

クロス・ラミネイティド・ティンバー (CLT) による構造の耐震性能に関する研究
その2 CLT の製造

クロス・ラミネイティド・ティンバー
振動台実験 スギ

正会員 孕石剛志*¹ 同 岡部 実²
同 宮武 敦³ 同 槌本 敬大⁴
同 安村 基⁵

1. はじめに



本報では、振動台実験に用いた CLT 壁パネルおよび床パネルの製造および品質管理について報告する。

2. CLT の製造計画

2.1 CLT の製造上の特徴及び樹種選定

CLT は、ひき板を巾方向にも並べ層毎に直交させて積層接着した材料である (表 1 参照)。ひき板間の材質の変動やひき板内の欠点 (節など) が分散されることで、強度上均一な製品ができるという特徴がある。この特徴を活かし、実験に用いる CLT は全国的に生育する「スギ」を原材料とした。

表 1 各種再構成材料の原料と繊維方向

繊維配向	平行	直交
原料		
ひき板	集成材	CLT
単板	LVL	合板

2.2 ひき板の断面構成

本実験に用いる CLT 製造用の原料は、九州地域のスギ乾燥ひき板とした。ひき板を構造用集成材の日本農林規格 (以下 JAS 規格) に規定されているラミナの機械等級区分により区分し、歩留まりや CLT 性能を考慮して内層用と外層用の二つのグループに分類することとした。(図 1 参照)。その結果、内層用ひき板はヤング率 3.5~6.4kN/mm² (平均 5.0 kN/mm²) 最外層用ひき板はヤング率 5.0~7.9 kN/mm² (平均 6.5 kN/mm²) となった。また、一般に流通するスギの板材や集成材用ひき板の寸法を考慮して、CLT を構成するひき板の厚さは 30mm とした。CLT 壁パネルは幅 1000mm、長さ 3000mm、厚さ 150mm で、30mm スギひき板 5 層構成とした。壁パネルの長手方向と 1,3,5 層目ひき板の繊維方向が平行で、2,4 層目に直交層を配した構成となっている。CLT 床パネルは幅 1000mm、

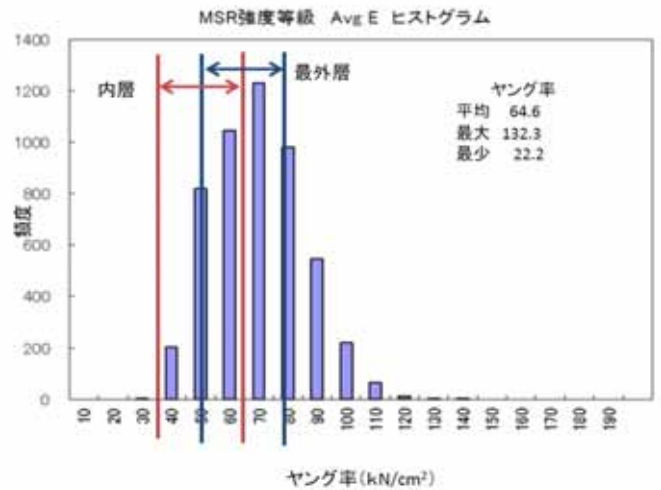


図 1 スギひき板のヤング率分布

長さ 4000mm、厚さ 180mm で、30mm スギひき板 6 層構成とした。これは床パネルとしての剛性向上を目的としたもので、壁パネル 5 層構成の引張側 (6 層目) に長手方向と平行にひき板を積層接着する構成とした。したがって CLT 床パネルは上下非対称となり引張側の最外層とその内側 1 層が同一方向となっている。1, 5 層目 (および 6 層目) は最外層用ひき板、2,3,4 層は内層用ひき板の区分とした。(図 2 参照)。

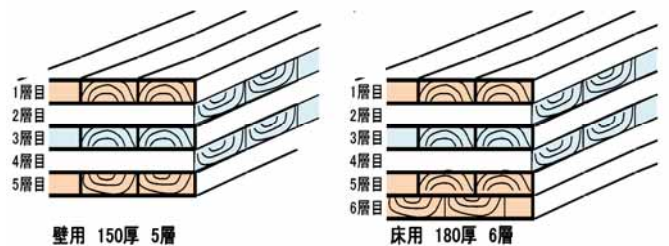


図 2 CLT 壁パネル及び床パネルの断面構成

2.3 接着及び圧縮

当該試験に用いる CLT は構造用集成材の JAS 規格に準じて製造した。ひき板の含水率は 15%以下とし、強度等級区分後、同じ区分のひき板同士を垂直型フィンガージョイント (水性高分子イソシアネート系接着剤) で所定の長さにてたて継ぎをして幅 110mm 厚さ 30mm のラミナとした。圧縮用プレス機械の仕様に合わせて、パネルの長手方向は幅 110mm x 長さ 6150mm のラミナを幅方向に 10 枚、

