

カラマツLVLの強度性能 (第3報)

- せん断強度性能 -

森 泉 周 北 村 維 朗*

The Strength Properties of Japanese Larch LVL ()

-The shear strength properties-

Shu MORIIZUMI Tadao KITAMURA*

A series of strength tests have been made to determine allowable unit stresses for Japanese larch LVL. This paper reports on the shear properties of the LVL. Two types of LVL constructions were made; one had butt joints-Normal LVL-and the other did not-Clear LVL-. Static bending tests were performed with vertically -laminated and horizontally-laminated beams in six different span-to-depth ratios, i.e. l/h , and in five different depths. Compression shear tests were also carried out with block-shear specimens. The results are summarized as follows :

(1) The modulus of rigidity (G) and the pure modulus of elasticity (E) of each LVL, calculated from the relationship between the effective modulus of elasticity (E) and l/h , were 7 ton/cm^2 and 130 ton/cm^2 respectively.

(2) The Ver. LVL with the Clear LVL failed in horizontal shear force at $l/h=8$, and the Hor. LVL with the same construction at $l/h=11$. On the other hand, either the Ver. LVL or the Hor. LVL with the Normal LVL did not fail in shear force even at $l/h=4$.

(3) The apparent maximum shear strength (τ_{max}) of the Clear LVL and the Normal LVL decreased in accordance with the increase in l/h and depth.

(4) The shear strength of the LVL was calculated from the relationship between the bending strength and l/h . Both the shear strength and the compression strength were in good agreement with the results of the block-shear and the compression tests respectively.

(5) The τ_{max} when the l/h was 4 was predicted on the basis of the sheared area. It was approximately 38 kg/cm^2 for the 2-by-12 beams with the Clear LVL, and 30 kg/cm^2 for the ones with the Normal LVL.

(6) In the block-shear tests, the tangential shear strength was found to be more or less smaller than the radial shear strength, and the rolling shear strength almost 80% smaller than both the tangential and the radial shear strengths.

林産試験場で現在標準的に製造されたLVLについて、スパン - 梁せい比(l/h)及び梁せいを変えた曲げ試験を行い、LVLのせん断に対する性能を検討した。結果を以下に示す。

l/h の関係から求めたせん断弾性係数及び真のヤング係数は、それぞれ 7 ton/cm^2 、 130 ton/cm^2 前後の値であり、Butt joint (以下BJと記す)によるそれらの係数の低下は認められなかった。Clear (BJの無いもの) LVLでは、Ver. LVLで $l/h=8$ 、Hor. LVLで $l/h=$

11からせん断破損を生じたが、Normal LVL (BJの有るもの)では $l/h=4$ でもせん断破損が生じなかった。Clear及びNormal LVLともLVL及び梁せいが大きくなるとみかけの最大せん断強さ (\max)は低下した。せん断面積法で推定した212材の \max はClear LVLで $38\text{kg}/\text{cm}^2$, Normal LVLで $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度になった。

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、中小径木の加工を基本的な考え方として開発されたものである。その特徴は、製品の寸法を広範囲に取ることができ、用途の多様性をねらいとしている¹⁾

LVLは従来の木質材料に比べて大型の断面及び長さの製品を製造することが可能であり、その特徴を生かすには、構造材の利用が最も重要であろうと思われる。そのためには許容応力度の設定が不可欠であり、その基礎データを得ることを目的として一連の試験を行っている。

単板の裏割れがLVLの構造材料としての性質に影響を与える点も少なくなく、横引張強度²⁾、割裂強度³⁾、裏割れに沿ったせん断強度^{4), 5)}等裏割れに係する強度が低いことが指摘されている。

そこで本試験では林産試験場で現在標準的に製造されているカラマツLVLについて、スパン-梁せい比及び梁せいを変えた曲げ試験を行い、せん断弾性係数と水平せん断強度を求め、併せてブロックせん断強度試験の結果から、LVLのせん断に対する性能を検討した。なお本報告は第15回日本木材学会北海道支部大会(札幌市, 1983年11月)で発表したものであり、内容は北海道支部講演集No. 15と重複する部分がある。

製造した。

2.2 試験法

2.2.1 曲げ試験

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 (Vertically Laminated beam, 以下Ver. LVLと記す) 及び直交する水平積層梁 (Horizontally laminated beam, 以下Hor. LVLと記す) としての使用が考えられるのでこの両者について中央集中荷重で曲げ試験を行った。

