

潜行吸引式排砂管の塵芥への対応能力に関する基礎的検討

土木研究所 正会員 ○宮川仁、正会員 宮脇千晴、正会員 櫻井寿之、正会員 石神孝之
(一財) ダム技術センター 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。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(通称:潜行吸引式排砂管(以下、排砂管))の開発を試み、これまでに塵芥や粘着性のほぼ無い砂礫は潜行吸引排砂が可能であることを確認した¹⁾⁻²⁾。

本稿では平成 25 年 11 月に実施した現地実験において堆砂内部に存在した、塵芥層(密に沈降、集積した落葉が上部の堆砂により圧密されたと考えられた葉の層)による潜行吸引排砂の停止結果を踏まえ、現形状での排砂管の塵芥への対応能力を検討するための基礎的検討を行ったので報告する。

2. 実験方法

実験に用いた装置を図-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 100mm)を設置している。また、水頭差は、ほぼ現地実験時の 1.6m を確保した。水槽外の管には、流量計測のための電磁流量計と先端には流量調整が可能なゲートを設けた。また、放流先には沈砂池と、塵芥模型を容易に捕捉・計測できる塵芥採取箱を設置した。また、実験にはφ100mmの排砂管(図-2)を用い、排砂管の潜行深度および傾斜角を計測できるように吸引部上部の4か所(図-2 左写真の赤印の位置)には小型のメモリー式水位計(大起理化工業製、ダイバー水位計)を設置した。また、塵芥層とみなす模型は、落葉は単体であれば吸引容易と考えられるが、密に集積、圧密されていたこと、また、排砂管の塵芥への対応能力を定量的に示すことができるように便宜的にケミカルウッド板(比重 1.1)を図-3 のように 10mm×10mm×50mm の大きさに裁断して、作製した。

実験の手順は、初期河床作製のため、水槽内に土砂を厚さ 0.8m に整形する。その際、堆砂内に 1 層の塵芥模型を河床-20cm または表層に塵芥層として配置した(図-4 は表層配置の例)。この後、排砂管を河床面に設置して、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ちながら、排砂管の下流端ゲートを開

けて排砂を実施、管内流速、塵芥排出量、潜行深度、吸引部傾斜角度を調査した。なお、実験開始時には、正時にゲート開度が全開となるようゲート操作を行い、実験中は常に全開とした。また、土砂材料はこれまでの実験で使用した平均粒径 1.56mm の一様粒径珪砂を用いた。

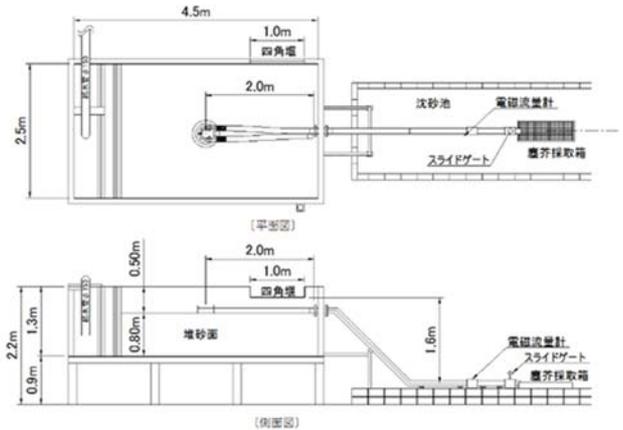


図-1 実験装置概要図



図-2 φ100mm模型吸引部(直径300mm, 吸引口7個φ50mm, 重量30kg)



図-3 塵芥模型(ケミカルウッド10mm×10mm×50mm 比重1.1)

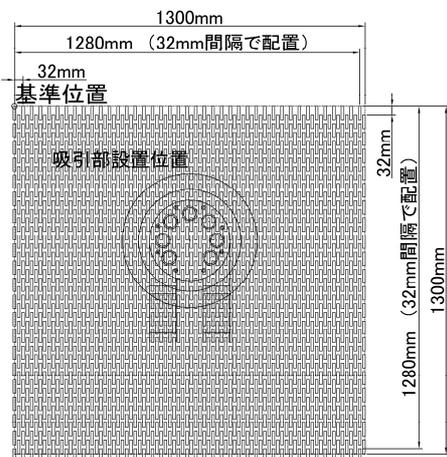


図-4 塵芥模型設置図(ケース3の例、1764本)

表-1 塵芥模型実験のケース一覧と実験結果

| | 塵芥模型専有面積率 | 塵芥模型使用本数 | 塵芥層設置位置 | 排砂の可否 |
|------|----------------------------------|----------|---------|-------|
| ケース1 | 100%(1.0m×1.0m) | 1950 | 河床-20cm | 停止 |
| ケース2 | 75%(1.0m×1.0m) (ケース1の塵芥露出部のみ) | 1899 | 河床-20cm | 成功 |
| ケース3 | 50%(1.3m×1.3m) | 1764 | 表層 | 停止 |
| ケース4 | 50%(1.0m×1.0m) | 992 | 河床-20cm | 成功 |

