

単板積層板 (LVB) の強度性能 (第2報)

- せん断及び釘に対する性能 -

森 泉 周 高 橋 利 男

The Strength Properties of Laminated Veneer Boards (LVB) ()

- Shear strength and nail resistance -

Shu MORIIZUMI Toshio TAKAHASHI

In the previous paper studies were made on the relationship between the composition of a veneer and its bending strength. This paper reports experiments in which boards named Type were made by placing an inside layer at an angle of 45° to the outer layers, as well as boards of Types , , and described in the previous paper. The paper also reports experiments made on the shear strength and nail resistance of those boards. The shear strength tests were concerned with torsion shear, panel shear and internal shear (rolling shear), and the nail resistance tests were concerned with lateral resistance and nail-head pull-through. The results are summarized as follows:

1. The shear modulus obtained from the torsion shear tests was equal to that obtained from the panel shear tests. Boards of Types , , and had almost the same shear moduli, which were from 1.2 to 1.5 times as large as that of lauan plywood. The shear modulus of Type boards became greater in direct proportion as the layer of the oblique veneer became greater.

2. The panel shear strength of the boards, except the Type , was larger than that of the lauan plywood, and the Type boards in particular had a great possibility of being used as a material of high shear strength.

3. All the boards, except those composed of a 6-mm-thick crosswise layer, had rolling shear strength values larger than those of the lauan plywood. The same tendency was assumed in the composition of plywood, and the shear strength of coniferous plywood was expected to be greater than of the lauan plywood.

4. The nail resistance of all the boards, except the Type , was better than that of the lauan plywood. After the accelerated aging treatment, the dimension changes of all the boards were almost the same as those of the lauan plywood, but smaller than those of particle boards.

単板積層板 (LVB) の使用は、板状材料を想定しており、単に曲げ性能だけでなく、せん断や釘に対する抵抗力も重要な性能である。そこで第1報の単板構成のものに 45° 斜交単板を挿入

した板を製造し、せん断性能及び釘保持力について検討した。

ねじり剛性試験及びパネルせん断試験で求めたせん断弾性係数は同一の値であり、平行層のみの板 ()、直交層を配した板 (・) でほぼ同一の値で、これはラワン合板の1.2~1.5倍程度大きかった。45°斜交単板を配した板 () では、斜交単板層が増すにつれてせん断弾性係数は増加した。せん断強さでは () の板を除くとラワン合板より強く、特に の板では高せん断材料として期待が持てた。ローリングシア値も、厚い直交層単板 (6mm) を配した板以外はラワン合板より大きかった。これらは合板構成板でも同様と考えられ、針葉樹合板はラワン合板よりせん断性能が優れている可能性を示唆した。釘に対する性能も () の板を除くとラワン合板に勝っており、促進処理後の寸法変化は合板と同等で、パーティクルボードより勝っていた。

1. はじめに

前報において、単板積層板の単板構成と曲げ強度性能について報告した¹⁾。板材料を想定した場合、単に曲げ性能ばかりでなくせん断や釘保持力も重要な性能であり、本報告ではこれらの性能について検討した。また、せん断性能に対しては、平行、直交層のみの早板構成でなく、45°斜交単板層を挿入した板についても検討した。

2. 供試材と試験法

2.1 板の製造と単板構成

供試した板の種類を第1表に示した。、及びの板は前報¹⁾と同じ条件のものであるが、の板は45°斜交単板を2層及び4層配した2種類の板を製造した。板の製造条件は前報と同じである。

45°斜交単板挿入板の製造法のアウトラインを第1図に示した。ロータリー切削された単板をクリッパーで45°方向に裁断し、平行四辺形の単板を得た。繊維方向を乾燥機に対して平行に投入し、単板を乾燥させた。単板乾燥後、重なり合う面 (第1図中のIの記号) の位置をダブルソーで定寸に裁断した。今回は斜交単板の自動縦つぎができないため、単板の仕組みは人手でならべた。仕組み単板の方向は切削単板と45°傾斜した方向になる。この方法によれば、クリッパーの裁断角度で自由な方向に傾斜させた単板が仕組めることになる。斜交板は第1図の構成を中心にし、その上下に平行層と斜交層 (最外層) を配したもの (- 1)、また第1図の構成を中心にし、その上下にそれぞれ2層の平行層を配したもの (- 2) を製造した。

第1表 単板積層板の構成
Table 1 Composition of laminated Veneer board .

