

國立成功大學土木工程學系

陳景文 教授



記錄整理 鄭斯元、周坤賢 技師

本次訪談照片

楊智堯主委引言：

陳景文教授是美國科羅拉多大學土木工程學系博士，畢業回國後即在國立成功大學土木工程學系任教，曾經擔任土木系系主任以及成功大學總務長，在其教職生涯中培養許多優秀的學生，目前也都在產官學界中發光發熱，對土木工程產業貢獻極大。陳老師目前雖然已經退休，但仍然熱心於相關土木工程技術的推動，尤其近年也積極協助大地工程技師公會參與各縣市政府的土壤液化調查工作。今天剛好趁地礦中心邀請陳老師參加土壤液化專家座談會之便，也邀請老師來公會進行專訪。本次期刊以土壤液化為主題，而陳老師是美濃地震臺南發生大規模液化災害時身先士卒深入勘災的學者，來談論土壤液化最有代表性。接著請總編輯鄭清江老師來進行訪談，也希望能從陳老師的豐富歷練中學習經驗。

提問 1 陳老師也是我們大地界的前輩，請陳老師談談當年投入土木與大地工程領域，以及開始研究土壤液化的契機。

A：事實上從小我的興趣就不是土木工程，而是與化學相關的東西，只要有化學的課我修得都還算不錯。初中畢業我去考高雄工專，三千多人報名，只錄取兩班共一百個，化工一班，土木一班，我錄取到土木科。當時因為對土木沒興趣，就去參加高中聯考，結果到大學又進入成大土木系，

想轉系又沒那麼容易。後來逐漸覺得土木工程並非如以前存在的只是蓋房子的刻板印象，覺得土木工程是個相當具有英雄氣概的工作，見山鑿洞，逢河搭橋，沒甚麼克服不了的環境，我就一路讀到畢業。在當預官時，原本已有公務機關等著退伍後去報到，但在快退伍前，有一次休假返家途中巧遇已在讀研究所的同學。與他短暫交談，在匆匆離去時他告知成大土木系土壤力學試驗室有助教缺額。我在火車上一想，好像可以呢！改變主意就在台南下車，直奔母系去見大地工程界最前輩的游啟亨恩師。他說有興趣就可來，但待遇不很高喔！確實不高，當年的助教是舊大學法中，起階的大學教師，當年正值十大建設的起始期，同學找到的工作，薪水都是我的二~三倍。到退伍那天我擔心游老師改變主意，扛著大背包就又去找他，游老師笑說剛退伍先休息，開學前再來報到即可，但我回家後一週就去報到了。就這樣，我進了大地工程界。

當年助教兼研究生至少要三年甚至四年才可畢業，這個潛規則幾無例外，而土力試驗室由游教授負責，順理成章，他就是我的指導教授。那時胡邵敏老師客座於成大土研所，我對他的土壤穩定題目頗感興趣，而且他說不知什麼潛規則，只要完成論文就可畢業，我心中大喜，但也面臨變更指導教授的難題。以當年時空背景，那是任何學生想都不會想的問題，心理壓力實在有夠大，也須有極大勇氣，甚至不一定可行。久思一週，硬著頭皮站在游老師桌旁告知此事，游老師看我約十秒，點燃支煙，頭望窗外，淡淡的說：「你去吧！」緬懷恩師，容許我當年的任性與造次。畢業後短暫在土研所擔任助理研究員，接著當講師。後來學界環境已漸難由講師直接升等副教授，那時國內大學尚無大地組博士班，出國求學乃屬最佳捷徑。當時家中已有幼子二名，太座在公家機關任職，告知太太我的計畫，太太說：「結婚前未知你有這規劃，但與其以後看著你每天唉聲嘆氣，長痛不如短痛，你去吧！」感激太太當年容忍我的任性和，可說是違約吧！就這樣隻身赴美求學了。我在美博士論文的題目是探討波浪作用下的海床行為，背景是當時歐洲北海有探油平台傾覆倒塌，主因為海域平台重力基礎因波浪反覆載重作用，引致砂質海床產生液化現象。這種行為無法用傳統動態三軸儀器模擬，所以博士論文內容包含新儀器的設計，即後稱的三軸中空圓柱扭轉試驗儀，還有後續的程式開發及進行繁複的數值模擬運算與比較，項目頗多。回台灣後本來要進行博論的後續研究，但因研究經費及儀器製作等限制而無法繼續，剛好當時台灣已開始在做一些土壤液化潛勢分析與調查，可申請計畫不少，土壤液化潛勢探討就成為我的研究主力了。

