

## 希土類系高温超電導磁石の搭載を想定した車両運動特性

渡邊健 鈴木江里光 米津武則 笹川卓 星野宏則

現在開発中の浮上式鉄道車両用の希土類系高温超電導磁石 (RE系SCM) は、運用温度の高温化に伴い、伝導冷却による液体ヘリウム等冷媒の不要化、磁石内部の断熱構造および冷凍システムの簡素化、熱的安定性の向上等、磁石側への多くの利点が見込まれています。その一方で、機械的空隙 (ギャップ) は保持しつつ電気的なギャップの縮小、起磁力増減、台車軽量化等、RE系SCM車載が車両関係の種々の特性向上も期待できます。これらを定量的に把握するため、RE系SCMの車載を想定して、車両運動特性および電磁力特性の検討を行いました。その結果、ギャップ縮小と起磁力増加により、磁気ばね定数や浮上高さ等の電磁力特

性の向上効果が得られました (図)。また、従来SCMと同等の電磁力特性と車両運動特性を維持しつつ、起磁力の低減が可能となることも分かりました。これらから、RE系SCMの車載は車両運動面からも利点が多いことを確認しました。

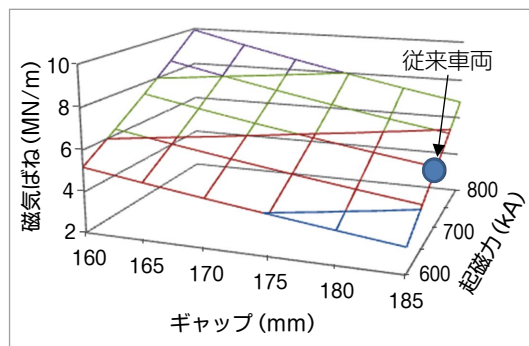


図 上下磁気ばね特性 (500km/h)

## 希土類系高温超電導磁石のための要素コイル製作と評価

水野克俊 杉野元彦 小方正文

希土類系高温超電導線材は臨界温度が高いだけでなく、磁場中での電流密度が高い特徴があります。そのため、浮上式鉄道用の車載超電導磁石に適用できれば、コイル重量を増加させることなく運用温度を引き上げることが可能です。運用温度の上昇によって液体ヘリウムを用いない磁石運用や冷凍機消費電力の大幅な低減が可能になります。

その一方で、冷却方式や運用温度の違いから従来の車載超電導磁石とは構造が異なり、浮上式鉄道応用に合わせた設計検討が不可欠です。また、コイル製作手法についても希土類系高温超電導線材に適したものを新規に開発する必要があります。

希土類系高温超電導線材を用いた実機大・実起磁力の超

電導磁石の開発を進めるにあたり、磁石の基本仕様検討および、要素コイルを先行製作し、機械加振試験を実施したので、その結果について報告します。

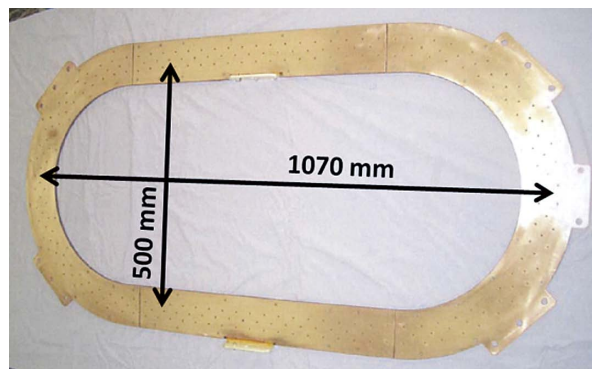


図 製作した要素コイル外観

## 高温超電導磁石用の光ファイバ温度センサの低温特性向上と実用性検証

杉野元彦 水野克俊 小方正文

希土類系高温超電導線材の浮上式鉄道への応用を目標として、伝導冷却方式によるコイルの冷却方法の研究を進めています。

伝導冷却方式では従来の冷媒監視に替わる新たな温度監視方法が必要となります。この問題に対して、近年開発が進んでいる光ファイバ温度センサは1本のセンサで多点測定ができる、磁界の影響を受けない、熱伝導率が小さく熱侵入が少ないなど、超電導コイルの温度計測に適した特性を持ちます。そのためこれまでに光ファイバを低温環境下で温度センサとして使用する技術の研究を行ってきました。

