単板のたて継ぎが厚物合板の強度性能に与える影響^{*1}

渋谷龍也^{*2}, 戸田淳二^{*3}, 谷川信江^{*4}

The Effect of Scarf-jointed Veneer on Mechanical Performance of Thick Plywood^{*1}

Tatsuya SHIBUSAWA^{*2}, Junji TODA^{*3} and Nobue TANIKAWA^{*4}

For the purpose of effectively utilizing low quality logs of short length, 24 mm-thick, 9-layer 9-ply plywood was produced with longitudinal scarf joint at the center of the strong-axis veneer. The effects of lamination number and arrangement of the veneer-joints on mechanical properties are discussed. Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) was used for the veneer and hot-melt adhesive was used for longitudinal joints. A tendency for lowered bond quality was observed with increasing number of veneers with a longitudinal joint. Bending performance of specimens with longitudinal joints in face and back layers decreased significantly. The performance of plywood without longitudinal joints in face and back layers did not show a significant decrease and met the requirements of the JAS standard for structural plywood. The efficiency of veneer joints was calculated with parallel-ply theory. The efficiency for the layup where all strong-axis veneers were jointed showed the lowest values; 60% for bending stiffness and 35% for bending strength. From the above findings, it was concluded that thick plywood with longitudinally jointed veneer can have practicable bending performance, if the longitudinal joints of veneer are restricted to the inner layers.

Keywords : thick plywood, longitudinal scarf-jointed veneer, mechanical performance, parallel-ply theory.

短尺低質丸太の有効利用を目的とし、ホットメルト接着剤によりスカーフたて継ぎした強軸方向単板を用い、24 mm 厚 9 層 9 プライ合板を試作し、接着せん断性能・層内せん断性能・曲げ性能にたて継ぎが与える影響について検討した。接着せん断性能は、たて継ぎを有する単板が多いほど低下する傾向を示した。曲げ性能は、表層単板にたて継ぎを含む仕様では、低下するものがみられた。表層単板にたて継ぎを含まない仕様においては危険率 5 % で有意な影響はみられず、構造用合板の JAS 規格に合致する性能が得られた。平行層理論から算出した単板たて継ぎの接合効率 は 全単板にたて継ぎがある仕様では弾性係数で 60 %、強度で 35 % と低い値を示した。表層単板にたて継ぎを含まない厚物合板は、実用可能な曲げ性能を有していた。

^{*1} Received August 30, 2015 ; accepted December 21, 2015. 本研究の一部は、第 59 回日本木材学会大会 (2009 年 3 月, 松本) で発表した。

^{*2} 森林総合研究所 Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687, Japan

^{*3} 株式会社中央設計 Chuo Design Co., Ltd, Sagami-hara 252-0311, Japan

^{*4} セイホク株式会社 Seihoku Co., Ltd, Tokyo 113-0033, Japan

Corresponding author : T. Shibusawa (t_shibusawa@ffpri.affrc.go.jp)

1. 緒 言

近年、厚さ 24 mm 以上の合板 (厚物合板) を床下地材として用い、直接床はりに接合することで床根太を省略する工法が急速に普及している¹⁾。同工法は床の面内剛性を高め、鉛直荷重に対するたわみを減少させる効果がある²⁾ ため、住宅性能表示制度において、もっとも高い存在床倍率が与えられている³⁾。また、この工法では床根太を省略することなどから、施工の合理化と工期の短縮を図ることが可

能である。生産の開始された2001年には約9万 m^3 であった生産量が、2013年には約66万 m^3 と大きく増加している。とくに、スギ・アカマツ・カラマツ等の国産針葉樹材を用いた厚物合板は、2001年の約5%から2013年には98%と大きく増加している⁴⁾。

合板の製造上の利点としては、原木長さが2m程度でよいこと、原木の反り・曲がりに対して製材に利用する場合より許容範囲が広いこと、乾燥を単板加工後に行うため初期含水率の影響を受けにくいことなどが挙げられる。また、合板の表層に用いる単板に対しては、節等の欠点の大きさ・量による品質の基準が適用されるが、厚物化することによって表層用の優良な単板の割合を下げるができるため、原料歩留まりを向上することができる。さらに、間伐材などの小径木や曲がり・細りのあるB材を利用可能であり、国産材需要の増加が期待されている。

