

底面を薄膜化したレゾネータを用いた 二重壁音響メタ材料の寸法最適化

○小高 良介 山本 崇史
(工学院大学大学院) (工学院大学)

Optimization of dimensions for double-walled acoustic metamaterial
with a thin-bottomed resonator

Ryosuke Kotaka Takashi Yamamoto
(Kogakuin University) (Kogakuin University)

近年普及しているHV、EVにおいて、ロードノイズや風切り音など低中周波数の騒音が車内の静粛性に悪影響を与えている。また、既存の遮音材では低中周波数の騒音は遮音することが難しい。そこで本研究では音響メタ材料に着目し、ヘルムホルツレゾネータと薄膜を用いた音響メタ材料の機能周波数の拡張を検討した。音響透過損失を理論式から算出し検討を進め、遺伝的アルゴリズムを用いたパラメータ探索を行った。

Key words : 遮音, 音響メタ材料, 透過損失, 最適設計

1 緒言

近年普及しているハイブリッド、電気自動車において、エンジンに起因する騒音は減少したが、相対的に風切り音や路面の凹凸に起因するロードノイズなどが目立ち、車内の静粛性に悪影響を与えている。これらの騒音は低中周波数に分布しており、既存の防音材では遮音することが難しい。また、遮音性能を上げる一つの方法として、壁と壁の間に空気層を設けた二重壁構造が挙げられるが、中間空気層の共鳴により一定の周波数で音が透過してしまう共鳴透過という現象が発生する問題がある。

近年、自然界に存在する均質一様な物質では実現できない音響的性質を持つ音響メタ材料が注目されている。メタ材料ははじめ電磁波の伝播をコントロールするために Veselago⁽¹⁾ によって提案された。その後、電磁波と音波の支配方程式の類似性から音波をコントロールするための音響メタ材料の概念が生まれ、Liu ら⁽²⁾ がシリコンゴムでコーティングされた鉛球を内蔵した音響メタ材料を初めて提案した。音響メタ材料は音波長よりも小さい共振系を含む単位構造の周期的集合体であり、様々な形状に成形しても音響的性質が変わ

らないという特徴がある。採用される共振系は様々であり、例として Xiao ら⁽³⁾ はばねマス系と動吸振器を、Xiang ら⁽⁴⁾ は開口部付近に設けたコイル状の共振器を、Li ら⁽⁵⁾ は円形の穴に薄い膜を張ったものを採用している。また、Wu ら⁽⁶⁾ は入れ子になった正方形の分割チューブを採用し、500Hz 以下の周波数帯の音響透過損失を向上させている。Liu ら⁽⁷⁾ はサンドイッチパネルのコインシデンス効果を抑制するため、共振器内蔵させたサンドイッチパネルを有限要素方によって検討している。

本研究では、二重壁における共鳴透過による遮音性能の低下を音響メタ材料によって抑制し、遮音性能の向上を検討する。共振系には図1 ヘルムホルツレゾネータとそのバックキャビティ部の底面に設けた薄膜を用いる。ヘルムホルツレゾネータは細い開口部（ネック部）の奥に、比較的大きい空間（バックキャビティ部）を持ち、内部の空気がばねとマスの役割を果たすことで、一定の周波数で共鳴する。また、薄膜はバックキャビティ部の空気から振動が伝播し、一定の周波数で共振する。この単位構造を周期的に並べ図2のような音響メタ材料とする。単位構造中に共振系を2つ設けることで、遮音特性の周