

シャッター付き砂防えん堤について

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○安田 武道・青柳 泰夫
 新潟県 土木部都市局 (前国土交通省松本砂防事務所) 今井 一之
 国土交通省松本砂防事務所 植野 利康

1. はじめに

これまで数多くのコンクリートスリットえん堤が施工されているが土砂を捕捉できない事例も報告されており、平成15年には確実に土砂を捕捉する工夫についての留意事項等が示された1)。

コンクリートスリットえん堤は、自然営力による土砂調節を期待する施設であるが、場の条件により施設の機能が十分に発揮されない施設も見られる。そこで、既設スリットえん堤に改良を加えてスリットの効果を確実に発揮させ、施設の機能向上を図ることを目的として①構造が簡単、②操作が容易、③維持管理が容易、④経済的に安価、⑤土砂の調節が確実、⑥溪流の連続性が確保される等に配慮した「人為的操作を行う透過型のシャッター付き砂防えん堤」の構造について扇沢砂防えん堤(松本砂防事務所管内高瀬川流域箆川)を対象に検討したので、その一部を紹介する。なお、当該施設の構造検討は全国でも初めての試みであり施設の機能や効果の確認・検証を予定している。

2. シャッター付砂防えん堤設置の必要性と目的

既設コンクリートスリットえん堤は、①土石流捕捉のためのえん堤と②土砂調節のためのえん堤に区分される。前者①のえん堤が機能を発揮するためには「土石流が発生し、想定した径を有する礫が流下し、想定した礫によりスリット部が閉塞する」ことが条件となる。よって、土石流が発生しない洪水時には掃流状集合流動形態や掃流形態によって土砂が移動し、スリット部を閉塞させるような径の礫が流下しないため土砂の捕捉は行われない場合もある。一方、事務所管内では、土砂調節(捕捉)を必要とする施設であるにも関わらず、その効果が十分に発揮されているのか確認ができていないスリットえん堤が存在する。このため、①既存ストックの有効利用の観点から、洪水時の移動礫をシャッターによって閉塞させ、土石流形態以外の土砂移動現象に対しても機能を発揮させる。②非洪水時にはシャッターを開放し、自然営力によって堆積した土砂を排砂して除石の費用・手間を縮減させる。③溪流の連続性を確保して動植物の生育・生息条件の確保を図る。④当該区間は既設えん堤が連続して配置されていることから土砂処理計画、シャッターによる既存施設の改良が効果的、経済的と考えられる。ことから、シャッター付砂防えん堤を設置することとした。なお、当該施設は人為的操作により土砂管理を行うこれまでにない新たな施設であり、上述のように土砂調節(捕捉)が十分に発揮されているかの確認が困難な施設である。このため今後試験施工により効果確認・検証が必要である。

3. シャッター形式の比較

扇沢砂防えん堤に適用可能となるシャッター形式は表-1のように8案検討し、安全性、操作性、市場性、施工性、維持管理の容易さ、経済性等について得失を整理し比較検討を行った。検討の結果、「②調節可能型横棧形式」を本検討におけるシャッター形式として採用した。主な採用理由は、①可動部の無いシンプルな構造で安全性が高い②礫の衝突に対する照査方法が確立されていて市場性の高い鋼管を横棧に採用可能③設置後も閉塞させる礫の粒径に合わせて鋼管の間隔を自由に変更することが容易④シャッターの部分的な設置・撤去が可能、⑤えん堤下流側からの設置・撤去が可能である。

表-1(1) シャッター形式の比較検討表

形式	①固定型横棧形式	②調節可能型横棧形式	③土圧軽減型横棧形式	④繩梯子型連結横棧形式
構造概要図				
構造	スリット上部に切り欠きを複数設け、鋼管等の横棧を上流側から設置したもの	スリット中央内に切欠いた溝に沿って、横棧を横むきに入れ込んだもの	スリット中央内および行進コンクリート部に切欠いた溝に沿って、横棧を河川縦断方向に勾配をつけて設置したもの	スリット中央内に切欠いた溝に沿って、繩梯子状のワイヤーで連結した横棧を横むきに入れ込んだもの
開閉方式	閉口時は、クレーンにて切り欠きに鋼管を1本ずつ設置し、固定金具にて固定する。 開口時は、クレーンにて設置した横棧の固定金具を取り外して、1本ずつ撤去する	閉口時は、クレーンにて溝に沿って下段から横棧とスペーサーを交互に入れ込み固定する。 開口時は、固定金具を取り外して、クレーンにて上段から1本ずつ撤去する	閉口時はクレーンにて切り欠きに鋼管を1本ずつ設置し、固定金具にて固定する。 開口時はクレーンにて設置した横棧の固定金具を取り外して、1本ずつ撤去する	閉口時は、クレーンにて連結横棧を吊り下げてスペーサーを設置した溝に沿って入れ込み固定する。 開口時は、クレーンにて連結横棧を吊り上げて撤去する
総合評価	○	◎(採用)	○	×

