

JFE テクノリサーチの磁気特性評価技術

Evaluation Technique for Electromagnetic Property by JFE
Techno-Research

1. はじめに

近年、地球温暖化対策として、カーボンニュートラル（炭素中立）および自動車ビジネスに関する CASE（Connected, Autonomous, Shared&Service, Electric）の機運が高まっている。これを受けて、2030 年度に向け電動車（EV, HEV, PHEV, FCV）の比率を高める目標設定が自動車業界各社でされており、電動車にとっての最重要部品であるモータに対する高性能・高効率化の要求がますます強くなっている。

当社はモータに使用される無方向性電磁鋼板についての高い分析・評価技術を保有している。また応用分野として、実際のモータ製造時における種々の加工による磁気特性変化の影響を把握する技術や局所的な磁気特性の可視化技術を開発してきた¹⁾。さらにモータを構成する永久磁石の基礎物性評価技術、実装時の磁性評価技術、および数値解析によるモータ特性評価にも取り組んでいる¹⁾。これらの技術を活かし、電動車用モータを調達し、モータ試験、解体、分析、CAE 等を組み合わせてモータ出力特性を再現できるリバースエンジニアリングを実現した。さらに EV モータの高出力領域で必要となる高磁束密度・高周波での磁気特性評価技術をも確立した。

2. 評価技術

2.1 リバースエンジニアリング

モータの性能調査・解体・構造調査において、当社は高い材料調査技術を有しており、材料の組成、材料の磁気特性などの物性調査、グレード調査、およびそれらに基づくモータの数値解析（CAE）までをワンストップソリューションサービスとして提供している。例えば、モータ実機を調達し、ベンチマーク試験によりモータ諸特性を実測後、解体調査を行う。その際、取り出した磁石の EDX 分析や磁気測定、形状寸法の計測など、ご要望に応じて調査できる。これは、実測と CAE とを直接的に比較できることを意味しており、高いレベルと精度でモータ諸特性を評価することにつながる。また、電磁界解析では駆動条件として仮想的に正弦波電流を適用することで、**図 1** に示すようなモータ効率

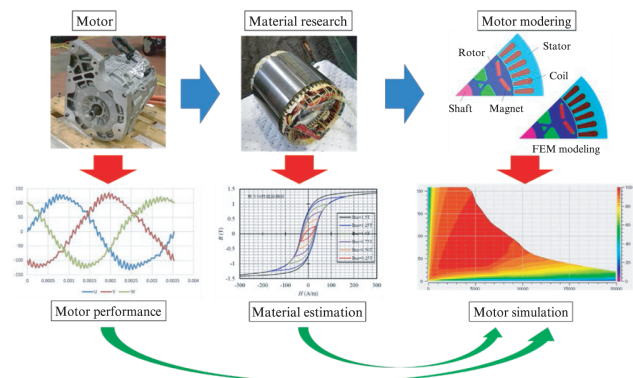


図 1 モータ調査イメージ

Fig. 1 Image of motor survey

マップを作成できる。これにより、広範な駆動条件に対するモータの諸特性を予測でき、モータ設計の試作コスト低廉化などが図れる。

2.2 モータの駆動特性評価

モータの性能調査において、モータの駆動性能であるトルクと回転数などを評価できるベンチ試験は、モータに係る試験の中で最も重要と言える。EV モータのベンチ試験に要求されるニーズは多種多様であることから、当社では社内設備のみならず外部の協力機関と提携することでサービスの強化を図り、質的にも量的にもニーズにお応えしている。

なお、高回転モータの評価には、JFE スチールの保有する高スペックモータベンチ（**写真 1**）を活用している。これは 10 000 rpm を超える高回転モータを評価できるものである。**表 1** にモータベンチスペック、**図 2** にモータ効率測定例を



写真 1 モータベンチ

Photo 1 Motor bench system

2023 年 3 月 31 日受付

表 1 モータベンチスペック
Table 1 Motor bench specification

Items	Specification
Rated power	11.0 kW
Max. speed	18 000 rpm
Max. torque	15.0 Nm
Max. DC voltage for test motor	400 V

