

「土石流緩衝樹林帯計画に向けた樹木引き倒し試験」

明治コンサルタント株式会社本店 水と緑の防災課 中林 一 井上涼子 浅野克年
 北海道立総合研究機構 森林研究部 林業試験場 森林環境部 環境グループ 鳥田宏行

1,はじめに

土石流緩衝樹林帯とは、土石流の流速を低減させて堆積させるための土石流・流木対策施設である。土石流が流下する範囲に樹林帯があることにより、土石流のエネルギーが軽減し、土砂を補足する機能(図-1)があることは解っているが、そのメカニズムについては十分解明されていない。

直径と倒伏限界モーメントに関しては、いくつかの文献によりその関係式が示されているが、調査地の対象樹木はスギで径30~40cmの大きさであること、火山地帯の渓流に生育していること等を考慮し、現位置での引き倒し試験を実施した。

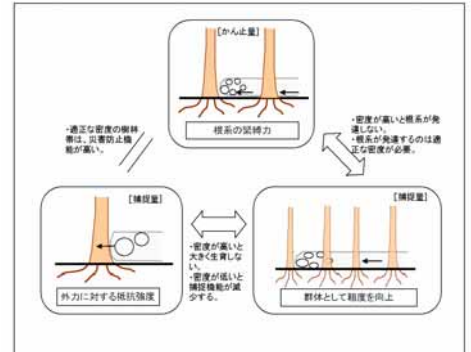


図-1.土石流緩衝樹林帯に求める機能

2,試験地概要

本試験の対象地は、北海道南部亀田半島の南端にある恵山火山の北斜面に位置する番屋川(函館市富浦町)で、流域面積0.29km²、流路延長約1.3kmの土石流危険渓流である。

番屋川では平成18年10月に小規模の土石流が発生し、中流域に土砂が氾濫した。中流域は過去の土石流堆積物が分布しており、複数の流路が網目状となる扇状地地形であり、これまでも河口の保全対象に達する土石流は確認されていない。番屋川では、この樹林帯が有する扇状地地形の維持機能や立木による補足機能を活用した砂防計画の立案や施設の設計が行われている。

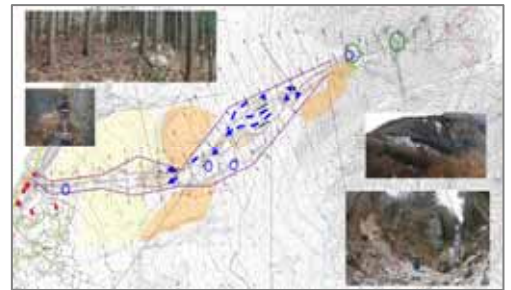


図-2.番屋川流域図

3,樹木引き倒し試験

3-1,試験方法

番屋川流域は、ミズナラ、カンバ、イタヤカエデなどを主とした落葉広葉樹林帯とスギ、トマツの人工針葉樹林帯が分布する。山間部であるため重機を配置できる場所が限られており、試験対象木はカンバとスギの各4本選定した。

<試験概要>

- 1) 荷重位置 : 対象木の根元地盤より1.0mの高さにとする
- 2) 荷重の掛け方 : 樹木が倒伏するまで連続的に加重をかける
- 3) データ : 連続的に加重の変化を記録する。
- 4) 樹木の緒元 : 樹木の種類・樹高・直径・根張り等を計測する

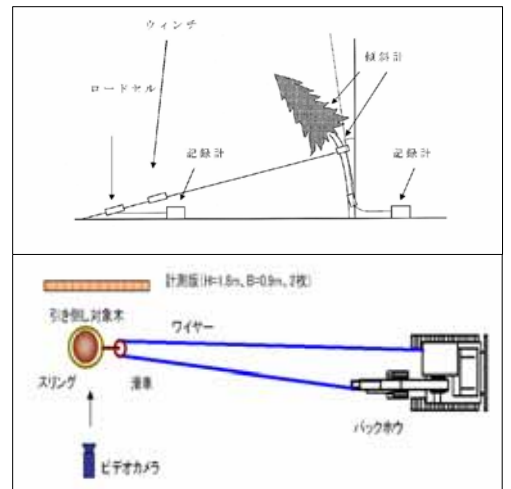


図3-1.計測機器の配置図



写真3-1.計測状況



写真3-2.傾斜計と計測板



写真3-3.荷重を加える重機

3-2, 樹木引き倒し試験結果

一定の外力を与え続けると、はじめは樹木の抵抗力によりロードセルにかかる引張り荷重が増加する。

しかし、ある限界点に達が、樹木が傾く（変位する）ことで、引張り荷重は小さくなる。このピークの値が倒伏限界モーメントであり、荷重の変化と根元の傾斜角より観測データを判読する。

このピークの値が倒伏限界モーメントであり、荷重の変化と根元の傾斜角より観測データを判読する。

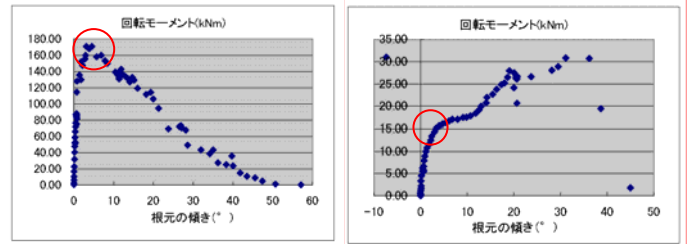


図 3-2. 回転モーメントと根元の傾き

表 3-1. 倒伏限界モーメント（スギ）

| スギ No | 胸高直径 DBH(cm) | 傾斜(上) CH2(°) | 荷重 F(kgf) | 最大回転モーメント M(kNm) |
|-------|--------------|--------------|-----------|------------------|
| FA1 | 24.4 | 4.76 | 2188.85 | 42.9 |
| FA2 | 36.0 | 4.58 | 2904.52 | 170.79 |
| FA3 | 16.0 | 6.84 | 870.13 | 16.27 |
| FA4 | 8.5 | 11.9 | 330.57 | 6.48 |

