

# 薪傳 7-24 不放棄的執著與堅持— 張吉佐博士

希望藉薪傳專訪對台灣地工界長期貢獻前輩表達敬意，更可將有價值的工程技術和閱歷供後輩學習

陳滄江\* 撰稿

## 一、前言

10月初，一個有著暖暖陽光的深秋午后，在林三賢執行長、方永壽總編輯及中興顧問公司黃崇仁與蘇啟鑫經理的安排下，我們在基金會見到了已自職場退休的國內知名專家與學者，也是久違的大地工程前輩~張吉佐博士。這是基金會特別邀請張博士分享他將近半世紀人生與工程經驗而舉行的訪談會，地點雖是基金會空間不大的會議室，但這一個下午，卻因著張博士 50 載經驗精采的分享，把我們的視界拉得好遠好大，從台灣、東南亞的工作經歷聊到在英國的求學過程；也從地下廠房、隧道工程談到邊坡與壩工的設計及施工。一個下午 3 個多小時，張博士侃侃而談，時而輕鬆幽默，時而嚴肅堅定，會議室裡忽而哄堂大笑，忽而沉默深思...張博士不吝惜將他豐富的工程經驗與我們分享，有聊不完的話題、說不完的閱歷...若不是天色漸晚，訪談不會那麼快結束，而一個下午下來，我們有著滿滿的收穫，同時也意猶未盡...

話題，從張博士千金的工作開始說起...

## 二、根紮的深，產業才會有的發展， 而研發工作就是產業的根

張博士家庭和樂美滿，與夫人育有 1 子 3 女，都有令人羨慕的工作與很好的成就(有美國執業會計師、藥師)。而前於國立交通大學材料所博士班從事半導體研究，在獲得學位後進入台積電負責奈米材料開發工作的女兒，目前則在韓國三星集團從事研發已近 5 年。從女兒的工作中，張博士觀察到韓國有關積體電路產業的發展，在過去或許不如台灣，但現在絕對不遑多讓，甚至尤有過之。這裡面除了韓國政府傾全國之力，在政策與財務上對產業的傾斜及大力支持外，更重要的是，產業本身對研發工作的投入與重視，才能讓產業一直保持領先與競爭的優勢。



「研發工作做的好，根紮的深，產業才會有的發展，也才能走的長遠，沒有研發工作就沒有根，後續很難可以站的穩。」張博士認為高科技的電子產業是如此，而以人才為本，技術為基的工程與顧問公司更是如此!

相較於政府公務體系及學界，張博士認為工程界特別是顧問公司的工作比較實務且具有挑戰性。參與其中，不但自身能夠得到進步，個人的才華也都會有發揮的空間，只要有能力、有意願，顧問公司的工作不愁會沒有揮灑的地方。特別是在以前，國內顧問公司的工作多以政府單位或國營事業的工程標案為主，技術性高、服務費寬裕、服務期間較長是三大特色。在這樣的環境下，工程師有機會、有時間可以詳細瞭解工程特色及內容，並就可能遭遇的問題深入研究，進而針對問題研析各種不同的解決方案，最後再從其中選取最好的處理方案納入設計及施工中。如此的過程，對業主來說，不僅可以減輕工程風險，更可降低成本或縮短整體時程。對工程界而言，每一個標案更是一個自我技術提升、拓展知識及培訓人才與經驗累積的機會，不僅工程可順利完成，產官學各界也都可以在優質的工程環境中獲得成長。

另一方面，在過去的環境中，顧問公司聚集了眾多各領域的菁英，多數時候，對於工程知識的掌握是較為領先的。當然也有幾個如台電、水資局、國工局與捷運局等等單位，因具備豐富的規劃與設計經驗，亦提供非常具有價值的執行經驗與建議，供顧問公司在工程設計時參考與學習。藉由工程的推動，業主與顧問公司間能有截長補短、相互交流與成長的機會。

