

# 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、石黒智明\*

## 1. 緒言

空調機器、情報機器、産業機械、自動車等の製品では、製品開発において、低騒音化、高効率化、小型化、軽量化が要求され、製品を構成する部材の吸音特性の改善、伝熱や放熱の特性の向上、部品点数や重量の抑制に迫られている。しかし、吸音特性と熱伝導特性は両立が困難な関係にあり、むしろ、吸音材は一般に建材等で優れた遮熱断熱材としても用いられていることから、片方の特性を犠牲にした設計を強いられているのが現状である。

例えば、空調機器において、コスト抑制のために用いる新しい熱伝導特性の良い素材について、この素材や空調機器全体の吸音特性の改善が課題となっている事例<sup>1) 2)</sup>や、機械製品や情報機器において、内部の熱源からの熱を排出するために通風口を開け、製品内部で吸音できなかった騒音がここから放射されるために低騒音化が問題となっている事例がある。

これらの製品では、吸音特性と熱伝導特性を両立する吸音材を開発することにより、小型化、軽量化、低騒音化、製造コストの低減を実現することができる。

本研究では、このような吸音材に用いる材料として、軽量で比較的取り扱いが容易な繊維材料に着目して、金属繊維および化学繊維の密度や厚さによる吸音特性、熱伝導特性の違いの評価を行い、これらの特性の改善方法を検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 使用材料

繊維材料として、比較的熱伝導特性が良好な金属であるアルミニウムを繊維状にしたものと、比較的手に入りやすい化学繊維であるポリエステル繊維を選定した。アルミ繊維には線径が 100 $\mu\text{m}$ 、ポリエステル繊維には線径が 15 $\mu\text{m}$  のものを用いた。

### 2.2 吸音特性の測定方法

吸音特性の評価のため、図 1 に示す治具を作製した。試料をこの治具の中に入れ、所定の密度、厚さとなるように、音の試料背後全反射面となる丸棒にて圧縮した。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。

\*現 中央研究所

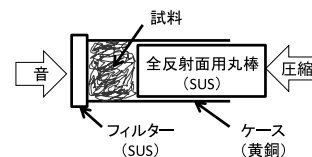


図 1 吸音率測定用治具

### 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 度の熱源板に置き、5 分後の試料上面中央部の温度を測定した。

測定時の環境温度は 21~23 度であり、この温度との差により、熱伝導特性を評価した。

比較のために、軽量で安価なことから一般に広く用いられている吸音材であるウレタンフォーム（密度:25kg/m<sup>3</sup>）の熱伝導特性も併せて測定した。

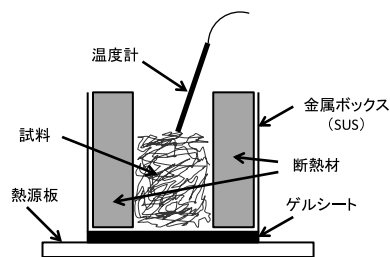


図 2 熱伝導特性評価用治具

## 3. 実験結果および考察

実験に用いたアルミ繊維、ポリエステル繊維について、厚さ 10mm、40mm に調整した試料の吸音率の測定結果をそれぞれ図 3、図 4 に示す。

アルミ繊維は、同じ厚さであれば密度が高いほど吸音率が高くなるが、全体的に吸音率は低く、特に薄い場合には、1,000~3,000Hz の比較的低い周波数領域の吸音率が低くなった。これは、試料表面での音の反射の影響も考えられるが、主に試料の内部での吸音効果が小さいことが原因ではないかと推測される。

一方、ポリエステル繊維は、厚さが 40mm の試料では幅広い周波数範囲において高い吸音率となり、同じ厚さのアルミ繊維と比較して吸音率は高くなった。これは、アルミ繊維と比較して線径が小さく、しかも繊維の剛性が小さいことから、試料内部の空隙が微細になり、試料内部を通過する音を減衰させる効果が大きくなったためではないかと推測される。逆に、厚さが

10mm の薄い試料では、特に密度が高い試料で吸音率が小さくなったが、これは、音の試料内部の透過距離が短いことに加えて、密度が高すぎるにより、試料内部の空隙が極端に少なくなり、空隙による音の減衰効果が低下したことが原因ではないかと考えられる。

