

# カラマツLVL の曲げ強さ

森 泉 周

## 1. はじめに

林産試型LVLの製造システムは、高能率生産を前提にして、中小径材の加工を基本的な考え方として開発されたものです。このLVLは、

- 構造用材、化粧用材を兼ね多様な用途の可能性がある。
- 寸法範囲が広く、板状からブロック状までの製材が可能である。
- グルーラインが表面、側面いずれとすることも可能で、かつ長大材が得られる。

などの条件を満たす製品です。カラマツLVLの利用については、既に何度か紹介しておりますが、利用の中で需要が大きく期待できるものに構造用があります。

現在、構造用LVLの規格は制定されておらず、今すぐに構造部材としてLVLを使用することはできませんが、近い将来、LVLを構造用に使用することが可能になると考えられます。そこで、そのための基礎データを得ることを目的として、一連の強度試験を行っておりますが、その結果の概要を紹介いたします。

## 2. LVL用原木の材質

現在、当場のLVL用製造プラントで対象としているカラマツ原木は、末口径16~20cmの中径間伐材であります。むき心径を小さくすると単板歩留まりは高くなりますが、材固有の材質が劣る未成熟材部単板が多くなる可能性があります。切削された単板中に未成熟材部単板がどの程度含まれるのか、またそれらの材質がどのようなものなのかを検討してみました。

カラマツ材の場合、生単板の含水率が辺材単板（約150%前後）と心材単板（45~55%前後）と

で異なるためにLVLを製造するとき、辺材単板と心材単板を分離して単板乾燥を行っております。そこで、乾燥工程での単板の分離に注目して、末口径16~20cmの原木83本について、心材化の髄からの距離を測定しました。その結果を図1に示します。心材化の髄からの距離は平均値で6.7cmでほぼ5.5~8.0cmの間に入っております。カラマツ材の未成熟材部は一般に5.0~8.0cmの範囲にあるとされておりますが、この径級の原木における心材化距離はほぼこの範囲に入っております。

髄から距離4cm（心材部）前後及び8cm（辺材部）前後から4mm厚の挽き板及びピロータリー単板を採取し、それぞれ3ないし4層づつ積層接着して、挽き板積層材及びLVLの小試験体を作製し、曲げ試験を行いました。その結果を表1に示します。挽き板積層材及びLVLの心・辺材部による平均強度値の低下割合はほぼ等しく、心材部は辺材部に対して、曲げ強さで75%程度、ヤング係数で62%程度であり、明らかに心材部の強度性能は低くなっております。挽き板積層材とLVLの強度を比較してみますと、LVLは挽き板積層材に対して心・辺材部とも曲げ強さで85%程度ヤング係数で95%程度であり、この強度差は単板の裏割れによって生じたものであると思われま

す。製造システム上、乾燥工程で心・辺材単板を分離する必要があること、心・辺材部の強度性能の相違を考慮すれば、末口径16~20cm前後のカラマツ原木を用いてLVLを製造する場合、

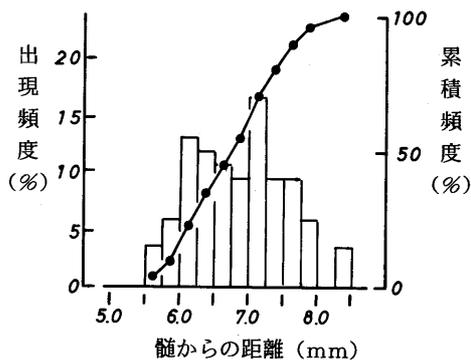


図1 心材化の髄からの距離

表1 挽き板積層材とLVLの曲げ強度

		曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			ヤング係数 (ton/cm <sup>2</sup> )		
		挽き板 ①	LVL ②	②/①	挽き板 ①	LVL ②	②/①
辺材 ①	平均値	850	726	0.854	117	109	0.932
	最大値	1,001	847		141	140	
	最小値	698	579		97	80	
心材 ②	平均値	630	525	0.833	72	69	0.958
	最大値	759	651		89	89	
	最小値	500	399		59	59	
②/①	平均値	0.741	0.745		0.615	0.633	
全体	平均値	740	629	0.846	95	89	0.945

