

砂防堰堤の水抜き暗渠からの土砂流出防止対策の検討

国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 五十嵐祥二, 永野正千, 土居崇史
 一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 星野和彦, 大矢幸司, ○吉田 力
 日本工営株式会社 村松広久, 田方 智

1. はじめに

砂防堰堤には、基本的構造として水抜き暗渠が施工されている。ただし、その機能や効果については明確にされておらず、経験的に施工されている状況にある。現状における水抜き暗渠の機能として施工中の水の切り回しとして実際に活用されているが、施工後は、水圧の低減効果が期待されているものの、その効果については、定量的な評価は行われていない。また、水抜き暗渠の力学的構造照査や維持管理方法も基準化されていない状況にある。

このような背景を持つ砂防堰堤の水抜き暗渠であるが、水抜き暗渠から背面堆積土砂が突然流出する事象が度々発生し、下流域に対して多種に及ぶ影響が報告されており維持管理上の問題となっている。

本検討は、砂防堰堤の水抜き暗渠からの土砂流出対策を目的として、過去の発生事例をアンケートにより情報として収集し、分析・評価および機構の推定などを行い、水抜き暗渠からの土砂流出事象を防止するための対策検討を行ったものである。

2. 土砂流出リスク要素検討

2.1 H16 年度土木研究所既往報告¹⁾

平成 16 年度土木研究所既往報告¹⁾では、注意が必要なリスク要素として下記の 3 点を挙げている。

- 1) 竣工後 5 年以上経過している（最下端の水抜き暗渠まで土砂が堆積していない堰堤は除く）
- 2) 常時流水がある。
- 3) 水抜き暗渠の短辺長が 50 cm 以上である。

この 3 要素では、対象外となる堰堤が非常に少なく維持管理における活用に適した条件となっていない。そのため対象箇所の絞り込みを行うことを可能とする新たなリスク要素の抽出が必要となった。

2.2 新たなリスク要素の抽出検討

平成 16 年度検討のアンケート内容を改良し実際の流出事例を全国から収集し、新たな分析・評価を実施した。収集された土砂流出事例は、全 42 事例となった。アンケート内容（改良）は、表 1 に主なものを記載する。集められたアンケート結果から下記のような傾向を把握した。

(1) アンケート回答から得られた新たな知見

閉塞・流出機構を推定し流出に影響を及ぼすと考えられる事象を抽出した。土研既往報告では、常時流水のある溪流でのみ発生していたが、本調査によると、常時流水が認められない溪流でも発生している（5 事例）。

- ① 堰堤高さ：堰堤高 10m 以上の大きい堰堤で発生
- ② 堆砂率：75～100%（ほぼ満砂）において流出が認められた水抜き暗渠は、最上段または最下段で発生
- ③ 土砂流出の誘因：直前まで降雨有（52%）、流量に変化を与える事象有（91%）
- ④ 発生原因の推定：閉塞していた流木の腐食、閉塞していた礫の開放
- ⑤ 土砂流出発生時の前兆現状：水抜き暗渠からの流量の増加、下流側での水の濁り、堆砂数内の吸出しによる堆砂面の窪み（パイピング）
- ⑥ 短期間での繰り返し：1 年程度の短期間で繰り返し発生（ヒアリングにて確認）

上記の傾向から土砂流出に影響のある項目としては、

- ① 土圧・水圧などの静的作用の増加
- ② 流水による堆積土砂の巻上による閉塞の緩み、浸透流による土砂の吸出しなどの動的作用の増加
- ③ 閉塞状態の自壊的変化の進行など

これらの影響のある項目が複合して作用することで、水抜き暗渠からの土砂流出が発生していることが推定された。

3. 流出事例からの流出状況の推定

(1) 登川・威守松砂防堰堤による発生事例の時間的变化(写真 1～3)

