

## フェライト磁石を用いた HEV 用ロータセグメント形アキシアルギャップモータの開発

### 1. はじめに

現在市販されているハイブリッド自動車（HEV）には、小型化・高出力化・高効率化といった厳しい性能要求を満たすために、レアアース（希土類元素）を使用した高性能の希土類磁石モータが用いられています。

一方、レアアースは、世界シェアの 90%以上を中国に依存するという極めて強い偏在性を有しております。この偏在性に起因してレアアースの価格高騰、さらには輸出規制の強化といった事態が容易に予想されると同時に、すでにこのような事態が生じつつあります。したがって、今後、HEV をさらに普及させるためには、安定供給とコストダウンが図れる、レアアースを使用しない安価なフェライト磁石モータ等の利用が望まれています。しかし、レアアースを使用する希土類磁石と比較して、フェライト磁石は磁力が弱いため HEV 用モータに使用した場合、フェライト磁石が不可逆減磁してしまう、さらには、高出力が得られないという問題がありました。

そこで、NEDO の次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の一環として、北海道大学大学院 情報科学研究科 システム情報科学専攻 システム変換学研究室では、これらの問題を解決できる新構造のロータセグメント形アキシアルギャップモータを提案し、同等のモータサイズで、従来の HEV 用希土類磁石モータに匹敵する 50 kW を発生できるフェライト磁石モータの開発を行っています。

### 2. 提案するモータ構造

図 1 に、提案するフェライト磁石を用いたロータセグメント形アキシアルギャップモータの構造を示します。提案するモータは、1つの回転子が2つの固定子に挟み込まれる構造となっています。図 2 に示すように、提案するモータの回転子は、非磁性のステンレス鋼からなる回転子支持部材に、フェライト磁石と圧粉鉄心が交互に組み込まれています。磁石と鉄心がそれぞれセグメントを形成することから、この回転子構造をセグメント構造と呼んでいます。

このような構造とすることで、(1) フェライト磁石に不可逆減磁を発生させる弱め界磁磁束が磁石に流れ込むのを抑制できる、(2) フェライト磁石の磁力が弱いことにより大幅に減少するマグネットトルクを補うために、リラクタンストルクを有効に発生できることから高出力を実現できる、という 2 つの大きな特長を備えています。その結果、フェライト磁石を HEV 用モータに使用した際に生じる問題を解決できる構造となっています。そこで、3 次元有限要素法により HEV 用フェライト磁石モータとして適切な構造設計を行い、従来の HEV 用希土類磁石モータと同サイズである

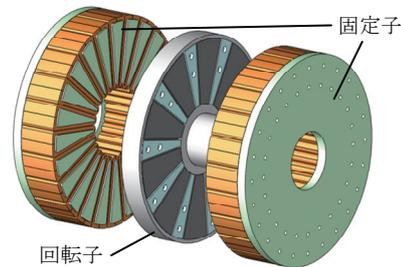


図 1 提案するアキシアルギャップモータの構造

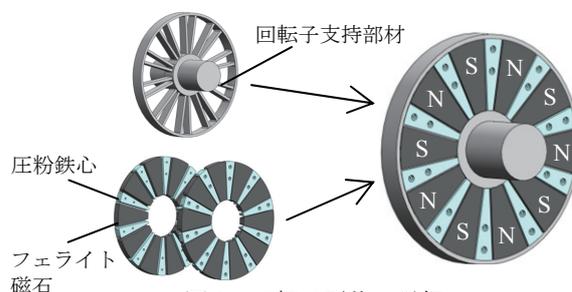


図 2 回転子形状の詳細

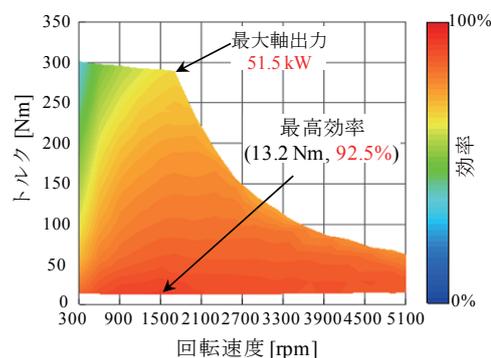


図 3 試作機の効率マップ

固定子外径 269 mm、軸長（2 個の固定子背面間の長さ）155 mm、片側ギャップ長 1 mm の試作機を設計・製作しました。図 3 に、製作した試作機の実負荷試験の結果を示します。基底速度において、従来の HEV 用希土類磁石モータと同サイズで同等の 51.5 kW という高出力を発生できることを確認しました。また、試作機の最高効率は 92.5% でした。

### 3. まとめ

レアアースフリーモータとして新たに提案しているフェライト磁石を用いた HEV 用ロータセグメント形アキシアルギャップモータの構造と実負荷試験の結果を紹介しました。これからも、より一層の高トルク化・高効率化といったモータ性能の向上を目指して、モータ構造の改良を行っていく予定であります。

竹本 真紹（北海道大学大学院）  
（平成 23 年 1 月 19 日受付）