バイオマスの細管を応用した吸音材料に関する研究 (稲藁を斜めに配置した場合の特性インピーダンスと 伝搬定数による吸音率の算出)

Study for Sound Absorbing Materials of Biomass Tubule (Estimation of Absorption Coefficient by Characteristic Impedance and Propagation Constant in Case of Inclined Rice Straws)

○学 藤橋 貴史 (新潟大) 正 坂本 秀一 (新潟大) 学 鶴巻 太盛 (新潟大)

Takafumi FUJHASHI, Niigata University, Ikarashi 2-no-cho 8050, Nishi-ku, Niigata city, Niigata pref.
Shuichi SAKAMOTO, Niigata University
Taisei TSURUMAKI, Niigata University

Key Words: Absorption Coefficient, Rice Straw, Transfer Function Method, Impedance Measurement Tube

1. 緒 言

グラスウール等に代表される連続気孔を持つ多孔質体は、高い吸音性能を持つため、吸音材料として有用である。また、バイオマスの再利用は炭素の固定に繋がり、後に焼却処理されてもカーボンニュートラルである。本研究においては、バイオマスを応用した多孔質吸音材として、稲藁を扱った⁽¹⁾。細管を平行に束ねた吸音構造を、音波入射方向に対して斜めに配置することにより、吸音材料の実効厚さを維持しながら、見かけの厚さの削減を行うことが出来る⁽²⁾。本稿では細管構造を持つ材料を斜めに配置した場合の効果について検証を行った結果について述べる。実験においては、2 マイクロホンインピーダンス管において吸音材を斜めに配置するための実験装置を製作し、垂直入射吸音率を測定した。また、二厚さ法により求めた伝搬定数と特性インピーダンスを用いて斜めに配置した場合の稲藁の吸音率の推定値を算出した。

2. 斜めに配置した稲藁製吸音材による見かけの厚さの削減

稲藁製吸音材は、同心円状の稲藁を束にして製作した。稲藁1本の径は約1~4 mm程度である。稲藁の吸音材の断面図を図1に模式的に示す。稲藁の吸音材は、稲藁の細孔、稲藁間の隙間、円筒状の隙間による吸音効果がある⁽¹⁾。

図2に、細管構造を音波入射面に対して斜めに配置することによる、見かけの厚さの削減の模式図を示す。図2のような吸音材では、音波は細管に沿って吸音材内部に伝搬するため、見かけの厚さよりも吸音材の実効厚さが大きくなる。それにより、実効厚さを大きく維持したまま、見かけの厚さを削減することが可能となる。

3. 実験装置

測定装置の概略を図3に示す。測定は、*Brüel & Kjær* 4206型2 マイクロホンインピーダンス管を使用した。管端に試料を封入し、FFTアナライザ内蔵の信号発生器により正弦波信号を出力し、スピーカにより管内に音波が放射される。そして、インピーダンス管に取り付けられた2本のマイクロホンの音圧信号間の伝達関数を、FFTアナライザにより測定する。測定された伝達関数を用い、ISO 10534-2に準拠し垂直入射吸音率を算出した。

Fig. 1 Cross section of rice straw

Fig. 2 Schematic drawing of reducing Apparent thickness of the absorbing materials using inclined narrow tube

Fig. 3 Two-microphone impedance measurement tube system

Fig. 4 Two-microphone impedance measurement tube and test sample holder for inclined sound absorbing materials

Table 1 Dimensions of test sample holder

Schematic drawing and cross-sectional shape	Length of major and minor axis [mm]		Cross-sectional area [mm ²]
Large	Radius $r = 50$	7850
	Small	Radius $r = 14.5$	660
Large	$a = 50$ $b = 25$	3930
	Small	$a = 14.5$ $b = 7.25$	324

Fig. 5 Comparison between axially and inclined arrangements with the same amount of rice straw (Axial, 100 mm, and inclined, 50 mm)

Fig. 6 Comparison between axially and inclined arrangements with the same amount of holes (Axial, 25 mm, and inclined, 12.5 mm)

Fig. 7 Comparison between estimation and experiment with the same amount of rice straws (Axial, 100 mm, and inclined, 50 mm)

4. 斜めに配置した事による稲藁の吸音率

4.1 斜めに配置した稲藁の吸音率比較 (断面積半分の場合と斜めに配置した場合の比較)

インピーダンス管に、吸音材料を斜めに配置するための装置の概略を図4に示す。管を傾けた角度は、音波入射方向に対して60°である。この装置により、図2に示した構造の垂直入射吸音率を測定する。封入した稲藁の長さは100 mm、軸方向の厚さ(インピーダンス管の軸方向厚さ)は50 mmである。斜めに配置した稲藁の実効厚さは、軸方向の厚さが100 mmの稲藁製吸音材と同じになると考えられるが、吸音特性は一致しない。この理由は稲藁を斜めに配置することによって、断面積が半分になるためと考えられる。表1より、断面積の変化について説明する。試料を斜め管の軸方向に見た場合、斜めに配置した場合は楕円形の断面であり、円管に比して断面積が半分になることが判る。図5に同じ物量の稲藁を、斜めに配置したものと軸方向に配置した場合の比較を示す。吸音率がほぼ一致していることが判る。

4.2 真鍮製試料の吸音率

稲藁の個体差を排除するため、機械加工された細管を斜めに配置することにより、断面積が半分になる効果を確認した。そのために、一様な細管を斜めに配置した場合と、軸方向に配置した場合について、真鍮製の試料を製作した。機械加工の都合上、試料の長さは稲藁の半分とした。両者の試料の穴の数は同一である。

図6に真鍮製試料の吸音率を示す。稲藁と同様に、両者のピークの傾向はほぼ等しく、細管構造をもつ試料を斜めに配置すると、軸方向に配置した試料と比較して、長さが二倍で、断面積が半分の場合と吸音特性が等価であることが判る。

4.3 二厚さ法を用いた吸音率の推定

前節により、斜めに配置した場合の垂直入射吸音率と、軸方向に配置し断面積を半分にした垂直入射吸音率は等価であることがわかった。このことを他の方法により確認するために、二厚さ法により求めた稲藁の伝搬定数と特性音響インピーダンスから吸音率を算出し、比較を行った⁽¹⁾。

図7に稲藁製試料の、吸音率の推定値と、実験値のグラフを示す。両者は良く一致していることが判る。これにより「細管構造を持つ吸音材料を斜めに配置した場合」と「前者と体積が等しい吸音材料軸方向に配置した場合」は等価な吸音特性であることが示された。このことにより細管構造を持つ吸音材料を斜めに配置することの有用性と物理的な意味が示された。

5. 結 言

本研究の結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 細管構造を持つ吸音材料を斜めに配置した場合、同じ物量の吸音材料を軸方向に配置した場合と吸音特性は等価である。
- (2) 斜めに配置した稲藁について、二厚さ法を用いて求めた伝搬定数と特性インピーダンスから吸音率の推定が可能である。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 24560253 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Sakamoto, S., Takauchi, Y., Yanagimoto, K., Watanabe, S., Study for Sound Absorbing Materials of Biomass Tubule etc. (Measured Result for Rice Straw, Rice Husks, and Buckwheat Husks), Journal of Environment and Engineering, Vol.6, No. 2, pp. 352-364, 2011.
- (2) 山宮弘毅, 坂本秀一, 藤橋貴史, 柳本憲作, 渡部誠二, バイオマスの細管等を応用した吸音材料に関する研究 (斜めに配置した細管による幾何学的厚さの削減効果の検証), 機構論, No. 0127-1, Paper No. 1506, 2012.