種類 ^{a)} kind of spec- imen	板厚 board thick- ness (mm)	積層数 number of plies	単板構成 ^{b)} composition of veneer (mm)
I	10	6	(1)+2+2+2+2+(1)
	12	6	(2)+2+2+2+2+(2)
	12	7	(1)+2+2+2+2+2+(1)
	15	7	(1)+3+2+2+2+3+(1)
II	11	5	2+2+3+2+2
	12	5	3+2+2+2+3
	13	5	3+2+3+2+3
III	14	5	2+2+(6)+2+2
	14	7	2+2+(2)+(2)+(2)+2+2
IV	14	7	②+2+②+2+②+2+②
	14	7	2+2+②+2+②+2+2

- a) : 表層直交層, : 平行層のみ,
: 中層側直交層, : 45°斜交層挿入
- b) () : 直交層, : 45°斜交層, 他は平行層
- a) : outer layer perpendicular ,
: parallel layer only , : inner layer
perpendicular , : putted in oblique
angle fourty - five degree veneer
- b) () : perpendicular layer , : oblique
angle fourty - five degree veneer , other
parallel layer

2.2 試験法

2.2.1 せん断試験

初めに、180×45cmの実大試験体による非破壊のねじり剛性試験を行った。次いで試験終了後、この試験体を10×22.5cm及び15×15cmの寸法に裁断し、前者をパネルせん断試験に、後者を層間せん断 (ローリングシア) 試験に供試した。

(a) ねじり剛性試験

本試験に用いたねじり剛性試験法を第2図に示した。一端を固定し、54cmのモーメントアームの先端に0.5kgの重錘を順次載荷し、最大1.35kgf・mのトルクを与えた後、順次重錘の量を減少させた。この結果描かれたトルク - 変位の関係からねじり剛性を求めた。試験体上に定板を置き、長さ方向で80cm (a)、幅方向で38cm (b') の位置で、3点を板の変形に追従させ、残る1点に変位計を置き板の変位量を測定した。荷重の載荷及び除荷で同一の傾斜を示した範囲のトルク - 変位関係の直線の傾きから、ねじり弾性係数を次式から求めた²⁾。

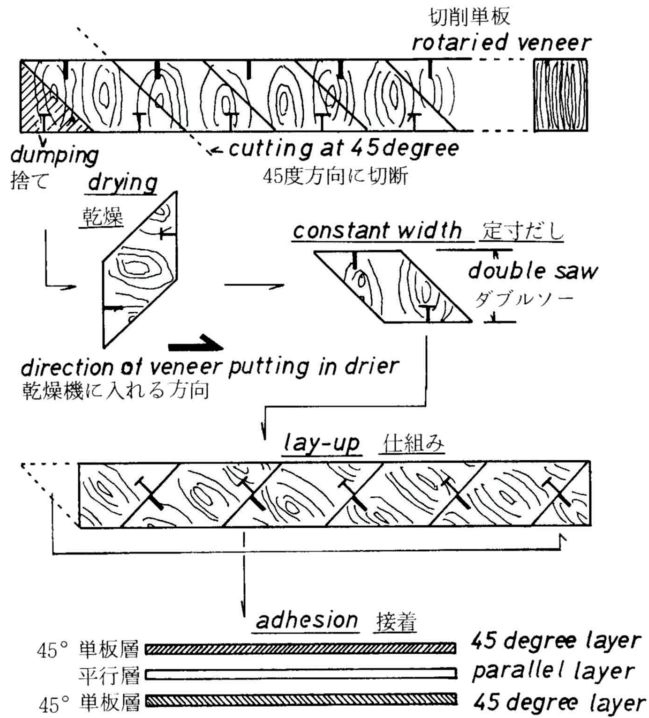
$$G_{tor} = \frac{M_t}{\beta b h^3} \cdot \frac{\alpha}{\varphi} = \frac{L \cdot P}{\beta b h^3} \cdot \frac{a b'}{\delta}$$

(tonf/cm²)

