

木質熱処理物を用いた成型物の性質 (第 1 報)

重枝 哲夫, 津田 華奈^{*1}, 本間 千晶, 長谷川 祐
阿部 龍雄^{*2}, 清水 光弘^{*2}

Characteristics of heat-treated wood composite board (I)

Tetsuo SHIGEEDA, Kana TSUDA, Sensho HONMA, Yuu HASEGAWA
Tatsuo ABE, Mitsuhiro SHIMIZU

Bending strength, gas and moisture adsorption were investigated to clarify the characteristics of heat-treated wood composite board. The board was made by hot pressing with heat-treated wood and phenolic resin. The bending strength of the board increased with increases in the additive rate of the binder. The ammonia and formaldehyde adsorption capacity of the heat-treated wood composite board decreased in inverse proportion to the percentage of the binder. Moreover, the adsorption ability of toluene was greatly reduced by forming heat-treated wood. Heat-treated wood showed the capacity to absorb and desorb moisture after forming. The absorption decreased in inverse proportion to the additive rate of the binder.

Key words: Charcoal, Board, Adsorption material
木炭, ボード, 吸着材量

木質熱処理物の成型に伴う性状変化の検討を目的とし, 成型物の強度特性, 吸着特性, 吸放湿特性を試験した。フェノール樹脂と混合して熱圧することにより成型物の製造が可能になり, バインダーの比率が高まるにつれて強度が増加する傾向が見られた。熱処理物は, 成型後もアンモニア, ホルムアルデヒドを吸着したが, バインダー配合率の増加に反比例して吸着能力が低下した。また, トルエンについては, 成型により吸着能力が大幅に低下した。熱処理物は成型後も吸放湿性を有したが, ガス吸着と同じく, バインダー配合率の増加に反比例して能力が低下した。

1. はじめに

これまで, 木質材料に加熱処理を行い, 木質熱処理物とすることで, アンモニア吸着効果, VOC 吸着効果, 吸放湿効果, 油の吸着機能などの様々な機能を付与可能であるとの報告¹⁻⁴⁾がなされており, 間伐材や工場廃材などの有効活用手段として期待されている。実際にも, 脱臭, VOC 吸着, 調湿を目的として木質熱処理物の建材としての利用が行われている⁵⁾。しかし, 工業的に製造された木質熱処理物は, 通常棒状・粒状・粉末状等の形状をしているため, そのままでは建材として利用するには取り扱いという難点があった。その改善を目的として, ハニカムコア内に木炭を封入し, 吸放湿と断熱機能をもつ成型物の製造に関する報告⁶⁾などがなされているが, 切断が難しいため寸法の可変性に欠けるなどし, 建材としての汎用性が乏しかった。木質熱処理物の, 建材としての汎用性を向上させ,

内装材等としての用途拡大を図るため, バインダーを用いて木質熱処理物を原料とした成型物を製造し, 強度特性, 吸着特性, 吸放湿特性を試験した。また, 木質熱処理物は, その熱処理温度によって性質が異なることから, 熱処理温度の異なる 2 種類の材料について成型物の製造を行い, 熱処理温度が成型物の性質に及ぼす影響を明らかにした。

2 試験方法

2.1 供試材料

木質熱処理物の原料としては, 粒径 0.25 ~ 0.5mm のトドマツ木粉を用い, 熱処理温度は 400°C および 800°C に設定した。木粉の熱処理には電気炉 (東海電機 (株) 製) を用いた。昇温速度は 3°C/min とし, 昇温後 1 時間保持したうえで自然放冷した。得られた木質熱処理物を篩い分けし, 粒径 0.125 ~ 0.250mm の画分を得た。原料のかさ密度を測定

したところ、400℃熱処理物のかさ密度は0.167 g/cm³、800℃熱処理物のかさ密度は0.118g/cm³であった。また、バインダーとして、粉末フェノール樹脂（(株)住友ペークライト製 スミライトレジジン PR-50590B）を使用した。

2.2 成型物製造条件の検討

熱処理物の成型にはホットプレス（山本鉄工所（株）製）を使用し、成型条件は予備試験の結果を踏まえ、熱圧温度 150℃、熱圧時間 30 分（圧抜き時間 5 分を含む）とした。バインダー配合率を 5,10,15,20% と変動させて、密度 1.0g/cm³、300×300mm、厚さ 5mm の成型物を製造した（第1図）。

