

乾式接着を応用した木質ボードの製造
- サンドイッチパネルの成型方法とその評価 -

山本 誠*¹ 斉田吉裕*¹ 中野欽章*²

Research on Processing Technology of Wooden Board Applied Dry Adhesives

- Method of molding sandwich panel and the evaluation -

YAMAMOTO Makoto*¹, SAITA Yoshihiro*¹, NAKANO Yoshiaki*²

抄録

建具工場から排出される合板や MDF を細片化してボードを製造し、建具用芯材としての利用可能性を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) エレメントの形状にかかわらず EVA20wt%、イソシアネート 10wt%、水分 10wt% で成形することによって、曲げ強さは 10N/mm^2 以上の強度が得られた。
- (2) 荷重方向を面材と直交させることにより、EVA の混合比を 20wt% としても建具の芯材として利用できる可能性を見いだした。
- (3) 本成型法のプレス時間は約 50 の盤面であれば、10min で必要な強度が得られた。
- (4) 建具の芯材として利用するときは、面材と直交方向に使用することによって、曲げ・ヤング率ともに有意になることが判明した。

キーワード：乾式，接着，木質，EVA，イソシアネート化合物

1 はじめに

これまで当センターでは、木質系端材等を細片化し、その表面に生分解率の高い PVA を含む接着剤を塗布し、その塗布したエレメントを所定の時間放置後、接着剤が乾燥した小片材を用い、必要時にいつでも常温成形が可能なことを明らかにしてきた^{1) 2)}。本技術は、接着剤を塗布した後、直ちに加熱成形を行う従来技術とは異なり、その新しい点は接着剤をコーティングしたエレメントの水分管理を行えば、必要時にいつでも成形が可能なことにあり、大量の廃棄物を資源に転換して利用できることにある。また、エレメントへの接

着剤の塗布工程とボード化の工程をそれぞれ独立して行うことによって、廃棄物の発生源となる企業・地域での処理が可能となる。

本研究では、埼玉県の建具産地から排出される合板や MDF (中比重繊維板) 等の木質材を細片化し、上記の成形法で作製したボードの、建具芯材としての利用可能性について検討した。

2 実験方法

2.1 エレメント

ここでは、建具工場から排出される廃材の再資源化を目指し、廃棄される合板や MDF のリサイクル技術を検討するため、図 1 に示す小片化・細片化 (エレメント) した廃材で、後述するサンドイッチパネルを作製し、主に内装用のドアに利用

*¹ 材料技術部

*² 生産技術部



図1 合板/MDFを細片化したエレメント

される芯材として性能を検証した。

同図のエレメントは、破砕機のメッシュを円形状のものと楕円形状のものを使用して作製した。円形状のサイズは直径 5mm (M5; 左上) 16mm (M16: 右上) の 2 種類とし、楕円形状のサイズは短軸を 3mm にした長軸 5mm (OM5: 左下) 16mm (OM16: 右下) の 2 種類用いた。そのときのエレメントは、ふるい振とう機 (メッシュサイズ: 0.5、1.0、1.4、2.0、4.0 mm) で 30min 間動作させ、各メッシュの残さを測定した。各メッシュの粒度別重量割合を図2に示す。

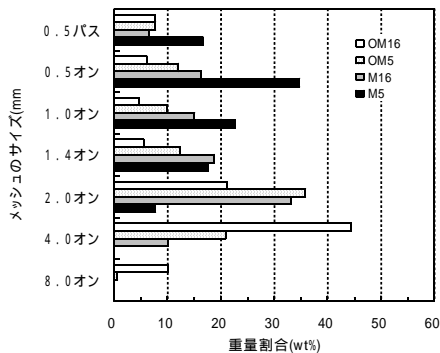


図2 エレメントの粒度別重量割合

2.2 サンドイッチパネルの作製方法

ボードの作製は、前項のエレメントを含水率約 10.0 ~ 14.0% に調整したのち、接着剤 (EVA: 株式会社クラレ製、OM-4000) を定量塗布し、室温で 2 週間以上放置させエレメントに付着している水分を乾燥させた (図3の上部に示す)。このときのバインダーコーティングエレメントの含水率は 12.5 ~ 16.0 % であった。次にパネルの表裏面の材料となす面材 (図中に示した合板) に EVA を約

