

横棧を用いたシャッター砂防堰堤の常時観測とその計画

国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所 城ヶ崎正人(現 奈良県庁) 小口貴雄(現 千曲川河川事務所) 渡邊 剛
日本工営 株式会社 ○長山孝彦 窪寺洋介 増澤徳親 伊藤隆郭
京都大学大学院農学研究科(現 政策研究大学院大学) 水山高久

1. 結論：扇沢砂防堰堤は、横棧式のシャッター付砂防堰堤である(図-1 位置図参照)¹⁾。2007 年のシャッター堰堤への改築以降、2010 年までは出水期・非出水期において横棧の着脱を行う運用方針(季節管理型)としてきたが、2013 年以降は、異常出水時に横棧を設置する運用方針(イベント対応型)となり、平時は3門スリットが開放された。2014 年には計画規模(中小規模出水も含む)の出水と異常時(イベント発生時)に対する運用則が決定し、さらに、シャッターを頻繁に稼働させずに、シャッター下部を、ある程度(2 案程度)、開放させて、計画規模時と異常時の両方にシャッターが機能するような検討を行った。実機でのモニタリングを通じて、適切な下部開度を決定していくことになる。併せて、シャッターへのメンテナンスが困難とならないように工夫を検討し、横棧の試験施工に至った。シャッターによる土砂捕捉や堰堤容量確保の効果を検証する取り組みとして、堰堤の上下流にて監視観測が開始された。本報告では、現在及び今後のシャッターの効果の検証に関して必要なモニタリング体制や監視観測の方針と進捗を報告する。

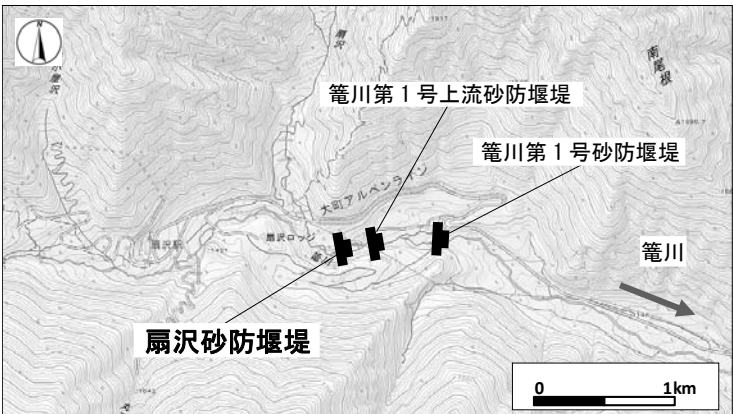


図-1 扇沢堰堤位置図(国土地理院地図「大町」に加筆)

2. シャッター堰堤の効果評価を行うための方策

(1) 観測手法：シャッター等の透過型の砂防構造物の土砂捕捉等の効果を評価するには、構造物の「上流側・下流側」において、流入・流出する土砂と両者の区間で堆積する土砂の「量」と「質」の変化を時空間軸に応じて捉える必要がある。観測手法には、概ね 2 つの方法がある。

1 つは、出水前後や中長期的な変化の把握における河床位の測量、痕跡調査、河床材料調査等であり、「静的な」情報を得ることになる(これまでは、この種の方法しか無かった)。もう 1 つは、流水と流砂の「動的な」連続観測(リアルタイム観測)である。山地溪流では、動的な観測を通じて、流砂は流水に対して不連続であり、雨量・流量と流砂量は 1 対 1 の関係性を示さないことが示されており、このような場で図-2 に示すようなシャッターの捕捉効果を

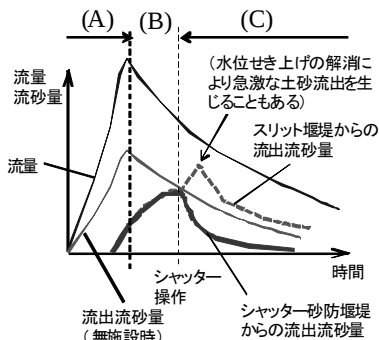


図-2 シャッター堰堤の機能

表-1 シャッターの評価に必要な観測位置と手法(今後の予定も含む)

