

ストランド・パーティクルボード (SPB) の製造技術 (第3報)[†] イソシアネート系接着剤 (EMDI) がボード材質 およびパンクに及ぼす影響^{*1}

吹野 信^{*2}, 堀江秀夫^{*3}, 下久根宣樹^{*2}, 小川尚久^{*2}

Production Technology for Strand-Particle Board (SPB) III. [†] Effect of isocyanate adhesives (EMDI) on physical properties and blisters^{*1}

Makoto FUKINO^{*2}, Hideo HORIE^{*3},
 Nobuki SHIMOKUNE^{*2} and Naohisa OGAWA^{*2}

A strand-particle board (SPB) was manufactured using unoriented strands for the surface layers and unoriented particles for the core layer. Todomatsu (*Abies sachalinensis*) strands, recycled waste wood particles, and emulsifiable methylene diphenyl diisocyanate (EMDI) as a resin adhesive were used. The effect of resin content (3 and 6%), surface moisture content (5, 10, 15 and 20%) and press temperature (170, 200 and 230°C) on physical properties, and the effect of resin content (10%), surface moisture content (20%) and press temperature (170, 200 and 230°C) on blisters were investigated using laboratory boards. The results are summarized as follows:

1) A suitable manufacturing condition for the EMDI bonded SPB was found to be a press temperature of 230°C, a resin content of 6%, and a surface moisture content of 15%. This condition produced the most superior properties, namely a board density of 0.62 g/cm³, an internal bond of 0.93 MPa, a modulus of rupture of 43.1 MPa and a thickness swelling of 1.9%.

2) There were blisters in surface strand layers of all manufactured boards when surface moisture content was 20%.

3) It was supposed that the carbon dioxide generated by the reaction of EMDI and water influences blisters and physical properties.

Keywords: MDI, structural panel, wood from thinnings, construction waste wood, blister.

接着剤にイソシアネート系樹脂 (EMDI) を用いた小型のストランド・パーティクルボード (SPB) を製造した。接着剤添加率 (3, 6%), 表層マット含水率 (5, 10, 15, 20%), 熱圧温度 (170, 200, 230°C) が SPB 材質に及ぼす影響を検討した。また, 接着剤添加率 (10%), 表層マット含水率 (20%), 熱圧温度 (170, 200, 230°C) が SPB のパンクに及ぼす影響を検討した。得られた結果は以下のとおりである。

1) 熱圧温度230°C, 接着剤添加率6%, 表層マット含水率15%の条件で最も優れた材質のSPBが得られ, その材質は, ボード密度0.62 g/cm³, はく離強さ0.93 MPa, 曲げ強さ43.1 MPa, 吸水厚さ膨張率1.9%であった。

2) 表層マット含水率20%では, 製造ボードのすべてで表層ストランド部分にパンクを生じた。

3) EMDI とマット中の水分の反応により発生する二酸化炭素が熱圧時のパンクおよびボード材質に影響を及ぼす可能性が考えられた。

[†] Report I: This journal 45 (6), 471-478 (1999), Report II: This journal 46 (6), 581-586 (2000).

^{*1} Received February 24, 2006; accepted January 24, 2007. 本報告の一部は第55回日本木材学会大会 (2005年3月, 京都) で発表した。

^{*2} 北海道立林産試験場 Hokkaido Forest Products Research Institute, Asahikawa 071-0198

^{*3} 富山大学芸術文化学部 Faculty of Art and Design, University of Toyama, Takaoka 933-8588

1. 緒 言

近年, ホルムアルデヒド放散のないイソシアネート系接着剤が注目され, 木材用としてMDI (diphenylmethane-4, 4'-diisocyanate) の利用が拡大している。特にボード工業においては, ポリメリックMDI (polymeric MDI, PMDI) やこれを特殊変性した自己乳化型MDI (emulsifiable MDI, EMDI) が用いられている。

