

建設省土木研究所 南 哲行、山田 孝
 筑波大学大学院農学研究科 ○土井 康弘
 筑波大学農林工学系 天田 高白

1. はじめに

山腹崩壊などにより大量に発生する流木は、土砂災害や洪水災害を拡大する一つの大きな要因であり、その挙動を把握することは対策を計画する上で重要である。一方土石流危険渓流にはすでに多くの不透過型砂防ダムが設置されているが、これらは土砂の捕捉を目的として設計されたものであり、流木の捕捉機能はほとんど解明されていない。しかし実際に流木対策を施していない不透過型砂防ダムにおいて大量の流木を捕捉した事例¹⁾があり、もし既設の砂防ダムの流木捕捉機能を精度よく評価できれば、効率的な流木対策計画を策定することができる。本研究は、満砂状態の不透過型砂防ダムに流木を伴う土石流が到達した時を想定して水路実験を行い、捕捉率を中心にその挙動を解析して今後の流木対策に活用することを目的とした。

2. 流木捕捉の事例

平成5年鹿児島県垂水市中俣地内流域で発生した流木災害の調査成果²⁾をもとに、不透過型砂防ダムにおける土砂・流木捕捉率を算出した結果を図-1に、それぞれのダムの諸元、堆砂状況、砂防ダム下流への土砂流出の有無、砂防ダム堆砂地内の流木堆積位置を表-1に示す。災害発生後も未満砂状態であった木場戸谷堰堤と粕場谷堰堤は、流木・土砂共に100%近い捕捉率を示している。災害発生前が未満砂で発生後満砂となった中俣川堰堤と中俣川左支川堰堤は、土砂捕捉率は80~100%と非常に高いものの流木捕捉率は20%以下と低い。災害発生前から満砂状態であった飛岡川上流堰堤において、土砂捕捉率は低かったものの流木捕捉率は80%近くを示している。

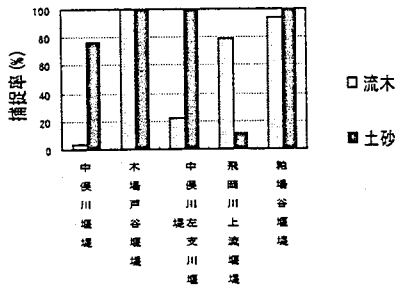


表-1 砂防ダムの諸条件

| 名称 | 堤高 (m) | 計画貯砂量 (m ³) | 完成年 | 堆砂状況 (発生前~後) | 砂防ダム下流 土砂流出 | 堆砂地内 流木位置 |
|----------|--------|-------------------------|-------|--------------|-------------|-----------|
| 中俣川堰堤 | 11 | 18,827 | 平成2年 | 未~満 | 有 | 接 |
| 木場戸谷堰堤 | 10 | 9,655 | 平成2年 | 未~未 | 無 | 離 |
| 中俣川左支川堰堤 | 10 | 5,697 | 平成2年 | 未~満 | 無 | 接+離 |
| 飛岡川上流堰堤 | 10 | - | 昭和57年 | 満~満 | 有 | 接 |
| 粕場谷堰堤 | 9 | 14,000 | 平成2年 | 未~未 | 無 | 接 |

*堆砂状況
 “未~満”: 災害発生前は未満砂で発生後満砂であった
 “未~未”: 災害発生前は未満砂で発生後も未満砂であった
 “満~満”: 災害発生前から満砂状態で発生後も満砂であった
 *堆砂地内流木位置
 接: 砂防ダムに接して堆積(明らかに水通しの閉塞や袖によって捕捉されたものとみなせるもの)
 離: 砂防ダムに接しないで堆砂地内に堆積

