

# 家具部材からのホルムアルデヒド等のVOC放散量低減技術

## Study on Technique Reducing Amount of VOC Emissions from Wooden Furniture

山田順治\*, 住友将洋\*  
Nobuharu Yamada, Masahiro Sumitomo

### 抄 録

家具材料に使用されている単板成型積層材では、単板を接着する接着剤からホルムアルデヒドが放散する。VOC 放散量を低減することを目的として、低ホルムアルデヒドのメラミン樹脂系の接着特性に応じた高周波加熱成型技術を検討した。厚さ 1.5mm のブナ単板を用い、高周波発振機と直線型および湾曲型成型型により積層材を作製した。日本農林規格、単板積層材のホルムアルデヒド放散量試験で、メラミン系接着剤では、粒状尿素を添加した場合 F☆☆☆、添加しない場合は F☆☆ になった。非ホルムアルデヒド系接着剤では F☆☆☆☆ が得られた。尿素樹脂系接着剤では単板積層材の規格値 F☆ が得られず規格外となった。単板積層材は強度的に十分な値を示したが、浸せき剥離試験の結果では耐水性に問題があった。湾曲型単板積層材では出力を調整することにより、メラミン樹脂系の接着で規格に適合し耐水性の効果が現れた。

### 1 はじめに

最近、建築材料にとどまらず、家具等も揮発性有機化合物 (VOC) 放散への対策が求められてきている。家具材料に使用されている単板成型積層材では、単板を接着する接着剤からホルムアルデヒド (VOC) が放散する。このため、接着剤が尿素系接着剤から比較的ホルムアルデヒドの放散の少ないメラミン系接着剤に替わり、以前よりも温度管理等の製造条件が厳しくなり、接着不良等も多くなっている。VOC 放散量を低減することを目的として、低ホルムアルデヒドのメラミン樹脂系の接着特性に応じた直線型成型積層材、曲線型成型積層材の高周波加熱成型技術を検討した。

### 2 試験方法

#### 2・1 単板積層材の作成

積層材として、比重 0.81、幅 180mm、長さ 1050mm、厚さ 1.5mm のブナ単板を 22 枚用いた。

接着剤は、尿素樹脂系接着剤、メラミン系樹脂系接着剤、非ホルムアルデヒド系接着剤の 3 種類の接着剤を使用した。これらの接着剤の主成分は、それぞれ、尿素樹脂、尿素、メラミン樹脂、酢酸ビニル樹脂である。

尿素樹脂系接着剤では、主剤に対し、塩化アンモ

ニウムを 2 部、増量剤の小麦粉を 20 部、ホルムアルデヒドを低減するための粒状尿素を 5 部添加した。メラミン樹脂系接着剤では、主剤に対し、塩化アンモニウム 2 部、クエン酸 3 部、増量剤の小麦粉を 20 部、ホルムアルデヒドを低減するための粒状尿素 5 部を添加した。塩化アンモニウムは、硬化剤、クエン酸は、硬加促進剤である。比較のため、粒状尿素を添加しない接着剤も調合し使用した。

自動糊つけ機により、接着剤を 20g/900cm<sup>2</sup> の条件で単板に塗布し、合板で作成した成型型を油圧プレスに組み込み、圧縮圧力を 118N/cm<sup>2</sup> として、高周波加熱により成型加工を行った。直線型単板積層材用として幅 1050mm、奥行き 195mm、高さ 320mm の成型型と湾曲型単板積層材用として、幅 1000mm、奥行き 195mm、内側の曲率半径 1000mm の成型型の 2 種類を使用した。成型材は、加熱後、冷却時間を 1 時間とし解圧した。試験材は、使用した接着剤に対応し、直線型、湾曲型、それぞれ A から E の 5 種類作製した。

高周波発振機は、富士電波工機(株)製、出力 3kW の FDY-320 型を用い、直線型では陽極電流値を 0.75A で 4 分から 6 分間、湾曲型では 0.55A で 16 分から 30 分間、材の温度が 70℃になるまで印加した。また、給電点を成型型中央部にとった場合と、給電点を成型型左端にとった場合の材全体の温度分

布を時間を追って測定した。高周波加熱による単板の直線型成型加工を図1に示す。



図1 直線型による高周波加熱成型加工

1050mm, 湾曲型単板積層材, 幅 180mm, 両端幅 1000mm, 平均厚さ 32 から 33mm の積層材について, ホルムアルデヒド放散量試験, 浸せきはくり試験, 曲げ試験を行った。

