HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	直交集成板の面外せん断強度に関する実験的評価および数値解析的評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	川合, 慶拓
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16264号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/94986
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	KAWAAI_Yasuhiro_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博　士（農学）　　氏名　川 合 慶 拓

審査担当者　主 査　准教授　澤 田 圭
副 査　教 授　佐々木 貴 信
副 査　教 授　佐 野 雄 三
副 査　助 教　高 梨 隆 也

学 位 論 文 題 名

直交集成板の面外せん断強度に関する実験的評価および数値解析的評価

本学位論文は，和文本文１５７頁，図１００，表１６，６章，付録５２５頁からなり，参考論文３編が付されている。

国内の木材需要の維持・拡大を図るため，中高層建築物に対する直交集成板（Cross Laminated Timber，以下 CLT）の利用が進んでいる。CLT はラミナの繊維方向を直交させて積層接着した木質材料であり，建築物の床および屋根のような水平構面に使用する場合，建築物の自重等の荷重は CLT の面外方向に発生する。この面外方向の荷重が発生した場合，CLT の直交層ラミナにはローリングシアーが生じる。ローリングシアー強度は繊維平行方向のせん断強度よりも低いため，ラミナの積層数とスパンの条件によっては，CLT の直交層ラミナにローリングシアー破壊が生じる可能性がある。安全性を有した CLT の水平構面への利用を考える上で，ラミナのローリングシアー強度および CLT の面外せん断強度を適確に把握することが必要となる。

本研究では，ラミナのローリングシアー強度および CLT の面外せん断強度に着目し，それらの強度を決定付ける因子の解明を目的として，各種の強度試験を実施し，得られた結果から，CLT の面外せん断強度を推定する式の提案を行った。

１．ラミナの断面寸法によるローリングシアー強度への影響

ラミナの幅を 60，80，100，120 mm と変化させたローリングシアー強度試験と，ラミナ幅 60mm でラミナ枚数を 1，2，3 枚と変化させた試験を行った。試験にはカラマツラミナを用いた。ローリングシアー強度はラミナの幅を厚さで除した値と線形関係を示し，本研究で得られた近似直線は既往の研究結果とも一致した。ラミナ枚数を変化させてもローリングシアー強度は同程度の値であったことから，ローリングシアー強度にはラミナ 1 枚の幅厚さ比が影響し，ラミナ枚数は影響しないことが明らかとなった。有限要素解析より，ラミナの隅角部ではせん断応力と横引張応力が大きな値を示し，ラミナ幅が小さくなるほど応力の大きな箇所が近づくことで，接着面に沿う破壊が生じたと推察できた。

２．荷重方式および直交層構成による面外せん断強度への影響

試験方法が CLT の面外せん断強度に与える影響を調べた。3 層 3 プライのカラマツ CLT を対象として，中央集中荷重試験および逆対称 4 点荷重試験を実施した結果，面外せん断強度に有意差はなかったことから，CLT の仕様が決まっていれば，どちらの試験でも適切な評価が可能と分かった。CLT 直交層の幅はぎ接着の有無と節が面外せん断強度へ及ぼす影響を調べるため，中央集中荷重試験および逆対称 4 点荷重試験を行った。その結果，幅はぎ接着の有無と節の存在による面外せん断強度への影響は認められなかった。

３．層構成およびスパンによる面外せん断強度への影響

CLT 構成やスパンの違いが CLT の面外せん断強度に及ぼす影響を調べた。3 層 4 プライ，5 層 7 プライ，7 層 7 プライ，9 層 9 プライのカラマツ CLT を対象として，中央集中荷重試験を実施した。スパンは CLT の高さの 5～16 倍とした。3 層 4 プライ，5 層 7 プライ，7 層 7 プライ CLT では，スパンが大きくなるほど面外せん断強度は低下し， その後 1.0～1.5N/mm^2 に収束した。9 層 9 プライ CLT はスパンが 3 条件であったため，面外せん断強度の収束までは観察できなかった。面外せん断強度と直交層のラミナ数を比較すると，ラミナ数が多くなるほど面外せん断強度は低下し， その後一定値に収束した。直交層ラミナの数を変化させたモンテカルロシミュレーションを実施し，CLT の面外せん断強度の推定を行った。シミュレーションの結果，スパンが小さい場合は，直交層ラミナの多くが破壊した後に CLT は面外せん断強度に達すると推定できた。スパンが大きい場合は，最も低いローリングシアー強度を持つラミナが破壊することで，CLT は面外せん断強度に達すると推定できた。

４．断面寸法およびスパンに基づく CLT の面外せん断強度の評価

現行の設計では，CLT の基準面外せん断強度は CLT の仕様に関わらず 1.2N/mm^2 と規定されている。しかし本研究の結果より，CLT の面外せん断強度はラミナの断面寸法，CLT の層構成，スパンによって変化することが明らかとなった。そこで，建築物の床および屋根に CLT を使うことを想定して，構造計算を行った。その結果，設計条件に応じた CLT 直交層ラミナの必要断面寸法が明らかとなり，現行の規定よりも小さな断面寸法のラミナを用いた CLT でも，構造利用できる可能性を示すことができた。

ラミナのローリングシアー強度および CLT の面外せん断強度を適切に評価することを目的して，実験および数値解析を通して調べた結果，ローリングシアー強度および面外せん断強度に影響を及ぼす要素，強度を決定つける要因を明らかにすることができた。また CLT 直交層ラミナの断面寸法とスパン条件から，CLT の面外せん断強度の推定式を提案することができた。

よって、審査員一同は、川合慶拓が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。