

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第10323号
------	-----	---------

氏 名 高 海 峰

### 論 文 題 目

A study on numerical analysis based on boundary element method for wave propagation properties of phononic periodic structures  
(フォノンニック周期構造の波動伝播特性の境界要素法による解析法に関する研究)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	松本 敏郎
委員	名古屋大学	教授	井上 剛志
委員	名古屋大学	教授	畔上 秀幸
委員	名古屋大学	講師	高木 賢太郎
委員	名古屋大学	講師	高橋 徹

## 論文審査の結果の要旨

高海峰君提出の論文「A study on numerical analysis based on boundary element method for wave propagation properties of phononic periodic structures (フォノンニック周期構造の波動伝播特性の境界要素法による解析法に関する研究)」は、フォノンニック周期構造の中を伝播する音波や弾性波動の周波数透過特性を境界要素法により解析する方法を開発し、波動伝播制御フォノンニック構造の設計指針として必要な、周期的に配置された散乱体からなる音場および介在物を含む弾性体の周期構造に対してバンド構造や固有振動数の数値解析を行ったものであり、次の7章から構成される。

第1章は序論であり、本研究の研究背景、研究目的、本論文の構成について述べている。

第2章においては音響および弾性波動問題の数値解析に用いる境界要素法、フォノンニック結晶、固有値問題の解析法について基礎的な解説を行っている。

第3章では、境界要素法により定常振動問題を解析する場合の非線形固有値問題をヘルムホルツ方程式に対して定式化し、非線形固有値問題の解法としてブロックSS法を適用して、境界要素法に起因する非線形固有値問題に対してもこの方法が有効であることを示している。また、解析領域内に散乱体が存在する多重連結領域の解析で生じる擬似固有振動数を、超特異境界積分方程式を組み合わせるBurton-Millerの方法を用いて除去する方法を示し、非線形固有値問題の解法に併用することにより実在の固有振動数を高精度に計算できることを示している。

第4章においては、ヘルムホルツ方程式で支配される音響問題におけるフォノンニック周期構造の境界要素法による解析法の定式化を行い、周期境界条件を組み込むことにより単位構造に対する非線形固有値問題に帰着させた。円筒形の散乱体を周期的に配置した構造に対して、第3章の方法を用いてバンド構造を計算すると、周期構造においても第3章の多重連結領域の解析と同様に擬似固有振動数が生じることがわかった。これに対して、Burton-Millerの方法を用いて、周期構造においても擬似固有振動数を除去でき、正しいバンド構造を求めることができた。

第5章では線形弾性体からなるフォノンニック周期構造を考え、定常振動問題の境界要素法に対して弾性周期境界条件を適用し、バンド構造を求めるための非線形固有値問題を定式化した。様々な介在物形状と材料定数の組み合わせに対して数値実験を行い、縦波と横波が存在する弾性波動問題においても第4章までの解析スキームでバンド構造を求めることができることを示した。

第6章においては実際のフォノンニック構造の設計を想定し、有限個の基本構造により構成される周期構造に対して、境界要素法により少ない記憶容量で効率的に透過率と固有振動数を計算する方法を創出している。

第7章では本論文で得られた知見を総括し、結論として述べている。

以上のように本論文では、フォノンニック周期構造の中を伝播する音波や弾性波動の周波数透過特性を境界要素法により解析する方法を開発し、波動伝播制御フォノンニック構造の設計指針として必要な、周期的に配置された散乱体からなる音場および介在物を含む弾性体の周期構造に対してバンド構造や固有振動数の新しい解析法を示した。本研究のこれらの成果により、今後のフォノンニック構造を利用した制振デバイスや波動伝播制御を行う構造の設計等に貢献することが期待され、学術上、工業上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者高海峰君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判定した。