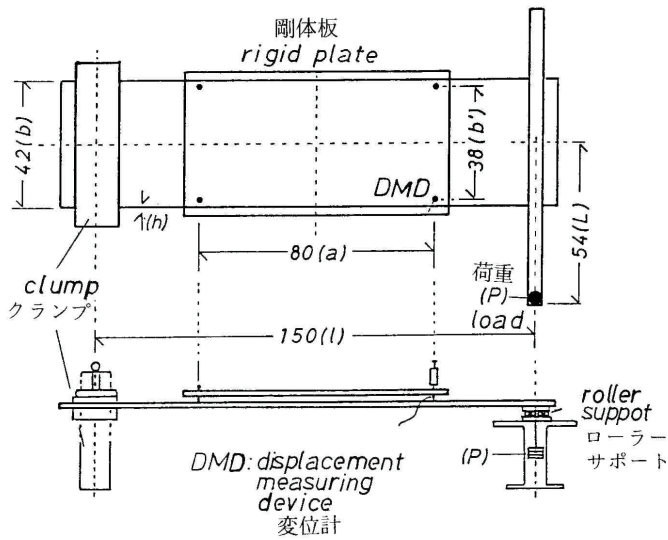
ここでは、Lはモーメントアーム、Pは荷重、a、b は長さ、hは同短辺の長さ、 α : 長短辺の比 (b/h) によって決まる定数 (この場合 0.333)。

(b) パネルせん断試験

パネルせん断試験法にはASTM法で3種³⁾、この外LW法⁴⁾、LW - 改良法⁵⁾等の方法があるが、試験体の形状が複雑であるものや、大きな試験体が要求されたり、また試験装置もはん雑であるなど容易な試験ではない。本試験では、形状も単純で小さく、操作も比較的簡単な吉田らの提案した簡便法 (以下YY法と呼ぶ)⁶⁾によって試験した。試験体の形状を第3図に示した。両端のブロック材を支持点にして中央ブロックに圧縮荷重を負荷し、両翼の自由な積層板部にせん断応力が働くようにし、そのほぼ中央部の純粋せん断応力状態部分のひずみをストレインゲージによって測定する方法である。ストレインゲージは、

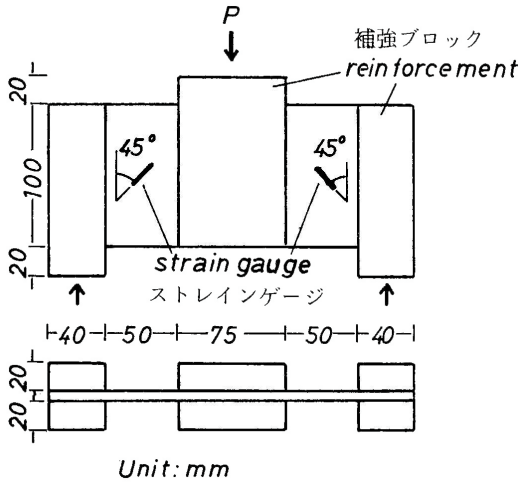


第1図 45度斜交単板の切削とその挿入板の製造
Fig.1 Cutting of oblique angle forty - five degree veneer and manufacturing of boards putted in thse .



第2図 ねじり剛性試験法
Fig.2 Sketch of torsion shear test .

圧縮方向、引張方向に各2枚ずつ計4枚張り付けた。パネルせん断弾性係数 G_{pa} 及びせん断強さ σ_{max} を次



第3図 パネルせん断試験法 (YY法)

Fig. 3 Sketch of panel shear test (YY method) .

式から求めた。

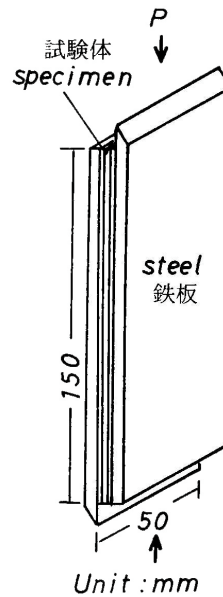
$$G_{pa} = \frac{1}{4 Lt} + \frac{P}{\epsilon}$$

$$\tau_{max} = \frac{P_s \cdot \max}{2 Lt}$$

ここで、 P/elt は荷重一ひずみ関係の直線の傾き、 L は試験体高さ、 t は同厚さ、 $P_s \cdot \max$ は最大破壊荷重。なお、圧縮荷重は、の板では表層の繊維方向に平行、の板では繊維方向に垂直の1方向、-1の板では2層目の繊維方向に平行と垂直（表層の繊維に45°方向）の2方向、-2の板では表層の繊維方向に平行と垂直の2方向に負担し、ひずみは図示したストレインゲージ (SKF - 2405, ゲージ長5mm, 木材用特殊ゲージ, 共和電業製) から求めたひずみの4つの平均値を取った。

