

## 希土類系高温超電導磁石の保冷特性評価試験

水野克俊 宮崎佳樹 小方正文 長嶋賢

希土類系高温超電導体は運用可能温度が高いだけでなく磁場中での臨界電流特性も優れているため、磁気浮上式鉄道への適用が期待されている。運用温度の上昇に伴い超電導コイル部の熱容量が飛躍的に向上するので、冷却系を超電導磁石から分離しても、長時間低温を維持することができる。冷却系が分離可能になれば超電導磁石の大幅な軽量化が可能であり、磁気浮上式鉄道にとって大きな利点となる。

本報告では、冷却系分離可能な超電導磁石の実現のため、超電導磁石の断熱、保冷性能の評価および改善を行った。冷却系分離後は超電導磁石内部の真空度が悪化し熱侵入が促進されるので、活性炭を吸着材として用いることにより断熱性を高めることができた。また、極低温において比熱の高い

水 (H<sub>2</sub>O) を保冷剤として用い、僅かな重量増加だけで保冷時間の延長が可能なが実証された。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

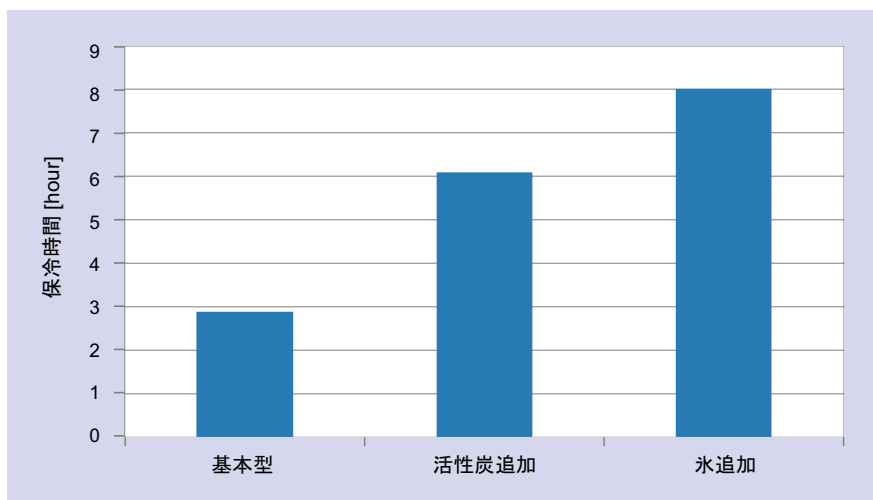


図 20Kから50Kに到達するまでの超電導磁石の保冷時間比較

## 冷凍機無しで超電導を長時間維持する希土類系高温超電導磁石

小方正文 水野克俊 荒井有気 長谷川均 笹川卓 長嶋賢

高温超電導磁石の最大の特長は、従来の低温超電導磁石よりも高い温度で使用できることである。これまでは絶対温度4 K (-269℃) の液体ヘリウムを用いて冷却する必要があったのに対し、高温超電導化により77 K (-196℃) の液体窒素でも冷却できる可能性が出てきた。また、近年の高温超電導線材の性能向上は顕著であり、特に高磁場中でも優れた通電特性を有する希土類系高温超電導線材は、コイル用途に適した材料である。

そこで、希土類系線材の適用可能性を確認することを目的として、コイル寸法を実機の約1/4のサイズとした、冷凍機無しで運用可能な希土類系高温超電導磁石を開発した。この超電導磁石は、コイル温度50 K (-223℃) で浮上式鉄道用超電導磁石と同じオーダーの1 T以上の磁場が発生でき、コイル温度50 K以下を9時間にわたり保持することが可能である。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

