

木質系多機能調湿性建材の開発

阿部一彦^{*}・斎藤雅弘^{*}
^{*}材料開発・分析技術部

環境に優しく、快適な住空間を生み出すことが可能な機能性建材が数多く開発されてきたが、利用は進んでいない。そこで、木質系原料を用いた新しいアルカリ熱硬化体の開発を行い、低コストで高機能な調湿性建材としての用途拡大を目指した。

キーワード：機能性建材、アルカリ熱硬化体、木質系原料、ホットプレス、脱色化、吸放湿性、離型性、不燃紙

1. 緒言

近年高気密・高断熱化がよりいっそう進む中で、国土交通省が制定した「住宅性能指標」に基づいた VOC (有機揮発性物質) やシックハウス症候群、結露・防カビ対策ならびに健康住宅の実現のために、調湿性建材を積極的に用いることが必要不可欠となってきた。しかし、既存の調湿性建材は吸放湿性をはじめとした基本特性が十分とは言えず、特に価格が石膏ボードの 5 倍以上しており、民間住宅などへの利用は遅々として進んでいない。

一方、平成 14 年に制定された「建設リサイクル法」の施行に伴い、工場端材やリサイクル品として分別回収された未利用木材の有効利用、および製造販売した製品のライフサイクルを念頭においた研究開発が求められるようになってきており、市場ではこれらの課題を一気に解決できる新しい建築素材の出現を切望している。

これまで、天井材として用いられているパーライト系材料に NaOH 水溶液を添加混合し、熱圧プレス成形することでアルカリ熱硬化反応を生じさせ、軽量成形体を作製することが報告されており、さらに成形条件の最適化を図ることで低コストの建材の開発が行われている⁽¹⁾。本研究では、材料として新たにチップ、廃材などの未利用木質系原料を含めることで吸放湿性を付与した新たなアルカリ熱硬化体(木質系アルカリ熱硬化体)の開発を行い、低コストで高機能な調湿性建材としての用途拡大を目指した。

2. 実験方法

2.1 アルカリ熱硬化体の作製

2.1.1 原料調製

これまでの研究⁽¹⁾により、アルカリ熱硬化反応に最適なパーライトと NaOH の配合比は 10:1 であることが分か

っているため、今回も同じ配合比とした。また反応促進剤である白土の量はパーライト量の 10% とした。

主原料であるパーライトは、三井化学(株)の三井パーライト加工用 4 号を使用した。白土は永澤化学工学(株)の活性白土 V2 を使用した。NaOH は市販のものを使用した。また木質系原料にはラワン系木質ファイバーを使用した。

パーライト 200g、白土 20g に、木質系ファイバーを 22~110g(重量比 10~50%) 入れた後、攪拌器で約 3min 予備攪拌を行った。次に、NaOH 20g を水 200g に混入させて 10% NaOH 水を作製し、パーライト、白土、木質ファイバーからなる原料に混入し、攪拌した。

2.1.2 アルカリ熱硬化処理による建材の作製

調製した原料は、ホットプレス装置を用いてアルカリ熱硬化処理を行った。

原料は 200mm × 200mm の木枠に充填し、予備加圧を加えた後、木枠を外して上下を厚さ 1mm のテフロン板で挟んでホットプレス装置にセットした。

処理条件は、加熱温度 200~240、保持時間 25min、プレス圧力を 4MPa で行った。

2.2 木質系の脱色化処理

木質系アルカリ熱硬化体による建材の作製において、木質系原料に含まれている茶褐色成分(リグニン)が溶出することにより、建材が着色化する問題がある。そこで、茶褐色化の原因となるリグニンの除去について検討を行った。

2.2.1 NaOH の利用による脱色化処理

NaOH 100g を水 1000g に混入させて 10% NaOH 水を作製し、200g の木質系原料を投入し、十分に攪拌した。

その後の処理条件として 1h 放置 1h 攪拌 6h 放置(1h ごとに NaOH 水を交換) 6h 攪拌(1h ごとに NaOH 水を交換)という 4 条件を用いた。脱色化処理後、

木質系原料の脱色の状態を目視で確認した。また脱色した木質系原料を 10% 添加したアルカリ熱硬化体を作製し、成形品への影響を確認した。

2.2.2 オートクレーブ法による脱色化処理

NaOH を用いる代わりに、オートクレーブ装置による脱色化処理を行った。条件としては 100 (1 気圧) - 1h、100 (1 気圧) - 5h、150 (5 気圧) - 1h、180 (10 気圧) - 1h の 4 条件で行った。脱色化処理後、木質系原料の脱色の状態を目視で確認した。また脱色した木質系原料を 10% 添加したアルカリ熱硬化体を作製し、成形品への影響を確認した。

