

アウターロータ型高速PMモータの高効率化に関する検討

櫻井 将, 中村健二
(東北大学)

Efficiency Improvement of Outer Rotor type High-Speed Permanent Magnet Motor

S. Sakurai, K. Nakamura
(Tohoku University)

はじめに

スイッチング電源回路やモータ駆動回路は、常に小型高出力化が求められるが、出力密度の向上に伴い、局所的な損失の増大と、それに伴う発熱の問題が顕在化している。このような回路の冷却には、ファンによる強制風冷が一般的であるが、従来、ファン用のモータはコストが最優先であったため、矩形波駆動方式が採用され、効率も決して高くない。一方で、ファン用モータは常時駆動されることから、その効率改善はシステム全体の省エネルギー化に寄与するところが少なくない。

先に筆者らは、ファン用モータの高効率化に関して、インナーロータ型の永久磁石 (PM) モータの回転子構造に着目し、2層の埋込磁石構造とすることで、従来機の効率を大きく上回ることを実証した¹⁾。

本稿では、ファン用モータとして、より一般的な構成であるアウターロータ型に着目し、その高効率化について検討を行ったので報告する。

アウターロータ型PMモータの高効率化検討

Fig. 1 に、本稿での比較検討に用いたアウターロータ型のPMモータを示す。3相6スロット集中巻の4極機であり、鉄心材料は厚さ0.35mmの無方向性ケイ素鋼板、磁石材料はネオジウム焼結磁石である。同図(a)は一般的な表面磁石型 (SPM) であるが、ファン用モータのような高速用途では、磁石渦電流損の影響が大きいと予想される。そこで本稿では、同図(b)に示すように、磁石を回転子鉄心内部に浅く埋め込んだ構造 (IPM) について検討を行った。さらに、磁石を周方向に5つずつ分割することで、磁石渦電流損のさらなる抑制を狙った。

Fig. 2 に、3次元有限要素法 (3D-FEM) を用いて算定した、両モータのトルク特性と効率特性を示す。これらの図を見ると、トルクはSPMが優れていることがわかる。これはトルクに寄与する磁石磁束がIPMよりも大きいためである。一方、効率はIPMの方が高いことがわかる。この理由を示したのが、Fig. 3の各損失の比較である。同図中の W_c が銅損、 W_i

が鉄損、 W_e が磁石渦電流損、そして W_{total} が全損失である。これらの図を見ると、銅損 W_c はトルクが優れるSPMの方が小さいが、磁石渦電流損 W_e はSPMに対して、IPMは1/10以下に低減できていることがわかる。これが効率向上の主たる要因である。

以上より、提案するIPM構造の回転子の有用性が明らかになった。今後は実証実験を行う予定である。

参考文献

1) 川村, 中村, 一ノ倉, 後藤, 郭, 日本磁気学会論文特集号, 3, 85 (2019)

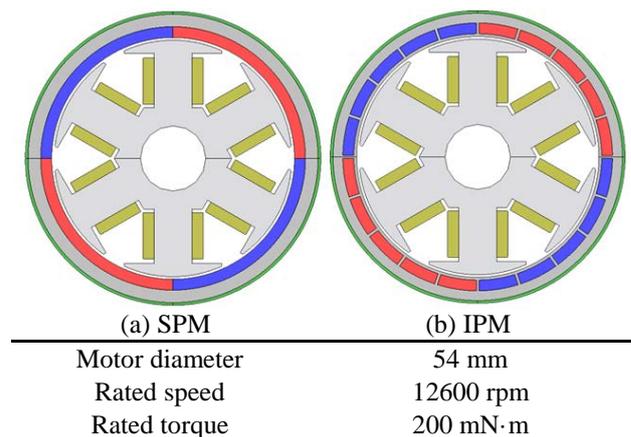


Fig. 1 Outer rotor type SPM and IPM motors.

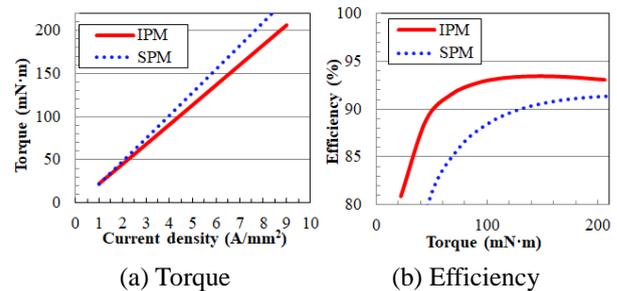


Fig. 2 Comparison of basic characteristics.

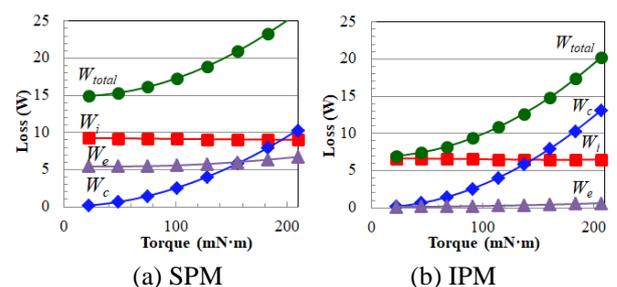


Fig. 3 Comparison of loss characteristics.