

水平梁構造を持つ流木捕捉工開発のための実験的研究 —兵庫県宍粟市の災害現場を対象とした検討—

○京都大学	万田 純菜
三重大学 (現：三重県職員)	後藤 良太郎
信州大学 (元：三重大学)	堤 大三
京都大学	小杉 賢一朗

1. 緒論

近年、豪雨による土砂災害の被害と同時に、流木が下流部に流れ出す被害が顕在化している。中でも流木が橋梁を閉塞し、後続の土砂や水があふれ出して被害をもたらす事例が多く見受けられる。現在、流木を捕捉する施設としては、透過型砂防堰堤や、不透過型砂防堰堤の上下流部に設置される流木捕捉工などが挙げられる。しかし、捕捉工に流木と土砂が堆積してしまうと、それ以降の流木や土砂を捕捉する能力が低下してしまうという問題がある。そこで我々は鋼管製の梁を河川縦断方向に水平に設置し、流木のみを土砂から分離して捕捉する捕捉工の開発を行っている。この捕捉工によって、より効果的な流木対策が期待できる。これまで、捕捉工の梁間隔や流木モデルの長さ、投入密度、土砂流下が、流木捕捉率に及ぼす影響について、矩形の直線水路を用いて検討した。本研究では、この捕捉工を実際に橋梁閉塞が起きた河川での効果を検討するために、西日本豪雨の被害を受けた兵庫県宍粟市の高野川を対象としたモデル水路を用いた検証実験をおこなった。

2. 実験概要

実験水路は現地の1/100スケールを想定して作成した。実験装置概略側面図を図-1に示す。水路は上下流部に分かれており、上流部は長さ1.5m、深さ0.07m、幅0.08m、下流部は長さ1.65m、深さ0.035m、幅0.115mであり、どちらも直線・矩形型で、側壁はアクリル製、河床には平均粒径2mmの土砂を貼り付けて粗度を設けている。

傾斜角は現地の値を再現し上流部5°、下流部2°とした。捕捉工模型は①水平梁構造と②グリッド型の2種類を使用した。水平梁構造の本体はアルミ製ロッドで、下流側末端を木材に挿入し、水路上流端から1.5m、高さが河床面から4cmの位置が下端となるように水路に固定し、捕捉工模型全体が水平となるように設置した。ロッド部は梁が4本で長さ0.57m、直径4mm、木材部を含めた捕捉工模型の全長は0.6mで、ロッド間隔は20mmである。グリッド型の捕捉工模型はアルミ製で長さ8cm、高さ5cm、グ

