

地工技術

薪傳 謝敬義先生

楔子

林三賢*

個性爽朗率直，不攀龍鱗，不附鳳翼，一向以其工程地質技術本位而享譽地工業界的謝敬義先生，為本次薪傳專欄，大家所一致推薦之請益對象。學的是地質學，完全轉化為工程應用，一生參與了水力、火力、核能發電廠以及國內重大建設計劃，亦為台灣幾十年來之經濟發展作了見證。訪問當日，謝先生維持其平日之直率笑聲，回顧幾十年的彪炳戰功，娓娓道來，仍是寶刀未老，功力十足，讓人如沐春風。

一、生平小傳

謝敬義先生 1938 年出生於台灣省台中市，1957 年於省立台中一中畢業後，考入台大地質系，1961 年畢業。服完兵役後，旋即考進台灣電力公司服務，直至退休。

謝先生當時進台電時，月薪僅有區區台幣一仟三百元，其內含五百元房屋津貼，而事實上光是房子月租即要六百元，他謹守本分，一生奉獻台電公司，實際參與其中，為國家四十多年來的能源發展做了見證，退休時為台電技術人員高職等的十三職等專業地質師，誠屬實至名歸。

所參與過調查、設計及/或施工者包括德基大壩壩址及地下電廠基礎、立霧溪水力開發計畫、木瓜溪水力開發計畫、明潭、明湖抽蓄計畫、台電深澳、大林、台中火力電廠基礎等重大工程。更難能可貴，他個人亦參與了台電核能一、二、三及四廠廠址調查、設計與施工。

綜觀以上戰功，涵蓋水力、火力、核能發電廠，台灣近幾年來的進步與發展，謝先生本人實提供了不可磨滅的貢獻。

除前述電源開發計劃外，謝先生亦參與提供快速道路、高速公路等國家重大建設之可行性，設計/調查或施工等之諮詢，一生所學，發揮的淋漓盡致。並為文著作計達三十餘篇，廣為學界及業界參考推崇。

1983 年，國內十多位著名專家學者所創立的地工技術雜誌社，謝先生亦為創辦人之一，並一度被推舉為社長一職，後雜誌社改制為現今的地工技術研究發展基金會，他亦曾擔任數屆基金會董事，為基金會作了最大的貢獻。

二、台電生涯

1960 年代開始，因剛光復不久，台灣電力公司正積極展開電力復舊及開發工作，因此，謝先生深感有幸參與光復後攸關經濟發展的電源開發工作。1964 年，首先為台灣著名的大甲溪德基大壩（當

時稱為達見大壩）的壩址地質探查，參與了岩石力學的現場試驗工作。1966 年，當時日本政府尚未與台灣斷交，在台日技術交流合作下，日本政府在海外技術協力部（Overseas Technical Cooperation Agency，簡稱 OTCA）中，派遣四位專家來台協助台電調查規劃東部立霧溪的水力電源開發工作（照片一，二），謝先生也由此有機會學習日語，尤其在 1968 年日本政府 OTCA 所提供的獎學金，他與公司其他三位同仁前往日本研習工程地質調查與基礎處理技術（照片三）。之後數年，OTCA 先後二次又派遣技術專家協助台電完成可行性研究和基本設計，台電原已準備動工興建，惟因當時的經濟部部長張光世先生輕水力而重火力的政策下被擱置而胎死腹中。然謝先生也覺有幸參與此計劃，從規劃、調查、設計的工作過程中，除了與日本專家有機會學習日語之外，也從工作中獲得野外現場地質調查，地質圖繪製等寶貴經驗，對於他個人爾後的工作之專業知能幫助不少。雖然後來立霧溪計劃未能興建，但計劃書中不少地質資料的壩址地質圖、水路隧道地質剖面圖，以及地質報告等，有不少都是謝先生個人的工作成果。其後台電木瓜溪開發中的龍澗擴充計劃奇萊引水工程可行性研究是謝先生印象最深刻的工作經驗之一，一個人帶了兩個工人在崇山峻嶺的木瓜溪上游，晚上住在奇萊保線所，白天進行水路隧道沿線以及各引水壩址的地質調查工作，前後共花了 4 個月的時間，終於完成了整個引水計劃地區地質圖（照片四）。

