

# パラフィン前処理・粉末フェノール樹脂接着剤使用パーティクルボードの強度・耐水性能に関する研究

藤 本 英 人 穴 沢 忠  
山 岸 宏 一

## Studies on the Strength and Water-Repellence of Particleboards Made by Paraffin Pretreatment and Adding Phenol-Formaldehyde Resin Powder

Hideto FUJIMOTO Tadashi ANAZAWA  
Koichi YAMAGISHI

Larch strands were sprayed with liquid paraffin or paraffin wax in the molten form, and particleboards were made of the strands to which phenolic resin powder had also been added. Then the mechanical strength and water-repellence of the boards was tested. The results are summarized as follows:

(1) 2-percent paraffin wax or liquid paraffin, as a resin carrier, was found to allow the resin powder to stick to the strand surface strongly enough, and the mechanical strength of the boards produced thus was found to be as strong as that of particleboards made by adding a liquid phenol-formaldehyde resin.

(2) Paraffin wax was found to be more effective for reducing thickness swelling rate and water absorption rate than liquid paraffin. Either of them, however, was hardly effective for reducing the absolute values of thickness swelling and water absorption after long-term water immersion. From this, it can be concluded that paraffin can impart only short-term water repellence to particleboards, and that it has practically no influence on their water repellence when they are subjected to long-term water immersion.

木材チップに流動パラフィンまたは固形パラフィンを加温下で噴霧した後、粉末フェノール樹脂を添加して、パーティクルボードを作製し、その強度性能及び耐水性を比較した。

粉末フェノール樹脂の木材チップへの付着は強度から判断してパラフィン類を2%噴霧すれば十分であり、それ以上噴霧しても顕著に向上しなかった。各強度については液体フェノール樹脂を用いて作製したパーティクルボードと比較して遜色がなかった。

固定パラフィンと流動パラフィンの耐水性に及ぼす影響について検討した結果、厚さ膨張率及び吸水率の増加速度の低下には固形パラフィンの方が効果的であることが明らかになった。しかしながら長時間の浸水にはいずれにしても効果がほとんど認められなかった。

## 1. 緒言

現在ほとんどのパーティクルボード製造工場では接着剤として溶液タイプの尿素樹脂またはフェノール樹脂が用いられている。接着剤のパーティクルボード製造コストに占める割合はかなり多いので、これまでに多くの研究者によって、ボードの品質を低下させることなく接着剤添加量の減少をはかることを目的とした研究がなされてきた<sup>1)~3)</sup>。しかしながら、一般に用いられている液体フェノール樹脂接着剤の場合には問題点がいくつか指摘されている。二律背反的な問題点として接着剤溶液濃度があげられる。少量の接着剤で効率的に接着するためには木材小片の表面にできるだけ接着剤溶液を小さな粒子にして均一に塗布しなければならないが、この目的のために低粘度の接着剤水溶液を噴霧した場合は性能が若干低下すると言われている<sup>4)</sup>。これは接着剤水溶液が木材小片に吸い込まれるため、接着力に寄与する表面の接着剤量が減少するためと考えられている。逆に接着剤粘度を高くした場合は木材小片に吸収される割合は少なくなるが、噴霧する際の粒子が大きくなり、均一な塗布ができにくいと言われている。

それに対し、なんらかの前処理をした木材小片に粉末フェノール樹脂接着剤を添加した場合はすべての接着剤粒子が内部に吸収されることなく表面に比較的均一に存在するため効率が良いと考えられる。

また溶液タイプのフェノール樹脂接着剤を使用してパーティクルボードを製造する際は木材チップの含水率をかなり下げないと熱圧時に支障が生じるが、粉末フェノール樹脂を使用するならば、水分を含まないだけで、数パーセント含水率が高くても支障がないと考えられる。これによりチップ乾燥のコストが、わずかではあるが、低下させられると考えられる。

