

音響管計測におけるハニカム構造による曲げ振動制御 — その2 : 解析

○山本 崇史 木村 正輝 山口 道征
 (工学院大学) (ブリュエル・ケアー・ジャパン) (エム・ワイ・アクーステク)

Control of bending mode of poroelastic material in impedance tube
 by using honeycomb structure - Part. II (Simulation)

Takashi YAMAMOTO Masateru KIMURA Michiyuki YAMAGUCHI
 (Kogakuin University) (Brüel & Kjær Japan) (MY Acoustech)

音響管を用いて吸音材の位相速度と特性インピーダンスを同定するときに発生する固体相の曲げ振動の影響をペーパーハニカムを用いて抑制することを数値解析により検討した。その結果、ペーパーハニカムの設置により、吸音材が板状に面外振動することは抑制することはできたが、吸音材内部のみが振動するモードが別の周波数に発生し、固体相の振動の影響を完全に除外することは難しいことが分かった。

Key words : 吸音率, FEM, 制振

1 はじめに

自動車の車室内や建物の居室空間における静粛性を確保するために、吸音材が広く用いられている。吸音材の配置や構成を設計するためにはその吸音率特性が不可欠であり、それには吸音材内部空気の位相速度と特性インピーダンスが必要となる。吸音材内部の空気はその粘性の影響が顕著に表れるため、位相速度・特性インピーダンスとも大気中の値とは異なる。

それらを同定するため、音響管を用いる手法が検討されている。そのさい吸音材を直径 60~100 mm 程度に裁断し音響管の一端に設置するが、吸音材供試体の切り抜き精度の問題により、吸音材は管内壁に拘束された状態になり、吸音材固体相の曲げ振動モードが励起される。吸音材内部空気の位相速度と特性インピーダンスを同定するとき、吸音材固体相は十分に剛であることを仮定しているため、固体相の曲げ振動モードが励起されると正しく同定できない。

これを回避する方法として、緩支持法や串刺し法が提案されている。しかし、緩支持法は吸音材支持部において管径が変化するため、インピーダンスの整合性がとれない [1]。また、串刺し法は吸音材を鋭利な多数の串により固定するため材料が破損するという問題点がある。

そこでここでは、吸音材供試体の切り抜き精度にかかわらず、吸音材固体相の曲げ振動モードを励起させないようにすることを目的に、吸音材供試体をペーパーハニカム（以後、PH）で固定する方法について、数値解析を用いてその妥当性を検討した。数値解析は吸音材の固体相と流体相をともに考慮している Biot-Allard のモデルを用いて行う。以下、第 2 章でまず Biot-Allard のモデルについて概説し、第 3 章で PH を含む音響管の有限要素モデルと、位相速度・特性インピーダンスの同定方法について述べる。そして、第 4 章で 2 種類の吸音材について、位相速度と特性インピーダンスの同定値に対して、PH を貼り付けたときの効果を検討し、最後に第 5 章でまとめと今後の課題について述べる。

2 吸音材のモデル

まず Biot-Allard モデルの平衡式と構成則について概略を説明する。詳細は文献 [2] [3] を参照されたい。角振動数 ω における微小振幅の調和振動を仮定すると、多孔質体の固体相の変位 u_s^f と、流体相の圧力 p^f により $p^f = -j\omega\psi^f$ とで定義されるポテンシャル ψ^f を用いて、吸音材中の固体相および流体相の平衡式