1970 年以後，由於台電核能火力基載電廠的比重漸漸增加，同時核能電廠已開始興建，因此，為了有效利用基載電廠的離峯剩餘電力，又開始規劃所謂的抽蓄水力發電工程，其中最重要的日月潭抽蓄計劃，包括明潭、明湖二計劃，他個人都參與了可行性調查規劃、基本設計以至施工、其間並曾與

*國立海洋大學



照片一 立霧溪計劃與日籍專家現場勘查時所住的臨時茅草房



照片二 立霧溪水力開發計劃與日籍專家現場勘查



照片三 日本海外技術協力部(日本電源開發株式會社)安排之現場考查途中留影，1968年)



照片四 奇萊引水計劃現場地質調查所搭之臨時便橋

德國的專家共同工作。據謝先生的說明：火力電廠要啟動到最高效率需時較水力電廠長，而核能電廠則需時更久，所以火力電廠跟核能電廠，一般不輕易關機，水力電廠則不同，把進水口的閘門一關，就可以不發電，若要再啟動，只要水閘門一開水沖下來就可發電。所以水力電廠在電力公司的操作上面他們叫做 peak operation，即尖峰電力需求時再發電并入系統，而核能電廠跟火力電廠則當作基載電廠。台灣經濟起飛以後，電力需求更為殷切，所以台電的裝置容量需求越來越大，由於火力及核能不能任意關機，且為不浪費這些能源，於是水力發電專家想出一種有別於一般傳統水力電廠的運轉方式叫抽蓄水力發電廠，也就是思考如何利用我們半夜時段多餘電力，作最有效的運用。抽蓄水力發電系統需設置兩個水池，一個叫做上池 (upper reservoir)，一個叫做下池 (lower reservoir)。利用半夜離峰的電力把下池的水抽到上池，儲在上池。俟第二天早上，大家起床後開始活動時的電力尖峰時段，再利用上池水力發電即所謂的尖峰發電，明湖電廠即為台灣第一座抽蓄水力電廠。

謝先生在台電工作期間，常有與外國顧問工程師共事的機會，其中最令他回味的是與德國人的工作經驗，謝先生對德國人的工作態度印象特別深刻。據他所述：通常岩心都是五公尺一箱，現在三吋岩心則大概四公尺一箱。一般來講，看一個岩心箱大概半個鐘頭到一個小時已經算是很久了。然而德國工程師則不然，他們對岩心裡面的每一點或連一個小細節，譬如說這個岩心破碎了，這個碎掉的原因是機械弄壞？還是自然破壞？壞的顆粒有幾顆？顆粒的大小有多少等，都需作詳實紀錄，這樣紀錄的話大概都要兩個鐘頭以上。不過，對工作的態度與執著也就這樣訓練出來了。

1972年，由於台電正積極展開核能發電的建廠工作，謝先生獲台電推薦前往美國 Oregon State University 研修工程地質與地震工程一年（照片五，六），接受基礎學理的專業訓練。然後轉至美國舊金山的貝泰工程顧問公司參與核三廠的 PSAR 撰寫工作和有關核能電廠最重要的廠址選擇工作之研習。回國後，適值台電開始明湖抽蓄電廠的建廠籌備工作，並再次被派往美國波士頓接受有關水力發電的專業訓練。

1980年，由於世界第一次能源危機，台電接獲

經濟部的指令，規劃將火力電廠所需的石油燃料，儲存於地下，即所謂的地下油庫計劃，為此，亦被選派前往法國考查地下油庫儲存的地質條件與儲存技術，並前往瑞典參加當時的地下油庫儲存技術研討會（Symposium on Rock Store, 1980）以及考察地下深層開挖之施工技術（照片七）與施工機械。



照片五 留學時之美國醫師家全家福



照片六 留美時在滑雪場(1972年)



照片七 地下岩石開挖研討會(瑞典, 1980年)

三、有趣工程經驗

訪談過程，謝先生亦提供他所經歷過幾個有趣的石灰岩地質實際工程經驗，值得在此記上一筆：高雄鳳山水庫，係由水資源規劃委員會所規劃，當時該委員會屬於美援機構，為此美國派了一位地質專家來台協助地質調查工作，並由謝先生陪同去調