EMDIを含むPMDIは, パーティクルボード(PB)に用いた場合, 高いマット含水率(20%以上)および低い熱圧温度(160℃程度)で優れた材質が得られること等, その利点が報告^{1,2)}され, 一般的に認識されている。しかし一方で, ストランドボード(SB)にPMDIを用いた製造実験においては, 接着剤添加率(1.5~5.0%), 表層マット含水率(4~18%), 熱圧温度(149~204℃)がボード材質に及ぼす影響が大きく, 中でも高いマット含水率(15~18%)で強度性能を中心とするボード材質の低下およびパンクを生じるといふ報告^{3,4)}もある。OSBを含めたSBが生産されていない国内においては特に前者の一般的な認識が強い。さらに, PB, SBとも, 熱圧温度の検討は200℃程度までにとどまり, 近年の生産ラインにおいて熱圧時間短縮のため採用されている230℃程度の高い熱圧温度に関する報告はない。また, パンクについては, PMDIと水の反応により発生する二酸化炭素(CO₂)が一因となることが指摘されている³⁾が詳細に考察された報告はない。

国内PB工業においては, ホルムアルデヒド放散量の少ない構造用ボードの生産が検討されている。また, 製品開発においては, 競合品となる輸入OSBの弱点である吸水厚さ膨張率を大きく低減することが課題となっている。工業化に際しては, 熱圧時のパンクが大きな課題となる。

そこで本報では, 国産構造用ボードと位置付けているストランド・パーティクルボード(SPB)について, EMDIを用いて高い熱圧温度(230℃)を加え, 小型試験体で製造条件が吸水厚さ膨張率を中心とするボード材質および熱圧時のパンクに及ぼす影響を検討した。

2. 実 験

2.1 供試材料

表層ストランドの原料には, 既報^{5,6)}と同様, トドマツ大径木から得られた製材(厚さ24 mm, 幅150 mm, 気乾密度0.40 g/cm³)を用い, ディスクフ

レーカーにより厚さ, 長さ, 幅の平均値が各々0.49 mm, 60.06 mm, 24.20 mmのストランドを製造した。

芯層パーティクルの原料には, 既報^{5,6)}と同様, (財)札幌市環境事業公社が販売している建築廃木材チップを用いた。本報で用いたこの建築廃木材チップの樹種構成は, 重量比で, エゾマツ・トドマツ・カラマツ等の針葉樹83%, 熱帯広葉樹製材13%, 熱帯広葉樹合板4%であった。この建築廃木材チップをナイフリングフレーカー(パールマン社製, 刃出し0.6 mm)で切削した後, 目開き4.3 mmふるい下かつ2.2 mmふるい上のパーティクルを芯層用として用いた。なお, 芯層パーティクルの粒度分布は呼び寸法2 mmふるい下かつ1 mmふるい上にピークを持つ既報⁵⁾と同様なものであった。

以上の表層ストランドおよび芯層パーティクルを含水率約3%に乾燥した後, 製造試験に用いた。

2.2 製造試験

実験1として, Table 1に示すとおり三元配置実験を行い, EMDIを用いたSPBの製造条件がボード材質に及ぼす影響を検討した。また, 実験2として, EMDIを用いた表層マット含水率20%のSPBについて, 既報⁵⁾のメラミン・ユリア共縮合樹脂(MUF)を用いたSPBと表層マット含水率以外同一条件で製造し, パンクについて検討した。

実験1, 2の製造条件をTable 2に示す。試験体寸法は300×350 mm, 厚さは12 mmとした。マット含水率の調整は, 接着剤およびワックスを混合した接着剤溶液にマット含水率が設定値となるようイオン交換水を加えて行った。接着剤溶液の添加は, 表層, 芯層を別々に回転式ドラムブレンダーとエアレス・スプレーガンを用いて行った。熱圧温度は既報⁵⁾と同じ170, 200, 230℃とした。熱圧時間はマットが目標厚さに到達した後の時間とした。マットとコール板の間には離型シートを介した。試験体の製造順番は実験1, 2ともにランダムとし, 各水準ごとに2枚製造し, 合計54枚の小型試験体を製造した。

Table 1. Factors and levels of manufactured boards in experiment 1.

