

土砂・洪水氾濫対策における遊砂地の流木処理機能に関する高度化の提案

原田 紹臣 (三井共同建設コンサルタント株式会社)

○吉野 弘祐, 梶原 あずさ, 坂口 宏 (アジア航測株式会社)

中谷 加奈 (京都大学大学院)

里深 好文 (立命館大学)

水山 高久 (京都大学名誉教授)

1, はじめに

近年、自然災害の一つとして新たに定義された、細粒土砂や流木等の流出に伴って下流域で発生する土砂・洪水氾濫による被害が報告されている。これらを受け、新たに遊砂地の整備等による対策の推進が示された。しかしながら、現場の設計実務者が必携する設計マニュアルや指針¹⁾においては、遊砂地の設計に関する詳細な記述や処理機能について不十分であり、更なる知見の整理が望まれている。そこで、本研究では、今後の土砂・洪水氾濫対策の推進を目的に、土砂や流木の輸送を調節させる遊砂地を対象に、水路を用いた基礎的な水理実験により、遊砂地の細部構造等の違いが流木の処理機能に与える影響について考察する。

2, 遊砂地の流木捕捉機能に関する実験

2.1, 実験概要

実験に使用した遊砂地を設けた水路を図-1 に示す。図-1 に示すとおり、直線水路の上流から水 (q_{in})、流木 (本数: $N_{w,in}$) を供給し、遊砂地を通過して、下流へ流出した流木の本数 ($N_{w,out}$) を計測している。なお、流木 (ただし、円形支柱、直径 $\phi=3\text{mm}$ 、流木長 $l_w=5\sim 10\text{cm}$ 、乾燥状態での比重が約 0.75) を、手動により投入 (ただし、時間あたりの投入本数が概ね 1 本/0.5 秒²⁾) している。なお、流木

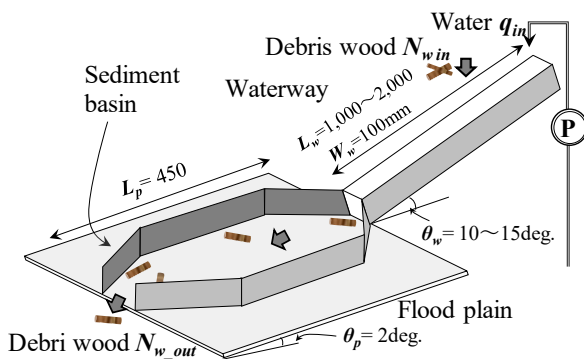


図-1 実験概要 (実験水路の概要)

に関する実験に関して、今後の流木捕捉工^{例えば、3)}の更なる高度化を目的に、土砂との比重の違いより、浮遊して流木が下流に流出する現象について対応が望まれる。そこで、遊砂地 (下流) 開口幅 $W_{p,out}$ を顕著に漸縮させた際に発生する堰上げ (越流) による下流への流木の流出対策として、図-2 に示す流木捕捉工を併設させた多段構造を提案し、その対策効果についても検証している (例えば、写真-1)。

各条件の違いが遊砂地における流木捕捉機能や遊砂地内の湛水部における流木の挙動に与える影響を把握するため、同様に、上部からの供給水量 q_{in} や遊砂地幅 W_p 、隅角部の設置有無 (写真-1)、遊砂地 (下流) 開口幅 $W_{p,out}$ ならびに供給流木本数 $N_{w,in}$ 等を変化させて、それぞれの条件での流木処理効果を比較している (図-1)。また、実験結果におけるバラツキを考慮するため、同様に、同じ条件にて3回実施し、平均化している。

2.2, 実験結果と考察

遊砂地における流木処理効果に関する実験結果について、遊砂地内における流木の捕捉率 f_w は、

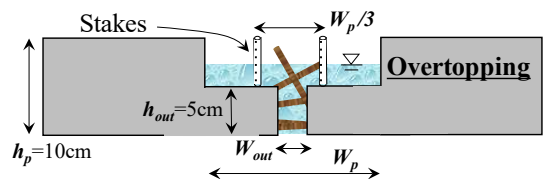


図-2 遊砂地の下流開口部における詳細形状

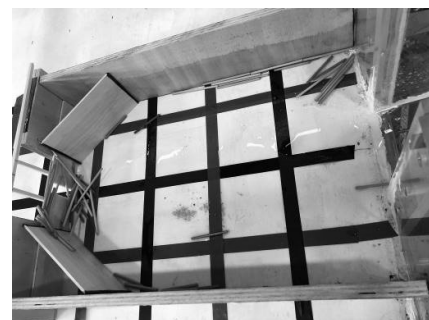
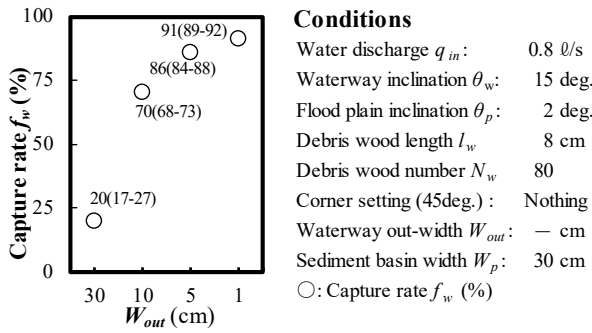
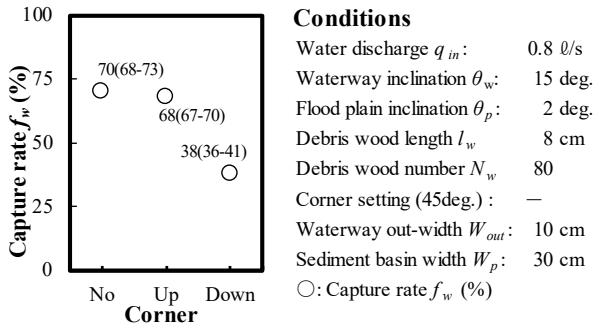


