

土と木のハイブリッド治山構造物の静的耐力

東京農工大学 ○中村詩穂 石川芳治 白木克繁 若原妙子

1. はじめに

近年、環境への意識が高まる中で、二酸化炭素の排出量削減や景観美に優れた木材を土木材料として使用することが林野庁の公共事業の方針として示されている¹⁾。治山堰堤についても木材を用いた木製堰堤の設置が進められている。また、この木材に間伐材を用いることで、間伐材の需要を高め、森林の健全な育成にも貢献することができる。さらに、堰堤の枠構造を校倉式にすることで、施工の簡略化、低コスト化と図ることが出来る。材料に木材を用い、さらに中詰材に土と割石を用いたものを本研究ではハイブリッド治山構造物と呼ぶ。高さの低い治山構造物の設計は、構造物の静的耐力に立脚している²⁾。

ハイブリッド治山構造物は土と木材により出来ているが、このような構造物の強度については不明な点が多く、本研究では、ハイブリッド治山構造物の模型実験により静的耐力を検討することを目的とする。静的耐力を適切に評価することで、治山構造物の安全性を確保し、経済的・合理的な設計に貢献することができる。

2. 実験方法

本研究では、図1-a、bに示すような実物の木製堰堤とほぼ同等の構造を持つ、高さ1.06m・0.51m、幅1.2m、奥行き0.8mの木製堰堤模型及び実験装置を製作した。

油圧ジャッキ（載荷能力100kN）により堰堤の高さ0.35mの位置に載荷して、木製堰堤模型を変形させ、その際の各部の変位を変位計にて測定する。ボルト接合式では直径10cmのスギ材、直径12mmのボルトを用い、校倉式では木材は直径9cmと12cmの2種類を用いた。割石は平均粒径6.9cm、土嚢は平均粒径1mmの砂をつめた平均12.5kg/袋のものを用いた。

水平方向の変位計を、木製骨組の西側で、上か

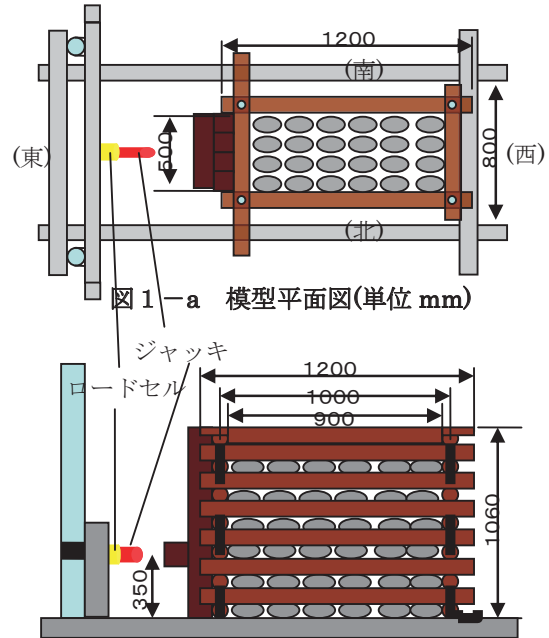


図1-a 模型平面図(単位 mm)

図1-b 模型側面図(単位 mm)

ら1段目と4段目、7段目に3箇所設置し、載荷した際に最も変位が大きい箇所の変位計で1cm変位したとき、載荷を中断して載荷重を0kNに戻し、再び載荷を開始し、前回より1cm大きく変位した時点で載荷を中断して載荷重を0kNに戻した。以上の作業を変位10cm(高さ1.06m)、5cm(高さ0.51m)になるまで繰り返した。骨組4段目、7段目の内側に土圧計を設置し、載荷荷重・変位量・土圧は、1秒に20回測定した。

表-1 実験ケースと実験条件

ケース	実験条件(高さ1.06m, 0.51m)
①	ボルト接合枠構造(中詰材なし)
②	ボルト接合枠構造+中詰材(割石)
③	ボルト接合枠構造+中詰材(土嚢)
④	校倉型径9cm(中詰材なし)
⑤	校倉型径9cm+中詰材(割石)
⑥	校倉型径9cm+中詰材(土嚢)
⑦	校倉型径12cm(中詰材なし)
⑧	校倉型径12cm+中詰材(割石)
⑨	校倉型径12cm+中詰材(土嚢)

