

県産スギ材による新しい軸材料への加工技術研究(1)

原木等級区分によるスギ単板積層材の曲げ性能

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	藤田,誠
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	21号
巻号補足	
掲載ページ	p. 16-19
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



県産スギ材による新しい軸材料への加工技術研究(Ⅰ)

— 原木等級区分によるスギ単板積層材の曲げ性能 —

藤 田 誠

Bending Strength of Sugi Laminated Veneer Lumber with Log Grading

Makoto FUJITA

スギ単板積層材は他の樹種による単板積層材と比較して、強度性能面で劣勢となっている。そのため、スギ材による構造用単板積層材の加工利用を推進する上で、低強度のスギ単板積層材除くためには単板の選別が必要となってくる。しかし、単板での強度選別は歩留まりやスギの個体内でのばらつきを考えると現実的ではないと思われる。そこで、今回は単板選別ではなく、原木段階での固有振動数による原木選別を行い、原木等級別にスギ単板積層材製造しその効果を実験的に検討した結果、原木段階での等級区分は単板を構成エレメントとする単板積層材の強度性能においても有効であった。

キーワード — 原木等級区分、曲げ破壊係数、曲げヤング係数

1. 緒 言

近年、木材の信頼性向上に向けて等級区分が見られるようになってきた。また、MOEの等級区分により許容応力度が制定され、ますます、木質材料の等級区分の重要性が高まってきている。そのため、当林業試験場においても、丸太段階での選別から製材品のMOEを推定する等の実証試験を行ってきたところである^{1, 2)}。

スギの単板積層材の製造工程では集成材同様にスギ特有のバラツキのため丸太段階での選別から乾燥工程、積層工程など選別が必要になってくる。単板積層材は集成材などと比較して積層数が多いことから、通常、製造される製品の品質は均一化されるが、スギのようなバラツキが個体内で大きい原木から切削した単板を用いた場合、必ずしも製造した製品の均一性には繋がらないものが出てくる。そのため、構造用を目的としたスギ単板積層材を製造する場合、何某かの単板の等級区分を製造過程で検討する必要性が生じてくる。以前の

ように目視的な選別(辺材、心材)のみで積層接着するならば、スギ単板積層材の強度的な信頼性は低く押さえられることになるであろう。実際、音の伝播速度等を利用した単板の等級区分の例はあるが、今回は現実的に集成材製造や製材品のグレーディングとして普及しはじている、固有振動数によるグレーディングマシンを用いて、丸太を等級区分した。区分した丸太から単板積層材を辺材、心材別に製造し、丸太段階での等約区分の効果を確認することとした。

2. 試験材の製造および試験方法

2.1 供試原木の等級区分

供試材はスギ(24cm上3m材)原木を51本久万広域森林組合露峰原木市場から購入し、皮付きの状態で1木口面をハンマーで打撃して縦振動により動的ヤング係数(Efr)を求めた後、等級区分を行った(表-1)。その後、1mに玉切り、3mm単板に切削した。切削した単板は辺材単板と心材単板に区

分した。よって、単板段階で6つのグループに選別することとした。単板積層材の製造には各等級区分した原木から切削して得られた3mm単板(1,000×1,300mm)を辺材、心材別にランダムに選択し、14プライ、 $t=38\text{mm}$ 、 $900\times 900\text{mm}$ の単板縦継ぎ部のない単板積層材を各区分毎3体、計18体製造した。製造条件は表-2のとおりである。

2.2 試験方法

各等級区分したスギ原木から製造した単板積層材は製造後、数週間養生し試験体を採材した。曲げ試験用の試験体の試験体寸法は構造用単板積層材日本農林規格³⁾に準拠し、荷重面は積層面とし、幅(W)は厚み(t)と同じ、試験体の長さ(L)は厚みの23倍、 $38\times 38\times 874\text{mm}$ とした。試験体数は製造した単板積層材1枚から5体ずつ採材し90体行った。試験は3等分4点荷重で、中央部のみで変位を測定し、見かけの曲げヤング係数を求めた。

3. 試験結果

3.1 供試原木の等級区分

試験に供した原木の動的ヤング係数(Efr)を図-1に示す。今回使用した原木は既存のデータ(中丸太総合利用技術研究H4-8)から、この流域で産出される原木の標準的なものであると思われる。また、等級区分は表-1のとおり、等級Ⅰ： $7.9\text{GPa}\leq \text{Efr-log}$ 、等級Ⅱ： $5.9\leq \text{Efr-log}<7.9\text{GPa}$ 、等級Ⅲ： $\text{Efr-log}<5.9\text{GPa}$ の3等級に区分した。等級Ⅰでは51本中19本、同様に等級Ⅱは25本、等級Ⅲは7本であった。また、等級が高くなるにつれ、