只是相較於以往，目前的環境比較不同，多數標案因工期縮短、經費擠壓的結果，造成工作與時間在競賽，這對工程界而言當然是個嚴峻的挑戰。而如何在有限的時間內，既要控制成本，又須順利完成交卷，便成了工程界必須面對的嚴肅問題。只是很多時候，在這樣的時程與成本的雙重壓力下，原來該有的研發工作便被放棄掉了，正常狀況下對工作內容預先該有許多的情境模擬與配套解決方案，而後再就其優、缺點進行綜合評估，最後再選出最適方案的過程，被目前越來越低的服務費、越來越短的作業時間，及業主越來越多的要求給犧牲了。

張博士認為這是很可惜的，畢竟在成本考量下，以往工程界很多都是藉由獲得工作後所取得的經費、時間及為解決可能遭遇的挑戰，研擬開發新技術、拓展新知識或培訓工程師。經費減少、時間縮短，將造成設計過程變得像工廠裝配生產線一般，工程師只是就其所瞭解的範圍，很快的將所負責部分的設計完成，而比較沒有機會去完整的審視整個設計內容，或者去思考是否有其他的替代或可更優化的方案，這不僅使得設計工作空洞化，也會影響及延遲對相關知識進步的追求與技術的提升。

### 三、不會就學，技術生根

張博士從台北捷運淡水線 151 標就開始長達 20 餘年捷運工程的設計工作。說起捷運工程，張博士像是有說不完的話題，畢竟，張博士之前所服務的單位參與了多數台北捷運工程的設計，期間更經歷從不瞭解而無從著手，到有人教時的緊湊學習，而現在可以技術輸出教別人的過程，「過程中真的很辛苦，但現在回頭去看，卻是很值得的。」張博士認為台北捷運是一項很重要的工程，其重要性不僅是帶動捷運沿線發

展，或所提供的便捷交通，已成為大台北地區市民生活中不可或缺的一部分，特別是工程進行中對國內相關知識的累積、工程技術的提升及專業人員的培養與訓練，更是具有重大的意義。

台北捷運工程中許多困難處：如潛盾隧道、深開挖及建物保護等的設計與施工，在當時國內工程界都作了很多的探索。以往國內比較欠缺在都會區大規模的工程設計與施工經驗，也因為捷運工程的推動，給了台灣的廠商很多的學習與成長的機會。而外國顧問所帶來的不管是設計準則(如 CEDM)或規劃手冊(Planning Manual)等，也都成了後續國內在工程規劃與設計上的重要參考及依據。張博士笑著說：「其實當初我們在推動捷運工程時，也是一邊摸索學習，一邊施工」。

考量後續除台北市正辦理捷運工程的興建外，其他如高雄市、台中市、新北市或其他都會區在可見的未來，亦可能會有興建捷運系統的需求，大量且重大的工程不該也不能全靠外國顧問推動，因而有必要培養本土的規劃、設計與施工團隊來因應。張博士指出，當年國家的政策是希望能藉由重大建設的推動將技術本土化。但本土化也無法一夕達成、無中生有，除了國內自己的研究外，比較快速與直接的方式，就是透過外聘顧問的指導進行技術轉移與提升，讓台灣的工程師能先經由外籍顧問的帶領，從工作中學習，而後隨著技術落實與經驗的累積，再帶領自己的團隊，進行後續的工程。例如早期淡水線的設計工作是和國外顧問採 JV 方式合作，雖說工作是由外國顧問和本國顧問一起完成，責任共同承擔，但很多東西在當時明顯卻是由外籍顧問主導，本國顧問多數是扮演輔助及學習的角色。但等到南港線就不一樣了，以張博士所服務的中興顧問公司而言，淡水線及新店線工程之細部設計工作是和國外顧問一起合作，南港線時就可以自己完全接手辦理。

