

全閉形永久磁石同期主電動機 (PMSM)

No.57

松岡 孝一
 (株)東芝 社会インフラシステム社
 鉄道システム統括部

■ 概要

主電動機は、直流電動機から、ブラシが不要な交流電動機(誘導電動機)に置き換わり、保守の大幅な省力化が達成されるとともに、電動機の小形・軽量化、大出力化が進みました。永久磁石同期電動機(PMSM)は誘導電動機(IM)のかご形構造の回転子を、永久磁石を埋め込んだシンプルな構造の回転子に替えたものです。回転子に電流を流す必要が無いため、IMに比べて大幅に高効率となるだけでなく、さらに小形軽量で大出力が得られる特長があります。

主電動機は冷却性能を高めるため、機内に外気を導入する開放形強制通風方式が通例ですが、PMSMは発熱が少ないため全閉構造とすることが可能です。機内に塵埃が堆積しないので分解清掃の手間が省け、低騒音ともなります。さらに、軸受部のみ着脱可能とし、グリース交換時にも分解する必要が無い構造も開発されています。

■ 開発の経緯

鉄道総研では1990年頃より、高性能な希土類永久磁石を用いた同期電動機の鉄道車両への適用のための研究開発が進められてきましたが、東芝はこれに参画し、各種電動機の試作試験を行いました。歯車レス直接駆動方式(車輪一体形主電動機)への適用から始まり、通常のカルダン駆動方式にも拡大して行きました。定置および各種試験車両での走行試験、さらには営業車両への試験搭載の段階を経て、営業量産車に種々採用されるようになりました。

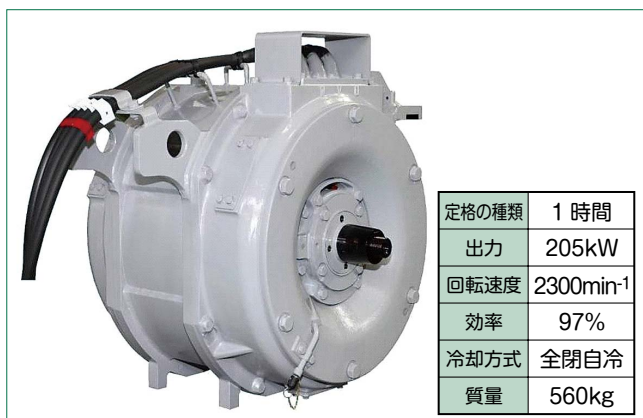


図1 東京メトロ千代田線16000系車両に搭載された全閉形永久磁石同期主電動機の外観と諸元

■ 適用事例と効果

営業量産車への適用は2010年の東京メトロ殿丸ノ内線02系車両および千代田線16000系車両が最初となります。図1に16000系車両用全閉形PMSMの外観写真と諸元を示します。ファンの無いシンプルな構造です。その後東京メトロ殿銀座線1000系車両、阪急電鉄殿8000系および1000系車両、京王電鉄殿8000系車両、北大阪急行電鉄殿9000形車両へと適用が拡大しています。JR貨物殿のHD300形ハイブリッド機関車にも全閉形PMSMが用いられています。

PMSMは従来のIMに比べて高効率となることから、力行時の消費電力が少なく、回生時の電力は増大するため、その差となる総消費電力量は大幅に節減されます。その効果は適用線区により異なりますが、一例として東京メトロ殿千代田線における従来の06系IMシステムと、新形式の16000系PMSMシステムにおける消費電力量測定結果の比較を図2に示します。力行時に13%減、回生時に51%増、トータルで39%の消費電力量削減となっています。

■ おわりに

全閉形PMSMは省エネルギー、保守低減、低騒音のメリットが得られることから、都市圏の民鉄を中心に適用が拡大しており、海外への輸出も始まっています。JR九州殿の筑肥線向け新型電車にも採用が予定されています。

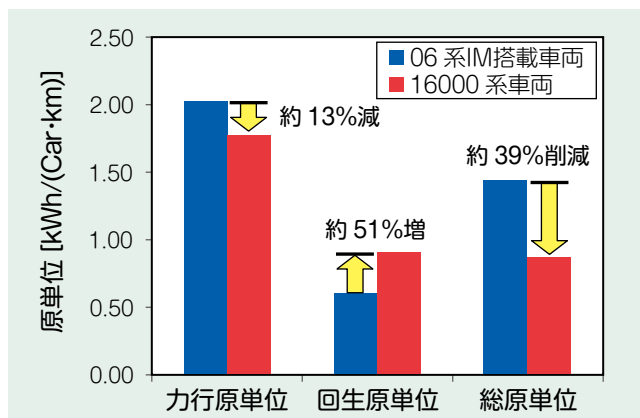


図2 IMシステム(青)とPMSMシステム(赤)の消費電力量比較例(東京メトロ千代田線16000系車両)