

# メンテナンスを考慮した木製脚物家具の研究 —木材とウレタンフォームの分離しやすい接着手法—

古曳博也・豊田修身・山本幸雄

日田産業工芸試験所

## Study on Maintenance of the Wooden Furniture —Adhesion Method of Wood/Urethane-Foam for the Easy Peeling—

Hiroya KOHIKI・Osami TOYODA・Yukio YAMAMOTO  
Hita Industrial Art Research Division

### 要旨

木製脚物家具（椅子、ソファ）の座面クッション材にはウレタンフォームが一般的に使用される。修理等のメンテナンスを想定して容易に分離できる木材とウレタンフォームの接着手法について検討した。合成ゴム系溶剤型接着剤を塗布する前処理として木材表面にはポリエチレングリコールの水溶液を塗布乾燥させた。接着幅 25mm の試験片を 140℃ 5 分熱風加熱した場合 5.81N のはく離接着力（平均値）で比較のきれいに分離できることが見出された。

### 1. はじめに

循環型社会の構築をめざし、廃棄物の抑制、リサイクル化、再資源化に向けた取り組みが様々な分野ではじまっている。容器包装や家電などの分野では、リサイクル対策の推進が法規制によって義務付けられている<sup>1)</sup>。

家具分野では現在法規制はなされてはいないものの、省資源化や長寿命化を図るなど廃棄物の発生を抑制する対策が推奨されている<sup>1)</sup>。そのため日常の使用時は機能性や安全性が十分に確保され、修理などのメンテナンス時や廃棄時には分離分別が容易に行える構造設計が望まれる。

椅子やソファなど木製脚物家具の場合、座面クッション材のへたりが原因で良好な弾力性が損なわれるために廃棄するケースが多々あるといわれる。そこで今回はクッション材の修理を想定して、木材に接着結合されたウレタンフォームを容易に分離する方法について検討することとした。

接着接合部を分離する方法としては、機械的な方法、物理的な方法、化学的な方法など<sup>2)</sup>が知られている。合成ゴム系溶剤型接着剤を用いる今回の実験では、その接着剤の性質を考慮して物理的な方法、特に加熱して軟化分離する

方法を採用した。また接着剤のはく離を促進させるピールアッププライマー<sup>3)</sup>としての役割を検討するために、接着剤を塗布する前に木材表面にはポリエチレングリコールの水溶液を塗布することとした。この試薬は毒性や刺激性はほとんどなく比較的安全性の高い物質<sup>4)</sup>である。口や皮膚に触れた場合でも障害をおこすことはまずない。木材分野における利用用途としては含漬による寸法安定性の付与<sup>5)</sup>が知られている。

木材とウレタンフォームの接着モデルをFig.1に示す。

### 2. 研究方法

#### 2.1 木材とウレタンフォームの接着性試験（常態時）

##### 2.1.1 試験片の作製

被着材としてハックベリー材（25×3×200mm、柾木取り）とウレタンフォーム（密度 0.045、25×10×350mm：ブリジストン化成西日本<sup>6)</sup>製）を用いた。被着材の両者にクロロプレンゴム溶剤型接着剤 8470 緑（ノーテプ工業<sup>7)</sup>製、以下合成ゴム系接着剤と記す）をスプレー塗布した（接着面は幅 25×長 150mm）。ハックベリー材については接着剤を塗布する前に平均分子量 4000 のポリエチレングリコール（以下PEGと記す）の 5、10、15、20%水溶液をハケで塗布したものとし、PEGを用いた。接着剤を塗布して約 30 分室温で乾燥させた後に貼り合せ、ハンドローラーを用い約 100N で加圧接着した。なお各条件における試料数は 5 個とした。

##### 2.1.2 試験及び評価方法

接着性を評価する方法として、JIS K 6854 接着剤のはく離接着強さを評価する180度はく離試験を基にした。接着接合後 7 日以上室温にて放置した試験片を引張り試験用

