

流木捕捉工による流木捕捉状況に関する実験的研究

砂防鋼構造物研究会 ○大隅 久 石川信隆
 防衛大学校 渋谷 一 香月 智
 京都大学大学院 水山高久

1. 緒言

現行設計指針¹⁾では、図-1 に示すように流木捕捉工の設計高さは堰上げ前の水深 h_u に堰上げ高さ Δh_d と流木径 d の2倍を加えた高さとする、定められている。このときの堰上げ高さ Δh_d は流木が捕捉される前の水深を算定したもので、また、流木径の2倍を余裕代と見込む考え方についてもその根拠が明確になっていない。そこで、流木捕捉後の水深、流木堆積高さについて調べるため、流木捕捉工による流木捕捉状況について模型実験による基礎的な考察を試みた。

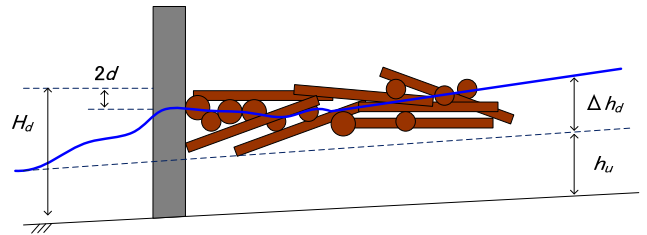


図-1 流木捕捉工の高さ

表-1 模型諸元

項目		実物	模型
捕捉工	捕捉工間隔比 W/l	1/5	1/5
	高さ H	5 m	10 cm
	直径 D	50 cm	10 mm
流木	直径 d	15 cm	3 mm
	投入要領	100 本/35 秒	100 本/5 秒

表-2 実験ケース

水路勾配 θ (°)	流量 Q (l/s)	流木長 l (cm)	流下本数 n (本)	ケース数
1	2.2	6	100	36
		12	200	
3	4.4	18	400	

2. 実験概要

2.1 実験条件

実験水路は、水路幅 0.3m、長さ約 4m の矩形水路で、流木模型は、表-1 に示すように直径 d が 3mm で、長さ l が 6, 12, 18cm の木製円柱を用いた。また、捕捉工模型は、直径 1cm の円柱形の木材を垂直に立てた。捕捉工高さは、実験中に越流しない十分な高さを確保するため、10cm とした。また、捕捉工間隔 W は、最大流木長 l との比 $W/l=1/5$ として設定した。

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。表-2 に実験ケースを示す。本実験では、掃流区間の流木捕捉時の堆積高さに関する検討を行うため、水路勾配を 1° (常流) と 3° (射流) の 2 種類、流量を 2.2l/s と 4.4l/s の 2 種類、流木長を 3 種類、流下本数を 3 種類の合計 36 ケースで、各ケース 3 回ずつ計測を行った。

2.3 計測項目

実験では、図-2 に示す捕捉後水深 h_w および流木堆積高さ h_a を計測した。ここで、捕捉後水深 h_w とは流木捕捉後の捕捉工直上流部における水深のことである。また、流木堆積高さ h_a とは、捕捉工に捕捉されて堆積する流木塊のうち、最も高い流木の重心点を計測したものである。

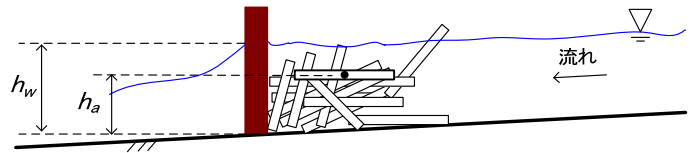


図-2 流木捕捉時の測定項目

3. 実験結果および考察

3.1 流木流出前の検証実験

図-3 は、初期水深 h_0 と捕捉工間隔 W との関係を示したもので、捕捉工間隔が広がっても初期水深はあまり変化がないが、流量が増すにしたがって、初期水深が大きくなっていることが確認される。

3.2 流木捕捉前の堰上げ高さ

図-4 は、流木捕捉前の堰上げ高さの実測値 Δh_m と捕捉工間隔 W との関係を示したもので、理論的には捕捉工間隔が広がると堰上げ高さが小さくなるが、実験では流量の少ない場合は小さくなっているものの、流量が多い場合は堰上げ高さはあまり変わらない。また、勾配での関係では大きく影響されている。