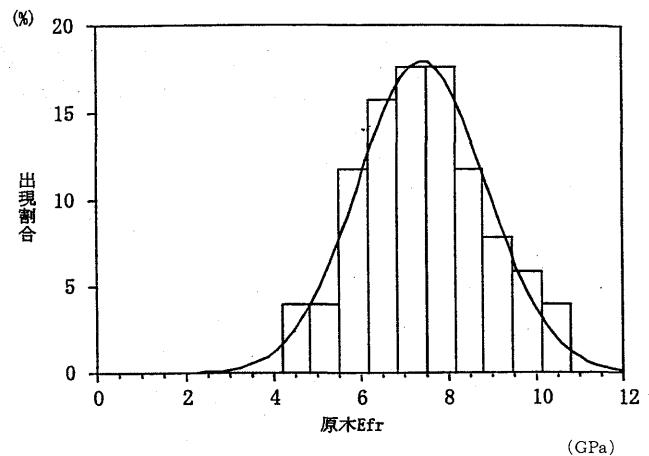


図-1 供試原木のEfr出現割合

1番玉以外の占める割合が高くなる傾向が伺える。これは、一般的なスギの材質調査から1番玉より2番玉以降の方が強度的に安定していることや原木の容積重を測定する際に、1番玉は根ばちの部分があることから、若干容積重が低く測定されたことなどが考えられる。よって、原木段階でのEfrにより等級区分を行えば、結果として等級の低い原木には1番玉の割合が増すこととなる。

3.2 原木等級別単板歩留まり

表-3に各等級別の原木による単板切削時の歩

表-2 単板積層材の製造条件

単板厚み	3mm
積層枚数	14プライ
接着剤	水溶性フェノール樹脂
接着温度	140℃
熱圧時間	50sec/mm
製造寸法	38×900×900mm

表-1 供試原木の性状および等級区分

	原木本数	番玉別本数		年輪数	末口径(cm)			Efr(GPa)
		1番玉	1番玉以外		最大値	平均値	最小値	
全 体	51	38	13	68-43.5-26	31.5-26.9-24.2	10.8-7.4-4.1		
等級Ⅰ	19	10	9	62-45.2-31	29.6-26.2-24.2	7.9-8.9-10.8		
等級Ⅱ	25	22	3	64-42.0-26	30.8-27.0-25.0	7.8-6.9-5.9		
等級Ⅲ	7	6	1	68-43.5-30	31.5-28.2-25.0	5.8-5.2-4.2		

注) 等級Ⅰ： $7.9\leq \text{Efr-log}$ 、等級Ⅱ： $5.9\leq \text{Efr-log}$ 、等級Ⅲ： $\text{Efr-log}<5.9$
 $5.9\leq \text{Efr-log}<7.9$

表－3 等級別原木の単板歩留まり

	原木本数	原木材積 (m^3)	辺材単板枚数 (材積 m^3)	心材単板枚数 (材積 m^3)	辺材単板の占 める割合(%)	単板切削時 単板歩留まり(%)
全 体	51	38	746(2.909)	690(2.691)	52	50
等級Ⅰ	19	10	289(1.127)	240(0.936)	55	55
等級Ⅱ	25	22	367(1.431)	339(1.322)	52	49
等級Ⅲ	7	6	90(0.351)	111(0.433)	45	44

注) 等級Ⅰ : $7.9 \leq \text{Efr-log}$ 、等級Ⅱ : $5.9 \leq \text{Efr-log} < 7.9$ 、等級Ⅲ : $\text{Efr-log} < 5.9$

留まりを示す。等級Ⅰでは切削した定尺単板は辺材単板材積 1.127m^3 、心材単板材積 0.936m^3 で辺材単板の占める割合は約55%であるが、等級Ⅱでは52%、等級Ⅲでは45%と原木の等級が低くなるにつれて、辺材部の単板切削量が減少していく結果となった。また、歩留まりにおいても、等級Ⅰでは対原木材積55%、同様に等級Ⅱでは49%、等級Ⅲでは44%と歩留まりも原木等級が低くなるにつれて低下した。このことは、原木等級が低くなるにつれて、1番玉の占める割合が増加することにより、原木の根ばち部位の存在や原木の曲がりが大きくなり、その結果、辺材単板の切削量の減少

や歩留まりの低下に繋がったものと考えられる。

3.3 原木等級区分による曲げ性能の影響

等級別に区分した原木を使用し、辺材単板と心材単板別に製造した単板積層材の曲げ試験結果を表－4にまとめて示す。試験時での容積重は辺材で製造した単板積層材も心材で製造したものもほぼ同程度であったが、曲げヤング係数(MOE)はどの原木等級でも辺材で製造した単板積層材が平均値で5～9%程度高い値を示した。また、同様に曲げ破壊係数(MOR)も15%前後高い値を示した。

