

ホタテ貝殻複合材料のためのエアフィルターの開発*

白藤 裕久**、浪崎 安治**、八重樫 貴宗***

青森県工業総合研究センター、秋田県産業技術総合研究センター、岩手県工業技術センターの北東北三県の工業系公設試間で環境分野において共同研究を行った。青森県で大量に発生するホタテ貝殻を VOC 吸着剤として利用する研究である。青森県と秋田県担当の研究により、ホタテ貝殻に他物質を複合することで VOC 吸着能力を付与できることが分かった。そこで、岩手県はその複合材料のエアフィルター形状への成型を検討した。その結果、十分な機能性を有する形状に成型することができ、それをもとに試作品を作成した。

キーワード：貝殻、エアフィルター、VOC

Development of the Air Filter

for Composite Material Made from Shell

SHIRAFUJI Yasuhisa , NAMIZAKI Yasuji and YAEGASHI Takamune

Aomori Industrial Research Center(AIRC), Akita R&D Center(ARDC), and Iwate Industrial Research Institute(IIRI) did a joint research in an environmental field. The content of the research was to use the shell as VOC adsorbment. At first, AIRC and ARDC proved to be able to give the VOC adsorption ability to the shell by combining with another material. Then, IIRI studied to form the shell into the air filter. As a result it was formed to the shape which has enough function as the air filter.

Key words : shell, air filter, VOC

1 緒 言

北東北公設試連携推進会議は「広域連携が重要」、「連携で無駄をなくす」、「連携で相互補完をする」等を念頭に平成 15 年 1 月に第 1 回が開催された。それ以降青森県工業総合研究センター（以下、青森工総研）、秋田県産業技術総合研究センター（以下、秋田産総研）、岩手県工業技術センター（以下、岩手工技）の北東北三県の工業系公設試の環境グループが情報交流を継続し、共同研究を模索してきた。その結果、ホタテ貝殻と他物質を複合させた吸着剤に関する知見を持つ青森工総研から「ホタテ貝殻複合材料の開発」というテーマが提案され、これを核として共同研究を行うことになった。

青森県ではホタテ貝殻養殖が盛んであり、その加工残査であるホタテ貝殻が年間約 5 万トン排出されている。ホタテ貝殻は土壌改良材として粉末利用されているものの、抜本的な対策とはなっていない。

一方近年、揮発性有機化合物（VOC）を含んだ建材・内装材等を使用することによる室内空気汚染が原因と考えられるシックハウス症候群が問題となっている。建築基準法の改正により新規住宅は改善されているものの、既存住宅ではこの問題対応は遅れている。¹⁾

そこで、本研究では青森工総研の知見をもとにホタテ貝殻に VOC 等の吸着能力を付与したホタテ貝殻複合材料を開発し、ホタテ貝殻を活用した応用製品の試作開発を行うことになった。研究分担は、青森工総研が核となり研究を推進し、それを秋田産総研の吸着評価技術と岩手工技の成型技術がサポートすることとした。

本報告では岩手県工業技術センターが担当した、破碎ホタテ貝殻の空気清浄機用フィルターへの成型検討と、共同研究で得られた知見をもとに岩手県で行った建具組み込み用エアフィルターの試作について報告する。

2 成型方法提案と吸着評価

ホタテ貝殻複合材料の製品化案としては、樹脂のフィルター、顔料に混入させ印刷、消臭剤、エアフィルターなどが挙げられた。消耗品で大量に使われることや販路などを考慮し、空気清浄機用フィルターが有力と考えた。そこで、成型担当の岩手工技がフィルター形状の試作品を数種類作成し、提案することにした。

複合化前ホタテ貝殻を使用し、150mm×150mm のサイズで試作した。試作品を図 1～4 に示す。

* 北東北三県共同研究（支援・研究活動活性化事業）

** 環境技術部

*** 環境技術部（現 宮古地方振興局岩泉土木事務所）



図1 ボードタイプ



図2 袋詰めタイプ



図3 シートタイプ A



図4 シートタイプ B

図1はもともと岩手工技で有する技術で作成したボード状のもので、破碎貝殻とバインダーを混合して型枠内で熱圧成型するものである(ボードタイプ)。

図2は不織布(PP製)をセル状に区切りホタテ貝殻(粒径5mm)を封入したものである。(袋詰めタイプ)

図3は粒径5mmのホタテ貝殻をホットメルト接着剤が塗布された不織布(接着芯地; ダイニック製 PDT-15W)で挟み込み熱圧成型したものである。(シートタイプA)

