

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 川崎 亮

題 目 電動機を搭載する機器の電磁振動騒音解析とその低減手法

学位論文の概要及び要旨

近年、住宅の過密化、ビルの高層化が進み、環境に対する静粛化の要求が高まってきていることから、機器の低騒音化は重要となっている。また、環境問題の観点から、産業界では低コスト化、軽量化、小型化を目的とした薄肉化や樹脂材料の採用が進められており、剛性の低下による振動、騒音の増大する問題が顕在化しているため、機器の低騒音化は益々必要となってきている。

低騒音化の需要が高い機器として、日常生活で使用する送風機、冷蔵庫、自動車、エレベーターなど、電動機を搭載することを特長とした機器がある。これらの機器から放射される電磁騒音には、搭載する電動機の電磁力、機器の振動、音響放射が影響する。電磁騒音に影響する電磁力、振動、音響放射は、それぞれ時間特性と空間分布を有するため、電磁騒音を電磁力から音響放射まで一貫して扱うことが難しい。そのため、過去に電動機の電磁力や、機器の振動など、個々の要因に関する研究が多く行われてきたが、いずれの研究も、電磁力から音響放射までを一貫して扱っていないため効率的な低騒音化を実現できていなかった。

そこで本論文では、電動機を搭載する機器から放射される電磁騒音を効率的に低減する手法として、電動機で発生する電磁力、電磁力によって加振される機器の振動特性、機器の音響放射特性を一貫して扱う電磁振動騒音解析技術を確立するとともに、本解析技術を用いて電磁騒音増大に寄与する電磁力成分や振動成分および音響放射特性を明らかにし、機器に反映することで電磁騒音を効率的に低減可能とする電磁騒音低減手法に関して検討した。まず、電磁力、振動特性、音響放射特性を定式化することで、電動機を搭載する機器から放射される電磁音に、電磁力、振動特性、音響放射特性の空間分布、周波数特性が大きく影響することを示した。次に、電磁力を空間次数と時間次数に分割して機器に印加し、振動・騒音を解析する手法を提案した。その後、提案手法を用いて、電磁力、振動特性、音響放射特性の各項目に関連の大きい製品を対象として、電磁力、振動特性、音響放射特性が電磁騒音に与える影響を明らかにするとともに、提案する解析手法によって効率的に電磁音を低減することが可能であることを示した。

このように、本論文の特徴は、電動機を搭載する機器から放射される電磁騒音を効率的に低減する手法として、電動機で発生する電磁力、電磁力によって加振される機器の振動特性、機器の音響放射特性まで一貫して取り扱う電磁振動騒音解析手法を提案、構築し、いくつかの実機においてその有効性を検証した点にある。

本論文の要旨は以下の通りである。

第1章では、電動機を搭載する機器を取り巻く環境や機器の振動騒音低減の重要性について述べた。また、電動機を搭載する機器の振動騒音の発生メカニズムについて説明するとともに、関連する従来の研究を挙げることで、本研究の位置づけを示した。

第2章では、電動機を搭載する機器が駆動する際に電動機の固定子と回転子との空隙に発生する電磁力、電磁力によって発生する機器の振動特性、および振動によって発生する騒音との関係について定式化を行い、効率的に機器の低振動化、低騒音化が可能であることを示した。また、数値解析による効率的な低騒音化を行うための、数値解析モデルへの電磁力印加手法を提示することで、数値解析による検討が可能であることを示した。

第3章では、回転子が外表面に面した構造を有する薄型のエレベーター用巻上機を対象にして、提案する解析手法の確認および電磁音が電磁音に与える影響について検討し、提案手法によって、騒音が大きい固有モードを明らかにするだけでなく、騒音が大きい固有モードと相関が大きい加振力空間次数成分を明らかにすることで、効率的にエレベーター用巻上機の電磁騒音の低騒音化が可能であることを示した。

第4章では、圧入方式の分割コアを採用した空調用圧縮機を対象とし、コアの振動特性について考察を行った。圧入方式の分割コアは、新しい構造であるため、振動特性が明らかになっていない。そこで、圧入方式の分割コアの等価な弾性係数を推定する新しい手法を提案し、本手法により、適切な振動伝達特性を得ることが可能であることを明らかにした。さらに、本手法で得られたコアの等価弾性係数を用いて音響解析を実施した結果、試作機での計測結果と同様の傾向が得られることから、提案する手法を用いることで圧入方式の分割コア採用集中巻圧縮機の騒音特性の予測および効率的な低騒音化が可能であることを示した。

第5章では、樹脂性プロペラファンを対象として、使用する材料の温度特性やファンの振動周波数特性が音響放射特性に与える影響、機器から放射される騒音への音響放射特性の影響について検討を行い、樹脂材料の温度特性が、樹脂材料を用いた機器の音響放射特性に与える影響を明らかにすることで、電動機の電磁力特性や機器の振動特性だけでなく、音響放射特性に着目した電磁騒音の低騒音化が可能となった。

第6章では、各章の総括と今後の展望を述べた。