

中小断面集成材の製造技術に関する研究 (1)

— 鹿児島県産スギの強度性能 —

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

Study on Production Technology of Laminated Wood (1)

— Strength Properties of Sugi of Kagoshima —

Tomohiro ZUSHI, Tatsuya YAMAZUMI, Ryotaro TOYA, Shin'ichi MORITA

Kiyotatsu YAMANOUCHEI, Shigeto FUKUDOME and Tomio HIDAHA

鹿児島県産スギの有効利用を図るために中小断面集成材の製造技術の研究を行っている。本研究では、原木丸太の強度区分の有用性を検討した。その結果、丸太段階で打撃法により強度区分された丸太のグループからは各々のグループに相当する強度の集成材が製造できることを確認した。

1. 緒言

県内のスギ資源は、総蓄積約2400万 m^3 であり、中目スギ(直径18~28cm)は全体の約4割を占めている。しかし、県産スギの材質は、温暖な気候のため成長が早いことから、年輪幅が広く、水分が多く柔らかい。このため、強度の強い材が少ないことや寸法安定性など品質が安定していないものが多い。スギ材の主な用途は建築用材であるが、建築の担い手である工務店やハウジングメーカーからは、現場施工に手間のかからない、しかも低コストで、寸法安定性の高い、強度のばらつきの少ない部材の供給が望まれている。

そこで、県産スギを集成材化することでその欠点を克服し、強度のある、寸法安定性の高い部材を製造し、品質の高い建築用材としての供給を図っていくため、中小断面集成材の製造システムの開発に取り組んでいる。

本研究を進める中で、利用サイドで求められる集成材の製造の効率化を図るため、丸太段階での強度区分の有用性について検討を行ったので、以下に報告する。

2. 供試材

鹿児島県内の4共販所A, B, C, Dの平均的なオビ系の中目スギ丸太、末口径16~27cm, 4m材, 総数429本を供試材とした。(表1)

3. 試験方法

すべての丸太について、材長、末口径、元口径、元口の年輪数、重量、FFTアナライザによる固有振動数を測定し、 E_f (動的ヤング係数)を測定した。なお、 E_f の測定にあたっては3次の周波数を用いた。また、D共販所を除くA, B, C共販所から E_f の頻度分布に従って、30本ずつ丸太を抽出した。総計90本の丸太を E_f によって、 $E_f \leq 50$, $50 < E_f \leq 70$, $70 < E_f$ の3つのグループに分け、それぞれのグループごとにラミナに挽き(製材寸法: $120 \times 33mm$), 人工乾燥したのち、打撃法による E_f - L_d (乾燥ラミナのヤング係数)を測定した。また、A共販所のラミナについては、 E_f - L_w (乾燥前ラミナのヤング係数)も測定した。

表1 各共販所の丸太の概要 (平均値)

共販所	末口径 (cm)	重量 (kg)	年輪数	年輪幅 (mm)	比重 (g/cm^3)	本数
A	21 (18~25)	160 (77~231)	26 (19~52)	5.53 (2.5~7.7)	0.81 (0.49~1.02)	110
B	21 (18~25)	155 (100~257)	30 (19~49)	4.76 (3.4~6.3)	0.81 (0.57~1.05)	120
C	22 (17~27)	177 (100~258)	26 (15~46)	4.48 (2.6~6.5)	0.82 (0.52~1.06)	100
D	20 (16~24)	143 (84~243)	30 (20~44)	4.48 (2.6~6.5)	0.81 (0.65~1.08)	99
全体	21 (16~27)	159 (77~258)	28 (15~52)	4.92 (2.5~7.7)	0.81 (0.49~1.08)	429

※ただし、()内は(最小値~最大値)

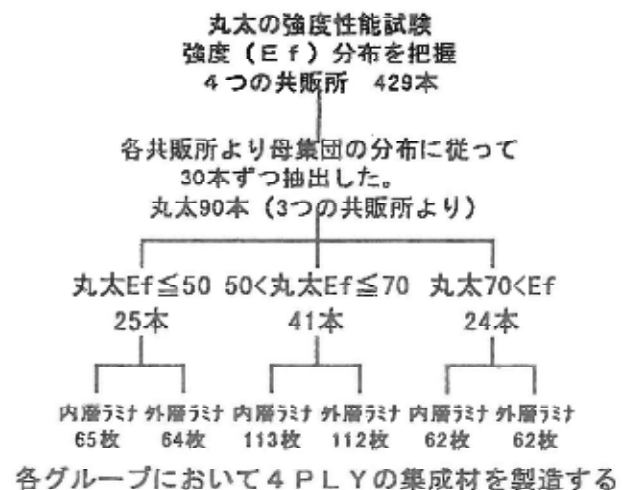


図1 実験方法

ラミナは115×27mmにモルダー仕上げした。各丸太グループのラミナのEf-Ldをもとに強度の大きいものは外層用に、そうでないものは内層用にと2つのラミナグループに分けた。外層用と内層用のグループからラミナを2枚ずつ任意に取り出し4PLYの10.5cm正角の集成材を製造した。製造条件は、V₁ノリ₁接着、塗布量282g/m²、圧縮圧7~8kgf/cm²とした。(図1)

