

II - 209

貯水池のバイパス排砂システムの計画について

関西電力（株） 正会員○寺田昌史
河川環境管理財団 〃 原田 稔
〃 芦田和男

1. はじめに

河川環境から見た近年のダム湛水池の水利的課題の代表的なものとして①ダム堆砂の進行②濁水の長期化③下流河床の低下等が挙げられる。これらの課題は、建設してからの年数が長い貯水池において、近年特にクローズアップされてきている。これらの対策としては種々のものがあるがそれぞれ一長一短があり、全ての条件において有効な対策がないのは周知のとおりである。著者らは、それらの課題を解決する一つの手段として、貯水池の上流端からバイパス水路により、濁水や土砂を自然の営力を利用してダム下流へ排出させるシステムについて検討を進めてきた。このバイパス水路の流れの形態としては、開水路流・管路流、移動床・固定床が混在することが考えられ、水利的に総合的な検討を実施することが必要となる。本報ではバイパス水路の検討に至った背景と技術的課題およびその検討手法について概説する。

2. 対象地点におけるバイパスシステムの検討経緯

今回、検討対象とした〇発電所の貯水池では近年、特に出水後、貯水池内ひいてはダム放流水の濁水長期化現象が顕著となり、従来より実施してきた選択取水設備の運用、貯水池周辺の土壌保全等の対策だけでは十分な効果が得られなくなってきた。その原因としては、大型台風の頻出等により貯水池上流の流域の崩壊が急に進行し、流入する濁質が増えたことなどが考えられる。そこで表-1に示す対策について地点特性を考えながら検討を実施した。ここではバイパスの検討に絞って報告する。

ここで洪水バイパスとは出水時に極力貯水池への濁水の流入を防ぎ、ダム下流への早期排出を目的とする大規模なものであり、清水バイパス

表-1 濁水長期化対策とその特徴		
流出源対策	・流域山地保全 ・洪水バイパス	大規模には現実性に乏しい。貯水池規模、流域面積、貯水池の利用形態によつては困難。
放流水対策	・選択取水設備 ・浄化設備 ・清水バイパス	最初に検討対象とする。放流水規模に對する評価が分かれる。また、貯水池の利用形態によつては困難。

とは出水後、清水となった貯水池上流からの流入水をバイパスによりダム放流水と混合させる比較的小規模なものを指す。洪水調整機能を持ったダムでの大規模バイパスや一般水力・用水等の利水ダムでのバイパスは現実的でなく、ダム本来の機能を損なう恐れがある。また、効果的なバイパスとするには地点の出水規模を踏まえたバイパス規模を評価する必要がある。〇発電所地点は流水の貯留が不要な揚水式発電所であること、出水規模の評価から洪水バイパスも検討対象となりうることから洪水・清水の両バイパス方式を検討対象とした。図-1にバイパスシステムのイメージを示す。

3. バイパス規模の検討

バイパス規模は目的とする効果を十分に満たす必要があることは言うまでもないが、水質を問題にした場合、地点固有の貯水池の現象を再現できるシミュレーションにより検討する必要がある。対象地点では、電研の濁度・水温モデル（1次元鉛直モデル）をベースに〇発電所の貯水池をモデル化し、現地の濁質現象をシミュレートした上で検討を実施した。図-2に貯水池のモデルを図-3にバイパス規模と出水規模による対策効果の検討例を示す。ここでの濁水長期化日数とは、出水終了後、ダム上流の濁水所地点において濁水が清水化（ここでは濁度とした。）してからダム下流地点が清水化するまでの日数を用いて表現している。この結果から、バイパス規模が大きいくほどその効果（長期化日数の低減）も当然大きくなっていることが分かる。これら濁水長期化軽減効果とシステムの経済性（工事費）の最適化の検討から、ここではバイパス排砂設計流量を $120\text{m}^3/\text{s}$ とした。