(c) 層間せん断 (ローリングシアー) 試験

層間せん断試験は、ASTMのポート類のInter - laminar shearing test (D1073⁷⁾ に準じて行った。試験体の形状を第4図に示したが、5 × 15cmの試験体の両側にエッジ付き鉄板をエポキシ樹脂接着剤で接着した圧縮型試験体である。の板の場合、荷重方向が直交層の裏割れが閉じるように働く場合 (クローズタイプ) 及び開くように働く場合 (オープンタイプ)



第4図 層間せん断試験法

Fig. 4 Sketch of internal shear test .

の2種類の試験体が採取できたが、の板については単板構成を対称にして仕組んだため、オープンタイプの試験体しか採取できなかった。試験結果から次式によって層間せん断 (ローリングシアー) 強さを求めた。

$$f_i = \frac{P_i \cdot \max}{b \cdot L}$$

ここで、 f_i は層間せん断強さ、 $P_i \cdot \max$ は最大破壊荷重、 b は試験体幅、 L は試験体長

2.2.2 釘保持力試験

釘保持力試験としては、釘側面抵抗力試験、釘頭貫通力試験をした。また、促進処理試験として、A水浸：常温水 (約20) 中に24時間浸漬、B高温：40 , 95 % R · H · 中に48時間放置 2種類の試験⁸⁾を行い、厚さ膨張率を測定し、その後釘側面抵抗力試験をした。

(a) 釘側面抵抗力試験

ASTM D - 1037⁷⁾のLateral nail resistance testに準じて行った。試験体の寸法は7.5 × 15cmで、原板の長辺方向に平行に荷重を加えた。C N50釘を端部より1.2cmの位置に半分まで打ち込み、釘の先端部と釘頭下部をつかみ、釘身の側面が積層板内をずれる

のに要する最大荷重を測定した。

(b) 釘頭貫通力試験

(a)と同じくASTM D - 1037のNail head pull through testに準じて行った。

7.5 × 15.0cmの試験体中央部に打ち込まれたCN50釘の先端部をつかんで引張り、積層板を釘頭が貫通するときに生じる最大抵抗力を測定した。

(c) 厚さ膨張率測定

釘側面抵抗力試験体の中央部に印をつけておき、先に記した2種類の促進処理前、後の厚さを測定した。厚さ膨張率 α は促進処理前、後の厚さを t_b , t_a として次式で求めた。