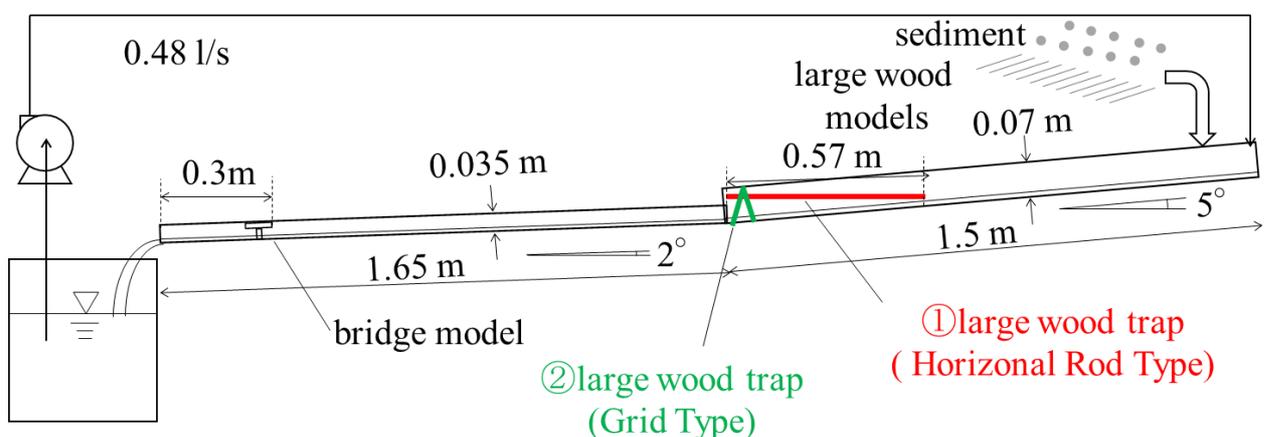


図-1 流木捕捉工の実験装置概略側面図

リッド間隔は 2 cm, 直径 3 mm, 水路上流端から 1.5 m の場所に設置した。流木モデルは直線型で均一形状であり, 竹製で直径 3 mm, 長さ $L_{dw} = 10, 8, 6, 4$ cm の 4 種類を各 50 本ずつ使用した。土砂は平均粒径 $d = 2$ mm のものを 500 g 使用した。水路下流端に貯水タンクを設け, 電動ポンプを使用して 0.48 l/s を連続的に給水した。流木モデルと土砂は, ベルトコンベアーを 3 種類の速度 (0.36, 0.17, 0.09 m/s) で作動させて, 水路上流端に投入した。橋梁閉塞率 R_c , 流木捕捉率 R_t , 土砂捕捉率 R_s は, それぞれ $R_c = n_c/n$, $R_t = n_t/n$, $R_s = m_s/m$ (n : 投入した流木モデル本数, n_c : 橋に引っかかった流木モデル本数, n_t : 捕捉工模型によって捕捉された流木モデル本数, m : 投入した土砂量, m_s : 捕捉工模型によって捕捉された土砂量) によって求めた。

実験条件を表-1 に示す。流木長と流木モデル投入密度, 土砂投入量を変化させ, ベルトコンベアー上に流木と土砂を設置する区間はそれぞれ 50 cm に固定した。これらすべての組み合わせで実験を行った。実験は同じ条件を 5 回繰り返し, R_c , R_t , R_s の平均値を求めた。

3. 実験結果

図-2a に実験①の結果を示す。流木長が 10, 8 cm のとき投入密度に関係なく橋に流木が引っかかり閉塞する様子が確認された。6 cm では 36 本/s の場合は閉塞が確認できたが, 9, 17 本/s の場合ではほとんど閉塞しなかった。また 4 cm ではどんな投入密度でもほとんど閉塞が見られなかった。次に図-2b, c に実験①~③ (投入密度 17 本/s) の比較をそれぞれ示す。

上流に設置した捕捉工によって流木が捕捉されるため, グリッド型と水平梁構造どちらの場合も閉塞率は下がった。図-2d に実験④⑤の土砂捕捉率の結果を示す。土砂捕捉率はグリッド型より水平梁構造のほうが低いことがわかる。土砂を捕捉せずに下流に流下させ, 捕捉工に堆積することを防いでいると言える。

4. 結論

橋の上流部に捕捉工を設置すると, 橋の閉塞率が下がることがわかった。また, 捕捉率のみに着目すると, グリッド型のほうが水平梁構造よりも捕捉率が高い結果となっている。しかし土砂を投入した場合, グリッド型は流木だけでなく土砂も捕捉してしまう一方で, 水平梁構造は土砂を流下させることで, 流木のみをより効率的に捕捉できる機能があることが示された。

表-1 実験条件

実験番号	①	②	③	④	⑤
捕捉工*	-	G	HR	G	HR
流木本数	50 本				
流木長	4, 6, 8, 10 cm			10 cm	
流木投入密度	38, 17, 9 本/s			17 本/s	
土砂	0 g			$d = 2$ mm, 500 g	

* G: グリッド型捕捉工, HR: 水平梁捕捉工

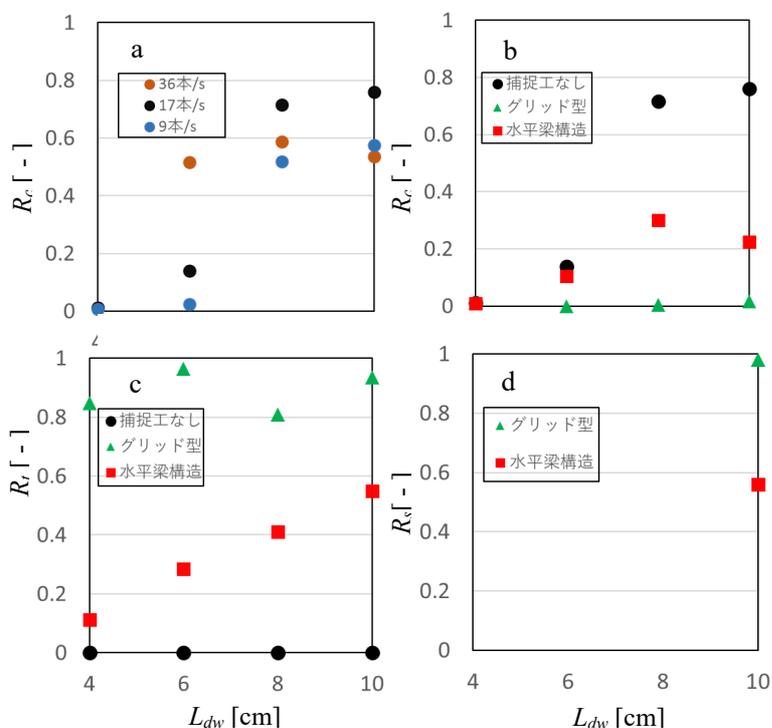


図-2 実験結果, a: 橋梁閉塞率, b*: 橋梁閉塞率, c*: 流木捕捉率, d*: 土砂捕捉率 (*流木投入密度 17 本/s)