2.3 曲げ強度試験

バインダー配合率 5～20% の成型物に対し、JIS A 1408⁷⁾ の建築用ボード類の曲げ試験方法に準拠し、150×50×5mm の試験体を使用して 2 等分点 1 線荷重方式により曲げ強度試験を行った。試験には Instron 型万能試験器を用い、スパンは厚さの 15 倍の 75mm、クロスヘッドスピードは 1mm/min とした。

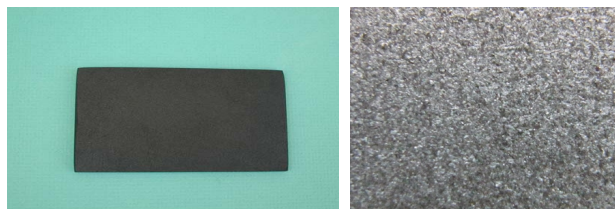
2.4 ガス吸着試験

バインダー配合率 5,10,20% で製造した成型物の、アンモニア、ホルムアルデヒド、トルエンに対するガス吸着性を評価した。試験には容量約 15 l のデシケータを用い、アンモニアが約 100ppm、ホルムアルデヒドが 20～40ppm、トルエンが 50～60ppm となるように初期濃度をそれぞれ調整し、デシケータ中に重量 1g、約 10×20×5mm の試料を投入した。投入後はスターラーによって内部の空気を攪拌し、試料投入後のガス濃度変化をガス検知管（ガステック）により 10 分後、30 分後、60 分後、120 分後、240 分後、1440 分後に測定した。残存ガス濃度は初期濃度を 100 とし、100 分率で評価した。

2.5 吸放湿試験

試験装置として、CT チャンバー（ヤマト製）を用いた。25℃・57% RH の雰囲気下で調整した 10g、約 50×40×5mm の試料をステンレス製金網容器に投入し、天秤のフックに容器ごと吊り下げ、経過時間（1 分）毎の重量を記録できるようにした。温度一定で湿度が変化するように設定し、25℃・57% RH で 24 時間、25℃・90% RH で 24 時間の

サイクルを 2 回繰り返し、湿度変化に対応した試料の重量変化を測定した。90% RH で試料重量が最大に達したときの重量と、96 時間後における 57% RH での重量の差を吸湿量とした。バインダー配合率 5,10,20% で製造した成型物に対して試験を行った。



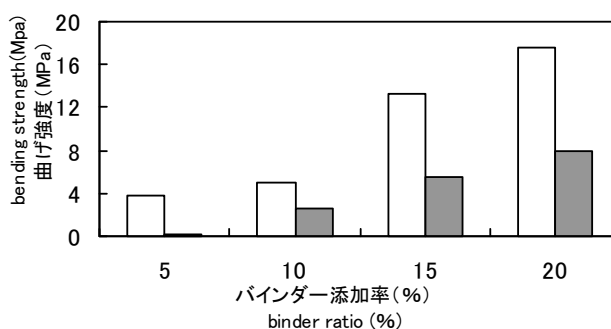
第1図 木質熱処理物を用いた成型物の一例と、その表面性状

Fig. 1. An example of heat-treated wood composite board and surface texture.

3 結果と考察

3.1 曲げ強度試験

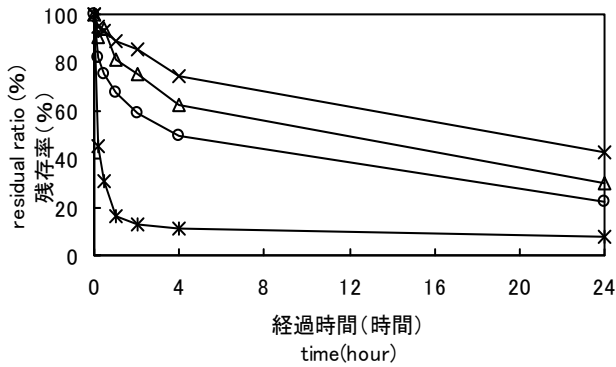
曲げ強度試験の結果を第2図に示す。曲げ強度試験の結果、バインダー配合率の増加に伴って曲げ強度が増加する傾向が見られた。熱処理温度の差による強度の違いを見ると、800℃熱処理物は、バインダー配合率 10～20% においては 400℃熱処理物成型物の半分程度の強度しかなく、5%では 1/10 以下の強度であった。熱処理温度による強度差が見られた原因として、400℃熱処理物と 800℃熱処理物から得た成型物との間にかさ密度で 1.4 倍程度の差が



第2図 熱処理物成型物の曲げ強度

Fig. 2. Bending strength of heat-treated wood composite board.

