

超伝導システム

課題名 次世代鉄道システムを創る超伝導技術イノベーション

研究期間 平成21(2009)年度～平成30(2018)年度

鉄道用超伝導ケーブルシステムを実路線にて 実証試験実施

ポイント

- ・鉄道路線に高温超伝導材料を活用した、次世代鉄道システムの基盤技術開発とその実証を行った。
- ・鉄道営業線を使った実証実験を行い、保護回路の動作、超伝導き電システムの機能が健全であることを示した。
- ・都市路線の電車運行の過密な路線に対して、変電所負荷平準化、変電所数の削減、電力回生が期待される。

- ◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー
富田 優(公益財団法人鉄道総合技術研究所)
- ◆研究リーダー
大崎 博之(東京大学)

課題と目指したこと

通常の電線には電気抵抗があるため、長い距離を送電しようとするとき電圧が下がってしまいますが、超伝導材料を用いると極低温にしたとき電気抵抗がほぼゼロになります。極低温を保持するためには、資源枯渇の懸念のある液体ヘリウムが必要でした。そこで、液体ヘリウムに比べ、温度が高く入手が容易な液体窒素で超伝導現象が得られる高温超伝導ケーブルを使った送電システムの実用化研究を推進してきました。

都市圏のJR路線や私鉄各線の多くは、直流で電車を動かしています。この場合、発電所から送られてくる交流の電気を直流に変える変電所を数キロメートルおきに設置する必要があります。変電所間が長距離になると電線の電気抵抗による電圧降下が大きくなるためです。

電車の走行状況などによって変電所の負担は異なりますが、超伝導ケーブル導入により長距離の変電所区間へも電気を安定して送ることができるようになります。変電所そのものの数を減らすことも可能です。また、走行する列車を増便でき、より柔軟なダイヤ編成もできるようになるなど、利用客の利便性向上にもつながります。

世界初の走行試験に成功

これまで、試験路線や実路線で種々の走行試験を実施しました。プロジェクトの終盤では、JR東日本の協力のもと、変電所から中央本線の電車への送電ケーブルの一部(き電線)に開発した408mの超伝導き電ケーブルとその冷却システムを用い、電車へ送電した際の電圧降下の抑制を実路線で実証する試験を世界で初めて実施しました(※)。電気抵抗がほぼ無い、こうした超伝導ケーブルによるシステムを鉄道路線に使用することにより、既設ケーブルに通電した時に測定された電圧降下が大幅に抑制されることが実証でき、大幅な省エネ効果が期待されます。

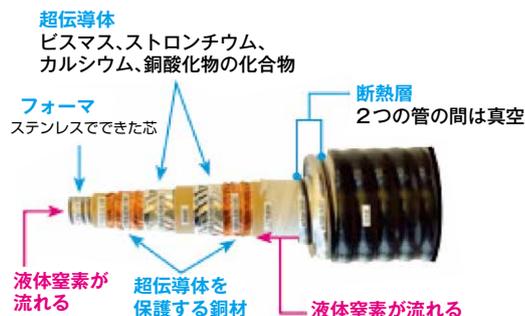
実用化のポイントは既存鉄道システムとの融合

鉄道路線へ実用化していくためには、超伝導送電ケーブルのみならず、冷却システムや鉄道という社会インフラに対しての信頼性の実証を進めて、既存の鉄道システムとの融合を実現していくことが大切です。その中で高温超伝導ケーブルの実用化に向けた、高温超伝導線材の接合技術を基礎から実用化の技術確立まで進めることも一つの柱になってきます。この接合技術の鉄道路線への実用化に向けては、鉄道総合技術研究所も参画するJST未来社会創造事業のプロジェクトにて推進しています。

※本研究成果は、S-イノベとJST未来社会創造事業(JPMJMI17A2)の支援および国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施したものです。

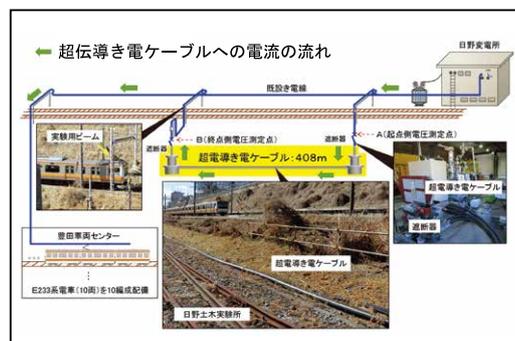
関連情報の一例

プレスリリース(2018年8月2日発表) 鉄道総合技術研究所
https://www.rtri.or.jp/press/2018/is5f1i0000007d1r-att/20180802_001.pdf
 「き電線の電気抵抗ゼロを目指し超伝導 -き電システムの送電試験を実施-

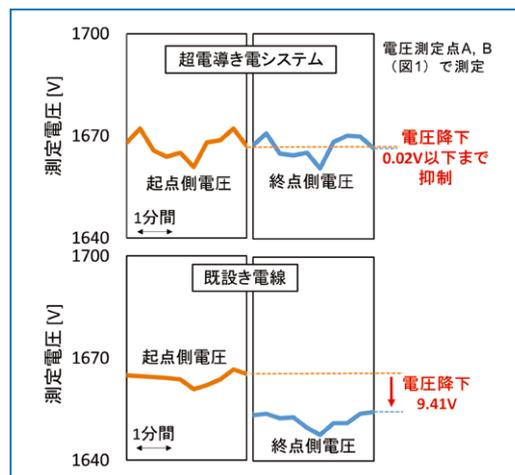


超伝導ケーブルの構造

プロジェクトにて開発した超伝導ケーブルは、フォーマと呼ばれる芯にテープ状の超伝導線材を巻きつけ、保護材と断熱材を設けた構造です。超伝導体はビスマスなどを含む銅酸化物の化合物です。液体窒素は、冷却器から超伝導ケーブル末端のフォーマ内部に送られ、反対側のケーブル末端で断熱層の内側を通して冷却器に戻ります。このような「対向流循環方式」により冷却システムの一体化が可能となり、コンパクトなシステムが実現しました。



試験時の送電設備と超伝導き電ケーブルへの電流の流れ



超伝導き電による電圧降下の比較