

微細繊維を含む吸音材の微視構造モデリングおよび吸音率の向上検討

宮城一輝
(工学院大学大学院)

山本 崇史
(工学院大学)

Microstructural modeling of sound absorbers containing microfibers
and investigation of improvement of sound absorption coefficients

Kazuki MIYAGI
(Kogakuin University)

Takashi YAMAMOTO
(Kogakuin University)

現代の自動車では、ロードノイズ等の低周波数帯の騒音低減が大きな課題である。車内に設置される吸音材は厚みが増すことで、低周波数帯の騒音低減はある程度可能だが、重量増加による燃費の悪化などを招く。本研究では繊維系吸音材を検討対象とし、均質化法を用いて吸音率を予測していく。そのため、実測値との比較から計算の妥当性を確認し、最終的に薄くかつ軽くても吸音性能が高くなるような微視構造を持つ吸音材の検討を行う。

Key words : 吸音率, 音響管, FEM, 内装材

1 緒言

自動車業界では、車内騒音の低減を目的とした様々な研究がなされている。近年、ハイブリッド車や電気自動車の普及で、エンジン音が小さい自動車が増加している傾向にある。エンジン音が低下することで、今まで目立たなかったロードノイズや風切り音等の低周波数の騒音が目立つようになった。これらの騒音は音源側の対策も進んでいるが限界もあり、コスト・重量の効率も考慮すると車体側での対策(遮音・吸音)が必要である⁽¹⁾。このような騒音を低減させるため、ドアパネルやフロントパネルに吸音材を用いるのが一般的になっている⁽²⁾。なお、吸音材にはグラスウールやウレタンフォームなどの多孔質材料が用いられている⁽³⁾が、現時点では、吸音材は低周波での吸音性能が低いこと等が課題となっている。本研究では、繊維系吸音材に着目し、吸音特性の予測を行っていく。検討対象の繊維系吸音材は中綿部分を不織布で包んだ三層構造になっており、中綿部分は異なる径の繊維で構成されている。実測値については、中綿部分を不織布で包んだ三層構造の状態と、中綿のみの状態で予測を行っている。そのため、これらの微視構造モデルを作成した上で、均質化法を用いて吸音率を計算し、

実測値と計算値の比較を行うことで、モデルと計算の妥当性を確認する。そのうえで、さらに性能が向上するような微視構造モデルを検討する。

2 均質化法による動的特性の予測手法

2段階に分けて解析することによって吸音率を求める。まず、流体相における粘性および熱の散逸による減衰の両方を考慮した上で、多孔質材の微視構造に漸近展開法による均質化法を適用し、微視構造から多孔質材の動的特性の予測に必要な等価特性を求める。次に、求めた等価特性を多孔質材のマクロモデルに適用することで、吸音率を求める。

2.1 ミクロスケールの支配方程式

ミクロスケールにおいて多孔質材の固体相の支配方程式は弾性テンソルを c_{ijkl}^s とすると、以下に示す式で表される。

$$-\rho^s \omega^2 u_i^s = \frac{\partial \sigma_{ij}^s}{\partial x_j} \quad (1)$$

$$\sigma_{ij}^s = c_{ijkl}^s \varepsilon_{kl}^s \quad (2)$$

$$\varepsilon_{kl}^s = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_k^s}{\partial x_l} + \frac{\partial u_l^s}{\partial x_k} \right) \quad (3)$$