

アウターロータ形小形発電機の高効率化に関する検討

竹内 大補* 野口 季彦 (静岡大学)

刑部 鉄也 佐光 信作 高木 俊尚 (スズキ株式会社)

Study on Efficiency Improvement of Compact Outer Rotor Generator

Daisuke Takeuchi, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

Tetsuya Osakabe, Sinsaku Sako, Toshihisa Takagi (Suzuki Motor Corporation)

1. まえがき

本稿では、電磁界解析を用いてアウターロータ形小型発電機の損失原因を特定し、その結果を基に発電機の高効率化を図ったので報告する。

2. 改良モデル

〈2.1〉 磁石の分割

Fig. 1 に改良モデルの断面図を示す。Fig. 2 のように既存発電機の磁石は、極間にギャップを設けず相互に接するように配置されている。そのため発電に寄与しない短絡磁束が発生し、誘起電圧を下げて結果的に効率を悪化させていた。そこで、磁石を分割して極間に非磁性体を挟み、短絡磁束を低減した。磁石分割を行った結果、既存モデルに対して磁石の使用量を 33%削減することもできた。

〈2.2〉 ティース形状の変更

一般に回転機は双方向に回転して使用することが想定されるため、ティース形状を対称に設計する必要がある。しかし、二輪車用発電機の場合、回転方向が一定であることから、ティース形状を非対称に設計することを検討した。結果として、回転方向のティース先端を伸ばすことで磁束回収量が増加し、発電量を向上させることができた。

〈2.3〉 磁石カバーの穴あけ

磁石カバーは磁石の欠損防止のために装着されているが、素材が導体であるため、渦電流損が発生し効率低下の要因となっていた。そこで、カバーに開口部を設け磁石を露出することにより渦電流損の低減を図った。結果として渦電流損が減り効率向上に寄与した。

〈2.4〉 巻線径の変更

EMSP (電磁鋼板) を採用した発電機の損失は銅損が支配的となるため、銅損を低減することで効率を大幅に向上させることができると予想した。銅損低減のためには巻線抵抗を下げる必要があり、巻線長を短くし、巻線径を太くすることで対処できる。電磁界解析の結果より、既存モデルのティースは、磁束密度に余裕があることがわかったのでティース幅を狭くすることでスロット面積を確保し、コイル断面積を拡大した。その結果、巻線径を既存発電機の 1.3 倍に変更することができ、巻線抵抗は 0.31Ω 減少した。これにより銅損が低減され効率が向上した。

〈2.5〉 ステータ鉄心の軽量化

電磁界解析の結果から、ステータ鉄心の中心付近は磁束が



Fig. 1. Improved model.

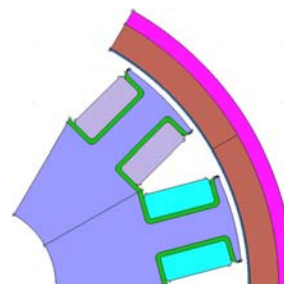


Fig. 2. Existing generator.

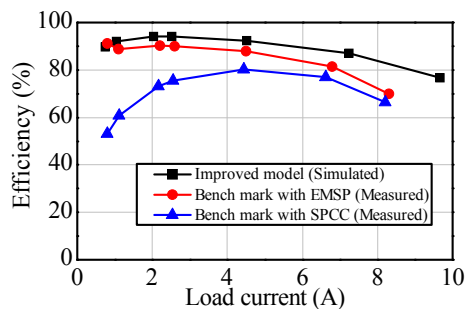


Fig. 3. Efficiency characteristics (3000 r/min).

ほとんど鎖交しないため、穴を開けても効率には影響しない。そこで、ステータ鉄心の肉抜きを行い軽量化を図った。

3. まとめ

本稿では、既存発電機に対してステータ鉄心材料、磁石配置、ステータティース形状、磁石カバー、巻線径に関する最適化を検討した。Fig. 3 より、改良モデルは既存発電機に比べ定格出力である 4.5 A 時の効率で 12 pt 向上し最高効率 92.4%、積厚を 3 mm 短縮することもできた。

文 献

(1) 荻須・野口:「パワー密度を向上した低電圧大電流スロットレス超高速モータに関する検討」電学産応大, vol.III, pp.119-120 (2011)