

床版として利用される CLT の剛性挙動

環境構造工学講座 13707 海老名 健正
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

CLT(直交集成板:Cross Laminated Timber)^{1),2)}は、木材の繊維方向を直交させ積層接着した新しい木質系材料であり、その構造から寸法安定性に優れ、これまでにない大面積の面材料の製造を可能にしている。木質材料の CLT は軽量であり、輸送面や施工面で優位性を有している。国内の橋長 2m 以上の橋梁総数は約 70 万橋とされており、このうち架橋後 50 年以上経過している橋梁は 20 %程度であり、20 年後には 70 %程度に達することが試算されている。今後、膨大な数の橋梁の補修が必要とされ、経済的負担は極めて大きくなることが予想される。CLT を用いた床版は、1. 主桁負担を減らすことによる鋼桁補強費の低減、2. 路線の早期解放に伴う経済活動の停滞期間の縮小等を可能とし、床版の補修・取替え工法のひとつとして期待されている。本研究では、解析ソフト Salome-Meca を用いた有限要素解析によって、荷重を載荷した際の CLT の剛性挙動を確認する。

2. 解析モデル

今回の研究で使用するモデルは、**図-1**に示すように、厚さ 30mm、幅 200mm、奥行き 4000mm のひき板と、厚さ 30mm、幅 200mm、奥行き 2000mm のひき板をそれぞれ幅方向に並べ、直交に積層したものである。

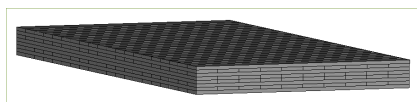


図-1 モデル

また、1 層毎に異方性を考慮した 8 層モデルと、ヤング率をそれぞれ平均化し、層全体で異方性を考

慮した 1 層モデルの 2 種類について検討していく。1 つの層に関しては、同じ繊維方向のひき板を幅方向に接着する「幅はぎ」を施しているため、1 枚の板材として考慮するものとする。

3. 解析方法

まず、木材は繊維方向によって材料定数が異なるので、1 層モデルと 8 層モデルのそれぞれに異方性を設定しなければいけない。1 層モデルに関しては、ヤング率を X 軸方向に 1.7GPa、Y 軸方向に 0.2GPa、Z 軸方向に 3.5GPa とし、ポアソン比を $\nu_{xy} = 0.194$, $\nu_{yz} = 0.0229$, $\nu_{zx} = 0.4$ とする。8 層モデルに関しては、層毎に異方性を設定するので、下から 1, 3, 6, 8 層目の板材のヤング率を X 軸方向に 0.2GPa、Y 軸方向に 0.2GPa、Z 軸方向に 5.0GPa とし、ポアソン比を $\nu_{xy} = 0.4$, $\nu_{yz} = 0.016$, $\nu_{zx} = 0.016$ とする。また、2, 4, 5, 7 層目の板材のヤング率を X 軸方向に 5.0GPa、Y 軸方向に 0.2GPa、Z 軸方向に 0.2GPa とし、ポアソン比を $\nu_{xy} = 0.4$, $\nu_{yz} = 0.016$, $\nu_{zx} = 0.4$ とする。荷荷条件に関しては、床版の上面中央、中心からの距離 1000mm の計 3 箇所を 200mm×500mm の荷荷面をそれぞれ設定し、その面に 80kN をかけるものとする。境界条件に関しては、床版の底面に 135mm×3360mm の拘束面を設定し、一方の面を固定支持とし、もう一方の面をローラー支持とする。山口大学で行われた荷荷試験¹⁾では、輪荷重荷荷試験の前後で CLT 床版の 3 箇所を静的荷荷を行っているので、今回の研究では、静的荷荷の結果を比較対象とする。また、変位を読み取る箇所と静的荷荷の箇所については、山口大学から提供された設計書を元にした**図-2**の通りである。