さらに粉末フェノール樹脂は水を含まないため、液体フェノール樹脂接着剤に比べ重量がほぼ半分の軽さであり、安価な紙袋等が使用できることなど流通、輸送などの面でメリットが多い。使用する側としても液体フェノール樹脂接着剤に比べ、吸湿さえしなければ安定で長期間保存及び使用できるメリットがある。

このように粉末フェノール樹脂接着剤の使用にはメリットが多いため、北米においてはウエファード（WB）や配向性パーティクルボード（OSB）などの生産に粉末フェノール樹脂がパラフィンと併用されており、粉末フェノール樹脂の値段は若干割高であるが、トータルコスト的にみると液体フェノール樹脂を用いるより有利であるとの試算もある<sup>5)</sup>。

しかしながら日本ではパーティクルボード用の粉末フェノール樹脂接着剤は製造販売されていない。また、外国製を含め粉末フェノール樹脂接着剤を使用しているパーティクルボード工場は国内には稼働していない。これは木材小片に対する粉末フェノール樹脂接着剤の付着性が悪いことにより、得られたボードの性能が良くないことも一つの原因であると考えられる。したがって、粉末フェノール樹脂を用いてパーティクルボードを製造するためには何らかの、粉末の付着に有効な、前処理が必要となる。

この前処理には一般に液体（加温下で液体になるものを含む）が有効と考えられるが、その中でもパーティクルボードに、ユーザーから現在最も望まれている高耐水性<sup>6)</sup>などの付加価値を付与できるものであれば前処理のコストアップを相殺できるのではないかと考えられる。この目的のためにはパラフィンや流動パラフィンなどが値段、取り扱いの容易さ、はっ水性の強さなどから最適と考えられる。

現在、実際の生産工程では液体フェノール樹脂接着剤でパーティクルボードを生産する際にパラフィンエマルジョン等が添加されているが接着力が低下するために高濃度で添加できないのが現状である。市販パーティクルボードの耐水性能は十分ではないという評価が一般的であるが、このあたりにも原因の一端がある可能性がある。パラフィン類をエマルジョンにせずにそのまま大量に添加した後、粉末フェノール樹脂を併用した場合については状況が異なると思われるが、そのような例は報告されていない。

今回粉末フェノール樹脂接着剤の付着性とパーティクルボードの最大の欠点である耐水性を改善する目的で加温下でパラフィン類をそのまま噴霧してはっ水性

を付与したパーティクルボードを作製し、その強度性能及び耐水性について検討したので報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試材料

パラフィン (m. p. 60~62°C) 及び流動パラフィンは試薬1級を用いた。粉末フェノール樹脂接着剤は大日本インキ化学より供与された一般砥石用ノボラック型 (バーカム<sup>®</sup>1364) を用いた。同樹脂の主な物性は以下のとおりであった。融点：75~90°C, 硬化時間：50~60sec, 水分：1%未満, 粒度 (200mesh pass)：92%以上。木材チップはカラマツ間伐材を(株)檜山鉄工所製NHS-3型リングフレイカー, (株)横山工業製ノボローターミルにより長さ40mm, 厚さ0.5mm, 幅ランダムのフレイク状にしたものを用いた。チップは送風乾燥機中で80°Cで含水率5%まで乾燥した。

### 2.2 パーティクルボードの製造方法

木材チップに絶乾木質あたり2, 4, 6%のパラフィンまたは流動パラフィン (以下パラフィン類と言う) を加温, 溶融した状態でスプレーした。また, コントロールとしてはパラフィン類のかわりに水を室温で10%噴霧した。処理チップは直ちに粉末フェノール樹脂接着剤をそれぞれ絶乾木質あたり6%となるように添加した。

ハンドフォーミングによりマットを成型し, 180°Cで15分間熱圧した。ボードの寸法は31×34cm, 厚さ13mm, 比重は0.7に設定した。

### 2.3 材質試験方法

所要の寸法に切り出した後, 20°C, 65%RHの恒温室内で3週間以上調湿し, JIS A 5908に準拠して材質試験を行った。

吸水率, 厚さ膨張率は25°Cの水中で6, 24, 48, 72及び96時間経過後に測定した。吸水試験に用いたサンプルは送風乾燥機中で40°Cで24時間乾燥した後, 20°C, 65%RHの恒温室内で3週間以上調湿し, 強度残存率を求めた。