図4は粒径約500 μ m以下のホタテ貝殻を140mm×140mmの和紙上にバインダーで固定し、それを接着芯地で挟み込み熱圧成型したものである。(シートタイプB) それぞれ成型したホタテ貝殻量は適当量とした。

ボードタイプは通気性に問題があると思われ、袋詰めタイプ、シートタイプA、Bがフィルターとして適当と思われた。また、ボードタイプとシートタイプBではバインダーによる貝殻表面の被覆による表面積減少と工程の煩雑化が懸念された。

よって、外観や成型方法からは袋詰めまたはシートタイプAが適当と思われた。

作成した4種類のサンプルをもとに、ボードタイプを除いた3種類の成型方法について吸着能力試験を行った。ホタテ貝殻-エチレン尿素複合化合物と活性炭それぞれ1.0gを50mm×50mmに成型し試験片とした。岩手工技で試験片を作成し、青森工総研、秋田産総研が吸着能力を評価した。

その結果、どの成型方法のサンプルでもホルムアルデヒドが吸着することが分かった。また、シートタイプAとBはそれぞれ袋詰めタイプより吸着量が多いという結果となり、吸着能力の面からはシートタイプAまたはBが望ましいことが分かった²⁾。成型方法、吸着能力から考えシートタイプAをもとに、より製品に近い試作を行うことにした。

3 ホタテ貝殻封入量増加の検討

空気清浄機用フィルターを発売しているI社ではフィルターの充填材として活性炭を使用しているが、この量は1cm²あたり0.1gである。青森工総研の実験ではホタテ貝殻-エチレン尿素複合化合物の吸着能力は活性炭の20%程度だった²⁾。フィルターとして同一の能力を得るため、5倍量の1cm²あたり0.5gを目標に成型方法を検討した。

シートタイプAの成型方法は図5のように接着芯地上に貝殻を散布しその上にもう1枚の接着芯地をのせ、熱圧する方法である。この方法では単純に貝殻量を増やすと、上下の接着芯地が互いに接触せず接着しなくなる。

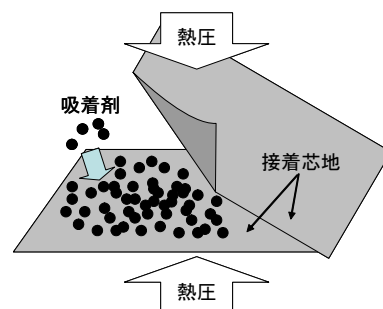


図5 シートタイプAの成型方法

そのため、貝殻を分割して封入しその隙間から接着芯地が互いに接触し接着する方法（図 6）とハニカムコアを用いてそのセル内に貝殻を封入し、ハニカムコアの両面に接着芯地を接着する方法（図 7）³⁾ が改善案として考えられた。

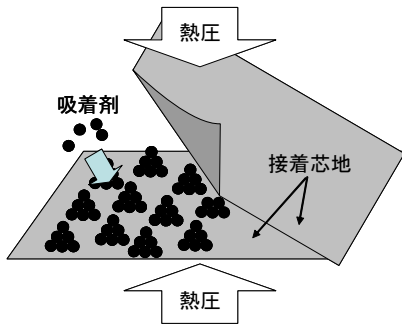


図 6 貝殻を分割して封入する方法

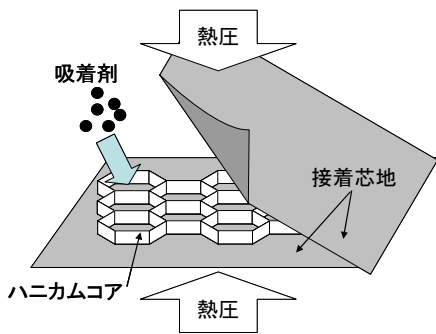


図 7 ハニカムコアを用いた方法

図 6 に示す方法では実験の結果、1cm²あたり 0.3g までしか成型できなかったため、2 層化することで 1cm²あたり 0.5g の目標を達成した。成型品を図 8 に示す。しかし、剛性に欠けることから空気清浄機へ設置するのには向かない点が問題であった。

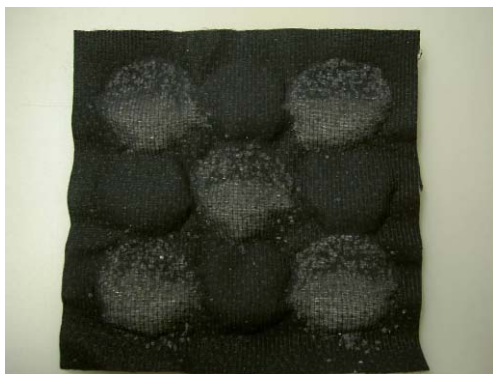


図 8 貝殻を分割して封入したもの

図 7 に示すハニカムコアを使用する方法では、ハニカムコアの厚みを調節することで貝殻充填量 0.5g/cm² が達成できた。成型品を図 9 に示す。ハニカムコアは紙製のものを使用したがる、エアフィルターとしては十分な剛性があると考えられた。



