

人員履歷表

第1頁共3頁

製表日期：109.06.22

姓名：黃世傑
出生日期：18.12.21 (91歲)
出生地：江蘇江都
學歷：上海市立工業專科學校 土木科 (37年畢業)
美國密歇根大學 進修
專長：工程相關專業
論著：<略>
語文能力： 1. 日語
2. 英語
3. 閩南語
4. 上海語



參加學術組織： 1. 中國工程師學會 永久正會員
2. 中國土木水利工程學會 永久會員
3. 中華民國隧道協會 會員
4. 中美技術合作協會 會員
5. 中華民國阿拉伯文化經濟協會 會員
6. 亞澳道路協會 會員
7. 美國土木工程師學會 高級會員(Fellow)

專業證照： 1. 土木技師 (47年3月15日)

技術訓練： 1. 安全工程師訓練一年 48.03~49.03
(美國國際合作總署主辦，美國勞工部執行)

榮譽：中國土木水利工程學會會士

經歷概要： 1. 曾任中興工程顧問股份有限公司高等顧問，借調中興工程科技研究發展基金會派任吉興工程顧問公司董事長。
2. 曾在中興工程顧問社督導海內外業務，主管印尼代表辦事處、沙國分社、業務部、機械部、電氣部、社區發展部、環工部、建師所、考管部、秘書室。
3. 曾在中興工程顧問社擔任沙工區計畫、台北國貿大樓計畫、台北市政府及市議會大廈計畫、台北捷運總顧問計畫及印尼多項計畫之計畫督導人。
4. 曾擔任中興工程顧問社管理部經理、業務部經理及沙國分社經理、協理、副總經理、執行副總經理等職務。
5. 曾任台灣省政府曾文水庫建設委員會正工程師兼副執行秘書。
6. 曾任行政院石門水庫建設委員會主任工程師兼施工隊隊長。
7. 曾任台灣電力公司霧社工程處大壩工場監工主任。
8. 曾任台灣省水利局三星工程處利澤工務所主任，主持羅東大水(冬山河改道)工程設計施工。

人員履歷表

第2頁共3頁

製表日期：109.06.22

- 經 歷：(一) 84.07~88.12 中興工程顧問股份有限公司 (88.12.21退休，88.12~91.12
仍續任中興工程顧問股份有限公司高等業務顧問及吉興公司董事長)
- (1) 84.07~88.12 監理 高等顧問
- 借調中興工程科技研究發展基金會派任吉興工程顧問有限公司董事長。
- (二) 63.01~84.07 中興工程顧問社
- (1) 80.10~84.07 監理 執行副總經理
- 協助總經理督導業務。
 - 擔任台北捷運計畫總顧問計畫督導人。
 - 主管印尼代表辦事處並擔任多項計畫之計畫督導人。
- (2) 76.07~80.10 監理 副總經理
- 主管業務部、農水部、環工部及印尼代表辦事處。
 - 擔任台北捷運計畫總顧問計畫督導人。
- (3) 71~76.07 監理 協理
- 主管業務部、社區發展部、建師所、電氣部、機械部及沙國分社。
 - 擔任國貿大樓、台北市政府及議會大樓計畫督導人。
- (4) 67.04~71 監理 協理兼沙國分社經理
- 負責沙國三大工業區及工電部大樓工程。
- (5) 64.03~67.04 監理 協理兼沙國分社經理
- 負責國內外業務承攬及契約管理。
 - 兼任中鋼公司建廠計畫經理，籌備開工。
- (6) 63.01~64.03 監理 業務部經理
- 負責國內外業務承攬及契約管理。
- (7) 60.08~62.12 監理 兼任業務部經理及管理部經理
- 原職在曾文水庫建設委員會。
 - 負責業務及行政管理。
- (三) 55.09~62.12 台灣省曾文水庫建設委員會
- (1) 55.09~62.12 正工程師兼副執行秘書
- 協助執行秘書督導曾文水庫工程之設計及施工。
- (四) 54.04~55.08 台灣普力公司
- (1) 54.04~55.08 生產部 經理兼預拌混凝土廠廠長
- 負責興建預拌混凝土廠並經營。
- (五) 47.07~54.04 石門水庫建設委員會
- (1) 47.07~54.04 主任工程師兼施工隊副隊長、隊長
- 負責全部石門大壩工程之自營施工。
- (六) 42.07~44.07 台灣電力公司
- (1) 42.07~44.07 霧社工程處 助理工程師、副工程師兼大壩工場監工

人員履歷表

第3頁共3頁

製表日期：109.06.22

主任

· 負責霧社大壩施工監督管理及部份自營施工。

(七) 39.12~41.05 台灣省水利局

(1) 39.12~41.05 三星工程處利澤工務所主任

· 負責羅東大排水工程冬山河改道施工之管理監督。

(八) 37.03~39.12 台灣省水利局

(1) 37.03~39.12 花蓮工程處 工程員

· 花蓮南濱海堤及七腳川堤防工程施工監督。

附件一、台灣大型水庫工程興建方式之演進

台灣大型水庫工程興建方式之演進

程禹

中興工程科技研究發展基金會董事長

黃世傑

吉興工程顧問股份有限公司董事長

前 言

台灣是一個南北狹長的島嶼，中央山脈連綿起伏縱貫全島，因此主要河川大多東西走向。年降雨量平均超過二千五百公厘，但是季節性的分佈十分不均，約有百分之八十的雨量集中在為期約三、四個月的颱風季間。在颱風侵襲時，豪雨造成溪水暴漲，氾濫成災；由於河短坡陡，逕流在數日之內全部流失於海洋。而在枯水季節，則常有缺水乾旱的現象。所以築壩調節洪水，充裕民生及工業用水，實為發展經濟的重要任務。

大型水庫工程是重大的經濟建設，投資龐大，工程艱鉅。所牽涉的技術層面既深且廣，上自氣象水文，下至地形地質，鉅細靡遺，無所不包。如何融會貫通，應用得宜，使造好的水庫，既可順利營運，又無安全顧慮，實有賴於富有學識經驗的專家團隊，竭盡智慮、通力合作來達成。水庫興建的執行重點，在規劃設計方面為通過周詳的調查、探勘、試驗、研究、分析與評估，以求獲得對社會及環境衝擊最小、安全度高、造價低廉且財務可行的方案。在施工方面則為如何善用人力與機具，在容許的費用範圍內，編擬切實可行的施工計畫；並發揮專業工程技術與管理技巧，經由協調與控制，使整體工程能在確保品質、縮短工期並節省成本的原則下完成。

台灣光復以來，為了配合民生需要與經濟成長，致力於開發水利資源。先後建造了壩高 15 公尺以上的水庫 35 座，其中壩高超過 100 公尺的有霧社、石門、曾文、德基及翡翠等五座（見表一及圖一）。在 50 年代興建霧社及石門水庫時，國人對大壩的設計與施工全無經驗，且部份建造經費來自國外貸款，故興建方式，在設計部份委請國外顧問公司辦理，國人在配合中學習，求取經驗。

施工部份則採自營方式，聘請外籍施工顧問訓練並指揮之方式辦理。這種方式確實訓練了不少設計與施工人才。因此後來 60 年代在興建曾文水庫時，設計改採國外顧問公司與國人顧問機構聯合辦理之方式，而施工部份則交由國內專業施工機構承辦，僅請國外施工顧問協助。



圖一 台灣壩高 100 公尺以上之水庫位置圖

由於台灣經濟發展快速，公共工程建設經費已可自籌。在 1970 年代若干中大型水庫之建設，如 46 公尺高的巴陵壩

、86 公尺高的榮華壩等的設計與施工，均全部由國內的設計施工機構自力承辦，成果良好，累積了更多的建壩經驗。所以到 70 年代籌建翡翠水庫時，雖然因為大壩位於 500 萬人口的大台北地區近郊，安全要求特別嚴苛，但是其設計及施工仍由國內機構承辦。1987 年完成後，十餘年來營運正常，為水庫建設經驗的傳承作了最好的註解。

表一 台灣五大水庫基本資料

水庫名稱	壩高 (公尺)	大壩型式	主體工程開工	完工
霧社	114	混凝土曲線重力壩	1955	1959
石門	133	中央心層滾壓式土石壩	1957	1964
曾文	133	中央心層滾壓式土石壩	1967	1973
德基	180	混凝土雙曲線薄拱壩	1969	1974
翡翠	122.5	混凝土雙向彎曲變厚度拱壩	1981	1987

霧社水庫工程

霧社水庫係在台灣中部濁水溪支流霧社溪萬大峽谷築壩蓄水發電，並調節下游日月潭水庫的水量，使濁水溪水力發電系統增加可靠電力 35,000 瓩。在枯水季節並可兼收灌溉的效益。本工程原為日據時代台灣電力會社所策劃興建，原設計為混凝土重力壩，壩高 97 公尺。但因日本戰爭失利，資金短缺，而在開工未久後即告停頓，完成進度僅百分之五。台灣光復後，台電公司為增加電源，在洽獲美援貸款後於 1955 年開工興建，歷時五年，於 1959 年完工，霧社水庫的建設經費共為美金 4,600 萬元及新台幣 3.9 億元。霧社水庫工程的主要數據如下：



水庫

集水面積：219 平方公里
滿水面積：3.5 平方公里
洄水長度：7.5 公里
總容量：1.486 億立方公尺

溢洪道

型式：壩頂溢洪道（臥箕頂洩槽式）
及變體馬蹄型排洪隧道
設計排洪量：2,100 秒立方公尺

大壩

壩型：混凝土曲線重力壩
壩高：114 公尺
體積：328,000 立方公尺

電廠

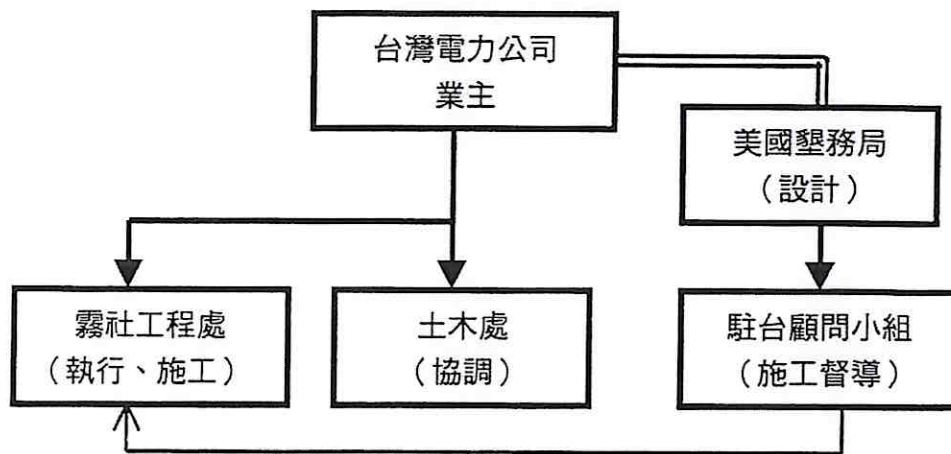
裝機容量：二組共 20,700 瓩
平均年發電量：18.1 百萬度

負責興建霧社水庫的台灣電力公司，有鑒於該壩是國內第一座高過 100 公尺的大壩，台灣又沒有任何大壩設計的經驗，乃依照美援貸款用於美國的條件，委請美國墾務局負責重新設計並擔任施工期間的督導。在設計期間，台電公司

