

アモルファス合金を適用した埋込磁石型磁気ギヤの特性

水穴裕真, 中村健二, *鈴木雄真, *大石悠平, *立谷雄一, *操谷欽吾
(東北大学, *㈱プロスピイン)

Characteristics of Interior Permanent Magnet Magnetic Gear made of Amorphous Alloy

Y. Mizuana, K. Nakamura, Y. Suzuki, Y. Oishi, Y. Tachiya, K. Kuritani
(Tohoku University, *Prospine Co., Ltd.)

はじめに

磁束変調型磁気ギヤは、非接触で増減速可能であるため、機械式ギヤと比べて振動や騒音が小さく、保守性に優れ、また他の磁気ギヤと比べてトルク密度が高い¹⁾。一方、磁束変調に起因して磁石には渦電流が生じることが知られている。

先に筆者らは、磁石渦電流の低減策として、鉄心内部に磁石をスポーク状に埋め込む手法を提案するとともに²⁾、磁気ブリッジの位置や磁石形状を工夫することで、トルクを向上させる手法を提案した³⁾。

本稿では、埋込磁石型 (IPM) 磁気ギヤのさらなる効率向上を目的として、軟磁性材料の中でも鉄損が小さいアモルファス合金に着目し、これを IPM 磁気ギヤの鉄心に用いた場合の特性について、解析と実験の両面から検討を行ったので報告する。

アモルファス合金を用いた IPM 磁気ギヤの特性

Fig. 1 に、IPM 磁気ギヤの諸元を示す。回転子磁石はスポーク状に埋め込まれており、磁気ブリッジはギャップの反対側に設けられている。本稿では、低鉄損材料であるアモルファス合金に着目し、回転子鉄心とポールピースの材料の組み合わせを種々変更して比較を行った。

Fig. 2 に、3次元有限要素法で求めた、外側回転子の最大トルクと鉄損の計算値を示す。なお、この時の高速側の回転数は 300 rpm である。同図(a)を見ると、一般にアモルファス合金の方がケイ素鋼板よりも飽和磁束密度が低いにもかかわらず、鉄心材料にアモルファスを用いることでトルクが向上していることがわかる。また、同図(b)を見ると、ポールピース材をアモルファスにすることで、鉄損を大幅に低減できていることがわかる。

次いで、これら3種類の磁気ギヤを実際に試作し、特性の比較を行った。Fig. 3 に、外側回転子の最大トルクの実測値を示す。この図を見ると、実験においても、ケイ素鋼板からアモルファス合金に変更することでトルクが向上しており、Fig. 2(a)に示した計算結果と同様の傾向を示していることがわかる。

本研究の一部は東北大学 AIE 卓越大学院プログラムにより支援された。

参考文献

- 1) K. Atallah and D. Howe, *IEEE Trans. Magn.*, **37**, 2844 (2001).
- 2) T. Ikeda, K. Nakamura, and O. Ichinokura, *J. Magn. Soc. Jpn.*, **33**, 130 (2009).
- 3) Y. Mizuana, K. Nakamura, Y. Suzuki, Y. Oishi, Y. Tachiya, K. Kuritani, *Trans. Magn. Special Issues*, **3**, 74 (2019).

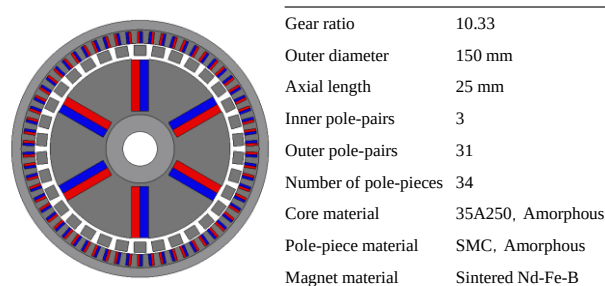


Fig. 1 Specifications of IPM magnetic gear.

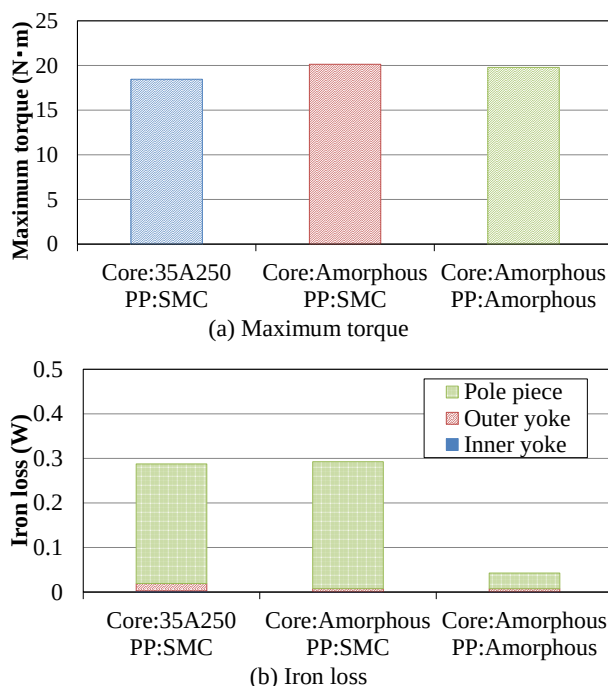


Fig. 2 Comparison of calculated torque and iron losses of the IPM magnetic gears.

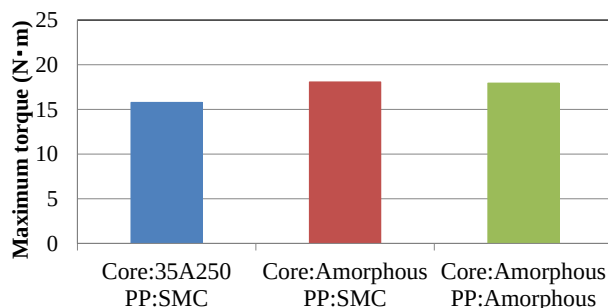


Fig. 3 Comparison of the measured maximum torque of the IPM magnetic gears.