ホルムアルデヒド放散量試験, 浸せきはくり試験は, 単板積層材の日本農林規格に従って行った。直線型単板積層材の曲げ試験は, 幅 33mm, 厚さ 33mm, 長さ 500mm の試験材を木取り, 曲げスパン 460mm, 中央集中荷重により行った。湾曲型単板積層材の曲げ試験は, 幅 35mm, 厚さ 32mm, 両端幅 450mm の試験材を木取り, スパン 450mm, 中央集中荷重, 曲がり材用の支点を用いて行った。

## 2・2 単板積層材の性能試験

## 3 試験結果

作製した直線型単板積層材, 幅 180mm, 長さ

試験結果を表1, 表2に示す。

表1 高周波加熱による試験単板成型積層材の性能

試験材	曲げヤング率 Eb(kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 σb(N/mm <sup>2</sup> )	密度 r(g/cm <sup>3</sup> )	含水率 u(%)	ホルムアル デヒド放散量 G(mg/l)	等級	浸せき剥離 試験結果
A 尿素樹脂系	13.58	138.9	0.82	13.2	15.7	—	—
B 尿素樹脂系*	12.76	125.6	0.82	13.1	10.1	—	—
C メラミン樹脂系	14.88	137.9	0.82	12.0	0.71	F☆☆	—
D メラミン樹脂系*	13.42	124.7	0.81	12.1	0.45	F☆☆☆	○
E 非ホルマリン系	13.02	113.9	0.78	12.9	0.24	F☆☆☆☆	—

\* 粒状尿素5部添加

浸せき剥離試験試験結果; 適合○ 浸せき剥離試験試験結果; 不適合—

表2 高周波加熱による試験単板成型積層材(湾曲)の性能

試験材	曲げヤング率 Eb(kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 σb(N/mm <sup>2</sup> )	密度 r(g/cm <sup>3</sup> )	含水率 u(%)	ホルムアル デヒド放散量 G(mg/l)	等級	浸せき剥離 試験結果
A 尿素樹脂系	12.0	127.0	0.8	10.6	18.5	—	—
B 尿素樹脂系*	11.31	123.1	0.8	11.2	0.91	F☆☆	—
C メラミン樹脂系	10.3	118.7	0.79	10.5	0.65	F☆☆	○
D メラミン樹脂系*	11.91	143.7	0.8	10.2	0.48	F☆☆☆	○
E 非ホルマリン系	12.34	123.1	0.79	9.8	0.13	F☆☆☆☆	○

\* 粒状尿素5部添加

浸せき剥離試験試験結果; 適合○ 浸せき剥離試験試験結果; 不適合—

表3に単板積層材の日本農林規格，ホルムアルデヒド放散量の等級区分F☆☆☆☆からF☆を示す。

表3 ホルムアルデヒド放散量

等級区分	平均値	最大値
F☆☆☆☆	0.3mg/L	0.4mg/L
F☆☆☆	0.5mg/L	0.7mg/L
F☆☆	1.5mg/L	2.1mg/L
F☆	5.0mg/L	7.0mg/L

直線型の単板積層材のホルムアルデヒドの放散量は，尿素樹脂系接着剤では単板積層材の規格値F☆が得られず規格外となった。

メラミン系接着剤では，粒状尿素を添加した場合F☆☆☆，添加しない場合はF☆☆になった。非ホルムアルデヒド系接着剤ではF☆☆☆☆が得られた。

メラミン系接着剤を使用することでホルムアルデヒド放散量が低減した。また，尿素系接着剤，メラミン系接着剤いずれも，粒状尿素を添加した場合ホルムアルデヒド放散量が低減しており，粒状尿素のホルマリンキャッチャー剤としての効果が確認できた。

ホルムアルデヒドの放散に関して，湾曲型の単板積層材は直線型の単板積層材とほぼ同様の結果となった。尿素樹脂系接着剤では，粒状尿素を添加しない場合，単板積層材の規格値F☆が得られず，規格外となったが粒状尿素を添加した場合F☆☆となった。メラミン樹脂系接着剤では，粒状尿素を添加した場合F☆☆☆，非ホルムアルデヒド系接着剤ではF☆☆☆☆が得られた。

