

浮上式

## 浮上式鉄道用の希土類系高温超電導磁石の熱特性評価

水野克俊 小方正文 長谷川均

近年開発が進んでいる希土類系高温超電導線材は臨界温度が高いだけでなく、磁場中での通電特性に優れているため、様々な機器応用が検討されている。浮上式鉄道用の車載超電導磁石に適用できれば、運用温度の向上に伴い液体ヘリウムが不要になり、冷凍機消費電力も低減されるので車載電源設備の小型軽量化が期待できる。

浮上式鉄道の高温超電導化を目指した研究開発を行っており、課題としてはその熱特性が大きく変わることが挙げられる。液体ヘリウム等の寒剤が不要となるため、構造は簡略化されるものの、超電導コイル部の均一な冷却が困難になる。これに加えて、冷凍機停止時には温度上昇が速くなり、

異常時における信頼性の向上も不可欠である。そこで、実スケール高温超電導磁石の熱特性が評価可能な熱シミュレータ試験装置を製作し、コイル温度分布および、冷凍機異常を想定した保冷通電試験を実施した。

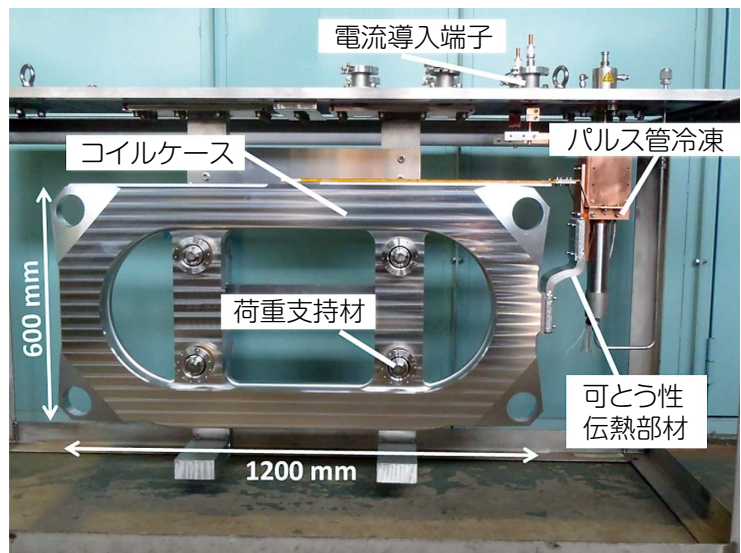


図 熱シミュレータ試験装置

浮上式

## 極低温環境での光ファイバ温度測定之感度向上

山田秀之 水野克俊 小方正文

実用化されつつある高温超電導磁石は、20～77K程度の温度で使用可能であるため冷凍機による伝導冷却が主流になると考えられ、そのために内部温度の監視が必要である。この温度監視に光ファイバ温度センサを使用することを検討しているが、低温になると光ファイバの材料である石英ガラスの熱膨張率が小さくなり、光ファイバ温度センサの測定原理から、感度が低下してしまうことになる。よって、低温においても熱膨張率が比較的大きい材料を温度センサ部にコーティングし、その材料の熱伸縮に伴って光ファイバを伸縮させて感度を向上することにした。その結果、図に示す

ように、例えば20～50K間のグラフの傾きを比較すると、コーティングなしのセンサに対して、銅をコーティングした場合で約1.86倍となり、亜鉛をコーティングした場合で約3倍となって極低温環境での感度が向上した。