原木の等級区分毎に製造した単板積層材の曲げヤング係数(MOE)は、等級Ⅰ、辺材単板構成で

表－4 原木等級別による単板積層材の曲げ試験結果

供試原木	供試単板	TD kg/m^3	MOE (GPa)	C.V. (%)	MOR (MPa)	C.V. (%)	MC (%)
全 体	辺 材 単 板	439	8.53	23.2	50.90	18.6	10.1
	心 材 単 板	441	8.04	21.0	44.03	17.7	9.0
	辺材/心材	0.995	1.061	1.105	1.155	1.051	1.122
等級Ⅰ	辺 材 単 板	452	10.79	8.4	61.19	10.3	9.4
	心 材 単 板	451	9.90	6.2	52.56	10.0	8.6
	辺材/心材	1.002	1.089	1.355	1.164	1.030	1.093
等級Ⅱ	辺 材 単 板	428	8.43	7.3	48.44	12.1	10.1
	心 材 単 板	438	8.14	6.3	42.27	7.6	9.2
	辺材/心材	0.977	1.036	1.159	1.146	1.592	1.098
等級Ⅲ	辺 材 単 板	437	6.37	10.4	42.86	9.8	10.9
	心 材 単 板	433	6.08	10.9	37.27	12.4	9.2
	辺材/心材	1.009	1.048	0.954	1.150	0.790	1.184

注) 等級Ⅰ : $7.9 \leq \text{Efr-log}$ 、等級Ⅱ : $5.9 \leq \text{Efr-log} < 7.9$ 、等級Ⅲ : $\text{Efr-log} < 5.9$

平均10.8GPa(CV8.4%)、心材単板構成では平均9.9GPa(CV6.2%)、同様に等級Ⅱでは平均8.4GPa(CV7.3%)、平均8.1GPa(CV6.3%)、等級Ⅲでは平均6.4GPa(CV10.4%)、平均6.1GPa(CV10.9%)と辺材単板構成、心材単板構成の単板積層材とも等級Ⅰ>Ⅱ>Ⅲの関係があり、原木段階での等級区分が単板を構成エレメントとする単板積層材(製品段階)においても製品性能の等級区分に繋がることになる。

3.4 等級別原木で製造した単板積層材のMOEとMORの関係

原木等級別に製造された単板積層材のMOEとMORとの関係を心材、辺材別に図-2、3に示す。等級Ⅲの原木で製造された単板積層材は強度的に低い単板は元玉原木が多く占めることや、逆目切削の単板が多く、単板面が粗い等の単板品質が影響し、低強度の単板積層材が製造されたと考えられる。また、原木等級別に製造された単板積層材のMOEとMORの間には相関が認められ、強度性能も各等級毎に分けられることから原木段階での等級区分が単板積層材製造段階においても有効であると思われる。

4. まとめ

今回の試験結果をまとめると以下のとおりである。

- ① 原木を動的ヤング係数により等級区分すると元玉原木は下位クラスに多く出現した。
- ② 単板積層材を製造する工程で単板段階での歩留まりは下位クラスの原木の方が歩留まりは低くなった。
- ③ 原木段階での等級区分は単板を構成エレメントとする単板積層材の強度性能においても、有効な手段であると考えられる。

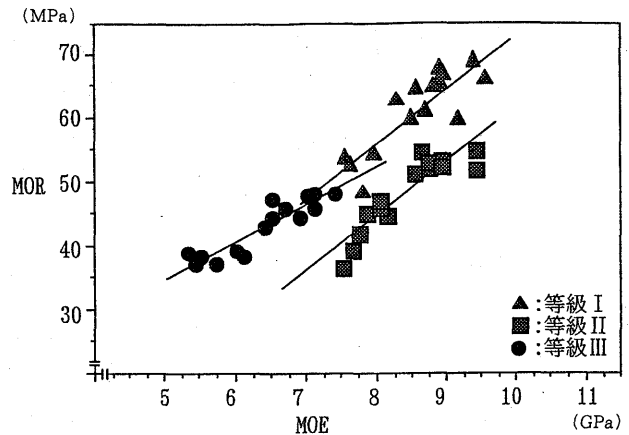


図-2 単板積層材(辺材単板)におけるMOEとMORの関係

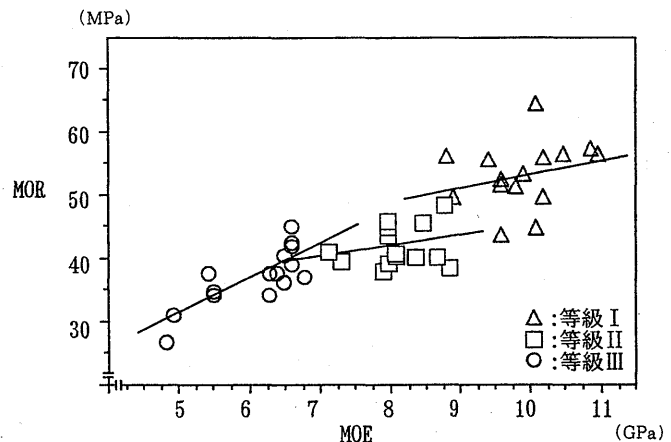


図-3 単板積層材(心材単板)におけるMOEとMORの関係

参考文献

- 1) 武智正典ほか(1994): 県産材の材質特性と加工利用技術の解明. 愛媛林試研報15: 113-139
- 2) 三好誠治ほか(1996): スギ中丸太のパネル芯材木取り試験. 日本木材学会中国・四国支部第8回研究発表会要旨集: 62-63