張博士認為，在捷運工程中，我們比較不足的部分其實是潛盾隧道，其他如深開挖、建物保護則較有經驗。多年的捷運工程技術與經驗的學習及累積，對提升國人的工程技術有很大的幫助，而這些成果後來也在高雄捷運工程裡獲得應用，不論是公部門或顧問公司及施工單位，稍早在台北捷運工程所訓練出來的人才與技術到了

高雄捷運工程都有很好的發揮。早期台北捷運工程時代，即便是細部設計都還是得與外籍顧問合作才能完成，但在高雄捷運工程則不然，總顧問的工作也都可由國人自行承擔。台北捷運工程因當時國內技術能力不足，需花費高額經費外聘顧問並辦理技術移轉，但對後續類似工程而言(如高雄捷運、北捷後續路網、新北市、台中市及機場捷運等)，卻可省下不少的成本。以目前而言，國內各大顧問公司均已具有能力完成設計，張博士說：「台北捷運工程就是技術移轉最佳的成功典範。」。

#### 四、學以致用，每個工程案例都是我們的導師

除了捷運工程，地下廠房及隧道的設計與施工也是張博士工作經驗中非常重要的一部分，其中印象最深刻的就是明潭抽蓄發電計畫中地下廠房及隧道設計及施工。30 餘年前經歷的點點滴滴，張博士依然記憶深刻恍若昨日。張博士回憶說：

就時間而言，當年是明潭抽蓄水力發電工程計畫先進行設計，但因規模較大(6 部 267 MW 機組，開挖 158.7 m 長 x22.7 m 寬 x46.95 m 高)，困難度高，因而優先推動明湖抽蓄水力發電工程(4 部 250 MW 機組)，即以明湖抽蓄水力發電工程當先導計畫，以累積經驗，作為後續明潭抽蓄水力發電工程計畫設計與施工的參考。

明湖抽蓄水力發電廠位於南投縣水里鄉日月潭的山區，為國內第一座抽蓄水力發電廠，利用蓄水量約 1.5 億立方公尺的日月潭為上池，在水里溪建壩做下池，利用上、下池間 309 m 的有效落差，在白天用電尖峰期發電，夜間離峰期再將下池水抽回上池，並不斷循環以達成調節尖、離峰發電與儲能的目標。

明湖抽蓄水力發電計畫之地下電廠施工，係先施作頂拱後再依序向下開挖，並採用重型鋼支保及厚鋼筋混凝土襯砌為支撐，施工過程中發現頂拱混凝土襯砌有承受應力接近臨界值的狀況。新奧工法的隧道開挖概念，雖也在 70 年代左右由外籍顧問引進國內，並在東部及南迴鐵路相關工程中應用，惟因引進時間尚短、案例不多，且因經驗不足，故沒有在明湖抽蓄水力發電

工程中使用，明湖抽蓄水力發電計畫仍採傳統剛性支撐工法施工。

而明潭抽蓄水力發電工程計畫之地下廠房深入地下 300 m，有了明湖抽蓄水力計畫工程的經驗，再加上後續國內、外使用新奧工法施工的案例越來越多，現場工程師及作業手也改變了必須有重型支保剛性支撐才安全的觀念，開挖支撐設計及施工時即採用岩栓、預力鋼鍵、輕型支保及鋼纖噴凝土等半剛性支撐元素，以加強圍岩、穩定開挖並限制變形。此外，為瞭解岩盤應力及應變情形，施工過程中並於主要結構施工位置埋設各種觀測儀器，以收預警之效。同樣的，明潭抽蓄工程大規模地下廠房及隧道施工經驗的累積，後續也應用在北二高大口徑山岳隧道群的設計及施工中。

