

# 底面を薄膜化したレゾネータによる二重壁音響メタマテリアルの音響透過損失の向上検討

○小高 良介                      山本 崇史  
(工学院大学大学院)              (工学院大学)

Improvement of acoustic transmission loss of double wall acoustic metamaterial  
by thin membrane bottom resonator

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

近年普及しているEV, HVにおいてエンジンに起因する騒音は減少したが, 今までエンジン音にマスキングされていた風切り音やロードノイズなど低中周波数の騒音が目立ち, 車内の静粛性が損なわれるという問題がある. 本研究では新たな遮音材として, 音波長よりも小さい構造の周期的構造体である音響メタマテリアルに着目し, 底面を薄膜化したヘルムホルツレゾネータを使用した音響メタマテリアルの遮音性能の向上を検討している.

Key words : 遮音材, 音響メタマテリアル, 音響透過損失, 二重壁

## 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, 車内の静粛性が損なわれている. 風切り音やロードノイズは低中周波数に分布する騒音であり, 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マテリアルが注目されている. メタマテリアルははじめ電磁波の伝播をコントロールするために Veselago<sup>(1)</sup> 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マテリアルの概念が生まれ, Liu ら<sup>(2)</sup> 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マテリアルを初めて提案した. 音響メタマテリアル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<sup>(3)</sup> はばねマス系と動吸振器を, Li ら<sup>(4)</sup> は円形の穴に薄い膜を張ったものを採用している. また, Liu ら<sup>(5)</sup> 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法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マテリアルによって抑制し, 遮音性能の向上を検討する. 共振系には図1に示すような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のような音響メタマテリアルとする. 単位構造中に共振系を2つ設けることで, 遮音特性の周波数的広域化を目標とする.