凡例) □ 400℃加熱処理物成型物
 ■ 800℃加熱処理物成型物
 Legend) □ Board made from 400℃ heat-treated wood
 ■ Board made from 800℃ heat-treated wood



第3図 400°C熱処理物成型物のバインダー配合率とアンモニア吸着性能の関係

Fig. 3. Relationship between the ammonia adsorption ability and binder ratio in 400°C heat-treated wood composite board.

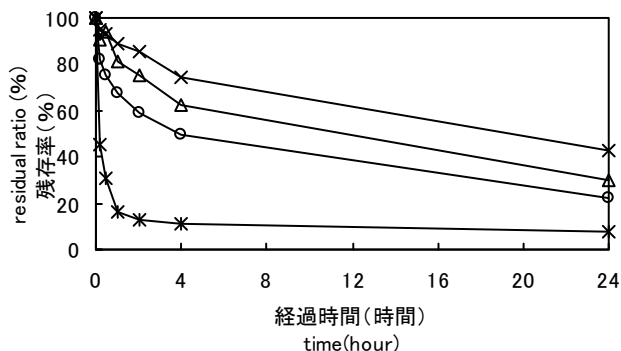
凡例) バインダー配合率: *原料, ○5%, △10%, ×20%
Legend) binder ratio: * raw material, ○ 5%, △ 10%, ×20%

見られたことから, 成型前の熱処理物の密度に起因しているのではないかと推測される。

3.2 ガス吸着試験

3.2.1 アンモニア吸着試験

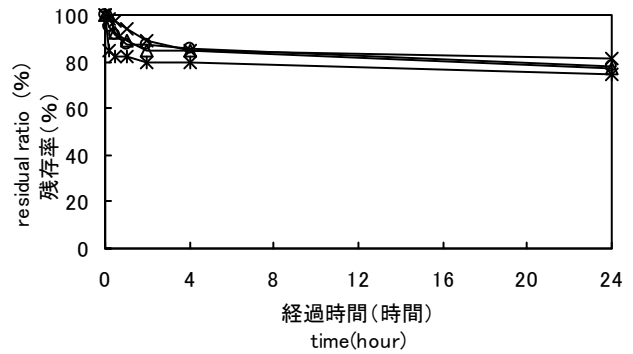
アンモニア吸着試験の結果を第3図, 第4図に示す。成型前の400°C熱処理物の場合, 試験開始後24時間経過時にアンモニア濃度は検出限界値以下に減少したのに対し, 成型前の800°C熱処理物では70%以上のアンモニアが残存していた。この違いは, 既報³⁾で示された低温炭化物がもつアンモニア吸着能の傾向と合致している。次に, これらを成型したものについてみると, 400°C熱処理物を原料と



第5図 400°C熱処理物成型物のバインダー配合率とホルムアルデヒド吸着性能の関係

Fig. 5. Relationship between the formaldehyde adsorption ability and binder ratio in 400°C heat-treated wood composite board.

凡例) バインダー配合率: *原料, ○5%, △10%, ×20%
Legend) binder ratio: * raw material, ○ 5%, △ 10%, ×20%

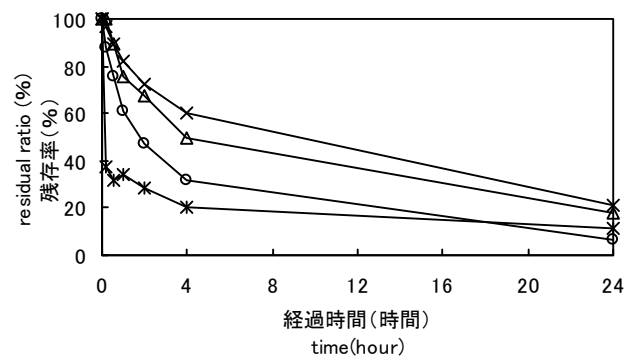


第4図 800°C熱処理物成型物のバインダー配合率とアンモニア吸着性能の関係

Fig. 4. Relationship between the ammonia adsorption ability and binder ratio in 800°C heat-treated wood composite board.