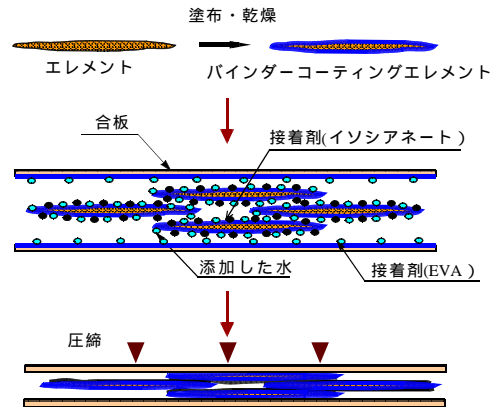


図3 ボード作製の概念図

100g/m² 塗布し、エレメントと同様に乾燥させた。

サンドイッチパネルは、乾燥したバインダーコーティングエレメントに対し、定量のイソシアネート化合物 (日本ポリウレタン工業株式会社、ウッドキュア 300) と水を添加してから圧締した。このときの概念を同図に示した。作製されたパネルは、同図の下に示すようにエレメントとエレメントをサンドイッチする面材にコーティングされている、EVA と EVA 中に含まれる PVA が添加した水分をそれぞれ吸湿し、その結果圧締させることによって、短時間で接着が常温で可能となる。解圧されたパネルは、解圧後もこの状態を維持しながら、添加した残留イソシアネート化合物と水分及び EVA 中の PVA と反応 (後硬化) し、エレメント間及びエレメントと面材が接着される。

2.3 試験体の形状と実験方法

前項に記した成形法を利用して試験体を作製した。使用した合板とエレメント及び成形後の試験体と曲げ試験用の試験片を図4・5に示す。



図4 成形材料

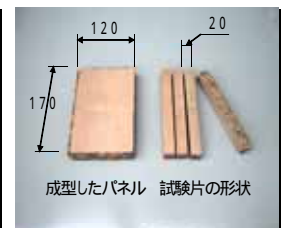


図5 成形したボード

成形に使用した合板は厚さ 2.3mm のラワン合板を用いた。エレメントは、比重を 0.3、0.5、0.7 に調整するため、それぞれ 110g、183g、255g 用いた。比重については、仕上がりの厚さをプレス

盤面で調整した。成形したパネルは、長さ方向の端部から約 10mm 除いた箇所から、幅 20mm の試験片を作製した。1 条件の試験体は 4 本 (N=4) とした。試験体の作製条件を表 1 に示す。

表1 試験体の成形条件

項目	条件
接着剤	エチレン酢ビ系 固形分 5.0% (PVA 含) 塗布量: 1.5、2.0、2.5 wt%
	イソシアネート 水乳化タイプMDI(NCO含有量: 28.5-30.5%、 粘度: 140-320mPa)、塗布量: 7、10、13 wt%
水分	1.0 wt% (エレメント重量に対して)
温度	30、50、70 (定盤温度)
比重	0.3、0.5、0.7
時間	5、10、20 min

試験体の性能は、JIS K 7171 に準じた 3 点曲げ試験で行った。その時の荷重方向を図 6 に示す。同図の A は面材方向から、B は A を 90° 回転させた方向から、C は B 方向に更に面材を接着した方向からそれぞれ負荷した。

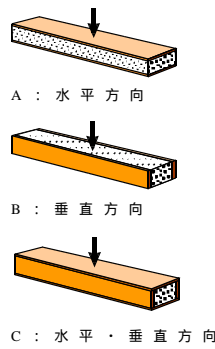


図 6 荷重方向

3 結果及び考察

3.1 各エレメントの曲げ強さ

EVA20wt%、イソシアネート 10wt%、水分 10wt% で、成形時のプレス面の温度を 50 に設定した盤面で 10min 間圧縮した。各試験体の曲げ・ヤング率を図 7 に示す (荷重方向 B)。このときの比重は 0.5 に設定した。

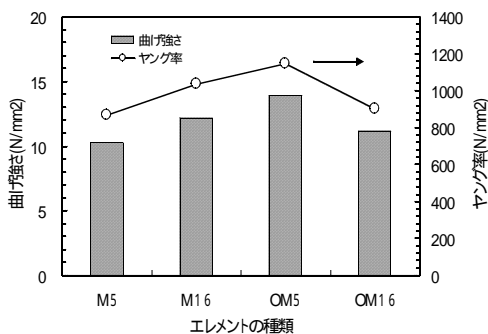


図 7 各エレメントの曲げ強さ・ヤング率
同図から曲げ強さは OM5 > M16 > OM16 >

M5 の順となった。ここで、OM5 のエレメントで作製した試験体は市販の MDF より曲げ強さとヤング率がやや弱いものの、実用レベルの強度が得られている。その結果、合板や MDF に化粧用として貼られている樹脂シート (主に PP) が混在したエレメントでも、本成形法を用いればボード化が可能であることが明らかとなった。また、そのときの試験体の曲げ性能は、荷重方向が B の場合は、ここで用いたエレメントはすべて 10N/mm² 以上であった。

