

先行堆砂礫が土石流荷重に与える影響に関する実験的研究

防衛大学校 学生会員 ○阿部翼 渡邊大貴 正会員 堀口俊行

1. 緒言

近年、異常気象に起因した台風や集中豪雨により、透過型砂防堰堤の損傷事例が報告されている。平成26年における南木曽町の土石流では、堰堤の中腹部における継ぎ手部分の破損が、先行堆砂礫を通過して土石流が衝突したとされており、その条件下における作用荷重について不明確なままである。そのため、透過型砂防堰堤の損傷事例を再現するためには、先行堆砂礫の有無における作用荷重の影響について整理する必要がある。

そこで本研究は、透過型砂防堰堤に対する土石流衝突実験を行い、透過型砂防堰堤に作用する土石流が先行堆砂礫の有無によって衝突荷重に対する影響について実験的に検討するものである。

2. 実験の概要

2.1 実験装置

図-1に示す実験水路の諸元は、水路長4.5m、水路幅0.3mおよび水路深0.5mであり、上流と下流で勾配を変えることができる。本実験では、上流側を段波形成のため $\theta_1 = 20^\circ$ 、下流側を堰堤の損傷が生起した現地の溪床勾配に合わせて $\theta_2 = 11.3^\circ$ に設定している。

2.2 土石流モデル

礫モデルは、粒径15-60mmを使用し、現地の礫径調査を基に礫径分布を合わせた。その礫量は、堰堤の捕捉時に満砂となるように体積を合わせ、総質量75kgとした。先行堆砂礫は、礫を堰堤直上流に水平となるように堆積させた。次に、水平面と水路との交点から上流に3.0mの長さにわたり礫を厚さ30mmとなるよ

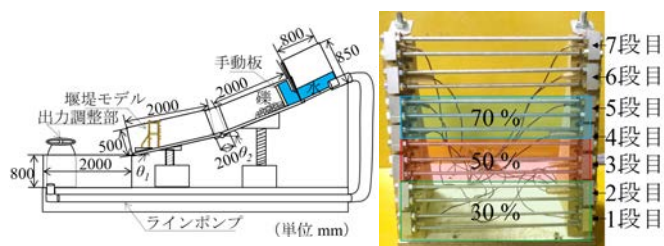


図-1 実験水路

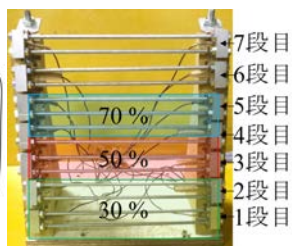


写真-1 堰堤モデル

うに配置し、移動床としてモデル化した。また、その残余の礫を堰堤の上流側約4mの位置に敷きならして設置した。これらの条件により、後方で貯めた水を一気に流下させることで石礫型の土石流を発生させた。

2.3 堰堤モデル

写真-1に、堰堤モデルを示す。堰堤モデルは、正面幅は水路幅に合わせて0.3m、高さ0.28mであり、前面部の左右にそれぞれ7個ずつ、合計14個のロードセルを設置する。堰堤モデル本体部に透過構造の受圧板を7個取り付けることにより、堰堤モデルに作用した荷重を高さごとに評価することが可能である。

2.4 実験ケース

満砂時を先行堆砂礫高100%として、先行堆砂礫高を0%（移動床のみ）、30%、50%、70%まで変化させ、合計4ケースについて各ケース5回ずつ計測した。なお、先行堆砂礫高30%、50%、70%で礫を敷き詰める高さは、写真-1にそれぞれ枠を表示しており、2段目、4段目中央付近、5段目の高さまで到達した高さである。

3. 実験結果

3.1 堰堤全体に作用する荷重

図-2に堰堤全体に作用する荷重～時間関係を示す。先行堆積礫高が異なる4種類において堰堤前面部が全体で受ける最大衝撃荷重の平均値 $P_{\max-a}$ は、それぞれ365N、341N、335N、284Nであり、先行堆砂礫が低いほど荷重が大きい傾向が見られる。このことによって、先行堆砂礫高が低いほど堰堤前面部で土石流の作

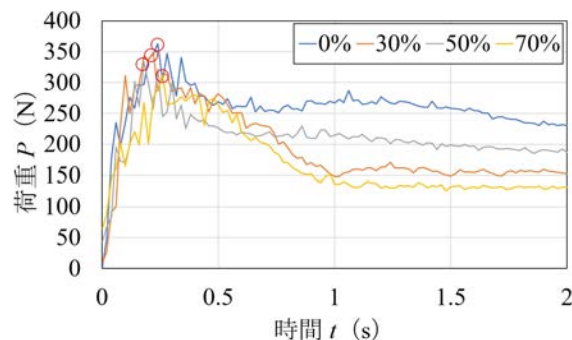


図-2 荷重～時間関係（堰堤全体）

キーワード 透過型砂防堰堤、土石流荷重、先行堆砂礫

連絡先〒239-8686 神奈川県横須賀市走 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL:046-841-3810 e-mail:s66014@nda.ac.jp

