

# 熱伝導特性に優れた高性能吸音材の開発に関する研究

機械システム課 羽柴利直、金森直希 中央研究所 石黒智明

## 1. 緒言

情報機器、産業機械、自動車等の製品の低騒音化には、吸音材の使用が不可欠であるが、吸音材は一般に熱伝導特性が悪く、製品に貼付することにより放熱性が悪化する。放熱性を改善するためにより多くの通風孔や大きな空冷ファンを設けると、コストの問題が生じるだけでなく、かえって外部に放射される騒音が大きくなり、対策が悪循環に陥りやすい。また、輻射空調パネルの設計においては、通常は伝熱素材と吸音素材の両方が必要となり、コストの抑制が課題となっている。

本研究では、これらの製品の低騒音化、コストや部品重量の抑制を実現するため、一般には両立が困難とされている吸音特性と熱伝導特性を両立する吸音材の開発に取り組んだ。

## 2. 実験方法

### 2.1 使用材料

前報<sup>1)</sup>において、熱伝導特性が良好な金属であるアルミを繊維状にしたアルミ繊維（線径 100  $\mu\text{m}$ ）と、比較的入手が容易な化学繊維であるポリエステル繊維（線径 15  $\mu\text{m}$ ）を選定し、吸音特性、熱伝導特性を調査した。この結果、アルミ繊維は密度や厚さによらず良好な熱伝導特性を示したが、吸音率は低くなった。一方、ポリエステル繊維は、熱伝導特性が極端に悪い結果となったが、密度の低い状態では、幅広い周波数範囲において、吸音率が高くなった。これは、細い繊維により細分化された繊維間の空隙の空気粘性による吸音効果によるものと推測される。逆に、密度の高い状態では吸音率が低くなったが、これは、吸音効果をもたらす繊維間の空隙が大幅に減少したためと考えられる。

製造上の問題により、線径が細いアルミ繊維は桁違いに製造コストが大きくなるため、アルミの細線の実用化への適用は現実的ではないと考えられる。また、細線のみで熱伝導特性を改善するために高密度化すると、上述の理由により、吸音率が低下することが考えられる。そこで、入手が容易な線径 100  $\mu\text{m}$  のアルミ繊維に伝熱性のある細い炭素繊維（線径 7  $\mu\text{m}$ ）を混合することにより、吸音特性および熱伝導特性の改善を試みた。

炭素繊維は、アルミ繊維との混合のため、チップ状に裁断されたものを用い、厚さ 40 mm、密度 48  $\text{kg}/\text{m}^3$  のアルミ繊維およびこれを厚さ 20 mm、10 mm に圧縮したア

ルミ繊維に、重量比 10~20%の割合にて混合した。なお、20%以上では炭素繊維が分離し、均一な混合ができなかった。

### 2.2 吸音特性の測定方法

吸音特性の評価のため、図 1 に示す治具を用いて、試料を所定の密度、厚さになるように音の試料背後全反射面となる丸棒にて圧縮し、この状態のまま、治具を音響管（ブリュエル・ケアー・ジャパン製 4206）に設置して、2 マイクロホン伝達関数法により、試料の垂直入射吸音率を測定した。

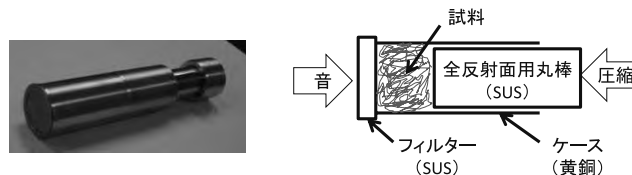


図 1 吸音率測定用治具

### 2.3 熱伝導特性の測定方法

図 2 に示すように、側面に硬質の断熱材を配置した金属ボックスに試料を入れ、所定の密度、厚さになるように圧縮して、この金属ボックスを温度 40°C の定温熱源板に置き、5 分後の放熱面（試料上面）の中央部の温度を測定した。測定時の環境温度は約 22°C であり、この温度との差により、熱伝導特性を評価した。

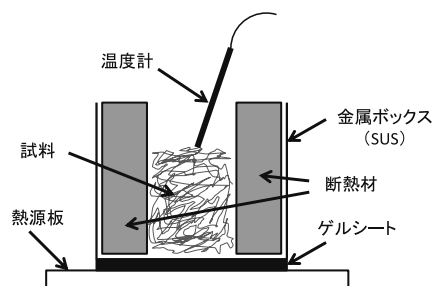


図 2 熱伝導特性評価用治具

## 3. 実験結果および考察

垂直入射吸音率の測定結果を図 3 に示す。

厚さ 10 mm の試料では、炭素繊維の混合割合が 10% では吸音率に変化がほとんど見られなかったが、20% の混合割合では、4,000 Hz 以上の周波数において、吸音率が 0.1 程度向上した。厚さが 40 mm の試料では、炭素繊維の混合により、5,000 Hz 付近の周波数における吸音率が最大で 0.1 程度向上し、最も吸音率の高い周波数において

