

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	異方性および散逸性を有する媒質に対する時間領域境界要素法の開発
Title(English)	
著者(和文)	古川陽
Author(English)	Akira Furukawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9332号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣瀬 壮一,樋口 洋一郎,三上 貴正,天谷 賢治,盛川 仁,斎藤 隆泰
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9332号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		古川 陽	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	廣瀬壯一	教授	審査員	盛川 仁	教授
	審査員	樋口 洋一郎	教授		斎藤 隆泰	准教授
		三上 貴正	准教授			
		天谷 賢治	教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「異方性および散逸性を有する媒質に対する時間領域境界要素法の開発」と題し、以下に示す 8 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、異方性および散逸性を有する媒質を対象とした波動問題に関する既往の研究を概説し、その重要性を指摘した後、提案する解析手法である境界要素法に関する既往の研究について述べ、本論文の位置づけを総括し、目的と構成を述べている。

第 2 章「異方性弾性体」では、異方性線形弾性体に関する基礎理論と波動論的特徴について述べている。まず、異方性弾性体の基礎式として構成方程式、ひずみ-変位関係式、運動方程式を示し、異方性媒質中を伝播する波動の特性方程式を導出している。特性方程式を解くことによりいくつかの異方性弾性体のスローネス曲線及び群速度曲線を示し、異方性の特徴を明らかにしている。

第 3 章「異方性飽和多孔質弾性体」では、異方性と散逸性の両方の性質を有する媒質として Biot によって提案された異方性飽和多孔質弾性体を取り上げ、その基礎理論及び波動論的特徴について述べている。まず、Biot による力学モデルの構成方程式を示し、飽和多孔質弾性体における異方性の分類について述べている。運動方程式から異方性飽和多孔質弾性体の特性方程式を導出し、この媒質を伝播する波動の異方性及び分散・散逸性の特徴を明らかにしている。

第 4 章「演算子積分時間領域境界要素法」では、提案手法である演算子積分時間領域境界要素法の概要を述べている。はじめに、畳み込み積分の離散近似手法である演算子積分法についてとりまとめ、その後、線形弾性体中の散乱体による入射波の散乱問題を例として、提案手法の定式化及び離散化を示している。さらに、高速フーリエ変換の適用と基本解の複素共役関係を用いた数値計算上の工夫を示し、計算時間短縮に有効であることを明らかにしている。

第 5 章「線形弾性体中のき裂による 2 次元散乱解析」では、演算子積分時間領域境界要素法を用いて線形弾性体中のき裂による入射波の散乱問題を解析している。定式化には、積分核に超特異性を含まない表面力境界積分方程式を用いている。ここでは、等方弾性体と異方性弾性体の両方に対して解析結果を示し、波動散乱の特徴について考察している。特に、異方性媒質に関する解析例では、き裂によって生じる散乱波が群速度曲線と調和的であることを明らかにしている。

第 6 章「飽和多孔質弾性体中の空洞による 2 次元散乱解析」では、まず、異方性飽和多孔質弾性体に対する時間領域境界積分方程式を示し、次に、等方性飽和多孔質弾性体及び異方性飽和多孔質弾性体の 2 次元波動問題に対するラプラス像空間における基本解を独自に導出している。数値解析例として、表面での条件が全表面力ゼロかつ非浸透である空洞による入射弾性波の散乱解析を行っている。計算精度を確認した後、異方性材料定数や間隙流体の粘性パラメータを変化させて数値解析を行った結果、飽和多孔質弾性体を構成する間隙流体の粘性が遅い縦波の伝播及び散乱に大きな影響を与えることを明らかにしている。

第 7 章「飽和多孔質弾性体中のき裂による 2 次元散乱解析」では、まず、飽和多孔質弾性体におけるき裂面での境界条件を考察した後、き裂開口変位を未知量とする表面力境界積分方程式を導出している。境界積分方程式の離散化はガラーキン法に基づき、数値解析において必要なラプラス像空間における基本解を具体的に示している。数値解析例では、等方性媒質における平面弾性波の散乱問題と異方性媒質における点波源からの入射波の散乱問題に対する解析結果を示し、間隙流体の粘性に加えて、き裂に到達する入射波の種類及び入射角が散乱波の発生に影響を与えることを明らかにしている。

第 8 章「結論」では、各章で得られた結果を総括して本研究の結論を示すとともに、今後の課題と展開について述べている。

以上要するに、本論文は異方性及び散逸性を有する媒質における波動問題に対する時間領域境界要素法を開発して空洞及びき裂による弾性波の散乱問題を解析し、開発した手法の有効性を示したもので、今後、様々な分野に応用され実用上の課題の解決に役立てられることが期待される。よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認められる。