

構造用パーティクルボードの接着耐久性*¹

斉藤藤市*², 平林利勝*², 池田正行*², 鈴木滋彦*²

Bond Durability of Structural Particleboards*¹

Fujiichi SAITO*², Toshikatsu HIRABAYASHI*²,
Masayuki IKEDA*² and Shigehiko SUZUKI*²

To evaluate the bond durability of structural particleboards, property retentions of commercial structural panels, such as, oriented strandboard (OSB), waferboard, Douglas-fir plywood made in North America, and domestic urea-formaldehyde (UF) bonded particleboard were examined after a vacuum-pressure-soak-drying (VPSD) treatment.

Although OSB was far superior in internal bond (IB) retention than waferboard, both OSB and waferboard had similar stable bending property retentions. UF bonded-particleboard lost almost all IB strength after three cycles, but bending property retentions of about 20 per cent were retained during ten cycles. The results indicated that besides IB strength, sound flakes without failures and their large contact areas provide positive effects on durable bending properties.

Plywood performance was considerably better than any of the structural particleboards, but plywood had greater variations in property values of small specimens. Bond quality at the face-core interface of OSB was not affected by internal stresses during the VPSD treatment.

Keywords: bond durability, OSB, structural particleboard, waferboard.

北米産の市販構造用パネル、OSB、ウエファーボード、針葉樹合板、および国産UFパーティクルボードの水分繰返し処理後のはく離強さ、曲げ性能の挙動を考察した。

OSBはウエファーボードよりはく離強さ残留率が勝ったが、OSB、ウエファーボードは共に同一の安定した曲げ性能残留率を示した。UFパーティクルボードは3サイクル以降内部結合力をほとんど失ったが、曲げ性能残留率は10サイクル後約20%が保持された。これらの結果から、内部結合力の外に破壊の少ない、接触面積の大きい大形な木材小片は良好な曲げ耐久性能を与えることが示された。合板は構造用ボードより耐久性能が勝るが、大きい強度変動が小形試片で観察された。OSBの直交境界層の接着性能におよぼす内部応力の影響は明らかでなかった。

1. 緒 言

優良原木の不足を背景として、近年北米で大形切削片を用いたウエファーボード、OSB(配向性パーティクルボード)が生産され、合板に代って建築下地材に供されている。これらのボードの強度性質については多くの報文¹⁻¹³⁾があるが、耐久性能についての報告は少ない^{2,8)}。

建築用パーティクルボードの性能はアメリカ規格

(ANSI A208.1)ではASTM D1037の6サイクル促進老化処理後の曲げ強さ残留率(50%以上)で判定され、カナダ(CAN3-0188.0)、日本(JIS A5908)の場合は2h煮沸後のwetの残存曲げ強さが基準となる。また、APAの性能規格¹⁴⁾では構造用下地材の接着性能(ばく露1級)が吸水・乾燥6サイクル処理後のエッジワイズ曲げ強さ残留率(50%以上)で評価される。これに対して西独規格(DIN 68763)は2h煮沸後のwet残存はく離強さで構造用ボードを判定している。ところで曲げ性能はレジン添加率との関係で示されるように¹⁵⁾、小片間の接着性能との対応ははく離強さの場合に比べて鋭敏ではない。一方、はく離さでは木材小片のタイプによっては、小

*¹ Received August 4, 1989. この報告の一部は第39回日本木材学会大会(1989年4月、沖縄)にて発表した。

*² 静岡大学農学部 Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Shizuoka 422

片自体が破壊するため真の接着力を示すとは言い難い。

本実験では小片破壊の識別が容易な大形切削片を用いた北米産構造用ボードについて、水分繰返し処理後の曲げ性能、はく離強さの変化を針葉樹構造用合板、国産パーティクルボードと比較考察した。

2. 試験方法

2.1 供試材料

下記の市販パネルを使用した (Table 1)。OSB は表層 (厚さ2.5~3.0 mm) に長さ80 mm までのアスペンストランド、心層に同小形片を用いた3層直交構成をとり、表面未研削で裏面にメッシュ・メタルクロスの跡がみられた。ウエファーボードは表層 (約3 mm 厚さ) に長さ70 mm 程度のアスペンウエファー、心層にやや小形片を用いた3層ランダム成形であり、表面研削は片面 (裏面) のみである。またベイマツ合板は等厚4 ply 構成で、心層は平行2層からなる。これらの北米産パネルはいずれも APA 性能規格構造用下地材ばく露1級の接着性能を有する。サイズは4'×8'で、各1枚あて供試した。国産パーティクルボードは表面に微細片を用いたUFレジン結合3層ボード (JIS 150タイプ) であり、3'×6'サイズ2枚を供試した。