$$\alpha = \frac{t_a - t_b}{t_b} \times 100 (\%)$$

3. 試験結果と考察

3.1 せん断性能

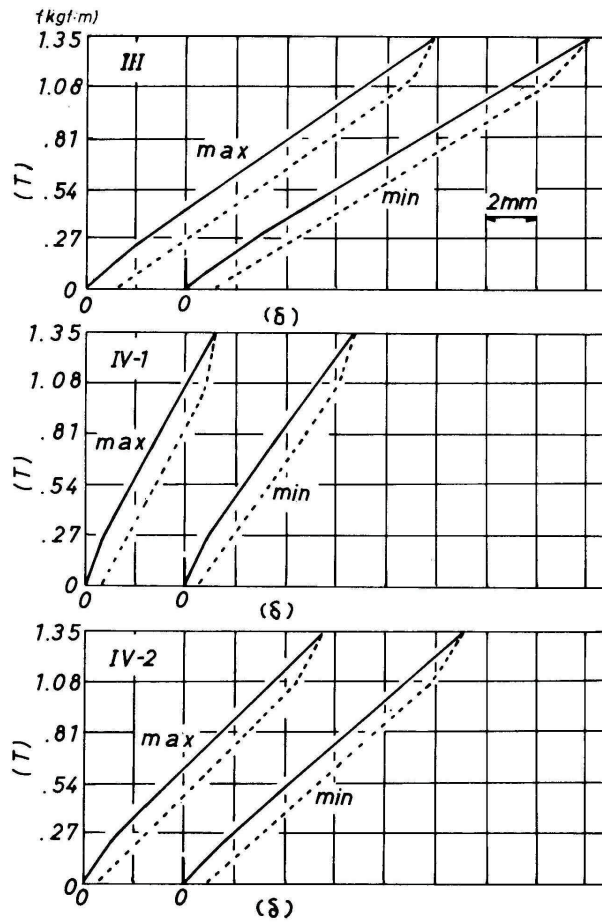
3.1.1 ねじり剛性及びパネルせん断の性能

ねじり剛性試験で実測されたトルク (T) - 変位 (δ) の関係の代表例として、III, IV-1, IV-2の板のパネ定数 T / δ が最大のもので最小のものを第5図に示した。したがって、これら以外の試験体の T - δ の関係は最大と最小の線之间存在し、その様相もほぼ似たものであった。この図から認められた特徴的な点は、重錘の一回目の载荷、除荷時に変位が小さいことであった。この部分を除くとほぼ直線になり、同時に荷重の载荷と除荷時の変位が等しかった。

YY法におけるせん断強度性能の適性については吉田が他の試験法と比較し、せん断弾性係数は他の試験法と同等の値を示し、せん断強さに関してはTR法 (Two - rail method, ASTM D - 2719) より多少低い値を示すが、比較値としてはほぼ満足すべき結果であることを報告⁹⁾している。

ねじり剛性試験によるねじりせん断弾性係

数 G_{tor} パネルせん断試験によるパネルせん断弾性係数 G_{pa} 及びせん断強さの結果を第2表に示した。参考値として通常の12mm構造用ラワン合板のせん断弾性係数¹⁰⁾、及びせん断強さ⁹⁾の値も示した。ねじりせん断弾性係数とパネルせん断弾性係数の間にはほとんど差が認められなかった。III, IV-1, IV-2の板をみていると単板構成に係わりなく、ほぼ同一の値を示し、ラワン合板に比べると1.2~1.5倍程度せん断弾性係数は大きかった。また、45°斜交板を挿入した板のせん断弾性係数は、7層中に2層挿入した板で約2.5倍、4層挿入した板で約3.5~4.0倍程度大きく、その効果が



第5図 ねじり剛性試験におけるトルク (T) - 変位 (δ) の関係

Fig. 5 Relationship between torque (T) and deflection (δ) measured in torsion shear test.

第2表 せん断試験結果
Table 2 Result of shear test .

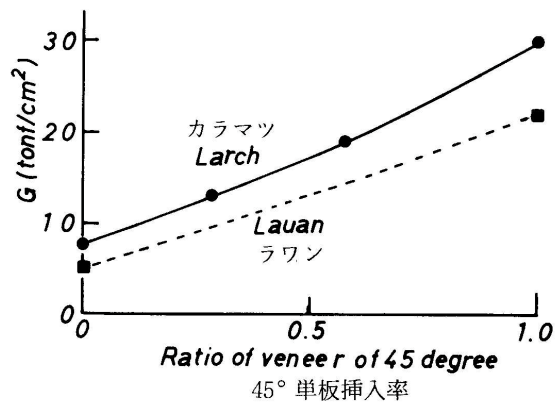
試験体種類 kind of specimen	板厚 thickness of board (mm)	ねじり剛性 torsional rigidity G _{tor.} (tonf/cm ²)	パネルせん断 panel shear		破壊形態 ^{h)} fracture form
			G _{pa.} (tonf/cm ²)	τ_{max} (kgf/cm ²)	
I	12-15 (6.7) ^{g)}	—	7.3 6.3-9.0	66.4 50.0-79.1	a
II	11-13 (5)	—	7.1 6.3-7.9	13.8 10.7-16.9	b
III-1 ^{a)}	14 (5)	7.8 6.7-8.2	7.2 6.9-7.5	55.2 51.3-59.1	a
III-2 ^{b)}	14 (7)	7.9 6.8-8.4	7.9 6.7-8.2	65.3 61.0-69.5	a
IV-1 ^{c)}	14 (7)	19.0 18.2-22.0	17.9 16.5-19.4	82.7 69.7-99.8	c, a
IV-2 ^{d)}	14 (7)	12.8 12.1-13.5	12.3 10.6-16.2	74.2 56.0-86.3	a, c
ラワン合板 plywood	12 (5)	—	4.4-5.7 ^{e)}	54.7 ^{f)}	a

