

管径 200mm の潜行吸引式排砂管を用いた排砂実験

(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

ダム貯水池の堆砂対策およびダム下流の流砂環境の保全・改善のために、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、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。これまでの検討により、「潜行式吸引排砂管」と称する装置を提案している¹⁾。「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て管折返し部の底面にシートを貼り、折返し部と上流部の管底面に穴を設けて土砂の吸引口としたものである。既往の研究では、管径 60mm と 100mm の排砂管を用いた実験^{1,2)}により検討を行ってきたが、本稿では、より実際の装置に近い規模の排砂特性を把握するために実施した管径 200mm の排砂管を用いた実験の検討結果を報告する。

2. 実験方法

実験に用いた模型の概要を図-1 に示す。水槽は長さ 7.5m、幅 7.5m、深さ 3.5m 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 200mm)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 1/4~1/2.5 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 2m に整形した初期河床の上に排砂管を設置して、一定流量 (70.6L/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、0.1mm~2mm の砂で構成される 50%粒径が 0.39mm の混合粒径砂を用いた。排砂管に用いた管材としては、柔軟性を重視して表-1 に示す 2 つを選定した。

表-1 排砂管の管材

ケース	材質	質量 (g/m)	許容圧力 (MPa)	許容減圧力 (kPa)	許容曲げ半径 (mm)
ケース1	透明のポリ塩化ビニル樹脂	2,205	0.01	-6.0	200
ケース2	繊維補強ポリ塩化ビニル樹脂	2,740	0.02	-11.0	200

3. 実験結果

ケース 1 の排砂管の設置状況と排砂後 (排水後) の状況を図-2 に、ケース 2 の排砂後の状況を図-3 に、ケース 2 の排砂後の河床縦横断面形状を図-4 に、流量と土砂濃度の時系列の実験結果を図-5 に示す。ここで、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。

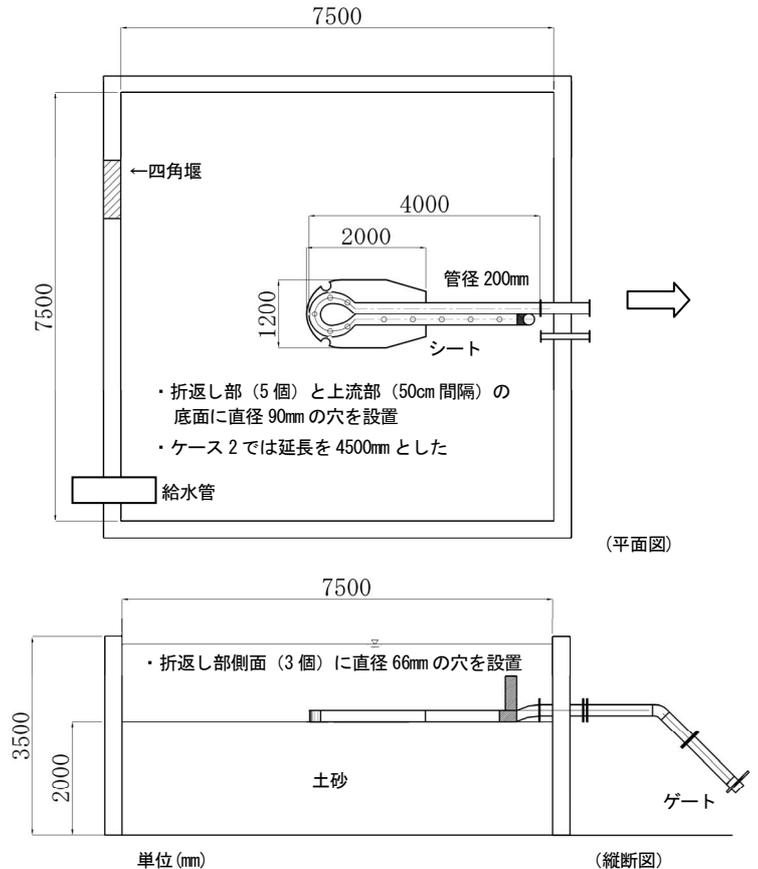
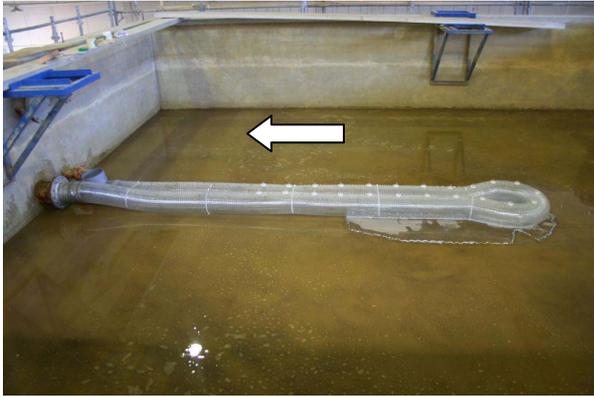


図-1 実験模型概要

ケース 1 では、排砂開始後、土砂を排出しながら管が潜行し約 10 分弱で管が水槽底面に到達した。その後、実験開始後約 30 分で、水のみが放流されるようになった。通水を止めて排水をしたところ、図-2 のように、排砂管と水槽出口管との接合部で管が切断されていた。排砂が進行する過程で引張力が作用したことが切断の原因と考えられる。