表-1(2) シャッター形式の比較検討表

形式	⑤取り外し可能型ネット形式	⑥横スライド型透過ゲート形式	⑦両側横ヒンジ型透過ゲート形式	⑧下ヒンジ型透過ゲート形式
構造要図	クローズ時 			
	オープン時 			
構造	スリットの開口部下流側に、ワイヤー製のネットを張ったもの	スリットの開口部上流側に、左右に開閉可能な鋼製の透過扉を設置したもの	スリットの開口部上流側に、横ヒンジで結合開き状に開閉可能な鋼製の透過扉を設置したもの	スリットの開口部上流側に、下ヒンジで開伏・起上する鋼製の透過扉を設置したもの
開閉方式	閉口時は、クレーンにてネットを吊り下げて固定する。開口時は、クレーンにてネットを吊り上げて撤去する。	閉口時は、ウインチにて扉体をレール上でスライドさせる。開口時も、同様。	閉口時は、ウインチにて扉体をスライドさせる。開口時も、同様。	閉口時は、クレーンにて扉体を起上させる。開口時も、同様。
総合評価	△	△	△	△

4. シャッターの構造

シャッターの主要な構造諸元は次のように設定した。①横棧部材（鋼管φ508mm、t=12.7mm）：構造計算、および水通し天端まで配置した際の総本数設置時の経済性より決定（鋼管径が大きいと本数が減少し、鋼管径が小さいと総本数が多くなることから最安価となる管径・本数を決定）②設置本数（下4段）：機能評価と最適な鋼管の間隔の検討を行う段階（試験施工時）として、先行して下4段を設置（初期段階で水通し天端まで設置すると、鋼管の設置間隔が広がったときに無駄となる鋼管が発生することを回避）③鋼管間隔（最下段0.6m、その他0.3m）：2年確率規模流量による移動限界粒径（ $d=0.6m$ ）を有する礫の閉塞を期待し $d \times 0.5$ と決定（機能や効果を早期に検証するために低確率年流量での閉塞を考慮するが、今後モニタリングを行い最適な間隔を決定する）④鋼管間隔の変更方法：鋼管と鋼管の間に設置するスペーサー（鋼製）の形状変更により行う礫の噛み込み対策：スリット側面の切欠きに発泡スチロールをはめ込む（スリット側面から土砂が侵入してシャッターの設置・撤去に支障をきたすことを防止）構造がやや複雑となり課題である。

5. 運用の方法

運用初期におけるシャッターの開閉時期は、月別の最大流量による移動限界粒径より「出水期にえん堤地点に堆積した土砂の約7割を非出水期に流出させる」（月別最大移動限界粒径≒堆積土砂の70%粒径）ことを目標とすること、や、魚類の遡上時期を考慮して、①クローズ（出水期：6月上旬から9月中旬）②オープン（非出水期：9月中旬から5月下旬）に設定した。

表-2 シャッター運用方法（運用初期）

シャッターの開閉時期	クローズ（出水期）	6月上旬～9月中旬
	オープン（非出水期）	9月中旬～5月下旬
オープン期間の推定堆砂土砂流出率		73%

6. 設置後の効果検証の方法（モニタリング方法）

鋼管と鋼管の間隔は、狭くすればより確実に多くの土砂が捕捉できる一方で、空き容量を確保するために頻りにシャッターを開放して自然営力または人為的に除石が必要となる。

今後は表-3に示すようなモニタリングを実施し機能・効果を検証するとともに、トレードオフの関係にある「空き容量の確保」と「除石の手間」を見極めながら、現地に適した鋼管間隔を設定することが望まれる。

表-3 今後必要と考えられるモニタリング項目

大項目	小項目
総合	現地状況
河床変動状況調査	堰堤上流の堆砂状況の調査
	堰堤下流の河床変動状況の調査
水位	堰堤地点の水位観測
流量	扇沢下流の流量観測
	堰堤上流の管川の流量観測
河床材料調査	堰堤上流の堆砂材料の調査
	堰堤下流の堆砂材料の調査
構造物調査	後打ちコンクリートの状況
	鋼管、その他の部材の損傷状況
維持管理手間の調査	鋼管設置・取り外しの際の状況 設置・撤去に要した費用・期間・人工

7. まとめ

シャッター付き（ゲート付き）砂防えん堤は、①人為的操作により土砂管理を行うこれまでにない新たな施設であり、②施設の効果を把握することが困難な施設を対象とする。このため、今後試験施工により扇沢砂防えん堤にシャッターを設置し、学識経験者の意見を参考としながら継続的に施設の効果確認・検証を行う予定である。

本設計は国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所発注による「シャッター付砂防えん堤の構造検討」により実施したものである。検討にあたり京都大学農学部水山高久教授、信州大学農学部平松晋也教授に多大なご協力を頂いた。記して謝意を表します。

【参考文献】1)透過型砂防えん堤の計画・設計上の留意点について 砂防部保全課資料 平成15年4月