



## 地下鉄短信（第503号）令和4年3月4日発行

編集 （一社）日本地下鉄協会 責任者 内藤 富二夫  
電話 03-5577-5182(代) FAX 03-5577-5187



記事：「地下鉄施設の保守、維持等に関する研究会（第11回電力部会）」を開催

### ◆「第11回電力部会」を開催しました。

令和4年2月24日（木）に、当協会9階会議室において、東京地下鉄（株）を始めとする地下鉄事業者10社局の電力設備の設計や保守管理等に携わる職員と、（公財）鉄道総合技術研究所の研究員等、計17名の参加を得て、「第11回電力部会」を開催（オンライン形式併用）しました。

#### 1. 調査研究の概要

##### 「各社局が抱える電力設備の課題への対応等」

電力部会は、平成26年度に活動を開始し、地下鉄の省エネ、回生電力の有効利用等を目的に「電力貯蔵装置（大規模蓄電池）等」を共通のテーマに据え、調査研究を重ねてきました。その後、各社において事業展開が進み、その目的を達したことから、令和元年度からは各社局個別の課題を、参加社局共通の課題と認識し、課題解決に向け取り組むことを目的に、「各社局が抱える電力設備の課題への対応等」を新たな研究テーマに据え、調査研究を行っています。



今年度は、横浜市交通局、仙台市交通局の2社局が選定したテーマについて、それぞれから説明いただきました。

発表後の質疑応答では、活発な意見交換が行われ、これらが当該テーマを選定された社局固有の課題にとどまらず、各社局に共通するものであることが確認されました。

No.	今回発表の研究テーマ	発表社局
1	鉄道照明設備のLED化	横浜市交通局
2	電鉄変電所機器毎の更新時期	仙台市交通局

#### 2. 鉄道総合技術研究所：研究事例の紹介

（公財）鉄道総合技術研究所からは電力技術研究部における最近の研究事例をもとに、地下鉄事業者の電力設備に関係する「架線・集電装置間のアーク現象」と、「大電流のアークを伴う直流高抵抗地絡の検出手法」について、各事象の発生メカニズムや障害対策の方法等についてご紹介いただきました。各研究共に実用化に向け進んでいるとのお話があり、地下鉄電力設備への導入が期待されました。

## (1) 架線・集電装置（パンタグラフ）間のアーク現象（早坂様）

電車に電力を供給する手段として、電車線（トロリ線、サードレールなど）と集電装置（パンタグラフ）が一般的に用いられていますが、集電装置は、電車線に接触しながら動き、電気を得ているため、電車線やすり板が徐々に摩耗していきます。その結果、接触の阻害（離線）が発生するとアーク放電が発生し、電車線とすり板が摩耗もしくは断線します。また、接触力が過大になってもトロリ線とすり板が摩耗していきます。

電圧が10V～20V、電流が1A以上の電源に対し、陽極にトロリ線、陰極にすり板を接続し（逆も同じ）、トロリ線とすり板を接触させ、通電した状態ですり板をトロリ線から離すとアーク放電が発生します。

このように電圧が10V～20V、電流が1A以上の電源で発生することから、電力設備に限らず信号設備も含め、電気鉄道においてアーク放電は避けられない現象であるとのことです。また、アーク放電が発生した際、どのタイミングで材料の損耗が発生するのか、交流アークはゼロクロスで消弧するのか等についても説明がありました。

次に、剛体電車線の波状摩耗は、直流在来線の場合においては、離線アーク（アーク放電）に起因して発生し、またその発生には、電車の運転速度とパンタグラフの振動特性が影響します。波状摩耗は、特に直流区間の低速力行区間で顕著に発生し、波長は64ミメートル程度、深さは大きい場合は1ミメートル程度にもなり、細かなアークが電車線やすり板の損耗を増大させるため、波状摩耗が発生すると取替コストが増加するそうです。

波状摩耗発生の対策として、剛体電車線しゅう動面の凹凸低減、剛体電車線しゅう動面の切削、すり板配列の変更、固形潤滑剤の変更があげられ、その中で「剛体電車線しゅう動面の切削」は、効果は大きいもののコストが課題であるとのことでした。

