

## EMDI 結合パーティクルボードの 接着性能におよぼす塗付条件の影響<sup>\*1</sup>

齊藤藤市<sup>\*2</sup>, 鈴木滋彦<sup>\*2</sup>, 岩田 徹<sup>\*2</sup>

### Effect of Resin Blending Conditions on Particle-Bond Quality of Emulsifiable Polymeric MDI Bonded Particleboards<sup>\*1</sup>

Fujiichi SAITO<sup>\*2</sup>, Shigehiko SUZUKI<sup>\*2</sup> and Toru IWATA<sup>\*2</sup>

Two series of resin blendings (Series A: applying emulsifiable polymeric isocyanate (EMDI) 100% solids on dry particles with water post applied separately; Series B: on particles moisture-conditioned to 10 and 20% moisture content (MC)) were tested to determine the effect of 100% solids-basis blending conditions on the particle-bond durability of EMDI bonded particleboards.

Internal bond (IB) strength of Series A boards decreased with increasing amounts of water applied. IB strength after 10 cycles of wetting and drying treatment had a maximum curve with the amount of water applied, of which the largest value obtained at a particle mat MC of about 15%. Series B boards were inferior in bond quality to Series A boards.

EMDI boards using 100% solids-basis with some water applied separately had greater bond durability than EMDI emulsion boards.

*Keywords*: bond durability, PMDI bonded particleboard, resin blending condition

EMDI 結合ボードの接着性能におよぼす EMDI 原液塗付の影響をポスト添加水分、初期小片 MC を変えて考察した。

乾燥小片に EMDI 原液を塗付し、水分をポスト添加したシリーズ A ボードでは、常態は離強度は添加水分量の増大で減少したが、水分繰返し 10 サイクル後の離強度は添加水分量に対して max. curve を書き、マット MC 15% 付近で最大値が得られた。

初期小片 MC の高いシリーズ B ボードは水分ポスト添加のシリーズ A ボードに比べ接着性能が劣った。水分ポスト添加ボードは水性エマルジョンボードに比べ高い接着性能を与えた。

#### 1. 緒 言

エマルジョンタイプ MDI (EMDI) -イソシアネートは水溶性であって、樹脂液の調製、塗付装置の洗浄等の作業性がポリメリック MDI (PMDI) より勝り、またアミノレジンへのダイレクト添加<sup>1)</sup>が可能な利点を有する。しかし、レジン調製後のイソシアネートと水分の反応のためレジンのポットライフが

短かく<sup>2,3)</sup>、またレジン塗付後の小片貯蔵時間が制限される<sup>4,5)</sup>。

著者らは前報<sup>5)</sup>で EMDI 結合パーティクルボードの接着耐久性を塗付時のエマルジョン濃度を変えて検討した。その結果では、EMDI の接着性能は低マット含水率 (MC) で高く、特に EMDI を原液塗付しこれに水分をポスト添加したボードで付加的に高い常態は離強度が得られた。

本実験は EMDI の最適使用条件を検討するため、ボード接着性能におよぼす EMDI 原液塗付の影響をポスト添加水分、初期小片水分を変えて考察した。

<sup>\*1</sup> Received June 22, 1987. この報告の一部は第 37 回日本木材学会大会 (1987 年 4 月, 京都) にて発表した。

<sup>\*2</sup> 静岡大学農学部 Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Shizuoka 422

## 2. 試験方法

### 2.1 供試材料

下記製造条件の実験室製パーティクルボードを用いた。ボードサイズ：10 mm×320 mm×340 mm(表面未研削)，ボード比重：0.7，木材小片：ナラを主とした樹種混合のディスクフレカ切削片，14 メッシュ通過分除去(厚さ0.29 mm×幅3.0 mm×長さ17.5 mm)，レジンの種類と添加率：EMDI(日本ポリウレタン工業製コロネート 3054) 添加率(RC) 8%，比較材としてフェノールレジン(PF)を10%添加した。レジン添加方法：1) シリーズ A 初期 MC 2%の木材小片に EMDI 原液を塗付後，目標 MC 5，10，15，20% になるように水分をポスト添加(Table 1 参照)，2) シリーズ B 初期目標 MC 10，20% に調整した木材小片に EMDI 原液塗付 3) 初期 MC 2%の木材小片に濃度 50% の EMDI 水性エマルジョン(E ボード)，PF レジン(P ボード)をそれぞれ塗付した。なおレジン添加には実験室ロータリーブレンダーを用い，エアレススプレーで塗付した。貯蔵時間：レジン塗付後，室温(約 20°C)で 3 h 以内(以後 3 h と略記)，24 h，一部 48 h 放置し，成形，熱圧した。熱圧条件：温度 180°C，圧力 30 kgf/cm<sup>2</sup>，時間 6 min。

