

土砂が混在した場合のスクリーン型流木捕捉工の特性について

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

1. はじめに

近年、土砂とともに大量の流木が流下し被害が拡大する土砂災害が増加していることを背景に、既設の不透過型砂防堰堤に流木捕捉機能を簡易に付加させる工法の一つとして、スクリーン型流木捕捉工（以下、スクリーン型）を考案した。スクリーン型は、従来の流木止めによくみられる柱の流木止め（以下、従来型）とは異なり、捕捉部材を下流へ緩く傾斜させた構造となっている。これは、捕捉された流木が水位変化に応答し、上へ移動することで下に開口部を確保し、水と共に無害な土砂を流下させる効果を狙った構造である。すなわち、流木のみを効率的に捕捉するという流木止め本来の機能を期待したものである。利点としては、従来型と比較して水位が上昇しにくいことから流木止めから流木が越流する可能性の低減（流木捕捉の確実性）と、土砂が残りやすいことから除木し易いといった維持管理の容易性が考えられる。昨年度は前庭保護工でのスクリーン型の流木捕捉メカニズムを、1/50 縮尺の水路模型を用いて調べた¹⁾。その結果、着目していた水位について従来型に比べ始終低い結果が得られた。

今年度は、前庭保護工において土砂が混在した状況下での流木捕捉特性を調べたが、水の流れが不安定な跳水での捕捉よりも、水の流れが安定した流路工での設置がスクリーン型の機能を最大限生かせることを確認したので、その捕捉特性について報告する。

2. 前庭保護工での捕捉実験

2-1 実験概要

実験結果はフルード相似則にしたがうものとし、1/50 縮尺の水路模型で実験を行った。勾配 2°に設定した幅 200mm の矩形断面水路に礫（平均礫径 5mm）を 3.7kg 設置し、流量 1.68l/s で通水し、水と礫が絶えず流れている状態で直径 6mm、長さ 8cm の流木を 1 本/sec で計 100 本流した。この操作を縦材純間隔 4cm のスクリーン型と従来型の両ケースで 3 回ずつ行い、水位の変化と前庭保護工に残った礫の堆積状況を確認した。実験状況を写真-1 に示す。

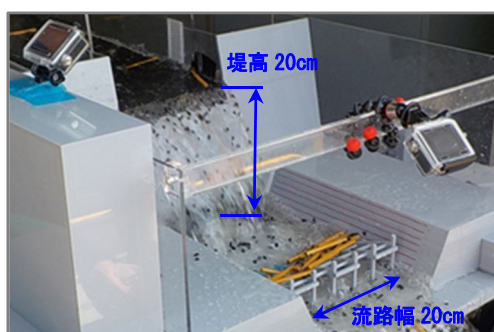


写真-1 実験状況（前庭保護工）

2-2 実験結果

スクリーン型では、前庭保護工内の水位は最大 45mm まで上昇したものの礫が徐々に抜け、33mm まで低下した。一方、従来型では礫はほとんど通過せず、最大水位も最終水位も 63mm で変わらなかった。なお、この時の捕捉されている流木の本数はそれぞれ、スクリーン型が 59 本、従来型が 62 本であり、ほぼ同じ捕捉本数であった。スクリーン型では、礫が抜ける一方で、流木は

水面を移動するというよりも乱流に巻き込まれながら移動する現象に近く、下方で捕捉された後に水面へ移動しないものもあった。開口部を最大限確保した状態を保持したほうが良いことを考えると、流れが安定した流路工での設置の方が適しているものと考えられた。

3. 流路工での捕捉実験

3-1 実験概要

流路工での流木捕捉実験は、前庭保護工での流木捕捉実験と同様、1/50 縮尺で行った。実験装置の概要図と全景を図-1 および写真-2 に示す。流路の勾配は 2°とし、ポンプの流水の整流を目的に、上流側に礫を設置した。また下流側には水位の調整を行うために礫を一定量設置した。

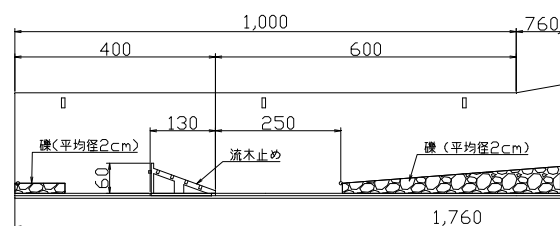


図-1 実験水路概要図

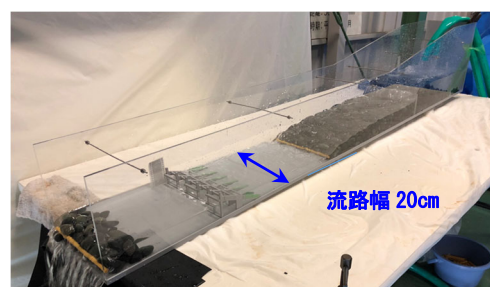


写真-2 実験水路全景（流路工）

3-2 実験操作

捕捉実験はケース①～③の通り順に行った。

ケース① 流量 1.02ℓ/s に設定し、流路下流に礫を置くことで初期の水位をスクリーン型および従来型ともに 40mm に揃えた。その後、流木を 50 本捕捉させ、上下流の水位を測定した。