提問 2 明年就是 921 地震 25 周年了，請陳老師分享過去針對液化災害特別有印象的經驗。

A：921 地震發生後，我參與成大土木系的勘災活動，當時成大土木負責勘與竹山鹿谷地區。我在竹山遠看一處四合院中的曬穀場，全被黃色物質鋪蓋，以為在曬稻，走近才知全是厚厚的噴砂。



1975 年成大土木系土壤試驗室助教示範土壤夯實試驗

屋主帶我們看四合院內的建築，噴砂把整個家具全部頂昇，房屋已無法再住了，水田和深井全部被噴砂塞滿，地下水脈已被切斷。那是第一次在現地見識到土壤液化的災害。後來順道去了中興新村，那邊液化情況更是嚴重，部份樓房地板全被噴砂頂爆。那次經驗讓我感覺地震引致土壤液化這課題，不應只是在紙上練兵，應除了研究機制外還要加上實務現地調查的研究。

0206 的美濃地震讓我深入參與到土壤液化的實務工作。我當時因緣際會加入台南市政府的震災行動密集會議，主要是當土壤液化問題的顧問，接觸到不少建築因液化造成損壞的案例。那時市政府如何給民眾公平合理的補償變成一個難題，若以 921 時房屋損壞之半倒或全倒的方式執行，會產生不少爭議。因有些房屋外觀看不出什麼損壞，但產生的傾斜或沉陷，使有些老人家產生空間定位障礙，即所謂空間迷失現象，在屋內走路會撞到家具或牆面，這些建物的傾斜或沉陷，若依半倒或全倒概念，只會得到輕微補償甚或未達到補償標準；而有些房屋非結構體破壞嚴重，然柱梁板等結構體尚稱良好，但依民眾觀點已無法入住，則可能被判定為全部補償。市府希望能定出另一套辦法。後來我建議依日本阪神地震建物救助的方式，以建物差異傾斜量及沉陷量分成階等，配合房屋損壞實地現況來補償，後續執行像似沒有什麼爭議發生。



某年國際學術研討會 Session Chair

提問 3 目前土壤液化評估結果有時與事實仍有差異，老師認為主要的原因有哪些？

A：最主要是因為影響土壤液化的因素有不少，不是只有單純那三個常在說的主要因素：地質材料、地下水位和震度大小而已，三個主要因素外仍有很多的細項，在某些場合，這些未能掌握或者忽略到的影響因素，常會造成評估與實際發生不符合的結果。

美濃地震後，當時台南賴市長指示儘速在土壤液化災區評估其液化潛勢，我們團隊作出的結果，災區潛勢展現在圖資上大部分呈現綠色及少部分為黃色，完全沒有屬於紅色高液化潛勢區域。團隊評估可能是因為只有淺層液化，居民說地震的噴砂跟自來水公司來挖管時所見到的是一樣的，深度大概就是 2~3 m 內。後來我們在附近再鑽一孔，並採用 Boulanger & Idriss 的方法，分析的確是淺層會液化，我們還改了 Iwasaki 的積分變成 0~5 m，而不是 0~20 m，這樣的方式結果能更符合實際情況。

後來受邀到日本參加研討會時，我的 Keynote Speech 就以此結果作報告，主持人是九州大學頗有名望的教授，問我發表在期刊沒有，他略顯猶豫說是否可再稍微慎重一下，因為 Iwasaki 的公式可是很難動搖的，我當然瞭解研究數據樣本可能不足，畢竟這只是研究個案，而那個研討會也屬於半閉門會議，沒有 Proceeding 發行。數年後的研究發展，淺層液化厚度的因素也納入分析考慮了。大致上，土壤液化會有判定上的差異，主要是因為有些液化的因素我們沒有掌握到的結果。

