

流木形状が流木捕捉工の捕捉性能に与える影響

防衛大学校 学生会員 ○長島 啓太 渋谷 一 正会員 香月 智
日鐵住金建材 非会員 大隈 久

1 緒言

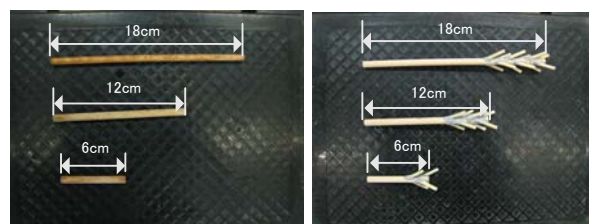
流木捕捉工の設計基準は、捕捉工間隔 W と最大流木長 l_{max} の比 W/l_{max} を $1/2$ 以下とするよう、指針¹⁾により定められている。

この流木捕捉工に関しては、水山ら²⁾の砂防ダム上に設置される各種の流木止スクリーンを用いた実験、および流木捕捉率に関する推定式の研究や、西田ら³⁾の河床上に直接、単独設置される流木捕捉工の実験研究がある。これらの研究は、いずれも直円柱の流木を用いているが、写真-1に示すように、現地では、根付き流木が多数見受けられ、これらが絡まって捕捉されている。

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、流木捕捉工の捕捉性能に与える影響について検討を行ったものである。



写真-1 流木捕捉状況



(a) 根無し流木 (b) 根付き流木

写真-2 流木試料

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、実験に用いた根無し流木及び根付き流木を示す。流木試料は直径 6mm で、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。

実験に用いた流木捕捉工モデルは、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

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 に実験ケースを示す。

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	全ケース数
I	1/3	18	最大流木長と同じ	根無し 根付き	18
	1/2	12			
	3/4	6			
II	1/5	18	12	根無し 根付き	24
	1/3		10		
	1/2		8		
	3/4				

の堆積状況から、根が互いに絡み合うことで、流木塊が形成されやすくなるためであることがわかる。

図-1 に捕捉率 $P_c \sim W/l_{max}$ 関係を示す。根無し流木は、 $l_{max}=6\text{cm}$ ではいずれの W/l_{max} においてもほとんど捕捉されていないが、 $l_{max}=12, 18\text{cm}$ では W/l_{max} が大きくなると概ね線形的に捕捉率が下がっていることがわかる。一方、根付き流木は、 $l_{max}=6\text{cm}$ では W/l_{max} が大きくなると概ね線形的に捕捉率が下がっているものの、 $l_{max}=12, 18\text{cm}$ では W/l_{max} によらず捕捉率は高くまとまっている。また、根無し流木と根付き流木を比較すると、いずれの流木長においても、根付き流木の捕捉率は高くなっている。これは、写真比較において考察した通り、根による絡み合いが、流木塊の形成を促進するためである。

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、 $l_{mean}=12\text{cm}$ 、 $W/l_{max}=1/3, 1/2$ における根無し流木と根付き流木の捕捉状況をそれぞれ示す。まず、根無し流木は、 $W/l_{max}=1/3$ では 30% 捕捉されてい

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、 $l_{max}=12\text{cm}$ 、 $W/l_{max}=1/2, 3/4$ における根無し流木と根付き流木の捕捉状況をそれぞれ示す。まず、根無し流木は、 $W/l_{max}=1/2$ では 45% 捕捉されているものの、 $W/l_{max}=3/4$ では 1 本しか捕捉されていない。一方、根付き流木は、 $W/l_{max}=1/2$ では 97%、 $W/l_{max}=3/4$ では 88% 捕捉されており、根無し流木のような、 W/l_{max} の増加に伴う、捕捉率の大きな減少は見られない。

根無し流木と根付き流木を比較すると、根付き流木の方が多くの流木が捕捉されている。これは、写真-3

キーワード 流木捕捉工、根付き流木、捕捉性能

連絡先 〒239-0811 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL:046-841-3810(内 3518)

るが、 $W/l_{max}=1/2$ では4%しか捕捉されていない。一方、根付き流木は、 $W/l_{max}=1/3$ では75%、 $W/l_{max}=1/2$ では64%捕捉されており、シリーズⅠと同様、根無し流木のような W/l_{max} の増加に伴う捕捉率の減少傾向は見受けられない。

根無し流木と根付き流木を比較するとシリーズⅠと同様に、いずれの流木長においても、捕捉率は明瞭に向上している。

図-2 に捕捉率 $P_c \sim W/l_{max}$ 関係を示す。根無し流木は、 $l_{mean}=8\text{cm}$ では、いずれの W/l_{max} においてもほとんど捕捉されていないが、 $l_{mean}=10, 12\text{cm}$ では W/l_{max} が大きくなると概ね線形的に捕捉率が下がっている。根付き流木は、いずれの l_{mean} においても W/l_{max} が大きくなると捕捉率が下がっていることがわかる。