曾派員多人赴墾務局研習。至於施工方面由於當時台灣也沒有適當的營造廠商可以承辦，所以大壩混凝土的施工是由台電公司雇工以自營方式辦理，訓練了不少施工人才，對日後水庫的興建，貢獻甚大；其餘的土石方工作以及溢洪隧道與進水口輸水隧道等工作則以供料方式，分別發包本地的營造廠承包施工。當時的營造廠規模很小，僅有少量基本的施工機具，施工均以人力為主。

台電公司為了興建霧社水庫，成立了霧社工程處負責一切工程事宜。為了控制大壩施工的品質，在美國墾務局駐台顧問的督導下，建立了品質控制與施工檢驗制度。

霧社水庫工程各單位間作業關係見下圖。



石門水庫工程



石門水庫係在台灣北部淡水河支流大漢溪石門峽谷築壩蓄水，是台灣地區

第一個具有灌溉、發電、防洪及公共給水等多目標的水資源開發工程。也是台灣繼霧社水庫後所興建的第二座高壩。

石門水庫規模龐大，又係多目標建設，政府乃設立石門水庫建設委員會（簡稱石建會）主持興建事宜。石門水庫的建設經費共為新台幣 32 億元，美金部份全部舉借美援貸款，新台幣部份由於政府財源有限，有三分之一以上舉債支應。

石門大壩原設計為混凝土拱壩。在壩基開挖過程中，發現左岸地質情況不如預期理想。適巧當時法國的馬柏薩拱壩（Malpasset Dam）因壩基有未被發現的地質弱面未能處理，蓄水後因基礎滑動而崩潰，造成下游嚴重的傷亡而震驚全球。此一事件對施工中的石門水庫也造成衝擊。石建會參酌諮詢顧問會議的建議，決定將大壩壩型由拱壩改為土石壩。並於 1957 年開工，歷時 7 年完成。

石門水庫工程的主要數據如下：

水庫	大壩
集水面積：763 平方公里	壩型：中央心層滾壓式土石壩
滿水面積：8.15 平方公里	壩高：133 公尺
洄水長度：16.5 公里	體積：7,059,391 立方公尺
總容量：3.16 億立方公尺	電廠
溢洪道	裝機容量：二組共 90,000 瓩
型式：開渠收縮式	平均年發電量：214 百萬度
設計排洪量：10,000 秒立方公尺	

石建會鑒於當時國內尚無大壩工程設計的能力，依美援貸款的條件，委請美國提愛姆斯工程顧問公司（Tippetts Abnett McCarthy Stratton Consultants Inc.）擔任設計顧問。但是為了使技術在國內生根，選派 12 位工程師赴美國墾務局實習並參與國外顧問的基本設計工作。返國後擔任外籍顧問的對等人員，在外籍顧問指導下自行辦理全部細部設計。至於工程之施工方面，由於工程數量龐大，必須使用重型機械施工以替代人力，但是國內既沒有大型的營造廠商，也沒有重機械施工的經驗，而石建會又不願發包交由外國廠商承辦，遂決定全部招工自辦，聘請一家美國富有經驗的莫克工程公司（Morrison Knudsen

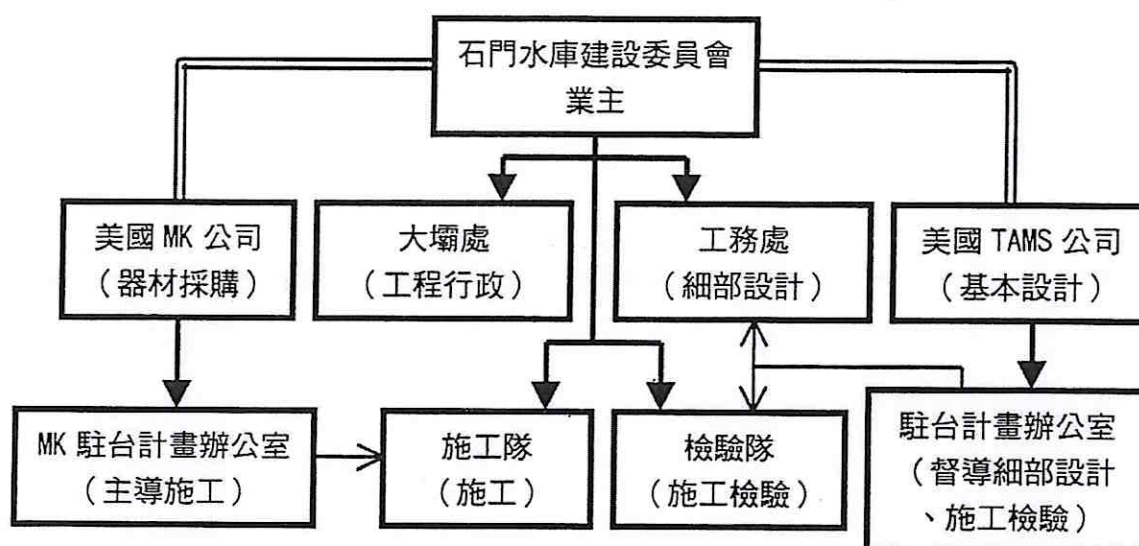
Corporation) 為施工顧問。同時也選派 11 位工程師赴美接受工程施工技術的訓練。返國後作為施工顧問的對等人員，負責訓練自營技術工人，並授權施工顧問經由本地對等工程師直接指揮工地施工作業，徹底實行「技術移轉」。此種執行方式，對提昇國內設計及施工人員的技能達到了紮根的效果。

石建會除了積極培養設計及施工人才外，更成立獨立的工程檢驗隊，配合設計顧問，執行大壩工區一切材料及施工的檢驗業務。其任務為確保材料及施工品質，符合設計規範，並適時溝通設計者與施工者之意見，為日後工程檢驗建立了良好的模式。

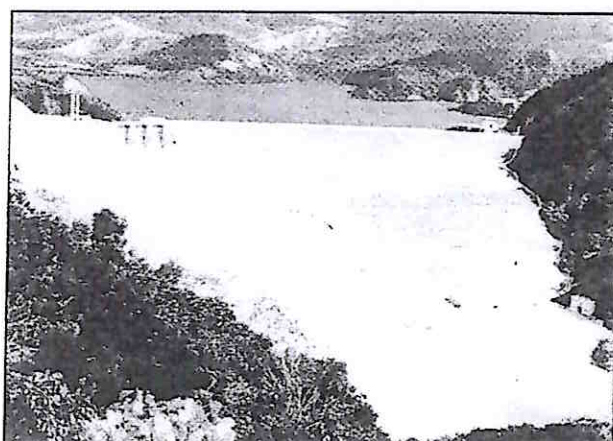
石門水庫是台灣第一個採用重型機械施工的工程，石建會為了切實掌握各項作業，在美國施工顧問協助下，建立了物料倉儲管理及成本預算控制等企業化管理制度，成效卓著。

石門大壩於 1963 年填築完成時，當年九月就遭遇到強烈的葛樂禮颱風侵襲。在水庫集水區內發生破記錄的雨量，壩址的尖峰流量竟高達 10,200 秒立方公尺，幾為過去最高記錄洪水的兩倍。所幸導水隧道在颱風來襲時已經完成封堵工作，水庫及時發揮截流防洪的效果，降低了下游地區的洪災損失。但是一座新完成的水庫，竟在一夜之間滿水，溢洪道必須開閘蓄洪，實為對大壩安全一次史無前例的嚴厲衝擊與考驗。

石門水庫工程各單位間作業關係見下圖。



曾文水庫工程



台灣南部的嘉南平原是台灣面積最大的農業谷倉。原由烏山頭水庫蓄水經嘉南大圳系統灌溉。烏山頭水庫是一座離槽水庫，在曾文溪設進水口，並經由隧道引水，故在豐水期因受制於隧道的引水量及水庫本身的容量，無法調蓄足夠的水量灌溉面積達八萬餘公頃的農田，所以灌區內僅能實施三年一次輪灌稻作的灌溉方式，無法發揮土地的潛能。此為興建曾文水庫的主要原因。

曾文水庫是在烏山頭水庫進水口上游曾文溪的柳藤潭峽谷築壩蓄水，是繼石門水庫後第二個具有灌溉、發電、公共給水及防洪等多目標的水資源開發計畫。為辦理水庫的籌建事宜，在台灣省政府下設立曾文水庫建設委員會（簡稱曾建會）主持其事。曾文水庫的建設經費為新台幣 60.87 億元，除由省府自籌之外，以發行糧食債券方式支應，所需外幣部份由日本海外經濟協力基金提供日圓貸款支助。該工程自 1967 年開工，歷時 6 年完成。曾文水庫工程的主要數據如下：

水庫

集水面積：481 平方公里
滿水面積：17.14 平方公里
洄水長度：16 公里
總容量：7.075 億立方公尺

溢洪道

型式：三階陡槽跳戽消能明渠式
設計排洪量：9,470 秒立方公尺

大壩

壩型：中央心層滾壓式土石壩
壩高：133 公尺
體積：9,296,100 立方公尺

電廠

裝機容量：50,000 瓩（一組）
平均年發電量：210 百萬度

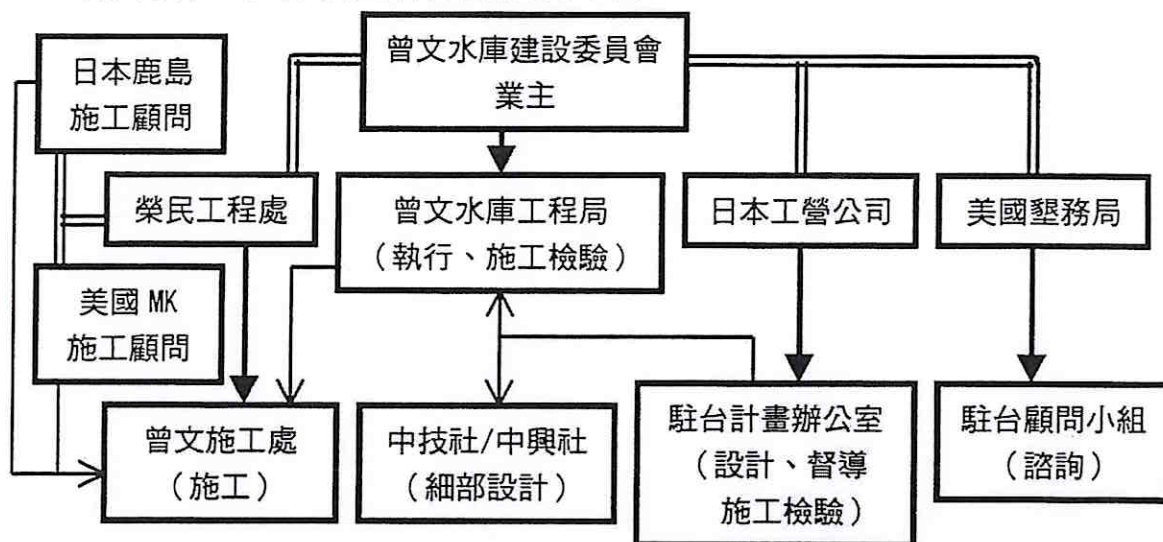
依照日圓貸款條件，日圓僅限用作向日本購買服務或機器設備等用途，所以曾文水庫的設計聘請日本工營工程顧問公司辦理。其時我方的設計工程師經過了霧社水庫及石門水庫的歷練，已有相當的實力，而工程顧問事業也已萌芽，在曾建會刻意培植國內設計顧問的決心下，規定日方應與一家國內工程顧問機構合作，由該機構人員協助辦理基本設計，並辦理全部細部設計工作。在施工方面，曾建會基於同樣的考慮，也決意培植一家國內的營建機構。乃將全部土木工程交由榮民工程事業管理處承辦。此種積極扶植國內設計及施工機構的作法，使該等機構於工程完工後能永續經營，不再重蹈石門水庫自營方式完工後技術員工遭致解散的覆轍。對其後的重要經濟建設發揮了很大的作用。