2.3 特性評価

2.3.1 木質系原料添加材と他の建材との比較

今回開発した建材と、他の建材との吸放湿性を比較するため、各測定用試料を恒温恒湿槽内に 240h 保持した。温度は 25 と一定に保ち、湿度を 24h ごとに 90% と 50% に変化させ、最後の 144h は両条件で 72h ずつ湿度を保持した。試料の重量変化による吸放湿量 (mg/cm^3) を測定した。

2.3.2 木質系原料 50% 添加材と未添加材

今回開発した建材において、木質系原料による吸放湿性を比較するため、測定用試料を恒温恒湿槽内に 168h 保持した。温度は 25 と一定に保ち、湿度を 24h ごとに 90% と 50% に変化させた。試料の重量変化による吸放湿量 (mg/cm^3) を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 アルカリ熱硬化体の作製

木質系原料を添加したアルカリ熱硬化体の試作品を図 1 に示す。



図 1 アルカリ熱硬化体の試作品

当初、アルカリ熱硬化体の厚みを制御する目的から、処理開始時は変位制御とし、15min 後に変位制御から荷重制御に切り替える方法を取っていたが、荷重制御に切り替える段階で大量の水が原料から吹き出した。処理終了後、ホットプレスから取り出すと、サンプルは層間はく離を起こしていた。この原因として、変位制御の段階ではアルカリ熱硬化処理に必要な圧力に達せず、荷重制御に切り替えた段階で急激な圧力が加かって水が吹き出ること、処理に必要な水とアルカリが減少し、反応が内部にまで進まなかったためと思われる。

そこで、条件を 200 - 20min、4MPa とし、最初から荷重制御で作製を開始したところ、水の吹き出る量が減少し、層間はく離のないアルカリ熱硬化体を作製することが出来た。

また原料中、木質系原料の割合が 50% まで増加しても、アルカリ熱硬化体の強度に影響はなかった。

3.2 木質系の脱色化処理

3.2.1 NaOH による脱色化処理

NaOH による脱色化の結果を表 1 に示す。これより、処理時間が 1h と短時間の場合、NaOH 水中に放置しているより攪拌の方が脱色効果が見られるものの、6h と長時間処理の場合、ほとんど差がないことを表している。また、脱色した原料を元に作製したアルカリ熱硬化体を比較すると、1h 放置した場合は殆ど脱色化の効果がなく、またその他の条件においても、一部分が脱色されるに留まっている。このように、NaOH を用いた方法では、溶け出すリグニンの量に限界があるものと思われる。

表 1 NaOH による脱色化の影響

| | ファイバーの色 | アルカリ熱硬化体 |
|--------|-----------|----------|
| 1hr 放置 | 濃い茶色 | 茶褐色 |
| 1hr 攪拌 | 表面:黒、内部:白 | 一部で脱色 |
| 6hr 放置 | 全体が黄色 | 一部で脱色 |
| 6hr 攪拌 | 全体が黄色 | 一部で脱色 |

3.2.2 オートクレーブ法による脱色化処理

オートクレーブ法による脱色化の結果を表 2 に示す。180 ではファイバーは黒く変色している。150 では 180 より脱色が進んでおり、成形品も、NaOH により脱色したものとほぼ同程度になっている。また、100 においては、1h 保持したのも 5h 保持したのも 150 よりファイバーの着色は少なかったが、アルカリ熱硬化体作製時に茶色の液体が溶出することが分かった。これは、100 においては十分にリグニンを除去することができないことを表している。

以上の結果から、オートクレーブ法による脱色化処理は 150 - 1h が最適であることが分かる。

表 2 オートクレーブによる脱色化の影響

| 条件 | ファイバーの色 | アルカリ熱硬化体 |
|----------|---------|----------|
| 100 - 1h | 薄茶色 | 茶色 |
| 100 - 5h | 薄茶色 | 茶色 |
| 150 - 1h | 茶色 | 薄茶色 |
| 180 - 1h | こげ茶色 | こげ茶色 |

3.3 特性評価

3.3.1 木質系アルカリ熱硬化体の表面および内部構造

作製された木質系アルカリ熱硬化体の表面および内部構造を図 2 に示す。このように、パーライトに加えて、木質ファイバーの効果により、吸放湿性の向上と共に、繊維強化の向上が見込まれる。

