

扇沢シャッター砂防堰堤による土砂捕捉と今後の運用について

株式会社建設技術研究所 ○古山 剛, 金野 崇史
国土交通省松本砂防事務所 判田 乾一, 清水 俊美, 川上 健太郎^{※1}
(※1: 現国土交通省千曲川河川事務所)

1. はじめに

扇沢シャッター砂防堰堤は、コンクリートスリット砂防堰堤のスリット部に取り外し可能な横棧を配置したシャッター付き砂防堰堤である。出水期(5月～10月)には横棧を閉じて異常出水時の土砂を捕捉し、非出水期には横棧を取り外して無害土砂を流し、空き容量を確保する“季節管理”を想定したもので、平成17年に信濃川水系竜川流域の既設コンクリートスリット堰堤である扇沢砂防堰堤の機能向上のために計画し、平成18、19年に試験施工を実施¹⁾した。

その後、平成21年、平成22年に出水期前後のシャッター開閉作業を実施して動作確認と検証を行ってきた²⁾が、これまで大きな土砂流出はなく、シャッターによる土砂捕捉はなかった。

今回、平成23年5月の融雪出水による流出土砂を捕捉し、堆砂したことから、シャッターによる土砂捕捉の状況と今後の運用について報告する。



図-1 扇沢砂防堰堤位置図

2. シャッターによる土砂捕捉の状況

2.1 シャッターの構造

扇沢堰堤は、有効高8.5m、幅3.0mの3門の各スリットに試験施工として4本の横棧(鋼管 508φmm)を設置することで有効高約3.5mのシャッターとしている。横棧の純間隔は、機能や効果を早期に検証するために2年確率規模流量による移動限界粒径($d=0.6\text{m}$)を対象として最下段を d の1倍、上部を d の0.5倍としている。

2.2 現地概況

平成23年5月時点でシャッターは設置された状態であった。

土砂捕捉前後の現地状況を写真-1に示す。左岸及び中央シャッターは $\phi 0.3\sim 0.5\text{m}$ の礫で完全に閉塞し、シャッター天端まで土砂が堆積している。右岸シャッターは $L=1.5\sim 3.5\text{m}$ の流木が絡んでいるものの閉塞はしていない。捕捉した土砂は堆砂敷の左岸寄りに堆積しており、右岸側の堆積土砂は減水期またはその後の出水により流出した痕跡がみられた。また、堆積形状や粒径から掃流形態の土砂流出であった。

同年11月、非出水期の排砂状況をモニタリングするためにシャッターを開放した。

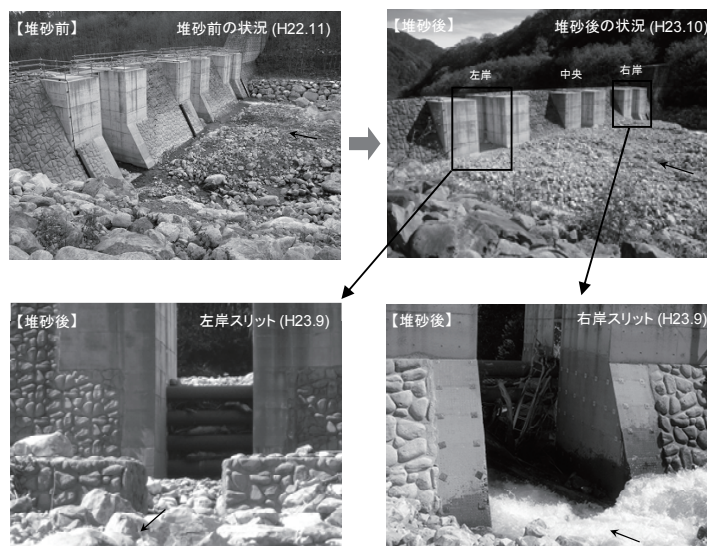


写真-1 土砂堆積前後の現地写真

2.2 流量規模の推定

扇沢堰堤には、平成22年11月より、3門の各スリットにモニタリング用の圧力式水位計を設置している。観測水位は図-3に示すとおりであり、右岸スリットの観測水位から5/11、5/30にピークがみられる。また、中央スリットのデータの乱れは堆積土砂の土圧によるもので、4月下旬より堆砂が開始し、5月にシャッター天端まで堆砂したと推察できる。観測水位からの換算流量や現地の痕跡、粒径等からの推定(表-1)により、今回のピーク流量は扇沢堰堤地点で $Q=50\sim 80\text{m}^3/\text{s}$ 、5～10年超過確率程度の規模と考えられる。

表-1 流量規模の推定

推定方法	流量	備考
観測水位からの換算流量	最大 79m ³ /s	扇沢堰堤水位計2011/5/30(堰の公式)
痕跡からの推定流量	最大 81m ³ /s	代表断面の等流計算
粒径からの推定流量	50m ³ /s	堆積土砂D _{max} (600mm)の移動限界(岩垣式)
観測雨量からの推定流量	53m ³ /s	高瀬雨量観測所2011/5/29(中安)

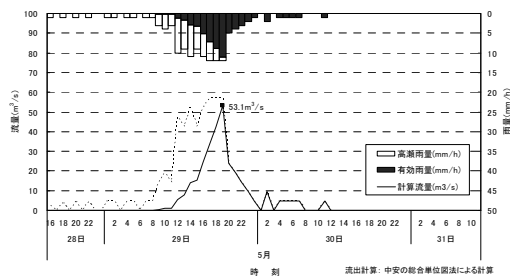


図-2 観測所雨量からの推定ハイドログラフ

2.3 堆積土砂量の推定

測量結果から、扇沢堰堤上流には5月の出水によって約 990m³、その後 11 月までの出水でさらに約 1150m³の土砂が堆積している。当初設計で想定したとおり排砂されない場合は、除石管理を行わなければ今後も堆砂が進行し、空容量が減少する。今回の土砂は支川扇沢からの供給と推定され、扇沢の流域状況からは今後も土砂流出が予測される。