施工期間曾建會在工地設立曾文水庫工程局，負責一切工程業務。並參酌石門水庫檢驗制度的方式，在設計顧問的督導下，辦理一切材料及施工檢驗工作。

曾建會為考慮到大壩安全的重要，特別聘請美國墾務局派遣一個專家顧問小組，以「諮詢顧問」方式，協助該會審核設計及其他重要事項，小組並派一名工程師常駐工地隨時提供與革意見。

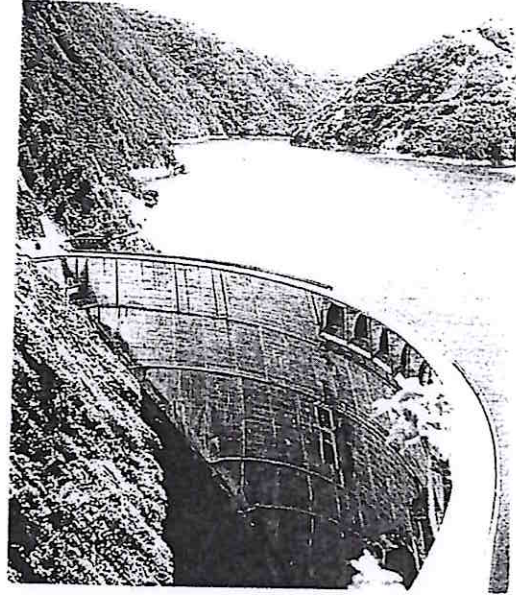
曾文水庫的蓄水，按照原先核定的時程是在枯水季節開始。但是在枯水期蓄水，並無洪水可蓄，不能發揮水庫功能，所以曾建會在與榮工處訂約時即訂定獎勵辦法，激勵趕工。結果在業主與包商共同努力之下，導水隧道提前在洪水季前封閉，使水庫提早一年收益，榮工處也獲得了鉅額的獎金，此一措施在台灣已不多見。

曾文水庫工程各單位間作業關係見下圖。



德基水庫工程

台灣中部的大甲溪是台灣地區水力資源最豐富的溪流，適宜做梯級型的開發。台灣電力公司在大甲溪中、下游完成了天輪、谷關與青山三座一系列的水力發電廠後，決定在上游達見峽谷興築高壩蓄水，除本身直接引水發電外，並可調節下游各級電廠的用水量，其尾水並可兼收灌溉之效。德基水庫的建設經費共為新台幣 51.2 億元，係向世界銀行貸款，於 1969 年開工，歷時五年完工。德基水庫工程的主要數據如下：



水庫

集水面積：592 平方公里
滿水面積：4.5 平方公里
洄水長度：14 公里
總容量：2.554 億立方公尺

溢洪道

型式：馬蹄型排洪隧道、壩頂
溢洪道及壩身排砂門
設計排洪量：6,400 秒立方公尺

大壩

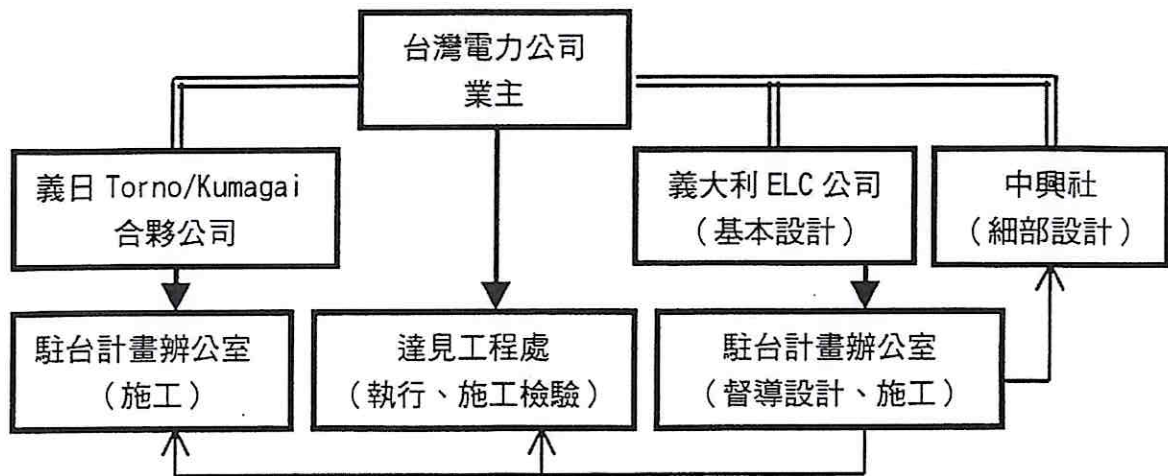
壩型：混凝土雙曲線薄拱壩
壩高：180 公尺
體積：456,000 立方公尺

電廠

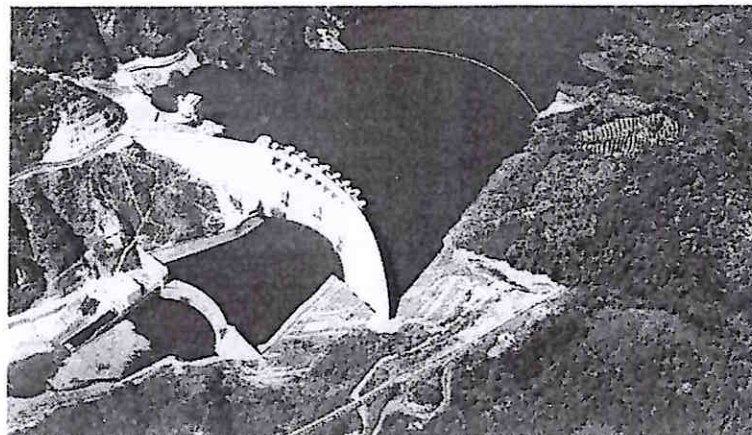
裝機容量：三部機共 234,000
瓩
平均年發電量：409 百萬度

負責興建的台灣電力公司，依照世界銀行貸款的條件，設計與施工均應以國際招標方式招請會員國機構投標。基本設計工作係由義大利的艾克工程顧問公司 (Elc-Electroconsult) 得標承辦。詳細設計工作原係由台電公司自辦，其後即改交國內的中興工程顧問社承辦。施工方面由義大利與日本兩家營建公司合作機構聯合得標承包。台電公司則在工地成立達見工程處負責一切工程業務，並辦理施工檢驗及品質控制工作。

德基水庫工程各單位間作業關係見下圖。



翡翠水庫工程



翡翠水庫係在台灣北部淡水河支流新店溪上游北勢溪翡翠谷築壩蓄水。主要目的為滿足大台北地區約 500 萬居民未來 50 年間自來水的原水需要。由於大壩壩址距離台北市僅約 30 公里，所以在安全上的要求特別重要；舉凡可能導致大壩崩潰的各種因素，諸如地震災害、基礎滑動、洪水溢頂以及戰爭破壞等，均列為規劃設計必要考慮的因素。翡翠水庫工程的主要數據如下：

水庫

集水面積：303 平方公里
 滿水面積：10.24 平方公里
 洄水長度：23 公里

大壩

壩型：混凝土雙向彎曲變
 厚度拱壩
 壩高：122.5 公尺

總容量：4.06 億立方公尺	體積：703,675 立方公尺
溢洪道	電廠
型式：壩頂溢洪道（8 座孤型閘門） 、排洪隧道及沖刷道	裝機容量：70,000 瓩 （一組）
設計排洪量：9,870 秒立方公尺	平均年發電量：222.7 百萬度

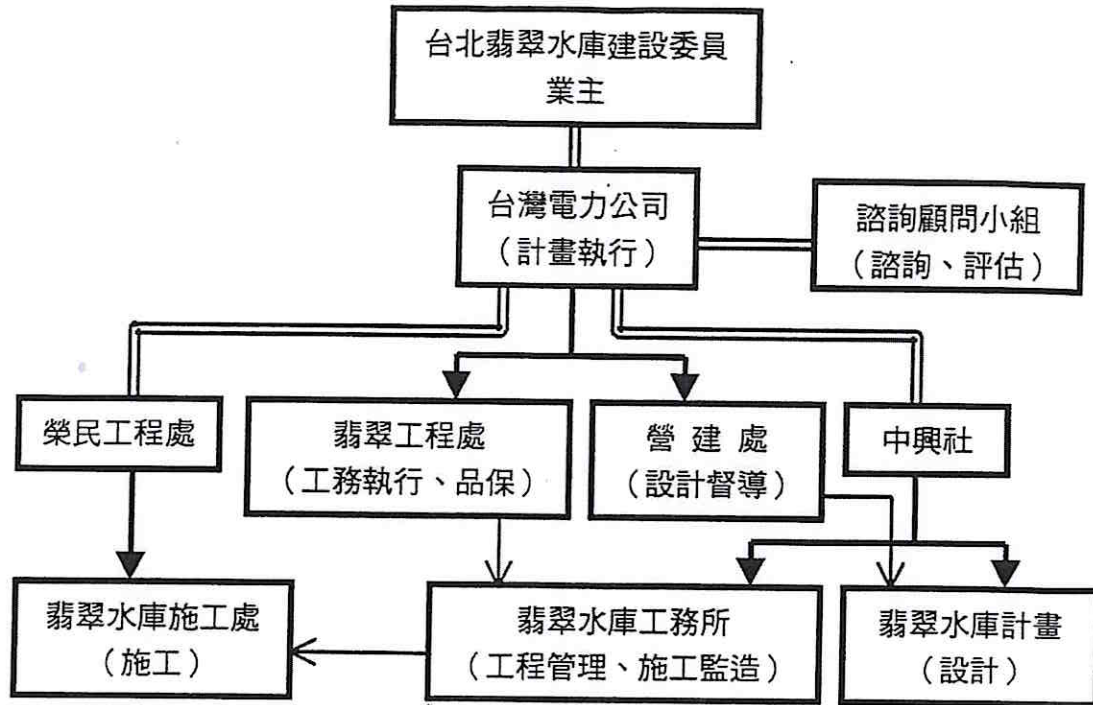
翡翠水庫係為供應台北地區自來水而興建，故由台北市政府負責籌建。惟以台北市政府為一個行政單位，沒有興建大型水庫工程的經驗與人才，所以市政府所成立的「翡翠水庫建設委員會」（簡稱翡建會）僅負責辦理一般行政、土地徵收及財務籌措業務，將工程之執行由台北市政府委託台灣電力公司全權辦理。翡翠水庫工程於 1981 年開工，歷時七年完工，建造費用新台幣 124 億元，全部由政府出資。