### 2.2 NCO 基の残留率測定

含水率 0，18% に調整した大形のベイマツ切削片(0.4 mm 厚×8 mm 幅×70 mm 長さ)の片面に EMDI 原液を乾燥重量比で約 1:1 塗付した試料，および濃度 50% の EMDI 水性エマルジョン 試料を室内に放置して，経時的に試料中の NCO 基残留率を測定した。NCO 基の定量にはジブチルアミン-塩酸法を用いた。

イソシアネート試料約 1 g にオルソジクロロルベンゼン 10 ml を加え，これに n-ジブチルアミン 130 g をオルソジクロロルベンゼンに溶かして 1 l にし

た溶液を 10 ml 滴下する。10 分間放冷後，メタノール 80 ml と指示薬ブロムフェノールブルーを加えて，N/2 塩酸で滴定する。これより次式で NCO 基含有率を算出した。

$$\text{NCO 基含有率(\%)} = \frac{0.021 \times (b-a) \times F}{\text{試料 (g)}} \times 100$$

a: N/2 塩酸の使用量 (ml)，b: 空試験における N/2 塩酸の使用量 (ml)，F: N/2 塩酸の力価。

### 2.3 材質試験

#### (a) 曲げ性能

製板ボードより 50 mm×300 mm の曲げ試片を採取し，25°C，65% RH で調湿後，JIS A5908 に準じて曲げ強さ(MOR)，曲げヤング係数(MOE)を算出した。試片個数は同一条件 5 個である。

#### (b) 接着性能

25°C，65% RH で調湿した試片(50 mm×50 mm)に減圧(760 mm Hg，30 min)，加圧注水(3 kgf/cm<sup>2</sup>，1 h) ⇌ 乾燥(60°C，24 h)の水分繰返し処理を 0(常態)，1，3，5，10 サイクル与え，その間の長さ，幅，厚さ変化を精度 1/100 mm のダイヤルゲージで測定した。所定回数処理した試片を再調湿(25°C，65% RH)後，JIS A5908 に準じてはく離強度(小片結合力)を測定した。試片個数は同一条件 10 個である。強度性質は回帰直線によりボード比重 0.7 に換算した。

## 3. 結果と考察

Table 2 は各ボードの曲げ性能の結果を示す。これによると貯蔵時間 3 h のボードでは MOR，MOE におよぼす添加水分，小片 MC の影響は明瞭でない。これは高 MC マットを熱圧すると，低 MC マットに較べボード表層付近が高比重に圧縮され<sup>9)</sup>，後述する高 MC 小片の低い接着性能がカバーされるためと考えられる。しかし貯蔵時間が長くなると，イソシアネートと水分の反応による接着性能の低下がダ

Table 1. Adhesive blending conditions.

No.	Initial particle MC %	Particle mat MC %	Remarks
A 5	2	6	EMDI 100% solids-basis with water post applied separately. RC 8%
A 10	2	10	
A 15	2	14	
A 20	2	18	
B 10	9	9	EMDI 100% solids, RC 8%
B 20	18	18	
E	2	11	Emulsion (EMDI : Water = 50 : 50), RC 8%
P	2	17	PF resin, RC 10%

Table 2. Bending properties of tested particleboards.

