

### 潜行式吸引排砂管の模型実験による検討

(独) 土木研究所 正会員 ○櫻井 寿之  
(独) 土木研究所 正会員 箱石 憲昭

#### 1. はじめに

ダムの堆砂対策はダム貯水池における古くからの重要な課題であり、さらに近年ではダム下流の河川環境の保全・改善の観点から下流河道への土砂供給が求められつつある。このため、既存の堆砂対策手法に加えて、より広範囲な貯水池条件に適用可能で、土砂量をコントロールでき、経済的な土砂供給手法が求められている。

そこで、筆者らは貯水池の上下流水位差によるエネルギーを活用したフレキシブル管を用いた排砂手法の開発を試みている。これまでに民間企業との共同研究により、堆砂面上に底面を切り欠いたフレキシブル管を設置し、管の周辺にシートを展開する方法(シート排砂)<sup>1)</sup>を開発してきたが、いくつか課題があり、これを克服するために「潜行式吸引排砂管」を考案した<sup>2)</sup>。「潜行式吸引排砂管」とは、フレキシブル管をU字形状として一方を取水口とし、折り曲げた湾曲部の底面を切り欠いてシートを貼り底面に穴を設けて土砂の吸引口とするものである。本稿では、この手法について、模型実験により土砂の粒径と流量を変化させた場合の排砂特性を検討した結果を報告する。

#### 2. 実験方法

実験に用いた模型概要を図-1に示す。実験水槽は、長さ4.5m、幅2.5m、深さ1.3mであり、水位を維持するための余水吐きおよび排砂を行うための管(内径60.5mm)を設置している。水槽外の管の先端には流量調整が可能なゲートを設けている。実際に用いる管径を0.5~0.8mと想定した場合、模型の縮尺は1/13.3~1/8.3程度に相当する。実験の手順は、始めに水槽内に土砂を厚さ60cmに整形した初期河床の上に排砂管を設置して、一定流量(45L/s)を給水し余水吐きからの越流によって水位を保つ。その後、排砂管の下流端のゲートを開けて排砂を実施して、水槽内の水位、排砂管内の圧力、流砂量、流況等の調査を行った。実験の土砂材料には一様粒径珪砂を用いた。粒径を3種類、ゲート開度を3種類として、その組み合わせで9ケースの実験を行った。実験条件を結果の概要と合わせて表-1に示す。

#### 3. 実験結果

排砂管から放流された流量と土砂濃度の時系列の実験結果を図-2に示す。土砂濃度は、採取した水と土砂について「土砂体積/(水体積+土砂体積)」から算定した体積濃度であり、土砂体積に空隙は含んでいない。流量については、どのケースも実験開始直後を除いて清水のみの場合の流量よりも小さな値を示しており、初期に流量が減少し、その後上昇している。土砂濃度については、初期に増加して減少した後、一定値を保つ期間があり、

