

妙寿砂防堰堤の可動式シャッターを用いた土砂流出制御の試行と課題

北陸地方整備局 立山砂防事務所 石田 孝志, 中田 圭一^{*1}, 村元 陽介, 大崎 恵慎^{*2},
日本工営(株) 長山 孝彦, 伊藤 隆郭, 山田 真悟, ○古谷 智彦
京都大学名誉教授 水山 高久^{*3}, 藤田 正治

^{*1} 北陸地方整備局松本砂防事務所, ^{*2} 北陸地方整備局能登復興事務所, ^{*3} 故人

1. 結論: 妙寿砂防堰堤に可動ゲートを有する可動式シャッターを設置し, 積極的な土砂流出の制御に取り組んでいる¹⁾。また立山砂防事務所では, 流砂観測のデータをリアルタイムに砂防事務所に集めて集中管理すると共に, 山地河川における流水と流砂の不連続性, 豪雨等に起因した災害発生の予警報システムへの応用, および流域内の妙寿砂防堰堤に設置された可動式シャッターの将来的な運用を見据えた, 河川に縦断的に設置した流水・流砂計測機器一式のデータ管理も行っており, 今後のシャッター運用との関連性について試験運用を行っている。シャッターを効果的かつ能動的に運用する手法の確立により, 出水中の土砂流出を平滑化する効果が期待され, 流域の保安全管理, 土砂・洪水氾濫被害の対策, 下流域の治水安全度の確保に寄与すると考えられる。

2023年7月1日, および2020年7月8日に妙寿砂防堰堤のスリット高を越える出水が発生しており, シャッター閉操作を実施した。各出水では, 出水後期においてシャッターを再び開く操作を異なるタイミングで行っており, それぞれにおいて特徴的な土砂流出傾向の差が確認され, スリット及びスリット上部の固定横棧による土砂調節機能に関するデータを得た。

その他, 過年度の別出水においても, シャッター操作を実施した場合の比較データを取得しているため, 別途後述する。

2. 妙寿砂防堰堤のシャッター操作

2.1 シャッター堰堤の効果: 妙寿砂防堰堤におけるシャッターの運用は, 出水ピーク後の水位低下中に実施する閉操作と, 十分な水位低下後に実施される開操作の2段階の操作を設定しており, スリットからの土砂の急激な流出の抑制及び, 出水後半の土砂流出のコントロールが期待される。一方, シャッターを操作しない場合は, 固定横棧とスリットによる水位のせき上げにより, 土砂流出が制御される。

2.2 2023.7.1 出水: 2023年6月28日, 6月30日～7月1日の期間に集中的な降雨が発生し, 水位低下が始まったタイミング(7月1日)で閉操作を実施した。その後7月4日までの期間, 水位が妙寿砂防堰堤の固定横棧の1段目(水位4.38m程度)まで水位が低下するのを待ってからシャッター開操作を実施した結果, 堆砂敷きに捕捉されていた土砂の一部が流下した一方, 大部分の土砂はその場に貯留されたままとなった。この傾向は, 河道内に設置したLVPセンサー(荷重計), 堰堤袖部のカメラなどでも確認された(図-1)。さらにその後期間を空けて, 小規模な出水が2回発生した結果, 堆砂敷内の土砂が徐々に下流へ流出していく様子が確認されている。