合板の日本農林規格 (JAS 規格)⁵⁾ では、単板は繊維方向に連続している必要があり、従来の合板は繊維方向に連続した単板から製造されるため、強軸 (0°) 方向単板は長さ2mの原木から調製する必要がある。しかし、製材として利用価値の高い大径・通直材の歩留まりを向上させるためには、さらに短い原木を使用することが望ましい。一方、近年の木造住宅は、居住性確保のため階高を拡大した設計が多く、長尺合板の利用が増加していることから、従来の製造技術ではより長尺の原木が必要となる。原木の長さによらず、任意の製品寸法の合板製造が可能となれば、短尺原木の有効利用と木造住宅の性能向上に寄与できる。

本研究では、短尺国産材から木造住宅の構造部材として使用可能な合板を現状の設備で製造する技術として、単板の木口切断面を斜めにカットして接着により接合する手法 (スカーフたて継ぎ) を取り上げ、たて継ぎ単板の積層数を変化させた合板を試作

し、合板の初期性能として単板間の接合と曲げ性能を取り上げ、単板のたて継ぎがこれらの性能に与える影響について実験的に把握した。

2. 実 験

2.1 試験体

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) を用いた等厚9プライ24mm厚合板 (幅900×長さ1700mm) を試作した。たて継ぎの対象とする単板は強軸 (0°) 方向単板であり、たて継ぎ位置は合板長手方向中央部とした。たて継ぎを施した単板の配置は以下の通り (Fig. 1) で、供試した合板は各たて継ぎ仕様10枚である。

たて継ぎ仕様A: 1, 3, 5, 7, 9層 (全層)

たて継ぎ仕様B: 1, 5, 9層 (表層を含む1層おき)

たて継ぎ仕様C: 1, 9層 (表層のみ)

たて継ぎ仕様D: 3, 5, 7層 (表層を除く全内層)

たて継ぎ仕様E: 3, 7層 (表層を除く内層1層おき)

たて継ぎ仕様F: 5層 (中心層のみ)

たて継ぎのスカーフ長さは単板厚さの4倍とし、接合にはスカーフジョインター (橋本電気(株), SJ-820)、ホットメルト接着剤 (旭化学合成(株), PW-700) を使用した。単板の積層にはアルカリフェノール樹脂接着剤 (株オーシカ, D-100) を使用した (合板のJAS規格⁵⁾ 特類相当)。接着剤塗布量は400~420 g/m^2 とし、135℃、12分間の熱圧縮を行った。圧縮圧力0.7~0.9MPaの範囲で位置制御方式とした。

2.2 接着せん断試験方法

各たて継ぎ仕様の試料合板2枚から、接着せん断試験片 (幅25×長さ90mm) を16片ずつ採取した。各弱軸 (90°) 方向単板 (繊維方向が合板短手方向と一致する単板) の裏割れ方向と荷重方向が順逆2

Fig. 1. Layup of scarf-jointed veneer.

Note: A: All strong-axis (1st, 3rd, 5th, 7th and 9th) plies were jointed, B: 1st, 5th and 9th plies were jointed, C: 1st and 9th plies were jointed, D: 3rd, 5th and 7th plies were jointed, E: 3rd and 7th plies were jointed, F: 5th ply was jointed.

片ずつとなるように、また、たて継ぎが切り込み中央部に位置するように、間隔25 mmの切り込みを入れた (Fig. 2)。測定は合板の JAS 規格⁵⁾ に準じ、72時間連続煮沸処理後に加力速度5.88 kN/min として接着せん断試験を行い、平均木部破断率とせん断強さを算出した。

