

35. 桂沢ダム水門扉類の特徴について

桂沢堰堤建設事務所 今野哲郎

1. ま え が き

桂沢ダムは昭和32年堤頂長約330m、堤高約64m、堤体積350,000m³の偉容を完成し、湛水を開始する運びに至つた。

有効貯水容量81,800,000m³を洪水防止・灌漑・発電などの多目的対し有効なるよういかなる方法、構造によつて越流、取水あるいは送水するかは、ダム計画当初より種々検討されてきた。

昭和28年取水塔および越流部の土木構造が明らかになるに従つて、これに適応しかつ上記目的を達する水門扉類の設計仕様書を作製、随時発注し今日その完成を見たわけでこれが成果は湛水後に期してまたねばならない。

2. 取 水 塔 門 扉

(1) 調整門扉

i) 目 的 冷害のない北海道、これはわれわれ道民特に農民にとつては実に開拓以来の悲願でもある。天候の改変は望むべくもないとすれば、灌漑用水の温度上昇は水稻を冷害より守るための一大条件である。北見農試の実験によると1°Cの温度上昇は反当り実に1斗~1斗5升の増収があると報告されている。此の目的を達するため、桂沢貯水池において灌漑時期には常に表面の温水のみを取水せんとするのが、すなわち、この調整門扉の役目である。

ii) 仕 様 寸法：幅3.5m×高5.0m、門数：18門、型式：ロープ巻取式ローラーゲート、モーター：5KW2台、水密：前面および側面。

iii) 構造および機能

(a) 門扉および戸当り 取水塔の寸法上戸当り1門の間隙が170mm程度なので初めスルース式に考えたが摩擦が増すため、門扉側面フレームよりシャフトを出し、テーパローラーを付し捲揚馬力の軽減を図つた。戸当りは各連毎にチャンネルを結合して造り、高さは1組3.0m、13組で計39.0mである。39.0mの戸当りを垂直に6連取水塔に取付けるのは、工程上苦心を要したところで各連互に控材を取合い、または支柱の鉄筋を利用するなどその歪を最少限に留めた。

(b) 捲揚機 捲揚機は2群設け、1群は図35-2による上流よりNo.1、No.3、No.5を、他の組はNo.2、No.4、No.6の門扉を捲揚げる。通常は各3門を同時に捲揚卸しを行うが、門扉およびモーターの故障などの場合を考慮し、クラッチ、ブレーキなどの操作により各門毎の揚卸しおよび各群も切替連結できるようになつている。

(2) 自動門扉

i) 目 的 貯水池を調整門扉より取水する場合、水位が門扉より下つた時には取水塔内の水は一瞬にして鉄管内に吸込まれ塔内は空となり、仮に満水時とすれば内外の水位差が37.0mとなり静動水圧の計は1門に最大約560tにもなる。調整門扉18門をこの水圧に耐えるよう設計すると門扉、捲揚機は勿論取水塔本体も現在のものより強大にしなければならない。ゆえに此の取水塔内外の水位差を僅少ならしめ、調整門扉に対する水圧を減少せしめて工事費の節減および取水の確保を図つたものである。