2.2 材質試験

供試材料よりパネル長手方向に平行方向 (//) と垂直方向 (⊥) に50 mm×300 mm の曲げ試片を採取し、25°C, RH 65% で調湿後、減圧 (760 mmHg, 30 min)・加圧注水 (3 kgf/cm², 1 h) ⇔ 乾燥 (60°C, 24 h) の水分繰返し (VPSD) 処理を0, 1, 3, 5, 10サイクル与え、その間の厚さ変化を測定した。所定サイクル処理した試片を再調湿 (25°C, RH 65%) 後、厚さ方向のスプリングバック、JIS A5908 に準じた曲げ強さ、曲げヤング係数を測定した。曲げ試験後、非破壊部分よりはく離試片 (50 mm×50 mm) を採取し、JIS A5908 に準じてはく離強さ (内部結合

力) を求めた。なお、OSB、合板の場合破壊層の位置 (表層、心層、境界層) を記録し、試片個数比で表示した。試片個数は曲げ性能では同一条件5個、はく離強さでは10個とした。

3. 結果と考察

供試パネルの常態の強度性質を Table 2 に示した。これによると、曲げ性能では合板、OSB で比較的高い直交異方向性が認められ、パネル長手方向 (表層単板の木理方向、あるいは表層小片の配向方向) に平行と垂直方向の曲げヤング係数比 (MOE//⊥) は合板で4.77, OSB で2.14が得られた。一方ランダム成形のウエファーボード、パーティクルボードはそれぞれ1.12, 1.21を与えた。パネル間の長手方向の曲げ性能を比較すると、OSB はウエファーボードに比べて極めて高い曲げ性能を有し、ウエファーボードはパーティクルボードより勝った。合板は平均値ではOSB より勝ったが、合板の強度値に大きな変動があり、両者に有意差は認められなかった。McNatt⁽²⁾ は ASTM の小形試片で求めたウエファーボードの材質変動が一般のフレックボードより大きいことを報告しているが、この実験では合板の曲げ性能で比較的大きな変動が観察された。パネル間のはく離強さでは合板が最大値、パーティクルボードが最小値を与えた。OSB とウエファーボード間には有意差は無く、また木破率はそれぞれ10%, 5% 程度であった。これら OSB, ウエファーボードの強度性質は既発表のデータ^{2,7,10,13)} と大差なく、一般的な製品と見て差しつかえないと考えられた。

Fig. 1 は各パネルの水分繰返し処理で生ずる試片厚さ方向のスプリングバックを比較したものである。なお図中には前報⁽⁶⁾ の実験室 OSB (LOSSB, 構成比 F : C = 50 : 50) の結果も示してある。これによると、OSB, ウエファーボード (WB) は小形小片のUFパーティクルボード [PB(UF)] に比べて、初期のスプリングバックが極めて大きく、3~5サイ

Table 1. Commercial panels tested.

Panel	Thickness mm	Specific gravity	Construction	Remarks
OSB	12.7	0.63	Three layer cross oriented, aspen strand, PF ^{a)}	Exposure 1
Waferboard	12.7	0.65	Three layer, random, aspen wafer, PF.	Exposure 1
Plywood	12.7	0.52	Douglas-fir CDX four-ply, PF	Exposure 1
Particleboard	15.0	0.65	Three layer, fine faces and ring flake core, UF	JIS 150 type ^{b)}

a) PF: Phenol-formaldehyde.

b) JIS: Japan Industrial Standard.

Table 2. Mechanical properties of tested panels.

Panel	Direction ^{a)}	MOR ^{b)} kgf/cm ²	MOE ^{c)} ×10 ³ kgf/cm ²	IB kgf/cm ²	MOR ratio // ⊥	MOE ratio // ⊥
OBS	//	398 (39.2)	55.3 (4.41)	4.9 (1.02)	1.57	2.14
	⊥	253 (41.3)	25.8 (0.23)			
Waferboard	//	224 (25.1)	37.7 (2.59)	4.4 (2.59)	1.13	1.12
	⊥	199 (55.3)	33.4 (4.34)			
Plywood	//	508 (181.6)	66.8 (7.27)	11.1 (2.84)	3.12	4.77
	⊥	163 (62.9)	14.0 (3.48)			
Particleboard	//	165 (19.6)	26.8 (2.64)	2.6 (0.44)	1.10	1.21
	⊥	150 (15.5)	22.1 (1.25)			

a) // : Parallel to 8 ft or 6 ft directions of the panels.

