

流木捕捉工形状の違いが流木堆積に与える影響に関する水理模型実験による考察

- (株)水工リサーチ

正会員

○佐々木 寿史
- 岩手大学

正会員

松林 由里子
- 岩手県県土整備部

非会員

三浦 忠昭
- 寒地土木研究所

正会員

山口 里実
- 愛知工業大学

正会員

赤堀 良介
- 岩手大学

正会員

小笠原 敏記
- 秋田大学

正会員

渡辺 一也
- 岩手県沿岸広域振興局

非会員

菅野 貴詳
- 北見工業大学

正会員

渡邊 康玄
- サンエスコンサルタント(株)

非会員

千葉 喜一

1. はじめに

近年異常豪雨に伴う河川災害が多発し、山地崩壊とともに流出した流木や溪岸侵食から流出した流木が、橋梁部において捕捉され、それがきっかけで洪水氾濫が拡大し、被害を増大させている。河川を流下する流木を捕捉できれば、下流に流下する流木量が減じ流木災害を低減できる。河川内に流木捕捉施設の設置事例は少なく、また施設設計に関する技術基準は策定されていない¹⁾。本研究では、流木対策として砂防施設の掃流区間(溪床勾配 1/30 よりも緩勾配)で一般に用いられている異なるタイプの鋼製スリットダムの捕捉効果を水理模型実験で確認することを目的とする。

2. 実験方法

(1) 実験水路

実験に用いた水路は、流木捕捉施設の設置計画がある小本川²⁾の縮尺 1/50 の固定床模型である(図-1)。模型対象区間は河口から 33.6km~34.5km で、河道延長 18m、平均川幅 1.5m、河床勾配 1/100 である。河道部分は現地在が岩盤床であるためモルタル固定床とし、流木捕捉工(スリット構造)は容易に改造が行えるように木製で製作した。

(2) 流木投入条件

平成 28 年 8 月災害時の発生流木量は、流木捕捉施設を計画している地点で 1,500 m³ (実体積) である³⁾。これは流木の平均長 6m、直径 0.3m とすると約 3,600 本となる。本実験で使用する模擬流木模型は、縮尺 1/50 として直径が 6mm、長さが 12cm の円柱形の木材とする。流木の比重は、樹種により異なり、針葉樹よりも広葉樹の比重が大きく 1.0 を超える⁴⁾。本検討では、現地調査結果より流木の多くを占めていた広葉樹の比重 1.1 に設定し、発生流木量に相当する流木模型を上流側から一定間隔で投入した(表-1)。

(3) 流量条件

流木の流下時間は、流木の発生がピーク流量付近を最大に洪水増水期にあたると考え、流木が発生する流量は 1/10 年超過確率規模(落合橋 Q=469.7 m³/s)以上と仮定する⁵⁾。落合橋地点の 1/30 年超過確率規模の流量ハイドログラフ(図-2)を基に流量 469.7 m³/s 以上の洪水時間は 4 時間であり縮尺 1/50 のフルードの相似則で模型に換算すると 34 分であり、これを実験時間とした。捕捉工が効果的に流木を捕捉するかを確認するため、実験流量は 1/30 年超過確率規模の

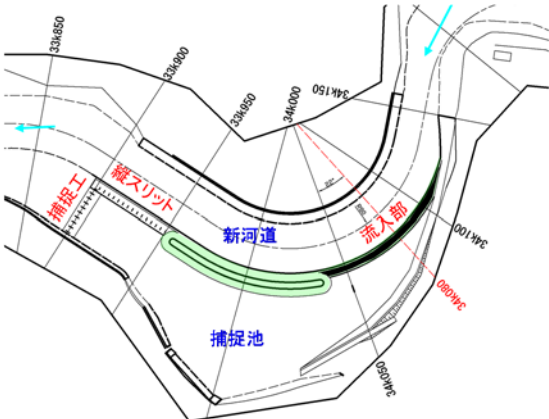


図-1 実験水路

表-1 流木諸元

条件項目	実物	模型
直径	0.3m	6mm
長さ	6m	12cm
投入本数	—	3,600 本
投入要領	—	2 本/秒

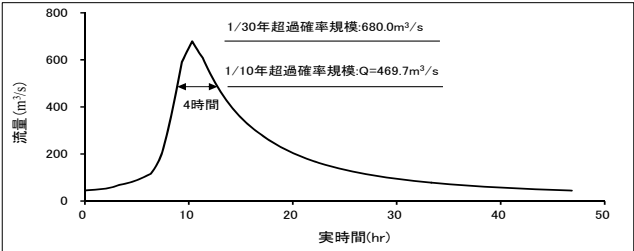


図-2 落合橋地点の計画流量ハイドログラフ(1/30 年超過確率)