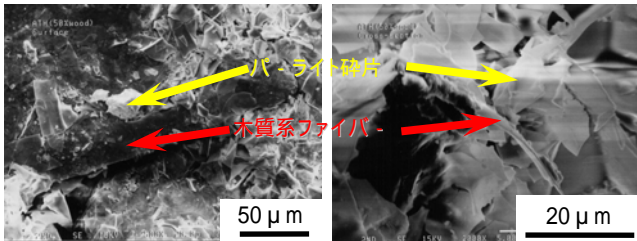


図 2 木質系アルカリ熱硬化体の基本構造 (左)表面(右)内部

3.3.2 木質系添加材と他の建材との比較

他の建材と開発品との吸放湿性試験の結果を図 3 に示す。吸放湿性のない石膏ボードは 48h で殆ど飽和している。また、吸放湿性を有するゼオライト系の建材であるブレスボードについては、湿度の違いにより若干の吸放湿性が見られるが、今回開発した木質系建材はブレスボードを上回る吸放湿量を持ち、最大で 2.5 倍の違いがあることが分かった。

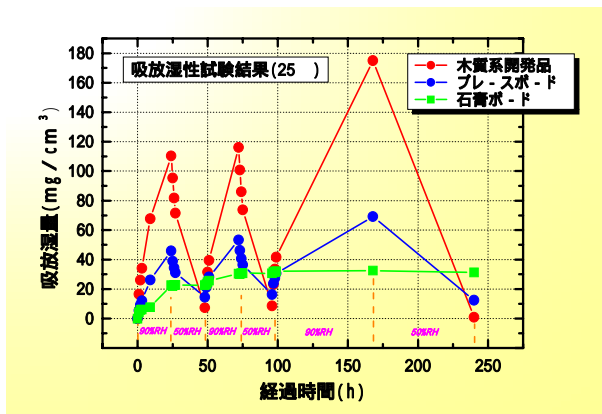


図 3 既存の建材と開発品の吸放湿性試験結果

3.3.3 木質系原料 50%添加材と未添加材

木質系原料の有無によるアルカリ熱硬化体の吸放湿性試験の結果を図 4 に示す。いずれも湿度の変化により吸放湿量が変化しているが、木質材料が 50%添加されている建材において高い吸放湿性を示すことが分かった。このように、木質系原料を多く添加させることで、吸放湿量が増加し、調湿性建材としての性能が高まることが分かった。

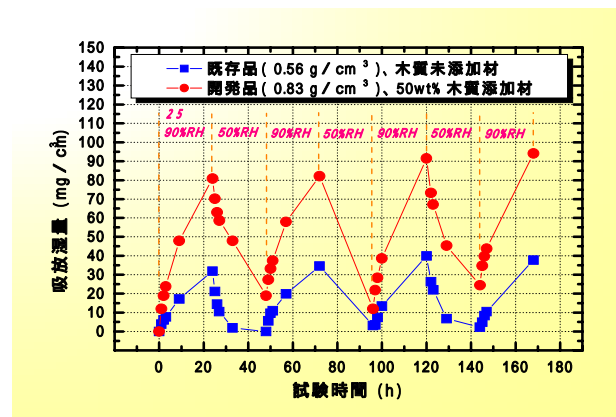


図 4 木質系原料の有無によるアルカリ熱硬化体の吸放湿性試験結果

4. 実用化研究

本研究の実用化を低コストで実現するためには、専用の設備を新たに導入するのではなく、既存の設備を利用することが必要となる。今回、県内企業が保有しているパーティクルボードの実製造ラインを利用して本開発建材を製造することを想定して、実用化に関する検討を行った。

その結果、実製造ラインにおいて、熱圧プレス処理の時に用いるスチールベルトと、原料との離型性が不良である場合、原料がスチールベルトに張り付いて成形不良をもたらす、また焦げ付きによる着色などの問題が生じることが分かった。そこで、スチールベルトにおいてもホットプレス装置で得られた建材と同等の建材を製造することを目指し、スチールベルトと原料との離型性向上を目指すと共にこれまでの条件の見直しを図った。

4.1 作製条件の見直し

原料における NaOH 量を 10% から 5% および 1% に変えて作製した。また加熱温度、プレス圧力について再検討を行なった。その結果、NaOH 量は 10% であるのが最適であることが分かった。また加圧力を 4MPa から 5MPa に上げることで、温度を 200 から 150 に下げて