2.3 2020.7.8 出水: 2023年と同様にシャッター閉操作を実施後, 水位低下後固定横棧2段目(水位5.75m程度)で開操作を実施した。

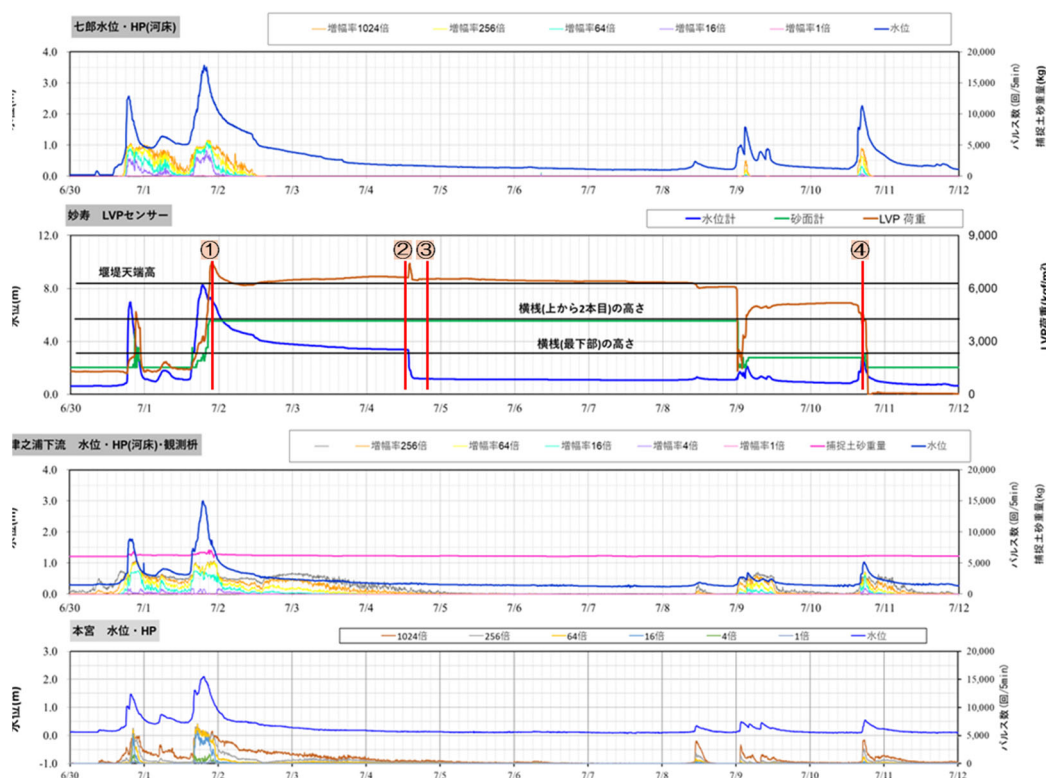


図-1 水位変化と堆積・侵食状況(2023年)(※シャッター操作有り)

2023 年出水と比較すると、やや水位が高い時にシャッター開操作を実施した事例となる。シャッター閉状態において水中で一時的に貯留された土砂が、シャッター開操作後、一出水での期間中に全て流出している点で、2023 年の出水とは異なる傾向が確認されている(図-2)。

2.4 シャッター操作と土砂捕捉機能: シャッター堰堤ならびに周辺堰堤には、種々の流砂観測機器が設置されている。リット及びびシャッター効果の確認のため、上記の各出水期間中に観測されたデータを時系列で整理した(図-1, 図-2)。妙寿砂防堰堤には水位計、堆積土砂の水中荷重計測用の LVP センサ(荷重, 圧力計のみ使用)、堆砂高を検知する光電センサーが設置されている。これにより、シャッター操作に伴う堆積土砂の形成・流失過程が明らかになりつつある。

一出水の期間中に土砂が全て流出する傾向は、2020 年の出水や、シャッター操作を実施しなかった他年度の出水でも認められている。これらは共通して、水位が約 3.5m を下回った時に土砂流出傾向が顕著となっており、この水位を閾値としてリット+固定横棧のせき上げ効果が外れたとみられる(水位 3.5m は固定横棧が若干水面より露出する程度となる)。

一方で、2023 年度の出水では、上記に比べ長期間シャッターを閉じていたことにより、せき上げ効果が持続していたことや、出水後期に流量が十分低下していたことから、シャッターを開いた後も土砂が貯留され続けたことが、両出水の比較により示された。(2023 年の条件よりさらに水位低下した後にシャッターを開いた出水でも、同様に土砂が貯留され続けていることが確認されている。)

上記の出水事例のデータ蓄積により、シャッター操作条件による土砂動態への影響が把握されつつあり、その整理結果を図-3 に示す。

これらのことから、シャッター操作の有無や操作のタイミングにより、堆砂数へ土砂が貯留させるかどうか、選択的に操作することが可能であることが示唆される。例えば出水時期や、貯留されている土砂量を応じて、シャッターの運用方針に選択の幅を持たせるといった工夫が考えられる。

3. 結論: LVP センサや砂面計、固定カメラ等を使用することで、シャッター操作条件別でのリット効果と堆砂数の変動についての傾向が把握可能となりつつある一方で、LVP センサによる局所的な荷重変動データからは、水面下での土砂移動を面的に捉えられない課題がある。今後は観測機器の増設などにより、堆砂数内における縦断的、横断的な土砂の移動についても詳細な検討を進める予定である。

参考文献: 1) 三上幸三ら: 砂防学会誌, Vol. 66, No. 5, p. 42-48, 2013.

