

新成羽川ダム並びに発電所の構造概要と洪水処理について

中国電力株式会社新成羽川発電所建設所

所長 原 文太郎

I まえがき

新成羽川ダムは発電及び工業用水の確保等を目的にした、高さ103^mの中央越流型重力アーチダムでその直下流に、新成羽川発電所を設けている。ダムサイトは高梁川支流成羽川の中流部にあって、その集水面積は625^{km}²である。また本流高梁川の河口には、水島臨海工業地帯があって、本ダムの完成により、工業用水8%弱程度の増加確保が可能となる。

ダムは工業用水側(事業主体は岡山県)と発電側(中国電力)とが協力して建設する多目的ダムであるが、施工は中国電力が担当し、工業側はアロケーションを負担することになっている。

新成羽川発電所は上記ダムによる貯水池(有効容量 8050st)を上池とする併用式揚水発電所で、発電専用機1基、可逆機3基を具え、その合計最大出力は303000^{kW}である。この揚水用下池として、下流3.1^{km}の位置に、高さ41^mの田泉ダムを設け、これに附設する田泉発電所の出力は22,000^{kW}である。これら発電所はいずれも尖頭負荷発電所であるから、最下流に高さ15^mの黒鳥ダムを設けて逆調整する事とし、またこれにも発電所を設けて2200^{kW}の発電を行う。

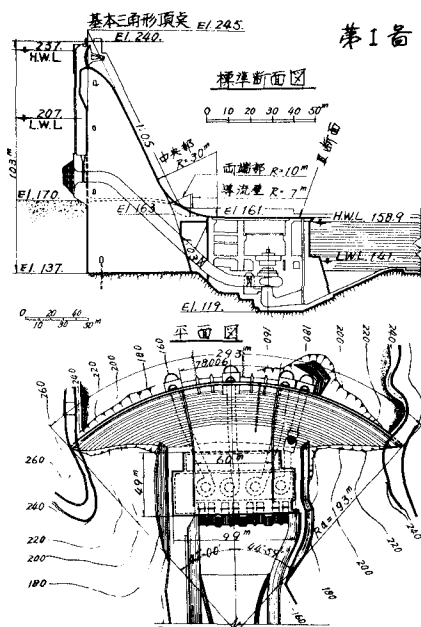
これら工事は昭和39年8月より始めており、昭和43年末に終るもので、現在(54.2.9 末)工事は約77%進捗しており、総工事費は170億円余である。

水系一連の発電工事の中で、その主軸をなすものは新成羽川(発)であるが、その概要を次の図に示すように、重力アーチダムの直下に大規模な発電所を置き、ダム下流面に沿って流下する洪水流(計画2400%)を発電所屋根をシュートに利用し、下流の田泉池に放流すると云う本邦では、未だ例を見ない型式をとっている。従って計画設計に当っては新しい或は特殊な問題点も少なくない。その一つとして重力アーチは通常堤体の一部に著しい引張応力が発生するが、これを改善する「過冷却工法」について、次の22回講演会で御披露したが、この度は洪水処理について述べる。

II 洪水処理

次の図に示すようにダムの越流部は $R=193$ ^m、 $l=78$ ^mの円弧で6門のテンダーゲートより、同心円弧の堤体下流面(越流水に負圧を生じない最急勾配1:0.5)に沿って、巾60^mの発電所屋根上シュートを洪水流が通過し下池にスキジャンプするもので、このような条件での越流水は求心方向に集中しながら、屋根上を流れると言う形をとる。

(1) 越流水による問題点: 放流時放水旋に生ずる水面の動揺が、発電所水路系の運転時振動特性を助長して発電所の運転を障害しないこと。屋根版に加わる洪水流荷重とその振動影響。洪水流の有効的な減勢と河岸河床の保護及び下流池内の回流を防止し、土砂のドラフト附近への流入(揚水発電に支障)



防止等が一応考えられる問題で、極めて重要なことである。

これらの問題に対しては、洪水流線の集中を避け、屋根上の流れを流量流速分布の均等な平行流に直すことが、どうしても必要なことになってくる。そこで流線の変向方法としては、この場合バケットカーブの形を工夫してデフレクターの機能をもたせる事を考えた。

(2) 漸変デフレクター：縮尺 $\frac{1}{60}$ の模型実験による一連の実験結果によれば、流線の集中は屋根版下流部(右図Ⅲ断面)に最も見受けられ、上流部では幾分少ない。バケット部の変向効果は流量によって変化するもので、中央部を $R=30^m$ 端部を 10^m としたものが、 $Q=2400\%$ に対し最も有効で、 Q の低下に従ってその効果は薄れてくる。即ち流線変向は遠心力及び流入流線に対するバケット R の横断方向の変化度によるものであるから、 Q の減少に伴う流速低下のため、 v^2 に比例する円心力が小さくなり、従って変向効果が弱まってくる事が判る。

