

目 次

4.2	トルクの計算法	29
4.3	マクスウェルの応力法における積分面の選び方	30
4.4	マクスウェルの応力法に用いる積分面上の磁束密度の算出法	30
	(1) 要素平均法/(2) 節点平均法	
4.5	磁界中にある通電導体に作用する力またはトルク	31
第1章	有限要素法の概要	1
1.1	電磁界の基礎方程式	1
	(1) 場の分類/(2) 電磁界を支配するマクスウェルの基礎方程式/ (3) 静磁界の基礎方程式/(4) 時間依存(渦電流)場の基礎方程式/ (5) 永久磁石を含む場の基礎方程式	
1.2	三次元有限要素法の基本的な考え方	5
	(1) 領域の要素分割/(2) 節点要素と辺要素/(3) 三次元有限要素解析手法の種類	
1.3	三次元有限要素法の計算手順	10
	(1) 例題1/(2) 領域の分割/(3) 入力データ/(4) マトリクスの作成/(5) 未知ポテンシャルの計算/(6) 磁束密度の計算/ (7) 例題2	
第2章	三次元場の有限要素法	16
2.1	補間関数	16
2.2	ガラーキンの法による定式化	18
2.3	磁束密度および渦電流密度の算出	21
2.4	ニュートン・ラプソン法による非線形解析	22
2.5	永久磁石の取扱い	22
第3章	三次元有限要素解析システム	24
3.1	ハードのシステム構成	24
3.2	ソフトのシステム構成	25
	(1) 解析ソフトのシステム構成/(2) 解析結果の三次元グラフィックス表示	
第4章	三次元場の力・トルクの計算	29
4.1	力の計算法	29
4.2	トルクの計算法	29
4.3	マクスウェルの応力法における積分面の選び方	30
4.4	マクスウェルの応力法に用いる積分面上の磁束密度の算出法	30
	(1) 要素平均法/(2) 節点平均法	
4.5	磁界中にある通電導体に作用する力またはトルク	31
第5章	三次元有限要素法で解析する現象問題とその手法	33
5.1	現象問題の分類	33
5.2	単純問題	34
	(1) 静磁界問題/(2) 動磁界(渦電流)問題	
5.3	連成問題	36
	(1) 電気回路の方程式との連成/(2) 運動方程式との連成/ (3) 要素分割図の修正法/(4) 熱伝導方程式との連成	
第6章	有限要素解析を行う場合の留意点	44
6.1	モデル化	44
	(1) モデルの対称性/(2) 積み上げ方向/(3) 分割の粗密	
6.2	解析領域	48
6.3	電流密度の連続性	49
6.4	局部的に磁気飽和が起こる場合の磁化曲線への対応	50
6.5	鉄心、ヨーク等の継ぎ目と非磁性めっきの考慮	51
第7章	電磁装置への三次元有限要素法の応用	52
7.1	電磁装置の設計と現象解析	52
	(1) 技術者の創造的業務/(2) 現象解析の手法/(3) 電磁機器の設計手法の分類	
7.2	プランジャ形直流電磁石(直流ソレノイド)の定常吸引力特性	54
	(1) 解析モデル/(2) 解析結果/(3) 検討	
7.3	ヒンジ形直流電磁石の定常吸引力特性	59
	(1) 解析モデル/(2) 解析結果/(3) 検討	
7.4	ヒンジ形直流操作電磁リレーの動作特性解析	62
	(1) 吸引動作特性/(2) 釈放動作特性	

7.5	フラット形直流操作電磁リレーの動作特性解析	68
	(1) 解析モデル／(2) 解析結果	
7.6	ヒンジ形交流操作電磁リレーの動作特性解析	71
	(1) 解析モデル／(2) 解析条件／(3) 解析結果と実験結果の比較 検討	
7.7	交流電磁接触器の動作特性解析	75
	(1) 吸引動作特性／(2) 釈放動作特性	
7.8	通電接点の電磁反発力の解析	84
	(1) Holm の近似式／(2) 単一接点の電磁反発力／(3) 多重接 点の電磁反発力	
7.9	配線用遮断器の開閉接触部に現れる電磁力の解析	91
	(1) 可動接触子の電磁反発力／(2) アーク磁気駆動力	
7.10	真空遮断器の開閉接触部（真空バルブ）の現象解析	103
	(1) 横磁界形電極（コントレート形電極）のアーク磁気駆動力／ (2) 縦磁界形電極の渦電流を考慮した磁界解析	
7.11	電磁接触器の開閉接触部におけるアーク磁気駆動力の解析	114
	(1) 解析モデルと解析方法／(2) 解析結果と検討	
第 8 章	その他の電気・電子機器への三次元有限要素法の応用	122
8.1	誘導電動機の特性格解析	122
	(1) 解析手法／(2) 励磁特性および拘束トルク特性解析	
8.2	ベクトル制御を用いた誘導電動機の世界応答性解析	125
	(1) 解析モデルと解析条件／(2) 解析結果と検討	
8.3	永久磁石回転機の特性格解析	128
	(1) 解析手法／(2) コギングトルク解析／(3) 動作特性解析	
8.4	ベクトル制御を用いた永久磁石回転機の過渡応答性解析	139
	(1) 基礎方程式／(2) 解析モデルと解析結果	
8.5	永久磁石の吸引力の精密解析	143
	(1) 2 個の永久磁石の間の磁性体に働く吸引力／(2) 磁化過程を考 慮した有極電磁石の吸引力特性解析	
8.6	高周波誘導炉内溶融金属の現象解析	157
	(1) 解析方法／(2) 表面張力による解析方法の妥当性の検討／	

	(3) 角形誘導炉の溶湯形状解析	
8.7	回転機の熱伝導解析	171
	(1) 解析手法／(2) 解析モデルと解析条件／(3) 解析結果と検討	
第 9 章	二次元解析と三次元解析の比較	178
9.1	三次元形状の二次元モデルへの置き換え	178
	(1) 角形コイルの脚形直流電磁石／(2) 角形ヨークの円筒プランジ ャ形直流電磁石	
9.2	脚形直流電磁石での比較	180
9.3	プランジャ形直流電磁石での比較	181
9.4	修正法	182
9.5	渦電流を考慮する二次元解析の問題点	182
第 10 章	三次元有限要素解析プログラムの評価法	184
10.1	渦電流解析検証モデル	184
	(1) 線形解析モデル／(2) 非線形解析モデル	
10.2	電磁力解析検証モデル	187
付 録		190
索 引		197