張博士特別強調：隧道工程是綜合地工調查、工程地質、岩石力學、結構力學、地下水文學、施工開挖、支撐評估及工程管理等多方專業，並將其融合為一的工作。尤其施工前的地質調查與研判，及開挖後的圍岩反應，都需仰賴施工監測作為隧道工程師與大地對話的媒介。雖然經驗上可憑岩體分類提供推估圍岩開挖應力應變研判的參考，但仍有賴監測以獲取更可靠的資料作為安全評估的依據。此外，隧道工程成敗繫於對地質狀況的掌握，而地質狀況在設計階段僅能靠有限的探查與試驗，其程度與範圍往往不易完全掌控，需靠施工階段的前進探查研判，並決定因應對策。因此隧道工程可以說是一邊設計一邊施工(design as tunneling progress)，在工程進行上，必須有步步為營的觀念。隧道工程師必須具備工程地質、岩石力學等多方面專業知識，對圍岩力學行為、內空收斂的掌握及支撐設計都是工程師必備的專業素養與技能。

#### 五、7-24不放棄的執著與堅持

張博士大學就讀成功大學土木工程系，至於為何會進入土木系，張博士笑著說：「當年醫科與土木系都在甲組，但對於一個建設中的國家而言，土木工程人才的需求及所能有的貢獻更多，也因此當年土木系的分數比電機系等都要高。雖然依考試成績，是可以進醫科就讀，但考量就讀時間、工作的挑戰性，還是選擇就讀土木系。」

張博士 1965 年自成功大學土木工程系畢業後，先服了一年的預官役，除在服役期間承辦跑道維修等工程外，並在退伍前的就業考試上獲得郵政總局錄取，而有了退伍後擔任當時八層樓高建築結構設計工程師的工作機會。張博士回憶說：「當年負責的主要是一些新建工程，而這些新建工程規模雖不大但卻五臟俱全，從基礎探查評估、結構設計到發包文件什麼都要做。也因單位人力不足，連材料估價甚至到水電工程都要我們辦理，這也是學校學不到的。」

在郵政總局工作 2 年後，張博士獲得亞洲理工學院(Asian Institute of Technology, AIT) 所提供的全額獎學金，至 AIT 主修結構學及力學共 2 年(1968~1970)。回憶起這 2 年有關力學的學習與訓練，張博士不諱言的指出：「即使是在大地工程領域，力學基礎還是非常的重要，真正一個大地工程師或者是工程師的訓練，都不能忽略力學的重要性」。1970 年順利完成學業後，張博士回到郵政總局繼續工作約半年，辦理郵件大樓的興建及設計工作，並於 1971 年進入中興顧問社，參與水資源開發及電力開發等，如榮華壩、翡翠水庫、巴稜攔砂壩、青潭堰、直潭壩及義興壩的規劃、調查、設計及分析等工作。

1976~1979 年間，當時在中興顧問社任職的張博士，有機會至英國 Wales Swansea 大學繼續深造攻讀博士。談起這段經歷，張博士語重心長說著：「我之所以會到 Wales 大學深造，起因是之前在 AIT 求學時有一位從事 FEM(Finite Element Method, 有限元素法)研究的英國教授(O.C.Zienkiewicz 教授，也就是張博士的指導教授)到 AIT 訪問，而我認為不管是在結構工程或是在大地工程方面，很多時候，面對複雜狀況，數值方法是一個很好的工具，我想學習這樣的知識，所以我就選擇到比較先進的國家去學習先進的知識。」

張博士在 Wales 大學 3 年期間，所涉獵的領域非常廣泛，研究範圍涵蓋了與大地工程相關的動態與靜態議題，包含耐震設計、地震、土石壩、土壤液化等等，而在校的研究成果也發表了很多的論文，直到學習將告一段落時，指導教授還很捨不得張博士那麼早就畢業離開學校。這段過程，張博士玩笑的說：「這應該是因為台灣學生

天生就是有一種為老師做牛做馬、任勞任怨的特質，一旦投入工作後就晝夜不分，只想著快點把工作完成，也不去考慮是不是該休假了。」；他還說：「當年當學生一天的時間像不夠用似的，便利店 7-11 以往因營業時間為上午 7 時至下午 11 時的長時工作而聞名，而當時的台灣學生比 7-11 還厲害，就像是 7-24(7 days/week; 24 hrs/day) 一般，分分秒秒都在為研究或工作努力。除了不錯的成果而發表了很多的論文之外，努力積極的態度自然讓大英帝國的老師印象深刻。」。

