

資源人看時事(I)： 專訪蕭富元學長談蘇花改工程

文/周子硯



學歷

國立成功大學礦業及石油工程學系學士（79級）

國立成功大學礦冶研所碩士（民國82年）

國立成功大學資源工程學系博士（民國99年）

考試-應用地質技師（民國86年）

榮譽

中華民國隧道協會優良隧道工程師獎（2016年）

地工技術2012年年度最佳論文獎（2013年）

中華民國第十二屆大地工程研討會論文獎（2007年）

中華民國第十屆大地工程研討會論文獎（2004年）

服務機關

財團法人中興工程顧問社 大地工程研究中心 資深研究員兼組長

專長

隧道工程、地工結構物維護、數值分析、岩石力學

資源工程與學習歷程



蕭富元學長研究所碩士畢業後，即進到中興工程顧問社工作，一待就是27個年頭。學長表示在大學期間投注於社團課外活動的心力與時間，遠多於學業上，但進到研究所後，可能為了彌補大學時課業上的荒廢，極為認真唸書，每天在研究室幾乎都待到半夜才離開。學長表示當時系上研究室到了晚上10點過後都還燈火通明，大家都非常認真研究，對學長的啟發很大。學長在應用地質技師考試時，岩石力學獲得了滿分，也因此通過技師考試，到現在岩石力學還是學長的核心技術之一，學長說這要感謝指導教授-石作珉老師，學長記得石老師在高等岩石力學上課時，讓班上同學輪流上台解題，台下同學則負責提問，為了上台每次都得花時間好好準備，同學對於問題有不同看法起爭論時，石老師也是笑笑不給答案，要大家回去思考，這養成了學長試圖想辦法找答案的習慣。

富元學長談起剛進公司時難忘的情況：「我還記得剛上班沒多久，主管帶我到工地現場去時，隨口問了我一句：『這個地層的RMR（註*）是多少？』當下我就愣住了，幸好腦中還記得以前上過陳時祖老師的工程地質，大概知道這個玩意是什麼，於是立刻現場靈機回答。多虧當時修過課並且對這個東西有印象，雖然忘記細部過程，但隔天立刻將岩體評分的書重讀一遍。」富元學長回憶剛進公司時的難忘經驗。或許對大學時修課的內容印象已經很模糊，但有了這次經歷後，這方面的知識便烙印在腦海中。

「學習如何完成一件交辦的事相當重要。」學長對於研究所的學習提供了這樣的意見。當老師給出一個題目，或是自己發現興趣的目標，接著就要學習如何將這個問題解決。尋找資料、努力鑽研，並且想盡辦法讓模糊的目標藉由自己的精進而變得明確。研究所比較在意研究的方法跟過程的學習，若研究的結果沒達到預期或是沒有很好的結果，但自己能夠釐清背後的原因，瞭解問題出自哪裡，那麼這段學

習就不是白費。「學習的目的在於如何研究一個問題，並且找到原因去克服它。」在大學時期，比較屬於被動地接受知識，而當進了研究所，自己解決問題的能力變得很重要，這是大學與研究所之間的較大差異。未來進入社會後，當碰到長官交付自己不熟悉的業務時，在思考自己該如何下手的過程中，當時的訓練基礎就變得非常重要。



圖一:蘇花改善工程計畫工程段

台九線蘇花段為東部聯絡北部的唯一道路，但由於地形曲折，路彎坡陡，安全性不佳，再加上氣候的影響，易有落石，可靠度低。經過多方的協商後，為了提供東部民眾一條長期且安全的道路，並在提倡永續工程價值與環境保育之下，蘇花改善工程正式啟動。蘇花改的一項關鍵工程為隧道工程，針對路段易受災害阻斷以及交通肇事頻率高的路段進行改善，分為A段的蘇澳至東澳路段、B段的南澳至和平路段、C段的和中至大清水路段，並採雙向雙車道規劃為原則，其中B段中的谷風隧道施工期間因高強度降雨而多次坍方，經歷約11個月處理才將抽坍段修復，而C段中的中仁隧道更為台灣罕見的高岩覆隧道，工程難度高。再經歷了三千多個工作天，三百多萬人的心力付出之下如期完成了這總計38.8公里改善路段，給予聯系北部與東部一條安全的道路。