### 2.4 統計解析

同一条件で製造した2枚のボードから所定の寸法

に切り出し, 吸水試験には6枚ずつ計12枚 (ただし長さ膨張率は2枚ずつ計4枚), 曲げ試験には3枚ずつ計6枚を供試して行った。統計解析は分散分析 (Analysis of valiance) 及びStudentのt検定で行い, とくに断らない限り, 有意水準5%の両側検定で有意差の有無を判定した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 力学的性質

常態における力学的性質について, **第1表**に曲げ強さ (MOR), 曲げヤング係数 (MOE) 及びはく離強さ (IB) をそれぞれパラフィン処理量との関係で示した。また**第2表**にはそれらについて処理量を因子とする分散分析の結果を示した。また**第3表**にはそれらについて, 同一量のパラフィン処理と流動パラフィン処理との間の有意差の有無についてStudentのt検定により検討した結果を示した。

MORについてみるとパラフィン類無添加 (水10%添加) のControlを除きほぼ300kgf/cm<sup>2</sup>前後でありJIS200タイプの基準をクリアーしていた。分散分析の結果もMORとパラフィン類の添加率 (2~6%) との間には有為差は認められなかった。また, パラフィンと流動パラフィンとの間にも有為差は認められなかった。

MOEについてもControlが $27.6 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ と小さい値を示したほかは $31.2 \sim 35.4 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ の値を示した。MOEはパラフィン類の添加量が増えるに従って若干増加する傾向が認められた。分散分析の結果もMOEとパラフィン類の処理量との間に有意差が認められた。しかしながら, 同一量のパラフィンと流動パラフィンの間には有為差は認められなかった。

IBについてもControlが著しく劣り, わずか $0.33 \text{kgf/cm}^2$ でありフェノール樹脂接着剤を6%使用しているにもかかわらずJIS100タイプも満足しない値であった。

Controlの強度が他に比べて著しく小さいのは水を10%も添加しているにもかかわらず, 粉末フェノールの付着性が悪く, 十分な接着力が得られなかったため

第1表 パラフィン類で処理したパーティクルボードの強度性能

Treatment	(%)	MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	S.D.	MOE (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	S.D.	IB (kgf/cm <sup>2</sup> )	S.D.
Control	—	186.6	48.2	27.6	3.7	0.33	0.30
		(43.6)		(62.2)		(21.2)	
Paraffin	2	310.0	23.9	32.8	2.0	6.47	0.80
		(84.2)		(95.1)		(25.8)	
	4	302.3	27.2	34.5	1.9	6.87	0.58
		(86.3)		(118.3)		(23.0)	
Liquid Paraffin	6	307.5	43.4	33.8	3.8	6.89	0.70
		(90.6)		(116.8)		(27.1)	
	2	285.9	37.4	31.2	1.7	6.57	0.79
		(83.4)		(118.8)		(27.2)	
Liquid Paraffin	4	322.2	14.0	34.4	1.5	7.18	0.81
		(88.4)		(125.6)		(31.5)	
	6	317.9	39.9	35.4	2.7	6.99	0.62
		(90.8)		(116.0)		(33.6)	

注) ( )内の数字は96時間浸水, 乾燥後の強度残存率

第2表 分散分析の結果

	MOR	MOE	IB	Water absorption					Thickness swelling				
				6	24	48	72	96	6	24	48	72	96
Paraffin type	NS	NS	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS
Content level	NS	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Inter	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	*	*

注) NS: 有意差無し, \* : 有意差あり (5%), \*\* : 有意差あり (1%)

