

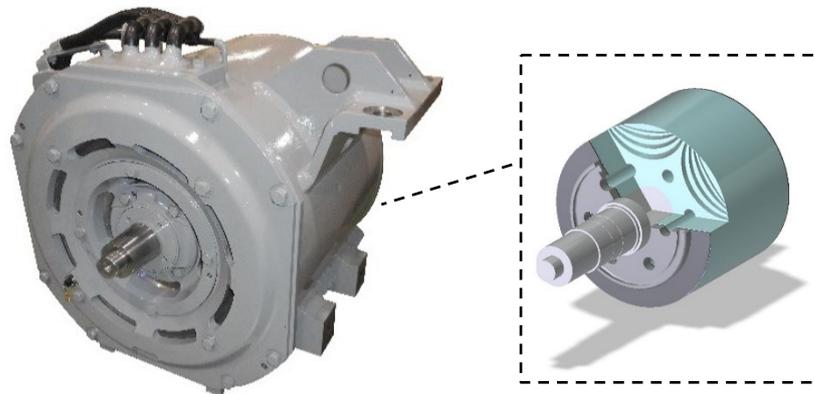
NEWS RELEASE

高効率モーターで鉄道車両のさらなる省エネルギー化に貢献
世界初、鉄道車両向け同期リラクタンスモーターとインバーター制御技術を開発

三菱電機株式会社は、鉄道車両向けに世界最大級の出力を実現した高効率同期リラクタンスモーター（以下 SynRM^{※1}）と、それを可変速制御するインバーター制御技術を世界で初めて^{※2} 開発しました。また、SynRM で世界最大級となる最大出力 450kW の高出力・変速駆動の実証に成功しました。当社は今後、これらの開発成果を当社製品に適用することで、鉄道車両のさらなる省エネルギー化に貢献します。

※1 **Synchronous Reluctance Motor**（シンクロナス リラクタンス モーター）：固定子の回転磁界と回転子鉄心内の磁気抵抗差によって生じる磁極との相互作用により、トルクを発生させるモーター

※2 2020年11月26日現在、当社調べ



今回開発した同期リラクタンスモーター（SynRM）、およびモーター内部の回転子イメージ

開発の概要

- 独自の電磁界解析技術などで、世界最大級出力かつ高効率の鉄道車両向け SynRM を開発**
 - ・当社独自の電磁界解析技術を活用した、モーター内における回転子鉄心構造の最適化などにより、世界最大級となる最大出力 450kW 級（定格^{※3} 200kW 級）の鉄道車両用 SynRM を開発。既存高効率誘導モーター^{※4} 比^{※5} で 50%の損失削減に成功
 - ・SynRM の高トルク・中高速域での高効率特性を生かし、鉄道車両として必要とされる広い速度範囲での高効率運転を実現
 - ※3 規定する条件下で、温度上昇限度を超えることなく連続して運転できる機械的出力
 - ※4 固定子の回転磁界と、その回転磁界によって回転子導体に誘導電流が流れることで発生する磁束との相互作用によりトルクを発生させるモーター
 - ※5 当社従来製品との比較において
- 鉄道車両用 SynRM に最適なインバーター制御技術を開発し、可変速トルク制御を実現**
 - ・今回開発した SynRM に最適なインバーター制御技術を開発し、SynRM の可変速トルク制御を実現。最大 450kW まで安定した出力が得られることを実証
 - ・SynRM が持つ高効率な特長を最大限に発揮するインバーター変調方式を開発し、省エネルギー化に貢献

今後の展開

東京地下鉄株式会社の車両に試験搭載し、2021年3月ごろから夜間走行試験にて性能評価を実施する予定です。また、SynRM を当社の製品ラインアップに加え、最新のインバーターシステムと併せて、お客様に最適なシステムを提案してまいります。

開発の背景

近年、持続可能な開発目標（以下、SDGs^{※6}）においても、エネルギー、イノベーション、気候変動に対する国際目標が定められ、事業者に対して、持続可能なエネルギーの確保と利用拡大に向けたさらなる貢献が求められています。

当社は環境に配慮した省エネルギー効果の高い主回路システム（モーター、インバーター）の開発を継続しておりますが、今回、世界最高レベルの高効率化を実現する鉄道車両向け SynRM、および SynRM を制御するインバーターを世界で初めて開発しました。これらを製品ラインアップに加えることで、地球資源の節約とともに世界最高レベルの効率により、鉄道車両のさらなる省エネルギー化に貢献します。

※6 SDGs : Sustainable Development Goals

開発の詳細

1. 独自の電磁界解析技術などで、世界最大級出力かつ高効率の鉄道車両向け SynRM を開発

同期モーターに分類される SynRM は、鉄道車両に多く使われる誘導モーターと比較して回転子の発熱損失が少なく、効率や質量特性に優れることが特長です。その一方で、SynRM は固定子が作る回転磁界と、回転子鉄心内の磁気抵抗差によって生じる磁極との相互作用で発生するリラクタンストルクのみで駆動するため、インバーターが出力する電流の利用率（以下、力率）が低く、システム上、高出力化や広い速度域で高いトルク特性を実現することが困難でした。

今回、当社がこれまで培ってきた電磁界解析技術を活用し、モーター内部の固定子・回転子鉄心の構造を最適化するなどの高効率化技術を適用することで SynRM の力率を改善した、世界最大級の最大出力 450kW（定格 200kW）を実現する鉄道車両用 SynRM を開発しました。これにより発熱などの損失を既存高効率誘導モーター比で 50%削減することに成功しました。SynRM は高トルク・中高速域での高効率特性を有しているため、鉄道車両として必要とされる広い速度範囲において高効率運転を実現します。

2. 鉄道車両用 SynRM に最適なインバーター制御技術を開発し、可変速トルク制御を実現

450kW の高出力 SynRM に対応したインバーター制御技術として、鉄道車両用途で要求されるトルク制御を実現するためのベクトル制御を開発しました。また SynRM が持つ高効率という特長を最大限に発揮するインバーター変調方式を適用することで、省エネルギー化を実現しました。

また、今回の開発では当社が得意とする SiC^{※7} パワーモジュールを用いたインバーターを適用し、Si パワーモジュールとの比較でスイッチングによる電力損失を大幅に低減、かつ大電流・高温駆動を可能としました。

※7 Silicon Carbide : 炭化ケイ素

環境への貢献

鉄道システムに SynRM システムを適用することで世界最高レベルの省エネルギー性能を達成し、SDGs の目標達成に貢献します。

製品担当

三菱電機株式会社 伊丹製作所
〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町八丁目1番1号

お客様からのお問い合わせ先

三菱電機株式会社 交通事業部
〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
TEL 03-3218-1293 03-3218-2641