

氏名	岩清水 幸夫 いwashimizu ゆきお
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第720号
学位授与の日付	昭和49年9月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	<b>PROPAGATION OF SMALL-AMPLITUDE WAVES IN DEFORMED THERMOELASTIC MATERIALS</b> (変形した熱弾性体中における微小振幅波の伝播)

論文調査委員 (主査) 教授 徳岡辰雄 教授 田中吉之助 教授 平 修二

### 論文内容の要旨

本論文は、変形した熱弾性体中の微小振幅波の伝播特性および音弾性応力解析法の基礎を理論的に考察したものであって、8章より成っている。

第1章では、本研究の歴史的背景と目的について述べ、各章の内容を梗概している。

第2章では、熱力学的な局所平衡と非負の局所エントロピー生成を仮定して、本研究の解析の出発点となる非線型熱弾性論の基礎式をまとめている。

第3章では、変形した熱弾性体中を伝播する微小振幅波の基礎式を導き、理論的考察を加えている。まず、基準状態、初期変形状態および微小変形が重畳した状態の区別の必要性を述べ、微小変形を特徴づける付加変位および付加温度変化に関して線型な基礎式を導いている。ついで、初期変形状態が基準状態とわずかしかわらない場合に有効な基礎式の線型近似形を与えている。そして3次の熱弾性定数を定義し、これらの意味および等温定数と断熱定数の関係について述べている。さらに、重畳した微小変形が断熱的な場合および物体が弾性体の場合について言及している。

第4章では、初期変形状態が一様静的である場合の微小振幅主波の伝播特性を、等方性体の場合について解析し、熱伝導性の影響を明らかにしている。主横波については、主ひずみ軸方向に偏向した2波の伝播速度の表示を求め、弾性体の場合と同形の音弾性則が成立することを証明している。主縦波については、準弾性波と準温度波の伝播速度および減衰定数を実用上十分な精度で表示している。さらにこれらの結果を用いて3次の熱弾性定数の決定法を考察し、主波のみによる測定では、これらのすべてを決定するのに不十分であることを述べている。

第5章では、断熱過程の仮定のもとに、弱い異方性をもった物体に、一様静的な初期変形が重畳した場合について、微小振幅波の伝播特性を解析している。まず、初期変形により誘起された異方性と物体固有の弱異方性について述べ、平面正弦波の伝播特性を決定する音響テンソルを求めている。ついで、代表的な場合として、弱直交異方性体を取り上げ、主横波の偏向方向および2つの横波の相対位相差を求めて、

音弾性則を与えている。さらに、これと等方性弾性体の場合の音弾性則を比較し、特徴的な現象として比例負荷の際の偏向方向の回転を指摘している。

第6章では、初期変形が一様でない場合の重畳微小振幅波の伝播特性のうち、最も興味深い横波の偏向を、等方性弾性体の場合について考察している。まず、一方向にそって非一様な初期変形状態のひずみ分布を説明している。ついでこの方向に伝播する微小振幅超音波の基礎式を、1階常微分方程式に帰着させている。横波については、これは自己随伴型の連立方程式になり、空間的に回転する主ひずみ軸はもはや偏向軸ではないことを指摘している。さらに、この解がユニタリ行列を用いて表わせることを述べ、その適当な一般表示を利用して、入射点と測定点を指定することにより意味を持つところの広い意味での偏向現象の存在を示している。また、主ひずみ軸が一定方向をもつ場合、主ひずみ軸が一定の割合で回転している場合、およびひずみが空間座標の一次関数である場合について、特性方向と特性位相について検討している。

第7章では、物体の弱異方性の影響および音弾性則の適用範囲を考察している。まず、2次元音弾性実験における観測量としてH-LおよびH-S曲線を説明し、第5章で得た結果を用いて弱直交異方性体の場合について検討し、弱い異方性が音弾性効果に大きな影響を与えることを指摘している。ついで、2次元非一様な初期変形状態の変形面に垂直方向に伝播する超音波について、幾何音響学に基づいて考察を加えて、一様初期変形の場合と同形の音弾性則が成立する事を示している。そして波数と伝播距離についての条件を、ひずみとひずみ勾配の比で与えている。

第8章では、各章で得られた主な結果を要約し、本論文をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

変形固体中を伝播する音波の問題は、その物体に固有な力学的特性を明らかにするとともに、固体の変形状態を測定することを可能にする点で重要な課題の一つである。特に弾性体中の微小振幅波の伝播を用いて3次の弾性定数を決定することができ、また超音波によって応力解析が可能になることが知られている。本論文は、熱弾性体中の微小振幅波の伝播特性に及ぼす熱伝導性、弱異方性、および変形の非一様性の影響を、理論的に明らかにしたものであって、得られた主な成果は次のごとくである。

1. 初期変形を受けた一般的な熱弾性体中を伝播する微小振幅波を解析するための基礎式を与えた。
2. 初期変形を受けた等方性熱弾性体の場合について解析し、主横波および主縦波の伝播速度と減衰定数を、実用上十分な精度で表示した。また主横波の伝播に関しては、弾性体の場合と同形の音弾性則が成立することを確認し、さらに、主波を用いた測定によって決定できる3次の熱弾性定数について吟味した。
3. 弱い異方性をもつ固体中の重畳微小振幅波の伝播特性の解析法を示し、主横波の偏向軸方向および偏向波の相対位相差を、弱い異方性を特徴づける定数と初期変形量で表示した。そして音弾性実験における弱い異方性の影響の重要性を指摘した。
4. 一方向にのみ非一様な初期変形がある場合、その方向に伝播する横波は、一般に主ひずみ軸にそう偏向をもたないことを指摘した。また、この現象を特徴づける特性方向と特性位相を、例をあげて詳細に

解析した。

5. 二次元的に非一様な初期変形をもつ固体中の超音波の伝播について考察した。そしてこの場合に成り立つ音弾性則を導き、適用可能な波数と伝播距離の範囲をひずみとひずみ勾配の比で表示した。

以上要するに、本論文は、熱弾性体中の重畳微小振幅波の伝播についての基礎的な問題、特に、熱伝導性、弱異方性、および応力分布の非一様性の影響について解析して、新しい応力解析法として注目されている音弾性応力解析法に、理論的基礎を与えたものであって、学術上実際上寄与するところが少ない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。