

Title	回転電気機械の磁界解析に関する理論的並びに実験的研究
Author(s)	奥田, 宏史
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/32004">http://hdl.handle.net/11094/32004</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	奥 田 宏 史
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 1 2 6 号
学位授与の日付	昭和 53 年 2 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	回轉電気機械の磁界解析に関する理論的並びに実験的研究
論文審査委員	(主査) 教授 西村正太郎 (副査) 教授 山中千代衛 教授 犬石 嘉雄 教授 藤井 克彦 教授 木下 仁志 教授 鈴木 胖

## 論 文 内 容 の 要 旨

回轉電気機械の大形化に伴う磁気装荷の増加や産業用電動機の限界設計化のために、鉄心の非直線飽和現象及びうず電流を考慮した、精度の高い磁界解析が必要となってきた。これに対して、従来の電解槽や導電紙などによる模擬測定では磁気飽和の導入が困難であり、三次元的な問題に対しては更に解析が困難であった。しかし、近年電子計算機の発達に伴って、差分法や有限要素法による磁気回路の解析法が急速に進歩した。

従来発表されている数値解析法は、二次元磁界の解析法が主体である。しかし、回轉電気機械の鉄心端部においては磁界は一般に三次元的な分布をし、また端部構造物中に発生するうず電流による漂遊損の計算も必要となる。そこで本論文では、従来の二次元磁界解析法を発展させて、端部における軸対称進行波の三次元磁界を二次元場で解析する方法を開発した。更に本解析法によって端部構造物中に発生する漂遊損の解析も可能であることを明らかにした。

本論文の第 1 編では磁界解析の理論を述べた。まず電解槽による模擬測定法について簡単に説明し、次に差分法及び有限要素法の二次元磁界解析理論から出発して、軸対称進行波の三次元磁界を二次元場で解析する方法について述べた。また、数値解析法の中で現在最も実用的な方法は有限要素法と考えられること、及びこの方法で回轉電気機械の磁界解析を行う場合の要素分割法と計算精度との関係について検討を加えた。

第 2 編では、第 1 編の理論解析を各種回轉電気機械に応用し、下記のように性能を改善した結果を述べた。

(1) 大形同期発電機の負荷特性は工場試験が困難であるが、この理論計算は現地実測結果とよく一致

した。

- (2) 大容量タービン発電機の端部漂遊損の検討を行い、端部鉄心の局部過熱の原因を明らかにした。
- (3) 単相交流整流子電動機の鉄心中の磁束分布を明らかにし、最適鉄心形状を決定して電動機を小形軽量化した。
- (4) 直流電動機の補極の磁束分布を解析し、直流及び脈動電源で運転された状態での整流改善に役立てた。
- (5) 誘導電動機の始動時の磁束分布を計算し、始動特性の計算精度を向上した。

最後に、差分法と有限要素法による計算方法の得失について経験的な見地から若干の検討を加えた。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、電気機械の磁界解析に差分法や有限要素法を適用するに際し、鉄心の飽和や漏れ磁束による電流の影響を考慮した計算手法を開発し、磁界の実態を精度よく把握するとともに、これを電気機械の設計及び特性の改善に応用した研究結果をまとめたものである。主な成果は要約すると次の通りである。

- (1) 電気機械では、回転軸に垂直な面上で起磁力が周期的に分布することから、三次元的な磁束分布が軸を含む平面内の二次元の場で計算できることに着目し、計算量を著しく軽減した。
- (2) 鉄心の磁気飽和については、従来の方法と逆に所定の電圧を得るように起磁力の方を補正する計算法によると、鉄心各部の磁束密度が大幅に変わらず、透磁率の変化が少ないので、くり返し計算の収束が極めて早いことを明らかにした。
- (3) 電気機械の磁束分布がとくに複雑な鉄心周辺の歯とスロット、軸方向端部及びギャップなどについて、格子分割もしくは要素分割の仕方による計算量と計算精度を検討し、実用的な分割法の指針を得ている。
- (4) 以上の解析手法を実際の電気機械の特性計算や設計に適用し、大容量の同期発電機の特性計算精度の向上や端部構造設計の改良、脈動電源で運転される直流電動機の整流改善、単相交流整流子電動機の小形軽量化など、広範囲にわたる実用上の成果を得ている。

以上のように、この研究の成果は電気機械の磁界解析に精度のよい手法を開発し、多くの機種にわたって性能の向上、設計上の改良を可能にしたもので、電気機器工学及びその設計技術の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。