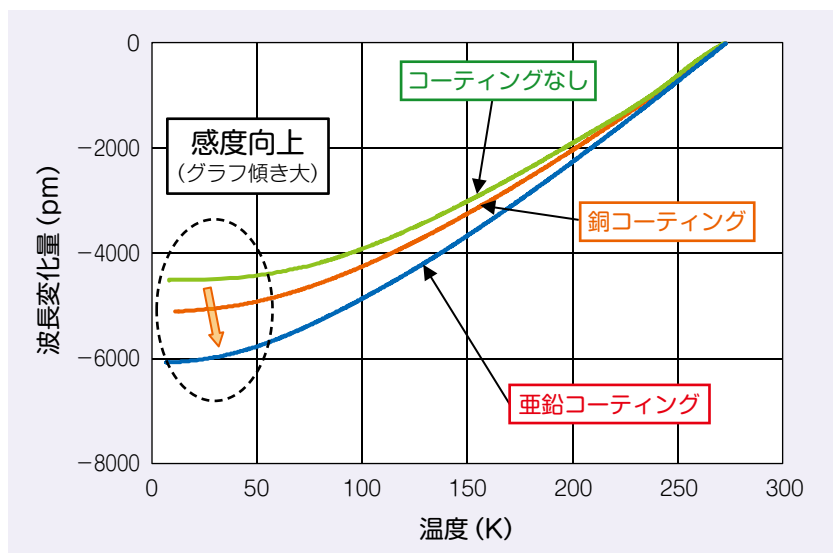


図 極低温感度向上光ファイバ温度センサ出力の温度特性

**材料** コアシェル粒子添加による推進系地上  
**浮上式** コイル用モールド樹脂の特性改善

池田遼平 鈴木正夫

地上コイルは、リニアモータを構成する要素の一つであり、超電導リニアの固有の機器である。地上コイルの開発においては、低コスト化に加え、高い信頼性と長期間の耐久性が要求されており、これらの命題を如何にして両立させるかが、超電導リニアシステムにとって重要なポイントとなっている。これまで鉄道総研では、材料レベルから実機に至るまで、将来の営業線運用を想定した種々の耐久性試験により、これらの信頼性の検証を行ってきた。

本論文では、推進系地上コイルへの適用を考慮したモールド用エポキシ樹脂を対象に、コアシェル粒子の添加による新たな機能付加や靱性改善を狙いとしたモールド用エポキシ樹脂の評価用供試体を製作した。各種試験の結果、コアシェル添加樹脂を使用することで、推進系地上コイル用モールド樹脂の靱性が向上することを確認した。

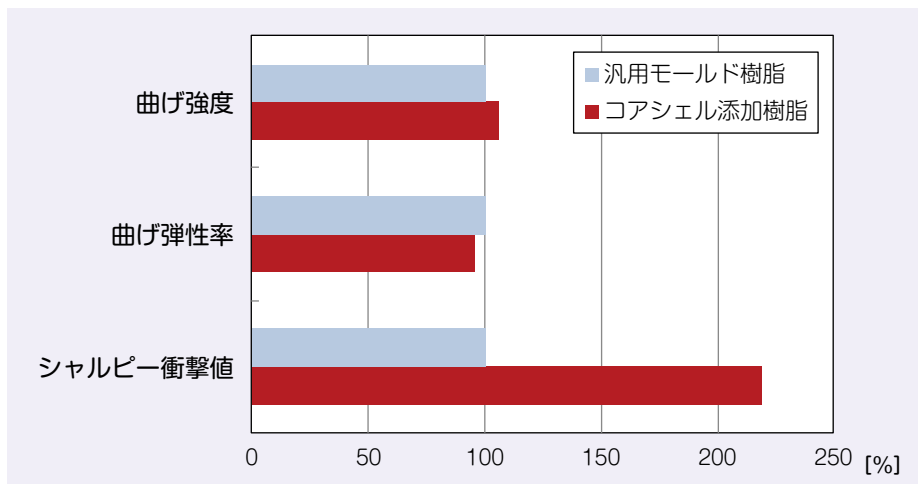


図 コアシェル添加樹脂の機械的特性

**材料** 地上コイル用モールド樹脂リサイクル手法  
**浮上式** の検討

高橋紀之 鈴木正夫

超電導磁気浮上式鉄道において、地上コイルは全線にわたって敷設されるため、その数は膨大なものになる。近年、生活環境の保全および資源の有効利用の観点から、循環資源のリユース・リサイクルを社会全体で取り組むことが求められており、地上コイルについてもリサイクルを前提とした最適な構成が求められつつある。

