

(株)ニュージェック 正員 斎藤 憲、大本雄二、関西電力(株) 正員 原田 稔
(財)河川環境管理財団 正員 芦田和男、京都大学防災研究所 正員 戸田圭一

取水口

堰

バイパストンネル

A貯水池

Aダム

放流水

トンネル断面

3.6m

3.8m

図-1 バイパストンネル概念図

[illegible]

諸元	実物値	模型値 縮尺 $1/70$
パイパストンネル径	3.8m	5.4cm
" " " "	2370m	33.9m
上流河道再現範囲	約1/34	約1/34
下流河道再現範囲	700m	10m
	300m	4.3m
既往最大流量	560 m ³ /s	13.7 Q/s
トンネル設計流量	120 m ³ /s	2.9 Q/s
平均粒徑d	49mm	0.7mm
河道部 u _* (50 m/s)時	31cm/s	3.7cm
砂粒Rc数(=u _* d/ν)	1.5×10^4	約30

4. 実験結果 上流河道の河床変動は両ケース共ほとんど状況は同様であったが、トンネル内では異なった様子が観察された。（1）漸変ハイドログラフ：流量増加期の100 ml/sまでは取水口部でオリフィス流となることなく、トンネル内は開水路流れである。このとき上流河道から掃流力に見合った土砂がトンネル内に流入し、転動、滑動状態で流下する。流量が180 ml/sを越えると取水口部はオリフィス流となり取水口前面水位が上昇し、堰を水が越流する。トンネル内は底部に土砂の輸送を伴った管路流となる。ただしトンネル内への流入土砂量は、水位のせき上げによる掃流力の低下により、必ずしも増加しない。流量低減期には、オリフィスが切れる110 ml/s時に、取水口部前面の掃流力の増大により、付近に堆積していた土砂が多量にトンネル内に流入し、一時的に堆積するとともに開水路・管路の混在する流れとなる。それ以降の流量ではトンネル内に堆砂することなく開水路流で流下する。（2）急変ハイドログラフ：オリフィス流から、オリフィスの切れる流量へ移行する180 ml/sから90 ml/sに変化する際に、かなり急激にトンネル内に土砂が流入して堆積し、開水路・管路混在の状態を経て45 ml/s時にトンネル全長にわたって河床波を伴った堆砂のある管路流が形成される。しかし更に流量が低減すると、トンネル内の土砂は掃流され、トンネル内に残存することはない。取水口前面水位及びトンネル内の水位、堆砂高の変化の例を図-4に示す。

以上、流量条件によって流況が変化し、トンネル内に土砂が堆積することがあるが、閉塞することはない、バイパストンネル全体としての機能を果たし得ることが確認された。

5. 数値解析モデル構築の試み 上述した水理現象を、数値解析モデルで表現することもあわせて試みており、当面はモデル場を、（1）トンネル取水口部を下流端の限界とする上流河道部、と（2）バイパストンネル部、との2つの領域に分けて考えている。（1）に関しては、河床の滞筋幅を考慮した次元河床変動モデルによる河床変動計算で、下流端境界条件は、実験で得られたトンネル取水口部の流量と水位の関係をを用いるものとする。図-5は、流量急変の条件の実験の再現計算を実施した際の、トンネルへの流入土砂量の時間的変化を示したものである。実験結果との直接的な比較はできないものの、流入土砂総量は、実験結果と概ね一致しており、また時間的変化の定性的な挙動も適切に表現していると考えられる。一方、（2）に関しては、管路・開水路の混在する流れ場のトンネル内の次元河床変動現象を取り扱うことになり、しかも時間的変化の急な土砂移動を伴うもので、そのモデル化は近似的なものも含めて現在検討中である。

6. おわりに 今後はトンネル内の土砂挙動のメカニズムの解明も含めて更に実験を進め、モデルの構築を図りたい。本研究に、御助言を頂いた京大防災研 高橋教授、立命大 江頭教授に謝意を表します。

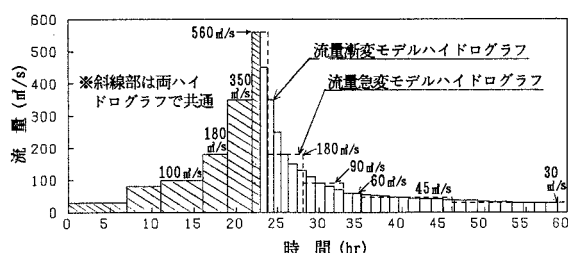


図-3 モデルハイドログラフ

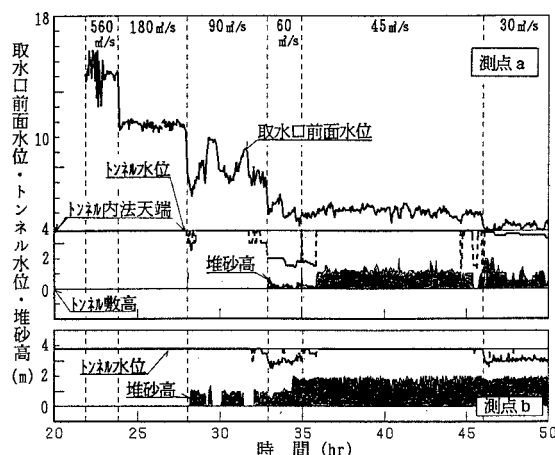


図-4 堆砂高等の時間的変化

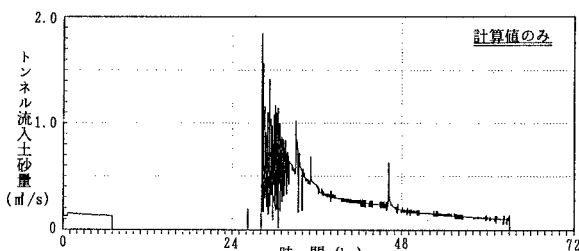


図-5 トンネル流入土砂量の時間的変化