



Title	CLT直交層におけるローリングシアアおよび北海道産CLTの面外せん断強度に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	石原, 亘
Citation	北海道大学. 博士(農学) 甲第15150号
Issue Date	2022-09-26
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/87220">http://hdl.handle.net/2115/87220</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Ishihara_Wataru_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

# 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 石原 亘

審査担当者 主査 教授 佐々木 貴信  
副査 教授 佐野 雄三  
副査 講師 澤田 圭

## 学位論文題名

CLT 直交層におけるローリングシアーおよび北海道産 CLT の  
面外せん断強度に関する研究

本学位論文は、和文 120 頁、図 5 1、表 9、6 章からなり、参考論文 4 編が付されている。

地球温暖化の緩和や国産木材の需要拡大などを目的として、公共建築物の木造化が図られる中、これに応じた木質建築材料として直交集成板（CLT: Cross Laminated Timber）が注目されている。CLT は、ラミナと呼ばれる厚さ 30mm 程度の挽き板を並べて、その繊維方向が直交するように 3～7 層を積層接着した木質系パネルであり、これまでにない大面積および大断面の部材寸法を実現したことで中高層の木造建築を可能にした。

欧米では、1990 年代から CLT の開発が始まったのに対し、わが国では 20 年ほど遅れて CLT の生産および関連法規の整備、強度データの収集が急ぎ行われている。そのため、CLT の材料強度の基準値の妥当性に関しては十分な検証がなされていない部分もあり、安全安心な CLT 構造の設計のためにも、これら課題の検証が不可欠であった。なかでも、CLT を構成する内層ラミナのローリングシアーに起因する CLT の面外方向のせん断破壊の現象解明の必要性が指摘されていた。

本研究では、この内層ラミナのローリングシアー破壊に着目し、その適切な強度評価法の提案や CLT の面外せん断強度との関係の解明を目的として、各種の強度試験を繰り返し行い、得られた結果の評価および解析を行った。また得られた結果から、面外せん断強度推定の実験式の提案や、ローリングシアーを発生させないせん断強度試験方法の提案を行った。

### 1. ラミナのローリングシアー強度と CLT の面外せん断強度の関係

国産 CLT のラミナには主にスギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツの針葉樹が用いられている。これらのラミナのローリングシアー試験を行い、樹種や含水率の違いによるローリングシアー強度を求めた。これらの試験の結果、ローリングシアー強度は高い順に、ヒノキ、カラマツ、スギおよびトドマツとなり、含水率がローリングシアー強度に与える影響は顕著ではないことが示された。

次に、ここで得られたラミナのローリングシアー強度と CLT 製品の面外せん断強度との関係を明らかにすることを目的として、2 種類の試験方法を用いて、せん断スパン（支点と荷重点の間の距離）を変化させた複数の試験条件での面外せん断強度を求めた。これらの試験の結果、いずれの試験方法においても、試験条件によって得られるせん断強度が異なることが示された。また、せん断スパンが長くなるに従い、せん断強度は漸減し一定値に収束する傾向が認められ、この収束値はローリングシアー

強度と概ね一致し、現行の CLT のせん断強度の基準値と同等、もしくは 2~5 割程度高い値になることを示した。さらに、任意のせん断スパンにおける CLT の面外せん断強度を推定可能な実験式を導いた。

## 2. 促進劣化処理と CLT の面外せん断強度の関係

集成材や CLT のような木質接着材料では、使用環境を想定した促進劣化処理による接着耐久性の検証を行うことが求められているが、促進劣化処理が CLT の面外せん断強度や破壊形態にどのような影響を与えるのかを報告した例は非常に少ない。そこで、カラマツおよびトドマツ CLT について、煮沸、減圧加圧、加熱冷却処理の促進劣化処理を行った後に面外せん断強度を求めた。これらの試験の結果、いずれの条件においても、破壊形態は内層ラミナのローリングシアーを伴うせん断破壊であり、処理方法によっては強度が 4 割程度低下した。また、同様の処理をしたラミナ間接着部分の剥離試験では、接着層の剥離率は最大 5%程度と僅かであったことから、内層ラミナの木部の劣化がせん断強度の低下に影響している可能性が示された。

## 3. 接着強度の評価方法の検討

CLT の製造では積層接着の工程は品質管理上極めて重要であり、接着強度の評価も適切に行う必要がある。現行の規格に示されているブロックせん断試験は集成材の試験規格を引用したものであり、CLT の場合、試験片のローリングシアー破壊によって、接着強度が適切に評価できないことが指摘されていた。

本研究では、試験片の繊維方向を 45 度傾けて採取した試験片を用いたブロックせん断試験を提案し、ローリングシアー破壊を発生させず、接着強度を適切に評価できることを示した。

以上のように本研究では、新しい木質材料である CLT の内層ラミナのローリングシアー破壊を伴うせん断破壊現象を検証することを目的として、各種の強度試験とその評価を行い、強度推定の実験式や接着強度の適切な評価のための試験方法の提案を行った。これらの成果は、国産 CLT の生産や CLT を用いた木造建築の普及に貢献するものと思われる。

よって、審査員一同は、石原亘が博士（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。