

高温超電導の鉄道への応用 ～超電導き電ケーブルの開発～

(公財)鉄道総合技術研究所 富田 優

1. 緒言

超電導材料の製作から各種応用へ向けた一貫した研究開発に取り組んでいる。高温超電導材料の応用開発の1つである、在来方式鉄道に向けた超電導ケーブルの研究開発の取り組みを中心に紹介する。

2. 高温超電導材料の研究

高温超電導材料の研究として、磁場応用で用いられるRE系超電導バルク材や MgB_2 超電導バルク材の作製や磁場特性評価を行っている。また、超電導ケーブルを鉄道へ導入する際に必要となる超電導線材の機械特性や通電特性の評価を進めている。

3. 鉄道用超電導き電ケーブルの開発

直流電気鉄道の電力システムの合理化および省エネルギー化を目的として、鉄道用超電導き電ケーブルの開発を進めている。超電導ケーブルを鉄道の送電線に適用することで、回生効率の向上、電力損失の低減、変電所間の負荷平準化や電圧降下の低減による変電所の集約化、電圧補償や電食の抑制などが期待できる。

これまで2007年から鉄道用超電導き電ケーブルの開発に着手し、2010年には過密路線応用も視野に入る10 kA以上の臨界電流値を有するケーブルの製作に成功した。

2011年には冷却システムとして直接冷却方式、さらに冷媒である液体窒素を見かけ上1本で循環する対向流循環(Go-Return)方式を採用した鉄道用超電導き電ケーブルシステムを製作し、屋内試験を実施した。

2012-2013年には冷却システムの全てのユニットを一体化した、一体型冷却システムを開発し、30 m級鉄道用超電導き電ケーブルシステムを構内試験線に敷設した。通電、冷却、課電試験などの試験結果から、鉄道用超電導き電ケーブルシステムとしての健全性を確認した後、このケーブルを通じて給電する形で電車の走行試験に世界で初めて成功した(プレスリリース:2013年7月24日)。

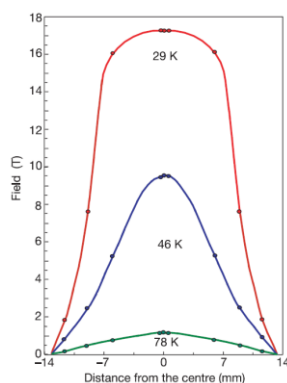
2013-2014年には一き電分岐区間に相当する300 m級の鉄道用超電導き電ケーブルシステムを製作、実用化を意識し、線路跨ぎや踏切跨ぎの場所を組み入れて構内試験線に敷設し、電車の走行試験を開始した(プレスリリース:2014年7月3日)。

現在までに構内試験線に敷設した30, 300m級鉄道用超電導き電ケーブルシステムを用い、冷却条件、走行条件などを変化させながら試験を進めている。

今後は更なる耐久性試験を行い、運用上の課題、問題点を抽出し、鉄道事業用として、費用対効果も含め十分に適用可能な超電導ケーブルを実現させ、営業線への導入を目指す。今回、これまでの開発と、各種検討結果を踏まえ、鉄道用超電導き電ケーブルのプロトタイプを製作し、構内試験線で電車の走行試験を開始した旨について講演する。

本研究の一部は、国土交通省鉄道技術開発費補助金、ならびにJSTの「戦略的イノベーション創出推進プログラム」の支援を受けて進めたものである。

超電導バルク材の作製



世界最高クラスの磁場性能

液体窒素中の超電導線材曲げ試験



鉄道総研における高温超電導材料の研究

超電導ケーブル敷設箇所



車両走行試験



鉄道用超電導き電ケーブルの開発