「蘇花改是台灣工程歷史上一個非常具指標性的工程。」這是學長對於這個工程的評價。除了工程難度高，此項工程還做了許多以往工程沒有執行的嘗試。包括詳細地對施工環境的動植物進行長時間的調查，且在比對以往資料的過程中發現，本次調查得到的動植物數量較以往多出許多，進而推估以往類似的資料調查時間不夠長且不夠全面，導致代表性不足。除了動植物的調查，還進一步進行海域的地質調查和鄰近的水文地質調查，可謂是台灣非常具代表性的一項工程里程碑，也是未來各項工程必定跟隨的標竿。因為資料公開化，動保團體從一開始的不了解，到後來願意給予蘇花改正面的評價，藉此調解了工程與環保的衝突。



圖二:觀音隧道口

中興社在蘇花改這項工程中，參與有關水文地質的部分，「我自己以前也沒接觸過這部分的东西，結果一投入便是九年。」學長回憶道。以前我們只對隧道面開挖的安全穩定以及湧水對於隧道開挖過程的影響進行調查。但隨著時代推演，我們開始擴大到評估工程對於附近地下水的影響。當我們將觀測的資料由點擴展到三維時，我們就必須利用電腦模型結合資料，建構系統以瞭解整個區域所受的影響。隨著工程的進行，我們會得到更多資料，因此可以回饋系統，修正整個模型。經過多次修正後，模型會變得更精準，更能用來推估整個工程對水資源短期和長期的影響。

給予學弟妹的建議

「家家有本難念的經，沒有一個產業是完美無缺，要等到你投入其中，才能體會不同產業的甘苦。」這是學長進入業界二十多年所得到的體悟，他還說明態度和團隊合作意識在未來職場的重要性。面對現今大量大學畢業人力前往電子界就業的狀況，學長表示，電子科技界的起薪較高雖然是不可否認的事實，但過了十年或二十年後，若仍待在生產線上，屆時一定會引進新的機器，而新的技術則掌握在薪資較低的新近畢業生手上，那時被取代的機率實在太高。畢竟電子相關的人才還是很多，我們非本科系的若去競爭勢必非常辛苦。但如果繼續留在本科系相關產業，經過二十年後，你的知識會隨著年齡見識與工作經驗不斷增加，累積的人脈社經資源也變得更多且豐富，這個結果就跟起初待在高科技產業的路線截然不同。總歸自己要認識自己，釐清楚自己的本質與特徵，早點思考未來的工作性質，仔細考慮哪個就業方向最適合自己長時間投入。

(註*：RMR為rock mass rating 的簡稱，中文稱為岩體評分，為工程地質與岩盤工程對所面對岩體的量化評分方法。)



資源人看時事(II)： 專訪柯建仲學長談山區地下水資源 與水文地質調查

文/周子硯

學歷

國立成功大學資源工程所碩士 (民國89年)

國立成功大學資源工程學系博士 (民國96年)

服務機關

財團法人中興工程顧問社 大地工程研究中心

高級研究員兼組長



臺灣位於亞熱帶氣候區，年平均降雨可達2500mm，但由於氣候變遷效應，導致降雨時空分配不均且豐枯水期差異明顯，再加上臺灣的河流為東西向、流程短且坡陡流急，使得大部分的地表水是留不住的。因此，如何尋找替代水資源與發展適宜的地下水資源開發技術發展，就顯得相當重要。而臺灣有三分之二的範圍屬於山區，大量的地下水資源除了蘊藏於平原區外，山區地下岩層是否儲備可利用之地下水資源，



需要徹底瞭解地質環境特徵。然而臺灣山區岩體破碎，如何掌握蓄存於裂隙中的地下水及其移動與分布特性，是水文地質領域需要克服的難題之一。

柯建仲學長目前服務於中興工程顧問社大地工程研究中心，擔任水文地質組組長。學長的專長為地下水資源調查實務與裂隙岩體水文地質特性研究，研究所與博士班皆畢業自成功大學資源工程學系，退伍後於民國97年至財團法人中興工程顧問社大地工程研究中心服務。他為我們對山區地下水資源與水文地質發展提供看法。

臺灣山區地下水資源調查計畫

民國97年時，氣候變遷的議題漸漸被世人所重視，臺灣水資源缺乏的問題也被凸顯出來。由於環境保育意識逐年受人重視，地表的大型儲水設施興建被大眾接受的可能性低，而平原地區地下水超抽導致地層下陷等相關水資源問題，讓大家開始將目光轉向佔全臺灣面積三分之二的山區。主管全國地質調查之經濟部中央地質調查所開始思考是否有山區地下水資源潛能，以及如何窺探更多潛在的地下水資源，因此起手規劃進行長期且完整的水文地質特性與環境調查。中興社承辦了該大型計畫的子計畫，並由柯學長擔任主持人，學長在執行此計畫中學習到很多，包含如何將地下水理論與複雜地質環境做結合運用，在學術以外也學習如何管理與執行大型計畫，並準確地落實各實務項目的執行。