Board	Storage time h	MOR kgf/cm <sup>2</sup>	MOE 10 <sup>8</sup> ·kgf/cm <sup>2</sup>
A 5	3	313	37.7
	24	286	33.6
	48	251	31.6
A 10	3	256	31.2
	24	293	32.8
	48	243	29.5
A 15	3	378	40.1
	24	218	29.1
	48	233	29.4
A 20	3	346	36.9
	24	253	31.8
	48	192	28.7
B 10	3	380	39.4
	24	232	30.1
	48	137	25.5
B 20	3	281	39.1
	24	150	26.2
E	3	344	37.9
	24	274	33.8
	48	283	32.1
P	3	254	29.3
	24	250	32.6

イレクトに現われ、高 MC 側で曲げ性能の低下が観測された。P ボードはイソシアネートボードに較べて低い曲げ性能を示したが、貯蔵時間の影響はみられない。

Fig. 1 は MC 0% と 18% の木材切削片に EMDI 原液を乾燥重量比で約 1:1 塗付した試料、および EMDI 濃度 50% の水性エマルジョン液試料を室内に放置した場合の NCO 基残留率と経過時間の関係

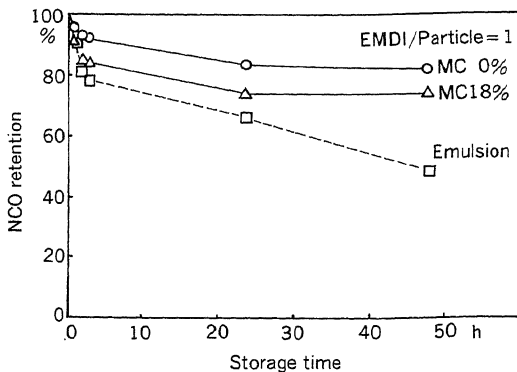


Fig. 1. Effect of storage time on NCO group retention at room temperature.

を示す。木材切削片試料では放置時間 3 h までに高 MC 小片で NCO 基の大きい消失がみられたが、以後、両者の差は一定になった。室内放置した木材切削片の MC 差が減少したためと考えられる。なお、実際にはレジン添加率が低く、水の濃度が相対的に高くなるため、NCO 基残留率のこれ以上に大きい減少が予想される<sup>6)</sup>。同様に室内放置した EMDI 水性エマルジョン液試料で放置時間 3 h までに NCO 基残留率の大きい低下が認められた。これらは高 MC 小片ボードの低い接着性能、ならびに、小片貯蔵時間の影響を示唆するものである。

Fig. 2 はシリーズ A ボード、および、E ボード、

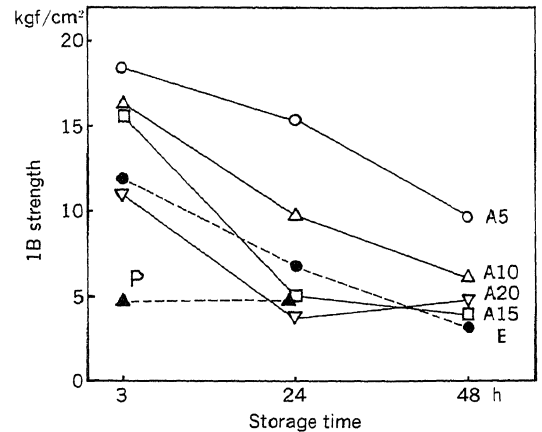


Fig. 2. Effect of storage time on internal bond strength for Series A boards, and E and P boards.

P ボードの常態はく離強度と貯蔵時間の関係を示す。シリーズ A ボードでは、く離強度におよぼす小片水分の影響は明らかで、小片結合力はポスト添加水分量の最も多い A20 ボードで最小値を与えた。く離強度におよぼす貯蔵時間の影響は高 MC 小片でより顕著にみられ、24 h 放置で大きな強度低下が生じた。また、E ボードは同一マット MC のシリーズ A ボードよりはく離強度が劣った。これは水性エマルジョンにおけるイソシアネートと水分の接触密度が EMDI 原液と水分を別個に塗付する場合に較べて高いためと考えられる。P ボードのはく離強度は貯蔵時間 3 h のイソシアネートボードの 1/2 ~ 1/3 の値を示しており、貯蔵時間の影響は認められなかった。

Fig. 3 はシリーズ A ボードと初期小片 MC の高いシリーズ B ボードの常態はく離強度を比較したものである。初期小片 MC の高い B10, B20 ボードの

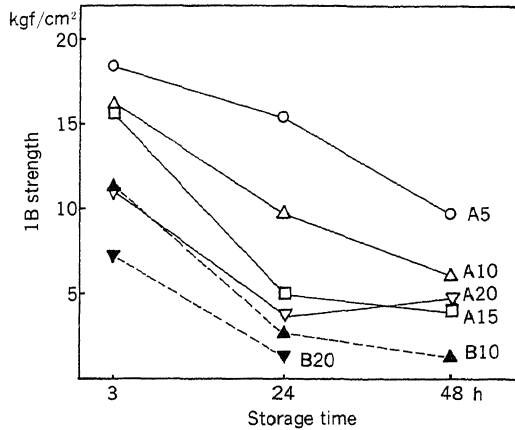


Fig. 3. Effect of storage time on internal bond strength for Series A and B boards.

