

実規模土砂流下実験におけるワイヤロープ支持式防護柵による崩壊土砂の速度減衰効果

名古屋工業大学 学生会員 ○木村 絢 正会員 前田 健一
 学生会員 杉山 直優 学生会員 磯合 凌弥
 豊橋技術科学大学 正会員 内藤 直人
 (株)ライテック 正会員 難波 正和

1. はじめに

近年、集中豪雨や地震に起因する土砂災害が増加傾向にあり、その対策として様々な様式の対策工が提案されている。本研究では土砂災害対策工の中でも斜面中腹に設置し、道路脇に設置空間を必要としないワイヤロープ支持式防護柵（以下、防護柵と示す。）を用いて実規模実験を実施した。本稿では防護柵による崩壊土砂の速度減衰効果の検討を行った。

2. 実験概要及び計測項目

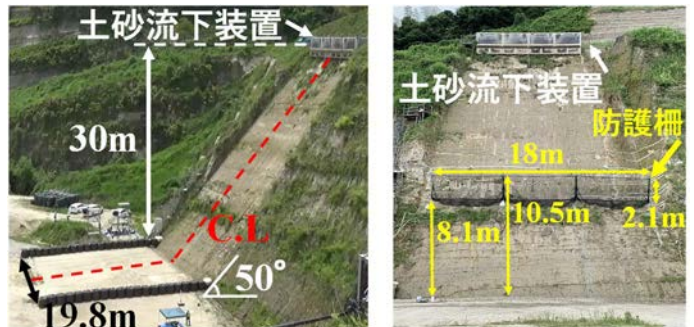
図-1 に実験概要図を示す。本実験では約 50m^3 の細粒分まじりの砂質礫の土砂を高さ約 30m 、勾配約 50° の斜面から流下させた。実験ケースは防護柵なしの実験 1 と、対策工として図-2 に示す防護柵を斜面中腹に設置した実験 2 の計 2 ケースである。計測項目は斜面上での土砂流下挙動である。流下挙動は高速カメラ（ 250fps ）で撮影し、PIV 解析により流下土砂の表面流速を算出した。

3. 実験結果及び考察

3.1 防護柵の変状

実験 2 では土砂流下中に防護柵が変状し、土砂を捕捉することができなかった。防護柵の変状はネット下端を縦断方向に固定するワイヤー（図-2 (b) 中の白破線で囲まれた部分）が破断したことによるものと推定する。

図-3 に防護柵の変状の様子を示し、簡単に説明する。土砂先端が防護柵に到達した時刻を 0s とすると、 0.40s ではワイヤーが張っていることが確認できる。その後、 0.45s では右端のネット下端のワイヤーの一部が破断しており、さらに 0.50s ではフレーム画像に示す白枠内から破断していることが確認できる。これより、防護柵のワイヤーは土砂先端が防護柵へ到達後、 0.50s で破断したことが分かる。右端のみ破断した理由は図-3 に示す図にある様に、斜面右側の土



(a) 実験 1 (防護柵なし) (b) 実験 2 (防護柵あり)

図-1 実験概要図



(a) 防護柵を見下ろした図 (b) 側面からみた図

図-2 実験 2 に設置した防護柵（単位：mm）

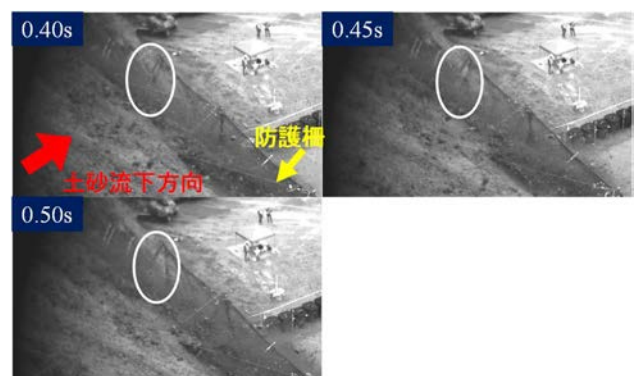


図-3 実験 2 における防護柵の変状の推移
 (土砂先端が防護柵に到達した時刻を 0s としている)

砂が先行して流下したことで右端のネットに作用する力が大きくなったことに加え、右左の端は力の逃げ道が一方にしかないため、力が集中しやすく、これらの条件が重なったことが要因であると考えられる。

キーワード 土砂災害、崩壊土砂、実規模実験、防護柵

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL052-735-5497

3.2 斜面流下土砂の流速の挙動

図-4 に斜面流下土砂の速度ベクトルを示す。ただし、流下装置が開いた時刻を0sとしている。土砂先端の地点に左右差が生じるのは、流下装置が開く時刻に左右差が生じるためである。土砂は防護柵を通過して流下したため、図-4 (b) において防護柵より下流側においても速度ベクトルが算出されている。