今回、光ファイバの低温特性の実用性の検証として実機の環境を想定した耐久性の検証試験を行いました。さらに、

製作コスト低減を目的にコーティング方法の改良を進めて複合めっき方式を考案し、同方式による光ファイバセンサの試作とその性能評価試験を行いました。これらの研究結果について報告します。

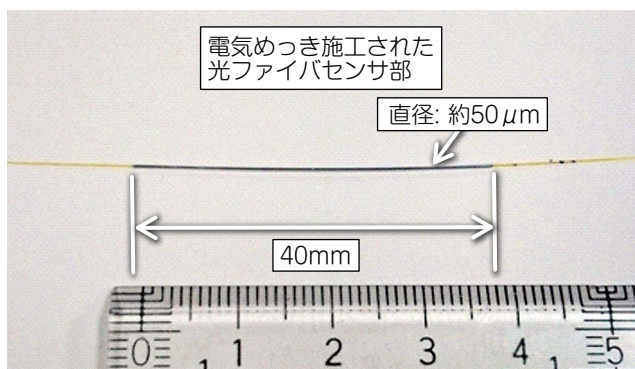


図 光ファイバセンサ (測定部)

### 多数個の推進系地上コイルを対象とした効率的な非接触絶縁診断手法の開発

太田聡 依田裕史 池田遼平

超電導磁気浮上式鉄道において、地上コイルは路線の全線にわたって敷設されるため、莫大な個数が必要となります。地上コイルの一種である推進系地上コイルは、多数個のコイルが直列に接続される回路となり、車両の走行時に高電圧が印加されます。従って、一般的な高電圧機器と同様に適切に絶縁診断等の保守管理をしていく必要があります。高電圧機器の絶縁診断を行う方法として、部分放電測定による診断方法があります。従来の部分放電測定(IEC60270に定められた方法)では、推進系地上コイルが敷設された現地での絶縁診断は困難でした。そのため、現地で実施可能でかつ多数個を対象とした効率的な診断手法として、車両の走行時に発生する電圧を試験電圧とし、部分放電に起因す

る電磁波を検出する絶縁診断手法を提案しました。本手法の構成要素である、ごく短時間の電磁波を連続的に検出する点について検証試験を行い、図の通り検出可能である見通しを得ました。