第3表 パラフィンまたは流動パラフィンを同一量処理して作成したパーティクルボード間の Student の t 検定結果

処理水準	MOR	MOE	IB	Water absorption					Thickness swelling				
				6	24	48	72	96	6	24	48	72	96
2%	NS	NS	NS	**	**	**	**	*	**	**	**	*	*
4%	NS	NS	NS	**	**	**	*	NS	**	**	NS	NS	NS
6%	NS	NS	NS	**	**	**	**	*	**	**	**	NS	NS

注) 第2表参照

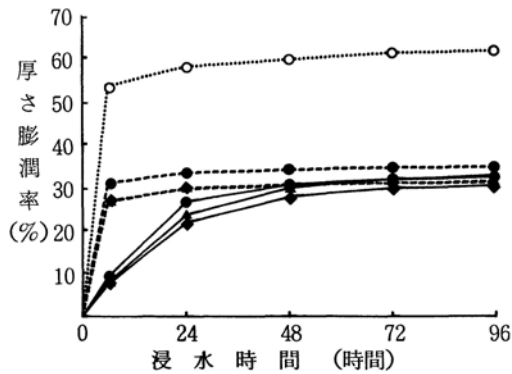
と考えられる。現実には、マットフォーミングの際に木材小片からフェノール樹脂粉末がかなり脱落しているのが認められた。これは木材小片の表面に付着した水が比較的短時間に蒸発すること、小片への浸透が生じたことなどと同時に、供試した粉末フェノール樹脂接着剤が疎水性のノボラックタイプであったことが原因

と考えられる。

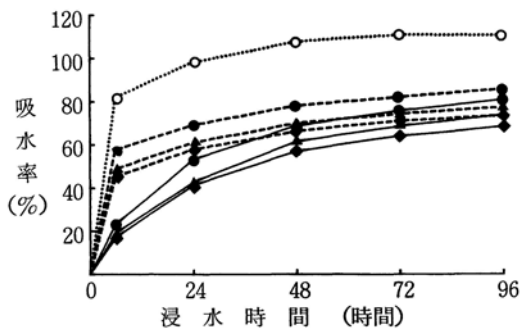
Controlを除いて強度的にはほぼ満足のいく数値であり、同一のチップを用いて、液体フェノール樹脂接着剤を噴霧して作製したパーティクルボードと比較してその色のないものであった<sup>7)</sup>。

パラフィン類を添加した場合は強度から判断すると

わずか2%でも十分な付着性を示した。常態での強度はパラフィン類の添加量を増量してもそれ以上ほとんど向上しなかったことから、粉末フェノール樹脂の付着だけに着目した場合、必要な添加量は2%以下と考えられる。満久らはパラフィンエマルジョンを0.2~1.0%添加してパーティクルボードを作成したがパラフィンエマルジョンの添加率が増すとともに強度が低下すると報告している<sup>8)</sup>。しかしながら今回の我々の実験ではそのような傾向は認められなかった。これは満久らの用いた接着剤がユリア樹脂(水溶液)であったのに対し、水を含まない粉末フェノール樹脂であった事が関係していると思われるが、そのメカニズムについては今後の検討課題である。



第1図 パラフィン類で処理したパーティクルボードの経時的厚さ膨潤率の変化  
注) 点線: コントロール, 破線: 流動パラフィン, 実線: パラフィン  
●: 2% ▲: 4% ◆: 6%



第2図 パラフィン類で処理したパーティクルボードの経時的な吸水率の変化  
注) 第1図参照

第1, 2図にそれぞれ厚さ膨潤率及び吸水率を示した。またこれらの実測値をもとに下記の式に対し非直線最小二乗法によりカーブフィッティングを試みた。

$$P = P_{max} \times (1 - e^{-kt})$$

ここでP: 厚さ膨潤率 (TS) または吸水率 (WA)

