

ラグスクリューを用いた木製ダム接合部のせん断挙動

環境構造工学講座 09703 出井 章裕
指導教員 長谷部 薫 後藤 文彦

1.はじめに

現在、材料調達、加工、施工の一切を現地で行うオンサイト生産システムが検討されている。その中の一つにオールウッドタイプの木製治山ダムがあり、秋田県でも施工実績がある。このような、木質構造物を施工する際、ラグスクリューやボルトなどの接合具が一般的に用いられ、木製治山ダムの場合は、土圧、水圧に対し十分な強度を持たせる必要がある。

本研究では、実際の施工例をもとに木材とラグスクリューの関係について数値解析を行う。また、過去に同様の研究を行った結果と本研究での解析結果を比較し、さらにラグスクリューの長さを変更した場合、および弾性解析で行っていた解析を完全弾塑性解析にしてどの程度変化するかを考察する。

2.試験体

秋田県でのオールウッドタイプの木材は、高さ300mm、幅250mm断面のものを図-1のように直交させて並べてある。本研究では、同断面で長さ(繊維方向)225mmを基本モデル(図-2)とし、それらを直交させたものが図-3,4である。ラグスクリューは、内径16mm、長さ(α)450, 400, 350mmの3種類を想定し、すべて先端より170mmまでをネジ部として解析を行う。ラグスクリューとラグスクリューの間隔は75mmとする。モデルは20×15×15(幅×高さ×奥行)で分割する。

3.解析方法

汎用有限要素解析プログラムMSC/MARC.MENTATを用いて三次元解析を行う。図-3,4のようにラグスクリューを打ち込み、側材の底面を動かさないよう全固定とし、主材の上面より荷重を0~20000Nまで徐々に大きくしていく。ラグスクリューの長さ(α)を450, 400, 350mmと変化させ、荷重と主材のたわみ、ラグスクリューのせん断応力の関係をみていく。基本モデルの材料特性を表-1に、摩擦係数を表-2に示す。

表-1 材料特性

	木材	ラグスクリュー
ヤング率 (N/mm ²)	$E_y=7500$ $E_x=E_z=E_y/25=300$	$E_x=E_y=E_z=200000$
ポアソン比	$\nu_y=0.4$ $\nu_x=\nu_z=\nu_y/25=0.016$	$\nu_x=\nu_y=\nu_z=0.3$
せん断弾性係 (N/mm ²)	$G_{xy}=G_{yz}=G_{zx}=E_y/15$ $=500$	$G_{xy}=G_{yz}=G_{zx}=1333$
降伏強度 (N/mm ²)	6.56(主材) 16.56(側材)	240



図-1 木製治山ダム

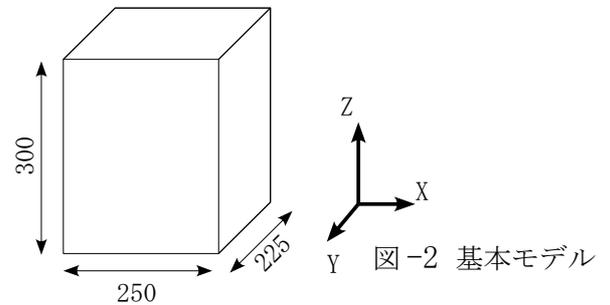


図-2 基本モデル

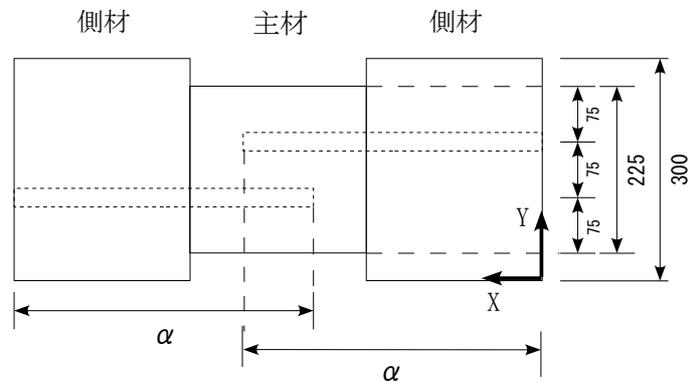


図-3 試験体(上面図)

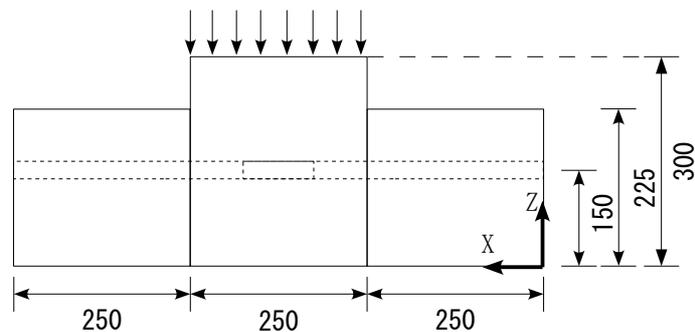


図-4 試験体(正面図)

4.解析結果

4.1 本研究と既存研究との比較

図-5、ラグスクリュー 450mm を用いた実験値、既存研究で使用された汎用有限要素解析ツール ANSYS の解析値、本研究の MARC の解析値である。

弾性解析における ANSYS の解析値と MARC の解析値は、ある程度似た線形になることから同様の解析を行うことが可能と判断できる。また、ラグスクリューと木材を完全弾塑性解析で行った結果、たわみが小さいため微差であるが弾性解析より実験値に近い線形となった。なお、実験値は、既存研究で行ったものである。

