鉄心の詳細な磁気特性を考慮したモータ設計技術

大穀晃裕* 谷 良浩*
山口信一* 都出結花利*
中野正嗣* 有田秀哲*

Motor Design Technologies Considering Detailed Magnetic Properties in Magnetic Core

Akihiro Daikoku, Shinichi Yamaguchi, Masatsugu Nakano, Yoshihiro Tani, Yukari Toide, Hideaki Arita

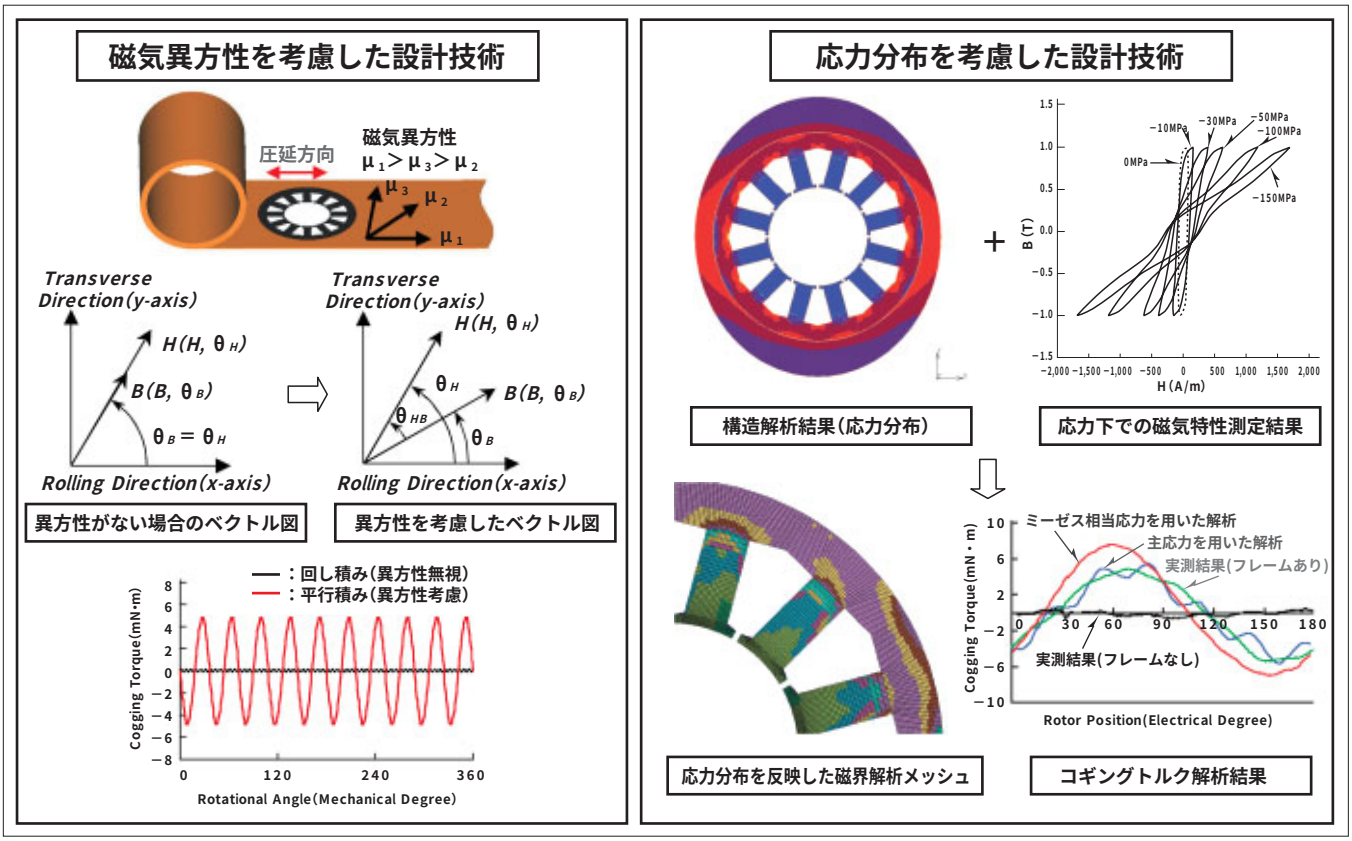
要 旨

回転機の競争力強化のため，高性能化と低コスト化を両立する限界設計が求められている。そのためには，従来の設計技術に加え，量産時の特性劣化も加味した詳細な電磁設計技術が必要である。本稿では，これまで均一な特性として扱ってきた鉄心の磁気特性に注目し，実機での鉄心の磁気特性を詳細に考慮するモータ設計技術について，コギングトルク特性の検討事例とともに述べる。

2章では，鉄心材料の持つ磁気異方性を考慮した設計技術について述べる。無方向性鋼板であっても圧延工程に起因して磁気異方性を示すが，これをモデル化するための手法として，磁界の方向と磁束密度ベクトルの関係を直接記述する“二次元磁化法”を適用し，これを考慮した場合のコギングトルクを定量化した。

3章では，応力分布の影響を考慮した設計技術について示す。実使用状態のモータ鉄心では，フレームへの焼きばめなどにより一般に応力分布が生じているが，応力に起因した磁気特性の劣化によって磁束分布自体も変化し，コギングトルク特性にも影響を与える。筆者らは，構造解析と磁界解析の連成によりこれを定量化する技術を開発した。これは，構造解析で得た応力分布と応力下での磁気特性劣化データを基に，磁気特性の分布情報として磁界解析入力データを作成し，これを基に磁界解析を行うものである。

検証用モータを用いて評価した結果，両手法ともに実測結果と解析結果とはよく一致し，解析手法の妥当性が確認された。これらの詳細設計技術は，モータの限界設計を検討する上で重要な情報を与える。



鉄心の磁気異方性又は応力分布を考慮した設計技術

従来は均一として扱っていた鉄心の磁気特性を詳細に考慮したモータ設計技術を開発した。①磁気異方性を考慮する方法として，磁界ベクトルHと磁束密度ベクトルBの関係を記述する二次元磁化法を用い，これがモータ性能に与える影響を評価した。②応力分布を考慮する方法として，あらかじめ測定した鋼板磁気特性の応力依存性を基に，構造解析で得た応力分布を磁気特性分布に置き換えて磁界解析を行う連成解析手法を開発した。

検証用モータを用いてコギングトルクを解析した結果，①，②ともに実測結果とよく一致し，両手法の妥当性が確認できた。

*先端技術総合研究所