表 3-2. 倒伏限界モーメント（カンバ）

| カンバ No | 胸高直径 DBH(cm) | 傾斜(上) CH2(°) | 荷重 F(kgf) | 最大回転モーメント M(kNm) |
|--------|--------------|--------------|-----------|------------------|
| FB1 | 17.5 | 7.38 | 1226.43 | 24.04 |
| FB2 | 6.0 | 16.8 | 81.77 | 1.60 |
| FB3 | 9.0 | 7.34 | 197.46 | 4.33 |
| FB4 | 14.3 | 4.24 | 671.51 | 12.05 |

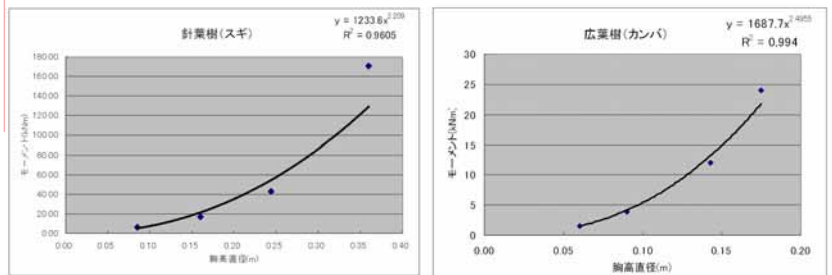


図 3-3. 回転モーメントと胸高直径

回転モーメントが最大に達した時の根元の傾きと胸高直径との関係を図 3-3 に示す。スギの場合は胸高直径が大きくなると傾きが小さくなる傾向を示した。カンバも同様であるがばらつきが見られた。この試験より導き出された直径と倒伏限界モーメントの関係式は図 3-4 の通りである。

$$\begin{aligned} \text{スギ } M_{\max} &= 1233.6 \cdot D^{2.21} \text{ (kNm)} \\ \text{カンバ } M_{\max} &= 1687.7 \cdot D^{2.50} \text{ (kNm)} \end{aligned}$$

図 3-4. 直径と倒伏限界モーメント

4. 既存文献との比較

「河川における樹木管理の手引き」1999.9 財）川-70外整備センター編集

本手引きに示される図 4-1 のグラフに、今回の試験結果をプロットすると概ね同じような結果が得られた。詳細をみると、カンバは平均的な値の中に入るが、スギはやや高い傾向が見られた。

「立木の衝撃緩衝効果に関する試験報告書」S 63.2 建設土木研究所 水山高久・石川芳治・鈴木浩之

上記文献の「4. 立木の静的引き倒し試験」結果における最大曲げモーメントと樹径の関係式は、以下の通りである。

$$M_{\max} = 0.00017 \cdot D^3 \text{ (tfm)}$$

番屋川における引き倒し試験結果を上記の単位に合わせて変換すると、以下の通りである。

$$\text{スギ } M = 1231.9 \cdot D^{2.22} \quad 0.0048 \cdot D^{2.21} \text{ (tfm)}$$

$$\text{カンバ } M = 1625.8 \cdot D^{2.47} \quad 0.0018 \cdot D^{2.50} \text{ (tfm)}$$

胸高樹径が 10 cm の場合、文献の式では 0.17tfm であるが、番屋川式スギでは 0.78tfm、カンバは 0.57tfm と倍以上大きな値となる。

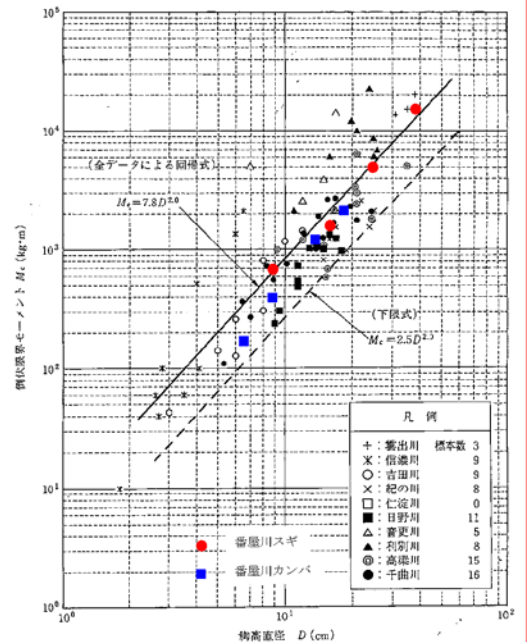


図 4-1. 河道内樹木引き倒し試験により得られたモーメントと直径の関係

5. まとめ

これまでの結果から、今回の引き倒し試験で得られた結果は、既存の文献と比較するとやや大きい値を示す傾向にあることがわかった。これは、文献の式は胸高直径 10～15 cm の試験木より算出された式であること、試験地の土質が番屋川の方は良かったこと等が影響していると考えられる。今後、この式を用いて土石流緩衝樹林帯の検討を行う場合、安全側に留意して実施することが重要である。最後に、本試験は北海道函館土木現業所事業課よりご発注頂いた業務の中で実施した。この場を借りて御礼申し上げます。

以上