Factors	Levels			
	1	2	3	4
A: Resin content ^{a)} (%)	3	6		
B: Surface moisture content ^{b)} (%)	5	10	15	20
C: Press temperature (°C)	170	200	230	

Notes: ^{a)} Based on oven-dry weight of wood.

^{b)} Mat moisture content in surface layers.

Table 2. Manufacturing conditions of boards in experiments 1 and 2.

Raw material	Surface strand : Todomatsu (<i>Abies sachalinensis</i>) Core particle : Construction waste wood	
Target	Construction of 3-layer boards	Surface : Core : Surface = 1 : 3 : 1/1 : 4 : 1 (Weight ratio)
	Density of boards	0.60 g/cm ³ /0.65 g/cm ³
	Size	300×350×12 mm
Resin	EMDI (WC-300, Formulated by Nippon Polyurethane Industry Co. Ltd.)	
Resin content	3,6%/10% (Based on oven-dry weight of wood)	
Wax	Emulsion type (Diaproof WY-2, Formulated by Aica Kogyo Co. Ltd.)	
Wax content	1.0% (Based on oven-dry weight of wood)/None added	
Forming	Hand forming without orientation	
Surface moisture content	: 5, 10, 15, 20%/20%	
Core moisture content	: 7%/7.5%	
Pressing	Temp.	: 170, 200, 210°C/170, 200, 210°C
	Time	: 4 min/6 min (Including a 30 s degas period)
	Closing speed	: 3.0 mm/s/2.2 mm/s (Constant)
	Initial pressure	: 4.3~5.6 MPa/3.8~4.5 MPa
Replications	2	

Notes : Experiment 1/Experiment 2

2.2.1 実験1

設定ボード密度は、既報^{5,6)}において0.65 g/cm³であったが、密度低減が可能であることが報告⁷⁾されているため0.60 g/cm³とした。これに伴い層構成(表層:芯層:表層,重量比)は、既報^{5,6)}と同じ1:4:1であるとして芯層パーティクルが表面に露出するといった不都合を生じるため1:3:1とした。

接着剤添加率は表層,芯層で等量とし、3ないし6% (全乾木質重量比)とした。ワックスはエマルジョンタイプを用い、添加率を表層,芯層ともに等量の1.0% (全乾木質重量比)とした。表層マット含水率は5, 10, 15, 20%, 芯層マット含水率は7%とした。

熱圧時間は、三層PBを熱圧成形する際、EMDIを用いるとMUFと比較して短縮できることが報告⁸⁾されているため、既報^{5,6)}の6分から4分とした。熱盤変位速度は、前報⁶⁾において吸水厚さ膨張率の低減に有効であった4~5 MPa程度の初期圧縮圧となるよう3.0 mm/s一定に調整した。その結果、初期圧縮圧は4.3~5.6 MPaとなった。

2.2.2 実験2

設定ボード密度は0.65 g/cm³, 層構成(表層:芯層:表層,重量比)は1:4:1とした。接着剤添加率は表層,芯層ともに等量の10% (全乾木質重量比), ワックスは無添加, 表層マット含水率は20%, 芯層マット含水率は7.5%とした。熱圧時間は6分とし、熱盤変位速度を2.2 mm/s一定とした結果、初期圧縮圧は3.8~4.5 MPaとなった。

2.3 材質試験

製造した試験体は、20°C, 65% RHの恒温恒湿室

で約1か月調湿後、含水率10~11%となったものを、表面の研削は行わずに試験に供した。各試験体から、はく離強さ試験片2個、曲げ強さ試験片2個、吸水厚さ膨張率試験片4個を採取し、JIS A 5908「パーティクルボード」(2003)に従い材質試験を行った。

また、厚さ方向の密度分布試験片1個(試験体寸法:50×50 mm)を採取し、γ線透過型密度分析計(Geological & Nuclear Sciences社製)により、1/10 mmごとの密度を測定し、両表層1.0 mmの平均密度を表層密度とした。