曲げ試験の条件を第1表に示す。試験体寸法は、幅を38mmに固定し梁せいをClear LVLでは4段階、Normal LVLでは5段階変えた。試験体数は各条件で10~15体とした。Normal LVLの隣接するBJの間隔は11.25cmで3層おきに存在している。Ver. LVLでは積層数が10plyであるため3個のBJ部を、Hor. LVLでは最外層のBJ部を荷重点下においた。スパン中央で試験体下面に取り付けた変位計により比例限度内の荷重でたわみを測定し、その後破壊するまで荷重を加えて曲げ試験を行った。

2.2.2 圧縮試験

圧縮試験体は、曲げ試験終了後健全部から採取した。試験体寸法は曲げ試験体の梁せいが異なるため、試験

2. 供試材と試験法

2.1 LVLの製造

一連のLVL製造試験に用いたものと同一の美瑛産の造林カラマツ間伐材を使用した。Butt Joint (以下BJと記す) を持つ通常のLVL (以下Normal LVLと記す) BJの無い長さ45cmのLVL (以下Clear LVLと記す) を常法⁶⁾により製造した。

LVLの曲げ強度性能は既報⁶⁾で報告したように、辺材部と心材部の構成単板により大きな差があるため、辺材単板:心材単板=7:3に混合したLVLを

第1表 曲げ試験条件

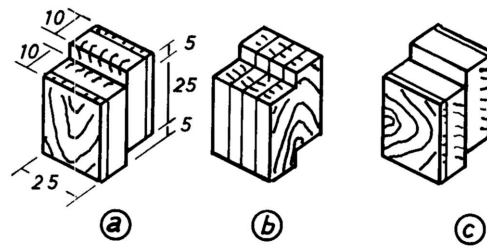
	梁せい h (mm)	幅 b (mm)	スパン-梁せい比 l/h	荷重方向 ¹⁾
Clear LVL	25	38	4, 6, 10, 12, 16	Ver.
	38	38	4, 6, 8, 11	Ver. Hor.
	64	38	4	Ver.
	89	38	4	Ver. Hor.
Normal LVL	38	38	4	Ver.
	64	38	4	Ver.
	89	38	4, 6, 9, 12, 16, 20	Ver. Hor. ²⁾
	112.5	38	4	Ver.
	150	38	4, 12	Ver.

1): Ver. (Vertically laminated beam) 積層面に垂直
Hor. (Horizontally laminated beam) 積層面に平行
2): l/h = 4, 6のみ

体長を梁せいの3倍とした。Normal LVLの試験体ではBJがあるが、BJが2層あるものと3層あるものの2種類について試験を行った。圧縮試験は常法によった。

2.2.3 ブロックせん断試験

第1図に示した形状、寸法の試験体を採取し、ブロックせん断試験を行った。辺材単板のみ及び心材単板のみの2種類の試験体を作製した。(c)のローリングシアについては裏割れの開く方向と閉じる方向の区別はしなかった。



