

繊維端材のリサイクルによる資源循環型部材開発に関する研究（第1報）

－端材を原料とした吸音材の開発(1)－
中島孝康*、立川英治*、林浩司*

Development of resource-recycling materials through recycling fiber scraps (I) - Development of sound absorbing materials using fiber scraps(1) - NAKASHIMA Takayasu*, TACHIKAWA Eiji* and HAYASHI Koji*

不織布で構成繊維同士が熱で融着されてボード状になっている製品の端材についてリサイクル手法を検討した。バージン繊維層の間に端材分解片を挟んだ構造の不織布について、端材層の均一性を高めることにより吸音性の向上を試みたが、実験した範囲では均一性の程度によって吸音性に大きな変化はなく、バージン繊維のみの不織布と比較して、目付・厚さが同程度では端材分解片の混合により吸音性が低下した。

1 はじめに

繊維業界においても SDGs の重要性が広く認識されるようになり、その一環で工程で発生する端材の活用についての相談が当所に寄せられるようになった。繊維製品のリサイクル手法としては以前から反毛がある。生地を解きほぐして単繊維同士をばらばらにする方法で、糸や不織布などに再利用されるが、繊維同士が熱などで強く融着している場合は適用が困難である。そこで昨年度、繊維同士が熱で融着したボード状製品についてリサイクル手法を検討することとし、分解片をバージン繊維層（以後「繊維層」）に挟む方式（以後「サンドウィッチ構造」）の不織布を試作した。吸音材への活用を想定して吸音性を評価したが、バージン繊維のみの不織布と比較して、目付・厚さが同程度では端材の混合により吸音性が低下した¹⁾。昨年度試作品は分解片の粒径が粗く端材層の均一性が低かったので、本年度は均一性の改良による吸音性向上を検討した。

2 実験

2.1 シミュレーション

端材サンドウィッチ構造不織布の吸音性の可能性を検討するため、試作に先立ち、数理モデルによるシミュレーションを実施した。積層構造音響特性予測ソフトウェア（日本音響エンジニアリング(株)製 STRATI-ARTZ）で KATO モデルを使用した。KATO モデルでは、不織布について、厚さ、嵩密度、構成繊維の繊維径・密度・配合割合などの比較的把握が容易なパラメータで吸音率を予測できる。嵩密度は厚さと目付から、繊維径は繊維度と密度から計算可能である。以下3種の不織布について実施した。

- ① サンドウィッチ構造品：同目付の繊維層2層の間に端材粉砕片の層を重量割合50%で挟む。
- ② 繊維4層品：端材の代わりに同重量の繊維（2層分）を入れ、全部で繊維層を4層重ねる。

③ 繊維2層品：端材の部分はなしにして繊維層を2層だけ重ねる（目付は①、②の半分）。

①の端材層については構成繊維（本報告では非公開）が均一に混合された不織布としてモデルを適用した。シミュレーションの主な条件を表1に示す。

2.2 試作

ボード状製品（厚さ3mm、目付700g/m²程度）の端材を粉砕機（(株)ホーライ製 UGO₃-280）により粉砕した。端材層の均一性の影響を検討するために粉砕粒径の違うものを作ることにし、排出スクリーン径4、8、12、20mmの4種類で粉砕を実施した。繊維層の繊維は表1記載の構成とした。繊維長は51mm、バインダー繊維には芯鞘型で軟化温度110℃のものを利用した。まず、端材層の上下に配置する繊維層（1層分）をカード機で目付215g/m²前後で作製した。端材層と繊維層の境界面の凹凸をなるべく少なくしたいと考え、端材積層前に繊維層形状をある程度固定するために、高さ10mmのステンレス枠中で上下面を金網で挟んで150℃で5分間加熱した。その後、全体の目付860g/m²、端材重量50%の想定で、繊維層1層の上に端材粉砕片430g/m²を散布し、さらに繊維層1層を重ねた。最後に、端材層と繊維層を融着させるため、高さ20mmのステンレス枠中で上下面を金網で挟んで150℃で5分間加熱した。スクリーン径4mm粉砕品については再現性確認のため2個、その他は1個ずつのサンドウィッチ構造品を試作した。比較品としてシミュレーション時と同様、バージン繊維のみで繊維4層品、2層品を試作した。

2.3 試作品の評価

垂直入射吸音率測定装置（ホッティンガー・ブリュエル・ケアー製 4206T）で吸音率を測定した。径100mm、29mmの音響管を利用し背後空気層なしで50～6,300Hzの範囲で測定した。

3 結果及び考察

3.1 シミュレーション

シミュレーションの結果を図1に示す。サンドウィッ

* 繊維・紙業部

表1 シミュレーションの主な条件

厚さ	全体 20 mm *サンドウィッチ構造品の場合 繊維層各 8 mm、端材層 4 mm
目付	・ サンドウィッチ構造品 800 g/m ² (繊維層各 200 g/m ² 、端材層 400 g/m ²) ・ 繊維4層品 800 g/m ² ・ 繊維2層品 400 g/m ²
繊維層構成	ポリエステル (密度 1.38g/cm ³ とした) ・ 2.2dtex : 80%、 ・ 4.4dtex (バインダー繊維想定) : 20%