3. 結果

3.1 製造試験

実験1の結果、表層マット含水率5~15%の条件で製造したすべてのボードはパンクを生じなかった。一方、表層マット含水率20%の条件で製造したすべてのボードは、表層ストランド部分にパンクを生じた。

実験2の結果、製造したすべてのボード(表層マット含水率20%)で表層ストランド部分にパンクを生じた。

3.2 材質試験

パンクを生じた表層マット含水率20%のボードを除き材質試験を行った。得られた結果について三元配置の分散分析を行い、その結果をTable 3に示す。また、危険率5%で有意となった因子の要因効果図および信頼水準95%の信頼限界をFig. 1に示す。なお、表層密度、はく離強さ、曲げ強さ、曲げヤング係数については、得られた値に「設定密度(0.60 g/cm³)/実測密度」の値を乗じて設定密度に補正して

Table 3. Analysis of the effects of manufacturing conditions on SPB properties.

Properties	Manufacturing conditions	d.f.	F Value
SD ¹⁾	RC ⁶⁾	1	0.05n.s.
	MC ⁷⁾	2	99.42**
	Temp. ⁸⁾	2	4.98*
	RC×MC	2	0.63n.s.
	RC×Temp.	2	3.36n.s.
	MC×Temp.	4	7.63**
	RC×MC×Temp.	4	0.90n.s.
IB ²⁾	RC	1	332.85**
	MC	2	0.02n.s.
	Temp.	2	7.55**
	RC×MC	2	1.29n.s.
	RC×Temp.	2	6.08**
	MC×Temp.	4	0.78n.s.
	RC×MC×Temp.	4	1.15n.s.
MOR ³⁾	RC	1	6.21*
	MC	2	4.69*
	Temp.	2	0.28n.s.
	RC×MC	2	0.00n.s.
	RC×Temp.	2	0.04n.s.
	MC×Temp.	4	1.68n.s.
	RC×MC×Temp.	4	0.59n.s.
MOE ⁴⁾	RC	1	4.11*
	MC	2	2.65n.s.
	Temp.	2	0.44n.s.
	RC×MC	2	0.12n.s.
	RC×Temp.	2	0.13n.s.
	MC×Temp.	4	0.39n.s.
	RC×MC×Temp.	4	0.13n.s.
TS ⁵⁾	RC	1	215.56**
	MC	2	59.90**
	Temp.	2	85.61**
	RC×MC	2	3.17*
	RC×Temp.	2	1.06n.s.
	MC×Temp.	4	6.97**
	RC×MC×Temp.	4	0.32n.s.

Notes : The result of only surface moisture contents 5-15% of experiment 1 is shown, since there were blisters of all manufactured boards when the surface moisture content was 20%.

¹⁾ Mean density of upper and lower 1.0 mm, ²⁾ Internal bond, ³⁾ Modulus of rupture, ⁴⁾ Modulus of elasticity, ⁵⁾ Thickness swelling, ⁶⁾ Resin content, ⁷⁾ Surface moisture content, ⁸⁾ Press temperature, * significant at 5% level, ** significant at 1% level, n.s. not significant.

いる。

Fig. 1 から次のことが明らかとなった。

表層密度は、表層マット含水率10%かつ熱圧温度230℃の条件で最も高くなった。

はく離強さは、接着剤添加率6%かつ熱圧温度170℃の条件が最も優れていた。接着剤添加率3%

の場合、熱圧温度の影響は認められなかった。

曲げ強さおよび曲げヤング係数は、接着剤添加率3%より6%の方が優れていた。また、曲げ強さは、表層マット含水率10~15%の条件が優れていた。

吸水厚さ膨張率は、接着剤添加率6%かつ表層マット含水率15%の条件で最も低減した。接着剤添加率3%の場合、表層マット含水率10~15%の条件で低減した。また表層マット含水率に関わらず熱圧温度230℃のとき低減し、EMDIを用いたSPBは、これまでPMDIを用いたボードにおいて検討されたことのない高い熱圧温度(230℃)が吸水厚さ膨張率の低減に有効であることが明らかとなった。

