

小規模溪流対策の施設配置計画時における留意点に関する一考察

原田 紹臣 (三井共同建設コンサルタント株式会社)

○本山 普士 (中央復建コンサルタンツ株式会社)

堀口 俊行 (防衛大学校)

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、小規模溪流における土石流対策の考え方について、新たな指針が示された^{1),2)}。一方、砂防事業(事業間連携砂防等事業)³⁾や高速道路事業⁴⁾においても、山間部等の道路を横過する小規模な溪流における対策の推進等が望まれている。なお、これまでに溪流と横過する山岳道路における土石流被害^{5),6)}等について指摘されているが、一般的に、対策工については、更なる議論が必要であると考えられる。

近年、これらの小規模溪流対策として、二次製品の対策工が提案されている。なお、これらの対策工の一部は、従来の落石対策工を応用的に活用し、鋼管やネットを複合的に組み合わせたハイブリッド構造体等が提案されている(例えば、図-1)。なお、図-1に示されるとおり、小規模な溪流において一般的に見られる急崖な河岸と本土工(鋼

管)との隙間(端部;三角型ネット)において、礫等の回り込み流出防止等を目的とした付属施設が設置されている。

そこで、これらの本体工の端部(急崖河岸との隙間)における付属施設の必要性について、実験により考察する。

2. 小規模溪流対策工の設置に関する実験

これまでの一般的な道路を横過する小規模溪流における対策の概要図を図-2に示す。一般的には、溪流の横断方向に対して直線状の壁構造や小規模な堰堤構造の事例が多く、上流から段波状の直進性を有して流下する石礫型土石流等⁸⁾に対して、これらの対策工で土砂や礫を停止及び捕捉させて、下流への流出を防ぐ効果が期待されている⁴⁾。ただし、これらの対策工は道路直上流に設置されることが多く、急崖な河岸と本構造物との隙間からの礫等の回り込みに伴う下流への流出等が懸念される(図-3)。

そこで、図-2に示すような小規模溪流対策工の施設配置に関して、全流下幅に対する構造物の設置幅の違いが、礫等の捕捉機能(効果)に与える影響について、水路実験によりその傾向を把握し、留意点について考察する。

