

バイパス排砂システムの圧力変動特性

(株) ニュージェック 正会員 ○大本 雄二*
 神戸大学大学院自然科学研究科 正会員 宵田 千裕**
 神戸大学大学院自然科学研究科 正会員 中山 昭彦**

1. はじめに：ダム貯水池の堆砂・濁水問題を解決する手段としてバイパス排砂システムが考えられる。バイパス排砂システムのうち、掃流砂も含めた全粒径を対象としたシステムが既に運用されている¹⁾。このバイパス排砂システムが構築される過程において、水理模型実験が実施され、トンネル内に負圧を伴った圧力変動現象が発生することが確認されている^{2) 3)}。ここではその圧力変動現象に着目して、さらに詳細な実験データを蓄積して、堆積層の移動により管路全体の抵抗が時間的に変化し、総エネルギー損失やトンネル内の流量が変化していることが明らかになったので、ここに報告する。

2. 実験概要：実験装置を図-1にバイパストンネル(アクリル樹脂製)は長さ10m、勾配 1/33、断面形状は 5 cm × 5 cm の幌型で、幅 65 cm × 長さ 180 cm の水槽に接続している。トンネル下流には平面規模 90 cm × 180 cm の水槽を置き、ポンプにより水を循環させる。実験は、一定流量を通水し(土砂投入前は開水路流)

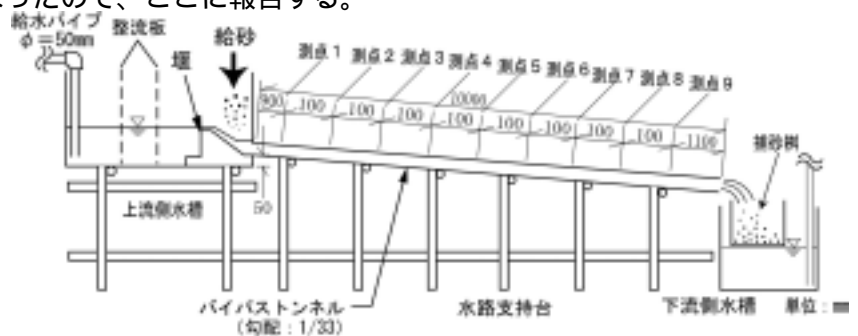


図-1 実験装置

表-1 実験条件

ケース名	流量 (l/s)	給砂量*1 (cc/s)	t ₁ (s)	t ₂ (s)
Case1	2.35	125	40	約 150*2

*1 空隙込みの量

*2 投入した土砂がトンネルから排出されトンネルが開水路流になるまでの時間

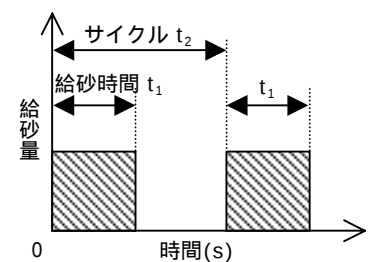


図-2 給砂条件

3. 圧力変動特性：図-3に t=0(s)、40(s)、80(s)での堆砂高と動水勾配線を示す。

取水口部で投入された土砂はトンネル上流部で堆砂層を形成し、帯状となって流下していく。その際、堆砂の先端では負圧が、堆砂の後端では正圧が発生し、堆砂進行とともにその位置が変化していく現象が見られた。圧力のある点での時間変化で見ると、堆砂層の通過に伴って、正圧→負圧→正圧のゆっくりとした圧力変動が発生することとなる。なお、管内の状況は、当初、開水路流であるが、取水口部下流に堆砂層が形成されるに至って管路流となり、堆砂層が下流端から排出された後は、再び開水路流となる。

キーワード：堆砂、バイパス排砂、圧力変動

連絡先：*〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19 TEL.(06)6245-4901 FAX.(06)6245-4710

**〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL.FAX.(078)803-6011

図 - 3 には、設定流量を用いて推定したエネルギー線も併記している。既往の研究²⁾では、現象を解析するにあたり圧力変動が生じている時間帯でも流量一定とみなしたものとなっているが、堆砂末端のエネルギー高が下流側のほうが高くなる等、現象を適切に説明することができない場合がある。実際の現象は後述するように流量が時間的に変化しており、その影響も加味して、実験計測の流量を用いることにより、現象を適切に評価できることがわかる。

4. 流量変動特性：図 - 4 には下流端での流量の時間変化を示す。ここでの流量は10秒間の測定を15秒間隔で計測した。最初の計測値は、設定流量に対して60%程度の流量となっているが、これは最初の土砂投入のインパクトにより流量が一時的に急激に減少したものと考えられる。その後流量は回復するが、通水70秒程度では、設定流量の80%程度の流量になっている。このときにはトンネル内は開水路流から管路流に移行している。

