

# 中小断面集成材の製造技術に関する研究 (V)

## — 集成材の強度性能 —

木材工業部 福留重人, 山角達也, 遠矢良太郎, 森田慎一, 山之内清竜, 日高富男, 凶師朋弘

### Study on Production Technology of Laminated Wood (V)

#### — Strength Properties of Laminated Wood —

Shigeto FUKUDOME, Tatsuya YAMAZUMI, Ryotaro TOYA

Shin'ichi MORITA, Kiyotatsu YAMANOUCHI, Tomio HIDAHA and Tomohiro ZUSHI

前報<sup>1)</sup>で報告した丸太段階で等級区分された集成材について曲げ試験, 圧縮試験ならびに面圧試験を行った。その結果, 集成材の強度性能の分布は丸太の動的ヤング係数に対応しており, 区分を行うことで変動係数が減少する傾向が見られた。このことから, 丸太段階での等級区分が集成材の強度区分に有効であることを確認できた。

### 1. 緒言

木材を構造材として利用する上では, 強度性能のバラツキが問題になることが多い。そのため, 強度等級区分法等により材料強度のバラツキを小さくし, 強度保証をすることが重要となる。

これまで, 丸太段階での等級区分の有効性については多くの報告<sup>2, 3)</sup>がなされているが, 製材の材料強度が主な対象であり, 集成材との関連性についての報告は少ない。

そこで, 本報告では丸太段階で等級区分し, 製造した集成材の強度試験を行い, その強度特性について検討した。

### 2. 試験方法

供試材として, 鹿児島県産スギ(丸太末口径16~27cm)を用いた。縦振動法により丸太の動的ヤング係数(以下E<sub>f</sub>, 単位: ×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>)を測定し, E<sub>f</sub><50, 50≤E<sub>f</sub><70ならびにE<sub>f</sub>≥70の3段階に丸太の等級区分を行った。

この丸太等級区分ごとに製造した合計118本の集成材<sup>1)</sup>(寸法: 105×105×4000mm)から曲げヤング係数の分布により40本を抽出し, 強度試験を行った。

強度試験の概要を表1に示す。

表1 強度試験の概要

試験項目	試験条件	加力方向
曲げ試験	スパン L=3600mm	積層方向
	ロートスパン l=1200mm	
圧縮試験	高さ h=200mm	繊維平行方向
面圧試験	円形鋼棒直径 d=12mm	繊維平行方向
		繊維直交方向

### 3. 結果および考察

#### 3.1 等級区分ごとの強度性能

等級区分ごとの集成材の性能について表2に示す。

また, 面圧試験で得られた面圧応力σ<sub>e</sub>—めり込みe関係より求めた面圧常数(k=σ<sub>e</sub>/e)及び面圧強度(σ<sub>ey</sub>: 5%オフセット値)を表3に示す<sup>4)</sup>。

気乾比重, 圧縮強度ならびに面圧強度は, 曲げ試験終了後の健全部分から切り取った各試験体から得られた値である。

表2 等級区分ごとの性能(1)

E <sub>f</sub> 区分	気乾比重	曲げヤング係数 MOE Ru (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げ強度 MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	圧縮強度 F <sub>C-0</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )
全体	0.39	68.0	377.8	311.3
	0.32	37.7	244.2	235.7
	0.45	87.6	478.8	389.8
	6.8	16.6	14.7	11.2
E <sub>f</sub> <50	0.37	53.5	350.5	267.4
	0.32	37.7	249.9	235.7
	0.42	63.9	419.0	304.8
	6.5	11.9	14.1	7.2
50≤E <sub>f</sub> <70	0.38	69.1	373.3	311.2
	0.34	63.4	244.2	279.7
	0.43	78.2	470.2	347.0
	4.8	5.8	14.7	6.2
E <sub>f</sub> ≥70	0.42	81.8	416.1	352.9
	0.37	75.4	356.8	335.3
	0.45	87.6	478.8	389.8
	5.2	4.1	9.8	4.4

上から平均値, 最小値, 最大値, 変動係数(%)

表3 等級区分ごとの性能(2)

Ef区分	面圧常数 k (kgf/cm <sup>3</sup> )		面圧強度 σ <sub>ey</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	
	0°	90°	0°	90°
全体	3666	1461	287.4	140.4
	1990	936	164.0	116.3
	5788	2514	389.3	198.2
	25.0	24.2	16.2	14.4
Ef<50	3907	1627	268.9	138.4
	2583	1175	164.0	116.3
	5508	2514	338.3	192.5
	19.5	25.5	17.8	17.1
50≤Ef<70	3452	1404	279.1	141.0
	2283	936	187.7	118.5
	5788	2071	389.3	198.2
	27.7	20.9	14.0	15.0
Ef≥70	3807	1424	321.2	141.2
	1990	945	255.0	120.8
	5112	1825	380.9	158.7
	23.6	25.2	12.5	9.2