次に、JIS材質試験項目であるはく離強さ、曲げ強さ、曲げヤング係数、吸水厚さ膨張率から判断して最良と考えられる製造条件(適正製造条件)について検討する。

接着剤添加率は6%が適正であった。しかし、接着剤添加率はSPB製造コストに大きな影響を及ぼす⁹⁾ので、接着剤添加率6%に加えて3%についても適正製造条件を検討した。

接着剤添加率6%の場合、表層マット含水率は15%が適正であった。また、表層マット含水率15%において、熱圧温度を170℃や200℃より230℃とすることで吸水厚さ膨張率の大きな低減効果が認められた。はく離強さは、170℃のとき最も優れていたが、すべての条件でJISの最も高強度な基準値である0.3MPaを満たす0.58MPa以上となった。これらのことから、実験温度域では、吸水厚さ膨張率が最も低い値を示す230℃を適正と判断した。なお、接着剤添加率3%においては、表層マット含水率10~15%、熱圧温度230℃が適正であった。

接着剤添加率6%、3%それぞれの適正製造条件におけるSPB材質をTable 4に示す。

4. 考 察

4.1 パンクの原因

実験2において、EMDIを用いた表層マット含水率20%のSPBは、既報⁵⁾のMUFを用いたSPBと表層マット含水率を除き同一条件で製造されている。既報⁵⁾のMUFでは、表層マット含水率25%でパンクを生じなかったが、実験2のEMDIでは20%でパンクを生じた。このように、表層マット含水率はMUFを用いたSPBの方が高いにもかかわらず、EMDIを用いたSPBのみパンクを生じた。このことから、EMDIを用いたSPBの表層マット含水率20%におけるパンクの主な原因は、PBにおいて一般的な原因と考えられている水蒸気でなく、PMDIを用

