

流水型ダムの長所を活かす設計思想



安倍和雄

1. はじめに

流水型ダムとは、洪水調節のみを目的とし、河床部に洪水吐きを有し、常時は貯留を行わないダムのことをいう。国土交通省所管の流水型ダムの第一号は、平成17年度に完成した益田川ダム（島根県）であり、国土交通省が改善を重ねつつ継承してきたダム技術においては、比較的新しい形式のダムである。その後、国土交通省では、いくつかの水系で流水型ダムが計画されているのを踏まえ、平成19年10月に「洪水調節専用（流水型）ダムに関する検討会」を立ち上げ、想定される技術的課題への対応を体系的に検討した経緯がある。

国土交通省のダム技術への反映を主な目的として技術研究を実施してきた土木研究所水工研究グループでは、環境への負荷が比較的小さいとされる流水型ダムの長所を活かす研究に取り組んできた。一方、現場において、長所を活かすという取組は、直面している課題の解決に直結しない場合、優先順位が低く抑えられる側面がある、と考えられる。特に、東日本大震災以降、国の政策課題において、環境の比重が低下しており、その長所が環境面に立脚している場合、その側面が強調される傾向にあるのではないかと考えられる。

本稿では、現場において、流水型ダムにおける環境面の長所を活かし切るような気運が生まれることを期待しつつ、当グループ等の研究で何がわかったのかを切り出すとともに、国外での事例等も参考にし、基点とすべき設計思想を抽出する。なお、紙面に限りがあることから、洪水吐きと減勢工を取り上げる。

2. 洪水吐きの巾はどこまで広げられるか？

貯留型ダムも含め、重力式コンクリートダムの堤体内に洪水吐きを設ける場合、空洞の巾は広くて5m程度である。一方、流水型ダムにおいて、

空洞の巾が5m程度の洪水吐きを河床部に設置することを想定した場合、河道の巾を人為的にかなり狭めてしまうことは否定できない。そこで、流水型ダムの環境影響を極力小さくする、という研究方針に基づき、図-1に示すように、常時は空洞の巾が広く、洪水調節時は堤体上流側に設けた鋼製ゲートを河床面近くまで下げて空洞断面を絞り込むという、河道の巾を極力確保する洪水吐きを発想した。

重力式コンクリートダムの堤体は、通常15m間隔で横継目が設置されており、横継目に挟まれた堤体1ブロック内に洪水吐きが設置される。一般に洪水吐きの空洞の巾が堤体ブロックの1/3以内、すなわち5m以内であれば、応力集中が堤体コンクリートの許容応力度に対して大きな問題となることは少ないが、それを超える場合、厳密な検討が必要になる¹⁾。

そこで、ケーススタディとして、堤高50m、80m、100mの重力式コンクリートダムの堤体に、高さは5mで一定とし、巾は5~10mの空洞を有する洪水吐きを河床部に設置した場合の空洞周辺部での応力集中の状況をFEMで推定した。その結果、堤高50mに対して巾10m、堤高80mに対して巾6~7m、堤高100mに対して巾4~5mまでは所定の安全率を確保されることが推定された²⁾。

次に、空洞の巾が最大10m程度であっても、洪水時に河床面近くまで下げることが可能な鋼製ゲートの構造形式を検討した。ここでは、鋼製ゲートとしては一般的なシェル構造によるスライドゲート又はプレートゲーター構造によるローラーゲートの適用可能性を検討した。それぞれ、考慮が必要となる①.巾の増加に伴うたわみ度の増加については、鋼材の厚みを増すこと等により所定の基準を満たすことが可能であり、②.重量の増加に伴う開閉に必要な動力の増加については、開閉操作が比較的水位の低い状態に限定されることから、貯留型ダムに比べ重量の割には小さい規模の開閉装置で対応できる、ことを明確にした³⁾。

実ダムへの適用を想定した場合、堤高が比較的

国立研究開発法人土木研究所水工研究グループ長

低い流水型ダムに対しては、従前の広くても5m程度という洪水吐きの巾についてどこまで広げられるか、FEM等を用いて検討しておくべき、と考えられる。なお、この発想では、ゲート操作が必要となるが、その操作方法は、洪水時に水位がある一定の高さを超えたら下げ、洪水が終息したら上げるという、比較的簡易なものになる、と考えられる。

