

幅はぎ接着が CLT の面内せん断性能に及ぼす影響に関する実験的研究

東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 稲井田 直哉 (指導教員 稲山 正弘)

1. 研究の背景

CLT(直交集成板)は、耐震性や耐火性、断熱性などに優れることに加え、コンクリートよりも軽量といった特徴を兼ね備えているため、欧州では既に中高層建築物の新たな構造部材として普及し始めており、CLT を床材などに利用した建築物も増えている。我が国においても、公共建築物や非住宅建築物の木造化を推進していく一つのメソッドとして、CLT の注目度は日を迫るごとに増している。

2. 現行の規準の問題点

CLTを耐震壁や床部材などの水平力に抵抗する要素として使用する場合(Fig. 2.1)、その面内方向のせん断性能(せん断強度とせん断弾性係数)が重要になる。

しかし、CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル¹⁾によると、現行の規準では、CLTの面内方向せん断の材料物性は幅はぎ接着の有無が考慮されておらず、ラミナの材料強度や積層数などの因子のみによって算出されている。また、面内方向のせん断弾性係数に関しては、強度等級や層構成に関係なく、既往の研究に基づいて凡その値(全断面に対して、層構成などに一切関係なく、一様に 500 N/mm^2)で定められている。

さらに、国土交通省の告示の値を決めるにあたって参照されている Flaig らの理論モデル(Fig. 2.2)は CLT 梁の曲げに伴うせん断について扱ったもので、地震力などによって純せん断に近い力を受ける面材としての CLT への適用可能性については検討が必要である。

3. 研究の目的

このように、CLT の材料物性に関しては未解明な点が多く、利用を早期に推進していくにあたり、安全率を大きめに考慮した値で利用されている側面がある。より正確に CLT のせん断性能が分かり、幅はぎ接着の有無によるせん断挙動の違いの予測が可能になれば、実務設計で建築物の壁や床として使用する際により適切な材料選択が可能になると考えた。

上記のように、現行の規準に不足するせん断に関する技術的知見を蓄積し、CLT に関するより正確な情報を設計施工マニュアルなどに反映させることが、研究の主たる目的である。

- 「幅はぎ接着が CLT の面内せん断性能及び破壊に至るまでの挙動に及ぼす影響」を実験的に明らかにする
- 告示の値を定めるに当たって参照されている Flaig らの理論モデル²⁾の適用可能性について再度検証を行う



Fig. 2.1 CLT の利用例(日本 CLT 協会 HP より引用)

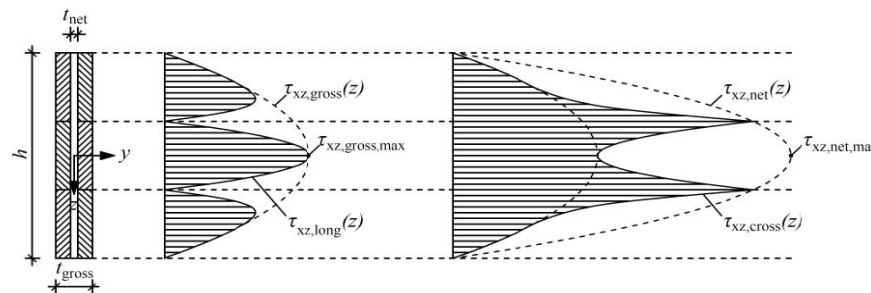


Fig. 2.2 Flaig らの理論による CLT のラミナ別のせん断応力の分布²⁾
(注釈に CLT-beam との記載がある)

4. 二層パネルの面内せん断試験

徳島県産のスギで製造された二層の直交積層パネルを用いて、Two Rail Shear 法(Fig. 4.1)に準拠して面内方向のせん断試験を行った。二層パネルは幅はぎ接着が施された製品のみが製造されているため、幅はぎ接着「無し」のパネルは、幅はぎ接着「有り」のパネル両面の幅はぎ部にスリット加工(Fig. 4.2)を施すことで製作・再現した。

Fig. 4.3 に各試験体のせん断強度を、Fig. 4.4 にせん断弾性係数とせん断剛性を示す。せん断剛性は当研究で独自に導入した特性値であり、パネルのせん断変形角を基に算出した指標である。

スリット深さがより短い試験体(=幅はぎ接着「有り」の状態に近い試験体)の方が、面内せん断性能が高い傾向にあることが伺える。

破壊性状については、どの試験体も CLT の破壊モード□(ラミナの繊維並行方向のせん断)が支配的な破壊を見せた。文献²⁾ではモード□(接着面のねじり破壊)についても言及されていたが、本試験ではモード□は確認されなかった。

5. 理論値と実験値の比較

幅はぎ接着を考慮していない状態を想定した理論値と、実験値の比較を行った。せん断強度は精度良く一致した(Fig. 4.3)のに対して、せん断弾性係数は理論値(178 N/mm^2)実験値に大きな差が生じた(Fig. 4.4)。

