

流木による橋梁閉塞における河川氾濫対策工の基礎的研究

防衛大学校 学生会員 ○仲田清夏, 小泉香那子 正会員 堀口俊行
三重大学 正会員 堤 大三

1 緒 言

近年の自然災害には、巨礫や土砂とともに大量の流木が含まれる流木混じり土石流がある。流木は、比重が水より軽く、浮遊して流下してくるため、土石流の先頭部に集中して流下してくる。そのため、透過型砂防堰堤の捕捉後の景況を見ると、鋼管の間隙に多くの流木が捕捉されている¹⁾。

ところで、大量の流木が流下すると、不透過型砂防堰堤では、浮遊している流木を捕捉できずに下流の河川まで流下させていることが報告されている。このことで、保全地区にまで到達して勾配の緩やかな河川に掛かっている橋梁に多くの流木が集まることで閉塞し、土砂や水がそのまま下流に流下せずに氾濫に繋がっている事例が見られる。そのため、流木のみを除去して水の流れを閉塞するための対策工が提案されている²⁾。古川ら³⁾は、水平梁構造における流木の捕捉景況を実験的に検討し、流木の長さや捕捉工間隔の影響や流木の流れ方によって捕捉率が大きく異なることを示した。しかし、流木の形状や捕捉工間隔におけるパラメータを検討する余地が残されている。

そこで本研究は、河川氾濫対策工の一環として水平梁構造における流木の捕捉景況を、流木の幹のみと根付きモデルを流下させることにより、捕捉率でその効果を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 に示す実験水路を用いて行う。実験の水路は、長さ 4.3 m、幅 0.3 m、高さ 0.5 m の直線水路である。下流部に水平梁構造の捕捉工を設置して、捕捉工間隔および水路に流す流木モデルの形状、本数を変化させることで流木挙動や捕捉率を整理する。

2.2 流木モデル

写真-1 に、実験で使用する流木モデルを示す。本実験では、幹や根が及ぼす捕捉効果の影響を調べるため、形状の異なる 3 種類の流木モデル（幹モデル、根付きモデル I、根付きモデル II）を作成した。いずれの流木モ

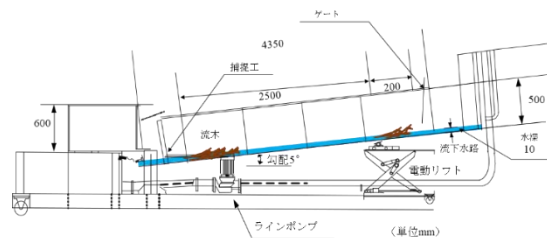


図-1 実験水路

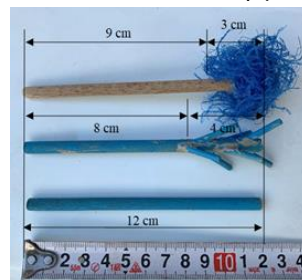


写真-1 流木モデル

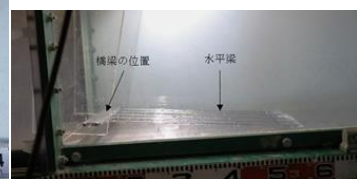


写真-2 水平梁捕捉工

表-1 実験項目

		内 容				
比較 項目	捕捉工間隔(mm)	30		35		42
	流木形状	流木		根付流木I	根付流木II	
	投入本数(本)	20	40	60	80	100
その他	流木長(mm)	120				

デルも直径 $\phi = 6$ mm、長さ $l = 120$ mm である。

2.3 水平梁捕捉工

写真-2 に、水平梁捕捉工の全体の様子を示す。水平梁捕捉工を固定するために、水路底面から 40 mm の場所に穴を開けた土台を設置した。水平梁捕捉工は、直径 4 mm、長さ 450 mm のアルミ製の丸鋼である。この捕捉工間隔 w は 30, 35, 42 mm の 3 種類とした。3 種類の捕捉工間隔に対応する水平梁の本数は 5, 6, 7 本である。水平梁捕捉工は、先端をテープで水路に固定することで、水流による浮き上がりを無くした。水路と水平梁捕捉工は水路両側面とアクリル板をクランプで固定した。

2.4 投入方法

実験水路に設置した水平梁捕捉工の端部から上流側へ 2.5-2.7 m の位置に、高さ 50 cm の地点から流木モデルを落下させて配置し、下流側に設置されている水平梁捕捉工モデルへ流木モデルを流す要領である。

