

ハニカム構造の音響メタマテリアルの遮音解析

○黒沢 良夫 福井 一貴 原山 和也 木村 健人
(帝京大) (寿屋フロンテ) (寿屋フロンテ) (帝京大)

Sound Transmission Loss Analysis of Acoustic Meta-Material by honeycomb

Yoshio Kurosawa Kazuki FUKUI Kazuya HARAYAMA Kento KIMURA
(Teikyo Univ.) (Kotobukiya Fronte Co.,Ltd.) (Kotobukiya Fronte Co.,Ltd.) (Teikyo Univ.)

ポリプロピレン (PP) をハニカム構造に加工したものの上下にフィルムを貼った音響メタマテリアルを用いて、音響管や残響室法による透過損失の計測で用いた 300mm×300mm の FE モデルを作成し、吸音率・音響透過損失の数値計算や実験結果との比較を行い、メカニズムについて分かったことを説明する。また、種々のパラメータスタディを行い、音響透過損失に関する影響について紹介する。

Key words: Meta-material, Sound Transmission Loss, FEM, Acoustic, Vibration

1. はじめに

近年、自動車の快適性が重視され、設計構想段階から車内騒音の低減がすすんでいる。また、電気自動車やハイブリッド車の増加し、エンジン騒音が減った分、風切り音やタイヤ騒音が目立つ結果となり、対策が必要である。ドアミラー、ピラー形状、車両外観等の風切り音の音源対策やタイヤ単体での騒音対策にも限界があり、コスト・重量も考慮すると車体側での対策が重要である。本研究では、新たな構造の素材を自動車のトリム等に用いて車内騒音を低減させることを考えた。具体的には、1枚のPP (ポリプロピレン) のシートを折りたたみ、六角形の断面形状のハニカムの繰り返し構造 (メタマテリアル) を作る。そこにPPやPE (ポリエステル) からなる薄いフィルムを接着することにより、フィルムの面外共振等により音響エネルギーを吸収・遮断する。本構造のテストピースについて、昨年度は吸音に関する研究内容を発表した(1)。今回は音響管や残響室法による透過損失の計測結果や、有限要素法を用いて音響メタマテリアルのモデルを作成し、数値計算(2)により構造や材料データを変更した際の遮音特性の変化を解析した結果を報告する。

テストピースを示す。音響管 (太管) に合わせ、直径 100mm のものを準備した。ハニカムの大きさ (core size) は約 8mm、高さは約 10mm である。PP のハニカムの上下を PP, PE, PP の 3層フィルムで接着した。ハニカムの直径は1枚のPPを折りたたんだ構造であるため、交互にPPの面がフィルムと接着されている (図1断面図参照)。図2に今回の計測で用いた残響室—無響室からなる透過損失測定装置を示す。残響室側から音を出して、無響室側のプローブで9点計測し音響透過損失とした。サンプルの大きさは 300 mm × 300 mm である。図3に音響管 (直径 100mm) と 300 mm × 300 mm のサンプルの透過損失の計測結果の比較を示す。300 mm × 300 mm の計測結果 (図中赤線) では、約 100Hz に最初の落ち込みがあった。別途実施した実験モード解析により、ハニカム板全体が面外に変形する振動モードであることが確認できた。音響管による透過損失計測結果 (図中青線) は約 1000Hz に最初の落ち込みがあり、サンプルの大きさにより最初の落ち込みまでの透過損失の値が大きく異なることが確認できた。

2. テストピースの計測結果

図1に今回音響管計測で用いたメタマテリアルの