

Title	波動伝ぱによる材料の粘弾性構成方程式に関する研究
Author(s)	曾我部, 雄次
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2364
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	曾 我 部 雄 次
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 5 5 9 号
学位授与の日付	昭 和 62 年 2 月 27 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	波動伝ばによる材料の粘弾性構成方程式に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 岸 田 敬 三 教 授 牧 之 内 三 郎 教 授 浜 田 実 教 授 山 田 朝 治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、材料の粘弾性特性の同定法として、波動伝ばにフーリエ周波数解析を導入した新しい実験的解析手法を確立するとともに、材料の動的挙動を一般的に記述する目的から、粘弾性構成方程式の定式化についての研究をまとめたもので、8章より構成されている。

第1章は序論で、従来の粘弾性特性同定法の問題点を指摘し、それを背景として、本研究の目的と意義を述べている。

第2章では、線形粘弾性体の力学モデル及び構成方程式を概説し、本研究において重要な役割を果たす複素コンプライアンスの物理的意味と一般的性質について述べている。

第3章では、波動伝ば実験で観測されるひずみ-時間関係のフーリエ変換から材料の複素コンプライアンスを求め、それに基づいて適用すべき粘弾性モデル及び粘弾性定数を周波数領域において決定する新しい粘弾性特性同定法の基礎となる理論について述べている。また、時間領域において同定を行う従来の方法との相違を明示し、本方法の特長について述べている。

第4章は、上記方法の実際の適用例であり、PMMA材を試料に用いた縦衝撃、及びねじり衝撃の二つの実験、解析から、1次元粘弾性特性としてそれぞれ単軸引張り圧縮及び単純せん断の両者に対する複素コンプライアンスと粘弾性モデルを決定している。また、二、三の特殊な金属材料(高減衰能合金)についても、粘弾性特性を明らかにしている。

第5章では、縦衝撃及びねじり衝撃の両者についての実験と解析結果を組み合わせ、弾性-粘弾性間の対応関係を利用して、材料の粘弾性特性を3次元的に評価すると同時に、種々の場合の応力解析に供し得ることのできる一般的な形として、3次元粘弾性構成方程式の定式化を行っている。

第6章では、1次元粘弾性波の伝ばを有限積分変換法によって解析し、実験との比較から第4章で求めた粘弾性特性の妥当性及び有効性を検証している。さらに、周波数領域で同定を行う場合の利点を明らかにしている。

第7章では、粘弾性縦波に及ぼす横方向慣性の影響を実験的、解析的に調べ粘弾性縦波の1次元初等理論に基づく実験と解析によって、単軸の粘弾性特性が正しく求められるための力学的条件を明らかにしている。

第8章では、本研究で得られた主要な成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

本論文は、波動伝ば実験のフーリエ解析から粘弾性特性の同定を周波数領域において行う新しい方法を確立すると共に、実際の問題への適用という見地から材料の3次元粘弾性構成方程式の定式化の方法を示したもので、次に述べる主要な成果を得ている。

- (1) 波動伝ば実験におけるひずみ-時間関係のフーリエ変換から材料の複素コンプライアンスを求め、それに基づいて粘弾性モデルと粘弾性定数を定める方法を提案し、これをPMMA材と数種の金属(高減衰能合金)を試料に用いた縦衝撃試験及びねじり衝撃試験に適用している。その結果、PMMA材の単軸引張り圧縮及びせん断に関する動的挙動は、両者とも広い周波数範囲において、3要素個体モデルによって近似できることを明らかにしている。また高減衰能合金に対しては4要素モデルが適用できることを明らかにしている。
- (2) PMMA材の粘弾性特性を3次元的に評価する目的から、弾性-粘弾性間対応関係に基づき、単軸引張り圧縮及びせん断の両者に対する複素コンプライアンスを組み合わせ、複素ポアソン比と複素体積弾性係数を求め、両者とも一定の定数とみなせることを明らかにしている。また、3次元粘弾性構成方程式の定式化を行って、種々の動的応力解析問題に供し得るようにしている。
- (3) 有限積分変換法によって縦衝撃、ねじり衝撃の両実験で観測された波形を解析し、実験波形と良く一致することを示して、同定した粘弾性モデルの妥当性、及び有効性を検証している。また、粘弾性縦波に及ぼす横方向慣性の影響を検討し、初等理論に基づく実験と解析から正しく粘弾性特性が求められるための条件を明らかにしている。

以上のように本論文は、材料の粘弾性特性及び構成方程式を求めるための新しい方法を確立すると同時に、その妥当性、有効性を実証しており、その成果は材料の動力学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。