ケース② 流量を 1.68ℓ/s に設定し、流木が水位上昇に応答するかどうかの確認と、上下流の水位を測定した。

ケース③ 平均礫径 5mm の礫を上流に少量投入し、礫が流木止めを通過するかどうか確認した。

3-3 実験結果

ケース①では、スクリーン型では水面付近で流木は捕捉され、下に開口部を形成していたのに対し、従来型は捕捉面に張り付くように捕捉され、断面は閉塞された。ケース②では、流木は水位の上昇に応答して上方に移動し、開口部断面が広がったのに対し、従来型では流木は捕捉面に固定されたまま水位が著しく上昇した。ケース③では、スクリーン型では礫は移動し開口部から抜けたのに対し、従来型では礫は停止して抜けなかった。図-2 および図-3 は捕捉形態の模式図を示している。流木のスクリーン型での下流の水位を hs_1 、上流の水位を hs_2 、差を Δhs とし、同様に従来型において下流の水位を hv_1 、上流の水位を hv_2 、差を Δhv とすると、ケース①とケース②の時の水位と水位差は表-1、表-2 のようになった。

表-1 スクリーン型の水位と水位差 (単位: mm)

ケース	hs_1	hs_2	Δhs	流木および礫の状況
①	40	43	3	水面に流木 → 下は開口
②	47	51	4	水位上昇に反応して移動
③	-	-	-	礫は移動し開口部から抜ける

表-2 従来型の水位と水位差 (単位: mm)

ケース	hv_1	hv_2	Δhv	流木および礫の状況
①	40	47	7	捕捉面に流木 → 捕捉面閉塞
②	43	60	17	水位上昇しても固定
③	-	-	-	礫は停止し抜けない

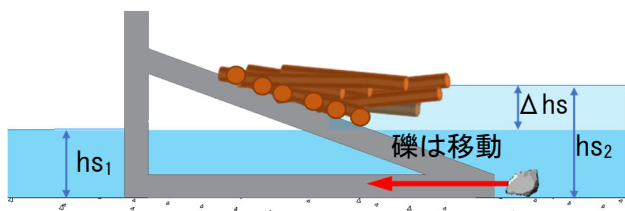


図-2 スクリーン型の捕捉形態

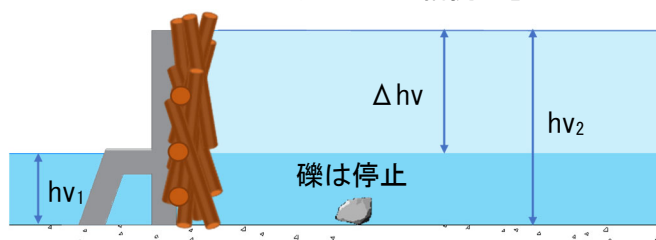


図-3 従来型の捕捉形態

また、前庭保護工での実験と比較すると、流木は捕捉部材に当たるとそこを基点に横に回転し、横向きで捕捉される割合が多く、流路工での実験の方が流木は整列されていた。

4. 考察

4-1 前庭保護工での捕捉特性

スクリーン型は、従来型と比較すると礫を通過させ水位上昇を緩和するという機能を発揮していた。しかし、捕捉された流木全てがスクリーン上方へ移動するわけではなく、下方で捕捉されたまま固定されてしまうものもあった。これは、前庭保護工での流れの形態は掃流ではなく跳水で、流れが乱れていることに起因しているものと考えられる。またもう一つの理由として、前庭保護工の最下流側に（副堤の手前）設置しているため下流の落差が生じ、流向がやや下向きになり引っ張られることに起因していると考えられる。よって、捕捉のされ方によっては目詰まりすることも考えられる。

4-2 流路工での捕捉特性

表-1 の hs_2 および hv_2 の大きさを比較するとケース①とケース②の両方において $hs_2 < hv_2$ であった。これは流木捕捉に伴う堰上げがスクリーン型の方が小さいことを示している。また、ケース①とケース②において Δhs を比較すると 3mm, 4mm とほとんど差が無かったのに対し、 Δhv は 7, 17mm と差があった。これはスクリーン型では水位上昇とともに流木が移動し、開口部が広がることで上下流の水位差を減少させている。

4-3 従来型について

前庭保護工および流路工どちらに設置してもまず捕捉面を塞ぐように捕捉が進行し、流木は固定されてしまうため、礫は抜けにくかった。特に、流路工に設置した場合では、粒径 1mm 以下の砂を加えても流れなかったため、河床付近は水の流れがほとんど無く、止水域になっているものと考えられ、土砂は粒径に関係なく溜まりやすい。

5. まとめ

今回の実験結果より、スクリーン型は前庭保護工での跳水箇所でも効果は発揮するが、設置箇所の上下流近辺に落差がない流路工もしくは流路形状の地形での設置がより効果を発揮することが分かった。また、スクリーン型は流木の捕捉によって上下流に水位差がほとんどできないことから、閉塞を考慮した水通し断面が不要または小さくすることができるものと考えられる。

参考文献

- 1) 鳴海正寿, 嶋 丈示, 西村佳樹, 山下 勝: 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, 平成30年度砂防学会研究発表会概要集, V-032