

鋼製砂防施設における透過部の設置角度等の違いが捕捉効果に与える影響

京都大学大学院 正会員 ○原田 紹臣

正会員 中谷 加奈

立命館大学 正会員 里深 好文

政策研究大学院大学 非会員 水山 高久

1. はじめに

筆者らが新たに提案する土石流対策として高速道路盛土を活用したポケットにおける閉塞軽減構造は、盛土法尻部に一体的に構築した形状であり、無害な細粒砂を透過部材（鋼製部材）間の通過により下流に流出させて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である（図-1）。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、横断排水構造物までの導水を期待している。そのため、透過部を盛土法面勾配に沿った傾斜角とし、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。ただし、垂直に設置されている一般的な透過型砂防堰堤と比べて、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。しかしながら、筆者らが知る限り、透過部の設置角度の違いと捕捉率の変化との関係を詳細に示した報告は存在しない。また、水平部材の閉塞メカニズムについても更なる議論が必要である。

本研究では水路実験により透過部の河床に対する設置角度の違いが捕捉効果に与える影響や、水平部材の礫による閉塞メカニズム等に関して考察することを目的とする。

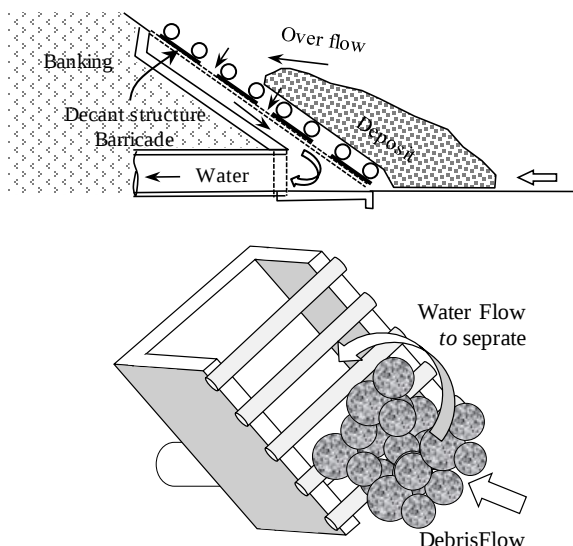


図-1 提案する道路盛土横断排水構造物における閉塞軽減構造

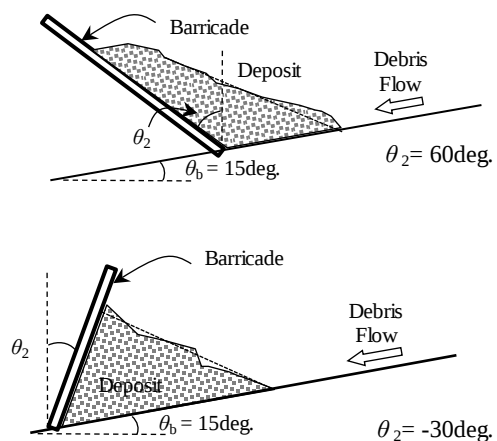
2. 設置条件の違いが捕捉効果に与える影響

(1) 実験概要

今回使用した実験水路は底部に一樣砂礫（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）であり、水を上流から供給（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（閉塞軽減工）で捕捉された礫の重量を計測するものとする。なお、上部に敷き詰められた礫の全重量に対して、構造物で捕捉された礫の重量の割合を捕捉率 f としている。なお、実験条件は、透過部の設置角度 θ_2 （60, 30, 15, 0, -30 度：図-2）、透過部構造（水平、鉛直部材：図-3）、透過部材の間隔（礫径 d_{max} 約 7mm に対する純間隔 L の比：図-3）、透過部材の断面形状（角、円柱部材）及び上流からの供給水量 q_{in} をそれぞれ変化させている。

(2) 実験結果と考察

水平部材（ただし、円柱部材）を用いた透過部の設置角度 θ_2 （垂直方向に対する傾斜角：図-2）及び透過部材の間隔 L （図-3）の違いによる捕捉率 f の変化を図-4 に示す。図-4 に示されるとおり、透過部を下流側（ θ_2 : 0~60 度）へ傾斜させるに伴って、捕捉率 f が顕著に低下する傾向であった。特に、一般的な盛土法面勾配前後（例えば、盛土法面勾配 30 度： $\theta_2=60$ 度）における透過部材間隔 L （ $=1.5d_{max}$ ）の捕捉率 f は傾斜に伴って顕著に低下し、約 30% であった。なお、透過部構造（水平部材、鉛直部材）の違いによる捕捉率の影響が考えられるため、それぞれの透過部構造における設置角度の違いによる捕捉率 f の変化

図-2 透過部の設置角に関する実験条件($\theta_2=60, 30, 15, 0, -30$ deg.)