凡例) バインダー配合率: *原料, ○5%, △10%, ×20%
Legend) binder ratio: * raw material, ○ 5%, △ 10%, ×20%

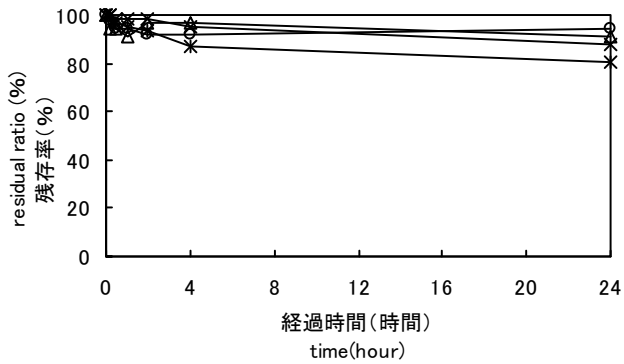
した成型物を投入した場合は, 試験開始後24時間経過時にアンモニア濃度が約6~18%と減少しており, アンモニアを吸着していることが分かる。しかし, 成型前と比較するとアンモニア吸着能力は低下しており, また, バインダー配合率の増加に伴いアンモニア吸着能力が低下する傾向にあった。これは, 成型前は0.167 g/cm³という低かさ密度の状態であった熱処理物が, 1.0 g/cm³の高密度に圧縮されたことと, バインダーによる接着により, アンモニアに接触する表面積が減少したことによるのではないかと考えられる。また, 800°C熱処理物を原料とした成型物は成型前と同じくほとんどアンモニアを吸着しなかった。



第6図 800°C熱処理物成型物のバインダー配合率とホルムアルデヒド吸着性能の関係

Fig. 6. Relationship between the formaldehyde adsorption ability and binder ratio in 800°C heat-treated wood composite board.

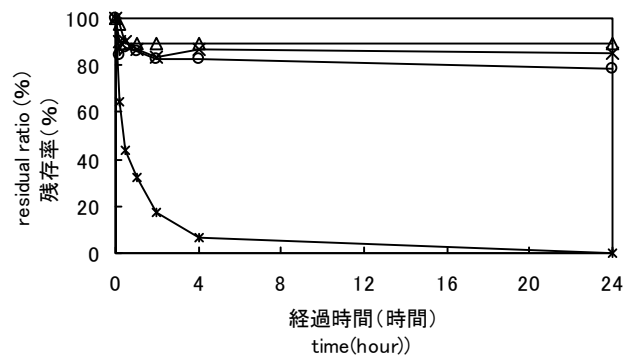
凡例) バインダー配合率: *原料, ○5%, △10%, ×20%
Legend) binder ratio: * raw material, ○ 5%, △ 10%, ×20%



第7図 400°C熱処理物成型物のバインダー配合率とトルエン吸着性能の関係

Fig. 7. Relationship between the toluene adsorption ability and binder ratio in 400°C heat-treated wood composite board.

凡例) バインダー配合率: *原料, ○5%, △10%, ×20%
Legend) binder ratio: * raw material, ○ 5%, △ 10%, ×20%



第8図 800°C熱処理物成型物のバインダー配合率とトルエン吸着性能の関係

Fig. 8. Relationship between the toluene adsorption ability and binder ratio in 800°C heat-treated wood composite board.

凡例) バインダー配合率: *原料, ○5%, △10%, ×20%
Legend) binder ratio: * raw material, ○ 5%, △ 10%, ×20%

3.2.2 ホルムアルデヒド吸着試験

ホルムアルデヒド吸着試験の結果を第5図, 第6図に示す。対照として行った成型前熱処理物のホルムアルデヒド吸着試験結果から, 400°C熱処理物・800°C熱処理物のいずれも, 試験開始後24時間経過時に, ホルムアルデヒド濃度を試験前10%程度に低下させたことが示されている。また, 成型後についても, ホルムアルデヒド濃度は, 試験開始後24時間で, 800°C熱処理物を原料とした成型物を投入した場合は約6~20%, 400°C熱処理物を原料とした成型物を投入した場合は約22~43%に低下し, ある程度の吸着能を示した。しかし, アンモニアの吸着試験と同じく, 成型によってホルムアルデヒド吸着能が低下し, バインダー配合率の増加に反比例してホルムアルデヒド吸着能が低下した。また, 800°C熱処理物を成型した場合と比較して, 400°C熱処理物を成型した場合の方が, ホルムアルデヒド吸着能の低下が大きかった。

