

台湾における石門ダム計画過程に関する研究*

A Study on the Planning Process of Shih-men Reservoir Project in Taiwan

黄 俊銘**
簡 佑丞***

By Chun-Ming Huang
Yu-Chen Jian

概 要

本研究は台湾における土木水利史に関する基礎研究の一環である。石門ダムは戦後台湾の始めて建設された多目的大型ダムであり、極めて重要な土木水利の建設開発事業である。このダムの建設計画は、戦前台湾総督府の土木技師たちによって初めて行われ、二次大戦で一時的に中止された後、戦後の国民党政府がこの計画を再開し、研究調査と実施設計を継続的に行った。また、アメリカの資金と技術の援助で建設工事を完成させた。本文は戦前から戦後の初期まで、このダムの建設計画の経緯を解明するのが目的である。戦前及び戦後の文献資料、公文書、研究調査報告書、計画設計図面、出版書物などにより、そのダムの各段階の研究調査、計画設計の変遷過程の分析研究を行う。

1. 始めに

本研究は台湾における土木水利史に関する基礎研究の一環である。本文は日領時代から戦後の初期にかけて、石門ダムの構想や研究調査、計画設計などの過程を明白にするのが目的である。台湾の国史館、中央図書館台湾分館、台湾大学図書館、中原大学図書館、經濟部水利署、北区水資源局などの機関に収蔵されている文献資料、公文書、調査研究報告書、出版物、新聞記事などを蒐集整理し、石門ダム建設事業計画の変遷過程を研究する。

2. 戦前の建設構想及び調査、計画

(1) 日領初期の「タールスベル」(高堰堤)の基本構想

日領初期には石門ダムの建設構想が既に始まった。台湾総督府土木技師の十川嘉太郎¹が『台湾の水利』に投稿した文章「台北の洪水問題」によると、このダムの建設は台北の洪水防止対策の一環として構想し始まったのである。当時、台北に流れている淡水河は雨季の時期常に氾濫し、市区に大規模の災害を起し、総督府にとっては大きな課題である。1898(明治31)年3月、後藤新平が台湾総督府民政長官に就任した後、ドイツで留学した時期に得たヨーロッパ最新の治水知識と観念を使い、淡水河を含めて全台湾の洪水問題については、河川の上流にタールスベルを建設する治水対策を構想した。この概念は当時の総督府民政部土木課長尾半平から支持を得た²

その後、1910(明治33)年4月、総督府は臨時台湾土地調査局の土木技師徳見常雄³をインド、爪哇、オーストラリア各地に派遣し、水利灌漑工事を視察した。徳見常雄

はイギリス植民地インドの都市ボンベイの近辺で、高さ54.54メートルの大ダムを見学した。深い谷に建てられたダムによって、面積36平方マイルに達した人工湖を造成し、雨季には大量な雨水を貯めて洪水氾濫を防止し、そして六ヶ月間の乾季の灌漑用水を提供した⁴。徳見常雄はこうした大ダムが台湾に適用できると考えた⁵。翌年、彼は台湾に戻り、淡水河上流の大料炭溪の水源を調査した後、外国での視察経験により、大料炭溪の上流に大ダムの建設構想を提案した。大ダムにより、大量な雨水を貯めて下流の台北の洪水問題を解決しながら、周辺の桃園台地の農業灌漑用水に提供し⁶、また水力発電用水にも使わせ、廉価な電力を供給することが可能になる構想計画である⁷。

しかしながら、後藤新平が提唱したタールスベル計画の規模は余りにも過大であり、当時の台湾総督府の財政では負担できないのである。その故、土木局長尾半平⁸がその構想計画を暫く棚上げに決定し、その代わりに全台湾の河川沿岸に沿って防水堤防を築造しながら灌漑と水利を兼ねる小型堰堤を建設する便宜な計画を立てた⁹。それはいわゆる十六カ年間の「官設埤圳計画」である¹⁰。

その故、淡水河流域の治水計画は、日本内地の岐阜縣の伝統的な輪中大垣治水の方法を模倣し、「輪中治水計画」を立てた。それは消極的に淡水河に沿ってゲートと排水設備を有する擁壁堤防を築造し、防水地区の台北市街を開いた洪水防止の計画である(図-1)¹¹。それにより、大料炭溪上流の石門で、徳見常雄技師がもとに計画した大ダムの建設構想は、経費を節約するために、簡易な官

* keyword: 土木水利史、石門ダム、工程規劃、ダム計劃史

** 中国土木水利学会会員 工博 中原大学副教授設計学部建築学科
(〒320 中華民國台湾省桃園県中壢市中北路 200 号)

*** 中国土木水利学会会員 文化財修士 中原大学Research assistant設計学部建築学科

設埤圳の「桃園大圳計畫」に変えられた。その計画は総督府土木技師八田與一¹²によって計画され、設計された。水取入口は石門の近辺に設置され(写真-1)、導水トンネル及び導水幹線によって大料炭溪の水を桃園台地に分布されている多くの在来の雨水溜「埤塘」に流しながら、新たに築造された幾つかの貯水池と連結させ、一つの水利灌漑のネットワークを造成した。それが台湾の最も大規模の官設埤圳工事となり、川水に恵まれていない桃園台地の農業灌漑の問題を解決しようとした。その建設工事は1916(大正5)年12月から始まり、1924(大正13)年3月に竣工し、農業灌漑用水を供給し始めた¹³。

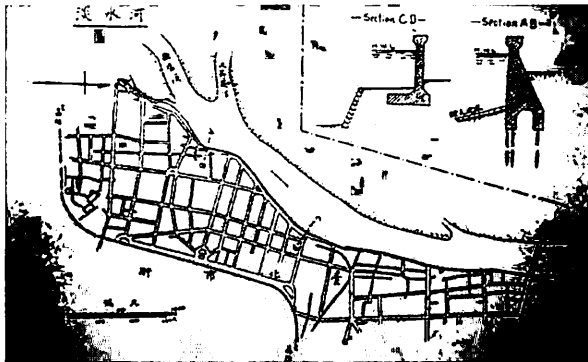


図-1 淡水河輪中堤防計画図及び擁壁堤防設計図、『福台』、1936)



写真-1 大料炭溪石門峽側の桃園大圳の水取入口、『台湾の水利』、1931)