単位：mm

第1図 ブロックせん断試験体の形状と寸法 (a)積層面に平行, (b)積層面に垂直, (c)ローリングシア

第2表 Clear LVL の曲げ試験結果

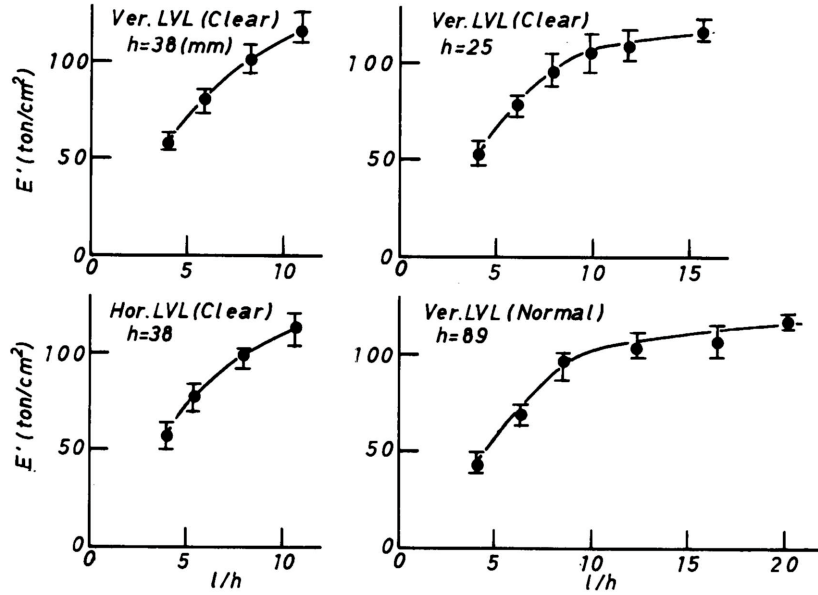
LVLの種類	h (mm)	b (mm)	As ¹⁾ (cm ²)	l/h	τ_{max}		σ_b		E' ³⁾		破壊形態 (個数)
					平均 (kg/cm ²)	S(n) ²⁾ / S(38)	平均 (kg/cm ²)	S(n) / S(38)	平均 (kg/cm ²)	S(n) / S(38)	
Ver. LVL	25	38	19.0	4	85.7	1.161	684	1.114	54	0.939	せん断
					(81.2—90.8)		(648—725)		(45—60)		
					64.2	0.870	770	1.254	79	1.383	引張り(7)
					(55.5—72.1)		(660—867)		(76—84)		せん断(3)
					52.0	0.705	816	1.328	95	1.659	引張り
					(46.4—56.0)		(729—920)		(88—106)		
	38	38	28.5	4	73.8	1.000	596	1.000	57	1.000	せん断
					(65.6—83.8)		(530—677)		(54—63)		
					59.8	0.810	703	1.180	80	1.404	せん断
					(52.1—65.5)		(612—770)		(73—85)		
					48.7	0.660	810	1.359	102	1.789	引張り(9)
					(43.8—54.0)		(719—887)		(95—109)		せん断(5)
64	38	48.6	4	69.6	0.943	572	0.960	53	0.930	せん断	
				(62.6—75.6)		(514—621)		(47—59)			
				63.0	0.854	526	0.883	58	1.018	せん断	
				(57.3—69.6)		(478—581)		(55—62)			
				58.7	0.793	475	0.818	50	0.877	せん断	
				(52.9—61.0)		(449—508)		(39—56)			
Hor. LVL	38	38	28.5	4	74.0	1.000	581	1.000	57	1.000	せん断
					(72.0—80.6)		(565—633)		(50—64)		
					60.0	0.811	684	1.177	77	1.351	せん断
					(53.9—65.4)		(614—745)		(69—90)		
					49.1	0.664	777	1.337	98	1.719	引張り(6)
					(38.9—52.9)		(617—837)		(92—103)		せん断(4)
89	38	67.6	4	58.7	0.793	475	0.818	50	0.877	せん断	
				(52.9—61.0)		(449—508)		(39—56)			
				37.3	0.504	800	1.377	113	1.982	引張り(9)	
				(29.2—41.2)		(626—883)		(105—120)		せん断(1)	
				37.3	0.504	800	1.377	113	1.982	引張り(9)	
				(29.2—41.2)		(626—883)		(105—120)		せん断(1)	

1) As : せん断面積, As = a · b, a = せん断スパン, 2) S(n)/S(38) : h. b = 38mmの試験体に対する強度比
 3) E' : 見掛けのヤング係数

3. 結果と考察

3.1 真のヤング係数とせん断弾性係数

Clear LVL及びNormal LVLの曲げ試験結果を第2表及び第3表に示す。各スパン-梁せい比(1/h)において、せん断によるたわみを考慮せず見掛けのヤング係数E'を求めた。1/hを変えた試験体は、Clear LVLではVer. LVLの梁せい125, 38mm,



第2図 見掛けのヤング係数E' とスパン-梁せい比 l/hの関係

第3表 Normal LVLの曲げ試験結果

LVLの種類	h (mm)	b (mm)	As ¹⁾ (cm ²)	l/h	τ_{max}		σ_b		E'		破壊形態
					平均 (kg/cm ²)	S(n) S(38)	平均 (kg/cm ²)	S(n) S(38)	平均 (kg/cm ²)	S(n) S(38)	
Ver. LVL	38	38	28.9	4	65.5 (57.4-67.3)	1.000	516 (459-546)	1.000	42 (39-45)	1.000	引張り
	64	38	48.6	4	59.0 (53.3-64.6)	0.901	465 (420-509)	0.901	42 (36-46)	1.000	引張り
	89	38	67.6	4	52.9 (44.9-60.5)	0.808	436 (366-498)	0.845	44 (38-53)	1.048	引張り
				6	38.2 (32.7-42.0)	0.583	470 (403-517)	0.911	69 (65-74)	1.649	引張り
				9	28.9 (25.5-32.6)	0.441	491 (434-554)	0.952	97 (87-101)	2.310	引張り
				12	20.6 (18.1-23.7)	0.315	507 (445-583)	0.983	104 (99-112)	2.476	引張り
				16	15.2 (13.7-16.1)	0.232	497 (451-527)	0.963	108 (97-116)	2.571	引張り
				20	13.1 (10.8-13.7)	0.200	510 (445-561)	0.988	117 (114-121)	2.786	引張り
	112.5	38	85.5	4	47.2 (39.7-52.4)	0.721	381 (321-423)	0.738	44 (38-46)	1.048	引張り
150	38	114.0	4	41.4 (37.7-45.0)	0.632	332 (302-361)	0.643	44 (41-50)	1.048	引張り	
			12	16.7 (14.9-20.6)	0.255	402 (397-484)	0.779	130 (107-138)	2.857	引張り	
Hor. LVL	89	38	67.6	4	45.8 (38.7-51.6)		384 (325-429)		47 (40-54)		引張り
			101.5	6	38.7 (29.5-46.9)		403 (337-484)		65 (62-71)		引張り