はく離強度は同一マッド MC の A10, A20 ボードに較べて劣った。これは前者では、高 MC 小片に塗付されたイソシアネートが小片内部に浸透し、内部水分と反応するのに対し、後者では、ポスト添加された水分が熱圧時に小片表面のイソシアネートと反応して、接着界面に有効なレジジン層を形成するためと考えられる。

Fig. 4 は標準状態に調湿した試片に減圧・加圧注水処理を 1 回与えた場合の吸水長さ膨張率を示す。貯蔵時間 3 h では、イソシアネートボードにおよぼす水分の影響はみられないが、貯蔵時間 24 h のボードでは、添加水分が多い程、初期小片 MC が高い程、大きい長さ膨張率を与えた。いずれも接着性能が劣るためであり、P ボードはイソシアネートボード (貯蔵時間 3 h) に較べて幾分か大きい値を示した。

Figs. 5, 6 は所定回数の水分繰返し処理試片を再調湿した後の残留厚さ膨張率 (スプリングバック) を示す。シリーズ A ボード (Fig. 5) では添加水分の高い A15, A20 ボードが添加水分の低い A5, A10 ボードより小さいスプリングバックを与えた。これは熱圧時に高 MC 小片が十分熱可塑性され、残留内部応力が少ないためである<sup>7)</sup>。また、A15, A20 ボード間で、A15 ボードがより小さいスプリングバックを示したのは、内部応力の解放を抑える接着性能の差 (Fig. 3) にあると考えられる<sup>8)</sup>。シリーズ A, B 間の比較 (Fig. 6) では、接着性能に勝るシリーズ A ボードで安定した寸度変化が示された。その他、E ボードは A20 ボードに近い挙動を示し、また、P ボードはイソシアネートボードに較べて極めて大きいスプリングバックを与えた。

Fig. 7 は水分繰返し処理 10 サイクル後のスプリ

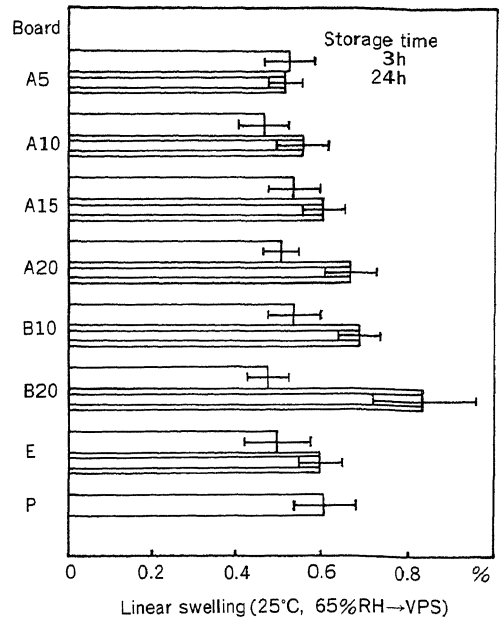


Fig. 4. Linear swelling of particleboards from 65% RH to one cycle VPS\*.

Note: Horizontal bars are 95 percent confidence intervals.

\*VPS: Vacuum-Pressure-Soaking.

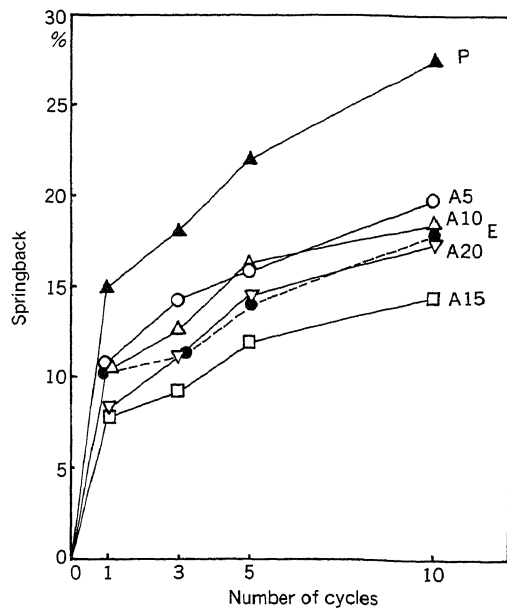


Fig. 5. Effect of the numbers of cycles on springback for Series A boards, and E and P boards.

