

リラクタンスネットワーク解析に基づく 永久磁石モータの熱-磁気連成解析に関する検討

川村恭平, 中村健二
(東北大学)

Electromagnetic and thermal Coupled Analysis for PM Motor based on Reluctance Network Analysis
K. Kawamura, K. Nakamura
(Tohoku University)

はじめに

近年、産業・民生・運輸の様々な分野で、モータの需要が拡大している。その中でも、永久磁石 (PM) モータは、他のモータと比べて、小型高出力・高効率であることから利用が増大している。一方、さらなる小型高出力化の要求に伴い、PM モータの損失、特に磁石に流れる渦電流による発熱によって、磁石が熱減磁する問題が顕在化している。したがって、PM モータの最適設計には、熱の影響も定量的に把握する必要がある。

これまで筆者らは、リラクタンスネットワーク解析 (RNA) に基づき、モータの磁気回路網と熱抵抗回路網を連成・連携させることで、スイッチトリラクタンス (SR) モータ¹⁾や、PM モータ²⁾の温度上昇を算定する手法について検討を進めてきたが、磁石渦電流損失まで考慮したPMモータの熱-磁気完全連成解析については、いまだ確立されていない。本稿では、磁石渦電流損失まで考慮可能な熱-磁気連成解析モデルの構築を目指し、基礎的な検討を行ったので報告する。

RNA に基づく PM モータの磁石磁束の算定

Fig. 1 に、考察に用いた 3 相 6 スロット 4 極のアウトロータ型 PM モータを示す。Fig. 2 は、PM モータの RNA モデルの一部である。磁石渦電流損失を算定するためには、回転子の回転運動に伴って移動する永久磁石の各部に流れ込む磁束を求める必要がある。本モデルでは、この磁石各部に流れ込む磁束を計算するブロックを新たに加えた。

Fig. 3 に、磁石表面のある箇所に流れ込む磁束の計算波形の一例を示す。比較のため、有限要素法による計算波形も併せて示す。この図を見ると、両者は良く一致しており、モデルの妥当性が了解される。今後は、この磁束を用いて、磁石渦電流を計算する回路を構築することで、渦電流損失を求めるとともに、熱抵抗回路網との同時連成解析の実現を目指す。

参考文献

- 1) 菅井悠史, 中村健二, 一ノ倉理, “熱 - 磁気回路網による SR モータの温度解析に関する検討”, 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-14-168 (2014)
- 2) 菅井悠史, 中村健二, 一ノ倉理, “熱回路網解析による表面磁石モータの温度上昇算定”, 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-15-120 (2015)

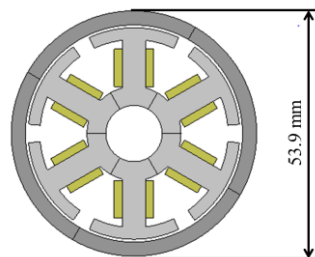


Fig. 1 Schematic diagram of outer-rotor-type PM motor.

Table. 1 Specifications of the PM motor.

Number of slot	6
Number of pole	4
Stack length	11.9 mm
Number of windings/pole	48
Magnetic length	3 mm
Core material	35A300
Magnet material	Nd-Fe-B

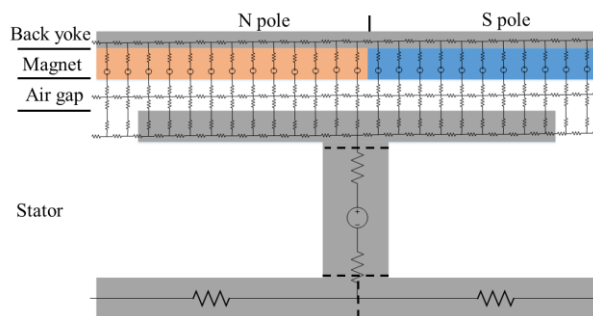


Fig. 2 A part of the RNA model of the PM motor.

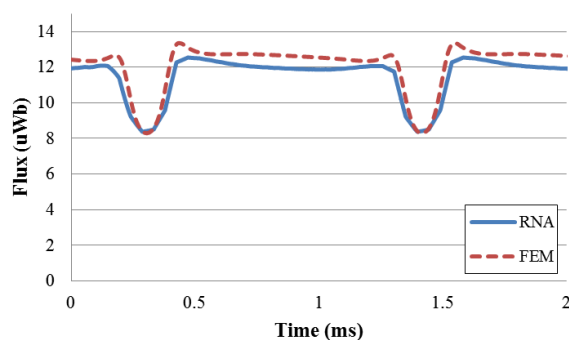


Fig. 3 Comparison of calculated fluxes flowing into a certain part of the magnet.