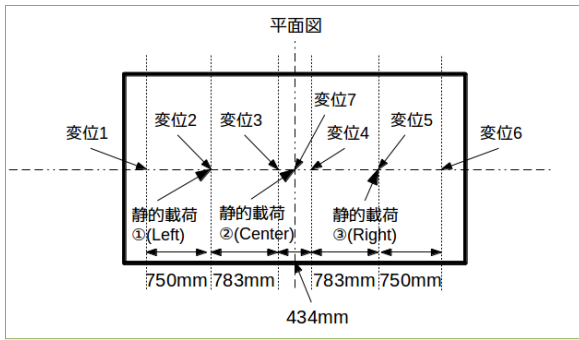


図-2 変位計と载荷位置

4. 解析結果

それぞれのモデルから得られた変位を図-3, 4,5,6 に示す。それぞれの図中の L, C, R はそれぞれ図-2 の Left, Center, Right の位置を表す。変位の結果から、1層モデルは8層モデルよりも変位が小さく、強度が大きいことが判る。また、2次要素の結果は1次要素の結果よりも実験値に近い値となった。1層モデルでは载荷部分の誤差が大きく出ているが、中心からの距離が長くなるにつれて、誤差が少なくなった。しかし、8層モデルでは载荷部分の誤差が少ないのに対して、中心からの距離が長い箇所では誤差が広がっていた。また、有限要素解析では、载荷部分の変位が他の箇所に比べて急激に大きく出ている。

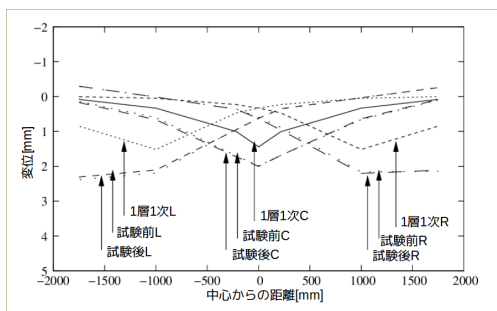


図-3 変位 (1層1次要素のモデル)

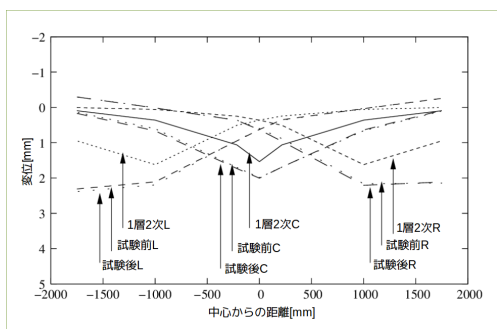


図-4 変位 (1層2次要素のモデル)

しかし、実験値では、载荷部分から他の箇所までの変位の変化が緩やかになっていた。また、全てのモデルに共通して、Left 側と Right 側で大きく誤差が生じている箇所があった。

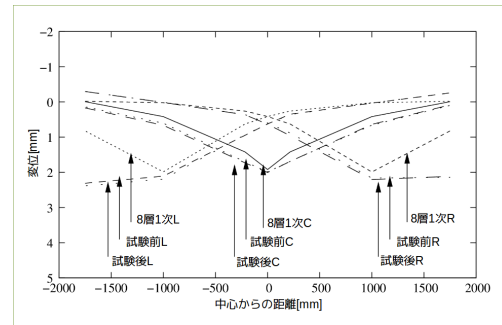


図-5 変位 (8層1次要素のモデル)

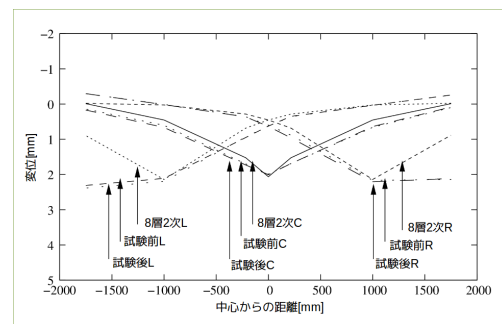


図-6 変位 (8層2次要素のモデル)

5. まとめ

今回の研究では、8層を平均化して近似した1層モデルよりも8層モデルの方が実験値と近くなったが、やはり、各層の異方性を考慮した解析の方がより正確な解析ができるものと思われる。ただし、今回解析値と比較した実験サンプルは1試験体のみなので、より多数の試験体との比較から解析精度を検討するのが今後の課題である。また、試験でCLT床版を固定していたボルトや、H型鋼の再現までは出来ていないので、更に細かい条件まで考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 有山裕亮、豊田淳、佐々木貴信、荒木省吾、高海克彦：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, pp.17-22, 2016.
- 2) 秋田県立大学、木材高度加工技術研究所、リテックエンジニアリング株式会社：CLT床版輪荷重載荷試験へ向けて，2016.