製造した中小断面集成材の動的ヤング係数(Ef-e)および静的ヤング係数、垂直積層(MOE-V)および水平積層(MOE-H)も測定した。(図2)

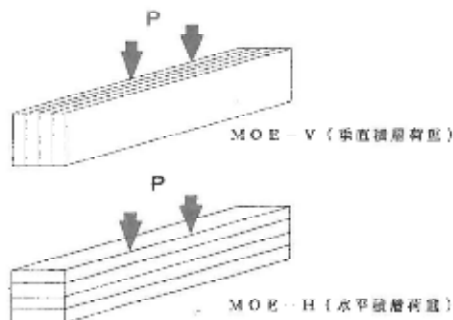


図2 MOE-VとMOE-H

4. 実験結果および考察

4.1 丸太の強度

鹿児島県のスギ中目材の打撃法によるEfの強度分布を図3に示す。また、共販所別の丸太の強度を表2に示す。

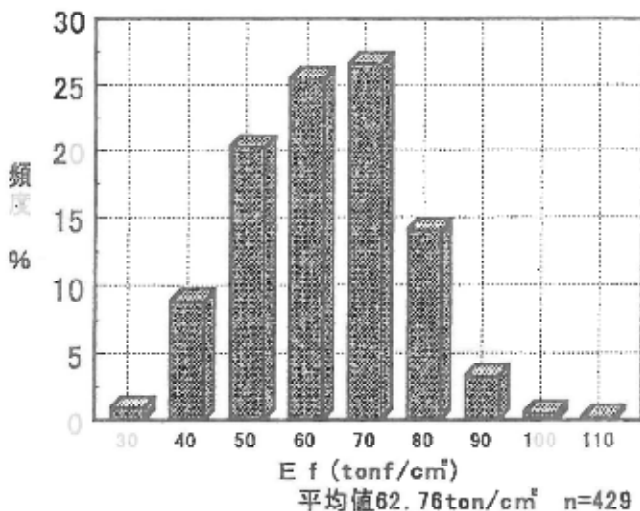


図3 鹿児島県産中目丸太の強度分布

表2 各共販所の丸太の強度(平均値)

共販所	A	B	C	D	全体
Ef (tonf/cm ²)	59.2	60.9	63.0	68.7	62.8
CV(%)	24.8	20.6	20.1	16.1	21.2
本数	110	120	100	99	429

※ただし、CVは変動係数

県産中目スギのEfは、平均値で62.8tonf/cm²という値を示した。全国のスギの強度と比較すると、少し劣る強度であった。また、30~100tonf/cm²の範囲で強度のばらつきが大きいことから、用途に応じた丸太のグレーディングは必要不可欠のものであると考えられる。D共販所の強度が高いが、これは他より年輪幅の小さな丸太(2番玉)の占める割合が大きかったためである。また、スギの生育条件等を考慮すると、一概に特定の地域のスギの強度が大きいとか小さいとか断言することは出来ない。

4.2 ラミナの強度性能

ラミナの各共販所別の強度性能を表3に示す。A共販所においては、乾燥前後の強度を測定した。乾燥後のラミナは乾燥前に比べ強度が約2割増した。

表3 共販所別のラミナの強度(平均値)

共販所	Ef-Ld (tonf/cm ²)	Ef-Lw (tonf/cm ²)	枚数
A	59.0 (26.0)	48.8 (29.2)	167
B	64.8 (20.8)	-	170
C	66.7 (22.5)	-	195
全体	63.7 (23.6)	-	532

※ただし、○内は変動係数(%)

A, B, C共販所の丸太90本を丸太のヤング係数Efによって、Ef≤50tonf/cm², 50tonf/cm²<Ef≤70tonf/cm², 70tonf/cm²<Efの3つのグループに分けた。それぞれのグループから総計532枚のラミナが製材された。しかし、乾燥によるカップ、反り、曲がり等から実際には、478枚しか使用することが出来なかった。表4に丸太と乾燥ラミナの強度性能を示す。Ef≤50tonf/cm²のグループからは48.9, 50tonf/cm²<Ef≤70tonf/cm²からは63.7, 70tonf/cm²<Efからは77.9のラミナを得ることができ、各グループとも丸太からすると平均で4~7ton増しのヤング係数のラミナが得られた。