提問 4 部分評估法認為黏土就不會液化，但部份學者認為低塑性黏土仍有液化風險，請教陳老師的看法。

A：就要看如何定義黏土，如果依統一土壤分類法定義為 CL 和 CH 的土壤，這種應該不會液化。但粉土常在鑽探時被誤判為黏土或細砂，其顆粒非常細。美濃地震發生後，在現場蒐集到的噴砂，在其完全水飽和狀態下相信大部分專業人士的目視判斷，判定應該不會是砂質土壤，因其具有虛凝聚性，其稠性甚至還可以維持很久時間。回憶多年前胡邵敏老師，在許多場合給我們指示，粉土的工程特性是個嚴肅議題，但卻少有人研究，現在想起，胡老師的意見確屬高瞻遠矚。這種具有些黏性但微觀仍是顆粒性土壤，常被判定所謂低塑性黏土，不如稱為具凝聚性的粉土較好，必須給它正確的定義，叫做 cohesive silt，然後再看 PI 是多少，就像有人說低塑性黏土，其實 PI 值為 4-7 還是會液化，這種土壤還是具有液化的風險，當然還要看排水狀況、震度的大小還有覆土載重等因素。

值得一提的是有人把流黏土的行為與土壤液化混在一起。其實液化的層面很廣，流黏土事實上也可稱為廣義的液化，就像 2021 年印尼地震的 Kota Palu 產生大規模的地層滑動，事實上都是黏土。當時我看美國 CNN 電視報導，主播一直說：soil was liquefied，也被講成土壤液化。其實應該是 clay strain softening，就是黏土的坍流現象，但非專業的認知是由目視來認定，說這種現象是土壤液化，也就無可厚非。但由液化的機制來看，卻非屬土壤液化現象，可能是因為黏土過飽和了造成 cohesion 崩解，黏土顆粒失去電荷吸引，而形成的流動現象。

提問 5 請問陳老師對於液化的學術研究要如何回饋工程業界的的需求，有什麼建議或觀點。

A：我認為工程學術研究成果不只要回饋給業界，也要應用到民眾生活面。因為業界有其專業也屬於專家，所以學術研究成果在業界的接受度可能比較高，但若將研究結果回饋給民眾，讓民眾能夠接受，則必須達成所謂的：講人話！

目前土壤液化的應用，主要是大師級學者所提出的簡易評估法，很高興目前也有納入台灣本土案例分析方法，但希望這些方法的成果，能積極參與國際上的學術交流，取得國際學界的肯定與認證，在實際應用時也會比較順心，其成果也不致於被國際邊緣化。其實研究液化，還有更精密的動態三軸分析，也有其他現地試驗等方法。

學術研究是要深入精密準確，但成果的展現則愈簡單愈



2012 年台日天然災害研討會和 Professor Ishihara 合影

好，學界可以再精進，看能不能展現給業界及民眾時不致產生誤導，而且也要讓人能夠接受。目前畫出液化潛勢圖利用三種顏色展現，然後告訴民眾：「如果你家落在綠色區域，也還是有可能產生液化，仍然不可掉以輕心；若你家落在紅色區域，也有可能不致於產生液化，也不必去過度擔心。」雖然這句話在專業上的確屬如是，但對民眾而言，這是人話嗎？民眾用電腦把自家地址打進去一查是綠色，就放心不管了，若是在紅色區域內就會很緊張，結果我們又告知上述那句話，民眾的直接反應可能是：你們這些所謂專家學者就是一堆只會吃飯的。所以我覺得是否可以像天氣預報一樣，以風險機率概念展現，例如氣象預報說下雨機率 10%，一般民眾外出可能不會帶傘，30% 可能會猶豫，40% 以上可能都會帶傘了，利用這種機率概念傳輸給民眾，讓他們去做判斷，如果擔心的話就採取進一步行動，如什麼都不想理會，風險就必須自我承擔。當然液化現象和降雨影響因子不盡相同，這些影響因子可掌握到的準確程度也有相當程度的落差，但這是個可以探討的概念，值得斟酌考慮。