查。調查報告描述水庫地質雖為石灰岩，但石灰岩出露在所規劃的設計最高水位以上，由於最高水位下主要為泥岩，所以判斷應該不致漏水。然工程完工營運後，發現該水庫仍有漏水現象，至今尚未解決。數年前，顧問公司在做安全評估的時候，謝先生以顧問的身分建議他們要鋪底，但是鋪底有一個困難就是水庫要空庫，由於水庫位址地區本就缺水，空庫將影响供水，所以這個方案就無法執行。後續安全評估時，另有顧問公司建議採取灌漿止漏的對策，但灌漿後亦無法達到止漏的效果。

另一個類似石灰岩地質發生水庫漏水的案例就是台電的龍溪水庫。龍溪水庫在施工前就發現壩址上游兩公里的河床都在漏水。原計劃在水庫範圍鋪底，當時民國四十三年鋪底約需新台幣三千萬。於是就有人建議石灰岩漏水，可藉灌漿止漏。當時台灣灌漿技術人才不足，於是委請美國 TVA 水力發電的一位專家，以一天五百塊美金請他來協助，這位專家曾為美國田納西州有很多座落於石灰岩上的水庫，以灌漿方法成功止漏的豐富經驗。他到台灣發現石灰岩分佈規模很小，跟美國他所經歷的工程相較是小巫與大巫。於是建議在壩址的下方施作灌漿遮幕(Grouting Curtain)來止漏。而總經費估算只要約台幣一千五百萬，於是就採取他的方法，而不鋪底。沒想到灌漿過程中遭遇有些地方無法灌滿，可能為地下存在有大溶洞或潛流。壩體完工開始蓄水後發現水位無法上升至預定高度。於是就在壩址的上游兩公里處再另外做一個壩，叫作小龍溪壩，然後從這個壩取水經兩公里的隧道，把水引到水庫裡面來，水庫水位終於漸漸的上升，但是亦仍無法達到滿水位。

謝先生參與過的計畫如此之多，除上述幾個特殊案例外，尚有幾點值得一提，如核一廠廠基開挖施工時，即發現基礎開挖面有溫泉湧出，設計的顧問公司建議在岩盤面上鋪一英尺厚的濾層，再埋管以利將水排出，除可降低水壓外，並可排除地下水侵入筏式基礎內之鋼筋，此一案例為大型筏式基礎處理的特殊設計。此外，核四廠的反應器房和汽機房基礎開挖之地質鑑定以及其他基礎施工問題、生水池邊坡開挖的穩定處理等多借重謝先生的專業，將施工中所遭遇的困難，圓滿解決。此外，前一陣子新聞不斷的雪山隧道漏水問題，謝先生也是參與其中之主要鑑定人。

四、教學與服務

在台電工作期間，除了前述的專業訓練與研習之外，在公餘（夜間或星期六）亦曾在中原大學土木系，淡江大學水利工程系以及文化大學的地質系擔任工程地質的教學工作，除了課程講授之外，亦常利用參與國內各項建設之施工機會，帶領學生現場觀摩（照片八，九），理論與實務兼顧並行。



照片八 文化大學現場野外實習留影



照片九 中原大學教學時帶領學生實地觀摩地質鑽探(68年)

此外，謝先生於公餘之暇，仍積極參與各項學術活動，及公共建設事務。國內重大之公共建設工程，如雪山隧道之規劃、調查與施工等均曾被交通部高速工程局邀請擔任工程技術諮詢顧問（照片十，十一），此外，交通部所規劃的中部霧社至花蓮的高速公路計劃，蘇花高速公路計劃等亦均以顧問身分參與規劃，並曾為此前往瑞士，英國考察長隧道工程（照片十二，十三，十四）。國內外學術界與工程界的各項學術與工程活動謝先生亦不落人後，如土木水利工程學會、大地工程學會、隧道協會，岩盤工程會議、國際沈積岩工程會議（照片十五）、中英地質會議（照片十六）、長江三峽大壩考察觀摩等（照片十七，十八）。這些考察所學的寶貴經驗及所增加專業技術領域的視野，謝先生