キーワード 鋼製砂防施設, 高速道路, 室内実験, 土石流, 盛土閉塞軽減工

連絡先 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 TEL075-753-6493

を図-5に示す。図-5に示されるとおり、透過部の設置角度 θ_2 が30度までの傾斜では水平部材と鉛直部材の違いは殆ど確認されていないが、 θ_2 が60度まで傾斜させた場合は、両構造とも傾斜に伴って捕捉率 f が顕著に低下することが分かった。本研究において新たに試みた透過部を上流側へ傾斜させた場合 ($\theta_2 = -30$ 度: 図-2) において、垂直に設置した場合と比べて捕捉率が向上することが新たに分かった。

これまで、鉛直部材に閉塞メカニズムに関してアーチ・アクションにより説明されている。ただし、水平部材については礫が重力の影響を顕著に受けるため、衝突した礫が鉛直下部方向にのみ回転する閉塞メカニズム(図-6)が考えられる。鉛直部材と水平部材の閉塞メカニズムについて簡単に表現すると、前者は両開き扉で後者は片開き扉であると考えられる。なお、実験中の観測によると、上部材と礫との下部方向における噛合限界角は約 30 から 40 度であり、下部材と礫の鉛直上部方向への噛合限界角はほぼ 0 度(部材中心と礫の中心とが水平方向においてほぼ同じ位置)であった(図-6)。なお、礫同士の噛合角は約 40 度であり、ほぼ礫の内部摩擦角度と同じ程度であった。

次に、観察結果より推測される透過部を上流側へ傾斜させた場合の閉塞メカニズムを図-7に示す。図-7に示される

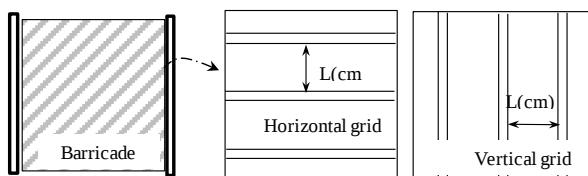


図-3 透過部構造の実験条件

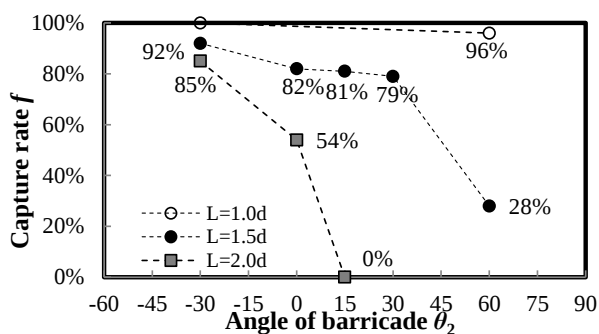


図-4 透過部の設置角度と部材間隔の違いによる捕捉率の変化

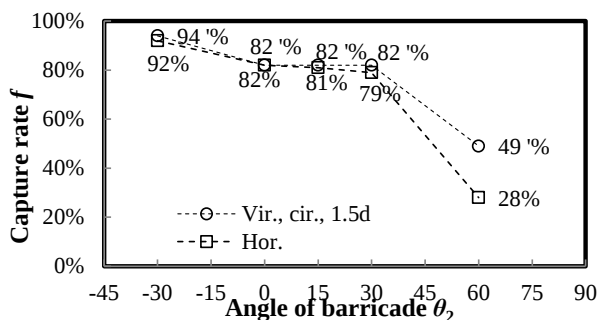


図-5 透過部の設置角度と透過部構造の違いによる捕捉率の変化
(鉛直部材と水平部材の比較)

とおり、閉塞された面を下流側から観察すると、傾斜したほぼ直線上の面を呈していることが確認された。これより、透過部が垂直(図-6)の場合に比べて、上流側に傾斜された場合の方が部材間隔を広く設定することが可能であると考えられる。一方、透過部を下流側に傾斜させた場合における閉塞メカニズムを図-8に示す。図-8に示されるとおり、部材間隔が $1.5d_{\max}$ 以上に広い場合、図-6や図-7に示される上下の礫と後続からの礫とのアーチ・アクションが上手く形成されず、上部材を中心に鉛直下部方向へ回転した礫がそのまま部材間を落下する様子が確認された。これらの結果より、水平部材を下流側に傾斜させる場合(例えば、 $\theta_2 = 60$ 度)の部材間隔 L は礫径 $d_{\max}$ (ただし、一様砂礫)と同じ程度の間隔以下に設定することが望まれる。

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。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) JH日本道路公団：土石流対策の手引き，2003.
- 2) 国土交通省 砂防部：土石流対策・流木対策設計技術指針および同解説，2007.
- 3) 建設省河川局：土石流対策技術指針，2000.

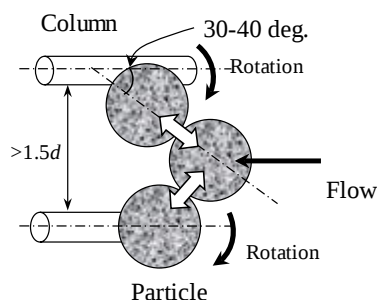


図-6 水平部材の垂直設置時における閉塞メカニズム

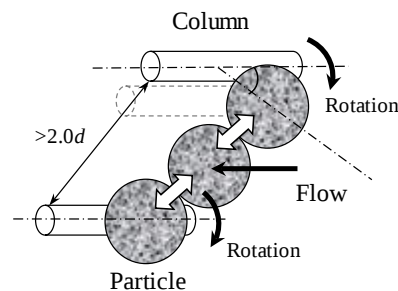


図-7 水平部材の傾斜(上流側)時における閉塞メカニズム

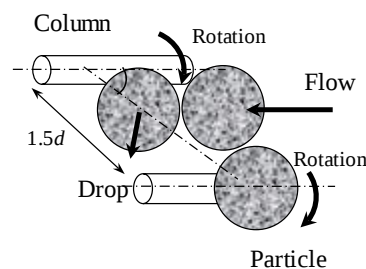


図-8 水平部材の傾斜(下流側)時における閉塞メカニズム