

地工技術



編者的話

蘇鼎鈞

主題：地工自動化檢監測與應用

檢測和監測與工程界之關係是十分密切的，不僅是在土木工程方面之使用，尤其是在大地工程界之應用更是普遍，然而，它是否已經發揮其最大功效？則仍有值得探討之空間。有人說，沒有監測，就如同工程失去耳目，耳不聰，目不明，工程的危險性便會大幅提高；但是，如果大家不去重視，空有數據卻形同虛設的監測儀器，又何嘗不是另一種資源的浪費呢？而失真的監測結果，更是會導致錯誤的研判，進而造成更大的施工風險。所以，如何善加利用所獲得之檢、監測資料，掌握最關鍵且最即時的資訊，來協助工程之順利完工，應該是專業的地工人責無旁貸的責任了。

當吾等自許為大地醫生之同時，無可避免的，需要透過一些可靠的監測儀器，來了解大地和工程間之相互關係和問題，因此，自動化檢監測儀器便宛如我們的健康檢查儀器，可以隨時告訴我們，在大地中許許多多不為人知之秘密。然而在工程推展之現況中，當土建工程之監測費用，因業界競價的關係而逐年降低時，原本監測廠商應有之合理利潤，已非早期之盛況時可以比擬的，甚至在過份偏低之價格下，許許多多之地工人也不免懷疑監測儀器量測結果的可靠性，或有安裝不善者、或有量測不實者、或有儀器未定期校驗、或有量測結果不合理者、甚至或有偽造數據者等，林林總總諸多的傳聞，更加添大家對它的不信任感。但是，人總不能因噎廢食，工程更不能因不確定的擔心而停擺，反而是需要更多正面之思考，投入更多的時間、精力和努力，期將所有可能之風險降低至最低。

自動化監測之所以因運而生，除了可以在第一時間提供最即時之資訊外，亦可大幅降低因人為的操作所產生之誤差；雖然，它的資訊是否是最正確的仍見仁見智，眾說紛紜，若再考量到儀器本身之精度、靈敏度、傳輸線之線路、電壓是否穩定……等，爭議的結果恐怕是莫衷一是。但話雖如此，自動化檢監測系統仍舊有其正面之意義。無可否認的，它在一開始的建置費用是較一般傳統的監測儀器為高，但其優點是可以在最短的時間內提供預警的資訊，讓地工人爭取更多的時間進行緊急應變措施，降低災害可能發生之風險，此外，亦可比對檢測人工監測之結果，總體而言，吾人以為其利多於弊，是值得地工界進一步推廣應用的。故此，本次特別邀請曾參與自動化檢監測儀器設計和應用之地工界朋友，分享他們在不同土建工程之實際應用案例，以及在過程中所獲得之寶貴經驗和心得。

臺北和高雄捷運工程目前已有多个施工標曾經採用自動化監測系統，特別是穿越營運中之捷運、臺鐵、高鐵等工程，自動化監測更是必備之監測儀器。最近幾年，臺北市政府捷運工程局更是要求在每一個地下車站站體開挖時，均須配置一組自動化監測斷面，以便在施工期間提供最即時且完整之監測資訊，監測費用雖然因此增加，但和整體之工程費比較仍屬九牛一毛，而其效益和貢獻，是應給予掌聲肯定的；另營運中潛盾隧道結構之自動化檢測，已是捷運公司定期維護管理項目中之一環，相關資訊十分寶貴且正逐年累積中，值得一窺究竟；而為探討地震對營運中捷運車站之影響，陸續設置之地震即時監測系統，其整合和運作情形，以及後續之監測結果，均適合介紹給地工界的朋友分享。

近年來因全球溫室效應引致之氣候異常現象，針對極端氣候下可能面臨之大地問題，已受到工程界普遍的注意，而最近幾年來，國道和省道等陸續發生許多大型邊坡之滑動，除嚴重影響交通運輸外，甚至造成用路人之傷亡，因此，引進自動化監測系統以提供預警資訊，已逐漸被政府相關部門所重視和採用。本次邀稿之國道三號基汐段自動化監測案例，已執行2年多之時間，資料十分豐富，而所有參與人員從中擷取之經驗也十分寶貴，藉著他們的經驗分享，希望能達到拋磚引玉的果效，期待未來工程界能有更多之經費，投入自動化監測儀器之設置和監測；另目前台灣有關邊坡管理值之訂定，並沒有一套可供參考之建議值，編者有意藉著本次「由台灣監測案例探討邊坡位移量管理值」之邀稿，能有喚起更多地工人之重視，進而建立一套屬於本土化的管理值系統。此外，自動化監測儀器也常應用在水庫大壩之維護管理上，用以提供大壩整體性安全之即時資訊，其中石門水庫目前之安全監測結果，更是大家有興趣且關心的；而光纖在地工界之應用，已越來越廣，也越來越受到注意，因此特邀稿介紹其在邊坡、堤防安全和地層下陷等監測案例之應用，期待光纖能與大地監測有更廣泛的結合，進一步提升地工之技術。

