不透過型砂防堰堤の前庭保護工を利用したスクリーン型流木捕捉工の提案

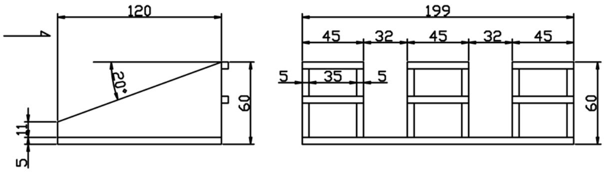
（一財）砂防・地すべり技術センター　○鳴海 正寿、嶋 丈示
シバタ工業株式会社　西村 佳樹、山下 勝

１．はじめに

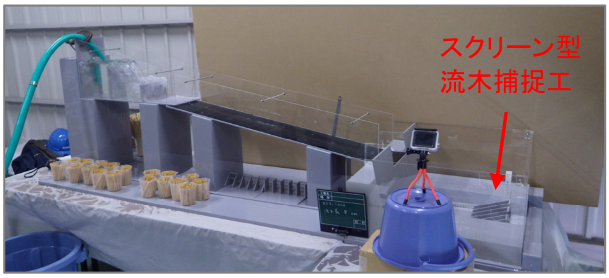
砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説[1)]において、土石流に含まれる流木の捕捉量は不透過型堰堤の場合、最大でも計画捕捉量の 2%となっており掃流区間では流木捕捉効果はないものとしている。一方、透過型砂防堰堤の場合は流木容積率と同じ比率で捕捉可能で、掃流では浮遊した流木を水と分離させることで捕捉されるものとし、実際に効果を上げている。流木対策を検討した際、既設の不透過型砂防堰堤を透過型砂防堰堤へ改築することが考えられるが、コストおよび工期の問題や、場合によっては安定計算が満足されない等いくつかの問題がある。そこで本研究では、堰堤以外の砂防構造物に流木捕捉機能を付加させることに着目し、本堤と副堤（もしくは垂直壁）の間の前庭保護工に、流木捕捉工を設けることを検討した。また、検討する捕捉工の形状は、既往の流木捕捉工より流水の排水が効率よく行われるように捕捉面を斜めにして面積を大きくとれるスクリーン型とした。このスクリーン型流木捕捉工を、前庭保護工に設置した場合の流木の捕捉形態を明らかにするため、水路模型を製作し流木捕捉実験を行ったので報告する。

２．本副間に設置する流木捕捉工について

前庭保護工（本堤と副堤の間）に設置する最大のメリットは、砂防堰堤の改築を必要とせず施工面でコストを削減できることである。また、工場であらかじめ制作した部材を現地に搬入し取り付けるだけで済むため、施工も容易で工期が短く、万が一破損した際にも取り換えが容易であるという利点がある。今回実験に使用したスクリーン型流木捕捉工の形状を図－１に示す。実験結果はフルード相似則に従うものとし、水路模型同様 1/50 縮尺で制作した。



図－１ スクリーン型流木捕捉工の形状(単位:mm)



写真－１ 水路模型全景

３．実験概要

写真－１のようにポンプで水を循環させた水路模型の上流側より、湿潤状態の流木(比重 0.84) を投入し、流木捕捉形態の確認および流木の捕捉量を測定した。流木の投入は一番厳しい条件を考慮して１本ずつ行い、捕捉された流木が堰堤の水通し天端下流肩に到達するまで続けた。実験諸元を表－１に示す。