(2) 石門高堰堤計画の再提起

その後、官設埤圳計画により、小型水利灌漑水利施設と水力発電施設が次々に建設された。また、大規模の日月潭の水力発電工事、及び嘉南大圳の水利灌漑事業が完成した結果、後藤新平によって始めて構想し、徳見常雄によって提出された石門の大ダム建設計画はすでに忘れてしまった¹⁴。しかしながら、土木局長尾半平が便宜に考案した官設埤圳計画は一時的な対策であり、台北に直面する洪水問題は始終に存在していたし、輪中堤防は市区の拡大と共に、洪水災害を防止することが不可能になり、洪水の被害と損失が増える一方である¹⁵。当時の台北州協議会委員石坂莊作所が書いた本『天勝つ乎人勝つ乎—台北洪水の惨禍と治水策』の統計によると、1895(明治28)年から1929(昭和4)年にかけて、台北の市街地は約二年毎に重大な台風洪水の災害が発生し、堤防建設以前の洪水災害の数とは変わらず、輪中堤防計画は役に立たない実態が窺える¹⁶。

その一方、竣工した桃園大圳も予想より、その効率が十分に発揮できなかった。その水利灌漑施設は大堰堤で川水を引き取ることが採用されず、僅かに大料炭溪の石門峽に川水の取入口を設け、水量が限られていた。その平均20.87立方メートル/秒の取入水量は、精々2.2万甲の

農地の灌漑用水しか供給できず、10万甲以上の耕作面積を有する桃園台地にとっては、灌漑の効率が極めて低落である。当時、日本内地は世界的な潮流に従い、治水と水利両方の機能を考慮する大ダムの総合的な水利開発事業、いわゆる「水利統制計画」の観念に影響されていた¹⁷。台湾側も元の問題は根本的に解決できず以上、總督府及び民間の有力者が再び石門高堰堤計画を考慮し始めた。

例えば、台北州協議会委員石坂莊作が三つの淡水河の治水対策を提唱した。その一つの方案は大料炭溪中流の石門峽が大ダムの建設に相応しい場所であることを提議した。その谷の高さは約122メートル、出口の幅は僅かの24メートルであり、兩岸壁は硬い砂岩からなる地質である。大ダムを築造し、ダムより桃園の台地まで灌漑水路を設ければ、上述した台北の洪水問題や桃園台地の灌漑問題を一緒に解決できる。また、技術の進歩に伴い、先進的な施工機械と施工方法を導入すれば、過去には困難な大ダムの工事も経費を節約することが可能になると彼が主張した¹⁸。

その一方、1929(昭和4)年嘉南大圳の建設工事が竣工する直前、嘉南大圳と桃園大圳の設計者である八田與一は、基本研究に基いて淡水河の治水と水利灌漑問題に関する「昭和水利事業計画」¹⁹を提出した。その計画の内容は、石門に川を遮断する大ダム建設し、溢れる洪水を新竹の鳳山溪に流させる提案である。この計画は、内務局長石黒英彦²⁰に重視され、總督府の治水政策となった²¹。

(3) 計畫調査の著手と初歩計畫の提議

1930(昭和5)年8月、石黒内務局長は總督府の局長會議の後、上述した淡水河の治水と桃園台地の水利灌漑計画に着手することを決定した。嘉南大圳の竣工に伴い、日本本土に帰る予定の八田與一は、内務局土木課の囑託技師²²として再び招聘され、淡水河の総合水利建設の開発計画が彼に委託された²³。

その後、八田與一はその開発計画の調査作業を着手し²⁴、土木、水利、地質など関係領域の技師や技手群とともに大料炭溪上游の石門に出かけ、ダムの予定地や灌漑地区の地形を測量し、河の水量や岩盤の地質を調査し、工事計画を進めるための予備調査を行った²⁵。この調査期間には、台湾總督府の前土木技師兼河川設計主任監督である十川嘉太郎も總督府の調査計画と石坂莊作の提案を比較し、大料炭溪の石門に大ダムを築造する洪水防止兼灌漑計画は最も良い方案を認め、それに関する文章を『台湾の水利』に投稿した。彼は世界各地及び日本内地の高堰堤工事の実例を挙げ、大料炭溪の水文と洪水資料に基き、貯水池の利用方法やその経済的利益を分析探究し、總督府の関係者に重要な参考資料を提供した²⁶。

その後、1938(昭和13)年には、「昭和水利事業計画」と比べて比較的完備な『淡水河治水計画』が提出された。それは「新竹州石門堰堤計畫説明書」や堰堤設計圖などの資料²⁷を含め、初めて具体的に提出された石門大ダムの計画設計案である。その計画内容を読むと、石門に標高270メートルのアーチ型コンクリート造重力式ダムを築造する計画であり、ダムの設計容量は5.82億立方メートルである。大ダムの鞍部には溢流堰式の溢洪道が設置

され、堰頂に設けられた高5メートルのゲートによって洪水が調節され、溢洪道は下游の内径13メートルの馬蹄形トンネル二つに繋がり、貯められた水が新設される石門大圳の水利灌漑施設に導かされる。そして、ダム下方、又は水路幹線の落差処には水力発電施設が設けられる²⁸。この事業計画は台湾南部の阿公店溪総合治水計画事業²⁹とともに、大ダムによって洪水防止、灌漑、発電など多目的を講じるもう一箇所の総合水利事業開発計画³⁰である。その後、二次大戦まで台湾總督府はこの施設の建設計画のため、様々な調査研究作業を行った(図-2)。残念ながら、1945(昭和20)年の終戦まで、實際的な建設工事を行うことが出来なかった。



図-2 淡水河石門上流地形調査平面図第4号、『桃園高原地方調査平面図』、1944、經濟部水利署北區水資源局に所蔵)

3. 戦後初期水利局主導の調査研究と計画設計

(1) 戦後ダムの初歩調査研究と計画設計の再開

戦後、台湾は国民党政府に接收され、多くの復舊事業が困難であるため、台湾各地の灌漑水利事業の問題は暫く処理できなくなっていた。1948(民国37)年10月、病の休養のため、台湾に渡来した國民政府の參謀總長陳誠が石門を訪ねたとき、石門が灌漑水利上の重要な場所であることを見出し、ダムの建設事業計画を再開した³¹。それによって、台湾省政府建設廳水利局は同年度より、石門ダムに関わる調査研究と計画設計作業を始めた。