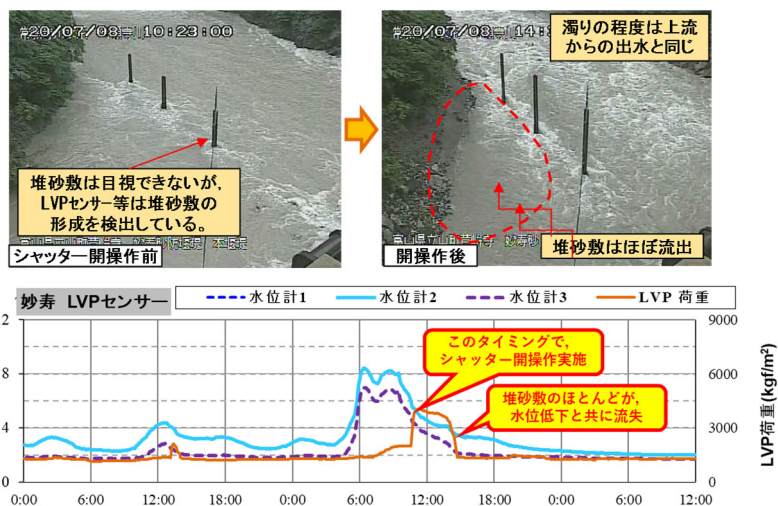


図-2 水位変化と堆積・侵食傾向の関係 (2020/7/8) (※シャッター操作有り)

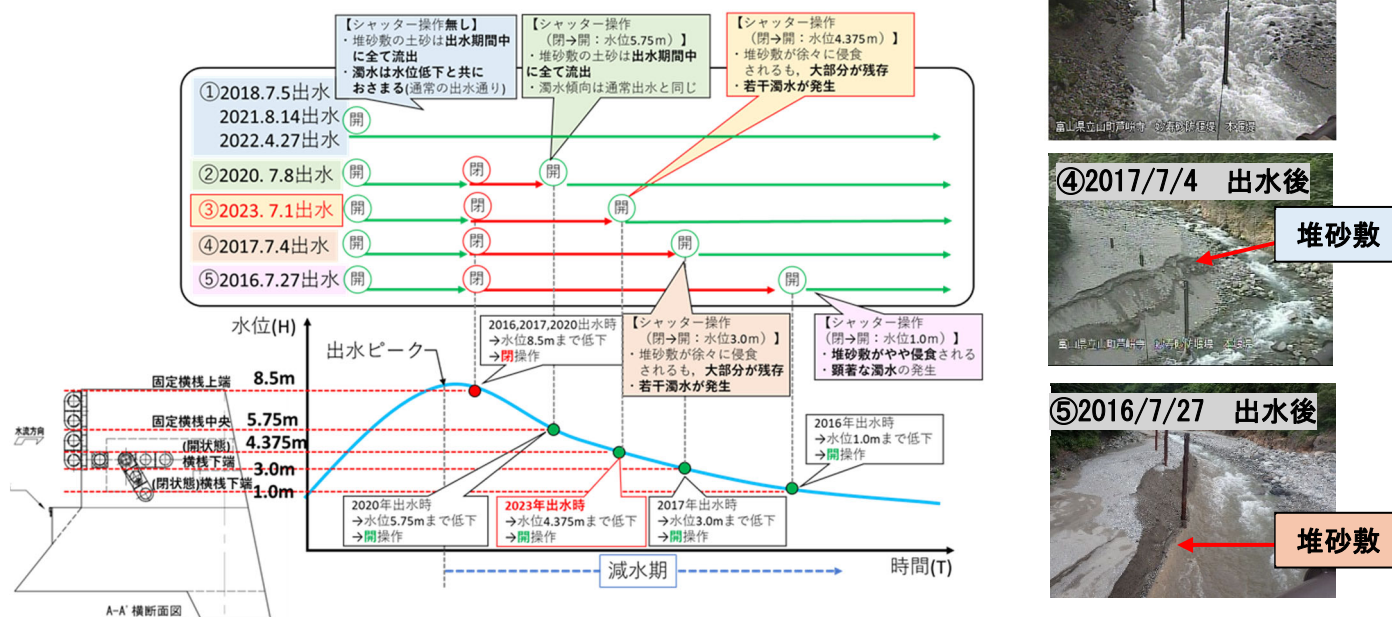


図-3 出水に伴うシャッター操作の概要と土砂流出への影響 (左:リット部における水位関係の模式図) (右:他出水事例の堆砂数の状況)