2.2 曲げ試験方法

2007年枠組壁工法建築物構造計算指針⁶⁾に定められる試験方法に準じ、3等分点4点曲げ試験を行った (Fig. 3)。試験体寸法は幅50×長さ24 t +50 mm (t : 公称厚さ=24 mm) とし、曲げスパンは24 t 、加力速度は14.7 MPa/min とし、加力は試験体の表板側から行った。各たて継ぎ仕様の試料合板10枚から1体ずつ、たて継ぎを含まない試験体、たて継ぎが1/2せん断範囲の中央部に位置する試験体、たて継ぎが加力スパン中央部に位置する試験体を採用した。各試験体は、試料合板の隣接する部位より採取した。供試した曲げ試験体のたて継ぎの位置と呼称は以下の通りである。

group 1: たて継ぎのない試験体 (= 対照試験体)

group 2: たて継ぎが1/2せん断範囲の中央部に位置する試験体

group 3: たて継ぎが加力スパンの中央部に位置する試験体

試験体のたて継ぎ位置を上記のように設定することで、同一の試験方法により、異なる性質にたて継ぎが与える影響について検討した。すなわち、group 1 (たて継ぎのない試験体) と group 2 (たて継ぎが1/2せん断範囲の中央部に位置する試験体) を比較することで、層内せん断性能に対するたて継ぎの影響、group 1 と group 3 (たて継ぎが加力スパンの中央部に位置する試験体) を比較するこ

Fig. 2. Schematics of bond quality test pieces for open (left) and close (right) directions.

Legend: A: Direction of lathe check, B: veneer-joint.

とで、曲げ性能に対するたて継ぎの影響について検討した。さらに group 2 については、試料合板6枚ずつから追加採取し、せん断力が最外層のたて継ぎを開く方向となるように加力した (group 4)。

なお、曲げ弾性係数 (MOE) については、真の MOE (true E_b) および見かけの MOE (nominal E_b) を算出した。

3. 結果および考察

3.1 試験結果

試験結果の一覧を Table 1, 2 に示す。全試験体の密度 (ρ) はおよそ420 kg/m³ 程度と試験体の仕様間の差異は極めて小さく、たて継ぎによる有意な影響はみられなかった (危険率5%, 以下同じ)。したがって、密度に関する補正を行わずに強度性能の比較を行った。

3.2 接着せん断性能

接着せん断試験においては、たて継ぎ単板の数の多い仕様ほど、0°方向単板たて継ぎ部の単板切れによって破断する試験体数が多く、平均木破率は低く

Fig. 3. Schematics of equal-divided 4-point bending test.

Legend: l : Bending span 24 times of specimen thickness, $\times$: measuring points of deformation, B. M. D.: bending moment diagram, S. F. D.: shear force diagram.

Notes: Groups 1-4 show position of veneer-joint, group 1: without joint, groups 2 and 4: joint located at the center of 1/2 shear span, group 3: joint located at the center of the test piece, groups 1-3 were loaded from face layer, group 4 was loaded to the direction that shear force opens the scarf joint of the outermost ply.

なった。対象単板が表層に近い第2・8層の場合、対象単板が内層に位置する第4・6層の場合と比較して、木破率・せん断強度ともに低くなる傾向が全てのたて継ぎ仕様でみられたが、表層にたて継ぎがある仕様ほどその傾向は顕著であった。平均木破率ごとに定められるせん断強度の基準値を満たす試験

片の割合 (pass rate) から、JAS 規格⁵⁾ による合否判定を行うと、たて継ぎ仕様B・Fは合格、C・D・Eは再試験の対象、Aは不合格となる。

3.3 曲げ弾性係数の比較

Fig. 4 に group1 に対する group 2, 3 の MOE の比率を示す。group 1 と 2 を比較すると、たて継ぎ仕様A, C, Dでは、group 2 の平均値は group 1 のそれらより若干低く算出されたが、全たて継ぎ仕様で有意な差はみられなかった。group 1 と 3 を比較すると、たて継ぎ仕様A, B, Cでは、group 3 は有意な低下を示し、group 1 に対する比率はおおよそ80~90%となった。合板の JAS 規格⁵⁾ 構造用2級の MOE 基準値 (厚さ24 mm 以上28 mm 未満: 3.5 GPa) と比較すると、たて継ぎ仕様A, B, Cでは各10試験体のうち1体は、規格基準値を満たさないものが見られた。たて継ぎ仕様D, E, Fでは全ての試験体が規格基準値を満たしていた。

3.4 曲げ強度の比較

Fig. 5 に group 1 に対する group 2, 3 の MOR の比率を示す。group 1 と 2 を比較すると、たて継ぎ仕様Aでは、group 2 の平均値は group 1 のそれ

Table 1. Bond quality of jointed-veneer plywood.

