

スギとシイ材の力学的性質の比較

— 気乾比重・曲げ強さ・曲げ仕事量等 —

宮崎大学農学部 中村 徳孫・大塚 誠
Luis A. Valenzuela

1. 目的

ひき板を相互に接着した集成材のほかに、最近では合成樹脂などの他の材料と木材を接着した複合材料も生成されている。集成材製造基準では¹⁾、その構成ラミナは同一樹種とするか、異樹種構成の場合には、ラミナの中立軸からの距離は最外縁ラミナとの応力比により配置すること、が推奨されている。

比重の異なる樹種のストリップが曲げ荷重を負荷される場合には、それらの力学的性質にどのような差が現われるか。異樹種のラミナを接着した複合はり曲げ荷重を負荷される場合には、そのラミナの配置方法によりその力学的性質にどのような差が現われるか。異樹種ラミナを接着した複合はりの力学的性質の特徴も明らかにするべく、この研究は行われた。

2. 供試材と試験方法

前報²⁾の若令スギ、壮令スギ、スタジイのひき板から、断面2.5×2.5cm、長さ46cmの無欠点供試片が採材され、飽加工後20℃、関係湿度70%の恒温恒湿室で調湿され、恒量に達した後気乾比重 r_u が測定された。

供試片の一部はさらに鋸断、飽加工され、厚さ0.5cmと1.0cm、幅2cm、長さ46cmの供試ラミナが作成され供試ラミナはその曲げヤング係数 E_0 が測定された。スギ・スタジイの2樹種の供試ラミナは尿素樹脂接着剤で常温で接着され、Fig. 1に示される4種類の断面構成方法の複合はり供試片が作製された。

スギ・スタジイのそれぞれの無欠点供試片、並びに4種類の複合はり供試片は、いずれもスパン $l=40cm$ 、中央荷重間距離12cmの4点荷重方式で曲げ破壊試験が、恒温恒湿室で行われた。

曲げ破壊試験の荷重-たわみ線図から、曲げヤング係数 E_b 、曲げ破壊係数 σ_b 、曲げ比例限度応力 σ_{bp} 、比例限度たわみ y_p 、破壊時のたわみ y_m 、曲げ仕事量 A 、テストマイヤー係数 η 、ヤンカ比仕事量 α 、ヤンカ(靱)性係数 Z 等がすべての供試片について測定された。

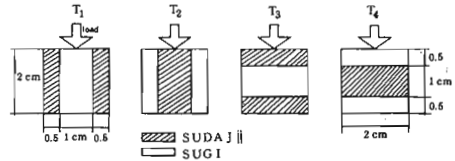


Fig. 1 Type of compound beams

3. 試験結果と考察

3-1 無欠点供試片の結果

若令スギ・壮令スギ・スタジイの無欠点供試片の曲げ破壊試験の結果、測定された項目の平均値、標準偏差・変動係数はTable 1に示される。

Table 1から、若令スギと壮令スギの供試片の間には、 r_u 、 E_b 、 σ_b 、 σ_{bp} 、 η 等の平均値に著しい差は認められなかった。しかし、スタジイとスギの供試片の間には、 r_u 、 E_b 、 σ_b 等の平均値に著しい差があることが認められた。

Table 1 Bending tested values on clear species

species sampleNo	Young SUGI 4 1			Old SUGI 4 2			SUDAJII 6 0		
	Means	SD	CV%	Means	SD	CV%	Means	SD	CV%
r_u	0.39	0.02	4.95	0.41	0.05	12.1	0.64	0.02	3.24
A_w (mm)	5.39	2.02	37.4	2.14	0.52	24.2	1.87	0.28	14.7
$E_b \times 10^3$ (kg/cm ²)	70.0	18.4	26.3	76.8	14.3	18.7	161.6	11.4	7.08
σ_{bp} (kg/cm ²)	255	47.7	18.7	244	55.9	22.9	534	89.7	16.8
σ_b (kg/cm ²)	531	60.3	11.4	536	96.5	18.0	1,044	85.2	8.16
y_m (cm)	2.67	0.88	32.9	2.37	0.55	23.2	2.08	0.42	20.4
A_p ($\times 10^{-3}$ kg-cm)	9.37	1.60	17.1	7.83	2.39	30.4	18.1	5.68	31.3
A ($\times 10^4$ kg-cm)	114.4	38.9	34.0	104.1	36.5	35.1	178.0	55.8	31.4
η	0.70	0.04	5.51	0.70	0.06	7.60	0.69	0.05	7.15
α (kg)	69.7	11.3	16.2	66.7	14.0	21.0	140.5	20.0	14.2
Z ($\times 10^2$ kg)	3.91	1.40	35.9	3.57	1.07	30.0	1.54	0.37	23.7

A_w : width of annual ring, A_p : bending works of proportional limit
SD: standard deviation, CV: coefficient of variation

Yasuhiko NAKAMURA, Makoto OSUKA, and Luis A. VALENZUELA (Fac. of Agric. Miyazaki Univ., Miyazaki 889-21)

