

# 冷却ファン用高速回転モータの高効率化に関する検討

川村恭平, 中村健二, 一ノ倉理, \*後藤博樹, \*\*郭海蛟  
(東北大学, \*宇都宮大学, \*\*東北学院大学)

Efficiency Improvement of High-Speed Cooling-Fan Motor

K. Kawamura, K. Nakamura, O. Ichinokura, \*H. Goto, \*\*H. J. Guo  
(Tohoku University, \*Utsunomiya University, \*\*Tohoku Gakuin University)

## はじめに

エネルギー変換システムの代表格であるスイッチング電源やモータドライブシステムは、常に小型高出力化が強く求められているが、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。エネルギー変換システムにおける冷却手段としては、ファンによる強制風冷が一般的であるが、従来、これらのファンに用いられるモータはコストが最優先であったため、いわゆる矩形波駆動方式が採用され、効率も決して高く無い。一方で、冷却ファン用モータは常時駆動し続けることから、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。

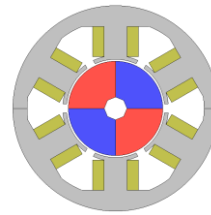
本稿では、今後重要視されることが確実な冷却ファン用モータの高効率化について、モータ構造の観点から検討を行ったので報告する。

## 2 種類の冷却ファン用モータの性能比較

本稿では、冷却ファン用モータとして、2種類の永久磁石モータを設計し、比較検討を行った。なお、設計目標は回転数を 12600 rpm、トルクを 200 mN・m とし、駆動は従来の矩形波では無く、高効率化のため、電流ベクトル制御による正弦波駆動を想定した。

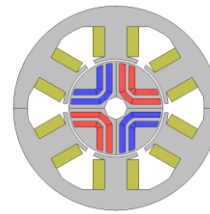
Fig. 1 および Fig. 2 に、設計した表面磁石型 (SPM) と埋込磁石型 (IPM) のモータの諸元を示す。どちらも3相6スロット4極のインナーロータ型であり、体格や巻線の仕様は同一である。また、高速回転に伴う磁石渦電流損を抑止するため、ネオジムボンド磁石を採用した。ただし、磁石性能という観点から見ると、ネオジム焼結磁石には劣るため、SPM モータについては、一般的な径方向着磁では無く、極異方性着磁を採用した。一方、IPM モータについては、磁石を2層とすることで、リラクタンストルクを増大させる工夫を施した。これらのモータについて、3次元有限要素法を用いて、特性の算定を行った。

Fig. 3(a)に、電流密度対トルク特性の算定結果を示す。この図を見ると、目標トルク到達時の電流密度は SPM モータの方が低いことがわかる。一方、同図(b)の損失特性を見ると、銅損は SPM モータの方が低い、それ以上に鉄損が大きいことがわかる。そのため、Fig. 4 の効率は IPM モータの方が、特に軽負荷側で上回っていることが了解される。



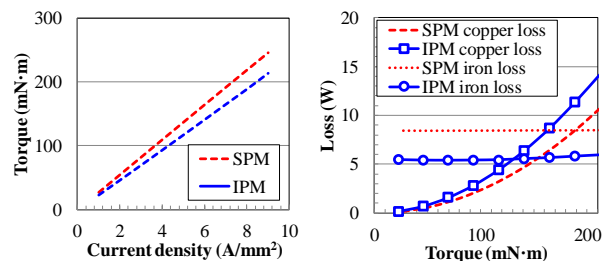
|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Motor diameter        | 54 mm          |
| Rotor speed           | 12600 rpm      |
| Number of turns/pole  | 48 turns/pole  |
| Magnet pole pairs     | 2              |
| Gap length            | 0.5 mm         |
| Material of magnet    | Bonded Nd-Fe-B |
| Material of iron core | 35A300         |

Fig. 1 Specifications of an SPM motor.



|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Motor diameter        | 54 mm          |
| Rotor speed           | 12600 rpm      |
| Number of turns/pole  | 48 turns/pole  |
| Magnet pole pairs     | 2              |
| Gap length            | 0.5 mm         |
| Material of magnet    | Bonded Nd-Fe-B |
| Material of iron core | 35A300         |

Fig. 2 Specifications of an IPM motor.



(a) Torque characteristics (b) Loss characteristics

Fig. 3 Comparison of basic characteristics of the SPM and IPM motors.

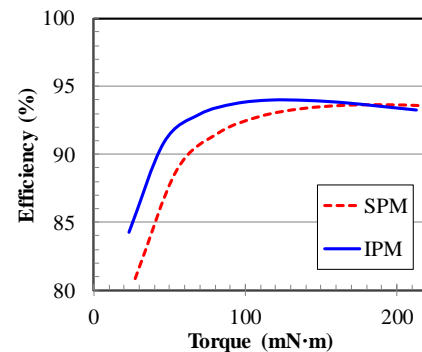


Fig. 4 Efficiency comparison of the SPM and IPM motors.