台灣在累積霧社、石門、曾文及德基等四個大型水庫的興建經驗後，對水庫工程的設計及施工已經有了自力承辦的能力。台電公司乃將設計工作委請原已承辦翡翠水庫計畫規劃及定案研究的中興工程顧問社辦理。同時為求設計理念能在施工中確實執行，將工程管理及監造的工作也一併交由中興社辦理。而土木工程的施工，則由承辦曾文水庫的榮工處承包。

在施工期間，台電公司、中興社及榮工處分別在工地設置作業單位：台電公司翡翠工程處，除處理工務行政外，並按品質保證方案，督導中興翡翠水庫工務所徹底依照中興社擬訂之品質管制手冊執行任務；中興翡翠水庫工務所除審核承包商施工計畫外，並辦理工程契約管理、品質控制及進度控制等工作；榮工處翡翠水庫施工處負責全部土木工程施工。此一制度之實行，實已具有目前國際標準 ISO 9000 的品質管理制度的雛型。

為了確保翡翠大壩的安全，台電公司特別成立一個諮詢顧問小組，在工程設計及施工期間，不定期邀請世界著名的壩工、水理、地質、地震及施工等專家來台對設計及施工加以審查與評估，並在水庫蓄水前，按照水庫安全評估的規定，作一次徹底的檢查，確認安全無慮後，方始封閉導水隧道開始蓄水。

翡翠水庫工程各單位間作業關係見下圖。



結 語

台灣大型水庫工程興建的方式隨著時代背景、經濟狀況及國人參與能力的進步而演進。四十多年來，我們是在筆路藍縷中學習成長，主要還是歸功主持水庫興建階層的高瞻遠矚，採取以培植國人自力辦理設計施工為目標，其後更以永續發展為政策，培植了以設計及施工為專業的機構，使人員不斷獲得學習與考驗的機會，也讓經驗能夠傳承，才有今天的成績。

隨著科技日新又新，系統管理模式也應運而生，所以從事於水利建設的工作者，仍應努力學習，吸取新知，使今後水庫的興建，因工程管理技術之提升，在工程品質、工期與成本上獲得更佳的整体性成果。

附件二、石門水庫之興建

土木水利學會 98 年度年會
台灣水庫建設及文化資產論壇

石門水庫之興建

主講人

黃世傑 顧問
土木史委員會

石門水庫之興建

The Construction of Shihmen Reservoir

黃世傑

中國土木水利工程學會會士
前石門水庫建委會施工隊長

前言

台灣光復前，日據政府在台灣興建了發電用的日月潭與灌溉用的烏山頭兩座水庫。兩者都是以中型土壩所形成的「離槽水庫」，蓄水量均為一億餘立方公尺。由於水源均係以引水隧道自主要河川導入，受限於隧道的流量，無法在颱風時攔蓄主河川的洪水；如逢早年平時流量枯竭，則常有缺水的問題。台電公司為穩定電源，開始在濁水溪上游的霧社溪上進行興建攔河式的混凝土大壩，預定壩高 89 公尺，可蓄水約一億立方公尺；但是由於太平洋戰爭失利而停工擱置，僅完成 5% 的土木工程。負責興建烏山頭水庫的八田與一技師則自 1924 年起在淡水河上游大科崁溪（大漢溪）的石門峽谷設置了水文站，進行研究興建一座攔河大壩以形成「石門水庫」。但是當時世界上在主流興建攔河大壩的技術尚未十分成熟，且在戰時無力籌措龐大的費用，始終未能進入實質設計施工的階段。（美國胡佛大壩自 1932 年開工，1947 年完工。）1945 年台灣光復初期，百廢待舉，台灣省政府僅能辦理戰後復舊工作，無力進行大型基礎工程。1949 年政府播遷台灣後，人口驟增，如何維持糧食自足乃成為當時首要任務。其時政府的施政方針是「以農業培養工業，以工業發展農業」，省主席陳誠於 1948 年命台灣省水利局進行興建石門水庫的研究，水利局乃設立「石門水庫設計測量隊」，於 1949 年提出「石門水庫初步計畫報告」，並奉准聘請美國墾務局負責興建胡佛大壩的薩凡奇博士與哈門博士來台指導，於 1953 年完成「石門水庫計畫概要」，建議在石門峽谷興建一座混凝土拱型大壩，其所形成的水庫總容量逾三億立方公尺，可供發展灌溉、發電、防洪及公共給水之多目標功能之用。

在 1953-54 年間，適逢台灣北部地區大旱，引起朝野各界的重視，桃園地方人士組成「石門水庫促進委員會」，政府也認為興建石門水庫已經刻不容緩，但是當時國內經濟能力薄弱，台灣全年外匯收入，僅靠食米、香蕉、糖和茶葉

出口約一億餘美元，不敷日常必須品進口之需。其時陳誠已經擔任行政院長，深知興建石門水庫必須傾全國之力，於 1954 年命由經濟部接手，成立「石門水庫設計委員會」，再聘薩凡奇及哈門博士來台，協助完成「石門水庫定案報告」。並命政府各有關單位設法尋求外援貸款及國內自籌新台幣之財源，並於 1955 年成立「行政院石門水庫建設籌備委員會」，自兼主任委員。



施工前之壩址(大橋已在完工後拆除)

1956 年政府洽獲美援貸款三千萬美元以供外購施工及永久機具設備與聘請技術顧問所需後，乃正式改組為「行政院石門水庫建設委員會」、其時陳誠已經擔任副總統職務，仍兼主任委員，正式展開建設工作。

經費結構

在五十年代的台灣，政府年度預算根本無法納入龐大的工程費用。除已獲得美援貸款三千萬美元折合新台幣十二億元外，其餘新台幣部份包括：(一) 政府撥用實施耕者有其田法案下出售四個公營事業之收入，(為補償地主之地價，曾將台泥、台紙、工礦、農林四個公司移轉民營，以其股票搭配地價的三成，自獲得土地者分年收回)。(二) 放領公地所收回地價。(三) 本計畫進口器材關稅記帳，撥為本計畫資金。(四) 美援新台幣帳戶貸款支應。竣工結算總工程費支出為新台幣三十二億元。

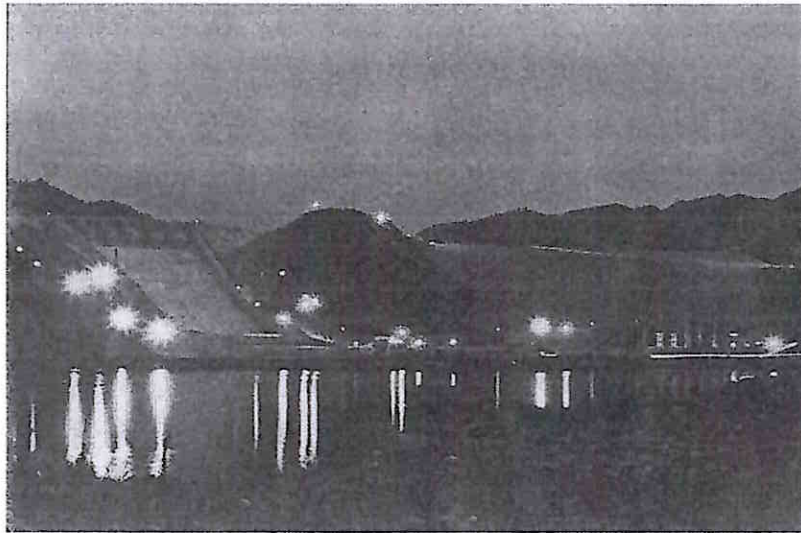
設計

石門大壩是我國第二座高逾一百公尺的高壩，在石建會成立之前，台電公司高114公尺的霧社大壩已在興建之中，全部設計係由美國壑務局所辦理，規模雖然遠小於石門水庫，但是也提供了石門水庫設計與施工人員絕好的一個訓練與見習的機會。

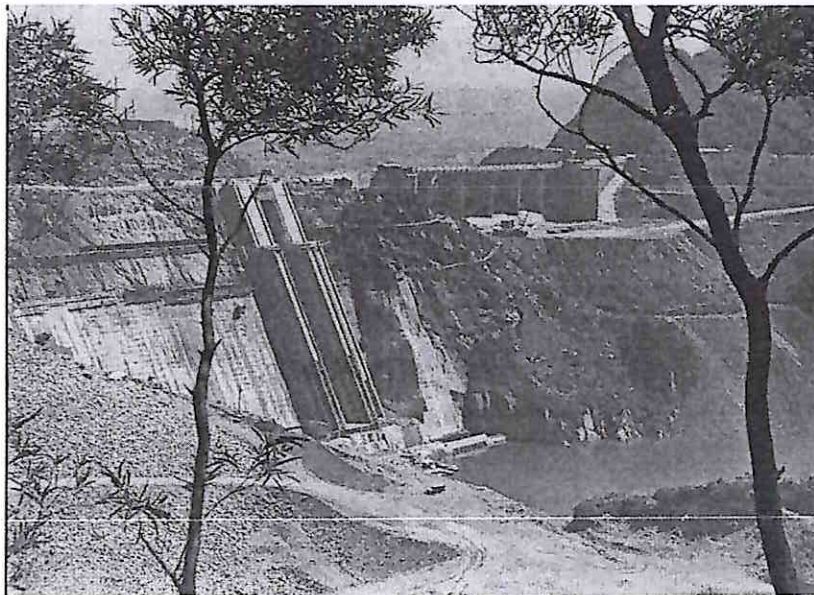
當時國內根本沒有大壩工程設計的經驗，依照美援貸款的條件，所有技術與器材的採購均應來自美國。石門水庫工程之設計施工，分成兩大部份，一部份是大壩及附屬工程，其設計係以邀提服務計畫書方式，評選由美國提愛姆斯（Tippetts-Abbett-MaCarthy Stratton）公司擔任，石建會除選派人員赴美研習外，並參與該公司在美辦理之基本設計；並規定全部詳細設計應由石建會人員在該公司派台的專家指導下辦理，俾使技術能在台生根茁壯。在整個設計過程中，美籍專家初為七人，中期減為三人，最後僅留一人；石建會擔任設計人員，在尖峰時約八十人，先後獲得技術移轉者逾百人。