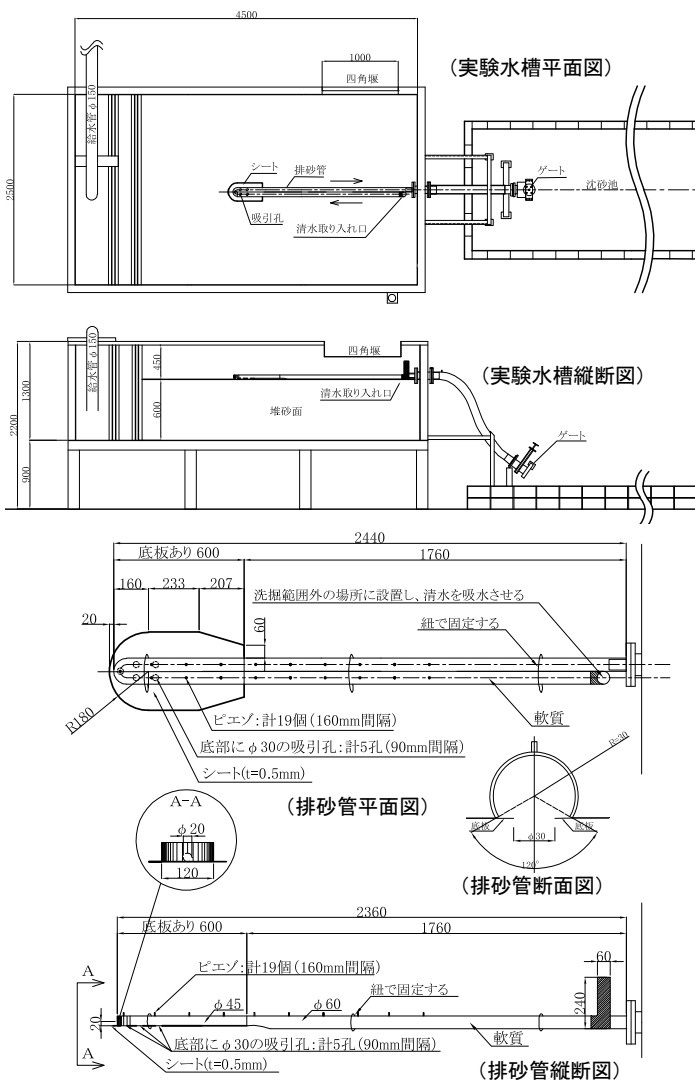


図-1 実験模型概要

その後減少している。土砂濃度が1%以下に低減する時間は、ゲート開度24%で20分程度、18%で30分程度、12%で50分程度であり、同じゲート開度でも粒径が小さい方が時間を要している。

一例としてケース1-1の時系列を図-3に示す。図中には排砂管の折返し部につけた紐により折返し部の位置を確認して求めた埋没時間と水槽の底に達する(着底)時間についても示した。各ケースについても表-1に時間を記載した。これより、管折返し部が埋没後に土砂濃度が上昇し、着底すると濃度が低減している。埋没してから着底するまでは折返し部の底部の穴と側部の穴の双方から土砂を吸い込むため濃度が大きくなっていると考えられるが、この時の濃度の最大値(表-1参照)は、粒径が小さいほど大きく、20~30%とかなり大きい値であり、管路内の流れの安定性が若干懸念される。着底後は底部か

表-1 実験条件及び結果の概要

ケース名	実験条件					実験結果概要						
	土砂材料平均粒径(mm)	ゲート開度(%)	流量(清水時)(L/s)	管内流速(円形断面)(m/s)	通水時間(分)	管折返し部埋没時間(分)	管折返し部着底時間(分)	排出土砂量(空隙込み)(m <sup>3</sup> )	空隙率(%)	排出土砂量(空隙無し)(m <sup>3</sup> )	体積土砂濃度(最大値)(%)	体積土砂濃度(着底後安定状態)(%)
1-1	1.56	24	3.32	1.17	80	2.0	4.0	0.49	44.4	0.27	18.9	8.9
1-2		18	3.05	1.08	150	3.0	6.5	0.52	44.5	0.29	11.4	5.4
1-3		12*	2.50	0.88	120	-	6.0**	0.47	44.7	0.26	9.7	3.0
2-1	0.89	24	3.32	1.17	150	1.5	2.5	0.50	44.0	0.28	23.3	4.5
2-2		18	3.05	1.08	150	1.5	3.5	0.57	43.8	0.32	22.2	3.7
2-3		12	2.50	0.88	120	4.5	10.0	0.43	44.7	0.24	13.5	5.1
3-1	0.36	24	3.32	1.17	150	4.5	6.0	0.53	44.8	0.29	32.4	5.3
3-2		18	3.05	1.08	150	3.5	5.0	0.73	46.3	0.39	26.2	5.5
3-3		12	2.50	0.88	180	11.0	15.0	0.48	46.3	0.26	13.2	4.6

\*) 初期はゲート開度を18%とし、管が埋没後に12%に設定した。

\*\*）埋没してから6分後に着底。

らの土砂の吸い込みが減少して土砂濃度が下がると考えられる。着底後にある程度土被りがある期間は比較的安定した濃度(表-1 参照)で排砂されており、このときの濃度は3~9%の値であるが、流量や粒径の影響が認めにくい。土砂濃度が大きくなると流量が減少しており、土砂の増加によって管内のエネルギー損失が増加していることがわかる。

図-4に排砂後に水位を下げた状態の堆砂形状をケース2-3と3-2について示す。また、図-5にケース1-1、2-1、3-1の排砂後の河床縦断形状を示す。これより、排砂によってすり鉢状の形状が形成されていることがわかる。当初の想定では、洗掘深が0.55mとして、砂の水中安息角を30°と仮定してすり鉢の初期堆砂面標高の半径は0.95mと算定され、これらから排出土砂量(すり鉢の容積)を0.52m<sup>3</sup>としていた。表-1に示した排出土砂量(空隙込み)の値は概ねこの値に近く想定通りの土砂排出ができた。図-4及び5から粒径が小さい場合は、すり鉢が流下方向に若干伸びた形状になる傾向が認められる。