水利局の技術者たちは、日領時代に残された調査研究資料、計画書、図面などをかき集めて分析研究したり、日本人技師が実測した様々な原図を使い、ダム予定地の詳細な測量資料を書き加えたり、材料運搬レールの線路を観察したり、岩壁の地質を調査したりした。そして、1948(民国37)年度から1949(民国38)年度まで、『石門水庫説略』、『石門水庫初歩計画』、『石門水庫工程設計書』などの研究報告書を提出した³²。

1948(民国37)年度、水利局によって初めて提出された『石門水庫初歩計画』は概略的な計画報告である。その計画内容は、石門に標高270メートル(實際の高さ155メートル)のアーチ型コンクリート造重力式のダムを建設し、標高258メートルの処に長さ135メートルの固定式溢流堰を設け、上游標高250メートルの右岸鞍部には、長さ90メートルのゲート式溢洪道を設ける。施工するための導水トンネルは工事竣工の後、虹吸式の排洪道に変えるなどのことが計画された。また、桃園大圳の新たな水取入口と石門大圳の灌漑水路を含める灌漑施設、ダム下

游の左岸には発電量2.57万K.W.の発電所を築造することも計画された³³。翌年、提出された『石門水庫工程設計書』は計画内容がほぼ同じでありながら、より明確な計画設計内容や修正の部分が記されている(図-3)。

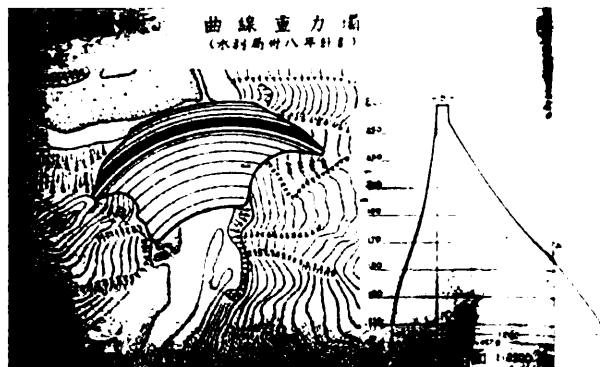


図-3 1949(民国38)年台湾省水利局計画のアーチ型重力式ダム設計図、『石門水庫四十一年度工作報告』より、1949)

これらの文献を読むと、台湾省水利局が始めて計画した石門ダムは、ダム及び溢洪道のスケールと形式や、洪水防止、灌漑と発電からなる多目的水利灌漑施設の目標などが、日領時代の計画とはほぼ同じであることが伺える。但し、発電設備の計画はその発電能率を高く上げ、日領時代の基本計画の下に一層詳細に設計したものとも言える³⁴(表-1)。

(表-1) 日領末期と戦後水利局の石門ダム計画内容の比較

| 計画項目 | | 計画設計内容 | |
|------------------|--|--------------------------------------|---|
| 日領末期石門ダム計画概要 | 堰堤及び附属構造物 | ダム | 形式 半径250m コンクリート造アーチ型重力式ダム 寸法 標高270m(實高160m)、幅8m、長358m |
| | | 溢洪道 | 形式 堰頂に5m 高開門式溢流堰を設け |
| | | | 寸法 標高250m(ゲート含めて高255m)、長150m |
| | 導水トンネル | 形式 溢洪道の下游に繋がる馬蹄形トンネル二つ | |
| | | 寸法 トンネル内径13m、灌漑用に変換 | |
| | ダム容積 | 総容積 | 5.82億 m ³ (標高河底130m～堰頂270m) |
| | | 淤積 | 1.63億 m ³ (標高河底130m～水位高220m) |
| | | 灌漑発電 | 2.56億 m ³ (標高220m～溢洪道ゲート頂255m) |
| | | 洪水調節 | 1.63億 m ³ (標高255m～堰頂270m) |
| | | 有效蓄水 | 4.19億 m ³ (総容積 - 淤積) |
| 灌漑施設 | 計画形式 | 自標高213m 処の石門大圳灌漑システム | |
| | 設計尺度 | 設計流量82m ³ /s、灌漑水路総延長358km | |
| 発電施設 | 計画形式 | 1. ダム下方の発電施設の設置 2. 水路幹線の落差で発電 | |
| | 計画效益 | 洪水調節 | 設計最大洪水調節量3,000 m ³ /s |
| 電力供給 | | 発電量6,850K.W.、年発電量60萬 K.W.H | |
| 灌漑面積 | | 耕作面積増3万8000ヘクタール | |
| 工事費予算 | | 約4000万円 | |
| 水利局1949年石門ダム計画概要 | 堰堤及び附属構造物 | ダム | 形式 半径222m、コンクリート造アーチ型重力式ダム 寸法 標高270m(實高160m)、幅8m、長358m |
| | | 溢洪道 | 1. 固定溢洪道: 標高236-258m、高22m、長135m |
| | | | 2. アーチ型活動ゲート溢洪道: 標高250-258m、ゲート高8m、全長90m |
| | | | 3. 排水路: 標高242-240.3m、底幅12-21m、長225m、底勾配1/100、傍ら勾配1/2 |
| | 4. 虹吸式溢洪道: 排水トンネルに繋がり、標高151.5m、内径12.2m、長180m | | |
| | ダム容積 | 有效蓄水量: 3.13億 m ³ | |
| | 灌漑設備 | 桃園大圳 | 標高210m 処に内径3m、長170m トンネル水取入口を設け |
| | | 石門大圳 | 標高210m 処に内径6m、高70m 水取入口塔及び内径5m、長4000m トンネル、水取入口と水路 |
| | 発電設備 | 圧力隧道 | 内径2m、長170m 圧力トンネル |
| | | 発電所 | 15m×30m 二階建て、発電量25,700 K.W |
| 計画效益 | 洪水調節 | 設計最大洪水調節量2,920 m ³ /s | |
| | 電力供給 | 発電量25,700 K.W.、年発電量206萬 K.W.H | |
| | 灌漑面積 | 耕作面積増1万2000ヘクタール | |
| 工事費予算 | | 4440万米ドル | |

参考資料: 台湾省建設廳:『石門水庫初歩計画』、1948. 台湾省建設廳:『石門水庫四十一年度工作報告』、1953.