⊥ : Perpendicular to 8 ft or 6 ft directions of the panels.

b) MOR: Modulus of rupture.

c) MOE: Modulus of elasticity.

Note: Standard deviations are shown in parentheses.

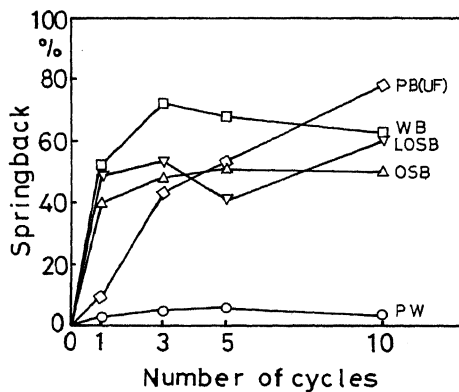


Fig. 1 Effect of the number of cycles on springback of panels.

Legend: Panels, ◇ PB(UF) = UF bonded-particleboard, □ WB = waferboard, ▽ LOSB = laboratory made OSB¹⁹⁾, △ OSB, and ○ PW = plywood.

Note: Springback values are averages of // and ⊥ specimens.

クルで最大値に達した。初期の大きい厚さ回復は小片間のからみ合いが少ないためと思われる。両ボード間では OSB がウエファードより小さいスプリングバックを与えた。接着剤のタイプ、同添加率については不明だが、この原因の一つに小片間の密着性の差が考えられる¹⁷⁾。これらよりボード比重が高い実験室 OSB (SG=0.70) は両者の中間的挙動を

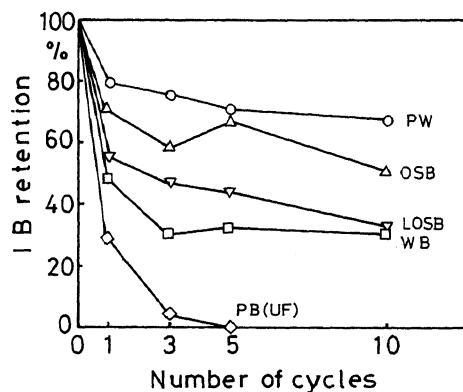


Fig. 2 Effect of the number of cycles on IB retention.

Legend: Panels, see Fig. 1.

Note: Retention values are averages of // and ⊥ specimens.

示した。これに対して UF パーティクルボードは木材小片の膨張、収縮のストレスによる接着剤の機械的破壊¹⁸⁾により、スプリングバックはサイクル数とともに増大した。熱圧時の圧縮変形が少ない合板 [PW] は 3% 程度の小さいスプリングバックにとどまったが、表面に大きな乾燥割れが生じた。

Fig. 2 ははく離さ残留率におよぼすサイクル数の影響を示す。なお、この試験では水分繰返し処理におけるパネル構成 (試片方向) の影響をチェックす

るため平行試片と垂直試片については離試験をおこなったが、いずれも両試片間に有意差がないため両試片の平均で示してある。これによると、大きな変化は1~3サイクルに生じ、合板は1サイクル以降、また OSB、ウエファーボードは3サイクル以降の変化に有意差はみられない。一方、実験室 OSB は10サイクルまでサイクル数とともに漸減し、UFパーティクルボードは3サイクル以降ほとんど接着力を失った。これらの変化は前述のスプリングバックと密接な関係があり、スプリングバックの小さいパネルで大きいのは離強さ残留率が示されている (Fig. 3)。

Table 3 はベイマツ合板と OSB のはく離試験の結果を示す。合板の場合ははく離強さは0サイクルと1~10サイクル間に有意差がみられたが、木破率には有意差は認められなかった。また破壊が表層と心層の境界層に生じる比率はサイクル数に関係なく平均で30%であった。破壊の大部分が心層で生じたのは、この位置が熱板から最も遠く離れていて接着剤の硬化が遅れるためであろう。また OSB でははく離強さは3サイクルまで漸減して以後平衡に達したのに対し、木破率には変化が無かった。破壊位置に関しては平均75%の試片がサイクル数に無関係に心層で破壊し、直交境界層に生じる内部応力の影響^{a)} は明らかでなかった。樹種比重の他に閉鎖速度 (厚さ方向の比重分布)、熱圧時間等の熱圧条件が重要な制限因子と考えられた。

