

# 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、入手が比較的容易な線径 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。この結果、炭素繊維の混合により、熱伝導特性が大幅に改善し、吸音特性も 4kHz 以上の高い周波数領域において改善することが明らかになった。

本報では、この繊維状の伝熱性吸音材の製品化のための検討を行った。具体的には、伝熱性吸音繊維をむき出しの状態では使用できないため、これを収納するセル構造を有する穿孔吸音体を考案した。穿孔吸音体単体でも、アルミ製セル構造による伝熱効果と、穿孔による吸音効果が見込めるが、これに加えて、伝熱性吸音繊維を穿孔吸音体のセル構造内に収納することにより、これらの特性のさらなる改善を試みた。伝熱性吸音繊維には、前報と同様に、厚さ 40mm、密度 48kg/m<sup>3</sup>、線径 100 $\mu\text{m}$  のアルミ繊維およびこれを厚さ 20mm、10mm に圧縮したアルミ繊維に、重量比 0~20%の割合にて線径 7 $\mu\text{m}$  の炭素繊維を混合したものをを用いた。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。

なお、一般的な吸音材との比較のために密度 25 kg/m<sup>3</sup> のウレタンフォーム、熱伝導特性の比較のためにアルミのバルク材を試料として加えた。

### 2.2 熱伝導特性の測定方法

熱伝導特性の評価のため、図 1 に示すような 3×3 列の

セル構造を有する穿孔吸音体を試作した。この穿孔吸音体を、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入れ、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（穿孔面）の中央部の温度を測定した。測定時の環境温度は約 21°C であり、この温度との差により、熱伝導特性を評価した。

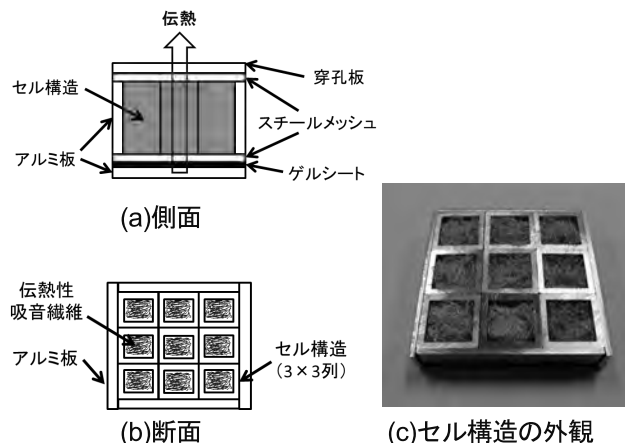


図 1 試作した穿孔吸音体

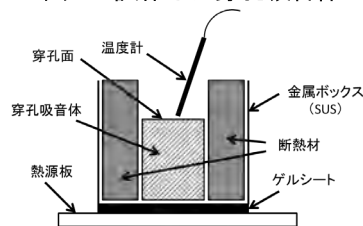


図 2 熱伝導特性測定の概要

### 2.3 吸音特性の測定方法

セル構造を 1 個とした穿孔吸音体を音響管（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、穿孔面からの音の入射に対する垂直入射吸音率を測定した。

## 3. 実験結果および考察

熱伝導特性の測定結果を図 3 に示す。

いずれの厚さの試料も、バルク材には及ばないものの、穿孔吸音体単体と比較して、伝熱性吸音繊維を収納した穿孔吸音体は熱伝導特性が概ね改善する傾向が見られた。特に、厚さが 10mm の試料では、炭素繊維の混合割合が増すほど熱伝導特性が向上し、炭素繊維の割合が 0%、10%、20%のときの放熱面（穿孔板）の温度は、伝熱性吸音繊維がない条件と比較して、それぞれ 0.7°C、1.7°C、2.1°C の改善が見られた。一方、厚さが 20mm、40mm の試料では、伝熱性吸音繊維による熱伝導特性の改善の効果が小さくなった。これは、薄い試料ほど伝熱性吸音繊維

維の密度が高く、繊維と繊維、繊維と穿孔板のミクロ的な接点や熱伝導の経路が増加し、伝熱性吸音繊維を伝わる熱量が増加したためであると考えられる。この結果から、伝熱性吸音繊維の熱伝導の効果を十分に得るためには、ある程度の繊維密度が必要であると考えられる。