Layup of jointed ply ^{a)}	MC ^{b)} (%)	<i>n</i> ^{c)}	Wood failure (%)	Shear strength (MPa)	Pass rate ^{d)} (%)
A	11.1 (0.638)	16	24	0.69 (0.30)	56.3
B	11.1 (0.471)	16	66	0.83 (0.22)	93.8
C	10.9 (0.426)	16	64	0.70 (0.35)	75.0
D	10.9 (0.456)	16	57	0.84 (0.22)	87.5
E	11.0 (0.611)	16	34	1.1 (0.33)	87.5
F	11.3 (0.431)	16	58	0.99 (0.19)	100

Legend: MC: Moisture content.

Notes: ^{a)} See Fig. 1, ^{b)} Figures in parentheses are standard deviations, ^{c)} sample size, ^{d)} ratio of the sample numbers which met the requirements of the JAS standard⁵⁾ to those of all samples.

Table 2. Bending properties of jointed-veneer plywood.

Layup of jointed ply ^{a)}	Group ^{b)}	Position of scarf joint ^{c)}	<i>n</i> ^{d)}	Density ^{e)} (kg/m ³)	<i>E</i> _b ^{e, f)} (GPa)	nominal <i>E</i> _b ^{e, g)} (GPa)	σ_b ^{e)} (MPa)
A	1	None	10	430 (14.2)	5.56 (1.09)	5.74 (0.852)	27.8 (6.41)
	2	1/2 shear span	10	432 (14.6)	5.17 (0.819)	5.22 (0.747)	20.4 (4.56)
	3	center	10	427 (9.63)	4.13 (0.843)	4.92 (0.762)	9.83 (3.10)
	4	1/2 shear span	6	417 (10.0)	4.77 (0.754)	4.80 (0.578)	17.1 (2.16)
B	1	None	10	421 (10.6)	4.83 (0.655)	5.18 (0.520)	24.5 (5.49)
	2	1/2 shear span	10	425 (11.0)	5.31 (1.30)	5.13 (0.822)	20.6 (4.89)
	3	center	10	419 (12.0)	3.74 (0.674)	4.47 (0.394)	12.4 (3.30)
	4	1/2 shear span	6	425 (10.8)	4.80 (0.591)	4.85 (0.640)	23.3 (6.08)
C	1	None	10	416 (11.6)	5.67 (0.594)	5.73 (0.456)	26.6 (3.65)
	2	1/2 shear span	10	423 (10.6)	5.74 (0.717)	5.52 (0.578)	25.6 (4.86)
	3	center	10	415 (11.6)	3.54 (1.12)	4.63 (0.730)	13.5 (3.14)
	4	1/2 shear span	6	416 (15.0)	4.61 (0.546)	4.87 (0.593)	23.2 (1.58)
D	1	None	10	432 (17.4)	5.41 (1.12)	5.41 (0.981)	25.6 (5.38)
	2	1/2 shear span	10	435 (18.6)	5.09 (0.987)	5.19 (0.968)	25.4 (6.24)
	3	center	10	429 (13.6)	5.29 (0.684)	5.28 (0.731)	23.9 (5.45)
	4	1/2 shear span	6	439 (10.5)	5.62 (0.660)	5.69 (0.569)	26.9 (3.89)
E	1	None	10	420 (15.1)	4.96 (0.599)	5.00 (0.561)	26.0 (3.79)
	2	1/2 shear span	10	424 (10.0)	5.03 (0.481)	5.09 (0.521)	26.2 (5.51)
	3	center	10	423 (10.5)	4.79 (0.716)	5.04 (0.674)	20.6 (5.54)
	4	1/2 shear span	6	434 (10.5)	4.93 (1.04)	5.37 (0.992)	27.7 (3.27)
F	1	None	10	412 (18.9)	4.64 (0.640)	4.84 (0.663)	22.9 (4.64)
	2	1/2 shear span	10	416 (15.1)	4.87 (0.652)	4.95 (0.578)	24.4 (5.46)
	3	center	10	406 (13.5)	5.01 (0.392)	4.94 (0.540)	22.5 (4.21)
	4	1/2 shear span	6	425 (15.3)	4.68 (0.679)	5.15 (0.674)	26.5 (3.99)

Notes: ^{a)} See Fig. 1, ^{b, c)} See Fig. 2, ^{d)} sample size, ^{e)} Figures in parentheses are standard deviations, ^{f)} *E*_b calculated with pure bending deformations, ^{g)} *E*_b calculated with total deformations.