提問 6 陳老師對於土壤液化等防災課題，產官學界在後續的推動與努力方向有沒有什麼建議？

A：學術的土壤液化研究再怎麼精細，所作出結論若是沒有得到印證的機會，如實際發生地震引致現地液化，其準確性事實上也難以預知。依目前的液化潛勢圖，也許紅色地區液化潛勢比較會產生液化現象，但整個紅色區域都會液化嗎？液化評估流程再精細，成果得到的仍是個模糊的圖資展現。

學術應該要把研究現象與造成災害拆開，兩者是不一樣的。學界重視現象的準確，對民眾與業界而言，要的是卻是實際會發生災害與否，這是兩個不同的目標。

學術應該照樣朝著精細的目標，現在的簡易評估已經有各種不同的方法，而且納入考慮的影響因素已經愈來愈細緻，剛開始只針對 clean sand，後來加入 silt，甚或也考慮到 gravel，近年來又納入近地表非液化土層厚等等因素。除應用各種不同的科學方法持續精進，另外也得回歸到最開始的地質環境，如地區是否位於河道旁，瀉湖、山麓區的直覺判斷等。利用簡易評估法時不應只堅持用某一方法，利用各種不同的評估方法交叉驗證，若各種方法分析結果是高潛勢，可相信發生液化的機率確實是較高，這些是學術界在努力的方向。

業界因要面對較多非專業的業主，須將這些簡易分析方法所得結果作最佳的展示及說明，解釋給民眾或業主了解。那官方則是負責推廣、教育和經費補助。大家必須共同努力合作。

過去常有人從安慰民眾或現實面的角度說：液化不會造成人員傷亡，這樣反而讓官方行政部門掉以輕心。土壤液化很有可能是建物倒塌的間接原因，房屋的倒塌傾斜沉陷可能從基礎土壤液化起因。過去曾有日本研究機構分析阪神地震六千多個死亡案例與相關災區的分布，其中有結論是：發生土壤液化區域的死亡率是相對較低的，造成大家深刻的印象，但後來又有另一說法：液化的產生和過程是緩慢的，讓人有時間逃出。這些說法大致上都沒有錯，但這些可能是淺層液化。若是離地表較深一些的液化，有可能引致土壤承载力變小，造成房子倒塌，但因為未見有噴砂現象，就會被大家認為不是液化現象。以前有一些案例，建物倒塌的原因我們直覺到可能不是僅有結構體的因素這麼單純，可能和所在區域的地質環境有關係，或許因有深層的地層土壤液化，還有建物和土壤產生的共振效應，進而造成建築搖晃很大，導致建物傾斜倒塌。將來要努力的還很多，因為影響土壤液化的因素比較複雜，在部分區域的某些因素可能影響不大，到另一地質區域可能就會形成主要的影響因素。

提問 7 老師桃李滿天下，造育英才，學生在產官學界都有傑出的表現，但對於社會新鮮人或年輕工程師，有沒有什麼建議

A：說桃李滿天下好像在賣水果，賣水果也很不錯。在學校久了，不管是修課還是指導的學生當然會多，也希望學生們能像水果對人體有益健康一樣，對社會服務有貢獻。

當教授通常會被認為在大學時期一定很用功，以我而言，大學時就只有一個興趣：打橄欖球，從大一打到大四，由系隊打到校隊，租房內隨時放有三個球，無時無地心裡都在想著如何精進打球技巧。畢業後若沒巧遇大學同學，也就進入公職上班了，這或許是另一條人生道路，有時在想那一條路或許也不錯。

