

12V 電源駆動超高速 PM モータの 固定子鉄心形状の検討

◎ 和田哲朗 野口季彦 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

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、12 V 直流電源のインバータで駆動される超高速 PM モータ (150,000 r/min, 1.5 kW) の開発を推進してきた。このモータの固定子鉄心には完全なオープンスロット形状を採用しているが⁽¹⁾、通常、高周波損失低減のため、ティース先端につばを設けるセミクロズドスロット形状とするのが一般的である。そこで、本論文では超高速モータにおいてオープンスロット形状とセミクロズドスロット形状の運転特性を比較検討したので報告する。

2. 固定子鉄心形状と損失分析結果

図 1 は超高速モータの断面形状である。固定子鉄心のヨーク幅、ティース幅、外径については、効率とパワー密度の観点から既に最適設計が行われている⁽¹⁾。これらの設計値は固定し、ティース先端に図 2 のようなつばを設けセミクロズドスロット形状とする。つばの長さ a を 0.0 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 1.5 mm と変化させ電磁界解析 (FEM) シミュレーションにより損失特性を調べた。

定格運転時における効率とトルクリプルの比較結果を表 1、諸損失の割合を図 3 に示す。ティース先端のつばにより、スロット開口部が減少しパーミアンス変動が緩和されるため、磁石渦電流損が低減され、 $a = 1.5$ mm ではつば無しの場合と比べて 1/7 まで減少する。また、磁石から見た磁路平均断面積も広くなることで誘起電圧が上昇するため、巻線の銅損も若干減少する。しかし、ティース、つば、ヨークそれぞれにおける損失は増加する傾向にあり、全体の損失はさほど改善されない。

トルクリプルについては $a = 1.0$ mm 時で 0.52 pt 改善するだけであるが、これは主にコギングトルクの低減によるものと考えられる。

3. まとめ

本論文では 12 V 直流電源をもつインバータで駆動される超高速 PM モータの固定子鉄心形状について検討した。FEM に基づく電磁界解析の結果、ティース先端につばを設けたセミクロズドスロット形状では、トルクリプルの改善が若干見られるものの、運転効率の大幅な向上は確認できなかった。以上より、本研究の超高速 PM モータには当初から採用されている完全なオープンスロット形状が妥当であると考えられる。今後、実機を試作して実験的に運転特性を検証する所存である。

表 1 定格運転時の効率とトルクリプルの比較

Tooth tip length a mm	Efficiency %	Torque ripple %
0	97.5	0.610
0.5	97.5	0.229
1.0	97.5	0.091
1.5	97.5	0.133

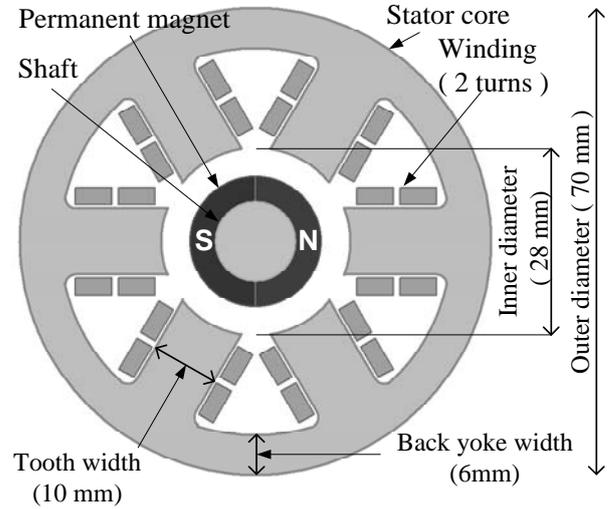


図 1 超高速モータ断面形状

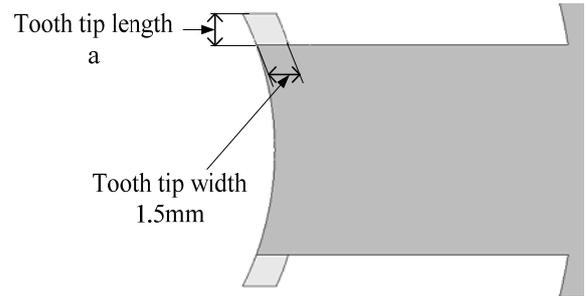


図 2 検討した固定子ティース形状

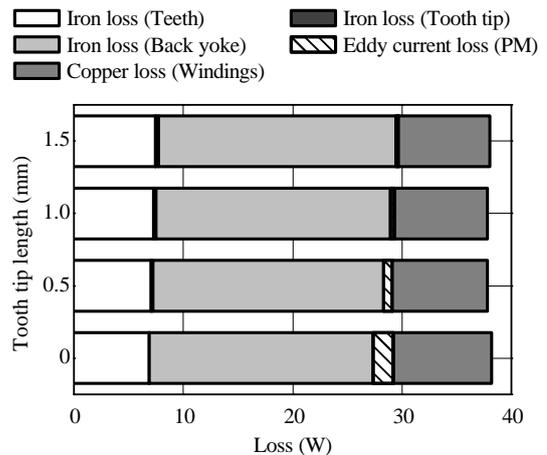


図 3 定格運転時における諸損失の比較 (機械損は不含)

参考文献

(1) 鹿野, 和田, 野口: 「12 V 電源駆動超高速 PM モータの効率とパワー密度向上に関する検討」 電気学会全国大会 5-011 (2008)