

B-7 井川ダム洪水吐の設計について

中部電力株式会社建設部

加藤 正

井川ダムは中部電力が現在大井川上流（静岡県安部郡井川村）に建設中の高さ100m、堤頂長約240mの中空重力式ダムで総貯水量150,000,000 m^3 、有効貯水量125,000,000 m^3 を有し、貯水池として河水の有効利用による下流各発電所の能率的運営を目的とするものである。

ダム地点は大井川が井川盆地から美濃地帯に流れ込む頭部に位し、好箇の地点と言えらるが地形の関係からダム洪水吐の設計上には幾多の困難な問題があった。すなわち、

1. ダム地点の直下流で河川が湾曲していること。
2. 河床勾配が急なため河川の流速が速く、河川の水位と流量の関係を示すいわゆる水位流量曲線（Rating Curve）が水平水明きにおける跳水深よりも低いこと。
3. 河中が浅いため単位巾当りの流量が大きいこと。

等である。

このような條件のもとで採用可能と思われる洪水吐の型式を検討してみると本ダムの場合、地形上の制約から

1. 洪水は隧道、その他の構造物によつてダム本体を避けて放流することは困難で結局ダム本体を越流せざるを得ない。
2. ダム直下流に発電所、その他の構造物を設置することと相まつて、Sill - Jump による放流も困難である。

従つて、跳水による Energy の減勢に頼る外ないことになる。

跳水を利用する最も普通の水明きは水平水明きで、ダム下流面を流下した水流が水平面に移つた処で跳水を起させるものであるが、このために必要な下水水深、水明長はダムの高さ、洪水量および越流中によつて左右されるものである。

この必要な越流巾は下流河川の Rating Curve と関連させて最も経済的な視点を定めるのが理想であるが、実際上は河谷の中の制約を受けて決められる場合が多い。本ダムの場合もこの例に現れ、当初計画された直線重力式越流ダムでは計画洪水量2,400 m^3/sec を越流巾32m、ゲート3門で放流するように設計されていた。これに対する水平水明きの直線部必要長は約100m および前記の

(72)

河川の湾曲の跳水型式の水叩き設計上に決定的な障害となる。すなわち、跳水現象は跳水の上下流側の衝力値の均衡によって保たれるものであり、この部分に湾曲部を介在すれば安定した跳水状態が保たれなくなるからである。従つて、従来の水平水叩きでは効果的な *Energy* の減勢は不可能であり、跳水の必要長を短縮して湾曲始点までの間で射流を常流に覆接させるような方法を取る必要を生じた。短区間で減勢を行うものとして水中バケット型水叩き (*Uprturned Bucket*) が考えられる。これは *Grand Coulee Dam*、庄内ダム等に採用されているもので、下流水深が深過ぎる場合に適する型式と云われている。

しかし、この型式においてもバケット下流に生ずる二次流的な渦のため割タムまでの必要距離は水平水叩きの場合と大差ないと云われ、しかも単に *No Spray* の条件を満たすだけでなく安定した減勢効果を発揮させるためには本タムの場合、約30mの下流水深を必要とする。

そこで止むなくこの型式を断念し、更に調査の結果、“傾斜水路における跳水” (*Trans. Assoc.* 1944 *Carl e. Kindsvatner*) より着想し、タムの水叩き面の傾斜を逆にしたならば跳水水深は減少し、重力の作用により渦は押し下りられて短縮されるであろうと考へ、これを実験を行つて確かめ、この逆傾斜水叩き (*Reversed Apron*) が他の型式に比べて本地点に最も優れに特性を有するとの結論に達し、最終設計として採用したのである。

このような型式の水叩きはわが国は勿論、諸外国にもその例がなく、かつ実験の記録もないため、前述のように水理模型実験を行うこととし、電力技術研究所と協力し、まずその一般的性質を調べるため同所水理実験室内に直線水路、片面ガラス張り二次元模型を制作して実験を行い、その結果を三次元模型 (縮尺 1/50) に導入して最終的結論を得た。

実験は *Froude* の相似律に従ひ、逆傾斜の勾配三種 ($1/4$, $1/5$, $1/6$) *Kinetic flow factor* 70~170の範囲について実施し、実験設計に資する実験式を求めたもので、跳水の幾何学的形状が流入射流の流速、流量に無関係に相似であり、かつ跳水の長さで深さの間には一定の比率が存在することからこれが逆傾斜水路においても成立することを確かめたのである。すなわち、逆傾斜の勾配上にのる渦の重さを利用して跳水に必要な下流水深を減少させることによりこの幾何学的相似の関係から跳水の長さをも短縮できることを知つたのである。一例を挙げると、 $1/4$ 逆傾斜水路における実験では必要な水叩き長、跳水水深は水平水叩きのそれぞれの約60%に縮めることができた。

[illegible][illegible]

2006

3.5050

なお、実験の経過から $1/4$ よりも更に急な傾斜を利用すれば必要な水叩き長を一層短縮し得ることが予想されるが、現地における掘削量の増大と工事施工上の困難性のため実際の設計に採用される可能性が少かつたので一応 $1/4$ 以上の急傾斜のものについては今回の実験では触れなかつた。

このようにして二次元的な実験ではこの型式の實用性が認められたのであるが当初計画の重力タム中に線はタム本体に主眼を置いて決められたので水叩きの直線部は約 1.5 m しかなく、この型式をもつて十分な減勢能力は到底下可能であつた。

そこで引き続き行われた三次元模型実験では *Baffle pier*、その他の構築物等の併用による減勢も試みたが、かかる構築物は将来の組持保修の点で問題を惹起するのであれば逆傾斜のみで安定した跳水を得られればこれに越したことはなからなまたタム型式が変更されたのを期に洪水吐の水理的条件を可能な限り良好とする事とした。すなはち、

1. 逆流巾を大きくし単位巾流量を減ずる。
2. 水叩き面の勾配は工事可能な限度の $1/4$ とする。
3. *Buckshot Curve* の半径を小さくし、直線部をなるべく大きくとる。
4. 逆傾斜のみによる減勢を考へ、直線部の長さをできるだけ大きくとることとし、このためにはタム中に線の若干の変更も止むを得ない。

5. 洪水吐の減勢能力は $2,400 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、まで応受であるが減勢池内の流速は $2.100 \text{ m}^3/\text{sec}$ まで安定した状態を保たうればよいものとする。減勢池等の点を設計に折り込んで最終設計を得た。

タム洪水吐としてこの型式の水叩きの長所はまづ経済的なこと、次に与えられた下流水深が水平水叩きの跳水水深に足りない場合、逆傾斜を適当に定めることにより丁度それに一致した完全跳水を起させ得ることである。短所として尚減勢能力を越える流量になつた場合、突然射流状態になつてしまうことであるが、これはこの型式だけの欠点とは云えず他の型式の洪水吐、減勢池等で減勢能力が定められている場合には共通の問題である。

いづれにしても短区間で効果的な減勢をすると云う点で優れた性質をもつもので、本池点と同様な他池点への適用も十分考えられるものであろう。