3.2 接着剤の塗布量

バインダーコーティングエレメントに使用する接着剤の塗布量を 15、20、25wt% としたときの曲げ強さ・ヤング率の結果を図 8 に示す。荷重の方向は図 6 に示すように成形ボードの厚さ方向 A と幅方向 B とした。

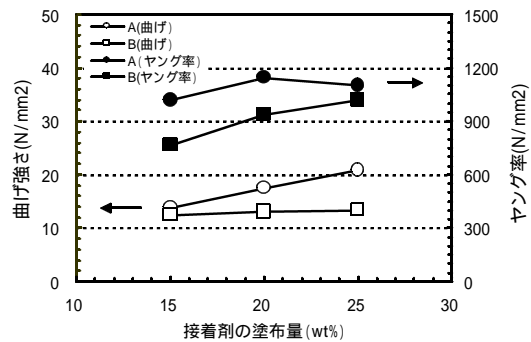


図 8 接着剤の塗布量と曲げ強さ・ヤング率

その結果、曲げ強さは A 方向に負荷したとき、塗布量の増加とともに正の相関を示すものの、B 方向については塗布量の影響を本成形条件の範囲では明らかにできなかった。このことは (A 方向) 前述したように曲げ試験結果では、サンドイッチした面材 (合板) の下端が引張り応力として働くため、面材の厚さに曲げ強さが依存することによる。したがって、この方向で使用するとき、エレメントの曲げ性能を向上させるよりも、面材の厚さによる因子を考慮する必要がある。

ここでは、内装ドアの芯材として利用するとき A 方向に負荷されないため、面材の厚さの因子は検討しなかった。B 方向については、接着剤の塗布量が 25wt% の場合、曲げ強さが約 15N/mm² と

なったが、この原因はエレメント間の接着強さが向上したことよりも、成形されたボードの界面と面材の界面間の接着力が寄与したためと考えられる。ヤング率については、曲げ強さと同じような傾向となったが、荷重方向では A 方向が高い値を示した。このことは試験片の下面に引張り応力が働くため、比例限度内では A 方向の場合、面材部分の性能が B 方向より高いものと考えられる。いずれの場合も、建具の芯材として利用するときは B 方向で利用した場合、市販の MDF よりはやや曲げ強さが劣るものの、実用レベルの芯材は EVA の塗布量が 20wt% であれば問題がないものと推察される。

3.3 圧縮時間

B 方向に負荷したときの性能を、面材のある場合（サンドイッチパネルより作製）と面材のない場合を圧縮時間で比較検討した。圧縮時間は 5、10、20min とした。試験体の作製条件は EVA20wt%、イソシアネート 10wt%、水分 10wt% とし、プレス面は温度 50 に設定して、比重は 0.5 を目標値とした。結果を図 9 に示す。

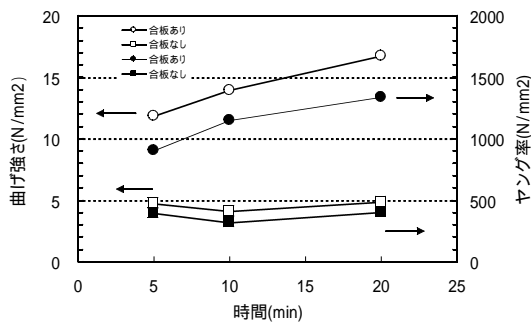


図 9 圧縮時間の影響

同図に示すように合板・MDF のエレメントで作製した場合は、圧縮時間による依存性は少なく、ボードの曲げ強さは約 5N/mm² となった。一方、面材をサンドイッチした試験片では、圧縮時間と曲げ強さ・ヤング率の間に相関を認めた。サンドイッチパネルから作製した試験片（図中 印）の曲げ強さは、これまでの結果から 20min 以上の時間圧縮しても一定になる。ここでは、本成形法の圧縮時間の因子を、約 10min とすることで実