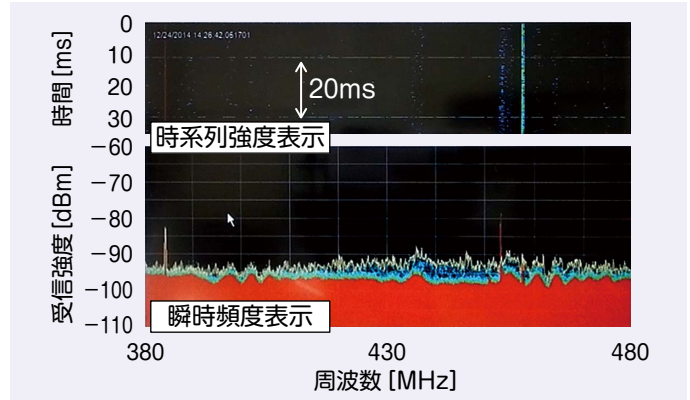


図 検証試験において検出された部分放電に起因する電磁波

### 車両空調向け磁気ヒートポンプシステムの熱損失評価

宮崎佳樹 脇耕一郎 池田和也

鉄道車両空調のノンフロン・省エネルギー化の観点から、現行の蒸気圧縮式冷凍に変わり得る冷房技術として、磁気ヒートポンプ技術の開発を目指しています。我々は大型冷凍・冷房装置への磁気ヒートポンプ技術の適用可能性を検証するため、kW級磁気ヒートポンプシステムを開発し、最大冷凍能力1.4kW、最大冷却温度差23℃を得ました。しかし、冷凍能力は数値計算で見積もられる値の半分程度であり、何らかの熱損失を含んでいる可能性があります。そこで、新たに熱損失を考慮したサイクルの数値計算を実施し、基礎試験結果と比較しました。複数の熱損失を

含めた検討を行うことで、磁気ヒートポンプシステムの特徴を説明できる可能性があることがわかりました。

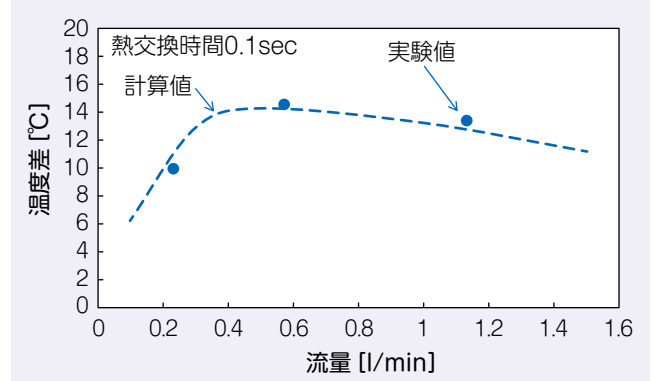


図 基礎試験結果と数値計算結果

### 鉄道車両用非接触給電装置の電力供給性能検証

柏木隆行 浮田啓悟 坂本泰明 加藤佳仁

非接触方式による電力供給の開発が様々な装置で進展しています。近年鉄道では、バッテリー電車等の実用化が進展していますが、搭載されるバッテリーは重く、その低減が望まれます。非接触給電をこれらの車両に適用することで、安全かつ容易に高頻度の間欠給電が可能となり、例えば停車駅毎に充電することでバッテリー搭載量の削減が期待できます。鉄道車両に非接触給電を適用する場合、装置近傍のレールにより損失の増加が予想されます。筆者らは以前、この損失を低減する8の字コイル構成を提案しました。今回、提案した構成による非接触給電装置を設計し、鉄道総研所内試験線用装置を製作しました。製作した装置を用いて、国内では初となる停車中・走行中の給電試験を行いま

した。その結果、所要の電力伝送や、車両走行用のバッテリーへの充電を行い、非接触給電装置が鉄道車両の電源装置として使用可能なことを確認しました。今後、効率向上と非接触給電の適用範囲拡大を目指して開発を続けます。



図 鉄道総研所内試験線における給電試験

## 実証試験用超電導フライホイール蓄電装置の開発

長谷川均 松江仁 長嶋賢 山下知久

現在、鉄道総研では、NEDOの助成事業により系統安定化用蓄電装置をクボテック(株)、古河電工(株)、(株)ミラプロ、山梨県企業局と共同で開発しています。蓄電媒体としては、寿命、コスト、蓄エネルギー容量、出力等を勘案してフライホイールを選択しました。フライホイール蓄電装置は、電力を回転エネルギーに変換して蓄エネルギーを行うもので、電気化学的な反応を使用しません。このため、バッテリーで課題となっている化学的な劣化を生じない、繰返し寿命が長い等のメリットがあります。これまでのフライホイール蓄電装置では、軸受の損失発生やメンテナンスの必要性などの課題がありました。このたび提案している超電導磁気軸受を採

用することでこれらの課題も克服することができます。

ここでは、超電導フライホイール蓄電装置の特徴や効果についての説明と、実証試験用装置の詳細について述べます。