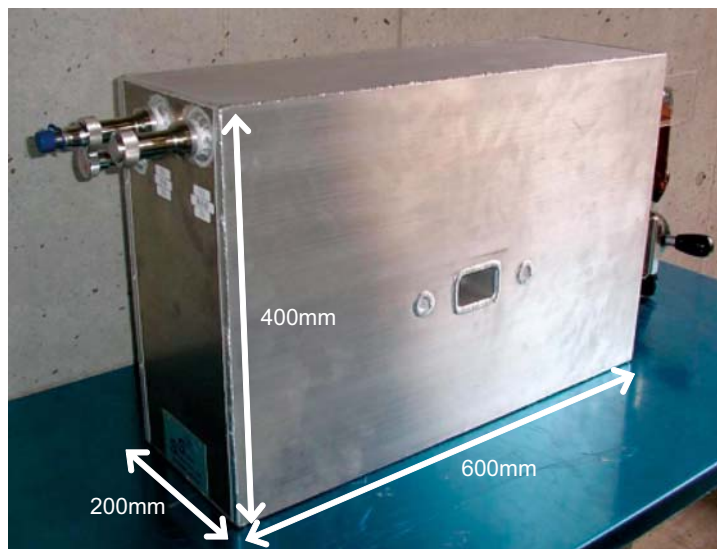


図 冷凍機無しで運用可能な希土類系高温超電導磁石

## 希土類系高温超電導線材を用いた浮上式鉄道用超電導磁石の構成

長嶋賢 小方正文 水野克俊 荒井有気 長谷川均 笹川卓

高温・高磁場領域での特性が優れた希土類系高温超電導線材を用いた浮上式鉄道用超電導磁石の構成について検討した。そこで、従来の超電導磁石の輻射熱シールド板を省略して磁石の小型・簡略化を図る構成や、冷凍機を搭載せずコイル部の熱容量で低温を維持する構成など従来と大きく異なる磁石構成を提案した。また、コイル冷却温度と超電導コイル質量、車載冷凍機の質量および消費電力の関係について数値解析を行った。その結果、超電導コイルの設計質量は冷却温度の上昇に伴って増大すること、冷凍機の質量および消費電力は逆に冷却温度の上昇に伴って減少する様子を定量的に示した。その結果、超電導コイルと冷凍機の合算値がある温度に最小値を持ち、超電導線材性能が向上するにつれて最小値を持つ温度が高温側に移行することも明らかにした。さらに、現状の線材性能でも冷凍機の伝導冷却によって軽量の超電導磁石を構成できる可能性があることを示した。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

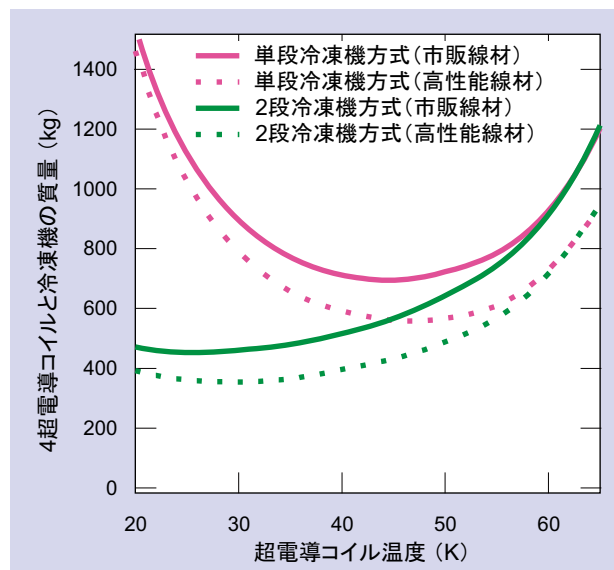


図 超電導コイルと車載冷凍機の合計質量

## 浮上式鉄道における編成車両の運動特性

渡邊健 星野宏則 鈴木江里光 米津武則

浮上式鉄道車両の車両運動面での特徴としては、非接触の磁気ばねによる台車～地上間の1次支持系と、車体間に台車を配置した連接台車方式の採用が挙げられる。この連接方式の編成状態を再現するため、今回、浮上式車両模型実験装置に車体および台車を追加し、2.5両編成の構成とした。

本報告では編成車両としてのピッチング運動に着目し、計算機シミュレーションと模型実験装置による試験により、以下の2点についての検討を行った。

- ①編成車両の乗り心地向上策として、車体間のピッチング相対角速度に対して減衰モーメントを発生させるピッチングダンパの効果を計算機シミュレーションで推定した。その結果、ダンパ装着による乗り心地向上効果を確認した。
- ②模型実験装置で連結器の取り付け高さを変化させた場合の車体ピッチング角加速度を求め、計算機シミュレーションとの比較を行った。その結果、模型試験と計算機シミュレーションが共に実際に予測する有効な手段になることを確認した。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

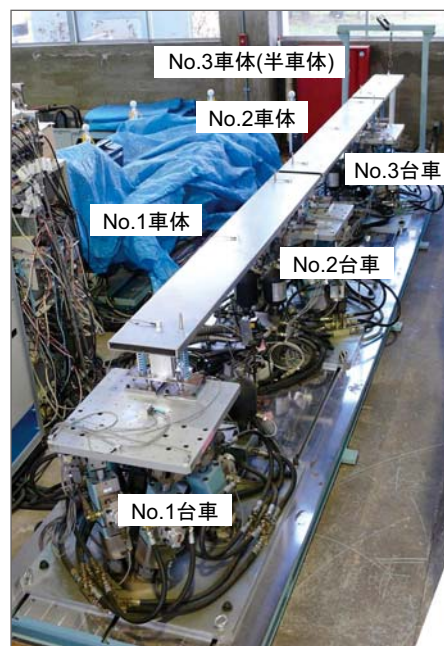


図 浮上式車両模型実験装置(2.5両編成)

