

希土類系高温超電導磁石を用いた地上コイル電磁加振試験

水野克俊 田中実 小方正文

浮上式鉄道に用いられる地上コイルには高い耐久性が求められ、評価手法の一つに超電導磁石を用いた電磁加振試験があります。従来は低温超電導磁石が用いられていましたが高温超電導技術の発展性を考慮して、電磁加振試験用の希土類系高温超電導磁石を開発しました。PLGコイル（地上コイルの一種で、推進、浮上、案内の機能を兼ねています）を対象に電磁加振試験を行ったところ、超電導磁石の安定励磁が確認されました。PLGコイルの振動パターンも過去に低温超電導磁石を用いて電磁加振試験を実施したときと同様であり、正しく加振力が与えられていることも確認されました。また、電磁加振中は地上コイルの変動磁場の影響で超電導コイル電圧測定が困難になる課題がありましたが、地上コイル由来の

電圧ノイズには規則性があることがわかり、ノイズ除去手法を考案しました。これにより、電圧測定に基づく超電導磁石の状態監視ができるようになりました。



図 電磁加振試験における高温超電導磁石と地上コイルの配置

車上からの地上コイルの部分放電検出手法

高橋紀之 池田遼平 渡邊健 太田聡 川田昌武

浮上式鉄道の地上コイルとして使われている推進コイルは、高電圧を加えた際に、モールド樹脂内部の微小な空隙等から部分放電が発生し、その繰り返しにより、絶縁劣化や絶縁破壊に至る可能性があります。したがって、部分放電を効率的に検出することは、推進コイルの保守・管理に有効です。一方で、推進コイルはガイドウェイの全線にわたって設置されていて、その数は膨大になります。浮上式車両が走行しているときに、車両に搭載したアンテナから部分放電信号を検出することができれば、より効率的な保守管理を行うことが可能になります。そこで、車上からの部分放電検出を想定し、車両にアンテナを設置するシステム構成を検討し、部分放電伝播のシミュレーション解析を

行いました。この解析に基づき、展示車両を使っての positioning による部分放電検出試験を行い（図）、展示車両内部からの測定が可能なることを確認しました。



図 展示車両における部分放電検出試験

車両空調への応用を目指した磁気ヒートポンプの動作温度範囲の拡大

脇耕一郎 宮崎佳樹 大西孝之

鉄道車両向けを含む空調分野では地球温暖化抑制のために代替フロン削減が求められています。その実現のため、ヒートポンプの基本サイクルとして、気体（代替フロンに限らない）の圧縮や膨張でなく、磁性材料への磁界の印加や除去を通じて熱の移動を実現する機構が考えられます。そこで、磁気ヒートポンプの磁氣的構造と熱的構造に対する基礎的検討に基づき、特性（キュリー温度）の異なるMn（マンガン）系の磁性材料を磁性材料充填槽へ5積層し、試験を実施しました。その結果、冷却用の車両空調への応用に適する周辺温度30℃において、磁気ヒートポンプの低温端と高温端の温度差17℃が得られ、熱解析結果20℃に近い試験データとなりました。これにより、熱解析結果の

妥当性を確認し、磁気ヒートポンプの動作温度範囲が拡大し得ることを明らかにしました。今後の車両空調への応用に向けて課題の一つに解決の目途が得られました。

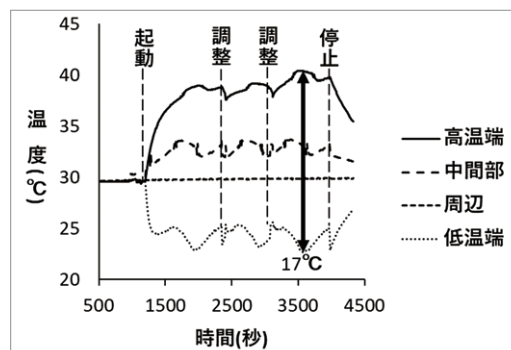


図 キュリー温度の異なるMn系の磁性材料を積層した磁気ヒートポンプ試験結果

本研究の一部は、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業（先端的低炭素化技術開発ALCA）の助成を受けて行ったものである。ここに謝意を表する（ Grant 番号：JPMJAL1408）。

励磁用インバータによるリニアレールブレーキの状態監視方法

坂本泰明 浮田啓悟 笹川卓

鉄道車両における渦電流レールブレーキは、車輪とレールの間の摩擦力に依らない安定したブレーキ力を非接触で発生できるため、突発的な自然災害などの緊急事態に対して安全性を高める手段として期待されます。このブレーキについて、これまでの課題であった停電などの電源喪失時の対応策として、リニア誘導モータの発電制動の原理を応用したリニアレールブレーキを考案し、研究開発を行っています。

