

ダブルアキシアルギャップモータの 巻線鎖交磁束による導体渦電流損に関する検討

宇佐美和明*, 野口季彦(静岡大学)

Study on Conductor Eddy Current Loss Caused by Magnetic Flux Linkage to Windings of Double Axial Gap Motor
Kazuaki Usami, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. はじめに

筆者らはオープンスロットのダブルステータアキシアルギャップモータを検討してきた。オープンスロット構造のモータであるため、巻線に鎖交する磁石磁束が存在する。鎖交する磁束により巻線に渦電流が流れトルクの低下や損失の増加を招く。この導体渦電流についての検討をしたので報告する。

2. 巻線鎖交磁束による導体渦電流損

<2・1>モータの仕様と解析条件

Fig. 1 に電磁界解析ソフト JMAG-Designer 17.1™ により解析を行ったモデルを示す。出力は 1kW, 直径は 100 mm, 厚さは 45 mm, 8 極 12 スロットのモータである。駆動条件は無負荷で回転速度は 3000 r/min とする。磁石磁束による導体渦電流に着目して解析をした。1 スロットあたり 15 ターンの巻線があり、対称性を考慮して 1/4 モデルで解析を行った場合でも、90 ターンの巻線を解析する必要がある。導体の要素数を含めると解析に要する全要素数が 200 万個と膨大になるため、計算時間が極めて長くなり実用的ではない。そのため、計算時間短縮のために 6 スロットのうち 1 スロットのみに巻線が巻いてあるモデルを作成して、得られた損失の結果を 6 倍して全渦電流損を計算することとした。念のため 6 スロット分すべてに巻線を巻いたモデルも解析したが、換算したモデルと同様の結果が得られたので計算精度には問題がないと考えられる。

<2・2>電磁界解析の結果

Fig. 2 に電磁界解析の結果を示す。ベクトルプロットは磁束密度を示しており、コンタープロットは渦電流損失密度を示している。解析モデルの下側に磁石があり、巻線に磁束が鎖交して導体渦電流損が生じていることがわかる。赤くなっている部分は渦電流損失が大きく、紫の部分は小さい。Fig. 3 は各ターンの渦電流損失を示しており、1 ターン目と 2 ターン目の損失が大きく 3 ターン目以降は損失が少ない。これよりギャップ近傍の巻線で大半の損失が発生していることがわかる。

3. まとめ

本稿では、磁石磁束による巻線の導体渦電流について明らかにした。ターン数が少なく銅のバーを用いたモータや高速回転をするモータの場合は影響が大きく出る可能性があるた

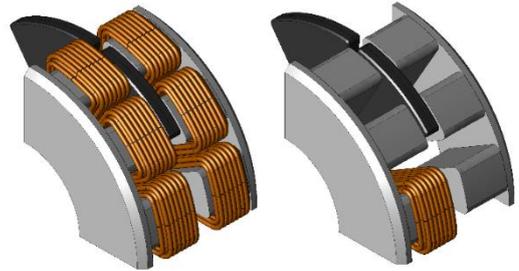


Fig. 1. Overview of designed motors.

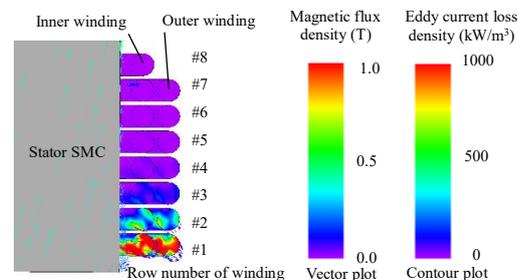


Fig. 2. Contour plot of eddy current loss and vector plot of magnetic flux density.

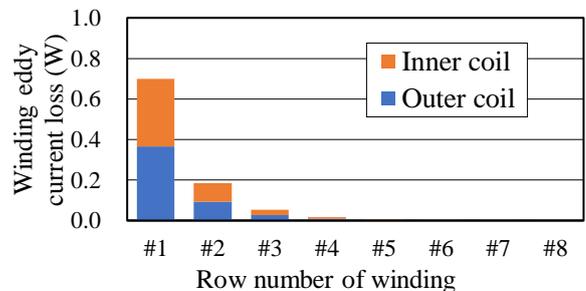


Fig. 3. Relationship between eddy current loss and row number of winding.

め巻線の位置をティースの端面から離すなどの配慮が必要であるが、解析対象のモータは巻線の直径が 1.4 mm と小さいため、導体渦電流の影響が出にくい。3000 r/min で無負荷運転した場合の全損失は合計で約 1 W と軽微であり、効率やトルクの面でほとんど影響していない。リッツ線を用いて導体渦電流損を低減する手法は旧来から行われてきたが、1 mm 前後の線径をもつ巻線での十分な効果が得られることが分かった。ただし、表皮効果や近接効果による導体渦電流損の増加には尚も配慮が必要である。

文 献

(1) 緒方・野口:「超高速 PM モータのコイルエンドにおける導体渦電流損の低減」電気学会東海支部連合大会(2017)。