注) 曲げ強さはASTMの補正係数ではりせい15cmに換算した値

未成熟材部 = 心材, 成熟材部 = 辺材  
とみなしても、さしつかえないものと判断されま  
す。

### 3. 実大材の曲げ強度性能

LVLを梁として使用する場合、荷重方向が接  
着層と平行する垂直積層梁及び直交する水平積層  
梁(図2)の使用が考えられ、この両者では曲げ  
強度性能は異なりますが、今回は主に垂直積層梁  
の試験を行いましたので、その結果について述べ  
ます。

試験体寸法は枠組壁工法用のツーバイフォー  
(204)材を基準にしました。204材の幅は38mm  
ですので、むき厚4mmの単板を10層にしており  
ます。バットジョイントについて、隣接するバツ  
トジョイントの間隔は11.25cmで3層おきに存在  
しており、同一断面で3, 3, 2, 2の周期で繰  
り返されており、前節で述べたように未成熟  
材部(心材)と成熟材部(辺材)の単板の混合に

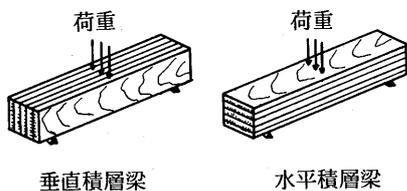


図2 LVL梁の2つの型

1985年2月号

よって強度性能が異なる  
ことが予測されます  
ので、単板構成比を意  
識的に変えたLVLと  
通常のラインで製造し  
たLVLの2種類を試  
験体としました。

LVLの曲げ破壊の  
形態は、等モーメント  
区間内でバットジョイ  
ントが3層存在してい  
る所から、隣接するバ  
ットジョイントにつな

がる形で破壊したものが多く、辺材単板のみのL  
VLでは、多少ねばりを持った通常の引張り破壊  
に近い形態で、心材単板のみでは、ねばりの無い  
ぜい性破壊の様相を呈しました。しかし、どちら  
の試験体についても、素材と比較して非常にねば  
りの少ない材料といえます。

カラマツ製材とLVLの強度分布を図3に示し  
ます。製材の場合、強度性能に与える節の影響が  
大きく、強度の分布は、無欠点材に近い強度のも  
のも多少存在しますが、それらを除いてもかなり  
広範囲に分布しており、曲げ強さで150 ~ 850  
kg/cm<sup>2</sup>、ヤング係数で50 ~ 160ton/cm<sup>2</sup>あります。  
これに対し、LVLの場合、試験体全体をみま  
すと、曲げ強さの平均値は製材に比べ多少小さい  
ですが、製材全体のバラツキの内に入っており、ヤ  
ング係数は製材に比べて大きいことが認められま  
す。ヤング係数(E)に対する曲げ強さ(b)の  
関係を見ますと、b/Eは製材では平均値4.53 ×  
10<sup>-3</sup>(範囲: 2.27 ~ 6.79 × 10<sup>-3</sup>)ですが、LVL  
では3.00 × 10<sup>-3</sup>(範囲: 2.56 ~ 3.44 × 10<sup>-3</sup>)で  
あり、LVLの方がヤング係数と曲げ強さの間での  
バラツキが小さく、同時に相対的にヤング係数が  
大きいことが認められます。

辺・心材単板混合比別の曲げ試験結果を図4に  
示します。曲げ強さ及びヤング係数は、辺材単板  
の割合が増すにつれて大きくなる傾向が認められ  
ます。心材単板のみと辺材単板のみを比較します