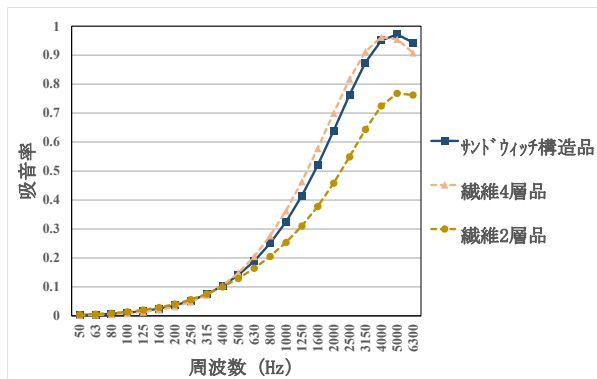


図1 シミュレーション結果

チ構造品は、繊維4層品と同程度の吸音率であった。端材層を不織布とみなしたシミュレーションであるので、端材層を不織布のようになるべく均一な状態にできれば、昨年度実験結果とは違い、端材を混合しても同目付・厚さのバージン繊維のみの場合と同レベルの吸音性を実現できる可能性があると考えられた。

3.2 試作品の吸音性

サンドウィッチ構造品作製の際、端材粉砕片を積層した時点での写真を図2に示す。粉砕スクリーン径が小さいほど端材層の均一性は高くなったと言える。目付はサンドウィッチ構造品、繊維4層品は、860～885 g/m²とある程度揃えることができた。繊維2層品は437 g/m²で想定どおり他の約半分であった。試作品は柔らかく厚さの荷重による変化が大きい、吸音率測定時、装置のサンプルホルダーの所定の位置に試料面が合うように測定厚さを調整し、23～25 mmの範囲で揃った。垂直入射吸音率の結果を図3に示す。サンドウィッチ構造品はグラフ中の実線で、いずれの粉砕スクリーン径の結果もほぼ重なっており、少なくとも実験範囲内では端材層の均一性は吸音性に大きな影響がないことが分かった。また、シミュレーション結果とは違い、サンドウィッチ構造品は繊維4層品に比べて吸音性が低かった。バージン繊維のみの繊維4層品、2層品の結果については、試作品の実際の目付と厚さから改めてシミュレーションするとよく一致しており、繊維層部分には KATO モデルは有効と思われた。端材層でモデルが有効でなく、通常の不織布

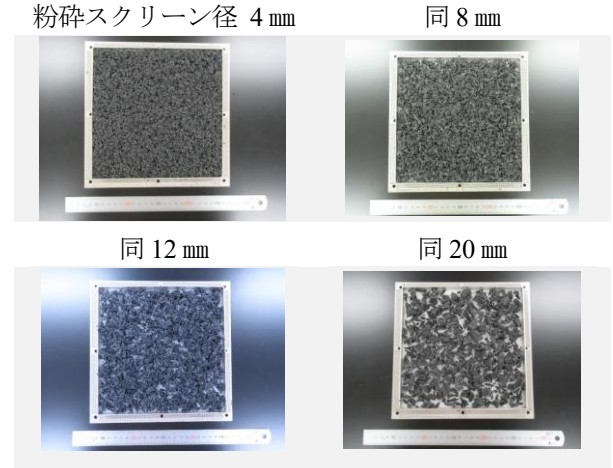


図2 端材粉砕片を積層した時の様子

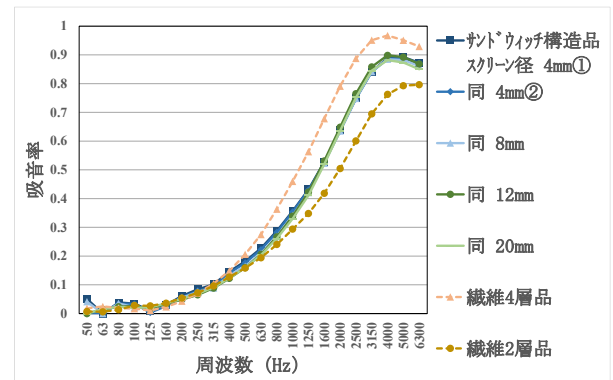


図3 試作品の垂直入射吸音率

の挙動が期待できないと考えられた。理由として、細かく粉砕したとはいえ粗密の差が大きい、粉砕で繊維長が短くなっている、繊維の溶融・融着の程度が大きいなどが考えられた。昨年度同様、サンドウィッチ構造品は繊維2層品よりは吸音性が良かったので、環境配慮という点も鑑み、端材利用のメリットはあり得ると考えられる。

4 まとめ

端材を挟んだ不織布において端材層の均一性を高めることで吸音性向上を期待したが、均一性の差による吸音性の変化はほとんどなかった。今回は熱で繊維を融着させる方式で不織布を作製したが、今後はニードルパンチ方式等でも検討していきたいと考えている。

【謝 辞】

端材サンプルの提供など、ご協力いただきました株式会社オーツカ様に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 中島ら, 岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.5, pp63-64, 2024