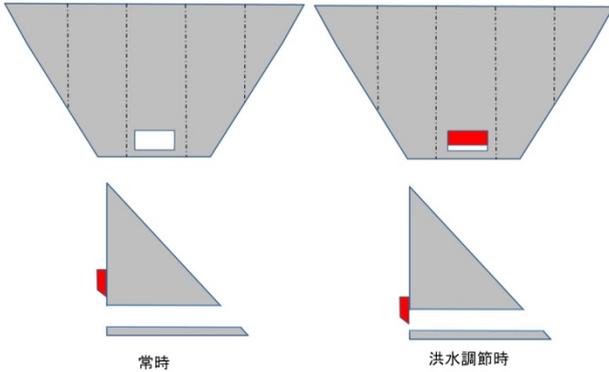


図-1 河道の巾を極力確保する洪水吐き

3. 環境への影響が極力小さい減勢工とは？

仮に、河床部に設置する洪水吐きの空洞の巾を広くする努力をしても、その直下流に設置される減勢工において環境影響を極力小さくする工夫がなされなければ、その努力は報われない。貯留型ダムで一般的に用いられる副ダム付き水平水叩き式減勢工を流水型ダムに適用しようとすると、下流端に副ダムが設置されるため、魚類の遡上降下や土砂移動にとって好ましいとは言えない。一方、国外の流水型ダムでは、図-2に示すように、河道を掘り込んで水叩きを設置する掘込み式跳水式減勢工を採用している事例がある。この形状の減勢工では、流量が比較的少ない常時においても河道の水面が上下流で連続するため、魚類の遡上降下や土砂移動に与える影響は小さい⁴⁾。

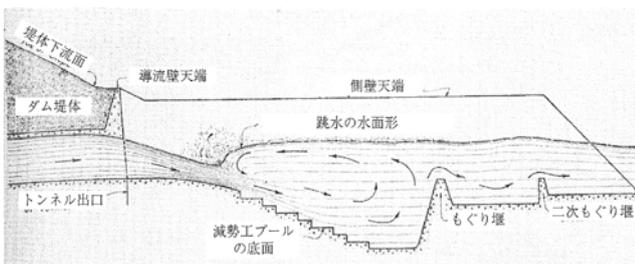


図-2 掘込み式跳水式減勢工（文献4）より抜粋）

この形状の減勢工を我が国の流水型ダムに適用するためには、減勢工の底に堆積する土砂が洪水時に洗い出され、水叩きによる減勢機能が持続的に確保されるか等について確認する必要がある、と考えられる。今後、河床勾配が急で土砂流出量の多い我が国の土砂水理特性等に合致したこの形式の減勢工を早急に開発していく必要がある、と考えられる。

4. おわりに

国土交通省所管の既設ダムは550基を越しているが、その殆どは貯留型ダムであり、流水型ダムは、前述の益田川ダム等、3基に過ぎない。このため、国土交通省における流水型ダムに係るダム技術は、検討し尽くされたという状況には至っていない、と考えられる。また、個別の流水型ダムを設計するにあたり、過去に培った貯留型ダムにおける知識や経験に頼り過ぎると、常時は川の流れを局所的に狭めているに過ぎないという流水型ダムの本来の姿を容易に現出することはできない、と考えられる。

現在、直轄の流水型ダムがいくつか計画され、その内の一部は、本体工事着手に向け、必要とされる検討や調査が着々と進められている。直轄のダム建設の現場は、過去を振り返ると、常に新しいことに取り組み、そこで得られた知識や経験が国土交通省のダム技術を改善させる糧となってきた。当グループにおいても、その前身である建設省土木研究所ダム部の時代を含め、ダム建設の現場と密接に連携しつつ、必要とされる研究課題を抽出し、生み出した研究成果を実際の設計に反映させてきた。これから建設が本格化する直轄の流水型ダムにおいても、その長所を活かす新しい取り組みが積極的に行われ、自然に可能な限り溶け込んだ流水型ダムが現出することを期待したい。

参考文献

- 1) 建設省河川砂防技術基準（案）同解説・設計編〔I〕、pp.198、山海堂、1997
- 2) 切無沢徹、金銅将史、佐々木隆：流水型ダム河床部洪水吐きの設置規模に関する構造設計面からの一考察、ダム工学、Vol.23、No.2、pp.115～120、2013
- 3) (独)土木研究所水工研究グループ水理チーム：流水型ダムにおける河川の連続性に関する研究、平成25年度プロジェクト研究報告書、2014
- 4) 角哲也：米国におけるDry Damの水理的特徴、ダム技術、No.263、pp.37～45、2008