

流木捕捉工の捕捉効果に及ぼす流木形状の影響

防衛大学校 学生会員 ○渋谷 一 正会員 香月 智
 砂防鋼構造物研究会 非会員 大隅 久 フェロー 石川信隆

1 緒言

流木捕捉工の捕捉事例においては、写真-1に示すように丸太形状だけでなく、根付き流木が多数見受けられる。しかし、既往研究においては根付き流木の捕捉に関する研究はほとんど見当たらない。

そこで本研究は、流木捕捉工による捕捉について、流木形状を変化させた実験を行い、捕捉効果に及ぼす影響について検討する。そのうえで、流木形状の影響を考慮した捕捉率推定式について検討を行ったものである。



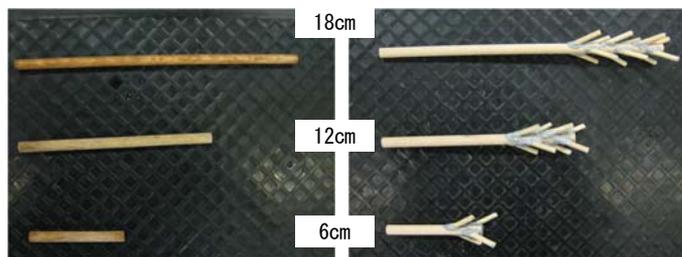
写真-1 根付き流木の捕捉事例

2 実験概要

2.1 実験条件

実験に用いた水路は、幅 0.3m、高さ 0.5m、長さ約 4m である。実験においては水路勾配 3° で固定した。

写真-2に、実験に用いた根なし流木および根付き流木を示す。根なし流木は直径 6mm、長さ 6、12、18cm の木製円柱を用いた。根付き流木は、木材の端部に直径 3mm の竹を接着したものであり、6、12、18cm に対し、それぞれ 4、8、12 本の根が接着されている。



(a) 根なし流木 (b) 根付き流木

写真-2 流木模型

実験に用いた流木捕捉工模型は、直径 10mm の円柱形の木材を垂直に立てたもので、高さは 60mm である。

2.2 実験ケース

表-1に実験ケースを示す。本実験は、フルードの相似則を適用し、1:50 の縮尺で設定した。本実験では、「長さが一様な流木群の捕捉実験」(シリーズ I) と「長さが混在する流木群の捕捉実験」(シリーズ II) の 2 種類の実験を行った。

表-1 実験ケース

| シリーズ | W/ℓ_{max} | 最大流木長 ℓ_{max} (cm) | 平均流木長 ℓ_{mean} (cm) | 根 | ケース数 |
|------|----------------|-------------------------|--------------------------|------------|------|
| I | 1/3 | 6 | 最大流木長と同じ | 根なし 根付き | 18 |
| | 1/2 | 12 | | | |
| | 3/4 | 18 | | | |
| II | 1/5 | 18 | 8 | 根なし 根付き | 24 |
| | 1/3 | | 10 | | |
| | 1/2 | | 12 | | |
| | 3/4 | | | | |

3 実験結果

3.1 シリーズ I 「長さが一様な流木群の捕捉実験」

写真-3に、流木長 $\ell_{max}=12\text{cm}$ 、間隙最大流木長比 $W/\ell_{max}=1/2, 3/4$ における、根なし流木と根付き流木の捕捉状況を示す。まず、根なし流木は、 $W/\ell_{max}=1/2$ では 45% 捕捉されているものの、 $W/\ell_{max}=3/4$ では 1 本しか捕捉されていない。一方、根付き流木は、 $W/\ell_{max}=1/2$ では 97%、 $W/\ell_{max}=3/4$ では 88% 捕捉されており、間隙最大流木長比 W/ℓ_{max} の増加に伴い捕捉本数が減少しているものの、根なし流木に比して減少傾向は小さい。また、根付き流木の捕捉された塊は、その体積が大きくなっている。これは、根なし流木は直円柱であるために、互いのすべり抵抗が小さく、密に詰まった塊を形成できるが、根付き流木の場合は、互いのすべり抵抗があるだけでなく、根が絡まることにより連結部で曲げモーメントが伝達できる構造が形成され、流水の

