

主題：生命史

受訪者：陳金溪顧問

時間：2008年5月31日下午14時~17時

地點：陳宅

訪談人：顧雅文、李宗信

逐字稿整理：李守正

陳金溪先生

學歷：台南州立台南農業學校農業土木科

經歷：

台灣總督府農商局工手（1944.4.26-1945.8.15）

台灣省行政長官公署農田水利局工程員（1945.8.15-1947）

台灣省水利局第十一工程處工程師（1947-1966.2.1）

曾文水庫工程局主任工程師（1966.2.1-1974.2.1）

經濟部中華工程公司專案工程師（1974.2.1-1990.8.31）

水利局及中華工程公司技術顧問（1990-1995.8.31）

台灣省水利處水資源工程技術顧問（1990-2001）

經濟部水利署壩工技術顧問（2003 至今）

生平概述

本人於大正 14 年（1925 年）出生於台南市，在家父嚴明性格的教導下，得獲良好之家教，對於本人待人處事上影響至深。因家父任職糖廠，較難提供大學進修之機會，進而考取台南農業學校農業土木科。畢業時獲保送日本三重農林專門學校深造機會，但因時逢第二次世界大戰，交通中斷，以致未能成行，所幸又蒙母校推薦，到「台灣總督府農商局」任職。光復後，仍繼續任職，期間曾主辦鳳山地方改良工程、斗六大圳、岡山復興取灌溉工程（即阿公店水庫下游灌溉）、草潭埤排水工程及隘寮溪引水壩工程之設計及施工主管。民國 41 年，因尖山埤水庫淤積，被台糖公司借調辦理尖山埤排砂工程，又因八七水災重建，負責嘉南地區灌溉排水重建工程之設計審查、施工督導。民國 49 至 50 年間參加白河水庫大壩工程分析，民國 50 年考取美援會派往日本研習大壩施工技術。於民國 51 年 1 月回台，即被派任白河水庫大壩工務所主任，負責導水隧道、大壩、溢洪道、進水塔等工程施工、檢驗工作。

民國 55 年調派曾文水庫工程局，擔任道路橋涵工務所主任及大壩檢驗隊隊長，並如期完成，達成此重大任務。民國 63 年 2 月受聘經濟部中華工程公司，至民國 79 年 8 月底退休，該期間從事林園、大寮、安平、官田、民雄、朴子等工程區開發工程之施工主管。又擔任中油液化天然氣瓦斯貯槽工程施工顧問，退

休前水利局長行文到中華工程公司，要求我前去幫忙南化水庫工程檢驗工作，因此週一至週四在永安 LNG 貯槽工程工地、週五週六在南化，時常兩地奔波忙碌。民國 79 年 8 月退休後，繼續接受台灣省水利局任聘南化水庫大壩施工技術顧問，並至 84 年 6 月底擔任中華工程承辦之牡丹水庫大壩施工技術顧問，但是我已是退休狀態，在行政上行不通，故我先到亞新顧問公司，亞新再與中華工程簽約，整個過程才合法化。又在民國 88 年 3 月至民國 90 年 2 月底，受聘台灣省水利處水資源工程技術顧問小組顧問。從民國 91 年 2 月至今，我擔任經濟部水利署壩工技術顧問，期間協助阿公店水庫大壩漏水改善、曾文水庫大壩加高工程之審查及建議、湖山水庫設計審查及建議、寶山第二水庫施工檢驗之建議。

求學過程

台灣省行政長官公署農田水利局之前身為日據時代台灣總督府農商局耕地課。我於 1943 年 12 月自台南農業學校農業土木科畢業後，4 月進入耕地課，台灣光復後，單位名稱更名為台灣省行政長官公署農林處耕地科。對於此份工作，我認為是可以一方面工作、一方面學習技術學問的，並且一路順利至今，深感幸運，達成自己的期望。

本人志願考取台南州立台南農業學校農業土木科第一屆生，並受父母親全力支持鼓勵。在國小五年級時，學校分為進學班（即升學班）與不進學班，第 2 組與第 4 組為進學班。學校的日本老師當時辛勞、認真專心，指導進學班應試之學習，而且沒有收取任何酬勞，我對老師非常感念。同時考台南二中、台南二高女、台南農業這幾間，大概約六人會有一人考取。