4. おわりに

貯水池堆砂問題の解決、ダム下流河川の土砂環境改善に貢献するための土砂供給手法として考案した潜行式吸引排砂管について、模型実験により得られた排砂特性に関する知見を報告した。紙面の関係で管内の圧力についての記載を省略したが、管軸に沿った圧力分布の変化を測定しており、エネルギー損失等についての検討を行って他の機会に報告したいと考えている。

また、今後は今回よりも管径や初期土砂堆積厚の大きな模型を用いて検討を行っていく予定であり、実用化に向けて鋭意研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 櫻井寿之, 柏井条介, 久保康夫: シートとパイプを用いた排砂装置, 土木技術資料, Vol. 48 No. 12, pp. 30-35, 2006.
- 2) 櫻井寿之, 箱石憲昭: 貯水池排砂のための潜行式吸引排砂管の開発, 河川技術論文集, Vol. 15, pp. 441-446, 2009.

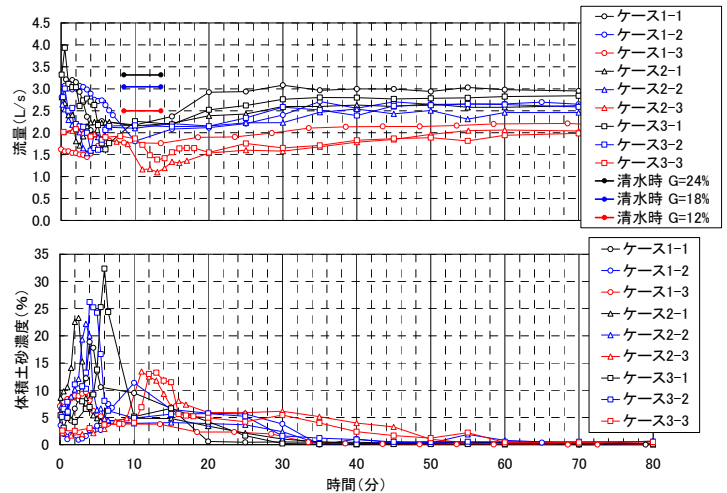


図-2 流量と体積土砂濃度の時系列

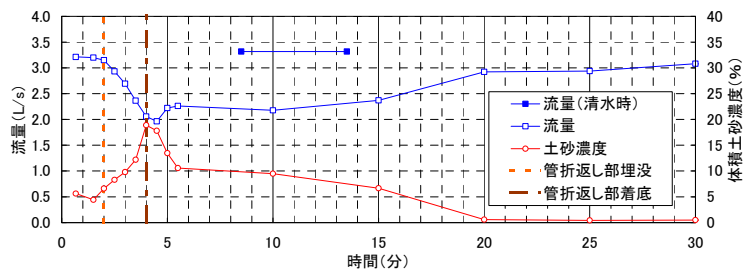


図-3 ケース1-1の流量と体積濃度の時系列

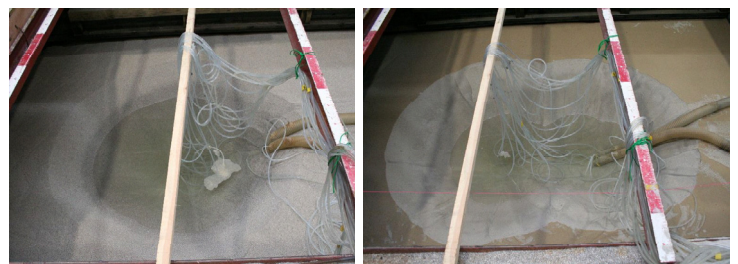


図-4 排砂後の堆砂形状(左: ケース2-3、右: ケース3-2)

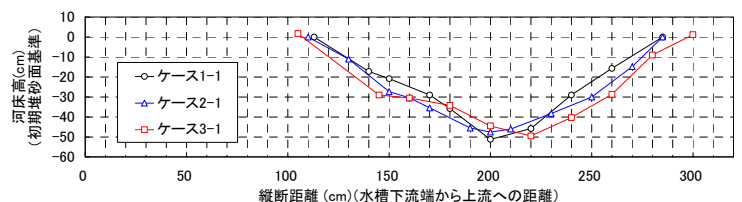


図-5 排砂後の河床縦断形状(ゲート開度24%)