も十分なアルカリ熱硬化体が作製できることが分かった。

4.2 離型性試験

建材製造時に用いるスチールベルトと原料との張り付きを防止するのに最適な離型剤について検討を行った。

離型剤を用いた場合における離型性と着色の関係を図5に示す。通常の離型剤では殆ど離型性の効果が見られないことが分かる。その中で、木材用離型用ワックスと紙を組み合わせた場合、表面の着色については改善されないものの、離型性が向上することが分かる。紙を用いることで、吸放湿性および強度も向上させることができる。木材用離型用ワックスと紙ウェスをを用いて作製した試料を図6に示す。離型性は良好であるが、表面が焦げて着色していることが分かる。

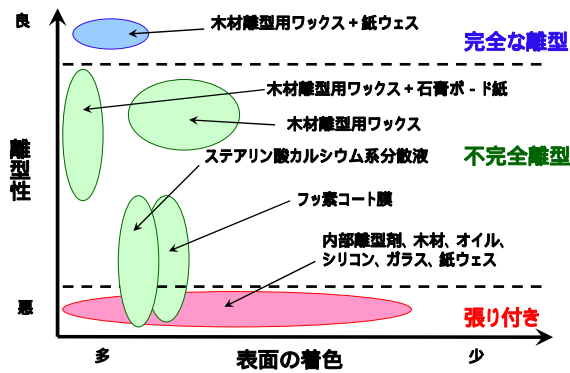


図5 通常の離型剤を使用した場合の離型性と着色の関係



図6 普通紙を貼り付けた場合の試作結果

そこで、通常の紙の代わりに不燃紙を用いて、離型性向上および表面の着色を抑える組み合わせについて模索した。不燃紙として珪酸マグネシウム系不燃紙を使用した。その結果を図7に示す。不燃紙だけでは離型性の向上は見られないが、不燃紙と離型剤とを組み合わせ

わせることにより、スチールベルトと建材の離型性を高め、かつ表面の着色を抑えることが出来ることが分かる。

不燃紙と木材離型用ワックスを組み合わせで作製したサンプルを図8に示す。不燃紙の表面にほとんど変化が見られず、着色が抑えられていることが分かる。ホットプレス装置の圧カムラから中央部分がやや着色しているが、圧カムラのない装置を用いればこの問題は解決できるものと思われる。

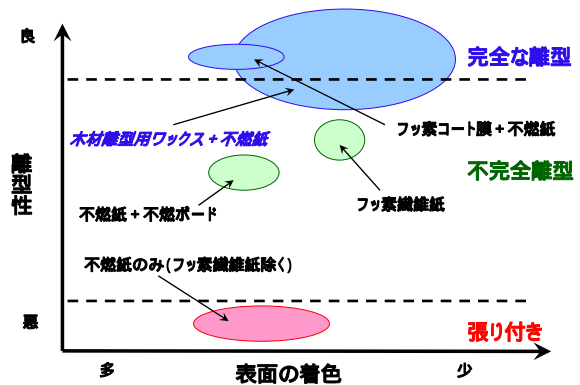


図7 不燃紙を使用した場合の離型性と着色の関係

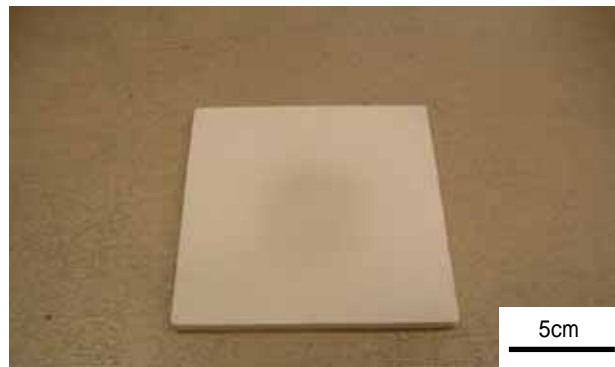


図8 珪酸マグネシウム系不燃紙を用いた場合の試作結果

5. 結言

本研究では、アルカリ熱硬化体に木質系原料を含めることで調湿性建材の作製を行った。その結果を示す。

- (1) アルカリ熱硬化体に木質系原料を最大で50%まで添加させることができた。
- (2) 木質系原料の脱色化を行う際には、NaOHでリグニンを除去するよりオートクレーブによる熱処理法が有効であり、その最適条件を見出した。
- (3) 木質系原料を含んだ建材は、石膏ボードや従来の

調湿性建材であるゼオライト系建材に比べて 2.5 倍の吸放湿性を有していた。

- (4) 実用化に向けた離型性試験の結果、珪酸マグネシウム系不燃紙と木材離型用ワックスを組み合わせることにより、表面の着色を抑えつつ離型性が改善されることが分かった。

参考文献

- 1) 斎藤雅弘：宮城県工業技術センター研究報告，**29**(1998)，p.77-81