上から平均値, 最小値, 最大値, 変動係数(%)

0°: 繊維平行方向加力, 90°: 繊維直交方向加力

また, 強度試験結果から算出した5%下限値を表4に, 強度の分布及び確率密度関数(正規分布)を図1にそれぞれ示す。

まず, 曲げヤング係数及び圧縮強度は3つの等級区分における分布がかなり明確に区別されており, 丸太のEfとの関連性が高いことがわかる。これは, Efが縦振動法により測定されていることから, 繊維方向の強度特性を反映させやすいものと思われる。

次に, 曲げ強度及び面圧強度(0°)は丸太のEfの値が高くなると平均値及び5%下限値も高くなる傾向があるが, Ef<50と50≤Ef<70の各区分に明確な分布の差が見られない。これは, 曲げ強度及び面圧強度は部分的な欠点により左右されやすいこと等が影響しているものと思われる。

一方, Ef≥70の区分では5%下限値が高くなり, 変動係数が減少している。このことから, 丸太Efによる強度区分は, 強度性能の要求される部材の選別等に有効であると思われる。

また, 面圧常数及び面圧強度(90°)は各区分の平均値に差が見られない。これはめり込み特性が孔部分の局所的な材質に左右されやすいことや, 繊維直交方向の強度特性に影響されやすいこと等から, 丸太のEfとの関連性が低いものと思われる。繊維直交方向の面圧特性について強度区分を行う場合は, 木材の組織特性との関連性についても検討が必要と思われる。

表4 等級区分ごとの5%下限値

Ef区分	曲げ強度 MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	圧縮強度 Fc-0 (kgf/cm <sup>2</sup> )	面圧強度 σ <sub>ey-0</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )
全体	285.2	252.7	209.9
Ef<50	268.0	234.9	189.3
50≤Ef<70	282.4	278.3	213.7
Ef≥70	348.1	326.5	254.4

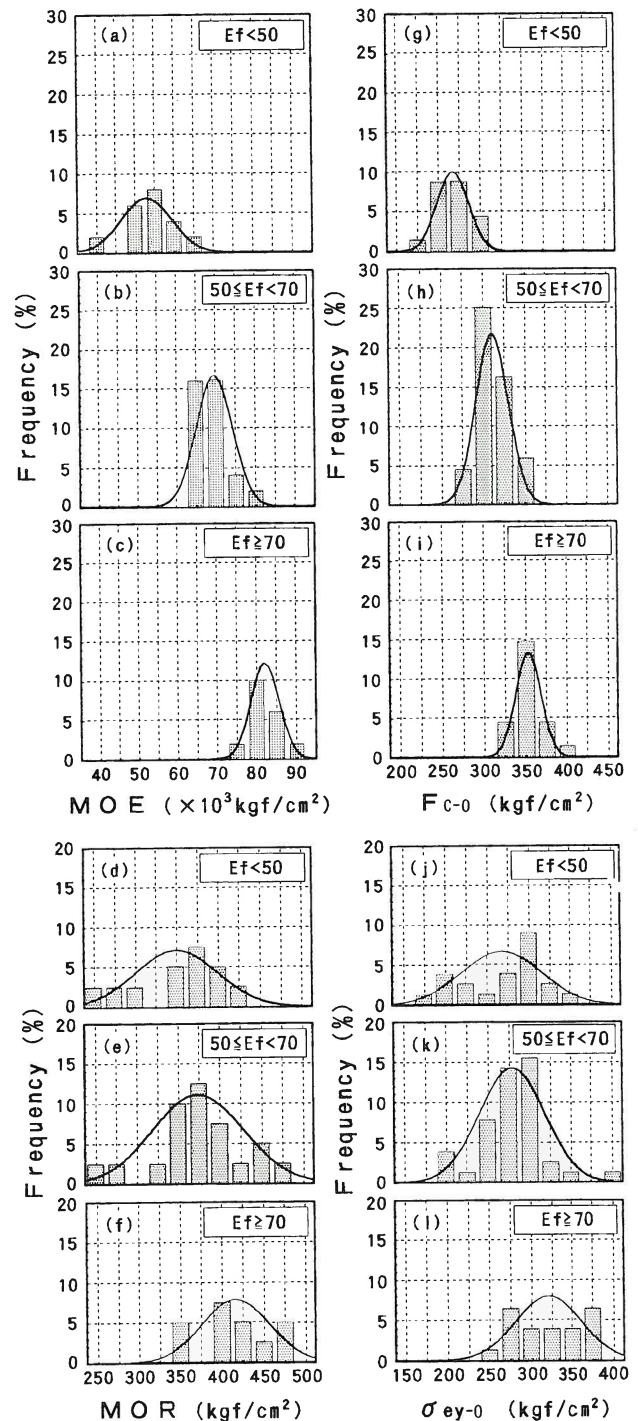


図1 等級区分ごとの分布

(a)-(c) 曲げヤング係数, (g)-(i) 圧縮強度  
(d)-(f) 曲げ強度, (j)-(l) 面圧強度(0°)