台南農業學校是 1938 年 1 月成立，當時為配合米穀增產政策，故在台南農業學校設立全日本全國實業學校中唯一的農業土木科。那時因無前例可循，也沒有編專業教材，授課的後藤老師只得採用大專用書。如應用力學、測量學、微積分、施工學、土壤學、水理學、農業水利學、牧隆泰先生編寫的水利造構學、灌溉排水學、河川學、干拓學、耕地整理學、道路橋樑學等，教材艱深，較不易理解、吸收，還好後藤定年、佐藤紫郎、鈴木正三位老師們皆教學有方，深入淺出、旁徵博引，奠定深厚基礎。對於過去工作，能不辱使命，有此表現，皆因歸功於老師治學嚴謹、教學認真，我也深懷感恩。南農農業土木科畢業生，初期在水利局多有所貢獻。當時台大農工系尚無畢業生，南農畢業生在水利局及工程處推行作業中成為中間幹部，對工作些有貢獻。

除了上述專門學科外，日據時代的求學經驗中，在學校受教育時，影響我甚深的是生活教育，即做人處事修身的道理。例如誠實、勤勞、自我犧牲、責任感、道德勇氣等生活教育，即所謂的「日本精神」。而這些信念也讓我對未來在做人處事上有所原則：要有敬業精神、清廉、耐苦、負責任、處理事情上能有所選擇，並且有條有理。特別是定力的問題，只要心能定下來就會排除雜念產生智慧，處事有條有理、正正當當。

投入水利工作

當時台灣總督府農商局耕地課的工作，主要為配合國家米穀增產之水利建設開發（灌溉排水、水庫等），及補助地方水利組合開發土地改良工程設計、預算審查及督導。耕地課分為第一技術係及第二技術係：第一技術係負責農商局直屬土地改良事務所，及補助地方水利開發工程等之設計、預算之審查督導等；第二技術係負責新開發工程之計劃測量、水文、流量、經濟分析等調查工作。農商局直屬的土地改良事務所包括二林、虎尾、鳳山、鹽埔、三星等。我進入耕地課，屬於第一技術係。在日人迫田技手一對一的指導下，辦理設計數量及預算的核對、檢算的工作。當時職位從上而下是技師、技手、工手、工夫，工手又分為日薪與月薪兩者。進入半年後，調至鳳山土地改良事務所。因當時人員不足調服兵役，赴林園工地之大寮攔河閘門及進水口（水源）及幹線工程之監工，至民國 34 年 8 月 15 日台灣光復。

台南農校農業土木科一班有 50 人，日本人 21 人、台灣人 29 人，畢業生 46 人中，我的同班同學共有日本人 10 人、台灣人 5 人進入耕地課工作。當時荒木安宅課長到學校挑選人才，決定錄用台南農校的畢業生而捨棄其他工業學校的學生，原因在於台南農校農業土木科比台北工業學校與台中工業學校更為專業。當時工手職務的薪水，日本人為每月 60 圓，台灣人為 45 圓，有差別待遇現象，因日本人在台灣工作領有額外薪資加給。總督府工地旅差待遇為每日 3 圓 3，第一個月 100 圓、第二個月則每月 80 圓、第三個月則 70 圓。

工程員、工程師時期

台灣總督府農商局耕地課，在光復後改為台灣省行政長官公署農林處耕地課，後又升格為農田水利局。我在光復後仍繼續服務於鳳山土地改良工程處（鳳山土地改良事務所改稱），並擔任日據時代遺留下來的大寮攔河閘門、林園地區灌溉水源進水口及幹線工程工務所主任。後來，隨當時鳳山工程處主任林神憩先生接任新設立的斗六工程處，職務為副工程師，負責辦理清水溪進水口及斗六大圳幹線設計工作。民國 37 年，我因婚姻考量，調任至較近的岡山工程處（後來改為第十一工程處），負責岡山排水工程設計測量與施工。