(2) 徐修恵氏の研究とダム型設計の変遷

中国大陸で世界的大ダムの権威サヴァージ (John Lucian Savage) 氏と共に、長江三峡大ダム工事計画の研究作業に従事した経験を得た徐修恵氏は、台湾に渡来した後台湾電力会社に勤務していた。水利局の計画と同時に、1949 (民国38) 年、彼は『石門水庫初歩設計書』を提出し、水利局所が計画した石門ダムの計画に対してダムの形式や水力発電の部分を検討し、新たな提案を提議した。

徐氏は水利局の計画が灌漑の目的に傾き、ダムの計画は余りにも保守的であり、日領時代の計画よりダムの規模がやや小さくなることを指摘した。彼は、ダムの効率を有効容量に着目し、成るべく発電と洪水防止の機能を高め、ダムの高さを上げて蓄水量と発電量を大幅増えさせることを主張した。それと伴って増えた水圧力と地震力からなる危険性や、必要なコンクリートの使用量に対しては、ダムを新たに計画設計し、直線型とアーチ型二種類の重力式ダムの可能な方案を検討した。最後は、彼は自分の考案したアーチ型重力式ダムの発電や洪水防止などの経済効果が、直線型重力式ダムの方案や水利局が計画したアーチ型重力式ダムの提案よりも有利的である結論をまとめた³⁵⁾ (表-2)。

この研究の結論は水利局に重視され、1952 (民国41) 年、可能な二つ方案の比較研究を行った。水利局が公表した『石門水庫四十一年度工作報告』によると、可能な方案の一つである直線型ダムは、堰頂10メートル、標高274メートルの重力式ダム (図-4) である。それは最大容量の圧力や地震安全係数を配慮するため、ダムの基礎を強化すれば、必要なコンクリートの体積が232万立方メートルに至り、かなり不経済なことになる。

もう一つのコンクリート造アーチ型重力式ダムの方案は、良い地質があればダムの堰頂標高が285メートルまで上げられるし、必要なコンクリートの体積が201万立方メートルまで下げることができる (図-5)。水利局がこうした比較結論を得た後、円弧型重力式ダム (図-6) や、アーチ型に近い形式の重力式ダム (図-7) などの試みを始めた。この後、アーチ型ダムは石門ダム計画設計の主な方向として選ばれるようになった³⁶⁾。

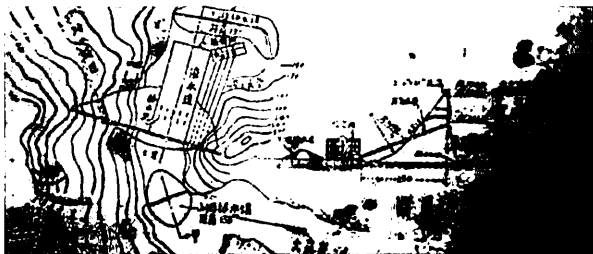


図-4 徐氏が計画した石門ダムの直線型重力式ダム設計図、(『台湾工程界』より、1950)

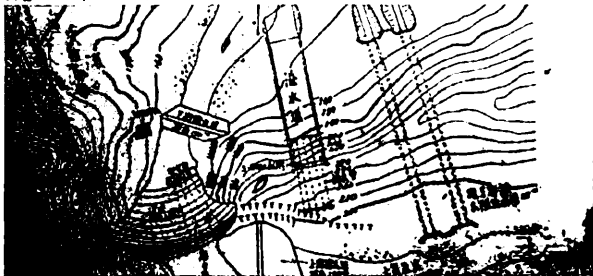


図-5 徐氏が計画した石門ダムのアーチ型重力式ダム設計図、(『台湾工

程界』より、1950)

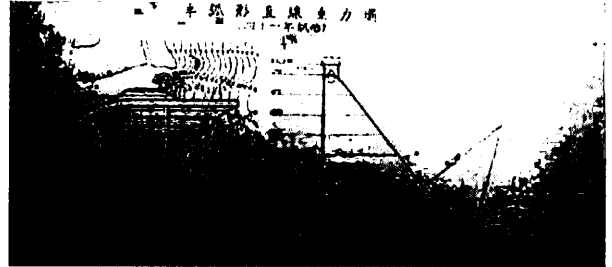


図-6 1952年水利局の半円弧型重力式石門ダム案の設計図、(『石門水庫四十一年度工作報告』より、1953)

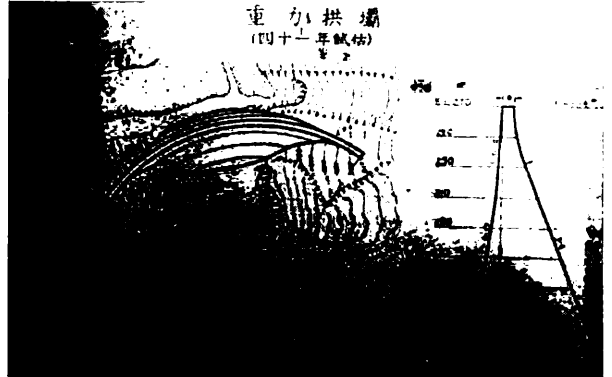


図-7 1952年水利局のアーチ型重力式石門ダムの設計図、(『石門水庫四十一年度工作報告』より、1953)