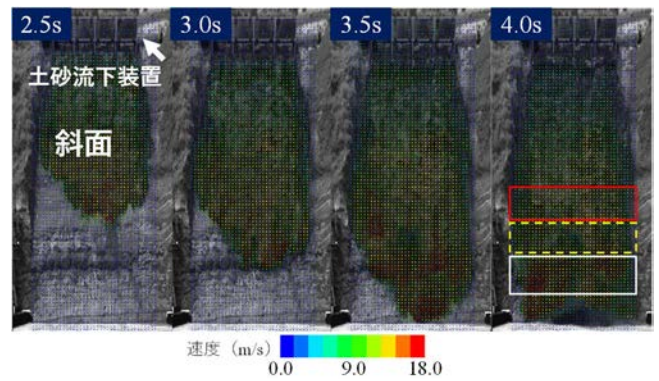
防護柵前後における流速を比較するために、図-5 に土砂表面流速の時刻歴波形を示す。ただし、図-4 と同様に流下装置が開いた時刻を0sとしている。流速算出地点は図-4 中の4.0s フレーム画像に示しており、赤枠内が防護柵上流、白枠内が防護柵下流である。黄色破線は防護柵設置位置を示している。また、防護柵のワイヤー破断時刻をプロットで示している。

図-5 (a) より防護柵上流における流速は実験1, 2ともに最大流速に達した後、一様に減少している。実験2では最大流速を迎えた時刻とワイヤー破断時刻が概ね一致しており、その後は実験1よりも急な勾配で速度減少していることが読み取れる。一方、図-5 (b) より防護柵下流における流速は実験1では最大流速12.0m/sに達した後に減少傾向を示しているが、実験2ではワイヤー破断後、最大流速9.2m/sに達した後に4.69sまで減少し、再び5.22sまで増加した後に減少を続けた。最大流速に至るまでに流速がそれまでの増加傾向とは異なり、9m/s程度を推移する期間(3.39s~4.09s)が存在する。これは防護柵が土砂の障害となることにより、流速の増加が頭打ちになったと考える。最大流速後に減少してから再び増加するのは、土砂の流下によりネットが斜面から離れる方向に膨らみ、ネットと斜面との間に空間が生まれることで土砂流の下層が自由に流下することができたためと考える。また、図-5 (b) において実験1, 2の同時刻における流速を比較すると、実験1より実験2の方が最大3.2m/s程度の速度低減が確認された。

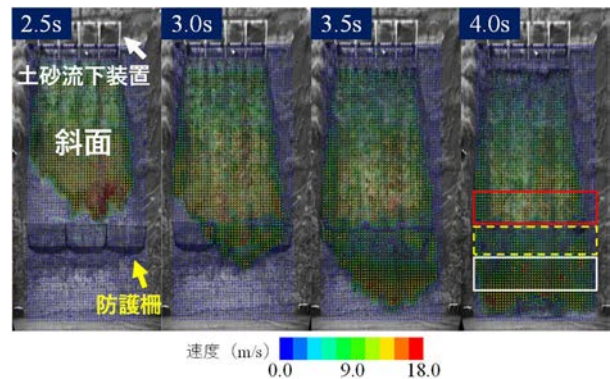
防護柵の変状により土砂を捕捉することはできず、土砂流の下層は自由に流下していた。しかし、防護柵が土砂表面挙動に影響を及ぼすことで、防護柵下流における流速を抑制する効果が得られたと考える。

4. まとめ

本稿では斜面中腹に設置する土砂災害対策工である防護柵による崩壊土砂の速度減衰効果の検討を行

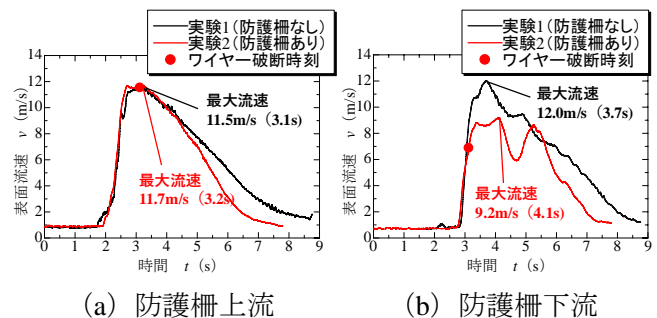


(a) 実験1 (防護柵なし)



(b) 実験2 (防護柵あり)

図-4 斜面流下土砂の速度ベクトル



(a) 防護柵上流

(b) 防護柵下流

図-5 土砂表面流速の時刻歴波形

った。実験により得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 防護柵は右端のネット下端を縦断方向に固定するワイヤーが破断したことにより変状した。右端のみ破断した理由は土砂先端挙動に左右差があり、右端のネットに作用する力が大きくなったことに加え、右左の端は力の逃げ道が一方にしかないため、力が集中しやすく、これらの条件が重なったことが要因であると考えられる。
- 2) 防護柵の変状により土砂を捕捉することはできず、土砂流の下層は自由に流下していた。しかし、防護柵下流の流速を最大3.2m/s程度抑制する効果が示された。これは、防護柵が土砂表面挙動に影響を及ぼしたことが要因であると考えられる。