3. 2 各性能の相関関係

各強度性能の相関関係について表5に示す。また、気乾比重と圧縮強度及び面圧強度(0°)との関係について図2に示す。

表5 各強度性能の相関関係

	Ru	MOE	MOR	F <sub>c-0</sub>	σ <sub>ey-0</sub>
Ru	1.000	0.514	0.267	0.624	0.746
MOE	—	1.000	0.496	0.826	0.381
MOR	—	—	1.000	0.377	0.290
F <sub>c-0</sub>	—	—	—	1.000	0.441
σ <sub>ey-0</sub>	—	—	—	—	1.000

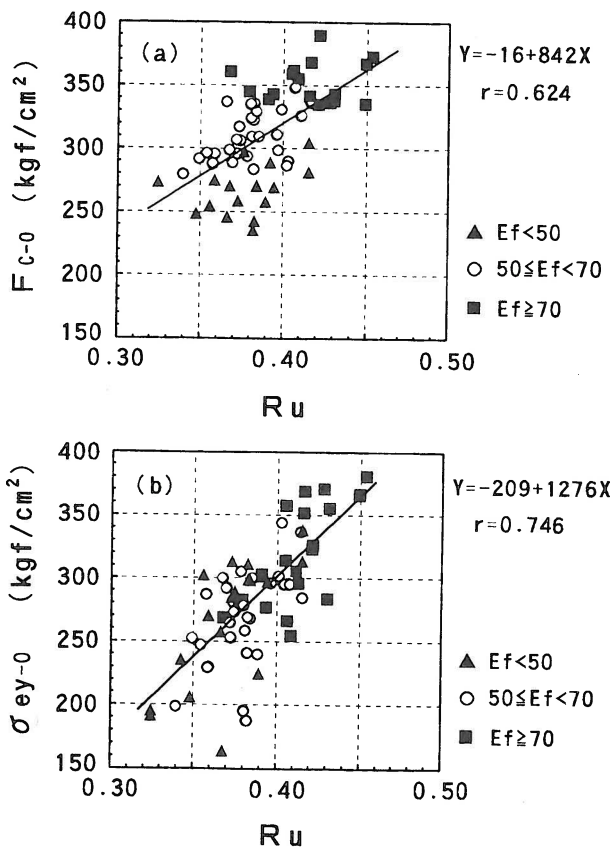


図2 気乾比重と強度との関係  
(a)圧縮強度, (b)面圧強度(0°)

気乾比重と圧縮強度及び面圧強度(0°)との相関係数が比較的高い値を示した。また、図2(a)の気乾比重-圧縮強度では各区分ごとに区別された分布をしているのに対して、(b)の気乾比重-面圧強度(0°)では回帰直線が3つの区分に共通している。このことから、気乾比重は、接合に関連した強度性能の評価指標として有効であると思われる。

曲げヤング係数は圧縮強度との相関が高くなっており、これは集成材がラミナ曲げヤング係数により配分され材質が平均化されているため、相関が高くなったものと思われる。また、曲げヤング係数と曲げ強度との相関係数がやや低い、この原因としては外層ラミナの目切れ・節等の欠点による影響が考えられる。

4. 結 言

丸太の等級区分ごとに製造した集成材の強度試験を行い、以下のことが分かった。

- (1)曲げヤング係数及び圧縮強度は等級区分ごとに分布が明確に区別されており、丸太Efとの関連が高い。
- (2)曲げ強度及び面圧強度(0°)は丸太Ef ≥ 70の区分で他の区分より平均値が高く、変動係数が小さい。
- (3)面圧定数及び面圧強度(90°)は丸太Efの等級区分ごとの差が少ない。
- (4)気乾比重は面圧強度と比較的高い相関関係があり、用途に応じた強度等級区分に有効と思われる。

参 考 文 献

- 1) 図師朋弘, 他6名: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 9, 45-48(1995)
- 2) 有馬孝禮: "昭和63年, 平成元年度科学研究費補助金研究成果報告書"(1990)p. 109-118
- 3) 藤田晋輔: 木材工業, 47, 266-270(1992)
- 4) 小松幸平: "木質構造研究の現状と今後の課題", 日本木材学会木材強度・木質構造研究会編(1994), p. 72-84