理論値は既往の研究の実験値(500 N/mm^2 前後)とも大きく離れているため、せん断弾性係数の算出に関しては、Flaig らの梁理論モデル²⁾の適用可能性について引き続き検討が必要である。

6. まとめ

二層の直交積層パネルの TRS 試験を行い、CLT の面内せん断性能として以下の知見を得た。

- 幅はぎ部にスリットを入れることによってせん断性能が低下する
⇔ 幅はぎ接着によってせん断性能が向上する
- スリットの深さによる破壊性状の違いは見られなかった
- せん断強度の理論値は実験値とよく一致するが、せん断弾性係数に関しては理論モデルの適用を含め、検討の余地が残る

7. 特記事項

➤ 当研究課題は、(公財)PHOENIX 木材・合板博物館の令和元年度研究補助金による支援を受けた研究成果です。

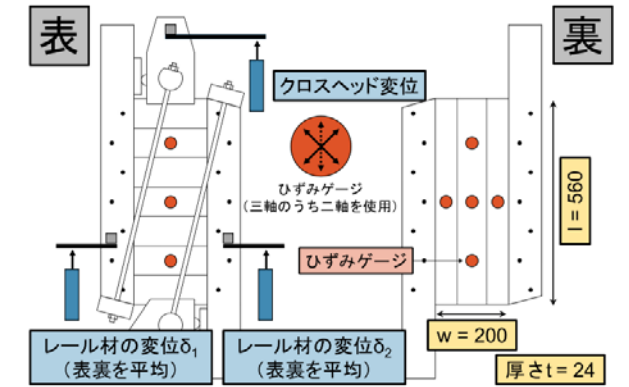


Fig. 4.1 TRS 試験法の概要と測定計画

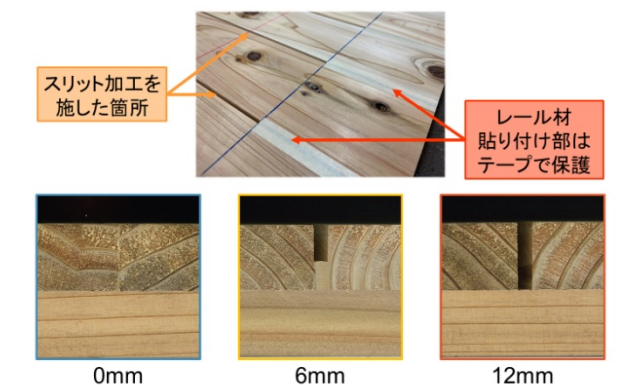


Fig. 4.2 パネルに施したスリット加工

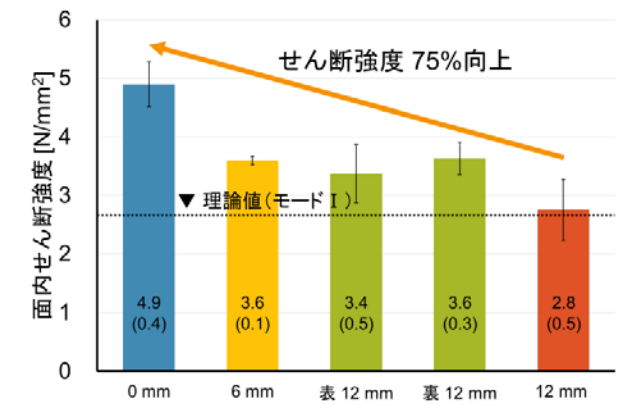


Fig. 4.3 せん断強度の実験値と理論値

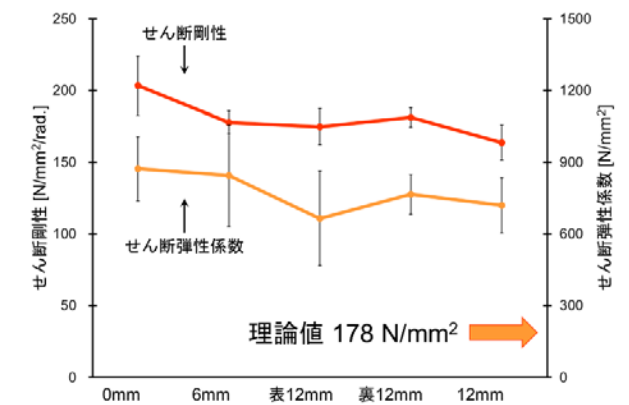


Fig. 4.4 せん断弾性係数の実験値と理論値

¹⁾ CLT 設計施工マニュアル編集委員会編「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」公益財団法人日本住宅・木材技術センター, 2016. ²⁾ M. Flaig, H. J. Balz. Shear strength and shear stiffness of CLT-beams loaded in plane. Proceedings of CIB-W18, pp.245-258, 2013.