7-24，張博士說的很輕鬆，身為聽眾的我們大笑之下不禁肅然起敬，回顧張博士長年來對工作及理念的堅持，一天也許容易，一年還算簡單，但經年累月不間斷的執著，就令人萬分敬佩了。努力與積極的處事態度，不僅讓張博士的指導教授印象深刻，更是年輕一輩工程師們學習的典範。

## 六、知識的學習才是無價之寶

針對近年來國內公共工程業務規模縮減，各大顧問及工程公司無不把眼光投放到海外的市場，特別是東南亞的大型工程上。張博士以他曾經遠赴印尼工作的經驗，認為目前台灣不管是顧問或工程公司，在經過國內捷運及其他大型建設的震撼教育後，都有足夠的能力去承擔海外的工程。特別是以在台灣興辦工程所面臨的挑戰，包含敏感土層、高地下水位、軟弱土壤、地震、複雜的地形地貌、多變的地質狀況，狹窄又惡劣的工址環境等，幾乎所有的大地工程從設計到施工可能遭遇到的困難問題，台灣的廠商都有不只一套的避險方案，這樣的實力，絕對可以從容面對國外的複雜狀況。又如在台北及高雄等人口眾多、老舊建物林立都會區裡的大型工程經驗，都是東南亞國家所欠缺而急切需要的。

因此，張博士極力鼓勵台灣的業者，能夠將經驗整合起來輸出到國外。他認為：「在台灣的工程所遭遇到的問題太過複雜，幾乎所有的大地工程問題台灣廠商都有能力設計及處理，相對於其他的國外廠商，台灣業者的優良技術有一定的競爭力。」。此外，張博士建議國內業者應把眼光放遠，不要過份計較一些初期的小虧損，畢竟能夠先踏出一步，能夠在當地生根成長，讓工程

師有機會接觸重大工程的洗禮而成長及歷練，這些都是無形的資產。他說：「知識的學習才是無價之寶」，初期的投資或許較大，但後續的收益會更大，有了複雜工程的訓練，技術才能不斷的成長，同時也多了一個更寬廣的舞台，不管是工程師或公司都能有更好發揮的地方。

另一方面，對年輕朋友個人而言，海外的工作雖然辛苦，但除了個人專業的成長外，人生閱歷及面對問題的態度也會有很大的不同。當時或許工作上很辛苦，但走過這段時間再回頭去看，會發現這樣難得的經驗對人生的幫助是非常大的，特別是現在國內大型建設越來越少，應該把握去海外從事不同工作的機會。

### 七、每一個工程案例都會讓我們成長，每一個寶貴經驗的累積都會讓我們在面對後續工程問題中更有把握。

張博士在談到北二高工程中許多的邊坡問題及世上罕見的單孔四車道寬之隧道時表示，即便是在設計階段已針對可能發生的問題做過詳細的研討並預擬對策，但大地工程狀況因素複雜，並不是想像中的那麼單純，會有一些狀況其實並不意外，工程師經常必須在實際施工過程中找對策，而這些遇到問題找對策的過程就是學習與成長。外國人來台灣工程參訪中吸收的工程經驗，回去可以解決當地類似的工程問題；而我們在前面的工程案例中的解決方案，同樣也成為我們在後續面對類似問題時的參考。前事不忘，後事之師！「由北二高隧道洞口邊坡工程經驗學習到，只要洞口開挖範圍越小，問題就較少」；「北二高木柵隧道遭遇灣潭斷層，施工過程中的處理經驗，在後來設計南二高蘭潭隧道時得以應用，將其間的泥岩地質當做斷層因應，不僅縮短了蘭潭隧道的施工期程，亦節省大量的工程成本。」。