台灣行政長官公署改組後，原農田水利局合併辦理河川業務的工礦處公共工程處，改組為台灣省政府建設廳水利局，其下設置灌溉組與防洪組。在台灣省政府改組後，台灣省水利局岡山工程處改為第十一工程處，第一則為宜蘭、第二新竹、第三台中、第四彰化、第五北港、第六岡山、第七屏東、第八台東、第九花蓮、第十竹南、第十一岡山、第十二台北，共十二個工程處。我調至岡山工程處，主辦岡山復興渠（阿公店水庫下游灌溉工程），負責幹線測量、設計及施工工務所主任。後來我擔任草潭埤排水工程設計及施工工務所主任，當時農復會有一位章元義先生，對台灣農田水利貢獻極大，專業、學識豐富而且為人正直耿介。當時，關於草潭埤排水工程的審查案件，我總共向他請教七次，每次都被改路線，

一直到第七次才獲得認可通過；又章元義先生堅持自定該排水的流量標準，認為不符合要求的提案一概不接受，顯示自身專業能力與學養皆相當深厚，因此本人對於章元義先生既尊敬又佩服。

關於草潭埤排水工程設計，設計重點有二，首先，草潭埤排水原是後勁溪下游流入左營軍港，改為截彎取直後直接流入台灣海峽。當時設計時，要考慮漲潮與退潮時的洪水位，排水路的出水高是否足夠，與流速是否會造成沖刷現象等等。一般來說灌溉用水是清水，而排水時是濁水，當流速慢時容易沉澱，反之流速快則會沖刷，所以臨界流速要訂在哪個標準是必須考慮的問題。當時的設計作法是流速與流量都設計最大值，洪水時顆粒在不沖刷下也不易沉澱，這樣的設計在當時並沒有人嘗試過，我是採用 1952 年美國墾務局 *Stable Channel* 一書所提的「牽引力」決定其流速，以防止排水路被沖刷或沈澱，所幸得到的成效不錯。

當時工務所工地人員，為配合施工需要，必須常駐工地、延長工作時間，幾乎以工地搭設的臨時寮為住家，雖可多領工錢，但非常辛苦。工程處長官有林神憩、廖日旺、王秀林、朱鎔堅、吳琅白、黃慶銓等。外省籍主任語文及文筆較佳，且學識豐富考取美國研習機會較多。本省籍主任性情較樸實正直，但是學習機會不如外省籍多，故多考取日本研習機會。

民國 45~47 年間，岡山工程處也曾指派我負責隘寮溪引水壩計畫。日據時代為配合屏東鹽埔地方的土地改良計畫，在隘寮溪上游三地門建造進水口，並經隧道及水路引水到鹽埔灌溉。光復後因隘寮溪流心改變，無法進水，故在原進水口下游改建進水口，後來因颱風流心再改遷，又取水困難，因而有此引水壩的計畫。我擔任設計及施工所主任，新建長度 110 公尺的混凝土攔河堰及自動排沙門 2 座，當時陳文祥課長帶我去審查，此次農復會水利組章元義先生審查 50 分鐘後即通過並立刻實施施工，本人也因為此案受章元義先生賞識並於日後提攜拔擢。

每年美援會都會委託農復會辦理派往出國研習，事先指定出國研習科目並辦理筆試與口試，研習期間分別為美國 1 年、日本半年。我於民國 50 年 7 月 30 日至 51 年 1 月 25 日派往日本研習壩工施工，和周燈村先生一起去。主要研習目標包括：施工佈置（包括施工設備）、施工方法、施工機具、施工品質控制、施工進度控制、工地管理組織及制度等。研習時程由日本農林省、建設省及電源開發公司安排決定，範圍包括全日本，不限定於特定地方，但是給人走馬看花的感覺，與計畫的研習目標不同。為達成研習目的，選定愛知用水公團之 3 萬公頃的開發計畫，駐工地二週蒐集相關資料，並到施工中的東鄉調整池土壩施工方法、檢驗工作及其管理制度。