Fig. 4. Comparison of MOE in bending among layouts of jointed veneer.

Legends: MOE: Modulus of elasticity, A-F: See Fig. 1, □: Nominal E_b of group 2 divided by that of group 1, ■: Nominal E_b of group 3 divided by that of group 1, groups 1-3: See Fig. 2, *: Significant at 5% level.

Note: Error bars show standard deviations.

より20%程度低く算出されたが、全たて継ぎ仕様で有意な差はみられなかった。group 1と3を比較すると、たて継ぎ仕様A, B, Cでは、group 3は有意な低下を示し、group 1に対する比率はおおよそ40~50%と低い値となった。合板のJAS規格構造用1級の曲げ強度(MOR)基準値(E50-F160: 16.0 MPa)と比較すると、たて継ぎ仕様A, B, Cでは規格基準値を満たさないものが散見された。たて継ぎ仕様D, E, Fでは全ての試験体が規格基準値を満たしており、構造用1級に格付可能な性能が得られていた。

3.5 合板における単板たて継ぎの効率

単板のたて継ぎ効率を検討するため、平行層理論^{7,8)}を用いて単板のMOEおよびMORを算出した。単板の強度性能が、繊維方向に比べて繊維直交方向は極めて低いことから、曲げスパン方向と繊維方向が一致する単板のみが曲げ応力の負担に有効であると考え、

$$E_{vb} = E_b \cdot \frac{I_{ap}}{I_v} \quad (1)$$

が成立する。ここで、 E_{vb} : 単板の繊維方向のMOE, E_b : 測定した試験体のMOE, I_{ap} : 断面の外形寸法による見かけの断面2次モーメント, I_v : 有効断面の断面2次モーメントである。

同様に、縁応力度が有効な最外層単板の強度を超えたときに材料の破壊が生じると仮定すると、

$$\sigma_{vb} = \sigma_b \cdot \frac{I_{ap}}{I_v} \cdot \frac{y_v}{y_{ap}} = \sigma_b \cdot \frac{I_{ap}}{I_v} \quad (2)$$

Fig. 5. Comparison of MOR in bending among layouts of jointed veneer.

Legends: MOR: Modulus of rupture, A-F: See Fig. 1, □: σ_b of group 2 divided by that of group 1, ■: σ_b of group 3 divided by that of group 1, groups 1-3: See Fig. 2, *: See Fig. 4.

Note: Error bars show standard deviations.

が成立する。ここで、 σ_{vb} : 単板の繊維方向のMOR, σ_b : 測定された試験体のMOR, y_{ap} : 試験体の外形寸法における縁距離, y_v : 試験体の有効な断面の縁距離(試験体の曲げスパンが表層繊維方向と一致する場合、 $y_{ap} = y_v$)である。上2式を用いて、合板のMOE・MORと有効断面2次モーメント比・有効断面係数比から単板のMOE・MORが算出できる。

算出結果をTable 3に示す。各たて継ぎ仕様におけるgroup 1の単板物性に対するgroup 2~4のそれらの比率は、本研究で用いたたて継ぎ単板の接合効率を表すと解釈できる。表層にたて継ぎを含む仕様A~Cにおいて、見かけのMOEは60~90%、真のMOEは34~90%と大きく低下しているが、表層にたて継ぎを含まない仕様D~Fでは低下は有意ではなかった。1/2シアスパンにたて継ぎを含む場合より、曲げスパンに含む場合の方が低下は大きかった。MORについても、曲げスパンにたて継ぎを含む場合の方が低下は大きく、特に、全層たて継ぎを含む仕様Aでは35%と著しい低下を示した。表層にたて継ぎを含まない仕様D~FのMORの低下は有意ではなかったが、仕様Eは平均で79%に低下していた。

3.6 たて継ぎが許容される範囲

group 2においては、全てのたて継ぎ仕様でMOE, MORともに有意な低下を示さなかったことから、単板のたて継ぎは層内せん断性能に大きな影響を与えないといえる。一方、group 2とgroup 4

Table 3. Estimated bending properties of jointed veneer.