最後に、エアセクション箇所（カテナリ系）におけるトロリ線断線の発生メカニズムの説明があり、更に最近の研究の一例として「複合架線」によるトロリ線断線対策をご紹介いただきました。

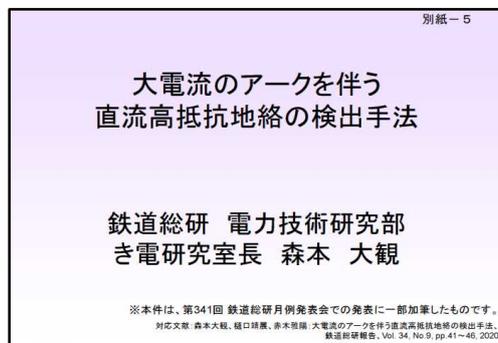


## (2) 大電流のアークを伴う直流高抵抗地絡の検出手法（森本様）

直流高抵抗地絡とは、き電回路の充電部（電車線、き電線等）が何らかの理由で大地上の構造物に接触・橋絡したとき（地絡）に、当該構造物の接地抵抗によって、地絡電流の大きさが電車・電気機関車の通常走行に必要な電流より小さい場合の故障現象です。要因としては、導電性の異物の介在や、がいしの劣化・破損、電線の垂下等が挙げられます。

この異常接触により発生した地絡電流は、ストレートにレールに伝わらず、地面を経由してから伝わることや、電流の値も小さいことから、一般的な変電所の50F（故障選択継電器）では検出が難しいとのことです。

これに対する既存の対策手法としては、電車線路への部品・部材の追加による方式と、変電所での計測監視による方式がありますが、この中で電車線路での対応としての放電装置方式（放



電ギャップ方式)が唯一実用化され、国内外での導入実績はあるものの、鉄道沿線に放電ギャップ装置を何台も設置する必要からコスト面の課題があります。

一方、変電所の計測監視による方式は、対策箇所が一か所で済みコスト面でも有利なため、高調波電流注入方式、回線電流方式、及び電弧振動方式などが検討され、一部試験的に導入された経緯はあるものの実用化には至らなかったとのこと。

続いて、事故事例における電流波形記録データとその分析、及び開発した検出手法とその検証について説明がありました。

事故回線における変動成分は、低周波帯(200Hz以下)に不規則な揺らぎを多く含むことから、この周波数成分等を検出することに着目し、①電車線の改修に比べコスト負担の少ない変電所での計測のみで完結すること、②早期実用化が求められることなどから、計算負荷の小さな演算要素を用いること、③不検知になった場合にも、その事実の立証や理由の説明責任が果たせるよう、いかなる場合においても完全に説明可能なアルゴリズムを用いることを、検討方針に定め取り組んだそうです。

その結果、試験に用いた検出アルゴリズムの適用範囲から、変電所1回線の電流値が1000A~3000Aであれば(万能ではないものの)、現行の $\Delta I$ 方式ではカバーできない領域の一部を補完し、短時間での検知で事故被害の軽減が可能と判断されるとのこと。

最後に、この手法により、検知の可能性が想定されるアーク故障の説明があり、地絡関係では、鋼構造橋上駅舎や鋼トラス橋とき電線の上に飛来物が接触した場合等、車両故障関係では、パンタグラフと屋根の間に異物介在や汚損による絶縁低下等が発生した場合等について、検知が可能になるとのことでした。

### 3. 各社局からの情報提供

各社局から電力設備の更新計画など取組事例の現況報告をいただき、最後に当協会から来年度の部会活動の予定等を説明し、今年度の電力部会を終了しました。

今回の研究会は、オンライン形式を併用し開催しましたが、これまでの対面・集合形式と異なり、参加者がお互いの顔を見ながら会話することが出来ず、参加者相互の意思疎通が図りづらかったことや、オンライン会議に不慣れなことも起因し、議事進行に時間を要することがありました。

今後、参加者各位にアンケート形式による調査を行い、得られた回答をもとに今後におけるオンライン会議がより良い環境の下で開催できるよう改善に努めたいと思います。

(注) 必要に応じ、社局内へ転送、回覧などをお願いします。

配信先を変更又は追加した方がよい場合は、新しい配信先の職名、氏名及びメールアドレスをお知らせください。

また、本短信について、ご意見をお寄せください。

連絡先： naitou@jametro.or.jp