

CLT利用促進に向けた強度データの収集

地域資源部 ○中原 亨, 福留重人

1. はじめに

CLT(直交集成板)は、挽き板(ラミナ)を幅方向に並べた(接着した)層を、繊維方向を直交させながら積層した木質材料である。CLTは、1995年頃からオーストリアを中心に建築構造材として発展し、ヨーロッパのみならず、アメリカやカナダ、オーストラリアでもCLTを使用した建築物が建てられている。日本では、2013年12月にCLTの日本農林規格が制定され、2016年4月には、建築基準法の告示(基準強度)が公布・施行され、CLTが一般利用できるようになった。この基準強度の決定に至るまでには、林野庁委託事業として、全国の試験研究機関・企業が協力して試験を行い、CLTの強度や接合性能、耐火性能等、様々なデータを出してきた過程がある。当センターもそのひとつである「CLT強度データ収集」の一員として参加し、強度試験により、CLTの強度性能を明らかにした。

2. 実験方法

本試験に用いたCLTの概要を表1に示す。まず、各試験体について、事前に縦振動法により縦弾性係数を、たわみ振動法により面内および面外方向における曲げヤング係数、せん断弾性係数をそれぞれ測定した。

曲げ試験は、実大強度試験機((株)島津製作所製、最大能力250kN)を用いて行い、加力方式は3等分点4点荷重方式、曲げスパンは試験体厚さの21倍とした。加圧板幅は支点部および載荷部ともに150mmとし、加力速度は毎分14.7MPa以下となるように設定した。破壊試験後、試験体端部から500mmの位置で含水率測定用試験片を切り出し、全乾法により含水率を測定した。

また、本試験のCLT製造に用いたラミナについても、横振動法により弾性係数を測定した後に、精密万能試験機オートグラフ((株)島津製作所製、最大能力100kN)で曲げ破壊試験を行い、曲げヤング係数と曲げ強さを算出した。

3. 結果

試験結果を表2および表3に示す。今回使用したラミナは、すべての条件において日本農林規格に定められる基準値を満たしていた。非破壊試験について、縦振動法による動的ヤング係数のばらつきが大きく、5層5プライの弱軸においてはそれが顕著だった。これは、ハンマーでの打撃位置を統一できなかったことが原因であると思われる。曲げ試験については、強軸試験体は最下層ラミナ、弱軸試験体は最下層から2層目のラミナの縦継ぎ部に起因する曲げ破壊形態が多く確認された。

非破壊試験結果と曲げ試験結果との関係を図1および図2に示す。縦振動法による縦弾性係数は、曲げ試験による曲げヤング係数に比べ、強軸試験体では低く、弱軸試験体では高い評価になった。一方、たわみ振動法による面外方向の曲げヤング係数は、曲げ試験による曲げヤング係数と近い値となったことから、非破壊試験による評価はたわみ振動法が適していることが確認された。

次に、曲げヤング係数と曲げ強さとの関係を図3に示す。曲げヤング係数と曲げ強さとの間に高い相関関係が認められた。

4. おわりに

今回の強度試験により、非破壊試験では、縦振動法よりもたわみ振動法のほうが適していることが確認された。また、曲げヤング係数と曲げ強さの間には相関が認められた。

なお、このデータ収集事業は現在も続けられており、このデータ収集により、現在公布されているCLTの建築基準がより一層充実し、集成材のように、より一般的に使用されやすい材料になることを目指している。

表 1 CLT試験体概要

記号	等級・構成	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	ラミナ厚さ (mm)
(a)	Mx60・3-3	300	90	2000	30
(b)	Mx60・5-5	300	100	2300	20
(c)	Mx60・7-7	300	140	3220	20
(d)	Mx60・9-9	300	180	4240	20

表 2 試験結果一覧 (ラミナ)

等級	厚さ (mm)		密度 (kg/m ³)	横振動弾性係数 (kN/mm ²)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)
M30	20	平均	411	5.35	5.75	36.2
		標準偏差	28.10	1.22	1.22	6.7
	30	平均	398	5.23	5.57	36.5
		標準偏差	36.23	0.55	0.57	4.9
M60	20	平均	416	8.74	8.68	46.9
		標準偏差	27.71	1.19	0.95	8.4
	30	平均	401	7.72	7.81	41.2
		標準偏差	37.22	1.45	1.18	7.5

表 3 試験結果一覧 (CLT)