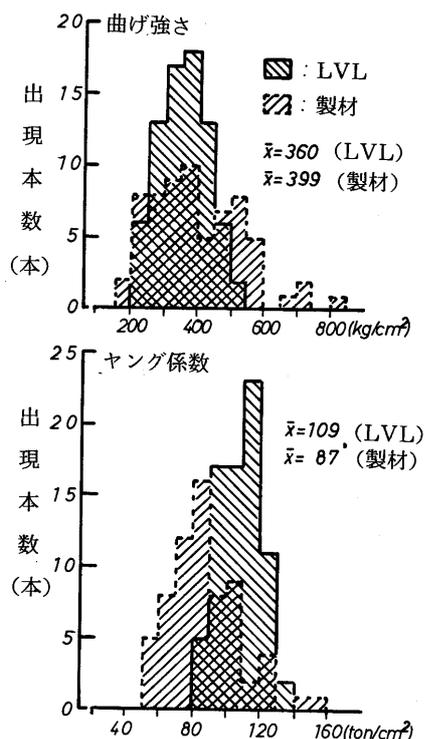


図3 カラマツ製材とLVLの強度分布

と平均値で曲げ強さ1.7倍 ヤング係数1.3倍程度です。各混合比の試験体の強度値は辺材単板のみと心材単板のみのその範囲に入っております。曲げ強度全体をみますと、かなり広範囲の分布を示しておりますが、各混合比の試験体内における分布は小さく、単板の選択によってはパラツキの少ない製品が得られる可能性があります。

#### 4. 製品厚さと曲げ強度性能の関係

辺・心材単板の混合比によってLVLの曲げ強度性能に大きな差があることが明らかになりましたが、その混合比を予測する方法を検討してみました。

単板の乾燥や高周波プレスの圧縮による単板の厚さ目減りが、辺材単板と心材単板で異なり、辺材単板の方が大きく目減りします。したがって、4mm厚さで切削した単板を用いて製造した仕上げ製品の厚さが、辺材単板と心材単板の混合割合によって変わる可能性があります。そこで、生産

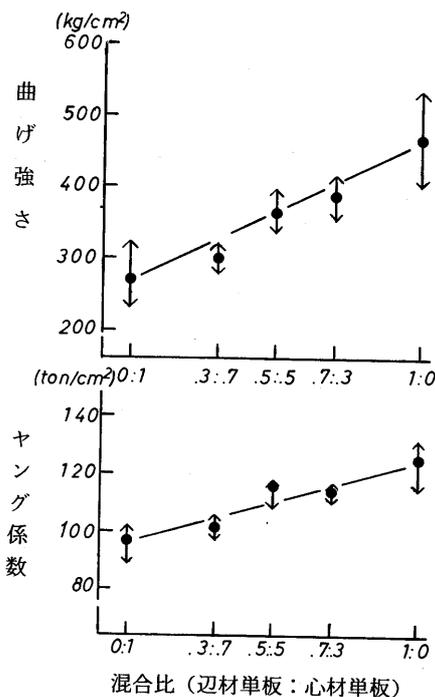


図4 辺・心材単板合比別LVLの曲げ強度

ラインで製造されたLVLの辺材単板率と仕上げ製品の平均単板厚さの関係調べました。その結果を図5に示します。平均単板厚さは8~20プライの仕上げ製品の厚さを測定し、積層数で割って単板一枚当たりの厚さに換算したものです。辺材単板率が大きくなると平均単板厚さは小さくなっており、よい関係が認められます。辺材単板のみで平均単板厚さ3.7mm以下、心材単板のみで3.8mm以上であります。

辺材単板率と平均単板厚さの間により関係が認められましたので、平均単板厚さ(すなわち仕上げ製品の厚さ)を測ることによりLVLの強度値がわかるかみてみました。平均単板厚さと曲げ強度の関係を図6に示します。黒丸は辺材単板率75%以上、白丸は25~75%、黒四角は25%以下のものを示しています。平均単板厚さが大きくなると曲げ強度は低くなり、よい関係が認められます。これは、仕上げ製品の厚さを測定することにより、辺材単板の混合割合がわかり、あわせてLVLの曲げ強度の推定が可能であることを示しておりま