図 9 ハニカムコアを使用したもの

しかし、活性炭より重いホタテ貝殻を充填したときにハニカムコアと接着芯地が接着強度不足ではがれてしまうことと、充填物の重さのためハニカムコアが変形しやすく、通常では接着している箇所でも変形したときにはがれてしまうという 2 つの欠点があった。

そこで、熱板と接着芯地の間に耐熱性スポンジを挟みこむ方法を考案した（図 10）。接着芯地をスポンジでハニカムコアのセル内に押し込みセル壁面にも接着することで接着面積が図 11 のように増え、接着強度が上昇することが期待された。

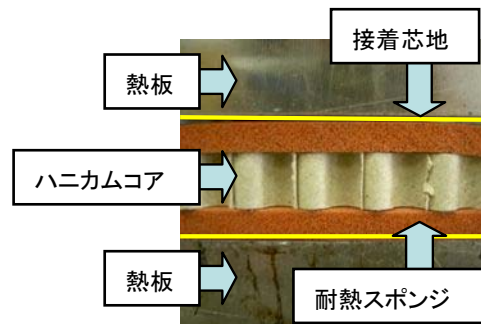


図 10 耐熱スポンジを挟み込む方法

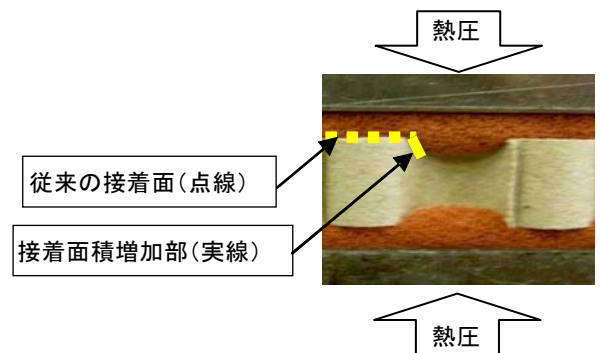


図 11 接着面積増加部分

その接着強度を図 12 に示す方法で 1セルに接着している芯地をはがし、そのときの荷重を測定した。はがれたときセルのエッジ 1mm あたりにかかった荷重を接着強度 A (gf/mm) として図 13 の棒グラフに示した。

対象とした接着芯地は代表的な布組織の織布、不織布、編布とし、それぞれスポンジあり、なしで測定した。

スポンジの使用によりどの種類の接着芯地でも接着強度が向上したことが確認できた。

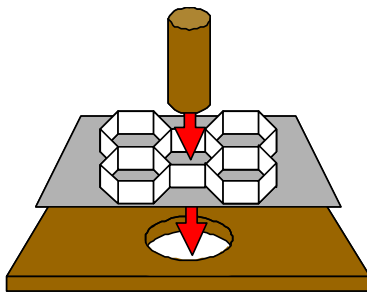


図12 接着強度測定方法

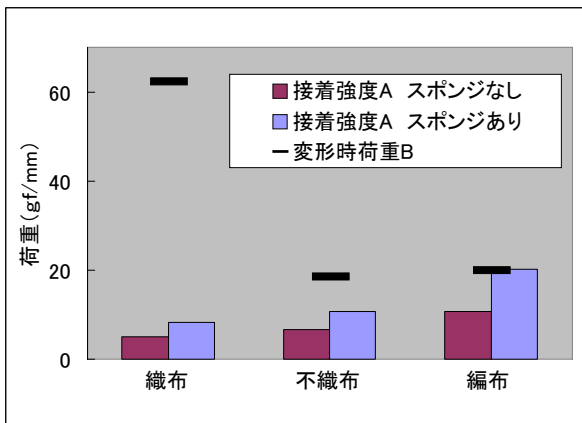


図13 接着強度と変形時の荷重

さらに、ハニカムコアが変形したとき接着芯地がはがれることを防止する方法を検討した。はがれやすい場所はほぼ一定で、セルが隣接する部分に変形により約1mm反対方向に引っ張られた部分だった (図14)。

