

## ハニカム構造のメタマテリアルの吸音解析

○黒沢 良夫 福井 一貴 Ouch Som Onn  
(帝京大) (寿屋フロンテ) (帝京大)

Sound Absorption Analysis of Meta-Material by honeycomb

Yoshio Kurosawa Kazuki FUKUI Ouch Som Onn  
(Teikyo Univ.) (Kotobukiya Fronte Co.,Ltd.) (Teikyo Univ.)

六角形断面のハニカムの繰り返し構造（メタマテリアル）に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により吸音する。本構造のテストピースについて、レーザードップラー振動計を用いた振動計測結果と、音響管を用いた垂直入射吸音率の計測結果を紹介する。また、有限要素法を用いてメタマテリアルの簡易モデルを作成し、数値計算により構造や材料データを変更した際の吸音特性の変化を解析した結果を報告する。

**Key words:** Meta-material, Normal sound absorption, FEM, Acoustic, Vibration

### 1. はじめに

近年、自動車の快適性が重視され、車内騒音の低減がすすんでいる。また、日本では国連の車外騒音規制への対応もあり設計構想段階から低騒音化が求められている。新たな車外騒音規制では、従来と走行条件が異なり、車外騒音に対するタイヤのパターンノイズの寄与が大きくなっている。音源側（タイヤ）の対策も限界があり、コスト・重量も考慮すると車体側での対策（フロア下のアンダーカバーの吸音化やホイールハウス内の吸音）が重要である。本研究では、新たな構造の素材を自動車のアンダーカバー等に用いて車外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により音響エネルギーを吸音する。本構造のテストピースについて、レーザードップラー振動計を用いた振動計測結果と、音響管を用いた垂直入射吸音率の計測結果を紹介する。また、有限要素法を用いてメタマテリアルの簡易モデルを作成し、数値計算(1)により構造や材料データを変更した際の吸音特性の変化を解析した結果を報告する。

### 2. テストピースの計測結果

まず、音響管を用いて垂直入射吸音率を計測した結果とレーザードップラー振動計を用いてフィルム部分の振動を計測した結果を紹介する。図1に今回計測で用いたメタマテリアルのテストピースを示す。音響管に合わせ、直径29mmと直径64mmのものを準備した。直径64mmのものは、ハニカムの大きさは約10mm、高さは約9.5mm、直径29mmのものは、ハニカムの大きさは約4.5mm、高さは約6mm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2参照）。図3に今回の計測で用いたφ64mmの音響管とレーザードップラー振動計を示す。レーザードップラー振動計でフィルムの振動を計測するため、ホーススピーカーで音響加振し、穴を開けてレーザー光線がフィルム表面に当たるようにした。図4に垂直入射吸音率（以下吸音率は全て垂直入射吸音率を示す）と表面振動の計測結果を示す。吸音率が高い周波数でフィルムの表面振動が大きいことが確認できた。