

新構造ステータコアのシングルステータ ダブルアキシヤルギャップモータへの適用

宇佐美和明*, 野口季彦(静岡大学)

Application of New Structure Stator Core to Single Stator with Double Axial-Gap Motor

Kazuaki Usami, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. はじめに

筆者らはダブルアキシヤルギャップモータのコア材料とコア構造について検討してきた。ダブルステータのアキシヤルギャップモータはステータの磁路が三次元構造になるため、一般的に磁性材料に SMC (Soft Magnetic Composite) を用いる必要がある。しかし、SMC は磁性鉄粉の製造に高度な技術が必要とするため一般に高価で、金型や大型のプレス機を必要とする。そこで、シングルステータのダブルアキシヤルギャップモータの磁束方向が一方方向であることに着目し、ステータコアの新構造を検討した。本稿ではこの構造上の違いから、結束電磁鋼線材をステータコアに用いることを提案し、コストダウンとモータ特性の向上を目指す。

2. 結束電磁線材に発生する渦電流損

<2・1>結束電磁鋼線材のモータへの適用

Fig. 1 に結束電磁鋼線材を用いたステータコア構造を示す。磁性材料の線材を束ねることにより、ステータコアを形成する。線材の外周には絶縁材料が塗布してあり、電気的に絶縁されている。磁束は線材の長手方向に流れるため、交番磁界によって発生する渦電流は線材コア断面の円周方向に流れる。そのため、渦電流損失を抑えるためには、線材の直径を小さくすることが最も有効的である。図は構造の明瞭化のために線材の直径を大きくした例であり、 $\phi 2.0\text{mm}$ としている。実際に用いる線材は $\phi 0.5\text{mm}$ 程度のもので、これを束ねることによりステータコアを構成する。

<2・2>電磁界解析結果

電磁界解析ソフトウェア (JMAG Designer 18.1™) を用いて解析を行った。解析条件は 3000 r/min, 4.0Arms/phase, $I_d=0$ 制御である。Fig. 2 に電磁界解析のコンタープロット結果を示す。損失分布を可視性向上のためにロータバックヨークは非表示としている。この図はある瞬間の渦電流損失密度を表しており、赤色の部分は渦電流損を多く発生しており、紫色の部分は損失が少ない。磁束が大きく変化している場所も赤色になっており、渦電流が多く発生していることがわかる。Table. 1 にコア構造の違いによるモータ特性の比較を示す。ブロック材の場合と比較して線材を束ねたコアは大幅に渦電流損が低減されていることがわかる。

3. まとめ

本稿では、結束電磁鋼線材を用いたステータコアの導体渦

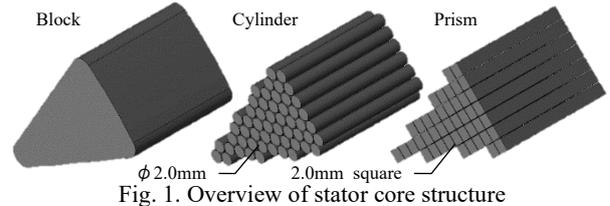


Fig. 1. Overview of stator core structure

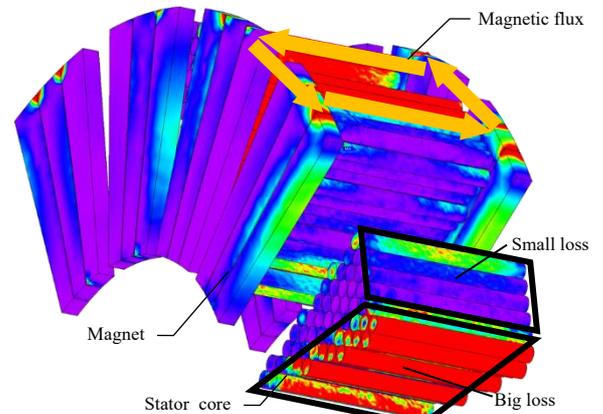


Fig. 2. Eddy current countour plot of stator core.

Table. 1. Comparison of characteristics.

	SMC core	Block core	Cylinder core	Prism core
Material of stator core	700HR 5P	SUY-1	SUY-1	SUY-1
Stator space factor (%)	100	100	66.8	68.1
Eddy current loss of stator core (W)	1.98	1963	248	225
Average torque (Nm)	4.55	-	3.16	3.11

電流について明らかにした。解析では計算時間の問題で $\phi 2.0\text{mm}$ 純鉄を用いたが、線材の直径を小さくすることでさらなる渦電流損の低減を図ることができる。解析した条件では 248W の渦電流損が発生しているが、渦電流損は直径の 2 乗に比例し、電気抵抗率に反比例する。そのため、純鉄と比較して電気抵抗率が 4.92 倍である 50JN230 と同等の材料を用いて $\phi 0.5\text{mm}$ の線材を作ることが可能となれば、計算上渦電流損は 3.15W となり、SMC コアの渦電流損と同程度になる。また、初期透磁率が大きく鉄損の小さなアモルファス金属磁性材料の線材を用いることで、さらなる低損失化が可能となり、高周波運転も可能となる。

文 献

(1) 緒方・野口:「超高速 PM モータのコイルエンドにおける導体渦電流損の低減」電気学会東海支部連合大会 (2017).