

均質化法によるナノファイバー吸音材の微視構造モデル化検討

○島村 凌平 高草木 亮平 山本 崇史 赤坂 修一
 (工学院大学) (工学院大学) (工学院大学) (東工大)

Microstructure modeling of nanofiber sound absorbing material by homogenization method

Ryohei Shimamura Ryohei Takakusaki Takashi YAMAMOTO Shuichi Akasaka
 (Kogakuin University) (Kogakuin University) (Kogakuin University) (Tokyo Institute of Technology)

自動車や住宅などの騒音低減に使用される繊維吸音材について吸音性能の定常的な評価を可能にすることで、材料設計の一助とすることを目的とする。本研究では、 $1\mu\text{m}$ 以下の繊維にて構成される吸音材について吸音率と繊維径 d の関係について考察し、吸音率が最大となる繊維吸音材の設計を行う。本研究では材料をシリカと仮定し空孔径、繊維径、空孔率を設計変数とし吸音率を比較した結果を報告する。

Key words : 吸音率, FEM, 内装材

1 緒言

自動車客室内の静粛性向上は自動車の乗り心地に関わる重要な問題の一つである。自動車の騒音原因は、道路とタイヤの摩擦で発生するロードノイズ、エンジン音など数多く考えられる。その対策の一つとして、フロアカーペットやエンジンルームと客室内を隔てる壁などに多孔質吸音材が使用されている。多孔質吸音材は中高周波数の広い音域で高い吸音率を示し、材料を厚くすることで低周波での吸音率を確保している。しかし、吸音材の厚さが増えることで自動車客室内のスペースを圧迫することは好ましくないため、軽く薄い吸音材を求められる。ナノファイバー積層体は繊維径 d が細くなるに従い低周波で吸音率が増加し、薄くても高い吸音性能を発揮する吸音材であることが知られている。繊維型吸音材の吸音性能は、吸音材の微視構造に依存し、繊維径や空孔径が影響していると考えられる。多孔質体のモデルは Biot⁽¹⁾⁽²⁾ によって提案され、Allard⁽³⁾ によって改良された Biot のモデル⁽⁴⁾ が広く用いられており、このモデルは固体相と流体相の両方の特性を考慮しており、多孔質吸音材の動的挙動を表現できるモデルである。吸音材料の性能評価や、複数の吸音材料を積層した場合の性能予測などに適用されている。

現在、繊維径 d が $1\mu\text{m}$ 以上のマイクロスケール繊維

材については均質化法を用い吸音率の算出が出来ているが、 $1\mu\text{m}$ 以下のナノスケールについては計算値と測定値の差が出るのが問題となっている。要因として考えられるのは、繊維の剛性低下により引き起こされる繊維の振動が考えられる。そこで、本研究では繊維の振動を考慮した $1\mu\text{m}$ 以下のナノスケール繊維材型吸音材の微視構造設計を行い材料設計の一助とすることを目的とする。

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。