項目	場所(観測位置)	観測方法
水位	(通年)各位置での水位計測 (出水時)堰堤による 堰上げ効果の把握 (出水時)堰堤下流での効果把握	本堤上流法面 下流側の固定断面 水位計 による計測
流速	(通年)掃流砂の移動速度の推定	下流側の固定断面 底面流速計 による計測
掃流砂	(通年)堰堤下流へ流下した 掃流砂量の把握	下流側の固定断面 掃流砂観測機器(ハ イドロフォン等)に よる計測
浮遊 砂、カッ シュロド	(通年)堰堤を通過した カッシュロドの把握 →カッシュロドと掃流砂の差分より 浮遊砂を想定する	本堤付近での観測 濁度計による計測
流況	(通年)シャッター部の状況把握 (出水時)堰堤上流側での 水の堰上げ状況の把握 (出水時)透過部からの水、土砂 の流出状況の把握	本堤上流側 下流側の固定断面 カメラ・ビデオに よる撮影
雨量	(通年)降雨状況の把握	近隣の雨量局もしく は雨量計 雨量データの収集
河床 材料	出水期前後で、以下の変化を把握 ・上流からの流入土砂(供給源)の 粒度分布 ・本堤堆砂土砂の粒度分布(スリッ ト直上) ・スリット直下の粒度分布 ・下流へ流送する土砂の粒度分布	対象堰堤上流側(堰 堤堆砂数) 対象堰堤直上 対象堰堤直下 対象堰堤下流域(土 砂流出影響範囲内) 河床材料試験
地形 変化	出水期前後の上流堆砂域・下流影響 範囲の地形変化の把握	対象堰堤を挟む上下 流域 3D レーザー測量 等の測量手法

把握するためには、時空間的な連続観測データが重要な情報となる。

土砂流出時のシャッターの効果把握するには、図-2の(A)～(C)に示す各ステージの固定断面(堰堤上流, 下流)における水・土砂の変化と堰堤堆砂敷の地形変化を捉えることが必要である。加えて、流水・流砂が伝播する堰堤下流域の河床変動を定期的に把握する必要がある。表-1にシャッターの効果評価に必要な観測位置と手法を示す。これらの動的・静的監視観測結果を統合し、短期～長期的な変化(差分)と変化率の追跡により、シャッターの効果が検証出来るようになる。

(2) 監視・観測体制: シャッター3門のうち、右岸側、中央スリット部は、下部開度を1.2m, 2mにそれぞれ設定している。左岸側スリット部は、現在土砂により仮締切がされている。これらの2門での観測を通じて、シャッター下部の開度の適切な設定を行い、シャッター運用則の検討を行う予定である。

対象堰堤での監視観測体制を図-3に示す。流況観測は、上下流ともに「シャッター」の効果が把握可能とするため、対象とするスリット部の視認が可能な位置を選定した。また、機器の設置が簡易に行えることから本設置に先行して行い(水位、流況把握)、2段階の観測とした。水位、流砂量、流速等は本来ならば、堰堤の上下流側の観測が必要とされるが、扇沢堰堤と同等の堰堤条件(スリット幅・川幅比)の水位・流量関係を適用し²⁾、堰堤上流側では、シャッターの効果による水位せき上げと堆砂の進行を考え、当面は、砂面計と水位観測、流況観察を行うことにした。

3. 監視・観測: 2010年より堰堤上流側での水位観測だけが行われてきたが、2014年に上記の監視観測方針に基づく施設配置計画を行い(図-4)、9月4日より(カメラでの先行流況観測。本設置は11月18日より)上下流に設置したカメラ等による流況監視を開始した。2014年の観測期間内で最大規模の出水となった10月14日のハイレート・水位データを図-5に示す。12mm/hの降雨時に最大水深で1mの水位上昇が発生していた。この時の流況(9:00時点)を写真-1に示す。前後の写真を含めて、流水が滞筋を走るだけで、流路内の巨礫・石礫の移動が確認されなかった。今後の監視観測については、平時のシャッター下部の開度におけるゴミ・流木等の詰まりや、中小規模によるシャッターの土砂捕捉効果を把握するために、観測の可能な数年規模～数十年規模程度の規模の異なる出水時データを取得しながら、シャッターの運用則、即ち、シャッター最下部の開度(右岸側:1.2m, 中央部:2m)の最適値を決めるためのデータや、土砂捕捉・流出の時系列データの取得を行い、シャッター運用の妥当性を検証設定していく。また、将来的にシャッター直下流で、流水・流砂モニタリングの機器一式を設置し、シャッターからの流出土砂を把握していく予定である。