短手方向は幅 110mm×長さ 1100mm のラミナを幅方向に 56 枚並べてそれぞれ 1 層とした。ラミナの幅方向の接着（幅はぎ接着）は行わなかったが、積層接着の工程でラミナの幅方向に隙間が生じないように専用の治具を用いて固定した。なお、床パネルの 5 層目と 6 層目はラミナ幅方向の目地が一致しないよう、ひき板を幅方向に 1/2 ずつずらして配置した。

接着剤は、ロ - ルコート式自動糊付機により水性高分子イソシアネート系接着剤を塗布量 250 g / m² で塗布した。圧縮圧はスギ構造用集成材と同様 0.8MPa、圧縮時間は使用した接着剤の管理基準より 45 分以上とした。圧縮終了後、常温で 1 日以上養生し、パネル厚さが構造用集成材の短辺方向寸法公差（+1.5mm、-0.5mm）の範囲内となることを確認した。その後、パネルの幅および長さを寸法公差+0、-4mm の範囲で NC 加工機を用いて切断した。

CLT の製品検査の項目は、厚さ、幅、長さ、対角線寸法差、含水率、接着性能とした。（表 2 参照）

表 2 CLT 試作製造における製品検査内容と公差

検査項目	公差	検査項目	公差
厚さ	+1.5mm,-0.5mm	対角線寸法差	±3mm
幅	+0mm,-4mm	含水率	15%以下 ^{*1}
長さ	+0mm,-4mm	*1 プレス前 挽板含水率	

3. CLT の性能評価

3.1 接着性能

促進処理試験のはく離率により接着性能を評価した。試験片は 75mm×幅 200mm×パネル厚さとし、促進処理は構造用集成材や単板積層材で一般的な方法である減圧加圧はく離試験とした。（図 3、表 3 参照）

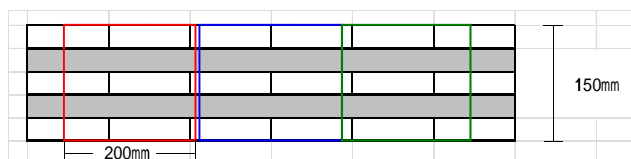


図 3 試験片（150×200×75）採取方法

CLT の側面には板目・柁目面と木口面の両面が現れることから、試験片の採取、はく離長さの測定については 4 面の接着層長さに対するはく離長さの合計の比率をはく離率とした。CLT はひき板を直交積層することで積層面の寸法伸縮差が大きいことから、比較的大きな接着はく離が生じやすいものと思われる。今回の実験結果でも、集成材と全く同じはく離の計測方法、判定方法では CLT の接着性能を正しく評価することは難しいことが分かった。

表 3 減圧加圧はく離試験結果

試験体 No.	接着層	各接着層のはく離長さ(mm)				はく離率 (%)	最大はく離長さ (mm)
		a	b	c	d		
	1					4.6%	45
	2			32	25		
	3						
	4	45					
	1					3.8%	40
	2	25		40	18		
	3						
	4						
	1	27	22			2.2%	27
	2						
	3						
	4						

3.2 曲げ性能

本事業と同じ製造条件で製造した CLT の曲げ性能については、岡部ら¹⁾によって報告されている。構造用合板の曲げ性能推定に用いる平行層理論を用いて（表 4 参照）、ひき板のヤング率から推定した CLT パネルの曲げヤング率は壁パネルで 5.13kN/mm²、床パネルで 5.37 kN/mm²となり、測定値と概ね一致した。

表 4 平行層理論による CLT の断面性能

	I	I _e	I / I _e	Z	Z _e	Z / Z _e
150厚	281	222	0.79	375	294	0.78
180厚	486	401	0.83	540	454	0.84

I, I_e: ×10⁶cm⁴ Z, Z_e: ×10⁴cm³

4. まとめ

既往の構造用集成材等の製造技術に基づいて一般流通スギ板材を用いた CLT を製造するとともに、これらが一定の品質を持つことを確認した。

【参考文献】

1) 岡部実, 安村 基, 小林研治, 孕石 剛志, 中島 洋, 藤田和彦(2012). スギ CLT パネルの曲げ試験及び逆対称せん断試験 第 62 回日本木材学会大会研究発表要旨, Y17-09-1045, 札幌

【謝辞】

本実験は国土交通省住宅局による木のまち・木のいえ整備促進事業「木造住宅・建築物等の整備促進に関する技術基盤強化を行う事業」により実施された。関係者各位に、この場を借りて感謝の意を表します。

*¹ 銘建工業株式会社 開発室長
 *² ベーシックつくば建築試験センター 統括試験研究役 農修
 *³ 森林総合研究所複合材料研究領域チ - ム長・農学修士
 *⁴ 国土交通省国土技術政策総合研究所 室長 博士（農学）
 *⁵ 静岡大学農学部環境森林科学科 教授 農博

*¹ Chief Engineer, Meiken Lamwood Corporation
 *² Chief Researcher Tsukuba Building Research and Testing Laboratory Center for Better Living, M.Agr.
 *³ Team Leader, Department of Wood-based Material, Forestry and Forest Products Research Institute・M. Agr
 *⁴ Head, National Institute for Land and Infrastructure management, MLIT, Dr. Agr
 *⁵ Professor, Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Dr. Agr.