OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	有限要素法を用いた電磁駆動源の電磁力による振動音響特性解析
Author(s)	兪, 炳振
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/50530
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（俞　炳振）	
論文題名	有限要素法を用いた電磁駆動源の電磁力による振動音響特性解析

論文内容の要旨

本論文では，電磁駆動源から発生する電磁気的な振動音響特性を予測するために有限要素法を用いた連成解析手法に関する研究を行い，様々な電磁駆動源における連成解析手法の提案および実測との比較を行うことで提案した連成解析手法の有効性を検証した．

緒論では，電磁駆動源における騒音の発生原因に関して示した後，主な騒音源である電磁力による騒音特性を示した．また，電磁力による電磁駆動源の振動音響特性を解析するための研究動向を概観し，それらに関する有限要素法，境界要素法，統計的エネルギー分析法の位置づけについて述べた後，本論文の研究対象と目的を示した．

第2章では，有限要素法を用いて電磁駆動源の電磁力による振動音響特性を解析するため，電磁場の支配方程式，構造解析の支配方程式および音響解析の支配方程式を導出した．電磁場と構造解析の連成解析手法およびガラーキン法を用いた離散化手法について述べた．その後，構造と音響解析のための連成解析の支配方程式およびガラーキン法を用いた離散化手法について述べた．

第3章では，超磁歪アクチュエータを用いた平面スピーカにおいて超磁歪材料の非線形性を考慮した超磁歪アクチュエータの磁界・構造の連成解析手法を提案した．試作した超磁歪アクチュエータを対象に実験結果との比較により提案した解析手法の妥当性を明らかにした．また，超磁歪アクチュエータを用いた平面スピーカの音響放射挙動を明らかにするためにバイアス磁界下で超磁歪素子の材料特性を考慮した磁界・構造・音場の連成解析手法を提案し，実測結果と解析結果の比較検証を行うことで連成解析手法の妥当性を明らかにした．

第4章では，手振れ補正用VCMの電磁気的な原因から発生する振動騒音を予測するためにVCMの電磁加振力であるローレンツ力を周波数領域で求めるための解析手法を提案し，3次元有限要素法を用いた磁界・構造・音響の連成解析を行った．また，解析手法の有効性を明らかにするために実機との比較検証を行った後，手振れ補正用VCMの電磁加振力による振動挙動を求め，音響放射への関係を明らかにした．更に，VCMの主な振動音響放射体であるカバー部の音響放射を低減するための構造放射騒音の低減手法の例を示した．

第5章では，EPS用モータから発生する騒音原の中で，モータの電磁力による振動騒音特性を予測するために有限要素法を用いた解析モデルを構築し，実測との比較検証を行い解析モデルの有効性を検証した．その後，構築した解析モデルを用いて目的周波数内で生じる電磁加振力による振動騒音の主な原因は内周方向の電磁応力とモータの第2次固有振動数による共振であることを明らかにした．

第６章では，第2章から第5章までの内容を総括し，本研究で得られた最終的な成果を要約した．

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（　　兪　炳振　　）

	(職)	氏　名
論文審査担当者		
主 査	教授	平田　勝弘
副 査	教授	荒井　栄司
副 査	教授	中谷　彰宏
副 査	教授	南埜　宜俊
副 査	教授	浅田　稔
副 査	教授	菅沼　克昭
副 査	准教授	宮坂　史和

論文審査の結果の要旨

本論文は有限要素法を用いた様々な電磁駆動源における電磁力に起因する振動音響特性を予測するために,磁場・構造・音響連成解析手法に関する研究である.

第１章では，電磁駆動源における騒音の発生原因に関して示した後，主な騒音源である電磁力による騒音特性を明らかにしている．また，電磁力による電磁駆動源の振動音響特性を解析するための研究動向を概観し，それらに関する有限要素法，境界要素法，統計的エネルギー分析法の位置づけについて述べた後，本論文の研究対象と目的を示している.

第２章では，三次元有限要素法を用いて電磁駆動源の電磁力による振動音響特性を解析するため，電磁場の支配方程式，構造解析の支配方程式および音響解析の支配方程式を導出している．電磁場と構造解析の連成解析手法およびガラーキン法を用いた離散化手法について述べている．その後，構造と音響解析のための連成解析の支配方程式およびガラーキン法を用いた離散化手法について述べている.

第３章では，超磁歪アクチュエータを用いた平面スピーカにおいて超磁歪材料の材料特性を考慮した超磁歪アクチュエータの磁界・構造の連成解析手法を提案している．提案した超磁歪アクチュエータを対象に試作機を作成し,実験結果との比較により提案した解析手法の妥当性を明らかにしている．更に，超磁歪アクチュエータを用いた平面スピーカの音響放射挙動を調べるために磁界・構造・音場のフル連成解析を実施し，実測結果との比較検証を行うことで連成解析手法の妥当性を明らかにしている.

第４章では，手振れ補正用ボイスコイルモータ（VCM）の構造放射騒音の低減のためにVCMの電磁力を考慮した三次元有限要素法による磁界・構造・音響の連成解析を行い，試作機を用いた実測結果との比較検証を行うことで解析手法の有効性を明らかにしている.また,VCMのカバー部の振動モードが振動騒音に支配的であることを明らかにした後,音圧レベルのピーク周波数領域で現れる各振動モードによる音響放射挙動について述べている．更に，音圧レベルの低減のため振動モードと音響放射挙動を考慮し,VCMのカバー部に音響放射効率を低下させるための部分的な剛性補強を行い，良好な音圧レベルの低減効果を確認している.

第５章では，EPS用モータにおいて電磁加振力の主な加振周波数および加振力の方向成分を検討している．また，モータの固有振動数を調べるためにステータ単体およびモータの固有振動数解析を行い，実測結果との比較を行うことで解析モデルを構築している．その後，電磁応力を考慮したモータの振動音響の周波数応答解析を行い，実測との比較を行うことで解析モデルの有効性を明らかにした上で，モータの振動と音圧放射特性について述べている.

以上のように、本論文により提案された磁場・構造・音響連成による大規模解析手法は非常に有用であり電気機器の設計ツールとして様々な産業分野への応用が期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。