3.2.3 トルエン吸着試験

トルエン吸着試験の結果を第7図, 第8図に示す。対照として行った成型前の木質熱処理物のトルエン吸着試験結果から, 400°C熱処理物はトルエンをほとんど吸着しないのに対し, 800°C熱処理物は24時間経過後にトルエン濃度が検出限界値以下になるなど高い吸着能力を示している。これは, 800°C熱処理物をもつ発達したマイクロポアにトルエンが物理的に吸着しているためと考えられる。しかし, これらを成型した場合, 800°C熱処理物を原料とした成型物も, ほとんどトルエンを吸着しなかった。その原因として, 熱圧成型時にバインダーの影響等により, 熱処理物のマイクロポアが閉鎖されたためと推測される。

3.3 吸放湿試験

吸放湿試験の結果を第1表に示す。対照の成型前熱処理物の吸湿量をみると, 400°C・800°C熱処理物とも, 自重の2%程度の水分を吸着し, 吸湿特性を

第1表 各材料の吸湿量
Table 1. Moisture absorption and discharge capacity of each material

バインダー配合率 (%) binder ratio (%)	400°C熱処理成型物 400°C heat-treated wood composite board		800°C熱処理成型物 800°C heat-treated wood composite board	
	0 (原料) (raw material)	14.03 (対照) (control)	14.64 (対照) (control)	
5	13.38	14.25		
10	12.77	13.02		
20	10.43	10.40		

単位: g/kg
unit: g/kg

持つことがわかったが、熱処理温度の差による吸放湿量の差は見られなかった。次に、これら熱処理物を成型したものについて試験した結果、成型前の熱処理物の約 95 ～ 74% の吸放湿量を示した。バインダー配合率の増大に従って吸湿曲線の傾きが減少し応答時間が遅れる傾向にあり、バインダー配合率が 5% 増加するごとに吸湿量が約 10% 低下しており、ガス吸着と同じく、吸放湿性能についても成型の有無・バインダー配合率が影響することが分かった。

4 まとめ

木質熱処理物にバインダーを配合し、熱圧成型することが可能となり、成型物について性能試験を行い以下の結果を得た。

- 1) バインダー配合率が同様である場合、400℃熱処理物を用いた成型物の方が 800℃熱処理物を用いた成型物より強度が大きく、バインダー配合率を増加させることでより大きい強度を得ることができた。
- 2) 400℃熱処理物は、800℃熱処理物よりも高いアンモニア吸着性能を示し、その成型物も、バインダー配合率の増加に伴って性能の低下がみられるものの、アンモニアを吸着した。
- 3) 400℃、800℃熱処理物ともにホルムアルデヒドを吸着し、それらの成型後もバインダー配合率の増加による性能低下が見られたが、ホルムアルデヒドを吸着した。
- 4) 800℃熱処理物は高いトルエン吸着能を示したが、成型後は 400℃、800℃いずれの熱処理物を原料とした場合もほとんどトルエンを吸着しなかった。
- 5) 熱処理物は成型後も調湿能力を有したが、バインダー配合率の増加に従って、能力が低下する傾向にあった。また、処理温度の違いによる差は見られなかった。

文 献

- 1) 石原茂久：材料 Vol.48,473-482(1999)
- 2) 安部郁夫：木材工業 Vol.51,294-230 (1996)
- 3) 本間千晶, 佐野弥栄子, 窪田実, 梅原勝雄, 駒澤克己：木材学会誌 Vol.46,348-354(2000)
- 4) 梅原勝雄, 中村史門, 加藤幸浩, 斎藤勝：林産試験場報 Vol.12,8-12(1998)
- 5) 谷田貝光克：木材工業 Vol.52,472-477(1997)
- 6) 作野友康：鳥取木工研 Vol.28,4-6(2003)
- 7) (財)日本工業規格協会：“建築用ボード類の曲げ及び衝撃試験方法 (JIS A 1408)” (2001)

—利用部 化学加工科—

— *1 : 元利用部 化学加工科— 旧姓吉田

— *2 : 企画指導部 普及課—

(原稿受理 : 09.12.18)