Note: Storage time 3 h.

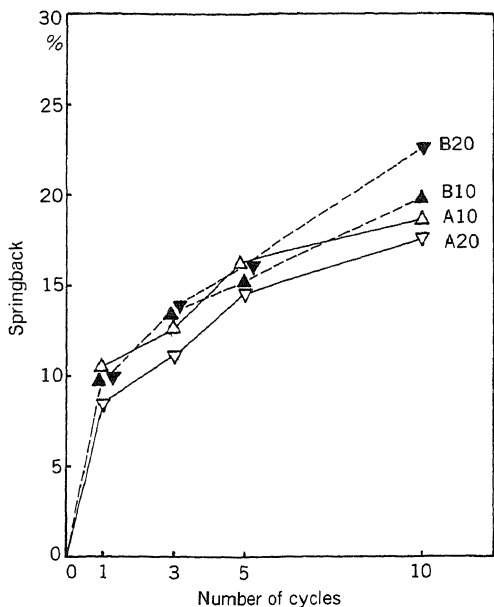


Fig. 6. Effect of the numbers of cycles on springback for Series A and B boards.

Note: Storage time 3 h.

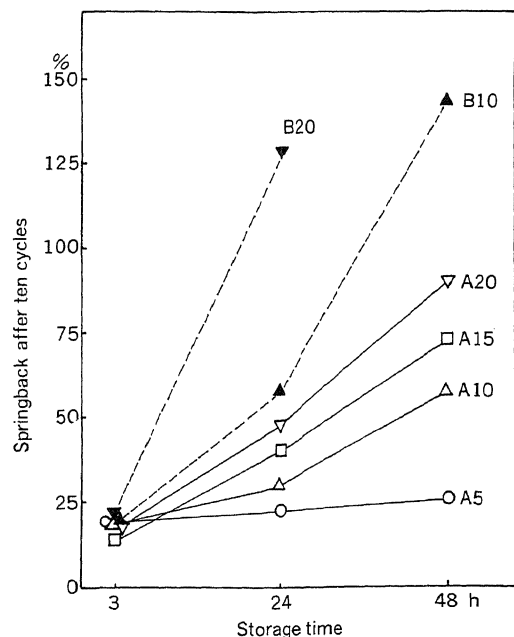


Fig. 7. Effect of storage time on springback after 10 cycles for Series A and B boards.

ングバックと貯蔵時間の関係をシリーズ A, B ボードについて示したものである。これによるとスプリングバックにおよぼす貯蔵時間とマット水分の交互

作用が明白であり、マット水分の少ないボードで貯蔵時間の影響が少ないこと、またシリーズ A ボードの性能が、シリーズ B ボードより勝ることが読みとれる。

Fig. 8 ははく離強度におよぼすサイクル数の影響をシリーズ A ボード、および E, P ボードで示した

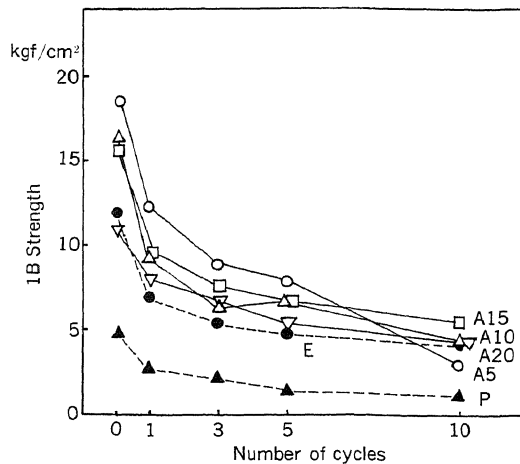


Fig. 8. Effect of the numbers of cycles on internal bond strength for Series A, and E and P boards.

