

CLT 床版の数値モデル化

環境構造工学講座 7513704 今町 崇人
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

近年、建築分野で普及が進んでいる CLT (直交集成板) は、ラミナを並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料で海外では建築資材として普及が進んでいる。CLT は、強軸、弱軸の両方向に、一定の曲げ剛性を有するので、軽量で疲労しにくいといった木材の長所を活かして橋梁の床版として利用することにも期待されている^{1),2),3),4)}。CLT の破壊を有限要素法等でモデル化するには、圧縮側と引張側とで挙動の異なる木材の材料特性を適切にモデル化する必要がある。本研究では、CLT を 1 層や 8 層の等方性板の積層モデルで圧縮側と引張側に分けて異なる応力-ひずみ曲線を与えることで、数値モデル化し、破壊試験の荷重-変位特性と比較する。また、解析は salome-meca2017 という有限要素ツールで行った。

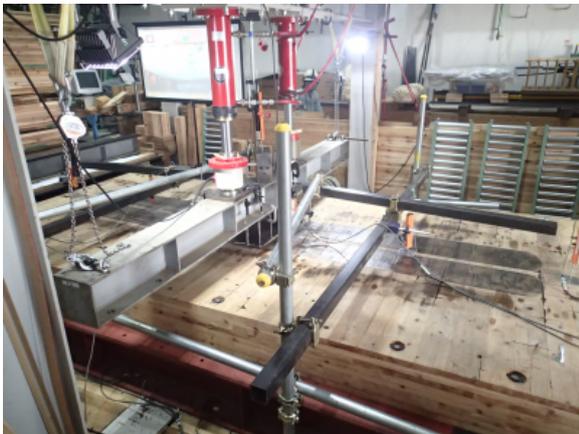


図-1 CLT 床版破壊試験の様子

2. 解析手法

実験値と比較するため、実験で使用した長さ 4000mm、幅 2000mm、厚さ 240mm のスギ CLT 床版について、各ラミナのヤング率を平均化した 1

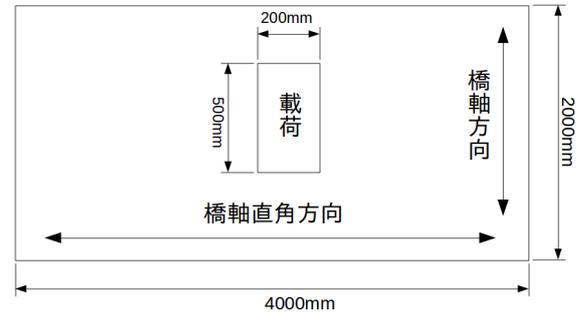


図-2 CLT 床版の簡易平面図 (載荷面)

層の等方性材料 (1 層モデル) や 1 層ごとに直交させた 8 層の等方性材料からなる積層材料 (8 層モデル) としてモデル化を行う。載荷条件については、輪荷重を与えた実験と揃えるため 200500mm の面に載荷を行い、図-2 の中央載荷 (板中央) の位置に 2000kN の荷重を与える。また、変位は板中央の位置を読み取る。

解析に用いる材料諸元は、表-1 に示すヤング率とポアソン比を用いる。ここで、 z は橋軸直角方向 (強軸)、 x を橋軸方向 (弱軸)、 y を載荷方向とする。

表-1 材料諸元

モデル	1 層	8 層 (強軸)	8 層 (弱軸)
ヤング率 E	2.4 GPa	3.5 GPa	0.2 GPa
ポアソン比	0.27	0.4	0.016

3. 解析結果

(1) 破壊試験

1 層モデルでは、中立軸から上側を圧縮、下側を引張とし、8 層モデルでは、中立軸から上側 4 層を圧縮、下側 4 層を引張としている。圧縮側については、スギの代表的な圧縮比例限応力 $\sigma_{cp} = 23\text{MPa}$ 、圧縮強度 $\sigma_c = 27\text{MPa}$ を用いて、降伏後もある程

度の傾きを有するバイリニアの折れ線を設定する。

引張側については、スギの代表的な引張強度 $\sigma_t = 55\text{MPa}$ を降伏点とし、降伏後は傾き 0 のバイリニアの折れ線を設定する。このように、圧縮側と引張側それぞれに異なる応力-ひずみ曲線を設定して弾塑性解析を行う。