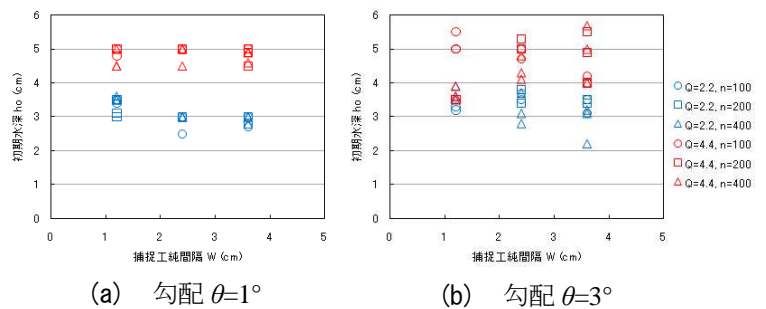


図-3 初期水深 h_0 ～捕捉工間隔 W 関係

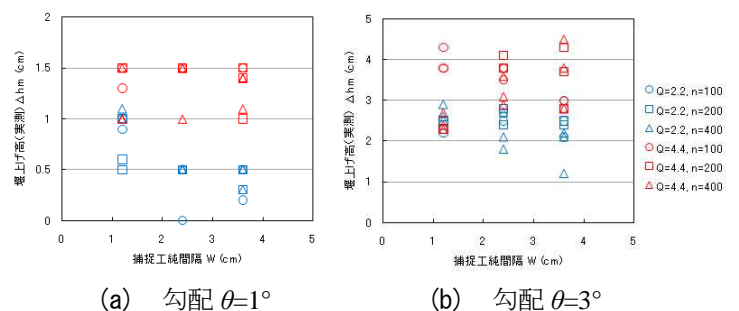


図-4 堰上げ高さ Δh_m ～捕捉工間隔 W 関係

3.3 流木捕捉時における水深等の時間変化

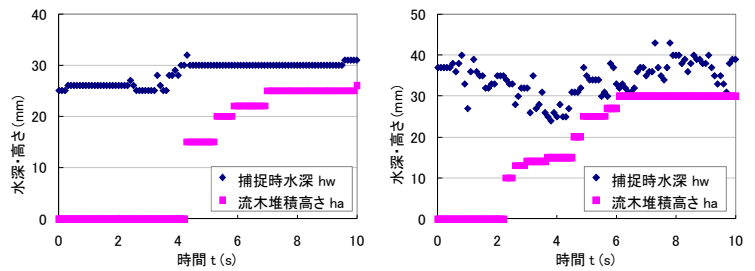
図-5(a), (b)に、勾配 1° (常流)と 3° (射流)の場合の、流木捕捉時における捕捉時水深 h_w および堆積高さ h_a と時間の関係を示す。また、写真-1(a), (b)に、同ケースの流木捕捉状況の時間変化のスナップショットを2秒間隔で示す。まず図-5(a)、写真-1(a)に示す常流のケースでは、流木の捕捉に伴い水位が徐々に上昇している。一方、図-5(b)、写真-1(b)に示す射流のケースでは、流木捕捉前に観察されるせり上がる流れが、流木の堆積に伴いやや低下した後、流木捕捉に伴う湛水により水位が徐々に上昇している。

3.4 捕捉後水深と流木長の関係

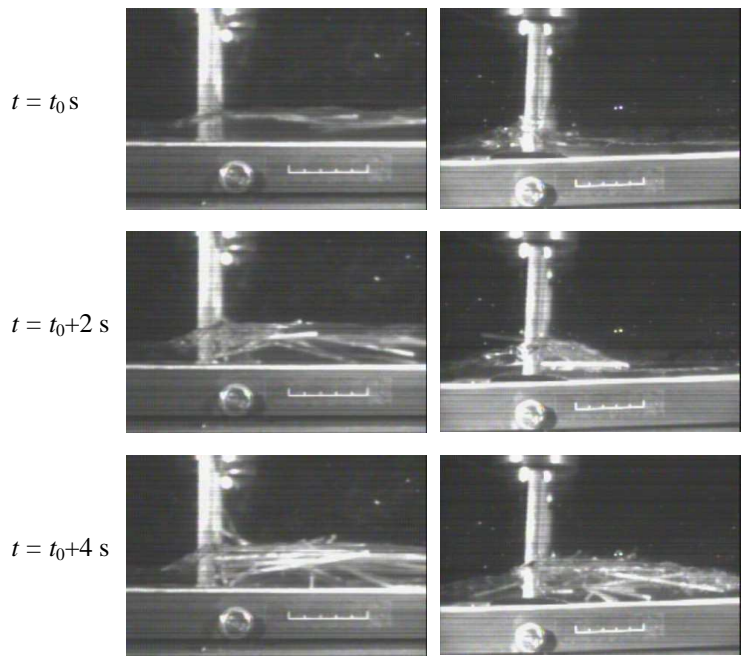
図-6 に、捕捉後水深 h_w と流木長 l の関係を示す。ここで、勾配 $\theta=1^\circ$ で流木長 $l=6\text{cm}$ のケースにおいて、捕捉後水深 h_w が 30mm 程度と、他に比してやや低い傾向を示すものがある。これは、流木本数 $n=100$ 本で、流木がほとんど捕捉されずに流下してしまっているケースである。このケースを除くと、実験結果は勾配 (流れの状態) の違いによらず、流木長が長くなると捕捉後の水深が低くなる傾向がある。これは写真-2に示すように、流木長が長くなると流木同士の絡み合いがやや疎になるため、水位の上昇が抑えられることが原因である。なお、流木堆積高さ h_a と流木長の関係についても、図-6 とほぼ同様であった。

