



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Title	三次元有限要素法による運動を考慮した磁界解析に関する研究(内容の要旨(Summary))
Author(s)	[たに], 浩司
Report No.(Doctoral Degree)	博士(工学) 甲第123号
Issue Date	2000-03-24
Type	博士論文
Version	
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1844

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

氏名（本籍）	磯 浩 司 (大阪府)
学位の種類	博士 (工学)
学位記号番号	甲第 123 号
学位授与年月日	平成 12 年 3 月 24 日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	三次元有限要素法による運動を考慮した磁界解析に関する研究 (3-D Finite Element Analysis of Electromagnetic Problems with Relative Movement)
学位論文審査委員	(主査) 教授 河 瀬 順 洋 (副査) 教授 小 鹿 丈 夫 教授 田 中 嘉 津 夫

論文内容の要旨

本論文は、電磁界現象の数値解析手法として有限要素法を用いることを前提に、有限要素メッシュ作成の簡素化、運動を伴う解析手法の開発、電磁界と熱との連成解析手法の開発を目的としており、得られた結果は次のとおりである。

(1) マクスウェルの電磁方程式より導出される三次元場の磁界の基礎方程式を、ガラーキン法を用いた三次元有限要素法によって定式化する方法および四面体辺要素を用いた離散化手法について明らかにしている。さらに、鉄心材料などの磁界に対する非線形特性を有する問題に対するニュートン・ラプソン法を用いた有限要素解析手法、磁束の時間的变化に伴って導体内に生じる渦電流を考慮するための時間依存項の取り扱い手法、さらに、電圧の方程式と連成させた場合の有限要素解析手法についても明らかにしている。

(2) 国際ワークショップで提案されている電磁力検証モデルおよび情報ストレージ研究推進機構シミュレーション分科会での共通問題とされている薄膜磁気ヘッドをテーマにし、八分木法とデラウニ法を併用した三次元有限要素メッシュ自動生成法について明らかにしている。さらに作成されたメッシュを用いて磁界解析を行い、実測結果あるいは他の研究機関で他手法で行われた計算結果と一致することを示し、メッシュ自動生成手法の妥当性を明らかにしている。

(3) 任意の相対運動を伴う電気・電子機器の三次元渦電流場における動作特性解析をテーマにし、有限要素法による磁界解析とメッシュ合成法を用いた計算手法について明らかにしている。メッシュ合成法とは、独立に作成された静止部メッシュと可動部メッシュを、デラウニ法を応用して1つのメッシュに合成する手法である。本手法は、国際比較のワークショップで提案されている磁気浮上装置および静音フレーム型ソレノイドの動作解析に適用され、実測値と比較することにより、その妥当性が示されている。

(4) 渦電流ブレーキシステムの制動力解析をテーマに、見かけ上の相対位置が変化しない運動を伴う三次元磁界解析法について明らかにしている。提案手法は、静止座標系における辺上

で定義された未知変数の風上点での補間値を、マクスウェル方程式中の時間微分項の表現に取り入れ、過渡的に計算する手法である。本手法の妥当性は、実測値との比較検討により明らかにされている。

(5) 静止部と可動部の見かけ上の相対位置が変化しない運動を伴う装置における磁界と熱の連成解析手法について明らかにしている。ここで取り上げられている具体例は、製鉄の鑄造過程における誘導過熱装置の熱現象解析であり、熱現象における運動も考慮しなければならない問題である。ここでは、その熱の運動を波動現象とみなし、その解法に CIP (Cubic Interpolated Pseudo-Particle) 法を適用している。計算結果は、温度分布の移動を再現しており、本手法の妥当性が明らかにされている。

論文審査結果の要旨

本論文は、電磁界現象の数値解析手法として有限要素法を用いることを前提に、有限要素メッシュ作成の簡素化、運動を伴う解析手法の開発、電磁界と熱との連成解析手法の開発を目的としており、得られた結果は次のとおりである。

(1) マクスウェルの電磁方程式より導出される三次元場の磁界の基礎方程式を、ガラーキンをを用いた三次元有限要素法によって定式化する方法および四面体辺要素を用いた離散化手法について明らかにしている。さらに、鉄心材料などの磁界に対する非線形特性を有する問題に対するニュートン・ラプソン法を用いた有限要素解析手法、磁束の時間的変化に伴って導体内に生じる渦電流を考慮するための時間依存項の取り扱い手法、さらに、電圧の方程式と連成させた場合の有限要素解析手法についても明らかにしている。

(2) 国際ワークショップで提案されている電磁力検証モデルおよび情報ストレージ研究推進機構シミュレーション分科会での共通問題とされている薄膜磁気ヘッドをテーマにし、八分木法とデラウニ法を併用した三次元有限要素メッシュ自動生成法について明らかにしている。さらに作成されたメッシュを用いて磁界解析を行い、実測結果あるいは他の研究機関で他手法で行われた計算結果と一致することを示し、メッシュ自動生成手法の妥当性を明らかにしている。

(3) 任意の相対運動を伴う電気・電子機器の三次元渦電流場における動作特性解析をテーマにし、有限要素法による磁界解析とメッシュ合成法を用いた計算手法について明らかにしている。メッシュ合成法とは、独立に作成された静止部メッシュと可動部メッシュを、デラウニ法を応用して1つのメッシュに合成する手法である。本手法は、国際比較のワークショップで提案されている磁気浮上装置および静音フレーム型ソレノイドの動作解析に適用され、実測値と比較することにより、その妥当性が示されている。

(4) 渦電流ブレーキシステムの制動力解析をテーマに、見かけ上の相対位置が変化しない運動を伴う三次元磁界解析法について明らかにしている。提案手法は、静止座標系における辺上で定義された未知変数の風上点での補間値を、マクスウェル方程式中の時間微分項の表現に取り入れ、過渡的に計算する手法である。本手法の妥当性は、実測値との比較検討により明らかにされている。

(5) 静止部と可動部の見かけ上の相対位置が変化しない運動を伴う装置における磁界と熱の連成解析手法について明らかにしている。ここで取り上げられている具体例は、製鉄の鑄造過程における誘導過熱装置の熱現象解析であり、熱現象における運動も考慮しなければならない問

題である。ここでは、その熱の運動を波動現象とみなし、その解法に CIP (Cubic Interpolated Pseudo-Particle) 法を適用している。計算結果は、温度分布の移動を再現しており、本手法の妥当性が明らかにされている。

以上要するに、本論文は、有限要素メッシュ生成の自動作成手法および有限要素法を用いた磁界解析では不得意とされていた運動問題の取り扱い手法を明確にし、その有用性を示したものであり、学術上、實際上寄与することが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学術論文として価値あるものと認める。

最終試験結果の要旨

公聴会後に、学位論文に関する口頭質問を行い、これを最終試験に代え、合格と判定した。