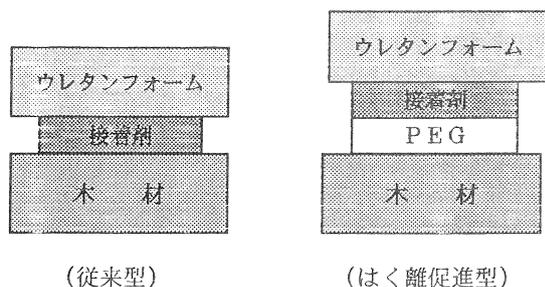


Fig.1 木材とウレタンフォームの接着モデル

治具に取り付けた。万能試験機5568型（インストロンジャパン(株)製，以下万能試験機と記す）を用いてクロスヘッドスピード100mm/minで引張り，最大荷重を求めた。

## 2.2 木材とウレタンフォームの加熱はく離性試験

### 2.2.1 試験片の作製

被着材としてハックベリー材（25×3×200mm，柾木取り）とウレタンフォーム（密度 0.045，25×30×350mm）を用いた。被着材の両者に合成ゴム系接着剤をスプレー塗布した（接着面は幅 25×長 150mm）。ハックベリー材については接着剤を塗布する前に PEG の 20% 水溶液をハケで塗布したものとししないものを用いた。接着剤を塗布して約 30 分室温で乾燥させた後に貼り合せ，ハンドローラーを用い約 100N で加圧接着した。なお各条件における試験片数は 5 個とした。

### 2.2.2 試験及び評価方法

はく離容易性を評価する方法として，JIS K 6854 接着剤のはく離接着強さを評価する 180 度はく離試験を基にした。接着剤塗布後 7 日以上室温にて放置した試験片を 60，100，140℃に設定した恒温乾燥機 MOV-212 型（三洋電気(株)製，以下恒温乾燥機と記す）で 5 分間加熱した後取り出し，さらに 1 分間放冷したものを引張試験用の治具に取り付けた。万能試験機を用いてクロスヘッドスピード 100mm/min で引張りのはく離接着力を求めた。はく離接着力は少なくとも 100mm のはく離長さにおける平均はく離力 (N) で求めた。また試験条件によっては接着面がはく離せずにウレタンフォームが切断する場合は認められたがその場合は最大荷重を求めた。なお接着層の温度変化については，被覆熱電対線を試験板の中央部に取り付けて測定した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 常態時の接着強さについて

加熱による分離の容易性を検証するためにハックベリー材には前処理として様々な濃度の PEG 水溶液を塗布乾燥させた。Fig.2 に常態時の接着強さ（180 度はくり接着強度）を示す。なお試験片の PEG 平均塗布量は 58g/m<sup>2</sup>，また接着剤平均塗布量は 120g/m<sup>2</sup>である。いずれの試験片も引張り操作によって最終的にはウレタンフォームが切断して試験を終えた。強度値は PEG 塗布による処理の有無に関わらず 33.4～35.5N（平均値）とほぼ同様の値を示した。また接着層の状況は，PEG を塗布しない試験片，5% 水溶液及び 10% 水溶液を塗布した試験片には接着はく離は認められなかったが，15% 水溶液は塗布した試験片は接着幅の 10% 程度，また 20% 水溶液を塗布した試験片では接着幅の 50% 程度に接着はく離が確認できた。

