

バイパス排砂システムの土砂輸送特性について

(株)ニュージェック 正会員 ○ 大本雄二

神戸大学工学部 学生員 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：ダム貯水池に起因する堆砂問題、濁水長期化問題に対する一解決策としてバイパス排砂システムが考えられる。これは貯水池末端付近に取水口を、ダム下流に放水口を設け、出水時の濁水・土砂を貯水池に流入させることなくダム下流に放出するもので、既に実施、運用され、効果が確認されている事例¹⁾がある。このシステムを設計する際に様々な実験やシミュレーションが行われ多くの知見が得られているが^{2),3)}、土砂の流入が間欠的に発生し、時間的、空間的にトンネル内の堆砂高が変化する場合の土砂輸送特性については不明な点も多い。そこで本研究では実験的なアプローチでバイパス排砂システムの土砂輸送について調べた。

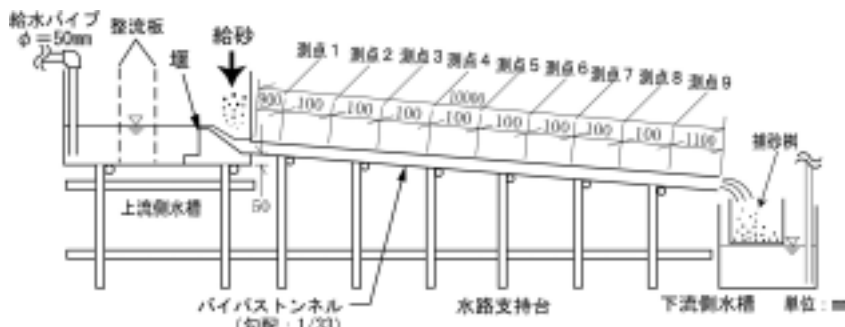


図 - 1 実験装置

2. 実験概要：実験装置を図-1に示す。パイパストンネル（アクリル樹脂製）は長さ10m、勾配1/33、断面形状は5cm×5cmの幌型で、幅65cm×長さ180cmの水槽に接続している。トンネル下流には平面規模90cm×180cm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）、トンネル上流端からほぼ一様な粒径0.7mmの砂を給砂して、測点1から測点9において、圧力水頭 h_p （ピエゾメーター+マノメーター）、堆砂高 s （ビデオ）、トンネル水位 h （ビデオ）を測定した。流量は土砂の投入によりトンネル内が開水路流から管路流に移しやすい流量を設定した。また、給砂の条件は、既往の研究^{2),3)}において、土砂の流入が間欠的なことが報告されており、それを模擬したものとし、給砂時間では連続的に土砂を投入して、その投入土砂がバイパスから排出された後、上流端から空気の混入が認められた時に再び給砂を行うようにした（図-2参照）。

3. 土砂輸送特性：実験では、初期の状態が開水路流れであったものが、給砂により土砂が堆積し、管路流が形成され堆積層の移動に伴って圧力水頭が大きく変化する現象がみられた（図-3参照）。

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
Case2	2.35	190	27	約150*2
Case3	2.35	125	20	90
Case4	2.65	125	40	約140*2
Case5	2.35	125	60	約200*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

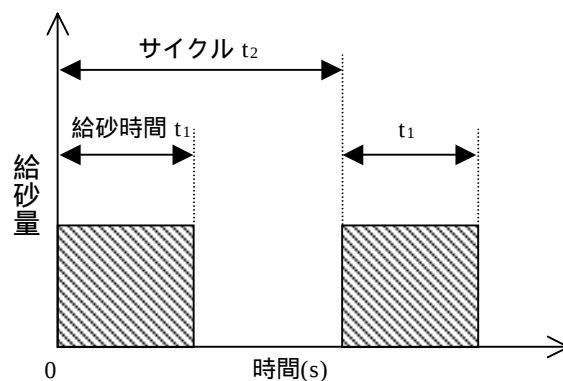


図 - 2 給砂条件

キーワード 堆砂、バイパス排砂、土砂輸送

大阪市中央区島之内1-20-19 TEL.(06)6245-4901 FAX.(06)6245-4710

一方、堆積層を伴う管路の土砂輸送特性については、径深分割法で概ね評価できることが報告されている⁴⁾。そこで、大きな圧力変動を伴う場合の土砂輸送特性（今回）が、そうでない場合（既往研究）に比べてどのような状況にあるかを調べるため、実験における上下流端のエネルギー高さに基づく時間平均的なエネルギー勾配と、1 サイクルで排砂される量に基づく時間平均的な土砂濃度（体積濃度）、および時間、空間平均的な堆砂高の実験値と理論値を比較してみた（図 - 4 参照）。その結果、概ね両者に整合性が認められ、大まかな傾向はトンネル内で一様に堆砂したものと仮定した径深分割法で表現できると判断されるが、堆砂高が急変する場合の時間平均的な扱いによる土砂輸送特性は、定常状態とは異なる可能性が示唆される。

4. おわりに：今後、縦断方向に堆砂高が急変する場合の抵抗則を求めるとともに、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明確にし、これらを踏まえたトンネル内の土砂輸送を伴う流れの数値シミュレーションモデルを構築していく予定である。なお、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。

