

人力運搬可能な繊維ロープを用いた流木の二次流出対策工の試験施工

株式会社ビーセーフ ○松嶋秀士

NPO 法人土砂災害防止広報センター 井良沢道也

弘前大学 鄒青穎

奥山ボーリング株式会社 林一成

1. はじめに

土砂災害が発生した河川の上流域には土砂や流木が谷などの溪床に残っていることが多く、こうした流木が次の降雨により流出するなど二次災害の危険性がある。そこで、人力で運搬可能な材料を用い、現地にある立木を利用することで、短期間に流木の二次流出対策（応急対策）が可能な方法の検討を行い、現地に試験施工を行った事例を報告する。

2. 試験施工地の地形

今回調査（試験施工地）の対象とした箇所は、2018年（平成30年）8月に山腹崩壊に伴う土砂・流木の流出が発生した山形県最上町東法田地区を流れる沢内川である（図-1）。沢内川を踏査した結果、一部斜面の崩壊地や複数の沢から流路の洗堀による立木の流出が確認でき、崩壊地の下部には崩土と流木の堆積も多く見られた（写真-1）。流木が次の降雨により流出する危険性もあると判断されたので、本地点を中心に調査を進めることとした。

3. 倒木の流出対策について

3.1 想定荷重

崩壊斜面にとどまっている倒木の安定度を評価する指標は調べたところ存在しなかったため、落石対策における浮石や転石が滑動しないよう対策する際に使用する計算式を用いて、本調査地の流木の流出する力（抑止力）を求めてみた。

$$\text{すべり力 } S = W \cdot \sin \theta \quad \dots(\text{式-1})$$

$$\text{抑止力 } P_s = S / \cos \theta \quad \dots(\text{式-2})$$

総流木重量 $W = 53.9 \text{ kN}$ （流木材積：5.5 m³）

斜面勾配 $\theta = 30^\circ$ （堆積区間の斜面勾配を計測）

より、 $P_s = 31.1 \text{ kN}$ となる。

以上のことから、安全率2を考慮し約70 kNの荷重

に耐えられる構造物が必要であることがわかった

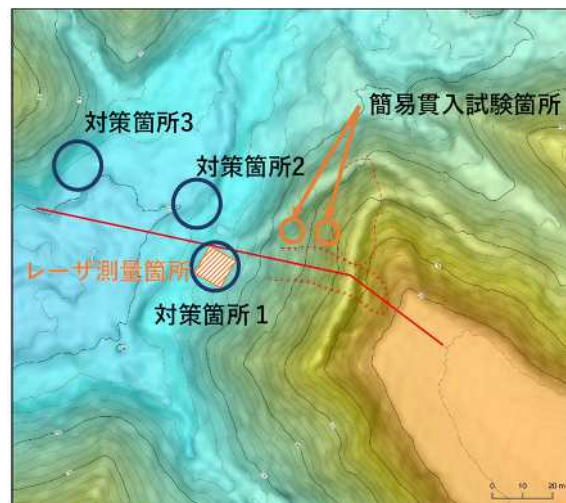


図-1 調査地の等高線図



a) 崩壊斜面

b) 堆積流木

写真-1 崩壊斜面と堆積流木の状況

3.2 対策工の構造

現行の流木対策工や流木捕捉工も含めて、人力運搬での想定はされていない。土砂崩壊地や流木の堆積地帯は溪流上流部に存在し、堰堤工や谷止工などの恒久対策構造物は、重機や車両が進入可能な場所となり下流部となり、工事は長期間となる。

そこで、軽量（人力で運搬可能）かつ工具を必要としない現地の立木を利用した構造を考えた（図-2）。

捕捉する面材は、繊維で編み込んだ落石対策に使用するネットを使用し、面材で受けた荷重を繊維ロ

ープで受け持つ。繊維ロープは現地にある立木を利用しワイヤクリップ等金具を使用せず結束を行う。

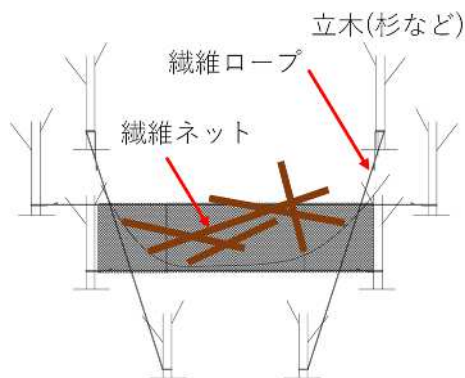


図-2 対策工の概念図

3.3 対策工の静的載荷試験

対策工の性能を確認するため実験用架台にネットの大きさ 2.0m×2.0m、長さ 5.0m のロープを 4 本用い、ネットに山砂を詰めた大型土嚢袋を載せ検証を行った。実験の結果、最大積載荷重は 44.13kN であったが、これ以上積載すると崩れる恐れがあったため試験を中止した(写真-2)。試験の状況よりまだ余裕がありワイヤ破断強度にも達していないため、調査地における流木の流出を防ぐには十分な効果があることが分かった。



写真-2 試験状況(最大積載時)

4. 試験施工

4.1 設計方法について

控えロープを固定する立木の選定は、現地に多く見られる杉に関する引き倒し試験結果¹⁾より抵抗モーメント算出式(式-3)が導かれているので、その計算式を用いて検討を行った。

$$M_{max} = 1233.6 \cdot D^{2.21} (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots (\text{式-3})$$

ここに D：胸高直径(m)

ワイヤロープの破断強度は 70kN であるため、安全率 2 を確保すると許容引張張力は 35kN となり、胸高直径 0.2m の場合の抵抗モーメントは 35.2kN・m である。よって 1 m 以下の高さでワイヤを設置すれば問題はないと考えられる。

4.2 施工について

作業員 2 名と世話役 1 名にて材料の運搬と設置をおこなったが、3 箇所の設置を 1 日で作業することが可能であった。設置日は 2020 年 11 月に行い冬期間の積雪への影響も観察した。今回検討を行った流木堆積地以外に溪床部の上流からの流出についても効果がないか 2 か所設置した(図-1、表-1)。

表-1 試験施工箇所の設置後と融雪後の比較

	対策箇所 1	対策箇所 3
設置後		
融雪後		

5. まとめ

豪雨被害による流木の 2 次流出の緊急対応として、重機や工具など使用せず人力で運搬可能な対策工の検討を行ったが、繊維ネットとロープを用いることや立木を利用することで、ある程度の規模であれば対応が可能であることがわかった。工事用搬入路が不要となるので工事費の大幅なコストダウンとなる。

また、実物実験を行い挙動と耐力の確認を行い、設計法についても検討を行った。

試験施工による課題も把握することができたため、現時点では今後流木の 2 次流出対策として利用できる可能性がある判断した。

参考文献

- 1) 中林一ら：土石流緩衝樹林帯計画に向けた樹木引き倒し試験，砂防学会研究発表会概要集 59，pp.345-355，2011