



台北市双溪水源建設計画検討報告

正員 工学博士 岩井重久*

1. まえがき 吳三連台北市長より公式招請状に接し、昭和 28 年 5 月 10 日より同 6 月 5 日まで台湾に出張し、台北市政府工務局ですでに設計をおえ、起工準備中であった「双溪 (Shung Chi) 水源興建工程」計画につき逐一検討を行った。その間に台湾大学を訪問し、また市当局の厚意により約 1 週間、高雄までの南部視察旅行に赴き、水利局、台湾電力および各地の水道技術者とも懇談することができた。1 ヶ年半の滯米研究より帰国して半年、再びこの機会に恵まれたことは、東西にわたつてほぼ同時に見聞を広めた意味で、私にとつて望外の幸いであり、ひいては我国土木技術のあり方と言つたようなことについても考えさせられるところが多かつた。しかしこうした一般視察の詳細報告は別の機会にゆずり、以下の本文では双溪水源のみについて報告したいと思う。

2. 計画概要と検討結果 台北市には明治 42 年に完成し、大正年間に拡張された、緩速濾過による新店溪水源と、昭和の初めに増設された山間 2 箇所の湧水を利用する陽明山 (草山) 水源およびその後のさく井による万華水源の 3 つがあつた。新店溪水源では戦後ポンプを増設し、濾速を早めて一時をしのいでいたが、ついに昭和 27 年にいたり、20 000 t/d の急速濾過場を増設し、現在の 3 水源総給水能力は 85 478 t/d である。しかしこれでも急増しつつある人口に抗しえないことは明らかであつて、ここに打開策として双溪水源を建設し、40 000 t/d を増加せしめることとなつたのである。

本計画は台北市東北方の磺溪合流点上手で外双溪に高さ 20 m、長さ 180 m の石塊堰堤で有効容量 1 040 000 t の貯水池を設け、取水塔から堤体を通して接合井に取水し、ここから勾配 1/650 の 600 mm コンクリート管 2 条で約 3.5 km を浄水場まで導き、沈澱、濾過の後、600 mm 鋳鉄管 1 条で 3 km を落差約 20 m のもとに送水し、既設の円山配水池にいたるものである。

着台後仕事を始めるにあつて最も懸念したのは、こうした原案に対する検討の範囲をどこまでにするかということであつた。もし水源自体の適否にまでさかのぼつてよければ、そうした検討法もとらうが、与えられた期間内に広範囲な水源調査を行い、原案をくつがえして新たに計画設計までやり直すことは所詮不可能である。従つて市政府の意向どおり、その基本方針

としてはすでに決定済みとみなすが、原案の各要項についてはもちろん、設計細部にわたつてくわしく吟味し、公正な意見を開陳し、事情の許す限り改良せしめてゆくと言ふ立場をとることとした。しかも原案そのものが熟達の台北市技術陣によつてすでに練りに練られていたために、こうした助言も数項目にとどまるだけとなつたことは非常に幸いであつた。検討の経過とその結果の概要とを述べると次のようである。

(a) 計画全般 人口の浮動がはなはだしく給水量、普及率などを精確に推定するのは困難をきわめ、しかも緊急非常態勢にあることから昭和 32 年末を目標とし、1 人 1 日 190 立で計画量を 40 000 t/d としたのは一応妥当であると認めた。日最大量で考えると、送水管の容量には余裕があまりないことになるが、円山配水池の容量は充分であり、また完成後に水質管理や機械的掃除によつて clogging を防止するように努めれば、まず心配はないと考えた。その他については導水管路中の 2 箇所の逆サイフォンや各所の接続井、着水井、分水井、濾過井、集水井における水位を精算し、多少の修正を施した以外に水理上の問題点はなかつた。

(b) 貯水池の渴水増加能 堰堤地点における流量実測記録は最近の数箇月分しかなく、また台北市の降雨記録は貯水池流域内の山地雨量に比しいちぢるしく少ないことがわかつたのでこれらは参考とするにとどめ、流域近くの竹子湖測候所の 6 箇年間の月別雨量について累加曲線を描き、流出係数を 0.7 として流量に換算の上検討を行った。その結果、堰堤地点下流各所の灌溉用水総量の半分以上は堰堤地点より下流の流域からの流出量でまかなうるのであるが、かりにその半分を貯水池から常時補給放流せしめたとしても、常に水道用として 40 000 t/d を取水しうることが確かめられた。

(c) 沈澱池 貯水池から取水するから原案のような大きい沈澱池は不要であるが、原河水には降雨時に急濁する性質があるので、やはり 3 時間程度の容量を備えた沈澱池 2 池を設け、降雨時の凝集沈澱と同時に除藻などの水質調整にも利用せしめることにした。なお凝集沈澱効率がこれでも不十分ならば、後日池長の流入側 1/3 の所に整流壁を入れてその上流部を混和池とし、さらに迂流路や急速混和装置を増設するなど、今後の改良方針も示しておいたが、実際にはできるだけ凝集剤注入操作の合理化をはかり沈澱効率を上げる

* 京都大学教授、工学部土木工学教室

ことを希望した。また沈澱除去率、表面負荷率とシルトやフロックの沈澱限界粒径との関係については、Hazen, Camp 理論に Retardant First Order Reaction の仮定を組み入れて一応推測吟味してみたが、その結果はここでは省略する。