ii) 仕 様 寸法：幅3.1m×高2.7m、門数：2門、型式：ロープ巻取式ローラーゲート、モーター

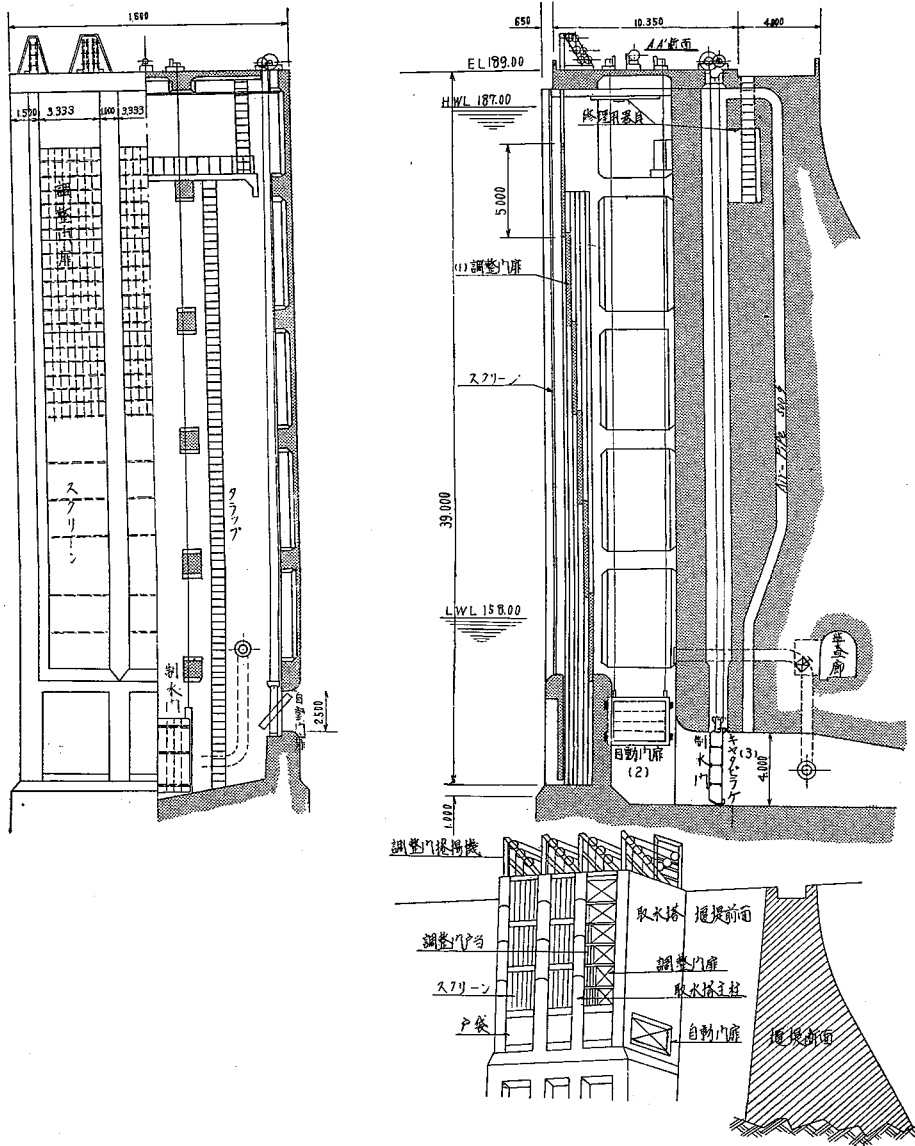


図35-1 桂沢ダム取水塔

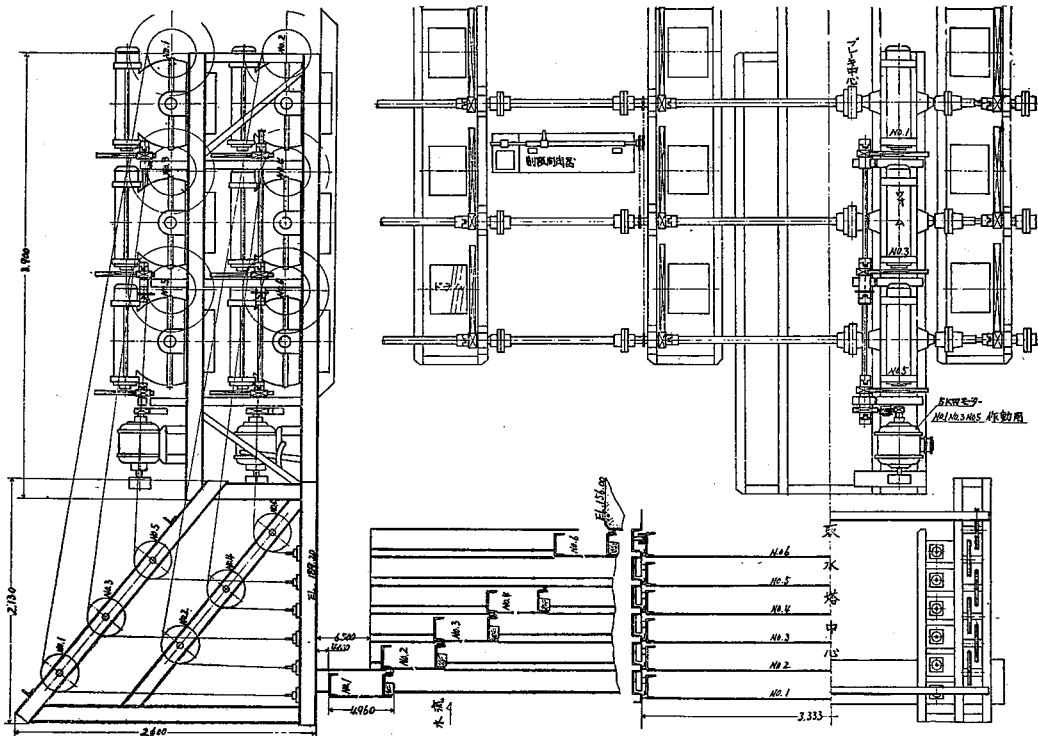


図 35-2 桂沢ダム取水塔 調整門扉捲揚機

一：2KW 2台，水密：側前面4方

W = 重錘重量 w = 子ゲート重量
 α = 流量係数 P = 圧力差 (水圧)