工程上遇到問題，總是要想辦法找出最好及最佳的對策。張博士指出，為了避免GIGO(garbage in, garbage out)的問題，當初採用有限元素法進行明潭及明湖計畫的設計分析時，參數的選定是非常重要的。如何模擬開挖過程中，圍岩的強度及變形特性？如何模擬現地岩盤的節理、斷層狀況及鬆弛帶的發展等都是須克服及突破的地方。「面對複雜的工程實務，教科

書上的有限資料已不盡然適用，我們得自己研究與摸索，我們也聘請外籍顧問給我們很多的建議與指導，在這整個研究、摸索與學習的過程，激發出我們很多的創意，後來工程順利完成，我們也得到很多的收穫。」

### 八、除了熱情，更需要獨立

「對我而言，大地工程的工作讓我覺得不斷有進步與成長的空間。在國外，有些工程師工作就只是畫流線網，一輩子只做一件事。整體來看，這當然比較有效率，但對個人來說就不會有成長。沒有挑戰及進步雖然安穩，對個人卻不見得是好事。」

對年輕的一輩而言，張博士認為產業界「不能只給魚而不給魚竿」。意思是應該要教育及訓練年輕的朋友，提升他們的本職學能，以便讓他們有能力可以適應未來多變的環境。張博士也提到，年輕的工程師除了堅持熱情之外，更需要獨立，要有讓自己隨時可以獨當一面的抱負及能力，眼界更該放遠，不要只緊抱自己的專業，應該要試著培養多方的專長，以應付多變的職場或工程挑戰。

此外，隨著時代進步，年輕的朋友應該要不斷的學習及充實新知，以便在未來面對複雜的工程問題時，能夠不受有限的經費與時間限制，依然能提出最好的對策與方案。在學校，學生可以考 60 分只求過關；但職場上，面對每一次攸關人民生命財產安危的工程挑戰，都要做到滿分才可交卷。年輕的工程師不論是從開始的地工調查、材料參數選取到分析設計，最後再於施工落實，不管面對任何的大地工程問題，都要與時俱進、精益求精。大地工程是所有建設的根本，未來不管如何大地工程都不會消失，「在台灣我們有很多的機會面對挑戰，也更有機會學會處理這些挑戰。」。

### 九、結語

基金會有關張吉佐博士的專訪在 2012.10.3 下午，於林三賢執行長、方永壽總編輯及中興顧問公司黃崇仁與蘇啟鑫經理的陪同下，歷時 3 個多小時後結束，張博士熱情的分享他接近 50 載的工程經驗與體會，整個訪談過程輕鬆而熱烈，在此亦特別感謝基金會李碧霞與廖美嬌小姐辛



苦準備的精緻茶點與會場錄影。本專訪內容除了摘述過程紀錄外，並參考張博士所撰述之「台灣隧道工程之回顧及展望」乙文，及張博士退休時由中興顧問公司出版之「張吉佐博士論文集」(2007.9)編輯而成。

### 簡歷

張吉佐博士 1942 年出生於台灣省桃園縣，1965 年自成功大學土木工程系畢業；1970 年取得泰國亞洲理工學院(AIT)結構工程及力學碩士；1979 年獲得英國 Wales Swansea 大學土木工程博士。

張博士於大學畢業後即進入職場，主要從事與大地工程相關的工作近 50 年，並於 2007 年 9 月自中興顧問公司退休。張博士主要專長涵蓋工程地質、地震評估、土壤工程規劃設計、岩石工程規劃設計及土石壩工程規劃設計等各領域，任職期間擔任捷運工程計畫經理、大地力學研究中心主任、及中興顧問公司協理兼大地工程部經理等職務，除負責中興顧問公司大地工程部所有計畫外，並參與多項與公路、捷運潛盾隧道、邊坡、基礎、深開挖、地盤改良、壩工、及發電等工程設計監造與計畫管理等工作，並曾遠赴印尼負責南榜灌溉工程 Batutegi 壩及 Segalamider 壩的細部設計。迄目前為止(2012)，張博士有關大地工程方面的專文發表於國內、外各期刊與研討會，超過 150 篇(請參考「張吉佐博士論文集」)。