- a) : 中層側直交層単板厚 6mm, b) : 同 2mm
 c) : 45°斜交単板4枚, d) : 同 2枚
 e) : 文献No. 10より引用, f) : 同 No. 9
 g) : 積層数
 h) : a 純粋せん断, b 引き裂き, c 層間はく離
 a) : veneer thickness of inner perpendicular layer was 6 mm
 b) : same was 2 mm
 c) : veneer's layer of oblique angle forty - five degree putted four
 d) : same putted two
 e) : quotation from No. 10 literature, f) : same from No. 9
 g) : number of plies
 h) : a pure Shear, b tear, c internal excoiation in block

認められた。

通常の合板から表層単板の繊維方向が45°になるように切断した通称45°合板の場合、プレートせん断試験によるせん断弾性係数が、ラワン合板では(等厚5プライ) 22tonf/cm²であり¹¹⁾、同様の方法で製造したカラマツ45°合板では、約30tonf/cm²であると報告されている¹²⁾。これらの試験結果から45°斜交単板挿入率とせん断弾性係数の関係を示すと第6図のようになった。45°斜交単板の挿入率が増加するとせん断弾性係数がほぼ直線的に大きくなった。同時に、各構成条件の板で、ラワン合板に比べてカラマツ積層板のせん断弾性係数は約1.5倍程度大きかった。

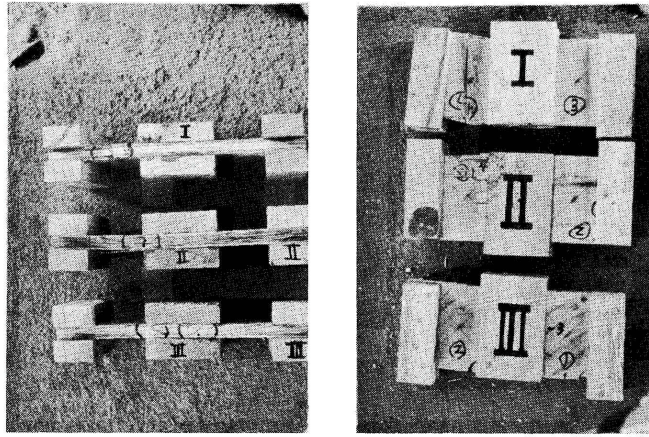
せん断破壊の形態を第7図に示した。()は試験体中央部で純粋なせん断破壊を生じた。()は引き



第6図 せん断弾性率と45°斜交単板挿入率の関係
Fig. 6 Relationship between shear coefficient and ratio of putted in oblique angle forty - five degree veneer .

裂き破壊の形態で、荷重ブロック部分で直線的に破壊

した。()は荷重ブロック内の接着層間で破壊し、試験体中央部では、ほとんど損傷が認められず、いわゆる層間はく離の破壊形態であった。第2表にはせん断強さと主要な破壊形態も示してある。せん断強さをみるとかなり大きな分布幅が存在し、平行層のみの板は第7図()の破壊形態を呈し、非常に弱かったが、平行層のみの板を除くとラワン合板より大きな値であった。中層直交層の板で直交層単板厚が2mmのものと6mmのものを比べると6mmのものはかなり弱く、この強度差は、単板の裏割れ、面粗れなど単板品質の良し悪しで生じたものであると判断される。45°斜交単板挿入板の場合、他の種類の板(直交層と平行層を持



第7図 パネルせん断試験の破壊形態
() 純粋せん断, () 引裂け,
() ブロック内の層間はく離

Fig.7 Fracture form of panel shear test .
() pure shear, () tear .
() internal excoriation in block

つ板)に比べて、せん断強さは大きく、特に斜交単板を4層挿入した板では、層間はく離(第7図())で破壊したものが多かった。この破壊形態は、パーティクルボード、ハードボードに類似している。一方、YY法によるパーティクルボード、ハードボードの破壊強さはTR法によって求められる値の50%程度にしか達しないと報告⁹⁾されていることから、45°斜交単板挿入板の場合も他の試験法によればもっと大きな値が期待できるものと思われる。

