

高速道路盛土部における盛土ポケット空間を活用した土石流対策に関する研究

原田 紹臣, 中谷 加奈 (京都大学大学院農学研究科)
 ○里深 好文, 内藤 秀弥 (立命館大学理工学部)
 水山 高久 (政策研究大学院大学)

1. はじめに

これまで、山岳道路での土石流危険渓流を横過する箇所において多くの土石流災害が報告されており、それらの対策は重要である¹⁾。高規格道路等において土石流が発生する危険性の高い渓流を横過する場合、一般的に橋梁形式とされてきた。しかしながら、全ての渓流に対して橋梁形式で横過すると建設費用が多大となるため、近年、高速道路の土石流対策においては、砂防堰堤や盛土の上流側に確保される空間を有効活用した土石流対策（盛土ポケット：図-1）が採用されている。高速道路の盛土ポケットを活用して土石流対策を講じる場合、図-1に示されるとおり、盛土への浸透水の影響を低減させるために、速やかな排水を目的とした閉塞軽減工の設置が提案されている¹⁾。これは、盛土横断排水構造物が巨礫や流木等による閉塞を防止するため、本横断構造物の流入部近傍に閉塞軽減工を設置し、巨礫等の捕捉を目的としている。ただし、平坦部において閉塞軽減工を設置する場合、構造物周囲からの礫の回り込みによる流出が懸念されるため、流路横断方向の設置幅等に関して留意する必要がある。一方、閉塞軽減工は高速道路の管理用地外に設置されるため、新たに用地の取得が必要となるとともに、本線から離れた場所での設置となるために管理が困難となることが懸念される。なお、提案されている閉塞軽減工¹⁾の設置に関する適用性や効果については、筆者らの知る限り報告されていない。

本研究ではこれまでの閉塞軽減工¹⁾の適用性に関して実験により考察するとともに、鋼製部材を用いた透過型砂防堰堤²⁾や土石流発生時のみ機能する構造等を参考に、道路盛土横断排水構造物の流入部を改良した土石流発生時における

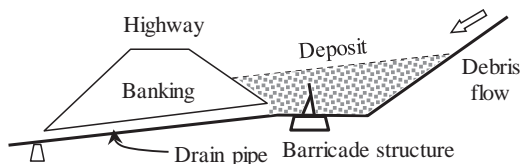


図-1 高速道路盛土部において検討されている土石流対策工（盛土ポケット空間を利用した対策）及び閉塞軽減工の概要¹⁾

閉塞軽減対策構造を新たに提案する。

2. 従来の閉塞軽減工の適用性に関する実験

これまで提案されている盛土横断排水構造物の閉塞軽減工（図-2）¹⁾は直線状の壁構造であり、本構造で巨礫等を停止及び捕捉させて、排水構造物の閉塞を防ぐ効果が期待している。ただし、本構造物は盛土横過部直上流の平地に設置されるため、周囲からの礫の回り込みに伴う下流への流出が懸念される（図-3）。そこで、流下幅に対する一部の幅で設置された場合における閉塞軽減工の捕捉機能（効果）について、水路実験によりその傾向を把握する。

2.1. 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に示されるとおり、底部に一樣砂礫（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）に、水を上流から供給（1.1 l/s）して侵食により土石流を発生させ、水路下流部に設置された構造物（閉塞軽減工）で捕捉され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

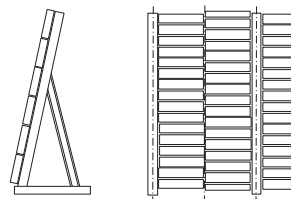


図-2 国内においてこれまで提案されている閉塞軽減工¹⁾

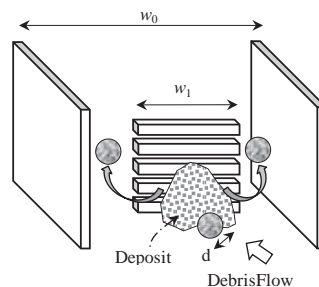


図-3 懸念される既往閉塞軽減工の施設効果に関する課題

平に配置している。実験ケースは4ケース（全流下幅設置、流下幅の70%、50%及び30%の対策幅）としている。

2.2. 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、

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

で表される。ここに、 q_{sb} は構造物で捕捉された礫の重量、 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、流下幅に対して50%の対策幅における捕捉率は10%未満であり、70%における捕捉率は30%程度であった。また、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、全流下幅での対策における堆積角 θ_1 （水平からの堆積傾斜角：図-4）は約10から15度程度であったが、構造物周囲から礫が回り込んで下流へ流出する場合の堆積角 θ_1 は5度未満であり、捕捉機能が顕著に低下した。

