

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

緒方 海希*, 野口 季彦(静岡大学)

Eddy-Current Loss Reduction in Coil Ends of Ultra High-Speed Permanent-Magnet Motor

Kaiki Ogata, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. まえがき

筆者らは車載用スーパーチャージャの電動化を目指して、12V電源で駆動できる超高速永久磁石モータ(1.5kW, 150,000r/min)の開発を推進してきた⁽¹⁾。本稿では、巻線のコイルエンドで発生する導体渦電流損をステータコアの形状変更により低減したので報告する。

2. ステータオーバーハングによる導体渦電流損低減

Fig. 1にJMAG-Designer16.0により解析を行った超高速PMモータの立体モデルを示す。本モータでは、磁石磁束が巻線導体と鎖交して発生する導体渦電流損による効率低下が問題となる。そのため、ティースチップによって磁気遮蔽し巻線に鎖交する磁束を低減している。しかし、磁石からアキシャル方向への漏れ磁束によりコイルエンドに導体渦電流損が集中して発生し、効率を低下させる原因となる。そこで、磁石に対してステータコアをオーバーハングさせ、アキシャル方向の漏れ磁束をステータコアで受けることにより、コイルエンドに鎖交する磁束を減らして導体渦電流損の低減を図った。

Fig. 2にステータコアオーバーハングを-2~3mmとしたときのコイルエンドにおける導体渦電流分布を示す。ただし、負のオーバーハングはアキシャル方向に磁石長がステータコア積厚を上回っていることを表している。これよりステータコアのオーバーハングによってコイルエンドに発生する渦電流を低減できることがわかる。しかし、ステータコアをオーバーハングさせることで巻線が長くなるため、電機子巻線抵抗が増加するので銅損が増える。Fig. 3にステータコアオーバーハングを-2~3mmの範囲で変化させたときの導体渦電流損および銅損の解析結果を示す。ステータコアをオーバーハングさせることで導体渦電流損を大幅に低減できる一方で、銅損の増加はそれほど小さくなく、導体渦電流損の低減によって総合的な損失低減を実現できる。

Fig. 4にステータコアのオーバーハングに対する効率を示す。オーバーハングが大きいほど導体渦電流損と銅損の合計は小さくなるが、効率が最高となったのはオーバーハングが2mmのときであった。これはステータコア体積に依存する鉄損の影響を受けたものと考えられる。

3. まとめ

本稿では、磁石に対してステータコアをオーバーハングさせることにより、コイルエンド部に生じる導体渦電流損を低減できることを確認した。今後はこの結果をもとに試作機の開発を行う所存である。

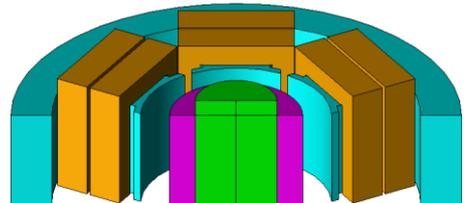


Fig. 1. 3D-model of ultra high-speed PM motor.

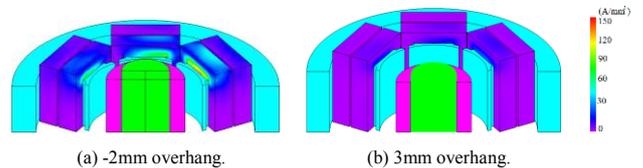


Fig. 2. Conductor eddy-current distributions in coil ends.

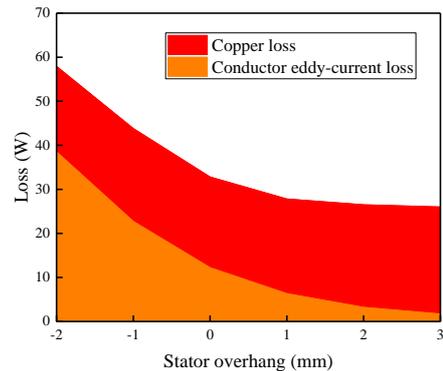


Fig. 3. Conductor eddy-current loss and copper loss vs. stator core overhang.

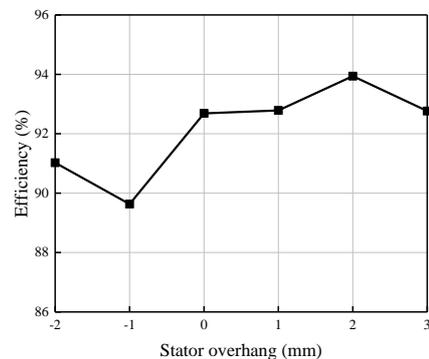


Fig. 4. Motor efficiency vs. stator core overhang.

文献

- (1) 小森・野口:「スロットレス超高速PMモータにおける磁気飽和とパワー密度に着目した固定子設計に関する検討」電学東海支大(2013).