石門水庫的設計過程中，最重大的案件是「壩型變更」。大壩的設計首重安全，其安全性與下游百萬計人口的生命財產息息相關，所以壩型的選擇也必須以安全與經濟並重。石門大壩的定案研究是依據河谷的地形、地質、施工所需期限與造價等因素比較分析而選用混凝土拱壩方案，並經美國壑務局審查同意。在選定設計顧問公司後，該公司就混凝土拱壩與土石壩再作研究比較，結果認為兩者均屬可行而造價亦頗接近，乃確定採用拱壩案，據以設計施工。1959年11月間，在壩址開挖中，發現壩基地質不如勘查時所預期的良好；同年12月初，法國莫泊賽拱壩由於壩基滑動而潰裂，造成下游嚴重的災害，震驚全球，世界銀行及美援公署等機構並下令所有該行等貸款興建中的拱壩全部停工檢討。石建會乃委請提愛姆斯公司邀請世界級建壩及地質等專家五人來台會勘檢討，結果認為拱壩雖仍可行，但開挖深度與混凝土數量必須增加頗多，與土石壩相較，拱壩將顯著較貴，如果立即變更，損失有限，施工期限應不致延長。提愛姆斯公司乃建議石建會將壩型改為土石壩，石建會認為符合國家利益，於1950年3月31日全體委員會議通過核定實施。此種中途變更壩型情事，是非常罕見的事。

石門水庫工程分為兩大部份，前端是「大壩與附屬工程」部份，其設計由提愛姆斯顧問公司辦理基本設計，石建會的工程人員在該公司所派專家之指導下在台灣辦理詳細設計。另一部份是「灌溉與公共給水工程」部份，悉由石建會工程人員負責辦理其設計，不在本文贅述。



大壩及溢洪道夜景



電廠進水口及溢洪道上游

大壩與附屬工程概要

一、水庫

長度：16 公里

滿水面積：8 平方公里

總蓄水容量：3.1 億立方公尺

二、大壩

型式：中央心層滾壓式土石壩

高度：133 公尺

體積：706 萬立方公尺

三、溢洪道

型式：混凝土開渠瀉槽式

閘門：弧形閘門 6 座，(各寬 14 公尺、高 10 公尺)

最大排洪量：每秒 10,000 立方公尺

四、發電系統

發電機：(45,000 千伏安) 2 座

輸電線：(154 千伏) 12.9 公里

五、河道放水口

長度：37.54 公尺

直徑：1.372 公尺

六、後池及後池堰

後池容量：220 萬立方公尺

後池堰長度：317.5 公尺(溢洪段橋面)

七、石門大圳進水口

進水口：直立塔型混凝土結構

最大進水量：每秒 18.4 立方公尺

下接閘門室、壓力隧道及消力池後進入渠道系統

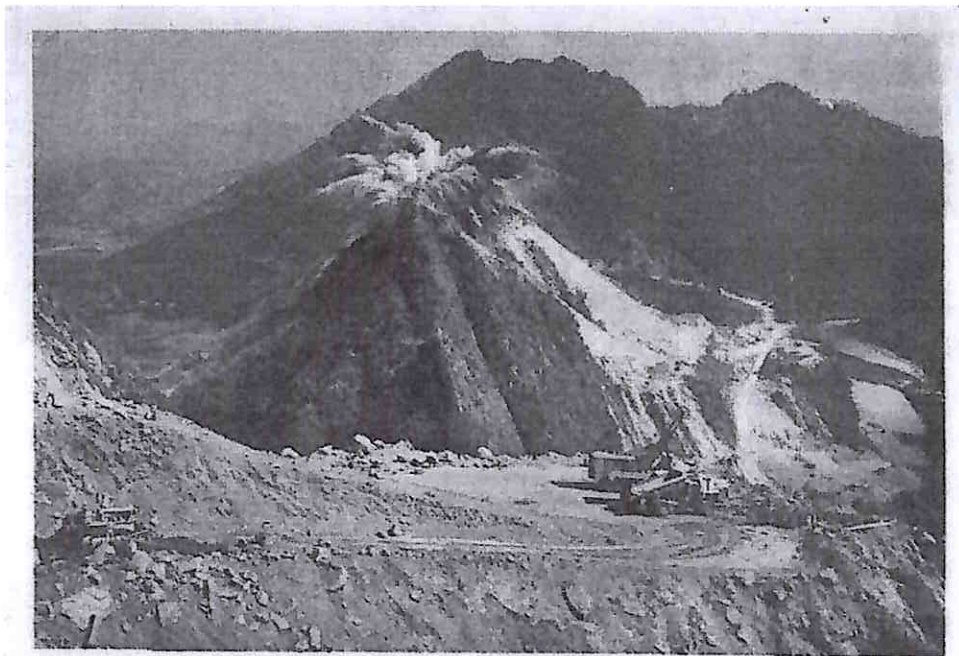
八、桃園大圳新進水口

遷建於後池堰左岸，最大進水量每秒 18.6 立方公尺。

施 工

石門水庫工程開挖土石方約 300 萬立方公尺，填築大壩約 700 萬立方公尺、混凝土約 70 萬立方公尺，數量龐大，絕非以人力在數年之內所能完成，當時台灣地區既沒有施工的重機具，也沒有大營建機構；石建會的財源困難不可能外包給國際營造公司，經石建會一再研究，決定聘請一家有經驗的美國工程公司為顧問，由石建會的工程師在美籍顧問的指導下，用純雇工自營的方式，以全機械化的機具來辦理，希望藉由六年的工作，能夠建立起國內以機械化的方式來建設大規模土木工程的能力。

(註：在 50 年代，石門水庫的規模在遠東是空前的，其時中共還未有能力進行大型工程，日本則在美國壅務局的技術協助下，興建一座約與石門同規模的大壩，所有的重型施工機具也都是美國產品，但是由一家日本的大型營造廠商所承辦。)



壩址開挖爆破

石門水庫施工顧問的招標作業於 1958 年在美國辦理，選由經驗豐富的莫克工程公司 (Morrison-Kundsen) 承辦。由於壩型變更，預定進度已有耽擱必須立即採購大批土石挖運的重型機具，但是經中信局採購費時太久，經石建會報請行政院特准，全案委託莫克公司在美採購。

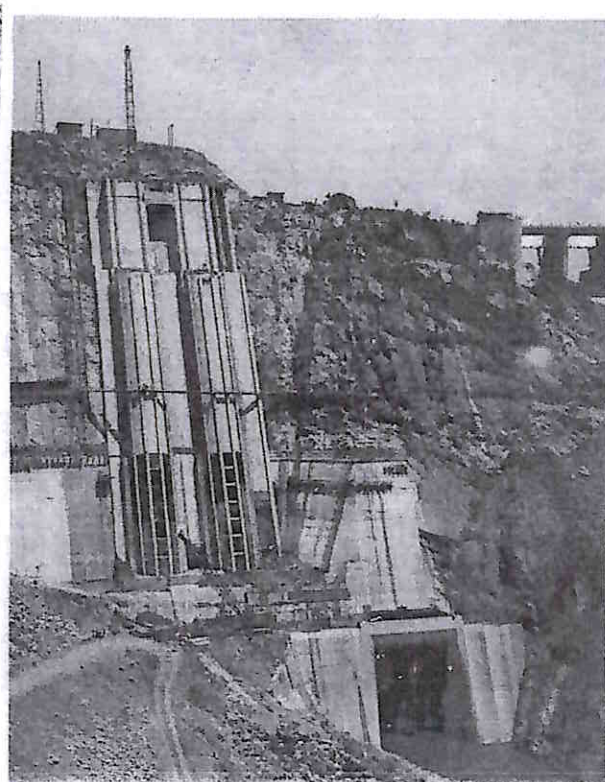
至於施工方式方面，除已經發包施工中的導水隧道工程以外，所有大壩及附屬工程均以雇工自營辦理全部授權莫克公司全權指揮，所以石建會施工組織也按照莫克公司的分工方式改組。莫克公司指派工程總管一人，各種專業總管各一人及助理總管若干人，合計共四十餘名。石建會則指派至少有施工經驗十年以上的工程師與美方人員互為「對等人員」(Counterpart)，二人使用同一辦公室，赴工地時共用一輛吉普車，如中方人員有英語能力不足者，則配置一名譯員；莫克公司施工總管之命令，經專業總管轉告其對等人員，並告知其施工方式或注意事項，再由該對等人員指揮其屬下執行。

石建會的施工組織系統則設置「施工隊」及「機電隊」兩個單位，以下各按專業設置「工程隊」或「工場」，以該專業之對等人員為「隊長」或「副隊長」、「工場主任」。按工作量之大小配置若干「總領班」，各轄「領班」三至五人，每班則有「特種技工」十餘人，一如軍隊之編制。



大壩填築施工

在五十年代，台灣並沒有勞工法，石建會自訂了一套辦法，相當於目前的「不定期雇用」方式，訂定基本工資，按工作小時計算，每日工作八小時為保證工資，加班不加成，事病假停發，因公受傷照計工資。每年年終考績得按級調升工資，資遣時按年資加發資遣費。所有特種技工均集中居住於宿舍內，由石建會設食堂及洗衣房、福利社等由使用者付費。石建會設有設備良好的醫院，因公受傷者醫療費用全免，一般病症僅酌收藥費，由於當時既無勞工保險，也沒有全民健保，各種福利制度可以說是相當健全。



電廠進水口及導水隧道施工

工地在施工巔峰期間，除以重機械進行開挖、運輸、填築的土石大壩工程係以每班十小時分兩班工作，四小時專供加油維修保養之用；其他各工程隊均為三班八小時連續施工，每二週休息一天，輪換工作班次。

物料的管理，在施工顧問的指導下，按照美國方式管理，經常材料零件的領用，摒除過去重重蓋章的繁複手續，領料單僅由領班簽字，寫明使用項目的編號即可發料，次日再由倉庫分別彙送至各主管工程隊簽認，每月底由倉庫提出常用物料庫存清單，分交主管單位研擬建議補充數量，俾能及時補足，不致發生缺貨的情形，又不致發生呆置物料過多的缺點，這一套倉儲管理制度，在還沒有電腦的五〇年代，需要相當的人力，但是對工程施工的順利，確實發生重大的效益。

如期蓄水

石門水庫工程在定案開始施工後，發生「變更壩型」的情事，大家都認為預定進度必將受相當的影響，蓄水期限勢將有所延遲。但是在石建會而言，水庫蓄水必須在每年的颱風季前，才能攔蓄當年的洪水，產生灌溉發電的效益。如果不能在颱風季前安全蓄水，則必須要等到颱風季以後才能安全蓄水，延遲兩、三個月，就損失了一年的收益，而且要多支出相當的行政費用。所以石建

