

完全バンドギャップを有する音響メタマテリアルロッドの単一材料設計

An acoustic metamaterial rod based on a single material with a perfect band gap

北大工 ○(M2)小笠原 央, (D)藤田 健太郎, 友田 基信, 松田 理, Wright Oliver B.

Hokkaido Univ. ○Akira Ogasawara, Kentaro Fujita, Motonobu Tomoda,

Osamu Matsuda, and Oliver B. Wright

E-mail: a.ogasawara@eng.hokudai.ac.jp

産業の高度化に伴って、産業機械や電気機器、車両など様々な分野で振動の抑制技術がますます必要となってきた。そのような固体中の音響波の抑制技術の一つとして音響メタマテリアルが近年研究されている。音響メタマテリアルは、抑制する音響波の波長よりも小さな共振器が多数配置されていることが特徴で、共振を利用して特定周波数で振動を抑制できることが明らかになっている。これを構造物に組み込む際に、ある 1 つのモードの音響波を抑制するように設計したとしても、音響波は境界面などでモード変換を起こすことにより振動が伝わってしまうという問題がある。そのためすべてのモードの音響波（丸棒の場合は圧縮波、曲げ波、ねじれ波）を同時に抑制できることが応用において重要になる。

本研究では、構造物の重要な要素の一つとなる丸棒を伝播する音響波を特定周波数において抑制する音響メタマテリアルを設計する。類似の研究はこれまでも盛んに行われてきたが、その多くは複数の材料を組み合わせた構造となっている[1,2]。同じく振動の抑制技術であるフォノンニック結晶の分野では、完全バンドギャップを有する構造を単一材料で作製することに成功しているが[3]、音響メタマテリアルにおいては筆者らの知る限り存在していない。そこで本研究では、完全バンドギャップを有する音響メタマテリアルを単一材料にて設計する。

提案する音響メタマテリアルは外径 50 mm、厚さ 2 mm のアクリルプラスチックの筒の内部に同材料で作製した共振器を周期 $a = 50$ mm で配置した構造である。共振器は棒を伝わる 3 種のモードに対してほぼ同じ周波数で共振するように設計する。図 1 は数値計算により求めた当該構造の分散関係である。858 Hz から 1021 Hz の間で完全バンドギャップが開いている。また各モードのバンドギャップの周波数は共振器の寸法によって調整することができる。

本研究は、振動を抑制する音響メタマテリアルをより容易に製作可能かつ強力なものへと発展させる一助となることが期待できる。

[1] G. Ma *et al.*, Nat. Commun. **7**, 13536 (2016).

[2] L. Lixia *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 067301 (2016).

[3] D. Feng *et al.*, J. Appl. Phys. **115**, 024503 (2014).

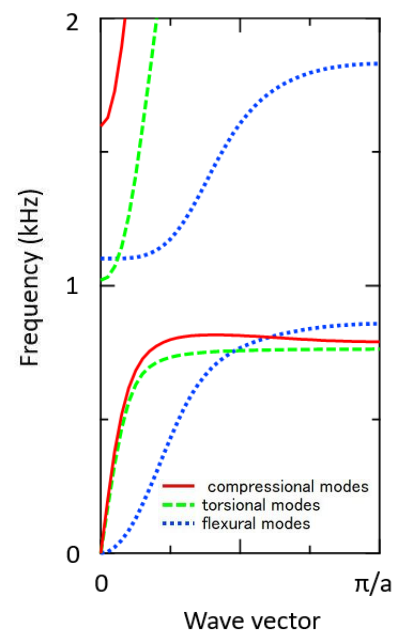


Fig. 1. Simulated dispersion relations. The solid red, dashed green, and dotted blue curves indicate compressional modes, torsional modes, and flexural modes, respectively. A perfect bandgap exists from 858 Hz to 1021 Hz.