

# 3-kW 150,000-r/min 超高速 PM モータの スロット内導体位置による導体渦電流損低減

緒方 海希\*, 藤田 康平, 野口 季彦, 青山 真大(静岡大学)

Conductor Eddy-Current Loss Reduction of 3-kW 150,000-r/min Ultra High-Speed PM Motor Focusing on Placement of Conductors  
Kaiki Ogata, Toshihiko Noguchi, Masahiro Aoyama (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的として、超高速 PM モータの開発を推進してきた。このモータは大きなエアギャップをもち、スロット開口部や径方向への漏れ磁束が大きく、巻線導体で生じる導体渦電流損による効率低下が問題となる。これを低減するためにスロット形状の変更やステータオーバーハングが有効であることを明らかにしてきた<sup>(1)-(2)</sup>。しかし、巻線に導体バーを使用するためスロット形状の変更は困難である。そこで、スロット形状はそのままに、巻線の配置やアスペクト比などを変えて導体渦電流損を低減し高効率化できることを確認したので報告する。

### 2. 巻線配置による導体渦電流損の低減

Fig. 1 に本稿で検討する超高速 PM モータの径方向断面図を示す。このモデルを株式会社 JSOL の JMAG-Designer<sup>®</sup>17.0 を用いて二次元有限要素法によって解析する。スロット形状を変更せずに巻線側面の導体渦電流損を低減するためには、スロット開口部から遠い位置に巻線を配置し、巻線に鎖交する磁束を減らす方法が有効である。Fig. 1 に示すモデルではスロット奥部の空間を有効に活用できていないため、巻線の端部がスロット開口部と近くなり導体渦電流損が大きくなる。まず、スロット開口部からの距離による導体渦電流損の変化を確認するために Fig. 2 に示すように断面積の小さい巻線の配置を変えて解析を行った。解析結果を Table 1 に示す。スロット奥に配置することで導体渦電流損を低減し、同時に銅損も低減されている。次に、Fig. 3 に示すように巻線の断面積は一定の下、アスペクト比を変えて導体渦電流損、銅損、効率の変化を確認する。巻線のアスペクト比を変えることで断面積は一定でもよりスロットの奥に配置することができ、結果的に導体渦電流損が低減され効率も改善されている。

### 3. まとめ

本稿では、組立上の問題からスロット形状を変更できない場合に、巻線の形状を変更してスロット奥に配置することで導体渦電流損を低減できることを示した。今後はこの結果を基にさらに高効率・高出力密度の超高速 PM モータを設計試作し実機検証を行う予定である。

#### 文 献

- (1) 小森・野口：平成 27 年電気学会全国大会
- (2) 緒方・野口：平成 29 年電気学会東海支部連合大会

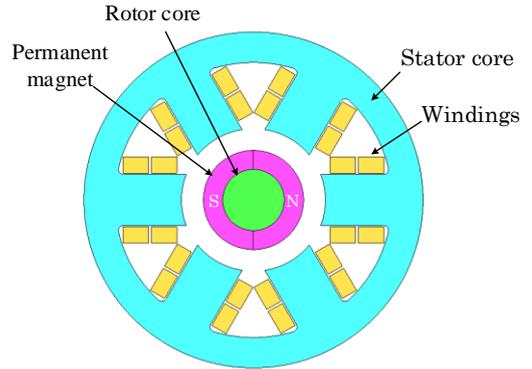


Fig. 1. Cross section of ultra high-speed PM motor.



Fig. 2. Analysis model with slot depth modification.



Fig. 3. Analysis model with aspect ratio modification.

Table 1. Analysis results with respect to slot depth.

Slot depth (mm)	Aspect ratio	Conductor eddy-current loss (W)	Copper loss (W)	Efficiency (%)
2.0	5 : 3.2	12.3	17.0	95.3
3.0		4.8	15.6	95.9
4.0		2.1	14.9	96.2
5.0		1.1	14.8	96.2

Table 2. Analysis results with respect to aspect ratio.

Slot depth (mm)	Aspect ratio	Conductor eddy-current loss (W)	Copper loss (W)	Efficiency (%)
1.8	5 : 3.2	12.3	17.0	95.4
2.8	4.5 : 3.6	4.8	15.6	95.6
3.6	4 : 4	2.1	14.9	95.7
4.5	3.6 : 4.5	1.1	14.8	96.0