取水塔内外の水位差が 0.6m 以内の時は、

$$2W \times L \geq 0.6 \times L^2 \times \frac{L}{2} \quad (1)$$

で 図 35-3 の実線図のとおり B は閉じているが 0.6m をこすと子ゲートは開く。此の時子ゲートワイヤーは引かれ中間プーリーを介して重錘は上り (いずれも点線図のとおり)，閉じる時は此の反対作動をする。

いま任意の流量 Q_x を流入する時の子ゲートの開きを θ_x とすれば釣合条件は、

$$2W \times L + w \frac{1}{2} \sin \theta_x = \left(P \times L^2 \times \frac{L}{2} \right) \times \beta \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{流量} = Q_x &= \alpha \left(L^2 \sin \theta_x + \frac{2.3 L \sin \theta_x}{2} \times 2 \right) \sqrt{2gP} \\ &= 12.2 \cdot L \sin \theta_x \cdot \sqrt{P} \quad (3) \end{aligned}$$

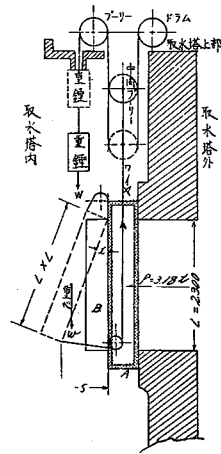


図 35-3 桂沢ダム自動門扉

(2) 式 β は圧力差 P が扉全面に作用した場合のピンに対するモーメントと実際に作用する圧力差のピンに対するモーメントの割合で開度・水位差・流速などによって計算決定せられる。

この門扉は製作工場において 1/20 の模型実験を行い，一例を示せば ① 水位差 1.4~1.5m ② 流量係数 0.57~0.58 ③ 流量 24 t/sec ④ 開度 21~22° の時ほとんど理論計算と近似しかつ振動も認められず，実用に供せられ

ることがわかった。なお、重錘 W は適当に変えることによつて現場における修正をも可能ならしめた。

(3) 制水門扉

i) 目的 貯水池水の完全制水

ii) 仕様 寸法：幅 3.6 m × 高 4.5 m, 門数：1 門, 型式：ロープ捲取式キャタピラーゲート, モーター：5 KW 1 台, 水密：後方四方

iii) 構造および機能

(a) 近時ダムはその利用水深を増すために放水管をなるたけ下げているが、桂沢ダムも放水管前面に取付けた制水門扉は満水面下 39.0 m 全水圧は 550 t にもなるため、型式をローラー式にせず特殊鋼加工によるキャタピラー式としローラーピンは不銹鋼を使用した。

(b) 流水時には門扉下部の水圧が減少し、したがつて門扉は上部の静水圧によつて押下げられる。

この Down pull は門扉下部の形状によつて非常に差のあるもので、各実験データにより図 35-4 のような形状を採用し捲上荷重を少なくした。

(4) ハウエルバンガーバルブ (Howell Bungler Valve)

i) 目的 制水門扉より放出した水は、径

3 m の鉄管をとおつて発電所に導かれるが、発電所の故障その他で通水下能の時にも下流用水を確保しなければならないので、制水門扉より下流約 60.0 m 地点に主鉄管より径 1.2 m の鉄管を分岐し、ハウエルバンガーバルブを取付けたもので、その利点は

(a) 放水は円周噴霧状態となり、到達距離が短縮

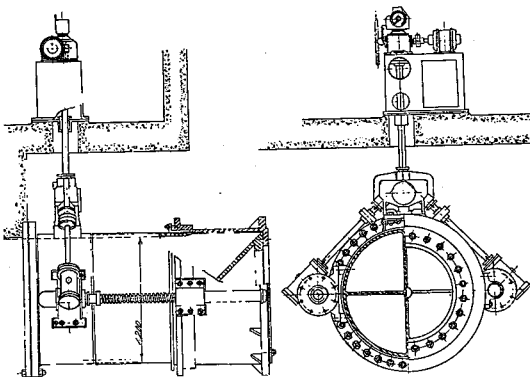


図 35-5 桂沢ダム ハウエルバンガーバルブ

ター：7.5 HP 3 台, 水密：3 方前面および下方。

(3) 構造および性能

i) 門扉 型式はローラーゲートであるが、主ローラーを後面にその他前面および側面にもガイドローラーを付し、組立は扉体重量だけで 15 t もあるため部材を戸当り挿入後銲接合した。

