

電磁加振試験に用いる希土類系高温超電導磁石の監視・保護手法の検証

水野克俊 田中実 小方正文

電磁加振試験とは、超電導磁石の強磁場中で加振対象の地上コイルに通電することで振動させる試験であり、浮上式鉄道の地上コイルの耐久性評価として行われています。従来は低温超電導磁石を使用していましたが、新規に開発した希土類系高温超電導磁石を用いた電磁加振を計画しています。液体ヘリウムなどの寒剤が不要であり、冷却時間も短いことから効率よく電磁加振試験を実施できます。希土類系高温超電導磁石の振動特性の評価や長期運用の実績も得られるため、高温超電導磁石の開発においても価値のある試験です。しかしながら、希土類系高温超電導コイルが温度上昇などで常電導転移すると、局所的に大きなジュール発熱が発生し、超電

導コイルを損傷してしまうことも考えられます。この現象は熱暴走と呼ばれ、これを避けるには常電導転移の初期段階で検知することが不可欠です。そこで、高精度なコイル電圧測定に基づく保護手法を検証しました。本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

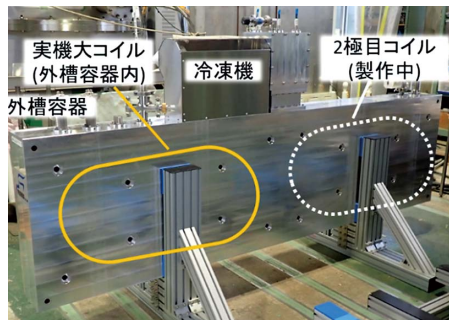


図 電磁加振用高温超電導磁石外観

推進コイルの部分放電現象に着目した絶縁診断手法

池田遼平 太田聡 饗庭雅之 依田裕史 渡邊健

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す。地上コイルは、長期間の屋外使用が前提となるばかりでなく、莫大な個数が必要となるため、運用時の効率的な保守が求められます。これまで鉄道総研では、車両の通過時に高電圧が印加される推進系地上コイルにおいて、絶縁異常の兆候である部分放電現象に着目し、多数個を効率的に絶縁診断する手法の検討及び検証を行ってきました。

本研究では、絶縁性能の変化を定量的に評価するための道具として、部分放電発生試験体を製作しました。充填剤を混合せずにモールドを行うことで、欠陥部の可視化が可能になりました。また、部分放電発生に伴う電磁波の検出アンテナへの伝搬に関して検討を行いました。

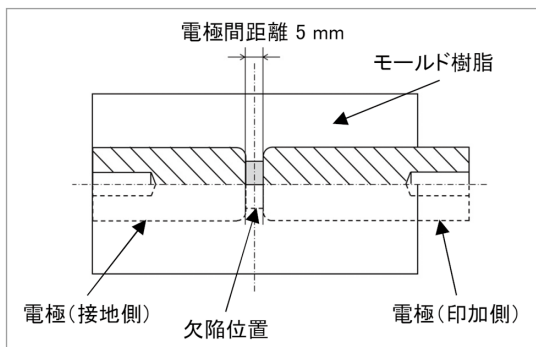


図 部分放電発生試験体の形状

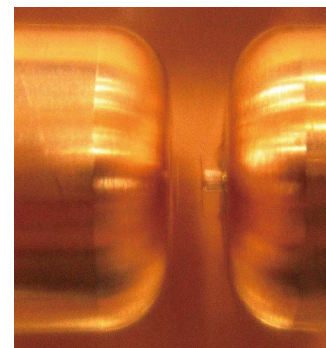


図 欠陥部の可視化

高電力密度非接触給電システム用コイルの設計

依田裕史 坂本泰明 柏木隆行 笹川卓

近年導入が進んでいるディーゼルハイブリッド車両や、非電化区間での走行が可能なバッテリー搭載電車など、走行用バッテリーを搭載した鉄道車両への間欠的な給電方法の一つとして、鉄道車両用非接触給電システムの開発を行っています。本システムは一般的な架線—パンタグラフ等による給電方式に対し、非接触で摩擦がないためメンテナンス低減がとれる、また充電部が露出しなないので、異物介入による地絡や感電のリスクが低減されるといったメリットがあります。これまでに原理実証システムの製作を行っていますが、車上一地上間ギャップの余裕が小さく、また100～300kW程度の大電力を集電するには車上集電コイルの設置に大きなスペースが必要で、臍装の点で改善が必要

