

鋼製透過型砂防堰堤の土石流区間における捕捉パターンと地域特性との関係について

砂防鋼構造物研究会 ○榎本昭子, 國領ひろし, 守山浩史, 山口聖勝, 石川信隆
 (一財) 砂防・地すべり技術センター 嶋丈示, 武田一平
 京都大学大学院 水山高久

1. はじめに

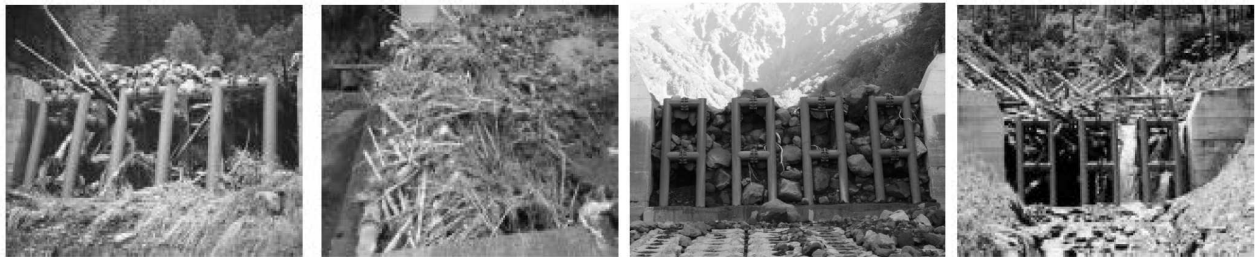
近年, 台風等の豪雨による土砂災害に加えて, 異常気象による局所的な土石流災害も多発しており, 鋼製透過型砂防堰堤の土石流捕捉実績も多くなってきている^{1), 2)}. そこで本研究は, これまで土石流を捕捉した鋼製透過型砂防堰堤の事例を整理して, 土石流の捕捉パターンや流域特性などとの関連性について検討したものである.

2. 鋼製透過型砂防堰堤による土石流捕捉事例

1992年以降の鋼製透過型砂防堰堤が土石流を捕捉した27事例の情報を収集して分析した.

2.1 土石流の捕捉パターン

捕捉パターンは, 写真-1の4つに分類することができ, 今回は土石流捕捉を対象として④は除外している.



パターン①
(石礫+流木)

パターン②
(土砂+流木)

パターン③
(石礫のみ)

パターン④
(流木のみ)

写真-1 土石流の捕捉パターン

パターン別の捕捉実績は, 図-1となる. パターン①は, 石礫と流木が絡み合って捕捉されたもので, 20事例と全体の75%近くを占める. 石礫型土石流の中で流木が混在しないパターン③はわずか3例であり, 意外に少ないことがわかる. このように, 流木が混在して捕捉されている事例がパターン①と②を合わせると24事例(全体の85%以上)となり, 土石流捕捉に流木の影響が大きいことが注目される.

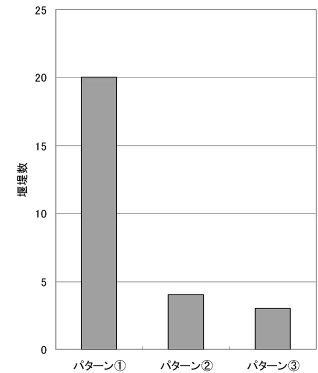


図-1 パターン別の捕捉実績数

2.2 流域特性との関係

図-2は, 溪床勾配と流域面積との関係を捕捉パターン別に図示したものである. 土石流堆積区間(溪床勾配2~10°)では0.7km²以上, 土石流流下区間(10~20°)では2.5km²以下の流域面積で土石流の捕捉実績がある. 捕捉パターン①, ②, ③は全般的に分散しているが, 溪床勾配が大きいほど, 流域面積が狭い範囲でパターン①で捕捉されている傾向にある.

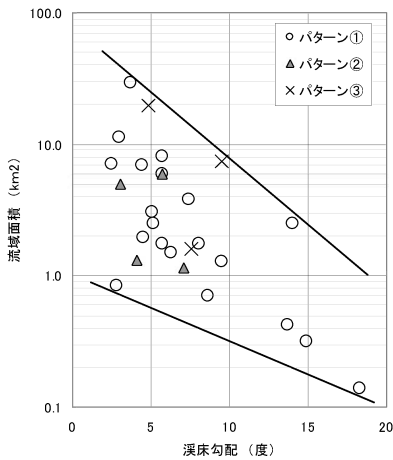


図-2 溪床勾配と流域面積における捕捉パターンの分布

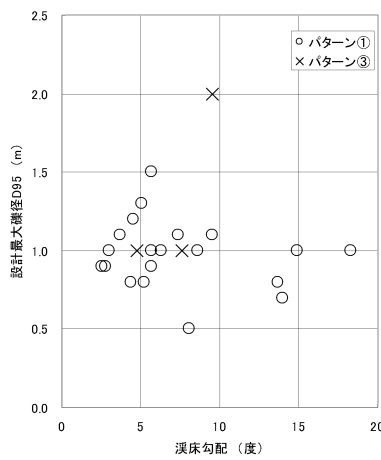


図-3 溪床勾配と設計最大礫径 D₉₅ の捕捉パターン別分布 (捕捉パターン①, ③)

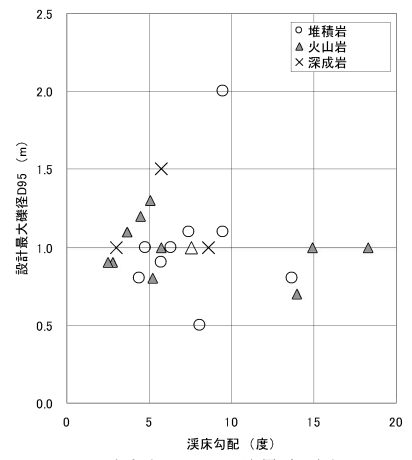


図-4 溪床勾配と設計最大礫径 D₉₅ の岩相別分布 (捕捉パターン①, ③)