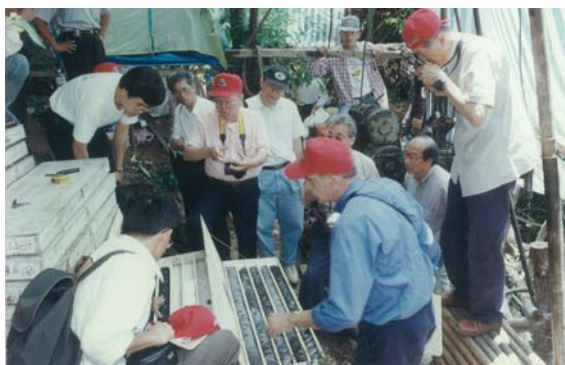
亦都回饋於國內工程機關之經驗傳承，或參與國內各項工程技術規範之制定。



照片十 雪山隧道諮詢顧問團成員現場勘查(1998)



照片十一 雪山隧道諮詢顧問會議時在洞口與鄭文隆局長在TBM前合影



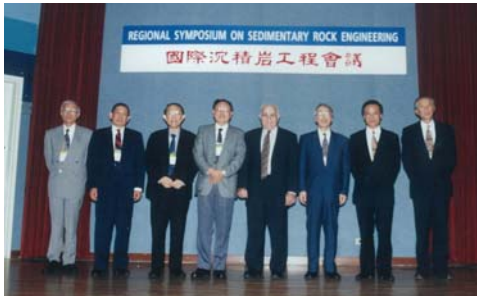
照片十二 中橫高速公路計劃可行性研究現場勘查(鑽探岩心檢視)



照片十三 中橫高速公路計劃可行性研究現場地溫測定



照片十四 中橫高速公路計劃可行性研究與台大洪如江教授在瑞士考察



照片十五 國際沉積岩工程會議主持人



照片十六 中英地質會議在倫敦與倫敦大學教授合影



照片十七 長江三峽大壩考察在船中留影



照片十八 大陸長江三峽大壩施工前應大陸國務地礦部之邀前往考察(中堡島,後立石柱為壩址所取之岩心,直徑達 1 公尺)

五、地質學 VS 大地工程

訪談過程，亦向謝先生請教他個人對工程地質師與大地工程師如何分工之看法，他陳述一些看法，並提供以下資訊，其為他個人正在撰寫的專業書籍中之一小部份，先與讀者分享，內含他個人之專業見解。

“工程地質學的基本概念以及大地工程師、地質師與工程地質師的相互關係嚴格而言，「工程地質學」實不應屬於地質科學的一個部門、與傳統地質科學中的岩石學、礦物學、古生物學等並不相互平行(謝敬義，1988)，前美國陸軍工程師團之總工程師 Edward B. Burwell 以及工程地質專家 George D. Roberts 等認為工程地質學並不是地質科學的一環，它是把地質學所有各部們的知識，應用在工程實際問題的一門專業知識、地形學、地史學、地層學、構造地質學、岩石學、經濟地質學、地下水文學，甚至古生物學，在土木工程方面的應用均有其重要性。因此「工程地質學」可視為「大地工程」中所應用的基本學理之一，與大地工程中所應用之土壤力學、岩石力學、基礎工程學、結構學等理論科學相互平行。因此，工程地質為研判，分析或解決大地工程問題的學理依據，屬於諮詢、參謀的立場，因此工程地質師仍是一位地質師、工程地質師不能取代大地工程師，他的主要職責是應用他在專業地質上的素養，配合對土木工程的瞭解，去發現可能產生的問題或提出地質上可能造成對工程損害的預警。如何去解決工程問題不是工程地質師的責任，他僅能以參謀或顧問的身分提出對工程師所提之解決方案以地質學原理評估其可行性與合適性。

由於重大建設陸續展開，大地工程師與工程地質師之合作關乎工程進行的成敗關鍵。目前大地工程師在學校所修習的課程均有「工程地質」一科，甚至有些大地工程師對「地質學」亦有相當程度的造詣，但即使如此，大地工程師仍無法取代工程地質師進行地質學理之分析或研判，就如同前述「工程地質師」無法取代工程師解決工程問題。目前規模較大的工程顧問公司已有甚多的大地工程師與工程地質師等人才。有些工程地質師對工程問題深入瞭解的程度以及本身對大地工程學理涉獵程度之素養並不亞於大地工程師，因此常有取代大地工程師的傾向。此一觀念常易造成兩者之間分工關係