4.2 ラグスクリューの長さ α を変えた場合

ラグスクリューの長さの違いによるたわみを図-6 示す。図-6 からラグスクリュー 450mm よりも、400, 350mm の方がたわみが小さくなるという結果が得られた。400mm, 350mm では、殆ど解析結果に差が見られなかった。

4.3 ラグスクリューのせん断応力

ラグスクリューの長さの違いによるせん断応力を図-7 示す。図-7 から、せん断応力は、400,350,450 mmの順に大きくなっている。これは、たわみから考えられるように曲げ変形が 450mm の方が大きいのでせん断応力も大きくなり、400, 350mm の方がたわみが小さいのでせん断応力も小さくなる。

5.まとめ

解析前は、ラグスクリューが長いほど、たわみが小さくなると思ったが実際の解析結果は、たわみが大きくなった。これは、ラグスクリューにかかるモーメントが大きくなるのが影響していると考えられる。また、ラグスクリューにおけるネジ部が3種類すべて先端より 170mm のため 400, 350mm のとき、側材にもネジ部が含まれてしまうので摩擦の影響で微差ではあるがたわみが小さくなることも考えられる。

以上のような結果となったが本研究では、既存研究に塑性を加えてシミュレーションしたので、精度の良い数値解析となったと言えるだろう。

よって、実際の木製山ダムでは、ネジ部 170mm の 450 mm ラグスクリューが用いられているが、400, 350mm のラグスクリューも利用可能であると思われる。

参考文献

- 1) 千田知弘・佐々木貴信・野田龍・井上孝人・三浦泰浩: 木製山ダムのラグスクリューの最適設計に関する基礎的研究 木材利用研究論文報告集 9
- 2) 佐々木貴信・野田龍・千田知弘・森川光彦・戸田守: オンサイト生産システムによる木製山ダムの施工 木材利用研究論文報告集 11

表-2 接触面による摩擦係数

	摩擦係数
主材と側材	0.35
木材とラグスクリューネジ部	0.7
木材とラグスクリューネジ部以外	0.01

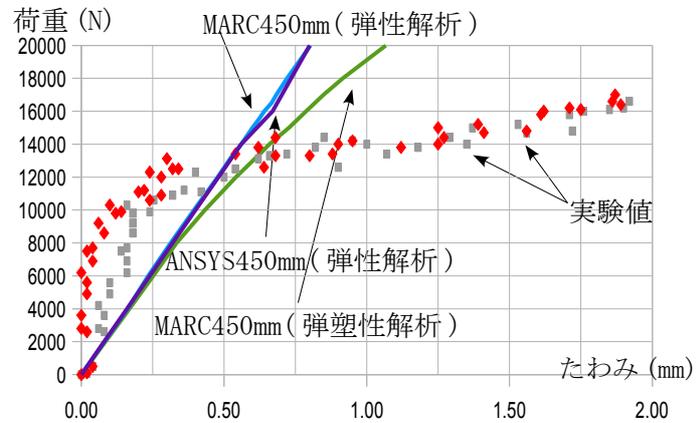


図-5 実験値、解析値の比較

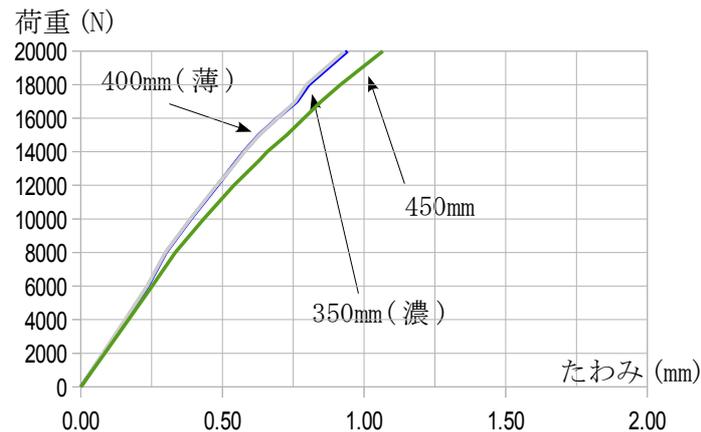


図-6 ラグスクリューの違いによる荷重-たわみ関係

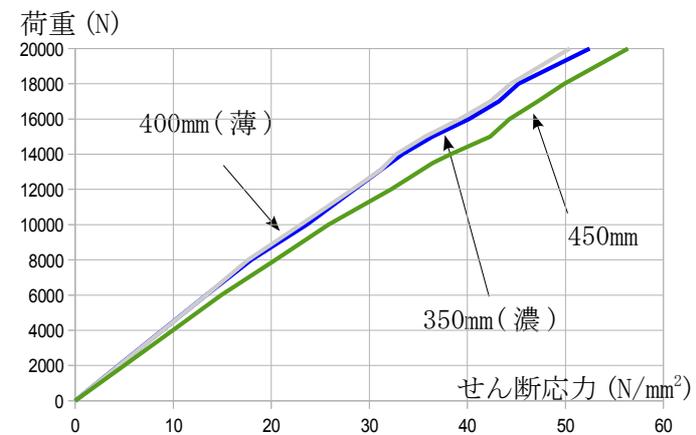


図-7 ラグスクリューの違いによる荷重-せん断応力関係