これらの結果より、対策工の端部に隙間が存在している場合には顕著に捕捉効果が低減するため、従来の閉塞軽減工（図-2）を設置する場合においては十分に広い対策幅や工夫が必要であることが分かった。さらに、周囲からの回り込む水の流動性が、土石流の慣性力に伴う直進性（ただし、ほぼ定常状態）と比べて、礫の堆積過程に対して顕著に影響を与えることが分かった。

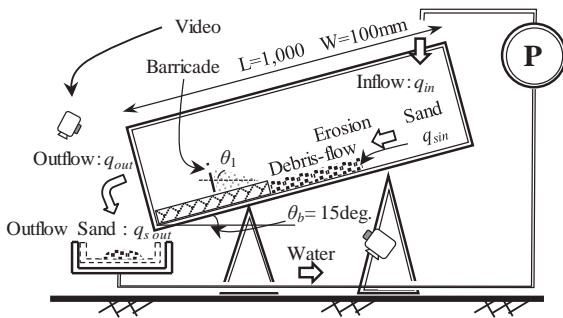


図-4 実験水路の概要

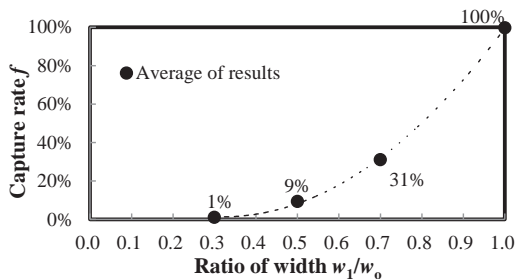


図-5 河道幅に対する対策幅の割合の違いによる捕捉率の変化

3. 新たな盛土横断排水構造物における閉塞軽減構造の提案

今回、新たに提案する閉塞軽減構造は盛土の法尻部内に閉塞軽減構造を一体的に構築した形状であり、流水を透過部材間の通過により下流に流出させ、土石流の大径礫等が流下してきた時にのみ閉塞できる構造としている（図-6）。なお、土石流等の土砂を本構造で捕捉された後においても、その堆積内部からの浸透やその堆積物上部の越流により、速やかな横断排水構造物までの導水を期待している。そのため、透過部は盛土法面勾配に沿った傾斜角として設置し、直進に伴う土石流の盛土部斜面上でのせり上がりにより、堆積上部において効果的に礫と水とを分離して集水できる構造としている。さらに、土石流が衝突する面を斜めにするにより、土石流の構造物への衝突力の緩和も期待している。一方、盛土部と一体的な構造とするため、維持管理における透過部材の交換や位置の調整を容易にすることを目的に、透過部において水平部材を採用している。

今後、垂直に設置されている一般的な透過型砂防堰堤²⁾と比べて透過部が傾斜する構造となるため、透過部の設置角度の違いが捕捉率に与える影響を把握しておく必要がある。

謝辞

本研究は、平成27年度NEXCO東日本技術研究助成を受けたものである。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) JH 日本道路公団：土石流対策の手引き，2003.
- 2) 原田紹臣・里深好文：粒径分布特性を考慮した透過型砂防堰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. I_931-I_936, 2014.

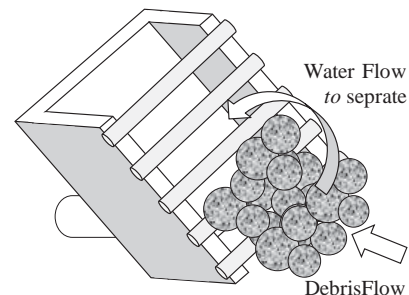
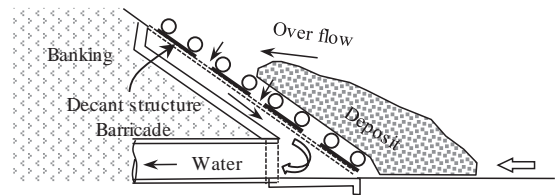


図-6 提案する道路盛土横断排水構造物における閉塞軽減構造