後來回到學校當助教，才開始放下心思，開始想要讀書。在國外讀博士時，可說是一生裡最用功的時候，幾乎每個週末都泡在 24 小時開放的圖書館內，坐擁書城，飽覽群書，晚餐宵夜就是販賣機的咖啡和巧克力棒，那幾年把以前欠老師的功課全部還了，而且把未來要作研究的基本工也都補足。指導教授認為我要去補修一些力學理論課程，也補修不少工程數學課，這些課程研習對後續教學和研究確有相當大的助益。

前面談到我年輕時的一些經驗，並非要給後輩年輕學子當作榜樣，反而希望年輕的一輩能夠保握青春歲月。年輕時最有的資本就是時間，培養一些愛好興趣固然不錯，但重心還是放在把未來職涯所需的功課先補充齊全，將一些可直接用到的以及可增值的資格全都取得，這樣在未來人生中的峰期，也就是在職業生涯中會比較順遂，也會較有時間照顧家庭或做更多更大的事業。不要像我一樣，到後面再來趕再來補。我很幸運，有太座的相助相挺，才能隻身赴美求學，而我從來就不會相信甚麼快樂學習，學習過程是要有毅力和定力，雖不致於到痛苦程度，但也要有能夠熬的耐力，這是滿辛苦的。



2015 年和指導博碩生合影



2015 年和指導博碩生合影

提問 8 老師可否再補充您對人生經驗的分享以及最感謝的人。

A：我很少規劃自己的人生，持有的就是一個對人生進取的態度和意志。不斷的學習，探討新知，然後採取積極進取行動，爬上一個峰頂，看到另一個，那就再繼續爬吧！上進和進取對我而言是不一樣的，出國遊學五年和出國求學五年都很上進，但學後取個學位，差就在一個取字，或許我是個務實派吧！

人生中要感謝的人太多了。小學李老師覺得我不該委屈在偏鄉，帶我到都市求學，面臨更多的競爭，激發我人生必須進取的意志；大學時中壢車站巧遇大學同學，離去時丟下成大土木系助教空缺一句話，臨門一腳將我踢入學界；游啓亨老師領我進入大地工程領域；美國指導教授提供獎學金協助與對學術的堅持，影響我後續為學的態度；當年成大土木系主任譚建國教授，到美國網羅師資，將我列入名單；好友李德河教授在我博士論文遭遇困境之際，不斷來電鼓勵：「陳仔！卡緊作呼完，回來作伙拼啦！」；賴明詔院士選上成大校長後，由從未謀面到面談數分鐘就充分授權交予學校總務重擔，使我對學術行政有實質經驗。以上讓我的人生改變行程，激勵對人生的態度，都是我人生中的貴人，也都是該深深感謝的。還有太座，在我赴美求學之初，想逃避回台。她那道金牌：「讓你出去已經是不對了，回來更是個大錯誤，你給我唸完，完成那個甚麼博士再給我回來！」她應該是我人生最該感謝的人。



2016 年美國 Alaska 旅遊

提問 9 老師幽默風趣，個性隨和且平易近人，是否請老師分享您的人生哲學與休閒嗜好。

A：我認為每個人都有必須面對的不同人生，也都是一個獨立個體，都應該受到尊重，所以與人為善，共創雙贏，也就是我的所謂人生哲學吧！常聽到有些老師感覺年輕一代是草莓族，不如我們這代，一大早就到教室佔前排座位上大刀老師的課。現在課堂上，前面數排座位空著，學生有若退潮般都擠在後面，早上八點的課，學生姍姍而來，或許這就是大環境吧！但這些學生中將來仍會有教授、系主任、院長甚至大學校長。到時規定上午十點才開第一節課，到晚上八點、九點還在上課呢，這或許是年輕世代們的規範，也不用太擔心吧！我們這一代被教要有愚公移山、鐵杵磨成繡花針的勵世精神，應該也不適合在需要創新思考的當今的數位時代了。