せん断弾性係数、せん断強さととも平行層のみの板を除くと構造用ラワン合板より性能が良いことが認められ、特に45°斜交単板挿入板では、高せん断性能材料と言えよう。

3.1.2 層間せん断(ローリングシアー)の性能

第3表に層間せん断試験結果を示した。の板は平行層のみであるため、水平せん断破壊になっており、強度値も非常に高い値を示した。その板ではローリングシアーによる破壊が認められた。の表層直交層板の場合、直交層単板厚が薄く、しかも直交層が試験体の中心部にないことから、かなり大きい値であった。

の中層側直交層板の場合、直交層単板厚6mmのものは2mmのものに比べて半分程度の値しかなかった。

第3表 層間せん断試験結果
Table 3 Results of internal shear test .

試験体種類 kind of specimen	板厚 Thickness of board (mm)	せん断強さ shear strength	
		クローズ close (kgf/cm ²)	オープン open (kgf/cm ²)
I	12—15	48.1 36.0—58.7	34.5 21.7—38.1
II	11—13	49.5—60.5—64.5 水平せん断 horizontal shear	
III—1 ^{a)}	14	—	12.0 9.6—16.7
III—2 ^{b)}	14	—	21.4 18.0—26.0
IV—1 ^{c)}	14	—	24.3 19.3—27.3
IV—2 ^{d)}	14	—	20.8 16.9—24.3
ラワン合板 ^{e)} plywood	12	26.4	16.7

a), b), c), d), e) : 第2表参照
a), b), c), d), e) : see Table 2

の45°斜交単板挿入板の場合、の直交層単板厚2mのものよりも多少大きな値であった。

通常の合板を考える場合、製造工程中に単板の裏割れの方向(オープンまたはクローズ)を制御すること

は不可能であり、ローリングシアーは、オープンタイプで評価する必要がある。例えば末口径25cm未満の原木から単板厚さ6mmような極端な厚物単板を切削し、板として使用する場合は徐げば、ローリングシアー値も構造用ラワン合板より優れていると判断される。

せん断弾性係数、せん断強さ及びローリングシアー値はカラマツ材による通常の合板構成板でも同様の試験結果が予測され、せん断性能は構造用ラワン合板よりも針葉樹合板のほうが優れている可能性を示唆している。

3.2 釘保持力に対する性能

釘及び厚さ膨張率試験結果を第4表に示した。

参考値として12mm厚構造用ラワン合板、15mm厚構造用パーティクルボードの値^{g)}も示してある。

釘側面抵抗力では、の平行層のみの板では、釘打

ち時に割れが発生したものもあり、の表層直交層の板に比べて60%程度の値しかなかった。の板は、平行層が主体の板があるが、ラワン合板より強く、パーティクルボード並の値であった。の45°単板挿入板では、釘の変形に対して単板の繊維方向が45°方向に交差することにより、釘側面抵抗力が増加し、他の板よりも強度値が大きくなったと考えられる。

促進試験後の釘側面抵抗力強度の低下は、水浸(第4表の促進処理A)では10%程度、高湿(同B)では4%程度であり、この低下率はラワン合板並で、パーティクルボードよりかなり小さかった。

釘頭貫通力の値(の平行層のみの板は試験をしなかった)も釘側面抵抗力値と同様の傾向が認められ、ラワン合板、パーティクルボードより優れていると判断された。

第4表 釘及び厚さ膨張率試験結果
Table 4 Results of nail and swelling ratio of thickness tests.