日本土壤自然含水量高於最佳含水量（OMC），因此東鄉土壩填方產生裂縫現象，他們以 Well-Point 方法長期抽水減少空隙壓力。愛知用水開發計畫之壩工及灌溉幹線、支線及排水工程全依據 USBR 之設計及施工基準執行，他們的技術敬業精神及施工管理制度等皆嚴格徹底執行，值得參考。

印象深刻的是，日本行發生了一件有趣的事情，在愛知縣北部的當地土地改良事業所參觀時還意外遇到以前總督府耕地課工作的同事高井先生，到訪之前他

們只介紹我是陳先生，並未提及姓名，因此高井先生也未認出，到正式介紹見面時，我們彼此都相當訝異。

主任工程師與專案工程師時期

(1)白河水庫工程

民國 49 至 50 年，我曾參與白河水庫大壩安定分析，當時所使用的靜態分析模式對施工極有助益。從日本返國後，民國 51 年 2 月 1 日我即奉派擔任白河水庫大壩工務所主任，負責導水隧道、大壩、溢洪道、進水塔等工程，並於民國 54 年 6 月完成。白河水庫工程的設計及施工品質檢驗，並未請外籍顧問指導，是由國內技術人員按照 USBR 設計及施工規範，自己摸索執行並如期完成，獲得國內外專家及長官肯定讚賞，完工當時李國鼎先生也來視察，也證明台灣人也有能力建築水庫。這個工程皆由經濟部中華工程公司承辦，這也是後來我到中華工程公司的契機。當時台灣施工機具尚未發達，皆靠自行改造，以符合規範規定，達成任務，例如羊腳滾重量不足，就加重鋼筋重量以符合單位壓重；壩墩與填方接觸處要特殊輾壓，因未採用 Tamper，故自作鐵槌配合人工切實夯實，以控制密度。民國 53 年大壩填方施工中遭遇白河大地震，在右岸壩墩與填方接觸處產生裂縫，後來採用 Bentonite 及 Clay 料混合灌漿處理，以防止滲漏。

(2)曾文水庫工程

民國 55 年 2 月 1 日，再奉派擔任曾文水庫工程局主任工程師。先擔任道路橋涵工務所主任，主辦楠西至壩址施工道路橋樑等工程，又於民國 56 年 11 月至 62 年 10 月 31 日擔任大壩檢驗隊長，負責大壩施工品質與進度等檢驗工作。

曾文水庫工程開工當時是亞東地區最大水庫，其貯水量 9 億立方公尺，大壩填方數量為 1200 萬公尺，壩高為 145.5 公尺，總預算為 47 億元。因施工後發現與當初設計的估計有所差異，就變更設計，將壩高降至 133 公尺，填方數量減為 930 萬立方公尺，貯水量為 7 億立方公尺，發電 5 萬 kw2 組改為 1 組，並增加預算為 60 億元。這個工程施工全由榮工處承辦，榮工處聘請日本鹿島建設公司，各部門派員指導施工方法及程序等工作；曾文水庫工程局則聘請 USBR 及日本最大顧問公司 NK 外籍顧問團，24 小時常駐工地，指導施工方法，控制品質及進度。當時會找日本合作的原因是，我們向日方貸款 4000 萬美金（按：4400 萬美金），總預算 47 億元中就有 16 億元來自日本的貸款，因此日方才會派人員進駐台灣。

曾文水庫工程採用大型施工機具，例如有 30 噸自走羊腳滾 3 台、35 噸傾斜卡車 50 台、6 立方公尺開挖機、堆土機 D8、材料處理場 2 處等。日夜 24 小時分為三班制施工，並嚴格控制品質及進度。

關於大壩及溢洪道岩石開挖料流用填方，要考慮開挖料的岩性如何配合在現場做有效處理，進而作為部分填壩材料，以符合原料源規劃的要求。曾文水庫的特點是，大壩部分是以開挖大壩及溢洪道的岩石填築，故填築材料應予管制。岩石材料間之含水量飽和時將產生沉陷，故應在填壩過程中盡量增加 #4 材料填充