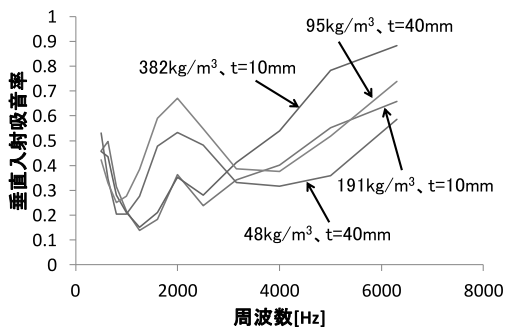


図3 アルミ繊維の吸音率測定結果

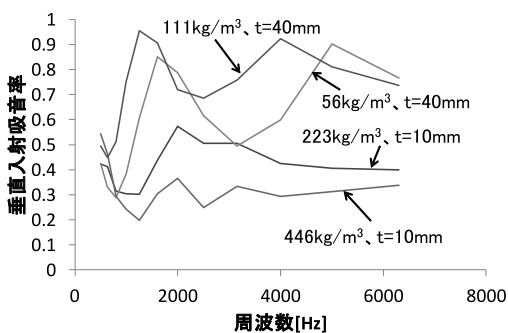


図4 ポリエステル繊維の吸音率測定結果

また、熱伝導特性の測定結果を図5に示す。

アルミ繊維は、密度や厚さによらず比較的良好な熱伝導特性を示し、特に薄くなるほど、また、密度が大きくなるほど、大幅に熱伝導特性が向上した。

ポリエステル繊維は、アルミ繊維と比較して、熱伝導特性が著しく劣り、ウレタンフォームと比較しても、熱伝導特性が劣ることが分かった。

アルミ繊維は、繊維が金属で熱を伝えやすく、また、線径がポリエステル繊維よりも太いことから、特に空

気層の少ない密度の高い状態において、熱伝導特性が著しく高くなったのではないかと考えられる。一方、ポリエステル繊維は、空気層が少ない高密度の状態においても熱伝導特性が悪く、繊維の素材の熱伝導特性が支配的になっているものと考えられる。

これらの結果から、吸音特性と熱伝導特性の両立には、アルミ繊維に関しては繊維の線径や密度の最適化によって吸音特性を改善することが必要であり、ポリエステル繊維に関してはメッキ処理等により熱伝導特性を大幅に改善することが必要であると考えられる。

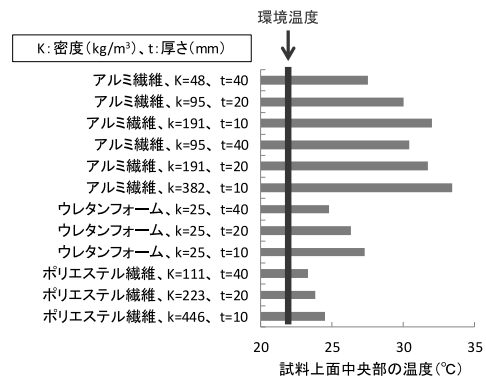


図5 熱伝導特性の測定結果

#### 4. 結言

吸音特性と熱伝導特性を両立する吸音材の開発を目指し、アルミ繊維とポリエステル繊維の密度や厚さによる吸音特性と熱伝導特性の違いの評価を行った。

この結果、熱伝導特性が良好な吸音材の開発のための基礎データが得られた。

#### 参考文献

- 1) 羽柴ほか、天井パネルの吸音特性改善に関する研究、富山県工業技術センター研究報告、No.27(2013)、115
- 2) 羽柴ほか、天井パネルの吸音特性改善に関する研究、富山県工業技術センター研究報告、No.28(2014)、116

キーワード：吸音特性、熱伝導特性、金属繊維、化学繊維、吸音材

### Study on the sound absorbing materials of good thermal conductors

Mechanical System Section; Toshinao HASHIBA, Naoki KANAMORI and Tomoaki ISHIKURO\*

The aim of this study is to develop the sound absorbing materials of good thermal conductors. Sound absorption coefficient and characteristics of radiation of heat of aluminum fiber and polyester fiber were measured. As a result of the experiment, sound absorption coefficient of thick polyester fiber was relatively high, and characteristic of radiation of heat of aluminum fiber was much better than that of polyester fiber. The characteristic was remarkable of thin and close aluminum fiber.