

## 完全バンドギャップを有する音響メタマテリアル梁の設計

### A lightweight acoustic metamaterial beam with a perfect bandgap

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

Hokkaido Univ. °Kentaro Fujita, Motonobu Tomoda, Osamu Matsuda, Oliver B. Wright

E-mail: kfujita@eng.hokudai.ac.jp

構造物を伝わる振動の抑制は産業において重要な課題である。近年、そのような固体中の音響波を制御する人工構造の一種として音響メタマテリアルが耳目を集めている。音響メタマテリアルはその特徴として、制御する音の波長よりも小さな共振器を有し、ある周波数で特異な音響特性を示す。これまでに音響メタマテリアルで実現された特異な振る舞いは音の遮蔽[1,2]のみならず、負の屈折[3]やクロッキング[4]など多岐にわたって報告されている。

本研究では種々の構造にとって重要な要素となる梁に注目し、特定周波数で音が伝播できない音響メタマテリアル梁を設計する。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複雑な構造を用いている[1,2]。また、梁のような角柱状の媒質を伝わる音響モードは大別して4つ（圧縮波、変位方向が直交する2種の曲げ波、ねじり波）存在するにも関わらず一部のモードのみを対象にした、制振としては不十分な研究も多い[1]。そこで本研究では、特定周波数で一切の伝播モードが生じない完全バンドギャップを有し、かつ、単一材料にて作製可能な構造を設計する。

提案する音響メタマテリアル梁は厚さ 5 mm、幅 50 mm のジュラルミン板に周期  $a = 50$  mm で複数の穴を空けた構造である。これにより板の一部を共振器として機能させる。また、共振器は梁を伝わる4種のモードに対し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。図1より、1.57 kHz から 1.77 kHz の間で完全バンドギャップが開いている。このギャップの周波数帯は共振器の寸法により調整でき、用途に応じて変更可能である。

本研究は音響メタマテリアルによる制振構造を従来よりも容易に作製可能かつ強力なものとする。将来的には、当該技術を用いて従来よりも高度な制振機能を付与した様々な構造物の開発が期待できる。

[1] H. Zhang *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **48**, 45305 (2015).

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

[3] R. Zhu *et al.*, Nat. Commun. **5**, 5510 (2014).

[4] N. Stenger *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 14301 (2012).

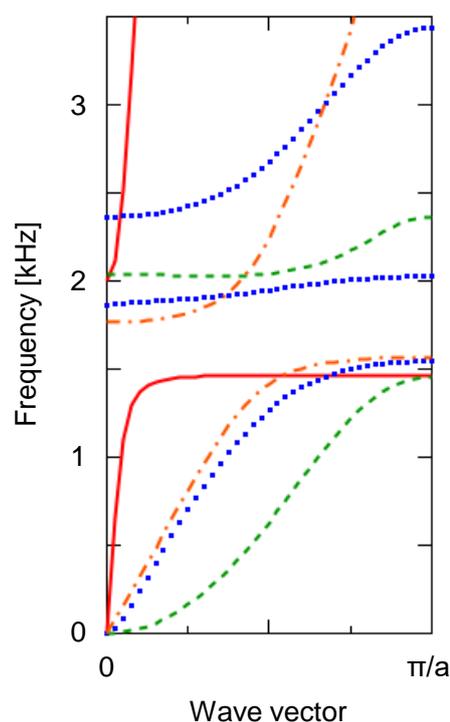


Fig. 1. Simulated dispersion relations. The solid red, dotted blue, dashed green, and dashed-dotted orange curves indicate compressional modes, shear horizontal and vertical modes, and torsional modes, respectively. A perfect bandgap exists from 1.57 kHz to 1.77 kHz.