1), 2), 3): 第2表参照

Hor. LVLの梁せい138mm, Normal LVLではVer. LVLの梁せい189mmの4種である。E と l/hの関係 を第2図に示す。各試験体条件で, l/h=10前後から l/hの低下に伴ってE は急激に低下した。E の低下傾向は各条件間で差異がなかった。

第2図に示したE と l/hの関係からWangaad⁷⁾ 海老原⁸⁾等が用いた方法により, LVLの真のヤング係数Eとせん断弾性係数Gを決定した。せん断によるたわみを考慮したスパン中央部のたわみ式にE を求めたたわみ式を代入して変形すると, E とl/hの間には次式が成立する。

$$\frac{\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{l}{h}\right)^2}{E'} = \frac{0.3}{G} + \frac{1}{E} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{l}{h}\right)^2$$

(1/2 · l/h) 2 / E を縦軸に, (1/2 · l/h) 2 を横軸にとるとy切片よりG, 直線の傾きによりEが求まる。最小2乗法により, 各条件のLVLについて直線式を求めた。各試験体条件で相関係数は0.99以上の値を示し, 直線関係は良好であった。第4表に上述の方法で求めた真のヤング係数Eとせん断弾性係数Gの値を示す。Eは125 ~ 138ton / cm²の値であり, Clear LVLではVer. LVLとHor. LVLで差がなかった。Normal LVLのE値は多少小さいが, 4mm厚9plyのVer. LVLではBJによるEの低減は認められないという報告⁹⁾もあり, Clear LVLと同程度の値であると判断してもよいと思われる。Gは6.6 ~ 7.8 ton/cm²長の値であり, Eに比べて多少その差が大きい

第4表 曲げ試験から求めた真のヤング係数とせん断弾性係数

LVLの種類	梁せい h (mm)	真のヤング係数 E (ton/cm ²)	せん断弾性係数 G (ton/cm ²)	E/G
Ver.	25	130	7.3	17.8
	38	138	7.8	17.6
	89 ¹⁾	125	6.6	18.9
Hor.	38	129	6.9	18.7

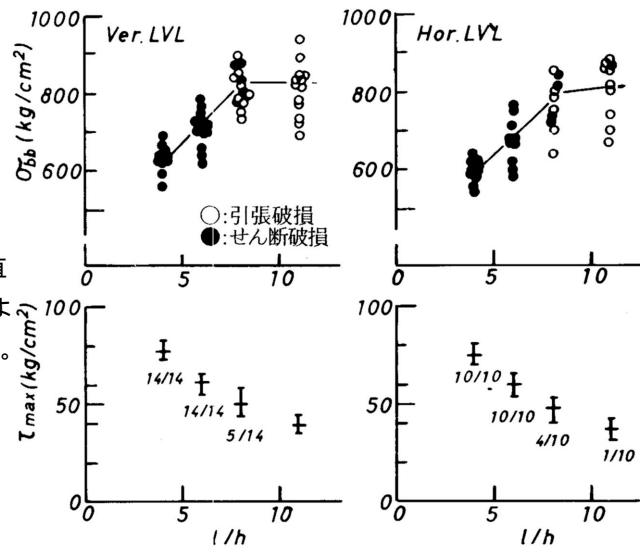
1) : Normal LVL

が, 各試験体のバラツキ幅として考えることも可能であり, Clear LVLと Normal LVLとで明確な差があるとはいえない。沢田は本邦産の針葉樹材についてEL/GLR=17, EL/GLR=22としているが, LVLの値はほぼその範囲内に入っていた。