Mechanical properties Sugi-Wood and Sudajii-Wood

3-2 複合はり供試片の結果

スギ若令木・壮令木の2つの原木ひき板からのラミナは、複合はり供試片の構成ラミナを選ぶときには、同じスギラミナとして選ばれ、接着された。

曲げ破壊試験実施より以前に、計測された複合はりの曲げ剛性係数 EI_c は、複合はりを構成するラミナの曲げヤング係数 E_0 と、その断面2次モーメント I_0 から、次式により計算された。

$$EI_c = \sum E_0 \cdot I_0$$

曲げ破壊試験の結果の測定値により算出された複合はりの曲げ剛性係数は EI_m で示される。

曲げ破壊試験の結果、4種類の複合はり供試片について、測定された各項目の平均値、標準偏差は複合はりの種類別にそれぞれTable 2に示される。

Table 2 Bending tested values on compound beams

Lami Kind sample No	1 2 0		2 2 4		3 2 0		4 2 3	
	Means	S D	Means	S D	Means	S D	Means	S D
$EI_c \times 10^3$ (kg·cm)	151.4	14.0	141.4	13.7	240.2	16.8	126.8	22.7
$EI_m \times 10^3$ (kg·cm)	142.8	14.1	139.4	12.8	193.8	11.6	110.3	19.0
r_u	0.53	0.03	0.56	0.04	0.56	0.03	0.55	0.03
$E_b \times 10^3$ (kg/cm)	118.2	9.95	120.6	11.0	145.5	9.90	89.0	14.4
σ_{bp} (kg/cm)	364	56.4	345	40.7	424	66.6	346	62.3
σ_b (kg/cm)	789	71.5	823	68.0	869	80.0	630	81.8
y_m (cm)	2.01	0.35	2.32	0.48	2.44	0.58	2.70	0.73
A_p ($\times 10^4$ kg·cm)	11.4	3.17	9.98	2.12	12.6	3.80	13.7	4.06
A ($\times 10^4$ kg·cm)	124.6	36.0	153.3	47.2	196.2	68.0	165.9	62.7
η	0.67	0.03	0.69	0.05	0.75	0.05	0.69	0.04
α (kg)	95.4	12.1	98.0	12.8	122.7	15.4	91.1	12.2
Z ($\times 10^4$ cm/kg)	1.92	0.35	2.20	0.48	2.35	0.74	3.00	1.10

EI_c, EI_m : Calculated & measured values on coefficient of flexural rigidity

EI_m は EI_c より一般に低く算出された。この原因については今後さらに研究したい。

複合はり供試片のスギラミナとスダジイラミナのはり内に占める容積率は、ほぼ同率になるように行った。しかし、複合はり供試片の r_u の平均値は、スギ・スダジイそれぞれのラミナの r_u の平均値よりやや大きく計算された。

スダジイラミナの E_0 の平均値は、スギラミナの E_0 の平均値の約2倍大きい。従って、複合はり内におけるスダジイラミナの配置方法・配置位置により、4種類の複合はりの EI の値には著しい差が生じた。すなわち、No.3の複合はりの EI は他の複合はりのそれより大きく、またNo.3の σ_{bp} 、 σ_b も他のものより大きい。他方、No.4の複合はりの EI は小さく、 σ_{bp} 、 σ_b も小

さい。

3-3 測定値間の相互関係

3種類の原木別からの無欠点供試片と、4種類の複合はり供試片について、曲げ破壊試験結果測定された r_u, E_b, σ_b 等の測定項目の間の相関係数 R が求められた。結果はTable 3に示される。

r_u と σ_b の間には、それぞれの供試片において、いづれも高い正の相関関係があることが認められた。 r_u と E_b 、 r_u と σ_b の間の相関関係は、5%の有意水準でも相関関係が認められない供試片も一部にはあったが、 R はいずれも正の値を示した。

木材の E_b と σ_b の間には、これまで多くの研究結果正の相関関係があることが認められている。³⁾ この実験においては、スダジイと複合はりNo.3の供試片以外の他の供試片においては、いづれも1%の有意水準で正の相関関係があることが認められた。

Table 3 Correlation coefficient on r_u-E_b, σ_b etc. on test pieces

species sample No	clear sample			compound beams			
	Ya.SUGI 4 1	O1. SUG 4 2	SUDAJII 6 0	1 2 0	2 2 4	3 2 0	4 2 3
$r_u - E_b$	0.390	0.335	0.488	0.017	0.321	0.236	0.521
$r_u - \sigma_{bp}$	0.473	0.212	0.493	0.503	0.424	0.366	0.460
$r_u - \sigma_b$	0.692	0.593	0.603	0.614	0.665	0.528	0.786
$E_b - \sigma_{bp}$	0.906	0.853	0.353	0.490	0.429	0.180	0.586
$E_b - \sigma_b$	0.717	0.732	0.435	0.581	0.497	0.299	0.618
$E_b - y_m$	0.741	-0.230	-0.053	0.239	-0.008	0.607	-0.571
$E_b - y_p/y_m$	0.515	0.221	0.052	-0.230	-0.256	-0.795	0.232
$y_m - \sigma_b$	0.217	0.232	0.697	0.706	0.646	0.683	0.102
$\sigma_{bp} - \sigma_b$	0.844	0.800	0.862	0.840	0.693	0.731	0.545
$\sigma_{bp} - \sigma_b/\sigma_b$	0.819	0.656	0.927	0.874	0.729	0.818	0.750

*: at 5% level, **: at 1% level, ***: over 0.1%

y_m と σ_b の間については、スダジイ、複合はりNo.1、2・3の供試片において、1%の有意水準で正の相関関係があることが認められた。しかし、若令スギ、壮令スギ、及び複合はりNo.4の供試片においては、 R は正であるが、5%の有意水準においても相関関係は認められなかった。

複合はりの供試片数は少量であったが、この実験的研究の範囲内では、複合はりの曲げにおける力学的性質は、はりを構成するラミナの中で、Iのより大きいラミナの力学的性質に影響されると思われる。

参考文献

- 1) 建築学会：木構造設計基準・同解説，1973
- 2) 中村・大塚・Luis：日林九州支研論集39，1986
- 3) 中村徳孫：宮大演習林報告，No.6，1972