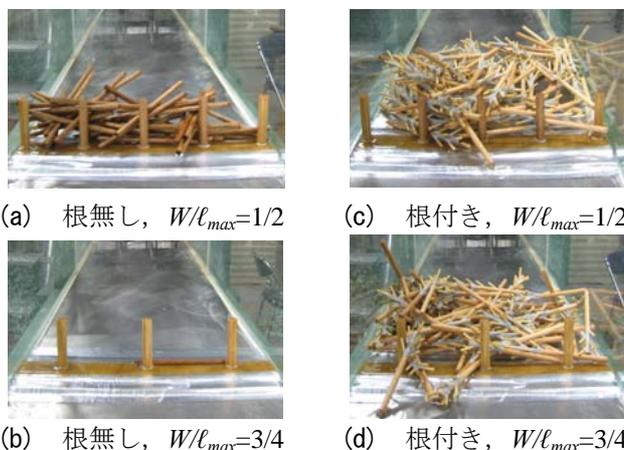


写真-3 流木の捕捉状況 (シリーズ I, $\ell_{max}=12\text{cm}$)

キーワード 流木, 根付き流木, 流木捕捉工

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL : 046-841-3810

E-mail : g47049@nda.ac.jp

圧力に耐えうる構造となり、堆積塊が大きくなるためである。

図-1に平均捕捉率と間隙最大流木長比 W/ℓ_{max} の関係を示す。根なし流木では、流木長 6cm の場合は、 $W/\ell_{max}=1/3, 1/2, 3/4$ のいずれにおいても捕捉率は零である。しかし、流木長 $\ell_{max}=12, 18\text{cm}$ の場合は、間隙最大流木長比 W/ℓ_{max} の増加に伴う捕捉率の減少傾向が見受けられる。

一方、根付き流木では、どの流木長においても根なし流木に比して一様に捕捉率が上昇している。これは前述のように根が絡まるためである。また、流木長 6cm の場合は間隙最大流木長比 W/ℓ_{max} の増加に伴う捕捉率の減少傾向が強く表れているものの、流木長 12, 18cm の場合には、 $W/\ell_{max}=1/3, 1/2, 3/4$ のいずれにおいても、85~95%と高い捕捉率を示している。

3.2 シリーズII「長さが混在する流木群の捕捉実験」

写真-4に、平均流木長 $\ell_{mean}=12\text{cm}$ 、間隙最大流木長比 $W/\ell_{max}=1/3, 1/2$ における、根なし流木と根付き流木の捕捉状況を示す。まず、根なし流木は、 $W/\ell_{max}=1/3$ では30%捕捉されているが、 $W/\ell_{max}=1/2$ では4%しか捕捉されていない。一方、根付き流木は、 $W/\ell_{max}=1/3$ では75%、 $W/\ell_{max}=1/2$ では64%捕捉されており、シリーズIと同様、 W/ℓ_{max} の増加により捕捉本数はやや減少しているが、大半は捕捉されている。

図-2に平均捕捉率と間隙最大流木長比 W/ℓ_{max} の関係を示す。これより、流木長にかかわらず、 W/ℓ_{max} の増加に伴い捕捉率が減少していることがわかる。

4 捕捉率推定式の提案

著者らは、流木捕捉率について次式¹⁾(以下、捕捉率推定式と呼ぶ)を提案している。

$$\begin{cases} P_c \approx 1.0 & (I_{(n)} \leq 0.8) \\ P_c = \log(8/I_{(n)}) & (0.8 \leq I_{(n)} \leq 8) \\ P_c \approx 0.0 & (I_{(n)} \geq 8) \end{cases} \quad (1)$$

$$I_{(n)} = Fr \frac{hW_o^2}{d\ell_{mean}} \quad (2)$$

ここで、 $I_{(n)}$: 捕捉率支配指標, Fr : フルード数, h : 水深, W_o : 捕捉工柱材の外側間隔, d : 流木直径, ℓ_{mean} : 平均流木長である。

図-3に、全実験結果の捕捉率~捕捉率支配指標関係を示す。捕捉率推定式は、根なし流木の捕捉率と捕捉率支配指標の関係をよく表現できている。しかし、根付き流木のケースでは、各実験値は捕捉率支配指標と概ね平行する形で指標の増加に伴う捕捉率の減少傾向があるものの、推定式よりも実験値の捕捉率が大きくなっている。これは、式(1), (2)を導出した実験において根の影響が考慮されていなかったためである。