3.2 せん断強さ

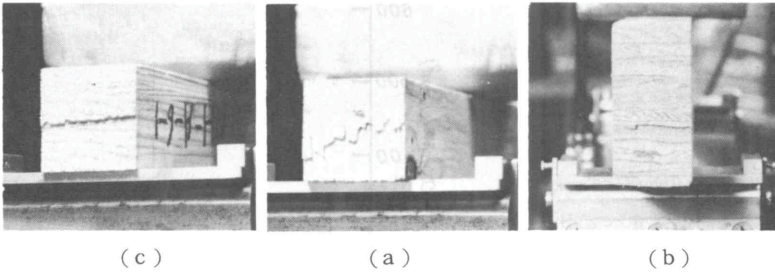
3.2.1 スパン - 梁せい比の影響

梁せい138mmのClear LVLの曲げ破壊強さ bb及び見



第3図 曲げ強さ bbおよび見掛けの最大せん断強さ maxとスパン - 梁せいl/hの関係 (Clear LVL)

掛けの最大せん断強さ (max = 3Qmax / 2bh, Qmax : 最大せん断力) とl/hの関係を第3図に示す。白丸は引張破損, 黒丸はせん断破損したものの, 分数はせん断破損したものの数を示す。 bbはl/h=8前後まで変化なく, それより小さいl/hで急激に低下した。Ver. 及びHor. LVLともl/h = 4の時のbbはl/h=11の値に対して25%程度小さかった。木材梁では maxに寸法効果が存在することが報告⁵⁾されており, 本試験のLVLの結果についてもl/hの増加とともに maxの低下が認められた。Ver. LVLではl/h = 4, 6で全試験体, 8で14体中5体, Hor. LVLではl/h = 4, 6で全試験体, 8で10体中4体, 11で10体中1体がせん断破損を起こし



第4図 LVLのせん断破壊損状態
(a) : Ver. LVL, (b), (c) : Hor. LVL

た。この結果は、林産試型LVLではHor. LVLの方がVer. LVLよりもせん断性能が劣ることを示している。引張破壊とせん断破壊の境界である $l/h = 8 \sim 11$ で、 \max は $40 \sim 50 \text{ kg/cm}^2$ である。後述するがブロックせん断試験から得られたせん断強さは $70 \sim 110 \text{ kg/cm}^2$ 程度であり、これに比べてこの値は $1/2$ 程度 (第9図参照) である。

せん断破壊を起したLVLの破壊状態を第4図に示す。Ver. LVLでは破壊線が裏割れを伝わるように走っている(a)。Hor. LVLでは破壊線に一定の傾向が見られず、接着層附近で破壊が起る場合(b)、接着層から裏割れに破壊線が伝わる場合(c)等が見られる。

Clear LVLのせん断破壊を示した試験体から、最大せん断応力説に基づいた金の理論を用いて^(10), 5)LVLが梁として使用される時のせん断強さ b を求めた。金の理論では、梁に弾性域と塑性域が共存している場合で塑性域せん断破壊が生じる時の曲げ破壊強さは次式で与えられる。

$$\sigma_{bb} = \frac{3 \sigma_{cb}}{1 + \frac{h}{l} \cdot \frac{\sigma_{cb}}{\tau_b}}$$

σ_{cb} : 圧縮強さ
この式を変形すると

$$\left(\frac{l}{h}\right) \frac{1}{\sigma_{bb}} = \frac{1}{3 \tau_b} + \frac{1}{3 \sigma_{cb}} \left(\frac{l}{h}\right)$$

のようになる。ここで縦軸に $(l/h) / \sigma_{bb}$ を取り、横軸に l/h を取ると切片より τ_b 、傾きより b が求められる。最小2乗法により、Ver. 及びHor.

LVLの直線式を求めた。

第5表に曲げ試験より求めたせん断強さ b と圧縮強さ σ_{cb} 、引張破壊を起した試験体の曲げ強さの平均値を引張破壊時の曲げ強さ bb として示す。また圧縮試験から求めた圧縮強さの平均値も同時に第3表に示す。

