

三次元有限要素法によるアキシシャルギャップ型高磁束密度 PMSM の基礎特性解析

石川 諒, 宮原 和希, 吉田 敬
(九州大学 システム情報科学府)

1 はじめに

我々は、界磁に使用する永久磁石 (PM) を同極が互いに向かい合うように配置した、ラジアルギャップ型高磁束密度 PM 同期モータ (PMSM) の研究を行ってきた。[1] これにより、エアギャップ中に高磁束密度を発生することが可能となり、高トルクかつ高効率な特性が得られることが分かった。本研究では、ハイブリッド車やインホイールモータへの応用を考え、三次元有限要素法解析により、アキシシャルギャップ型高磁束密度 PM 同期モータの基礎特性解析を行った。

2 提案モデル

図 1 に、提案するモータ (アキシシャルギャップ型高磁束密度 PMSM, 32 極 36 スロット) のモデルを示す。なお、永久磁石には残留磁束密度 1.15 T のネオジウム磁石、鉄心材料には JFE50JN230 を使用した。提案モータと従来まで研究してきたラジアルギャップ型高磁束密度 PMSM の比較を行った。ラジアル型とアキシシャル型は、同サイズ (モータ外形: 344 mm, モータ内径: 206 mm, 厚さ: 50 mm) とした。また、提案モータの回転速度や電流密度を変更した時の効率マップを作成した。

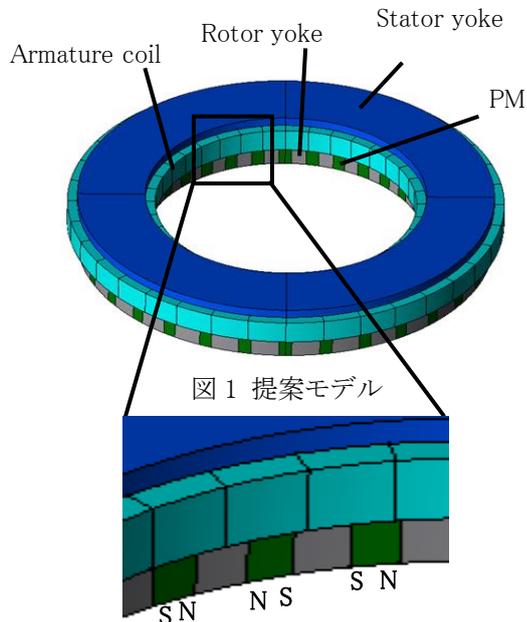


図 1 提案モデル

図 2 提案モデル一部拡大図 (PM)

3 解析結果

提案するモータの三次元有限要素法解析を行った。図 3 に、電流密度—トルク特性の解析結果を示す。提案モータは、電流密度 8.5 A/mm² でトルク 330 Nm を達成している。ラジアルギャップ型高磁束密度 PMSM は、8.5 A/mm² でトルク 300 Nm となっている。よって、今回提案するアキシシャルギャップ型モータは、10% 程度のトルク向上が期待できる。

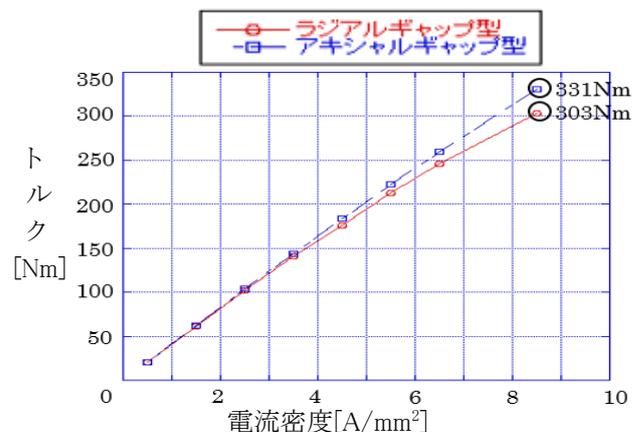


図 3 電流密度—トルク特性

また、提案モータの効率マップを図 4 に示す。提案モータが中低回転速度でも、効率 90% 以上を達成できることを確認した。損失については、低回転速度高トルク領域では、銅損が支配的であり、高回転速度低トルク領域では鉄損が支配的である。提案モータは、高磁束を生成できるため、高回転速度領域での渦電流損 (鉄損) の影響が大きく、効率低下が懸念される。しかし、銅損、鉄損支配領域でも 70% 以上を達成していることが分かった。

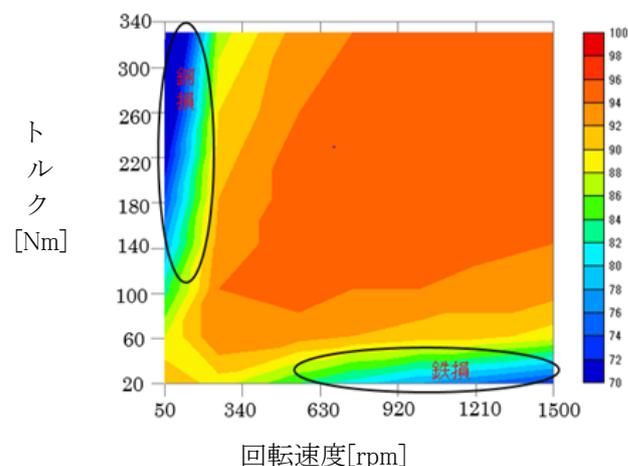


図 4 提案モデルの効率マッピング

4 まとめ

三次元有限要素法解析により、提案モデル (アキシシャルギャップ型) と従来モデル (ラジアルギャップ型) のトルク比較を行った。従来モデルと比較し、10% 程度のトルク向上が期待できることが分かった。また、中低回転速度で、効率 90% 以上、銅損、鉄損支配領域においても効率 70% 以上を達成した。

参考文献

- [1] 宮原 和希, 吉田 敬: 「二次元有限要素法による高磁束密度 PMSM の基礎特性解析」 電気・情報関係学会九州支部連合大会, 2015.09