

関西電力株式会社
" (財) 河川環境管理財団

正会員
正会員
正会員

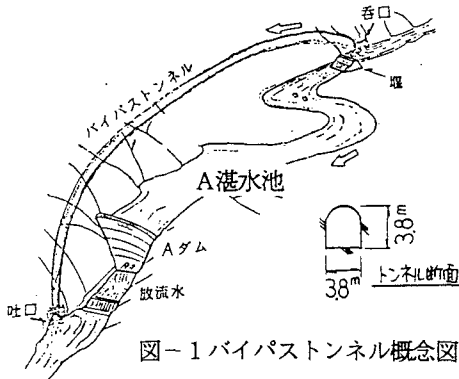
原田 稔
○出野 尚
芦田和男

1. はじめに 河川環境から見た近年の湛水池の水理的課題である①ダム堆砂の進行②濁水の長期化③下流河床の低下、を抜本的かつ総合的に解決する方策として、湛水池のバイパストンネルによる濁水・土砂のコントロールが考えられる。このバイパス案は、湛水池上流端からダム下流へバイパストンネルを設置することにより、洪水時の濁水および土砂の湛水池への流入を緩和するとともに土砂をダム下流河道に供給するものである（図－1参照）。浮遊砂やウォッシュロードを対象としたいわゆる濁水バイパスは検討事例や実績について報告されているものの、掃流砂をも考慮したものは著者らの知る限り例はない。

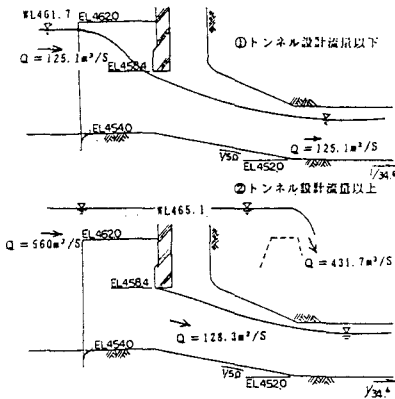
本研究は上述のバイパストンネルの水理機能を総合的に検討することを目的としたものである。具体的には、水理実験による水理特性の考察および上流河道～バイパストンネル～下流河道を表現できる土砂輸送数値解析モデルを構築するものである。今回、A湛水池をモデル地点とした設計案を基に水理模型実験（上流河道～バイパストンネル～下流河道を再現した縮尺1/70の模型）を実施した結果、洪水時のバイパストンネルの水理特性について若干の知見が得られたので報告する。

2. バイパストンネル諸元 ケーススタディとして実施したA湛水池のバイパストンネルの呑み口部の形状を図－2に示す。トンネル呑み口直下流に取水用の貯砂堰を配し、図－2に示すように河川流量が設計流量（約120m³/s）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貯砂堰を越流して湛水池内へ流入する設計となっている。

3. 水理模型実験結果 縮尺1/70の全体模型での水理量および構造諸元は表－1のとおりである。実験では、洪水ハイドログラフを数回繰り返して与え、上流河道を満砂の状態にした後に、図－3（1）に示すような既往最大出水をモデル化したハイドログラフを与えて、トンネル内の流れおよび土砂の移動の時間的变化を調べた。その結果を図－4に示す。トンネル内の流れは射流である。ハイドログラフの立ち上がりの180m³/sまではトンネル内の流れは開水路であり、開水路流れの掃流力に見合った土砂が転動、滑動状態でトンネル内を移動する。河川流量が180m³/s以上になるとトンネル内は管路状態となる。その際には呑み口前面の水位が上昇し、水面勾配は小さくなり、その箇所での掃流力は河川流量の増加に応じて増加しないのが大きな特徴である。



図－1 バイパストンネル概念図



図－2 トンネル呑み口部

表－1 模型の水理量および構造諸元

水理量および構造諸元	実物値	模型値
縮 尺	1	1/70
バイパストンネル径	3.8m	5.4cm
バイパストンネル全長	2,370m	33.9m
既往最大流量	560m ³ /s	13.7l/s
トンネル設計流量	120m ³ /s	2.9l/s
河床材料平均粒径	49mm	0.7mm
トンネル呑み口部U ₂	35cm/s	4.2cm/s
流量低減期50～90m ³ /s		

さらに流量低減期には、一時期、開水路・管路の混在する流れが生じた後に開水路状態に遷移するが、その際に上流河道部の みお筋から呑み口前面にかけて堆積していた土砂が、呑み口部前面の掃流力増大（主に水面勾配の増加）により、トンネル内に急激に流入する。流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ から $30\text{m}^3/\text{s}$ に漸減する間に平均的に $0.1\sim 0.15\text{m}^3/\text{s}$ の土砂が転動、滑動状態で移動する。 $Q=10\text{m}^3/\text{s}$ 流下時の一時的な状態を除いて、土砂はトンネル内に堆積することはない。