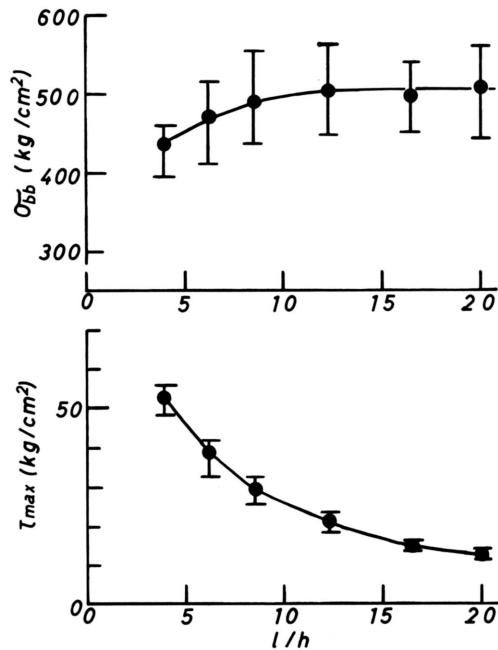
σ_{cb} 、 b 及び bb ともVer. LVLの方がHor. LVLより多少大きかった。圧縮強さ値は圧縮試験によるものと差がなかった。せん断強さ値もブロックせん断試験によるもの (第9図参照) と同程度であった。

素材の場合、短スパンの曲げ試験から求めたせん断

第5表 曲げ試験から決定された圧縮強さとせん断強さ

LVLの種類	曲げ強さ σ_{bb} (kg/cm ²)	圧縮強さ σ_{cb} (kg/cm ²)	せん断強さ τ_b (kg/cm ²)	σ_{cb}/τ_b	圧縮強さ ¹⁾ σ_{cb} (kg/cm ²)
Ver.	820	434	94	4.17	432
Hor.	805	410	90	4.56	432

1) 圧縮試験の値

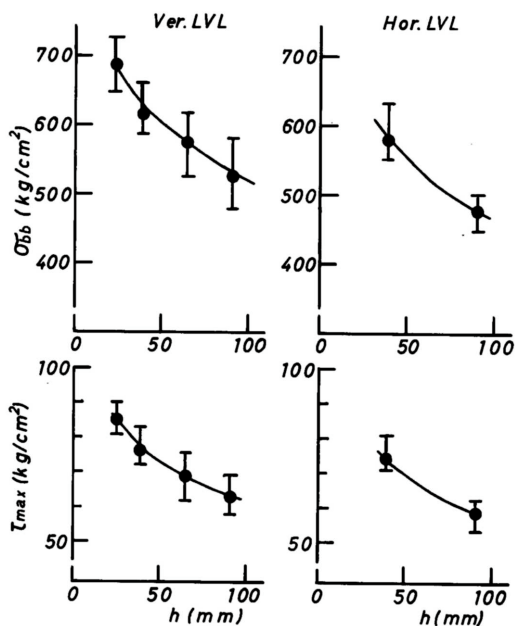


第5図 曲げ強さおよび見掛けの最大せん断強さとスパン - 梁せい比の関係 (Normal LVL)

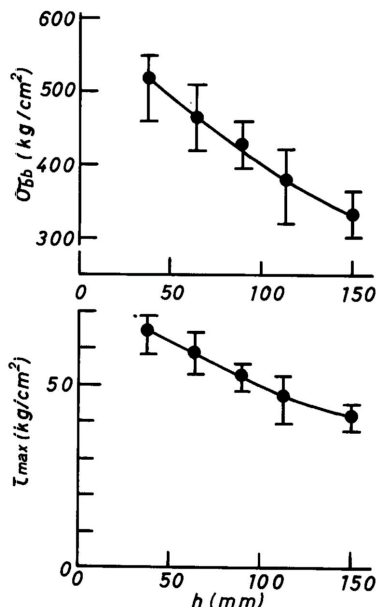
強さはブロックせん断試験によるものより大きいといわれているが⁽¹⁾ここでは差が認められなかった。この傾向はLVL特有のものであるのか今後検討する必要がある。

梁せい189mmのNormal Ver. LVLの bb 及び max と l/h の関係を第5図に示す。破壊形態はすべて引張破損であり、せん断破損を起こしたものは1体もなかった。 bb は $l/h=10$ 前後まで変化がなく、それより小さい l/h で低下した。 $l/h=4$ の時の bb は $l/h=12$ の値に対して15%程度小さかった。一般に梁せいが大きくなるとせん断力が大きく作用し、 l/h が小さくなった時の bb の低下割合は大きくなる。梁せい138mmのClear LVLの bb の低下は25%前後であり、これと比較するとNormal LVLの l/h 減少に伴う bb の低下割合は小さかった。この現象は、 l/h が十分に大きい時の bb がNormal LVLの場合小さいことによって生じたと考えられる。