(表-2) 徐修恵氏が計画した石門ダム第一案と第二案の比較表

| 計画項目 | 形式種類 | 計画設計内容 | |
|----------------|-----------------|---|---|
| 徐修恵氏の石門ダム第一計画案 | ダム | 直線型コンクリート重力式 標高110-274m (實高164m)、堰頂幅10m、長360m (溢洪道と結合) | |
| | 溢洪施設 | 1. 溢洪堰堤 | 堰頂標高264m、長86m、ゲート三門 (6m×24m) を設け、設計溢洪量2,240 m ³ /s |
| | | 2. 排水管 | 標高210mと230mの処、内径2.5m排水管五つ毎に設け、ダム体を貫通、設計溢洪量612 m ³ /sと499 m ³ /s |
| | 灌漑施設 | 1. 桃園大圳 | 水利局1949年の計画と同様 |
| | | 2. 石門大圳 | |
| | 発電施設 | 1. 圧力水管 | 標高210m長250m、内径2.2m水管四本 |
| | | 2. 発電所 | ダム下戸内式14m×70m、直式水輪機四機 |
| | ダム容積 | | 有効蓄水量：4.49億m ³ |
| | ダム体積とコンクリート使用量比 | | (有効蓄水量/コンクリート体積)：194 |
| | 計画效益 | 洪水調節 | 設計最大洪水調節量4,270 m ³ /s |
| 電力供給 | | 発電量80,000 K.W、年発電量336萬 K.W.H | |
| 灌漑面積 | | 水利局1949年計画と同様 | |
| 工事予算 | 総工費 | 5,280万米ドル | |
| | ダム工費 | 3,060万米ドル | |
| 徐修恵氏の石門ダム第二計画案 | ダム | アーチ型コンクリート造重力式 標高110-285m (實高175m)、堰頂幅10m、長400m | |
| | 溢洪施設 | 1. 溢洪堰堤 | ダム右岸の鞍部地形を利用し、標高275m (溢流堰頂) 長74m堰堤、ゲート三門 (5m×20m) を設け、設計溢洪量1,422 m ³ /s |
| | | 2. 排水管 | 標高210mの処、内径2.5m排水管五本、ダム体を貫通、設計溢洪量661m ³ /sごと |
| | 灌漑施設 | 1. 桃園大圳 | 水利局1949年計画と同様 |
| | | 2. 石門大圳 | |
| | 発電施設 | 1. 圧力水管 | 水利局1949年計画と同様 |
| | | 2. 発電所 | |
| | ダム容積 | | 有効蓄水量：5.80億m ³ |
| | ダム体積とコンクリート使用量比 | | (有効蓄水量/コンクリート体積)：265 |
| | 計画效益 | 洪水調節 | 設計可調節洪水流量5,480 m ³ /s |
| 電力供給 | | 発電量80,000 K.W、年発電量356萬 K.W.H | |
| 灌漑農田 | | 水利局1949年計画と同様 | |
| 工事予算 | 総工事費 | 5,150万米ドル | |
| | ダム工費 | 2,930万米ドル | |

参考資料：徐修恵：「石門水利計画初歩設計書」、『台湾工程界』、1950

(3) 水利局と促進会の計画研究及び各型ダムの比較研究

中央政府が戦後多忙な復旧事業にはまり、石門ダムの建設に全力支えない状態でありながら、石門ダムの水利灌漑に関わる桃園、新竹二県の人々がそのダムの建設を

多く期待するゆえ、1950（民国39）年には、「大料炭溪石門水庫建設促進委員会」が結成した。1952（民国41）年6月、その委員会が水利工事の専門家である台湾大学土木学科の教授徐世大³⁷氏を顧問として招聘し、石門ダムの研究計画事業に指導させてもらった。同年8月、台湾省水利局はその委員会の研究計画作業に援助するために、「石門水庫設計測量隊」を組織し、様々な測量と研究の仕事に参入した。1953（民国42）年1月、水利局と促進委員会と一緒に『石門水庫四十一年度工作報告』を公表した。

その報告書を読むと、水利局及び促進委員会が1952年度中、水文と地質調査を進めながら、既往調査研究と歴年のダム計画設計報告書などの資料を系統的に整理し、比較分析研究を行った。特に発電、洪水防止、灌漑用水の分配運用に対してそれらの利益を計算し、ダムの基礎岩盤に関わる研究を行い、台湾電力公司技師徐修惠の計画設計案を参考しながら、高さ280メートル、有効蓄水量5.1億立方メートルの円弧型コンクリート造重力式ダム、及びアーチ型コンクリート造重力式ダム二つの計画方案について検討し、アーチ型重力式ダムを採用すべく結論を得た³⁸。この結論は後の石門ダムの計画設計には大きく影響した。

その後、水利局の設計測量隊がコンクリートのセメント、骨材と材料応力分析など様々実験を行い、資材の運搬路線や蓄水分配を比較分析しながら、各型ダム計画の比較、石門大壩の幹線と支線の計画、施工工期の計画、ダム寿命と経済利益などのことについて具体的な計画と分析を行った。それと同時に、米国の墾務局技師デックス（E.R. Dexter）、ハイモン、並びに地質専門家カンテンディ、大ダムの専門家サヴァージ、国連の遠東防洪局のカーブと譚葆泰などの水利工事専門家らを招聘し、現場視察を行い、ダムの多目的運用や、地質とダムの形式などの設計問題について建議と指導を依頼した。その成果は、1954（民国43）年1月に提出された『石門水庫四十二年度工作報告』にまとめられた。

その研究報告を説めば、具体的な石門大壩線路の計画設計、ダム工事の施工計画などが始めて提出された。そして後池と後池堰堤などの設計概念と計画建議も初めて提出された。また、その年度の最も重要な研究作業は各類型ダムの詳細な分析と比較研究である。以前に提議された二つ可能な考案は、水利局によって再び比較研究され、サヴァージから方案採用の判断とダムの設計指導を受けた。

まず、水利局が経済と技術の視点から、堰頂標高280メートルの實現性の比較的大きいダム型を計画し、それらの基本データを収集し、そして重力式ダム、アーチ型重力式ダムと土石積みダムなど三種類のダム型の比較研究を行う。土石積みダムは大量な土石材料が必要であり、石門の地形から材料調達困難でありながら、溢洪道の経費が比較的高いし、当時世界中は高さ133メートル（石門土石ダムの設計高度は167メートル）を超える土石積み大ダムの実例もなかったため、この考案は僅かに参考用として提出された（図-8）。重力式ダムは三つの考案（表-3）（図-9）が提出された。アーチ型重力式ダムは六つの考案が提出されたが、SS2設計案がアメリカ技師デックス