2.5 実験ケース

表-1 に、実験ケースを示す。捕捉工間隔および流木

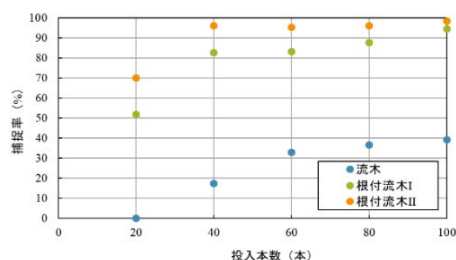
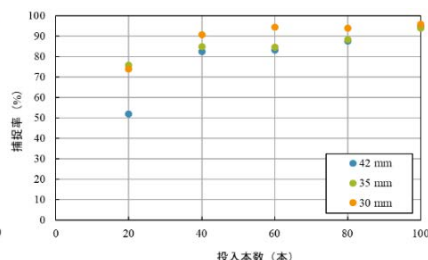
図-2 捕捉率～投入本数 ($L=42$ mm)

図-3 捕捉率～投入本数 (根付流木 I)

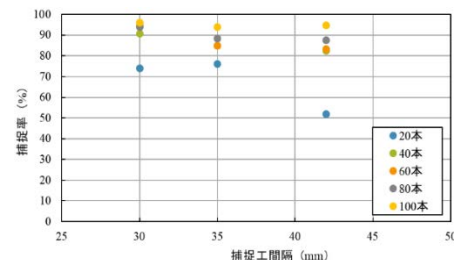


図-4 捕捉率～捕捉工間隔 (根付流木 I)



写真-3 流下過程 (捕捉工間隔 30 mm, 流木 100 本)



写真-4 最終形状

形状, 本数をそれぞれ変化させ, 計 45 通りを各ケース 5 回ずつ実施した。

3. 実験結果

3.1 捕捉率

3.1.1 流木形状の影響

図-2 に, 幹モデル, 根付流木モデル I, II の 3 種類で変化させ捕捉工間隔 $w = 42$ mm 時の捕捉率について示す。いずれの結果においても, 根付流木モデル I, II の方が幹モデルと比較して捕捉率が高い。これは, 捕捉される際に根付流木モデルの方が絡みやすく, 捕捉工を通過するには, 流木が個々に流下する必要があるためである。

3.1.2 捕捉工間隔

図-3 に, 捕捉工間隔 $w = 30, 35, 42$ mm で変化した根付流木モデル I の捕捉率を示す。捕捉工間隔が広がると徐々に捕捉率が低くなる。また, 流木を流す本数が多くなるほど捕捉率が上昇する。一方で, 捕捉される量が多くなりすぎると流下を促す機構が失われる可能性もあるため今後検討が必要である。

3.1.3 投入本数

図-4 に, 捕捉工間隔および流木形状を揃えて, 投入本数を変化させた時の捕捉率について示す。流木モデルにおいては同じ捕捉工間隔で同じ形状の流木モデルを使用した時に, 流木本数が増加すれば捕捉率も上昇する。

3.2 捕捉過程

写真-3 に, 捕捉工間隔 $w = 30$ mm, 幹モデル $n = 100$ 本の実験結果を示す。写真-3(a)のように, 上流側から流れてきた流木が一気に捕捉工に到達し, 捕捉されている。一方で, 流下したときに流木の流れる姿勢が流下方向に対して平行の時は捕捉されずに, そのまま流下している。写真-3(a)は, 流木が水平梁捕捉工に到達している。写真-3(b)は, 一気に流下してきた流木が捕捉されていることが分かる。写真-3(c)は, 流木が捕捉された以降も後続が流下している景況を示している。また, 集団で流下してきたものから遅れた流木は, 流れてきた流木の姿勢によって捕捉されずに流下している。よって, この水平梁捕捉工は, 橋梁閉塞の要因となり得る大量の流木のみを捕捉して, 流下できる流木はそのまま流下していることが分かる。

4 結 言

本研究では, 水平梁捕捉工を用いて大量の流木を流下させることで, 形状や本数の影響で捕捉率にあたえる効果について検証したものである。

そこでは, 水平梁捕捉工間隔の狭さ, 流木の複雑な形状は, 捕捉率に大きく影響を与えることが分かった。今後は, 流木の流れ方や流木形状の影響について解析的に検討して, 流木の捕捉について詳細なデータを整理していく。

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, vol.63, No.5, pp.43-46, 2011.
- 2) 武藤弘典, 堤大三, 古川真由子, 内田太郎, 鈴木拓郎, 堀口俊行: 新たな流木捕捉工の開発のための急勾配水路実験による基礎的研究, 砂防学会誌, Vol.73, No.6, pp.19-26, 2021.
- 3) M.Furukawa, D. Tsutumi, M. Hironori, T.Uchida, T. Suzuki, T. Horiguchi: Flume Experiments Evaluating the Efficacy of a Large Wood Trap Featuring Horizontal Rods, Water 2021, Vol.13, pp.1837-1852, 2021.