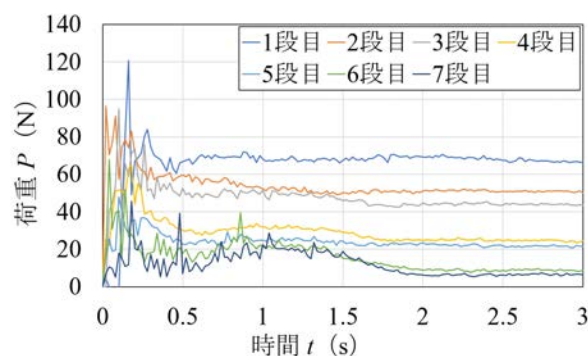


図-3 各段の荷重～時間関係（先行堆砂礫高 0 %）

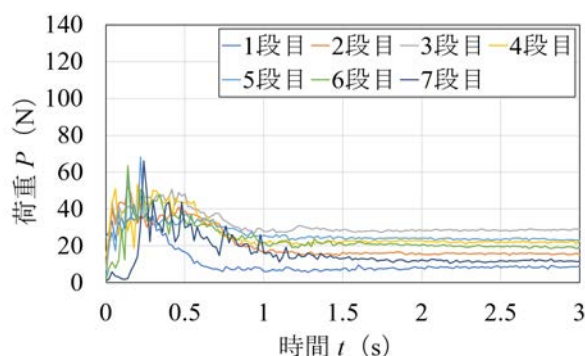


図-4 各段に作用する荷重～時間関係
（先行堆砂礫高 70 %）

用する面積が広いためであると考えられる。

3.2 各段に作用する荷重

図-3 に先行堆砂礫高 0 %において各段に作用する荷重～時間関係を示す。最初に最大衝突荷重を示すのは 2 段目であり、その瞬間を $t = t_0$ s とすると、続いて $t = t_0 + 0.02$ s で 1 段目、 $t = t_0 + 0.08$ s で 3 段目、 $t = t_0 + 0.16$ s で 5 段目、 $t = t_0 + 0.2$ s で 4 段目及び 6 段目、 $t = t_0 + 0.3$ s で 7 段目がそれぞれ最大衝突荷重となっている。

写真-2 に礫の運動形態を示す。それぞれの高さ方向に足して荷重が最大値荷重を示しているときであり、礫が 1 段目から 7 段目に向けせり上がるように衝突し、土石流が到達し最大衝突荷重に至ることが分かる。

3.3 先行堆砂礫の影響

図-4 に先行堆砂礫高 70 %において各段に作用する荷重～時間関係を示す。先行堆積礫高 0 %では 1 段目が衝突荷重および土石流衝突後の堆砂圧が最大であったが、図-4 に示す先行堆砂礫高 70 %では、先行堆砂礫高周辺における衝突荷重が最も大きい結果となった。これは、先行堆砂礫が敷設されているため、先行堆砂礫の上を土石流が通過したためであると考えられる。土石流衝突後の堆砂圧は 3, 4, 5 段目が大きいことが分かる。これらのことから、先行堆砂礫がある場合、土石流はその上を流下して堰堤に衝突するため、

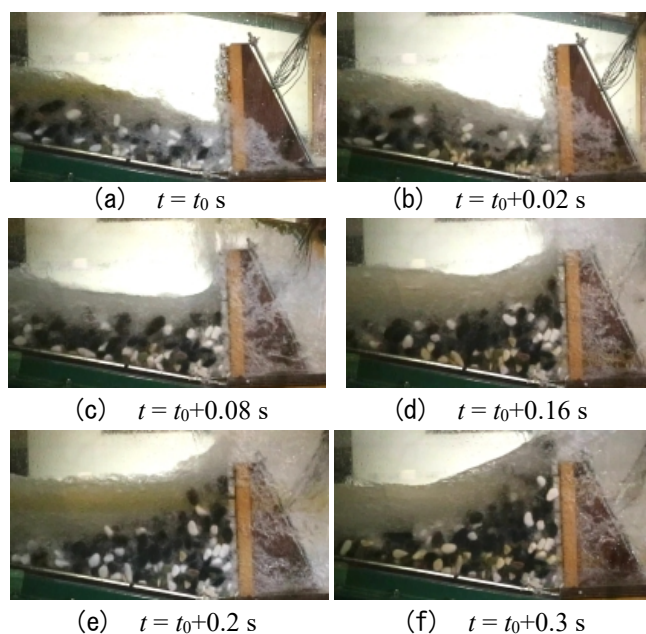


写真-1 礫の運動形態

堰堤上段部に大きな荷重を生起させるとともに、土石流衝突後では、先行堆砂礫は締めめられているため堆砂圧が大きくなる。

4. 結 論

本研究は、4 種類の異なる条件において、土石流が作用したときの荷重の変化について堰堤高さ方向に対して整理したものである。以下にその成果を示す。

- 1) 堰堤前面に作用する荷重は、先行堆砂礫高の影響によって、瞬間的な衝突荷重が小さくなることが分かった。
- 2) 先行堆砂礫の高さ周辺が、土石流衝突の最大を示す。これは、土石流が最初に衝突する高さに当たることが原因である。
- 3) 初期の堆砂礫状況によって、鋼製透過型砂防堰堤に作用する荷重が衝突位置によって変化することは、堰堤の弱点部における耐荷性の強化が推奨される。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 平松晋也，福山泰治郎，山田孝，逢坂興宏，中谷加奈，松本直樹，藤村直樹，加藤誠章，島田徹，久保毅，松尾新二郎，西尾陽介，吉野弘祐：平成 26 年 7 月 9 日長野県南木曾町で発生した土石流災害，砂防学会誌，Vol.67，No.4，pp.38-48，2014.