



Title	線形減衰振動系の振動解析法に関する研究
Author(s)	阿部, 亨
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35443
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	あ 阿	べ 部	とおる 亨
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	7 4 6 5	号
学位授与の日付	昭和 61 年 10 月 20 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	線形減衰振動系の振動解析法に関する研究		
論文審査委員	(主査)		
	教 授	瀬口 靖幸	
	(副査)		
	教 授	福岡 秀和	教 授 小倉 敬二 教 授 吉川 孝雄

論文内容の要旨

工学の多くの分野で、数学モデルによる数値実験（シミュレーション技術）が多用されるようになったが、振動解析の分野でも複雑な機械・構造物の解析が大規模・詳細な有限要素モデルで行われるようになってきた。しかしながら、数学モデルを構成する振動方程式としては減衰の影響が小さいとした、いわゆる $M-K$ 形振動問題が大勢を占めており、減衰を無視できない系のいわゆる $M-C-K$ 形振動問題の解析法（複素固有値、複素モード解析）については十分な研究が行われているとはいえず、一番よく利用される QR 法でも大次元の解析には無力の場合が多かった。しかし現実の機械・構造物の設計の場では益々大次元の $M-C-K$ 形問題を解く必要が多くなりつつある。

本論文の目的は、この大次元の $M-C-K$ 形振動問題を効率的に解く方法を考案すること、その解析結果に基づいて、設計の手直しをした場合の振動特性を予測する手法を実用化すること、また振動応答計算において 2 階微分形の複素モード解析法を考案することなど $M-C-K$ 形振動問題を設計業務へ反映させるのに必要な技術を確立することである。

まず第 1 章では、従来の手法を概括し、その問題点を指摘し、本論文の意義、背景を明確にした。

第 2 章では、従来の $M-K$ 形の実固有値問題で用いられるストドラ法を対称なマトリックスからなる大自由度の $M-C-K$ 形複素固有値問題に拡張し、大次元構造系の解析を効率的に行う手法を提示した。さらにこれを骨組構造物に適用すべく解法にいくつかの改善を行い計算例によって妥当性を確かめた。

第 3 章では、これに更に、実対称マトリックスの $M-K$ 形振動問題の解析によく用いられるサブスペース法の機能を組合せることにより $M \cdot C \cdot K$ マトリックスが非対称な場合でも $M-C-K$ 形固有値問題

の解析が効率よく可能となる手法を提示した。これによりすべり軸受で支えられた大次元の回転軸系の振動解析などが可能となるので、その応用例を示した。実際の設計においては、以上の複素固有値解析によって固有振動数やモード減衰比などのいわゆるモーダルパラメータを算出しても、その値が設計的に満足できない場合、設計を変更して望ましい値が得られるように改善しなければならないが、第4章では、これが効率的にできるように感度解析を導入し、設計変更後のモーダルパラメータを的確に予測する方法を提示した。従来M-K形の1階感度の範囲にとどまっていたものをM-C-K形の2階感度まで拡張し、実用できるようにしたものである。M-C-K形の振動応答を計算する一手法として、従来1階微分形で示される複素モード解析法が知られているが、第5章では、これを2階微分形の通常見なれた式形に記述する方法を提示した。これによりモード毎の振動応答状態が通常の1自由度系との対比で理解できるようになった。また、この2階微分形のモード方程式を用いて応答計算を行う際の実際的な取扱い方法を述べ、正弦波加振・任意波加振・インパルス加振等の入力問題に対しての計算例を提示し手法の妥当性、有用性を確かめた。

以上、本研究により減衰を無視できない系の振動問題を効率的に解析し、更なる設計改善へと適用を計って行く一連の手法が確立され、実際の設計の場で利用できる有効な道具を提供できるようになった。

論文の審査結果の要旨

本論文は、大規模、複雑化する機械構造システムの振動解析において、大次元の線型減衰振動系を効率的に解く新しい方法論を展開することと、その解析方法を援用して、振動系の設計パラメータを改善し、得られたシステムの振動特性を予測する方法ならびに振動応答計算において2回微分の複素モード解析法を考案する研究を纏めたものである。線型振動系の解析法では、モーダルパラメータ解析が有用であるが、減衰系では複素モーダル法となり、従来は大次元構造形には適用できなかった。ここで提案する方法は、実固有値問題で用いられてきたストドラ法を対称行列系の複素固有問題に拡張するもので、更に、この手法にサブスペース法を組み合わせ、モード分離の精度を高めると共に、非対称問題の解析をも可能にする方法を合わせて提案することにより、結果として著しい計算時間の短縮と計算規模の拡大が計られることが、実システムに近い構造系で検証されている。設計パラメータの改善と振動特性の予測についてはそれが効果的に行われる感度解析を取り上げ、各感度の計算、それによる設計変更後のモーダルパラメータの予測を示し、最適減衰推定の試みを含めて、それを実システムについて適用して、提案する方法の効用を明らかにしている。この他、複素モーダル法により振動応答を計算する際、それが一般的に1階微分系のモード方程式で扱われるために物理的直感を持ち込めない点を改めるため、それを2階微分系のモード方程式に分解する新しい手法を導出し、やはり実システムでその有用性を検証している。以上の様に本論文は、実際的な機械構造システムに現われる大次元の複素モード解析と振動設計、更に応答解析などに対して、一層の進歩と発展をもたらすものであり、実用上からみても極めて有用な方法論を提供しているものと考えられる。よって、本研究は博士論文として価値あるものと認める。