

與會報導 地工技術第 38 次研討會

隧道維護管理四部曲(健檢、長照、延壽、維管)

李佳翰¹、詹佩臻² 整理

時 間：2021 年 12 月 17 日(五) 上午 9:00~12:00

地 點：集思台大會議中心(蘇格拉底廳)

講題及主講人：

講 題	主講人	主持人
致詞		蘇鼎鈞
隧道維護管理發展現況、回顧暨展望	邱雅筑	王泰典
隧道健檢~隧道檢測技術與肇因診斷	李佳翰	
隧道長照~地下結構病兆與監測診斷例	周永川	
隧道延壽~隧道加固補強技術	李怡德	李佳翰
隧道維管~隧道維護管理系統	蕭富元	
新世代公路隧道維護與管理~以草埔森永隧道為例	羅國峯	
高速公路隧道之全生命週期維護管理~以國道隧道為例	吳承洋	
磚造隧道檢測與活化再利用~以舊三貂嶺隧道為例	王益翔	
綜合討論(全體講員)		

綜合討論

與會者(富國技術工程公司 周家瓊經理)：

隧道異狀編號是如何安排的，若是用里程編號，還包含了裂縫、滲水等不同異狀，是否有建議？另外管理手段及系統如何啟動？

主講人(蕭富元博士)：

異狀編號或編碼並無標準答案，至少包含隧道名稱、北上線/南下線、異狀編號等，可採用系統給定編碼，連結至檢測資料庫。異狀編碼的追蹤確實是重要的事情，但不容易人工記錄與查詢，透過系統操作較佳。

主講人(李佳翰博士)：

高速公路局之維護管理，係將隧道內每環襯砌視為1單元且具有自身ID(身分證)，於同一環襯砌內之異狀，將根據異狀屬性給予簡稱(例如裂縫為C)；編碼順序則為：環片襯砌編碼-異狀屬性-流水號。若同一環襯砌有諸多異狀紀錄，則須仰賴維管系統，辨別前後期調查是否為同一條裂縫。故鼓勵各單位記錄異狀位置，除了里程之外，襯砌單元應編碼；若有建

置系統，應將記錄上傳系統，如此一來後續管養作為才能追蹤異狀的發展。

主講人(吳承洋段長)：

在實際管理作為方面，除了委請專業顧問公司協助檢測外，雪山隧道內有安裝許多監測儀器，並有訂立管理值，於每月巡檢時擷取監測數據，研判是否達到管理值，若有，則啟動緊急處理作為。專業顧問公司長期於隧道進行檢監測，經驗豐富，剛剛提到的雪山隧道維護管理系統，包含雪山隧道主線、連絡隧道、導坑等非常複雜，我們期望系統再升級，並非只是資料庫而已，希望能夠累積檢監測資料、專家學者經驗、異狀成因，還能提醒主管機關監測數值已經達到管理值，具有提示功能、診斷功能，並能提供補強方案，降低第一線管理者之壓力。仰賴專業顧問公司，協助尋找異狀成因、支援軟體開發及人工智慧化的管理。

主持人(王泰典教授)：

根據提問者周經理的業務及專長，或許正在建立高鐵公司針對橋梁裂縫採用數位放大鏡紀錄，後續可追蹤變化，目前想瞭解隧道是否

¹倍思特工程顧問股份有限公司 ²中興工程顧問股份有限公司

有相關作法。因為對某些工程結構物，如橋梁墩柱等，有特定受力模態及位置，如此一來監測可標定特定位置，且紀錄方式與隧道不一樣，因為隧道較不易掌握受力模態，所以偏向影像型紀錄。台北捷運公司於2003年首次對隧道裂縫編碼並追蹤，但第二次要作業卻開始出現問題，故原系統可能已經捨棄，因為不容易定位追蹤。但高鐵採用數位放大鏡做法可以參考，因為它可以標定特定位置之裂縫。

主持人(蘇鼎鈞副總)：

新北市政府如何發想將100年磚造隧道活化發展為自行車道？未來是否還有其他隧道活化？如何確保使用上無慮，未來新工處維管系統如何因應？

主講人(王益翔處長)：

舊三貂嶺隧道與雪山隧道維管的強度不太一樣，雪山隧道遇到一滴水就需要有相當敏感度，而舊三貂嶺隧道若壁面整片都是水，大家還是感覺很自然，所以我覺得管理的目標及目的不太一樣。本案從2011年新工處尚未成立前，就已經評估過本隧道要如何使用，當時甚至有討論是否恢復到車行功能，這樣的評估是委請顧問公司協助，而在2017年時任新北市政府高宗正副市長帶領工程人員前往現場，並討論不適合再恢復到車行使用，因為周遭自然環境、人文條件、社區發展、平溪線活化及淡蘭古道開發等原因，之前為管理局負責，後續改由新工處負責，開發活化的方向為多方討論的結果，後續定調為低度開發，因為隧道現況不如預期佳，採高度開發後續也無法保證若干年間可以維持安全，跟後續維運管養經費是否過高等問題，採自行車道方式，若後續無法再修復使用，也不至於嚴重影響用路人通行，與公路總局及國道目標不同，各位試想，國道五號若有一天停止營運1小時，對於台灣是多嚴重的事情，但是若舊三貂嶺隧道中斷1週，我想我們應該還是能夠承受，所以這代表兩者目標不一樣，使用強度也不一樣。