流出状況を定点カメラで撮影した唯一の画像資料から流出時の流速変化や流水状況について整理を行った。

表 1 アンケート内容（改良）

No.	項目名
1	土砂流出発生年, 地域, 流域面積
2	堰堤高, 竣工～発生までの経過年数
3	河床勾配, 計画貯砂量
4	流出発生した水抜き暗渠の位置
5	水抜き暗渠の短辺長, 面積, 他暗渠との比較
6	流出した暗渠の割合(流出した暗渠数/暗渠総数)
7	流出した土砂量
8	堆砂数内の最大粒径, 堆砂数内の主な粒径
9	流出した水抜き暗渠における常時流れの有無
10	土砂流出発生時の誘因, 発生原因(推定)
11	土砂流出発生前の前兆現象
12	下流への影響

※ゴシックは追加項目

1) 発生の状況

- ・晴天時に流出が始まっている。
- ◎土圧・水圧の増加等の無い状態であり、閉塞物の強度低下による閉塞の解放と推定される。

2) 堆積土砂の流出

- ・初期は茶色の水であり土砂の混入が見られるが、流速が理論値に近づくにつれて水に着色が薄くなり(2:02, 2:30, 4:11), 最後は白くなっている(4:58)。
- ◎土砂の流出が停止しており、流水パイプ内の流速と流水パイプを形成している堆積土砂の強度が釣り合う状態になったと推定される。

3) 流水パイプの存在

- ・2:02 ごろから堆砂地水面に渦が発生し徐々に大きくなる
- ◎暗渠からの流出が水面に影響しており、水面近くに吸い込み口の存在、また堆砂地内にパイプ状の流路形成が推定される。

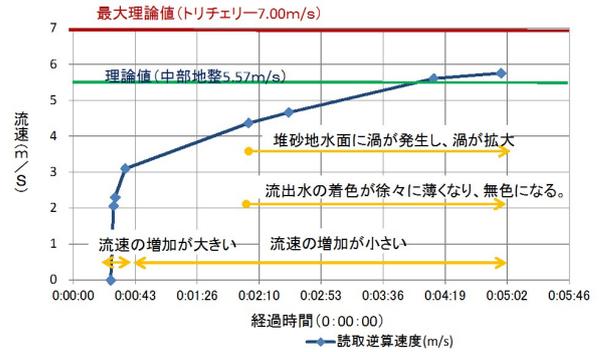


図1 読取逆算流出速度 (m/s)



写真1 0:26 流出前状況



写真2 0:28 流出状況



写真3 4:58 流出状況

(2) 保川第四砂防堰堤による発生事例(写真4~6)

1) 発生の状況

- ・降雨のなどの無い状況で流出が発生している。
- ◎土圧・水圧(堆砂高 15m 以上)が高い状態であり、閉塞物(流木)の強度低下による閉塞の解放と推定される(写真5参照)。

2) 堆積土砂の流出

- ・15 cm 程度の比較的大きな粒径の礫が暗渠出口部に堆積している。また、背面堆砂部に巨大な陥没が生じている。
- ◎土砂の流出が停止した段階で吸込み後と考えられる陥没が確認でき堆砂内にパイプ状の流路形成が推定される。

3) 流出停止の状況

- ・土砂の流出後、再び暗渠が閉塞し土砂流出が停止している。
- ◎堆砂内のパイプ状の流路は、流水により流下する移動物で再閉塞が生じると推定される。

4. 破壊過程推定のための要素

- ・水抜き暗渠部の流速算定
- ・堆砂地内にパイプ状の流路形成
- ・浸透流の水抜き暗渠部への作用力
- ・水抜き暗渠閉塞部への水圧
- ・土砂流出のあった水抜き暗渠の流下物による再閉塞

5. 今後の課題

破壊過程推定のための要素として考えられる項目を更に詳細に評価することが重要である。そのためには、具体例をできるだけ丁寧に収集し、分析することが必要であると考えられる。実際に収集しなければならない重要な項目を本検討で再抽出することができた。

【参考文献】1)「不透過型砂防堰堤水抜き暗渠からの土砂流出発生事例について」(平成16年6月24日 独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム)



写真4 流出停止後の状況



写真5 暗渠の閉塞状況



写真6 背面土砂陥没跡