會訂定了一個全面趕工的計畫，期望能夠達到如期蓄水的目標。

石門水庫工程能夠如期蓄水，可說是受了「天時、地利、人和」的運氣。在主壩施工的三年期間，雨天和颱風都比預期少，大壩土心的含水量十分重要，如果天不作美就沒有「趕工」的可能。在施工期間，正值國軍第一次大規模縮編，釋出大批官兵，其中有不少工兵及裝甲部隊的退伍官兵有駕駛、運轉及修護機具的經驗，所以石建會預期的「訓練階段」縮短了很多。在當時要招聘一批口語雙向翻譯的譯員並不容易，但是卻又逢韓戰結束，美軍在台招募的譯員又適時回到台灣，所以得來全不費功夫。



導水隧道封閉蓄水

到了進度達到約三分之二的時候，已經明顯看得出，所有地上的工程，進行得很順利，但是幾乎所有地下的工程，已經無法趕上進度，其中尤以在溢洪道山脊上「溢流堰」下有一道很特殊的「截水牆」，長約300公尺，高約30公尺，厚為2公尺，需要用挖掘小隧道後回填混凝土的方式分層施工，完全要用人工方式進行；此外，石門大壩的閘門室、消力池及電梯直井，均已落後不少。施工顧問在檢討會議中坦承地下工程無法如期完成，建議核定延期；設計顧問也認為「五月十五日」訂為最後蓄水期限具有相當風險，贊同施工顧問的建議，將蓄水日訂在颱風季以後。石建會顧問總工程師向施工隊徵詢意見，施工隊認為論機械施工，當然美國比我們強，但是用人力在小隧道裡施工，我們絕對比美國強，只因為我們受限於「服從美國顧問的指揮」的命令，如果由我們自主，我們對如期蓄水仍有相當的信心。結果，施工隊提出一套中國式的施工法，獲得設計顧問的認可，但是施工顧問表示沒有信心，石建會最後決定收回所有地下結構的指揮權，施工顧問的兩位隧道總管遣回美國。不過設計顧問提

出一個條件，即在預定蓄水日之前十天，西太平洋區域內沒有颱風的跡象。石建會乃宣佈一個蓄水獎金方案，在最後這一年內取消了所有國定假日及民俗假日，全面趕工，包括農曆新年在內。大家的情緒十分熱烈，到了 1963 年 5 月初，一切條件都可確定可以達到要求，西太平洋也沒有颱風跡象，但是兩家顧問公司都十分曖昧，未能表示正式同意，在 5 月初石建會召開的委員會議中，委員們也不願正面表示可否，最後的決議是：「准由顧總工程師商同提愛姆斯顧問工程師負責人決定封閉導水隧道時間報會核備。」顧總工程師隨即起立向各委員表示「五月十五日如期封閉導水隧道，敬請各位委員蒞臨指導。」在興建大壩工程的過程中，「蓄水」是最重要做一個關節，通常都會熱烈慶祝一番，不過石門水庫的蓄水，沒有典禮，沒有記者，在一串鞭炮聲後，靜靜地放下閘板，水位開始緩升下開始，下午四時完成。其後的三日夜，導水隧道的臨時堵塞段 3,000 立方公尺的混凝土澆置完成。除了大批員工之外，只有蔣主任委員夢麟抱病坐在担轎上，和有工程背景的凌鴻勳和董文崎兩位委員在場目睹了第一塊閘板的安放。

葛樂禮颱風

石門水庫終於在預定期限前蓄水，可是當年颱風季幾乎沒有颱風經過台灣北部，過了三個月，水庫只有 7,000 萬立方公尺的水量，眼看颱風季節將過，如果水庫沒有水，明年的稻子還是種不下去，大家都不免有些失望。

當年九月上旬，台灣東南部海面有一個「葛樂禮」颱風，向西北方行進，可能掃及台灣東北角，預期也不會帶來很大的雨量；9 月 10 日開始降下大雨，葛樂禮到了台灣北部彭佳嶼附近；突然停滯不前，反時針方向的風向將濕氣灌向北部山區，豪雨在不到一夜之間，即將容量 3 億餘立方公尺的水庫灌滿，大漢溪流量已經超過以往任何記錄，滾滾洪水流經溢洪道後，在下游淡水河區域泛濫成災。在連續 72 小時期間，降雨量高達 1,720 公厘，水庫總進水量逾 8 億立方公尺之多。

近代興建大壩，在第一次蓄水時，多控制水量逐漸增加，甚至不在第一年任其滿水，以便觀察大壩在承受水壓後的反應，倘有異常，尚有尋求補救的機會。石門水庫的大壩在完工之後不到四個月，突然在一夜之間滿水，實為僅有的情事，石門大壩能夠通過這樣嚴厲的考驗，使大家相信它的品質是經得起考驗的，值得大家欣慰。



溢洪道洩洪

增建排洪隧道

石門水庫係以土石壩攔河而成，壩頂不能發生溢水，需要有一個溢洪道，其容量可以足夠排除「最大可能洪水量」，才能確保大壩的安全。

設計的最大可能洪水量是使用當時國際通用的「露點調整法」求出最大可能暴雨，配以多年水文記錄的單位歷線所推算的每秒 10,900 立方公尺。但是葛樂禮颱風所造成的洪水量竟然高達 10,200 立方公尺，(按此一數字因當時水位內清水與濁水的比重差異，造成疑問，應該予以調整，但可能發生差誤的數字，應該降低約±500 立方公尺左右)，顯然原設計的最大可能洪水量偏低。在颱風過後，設計顧問公司建議將大壩壩頂略予提高，並將溢洪道上橋頂鋼管欄杆改建為混凝土胸牆，使迎水面的最低標高提高 1.5 公尺，相應的溢洪道最大排洪量可以自秒 10,000 立方公尺提升為 11,400 立方公尺。

工程竣工後，顧总工程师文魁對此一問題念念不忘，雖已經退休轉任中興工程顧問社董事長，但經常向國際水文專家討教。其後得遇當時國際水文學會理事長、我國籍的周文德博士，獲悉國際水文界已經發展出「颱風模式法」，對我國的洪水多因颱風時的豪雨造成情況較為合適，經請其分析計算之下，結果是石門地區的最大可能洪水量應為每秒 14,500 立方公尺，較原設計高出 33% 之多。顧先生認為石門水庫下游台北縣市數百萬人口的生命財產之安危事大，乃分別向台灣省政府及經濟部建議增建排水隧道。經省政府請多位國際專家複核認可後，省府乃於 1968 年交由石門水庫管理局執行。

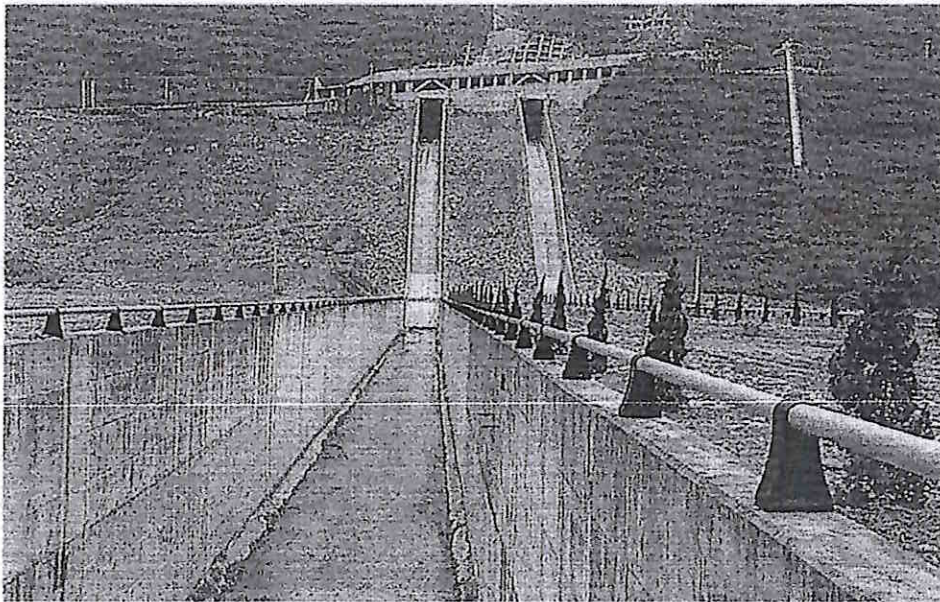
石門水庫增建之排洪隧道於 1984 年完成。該工程位於溢洪道右岸山脊之腰部，興建隧道兩條，流量各為每秒 1,200 立方公尺，進口底部較原溢洪道堰頂低 15 公尺。石門水庫的安全，從此可以確保。

石門水庫工程的貢獻

一、從人力施工躍升為全機械化施工，提升國內施工水準二十年。

在石門水庫施工前，台灣地區土木工程施工尚在人力密集的階段，國內除有少量美援剩餘物資的施工機具外，既無大型工程公司，也罕見大型的施工場景。

石門水庫引進價值千萬美元的大批重型施工機具，以全面機械化的方式施工，在工程完工後雖無立即可以接續的工程，但是參與施工的逾萬名員工，分散於全國各工程機構及工程公司，促進機械化施工觀念的發酵。民間公司從引進小型推土機、挖土機等二手機具開始，迅速擴展運用施工機具。在二年後開工的曾文水庫即在政府輔導的政策下，交由榮民工程處以商業化承包方式，全面以機械化建設。對其後的十大建設影響至深。



增建排洪隧道

二、澈底執行「技術移轉」，訓練員工逾萬人

石門水庫所執行的「技術移轉」方式，是一項空前的有效方式，「對等人員」制度使一批從無「機械化施工」經驗的工程師，與顧問專家以「一對一」的共同工作達六年之久，美籍專家必須透過其對等人員才能指揮工作的進行，絕大部份的對等人員在整個施工期間內都未有異動，達到了澈底的「技術移轉」，每一個對等人員都具備了完整的能力獨力主持其專業的能力，在其後的國家建設中發揮了極大的影響。其中最顯著的是「榮民工程處」，在石門水庫

建設時期，初成立的榮工處以二千名榮工，在中部東西橫貫公路以純人力的施工方式工作。其後則擔任了石門大圳小支分渠的開鑿，仍舊以人力為主。二年以後在興建與石門水庫規模相若的曾文水庫時，在曾文水庫建設委員會全力的輔導下，榮工處承接了大批石門水庫的施工工程師與技術工人，以商業契約方式承包，順利完成曾文水庫工程，一躍而成為國際級的營建機構，在國內外承辦了許多重大的建設。

另一個是「中興工程顧問社」，在石門水庫參與詳細設計的工程師們，到曾文水庫時期，擔任了外國設計顧問公司的分包負責詳細設計，中興社成立以後，獨力承辦了翡翠水庫工程的設計工作，獲得了國內外專家的讚譽，在國際市場上，也被世界銀行、亞洲銀行、美援公署及日本海外協力基金評選為合格承辦設計的顧問機構。

榮工處與中興社在全球化的世界市場上，以公平競爭的方式與許多先進國家一較長短，建立起他們的國際地位，而在國內更是國家建設的主要力量，都是石門水庫自營施工、技術移轉的最佳成果與見證。