Layup of jointed ply ^{a)}	Group ^{b)}	Position of scarf joint ^{c)}	σ_{vb} ^{d, e)} (MPa)	E_{vb} ^{d, f)} (GPa)	nominal E_{vb} ^{d, g)} (GPa)	Joint efficiency ^{h)}		
						σ_{vb} (%)	true E_{vb} (%)	nominal E_{vb} (%)
A	1	None	41.8 (9.63)	8.36 (1.64)	8.63 (1.28)	100	100	100
	2	1/2 shear span	30.6 (6.85)	7.77 (1.23)	7.85 (1.12)	73.1	71.1	92.9
	3	center	14.8 (4.66)	6.21 (1.27)	7.40 (1.15)	35.3	48.3	74.4
	4	1/2 shear span	25.7 (3.24)	7.17 (1.13)	7.22 (0.869)	61.4	33.6	85.7
B	1	None	36.9 (8.25)	7.27 (0.985)	7.78 (0.781)	100	100	100
	2	1/2 shear span	31.0 (7.35)	7.98 (1.96)	7.70 (1.24)	84.1	89.1	110
	3	center	18.7 (4.95)	5.62 (1.01)	6.72 (0.592)	50.7	60.0	77.3
	4	1/2 shear span	35.0 (9.13)	7.22 (0.888)	7.29 (0.962)	94.9	111	99.4
C	1	None	40.0 (5.49)	8.53 (0.893)	8.62 (0.686)	100	100	100
	2	1/2 shear span	38.5 (7.30)	8.63 (1.08)	8.30 (0.869)	96.3	133	101
	3	center	20.2 (4.71)	5.32 (1.68)	6.95 (1.10)	50.6	85.9	62.4
	4	1/2 shear span	34.9 (2.37)	6.93 (0.820)	7.31 (0.891)	87.2	43.2	81.3
D	1	None	38.4 (8.08)	8.13 (1.69)	8.13 (1.47)	100	100	100
	2	1/2 shear span	38.1 (9.37)	7.65 (1.48)	7.81 (1.46)	99.2	116	94.2
	3	center	36.0 (8.20)	7.95 (1.03)	7.94 (1.10)	93.7	101	97.8
	4	1/2 shear span	40.4 (5.85)	8.45 (0.992)	8.56 (0.856)	105	72.4	104
E	1	None	39.1 (5.70)	7.45 (0.900)	7.52 (0.843)	100	100	100
	2	1/2 shear span	39.4 (8.28)	7.56 (0.723)	7.65 (0.783)	101	145	101
	3	center	30.9 (8.33)	7.20 (1.08)	7.57 (1.01)	79.1	146	96.6
	4	1/2 shear span	41.6 (4.91)	7.41 (1.57)	8.07 (1.49)	106	86.1	99.5
F	1	None	34.4 (6.98)	6.97 (0.963)	7.28 (0.996)	100	100	100
	2	1/2 shear span	36.6 (8.21)	7.33 (0.980)	7.45 (0.869)	106	118	105
	3	center	33.8 (6.32)	7.53 (0.590)	7.42 (0.811)	98.1	90.6	108
	4	1/2 shear span	39.9 (6.00)	7.03 (1.02)	7.74 (1.01)	116	86.0	101

Notes: ^{a)} See Fig. 1, ^{b, c)} See Fig. 2, ^{d)} Figures in parentheses are standard deviations, ^{e)} Bending strength of veneer, ^{f)} E_b of veneer calculated with true E_b of plywood, ^{g)} E_b of veneer calculated with nominal E_b of plywood, ^{h)} Ratios of bending properties of group 1-4 to those of group 1.