本研究では、リサイクルの一手法として現有地上コイルを破砕処理し、得られたモールド樹脂を骨材としたコンクリート供試体を作成し、強度試験を行った。その結果、ガラス繊維を含むSMC成形樹脂については強度の増加が確認された。一方、化学処理の一手法として常圧溶解法を用いてモールド樹脂の溶解処理を行った。その結果、エポキシ樹脂については溶解されることを確認し、SMC成形樹脂については加温、加圧により溶解率が向上することを確認した。

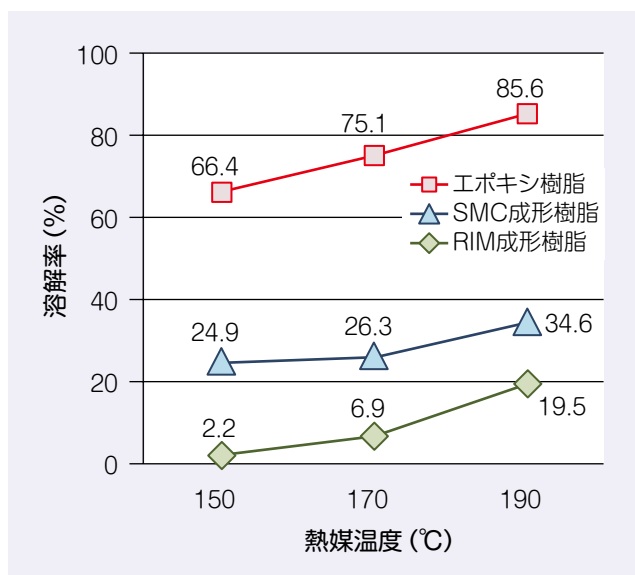


図 常圧溶解法における熱媒温度による溶解率の変化

車両

## 在来鉄道車両内の低周波磁界に関する測定手法および予測手法

加藤佳仁 長谷川均

低周波磁界に関する規格類の動きが国内外で活発である。国内では電力設備における磁界の規制化が始まり、鉄道車両内の低周波磁界についても、その測定方法等についてENやIECの仕様書が発行され、国内の規格も改定されている。このような情勢の中で、低周波磁界に関する測定手法、予測手法に関する研究開発を行った。

低周波磁界の測定に関しては、車両内の磁界分布を簡易に知ることを目的として、ハンディタイ

プの磁界可視化装置を開発した。

また、低周波磁界の予測手法として、磁気シールド等の強磁性体や車両構体の導体等を考慮した車両内磁界解析モデルを作成し、有限要素法等による磁界解析を行う手法を構築するとともに、その検証を行った。さらに、低周波磁界により人体に誘導される電気量を定量的に評価する手法の一つとして、数値人体モデルを用いて電気量を計算する手法の構築を行った。



図 磁界可視化装置と磁界解析による解析例

環境

浮上式

## 車両空調向け磁気ヒートポンプシステムの冷凍能力向上

宮崎佳樹 脇耕一郎 水野克俊 池田和也

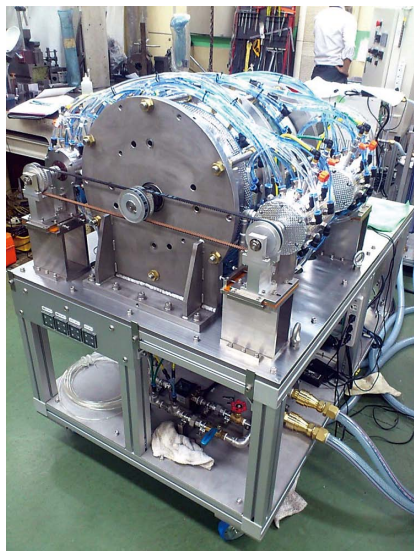


図1 開発した磁気ヒートポンプ

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る。kW級の冷凍能力を有する磁気ヒートポンプシステムは、国内においては未だ試作されていない。今回kW級の冷凍能力を実証するため、鉄道総研で開発した円環状ハルバッハ配列永久磁石を組み込み、磁性体としてガドリニウム合金を搭載した磁気ヒートポンプを開発した。室温における冷凍能力試験で

