

打ち抜きアモルファス合金を用いた SRM の実機評価

桜井宏崇・熊谷崇宏・伊東淳一（長岡技術科学大学）

山口貴史（株式会社山口製作所）・中川昌幸（新潟県工業技術総合研究所）

佐藤大介（長岡モーターディベロップメント株式会社）

1. はじめに

アモルファス合金は鉄損を大幅に低減できることから、モータ鉄心への利用が期待されている。しかし、アモルファス合金は薄く、硬く、脆いため、打ち抜きによるせん断加工が難しく、量産化が困難であるとされていた。近年、金型加工機械やせん断加工技術の発達に伴い、アモルファス合金のせん断加工が試みられている⁽¹⁾。しかし、筆者らの知る限り、打ち抜いたアモルファス合金をモータコア全体に利用した事例はない。そこで本論文では、シンプルな構造であるスイッチトリラクタンスモータ (SRM) を、打ち抜いたアモルファス合金を用いて製作し、実機にて特性を評価した。

2. SRM の設計・製作

図 1 に打ち抜いたアモルファス合金で製作した SRM の外観を示す。一次試作として積厚 40mm、出力 70W の SRM を製作した。性能比較のため、厚み 0.20mm のケイ素鋼板を打ち抜いたコアを利用した SRM (ケイ素鋼板 SRM) と厚み 0.025mm のアモルファス合金を打ち抜いたコアを利用した SRM (アモルファス SRM) を製作した。積層枚数は、ケイ素鋼板 SRM では 200 枚であり、アモルファス SRM では 1600 枚である。アモルファスによる鉄損低減に伴う効率改善効果を主に確認するため、比較的高速なモータを設計した。加えて、巻線径を太くするために、コイルスペースを通常的设计よりも広くした⁽²⁾。これにより、巻線抵抗が低くなり、銅損を低減できる。また、高トルク/電流比を実現するために、エアギャップは 0.1mm にしている。

3. 実験結果

図 2 に高速 (7200r/min)、中速 (3600r/min)、低速 (1800r/min) におけるトルク-モータ効率特性を示す。トルクは定格トルク 0.093Nm を 1p.u. として規格化している。モータ入力電力の測定はパワーメータ (WT1800/YOKOGAWA)、モータ出力電力の測定はトルクメータ (UTMII 1Nm/UNIPULSE) を用いた。加えて、機械損やコイル巻線抵抗の温度依存性による測定結果のばらつきを考慮して、巻線温度は常に 25 度から 35 度の範囲内に収まる条件で行った。図 2 より、高速、中速、低速においてアモルファス SRM (AA-SRM) がケイ素鋼板 SRM (SS-SRM) より常に効率が高いことがわかる。また、全損失に占める鉄損の割合が大きくなる高速で効率の改善効果が高く、トルク 0.75p.u. で 8.2pt 改善し、効率 75.1% を達成している。

図 3 にトルク 0.75p.u. における各速度での鉄損を示す。鉄損はモータ入力電力からモータ出力電力、機械損、銅損を差し引いて計算している。高速、中速、低速において、鉄損をそれぞれ 51.2%、24.6%、43.5% 低減できてい



Power	70W
Speed	7200 r/min
Torque	0.093 Nm
Volume	40mm×40mm
Airgap	0.1mm
β_s/β_r	21deg./31deg.

Fig.1 Photograph of amorphous-alloy-SRM

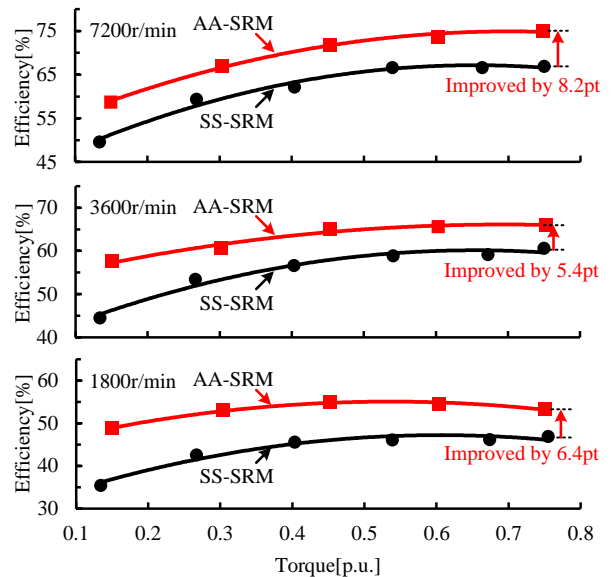
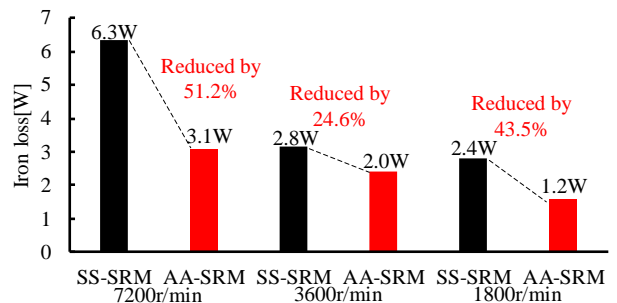


Fig.2 Efficiency characteristics in high, middle and low speed. (SS-SRM: Silicon steel SRM, AA-SRM: Amorphous alloy SRM)



る。なお、回転数により鉄損低減効果が異なることがわかる。これは、回転数により鉄損における渦電流損とヒステリシス損の割合に差異が生じることに起因するものだと考えられる。これについては、今後、電磁界解析と実験結果を比較し、損失解析を行う予定である。

文 献

- (1) 古閑, 岡田, 山口, Journal of JSTP, Vol.59, No.692 (2018)
- (2) Miller T J E. Switched reluctance motors and their control. Oxford: Clarendon Press, 1993.