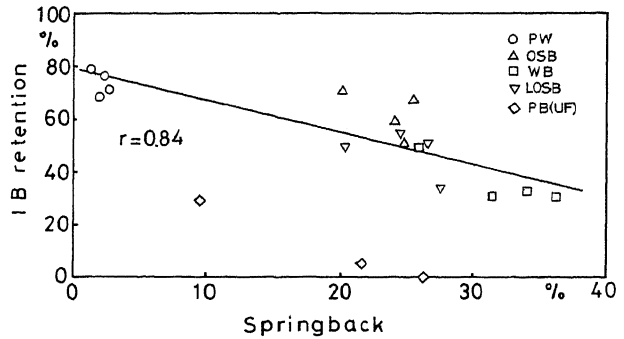


Fig. 3. Effect of springback on IB retention.

Legend: Panels, see Fig. 1.

Note: Data of UF particleboards are excluded from calculating the regression line.

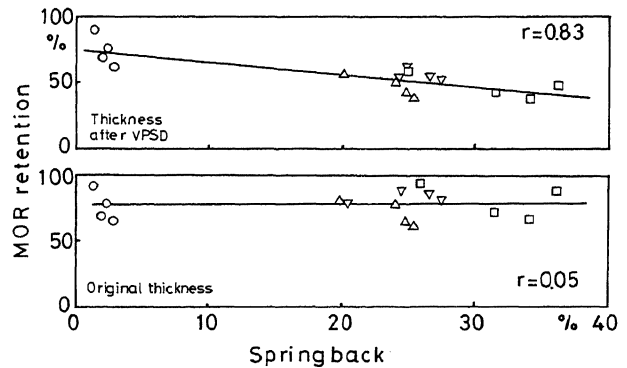


Fig. 4. Effect of springback on MOR retention based on original thickness of specimens and thickness after the VPSD treatment.

Legend: Panels, see Fig. 1.

Note: Retention values are averages of // and ⊥ specimens.

Table 3. Results of IB (tension perpendicular to surface) test of Douglas-fir plywood and OSB.^{a)}

Panel	Properties	Number of cycles				
		0	1	3	5	10
Plywood	IB strength kgf/cm ²	11.1	8.8	8.4	7.9	7.6
	Wood failure %	61	54	53	46	36
	Fracture at face-core interface %	38	23	13	45	33
OSB	IB strength kgf/cm ²	4.9	3.5	2.9	3.3	2.5
	Wood failure %	11	12	8	9	11
	Fracture at face-core interface %	30	38	17	17	21

a) Averages of // and ⊥ specimens.

Note: Test specimens are 50 mm by 50 mm.

Fig. 4 は初期厚さ, および水分処理後の厚さをベースにした曲げ強さ残留率とスプリングバックの関係を平行試片と垂直試行の平均値で示したものである。

図から明らかのように, 初期厚さをベースにした場合は曲げ強さ残留率とスプリングバックの間に相関がみられない。試片の厚さ増加による曲げモーメントの増大が小片間の接着性能の低下をカバーするためである。一方, 試験時の厚さをベースにした場合にははく離強さの場合 (Fig. 3) と同様に, 両者に高い相関が存在する。同一の傾向は曲げヤング係数でも認められた。このことからたとえウエファードのレジン添加率を高めて, スプリングバックを抑制しても, 曲げ性能への効果は少ないことが予想される。

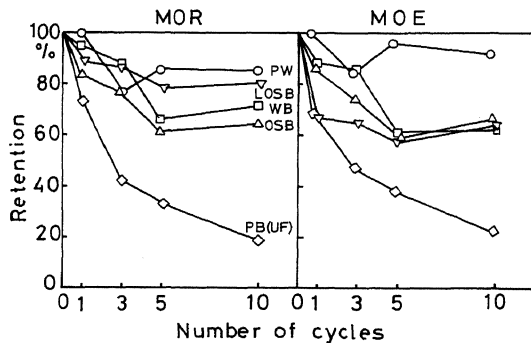


Fig. 5. Effect of the number of cycles on bending property retentions based on original thickness.