對於學生在校時，我盡力協助，提供他們一個自由學習的環境，依他們自己選擇的方向協助他們，指導他們。他們畢業後，則把他們當成朋友，當成同行，互助互利，共創雙贏。

與人相處，以誠相待，與人為善，在這種凡事競爭的時代，不伎不求或許因而失去一些機會，但無形中

卻有不少機會上門；與其努力去競爭看似得到不少機會，但有時因產生衝突，不知不覺中卻失去很多原該屬於自己的機會，二者相比，兩者所得到的機會應該差不多吧！但至少前者方式，人生或許會過得比較快樂一些。

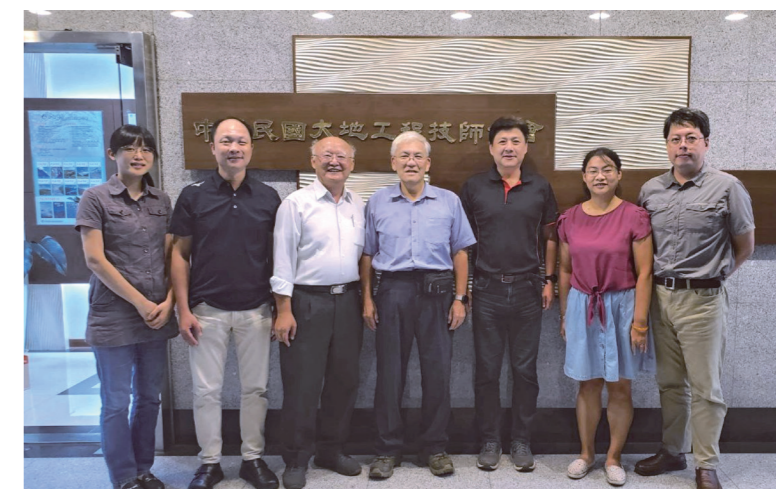
個人生活單純，學生時代熱愛橄欖球運動，常練球到忘記去考試，這也是後來發憤圖強想出國求學的動機之一，後來年紀較大，無法做較劇烈的運動，就利用閒暇爬山，尤其是住家附近壽山，更可謂爬翻了，雖是小山，但前山後山翻過數趟，運動量也不輸於爬高山，再後來就是健行，利用回家途中，到高雄車站後就走路回家，繞遠路盡量走綠地，一趟五、六公里，也算是運動吧！

提問 10 老師本身也是大地技師，感謝老師一直幫忙公會推動相關業務，是否能請老師給公會以及技師朋友們一些指導與建議？

A：考大地技師是在教授升等後，感覺年輕時有件事情未完成，就是大學畢業未能考上國考。還有在審查技師設計的案件時，常感到不對等，當然不見得非得有技師資格才能審查案件，術業有專攻嘛！但我個人常會猜測對方的感受，也許不見得猜得對，但總覺還是有個對等資格，審查工作才會比較能心安理得。

關於公會，我感覺大地技師公會和大地工程學會交集太少，學會辦的研討會，技師較少參與，而學會對技師們實務執行的業務了解也不夠。產學是要合一的，如美國的 ASCE 和日本的 JSCE，開年會時產官學齊聚一起，討論各方過去一年執行業務的困難，設定未來革新和發展的方向和目標，這是非常好合作機制。

還有社會上對大地技師的認知仍不夠。到數年前，在各種場合交換名片還偶爾被問起大地工程技師是何物？大地技師通常較謙虛內斂，鼓勵年青世代技師們能積極將大地工程專業展現於社會大眾。如施理事長在台北大直街災變一案，第一時間點即時將屬於我們大地技師的判斷充分展現，這就是公會未來向媒體及社會群眾表達的方式，也是我們大地技師們的共同目標。



本次訪談於公會前合影

後記

陳老師的專訪為了避免老師大老遠奔波，特地選在上午老師來台北參加地礦中心座談會的日子，借用會後的時間邀老師到公會進行專訪。

對於我們這些晚輩而言，陳老師和鄭老師的訪談對話有趣又不失專業分享，過程中眾人歡聲不斷。紀錄完成後人生哲學與土壤液化觀念都獲得了滋養，令人想繼續聆聽。未來再看到有陳老師的演講座談，有機會應該要多積極去現場聆聽，定會愉快又收穫滿滿。