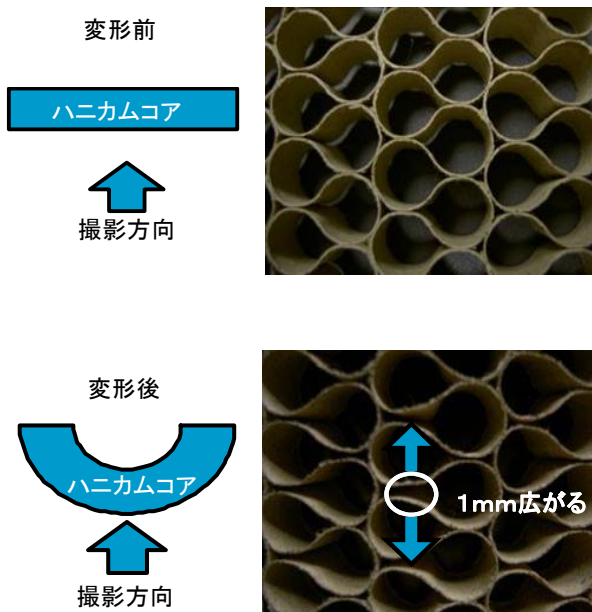


図14 ハニカムコアの変形

そこで、ハニカムコアが1mm変形しても接着芯地が伸びることで接着部分に接着強度以上の力がかからないように検討した。1mm幅の接着芯地が1mm伸びたときにかかる荷重を変形時荷重B (gf/mm)として測定した。結果を図14中の横棒に示した。

接着強度Aと変形時荷重Bを比較して $A \geq B$ となればハニカムコアが変形しても接着芯地がはがれないことになるが、これを満たしたものは織布をスポンジ使用で接着したものだった。

この方法を使用することで接着芯地のはがれを防止でき、活性炭の5倍量のホタテ貝殻を空気清浄機用フィルターとして成型することが可能になった。

4 空気清浄機用フィルターの試作

以上の検討で得られた結果をもとに、I社のペット用空気清浄機フィルターと同等サイズ(346mm×388mm)で試作を行った。充填物は青森工総研の最終的な試作品である、ホタテ貝殻-エチレン尿素複合化合物の造粒品とした。

外観を図16に示す。市販品同等サイズでも問題なく成型できた。



図16 市販活性炭製品と同サイズの試作品

この試作品について、青森工総研が行ったエアフィルター性能試験の結果は良好²⁾で、青森県において製品化を検討中である。

5 建具組み込み用エアフィルターの試作

以上の知見を岩手県内企業に還元するために、建具組み込み用エアフィルターを試作した。製品化までを考慮し、住宅設計事務所の協力を得て建築士および一般ユーザーの意見を聴取しながら行った。

まず、空気清浄機用として作成したフィルター筐体(図16)について建築士の意見を聴取した。

その結果、用途としては建具への組み込み、壁面装飾に利用可能性があり、芯材が布から透けて見える様子もデザインとして面白いということだった。建築士が住宅建築の施主へ提案してみたいということで、特に押入れ用建具への用途を検討することとした。

押入れ用建具への取り付けを考慮して、周辺部に取付け用の耳を設けたもの(図17)をもとにして一般ユーザー

一の見意見を聴取した。



図 17 建具取り付け用フィルター

その結果、①布が黒ではなくもっと自然な感じのするものがいい、②介護用の消臭機能があるとよい、③調湿機能があるとよい、といった意見が寄せられた。

②、③については今回検討したホタテ貝殻-エチレン尿素複合化物以外も充填物として考慮すれば対応可能であると考えられる。①について検討し、材質を変更したものが図 18 である。布の材質を壁紙剤として使用されることもある麻布とした。



図 18 布種類を変更したもの

現在、この形状で建築士を通して一般ユーザーへ提案を行っている段階である。

6 結言

岩手県工業技術センターが開発した試作品は、空気清浄機用フィルターの代替品として利用可能であり、十分な性能の試作品を提供できた。この試作品については青森工総研が製品化に向けて検討中である。

共同研究にて得られた知見をもとに、建具組み込み用エアフィルターを試作し、岩手県内の住宅関係業者や一般ユーザーから評価を得た。今後、様々な資材の活用を前提に機能性を向上させ、住宅設計事務所の協力を得ながらより製品に近い試作品開発に取り組んで行く予定である。

また岩手県工業技術センターでは、このフィルター作成方法について特許を出願した（特願 2007-187740）。

文 献

- 1) (独) 森林総合研究所編著：シックハウスと木質建材 試料編, (財) 林業科学技術振興所(2004)
- 2) 廣瀬孝：機能性材料研究会資料「ホタテ貝殻複合材料の開発」(2008)
- 3) 特開平 8-294611 脱臭フィルターエレメント など