3. 今後の運用方法(案)

現地モニタリングの結果から、今後の運用では、シャッター開閉作業や除石管理の頻度とコストの低減を目指し、最下段の開口幅を拡大することで今回規模の流出土砂を無害土砂として流下させ、イベント発生時に下部シャッターを設置する操作方法も検討している。本案では、最下段の透過部高さは、礫径調査 d₉₅ の 1 倍、今回の捕捉土砂 d₉₅ の 2 倍、捕捉流木長(平均値)の 1/2 倍にあたる 1200mm とし、最下段以外の設置間隔は、土砂を確実に捕捉するために当初設計のとおり 300mm としている。当面の下部シャッターとして、本堤構造の改良を伴わず、かつ迅速な設置が可能な鋼製牛枠等をシャッター上流に配置する方策も考えられる(図-4)。

表-2 扇沢堰堤におけるシャッター運用方針(案)比較

	イメージ図	概要	シャッター開閉操作	除石管理
第1案 常時閉鎖		常時シャッターを閉じて土砂を確実に捕捉させ、毎出水後に堆砂状況に応じて除石管理を行う。	なし (常時閉鎖)	毎出水後 (頻度大)
第2案 季節管理①		出水期にはシャッターを閉じて土砂を確実に捕捉させ、非出水期にはシャッターを開放し、堆積した土砂を自然の流水で排砂して空き容量を確保する。	年2回操作 (出水期前開作業、 非出水期前開作業)	非出水期 (頻度小)
第3案 季節管理②		出水期にはシャッターを閉じて土砂を確実に捕捉させ、非出水期にはシャッターを開放して平時の堆砂を抑制する。堆砂した場合は堆砂面より上の鋼管のみを取り外し、除石は行わない。	年2回操作 (出水期前開作業、 非出水期前開作業) ⇒満砂後は常時閉鎖	なし
第4案 イベント対応		底面のクリアランスを大きくとり、中小出水時の土砂は通過させて平時の空き容量を確保し、上流域で異常が発生した場合に下部シャッターを閉じて土砂を確実に捕捉する。	イベント時操作 (イベント発生時に下部シャッター閉作業、 上部シャッターは常時閉鎖)	イベント後 (頻度小)

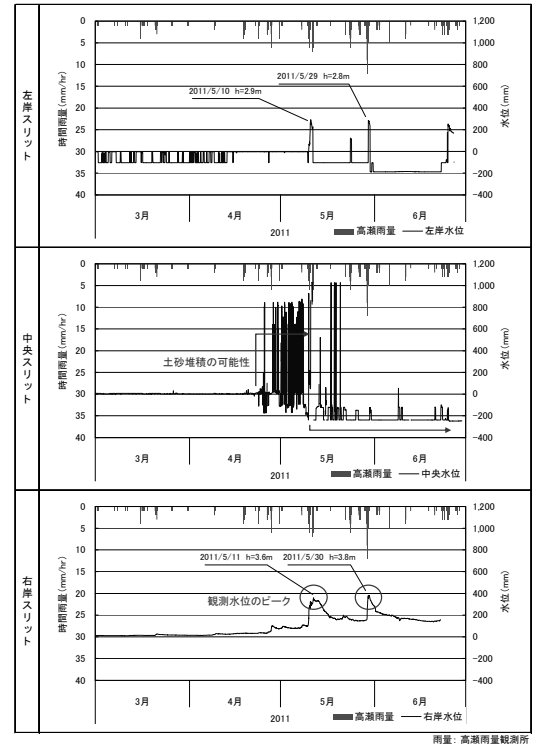


図-3 扇沢砂防堰堤水位観測データ

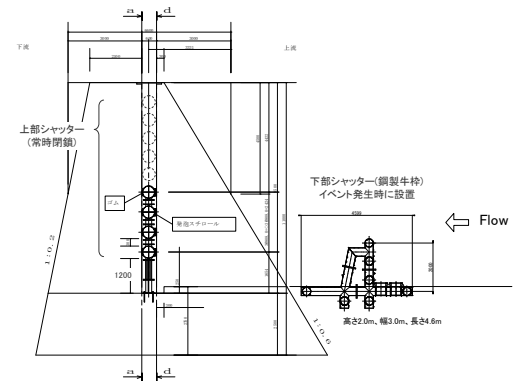


図-4 上部シャッターと下部シャッター(案)

4. おわりに

今回の捕捉で当初設計の対象現象においてシャッターが土砂捕捉機能を発揮することが確認された。今後もモニタリングを継続し、運用方法やシャッター構造に対して検証を行っていく必要がある。

謝辞: シャッター取り外し作業にあたっては、(株)神戸製鋼所、金森建設(株)の方々にご協力いただき、また、京都大学大学院農学研究科水山高久教授には、構造改善や今後の運用方法について多大なご指導をいただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献 1) 安田武道・青柳泰夫・今井一之・植野利康：シャッター付き砂防えん堤について、砂防学会研究発表会概要集, p.468-469, 2007, 2) 神野忠広・今井一之・加藤光紀・守山浩史：鋼製砂防シャッターの開閉動作確認と改良提案, 砂防学会研究発表会概要集, p.254-255, 2011