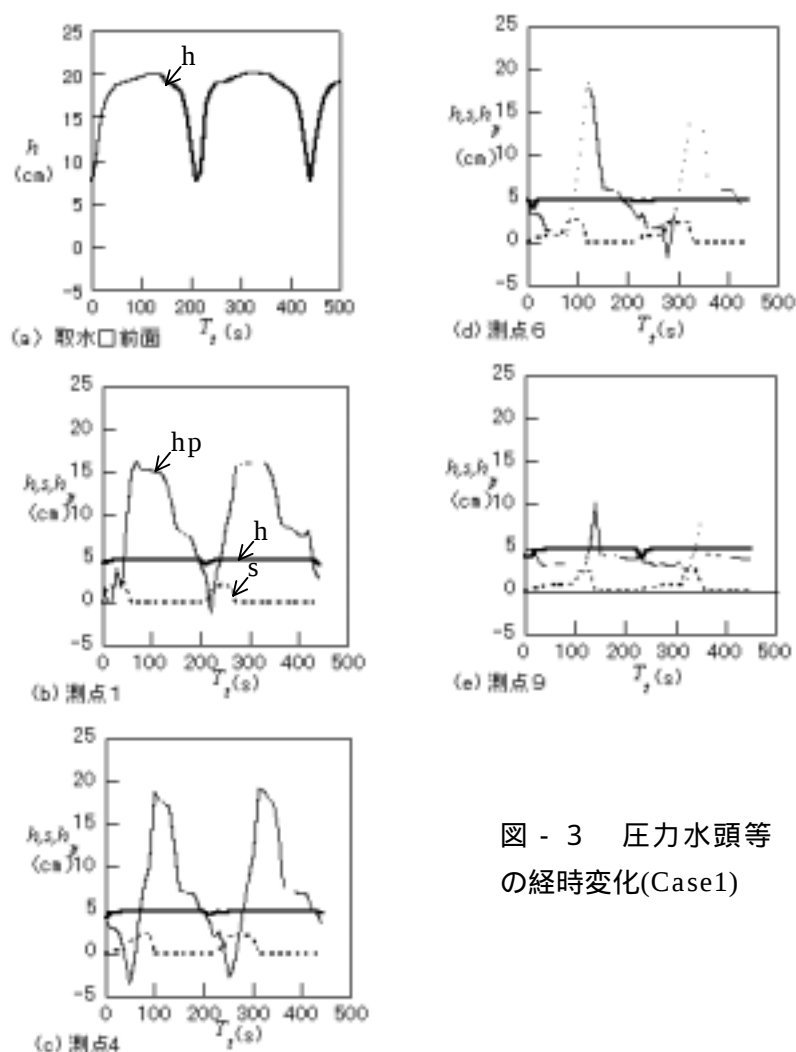


図 - 3 圧力水頭等の経時変化(Case1)

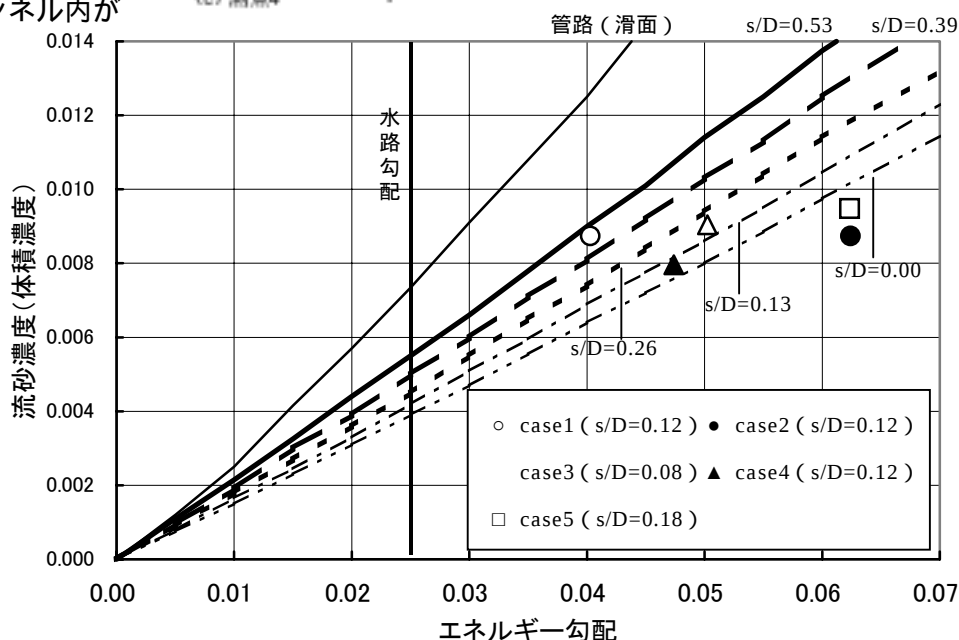


図 - 4 エネルギー勾配と流砂濃度の関係

(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、No.173、2000
- 2) 原田稔、寺田昌史、出野尚、大本雄二：貯水池のバイパス排砂システムによる掃流砂排出システムに関する実験的研究、水工学論文集、第 40 巻、1996
- 3) 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 No.600、1998
- 4) 芦田和男、江頭進治、中島智彦：水平管路における土砂輸送形態と流砂機構、京大防災研年報 第 31 号 B-2、1988