表4 各グループの丸太およびラミナの強度(平均値)

区分	丸太		乾燥ラミナ	
	Ef (tonf/cm ²)	本数	Ef-Ld (tonf/cm ²)	枚数
Ef≤50	41.5 (13.1)	25	48.9 (20.6)	129
50<Ef≤70	59.8 (9.5)	41	63.7 (15.4)	225
70<Ef	75.8 (5.3)	24	77.9 (13.7)	124
全体	59.0 (23.2)	90	63.4 (23.1)	478

※ただし、○内は変動係数(%)

つまり、丸太をグレーディングし、グループ分けすることによって目的に応じた強度のラミナを得ることが出来ることが分かる。

次に、原木丸太のEfとその丸太から挽いたラミナのEf-Ld(Avg)の関係を示す。(例えば、1本の丸太から5枚のラミナが採れたとすれば Ef-Ld(Avg) は5枚の平均値である) 図4は、丸太とラミナの関係をみたものである。相関係数は、 $R=0.913$ と高くなった。

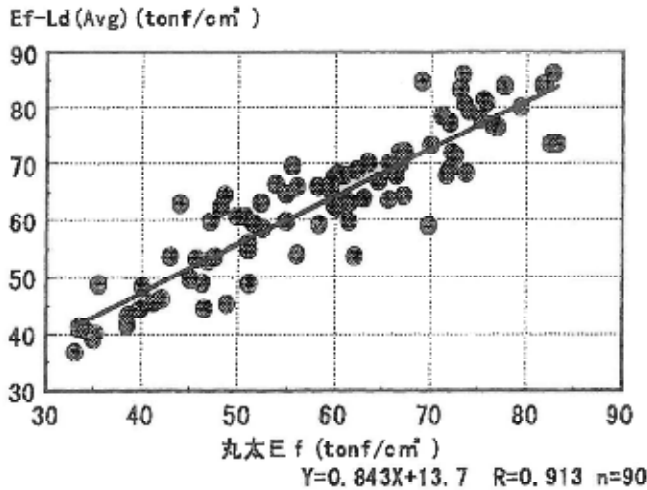


図4 丸太とラミナの関係

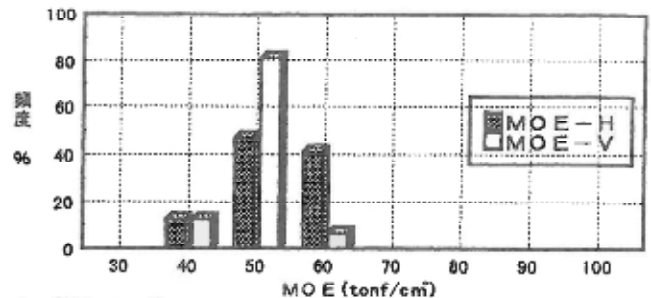
丸太のEfは、材を構築する材(ラミナ)の平均的な数値を示し、丸太のEfからそれから得られるラミナの強度の平均値が推定できる。また、今回の実験では丸太のEfから、平均で約8%増しのヤング係数を有する乾燥ラミナが得られるという結果が得られた。

4.3 集成材の強度性能

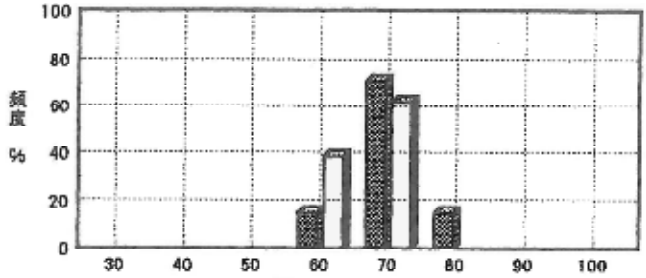
強度区分された丸太グループから作られた集成材は図5に示すように丸太の強度が増すごとに強い強度の集成材を製造することができた。しかも、ラミナの強度区分して製造しているため強度ばらつきの少ない集成材である。

また、集成材の強度試験結果を表5に示す。MOE-II, MOE-Vは、ともにEf-eより大きく、また、MOE-HはMOE-Vよりも大きな値を示した。(図6)これは水平積層荷重であるMOE Hは外層側に強いラミナ、内層側に弱いラミナを使用しているため引っ張側の応力が大きくなったためにMOE-Vよりも大きな強度が得られたと言える。

