

鋼棒で接合された木部材の一面せん断挙動

秋田大学大学院理工学研究科

正会員 ○石黒 駿

秋田大学大学院理工学研究科

正会員 後藤 文彦

秋田県立大学木材高度加工研究所

正会員 野田 龍

秋田大学大学院理工学研究科

正会員 青木 由香利

1. はじめに

軽量で加工の容易な木材は、メンテナンス性の観点からも、景観性や炭素貯蔵性の観点からも再評価が進み、2013年の土木学会木材工学委員会では、土木分野における木材利用の拡大に向けた提言を行った。¹⁾ そこで、木製治山ダムを例とした木材を大量に使用する土木構造物の開発が注目されている。

2. 研究の背景および準備状況

木製土木構造物は、多くの部材がボルトや鋼棒で木材同士を接合させて作られており、木材同士の接合部は構造物全体の性能に関わる重要な要素であるほか、木材は柔らかく、めり込みによる変形が著しいため、めり込みの挙動を考慮した接合部の挙動を再現することで、構造物の耐久性の検証の精度を上げることができる。

本研究は、FEM解析により木材繊維方向のめり込み挙動を把握することを目的としている。そこで、木製治山ダムの強度、耐久性について実験を行った²⁾ ときの挙動を参考にモデルを作成し、解析の妥当性およびめり込み挙動について検証を行う。

解析については、構造解析ツール Salome-Meca2019 を用いて、過去に行われた一面せん断試験を有限要素法を用いてモデル化し、実験値と解析値の比較を行う。それにより解析の妥当性について確認を行ったのち、最終的にめり込み挙動について検討していく。

3. 一面せん断試験

試験体は、スギ心持ち材 (300mm × 300mm × 225mm) と、接合具として異型棒鋼 (SD295A、D16)

を用いる。接合部の主材への打ち込み深さは、現場で採用されている 200mm とする。なお、実験はスギ材を 3 つ用いて 2 箇所接合しているが、点対称であり、2 箇所の力学的変化はほぼ同じと考えられるので、解析はスギ材を 2 つ用いて接合部は 1 箇所とする。また、鋼棒の木材へのめり込みを再現するため、異型鋼棒と木材が接する箇所に vonmises の降伏条件を適用した等方性の仮想材を設置する。試験は主材の変位が 30mm を超えるまで加力し、そのときの挙動、異型棒鋼にかかる降伏せん断耐力および降伏モードについて確認する。なお、降伏せん断耐力および降伏モードについては、木構造設計基準・同解説³⁾ を参照する。**表-1** にスギ材、異型棒鋼および仮想材の材料特性について記載する。

表-1 解析における材料特性

鋼棒	弾性係数 (N/mm ²)	2000000
	ポアソン比	0.3
	降伏応力 (N/mm ²)	295
木部材 1	弾性係数 (N/mm ²)	7000(<i>E_y</i>)
		280(<i>E_x</i> , <i>E_z</i>)
	ポアソン比	0.4(<i>v_{yz}</i>)
		0.016(<i>v_{xy}</i> , <i>v_{zx}</i>)
	せん断弾性係数 (N/mm ²)	467(<i>G_{xy}</i> , <i>G_{yz}</i> , <i>G_{zx}</i>)
木部材 2	弾性係数 (N/mm ²)	7000(<i>E_x</i>)
		280(<i>E_y</i> , <i>E_z</i>)
	ポアソン比	0.016(<i>v_{xy}</i> , <i>v_{yz}</i> , <i>v_{zx}</i>)
	せん断弾性係数 (N/mm ²)	467(<i>G_{xy}</i> , <i>G_{yz}</i> , <i>G_{zx}</i>)
仮想材料	弾性係数 (N/mm ²)	7000
	ポアソン比	0.4
	降伏応力 (N/mm ²)	2
	厚さ (mm)	2

