

樹根による透過型砂防堰堤の閉塞と後続土砂の捕捉に関する実験的検討

防衛大学校 ○香月 智, 立石龍平, 堀口俊行
 (一財) 砂防・地すべり技術センター 嶋 丈示
 砂防鋼構造物研究会 石川信隆
 政策研究大学院大学 水山高久

1 緒言

土石流の対策構造物として、透過型砂防堰堤がある。透過型砂防堰堤は、巨礫が流下する土石流の先頭部に集中することを利用して、巨礫により開口部を閉塞し後続流を捕捉するものである¹⁾。しかし、平成25年の伊豆大島土石流では、写真-1に示すように、透過型砂防堰堤における巨礫の捕捉が少ないにもかかわらず、多くの流木とともに後続流の土砂が捕捉された。これは、巨礫などにより開口部が閉塞し、後続流を捕捉するという、従来の土砂捕捉機構とは異なる機構で土砂が捕捉されている。筆者ら²⁾は、4種類に区別できる透過型砂防堰堤の捕捉形態のなかで、流木と土砂による捕捉形態について実験的に検討しているが、流木根の形状等の検討が必要である。

そこで本研究では、流木モデルの形状を改善したうえで、砂と流木混じり土石流における透過型砂防堰堤の土砂捕捉効果について実験的に検討するものである。

2 実験要領

2.1 実験装置

図-1に実験で用いた実験装置を示す。この実験装置は、勾配15°、流下長さ2.5m、幅0.3m、高さ0.5m、底面はステンレス製、側面はガラス製である。

2.2 流木モデル

写真-2に、実験で使用した流木モデルを示す。流木モデルは、材質が木材であり、直径6mm、流木長120mmである。樹根部の形状は、荻住の報告³⁾におけるスギの項を参考に、根をナイロン素材で作成した。また、樹根部と幹を分離したモデルを含めた、4種類の流木モデルを使用した。

2.3 土砂モデル

実験で用いた土砂モデルは、ほぼ均一な粒度分布を持つ平均粒径 $d_{50}=0.44\text{mm}$ 、比重2.56の珪砂5号を用いた。

2.4 実験条件

実験は、土砂と流木モデルを混合し、水路勾配15°の水路の上流に配置し、土砂を十分に湿潤状態にした後、流下させた。各ケースの実験後に、堰堤において捕捉した土砂と堰堤を通過した土砂の容積を計測し、土砂捕捉率 P_C を算出した。

$$P_C = \frac{V_C}{V_C + V_P} \quad (\%)$$

ここで、 P_C : 土砂捕捉率, V_C : 堰堤で捕捉した土砂の容積, V_P : 流下した土砂の容積

3 実験結果

図-2は、各実験条件における土砂捕捉率を示す。流量の増加に伴い、捕捉率が低下する。同一流量において、幹・根分離モデル、根モデルのみが土石流中に含まれると土砂捕捉率が上昇し、流下する土砂を捕捉している。

写真-3に、各実験条件における土砂の捕捉状況を示す。幹モデルや根付モデルは、土砂が河床に対して水平に堆積し、土砂が捕捉できていない。一方、幹・根分離モデルや根モデルは、土砂が水平に堆積して捕捉され、不透過型砂防堰堤の土砂堆積形状に近い形状となり、土砂を十分に捕捉している。



