學、刻度 及數值。

電訊號包括類比訊號、數位訊號、時域訊號。監測運用範疇除了軍事,更包括了水文、氣候、土壤、保全、交通、地震、醫療保健……等,包羅萬象,就連小偷也會藉著夜色掩護,打開休旅車的天窗,放出載有針孔攝影鏡頭的兒童玩具遙控直升機,繞行目標房屋四周,窺視屋內有無人在,屋內無人便侵入行竊。

過去不相信有外星人的英國著名物理學家霍金(Stephen Hawking), 2010年4月竟警告人類不應去嘗試尋找外星生物,而是應盡力避免與他們 接觸,否則會招致殺身之禍。最近,專家學者也都說:「外星人正用超越 地球的科技監視著我們」。讓人感覺猶如電影"楚門的世界"一般;赤裸裸無所遁形的活在看不見的監視網下。

電腦(Computer)、網際網路(Internet)、衛星(Satellite)及聲納雷達(Sonar Radar)形成的交叉火網正舖天蓋地的籠罩著整個地球,天羅地網正逐漸成形。未來當資訊與實體結合更緊密時,不管有感無感、可視或不可視;監測都將無所不在的存在於我們的生活當中。



AT型傾度儀量測系統



產品規格

ı	/王 日日 790	¹ H
	感應元件	MEMS sensor
	軸向數量	雙軸向
	量測範圍	±30°
	解析度	0.005mm
	重現性	±0.003°
	操作溫度	-20℃~70℃
	材質	感應器為不銹鋼材質
	電纜長度	30、50、75、100至300M
	電源提供	電池充飽可連續操作40小時
	記錄裝置	Android系列平版電腦皆適用

產品介紹

AT型(Advanced Technology)傾度儀量測系統為 美國DGSI(SINCO)公司所開發最新款變位滑動量測 設備・其包含雙軸向感應儀、量測電纜、管口電纜 固定器、藍牙收線捲軸,使用Digitilt Reader量測 軟體搭配Android系列平版電腦及Windows 電腦 資料下載分析軟體DigiPro2 Software。

特點

- ✓ AT型雙軸向感應儀擁有快速數值反應·並保有 SINCO伺服型傾度儀之優點。
- ✓新款量測電纜其質量更輕·攜帶方便·易於收 納及操作。
- ✓量測電纜採Kevlar加強抗拉芯及聚氨酯保護外 套, 抗磨損不變形。
- ✓量測電纜每米標示深度數字,讓工作人員方便 量測 . 減少錯誤。
- ✓藍牙收線捲軸面板上有電源開關、 LED電源、 充電提示及藍芽三種顯示燈號。
- ✓使用Android平板電腦為市場主流,不怕成為 3C孤兒。
- ✓APP圖示化軟體,操作及資料處理更加簡單、 方便快速。

關鍵特色



156

自動儲存量測模式, 節省量測時間及雨 天操作便利。



量測資料checksums 數值及圖形即時檢核 位移曲線圖即時顯示。



可透過軟體產生傾斜管基 現場量測完成即可透過 本資料之QR code· 粘 貼於保護蓋,現場掃描 後即可得知孔號並量測。



内建之Dropbox、 amail 等方式即時傳回 辦公室進行報表處理。

三聯科技股份有限公司 sanlien 計測工程部

新北市新店區中興路二段190號3樓

電話:(02)2915-3680 傳真:(02)2915-4294

157

山坡地社區建物安全自主傾斜監測



產品規格

儀器型式	MEMS sensor
軸向數量	雙軸向
量測範圍	±15°
解析度	4 sec
重現性	20 sec
電源提供	8 AA bettary或外部12VDC
LCD螢幕	20 chars x 2 lines
資料傳輸	Bluetooth RS-485 Modbus
記憶容量	1 MByte(3840筆)

TKIVIEW

產品介紹

智慧型傾斜計TILTVIEW安裝操作簡便·提供社區住戶針對建物安全進行自主傾斜監測·傾斜角度直接LCD顯示及手機APP資料下載·無傳統銅盤量測上技術困擾。並可密集觀察及記錄建物傾斜變化情形·補足人工量測頻率不足的問題·當發生傾斜異常變化時可提供專業技師完整資料分析結構安全·亦可直接改成全自動化監測模式。

APP軟體畫面 google play搜尋Tiltview





關鍵特色



防水等級

結構傾斜量直接顯示, 無須再換算。



TP65

直接透過手機APP軟體 下載資料或上傳指令。



2組D/O輸出,可推播 社區預警設備。



RS485訊號輸出,可直接轉換成全自動化監測模式。

三聯科技股份有限公司 sanlien 計測工程部

新北市新店區中興路二段190號3樓

電話:(02)2915-3680 傳真:(02)2915-4294

邊坡自記式水位&地錨荷重量測



產品規格

量測範圍

儀器型式 Vibrating Wire sensor

儀器數量 2組振弦訊號+溫度訊號

450~6000 Hz

解析度 0.01 Hz

記憶容量 4MB(50000筆)

測溫功能 Thermistor解析度0.1℃

電源提供 20 chars x 2 lines

電源提供 2顆1號電池・可提供1年電量

外箱尺寸 12x12x8 cm

防水等級 IP65

VWHUB2

產品介紹

VW HUB2振弦式記錄器為一款簡易輕便型量測振弦訊號的設備·其包含2 channel量測模組及防水外箱。在偏遠電力取得不易·並且需長時間量測並記錄儀器資料時·VW HUB2可以提供快速簡易之執行方案。VW HUB2低耗電量設計·2顆1號乾電池可提供12個月工作電量·內建4MB記憶體可儲存50,000筆以上資料。適用於邊坡工程地下水位、地錨荷重、結構裂縫及地滑位移等多項儀器。