写真-1 流木の処理状況 (流木捕捉状況)



Conditions
 Water discharge q_{in} : 0.8 l/s
 Waterway inclination θ_w : 15 deg.
 Flood plain inclination θ_p : 2 deg.
 Debris wood length l_w : 8 cm
 Debris wood number N_w : 80
 Corner setting (45deg.): Nothing
 Waterway out-width W_{out} : — cm
 Sediment basin width W_p : 30 cm
 ○: Capture rate f_w (%)

図-3 遊砂地（下流）開口幅の違いによる流木捕捉率の変化



Conditions
 Water discharge q_{in} : 0.8 l/s
 Waterway inclination θ_w : 15 deg.
 Flood plain inclination θ_p : 2 deg.
 Debris wood length l_w : 8 cm
 Debris wood number N_w : 80
 Corner setting (45deg.): —
 Waterway out-width W_{out} : 10 cm
 Sediment basin width W_p : 30 cm
 ○: Capture rate f_w (%)

図-4 隅角部設置有無の違いによる流木捕捉率の変化

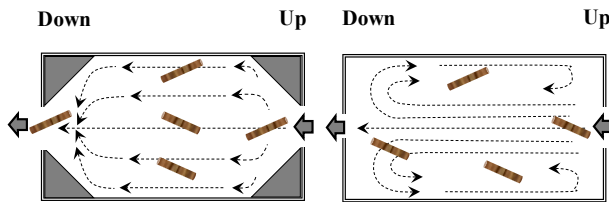


図-5 遊砂地形状の違いによる流況及び流木捕捉機能の変化

$$f_w = (N_{w,in} - N_{w,out}) / N_{w,in} \quad (1)$$

と表される（図-1）。以降に、得られた実験結果の中から、特徴的な結果に対して考察する。

遊砂地（下流）開口幅 $W_{p,out}$ の違いによる流木捕捉率 f_w の変化を図-3 に示す。図-3 に示されるとおり、遊砂地への流入幅に対して、遊砂地開口幅 $W_{p,out}$ を漸縮させた場合、顕著に流木捕捉率 f_w が向上（例えば、 $W_{p,out}=1\text{cm}$ の場合、 $f_s \approx 90\%$ ）した。さらに、遊砂地内の上下流において設置される隅角部（写真-1）の設置有無の違いによる流木捕捉率 f_w の変化を図-4 に示す。図-4 に示されるとおり、隅角部が設置されていない遊砂地（Corner：NO）と、隅角部（ただし、上流部）が設置された遊砂地（Up）における流木捕捉率 f_w との間では、土砂処理機能と同様に顕著な差が確認されなかった。しかしながら、下流側に設置（Down）された場合、隅角部を設置しない場合と比較して、流木捕捉率 f_w

に関して、顕著に処理機能について低下（約 30%程度）する傾向が新たに示された。ここで、実験中の観察結果における遊砂地形状の違いによる流況及び流木捕捉機能に関する変化の概要を図-5 に示す。図-5（左）に示すとおり、遊砂地開口幅 $W_{p,out}$ が広く、更に隅角部が下流側に設置された場合、遊砂地内において、上流から下流に向けた円滑な流れが発生し、結果として、多くの流木が遊砂地より下流に流出したものと考えられる。一方、下流の遊砂地開口幅 $W_{p,out}$ が狭く、更に隅角部が設置されない場合（図-5：右）、下流開口幅の漸縮流の影響を受けて、遊砂地開口部上流において発生する、両側（横断）方向への平面的な渦流に伴って流木が運搬されて、遊砂地空間内で貯留されるのが確認された。特に、遊砂地開口部付近における背水による水位差が大きくなるため、発生する平面的な渦流が顕著となり、結果として、多くの流木が捕捉（貯留）されたものと考えられる。また、顕著な漸縮流による堰上げにより、開口部（壁体）上部を越流する対策として設置された流木捕捉工（図-2）に関して、ほぼ下流へ流木（ただし、比重が小さく水の流動に影響を受けている流木）が流出することなく、多くの流木が設置した流木捕捉工との接触による影響を受けて、遊砂地内で捕捉される結果を得られた。なお、これらの捕捉メカニズムの一部については、流木の比重や形状の影響を受けることが懸念されるが、これまでの捕捉事例^{例えは、4)}より、概ね妥当であると考えられる。

これらの実験結果より、遊砂地の形状に関する工夫等により、土砂及び流木の処理機能が期待できることが示された。なお、本実験結果によると、用地買収の合理化の観点等より、これまで経験的に設けてこられた隅角部（特に、下流側の隅角部）の必要性については、慎重な検討（例えば、下流隅角部や角度の変化）が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，2016。
- 2) 原田紹臣・高山翔揮・里深好文・水山高久・中谷加奈：不透過型砂防堰堤における鋼製部材を用いた流木対策工の捕捉機能に関する基礎的な実験，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.73, No.4, pp.1351-1356, 2017。
- 3) 国土交通省 砂防部：事務連絡，流木対策の実施（当面の対応），2015。
- 4) 国土交通省 砂防部 web site (<http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo>：2020年4月確認)