(1) 実験概要

今回使用した実験水路の概要を図-4に示す。図-4に示す



図-1 提案されている二次製品による小規模溪流対策事例⁷⁾

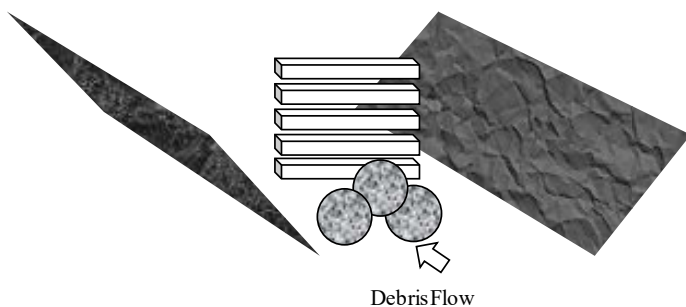


図-2 これまでの一般的な小規模溪流における対策の概要図

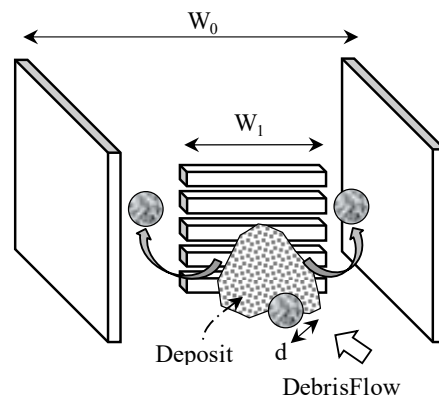


図-3 懸念される対策工端部からの回り込み土砂流出の概要図

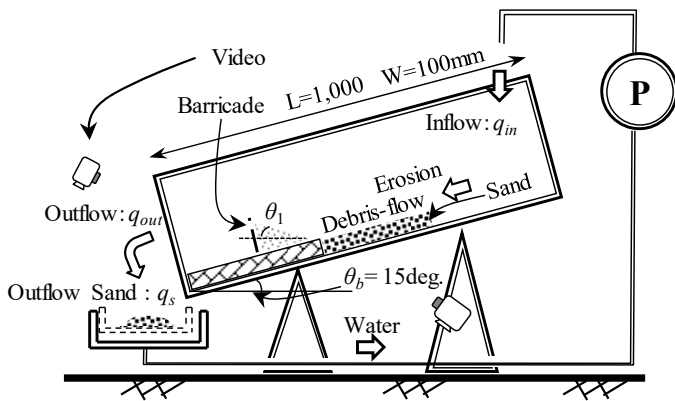


図-4 実験水路の概要

とおり、底部に一樣砂礫（硅砂⁹⁾、直径 d_{max} 約7mm、内部摩擦角 $\phi=38$ 度）を敷き詰めて、傾斜（15度）させた水路（長さ1m、幅10cm、縮尺1/30）に、上流から水を供給（1.1 ℓ /s）して土石流を発生させ、水路下流部に設置された構造物（小規模溪流対策工）で捕捉されずに、構造物端部の隙間を回り込んで下流へ流出した礫の重量を計測する。また、閉塞軽減工を河床に対して垂直に設置し、角部材（2×2mm）を等間隔（純間隔 3.5mm、礫径 d_{max} に対して50%:0.5 d_{max} ）で水平に配置している。実験ケースは4ケース（全流下幅設置、70%、50%及び30%設置）とし、各条件に対して、それぞれ3回実施している。

(2) 実験結果と考察

実験より得られた河道幅（全流下幅）に対する対策幅の割合（ W_1/W_0 ：図-3）の違いによる捕捉率 f の変化を図-5 に示す。なお、捕捉率 f は

$$f = (q_{sin} - q_{sout}) / q_{sin} \quad (1)$$

で表される。ここに、 q_{sout} は構造物で捕捉されずに下流へ流出した礫の重量、 q_{sin} は河床に敷き詰めた礫の重量（ただし、全て侵食）である。図-5に示されるとおり、全流下幅に対して50%の対策幅（構造物設置幅）における捕捉率は10%未満であった。また、70%における捕捉率は30%程度であり、未対策幅が大きくなるに伴って、顕著に捕捉率が低下する傾向が得られた。

一方、対策幅の割合の違いが捕捉された堆積形状に与える影響に関して、構造物の上流堆積範囲における堆積角 θ_1 （水平からの堆積傾斜角：図-4）について、全流下幅設置時（ $W_1/W_0=1.0$ ）は約10から15度であったが、構造物周囲

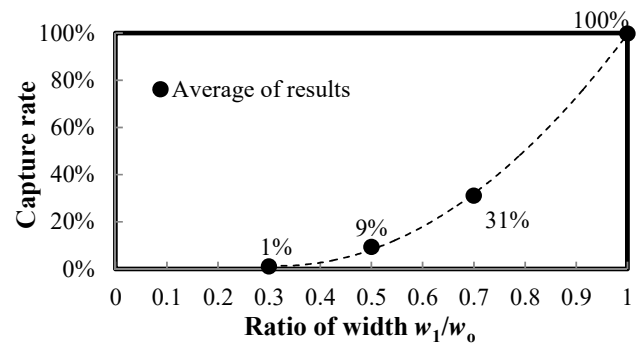


図-5 河道幅に対する対策幅の割合の違いが捕捉率に与える影響

から礫が回り込んで下流へ流出する場合（例えば、 $W_1/W_0=0.7$ ）の堆積角 θ_1 は5度未満であり、捕捉機能が顕著に低下する傾向が得られた。

これらの結果より、対策工の端部に隙間が存在した場合には、回り込み流出に伴って、顕著に捕捉効果が低減するため、図-2に示す小規模な溪流に対策工を設置する場合は、構造物の河岸との間の隙間について留意する必要があると考えられる。今後、粒径や河道勾配等の条件の違いが捕捉に与える影響¹⁰⁾や、側部の構造物強度において求められる耐荷性に関して、更なる実験が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省：砂防基本計画土石流策定指針（土石流・流木対策編），2016。
- 2) 国土交通省：事務連絡：小規模溪流における土石流・流木対策の計画・設計について，2017。
- 3) 国土交通省：砂防関係事業の概要，2020。
- 4) JH 日本道路公団：土石流対策の手引き，2003。
- 5) 石川芳治・前田昭浩・草野慎：山岳道路の土石流発生危険度判定手法，新砂防，Vol.49，No.1，1996。
- 6) 矢澤昭夫・水山高久・鈴木浩之：山岳道路の土石流発生過程，土木技術資料，Vol.29-11，pp.9-14，1987。
- 7) <https://www.proteng.co.jp/>
- 8) 高橋 保：土石流の発生と流動に関する研究，京大防災研究所年報，Vol.20，No.B-2，1976。
- 9) <http://www.mikawakeiseiki.co.jp/silica.htm>
- 10) 原田紹臣・里深好文：粒径分布特性を考慮した透過型砂防えん堤の土砂流出調節機能に関する研究，土木学会論文集 B1，Vol.70，No.4 p.1_931-1_936，2014。