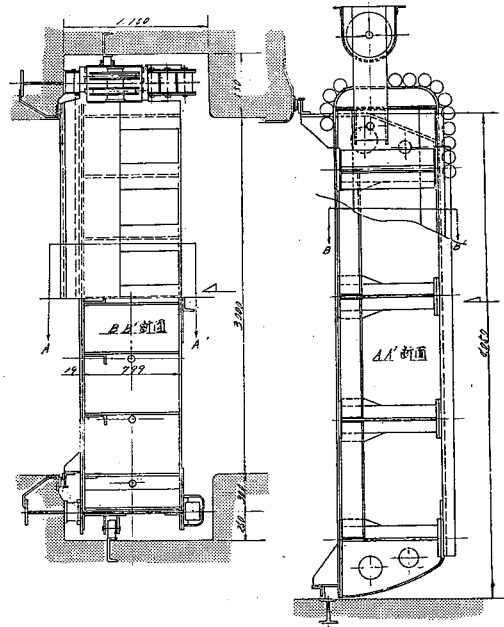


図 35-4 桂沢ダム制水門扉

されかつ落下位置の損傷破壊を防ぐ。

(b) 開閉が円滑で操作が容易である。

ii) 仕様 径：1.2 m, 数：1 組, モーター：5 HP 1 台

iii) 構造機能 図 35-5 のようにモーター、ベルギヤー、ウォームスピンドル、同ホイールを介して円錐型ゲートが摺動し放水量の調整をする。

3. 越流門扉

(1) 目的 ダム貯水池越流水の調整。

(2) 仕様 寸法：幅 8.2 m × 高 6.3 m, 門数：3 門, 型式：ロープ捲取式ローラーゲート, モーター：7.5 HP 3 台, 水密：3 方前面および下方。

ii) 捲揚機 各ピア間にガーダーを設けなかつたため、図 35-6 のとおり捲揚機を下部に置き(各ドラムが交互に直角に配置) ピア上のシーブを介して捲揚げを行う。

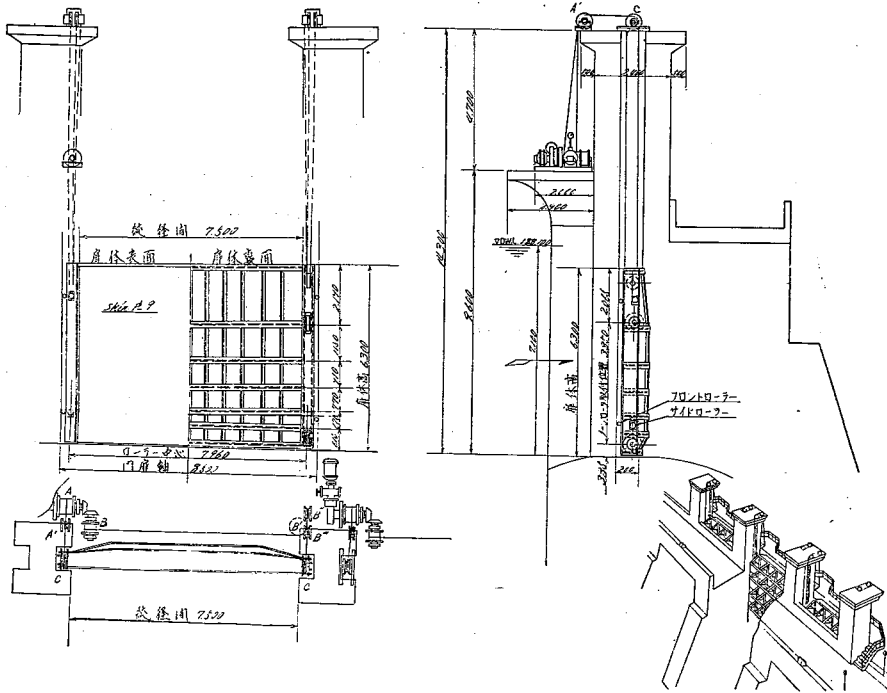


図 35-6 桂沢ダム越流門扉

4. 予備電源装置

- (1) 目的 管理所内に設け停電時の水門扉の運転確保を図つた。
- (2) 仕様 機関：32 HP 3 シリンダーディーゼルエンジン，発電機：出力 25 KVA，200 V 50 サイクル交流。
- (3) 本装置は停電時の場合マグネットバルブのスイッチが入ることにより，始動用エアタンクバルブが開き，エンジンは自動的に始動し直ちに発電を開始するもので，オールスピードガバナ・時限過電流継電器・自動電圧調整器などの組合せにより機関，発電機共停電と同時に全く自動的に始動運転される。

