

木材の剛性均一化を目的とした多方向積層積層の開発

秋田大学
指導教員

高井 悠任
青木 由香利

1. はじめに

近年, 土木構造物の材料として適所に木材や木質材料を用いようとする試みが各地で進められ, 国産材の需要拡大により地域経済の活性化, 景観との調和, さらには木材使用による炭素固定効果が見込まれている.¹⁾ そこで, 木材の特性である炭素固定に注目して橋梁などの土木構造物への木材の利用を考える. これまでも CLT など, 木材の繊維方向を変えて積層して木材の異方性による影響を低減させるような研究や開発が行われてきた. しかし, 繊維方向を直交させる CLT では剛性の均一化により全体の剛性まで低下してしまう問題がある. そこで本研究では, 全体の剛性を保ちつつ異方性の影響を低減できるような新たな木構造部材を提案する.

2. 解析モデルと手法

本研究で提案する木部材は図-1 に示すような板厚 1mm の木板を強軸方向の角度を変化させながら積層していくものである. 今回, は 45 度ずつずらして積層し 5 枚重ねたものと 30 度ずつずらして積層し 7 枚重ねたものをそれぞれ 1 セットとした 2 パターンで解析を行った. また, 多方向積層との比較のため CLT のような直交積層部材と LVL のような一方向積層部材のモデルに加え全方向同一の挙動を示す等方性モデルも作成した. 解析には有限要素法解析ツール Salome-Meca2019 を用い, 木部材の直交異方性はヤング率を用いて考慮した. ここでヤング率は杉を想定し, 強軸方向 (E_x) を 6000MPa, 弱軸方向ヤング率 (E_y, E_z) は強軸方向ヤング率の $\frac{1}{25}$ の 240MPa とした. また, せん断弾性係数 G とポアソン比 ν は全方向一様とし, それぞれ 400MPa, 0.016 とした. 等方性モデルはヤング率 6000MPa で一律である. 実際の接着に関しては集成材に一般的に用いられる API(水性ビニ

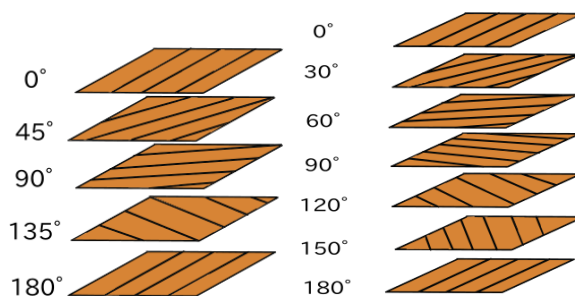


図-1 MALT

ウレタン接着剤) があるが, 本研究の数値解析モデルにおいては接着材の影響は考慮せず板同士は剛結であるとする. 境界条件は 4 辺単純支持で上面に $0.001N/mm^2$ の等分布荷重を載荷し線形解析を行った.

3. 解析結果

木部材は 5 枚 1 セットと 7 枚 1 セットとし, 1 セット (5mm) から 6 セット (30mm), 1 セット (7mm) から 5 セット (35mm) まで変化させて部材中央部の変位を計測した. それぞれの結果を図-2 と図-3 に示す. 図より, 45 度と 30 度ずつずらしたどちらのパターンも繊維直交の中央変位より変位が抑えられていることがわかり異方性が緩和できているように見える.

そこでさらなる比較のため繊維直交と多方向積層の変位を等方性の変位で除し無次元化した値を表-1 表-2 に示す. 2 つの表より多方向積層のたわみは等方性のたわみの約 3 倍, 繊維直交のたわみは等方性のたわみの 5 倍程度であることから, 角度を変化させて積層することで木部材の剛性に対する異方性の影響を低減できたと考えられる.