產品應用

- ✓ 邊坡水位-振弦式水位計及水壓計量測。
- ✓ 地錨荷重-振弦式荷重計量測。
- ✓ 結構裂縫-振弦式裂縫計量測。
- ✓ 地滑量測-振弦式位移計量測。

關鍵特色



透過USB傳輸線直接與電腦進行設定及EXCEL資料下載·操作簡單方便。



IP65防水外箱可直接裝置於戶外使用。



內建4 MB記憶體可儲存50,000筆以上資料。



低耗電量

使用2顆1號乾電池可 提供至少12個月工作 電量(1次/小時)。

三聯科技股份有限公司 sanlien som 計測工程部

新北市新店區中興路二段190號3樓

電話:(02)2915-3680 傳真:(02)2915-4294

159

監測儀器

荷重計



傾斜	科管 廠牌:SIN	ICO	
型號	51101	51111	51121
規格	3.34"	2.75"	2.54"
外徑/內徑	85 / 73mm	70 / 60mm	64.5/56.5mm
材質	ABS (Acr	ylonitrile Butadie	n Styren)
精度		≦4°/30公尺長	
荷重強度		≧320kgf	



		LILIN	
型式	電阻式	額定輸出	1.5mV/V ± 1%
型號(1)	中孔型 SLC-**T	推薦電壓	2 ~ 10V
型號(2)	實心型 GHL-**T	訊號阻抗	$350\Omega \pm 2\Omega$
荷重範圍	50噸~1000噸	絕緣組抗	2000ΜΩ
非線性	1% R.O.	容許溫度	-20 ~ 100°C
反覆性	0.3% R.O.	容許超載	150% R.O.



型式	振弦式	量測範圍	±3000 kg/cm ²	
品名	Sister Bar	精度	±0.25% F.S.	
型號	RB1201	靈敏度	0.2 kg/cm ²	
鋼筋號數	#4	非線性	0.5% F.S.	
長度	150cm	容許溫度	-30 ~ 80°C	

振弦式鋼筋計 廠牌: SANLIEN



	電阻式鋼筋計	廠牌:SANL	.IEN
型式	電阻式	額定輸出	2mV/V ± 1%
型號	GR-**S	推薦電壓	2 ~ 10V
尺寸	#7~#11	訊號阻抗	350Ω ± 2Ω
荷重範圍	±3000 kg/cm ²	絕緣組抗	2000ΜΩ
非線性	1% R.O.	容許溫度	-20 ~ 100°C
遲滯性	1% R.O.	容許超載	150% R.O.

三聯科技股份有限公司

新北市新店區中興路二段190號3樓 電話:(02)2915-3680 傳真:(02)2915-4294



為科技作見證·為工業寫歷史

發 行 人/林廷芳

編/林廷芳 主

編 輯 群/三聯科技股份有限公司

李俊龍、高穆賓、陳榮華、謝志龍

版/財團法人三聯科技教育基金會 $_{\rm H}$

話/(02)2708-1730 雷.

址/106台北市復興南路一段390號5樓之3

出版日期/2011年12月初版·2015年7月初版第二刷 印製單位/品羱印刷設計

話/(02)2960-5214 雷.

國家圖書館出版品預行編目

安全監測!人與大地的對話:臺灣工程的守 護神千里眼與順風耳的現代化身 / 林廷芳 主編. -- 初版. -- 臺北市:三聯科技教育基金 會. 2011.11

面; 公分.--(三聯薪傳;3) ISBN 978-986-84878-4-0(平裝) 1.工程測量 2.環境監測 3.公共安全

440.93 100024570

製作工本費/新台幣380元 ISBN: 978-986-84878-4-0 版權所有・翻印必究

安全監測 人與大地的對話 填寫日期: /

親愛的書友:

感謝您對三聯科技教育基金會圖書的支持,雖然我們很慎重的處理每一本書,但恐仍有疏漏之 處;若您發現本書有任何錯誤,請填寫於勘誤表內並傳真回本基金會,我們將於再版時修正。您 的指教是我們進步的原動力,謝謝您!

財團法人三聯科技教育基金會 敬上

姓名:	_生日:西元年	₣月日	性別:口男 口女
電話:	_傳真:	手機:	
E-mail:(必填)			
註:數字O,請用 Ø 表示	≒;數字1 ,請用①	表示,謝謝!	
通訊處:□□□□□ _			
單位:學校/公司:		科系/部門:_	
您對本書的評價:			
封面設計:□非常滿意	□滿意 □尚可	□其他,請説明_	
內容表達:□非常滿意	□滿意 □尚可	□其他,請説明_	
版面編排:口非常滿意	□滿意 □尚可	□其他,請説明_	
印刷品質:口非常滿意	□滿意 □尚可	□其他,請説明_	
請問您是在何處獲知本	基金會出版品訊息		
□基金會網站 □讀者:	介紹 口書店 口非	其他	
您希望本基金會以何種	方式提供出版訊息及	及特惠活動?	
□E-mail □傳真 □	郵寄 口廣告 口基	其他	
以国法 / 三聯 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 /	# ^ A		* · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
財團法人三聯科技教育	基金曾:www.sanlie	en.com/et 各服信制	目:ef@sanlien.com
贊助訂書:(02)2708-1	730分機252・337	傳真:2703-1561	
~感謝提供寶貴意見,]	三聯科技教育基金會	會將秉持回饋社會的	り熱忱,出版更多好書。~