$P_{max}$ : 無限大時間浸水後の厚さ膨潤率

( $TS_{max}$ ) または吸水率 ( $WA_{max}$ )

k: 速度定数

$\tau$ :  $-1/k$

t: 浸水時間

第4, 5表にそれぞれ厚さ膨潤率及び吸水率の経時変化についてダンピング ガウス・ニュートン法による非直線最小二乗法でもとめたパラメーターを示した。無限大時間後の厚さ膨潤率を示す $TS_{max}$ は無処理で60.2%であるのに対しパラフィン類を噴霧した場合は30~34%と半減した。コントロールの値が特に悪いのは、粉末フェノール樹脂の付着が十分でなく、IB値が著しく小さいためであると考えられている。それ以外はすべての処理についてほぼ同じ値となった。すなわち、長時間浸水した場合にはパラフィン、流動パラフィンの違い、処理量の多少にかかわらずほぼ同じ値まで膨潤すると推定される。しかしながら、経時的に厚さが膨潤していくスピードはパラフィンと流動パラフィンで大きく異なり、パラフィンの方が明らかに優れていた。流動パラフィンはControlと $\tau$ 値がほとんど同じであった。しかしながらパラフィンを添加した場合は2%添加で15.7時間、4及び6%添加でほぼ20時間であった。また厚さ膨潤率についてのt-検定及び分散分析の結果、短時間ではパラフィン処理と流動パラフィン処理の間に1%の危険率で有為差が認められるが長時間になると有為差が認められなくなる傾向があった。標準誤差からみて、検出力は低下していないと判断されるので実質的に差がなくなると判断される。これらの結果よりパラフィン処理は単に膨潤の速度を遅れさせるだけで、その絶対値は低下させないことが明らかとなった。これはHeebinkらが1%ワックス処理をしたパーティクルボードで得た結果<sup>9)</sup>と良く一致する。

吸水率についてもほぼ同様の結果を示した。すなわ

ち、無限大時間後の吸水率を示すW<sub>Amax</sub>はControlに比べてパラフィン、流動パラフィンともに改善されたが、ともに処理量の影響はほとんど無かった。 $\tau$ 値は厚さ膨潤率の場合と同様にパラフィン処理で著しく増大し、流動パラフィン処理ではControlとほとんど差が無かった。これらの傾向はRoffaelのC<sub>20</sub>からC<sub>36</sub>までのパラフィン類のエマルジョンを添加してパーティクルボードを作製し、その耐水性を検討した結果<sup>10)</sup>とよく一致した。

#### 4. 結論

粉末フェノール樹脂接着剤を使用してパーティクルボードを製造する場合、木材チップへの付着さえ良ければ、得られたボードの性能は液体フェノール樹脂接着剤を使用した場合に比べて遜色がないことが明らかとなった。

付着性を高める目的での前処理として水は不適であったが、パラフィン類は有効であり、そのための添加量は2%で十分であった。

しかしながら、耐水性に関してはパラフィンの種類によって、短期間の比較では若干の差が認められたが、長期間の浸水に対してはパラフィン、流動パラフィンともにほとんど効果が認められなかった。パーティクルボードの耐水性を根本的に改善するためには単には水性を付与するだけでなく、架橋結合などの化学処理について検討する必要があると考えられる。

#### 文献

1) M. N. Carroll and D. McVey : Forest Products Journal, **12** (7), 305-310 (1962)

2) W. F. Lehmann : *ibid.*, **20** (11), 48-54 (1970)  
 3) R. L. Christensen : *ibid.*, **24** (7), 22-25 (1974)  
 4) M. N. Carroll : *ibid.*, **13** (3), 113-120 (1963)  
 5) Antoine Berchem, Mr. Ian White and Mark Gosselin : Proceedings 19th International Particleboard ; Composite Material Symposium W. S. U. 1985, p. 349-361  
 6) 住宅と木材, **8** (2), 8-13 (1984)  
 7) 未発表  
 8) 満久崇磨, 浜田良三 : 木材研究, **17**, 16-24 (1957)  
 9) B. G. Heebink and F. V. Hefty : Forest Products Journal, **19** (11), 17-26 (1969)  
 10) E. Roffael and H. A. May : Proceedings 17th International Particleboard Symposium W. S. U. , 1983, P. 283-295

—木材部 改良木材科—  
 (原稿受理 昭63. 1. 11)