PEG 塗布による処理の有無に関わらず強度値がほぼ同様であった理由としては，木材とウレタンフォームの接着

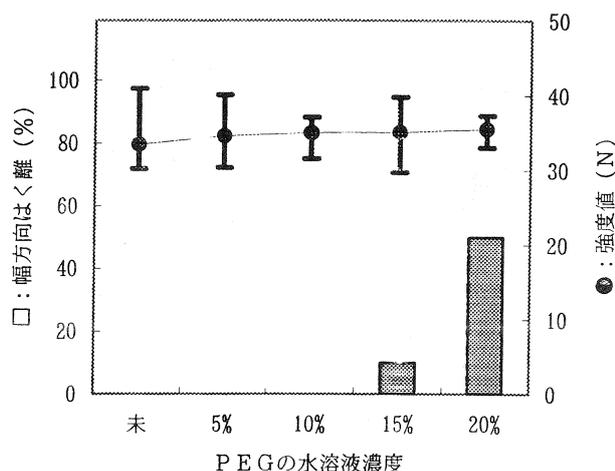


Fig.2 木材-ウレタンフォームの接着強さ

接合部で分離がほとんど進行せず，結果的にウレタンフォームの引張り試験と同様な試験操作となったためであると思われる。すなわち今回の実験で求められた強度値はウレタンフォームの引張り破壊荷重を示しているものと考えられる。木材とウレタンフォーム間の接着力は今回求められた強度値（ウレタンフォームの引張り破壊荷重）よりも大きい値となることが予想され，このことから常態時に使用する場合 20% 水溶液程度の PEG 濃度であれば強度低下はおこらないものと判断できる。

接着接合部のはく離状況については，PEG 濃度が高くなるに従って分離しやすくなる傾向を示した。接着力が発揮される因子のひとつに投錨効果<sup>6)</sup>が関与しているといわれているが，PEG を塗布することにより木材表層に PEG の膜が形成され，接着剤が木材に浸透する量が制限されたためではないかと想像できる。今回の実験では実証されていないがより高濃度の PEG を塗布することによって，木材と接着剤との界面で働く分子間引力を低下<sup>7)</sup>させるなんらかの作用が生じているものと考えられる。

### 3.2 加熱による接着はく離の促進について

Fig.3 に木材とウレタンフォームを接着接合した試験片の加熱後のはく離状況を，また Fig.4 には接着層の温度変化の状況を示す。なお試験片の PEG 平均塗布量は 67g/m<sup>2</sup>，また接着剤平均塗布量は 144g/m<sup>2</sup>である。PEG を塗布した試験片はいずれの加熱条件の場合においても木材とウレタンフォームがきれいに分離され，ピールアッププライマーとしての役割を果たすことが確認できた。はく離接着力は加熱温度が高くなるに従って低くなる傾向を示し，140℃の恒温乾燥機で 5 分加熱した場合は 5.81N（平均値）という値で分離できた。一方 PEG を塗布しない試験片は，加熱温度が高くなるに従って引張り操作の初期にははく離が認められるものの途中ではく離しなくなり，いずれの加熱条件の場合においても最終的にはウレタンフォームが切