なお、これらの強度の値はあくまでも代表的な公称値⁵⁾でしかないので、実験値と比べるとかなり硬い挙動を示してしまふ。そのため、圧縮側と引張側で用いた降伏点を 1/10 にして、再び解析を行う。また、実験では変位計を CLT 床版の上面に設置しているため、図-3 のようなめり込みが 5mm 程度生じているので、最大荷重が 5mm 減少するように線形で補正する。

また、今回の解析では拘束を片側を完全固定、もう一方を水平方向のみを自由にした面拘束で行っている。しかし、実験では H 形鋼の上にゴムシートにを敷きその上に CLT 床版を置いて、H 形鋼とボルトで固定しているため、実際にはゴムシートが変形し、木部もめり込みなどで変形する可能性がある。そこで、実際の変形は H 形鋼の内側に沿って単純支持されたように生じているものとみなし、H 形鋼の内側の線の一方を全変位固定、もう一方は水平変位のみ自由とした単純支持条件で解析し直してみる。さらに、1 層モデルと 8 層モデルそれぞれにゴム板を取り付け、ゴム板の片側を完全固定、もう一方を水平方向のみを自由にしたゴム板面拘束とゴム板の内側の線の一方を全変位固定、もう一方は水平変位のみ自由としたゴム板線拘束についても解析を行う。これらの解析結果と実験値、めり込みを考慮した実験値との比較を図-4 に示す。H 形鋼部の上面を全面拘束した結果と比べて、線拘束の方が結果は柔らかめとなり、実験値に近づくことが確認できる。

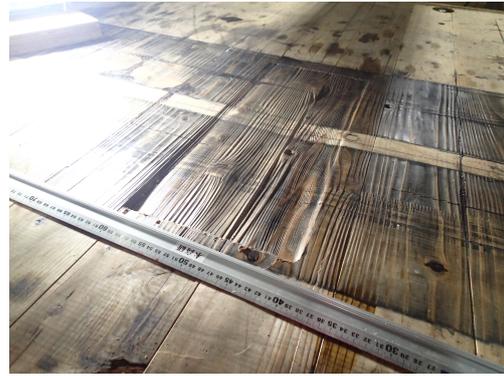


図-3 実験によるめり込み

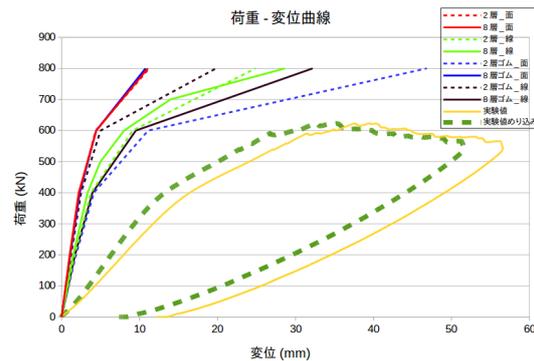


図-4 実験値と解析との比較

4. まとめ

今回の解析では、1 層モデルと 8 層モデルについての弾塑性挙動を求め、その解析結果と破壊試験の実験値を比較した。試験材料の実際の降伏点は分からないので、解析で用いた降伏点は実験値の値とは違って固くなってしまったが、引張側は引張強度で、圧縮側は圧縮強度で降伏するモデルで、木材が降伏しながら剛性を落としていく様子をモデル化することができた。

参考文献

- 1) 秋田県立大学 木材高度加工研究所 ほか：CLT 床版輪荷重載荷試験へ向けて、2016。
- 2) 佐々木 貴信，荒木 省吾，林 知行，山内 秀文，豊田 敦：橋梁床版としての CLT の性能評価，木材利用研究論文報告集 15, p. 11-16, 2016。
- 3) 有山 裕亮，豊田 敦，佐々木 貴信，荒木 省吾，高橋 克彦：CLT を利用した床版の輪荷重載荷試験，木材利用研究論文報告集 15, p. 17-22, 2016。
- 4) 藤田 智郁，海老名 健正，後藤 文彦，野田 龍，佐々木 貴信：CLT 床版の曲げ挙動の数値モデル化，木材利用研究論文報告集 15, p. 17-22, 2016。
- 5) 木材活用事典編集委員会：木材活用事典，産業調査会事典出版センター，1994。