其孔隙，以提高其密度，當時的規範是規定，壩體填築時-#4 材料之含量為：風化岩 50%以上，非風化岩 40%以上。另外，一般岩石填壩材料，經實際試驗情形發現，在壓實過程中加 10%之水時，日後土壩遇水飽和後將發生 1%~1.5%之沉陷；以乾料壓實填築之土壩，日後遇水飽和後將發生 10%~15%之沉陷。兩者的沉陷量相差十倍，因此我要求在使用大壩及溢洪道岩石做為填壩材料之過程中要多加水並務求均勻。含水量不足（約 5~6%）的材料在滾壓過程中將遭壓碎，導致-#4 材料增加，材料吸水表面亦隨之增加，整體含水量更降低，此時所加之水因材料吸收不足致滾壓結果不均勻，解決辦法為在鋪料及滾壓實不斷地均勻灑水。材料自 Loading Bin 將運填在大壩後，經推土機、灑水車及滾壓機具行走後，可增加約 15%~20%之-#4 材料，亦即-#4 材料之含量可達 45%~60%，符合規範要求。

(3)南化水庫與牡丹水庫

民國 63 年我到中華工程，79 年受水利局聘為南化水庫大壩施工技術顧問。南化水庫的大壩心層材料之自然含水量偏高，且 PI 值偏高，為了符合規範要求，我們事先在借土區挖溝，降低地下水位，並曬乾推堆以便使用。高 PI 質材料需採用犁機，先把土壤耙鬆、曬乾，以降低含水量。岩石開挖料運至堆置場後，經日曬風化，並加水調節含水量，以符合規範要求。

79-84 年間，牡丹水庫與鯉魚潭水庫、南化水庫等三處工程為前後相繼施工。USBR 顧問團每半年來台勘察指導及評語，每次勘查結果，評語中對於牡丹水庫的施工程序、品質控制皆讚賞其優異表現，尤其認為牡丹水庫施工品質在三座水庫中為最佳。施工中有次進度落後，水利處行文至中華工程公司，要求提出改善方案，公司陳朝威董事長召開有關單位開會檢討，工地由劉主任及本人列席報告。董事長面問我意見時，我當場提出書面改善建議方案，經董事長過目即被採用，並下令土木處行文通知，依據本人建議事項執行，結果進度品質也恢復正常。

工程計畫的順利成功要素，除了必須克服技術上的問題，「管理」也是不可忽略的重點。研究報告的推動需要事前先訂立大綱，制定完整的系統再進行作業，白河與曾文水庫都有研究報告，但是牡丹與南化水庫卻沒有研究報告，原因在於主事者都離開了，相當令人惋惜。

在中華工程公司的工作

民國 63 年我到中華工程公司，期間參與林園、大寮、鳳山、安平等工業區開發工程之施工主管。有幾件印象較深刻的事情。

(1) 林園工業區

當時，中華工程的黃總經理當時為協理，蒞臨工地視導，在當時大排水工程施工中提問，為何林園大排水不直接截流至高屏溪，好增加工業區用地面積，我則當面報告，林園大排水與高屏溪之洪水高峯水位若不同發生時，洪水位高差會

引起倒灌現象，引發災害。另外，當時林園工業區之用地是自高屏溪直接抽砂填築，其中 B1 區 110 萬立方公尺因未抽砂填築，導致承辦之榮工處要求提高單價，我則提出建議，如將山坡及高屏溪河床開挖，用陸運方式填築，可以節省工程費，故照案實施，我也獲得記功。

(2) 大寮工業區

因大寮工業區原屬於河川地，其基礎包含砂礫，透水性較大。中興顧問公司爲了減低地下水位以便施工，所以設計了臨時排水 well point（點井工法）之抽水設備，但是這項設計因爲數量不足，無法抽乾施工之地下水，所以提出追加變更設計。當時中興顧問程禹協理勘查結果，認爲需要倍數追加，以利施工。勘查工業區邊界道路時，我則建議，研究道路邊溝設計濾層因高屏溪堤防之滲流及透水係數 K 值後，實際上並不會發生作用，所以可以取消，程協理聽後，即當場通知取消。