3. 実験結果

実験ケースの一覧と結果を表-1、図-5、図-6に示す。実験ケースの設定では、まず、現地実験の結果を再現できるかという観点で河床-20cmの場所に1.0m×1.0mの面積に塵芥模型を全て敷き詰めて(専有面積率 100%と定義)検討した(ケース1)。その結果、吸引部が塵芥模型の設置位置で停止、塵芥模型は下流へ全く排出されず、水流上流部の取水口では吸い込み渦が発生し、吸引口の閉塞が示唆され、現地実験結果と同様の現象が確認された。次に、排砂管の塵芥への対応能力を検討するため、ケース1の実験後の塵芥模型の露出箇所を専有面積率75%に減少させて埋戻し検討した(ケース2)。その結果、塵芥模型設置位置付近において潜行速度が低下(図-6(b))したが、吸引部は塵芥層を突破、潜行吸引排砂が継続して行われた。次に、表層に塵芥層が存在する場合の検討を行った(ケース3)。なお、塵芥設置の作業効率から専有面積率は50%とした。その結果、145本の塵芥模型が下流へ排出したものの、深度が7cm程度で排砂は停止し、吸引部下面は塵芥模型が鳥の巣状に密集していた。次に、河床-20cmに専有面積率を50%で検討を行った(ケース4)。その結果、吸引部は塵芥模型設置位置を突破、潜行吸引排砂が継続して行われた。

以上から、塵芥の密集度によって吸引能力に限界があること、同じ専有面積率(50%)でも潜行吸引排砂が可能な場合と不能となる場合があることが判った。さらに、図-6の縦断傾斜と横断傾斜に着目すると、ケース4では塵芥層突入時の縦断傾斜は10度程度、横断傾斜は-10度程度に対し、ケース3では最大でも縦断傾斜は5度程度、横断傾斜は-4度程度となっており、吸引部を傾斜させれば塵芥への対応能力が高まることが示唆された。

4. まとめ

以上から得られた知見は次のとおりである。

- 1) 現地実験時の潜行吸引排砂の停止現象を室内実験において再現することができた。
- 2) 塵芥の密集度に対して、現形状での排砂管では対応能力に限界があることが判った。
- 3) 塵芥層突入時の傾斜角度によって、塵芥への対応能力が高まることが示唆された。

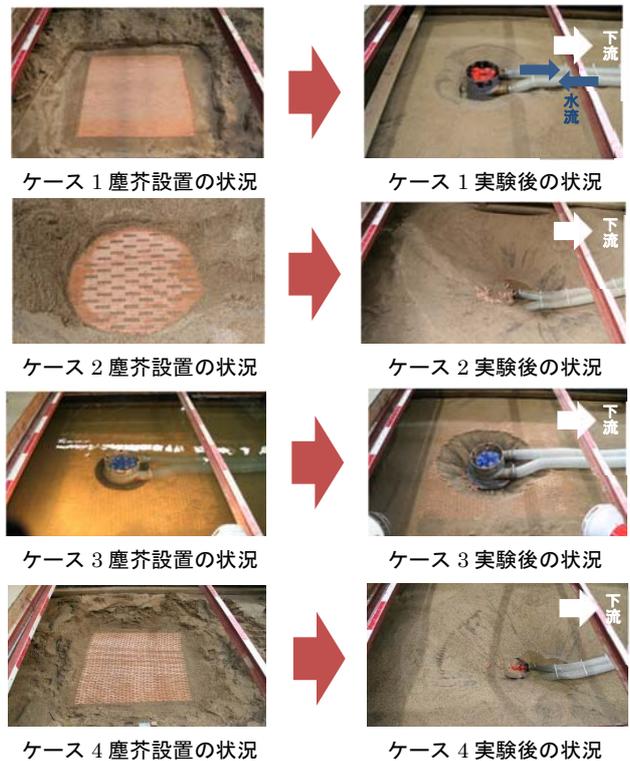
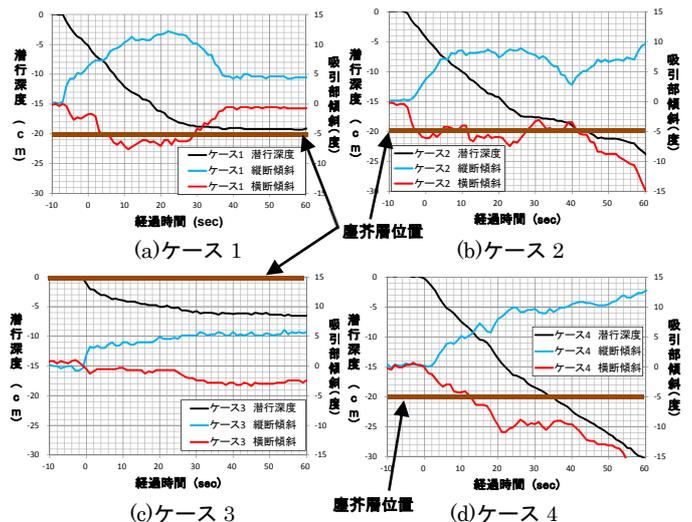


図-5 各ケースの塵芥模型設置状況と実験後の状況



注: 縦断傾斜の+は上流側への傾き、横断傾斜の+は右岸側への傾きを示す。

図-6 各ケースにおける潜行深度と吸引部傾斜の時間変化

5. 今後の課題

様々な堆砂性状に適用できる排砂管形状の検討にあたっては、吸引部の傾斜による吸引特性調査やこの調査に基づく吸引部形状の検討、さらには、吸引部の傾斜制御手法の検討等が必要となると考えられる。

参考文献

- 1) Miyakawa, M., Hakoishi, N. & Sakurai, T. (2014): Development of the Sediment Removal Suction Pipe by Laboratory and Field Experiments, Dams and Reservoirs under changing Challenges "82th Annual Meeting of ICOLD 2014", pp.V-15-V-24, International Commission on Large Dams, Bali, Indonesia.
- 2) 宮川仁、宮脇千晴、櫻井寿之、箱石憲昭: 潜行吸引式排砂管によるダム貯水池内における排砂実験、土木学会第69回年次学術概要集、II-186, pp. 371~372, 2014.