維護的部分蘇總有提到重點，其實舊三貂嶺隧道活化作業，我們有針對隧道內潛在危害處做監測及評估，並送文化局審理，採用背填低壓灌漿處理。現在最重要為營運過程中，監測頻率及方式，將評估成果移轉至協助管理單位，並提供適當費用積極辦理。未來若

發現其他待修復區域，將持續辦理修復作業，但以不影響原設計初衷。

新北市目前未規劃有其他舊隧道活化等開發，以舊三貂嶺隧道而言，當地為低度開發區，若民眾來訪踴躍，週邊如停車空間、自行車租借、社區導覽，隧道內自行車動線等都需討論規劃，因此完工於2021年底，但啟用將於2022年7月試營運，時間拉長以利周邊配套考量周全，故目前仍未思考到下一個隧道的活化。

與會者(臺灣鐵路管理局 高順義)：

隧道監測儀器的設置及資料蒐集時間？

主講人(羅國峯科長)：

首先說明，目標一定需滿足環評需求，但我們希望能做的更多，除了一般常態性的自動化監測外，一個月或一季至少會前往現場，因為部分為手動監測儀器，而每一月或季彙整為報告提供管養單位參考，監測儀器蒐集的頻率並非一致，主因為管養單位並非著重於細微數值跳動，而是趨勢變化。故管養單位關心的不是單一缺失，因為單一缺失不一定會有即刻危險，我們擔心的是一整個區域或區塊連續性的發生變化，這才是主要監測目的，所以除了颱風、豪雨、地震等特定情況進行巡檢，常態性監測回報頻率約為一個月，常態儀器採用自動化回傳。

主講人(周永川經理)：

以台灣世曦的經驗，在安朔草埔隧道，監測儀器盡量採用自動化監測及回傳管理單位，若環境較為潮濕，則電子式監測儀器的狀況會較差，儀器的使用維修保護及管養設定約3到5年，若大壩則可能為10年，故建議複合式監測系統，包括隧道到邊坡等，建議全面自動化。

與會者(朝陽科大營建系 許耿蒼教授)：

隧道管養的法規面是否能與水庫及橋梁有定期檢測之法規要求？中興社蕭富元博士介紹之隧道管理系統是否會應用到台灣各隧道？

主講人(李佳翰博士)：

隧道管理單位常於隧道檢測作業執行過程中詢問是否有法源依據，以水利隧道而言，是依據「水利建造物檢查及安全評估辦法」之檢查頻率；交通系統係依據交通部頒「公路養護手冊」，再由下屬單位各自編列細節，包括公路總局之「公路總局公路養護手冊」及高速

公路局之「高速公路養護手冊」，部頒養護手冊精神在於定期的巡查或檢查，並未要求詳細檢測或安全評估；而各機關自辦或委辦的檢查，則會搭配些非破壞性檢測以利安全評估，故隧道檢測之法源依據，的確需要由學術界協助政府制訂合適的頻率與規範。

主講人(蕭富元博士)：

本單位協助公路總局發展之隧道維護管理系統，初衷為蘇花改工程剛完工，公總希望蘇花改隧道群及南迴安朔草埔隧道為對象，將其完工之基本資料全部建檔，以提供後續維管單位使用。但計畫執行中期，公總認為本開發適用性廣，應擴展至全台灣的公路隧道，所以計畫方向已配合調整為建立全台公路隧道資料庫，並期望後續上線後可直接使用於全台公路隧道。

主持人(王泰典教授)：

目前臺鐵對於監測作業亦有規定，雖然未到法令階級，惟已經陸續訂立手冊/規則，目前對於公路資產已經有要求負責人員定期檢測。

主講人(羅國峯科長)：

簡單回應公路總局之作法，因為公總屬於一個尷尬的單位，管理的東西很多，但是條件都不一樣。例如隧道，可能完全無襯砌、或地處偏遠山區、或新建工程，因條件皆不相同，若講法源，真的無明確法源規定隧道應該怎麼做，但每個養護工程處，都有一定的辦事準則，例如在巡檢時，會記錄特殊變化。而公總的巡檢人員多是由公務人員自行完成，絕大部分都未外包，所以僅能記錄，卻未能分析，也無法對應日後的解決

方案，這些都需仰賴顧問公司。故公總近期通車的大型公路隧道或甲級隧道，陸續都將進入維護管理系統，而隧道的檢測行為目前尚未全面委託專業公司，的確缺乏法源依據。

與會者(富國技術工程公司 周家瓊經理)：

巡檢作為持續辦理但可能委由不同工程顧問公司，資料量龐大，技術亦可能精進，對於管理單位及後續維護廠商如何彙整合併？

主持人(王泰典教授)：

過去約十年間，的確有幾座營運中隧道崩塌，因此近期維護、檢測及補強作業數量增加，有關資料整合的確是複雜問題。相對日本或歐盟系統，國內其實還有很長的路要走，不論是檢測、長照、延壽或補強，其中都還有很多技術問題，此外，政府單位對於老舊隧道亦有排序問題、交通維持問題等複雜問題，這些需要更多人員的參與及開放態度的討論，例如新建隧道光達掃描建檔、完工文書作業建檔等。



與會者專注聽講



地工技術第 38 次研討會主講人暨主持人合影(2021.12.17)