Note: Storage time 3 h.

ものである。シリーズ A ボードでは、A5 ボードが最大の常態はく離強度を与えたが、10 サイクル後は最少値に減少した。一方、常態はく離強度で中間的な値をとった A15 ボードが 10 サイクル後、最大のはく離強度を示した。この原因は厚さ方向のスプリングバック (Fig. 5) で示されたように木材小片の熱可塑性の差に求められる。なお、前報<sup>5)</sup>の水分ポスト添加ボードで同一の傾向がみられたが、今回の実験結果からみて、原因は木材小片の内部応力と推定される。E ボードは A20 ボードに近い挙動をとり、また P ボードはイソシアネートボードに比べて低いはく離強度を示した。

Fig. 9 は供試ボードの常態、および 10 サイクル後のはく離強度を比較したものである。シリーズ A ボードでは、A5, A10, A15 ボードの常態はく離強度には有意差はないが、添加水分量とともに減少する傾向を示し、A20 ボードが最小値を与えた。一方、10 サイクル後のはく離強度は添加水分量に対して max. curve を書き、マット MC 15% 付近で最大値が得られた。シリーズ B ボードは初期 MC の増加で減少し、同一マット MC のシリーズ A ボードに比べて

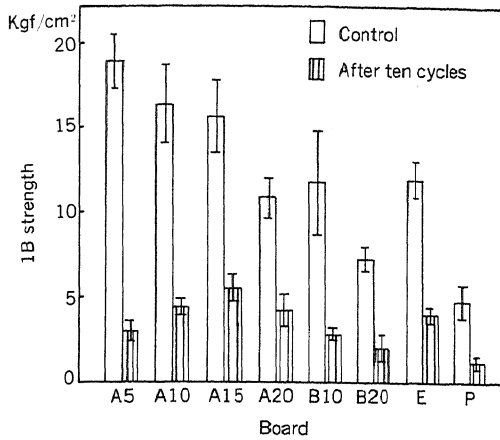


Fig. 9. Internal bond strength of tested particleboards before and after cyclic exposure.

Notes: Storage time 3 h. Vertical bars are 95 percent confidence intervals.

接着性能が劣った。また、シリーズ A ボード (A15) は E ボードに較べて高い接着性能を与えることが示された。

#### 4. 結 論

EMDI 結合ボードの接着性能におよぼす EMDI 原液塗付の影響をポスト添加水分、初期小片 MC を変えて考察した。試験結果の大要は次のとおりである。

- 1) 貯蔵時間 3 h 以内では、曲げ性能におよぼす添加水分、初期小片 MC の影響は明瞭でなかった。
- 2) 常態はく離強度は添加水分量の増大で減少したが、水分繰返し処理後のはく離強度はマット MC

15% 付近で最大値が得られた。

3) 初期小片 MC の高いシリーズ B ボードは水分ポスト添加のシリーズ A ボードに較べ接着性能が劣った。

4) 水分ポスト添加ボードは水性エマルジョンボードに較べて高い接着性能を与えた。

#### 謝 辞

本研究を行なうにあたり、接着剤を提供していただいた日本ポリウレタン工業株式会社、また、接着剤の化学分析でご助言賜わった静岡大学農学部滝欽二教官に深く感謝致します。

#### 文 献

- 1) Wittmann, T.: *Holz Roh. Werkst.*, **41**, 431-435 (1983).
- 2) Adams, A. D.: *Proceedings, Fourteenth Particleboard Symposium, WSU*, 195-205 (1980).
- 3) Ball, G. W.: *Proceedings, Fifteenth Particleboard Symposium, WSU*, 265-285 (1981).
- 4) Ernst, K.: *Holz Roh. Werkst.*, **43**, 423-427 (1985).
- 5) 齊藤藤市, 渡辺稔彦, 鈴木滋彦: *木材学会誌*, **31**, 1028-1033 (1985).
- 6) 岩田敬治: “ポリウレタン樹脂”, 日刊工業新聞社, 1969, p. 34.
- 7) Seborg, R. M.; Millet, M. A.; Stamm, A. J.: *US For. Prod. Lab. Report*, No. 1580 (1962 Revised).
- 8) 齊藤藤市, エンダン・サストラデマジア, 牧野克己: *木材学会誌*, **28**, 596-602 (1982).