このブレーキの実用化時には、装置の健全性を自己診断できることが求められるため、ブレーキ動作の励磁用インバータを活用した状態監視方法を考案し、軌条輪試験で検証しました。その結果、低周波数・正相・小電流の状態監視通電で、コイル温度推定とともに電機子の下降検知を実施できること、

高周波数・逆相・小電流の状態監視通電でギャップを推定できることなどを実証しました。考案した状態監視方法が健全性の自己診断に有用であることを示しました。

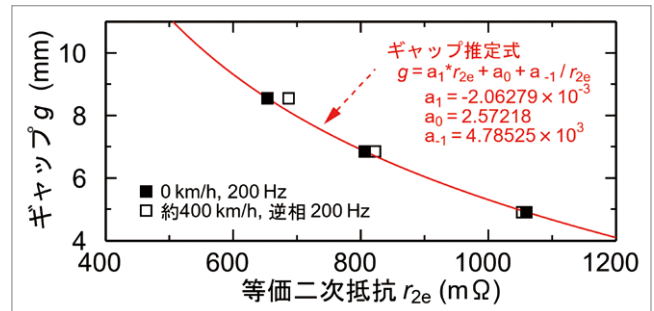


図 状態監視通電で観測したリニアレールブレーキの等価回路定数からのギャップ推定

低消費電力の長距離無線技術を用いた地上設備状態監視システムの構築

田中実 池田遼平 高橋紀之

鉄道用地上設備の状態基準保全を行う際、監視対象設備に設置した複数センサのデータ収集方法が課題となります。

そこで、長距離無線通信が可能で、かつ、電池駆動で長期間稼働が可能なLoRaを用いて、無線センサ4台と受信機1台の状態監視システムを構築しました。

4台の無線センサ間の電波干渉を避けるため、送信タイミングを制御しました。また、他の無線システムとの電波干渉を避けるため、2本の受信アンテナを使用して、2種類の

通信条件により、同一データを2回通信するようにしました。動作確認のため、屋外にて最長1kmの通信距離で32日間の連続通信試験を行い、受信機にて4台の無線センサの全てのデータが収集できることを確認しました。

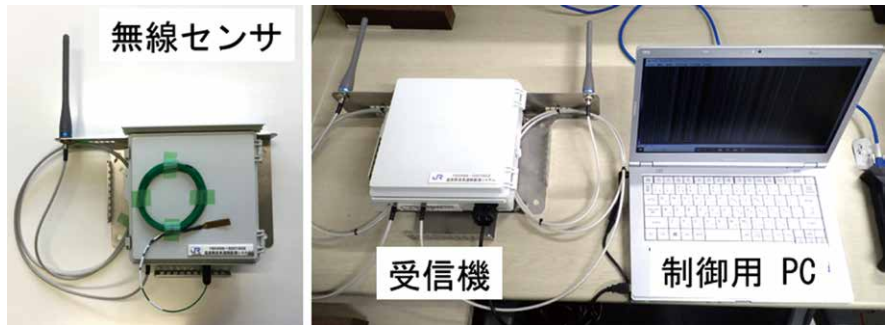


図 低消費電力の長距離無線技術を用いた地上設備状態監視システム

環境磁界測定を目的とした磁気光学プローブの試作および評価

加藤佳仁 笹川卓 鈴木敬久 和氣加奈子

低周波数帯の環境磁界測定を目的として、新たな磁気光学プローブを試作し、出力特性等を確認しました。従来の磁気光学プローブでは、特定の部位の光ファイバケーブルを曲げると出力が変動することを確認したので、光学素子を小型化し、磁気光学プローブの本体に組み込む構成としました。その結果、試作した磁気光学プローブから安定した出力が得られることを確認しました。

また、低周波数帯の正弦波磁界 (50~500Hz) を磁気光学プローブに印加して、その応答性を調べた結果、各周波数の正弦波磁界に応じた電圧波形が出力されていることを確認しました。また、印加磁束密度 (最大3mT) と磁気光学プローブからの出力電圧との関係を調べたところ、これ

らの間にほぼ線形な関係があることを確認しました。さらに、直流磁界の応答性についても確認したところ、交流磁界と同様に、印加磁束密度 (最大5mT) に応じた電圧信号が出力されることを確認しました。



図 試作した磁気光学プローブの評価試験