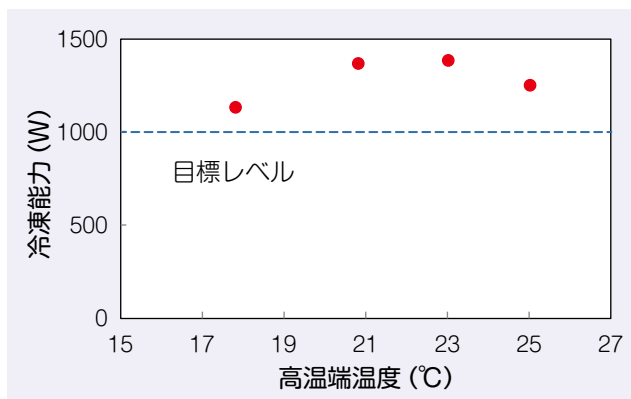


図2 冷凍能力の動作温度依存性

は、国内最大となる1.4 kWを達成、最大温度差は21 Kが得られ、磁気ヒートポンプ技術の大型冷凍・冷房装置への適用可能性を示した。

電力  
 浮上式  
**超電導フライホイール蓄電装置の電磁界  
 および構造解析**  
 吉澤佳祐 小方正文 荒井有気 山下知久

近年、化石燃料の使用の抑制やCO2排出量の低減に加え、原子力発電所の状況の影響により、省エネルギー性は研究開発の上で非常に重要なテーマの一つとなっている。鉄道は、他の輸送機関に比べて省エネルギー性が高いことはよく知られている。特に電車においては、車両の減速時に回生ブレーキをかけることで車両の運動エネルギーを回生電力として有効活用でき、省エネルギー性を高めている。しかし、回生ブレーキの使用時にその電力を消費できる負荷が無い場合、回生ブレーキは十全に使用できず、熱エネルギーとして放散されてしまう。このように無駄になってしまうエネルギーの有効活用を目的として、近年、鉄道のき電システムへの電力貯蔵装置の導入が進められている。筆者らはこれまで、この目的に向けて、電力貯蔵装置として超電導フライホイール蓄電装置の開発を継続してきている。

筆者らは現在、NEDO助成プロジェクトにより再生可能エネルギー発電所の電力安定化のための使用を視野に入れた、超電導フライホイール蓄電装置の開発を行っており、本報告では、この蓄電装置の超電導磁気軸受(SMB)の電磁界解析と、回転体のロータダイナミクス解析について報告する。

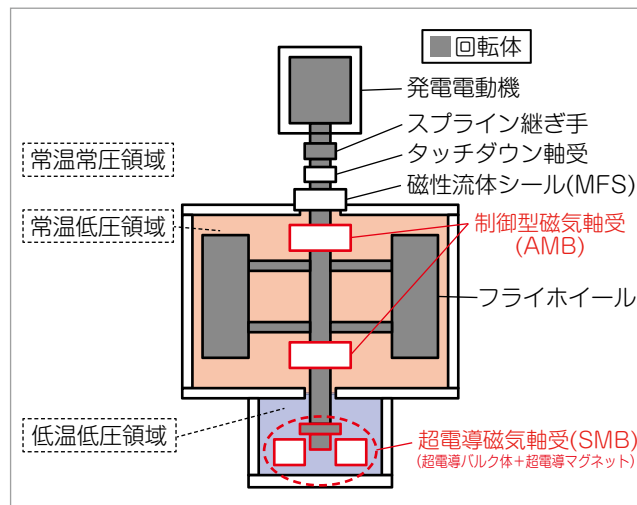


図 NEDO プロジェクト実証機概略図