表-2 流量条件

条件項目	実物	模型
流量	680.0 m ³ /s	38.50/s
実験時間	4 時間	34 分

680m³/s (模型流量 38.50/s) の定常流とした(表-2)。

(4) スリット条件

流木捕捉工のスリット間隔は、流木を確実に捕捉するとともに、転石により目詰まりを起こさないように設定する⁶⁾。このためスリット間隔は、流下が予想される平均流木長の 1/2~1/3 の範囲で最大粒径(0.25 m 程度)の 2 倍以上⁷⁾とするという考えに基づき、2m (模型値 4cm) に設定した。流木捕捉工の高さは、捕捉池の計画水深 2.7m に一部転石で塞がれた場合のせき上げ高 0.4m、これに余裕高 0.6m (流木径

キーワード 流木・氾濫被害、流木対策、流木捕捉施設、鋼製スリットダム、水理模型実験

連絡先 〒062-0933 札幌市豊平区平岸 3 条 3 丁目 2-7 株式会社 水工リサーチ TEL011-812-7724

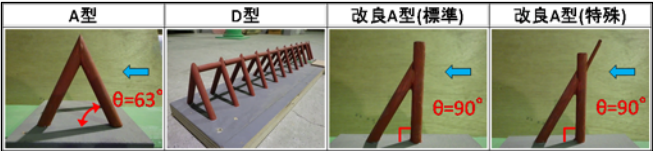


図-3 スリットタイプ

の2倍程度)を加え、メートル単位で切り上げて4m(模型値8cm)とした。

設計便覧⁵⁾によると捕捉工タイプは、A型スリット形式の独立型、縦軸と横軸を結合したD型・h型・Δ型の二つに大別される。本実験ではA型とD型(h型とΔ型の捕捉機能はD型と同じと考えた)を選定し、さらに、基礎幅が小さく経済的で、かつ捕捉機能に優れていると考えられる改良A型[標準タイプ]と[特殊タイプ]⁶⁾の2種を加え、4つの異なるタイプ(図-3)で流木捕捉実験を行った。それぞれのスリット構造の特徴を表-3に示す。

D型スリットは、スリット上部が連結されているためA型よりも流木が捕捉されやすく、越流を抑制しやすい形状であると考えられる。また、改良A型[特殊タイプ]は、上流側上部に流木の流出を抑制するための突起(流木径の約2倍)を有しており、流木の流出抑制効果があると考えられる。

3. 結果と考察

水より比重が重い広葉樹は流木になると水中を流れる傾向があり⁷⁾、比重1.1の模擬流木を用いた本実験でも水面下に潜り込んで水中を移動する様子が確認できた。流木は流れの主流に沿って流下し、流入口より捕捉池に流入する。捕捉池内の内岸側には止水域が生じ、そこに流木が堆積し、主流に沿って捕捉工まで流下する流木は、重なって堆積しスリット天端に達した(図-4)。

図-5はスリットタイプ別の流木捕捉率と捕捉工天端をオーバーフローする流木の越流率を表したものである。これによるとD型スリットの捕捉率はA型よりも5%程度高く、スリット上部を越える越流率が4%程度低下することが確認できた。またD型スリットは、改良A型よりも設置角度が緩いため、流木が捕捉工天端を越流しやすいと考えたが、[標準タイプ]よりも越流率は低かった。