Clear LVLの曲げ破壊試験から得られた b から判断するとNormal LVLはBJによる欠損断面で bb が低いので、せん断破損にいたらなかったと考えられる。Bohlenは6plyで1個のBJが入ったLVLで



第6図 曲げ強さおよび見掛けの最大せん断強さと梁せいの関係 (Clear LVL)



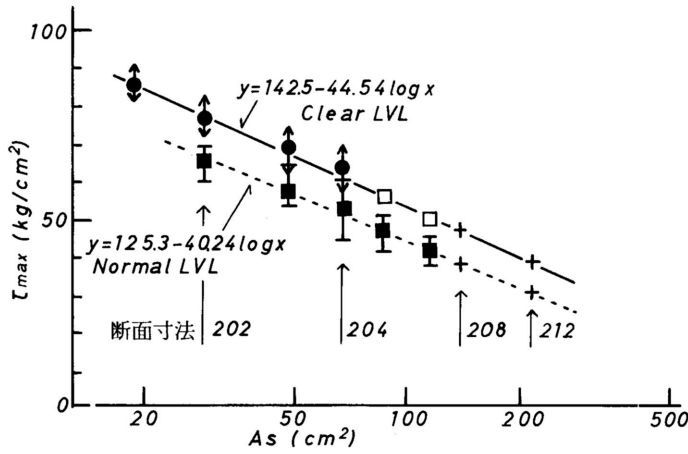
第7図 曲げ強さおよび見掛けの最大せん断強さと梁せいの関係 (Normal LVL)

はせん断破損が生じており、 max はBJの無いものと同一で、BJはせん断強さに影響しないと報告⁽²⁾している。これは林産試型LVLに比べるとBJによる欠損断面が小さいため、曲げ強さが相対的に大きくなったことによるものと思われる。

3.2.2 梁せいの影響

$l/h=4$ に固定して梁せいを変えた時に max がどのようになるか検討した。第6図にClear LVLの bb 及び max と梁せいの関係、第7図にNormal LVLについての関係を示す。Clear LVLの場合にはすべてせん断破損を起こしたが、Normal LVLの場合にはすべて引張破損を起こした。この理由については3.2.1に記してある。しかし、梁せいの増加に伴う max の低下は、Clear LVLとNormal LVLとで同じような傾向を示した。

そこで、 max と梁せいの関係を面積法⁽³⁾を用いて推定した。面積法は水平せん断の面積 ($A=a \cdot b$, a :せん断スパン, ここでは $a=1/2$, b :試験体幅) に対する max を求める方法である。第8図にClear及びNormal LVLの max とせん断面積の関係を示す。黒印は実測値であり、白ぬきはNormal LVLの梁せ



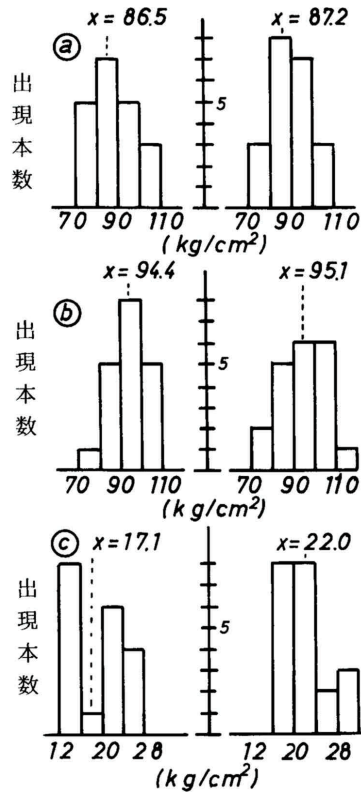
第8図 見掛けの最大せん断強さとせん断面積 A_s の関係
 $A_s = a \cdot b$ $a = 1/2$

い増加による \max の低減割合を Clear LVL の値に乘じて予測したものである。これらの点から最小2乗法により直線式を求めた。回帰直線を外挿すると Clear LVL では \max は 208, 212材で、それぞれ 47, 39 kg/cm^2 程度になる。この値は藤井の報告¹⁴⁾ とほぼ同一の値である。しかし、LVL の場合 BJ が存在しており、せん断破損が起きなくても \max は Normal LVL の直線上にあると考えられる。その場合の \max は 208, 212材で、それぞれ 39, 31 (R) $/\text{cm}^2$ になる。

枠組壁用の部材の場合、最も梁せいの大きい部材は 212材であるが、この時の LVL の \max は 30 kg/cm^2 とするのが適切であろう。この値は集成材及び製材と比較するとかなり小さい値である。