設計対象流量として頻度を考え、中間的洪水量に合わせる事も考えたが、この場合矢張り計画洪水量にすべきだとの判断から、モデルⅣを採用した。これによるⅢ断面の流量分布を次2図に示す。(モデルⅠは均等なバケットカーブ)

(3) 下流池の状況：スキージャンプした洪水流の落下点から上流を放水庭、下流を放水路と呼ぶ事にする。発電所の水路系は、ある振動特性を有しており吸出管内の圧力変動は、明らかでないが、大体水頭にして数 m 程度、周波数 $f=\frac{N}{60}$ と言われ、 N は回転数で本発電所は機種により周期 $T \div 1.1$ 及 15^{sec} となる

放水庭の水位変動は、模型より $Q=1500\%$ 時(モデルⅣで以下同様)長周期波振幅 0.2^m 周期 16^{sec} 。短周期波 0.12^m 周期 3.1^{sec} となり、可成りかけ離れているので、発電所の運転に支障を来すとは考えられない。

次にスキージャンプした洪水流は、放水路の水フッションで減勢され、水路底に設けたエピソードメーター測定によれば、高速流は河床に達する迄に減衰し、河床洗堀の心配は殆んどない。

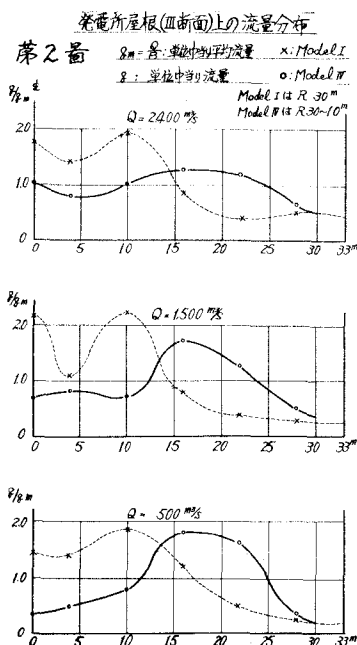
Ⅲ 発電所屋根版

(1) 流水による荷重：屋根上での流線の交叉、ピヤニ、バケットカーブからの衝撃波の交叉等は、避けがたく、屋根上での流れは、可成り複雑である。屋根版に働く洪水流の荷重は、水深による水の重量と(バケットカーブでの遠心力は屋根上では消滅)流れの摩擦による剪断力とである。

$\frac{1}{60}$ 模型実験によれば $Q=2400\%$ 時の屋根上の平均水深は、約 1.1^m 平均流速は約 35% である。また流れの摩擦による剪断力は、 $\tau_0=0.2 \sim 0.15^{\text{kg/cm}^2}$ 程度で、計算値も大体似たような値を示す。(電研安芸博士)

なお屋根版設計に重要な垂直荷重の変動は、水面の微小変動(乱流境界層内の圧力変動)によるものと水深の時間的变化(衝撃波の移動)とによるものとがあるが、これらの周期は前者が約 0.12^{sec} 後者が約 200^{sec} で、量的にもはるかに大きく、その上限値は 1.5^m である。よって水深 1.5^m を屋根版設計の垂直水荷重とし、共振については検算する。

(2) 屋根版：構造は工程・振動・応力及び透水性等を考慮して、次3及4図に示す2空間連続桁と



(3) 屋根版の振動：図のような支承条件で1/10模型実験によれば、屋根版の固有振動数は6~23%の間に認められるが、衝撃波の平面的移動による長周期の(200^{sec})変動とは共振を生じない事が判る。次に水面の微小変動による水圧変動周期は広範囲に分布しているが、値は小さい。版固有振動は6.8, 10.23%附近で高い応答を示す事が模型より予想されるので、屋根版振動の主な原因として水圧変動の6.8, 10.23%成分を考えると、梁の振動振幅は25μ程度で静荷重換算 $w=23\%$ 水位となり、安全率の中に吸収し得るものである。

なお一般的に言える事は、ダムサイトの地軟地質が薄肉アーチの基礎として不十分な場合、或は洪水量が多い場合等重力アーチが有利となる事が多いと思われる。この場合の余水処理は本ダムと同様になる。また大型のダム式発電所を狭い河谷に建設する場合等には、発電所の屋根を水叩に兼用することで経済性を向上させ得ることもあるかと考える。計画に当り何等かの御役に立つ事があれば幸いである。

ダム型式	重力ダム	重力アーチダム	ドム型アーチダム
切 取	165,000 m ³	140,000	160,000
コンクリート	610,000 m ³	430,000	260,000

中間壁上部