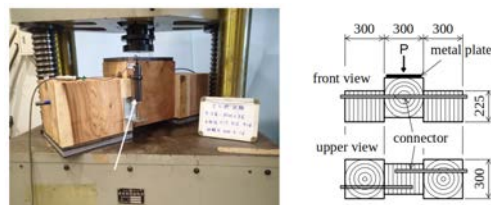


図-1 一面せん断試験状況および断面図

キーワード 木ダム、一面せん断試験、Salome-meca、めり込み

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学理工学部土木環境工学コース

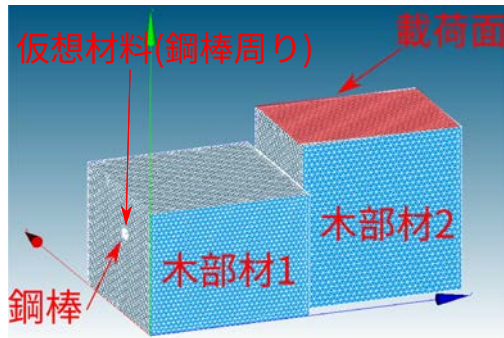


図-2 Salome-Meca2019 による解析モデル

表-2 より、実験時の値と解析時の値について確認すると、ほぼ同じ値が出ており、降伏モードについても一致している。また、挙動についてもねじれ等はなく、実際のものとほぼ一致しているため、実験再現性については精度が確保されていると考えられる。

表-2 試験結果と解析結果の比較

	降伏せん断耐力 (kN)	降伏モード
実験値	8.70	IV
解析値	8.50	IV

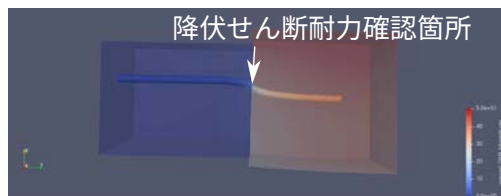


図-3 解析時の挙動

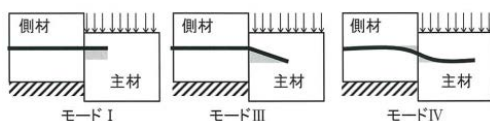


図-4 降伏モード

4. めり込みの再現状況

仮想材の材料特性は、木材の強軸方向と同じ $E=7000\text{N/mm}^2$, $\nu=0.4$ とし、等方性材料とする。また、比較を行うため、仮想材料の降伏ひずみについて差を持たせた 2 種類のモデル A およびモデル B を作成した。

図-5 にせん断部分の最大変位時の断面図、図-6 にせん断部の応力とめり込み量のグラフを示す。

表-3 モデル A および B の降伏点

	降伏応力 (N/mm^2)	降伏ひずみ
モデル A	2.0	0.0003
モデル B		0.005

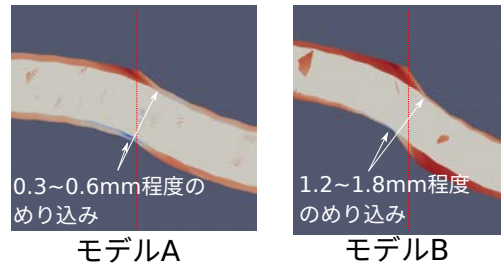


図-5 めり込み状況断面図

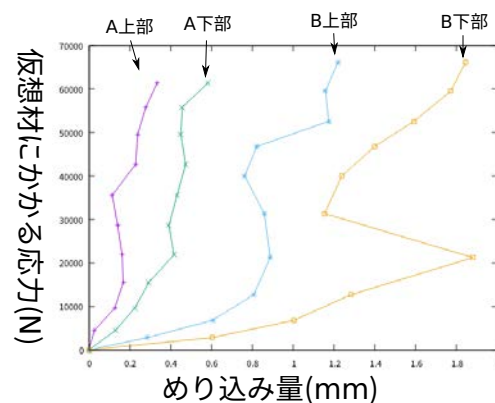


図-6 仮想材にかかる応力とめり込みのグラフ

図-6 より、モデル B の方がめり込み量が多いこと、上部と下部では下部の方が大きくめり込むこと、今回のモデルでは全体的な傾向として応力が 20kN 付近を過ぎるとめり込み量が小さくなるが、その後めり込み量が増加する傾向であることが確認できる。

5. まとめ

- ・Salome-Meca2019 を用いた FEM 解析の場合、降伏ひずみがめり込み量に影響する。
- ・鋼棒接合部のめり込み挙動を解析を行い把握することができた。

今後は実験データ等の実際のめり込み量を反映させ、より詳細かつ精度の高い FEM によるめり込みの再現をしていきたい。

参考文献

- 1) 土木学会木材工学委員会:土木技術者のための木材工学入門, 2017.
- 2) 野田龍:木製治山ダムの強度、耐久性および環境影響評価に関する研究,2015.
- 3) 日本建築学会:木構造設計基準・同解説, p.222-230, 2006.