5. 桂沢ダム水門扉設計上の基本式

(1) 水門扉には静水圧と動水圧の合計水圧が働くものとし、桂沢の地震係数を $K=0.12$ とした。 x 点以下の静動水圧は次式による。

- p_1 = 波浪面より下方 x なる点に作用する静水圧強度
- p_0 = 断面以上の総静水圧
- Pd_1 = 波浪面より下方 x なる点に作用する動水圧強度
- (Westergard の式)
- $Pd_2 = x$ 断面以上の動水圧

$$p_1 = w (1 \text{ ton/m}^3) x \quad p_0 = \frac{1}{2} \cdot w (x^2 - x_0^2)$$

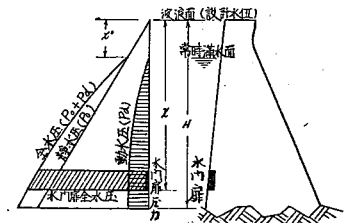


図 35-7 ダム水圧図

$$Pd_1 = \frac{7}{8} \cdot w_0 \cdot K \sqrt{(H-x_0)(x-x_0)}$$

$$Pd_2 = \int_{x_0}^x Pd_1 \cdot dx = \frac{7}{8} \cdot w_0 \cdot K (H-x_0)^{\frac{3}{2}} \int_{x_0}^x (x-x_0)^{\frac{1}{2}} dx$$

(2) 安全率は静水圧の場合 4.0, 動水圧を加算した場合 $\frac{4.0}{1.5}$ とし, 門扉主材は構造用鋼材 SS 41 を使用した。

6. む す び

桂沢ダムの全門扉は現場操作は勿論管理所内においても完全なる遠方操作ができる。なお, 水位, 門扉の開閉度もセルシンモーター作動により視認でき, 管理所操作室内で僅か一名の操作員により, 全 24 門を自由に開閉して貯水池 1 億屯の水を調整するように設計されている。これら諸施設のため越流部, 取水塔上には各種機械が整然と配置されており, 周囲の自然美と対照的な力強い人工美を呈し壮観である。

本稿はゲート類の仕様紹介に終つたが, 他日細部に関し運転資料を整えて参考に供する機会を得たい。

36. 羽幌ダムの温水取水斜樋の構造について

留萌開発建設部 早 川 陸

1. 緒 言

当貯水池は本邦米作地帯のほぼ北限地に位置し, 築別川上流 16 km の地点に本ダムを築造し, 新規開田 433 町歩および既設水田 331 町歩のかんがい用水を貯留し, 5,554 石の増産を期するものである。従来, 本地区はかりでなく本道の米作は気温寒冷の気象条件のため冷害の頻度高く, かんがい用貯水池においてはこの災害を除去するため, 温水の取水について種々の苦心と研究がなされ, 幾多の取水法が実行され計画されて来ている。

現在までの取水設備のおもなものは, (1) 斜樋型式, (2) 塔型式, (3) フロート型式などが代表的なものであるが, 当ダムにおいては一般的斜樋を改良し, 温水取水の目的に合致するよう複式取水斜樋の方法に着目した。操作方法は軸管(スピンドル)によらず, 油圧ポンプを開閉用シリンダー内のピストンに作動させ開閉操作を行い, 簡便化と経済化につとめた。

2. 一 般 構 造

複式取水斜樋の構造は図 36-1 のとおりであり, 極度に越流水深を小さくし, 躍層より上層の温水を流下させるようにした。すなわち, 一般的斜樋の斜樋管(函)の上部に取水溝を設け, 取水溝の幅を増大させることにより越流水深を小さくし, 希望の水深で取水溝に越流させ, 更に下部斜樋管(函)上の取水バルブを開放し, 落水導水管に導くものである。当設計においては取水溝の全長を 4 室に等分し, 各室は 5.5 m × 3.1 m のゲートで流量を一定に保ち得るようにする。また, 各室に 1 門ずつ 800 mm 油圧式スルースバルブを設置し取水するものである。

(1) ゲートの越流水深

取水ゲートは引下げ扉を使用し, 湖面躍層上より温水を取水する。いま最大取水量 1.181 m³/sec を越流させると, Francis の公式により

$$Q = 1.84 b H^{\frac{3}{2}} \quad (\text{ここに } b = 3.0 \text{ m})$$

$$\therefore H = \left(\frac{Q}{1.84 b} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.35766 \approx 0.35 \text{ m}$$