トの提出した疑問で止められ、五つの設計方案に変更された³⁹（表-4）。

（表-3）『石門水庫四十二年度工作報告』重力式ダム方案一覧表

| 重力式ダム設計項目 | | 重力式ダム設計方案内容 | | |
|-----------|------------|--|--|--|
| | | 第一案 G1 | 第二案 G2 | 第三案 G3 |
| ダム本体 | 形式 | 半直線重力式 | 直線重力式 | 直線重力式 |
| | 尺度 | 非溢流 | 堰頂標高280m（實高160m）、堰頂幅8m、底幅150m | 溢流堰頂標高270m |
| | 溢流部 | なし | 溢流堰頂標高270m | |
| | 全長 | 390m（直線長さ240m） | 365m | 430m |
| ダム基礎の掘る土量 | ダムのコンクリート量 | 1,906,000 m ³ | 2,277,700 m ³ | 2,384,600 m ³ |
| | ダム基礎の掘る土量 | 562,000 m ³ | 599,700 m ³ | 574,150 m ³ |
| | 調節洪水量 | 8200 m ³ /s | ダムと併合して計算する | |
| 溢洪道 | 形式 | 東側山の鞍部に新設 | Ogee型下方に溢洪道設置 | |
| | 寸法 | 標高270m、総長172m | 標高270m、総長162m | |
| | 閘門 | 幅15m、高5m 弧形ゲート（Taintor Gate）10門 | 幅30m、高5m、鼓形ゲート（Drum Gate）5門 | |
| | コンクリート量 | 172,000 m ³ | ダムと併合して計算する | |
| 溢洪堰堤掘る土量 | 溢洪堰堤掘る土量 | 250,000 m ³ | | |
| | 発電所形式 | ダム下方式発電所 | 導水トンネル再利用の地下式発電所 | |
| 施工導水 | 導水トンネル | 東側山中内径12mの排水トンネル | | |
| | 水止め堰堤 | 桃園大壩の水取入口 upstream 270m の処、堰頂標高150m 土石堰堤 | 桃園大壩の水取入口 downstream の処、堰頂標高150m、厚さ4m コンクリートアーチ型 | |
| 優劣分析 | 特徴と優点 | 1. コンクリート量最少 2. 地質が良い、砂岩が主である 3. ダム下方発電が可能 | 1. 山稜線を選んだ 2. 長さが溢洪道に提供可能 3. 溢流と河流とは同方向 4. 水止め堰堤で桃園大壩の水取入口問題も解決 5. 作業場所を広く提供する 6. ダム型の作用で基礎の安定性確保 7. 圧力水管なし、排水路がダムを貫通し施工し易く有効断面積も増やす *G3の考案はダムが最も安定 | |
| | 特徴と欠点 | 1. 東側ダム基礎の安定問題 2. ダムと山稜線につながるため曲線が必要 3. 直線堰頂の長さは溢洪道に提供できず 4. ダム東側に応力集中の心配 | 1. コンクリート大量 2. 溢流道が断層に近い 3. 地質がやや弱い | 1. コンクリート量最大 2. 溢流道が断層に近い 3. 地質がやや弱い |
| 総コンクリート量 | | 2,078,000 m ³ | 2,277,700 m ³ | 2,384,600 m ³ |
| 総掘る土量 | | 812,000 m ³ | 599,700 m ³ | 574,150 m ³ |
| 総経費米ドル | | 52,127,000 | 57,399,000 | 59,272,000 |

参考資料：台湾省建設廳：『石門水庫四十二年度工作報告』，1954。



図-8 1953年水利局が計画した土石積みダム方案の設計図、（經濟部水利署北區水資源局に收藏、1953）

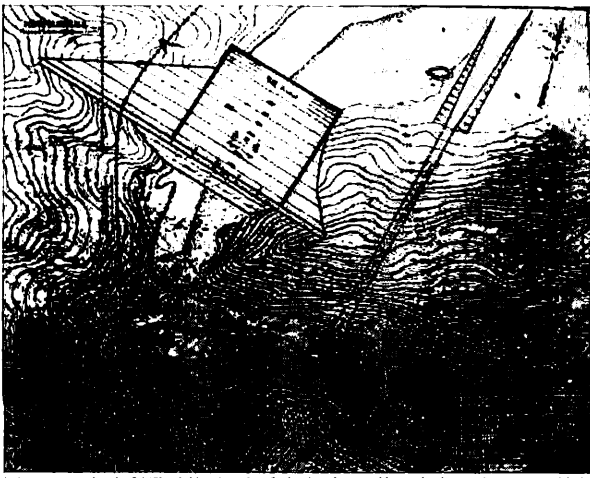


図-9 1953年水利局が計画した重力式ダムの第三案設計図、(經濟部水利署北區水資源局に收藏、1953)

水利局が上述した八つのダム型設計案を整理し、詳細な比較分析してから、その研究報告を顧問のサヴァージ氏及び国連遠東防洪局のカーブ氏に提出し、ダム型と水資源計画についてはそれぞれの審査意見を求める。サヴァージ氏からの返事報告によると、重力式ダムの部分は第三案が最優秀であり、第二案が次である。但し、ダム基礎の岩盤が良くないゆえ、高さ160メートルのダムの考案は謹慎に研究する必要があると述べた。また、重力式ダムの方案と比べ、石門峡兩岸の地質条件が良ければ、アーチ型重力式ダムの第四案(SS4)(図-10)、及びアーチ型重力式ダムの第五案(SS5)(図-11)の配置設計が最も合理的且つ経済利益の高い考案と考えられる。特に地形が良くて推力墩の必要がない第四案(SS4)を賛成した。サヴァージ氏の提言に影響され、後の石門ダムの計画は更にアーチ型ダムと重力式ダムの方向に傾いてきた⁴⁰。