そこで、ケース 2 では、繊維補強された管材をもちいて、管長の約 1/3 と 2/3 の 2 箇所をロープで吊って実験を行った。その結果、排砂開始後約 18 分で管が水槽底面に到達し、約 120 分で排砂がほぼ終了した。図-4 で確認できるように当初に想定したすり鉢型の堆砂形状が形成され、約 23m³ の土砂が排出された。図-5 に示した時系列では、既往の管径 60mm と 100mm の実験で確認されたのと同様な、管折返し部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く傾向が認められた。

今回のケース 2 と既往の管径 60mm と 100mm の代表的なケースの実験結果の概要を表-2 に示す。表中には、比較のために、各実験結果を管径 600mm の場合の値に Froude の相似則で変換した値を記載した。このときの縮尺は管径 60mm が 1/10、100mm が 1/6、200mm が 1/3 となる。こ



a) 排砂管の設置状況



b) 排砂後(排水後)の状況

図-2 ケース1の排砂管設置と排砂後の状況



図-3 ケース2の排砂後の状況

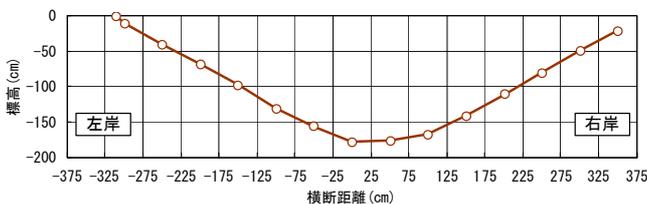
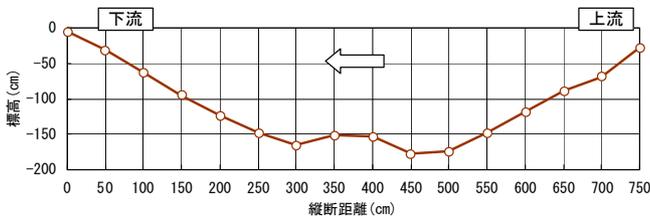
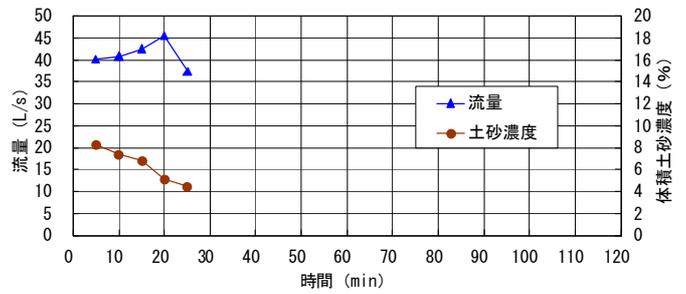
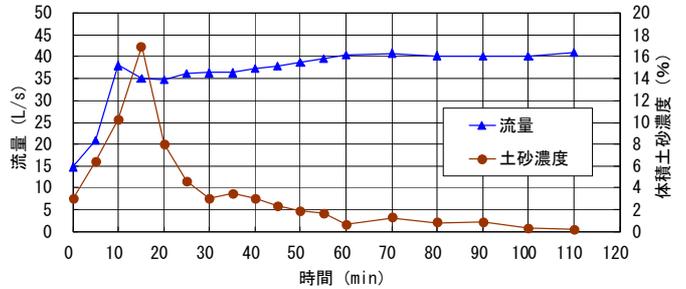


図-4 ケース2の排砂後の河床縦断・横断形状



a) ケース1の実験結果



b) ケース2の実験結果

図-5 流量と土砂濃度の実験結果の時系列

ここで示した排砂量は、一連の実験が終了するまでの平均的な値である。これより、管径が大きいほど、排砂量が大きくなる傾向がみられる。管径 200mm については、600mm に換算した場合の流速が小さく、他の管径と同様な流速にした場合には、さらに大きな排砂量になると推測される。ただし、これらの実験は、管径と堆砂厚の比が異なっており、一概に横並びで比較することが難しい面もあり、今後現地試験等によって詳細に検討したい。

表-2 管径の異なる実験結果の概要

実験の管径	流量 (L/s)	管内流速 (m/s)	体積土砂濃度 (空隙無し) (最大値) (%)	体積土砂濃度 (空隙無し) (安定状態) (%)	排砂量 (空隙込) (m ³ /時)	管径600mmに換算した値		
						流量 (m ³ /s)	管内流速 (m/s)	排砂量 (空隙込) (m ³ /時)
60mm	3.3	1.17	23.3	4.5	0.20	1.05	3.70	63.2
100mm	12.2	1.55	11.3	3.0	1.79	1.07	3.80	158.0
200mm	40.0	1.27	17.0	3.0	12.60	0.62	2.20	196.4

4. おわりに

本検討の結果、既往の検討よりも規模の大きな排砂管での排砂能力を確認することができた。また、排砂管の材料には強度が重要であることが確認できた。堆砂面の変化に追随するための管の柔軟性と管の強度はトレードオフの関係にあるため、今後、材質や形状の検討を進めて、実用化につなげていきたい。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 櫻井寿之, 箱石憲昭: 大規模実験による潜行吸引式排砂管の開発, 河川技術論文集, Vol. 17, pp. 311-316, 2011.