試験体種類 kind of specimen	板厚 Thickness of board (mm)	釘試験 nail test					釘頭貫通 nail head pull through (kg)	厚さ膨張率 swelling ratio of thickness				
		側面抵抗 lateral nail				A ^{g)}		A/常 A/nor	B ^{g)}	B/常 B/nor	A (%)	B (%)
		常態 normal (kg)	A ^{g)} (kg)	A/常 A/nor	B ^{g)} (kg)							
I ^{a)}	10-15 (6, 7) ^{f)}	186 175-211	171 159-185	0.91 0.84-0.97	180 163-196	0.96 0.85-1.08	196 158-236	3.3 3.0-3.5	2.7 2.2-3.2			
II ^{b)}	11-13 (5)	121 92-138	113 109-132	0.86 0.82-0.93	138 118-162	0.96 0.91-0.99	—	3.3 3.1-3.5	2.4 2.2-2.8			
IV-1 ^{c)}	14 (7)	214 198-232	184 168-198	0.86 0.81-0.91	201 182-223	0.94 0.89-0.97	205 183-241	3.3 3.0-3.9	2.8 2.4-3.1			
IV-2 ^{d)}	14 (7)	218 196-243	188 176-208	0.89 0.83-0.94	205 194-231	0.94 0.87-0.97	201 178-221	2.9 2.6-3.3	3.1 2.7-3.5			
全平均 average	—	—	—	0.90	—	0.96	200	3.3	2.7			
合板 ^{e)}	12 (5)	158	139	0.88	153	0.97	151	3.8	2.8			
P. B. ^{e)}	15	188	147	0.78	152	0.81	161	8.0	6.8			

a), b), c), d) : 第2表参照
e) : 文献No. 8より引用
f) : ()内は積層数
g) : A, 20 水中に24時間浸漬, B, 40 , 95%R . H . 中に48時間放置
a), b), c), d) : see Table 2
e) : quotation from No. 8 literature
f) : number of plies
g) : A, immersein water at 20 , for 24hrs .
B, store at 40 , 95%R . H . for 48hrs .

促進処理後の厚さ膨張率は、水浸、高湿ともラワン合板と同程度であり、パーティクルボードに対しては両処理とも40%程度の膨張率しか示さなかった。

結局、釘保持力についてはラワン合板より優れており、45° 単板挿入板では時に顕著であった。促進処理による強度低下率と厚さ膨張率はラワン合板並で、パーティクルボードより優れていることが認められる。

4. まとめ

本報告では、前報の単板構成板に加えて、45° 斜交単板を挿入した板を製造し、単板積層板のせん断性能と釘保持力について検討した。得られた結果を次にまとめた。

1) ねじり剛性試験及びパネルせん断試験で求めたせん断弾性係数はほぼ等しかった。平行層のみ及び平行層と直交層の組み合わせ板のせん断弾性係数は、単板構成にかかわらずほぼ同一のであり、ラワン合板より1.2~1.5倍程度大きな値を示した。45° 斜交単板を挿入した板は、挿入した積層数によりせん断弾性係数は直線的に高くなった。

2) せん断強さは、平行層のみのものは小さかったが、直交層のある板ではラワン合板より強かった。45° 斜交単板を挿入した板は、上記の板よりせん断強さは大きく、高せん断性能材料として期待できた。

3) ローリングシアアについては、単板厚6mmの直交層を入れた板を除くとラワン合板より高い値であり、せん断性能は、ラワン合板より優れていると判断された。

4) 釘に対する性能は、平行層のみの板を除けば、

ラワン合板より大きく、2種の促進試験後の釘保持力の低下と厚さ膨張率はラワン合板並であった。釘保持力に関してもラワン合板より優れていると判断された。

文 献

- 1) 森泉 周, 高橋利男: 林産試月報, **418**, 1 (1986)
- 2) 鶴戸口英善ら著: "材料力学(上巻)" PP110-1 裳華房(1964)
- 3) ASTM D-2719: Standard Methods of Testing Plywood in Shear Through-the Thickness.
- 4) Noren, B. and E. Saormann: Holz als Roh und Werkstoff, **16.17** (1958)
- 5) 大熊幹章: 木材学会誌, **8** 58 (1962)
- 6) 吉田弥明, 田口 崇: 同上 **24**, 720 (1978)
- 7) ASTM D-1037: Standard Method of Evaluating the Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.
- 8) 大熊幹章, 森泉 周: 木材学会誌, **23**, 509, 512 (1977)
- 9) 吉田弥明, 林産試研報 No.69, 68 (1980)
- 10) 大熊幹章: 東大演習林報告 No.63, 1 (1967)
- 11) 森泉 周: 林産試月報, **359**, 6 (1981)
- 12) 上田恒司, 宮島 寛: "カラマツ単板積層材の構造用部材としての利用に関する研究", 林産試委託研究報告書(1984)

—試験部 合板試験科—
(原稿受理 昭61. 8.13)

林産試験場月報

1986年11月号(第418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61年11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)