シリーズⅠとⅡを比較すると、長さが一様なシリーズⅠの、根付き流木における $l_{max}=12, 18\text{cm}$ では、 W/l_{max} によらず捕捉率が高くまとまっているが、長さの混在するシリーズⅡでは、 W/l_{max} の増加により捕捉率が減少している。これは、 $l_{max}=18\text{cm}$ に固定し、短、中、長の流木を混在させているため、間隔が広くなることにより短い流木が通過しやすくなるためである。

3.3 捕捉率推定式の提案

西田らは、流木捕捉率について次式³⁾(以下、西田式と呼ぶ)を提案している。

$$\begin{cases} P_c \doteq 1.0 & (I_{(n)} \leq 0.3) \\ P_c = \log(3/I_{(n)}) & (0.3 < I_{(n)} < 3) \\ P_c \doteq 0.0 & (3 \leq I_{(n)}) \end{cases} \quad (1)$$

$$I_{(n)} = Fr \frac{h W_o^2}{d l_{mean}^2} \sqrt{\frac{h}{H}} \quad (2)$$

ここで、 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、 H ：捕捉工高さ。

図-3 に、全実験結果の捕捉率 $\sim I_{(n)}$ 関係を示す。西田式は、根無し流木の捕捉率と $I_{(n)}$ 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、各実験値は西田式と概ね平行する形で $I_{(n)}$ 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。

そこで、以下の修正式を提案する。

$$I'_{(n)} = Fr \frac{h W_o^2}{d_s l_{mean}^2} \sqrt{\frac{h}{H}} \quad (3)$$

ここで、 d_s ：根を含む流木直径。

図-4 に、本提案式による、全実験結果の捕捉率 $\sim I'_{(n)}$ 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) 国土交通省砂防部，国土交通省国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策

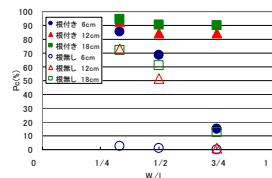
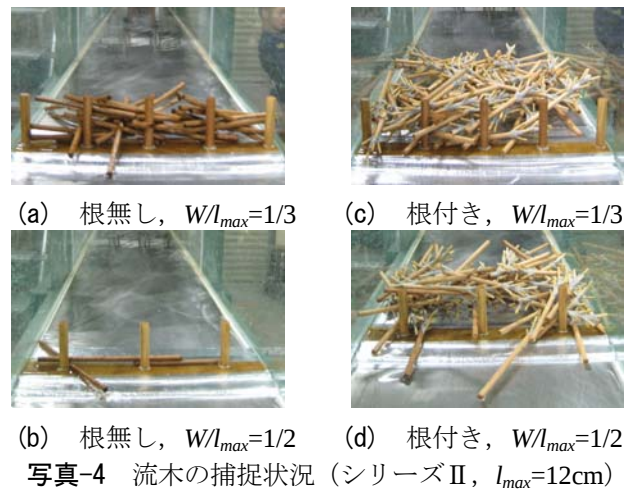
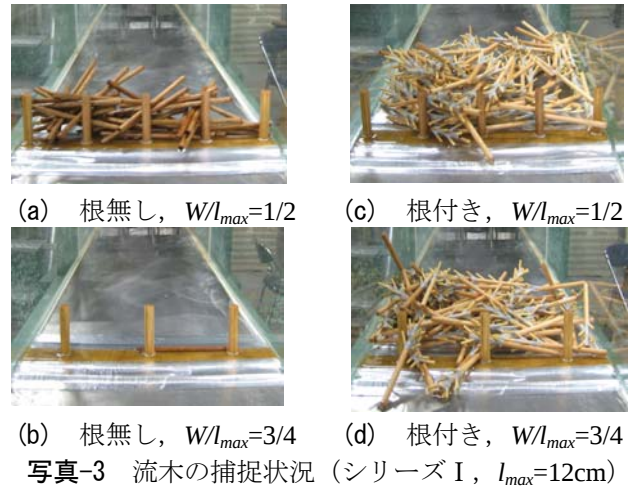


図-1 $P_c \sim W/l_{max}$ 関係 (シリーズⅠ)

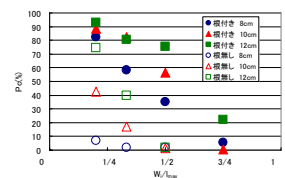


図-2 $P_c \sim W/l_{max}$ 関係 (シリーズⅡ)

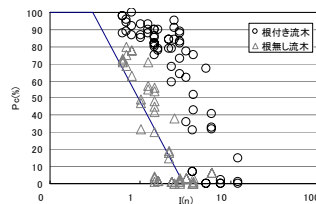


図-3 $P_c \sim$ 西田式関係

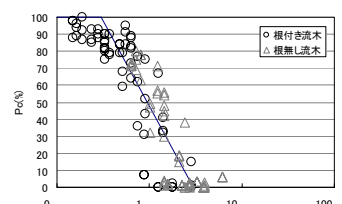


図-4 $P_c \sim$ 提案式関係

編) 及び同解説 土石流・流木対策設計技術指針及び同解説, 2007.11

- 2) 水山高久, 石川芳治, 矢島重美: 透過型砂防ダムによる流木捕捉効果, 土木技術資料, vol.30, No.11, pp.47-52, 1988
- 3) 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