を比較すると、たて継ぎ仕様AのMOR、たて継ぎ仕様BのMOEが有意な低下を示し、たて継ぎ仕様A・BのMOE、たて継ぎ仕様CのMORは有意ではないものの、10%程度の低下を示した (Figs. 6, 7)。したがって、集中荷重に対しては、単板のたて継ぎ位置に応じたせん断力の方向を予測し、せん断力がスカーフたて継ぎを開く方向とならないようにたて継ぎの方向を設定することが望ましい。

group 3においては、たて継ぎ仕様A, B, CではMOEは大きな低下ではなかったものの、MOE, MORともに有意な低下を示したことから、単板のたて継ぎは曲げ性能に大きな影響を与えるといえる。たて継ぎ仕様A, B, Cは、表層単板にたて継ぎが含まれることが特徴であるため、曲げ性能は表層単板に依存するものと考えられる。したがって、本課題で供試した試料合板の場合、表層単板にたて継ぎを含まない仕様D, E, Fが適しているといえる。

Fig. 6. Effect of veneer joint direction on MOE in bending.

Legends: MOE: Modulus of elasticity, A-F: See Fig. 1, □: Close direction, i.e. nominal E_b of group 2 divided by that of group 1, ■: Open direction, i.e. nominal E_b of group 4 divided by that of group 1, groups 1-4: See Fig. 2.

Fig. 7. Effect of veneer joint direction on MOR in bending.

Legends: MOR: Modulus of rupture, A-F: See Fig. 1, □: Close direction, i.e. σ_b of group 2 divided by that of group 1, ■: Open direction, i.e. σ_b of group 4 divided by that of group 1, groups 1-4: See Fig. 2.

4. 結 論

本研究で供試した試料合板の場合、表層単板にたて継ぎを含まない仕様D, E, Fにおいては、層内せん断性能・曲げ性能ともに有意な低下はみられず、JAS規格⁵⁾に合致する性能が得られた。

表層単板にたて継ぎのある仕様A, B, Cの場合、単板構成を変化させることで性能低減を補うことが可能であるか検討する必要がある。また、本研究ではたて継ぎ合板の試作にあたり、現状の工場設備によって生産可能な仕様としたため、単板のたて継ぎにはホットメルト接着剤を使用しているが、合板のJAS規格⁵⁾においては、ホットメルト接着剤の耐久性は規定されていないため、接着の程度に関する検討が必要である。

謝 辞

本研究の一部は、平成19年度(財)日本住宅・木材技

術センター事業「下地材の開発・普及事業」の一環として実施した。ご指導いただいたセイホク(株)神谷文夫博士、試料合板を試作いただいた西北プライウッド(株)、試験片を調製いただいた森林総合研究所加工技術領域木工室、測定を実施いただいた(有)中村商事 中村弘昭氏・堀田賢一氏・舞山貴司氏、日本合板工業組合連合会、東京・東北合板工業組合を初め、ご協力いただいた皆様に衷心より謝意を表する。

文 献

- 1) “ネダノンマニュアル Ver. 8”, ネダノンマニュアル編集委員会編, 東京・東北合板工業組合, 東京, 2014.
- 2) “平成25年改訂木造住宅工事共通仕様書全国版”, 住宅金融普及協会, 東京, p. 73, 2003.
- 3) 評価方法基準, 平成12年7月19日建設省告示第1654号 (2000).
- 4) “ネダノン生産量推移”, 東京・東北合板工業組合, 東京, 2014.
- 5) 合板の日本農林規格, 平成15年2月27日農林水産省告示第233号 (2003) (最終改正: 平成26年2月25日農林水産省告示第303号).
- 6) “2007年枠組壁工法建築物構造計算指針”, 枠組壁工法建築物設計の手引・構造計算指針編集委員会編, 日本ツーバイフォー建築協会, 東京, 2007.
- 7) Parasin, A. V., Stieda, C. K. A.: Recommendations for allowable stresses for Canadian softwood plywood. *Plywood Technical Center Report 131*, 6-11 (1984).
- 8) Parasin, A.V., Nagy, N. J.: Derivation of characteristic capacities for Douglas fir plywood (CSA O121) and Canadian softwood plywood (CSA O151). *Plywood Technical Center Report 161*, 3-4 (1994).