石門水庫的灌溉、防洪、發電與公共給水四大功效，在工程竣工四十五年後的今天，雖然在整體經濟的比重中已經大為降低，但是如果當年政府因為「沒有經費」而不願興建，或者像許多未開發或開發中國家，將設計施工一併交由援助國家辦理，本身沒有獲得技術的生根，甚至連維護都有困難，我們也沒有今天傲人的成就。緬懷過去，對政府決策正確，在極度困難中興工，近萬名員工以堅定的毅力，貫徹執行，四十五年前的新進員工，如果是二十歲的青年，今年已達法定的退休年齡。現在談石門水庫，希望與年輕一代的各級工程人員共勉，勿計名利，為國家的前途而努力奮進。

附件三、石門水庫的技術移轉與施工管理

石門水庫工程的技術移轉與施工管理

吉興工程顧問股份有限公司董事長
前石門水庫建設委員會施工隊隊長

摘 要

五〇年代的台灣，幾乎還是「人力施工」的時代，為了增產糧食以自足，在沒有設計能力與毫無機械化施工的經驗下，由美國設計顧問公司指導，自行辦理細部設計，更在美國營建公司的施工顧問指揮下，以全部雇工自營的方式，進行強制性的技術移轉，完成了國內第一座高達 133 m 的土石大壩與水力發電廠。石門水庫施工中所用的「技術移轉」方式，是前所未見的澈底方式，先後訓練有成的工程師與技術工人達一萬人，雖然在工程完工後未能維持完整的團隊予以運用，但是這些種子散佈在台灣的第一個角落，生根發芽，對台灣的工程設計施工觀念，造成了十分深遠的影響，更將台灣的施工技术與世界水準的距離縮短了三十年。由於施工機械化迅速成長，對台灣地區的經濟成長奇蹟，具有極為重大的貢獻。

品的需要。由於人口激增，增產糧食以自足是當時最重要的政策，而增產的基本條件則是擴大農田灌溉的面積，必需興修水利工程以調節枯水季節的灌溉水量。

台灣是一個面積 36,000 km² 的小島，雖然平均年降雨量高達 2,500 mm，但是主要集中在夏季約四個月的颱風季，由於山高而河川的坡降陡急，大雨所造成的洪水在幾個小時之內就到達有限的平地，氾濫成災後流入大海，除非在山區興築水庫將洪水攔蓄用以調節，才能興利除害。主管當局乃選擇條件較好的「石門水庫」作為優先考慮的目標在 1954 年成立石門水庫設計委員會，進行調查規劃。在洽獲美援貸款支助所需的外匯約 3000 萬美元後，在 1956 年改組為石門水庫建設委員會，積極展開興建事宜。

石門水庫是國內第一個大型多目標水庫工程，當時國人並沒有設計的經驗，必須聘請美國的工程顧問公司負責設計，為了培植國內工程師的設計能力，在契約裡規定由石建會派員赴美參加工程的基本設計，所有的詳細設計則由石建會向各方徵調及自行招聘的工程師，在顧問公司的指導下在台灣辦理。至於施工方面，當時台灣還停留在人力施工的階段，既沒有機械化施工的經驗，也沒有大型的營建機構能夠承攬這種大規模的工程，如果將整個工程交由外國工程公司承建，既沒有足夠的外匯可供支付，也難以提升國內的施工能力。在幾經考慮研究下，決定用「雇工自營」方式，聘請一家有經驗的外國營建公司為施工顧問，負責訓練與指揮，俾能在石門工程完工後，自己能夠建立起一個施工團隊，以辦理以後的類似工程。

二、計畫概要

石門水庫工程是一個以灌溉為主要功能，兼具防洪、發電及供應公共給水的多目標水利工程。在台灣北部淡水河上游的大漢溪的石門峽谷，興建一座高 133 m 的土石大壩，總體積為 706 萬 m³，完成後的水庫滿水面積 8 km²，容量

為 3.10 億 m^3 。在右岸山脊興建開渠瀉槽式混凝土溢洪道一座，設六座各寬 14 m 高 10 m 的弧形閘門，最大排洪量為 $11,000 m^3 \cdot s^{-1}$ ，可以調節洪峰 4,000 萬 m^3 。在右岸山壁興建斜塔式進水口以二條壓力鋼管隧道引水進入大壩下游旁的電廠，裝置 45 MW 發電機兩座，發電尾水洩入後池，在大壩下游約 1500 m 處興建後池堰，後池的蓄水量為 220 萬 m^3 ，除可用作溢洪道的消能池外，發電後的尾水蓄於後池，經由後池堰左方的桃園大圳進水口引入原有的桃園大圳灌溉系統。另在大壩左岸較高的高程興建石門大圳進水口，經引水隧道及消力池後，進入全新的石門大圳系統，以灌溉原有的茶園與雜作土地，桃園大圳及石門大圳的計劃灌溉面積共為 53,661 hm。此外在石門大圳主渠中取水供應埔心自來水總廠，提供 25 鄉鎮約 340,000 人口的生活用水，目前由於社會變遷、人口增多，供水地區已增至 32 地區、1,800,000 人口的家庭用水以及附近地區的工業用水。

三、雇工自營精簡組織

石門水庫建設委員會成立時，組織型態是按照台灣一般工程機構所擬訂，在一個由各機關代表及少數專家委員所組織的委員會之下，設執行長一人，處理日常事務，總工程師一人，在執行長的督導下，全權處理所有的工程事務。由執行長直接指揮的單位包括秘書處、財務處、土地事務室、會計室、統計室、人事室及安全室；由總工程師指揮的有工務處、大壩處及渠管處。工務處負責規劃設計、大壩處負責壩區有關結構的興建(包括石門大圳進水口、引水隧道、後池堰、消力池以及桃園大圳新進水口)、渠管處負責石門大圳全部渠道工程。原則上，施工的方式均按照分標發包施工為準。在用人方面，力求精簡，預定的編制名額僅有 378 人。

在決定大壩處主管的「大壩及附屬工程」以雇工自營的方式興建後，原有的組織已經不能適用，石建會乃決定另行成立「施工隊」、「機電隊」及「工程檢驗隊」等三個單位，施工隊與機電隊配合美國施工顧問的組織成立若干功能分隊，以大壩處原設主管土木及機電的二位副處長分別兼任隊長，直接接受施工顧問的指揮，但在行政方面仍受大壩處處長的督導，所有的行政支援管理

仍由大壩處負責。工程檢驗隊則係一個完全獨立的單位，由一位副總工程師兼任隊長，在技術方面由負責設計的美國顧問公司所派的「工地工程師」指揮，下設一般檢驗組、測量組、混凝土檢驗組與土壤檢驗組，專司品質控制之責。改組後的組織，增加了約 300 個員額，在顛峰期間，石建會全部技術及行政人員的總人數為 676 人。

四、緊迫釘人式的技術移轉

美國工程公司的施工方式，通常是由公司指派各種功能的主管人員，帶領工會所指派的各種工人施工(少數特殊情況有分包的專業小包)，這種施工方式與石建會所期望的雇工自營，由施工顧問訓練指揮的方式相合，所以施工隊與機電隊的組織，均按施工顧問的意見安排。

施工顧問公司所派的團隊領導人是「計畫經理」(Project Manager)，在其下有四位一級主管是「計畫工程師」(Project Engineer)、「施工總管」(General Superintendent)、「內業經理」(Office Manager)以及「安全工程師」(Safety Engineer)。計畫工程師之下設有「工地工程師」(Field Engineer)與「內業工程師」(Office Engineer)，施工總管之下則分設許多「功能總管」(Craft Superintendent)及助理總管(Assistant Superintendent)，此外，並為三班工作之需，設有兩位「夜班總管」(Shift Superintendent)。

石建會的施工隊隊長與施工總管互為「對等人員」(Counterpart)，根據施工顧問的功能總管專長，在施工隊之下設有開挖工程隊(主管土石方填挖工作)、混凝土工程隊(主管混凝土的澆築)、木工工程隊(主管所有模型板的製造與安裝)、鋼筋工程隊(主管所有鋼筋的加工與安裝)、骨材工程隊(主管骨材的製造、篩分及混凝土的拌製與運送)、起重運輸隊(主管所有吊車與運輸車輛的操作與調度營運)、隧道開挖隊(主管所有地下工程的開挖工作)、隧道混凝土隊(主管所有地下結構的混凝土襯砌施工)與灌漿工程隊(主管所有的基礎灌漿工作)。各工程隊長與各施工顧問的功能總管、副隊長與助理總管均互為對等人員。機電隊下設有

電氣工程隊(主管所有電氣設施之安裝維修)、裝機工程隊(主管壓力鋼管之製造及永久機械的安裝)、修理工廠的廠長由機電隊長自兼，在其下分設重機械廠(主管重型機具的修護)、輕機廠(主管一般車輛與機械的修護)、鋸工廠、鍛工廠與板金廠(分別主管有關工作及零件的自製)，各隊長及工廠主任分別與各總管或助理總管為對等人員。

在施工隊下另設測量隊、隊長與施工顧問的工地工程師為對等人員，另在大壩處所轄的供應組與大壩倉庫則與內業經理互為對等人員。

所有的對等人員使用同一間辦公室，工地人員使用同一輛工地用車，在全部工作時間內同進同出。施工顧問的命令均經由其對等人員下達執行，少數對等人員有言語上的困難，均由石建會配置譯員一名負責傳譯。原則上，石建會的對等人員均應遵照其美方對等人員的指示，雙方如有不同意見而無法取得共識時得向上級報告協調，但是我們並不鼓勵這種情況。這一套緊迫釘人的「技術移轉」方式，乃是兼顧工程施工不能有雙線指揮的情況以免造成錯誤或影響施工進度的考慮，初期未能獲得所有人員的瞭解，所以偶而會

有爭執的情況發生，也曾有少數美方顧問人員因為長期在較為落後的國家工作而有不尊重其對等人員的情事，經過雙方高層的協調及個別的勸導告誡，後來就逐漸融合，極少紛爭。

在工程進行到中期的時候，隧道工程的進度有嚴重落後的情況，檢討之下，我們認為美國與台灣兩地的地質情況與施工方式有極大的差異，美方總管沒有類似的經驗，也不願接受對等人員的建議；按台灣地區在過去有很多水力發電與灌溉工程的隧道，我方人員有很好的經驗，但是受限於規定而無法施展，經向上級反應並經獲得確實的瞭解後，石建會乃要求美國顧問公司將兩名隧道總管遣回，由我方接管所有地下建築物工程的指揮權。當時雖然造成一時雙方的僵勢，但是在短短的兩個月後，幾條隧道工程的進度均有大幅增進，終於獲得美方人員的心服。少數的我方人員，原來對接受美方指揮心存不甘的也完全明