図-3は、石礫を捕捉したパターン①と③について、溪床勾配と設計最大礫径 D_{95} との関係、図-4は、岩相別に溪床勾配と設計最大礫径 D_{95} との関係を図示したものであるが、いずれも捕捉パターンを決定づけるような関係は認められなかった。

2.3 捕捉最大礫径との関係

図-5は設計最大礫径 D_{95} と捕捉最大礫径の関係を図示したもので、両者がほぼ一致している事例が多い。しかし、パターン③はややバラツキが大きく、設計値よりも小さい礫径の土石流を捕捉している事例もある。それを詳細に調べるため、部材純間隔/捕捉最大礫径の頻度分布として図示したのが図-6である。部材純間隔が $D_{95} \times 1.5$ 以下で捕捉している事例が8例で全体の2/3を占めるが、パターン③の石礫のみの場合であっても2.0倍で土石流を捕捉しているものもある。また土石流形態が石礫型と想定される場所では、部材純間隔は $D_{95} \times 1.5$ 倍で十分土石流を捕捉可能であることを示唆している。

図-1や図-6から石礫径の関係に加えて流木の影響も要因としてあげられ、流木量が多いと想定される場合には土石流の捕捉に十分寄与することが考えられる。流木量はパターン①と②において透過部面積あたり $1.1 \sim 1.4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ の事例があるが、流木量や流木長のデータをさらに収集して分析する必要がある。

3. パターン②の土砂と流木（石礫を含まない）事例

石礫を含まない典型的な事例として、2013年の台風26号の豪雨による伊豆大島災害がある（写真-2,3 参照）。

この土石流の特徴は、斜面の表層崩壊に起因し、表土層の降下火砕物（火山灰・スコリア）が主体となって流木とともに流下した泥流であったと考えられる。捕捉土砂には礫がほとんど混在していないことが除石・除木作業時に確認されている。したがって、捕捉された土砂は部材純間隔よりもはるかに小さい礫や土砂が大半であり、これらの捕捉のきっかけとなったのは流木であった。

すなわち、今回の捕捉事例は、泥流の先頭部で流下した流木が鋼製透過型堰堤によって捕捉され、多量の流木によって開口部が閉塞したことにより、後続の粒径の小さな火山灰を含む土砂が上流域に堆積したものと考えられる。これは、図-1のパターン②の4事例も含めて、先頭部に巨礫群が集中しない土石流に対しては、流木を介して捕捉できるという鋼製透過型砂防堰堤の特徴を発揮したことがわかった。

4. 結言

本研究は、鋼製透過型砂防堰堤の土石流捕捉実績を調べることによって、捕捉パターンを分類・整理するとともに、流域特性との関係および捕捉最大礫径との関係について調べた。その結果、流域特性との関係はあまり明確でなかったが、部材純間隔/捕捉最大礫径 < 1.5 以下の場合の捕捉率が全体の2/3を占め、また2倍でも捕捉されている例があった。さらに、土砂を主体とした土石流に対しては、鋼製透過型砂防堰堤が流木を効果的に捕捉することにより、土砂も捕捉できることがわかった。よって、流木量が多いと想定される地域には、パターン①と②の土石流捕捉が考えられ、今後、さらに捕捉された流木長などを調査して設計に活かせるように考えていきたい。

捕捉された土砂は部材純間隔よりもはるかに小さい礫や土砂が大半であり、これらの捕捉のきっかけとなったのは流木であった。

参考文献

- 1) 葛西俊一郎, 水山高久, 稲垣暁: 最下流に設置した鋼製透過型えん堤の土石流捕捉機能に関する調査, 砂防学会誌, 技術ノート, Vol. 59, No. 4, pp. 48-53, 2006.
- 2) 吉田一雄, 山口聖勝, 水山高久: 鋼製透過型砂防堰堤による土石流の捕捉事例について, 砂防学会誌, 技術ノート, Vol. 63, No. 5, pp. 43-46, 2011.

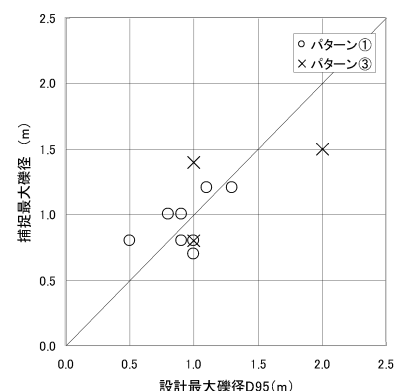


図-5 設計最大礫径 D_{95} と捕捉最大礫径の分布 (捕捉パターン①,③)

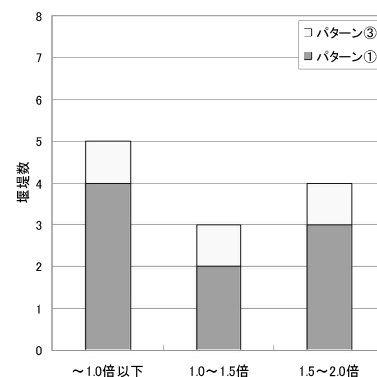


図-6 部材純間隔/捕捉最大礫径の頻度分布



(a) 災害発生前 (b) 災害発生後
写真-2 大金沢本川の土石流・流木捕捉状況 (B型)



(a) 災害発生後 (b) 除石・除木時
写真-3 大金沢支川の除石・除木状況 (B型)