(3) 鳳山工業區

我曾陪同蘇總工程師勘查工業區之道路塌陷情況，因鳳山工業區屬於砂層，且地下水位較高，而排水管之接縫處又可能未按照規定施工，引起施工後地下水位上升，造成管湧現象，才使道路基礎砂粒流失，引起路面塌陷。

(4) 安平工業區污水處理廠

施工中發現消化池之減壓閥有流砂現象，我建議以鋼網佈蓋後，未再發生。另我研究了基礎之砂粒級配與減壓閥間隙，發現中興未符合濾層設計規定來加粗粒砂層，才引起管湧現象，後來中興顧問公司爲了補救，在消化池周圍加設四處深井，以利抽水管理維護使用。

擔任顧問期間

擔任水利署壩工技術顧問期間，我爲阿公店水庫大壩漏水改善、曾文水庫大壩加高、寶山第二水庫及湖山水庫等工程提出建議。

(1)阿公店水庫大壩漏水改善

當時阿公店水庫已完工並營運 50 年，現壩頂有產生裂縫，下游邊坡也有滑動部份，壩體安定需要改善，經改善計畫研擬填方處理，我建議該填方部分屬於水位以上，需要剪力較大之粗料土料填築，並加設 Toe-drain，可排出壩體滲漏水，是適當的安定設計改善方案。

另外，日據時代原設計的壩體未設 Toe-drain，故壩體經長時間使用後，產生嚴重的滲漏現象。我針對此現象提出改善意見，認爲壩體下游如加設 Toe-drain，對於壩體及壩基之滲漏可同時一併處理，如果濾層因地形情況影響施工困難，亦

可考慮改設減壓井 (Relief well)，排出滲漏水，以防止湧管現象而保持壩體的安定。又關於左岸副壩內地表封水層破壞的問題，如壩基透水層較深者，應在現有副壩上游坡面覆蓋不透水土料，並在上游庫內加設不透水土料之 Blanket，以防止滲漏。如壩基透水層較淺者，應在現有副壩上游坡面覆蓋不透水土料，並在坡踵加設截水壕 (cut off Trench)，以不透水土料回填之。副壩下游壩址則必須加設 Toe-drain，以將滲漏水集中排出。

(2)曾文水庫大壩加高工程檢討原因及改善

因為美濃水庫沒有做，為配合荖濃溪越域引水計畫以前，須加高曾文水庫貯水位 El 225 公尺提高為 El 227 公尺，以增加貯水量，符合實際營運所需。當時由曾文水庫管理局請中興顧問公司指導管理，卻導致錯誤指導，如他們採用的輾壓機具是需動夯實鈹施工，但這是不對的，因為 CL 土料要用搗實的，不能採用震動的作法。用震動夯實鈹夯實不均勻，且僅於表面線層部分，無法達到夯實效果，這項輾壓機具比較適用的是如堤防坡面夯實。再來，他們撒鋪厚度 25CM 太厚，檢驗試孔深度又只挖至前層築層，未將試孔底下之土料取樣檢驗，結果使填方鑽孔壓實度偏低，可能原因是，他們施工前未採取輾壓試驗。

為了配合水庫營運、洪水期順利洩洪及安全施工起見，我提了幾項建議：第一，關於施工計畫主要項目中之施工佈置、施工方法及步驟（包括施工機具）與施工進度等，需要詳細討論，作為編製預算之依據。第二，關於施工目標：因過去三十年水位最高時為民國 90 年 9 月 17 日的颱風，達到 229.2M，故大壩在枯水期間應完成開挖填至 EL235.30M 為原則。民國 10 月 1 日開工，故預定 12 月 27 日前壩體挖至 EL231.30M，預定隔年 5 月底前，壩體填至心層 1A，加填 3A 一層 30CM，故達到 E1235.3M。壩頂結構物之上游胸牆、欄杆及填至設計高程 E1235.9M 之填方，則於 6 月以後之雨季中仍可繼續施工。總而言之，壩高加高工程在一個枯水期即可完成。而中興顧問提案大壩全長 400 公尺，區分四段分 2 年完工，根本不符實際，應重新更改檢討。當時在南資局及水利署都開會，處理結果經水利署總工程司裁示，應重新檢討。