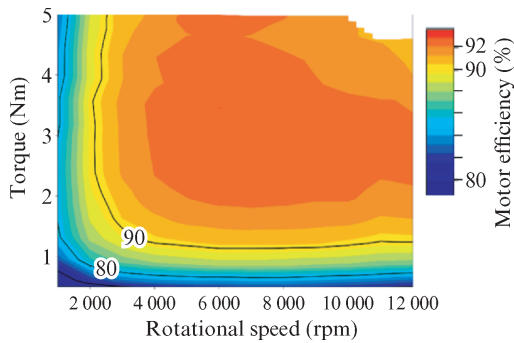


図 2 モータ効率評価事例
Fig. 2 Motor efficiency

示す。

2.3 材料の磁気特性評価

電動車 (EV) に対する社会的な期待はますます高まっており、自動車各社は、より優れた EV の開発にしのぎを削っている。EV にとって、駆動モータは走行のための出力を担う最も重要な部品であり、高いトルクを出せること、エネルギーの損失が低いことが必要とされる。また一方では、占有スペースが小さいこと、軽量であることが望まれる。そこでモータの小型化のために、モータを高回転化し、さらに鉄心の内部に流れる磁気量である磁束密度を高くするよう設計される。つまり、小型・軽量化を志向した EV 用の駆動モータでは、高磁束密度・高周波の条件で鉄心材料が磁化されることになる。

当社では、最新 EV のモータ鉄心や鉄心材料の磁気特性を正確に評価するため、従来にないレベルの高磁束密度・高周波で鉄損を測定できる磁気測定手法を確立した。交流の磁気測定では、測定する周波数、磁束密度、鉄心断面積に比例して高い電圧が必要となる。実際のモータ鉄心を交流磁化させての磁気測定および試験片を用いた磁気測定のいずれの場合も、従来の磁気測定で一般的に用いられた 200 V の電源では、駆動モータの条件を再現した測定はできない。これに対し、当社は写真 2 に示す磁気測定システムにより、励磁電源の電圧を 1 200 V まで高め、さらに鉄損を正確に評価するために重要となる磁束密度波形の正弦波制

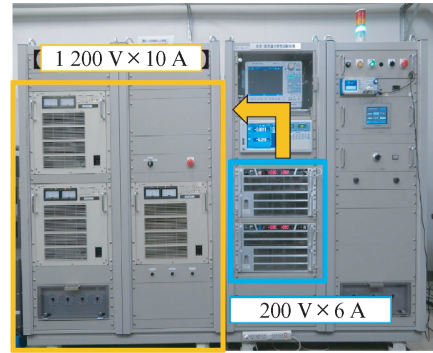


写真 2 磁気測定システム
Photo 2 Magnetic measurement system

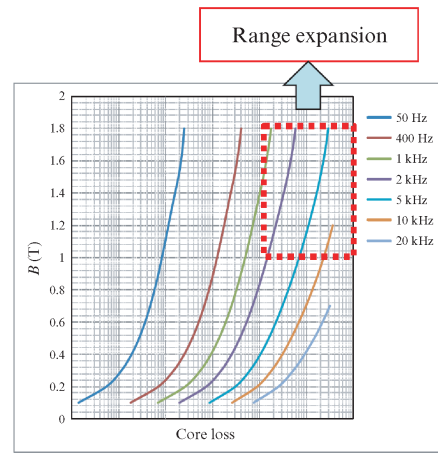


図 3 磁気測定範囲の拡大
Fig. 3 Expansion of measurement range

御を高磁束密度域に至るまで実現する方法を確立した。これにより、図 3 に示すとおり磁気測定範囲が拡大し、これまで測定できなかった EV 駆動モータの広域な動作条件に対応した鉄損評価ができるようになった。

3. おわりに

当社は、本稿で紹介した技術以外にも種々のモータに関わる分析技術を保有しており、それらを活かしてお客様のご要望にお応えしていく所存である。

参考文献

- 1) 中田崇寛, 中西匡. EV モータ用磁性材料の磁気特性評価・解析技術. JFE 技報. 2021, vol. 47, p. 44-49.

〈問い合わせ先〉

JFE テクノリサーチ 営業本部
TEL: 0120-643-777
ホームページ: <http://www.jfe-tec.co.jp>