メラミン樹脂系接着剤を使用することで尿素樹脂系接着剤に比べホルムアルデヒド放散量が低減した。また，尿素樹脂系接着剤，メラミン樹脂系接着剤いずれも，粒状尿素を添加した場合ホルムアルデヒド放散量が明らかに低減した。特に，尿素樹脂系接着剤では，粒状尿素を添加した場合，F☆☆☆が得られ，大きな効果を示した。

作製した直線型単板積層材は曲げヤング率の平均値が13.53kN/mm<sup>2</sup>，曲げ強度の平均値が128.2N/mm<sup>2</sup>となり強度的に十分な値を示した。

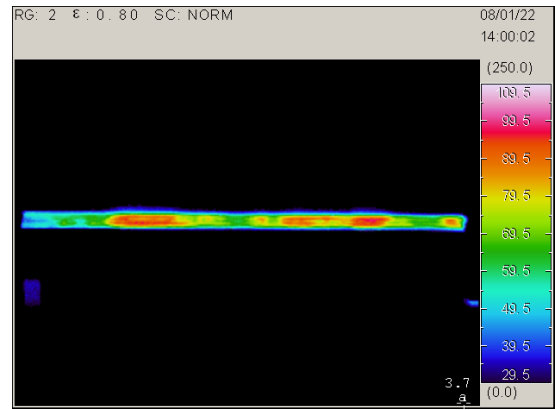


図2 熱画像，起電点を中央にとった場合

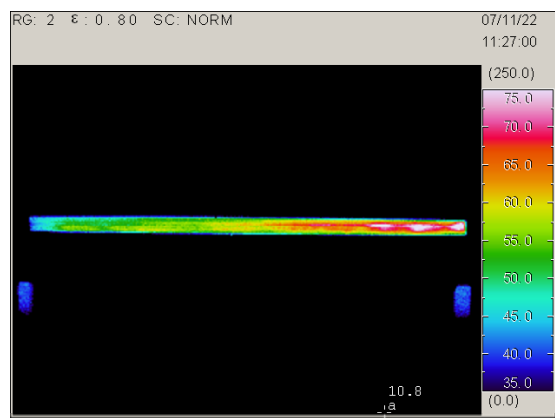


図3 熱画像，起電点を左にとった場合

浸せき剥離試験の結果，直線型単板積層材では，規格に適合した試験材は粒状尿素を添加したメラミン系接着剤を使用したものだけであり，耐水性に問題があった。

図2，図3に起電点を直線型の単板積層材の中央と左にとった場合の印加後5分から6分後の熱画像を示す。高温部では70℃以上となっているが，温度むらを生じ70℃以下のところがみられた。また，起電点から離れた箇所の温度上昇が早いことがわかった。湾曲型単板積層材では，接着性能を向上させるため，印加時間（同調時間）をさらに長くとり試験材全体の材温が70℃以上なるよう整合コイルの巻き数により高周波発振機の出力を調整した。

湾曲型単板積層材は曲げヤング率の平均値が11.57kN/mm<sup>2</sup>，曲げ強度の平均値が127.1N/mm<sup>2</sup>となった。作製した湾曲型単板積層材は曲がり材であることを考慮し，強度的に十分な値を示した。

浸せき剥離試験では，メラミン樹脂系接着剤，酢

酸ビニル樹脂系接着剤は、単板積層材の基準に適合したが、尿素樹脂系接着剤は、基準に適合しなかった。出力を調整し材温を高くすることにより、直線型単板積層材に比べ耐水性の効果が表れた。尿素樹脂系接着剤では十分な耐水性が得られなかったが、使用する接着剤により最適な加熱条件がそれぞれ異なると考えられる。

#### 4 まとめ

作製した単板積層材のホルムアルデヒド放散量について検討し、以下の結果が得られた。

(1) 尿素樹脂系接着剤で粒状尿素を添加しない場合は規格値F☆が得られず規格外となった。メラミ

ン系接着剤を使用することで規格値F☆☆☆、F☆☆☆が得られホルムアルデヒド放散量が低減した。

(2) 尿素系接着剤、メラミン系接着剤いずれも、粒状尿素を添加した場合ホルムアルデヒド放散量が低減しており、粒状尿素のホルマリンキャッチャー剤としての効果が確認できた。

(3) 作製した直線型単板積層材、湾曲型単板積層材はともに強度的に十分な値を示した。

(4) 浸せき剥離試験の結果、直線型単板積層材では、規格に適合した試験材は1種類だけであり、耐水性に問題があった。湾曲型単板積層材では出力を調整し材温を高くすることにより、直線型単板積層材に比べ耐水性の効果が現れた。