さらに, 厚さ方向の異方性の影響をみるために図-6 に部材厚を縦軸に取り, xy 平面方向のひずみを横軸に取ってプロットしたグラフを示す. このグラ

フでは、 x 方向 y 方向のひずみ曲線が一致しているほど異方性の影響が小さいことを示している。等方性の結果は、双方の曲線が完全に一致していることが分かる。一方繊維直交の曲線は特に y 方向のひずみ曲線が大きくずれていることから異方性の影響が強く出ていることが確認できた。多方向積層のひずみにおいては等方性ほどは完全な一致ではないものの、繊維直交と比較して異方性の影響を大幅に低減できた。

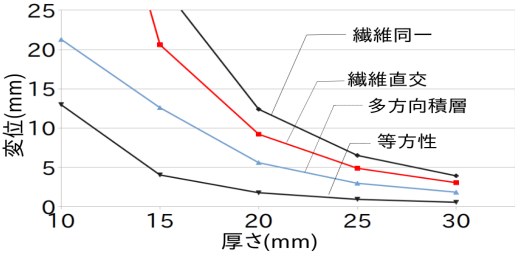


図-2 45度の解析結果

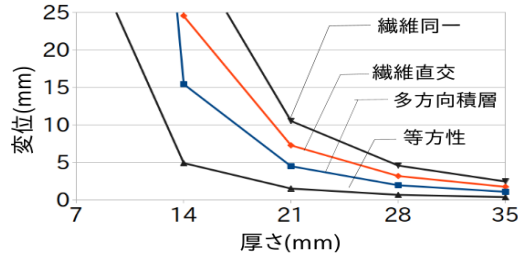


図-3 30度の解析結果

表-1 直交積層と多方向積層の比較

変更角度 (45)	多方向積層	直交積層
15	3.118	5.101
20	3.146	5.179
25	3.169	5.202
30	3.24	5.368

表-2 直交積層と多方向積層の比較

変更角度 (30)	多方向積層	直交積層
7	4.616	4.995
14	3.155	5.02
21	3.001	4.87
28	2.967	4.86
35	3.02	4.917

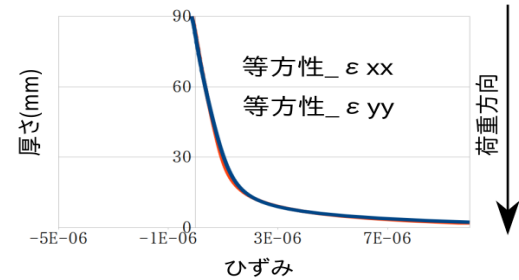


図-4 厚さと xy 方向ひずみの関係 (等方性)

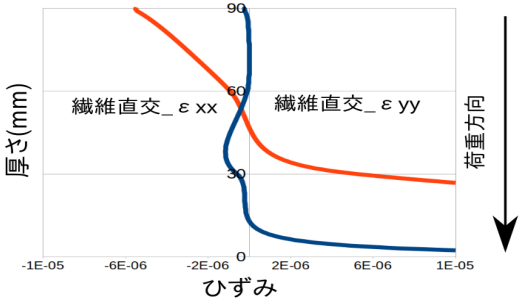


図-5 厚さと xy 方向ひずみの関係 (繊維直交)

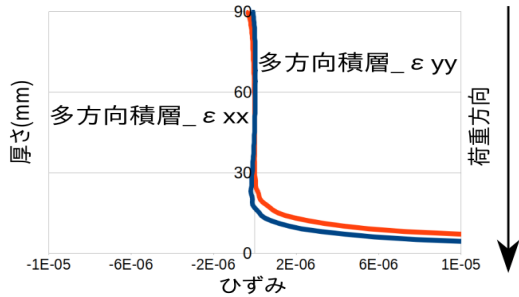


図-6 厚さと xy 方向ひずみの関係 (多方向積層)

4. まとめと今後の課題

本研究では1枚の薄い平板を少しずつ角度ずらして重ねたものに等分布荷重がかかったとき、厚さの違いによる平板挙動の変化を調べた。同一方向積層や直交方向積層と比較し、多方向積層はたわみを抑えられ等方性に近い挙動が得られた。今後の課題としては、今回木材の強軸方向を45度ずつずらしたものと30度ずつずらした解析を行ったが、積層の角度や順番の組み合わせで最も異方性を緩和できるところの追求と、接着を考慮したときの挙動の変化を解析を行って調べていく。

参考文献

- 1) 佐々木 貴信, 秋田県立大学木材高度加工研究所教授: 土木分野での木材利用-木材の特長を活かした用途開発-,