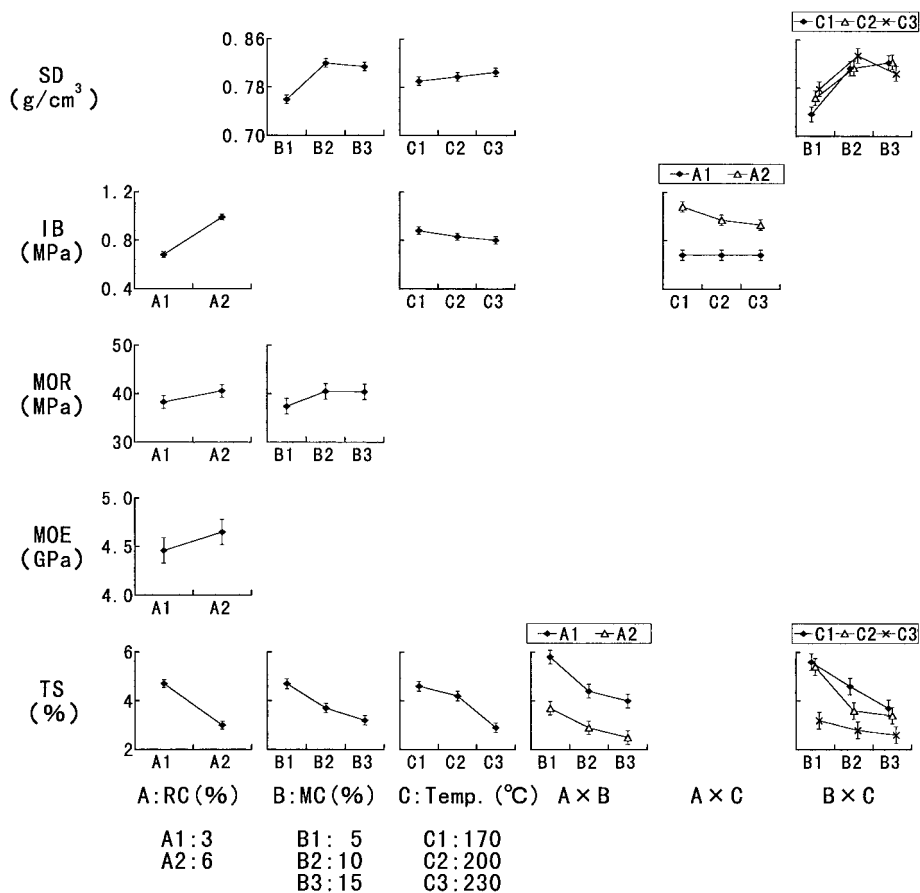


Fig. 1. Effect graphs of significant factors in manufacturing conditions. (Significant at 5% level)

Legend: I: Range of 95% confidence intervals.

Notes: SD; IB; MOR; MOE; TS; RC; MC; Temp.: See Table 3.

Table 4. Properties of SPB for suitable conditions.

RC (%)	MC (%)	Temp. (°C)		Density (g/cm ³)	IB (MPa)	MOR (MPa)	MOE (GPa)	TS (%)
3	10	230	Mean	0.60	0.65	39.3	4.61	3.4
			Max.	0.65	0.71	41.4	4.93	4.1
			Min.	0.56	0.59	36.9	4.22	2.9
			S.D.	0.02	0.05	1.9	0.31	0.4
			N	20	4	4	4	8
	15	Mean	0.60	0.71	39.1	4.53	3.3	
		Max.	0.62	0.76	42.4	4.65	3.7	
		Min.	0.57	0.68	36.5	4.38	2.9	
		S.D.	0.01	0.03	2.9	0.12	0.3	
		N	20	4	4	4	8	
6	15	Mean	0.62	0.93	43.1	4.93	1.9	
		Max.	0.65	1.08	49.2	5.59	2.2	
		Min.	0.56	0.76	39.0	4.54	1.5	
		S.D.	0.02	0.14	4.4	0.47	0.3	
		N	20	4	4	4	8	

Notes: RC; MC; Temp.; IB; MOR; MOE; TS: See Table 3.

いた場合のみ放出され、SBにおいてJohnsら³⁾が一因となることを指摘したCO₂であることが考えられた。

CO₂がパンクに及ぼす影響については、次のように考えられる。

Wittmann¹⁰⁾は、PMDIを用いた単層PBの熱圧時にPMDIと水の反応により発生するCO₂量を測定した。その結果、PMDI添加率(4%, 6%)、熱圧条件165℃5分、マット含水率(2.5~15%)において、マット含水率の上昇に伴い発生するCO₂量が増大することおよびPMDI添加率6%、マット含水率11%、熱圧温度165℃の条件下で、CO₂は熱圧開始2分後から放出され、6分後にかけて全放出量の9割以上が放出されることを報告している。

一方、表層密度は、熱圧時に高温、高圧、水分非定常状態の3条件がそろい表層の塑性変形を生じやすい場合に高まることが報告¹¹⁾されている。また、Strickler¹²⁾は、熱圧温度143℃、ボード密度0.65 g/cm³、マット含水率12%の単層フレックボードにおいて、初期圧縮圧2MPaを2分間保持した結果、ボード両表面から約2.54 mmの深さに最大密度が形成されたことを報告している。このことは、熱圧開始2分後には既にボード両表面から約2.54 mm(ボード厚さ12 mmであれば、厚さの40%以上)の位置で水蒸気の移動が起こり、大きな塑性変形を生じ緻密化が進んでいることを示していると考えられた。

以上、PMDIと水の反応により発生するCO₂は、表層で水蒸気の移動および大きな塑性変形を生じ緻密化が進行した後に本格的な放出が開始されることが考えられた。また、前述したように、PMDIを用いたPBは、高いマット含水率(20%以上)で優れた材質が得られることが報告^{1,2)}されている一方、PMDIを用いたSBは、高いマット含水率(15~18%)でボード材質の低下およびパンクを生じることが報告^{3,4)}されている。