(表-4)『石門水庫四十二年度工作報告』拱重力壩五方案壩型規劃一覽表

| アーチ型重力式設計項目 | アーチ型重力式ダム設計案内容 | | | | | | |
|-------------|----------------|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------|
| | 第三案 SS3 | 第四案 SS4 | 第四修正案 SS4' | 第五案 SS5 | 第六案 SS6 | | |
| 形式 | ダム線 | A | A | A | B | B | |
| | ダム型 | 同心式 | 変心式 | 変心式 | 変心式 | 同心式 | |
| | アーチ | 厚さ同 | 厚さ同 | 厚さ変り | 厚さ同 | 厚さ同 | |
| | 半徑 | 頂部 245.5m 底部 211.9m | 236.0m 105.0m | 236.0m 125.0m | 286.0m 104.0m | 264.0m 126.9m | |
| | 推力墩 | なし | なし | なし | 131m | なし | |
| 寸法 | ダム高度 | 160m | 160m | 160m | 160m | 160m | |
| | 堰長 | 總長 | 490m | 447m | 447m | 542m | 546m |
| | | 拱長 | 490m | 447m | 447m | 411m | 546m |
| | 堰幅 | 頂部 | 9m | 8m | 8m | 8m | 8m |
| 底部 | | 92.2m | 72.0m | 80.0m | 80.0m | 96.0m | |
| 数量 | コンクリート量 | 215万 m ³ | 170万 m ³ | 162.7万 m ³ | 147万 m ³ | 194万 m ³ | |
| | 掘る土量 | 53.4万 m ³ | 35万 m ³ | 39.5万 m ³ | 38.6万 m ³ | 69.4万 m ³ | |
| 分析 | ダム長/高 | 3.06 | 2.8 | 2.8 | 2.57 | 3.42 | |
| | 底幅/頂幅 | 10.25 | 9.0 | 10.0 | 10.0 | 12.0 | |
| 総工費米ドル | 5232.5万 | 4873.8万 | 5047.9万 | 4883.2万 | 5749.1万 | | |

参考資料：台湾省建設廳：『石門水庫四十二年度工作報告』,1954.



図-10 1953年水利局が計画したアーチ型重力式ダム第四案の設計図、(經濟部水利署北區水資源局に收藏、1953)



図-11 1953年水利局が計画したアーチ型重力式ダム第五案の設計図、(經濟部水利署北區水資源局に收藏、1953)

4. 結論

石門ダムは、1964(民国53)年6月に竣工してから現在に至り、当時の計画の如く灌漑、洪水防止、発電、生活用水など多目的な役割を演じてきた。現在でも台湾北部の最も重要なダムであり、この地域の農業、経済並びに生活の安全と便利に大きく貢献してきた。

このダムの構想は日領時代から始めて提出され、基本調査研究が行われ、可能な案が提議された。その成果は戦後の石門ダムの建設事業の基礎となった。戦前のアーチ型コンクリート造重力式ダムの提案から、戦後の重力式ダムや直線型重力式ダム、アーチ型重力式ダム、円弧型重力式ダム、土石積みダムまで、様々な考案が繰り返し替えて検討され、実施設計までに至る。

その過程においては、日領時代の十川嘉太郎、徳見常雄、長尾半平、八田與一などの総督府土木技師から、政治家の後藤新平、石坂莊作、石黒英彦まで、多くの貢献者が伺える。また、戦後の台湾省建設廳水利局の技術者、台湾に渡来した徐修惠、徐世大などの中国土木技術者、並びに米国の専門家デックス、ハイモン、カンテンディ、サヴァージ、カーブなどの貢献者が伺える。それらの土木技術者たちの背景からは、石門ダムの計画設計概念や建設技術のもとを理解することができる。また、土木の技術は国境を越えて世界的に流れることが読み取れるし、一つ大規模の土木工事は多くの国々の貢献者の力を合わせてから成り立つことや、こうした土木工事が常に

国策工事であることなどが感じられる。

(本文は国家科学委員会の助成金100-2221-E-033-076で行った研究成果の一部である。)

参考文献：

¹ 十川嘉太郎、山口県士族、1868年生まれ、1891年札幌農学校第二期卒業、1893年北海道廳技手に就任、1897年6月非職北海道廳技手満期、同年12月台湾に渡来、1898年台湾總督府民政部土木課技師に就任、1901年より臨時台湾基隆築港局技師、1908年より台湾總督府土木局水利課技師兼臨時水道課技師、1910年より台湾總督府土木部工務課技師、1912年より臨時台湾總督府工務部工務課技師兼河川調査委員会委員、1913年より臨時台湾總督府工務部工務課課長などを歴任し、1917年に辞官し、1919年本土に帰った。

² 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』pp. 50～51、1936年。

³ 徳見常雄、長崎県平民、1873年生まれ、1893年第三高等中学校卒業、1896年帝国大学工科大学土木工学科卒業、同年大学院入学、京都鉄道株式会社技士、1897年第三高等学校工学部講師嘱託に就任、1898年4月任京都帝国大学工学部講師嘱託などを歴任し、同年11月台湾に渡来し、總督府臨時台湾土地調査局技師兼測量課長に就任、1905年3月より台湾總督府民政部土木課及水利課技師、1908年より臨時台湾工務部技師、1909年より台湾總督府土木部技師、1911より臨時台湾總督府工務部技師兼工務課長などを歴任し、1913年5月辞官し、本土に帰って大倉土木株式会社常務取締役役に就任し、1926年9月23日東京で亡くなった。

⁴ 台湾總督府：「甘蔗排灌法ノ改良ト水利開發急務ニ付糖業地ニ於ケル灌漑工事ノ實況視察ノ為一臨時台湾土地調査局技師徳見常雄印度爪哇麻里刺濠洲へ派遣ノ件（總理大臣）」、『台湾總督府公文類纂』、1901年12月09日。

⁵ 台湾日日新報社：「灌漑工事一徳見技師の片談」、『台湾日日新報』、1902年6月27日。

⁶ 台湾日日新報社：「大嵙溪水源調査」、『台湾日日新報』、1910年9月28日。

⁷ 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』pp. 50～52、1936。

⁸ 長尾半平、新潟県士族、1865年生まれ、1891年帝国大学工科大学土木工学科卒業、同年12月土木監督署技師候補に就任、1893年第二區土木監督署に勤務、技師に昇進、1894年直轄工務部に勤務、1895年9月山形県技師兼第二課課長、1897年8月埼玉縣技師を歴任し、1898年10月台湾に渡来、台湾總督府技師に就任、1899年台北市區計畫委員及び台湾衛生會委員に就任、1900年オランダ領爪哇、インド、エジプト及び暹羅各地の調査港灣工事を視察し帰国後臨時台湾基隆築港局技師を兼任、1902年台湾總督府民政部土木局長心得、1905年台北電気作業所長兼技術長、1906年臨時台湾基隆築港局長を代理、1907年台湾總督府電気作業所長、1908年臨時台湾工務部次長心得、1909年台湾總督府土木部次長に就任、1910年市区つ計画委員会委員長、移民事務委員会委員及び万国衛生博覽会委員、同年10月台湾から離れ、鐵道院技師に就任、1911年鐵道院業務調査会會議副委員長、1913年鐵道院管理部長、1921年後藤新平に従い、東京電気局長に就任、1930年眾議院議員に当選、その後朝鮮總督府に就任、1936年亡くなった。