は0.6程度を維持した。

これは、比較的太いアルミ繊維の間の大きな空隙が炭素繊維により細分化され、空気粘性による吸音効果が高まったためと考えられる。特に、厚さが10mmの試料では、一般的な吸音材として比較のために測定したウレタンフォームよりも、20%の炭素繊維を混合した試料は4kHz以上の周波数領域において大幅に高い吸音率を示しており、吸音材を入れる壁や天井のパネル構造により低周波数の吸音率を高めれば、幅広い周波数領域において、高い吸音率が得られると考えられる。

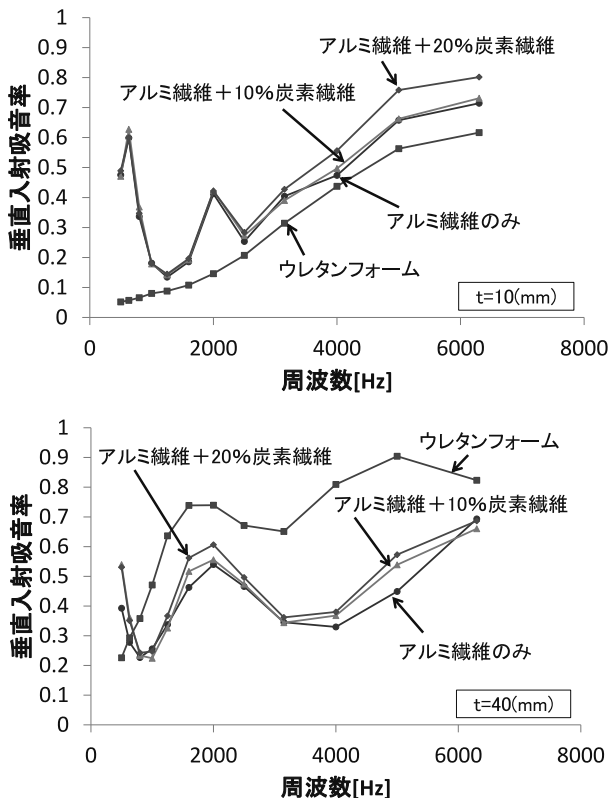


図3 吸音率測定結果

また、熱伝導特性の測定結果を図4に示す。アルミ繊維に炭素繊維を混合することにより、40℃の

キーワード：吸音特性、熱伝導特性、金属繊維、炭素繊維、吸音材

### Study on the Sound Absorbing Materials of Good Thermal Conductivity

Mechanical System Section; Toshinao HASHIBA, Naoki KANAMORI, Material Technology Section; Tomoaki ISHIKURO

The aim of this study is to develop sound absorbing materials with good thermal conductivity. Sound absorption coefficient and thermal conductive property of some aluminum fibers mixed with carbon fibers were measured. As a result of the experiment, the sound absorption coefficient was improved in frequency range above 4 kHz, and much better thermal conductive property was obtained as compared to that of aluminum fiber.

定温熱源に対する放熱面の温度で評価した熱伝導特性が、最大で約4℃改善した。特に、厚さ40mmの試料では、炭素繊維を20%混合したアルミ繊維の放熱面の温度は31.4℃となり、比較のために測定したアルミのバルク材の温度(32.1℃)に近い値となった。

これは、細い炭素繊維が太いアルミ繊維をつなぎ、伝熱性繊維のミクロ的な接点および熱伝導の経路が増加したためであると推測される。特に、厚さが10mm、20mmの試料は、炭素繊維の混合割合がわずか10%でも熱伝導特性が大幅に改善しており、アルミ繊維の熱伝導特性の改善に効果的であることが明らかになった。

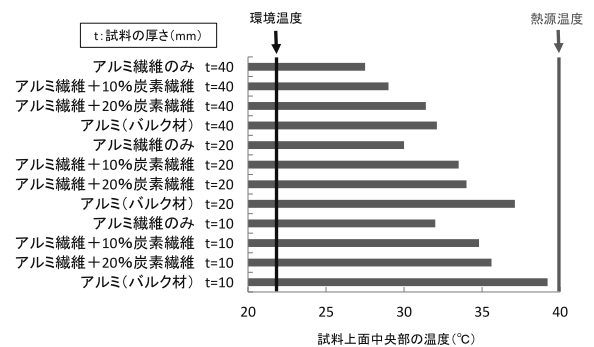


図4 熱伝導特性の測定結果

### 4. 結言

線径100μmのアルミ繊維に線径7μmの炭素繊維を混合することにより、4kHz以上の高い周波数領域における吸音特性が改善すること、および熱伝導特性が大幅に改善することが明らかになった。今後、吸音材を建材パネル等に適用したときのこれらの特性を評価し、実用化につなげたい。

### 参考文献

- 1) 羽柴ほか; 富山県工業技術センター研究報告, 29 (2015), pp. 109-110.