(3)寶山第二水庫

關於新竹的寶山第二水庫，92 年 2 月 11 日到工地現勘，下午則由吳憲雄副署長召開會議，在會議中，我建議了幾點施工廠商應注意事項：首先，廠商應具備土壩施工的觀念，諸如防止滲漏、均勻且最大密度（防止滑動）及施工之一貫作業（從借土區、搬運填方至試驗等）、第二需了解施工規範內容、第三需注意工作組織及工作分配、第四需注意施工機具之調配、第五需確保料源、第六需有施工步驟、第七需施工管理、第八需與業主聯繫。另外，土壩材料卸料分離及填方滾壓界面之處理，應特別注意施工方法；業主的檢驗人員與廠商的施工人員要定期（每天、每週及每月）檢討追蹤施工及改進措施；有關施工資料之收集及竣工報告等，則應及早指定專人撰寫。

民國 92 年 7 月 22 日，前謝瑞麟局長建議要寶山第二水庫請我本去演講，因此我受邀至寶山第二水庫，對局本部的品管課工程人員、計畫課等人員及工地的工務所全體人員、太平洋建設廠商人員進行「寶二水庫土壩施工技術檢討與建議」之演講，講了土壩施工基本概念、檢討寶二水庫土壩目前施工、並提出建議。

(4)湖山水庫

民國 93 年我審查湖山水庫的設計，對施工計畫與工程概估也提出建議。關於湖山水庫的壩體壩築：壩築量統計及材料調配，zone3a 其填方數量約 105 萬立方公尺，zone3b 其填方數量約 427 萬立方公尺，總計 632 萬立方公尺，占主壩填方約 50%，材料屬於軟岩料。爲了該填方達到施工規範密度起見，首先軟岩料填壩時小於#4 的材料含量需要 50%，以填充其孔隙提高密度。其次，若開挖軟岩料小於#4，脂含量未達 40~50%者，建議考慮設置堆置場，風化並調節含水量後，再運至壩區填用。另外建議採用羊腳滾輾壓（如 SM 類），輾壓後可增加約 10% 小於#4 材料，且填方填築上下層接觸面較良好，含水量也可同時均勻處理。建議施工前要實行軟岩料輾壓試驗，達到施工規範密度及含水量（包括層厚、輾壓機具及次數等）。

關於主壩心層填築：制定施工規範時，zone1 心層基礎處理，依壩軸基準先劃爲 10 公尺正方格，後經地質師及工地工程司主任基礎處理認可後，方可填築第一層填方，該初層填築建議用 tamper 輾壓，約 5 公分厚，經試驗合格後，填築上層可適用 Tire Roller 類輾壓。

關於大壩心層表面基礎處理，原來認爲「基礎初次開挖保留最後 1 公尺後該部份暫不開挖，作爲覆蓋以資保護……」其中保留 1 公尺厚度使否改爲 50 公尺以上，我建議請列入考慮。

湖山水庫填方總量 1500 萬立方公尺，分爲三處同時施工，且數量非常龐大，其填方材料依據報告安全係數約爲 2.0，雖不致會發失缺料問題，但需注意下列兩項事項。第一是運輸道路及運輸機具的管制，第二是材料開挖、搬運、輾壓等施工機具數量龐大，因此材料施工機具選擇之調度、維護保養及管理制度之建立，亦需要慎重檢討。另外，大壩上下游殼層與拋石接觸處應追加墊層區，以防止水庫水位遽降，發生殼層細料流失，導致管湧現象。拋石開挖處理方面，我建議請加設 grizzly 處理場，以便分篩處理。

一生中最有成就感的工作

我自己認爲，在這些水利工作中，最有成就感的工程及影響是在曾文水庫興建的時候。當時曾聘請 USBR、NK 及鹿島建設公司顧問團來指導，可視爲國際性的重大工程，且規模之大也是當時之最，並提高了台灣在建築水庫方面的技術能力。