5. 数値シミュレーション：これらの現象を準定常の管路流の計算で圧力変動現象を再現することを試みた。図 - 4 にはトンネル下流端の圧力を固定して、管の総損欠が実験と同じになるように流量を算定した結果も示されている。ここでの計算は、流量が一定の計算を重ね合わせていく開水路流の通常の河床変動計算と同様の手法である。この方法でもトンネル内の現象を流量変化とともに説明することは概ね可能であると判断されるが、給砂開始時の流量減少時、堆砂層がトンネルから吐き出された後の流量増加時等のずれが大きく、厳密に非定常現象を議論するには不十分であると考えられる。

6. おわりに：今後は、流れの非定常性を考慮した数値シミュレーションモデルの構築、土砂流入によりトンネル内が開水路流から管路流に遷移する場合の現象を表現できる数値シミュレーションモデルの構築を図り、より厳密な現象解析を試みていく予定である。

なお、本研究を実施するにあたり、神戸大学の細川茂雄助教授、市成準一技官らに御助言、御協力を頂きました。ここに謝意を表します。

（参考文献） 1)原田稔、森本浩、小久保鉄也：バイパス排砂システムの運用実績と効果、大ダム№173、2000. 2)原田稔、小久保鉄也、出野尚：貯水池のバイパス排砂システムにおけるトンネル内土砂水理特性、土木学会論文集、-44 №660、1998. 3)大本雄二、宵田千裕、中山昭彦：バイパス排砂システムの土砂輸送特性について、土木学会第56回年次学術講演会、2001.

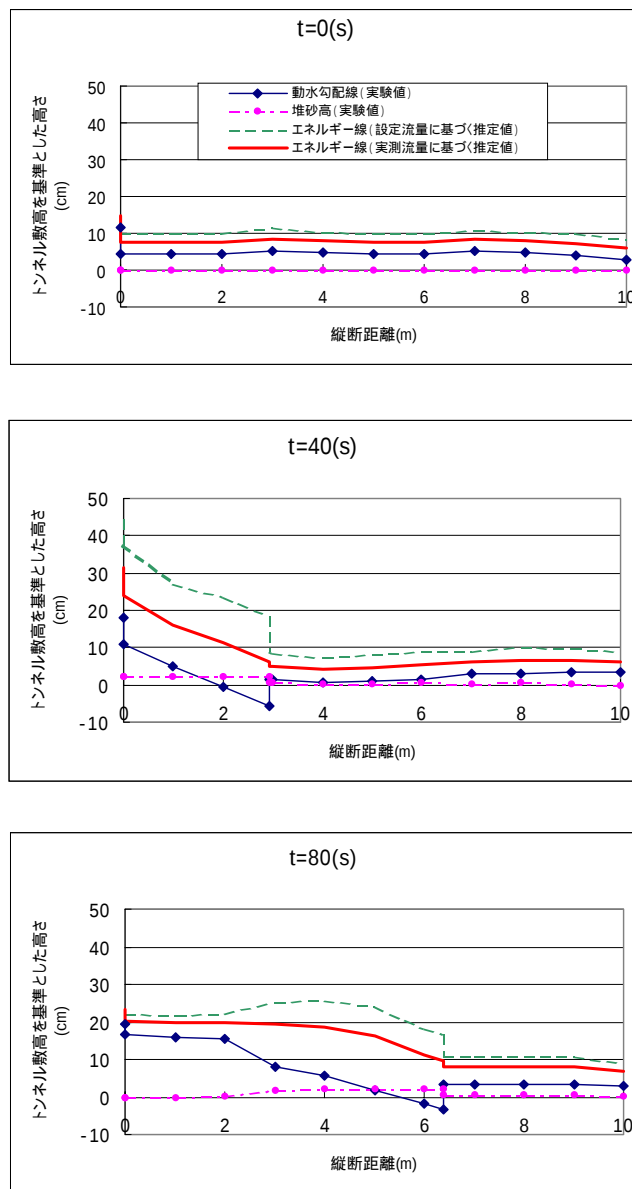


図 - 3 堆砂高と動水勾配線、エネルギー線

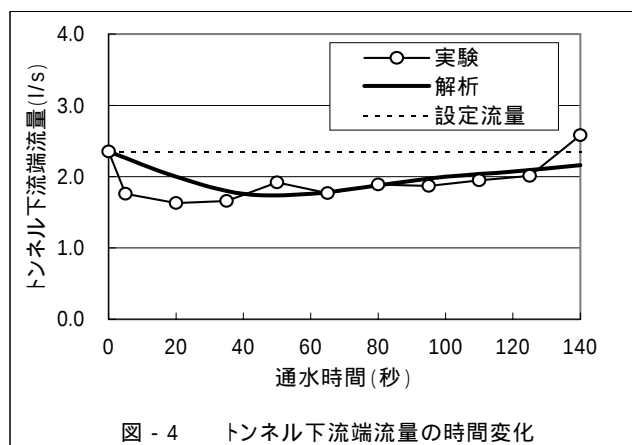


図 - 4 トンネル下流端流量の時間変化