(d) 緩速砂濾過池 ASCE や USPHS の Manual によると、前処理よろしきをうれば、濾速を標準値、2.5~3.0 mgad の 2~3 倍までとつても差支えを生じないと言われ、こうした傾向は我国でも見られるようである。本計画では貯水池、沈澱池を備えているから、水質管理に大過さなければ濾速を早めてもよいと考え、原案の 4 m/d を 4.81 m/d に改めた。すなわち、原案の濾池面積を約 1/6 狭めて盛土上まではみ出して構築することを避け、24×50 m (有効濾過面積=1189 m²) の矩形池 8 池を設け、そのうち 1 池を予備池とした。濾砂は $E=0.3$ mm, $u=2.0$ 程度を指定したが、その他詳細は砂利規格とともにわが水道協会標準に従い厳重な仕様書を作成した。砂、砂利の層厚は各 Hazen, Baylis の式で算出し、幾分の余裕を加え、集水部は空積レンガ 2 層を用いることとした。砂層初期損失水頭は Hazen 式で一応算出したが、後日使用濾砂の粒度解析を行い Fair-Hatch 式で精算するように注意した。一般に緩速によれば急速によるよりも細菌除去率は高く、操作も容易であるから、施工維持管理に大過のないかぎり、この池は充分に効果を発揮しようと考えた。

(e) 貯水池余水路 時間雨量として入手しえた唯一の資料は台北市における 20 箇年分の記録であつたので、各年最大量につき (0~+∞) 型と (0~g) 型との対数正規分布および Gumbel の極値極限分布に基づき、対数確率紙および Gumbel 紙を用いて図解的に推定比較した結果、100 年雨量は 92 mm/h となり、これに流出係数 0.85 を用いて 360 m³/sec をえたが、溢流水位上の有効貯水量は 330 000 t しかないから一応 Flood Reduction Effect を無視し、この量そのままをもつて計画余水流量とした。原案のベルマウス型余水路は落差不十分のため排水効率が悪く工費もかさむので、横溢流路型と溢流堰堤型およびこれらの併用案について比較した結果、地形その他の関係上結局石塊堰堤の右岸側をコンクリート溢流堰堤とし、4×3.5 m 程度の可動門扉 4 門を設け、下流路をできるだけ石塊堰堤体から遠ざけることに定めた。この溢流路は最初に施工しておき、仮締切堰からの水路に接続させて工事中仮排水路として利用する。

(f) 石塊堰堤 従来から台湾では石工がよく用い

られ、工費も安いこと、堰堤基礎は左岸が頁質砂岩、右岸堆積土砂層の下は安山岩で洩水さえ注意すれば問題は無いこと、堤体用石塊は地点上手の良質安山岩脈から充分多量に採取され、運搬も容易なことなどから、台湾では初めての試みではあるにしろ、この程度の堤高のものは充分可能であると考え、原案どおり石塊堰堤を築造することにした。しかも原案が J.D. Galloway: The design of rock fill dams. Trans. ASCE. Vol. 104, 1939, を参考としたためか、我国の胆沢川石淵堰堤とほとんど同じ設計方針であつたために、施工の完全を期しさえすれば問題は無いと考えた。詳細検討の最後に決定した結果は次のようである。

鉄筋コンクリート遮水壁は前面勾配 0.75:1, 平均厚 40 cm, 鉄筋 ϕ 12 mm, 1 床版の寸法を 10×10 m として縦横に伸縮接手を設け、目地の防水に工夫し、これらを格子型鉄筋コンクリート支持枠で支える。コンクリート止水壁は厚 70 cm, 深 4~6 m で岩層に達せしめる。粗石空積部は水平平均巾 4.5 m, 1~2 t 以上の石を用い、捨石部は背面勾配 1.3:1, 4 層に分けて積み上げ、下層で 0.5 t, 中 2 層で 0.3 t, 上層で 0.2 t 程度の石を用い 1 m 程度を余盛りする。不等沈下を防ぐような施工順序、水射作業やコンクリートおよびグラウチングに関する仕様、規格などを提示しておいたが、その詳細は省略する。

3. むすび 以上では水質に触れなかつたが、現地技術者間で問題としていた濾速いかにについても、原水質その他の事情から、予想どおり緩速の有利なことが立証された。

邦貨で総予算 250 000 000 円の本計画は、著者の検討が終了するのを待って着工の運びとなり、工期 1 箇年半をもつて 6 月 10 日に盛大な起工式が行われた。本検討の結果、浄水場関係だけでも邦貨で 6 000 000 円程度を節約できたが、未経験な石塊堰堤の完全施工を期すためには、この程度の予備費をまわす必要があると考えた。

元来水道にしろ石塊堰堤にしろ中国では古くから存在し、中国文化の始祖性を立証しているのである。しかし、欧米近代技術を吸収消化し、局地条件に適した特異なものを築き上げた点で、我国技術は、条件に大差のない東亜諸国にとって、少なくとも参考になると考える。領土数十年の間に我々が残した善根悪根はともかく、日本的な技術がある程度台湾に伝承されていることは否めない。思想政治の問題は別として、我々日本技術者の善意が武力再侵略の形式をとることなしに、台湾のみならず、東亜全域、ひいては世界中の人類福祉に役立つことを大いに希望したい。

最後に、こうした検討の機会と種々の援助を賜つた台北市長呉三連、工務局長楊蘭州、同総工師江石定、台大講師許整備の諸氏を始め、高配を頂いた同自來水廠長黃千里、台湾省建設厅长連震東、同土木科長劉永祥その他諸氏に深甚の謝意を表したい。