図-1 鹿児島県垂水市中俣地内流域での砂防ダムの流木・土砂捕捉率

3. 実験とその結果

3.1 実験の概要

実験装置の概要を図-2に示す。水路及び堆砂地を勾配17°に設置し、堆砂地には水路勾配の1/2(8.5°)となるようダム水通し高さまで土砂を敷き詰め、満砂状態とした。土砂の比重は2.62、粒度は95%粒径14.5mm、平均粒径6.1mmのものを用いた。模型の縮尺は1/50とし、実験に使用する土砂量・流木量は過去の実績³⁾に従い、それぞれ30,000cm³、600cm³とした。水路上流に土砂を敷いて流木モデルをランダムに挿し、上流から水を供給して土石流を発生させ、流木を含む土石流が満砂状態の不透過型砂防ダムに到達する状況を再現した。流木モデルは長さ・径の異なる3種類(表-2)を用意し、水通し幅より長い流木モデルが全体流木量に占める割合を変化させ、流木及び土砂の捕捉率を測定した。

3.2 堆砂地上での流木挙動パターン

土石流と共に流下してきた流木は土石流フロントに集中する傾向があり、まず流木が先に堆砂地に達し、その後土石流・流水の順に到達する。堆砂地内に入ると流速が落ちて流木は一旦堆砂地の中央付近で停止し、土砂は流木を覆うようにして堆砂地上に広がる。これ以降の流木の挙動は以下A~Dの4つのパターンに分

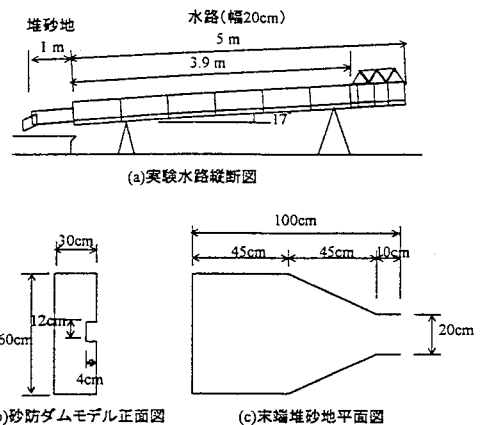


図-2 実験装置概略図

表-2 実験に使用した流木モデル

| 長さ (cm) | 直径 (cm) | (流木長さ) / (水通し幅) 比 |
|---------|---------|-------------------|
| 6 | 0.4 | 0.50 |
| 10 | 0.6 | 0.83 |
| 20 | 0.8 | 1.67 |

* 砂防ダム水通し幅: 12cm

類される。

A： 堆砂地上で停止した流木がそのまま堆積する。

B： 流木が水通しに到達し一旦流下断面を閉塞するが、やがて後続流に押されて流出する。

C： 流木が水通しに到達し、そのうち長い流木が左右両袖にかかり、水通しを閉塞して捕捉される。土砂も流木を覆い袖の高さまで堆積する。

D： 流木・土砂は後続流に押されて水通しから流出する。流木・土砂ともに捕捉率は低い。

3. 3 混入率の変化と流木・土砂捕捉率

予備実験の段階で砂防ダム水通し幅より長い流木が入ると流木捕捉率が上昇することが確認されたので、長い流木(20cm)の全体流量量に対する混入率(以下“混入率”という)を変化させ、流木・土砂捕捉率を通水流量別に測定した(図-3(a)~(c))。“混入率”が上昇すると流木・土砂捕捉率の上限値も上昇するが次第にその上昇率は弱まる。問題は“混入率”が高くて捕捉率の低い場合であり、流木捕捉率について3.2で分類したパターン別に整理した。通水流量が最大である2.3 l/sの時の結果を図-4に示すが、これによると“混入率”が比較的高くて捕捉率が高いのはCパターン、低いのはBパターンであり、これは流量が多い場合、長い流木が砂防ダム両袖にまたがって停止するかどうか捕捉率に強く影響することを示している。

3. 4 パターン別の通水流量と流木・土砂捕捉率

流木捕捉率に関与するのは長い流木の“混入率”だけでなく、土石流を発生させた流量も強い要因と考えられる。4つのパターン別に土砂捕捉率と流木捕捉率の関係を、図-5に示した。Aパターンの流木捕捉率は40~90%と比較的高いが、土砂捕捉率は5~100%とばらつきがある。Cパターンの流木捕捉率は40~95%、土砂捕捉率は20~60%を示し、比較的まとまっている。流木捕捉が期待できそうなAとCパターンを流量別に分類した。Aパターン(図-6(a))は通水流量が少ないほど土砂捕捉率は高いが流木捕捉率はあまり影響を受けていない。一方Cパターン(図-6(b))は通水流量が“2.3 l/s”と“1.7 l/s”の時しか発生しておらず、流量が少ないとこのパターンは見られない。

