

## 2019年度 独創的研究助成費 実績報告書

2020 年 3月 30日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	助教	氏名	坂口 浩一郎
研究課題	連結ヘルムホルツ共鳴器のスリットアレイ構造の音波透過特性					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	坂口浩一郎	情報通信工学科・助教	光エレクトロニクス, 音響メタマテリアル	計画計画立案, 成果の取りまとめ	
	分担者					
研究実績の概要	<p>波長より短い周期を持つスリットアレイ構造はメタマテリアルの一種と見なすことができ、電磁波や音波の特異な伝搬特性が調べられている[1, 2]。また音の共鳴器としてよく知られるヘルムホルツ共鳴器を構成要素とした音響メタマテリアルは種々検討がなされており[3]、我々はこのような音響メタマテリアルを低周波域の遮音デバイスとして応用することを検討している[4]。本研究ではスリット中にヘルムホルツ共鳴器を組み込んだスリットアレイ構造の遮音特性について、有限要素法を用いたシミュレーションにより検討を行った。</p>					

※ 次ページに続く

研究実績  
の概要

Fig. 1 の上段は共鳴器を内蔵したスリットアレイの模式図であり、スリット周期  $d$  は 80 mm、スリットの高さ  $h$  は 80 mm、スリット幅  $w$  は 5 mm とし、背景媒質は空気（音速  $v$ : 343 m/s）、スリットおよび共鳴器を構成する境界は剛体壁とした。Fig. 1 の下段に示すようにスリットの片側に共鳴器が 1 つ (structure 1) の場合とスリット中で向かい合うように 2 つ (structure 2) となる場合  $m$  について音圧透過スペクトルを計算し、スリットのみの場合と比較した。解析周波数は 10 Hz ~ 5000 Hz とし、共鳴周波数は約 500 Hz となるようにヘルムホルツ共鳴器のネック部とキャビティ部の寸法を調整した。

Fig. 2 は音圧透過スペクトルの計算結果である。まずスリットのみの場合の結果を見ると、この系の回折限界周波数 ( $v/d$ ) である 4288 Hz 以下で Fabry-Perot 的共鳴モードが見られ[2]、この周波数帯での音圧レベルの最小値は入射波に対して -18 dB 程度であった。次に共鳴器を組み込んだ場合 (structure 1, structure 2) の結果を見ると、いずれの場合も共鳴周波数の 500 Hz 付近に鋭いディップが生じ、これによって低減量が 20 dB 以上の幅広い遮断域が得られていることがわかる。さらに共鳴器の数を 1 つから 2 つに増やすことで低減量が増加することに加え、同じ低減量が得られる遮断域の幅も増加することがわかった。

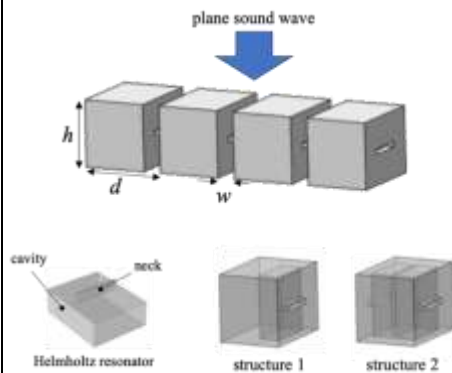


Fig. 1 スリットアレイの構造と共鳴器の配置

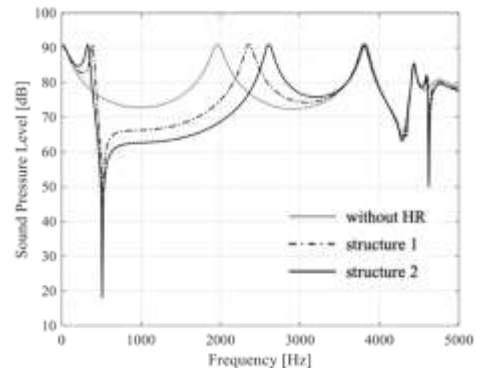


Fig. 2 音圧透過スペクトル

【参考文献】

- [1] J. T. Shen *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 197401 (2005).
- [2] M. Lu *et al.*, Phys. Rev. Lett. **99**, 174301 (2007).
- [3] J. Lan *et al.*, Sci. Rep **7**, 10587 (2017).
- [4] 坂口浩一郎ほか, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-2K-1, (2015).