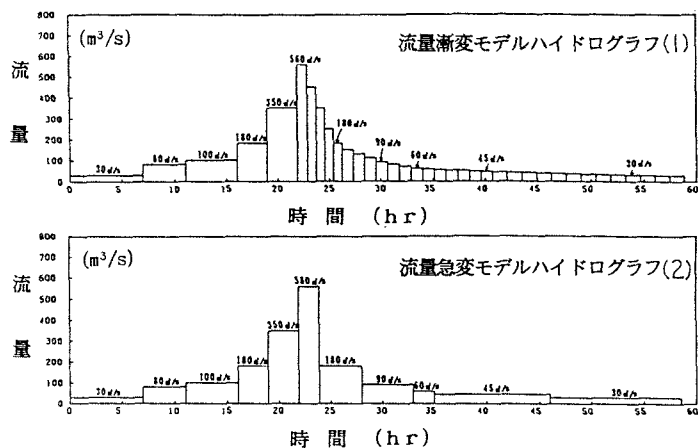


図-3 実験に用いた流量ハイドログラフ

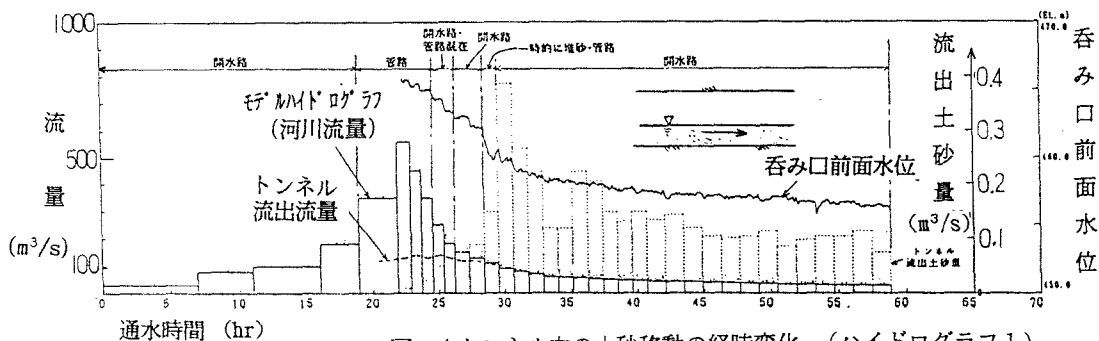


図-4 トンネル内の土砂移動の経時変化（ハイドログラフ1）

同様の実験を図-3(2)の流量変化を急にしたハイドログラフを与えて実施したところ、流量低減期の流量急変の際に土砂が急激にトンネル内に流入し、図-5の概念図に示すように開水路・管路混在の流れの状態やトンネル内が堆砂し波長の長い河床波の生ずる状態が存在するという現象が観察された。堆砂によりトンネルが閉塞することはなかったが、トンネルの水理的安定性の確認ならびに維持、管理上の問題に対する検討を行なう上で、そのメカニズムの解明も含め、更に詳細な検討を実施する必要がある。

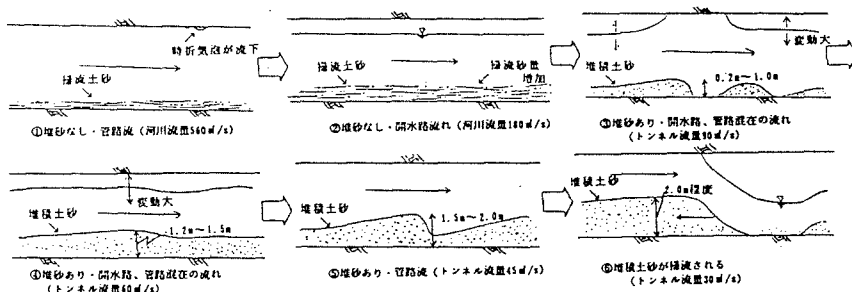


図-5 トンネル内の流況および土砂移動状況（ハイドログラフ2）

4. おわりに 水理模型実験を実施して得られた知見を要約すると次のとおりである。

- (1) 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。
- (2) 流量低減期における流量の変化を急にした場合、トンネルの土砂排出機能については維持されるものの、流況ならびに土砂の流送状況は、流量の変化に敏感に反応し変化する。

最後に、実験および解析で多大のご協力をいただいた（株）ニュージャック水工部の諸氏に謝意を表します。