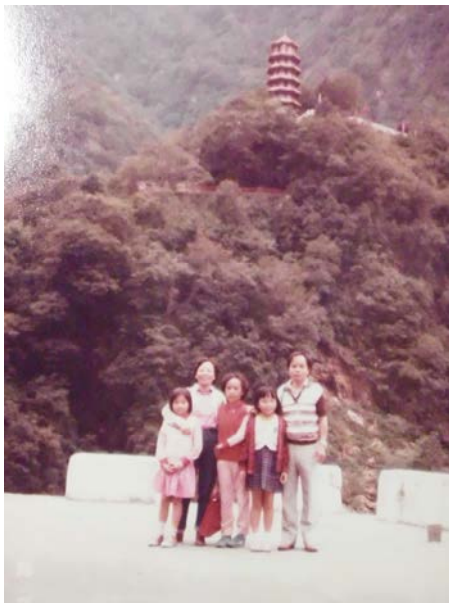
張吉佐博士伉儷於母校成功大學留影



張吉佐博士伉儷於溪頭留影



張吉佐博士與小公子合影



張吉佐博士伉儷與三位女公子合影



張吉佐博士攀登玉山主峰留影

# 地工技術



張吉佐博士於潛盾隧道內留影



張吉佐博士與外籍顧問及中興公司同仁合影



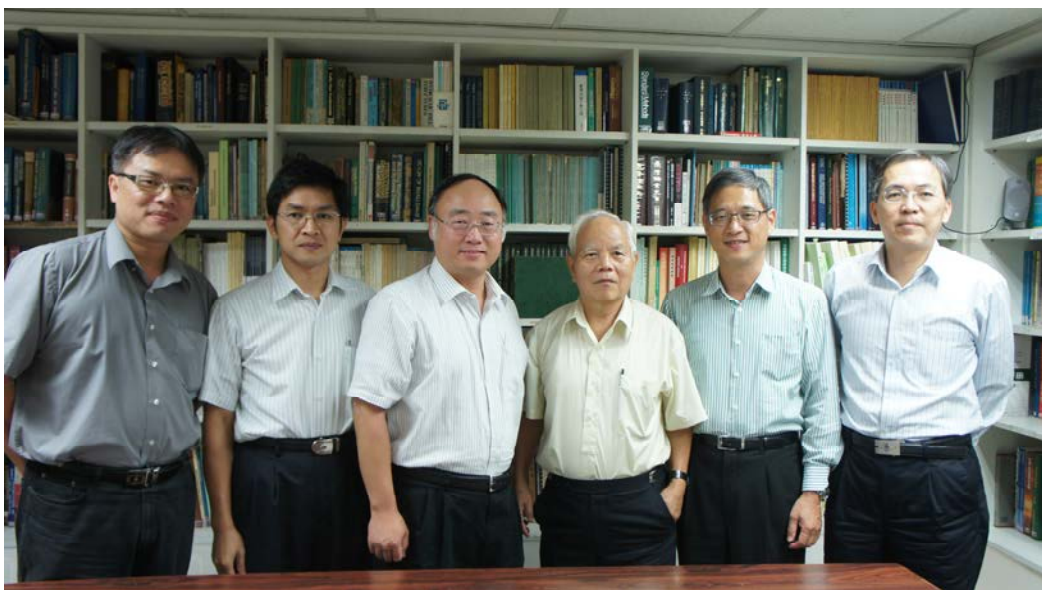
張吉佐博士印尼工作留影



張吉佐博士與外籍顧問於隧道前留影



張吉佐博士退休後國外旅遊剪影



薪傳專訪 會後合影(2012.10.3)

(由左至右分別為陳滄江博士、蘇啟鑫經理、方永壽總編輯、張吉佐博士、林三賢執行長及黃崇仁經理)