これらのことから、表層に本研究のSPBのようなストランドを用いた場合、大型で平坦な形状のエレメント同士が重なり合う緻密な構造となるため、そのストランド層から表層マット含水率の上昇に伴い増大するCO₂が放出され難いことがパンクの主な原因となる可能性が考えられた。

4.2 ボード材質

EMDIを用いたSPBは、既報⁵⁾のMUFを用いたSPB(表層マット含水率17%・熱圧温度170℃)と比較すると、表層マット含水率が10%と低く、熱圧温度が230℃と高い条件において高い表層密度を得た。また、MUFを用いたSPBは、表層マット含水

率を9%から17%、熱圧温度を170℃から200℃に高めることによる吸水厚さ膨張率の低減効果が大きかった。一方、EMDIを用いたSPBは、表層マット含水率を5%から10%、熱圧温度を200℃から230℃に高めることによる吸水厚さ膨張率の低減効果が大きかった。すなわち、表層密度、吸水厚さ膨張率ともに、EMDIを用いたSPBは、MUFを用いたSPBと比較して、低い表層マット含水率および高い熱圧温度において、表層密度が高く、吸水厚さ膨張率が低減する傾向が認められた。

EMDIを用いたSPBのこれら材質の特徴は、前項のパンクの原因で考察したCO₂および表層の塑性変形が影響を及ぼすことが考えられる。

EMDIを用いたSPBは、表層マット含水率が高くなると増大するCO₂発生量が表層から放出され難くなるため、表層密度の高まりを妨げ始める可能性が考えられる。そこで、MUFを用いたSPBと比較して、表層マット含水率を低く熱圧温度を高くすることにより、CO₂発生量を低減させ、芯層への熱拡散に用いられる表層水分量の減少を高い熱圧温度で補い、初期圧縮圧4~5 MPa程度の条件下で塑性の3条件がそろい水蒸気拡散速度を保つことが表層密度の高まりおよび吸水厚さ膨張率の低減に有効であると考えられた。

また、前報⁶⁾において、吸水厚さ膨張率は可逆膨張率と非可逆膨張率からなり、非可逆膨張率の占める割合が大きいこと、初期圧縮圧4 MPa以上で表層の非可逆膨張が抑制された結果、ボード全体の吸水厚さ膨張率が低減されたことが明らかとされている。一方、芯層の非可逆膨張率は初期圧縮圧による有意差が認められず、初期圧縮圧4 MPa以上において表層と比較しその値が大きくなっている。さらに、芯層の方がボード全体に占める重量比が大きく密度が低いため、厚さに占める割合が高い。このことから、ボード全体の吸水厚さ膨張率を一層低減するためには、芯層の非可逆膨張率を低減することが重要と考えられる。

非可逆膨張の原因は、①熱圧時に形成されるセットの水分回復、②接着剤の劣化ならびにパーティクルの膨張に起因する内部応力により生じるパーティクル間の接着結合力の破壊であることが報告されている¹³⁾。低密度の芯層においては、特に②が問題となると考えられる。川井ら¹⁴⁻¹⁶⁾は、低密度PBでイソシアネート系樹脂接着剤は高い結合力を発揮することを報告しており、SPBにおいても、EMDIを用いることにより、低密度である芯層の非可逆膨張率が低減される結果、ボード全体の吸水厚さ膨張率が

低減されることが考えられた。

以上、EMDIを用いたSPBの吸水厚さ膨張率は、表層マット含水率を5%から10%、熱圧温度を200℃から230℃に高めることで大きく低減された。また、初期圧縮圧4~5MPa程度で表層の非可逆膨張率が抑制されることに加え、接着剤にEMDIを用いることで芯層の非可逆膨張率が抑制されることが考えられた。その結果、吸水厚さ膨張率は1.9%（接着剤添加率6%）および3.3~3.4%（同3%）となり、近年の北米や欧州からの輸入OSB¹⁷⁾の10~18%と比較して大幅に低減されることが明らかとなった。