從成大畢業後，擁有岩石力學背景的柯學長，被問到在面對處理地下水資源議題與工作挑戰、一腳踏入了水文地質領域時，是否會因為不熟悉而畏懼。「在職場上，很重要的心態便是不要拒絕任何新知，這是一定要落實的，跨領域的整合已經是一個趨勢。」學長信心滿滿地回答。由於現在許多的議題研究均與多重物理耦合現象相關，例如地下水在深層地層流動時時，受到地層承載的壓力作用，地球



內部溫度的改變影響岩石的熱漲冷縮，導致產生裂隙，並影響裂隙的放大與縮小，也影響地下水流動的快慢，以及地下水化學性質的改變。不像過去在土木水利領域的學習僅處理較為單一的問題，資源工程面臨的挑戰是多重物理，如溫度、流體力學、固體力學與化學傳輸（THMC）耦合的實務挑戰。因此THMC的研究與技術開發是資源工程的關鍵技術，對於未來研究發展與實務運用非常重要。

而在執行山區計畫時，需要尋找合適的場址進行鑽探調查，但山區的地層結構複雜，地下水可能就蘊藏在小小的裂隙中，因此鑽探點位的選擇，往往就會決定地下水資源調查的成敗。我們該如何確定這個鑽孔下能夠找到地下水，此時專業訓練與能力就非常重要。例如利用地表的特徵，像是地質露頭，去推測此區域的裂隙發展，或觀察是否有鏽染的特徵，這表示有鐵離子殘留，並可以推測地下水流過的痕跡。地質學的重要性便是去追溯他的歷史，藉由這些專業去提高鑽探調查成功的機率。

另外在鑽探完成後，我們將地球物理相關的探測棒放入鑽孔中去量測，藉由功能不同的探測棒去瞭解鑽孔周圍的地質狀況，例如用波速判別岩石的軟硬或利用電阻變化觀測出不同的岩石材料。我們就像地球醫生一樣，用類似內視鏡的方式去觀察地球的物理與化學特性。然而，現場藉由測量所得到的資料的代表性有限，故需要透過數值模式分析，將有限資料延伸或推估成連續性的資料。因此配合現場試驗調查的數據，以合適的數學物理模式完成推估工作，對於實務面的開發需求或相關工程的設計應用都非常重要，這也是資源工程系一直以來訓練的重點之一，理論與實務搭配，研究與應用結合。

核廢料的處理與未來發展

當全世界正走向綠能發展，臺灣也跟隨時勢所需邁進，能源政策朝風力與水力等綠能發電發展。面臨此項政策的改變，核四廠已處於封存狀態，而運轉四十餘年的核一廠已完全除役，核二還剩下一部機組運轉，主要為核三在運作，但也預計在2025年全部除役，朝目前政府推動的非核家園邁進。然而，無論政策是否改變，核能電廠過去運轉多年所留下的大量核廢料該如何處理，是非常棘手且需面對的問題。因為高放射性核廢料，半衰期約為數十萬年至百萬年，地表設施的存放並不是長久之計。目前部分的核廢料是存放於原本的核電廠內，採乾式儲存方式，而國際間目前規劃採用的方法則為深層地質處置，目的是將核廢料存放於穩定的地質環境中，現今芬蘭和瑞典均已規劃儲放的場址。

「芬蘭從申請、建造到完成，前前後後花了五十年，從一開始技術的發展，存放地點的選址，加上與當地居民的溝通，最後經由政府的核准，近期才要準備開始進行工程。」這是一條非常漫長的路，靠的是不同領域的人才合作。目前台電正與瑞典、芬蘭及各國相關的技術人員進行交流，未來也希望能規劃完善的核廢料處置計畫。但由於臺灣的地質破碎且複雜，與歐洲古大陸地盾有很大的差異，這時我們的資源工程地質專業便能投入配合計畫。這也是本系未來可以投入的領域，除了深層地質知識外，還需地球化學、水文地質、岩石力學、地球物理等專業，這些都是未來規劃所需要的專長。「對於核廢料的處置，我們參與計畫的所有人都將其視為一個使命。」學長對於這個計畫給出了熱誠的回應。我們在這個時代盡情享用核電廠所給予的電力，然而我們卻留給後代高放射性的有害物質。這是一個長期的計畫，一路上同樣會遭遇到許多的障礙，但這對於我們已經是一個使命，我們將其轉變成動力，為了臺灣核廢料處置問題盡一份心力。