最も捕捉効果が良いスリットタイプは、改良A型[特殊タイプ]で、流木捕捉率は68.2%、越流率が1.9%であった。通水中には図-4に示す位置で水位計測しており、その結果、捕捉工直上流の水位は、流木が捕捉されるほど高くなる傾向を示し、実験終了時には改良A型[特殊タイプ]で初期水位から3.24m上昇した。その水位はスリット天端より1.2m高く、流木径の4倍に相当した(図-6)。

4. まとめ

本研究では、4つの異なるタイプのスリットダムの捕捉効果を確認するために水理模型実験を行った。

その結果、スリット上流側上部に流木の流出を抑制するための突起(流木径の約2倍)を有する、改良A型[特殊タイプ]が最も捕捉効果が高い結果となった。

表-3 各スリットの特徴

型式	特徴
A型	・転石に対する耐衝撃性が高い(設置角度63°) ・コンクリート充填管によるA型構造
D型	・転石の通過性が良い(設置角度63°) ・角型鋼管による頭部および底部連結構造
改良A型[標準タイプ]	・流木捕捉機能・効果に優れている(設置角度90°) ・基礎幅が小さく経済的
改良A型[特殊タイプ]	・流木捕捉機能・効果に優れている(設置角度90°) ・上部の庇により捕捉流木の越流・再流出を抑制

※設置角度：基礎面とメインフレームの角度(図-3参照)

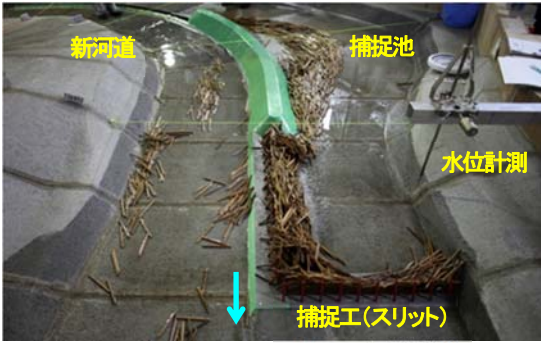


図-4 実験終了時の捕捉工周辺の流木堆積状況

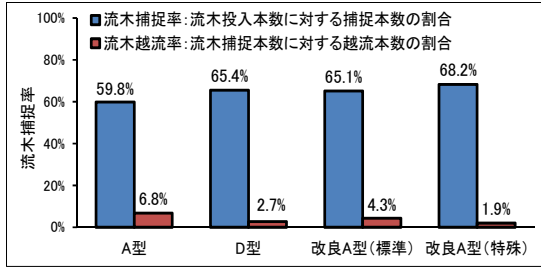


図-5 スリットタイプ別の流木捕捉率および越流率

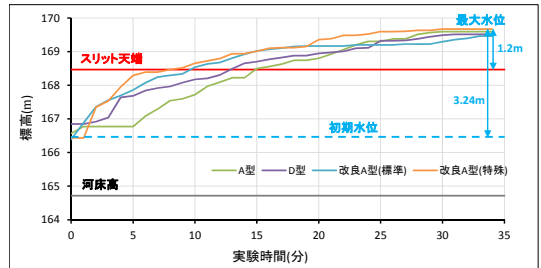


図-6 捕捉工周辺の水位上昇

参考文献

1) 小松利光監修, 山本晃一編集: 流木と災害-発生から処理まで, 技報堂出版株式会社, p.203-205, 2009.

2) 岩手県土木整備部河川課沿岸広域振興局岩泉土木センター: 第1回小本川河川整備連絡協議会「小本川河川整備計画(素案)資料4」, 2017.4.27.

3) サンエスコンサルタント株式会社: 平成29年度二級河川小本川筋河川災害復旧助成事業測量調査設計業務委託 下閉伊郡岩泉町門〜尼額地内 流木調査報告書, 2018.3.

4) 長谷川祐治, 中谷加奈, 竹林洋史, 里深好文, 藤田正治: 流木の流下と橋梁への集積に関する実験, 京都大学防災研究年報, No58B, pp.350-357, 2015.

5) 財団法人 砂防・地すべり技術センター: 鋼製砂防構造物設計便覧鋼製砂防構造物委員会編集 平成21年版, pp.117-162, 2009.

6) 日鐵住金建材株式会社: 鋼製スリットダムA型, リーフレット.