3.3 ブロックせん断強さ

ブロックせん断試験結果を第9図に示す。(a)は積層面に平行、(b)は積層面に垂直、(c)はローリングシアアを示す。(a)と(b)を比べるとbの方が多少大きかった。(a)は曲げ試験による水平せん断の Hor. LVL に、(b)は Ver. LVL に相当する。(a)と(b)とで辺材単板 LVL と心材単板 LVL で強度値に差がなかったが、(c)では辺材単板 LVL は心材単板 LVL に比べて強度値は小さかった。曲げ強さでは心材単板 LVL は辺材単板 LVL に比べて 75% 程度しかないが⁶⁾、せん断強さではほとんど差がなく、むしろ心材単板 LVL の方が大きめである。この原因としては、心材単板 LVL では



第9図 ブロックせん断試験結果
 a, b, c 第1図参照

辺材単板 LVL に比べて純粹せん断破損が生じにくかったことと心・辺材単板で裏割れの形態が異なることが考えられる。後者については、裏割れが強度値に最も影響すると考えられる(c)の値が辺材単板 LVL で小さいことから推測される。(c)の値は(a)、(b)の値に比べて、20% 程度の値しかなく、LVL にこのような力が働く使い方には注意が必要であろう。

4. まとめ

林産試験場で現在標準的に製造されたカラマツ LVL について、スパン - 梁せい比及び梁せいを変えた曲げ試験を行い、せん断弾性係数と水平せん断強さを求め、併せてブロックせん断強度試験の結果から、LVL のせん断に対する性能を検討した。得られた結果を以下に示す。

1) スパン - 梁せい比 (l/h) の関係から求めたせん断弾性係数と真のヤング係数の値は、それぞれ 7

ton/cm², 130ton/cm²前後の値であり, BJによるこれらの係数の低下は明確には認められなかった。

2) Clear LVLでは, Ver. LVLで $l/h = 8$ から, Hor. LVLで $l/h = 11$ からせん断破損を起こしたが, Normal LVLでは, $l/h = 4$ でもせん断破損を起こさなかった。

3) Clear及びNormal LVLとも l/h 及び梁せいが大きくなるとみかけの最大せん断強さは低下した。

4) 金の理論を用いて, 曲げ試験からせん断強さと圧縮強さを求めたが, せん断強さはブロックせん断試験による値と, 圧縮強さは圧縮試験による値とよく一致した。

5) せん断面積法を用いて, $l/h = 4$ の場合のみみかけの最大せん断強さを予測したが, Clear LVLでは212材で38kg/cm²程度, Normal LVLでは30kg/cm²程度と推定された。

6) ブロックせん断強さではローリングシアアの値が小さく, 他方向の値の20%程度であった。

12 (5) 218 (1962)

- 3) R. M. Echols and R. A. Curries : For. Prod. J., 23 (2) 45 (1973)
- 4) E. L. Schaffer, et al. : USDA Forest Service Res. Pap. FPL 175 (1972)
- 5) 海老原徹 : 木材学会誌 27, 788 (1981)
- 6) 森泉 周ほか3名 : 林産試月報, 388, 1 (1984)
- 7) F. F. Wangaad : For. Prod. J., 14 (6) 256 (1964)
- 8) 海老原徹 : 東京大学学位論文 (1981)
- 9) 沢田 稔 : 林試研報No.105 (1958)
- 10) 杉山英男 : 木構造, 彰国社, P55 (1971)
- 11) A.T. Quaile and F.J. Keenan : Wood Sci., 11 (1) 1 (1978)
- 12) J. C. Bohlen : For. Prod. J., 25 (2) 16 (1975)
- 13) F. J. Keenan : For. Prod. J., 24 (9) 63 (1974)
- 14) 藤井 毅 : 木材工業, 37, 367 (1982)

文献

- 1) 小倉高規 : 木材工業, 36 589 (1981), 37, 9 (1982)
- 2) J. F. Lutz, et al. : For. Prod. J.,

— 試験部 合板試験科 —

— *試験部 複合材試験科 —

(原稿受理 昭59.1.31)

林産試験場月報

1984年7月号(第390号)

(略号 林産試月報)

編集人 北海道立林産試験場編集委員会

昭和59年7月20日発行

発行人 北海道立林産試験場

印刷所 植平印刷株式会社

郵便番号 070 旭川市緑町12丁目

郵便番号 070 旭川市9条通7丁目

電話 0166-51-1171番(代)

電話 0166-26-0161番(代)