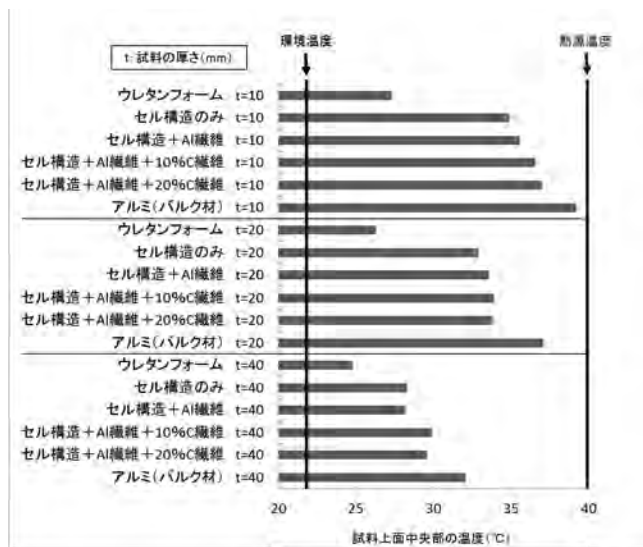


図3 熱伝導特性の測定結果

次に、厚さが10mm、40mmの試料の垂直入射吸音率の測定結果を図4に示す。

穿孔吸音体単体でも、共鳴周波数付近において0.3~0.7程度の吸音率があり、特定の周波数の騒音源に対する吸音設計や、複数の共鳴周波数の組み合わせによる広範囲な周波数領域における設計が可能であると考えられる。特に、厚さが10mmの試料では、ウレタンフォームよりも高い吸音率を示す領域があることから、実用的な吸音構造体として十分に適用できるものであると考えられる。

また、穿孔吸音体単体の条件と比較して、そのセル構造に伝熱性吸音繊維を収納することにより、共鳴周波数の外側の周波数領域において、吸音率が0.1程度改善することが明らかになった。これは、穿孔からセル構造に入射した音が伝熱性吸音繊維により吸音されたことによる吸音効果であると考えられる。

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 the sound absorbing materials of good thermal conductivity. Sound absorption coefficient and thermal conductive property of cell structures with perforation containing some aluminum fibers mixed with carbon fibers were measured. As a result of the experiment, by the fibers, thermal conductive property of cell structures were improved, and sound absorption coefficient increased by 0.1 in range excluding resonance frequency.

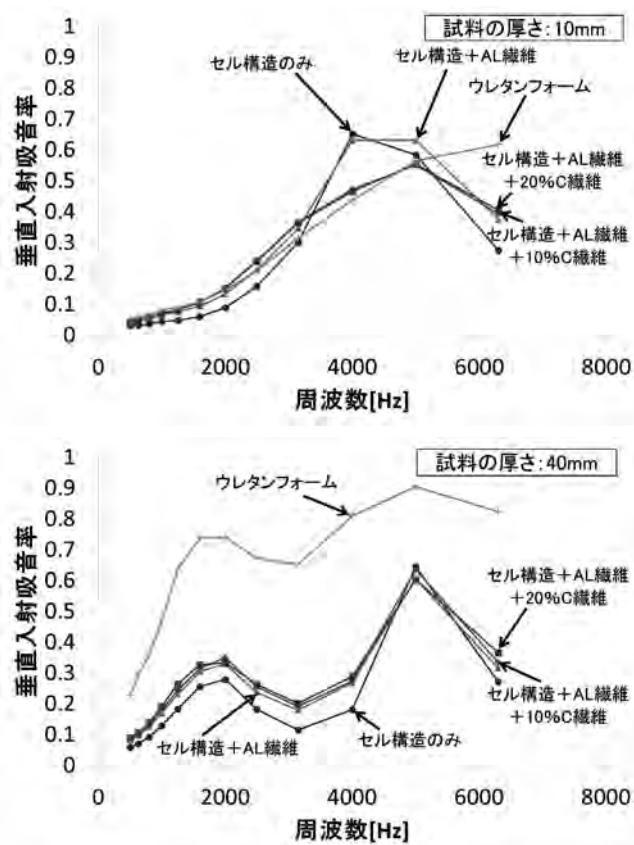


図4 吸音率の測定結果

### 4. 結言

セル構造を有する穿孔吸音体を考案し、セル構造への伝熱性吸音繊維の収納により、熱伝導特性が改善すること、および共鳴周波数の外側の周波数領域において吸音特性が改善することが明らかになり、騒音源に合わせたこれらの特性の最適化のための設計や製品化の可能性が見出された。

### 参考文献

- 1)羽柴ほか,富山県工業技術センター研究報告,30, 106-107(2016)