3.5 流木堆積高さ と捕捉後水深の関係

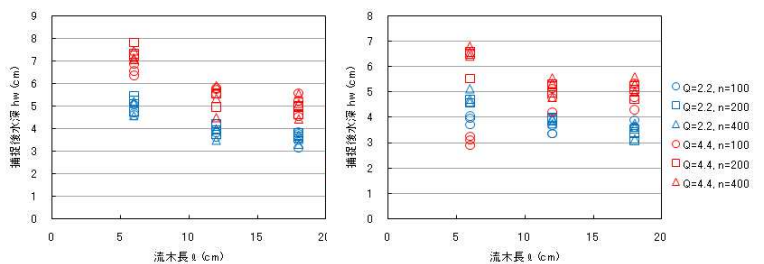
図-7 に、流木捕捉後の流木堆積高さ h_a と捕捉後水深 h_w の関係を示し、図中の波線は計算で求められる流木捕捉工の高さを示す。これより、勾配の違いによらず、流木堆積高さ h_a と捕捉後水深 h_w はほぼ等しくなる傾向があることがわかる。また、勾配 $\theta=1^\circ$ では、計算値より実験値の方が概ね高い数値を示した。



(a) 勾配 $\theta=1^\circ$ (b) 勾配 $\theta=3^\circ$
図-5 捕捉時水深・流木堆積高さ～時間関係



(a) 勾配 $\theta=1^\circ$ (b) 勾配 $\theta=3^\circ$
写真-1 流木捕捉時の時間変化



(a) 勾配 $\theta=1^\circ$ (b) 勾配 $\theta=3^\circ$
図-6 捕捉後水深 h_w ～流木長 l 関係

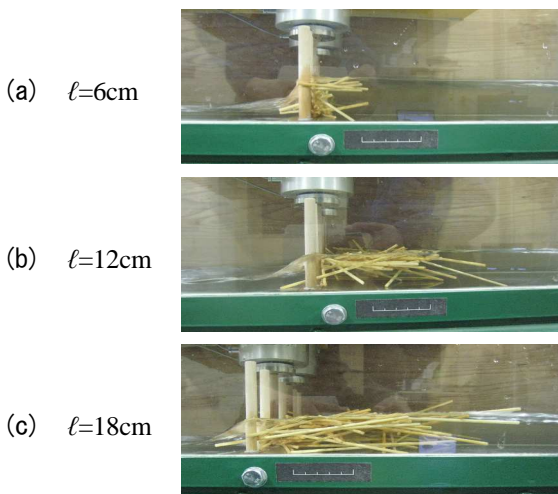
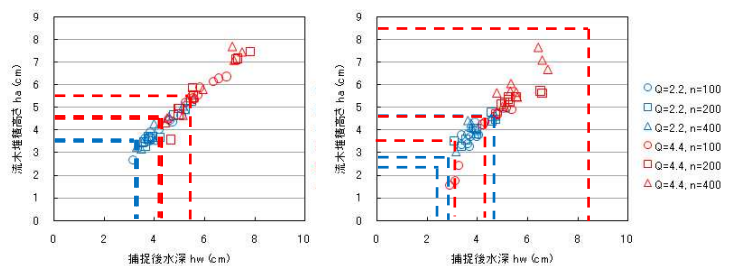


写真-2 捕捉後の状況の比較



(a) 勾配 $\theta=1^\circ$ (b) 勾配 $\theta=3^\circ$
図-7 流木堆積高さ h_a ～捕捉後水深 h_w 関係

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：土石流・流木対策設計技術指針解説，国土技術政策総合研究所資料第 365 号，pp.63-65，2007.3