

均質化法を用いた吸音材微視構造の最適設計

○川畑 翔 山本 崇史
(工学院大学大学院) (工学院大学)

Optimization of micro structure of sound-absorbing poroelastic materials

Sho Kawabata Takashi YAMAMOTO
(Kogakuin University) (Kogakuin University)

自動車や住宅などの騒音低減に多用されている多孔質吸音材の微視構造の最適化を行うことで、材料設計の一助とすることを目的としている。本研究では、吸音率と微視構造を関係付けるために矩形セルを用いた均質化法による解析結果と空孔径の関係を導出した。その関係式を用いて、吸音率が最大となる微視構造に最適化を行う。今回、空孔径、弾性率、密度、損失係数に加えて空孔率を設計変数として最適化を行った結果を報告する。

Key words : 吸音率, FEM, 繊維材

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。吸音材の代表的な評価指標として吸音率がある。これは吸音材の微視構造に大きく依存しており、発泡材の場合は空孔の大きさや形状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、吸音材料の材料設計をする場合、吸音材料の微視構造を考えて、均質化法などを適用し吸音率などを算出することはできてきているが、目標の性能を発揮する吸音材を設計することは難しい。そこで、本研究では、目標の吸音率と挿入損失を発揮することができる吸音材の微視構造を設計し材料設計の一助とすることを目的とする。

吸音材の微視構造は矩形セルを仮定して流れ抵抗、迷路度、特性長は均質化法によりユニットセルサイズと関係付ける。そしてユニットセルサイズ、空孔率、固体相の弾性率、密度、損失係数を設計変数に設定し、指定した吸音率との二乗残差が最小となるような組み合わせを遺伝的アルゴリズム (GA) により探索する。

2 全体の流れ

本研究の流れについて説明する。まず、矩形セルを用いた均質化法を用いた解析を行った。ユニットセルサイズ、空孔率のそれぞれを変更して行った。その結果を用いて、流れ抵抗、迷路度、粘性熱的特性長について、関係式を導出する。その導出した関係式を用いてセルサイズ、空孔率、固体相の特性について最適化を行う。最後に最適化した値を用いて均質化法の解析を行い確認する。

3 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