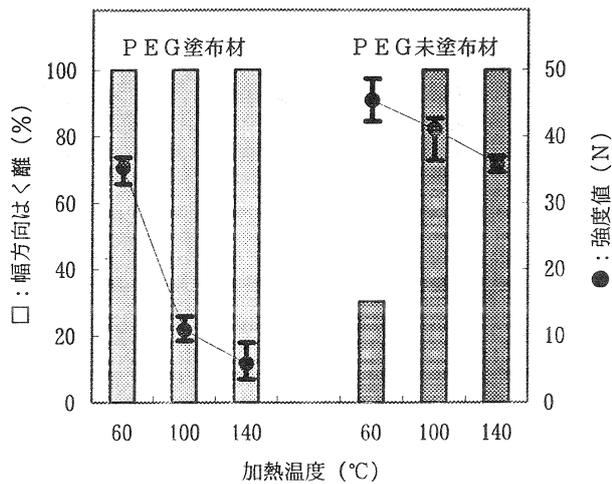


Fig.6 加熱による接着はく離状況

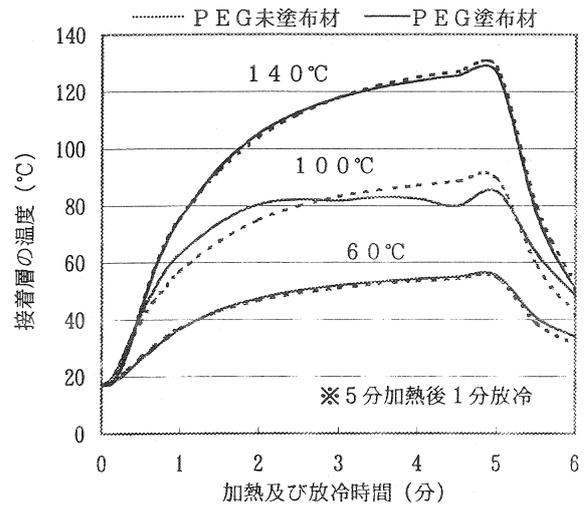


Fig.7 接着層の温度変化

断した。実験で求められた強度値は、ウレタンフォームの引張破壊に伴う値であり、加熱温度の高低によって強度値に差異が生じたのはウレタンフォームの加熱の程度によって耐久性に優劣が生じたためであると思われる。

合成ゴム系接着剤はもともと耐熱性に劣り、加熱することによって溶融化する傾向がある。加熱溶融によって接着強度は低下する傾向を示すと思われるが、しかし木材表面に塗布した接着剤が木材表面からきれいにはく離するまでには至らない。

PEG塗布した試験片では、分離されたウレタンフォーム側に接着剤が付着していることが確認できた。すなわち木材とPEGの界面あるいはPEGと接着剤の界面ではく離現象がおこっていると考えられる。PEGが木材側に付着しているのか接着剤側に付着しているのか、またなぜ分離しやすくなるのか今回の実験では実証されていないが、平均分子量4000のPEGの融点は53~56°C<sup>4)</sup>であることから、接着層の温度がおよそ60°C以上に加熱されることにより溶融化現象が生じ、常態の場合以上に界面はく離がしやすい状況となっているものと考えられる。

#### 4. まとめ

容易に分離できる木材とウレタンフォームの接手法を検討した今回の実験により以下の結果が得られた。

(1) 前処理としてPEGの水溶液を木材表面に塗布した場合、接着層を加熱することによって木材とウレタンフォームはきれいに分離された。

(2) はく離接着力は加熱温度が高くなるに従って低くなる傾向を示し、接着幅25mmの試験片を140°Cの熱風乾燥機で5分加熱した場合5.81Nのはく離接着力(平均値)で分離できた。

(3) 常態時における接着強さはPEG塗布による処理の有無に関わらずほぼ同様な値を示し、PEGの20%水溶液

を塗布した場合でも強度低下は認められなかった。

今回は小サイズの試験片を用いた実験であったため熱源として恒温乾燥機を用いた。しかし大型の家具を対象とする場合には、ホットエアガンなどを熱源に用い集中的に加熱するほうがより実用であると考えられる。今後も引き続き検討を加えていきたい。

実際のところ木製脚物家具は様々な接合技法の組み合わせによって一つの構造体が形成されている。分離する際それぞれの接合箇所において適切な方法を採用していくことはたいへんなことである。できれば最初から分離分別がしやすいような構造設計がなされていることが効率的であると思われる。

#### 5. 謝 辞

本研究の遂行にあたり、接着剤を提供していただいたノ一テープ工業株式会社の皆様にお礼申し上げます。

#### 参考文献・資料

- 1) 循環型社会関連6法案: <http://www.recycle.gr.jp/majime21.html>
- 2) 井上雅雄: 先端接着接合技術, (2000), p69-72, (有)エヌジーティー.
- 3) 沖津俊直: 接着剤の実用知識(第2版), (1996), p 83-84, 東洋経済新報社.
- 4) ニッサンポリエチレングリコール: 日本油脂株.
- 5) 後藤輝男他: 木材利用の化学, (1986), p264-268, 共立出版株.
- 6) 小野昌孝: 新版接着と接着剤, (1991), p2, (財)日本規格協会
- 7) 堀岡邦典他: 東京農工大学農学部演習林報告, p18-19, (1966).