之混淆，進而影響兩者間之合作關係。

舉例而言，具有工程經驗與大地工程學理素養的工程地質師均有能力進行邊坡穩定分析，甚至亦有能力進行耐震設計地表加速度值之分析計算，或基礎沉陷問題之計算與分析等工作。但這些工作應是大地工程師的責任，而不是工程地質師的工作，工程地質師仍是地質師，他的專業工作，固必須瞭解工程問題而學習大地工程的一部分學理，但大地工程學理之瞭解仍無法超越大地工程師。「工程地質師」瞭解大地工程中的基本學理，其目的並非取代大地工程師，而是瞭解大地工程的學理與分析過程再配合工程地質師的地質學素養方能對大地工程發掘問題，並進行評估及提出建設性的方案與建議。同一現象常在目前大地工程亦屢見不鮮。例如基礎地質鑽探以及隧道開挖時之岩心鑑定與岩體分類，很多大地工程師若有工程地質師之專業素養，相信亦有能力進行該類工作。但此項工作若由有經驗的工程地質師來做，相信其資料之可靠程度應較佳。由過去隧道工程中岩體分類工作經驗中。最明顯而實際的例子可以發現，對同一段隧道開挖而進行岩體分類時，若分別由兩位大地工程師以及兩位有經驗的工程地質師進行評分工作，則前者兩位大地工程師評分結果之差異，均比由兩位工程地質師之評分差異來得大。因岩體分類之主要學理背景偏重於地質學中之岩石學與構造地質學等相關之學理，故可能造成此種差異。

由以上的說明可知大地工程師需具備地質學的基本觀念與知識而地質師則須具備大地工程有關土壤力學、岩石力學、材料力學與結構力學等的基本知識才能稱之為工程地質師。其目的係在增進彼此間之了解與溝通，而非越俎代庖。因此兩者之間的工作分際仍有其必要，而此種分工合作的關係可並行不悖，互不干擾，如此大地工程方能達到事半功倍之效。基本上，工程地質師仍為地質師，大地工程師雖具備基本的地質學知識，但大地工程師有時仍需借助於專業的地質師，如專攻古生物學、地層學的地質師以鑑定地層年代、層序等問題，故不能取代工程地質師的工作；反之，工程地質師雖具備了大地工程有關的基本知識，但亦不能取代大地工程師的工作。”

六、退而不休

2003年4月謝先生自服務了四十多年的台電退休，至今又匆匆已過5年有餘，目前除了受聘為經濟部無給職顧問，兼任水利署水庫安全評估小組委員外，亦常不定時審查水利署所屬各水資源局各類水利設施新建或改善工程之規劃，設計與施工計劃，以及水庫安全評估檢查報告等，同時亦不時應政府其他機構，如公共工程委員會，公路局，水保局，林務局，水利會，以及工程技術顧問公司等提供諮詢服務，以其累積多年的工作經驗，貢獻社會。

謝先生提及他大學畢業時的年代，沒什麼重大工程，無太多大型建設推展，亦無太多資深前輩可以請教，當年都需靠自身的不斷學習。當時國內的重大工程多仰賴外國的技術，例如谷關是請美國顧問公司協助設計，達見水壩則是義大利人設計，直到後期之翡翠水庫，明潭、明湖、南化、鯉魚潭、寶二水庫等，已多由國人自行設計。近些年來，國內重大工程及建設的蓬勃發展，工程規模及技術也都突飛猛進，實已達世界水準。他憶起國工局成立之初期，他個人曾被邀請赴國工局演講隧道施工，當時的座上客曾大仁博士、張文城博士為剛從美國學成回台或剛由學校畢業的菁英，被網羅加入國工局參與國內高速公路的建設計劃，歷練至今，都已是國內首屈一指的隧道專家，這是時代在進步，所謂長江後浪推前浪，青出於藍而勝於藍。此外，這些年來，由於資訊取得以及國際技術交流頻繁，加上留學國外的精英人才紛紛回國參與國內重大工程建設所接受的淬鍊，國內的工程技術，理論與實務，實已不落人後。現在地工界所謂的中、新生代，將是國內工程界的新希望。謝先生很感慨的說，這些希望之星比他當時是幸運多了。放眼將來，國內的重大建設，諸如大台北捷運的後續工程、桃園機場捷運工程、高雄、台中捷運等，均有賴這些中、新生代的地工界菁英施展長才，希望不致再仰賴所費不貲的國外專家，而能自立自強，並進軍國際工程界，為台灣發揚光大。