表1に実験ケースと実験条件を示す。木製骨組の接合方法、木材の直径、中詰材を変化させ計9ケースの実験を行った。また、各ケースとも2回同じ実験条件で実験を行った。

3. 実験結果と考察

木製骨組の接合方法により、載荷した際の変形特性が異なった(図2)。ボルト接合(ケース①～③)の模型が平行四辺形状に変形するのに対し、校倉式(ケース④～⑨)の模型は最下段の結合が外れ、上部が滑る変形だった。

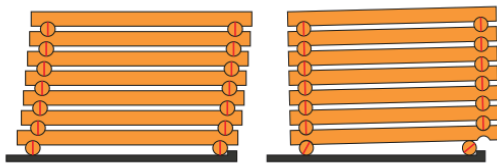


図-2 接合方法による変形特性の違い
(左：ボルト接合 右：校倉式)

土圧は、いずれのケースも変位量が大きくなるにつれ増加する傾向がみられた。ただし、校倉式のケースの土圧に関しては、最下段の接合が外れた時点で上部が滑り出すため、4段目に設置した土圧計はあまり変化がみられなかった。

各実験ケースにおける木製堰堤全体としての抵抗力から骨組のみで測定した実験ケース①④⑦の抵抗力を引き、中詰材の抵抗力を求めた。中詰材の抵抗力と水平変位量の関係で、代表的なものを図-3に、中詰材の実験ケースごとの抵抗力を図-4に示す。それぞれの中詰材の抵抗力の最大値により実験条件ごとの比較を行うと共に、現行設計の抵抗力を求める北島式

$$Mr = 1/6 \cdot \gamma_s \cdot (B/H)^2 \cdot \{3 - (B/H) \cos \phi_s\} \sin \phi_s \cdot H^3$$

(ただし、 M_r ：せん断抵抗モーメント、 γ_s ：単位体積重量、 B ：堤体幅、 H ：堰堤高さ、 ϕ_s ：内部摩擦角)により得られた値と比較検討を行った。

中詰材による比較を行なうと、いずれの接合方法であっても割石の方が土嚢よりせん断抵抗力が大きいことがわかった。

接合方法による比較では、各実験ケースとも、

変形特性に併せて抵抗力が変化した。水平変位量が模型の高さ5%以内での抵抗力の最大値を用いてせん断抵抗モーメントを求め、北島式により得られた値と比較したところ、各実験ケースとも北島式により求められた値より大きいということがわかった。

ただし、北島式は構造物が平行四辺形状に変形し、内部でせん断が生じる場合に適用される式であるため、変形特性の異なる校倉型構造物には適さないことが予想される。

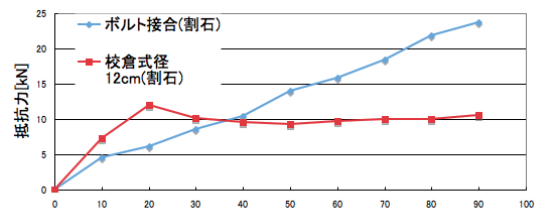


図-3 抵抗力の変化

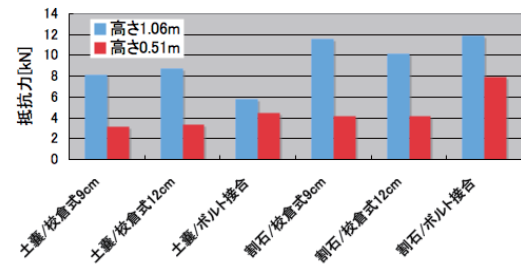


図-4 中詰材抵抗力

4. まとめ

ハイブリッド治山構造物の中詰材に土嚢を用いても、現行の設計基準で設計された構造物において強度に問題はないことがわかった。また、接合方法を校倉式にした場合は、変形特性が北島式で想定しているものと異なると考えられるため、校倉型の構造物に適した、せん断抵抗モーメントを求める式を開発することが必要である。

参考文献：

- 1) (財)河川環境管理財団(2004) 「河川砂防工事における木材活用法ガイドブック(案)」
- 2) 林野庁監修(2005) 「平成17年版 森林土木製構造物施工マニュアル」