		密度 (kg/m ³)	E _{fr}	E _{TGHf}	G _{TGHf}	E	σ	MC (%)
(a) 強	平均	402	4.49	7.33	0.24	6.79	30.4	9.71
	標準偏差	5.08	1.73	0.72	0.04	0.54	2.8	0.61
(a) 弱	平均値	390	1.75	1.43	0.12	0.49	4.6	10.4
	標準偏差	7.06	0.54	0.15	0.01	0.04	0.4	0.3
(b) 強	平均値	413	1.06	6.40	0.28	5.94	25.2	9.7
	標準偏差	7.91	0.03	0.32	0.01	0.37	2.6	0.4
(b) 弱	平均値	404	1.66	1.40	0.20	1.34	10.2	10.2
	標準偏差	5.09	0.72	0.10	0.02	0.08	0.6	0.3
(c) 強	平均値	417	4.25	5.86	0.29	5.57	23.1	10.1
	標準偏差	4.03	0.12	0.24	0.01	0.17	2.4	0.3
(c) 弱	平均値	414	3.09	1.78	0.23	1.77	11.2	9.7
	標準偏差	5.68	0.86	0.15	0.03	0.13	1.0	0.4
(d) 強	平均値	417	3.93	5.16	0.30	5.07	20.3	10.5
	標準偏差	4.84	0.30	0.08	0.01	0.15	1.3	0.5
(d) 弱	平均値	404	3.01	2.48	0.23	2.19	11.1	9.7
	標準偏差	4.04	0.23	0.32	0.03	0.20	0.6	0.1

E_{fr}: 縦振動法による縦弾性係数 (単位kN/mm²)
 E_f: たわみ振動法による面外方向の曲げヤング係数 (単位kN/mm²)
 G_{TGHf}: たわみ振動法による面外方向のせん断弾性係数 (単位kN/mm²)
 E^{TGH}: 強度試験で得られた見かけの弾性係数 (単位kN/mm²)
 σ^m: 強度試験で得られた強さ (単位N/mm²)

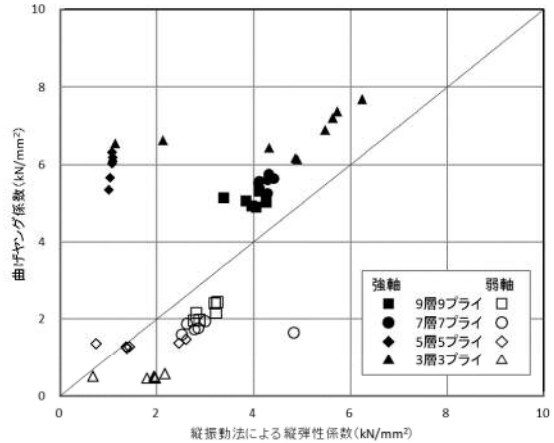


図 1 非破壊および曲げ試験結果の関係 (縦振動法)

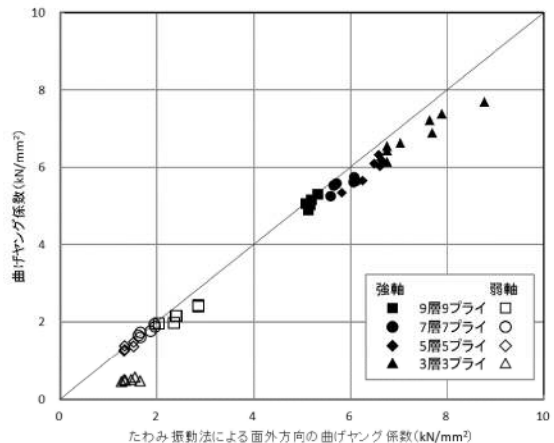


図 2 非破壊および曲げ試験結果の関係 (たわみ振動法)

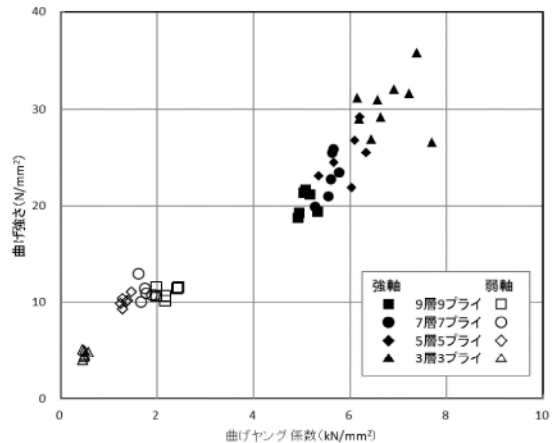


図 3 曲げヤング係数と曲げ強さの関係