4. まとめ

以上限られた条件下ではあったが、満砂状態の不透過型砂防ダムによる流木・土砂の捕捉実験を行い、その挙動を解析した。その結果、流木が捕捉されることにより土砂捕捉率も上昇する傾向のあることが明らかになった。また堆砂地上での流木の挙動を分類し、流木捕捉率が高くなるのは堆砂地上に堆積する、長い流木が砂防ダム両袖にかかる、の2つのケースであることを確認した。今後は流木の質・発生流量量・生産土砂量・流量ハイドロを変化させた実験を行い、具体的な流木対策の立案を行っていきたい。

参考文献

- 1) 小山内信智、平松晋也、石川芳治 (1998)： 流木対策施設の効果と維持管理体制の現状、砂防学会誌 Vol.50, No6, pp48-51
- 2) 建設省九州地方建設局大隅工事事務所 (1994)： 国道 220 号流出土砂・流木量災害調査業務報告書 (平成 6 年 3 月)
- 3) 水山高久、石川芳治、福澤誠(1991)： 流木の運動・堆積機構と対策工に関する研究、土木研究所報告 第 183 号 pp.87-91
- 4) 建設省砂防部砂防課 (1990)： 流木対策指針 (案)

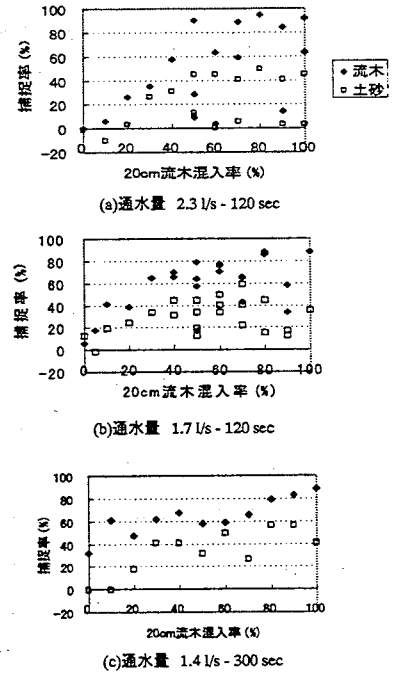


図-3 流木・土砂捕捉率と長い流木“混入率”

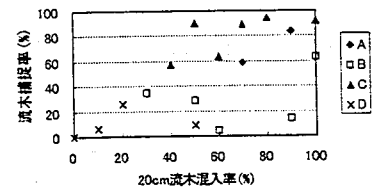


図-4 パターン別流木捕捉率と長い流木“混入率” (通水量 2.3 l/s - 20 sec)

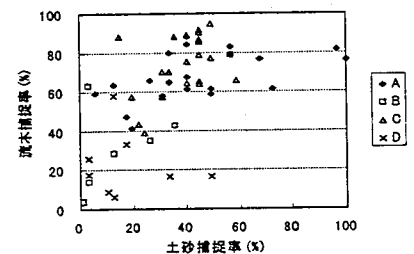
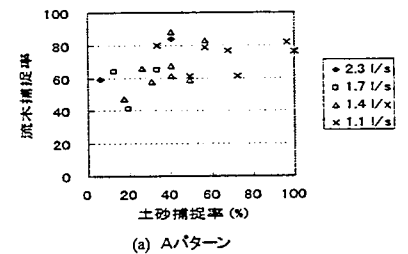
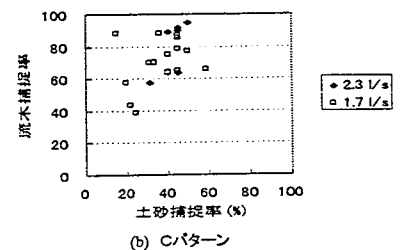


図-5 パターン別の流木捕捉率と土砂捕捉率



(a) Aパターン



(b) Cパターン

図-6 流量別の流木捕捉率と土砂捕捉率