

2021年 8月18日

豊橋技術科学大学長 殿

機械工学専攻
学位審査委員会
委員長

佐藤 海二



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	田尻 大樹		学籍番号	第 189103 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学 専攻	
博士学位 論文名	近接モードおよび高減衰特性を有する構造物を対象とした実験モード解析法の開発 (Development of experimental modal analysis method for structures with close modes and high damping characteristics)			
論文審査の 期間	2021年 7月15日 ~ 2021年 8月18日			
公開審査会 の日	2021年 7月30日	最終試験の 実施日	2021年 7月30日	
論文審査の 結果*	合格		最終試験の 結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	足立 忠晴			
委員	河村 庄造		高木 賢太郎	
	松原 真己			印
		印		印

*論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本研究は、機械構造物のモード特性を把握するために用いられる実験モード解析の同定精度向上および適用性向上に関する研究をまとめたものである。実験モード解析は既に広く普及しているが、今日でもなお、同定結果に及ぼす周波数分解能の影響、対象物が近接モードを有する場合の適用性、対象物が高減衰特性を有する場合の適用性に関する大きな課題が残されている。本研究は、それらの課題を解決することを目的としており、全6章から構成される。

第1章では、本研究の背景、目的、論文構成を述べている。

第2章では、周波数応答関数の実部と虚部の離散データを直線に当てはめてモード特性を同定する直線フィット法の適用性について詳細に検討している。そして、周波数分解能によって決まる周波数応答関数の測定周波数と、固有振動数の関係に関わらず、高精度な同定が可能であることを明らかにしている。

第3章では、比較的振動モードが近接する場合に、同定対象外のモード成分の影響を周波数に関する三次関数で近似し、それを剰余項として直線フィット法の同定理論に組み込む手法を提案している。数値シミュレーションによって、提案手法の妥当性を検証するとともに、同定を行うための最適な周波数範囲を明らかにしている。

第4章では、高減衰特性を有する周期構造物を取り上げ、周期構造物のモデル化で用いられる周方向縮約法の適用性を検証している。具体的には、幅方向にも曲率を有する二輪車用タイヤを対象とし、モード形状を三角関数で近似できることを示すとともに、既存の実験モード解析法（偏分反復法）によってモード特性を同定し、自動車用タイヤとの違いを明らかにしている。さらに対象物の高減衰特性に起因して、高次モードの周波数応答関数の共振峰が判別しにくいという課題を明確にしている。

第5章では、高減衰特性を有する対象物の周波数応答関数における共振峰を明確にするため、速度フィードバック制御によって対象物を低減衰化させる方法を提案している。数値シミュレーションによって、提案手法の妥当性を検証するとともに、適切なフィードバックゲインの設定方法を明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた成果をまとめると共に、今後の課題と展望を述べている。

審査結果の要旨

実験モード解析は、機械構造物の固有振動数、減衰比、固有振動モードなどのモード特性を推定する重要な技術であり、設計・開発の現場でも広く利用されている。一方で、ハーフパワー法などの既存の方法を実際に適用しても期待通りの結果が得られない場合も多い。以上のことから、本論文では、実験モード解析の周波数分解能に依存しない同定精度向上、近接モードを有する場合の同定精度向上および高減衰特性を有する場合の適用性向上に関する新しい提案を行っている。本論文の主要な成果は以下のようにまとめられる。

1) 新しい実験モード解析手法の一つである直線フィット法が、実測における周波数分解能に依存することなく高精度にモード特性を同定できることを定量的に示し、実際の構造物に対して十分に適用できることを明らかにした。

2) 比較的振動モードが近接する場合に、同定対象外のモード成分の影響を周波数に関する三次関数で近似できることを理論的に定式化し、それを剰余項として考慮することによって直線フィット法の同定精度を向上させた。このように理論の裏付けの元で同定精度を向上させる方法を提案し、信頼性の高い方法であることを明らかにした。

3) 周期構造物のモデル化では周方向縮約法が用いられることが多いが、これまで適用されていなかった二重曲率を有するような複雑な対象に適用対象を広げることを可能とした。さらに実験においては、高減衰特性に起因して周波数応答関数の共振峰が不明確であるという課題を示し、それを解決するため、速度フィードバック制御によって、系が安定であるという制約条件の元で対象物を低減衰化させてモード特性を同定し、その後フィードバック制御の影響を補正する独創的な方法を提案した。さらに適切なフィードバックゲインの設定方法を明らかにしており、本手法の有用性を示した。

以上、本研究で提案した実験モード解析手法は学術的な独創性が高く、理論の裏付けがあって信頼性も高い。さらに実際の複雑な構造物の同定にも適用できるため有用性も高い。よって、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)