4. 結論: 扇沢シャッター堰堤における横桟型シャッター施設について効果評価を行うための観測機器整備計画が立てられ、現在整備が進められつつある。今後は連続観測や測量を行い、降雨や流量規模に応じた時系列での連続した流水・流砂に関する情報を蓄積解析することでシャッターの評価が進められると考えられる。

引用文献: 1) 今井一之, 勝川和明, 加藤光紀(2008): 鋼製砂防シャッターの施工について, 平成20年砂防学会研究発表会概要集, p.296-297, 2) 伊藤隆郭, 塚本博紀, 野嶽秀夫, 長山孝彦, 渡部春樹, 貝塚和彦, 渡辺康玄(2010): 軽量・重量骨材を用いた急流河川における河床変動実験とその適用性, 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, p.78-79.

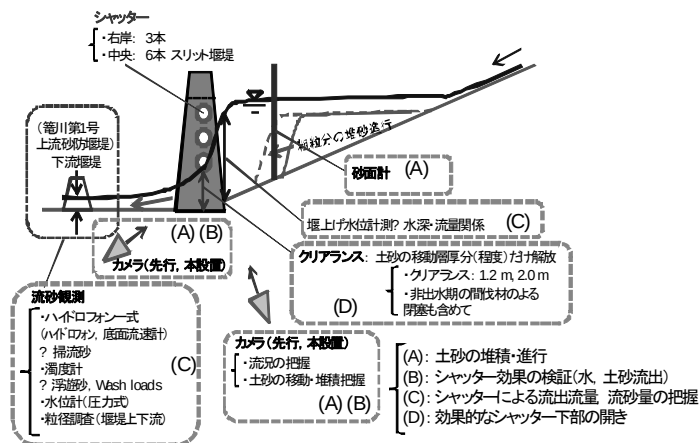


図-3 シャッター周りの監視観測体制図

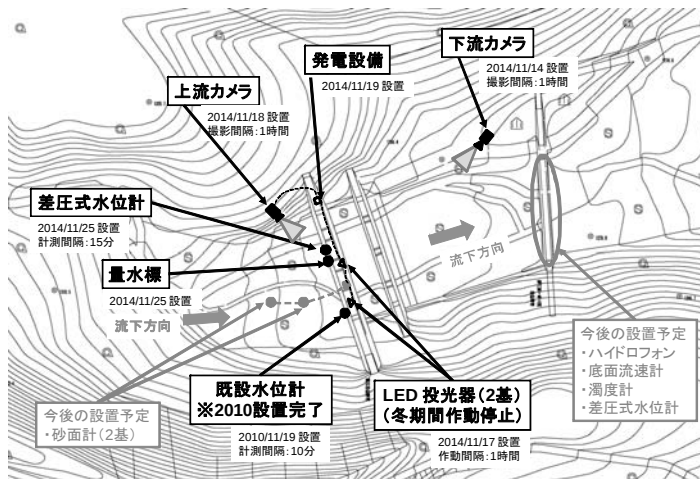


図-4 モニタリング機器配置図

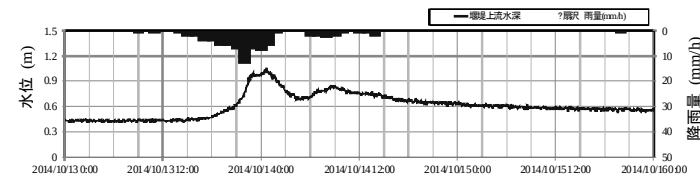


図-5 出水時の雨量・水位観測データ (2014年10月14日)



写真-1 出水時の撮影写真 (2014年10月14日9:00)

前後の写真を含めて、流水が滞筋を走るだけで、流路内の巨礫・石礫の移動が確認されなかった。今後の監視観測については、平時のシャッター下部の開度におけるゴミ・流木等の詰まりや、中小規模によるシャッターの土砂捕捉効果を把握するために、観測の可能な数年規模～数十年規模程度の規模の異なる出水時データを取得しながら、シャッターの運用則、即ち、シャッター最下部の開度(右岸側:1.2m, 中央部:2m)の最適値を決めるためのデータや、土砂捕捉・流出の時系列データの取得を行い、シャッター運用の妥当性を検証設定していく。また、将来的にシャッター直下流で、流水・流砂モニタリングの機器一式を設置し、シャッターからの流出土砂を把握していく予定である。