でした。そのため実用性を高める目的で、新たな車上集電コイルについての検討を行い、ギャップを2倍以上に拡大しつつ、集電電力密度を約3倍に高めた設計を行いました。

表 車上集電コイル設計例

	原理実証システム	新設計案①	新設計案②
地上給電コイル 通電電流	400 A	500 A	
車上集電コイル 寸法	0.4×0.8 m	1.0×0.8 m	0.6×0.8 m
地上との ギャップ	75 mm	185 mm	
コンデンサ 補償方式	並列挿入	直列挿入	
巻線構成	4ターンの 平巻き	8ターンの 平巻き	4ターンの 2段巻き
定格電圧	440 V	6600 V	
定格電流	160 A	630 A	500 A
定格集電電力	16.7 kW	117.5 kW	71.7 kW

鉄道用フライホイール向け超電導磁気軸受の信頼性評価試験

宮崎佳樹 水野克俊 小方正文 山下知久 長嶋賢

鉄道総研は、大荷重を非接触で安定支持可能な、高温超電導コイルと高温超電導バルクを組み合わせた高温超電導磁気軸受(SMB)を提唱し、フライホイール蓄電システム向けに開発を進めています。超電導磁気軸受を用いることで、軸受部での摩擦や機械的な損失がなくなるため、従来のフライホイールの課題であったメンテナンス性の向上が期待できます。

鉄道用フライホイール蓄電システムでは、蓄電容量は数十kWhになると考えられます。蓄電容量を大きくするには回転体を重くすればよいのですが、そのためにはSMBの浮上力の余裕度を検証しておくことが必要です。今回、SMBの超電導コイルを高性能線材および鉄道総研独自の非含浸方式

の融着材法でコイル化(内製)し、SMBをマイナス243℃以下に冷却して156A通電することで、目標荷重を約7%上回る158kNの大荷重で安定浮上可能なことを実証しました。

さらに、浮上・回転状態で、超電導コイルや低温部材の長期信頼性・耐久性の加速評価が可能なSMB信頼性・耐久性評価試験装置についても紹介します。

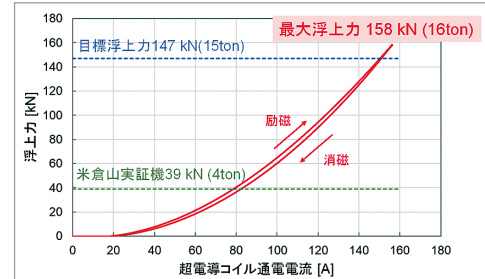


図 浮上力検証試験結果

超電導フライホイール実証機における主要技術

山下知久 宮崎佳樹 小方正文 長嶋賢
嶋崎靖幸 谷口学 春井眞二 原和弘

2015年9月、山梨県米倉山の太陽光発電所の電力貯蔵技術研究サイトに超電導フライホイール蓄電システムの実証実験施設が完成。今日まで鉄道総研が山梨県および参画各社と連携する形で、太陽光発電電力の出力平滑化効果検証や日の出から日没までの連続運転等の各種実証実験を継続的に実施し、鉄道総研が考案した超電導磁気軸受を用いた超電導フライホイールの安定性や有効性が実証されつつあります。

本報告では米倉山実証機のフライホイールの安定浮上、安定回転に必要な不可欠な4つの主要技術「高速回転型磁性流体真空シール(MFS)技術」、「制御型磁気軸受(AMB)技術」、「緊急時用制動抵抗(DBR)技術」、「緊急着地軸受(TDB)技術」にスポットライトを当てて、この4つの技術に関する原理・

特徴、開発設計上の工夫および米倉山の実証機で確認された知見に基づく設計の妥当性検証結果について紹介します。

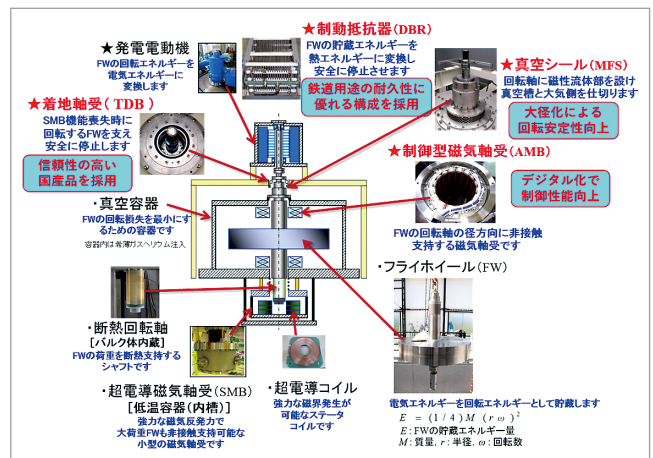


図 米倉山実証機の主要技術