そこで、以下の修正式を提案する。

$$I_{(n)} = Fr \frac{hW_o^2}{d_s \ell_{mean}} \quad (3)$$

ここで、 $I_{(n)}$: 修正捕捉率支配指標, d_s : 根を含む流木

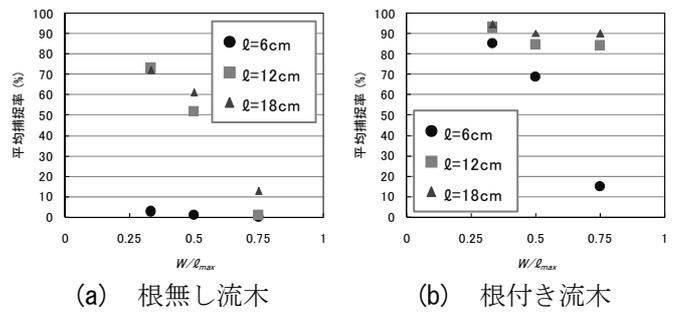


図-1 捕捉率~ W/ℓ_{max} 関係 (シリーズI)

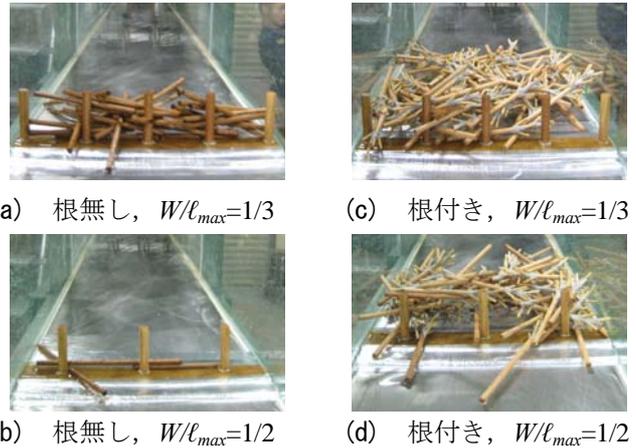


写真-4 流木の捕捉状況 (シリーズII, $\ell_{mean}=12\text{cm}$)

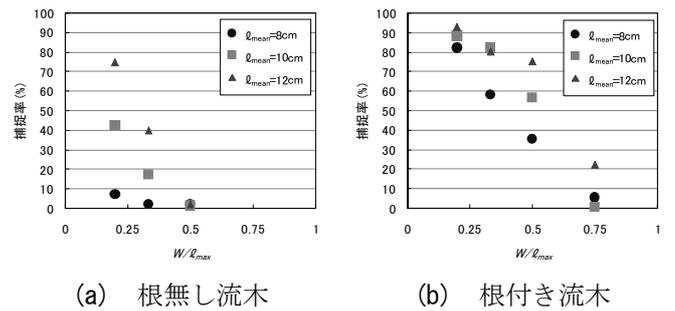


図-2 捕捉率~ W/ℓ_{max} 関係 (シリーズII)

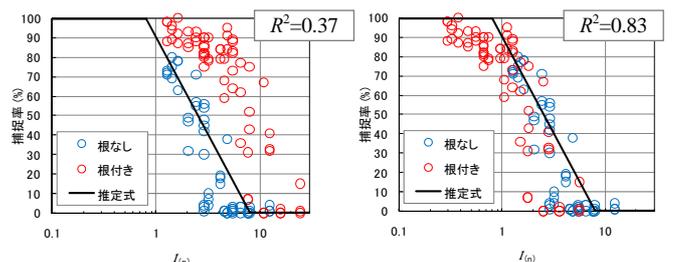


図-3 捕捉率~支配指標 $I_{(n)}$ 関係

図-4 捕捉率~修正支配指標 $I_{(n)}$ 関係

直径である。

図-4に、本提案式による、全実験結果の捕捉率と修正捕捉率支配指標の関係を示す。これより、本提案式により、根付き流木の影響を含めた捕捉率の変化傾向を推定できている。

参考文献

1) 西田政隆, 渋谷一, 香月智, 大隅久: 流木捕捉工による流木長の混在する流木群の捕捉性能に関する実験的研究, 第36回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, I-59, 2009.3