5. 結 論

接着剤にEMDIを用いた小型のSPBを製造した。接着剤添加率（3, 6%）、表層マット含水率（5, 10, 15, 20%）、熱圧温度（170, 200, 230℃）がSPB材質に及ぼす影響を検討した。また、接着剤添加率（10%）、表層マット含水率（20%）、熱圧温度（170, 200, 230℃）がSPBのバンクに及ぼす影響を検討した。結果を要約すると、次のとおりである。

1) 接着剤添加率6%、表層マット含水率15%、熱圧温度230℃において、ボード密度0.62 g/cm³、はく離強さ0.93 MPa、曲げ強さ43.1 MPa、曲げヤング係数4.93 GPa、吸水厚さ膨張率1.9%と最も優れた材質が得られた。また、接着剤添加率が3%の場合、表層マット含水率10~15%、熱圧温度230℃が適正製造条件であった。

2) 表層マット含水率20%では、製造ボードのすべてで表層ストランド部分にバンクを生じた。

3) EMDIとマット中の水分の反応により発生するCO₂が熱圧時のバンクおよびボード材質に影響を及ぼす可能性が考えられた。

謝 辞

本稿を執筆するに当たり御指導をいただいた北海道立林産試験場元技術部長の窪田實氏、密度分析に御協力いただいた株式会社イワクラの高橋賢孝氏、撥水剤を御提供いただいたアイカ工業株式会社に厚く御礼申し上げます。

文 献

1) Tongboon, S., Kiatkamjornwong, S.,

Prasassarakich, P., Oonjittichai, W. : *Wood and Fiber Sci.* **34** (3), 391-397 (2002).

- 2) Galbraith, C. J. Jr., Cohen, S. C., Ball, G. W. : Proc. 17th International Particleboard Symposium W.S.U., Pullman, WA, USA, 1983, pp. 263-282.
- 3) Johns, W. E., Maloney, T. M., Huffaker, E. M., Saunders, J. B., Lentz, M. T. : Proc. 15th International Particleboard Symposium W.S.U., Pullman, WA, USA, 1981, pp. 213-239.
- 4) Chelak, W., Newman, W. H. : Proc. 25th International Particleboard/Composite Materials Symposium W.S.U., Pullman, WA, USA, 1991, pp. 205-229.
- 5) 吹野 信, 堀江秀夫, 佐藤 司, 小川尚久 : 木材学会誌 **45**(6), 471-478 (1999).
- 6) 吹野 信, 堀江秀夫, 佐藤 司, 小川尚久 : 木材学会誌 **46**(6), 581-586 (2000).
- 7) 吹野 信, 下久根宣樹, 小川尚久 : 第50回日本木材学会大会研究発表要旨集, 京都, 2000, p. 271.
- 8) 高橋昭博 : 第12回木質ボード・木質複合材料シンポジウム, 大阪, 1996, pp. 30-39.
- 9) 石河周平 : 林産試だより 2月号, 8-15 (1997).
- 10) Wittmann, O. : *Holz Roh-Werkstoff* **34**(11), 427-431 (1976).
- 11) 佐々木光, 川井秀一 : 材料 **37**(422), 1349-1356 (1988).
- 12) Strickler, M. D. : *Forest Prod. J.* **9**(7), 203-215 (1959).
- 13) 中路 誠, 川井秀一, 森田清司 : 木材保存 **26**, 53-59 (1985).
- 14) Kawai, S., Sasaki, H. : *Mokuzai Gakkaishi* **32**(5), 324-330 (1986).
- 15) 川井秀一, 須田久美, 中路 誠, 佐々木光 : 木材学会誌 **32**(11), 876-882 (1986).
- 16) 須田久美, 川井秀一, 佐々木光 : 木材学会誌 **33**(5), 376-384 (1987).
- 17) 日本木材学会木質パネル研究会 : “木質パネル第2次耐久性プロジェクト中間報告書(その2)”, (社)日本木材加工技術協会, 東京, 2005, pp. 4-5.