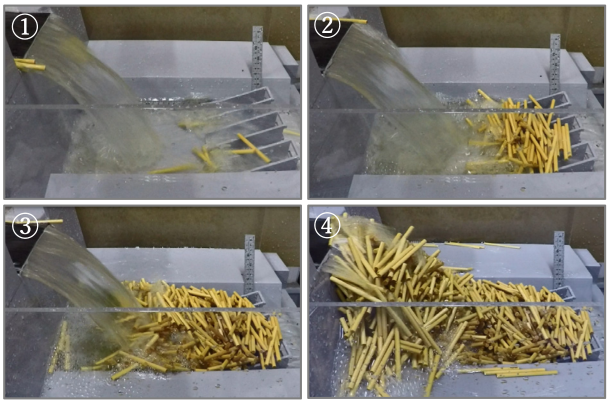
表－１ 実験諸元

項目		設定寸法	模型
不透過型砂防堰堤	有効高さ	10 m	20 cm
	水通し幅	10 m	20 cm
	下流肩勾配	1：0.2	1：0.2
前庭保護工	流路幅	10 m	20 cm
	流路長	15 m	30 cm
	流路勾配	0°	0°
	側壁護岸高さ	3 m	6 cm
	側壁護岸勾配	1：0.5	1：0.5
水路	水路幅	10 m	20 cm
	勾配	5°	5°
	流量	22 m³/s	1.25 ℓ/s
流木	長さ	4 m	8cm
	直径	0.3 m	0.6 cm
流木捕捉工	高さ	3 m	6 cm
	縦材純間隔	2 m	4 cm
	縦材勾配	20°	20°
	部材直径	－	0.5 cm

４．結果

4-1 捕捉形態について

流木捕捉の様子を写真－２に示す。①初期では流木はスクリーン上に捕捉されるが、他の流木が衝突した際に移動し、流出する流木もあることを確認した。②捕捉が進むと上流側は水褥池となり、水位の上昇と共にスクリーン上に捕捉された流木はスライドしながら下流側に移動した。③その後、スクリーンとほぼ同じ高さで流水の流下地点まで捕捉が進むが、流木が捕捉された部分は浸透流の挙動を示し、側壁護岸の上流側から流水のみが僅かに両岸へ越流し始めた。④流水の落下地点まで溜まると、流木は流水の放物線に沿って捕捉され、水通し天端の下流肩に至った。また、流木は側壁護岸の天端にはほぼ流出しなかった。



写真－2　流木捕捉の様子

4-2 捕捉量および捕捉率について

流木が水通し天端下流肩に到達するまでに流した本数は 1100 本であり、捕捉されたのは 1013 本であった。捕捉率（各回）は 100 本投入時点で 46%であったが、500 本からは 100%で捕捉され、最終的な全体の捕捉率は 92%となった(表－２)。

表－２ 流木流出量と捕捉率

投入本数	流出本数（各回）	流出本数（累積）	捕捉率（各回）	捕捉率（合計）
100 本	54 本	54 本	46%	46%
200 本	24 本	78 本	76%	61%
300 本	6 本	84 本	94%	72%
400 本	3 本	87 本	97%	78%
500 本	0 本	87 本	100%	83%
中略※この間の捕捉率(各回)は全て 100%				
1100 本	0 本	87 本	100%	92%

4-3 捕捉容量について

最終的な流木捕捉状況（写真－3）よりスクリーンとほぼ同じ高さで流水の落下地点まで溜まる空間１と、落下地点から堰堤の水通し天端下流肩まで流水の放物線に沿って溜まる空間２に分けられる。別途、流木径や流木長における空隙率を求めることにより、流木捕捉量が算定される。

写真－3 流木捕捉状況（1013 本捕捉後）

５．おわりに

今回の実験では、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 [1)]に参考として示されている掃流区間の計画流木捕捉量のように、水褥池の一面のみに捕捉される形態ではなく、流木捕捉工の高さ分捕捉される形態であることが分かった。また、捕捉が進むと水褥池が形成され側壁護岸天端から両岸へ水が僅かに越流するものの、流木の捕捉率は 100%で再流出は無かった。初期の捕捉率は、構造の見直しによって改善されるものと思われる。以上のことから、実際は指針で示されている以上の流木捕捉量が見込める可能性があり、前庭保護工に流木捕捉機能を付加することは得策であるものと考えられる。一方で、砂礫を混入させた状態の流木捕捉形態の確認、側壁護岸天端への流水の越流対策等、いくつかの検討課題がまだ残っており、今後継続して検証を行う。

参考文献

1) 国土交通省砂防部、国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説、平成 28 年 4 月