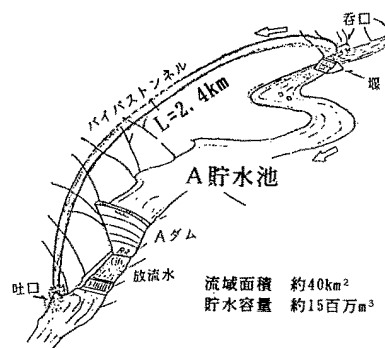


図-1 バイパストンネル概念図

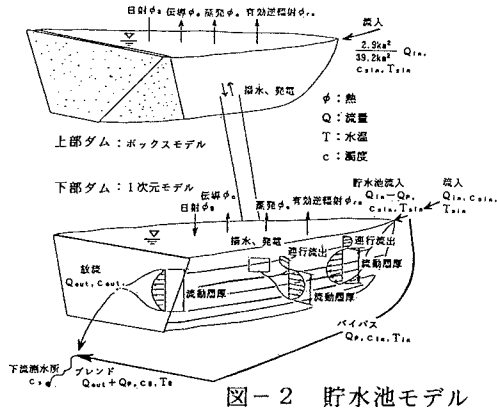


図-2 貯水池モデル

4. バイパス設備の水理検討

バイパス設備を実際に現地へ適用するにあたって、前述のバイパス規模の検討以外にも種々の検討すべき項目が挙げられる（表-2参照）。このバイパストンネルに流入するものは濁水すなわちウォッシュロードとともに掃流砂や浮遊砂も対象となる。これらの検討項目はそれぞれ独立ではなく互いにつながりをもっており、特に掃流砂の動きに水理現象が支配されると言える。

（1）トンネル呑口の形状と配置

トンネル内の流下形態を常に開水路とし、トンネルの土砂掃流力を大きくすることを前提とした。図-4にトンネル呑口部の平面配置を示す。トンネル呑口直下流に取水用の導流堰を配し、図-5に示すように河川流量が設計流量以下の際には流入部で支配断面が生じるが、設計流量を上回ると水位が上昇し、ゲート位置が支配断面となりオリフィス流となる。そしてトンネルに流入しない流量は導流堰を越流して湛水池内へ流入する設計とした。

（2）トンネル内の水理現象

掃流砂を伴ったトンネル内の現象を把握するため、移動床の水理模型実験（縮尺1/70）を実施した。模型の再現範囲としてはトンネル呑口から上流700mよりトンネル吐口部から下流300mとしている。この実験の結果から、既往最大出水を忠実にモデル化した流量条件に対しては流量低減期においてトンネル内の流れは大部分の範囲で開水路となり、トンネル内に流入した土砂は堆砂すること無く、下流河道に排出されることを確認した。

5. おわりに

以上のようにバイパス設備を濁水長期化軽減対策として検討した事例を紹介したが、本設備は同時にダムの堆砂を著しく減じる効果も有している。また、土砂がダム下流へ運ばれることから下流河川の河床低下にも効果があると言える。したがって、条件が揃えば河川環境保全に対して、極めて有効な設備になると考えられる。なお、残された課題としてこのシステムの水理的な安定性と維持管理上の問題についてさらに詳細な検討を実施していくこととしている。

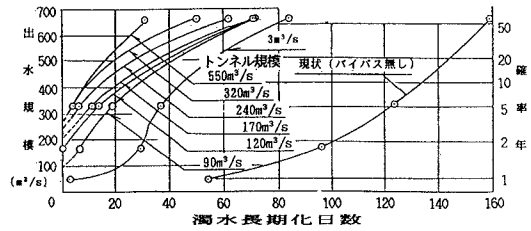


図-3 バイパスによる濁水長期化軽減効果

表-2 バイパス設備の水理的検討項目

◎トンネル呑口・吐口の形状と配置
◎トンネル内の水理現象（土砂流掃形態）
○バイパス設備の維持管理（トンネル摩耗）
○バイパス設置による貯水池およびバイパス上下流域の土砂環境変化の予測

◎ 1次検討 ○ 2次検討

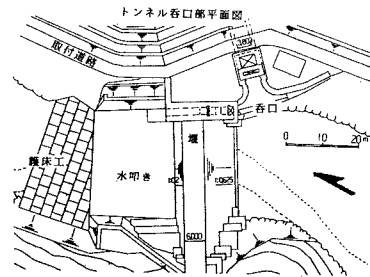


図-4 トンネル呑口部平面図

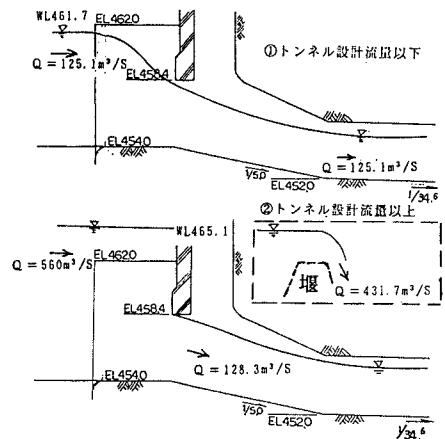


図-5 トンネル呑口部断面図