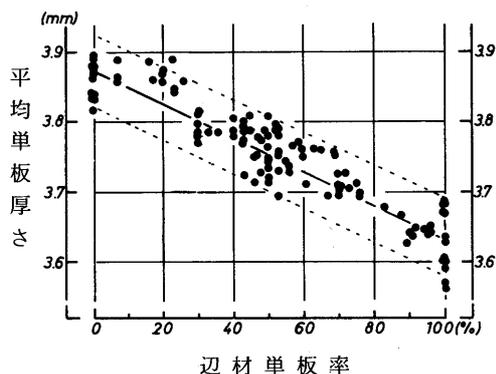


図5 辺材単板率と平均単板厚さの関係

図5で示した辺材単板率と平均単板厚さの関係から、平均単板厚さを基準にして強度値のグレード分けが可能になります。辺材単板の場合、最も厚い単板でも3.7mm以下なので、3.7mmを上限と考えて、それ以下の平均単板厚さの場合をグレードとして、心材単板の場合、最も薄い単板でも3.8mm以上なので、3.8mmを下限と考えて、それ以上の平均単板厚さの場合をグレードとして、その中間の平均単板厚さの場合をグレードとして強度値を分けてみました。その結果を表2に示します。

表2 グレード別曲げ強度

グレード	平均単板厚 (mm)	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )		ヤング係数 (ton/cm <sup>2</sup> )	
		平均値	最小値	平均値	最小値
①	3.7以下	444	395	122	111
②	3.7-3.8	364	305	109	98
③	3.8以上	272	229	96	89

表からも明らかなように強度値をグレード分けすることは強度値のバラツキを小さくすることができ、LVLの許容応力度を設定する場合きめ細かな対応が可能になります。あわせて、グレード分けの結果より、針葉樹中小径材から製造するLVLでは避けることができない未成熟材部(末口径16~20cm前後の原木では心材部に一致)を強度的に分離できることとなります。これらの強度グレード分けが仕上がり製品の厚さを測定することで可能になり、必要強度のLVLが中小径材でも製造できることは、製品管理上非常に有効な手段であると思われます。

### 5. おわりに

現在、LVLを製造している16~20cmの原木では未成熟材部は心材部、成熟材部は辺材部に相当しておりますが、LVLの曲げ強度性能は、原木の基礎材質に大きく依存しており、それらの単板の構成により異なります。製造工程でこれらの単板の組み合わせが可能であり、各単板の組み合わせを考慮すると、絶対値は必ずしも大きくありませんが、強度の分布幅を小さくすることができ、さらに仕上がり製品厚さを測定することにより、単板の混合割合がわかり、曲げ強度値を推定することができます。これらの点から、LVLは工業材料としての評価が可能な材料であると思われます。今後、長期荷重試験を行ってクリープ特性を検討し、強度値に対する各低減係数等を決定し、林産試型LVLの長期曲げ許容応力度を提案する予定です。

(林産試験場 合板試験科)

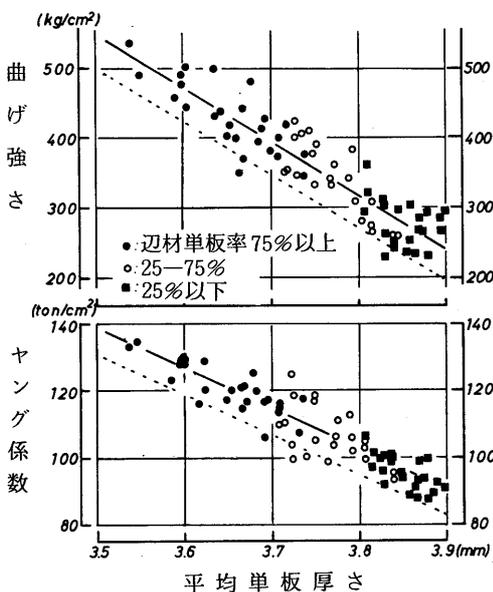


図6 平均単板厚さと曲げ強度の関係