⁹ 台湾日日新報社：「水利十六年計畫」、『台湾日日新報』、1909年3月7日。

¹⁰ 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』p. 51、1936年。

¹¹ 十川嘉太郎：『顧台』pp. 31～32、1936年。

¹² 八田與一、石川県平民、1886年生まれ、1907年第四高等学校卒業、1910年7月東京帝国大学工科大学土木工学科卒業、同年8月台湾に渡来し、台湾總督府土木部工務課技手に就任し、1911年より台湾總督府土木局土木課技手、1914年6月より台湾總督府民政部土木局土木課技師、1919年兼臨時台湾總督府工務部技師、1920年辞官し、公共埤圳官佃溪埤圳組合の技師に転任、1921年公共埤圳嘉南大圳組合監督課長兼工務課長、烏山頭出張所長、1930年台湾總督府内務局土木課嘱託技師兼嘉南大圳組合技術顧問、1931年水利委員会委員、1936年東部開發調査委員会幹事、1937年台湾總督府專賣局技師及び殖産局農務課技師、1942年東南アジアに行く途中、乗った大洋丸が米国の潜水艦に撃沈されて亡くなった。

¹³ 台湾總督府土木局：『台湾總督府土木事業概要』pp. 194～200、1924年。

¹⁴ 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』p. 51、1936年。

¹⁵ 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』p. 61、1936年。

¹⁶ 石坂莊作：『天勝つ乎人勝つ乎一台北洪水の慘禍と治水策』pp. 24～44、1930年。

¹⁷ 喜多末吉：「水利統制に就て」、『台湾の水利』pp. 62～64、1939年。

¹⁸ 石坂莊作：『天勝つ乎人勝つ乎一台北洪水の慘禍と治水策』pp. 49～59、1930年。

¹⁹ 台湾省建設廳水利局、大嵙溪石門水庫建設促進委員会：『石門水庫四十一年度工作報告』、1953年。

²⁰ 石黒英彦、広島県士族、1884年生まれ、1910年東京帝国大学法科大学法律学科（ドイツ法専攻）卒業、1911年維新史料編纂事務局書記に就任、1913年文部省普通学務局勤務、1916年秋田県理事官、1918年群馬県理事官などを歴任し、1919年朝鮮總督府江原道第三部長に転任、1920年平安北道第三部長、1921年平安北道警察部長、1922年朝鮮總督府内務局地方課長などを歴任した後、1927年台湾總督府文教局局長に転任し、1929年内務局局長兼台湾中央衛生会委員、市區計畫委員会委員、水利委員会委員、1931年奈良県知事に転任した。

²¹ 台湾日日新報社：「淡水河の改修と桃園大圳の計畫一八田氏督府入の任務」、『台湾日日新報』1933年8月17日。

²² 台湾日日新報社：「八田與一技師-總督府に留まる一貴い技術者を台湾から失ふのは惜いとて慰留」、『台湾日日新報』1933年8月17日。

²³ 台湾日日新報社：「淡水河の改修と桃園大圳の計畫一八田氏督府入の任務」、『台湾日日新報』1933年8月17日。

²⁴ 台湾日日新報社：「石門視察」、『台湾日日新報』1933年8月12日。

²⁵ 石門水庫建設委員会：『石門水庫建設誌』pp. 15～16、1966年。

²⁶ 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』pp. 51～62、1936年。

²⁷ 熊汝統：『石門水庫計劃資料整理與研究』pp. 6～7、經濟部水資源統一規劃委員会、1967年。

²⁸ 台湾省建設廳水利局、大嵙溪石門水庫建設促進委員会：『石門水庫四十一年度工作報告』、1953年。

²⁹ 喜多末吉：「水利統制に就て」、『台湾の水利』pp. 62～64、1939年。

³⁰ 十川嘉太郎：「台北の洪水問題」、『台湾の水利』1936年。

³¹ 石門水庫建設委員会：『石門水庫建設誌』p. 16、1966年。

³² 台湾省建設廳水利局、大嵙溪石門水庫建設促進委員会：『石門水庫四十一年度工作報告』、1953年。

- ³³ 台灣省建設廳水利局：『石門水庫初步計劃』、1948年。
- ³⁴ 經濟部石門水庫設計委員會：『石門水庫工程定案計劃報告』p. 7、1955年。
- ³⁵ 徐修惠：「石門水利計劃初步設計書」、『台灣工程界』第三卷第二期、pp. 28～49、1950年。
- ³⁶ 台灣省建設廳水利局、大嵙崁溪石門水庫建設促進委員會：『石門水庫四十一年度工作報告』、1953年。
- ³⁷ 徐世大、1895年生まれ、浙江省紹興人、1917年天津北洋大学土木学科卒業、1918年清華学園官費留学生試験合格、米國コーネル大学土木系に留学、1920年修士課程卒業した後、ニューヨーク中央鉄道会社橋梁部に勤務、1921年帰国後、葫蘆島港築港工事に参与、1929年華北水利委員会総工程師兼技術長、1946年天津河海工程局局長などに歴任し、1947年より台灣大学土木学系教授兼台灣省水利局顧問、1954年より石門ダム設計委員会総工程師に兼任、1957年石門水庫建設委員会顧問に就任、1974年病で台北に亡くなった。
- ³⁸ 台灣省建設廳水利局、大嵙崁溪石門水庫建設促進委員会：『石門水庫四十一年度工作報告』、1953。
- ³⁹ 台灣省建設廳水利局、大嵙崁溪石門水庫建設促進委員会：『石門水庫四十二年度工作報告』、1954年。
- ⁴⁰ 台灣省建設廳水利局、大嵙崁溪石門水庫建設促進委員会：「薩凡奇博士對於石門水庫計劃報告書」、『石門水庫四十二年度工作報告』、1954年。