在曾文水庫服務的期間內，除了學識之外，包括顧問團的工作精神、敬業態度也是值得學習的。更重要的是施工計畫的全面學習，包括施工佈置、施工方法、

品質及進度控管和工地管理制度，都使本人為將來累積深厚的經驗基礎。因為有「曾文經驗」的歷練與學習，在之後的南化、牡丹及其他重大工程的施工中都能充分運用先前的曾文經驗，能順利達成解決任務。

對未來水利事業的期許

台灣未來水利事業包括大型防洪、灌溉、排水、海堤、水庫等開發計畫，可聘請國內外專家合作討論，有計畫培養本地人才，才可一同研擬合適計畫來執行。但關於上述計畫實際執行時，要先能充分了解當初計畫與設計的理念，加上嚴格確實執行施工技術、方法與管理制度，才能有相當高效率的執行力。今後對這方面人才應該多培養，以符合水利開發事業的需求。

附：研究及獲獎

(1)潛盾施工法

依據中華工程公司民國 66 年度研究發展計畫，為解決明挖式地下管道施工所產生的困難而觸發研究本施工方法的動機。民國 65 年經日本熊谷組建設公司安排，前往日本 45 天參觀施工工法中之「潛盾施工法」及潛盾種類、各種土壤採用方式及施工方法等，目前台灣的捷運工程普遍採用此種工法。

(2)軟弱地盤改良工法研究（獲經濟部頭獎）

台灣土地利用空間有限，因此如何改良軟弱地盤使可利用的土地增多，成為工程建設的重要課題。依據中華工程公司民國 74 年度研究發展計畫，因應承辦超高層大樓結構物建築、地下鐵、污水下水道、LNG 基地、電廠、港灣工程需要改良與克服地盤不良的條件，以增進土地利用價值。本研究除將軟弱地盤理論逐一介紹外，並依軟弱地改良工法之原理、置換、脫水、壓實、脫水兼壓實、固結、淺層處理予以分類，並將各種工作法做有系統的介紹。

軟弱地盤改良工法發展日新月異，榮工處與民間營造公司先後引進，中華工程公司亦設法與國外公司技術合作引進新技術，進而發展新工法或改進現有技術與設備，向國外申請專利使公司在軟弱地盤改良技術居領先地位以提高競爭力，並出版《軟弱地盤改良工法研究》。

(3)液化天然氣貯槽土木施工法（獲經濟部優等、行政院乙等獎）

依據中華工程公司民國 78 年度研究報告，中油高雄永安「地下式液化天然氣（LNG）儲槽」是採用日本引進的新工程技術，首次在國內興建。本研究即以本次工程的實際施工經驗為基礎，全面檢討有關技術、施工步驟、注意事項及改善對策；同時並統計分析單項作業之工率，俾將來從事類似工程時，能充分掌握施工品質、進度及施工成本。本項儲槽的施工作業相當繁複，歸納內容重點包括：逆打工法、超深連續壁、深層開挖、大型懸吊式鋼模、機械式鋼筋組立、巨積飛灰混凝土和澆注。

(4)工地（施工處所）管理研究

依據中華工程公司民國 79 年研究計畫，承辦工程之施工品質、工期掌握能力是業主決定將工程交付的最重要因素，施工安全與施工成本的控管則影響工程成敗，當然也影響公司的信譽與營運，施工所是公司在承攬工程之施工地點或鄰近地區設有組織有系統的單位，其任務為公司監督及授權下進行施工事宜以完成承攬工程。公司也訂有施工處所管理辦法，諸如公司單行法規、承辦工程購料分包內部作業及審核一致規定，施工所的一切作業不可脫離這些規定，報告是實際依照規定作業的心得，完全站在工地的角度討論，內容較重工地實務缺少說理和法規依據。本報告計分為計畫、工地業務、成本管理、對外業務、自我能力開發及在職訓練、電腦管理六部份，雖有心將工地管理一切項目納入，提供作為實施依據。

(5)中國工程師學會會刊「工程」第 68 卷 9 期（民國 84 年 9 月）發表「牡丹水庫土壩填方之施工與檢驗」

(6)民國 88 年 8 月榮獲教育部技術及職業教育名人錄