白，石建會是選擇了一條雙贏的路線，既能在美方的全權指揮下，由美方負責起工程進度的要求，又能在半勉強的情況下使我們的施工團隊能夠獲得完整的技術移轉。

五、分工有盲點改用矩陣組織

美式的施工組織是澈底的分工，最大的優點在將同一種功能的力量集中，可以統一調度、靈活運用，在理論上可以提高效率、節省成本。但是分工必須放棄本位主義，互相合作配合，才會產生效果，否則各行其是，不但效果不彰，反而因為互相掣肘，貽誤工作。退一步說，分工必然會有相當程度的本位主義，如果沒有強力的領導和良好的協調，就會發生介面間的困難。

石門水庫「大壩及附屬結構」實際上包含了大壩、溢洪道、進水口、發電廠、後池堰等五個主要結構物以及若干錯綜複雜的隧道與地下結構物。從計畫工程師辦公室所發出的月進度與週進度預定表，都以這些結構物項目作為進度計算項目。在這些項目中，除了大壩工程以挖填土石為主之外，其餘的項目都會包括模型板、鋼筋與混凝土的工作，分由不同的總管掌握，對個別項目的規劃並不一致，經常發生介面上的空檔，並沒有人負責，因而造成進度的耽誤。在我們強烈的要求下，美方同意由施工隊指派溢洪道、進水口、發電廠、後池堰及隧道等五個地區的聯絡工程師，專門負責把握各該地區的進度、協調各功能單位按照預定進度完成其負責部份的工作。但是為時不久，聯絡工程師均以無權指揮各功能單位，協調困難且效果不佳而不願續任。經過中美雙方切實檢討，我們認為必需從組織起做根本上的調整。

六、施工方式改用矩陣結構

我們認為除了大壩部份之外，其餘五個地區應該各設一個工程隊，自行處理模型、鋼筋與混凝土的施工，才能夠實質掌握工程進度。美方最初指稱我們對現代的分工合作不夠瞭解，許多幹部都有「小王國主義」(Small Kingdom)，

經雙方懇切分析討論，最後決定折衷採用矩陣結構(Matrix Structure)，成立溢洪道、進水口、發電廠、後地堰與隧道五個工程隊、解散混凝土工程隊、木工工程隊及鋼筋工程隊，將工人分配予各地區工程隊，惟保留模型工廠及鋼筋工廠集中辦理模型製造與鋼筋加工。改組之後，共需增加木工、鋼筋工及混凝土澆置工人約二百人。各地區項目的基礎開挖仍由開挖工程隊辦理，其後的混凝土作業悉由地區工程隊負責，模型工廠與鋼筋工廠接受訂貨，按期交貨，骨材工程隊與起重運輸隊則根據早一日會商安排的混凝土澆置計畫，統籌負責供應混凝土以及其運輸與施工用的吊車等工作。改組以後，各項工程進度均有顯著的改善，雖然增加了一些工人，但是由於生產效率的提高，對成本並未造成增高。在每週檢討進度的會議上，由於每一個項目都有人負責，任何問題都可以立刻找出根源而加以改善。掌管整個工程施工的施工總管的負擔大為降低，對這種矩陣結構十分肯定。

七、工人的管理

石門水庫施工顛峰期間，常用工人約達六千五百人，除開挖工程隊為十小時一班分二班工作，四小時專供重機械保養維護外，其餘各工程隊全部分為八小時三班輪流工作，每二星期休息一天，更換工作班次。

所有的工人均用軍隊式的編組，每 12 人至 15 人為一班，設領班一人；每三班至四班設高級工業職業學校畢業的總領班一人，受主管工程師的調度指揮。工人的工資均以每小時工資計算，當時的總領班與大型挖土機的操作工的工資最高，每小時工資約在新台幣 12 至 16 元之間，普通工的工資則在每小時 3.5 元至 5 元之間，每年年終根據工作態度與物價情況調整一次。

大壩工程處負責工人的生活起居的供應，提供宿舍、自助餐廳、洗衣、理髮等服務，並設有記賬式的日用品供應中心。石建會設有設備良好的醫院，因公受傷的醫療費用全免，治療及休養期間的工資照發。工人在受雇時與大壩處簽訂雇用契約，在工程逐漸完成時分批遣送，進行順利。

八、器材物料採購與管理

在興建石門水庫的時期，台灣僅能生產輕工業製品如水泥與夾板，所有施工器材機具均需向國外進口，石建會與施工顧問契約中規定由施工顧問代辦採購事宜，由石建會派員會辦。由於施工顧問是美國大型著名施工廠商，不但對市場及採購程序十分熟悉，而且對製造廠商的製造與交貨期限有相當控制的影響，所以施工機具的供應均能按照需要交貨，是工程進行順利的一項重要因素。在國內採購方面，由石建會在台北市設立「採購小組」，負責集中採購，一切均以公開招標比價辦理。

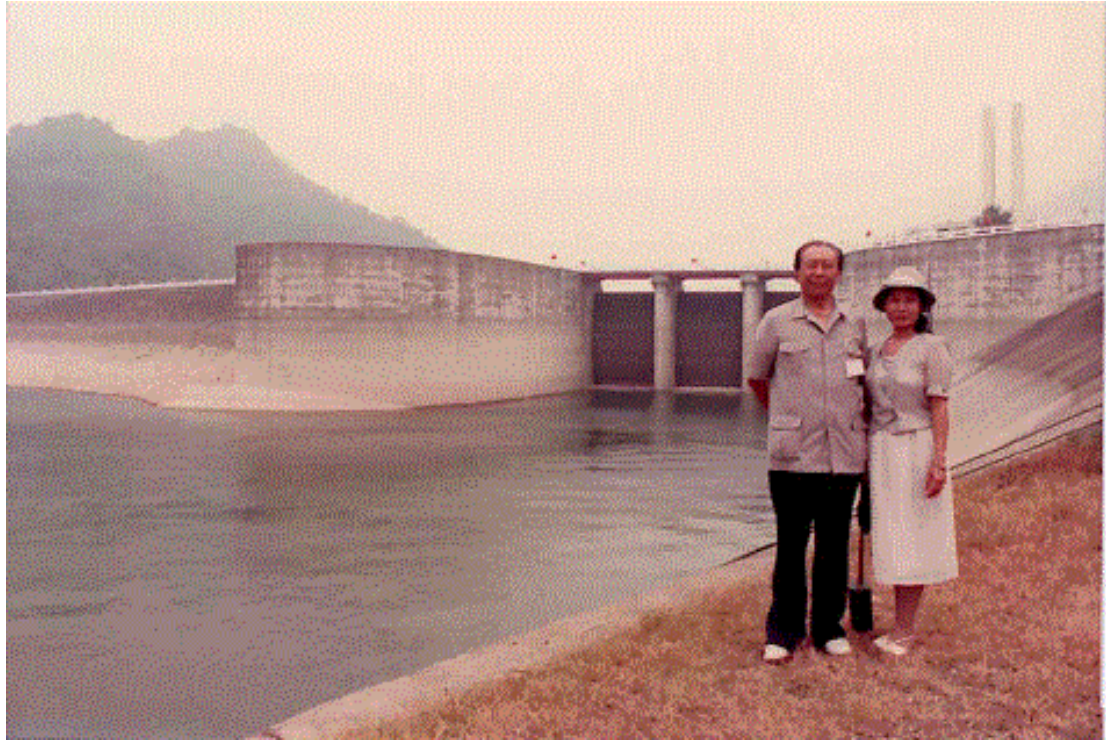
物料的管理，在施工顧問的指導下，由大壩處供應課以及附設的大壩倉庫按照美國方式管理。物料的領用，摒除過去重重複核蓋章的繁褥手續，領料單僅需領班簽字，寫明使用項目的編號即可發貨，次日再由供應課分別彙送至各主管工程隊簽認。每月月底由供應課提出常用物料的庫存清單，分交主管工程單位研擬建議補充的數量，俾能及時採購補充，又不致於發生呆置物料過多的缺點。這一套倉儲管理制度，在還沒有電子計算機的五〇年代，需要不少人力，但是這一套制度的移轉，也確實對其後的工程施工發生重大的效益。

九、結 語

石門水庫工程的自營施工，在社會環境變遷後的今天，已經是「不合時宜」的方式，但是在五〇年代，台灣的一切條件，都還在「人力」與「克難」的情況下，石門水庫以「訓練」與「技術移轉」為基本政策，順利地完成了這一個前所未見的純機械化的重大工程，在全部施工的八年期間，所訓練的工程技術人才逾千，各種技術工人更逾萬人，在工程完工之後，雖然由於當時沒有類似規模的工程，無法維持完整的團隊加以運用，遭到解散的命運，但是這些種子迅速散佈到台灣的每一個角落，生根發芽，對台灣的工程界造成十分深遠的影響。在六〇年代中，由於中東戰爭造成「能源危機」，全球在不景氣的衰退下，

台灣推出龐大的「十項建設」工程，絕大部份都是由曾經參與石門水庫工程的人員主持或參與。十項建設的龐大投資，使台灣的經濟安然渡過了危機，而這些重要的基礎建設，對其後被世界譽為奇蹟的經濟成長，具有極為重大的貢獻。由於這些工程均已以世界水準的機械化施工，使台灣的施工技術，至少跨越了三十年。

附件四、參與相關工程照片



黃世傑先生及其夫人林秋月女士



石門水庫



曾文水庫鳥瞰



翡翠水庫鳥瞰



翡翠水庫混凝土拱型壩



中興大業大樓



印尼南榜水庫

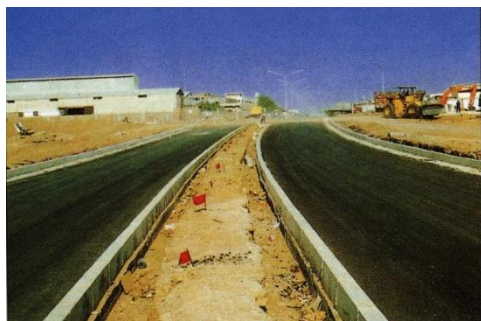


印尼基塔水力發電工程

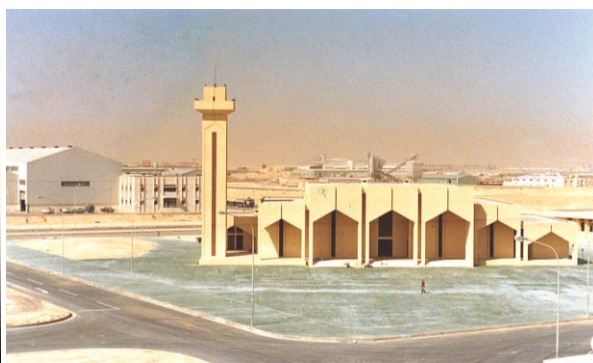


印尼東爪哇 Waru Turi 攔河堰

沙烏地阿拉伯三大工業區



沙烏地阿拉伯利雅德工業區



沙烏地阿拉伯吉達工業區



沙烏地阿拉伯達曼工業區

中鋼公司



中國鋼鐵煉油廠

中船公司



中國造船廠高雄造船廠鳥瞰



台北世貿中心



台北世貿展覽館