

Title	複合材料の材料特性および動的挙動の解析
Author(s)	宇郷, 良介
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1381
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【29】

氏名・（本籍）	宇 郷 良 介
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 8 8 2 号
学位授与の日付	昭 和 6 0 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	複合材料の材料特性および動的挙動の解析
論文審査委員	(主査) 教 授 林 卓夫 (副査) 教 授 山本 明 教 授 福岡 秀和

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、複合材料の材料特性および衝撃に対する動的な挙動の解析を行ない、複合材料の基本的な特質を明らかにすることを目的としている。複合材としては、積層系複合材と分散系複合材を考え、積層系では層状複合材を、分散系では粒子分散形複合材と短繊維充填の強化複合材を取り上げている。

層状複合材では、衝撃によって内部に生じる応力波の伝ばに伴う変形を観測し、層間の相互作用を解析した。そのために本研究では、微小変形の観測に有効なホログラフィ干渉法を導入し、実際の測定に応用するためにホログラフィ干渉法によって測定できる変位の範囲や精度を検討し、その結果十分な精度を確認した。

アルミニウムとエポキシ樹脂で作った層状複合材試験片を用いて衝撃実験を行ない、実験的にはこれまで観測した報告がない層内の変形、特に層間でのせん断応力の分布についてホログラムの干渉像から解析することができた。

粒子分散形複合材に対しては、まず静的な特性として弾性率と粘性に注目して理論的な考察を行った。弾性率の変化に対しては、これまで粒子を剛体球として体積濃度をパラメータにして考察されていたが、ここでは楕円形粒子を用いて粒子形状や配向の変化による依存性を考察した。また、エポキシ樹脂中に鋼片を粒子として乱数を使って分散させて作った複合材モデルに対して、有限要素法による数値解析を行うと同時に、実験によって弾性率を測定した結果、定量的にも理論的な考察によく一致する結果を得ることができ、粒子形状による弾性率変化の依存性を確かめた。

粘性の変化に対しては、対応原理を導入して粒子の充填効果を簡単に考察することができ、緩和現象に注目して有限要素法による数値解析および実験的な観測を前述のモデルと同様のものを使って行ない、

粘性に対する効果を確かめることができた。

粒子分散形複合材の動的な特性を調べるために、応力波の伝ば速度や減衰に注目して衝撃に対する挙動の変化を解析した。一次元的な波の伝ば問題を考え、簡単な理論的考察から応力波の減衰や伝ば速度に対する粒子の充填効果について考察した。その結果は、数値解析及び実験によっても確かめられた。さらに、応力波形をフーリエ解析して各周波数成分の変化について調べた結果、複合材中での応力波の変化は、粘性変化に伴う減衰効果の増加だけでなく、散在粒子のために生じる分散的な効果との複合効果であることがわかった。

短繊維を分散させた強化複合材に対しても粒子分散形複合材と同様の解析を行った。弾性率に対しては、粒子充填の場合に比べると、1%にも満たないわずかな短繊維の充填によって非常に大きな変化を示すことがわかった。

それに対して、同程度の小さな充填濃度の範囲では、短繊維強化複合材の動的特性の変化は小さく、弾性率変化に対する影響と比較すると、短繊維の充填は材料の補強に対して大きな効果を持つことがわかった。

論文の審査結果の要旨

異種媒質の組合せからなる複合材は軽量であってしかも高い強度を持つことから、構造用の新素材として各方面で注目されている。本研究は複合材を積層系と、分散系に分け、各々の代表的なモデルに対して静的な材料特性、および衝撃に対する動的な挙動を解析し、実験結果と比較したものである。

積層系複合材では衝撃荷重を受けた時の各層内の応力波の挙動を高速ホログラフィ法で観測し、縦衝撃を与えたにもかかわらず層内には大きなせん断ひずみを生じること、特に層境界ではその値は縦ひずみと同程度となることを明らかにして、衝撃荷重によって層間はく離を起し易い原因の1つを明らかにした。粒子分散形複合材では、その材料特性は、従来は含有する粉体の体積濃度の関数として表わされてきた。本論文では、粒子形状およびその配向が材料特性に及ぼす影響を理論的に考察し、その影響は体積濃度の影響と同程度に大きいことを明らかにするとともに、計算で用いたのと同じモデルを作成して、引張り試験や応力緩和試験を行ってこの事実を実験的に確認した。また、この材料が衝撃荷重を受ける場合の波頭の減衰は、粒子混入による見掛け粘性の増加と波の分散の相乗作用によることを理論および実験を通して明らかにした。

さらに短繊維分散形複合材では、繊維混合による補強効果を求める計算方法を提案し、補強効果の大きいことを示している。以上のように、本論文は複合材の材料特性およびその動的挙動を解明し、複合材の研究に新しい知見を与えるものであり、学位論文として価値あるものと認める。