## RFIDを利用した車載型地上コイル保守支援装置の開発

田中実 高橋紀之 鈴木正夫 池田遼平 長坂整

超電導磁気浮上式鉄道において、軌道の全線に亘って敷設される地上コイルは、数が膨大で、長期間屋外で使用される。そのため、浮上式鉄道システム全体の信頼性を確保するためには、地上コイルの保守管理を如何に適正かつ簡易に行うかが重要な課題となっている。

本研究では、保守管理業務支援のため、地上コイルにRFタ

グを内蔵して、コイル自体に保守データを持たせると共に、保守用車にアンテナ、リーダライタ、転送データ管理装置を搭載して、走行しながらRFタグを読み取ることにより、地上コイル位置や最新の保守作業履歴が検索できる車載型地上コイル保守支援装置を開発した。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

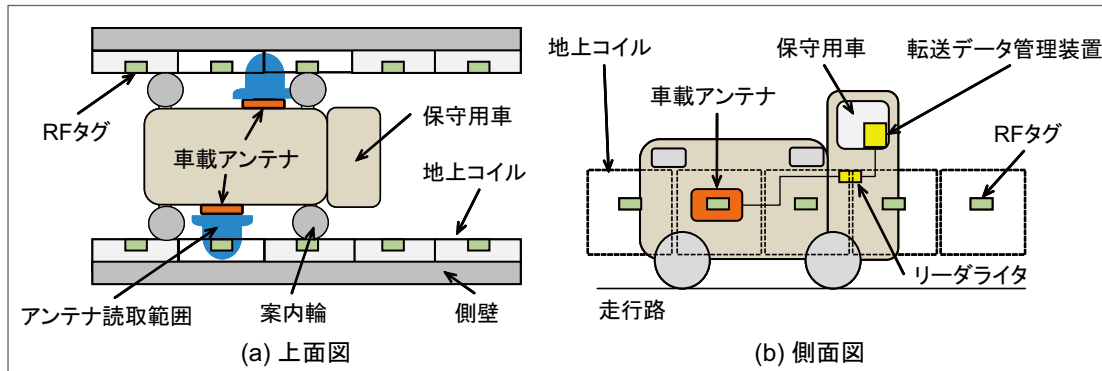


図 車載型地上コイル保守支援装置

(車両を移動させると、順次RFタグがアンテナ読取範囲に入り、タグデータを読み取る。)

## 軌条輪を用いたリニアモータ型レールブレーキの性能試験

長谷川均 柏木隆行 坂本泰明 笹川卓 狩野泰

渦電流方式のレールブレーキは、レールと車両間に直接制動力を発生することができるため、車輪-レール間の粘着に頼ることなくブレーキを働かせることができる。一方で、これまでの直流励磁方式では、電源喪失時の励磁電源の確保、制動時のレールの温度上昇が大きいなどの課題もあった。

そこで、レールブレーキの励磁に交流を使用し、制動開始時に自己発電しその電源をもって制動力を発生する電源不要のリニアモータ型レールブレーキを開発することとした。さらに、この方式ではレール温度上昇を抑制することもできるメリットもある。

このリニアモータ型レールブレーキの特性を把握するため、実機大の電機子を試作し、軌条輪を使用した回転試験装置にて試験を行った。その結果、十分な制動力が得られるレールブレーキが設計可能なこと、主回路電

源喪失時においてもブレーキが動作可能なこと、レール温度上昇の抑制に対して効果があることが検証できた。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