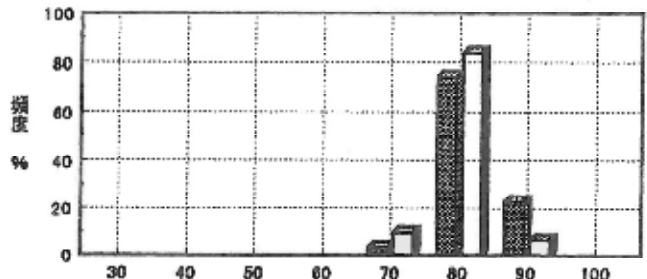
次に、Ef-eとMOE-H, MOE-Vの相関係数はそれぞれ $R=0.918$ と $R=0.951$ であり、Ef-eは材の平均的なヤング係数である(仕組みの影響を受けない)垂直積層であるMOE-Vと高い相関にあることが分かる。



水平積層: 平均値 52.83tonf/cm² n=32
 垂直積層: 平均値 49.90tonf/cm² n=32
 丸太 (Ef < 50) のグループ



水平積層: 平均値 69.58tonf/cm² n=55
 垂直積層: 平均値 66.59tonf/cm² n=55
 丸太 (50 ≤ Ef < 70) のグループ



水平積層: 平均値 82.08tonf/cm² n=31
 垂直積層: 平均値 78.99tonf/cm² n=31
 丸太 (70 ≤ Ef) のグループ

図5 各丸太グループから製造した集成材の強度

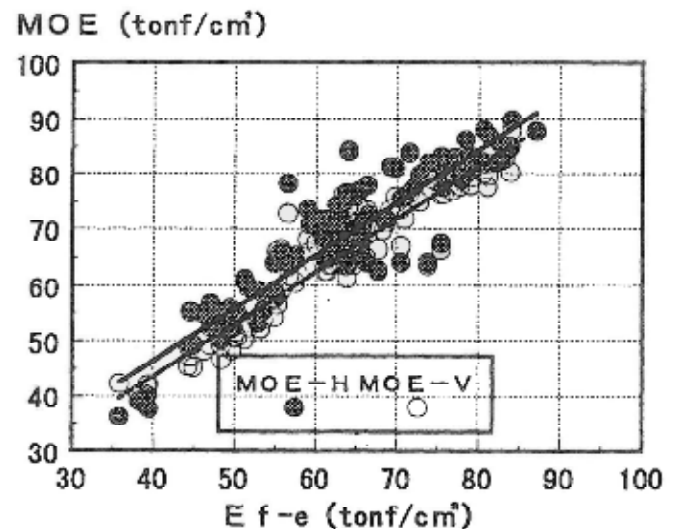


図6 Ef-eとMOEの関係

表5 集成材の強度性能(平均値)

	Ef-e (tonf/cm ²)	MOE-H (tonf/cm ²)	MOE-V (tonf/cm ²)	本数
Ef ≤ 50	48.3 (9.8)	52.8 (12.2)	49.9 (7.5)	32
50 < Ef ≤ 70	63.7 (6.1)	69.6 (6.7)	66.6 (5.6)	55
70 < Ef	77.2 (6.5)	82.1 (4.3)	79.0 (4.5)	31
全体	63.1 (18.2)	68.3 (17.3)	65.3 (17.3)	118

※ただし、()内は変動係数(%)

5. 結 言

- (1) 鹿児島県産中目スギの強度は、30~100tonf/cm²の範囲にあり、ばらつきが大きい。
- (2) 今回の実験で、丸太のEfからそれから得られるラミナの強度が推定できることを確認した。つまり、丸太のヤング係数は、ラミナのヤング係数の平均値を示している。
- (3) グレーディングされた丸太から強度区分されたラミナ

を用いることによって、最終的に製造される集成材の強度が予測できる。また、人為的にばらつきの少ない集成材を製造することが可能である。

- (4) 集成材の打撃法によるEf-eは材の平均的なヤング係数である(仕組みの影響を受けない)垂直積層であるMOE-Vと高い相関にある。
- (5) 用途に応じた集成材の製造を効率的に行う上で、丸太段階でグレーディングすることは有効な手段と考えられる。

参 考 文 献

- 1) 荒武志朗, 有馬孝禮, 迫田忠芳, 中村徳孫: 木材学会誌, 38(11), 995-1001(1992)
- 2) 荒武志朗, 有馬孝禮: 木材学会誌, 40(91), 1003-1007(1994)
- 3) 富田守泰, 杉山正典, 長谷川良一: 岐阜県林業センター業務報告, 53-59(1994)