Legend: Panels, see Fig. 1.

Note: Retention values are averages of // and \perp specimens.

Fig. 5 は初期厚さをベースにした曲げ性能残留率とサイクル数の関係をパネル別に比較したものである。これによると, 合板は他に比べて大きな変動がみられ, 1サイクルから10サイクル間で有意差がなく, 約90%の残留率を示した。OSB, ウエファードは5サイクルまでに約60%に減少し, 以下平衡に達した。一方, UF パーティクルボードはサイクル数とともに減少し, 10サイクル後曲げ性能残留率は約20%になった。この場合, UF ボードのはく離強さは3サイクル以降ほとんど失われていること, また接着性能 (Fig. 2) に明らかに差がみられる OSB, ウエファードが同一の曲げ性能残留率を示すことを考えると, ボードの曲げ性能には内部結合力の他に小片自体の強度, 小片間の接触面積が大きく関与することが知れる。以上の結果, 内部結合力の外に,

破壊の少ない, 接触面積の大きい大形な木材切削片は良好な曲げ耐久性能を与えることが示された。

4. 結 論

構造用パーティクルボードの接着耐久性を検討するため, 北米産の市販 OSB, ウエファード, 針葉樹合板, および国産 UF パーティクルボードの水分繰返し処理後のはく離強さ, 曲げ性能の挙動を考察した。試験結果の概要は次のとおりである。

- 1) OSB はウエファードよりはく離強さ残留率が高らかに勝った。
- 2) OSB, ウエファードは共に同一の安定した曲げ性能残留率を示した。
- 3) UF パーティクルボードは3サイクル以降内部結合力をほとんど失ったが, 曲げ性能残留率は10サイクルまで約20%が保持された。
- 4) 内部結合力の他に, 破壊の少ない, 接触面積の大きい大形な木材切削片は良好な曲げ耐久性能を与える。
- 5) OSB の直交境界層の接着性能におよぼす内部応力の影響は明らかでなかった。

文 献

- 1) Snodgrass, J.D.; Saunders, R.J.; Syska, A. D.: Proc. 7th Particleboard Symposium, Washington State University, 1973, p. 415-448.
- 2) Lehmann, W.F.: Proc. 11th Particleboard Symposium, Washington State University, 1977, p. 351-368.
- 3) Kieser, J.; Steck, E.F.: Proc. 12th Particleboard Symposium, Washington State University, 1978, p. 99-122.
- 4) Brinkmann, E.: *Holz Roh. Werkst.*, **37**, 139-142 (1979).
- 5) Walter, K.; Kieser, J.; Wittke, T.: *ibid.* **35**, 183-188 (1979).
- 6) Moeltner, H.G.: Proc. 14th International Particleboard Symposium, Washington State University, 1980, p. 3-19.
- 7) Deppe, H.-J.: *Holz Roh. Werkst.*, **39**, 425-432 (1981).
- 8) O' Halloran, M.R.; Erb, C.M.: Proc. 15th International Particleboard Symposium, Washington State University, 1981, p. 47-58.
- 9) McNatt, J.D.: *Forest Prod. J.*, **34**(4), 50-54 (1984).

- 10) Berchen, A.; White, M.I.; Gosselin, M.: Proc. 19th International Particleboard/Composite Materials Symposium, Washington State University, 1985, p. 349-361.
- 11) Chow, P. *et al.*: *Forest Prod. J.*, **35**(9), 13-19 (1985).
- 12) McNatt, J.D.: *ibid.* **36**(10), 60-62 (1986).
- 13) 海老原徹: 木材工業, **42**, 566-569 (1987).
- 14) American Plywood Association: "Performance Standards and Policies for Structural-Use Panels", Tacoma, Wash., 1984, p. 25.
- 15) 例えば Lehmann, W.F.: *Forest Prod. J.*, **28**(6), 23-31 (1978).
- 16) 齊藤藤市, 池田正行, 土屋浩子: 木材学会誌, **33**, 19-24 (1987).
- 17) 齊藤藤市, 池田正行, 村松康弘: 同上, **31**, 1021-1027 (1985).
- 18) 齊藤藤市, エンダン・サストラデマジア, 牧野克己: 同上, **28**, 596-602 (1982).
- 19) 齊藤藤市, 鈴木滋彦, 藤本 修: 同上, **35**, 212-217 (1989).