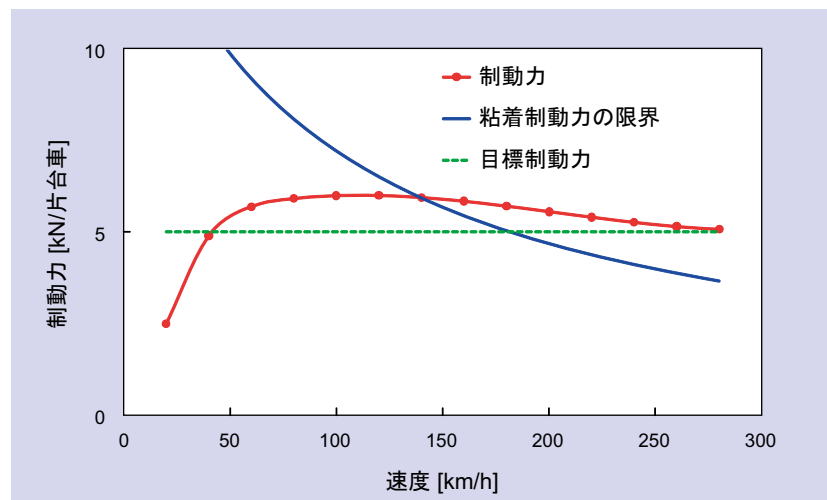


図 リニアモータ型レールブレーキの制動力特性

## 冷凍機冷却型超電導フライホイール用試験装置の開発

荒井有気 清野寛 長嶋賢

鉄道総研では、回生絞込み対策としてフライホイール蓄電装置の開発を進めている。フライホイールは、超電導コイルと超電導バルク体を組合せた超電導磁気軸受により完全非接触安定浮上支持される方式を適用した。この超電導磁気軸受は全てクライオスタット内に構成され、超電導コイルは冷凍機による伝導、超電導バルク体は希薄ヘリウムガスによる非接触の分子伝導で冷却される。蓄積エネルギーの授受はクライオスタットを介して、永久磁石カップリングを利用したトルク伝達装置により非接触で行われる。これらの構成が実現可能かどうかを検証するため、荷重・回転数検証試験装置と冷凍機冷却型検証試験装置を設計、製作した。本装置により、浮上、回転試験を実施し、本方式の超電導フライホイール蓄電装置が構成可能であることを実証した。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

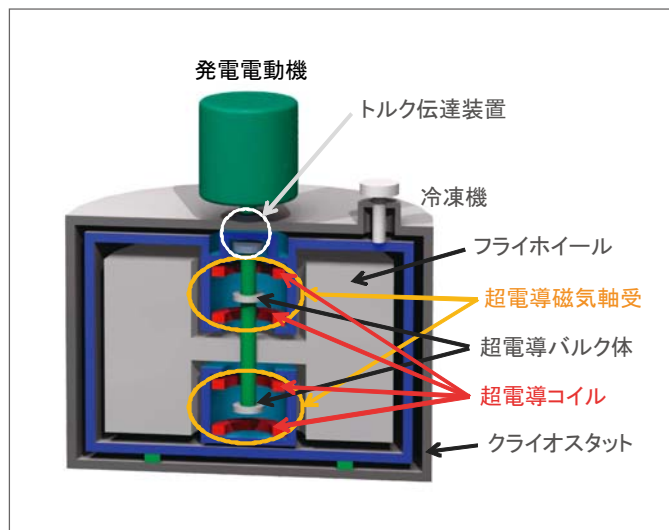


図 超電導磁気軸受を適用したフライホイール蓄電装置の概念図

## 電磁誘導原理を利用したベアリングレスモータの電磁力特性

松江仁

ロータを磁気軸受で浮上させながら回転させる電気モータはベアリングレスモータと呼ばれており、非接触、無潤滑(オイルフリー)、無摩擦、低騒音、低振動、長寿命、メンテナンスフリーなどの利点がある。そのため、エネルギー貯蔵用フライホイールや医療機器、精密機器の製造設備用搬送機器への応用を目指して研究開発が各方面で進められているが、ロータの浮上位置をフィードバック制御する一般的なベアリングレスモータは構成が複雑になる欠点がある。この問題を解決するために、電磁誘導の原理を適用した制御不要な磁気軸受と永久磁石同期モータを組み合わせた、図のような単純な構成のベアリングレスモータを提案する。本報告では、その動作原理を説明するとともに、電磁力の数値計算結果と測定結果の例も紹介する。

(鉄道総研報告, 2011年3月号)

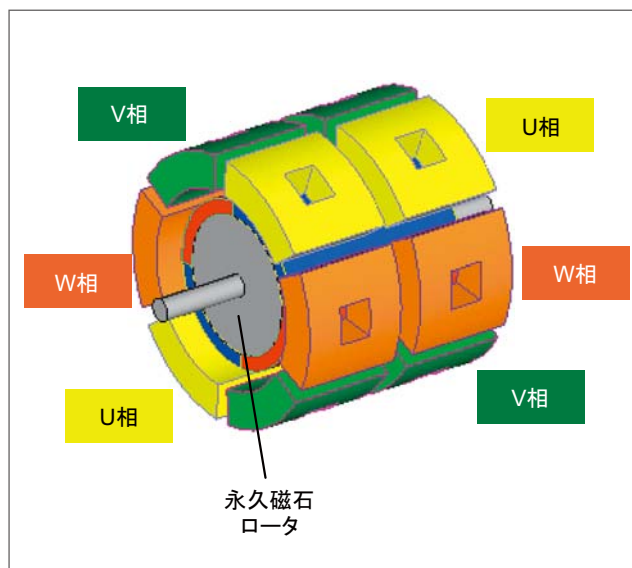


図 ベアリングレスモータの構成