用レベルの芯材を作製できることが判明した。

3.4 荷重方向

前項までに、合板と MDF のエレメントで作製したサンドイッチパネルの曲げ性能に影響を与える因子を、エレメントの形状、接着剤の塗布量、圧縮時間等で検討した。

ここでは、作製した芯材を建具として使用するときを想定し、B 方向の芯材に面材を貼り（図 6 の C）、その性能を検討した。試験体には OM5 のエレメントを使用して、前項と同じ条件で成形した（EVA20wt%、イソシアネート 10wt%、水分 10wt% とし、プレス面温度 50、比重 0.5）。圧縮時間と曲げ強さ及びヤング率との関係を図 10 に示す。

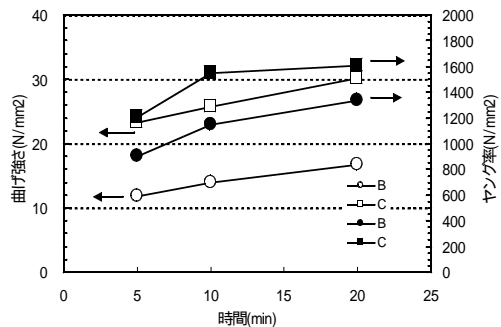


図10 圧縮時間と曲げ強さ及びヤング率

その結果、B 方向の場合は前項にも記したように、圧縮時間 20min まで曲げ強さと圧縮時間は正の相関となる。C の条件では、B 方向の表裏面に貼った面材が負荷されたときに発生する応力を試験片の下面側で保持するため、各圧縮時間ともに増加傾向を示した。B 方向に対して、その増加割合は圧縮時間の短い方からそれぞれ 87、86、71% となった。このことは、B 方向に使用する芯材の表裏面に面材を貼ることによって、面材が芯材との界面に不良がないときは面材の厚さで曲げ性能を向上させることができたことを意味する。したがって、B 方向を内装ドアの芯材として利用するときは、曲げ性能を要求される部品にあっては、面材を厚くするか B 方向の芯材に図 23 の C に示すような使い方をすることによって曲げ性能の向上が図れる。なお、ヤング率についても曲げ

強さと同様のことがいえる。

られる。

4 まとめ

以上の結果から下記のことが明らかとなった。

(1) エレメントの性能

エレメントの形状にかかわらず EVA20wt%、イソシアネート 10wt%、水分 10wt% で成形することによって、曲げ強さは $10\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の強度が得られた。

(2) 接着剤の塗布量

荷重方向を面材と直交させることにより、EVA の混合比を 20wt% でも建具の芯材として利用できる可能性を見いだした。

(3) 圧縮時間

約 50 の盤面であれば、本成型法のプレス時間は 10min 間で必要な強度が得られた。

(4) 荷重方向

建具の芯材として利用するときは、面材と直交方向に使用することによって、曲げ・ヤング率ともに有意になることが判明した。

当センターでは、木材・木質材の廃材を利活用するため、できるだけ簡易に細片化した廃材をボード化する製造方法を検討してきた。ここでは、主に建具工場から排出される合板や MDF を細片化してボードを製造し、そのボードを使用して、建具用の芯材としての利用可能性を検討し、その接着機構を明らかにした。

曲げ性能を中心に検討した結果、建具用芯材として従来から利用している市販の MDF をひとつの評価尺度として比較した場合、ややヤング率が劣るものの、ここで作製した芯材が従来から使用している部品の代替材となることが明らかとなった。特に、廃材に樹脂シート等が混在したエレメントの利用可能性が明らかになったことは、建具工場から排出される廃材以外にも応用化が可能となることが示唆された。具体的には、住宅内装材として利用している部材や家具工場から排出される化粧合板等の木質系の廃棄物への利活用も考え

謝辞

本研究は平成 16 年度中小企業産業技術研究開発事業として(独)産業技術総合研究所から委託を受け、産学官共同研究として実施した当センターの分担課題をまとめたものである。研究期間中は同研究所環境化学技術研究部門の主任研究官・広瀬重雄氏に大変お世話になった。ここに深謝の意を表します。また、(株)ヤマガミの代表取締役関和常夫氏に製品としての問題点等を指摘いただき、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 埼玉県：成型物及び成型方法、特開 2002-254457
- 2) 埼玉県：成型物及びその製造方法、特開 2004-174957