接下來，將逐一摘要概述所有邀稿文章之重點和特色，期待讀者能有更多之回響和呼應。

臺北捷運在歷經十餘年之營運與路網擴展後，營運負荷已逐年增加，如何在每日有限之停駛時間內，有效進行潛盾隧道之調查與維護工作？如何結合掃瞄檢測技術之成果，進行定期之維護管理？如何透過全生命周期理念，執行隧道延壽的工作等等？在在都是不可輕忽的重要課題。洪銘遠等人在「捷運隧道自動化檢測與異狀改善技術探討」一文中，探討臺北捷運隧道工程之檢測方式與成果，並就維護管理問題、檢測技術、環片滲漏水異狀、處理原則與改善措施等方面進行作業說明，且提

出技術精進之改善建議，值得工程界參考。

臺北捷運松山線CG590A區段標，在施工階段曾面臨了許許多多與地工相關之重大課題，特別是地下障礙物之拆除，挑戰性極高。小田切俊一等人在「台北捷運穿越高鐵近接施工監測與回饋案例(第一部份：工作井開挖前期施工與監測結果)」一文中，介紹緊鄰高鐵之近接施工及自動化監測系統之規劃，連續壁施工、地盤改良(包括地中版JSG高壓灌漿、二重管雙環塞DP封底灌漿、工作井三重管RJP鏡面防護灌漿)和抽降水試驗等之監測成果、以及施工對高鐵設施之影響等；而(第二部份：工作井開挖後期工程與監測成果)，則說明緊鄰高鐵之開挖支撐、連續壁鏡面破除、SMW樁內殘留H型鋼之障礙排除、隧道穿越台高鐵路下方和人員出艙進行H型鋼切除等之監測成果，內容十分豐富而且精采，值得細讀。

在捷運工程中，每條捷運線常分成不同標段、並由不同廠商進行施作，因此衍生了許許多多的界面問題，由於監測系統常常無法單一化，所以整合工作更是無法避免。徐翔鵬等人在「新莊蘆洲線地震即時監測系統整合介紹」一文中，介紹臺北捷運新莊線和蘆洲線地震計監測資料的系統整合及運作情形，包括軟硬體、車站與行車控制中心連線和傳輸的整合等，經整合後有8個地下站和48個地震計納入監測系統，未來可運用監測資料進行相關之研究，除對臺北捷運公司行車規章之頒修有所助益外，對後續之捷運工程設計也有實質之幫助。

國道3號基隆汐止段南下路段里程3k+100邊坡，於民國99年4月25日下午發生嚴重位移滑動事故，造成基隆與台北間國道三號部分交通之受阻和生命之傷亡。國道高速公路局當時除立即展開搶救與邊坡補強措施，同時建立自動化安全監測系統，期長期監控道路邊坡之穩定狀況，並提供最即時之資訊，必要時可以提前進行緊急應變處置，降低用路人之行

車風險。駱漢鼎等人在「國道三號基沙段邊坡自動化監測案例探討」一文中，介紹該路段邊坡自動化監測系統之建立過程、監測結果之傳輸方式、監測管理平台系統之功能、計畫執行期間管理值之訂定和如何檢討修正調整，以及相關之應變措施等，可作為類似工程之參考。

近年來，台灣發生多起重大之坡地災害事件，因此各級政府更加重視坡地之防災工作，在防災意識的抬頭下，台灣邊坡之監測案例正在快速成長中，廖瑞堂等人在「由台灣監測案例探討邊坡位移量之管理值」一文中，彙整台灣10餘處邊坡的監測案例，同時比較美國和日本等國外的管理值相關規範和監測案例，進而選擇與邊坡之穩定性有直接關係的傾斜觀測管、地表伸縮計和孔內伸縮計等三種監測儀器，進行綜合分析研判，並針對邊坡位移量管理值之訂定，提出寶貴之建議，內容深入淺出，對目前和未來將從事坡地防災實務工作之地工人甚有助益。

台灣曾先後建造八十餘座水庫，水庫管理機關依照相關之規定，須辦理定期或不定期之水庫安全評估及檢查。大壩監測與水庫安全的關係十分密切，早期大壩之安全監測多數採用人工量測，現在許多監測儀器多已改採自動化監測，透過遠端遙控和自動分析處理數據能力，可減少人力監測的工作量。李嶸泰等人在「大壩監測自動化之應用探討」一文中，根據台灣土石壩之監測經驗，提出大壩監測自動化與監測資料分析之執行方法及建議，並以石門水庫監測實例進行說明，成功經驗的分享，可作為其他大壩安全檢測時之借鏡。

交通大學光纖感測試驗室在過去十數年從事光纖光柵監測技術之研發，以及推廣光纖技術在大地工程界之應用，其成果是有目共睹且深獲肯定的。黃安斌等人在「整合式地層內孔隙水壓與位移剖面量測」一文中，首先說明光纖光柵之原理，其次利用不同功能之感測器進行整合串接，將其安裝在同一鑽孔內，以同時監測即時水壓、橫向位移和沉陷分布；文中

並介紹光纖技術在阿里山五彎仔邊坡、荷蘭河堤試驗和雲林地層下陷等成功之監測實例，內容豐富完整，值得吾等參酌。

最後，筆者對前述八篇文章作者的不吝撥冗撰文，分享他們在自動化檢監測工作上之寶貴心得和經驗，在此特別表達由衷之謝忱。

勘誤

地工技術第135期第39頁：宋代有「天工開物」應改為明朝。

地工三十週年特刊「地工開物」第106頁，收錄照片提供者：B11，B20應改為台北市政府捷運工程局