

分割鉄心モータにおける コギングトルク低減技術

秋田裕之*
吉岡 孝*

Technology to Decrease Cogging Torque of Motor with Divided Stator Cores

Hiroyuki Akita, Takashi Yoshioka

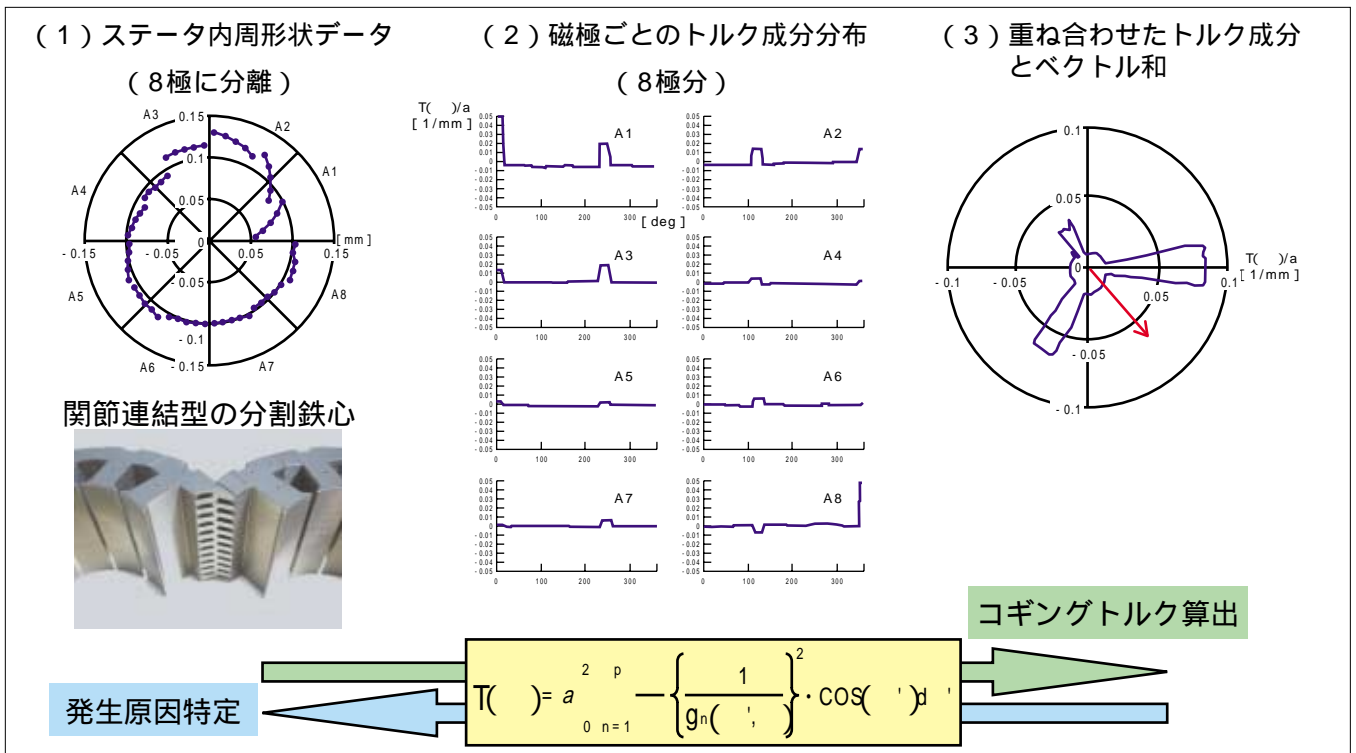
要 旨

車載用，産業用，家電用等のモータは，小型，高出力の要求から，ステータに分割鉄心を使用し高密度コイルを装着することで単位体積あたりの出力を高める技術が広く使用されている。分割鉄心は，一体鉄心に比べ工作誤差が発生しやすいので，わずかな工作誤差によって磁気エネルギーが変化し，トルク脈動として知られるコギングトルクが増大するという問題がある。モータ駆動制御による位置，トルクの精度の高さが要求される場合には，コギングトルクの安定性が製品訴求力として重要である。鉄心の工作誤差を管理する指標としては真円度が用いられることが一般的であるが，コギングトルクとの相関は必ずしも高くない。

本稿では，8極12スロットのモータを例に採り上げ，コギングトルクの発生原理からステータ内周形状との因果関係を表す数式モデルを求め，内周形状の新たな評価指標を

定義した。新評価指標によれば，ステータ内周形状の周方向変化率，磁極周期ごとの重ね合わせがコギングトルクに影響する。特に分割鉄心で発生しやすいティース先端の段差がコギングトルクを悪化させることが分かり，実験結果と良好な一致を見た。

三菱電機独自の分割鉄心方式であるボキボキモータは，あらかじめ連結された形態で金型によって打ち抜かれて製造される。高精度な金型加工によってティース間の径方向の位置が拘束されるので，組立て精度に頼った分割鉄心に比べて内周形状の段差を小さく抑制することができる。また，今回導いた評価指標によって，コギングトルクの発生原理をさかのぼって金型精度を調整することで更なる改善が期待できる。



コギングトルクの“見える化”

モータトルクを表す式のうち，ステータ内周形状に起因する要素だけを取り出してロータ回転角度の関数として表現し，トルク変化(つまり，コギングトルク)をベクトル表記した。ステータ内周形状からトルクを算出する際に，先にステータ周方向の各微小要素のトルク成分を計算し，磁極ごとに並べてグラフ化すると磁極ごとの重ね合わせの成り立ちをビジュアル化できる。微小要素のトルク成分を磁極ごとに重ね合わせた後，位相を含めたベクトル和を極座標でグラフ化することでトルクベクトルの成り立ちをビジュアル化できる。このような表現によって，真円度では評価できないトルクベクトルの発生原因をさかのぼることができ，コギングトルクに悪影響を及ぼす内周形状誤差を特定して改善に役立てることができる。