写真-1 伊豆大島における流木・土砂捕捉

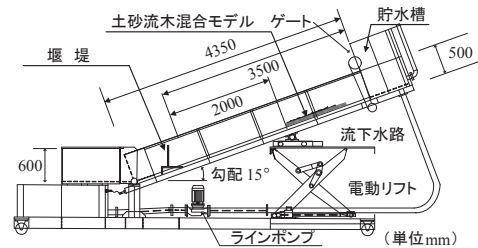


図-1 実験装置の概要

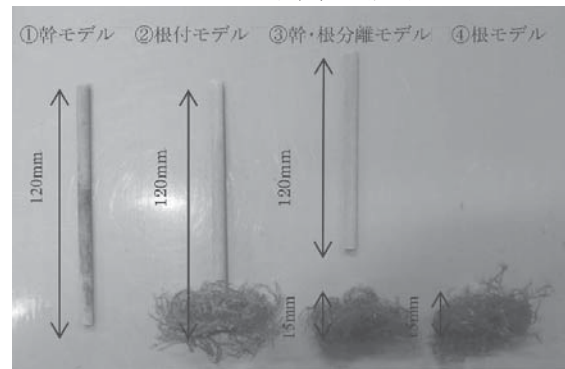


写真-2 流木モデル

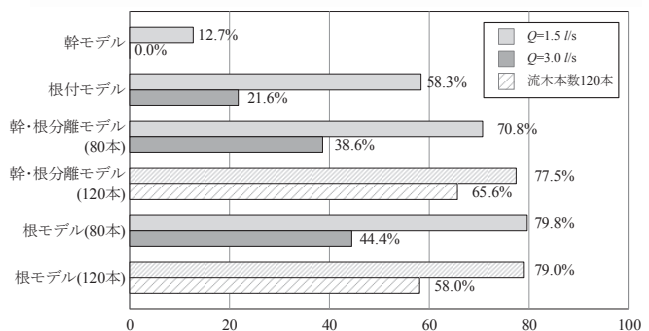


図-2 土砂捕捉率

写真-4 に、各実験条件における土砂の捕捉状況を示す。流木の堆積状況を比較すると、写真-4(a)の根付モデルでは流木が堰堤背後に広がって捕捉する。写真-4(b), (c)の幹・根分離モデル、根付モデルでは、堰堤背面に密に堆積するとともに、根が絡みあい流木間の間隔が狭くなっている。また、写真-4(b)の幹・根分離モデルでは、幹が堆積する箇所では、堆積した流木の間隔が広がっている。

写真-5 に、流量 $Q=1.5 \text{ l/s}$ 、幹・根分離モデルを流下させたときの、土砂の捕捉状況の時間変化を示す。土石流中を先行する流木が堰堤に衝突し開口部を閉塞するとともに、後続流によって堰堤背面に押し付けられて、密に堆積する。堰堤の空隙を瞬時に塞ぎ、不透過型と同様に流れを塞ぎ上げ、土砂を捕捉している。一方、写真-5(c), (d)では、時間が経過すると、幹が堆積している部分の周辺の土砂が流失し、間隔が大きくなっている。

4 結言

本研究で、得られた成果を以下に示す。

- 1) 幹のみおよび根付き流木では、土砂を捕捉することは困難であるが、幹と根が分離すると、土砂捕捉率が向上する。
- 2) 根同士が絡み合うことにより、堰堤の開口部に詰まり、開口部の閉塞をするとともに、砂が絡め取られ、後続土砂を捕捉する効果もある。
- 3) 幹が混在すると、樹根の堰堤開口部付近への集密化を妨げ、堆積した流木の間隔が大きくなるため、土砂捕捉率が低下する。

参考文献

- 1) 財団法人 砂防・地すべり技術センター 鋼製砂防構造物委員会編集：平成 21 年版鋼製砂防構造物設計便覧，エッセイプロ，2010。
- 2) 立石龍平，堀口俊行，香月智，嶋丈示，石川信隆，水山高久：鋼製透過型砂防堰堤の流木閉塞による土砂捕捉に関する実験的検討，平成 23 年度 砂防学会研究発表会概要集，A-80，2015.5。
- 3) 荻住昇：樹木の根の形態と分布，森林総合研究所研究報告，No.94，pp.1-19

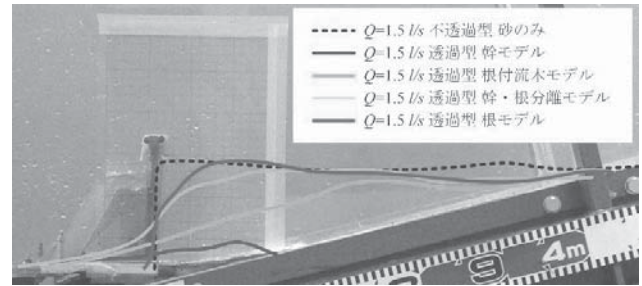


写真-3 $Q=1.5 \text{ l/s}$ における土砂最終堆積形状



(a) 根付モデル 80 本 ($P_c=58.3\%$)



(b) 幹・根分離モデル 80 本 ($P_c=70.8\%$)

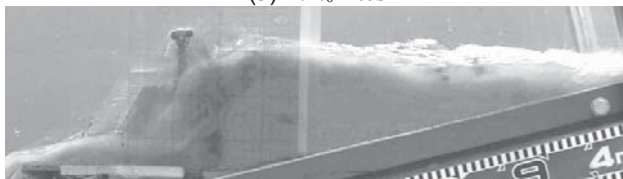


(c) 根モデル 80 本 ($P_c=79.0\%$)

写真-4 $Q=1.5 \text{ l/s}$ における土砂の捕捉状況



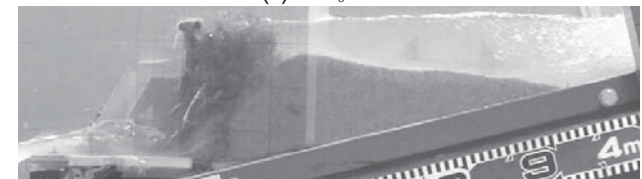
(a) $t=t_0+1.0\text{s}$



(b) $t=t_0+3.0\text{s}$



(c) $t=t_0+7.0\text{s}$



(d) $t=t_0+9.0\text{s}$

写真-5 $Q=1.5 \text{ l/s}$ 幹・根分離モデル (80 本) における土砂捕捉形状の時間変化 ($P_c=70.8\%$)