

音波吸収メタ表面の設計と高効率化

Design of Acoustic Metasurface toward a Perfect Sound Absorber

岡山大院自然 *小林祐太, 鶴田健二, 石川篤

Okayama Univ. Y. Kobayashi, K. Tsuruta, A. Ishikawa

E-mail: tsuruta@okayama-u.ac.jp

建材に用いられる遮音・吸音材は, その基本的構造に波長, ないしは半波長程度の厚さを要する. 我々は, この波長限界を超えて極薄でも吸音材の機能を有し, さらに振動発電 (エナジーハーベスティング) への応用も期待できる新たな音響構造体として, メタマテリアルに着目した. メタマテリアルは, 波長よりも十分に小さい構造を埋め込むことで, 天然物質では得られない波動応答特性を実現する人工物質の総称である. 2次元平面状のメタマテリアルは特にメタ表面と呼ばれ, 薄い構造で反射・透過の波形整形が可能となる. 本研究では, メタ表面による完全吸音の実現を目的に, 3次元有限要素法による構造設計および特性解析を行った.

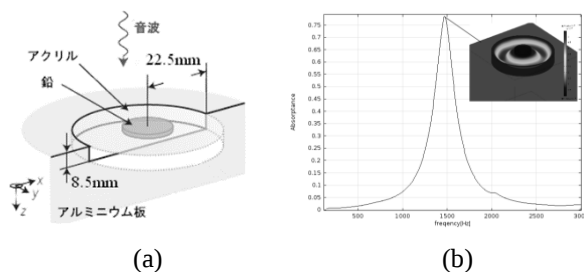


Fig.1. (a) A schematic of metasurface composed of aluminum, acrylic membrane and lead tablet. (b) Absorption spectrum of the metasurface structure. The inset shows mode profile of the resonance peak at 1475Hz.

Ma らは, 入射波長よりも十分に薄く, かつ, 完全吸音に近い特性が得られる, 膜共振構造でできた新しいメタ表面構造を提案した[1]. 我々は, この構造を改良し, より作製が容易で吸音率が高く, さらに広帯域で動作する最適構造の設計を行った.

Fig. 1(a)は, 解析対象のユニットセル構造である. アルミニウム板に円筒状の空孔をあけ, 開口部にアクリルの膜を張り, その中心に鉛を配置した. Fig. 1(b)には, その吸音特性と共鳴ピークに

おける圧力および変位分布を示す. また Fig. 2 には, 共鳴ピーク(1475Hz)付近における共鳴体内部の音圧分布, および局所速度ベクトルを示す. 図より, 垂直方向の振動伝搬を水平方向に散逸することで, 薄板内の高効率な共鳴吸収が実現できていることが分かる.

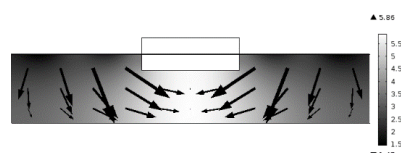


Fig.2. Pressure and strain field distributions inside the resonator at the peak frequency (1475Hz).

更なる吸音率の向上を目指し, 共鳴体内部の構造を改良する新たなモデルを検討した[Fig. 3(a)]. 膜中央の金属形状を変更し, 共鳴モードプロファイルを最適化することで, 従来よりも高い吸音率 0.93 が得られた[Fig. 3(b)]. 講演では, この新規構造の設計・解析の詳細と試作, さらに振動発電への展開に向けた検討を報告する.

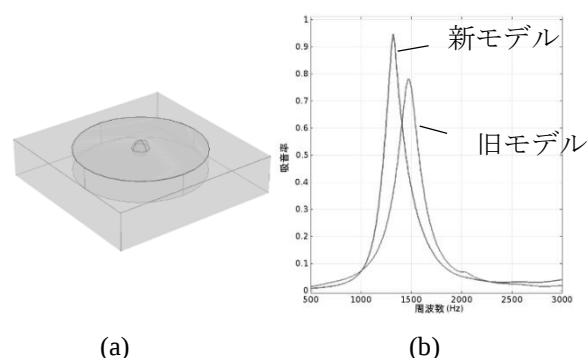


Fig.3. (a) A schematic of an improved model, and (b) its absorption spectrum compared with that of the previous model.

謝辞: 本研究の一部は, 2015 年度稲盛財団研究助成の援助により行われた.

参考文献:

[1] G. Ma et al., *Nature Materials* **13**,873 (2014).