

鉄道の運用環境を考慮した変圧器余寿命評価

赤木雅陽 吉井剣 今村英樹

電気鉄道用変電所の主要機器である油入変圧器は、取り替え周期平準化などの観点から設備寿命延伸の要求が高まっています。そこで、電気鉄道用変圧器における運用環境の実態を調査し、データベースを構築するとともに、変圧器用巻線絶縁紙の採取分析などを通じ絶縁紙の余寿命評価手法を検証しました。

データベースを分析した結果、電気鉄道用変圧器の油温は、規格に定められた基準より低く、余裕のある環境で運用されていること、電気鉄道用変圧器の絶縁紙は電力会社に対して比較的劣化が緩やかであることがわかりました。また、この分析結果を基に絶縁油中物質から絶縁紙の健全

度を推定する手法を検証したところ、油温が低いことを考慮した手法は、実測値（真値）と比較的よく一致していました。なお、全ての調査対象において、絶縁紙健全度の推定値・実測値いずれも推奨される寿命レベルを下回るものはありませんでした。



図 絶縁紙健全度推定結果と経年の関係

電力制御用電子機器に対する雷害対策

森田岳 平井信一

変電所など電力設備の制御装置に、ICT機器などの雷に対して脆弱な電子制御装置の導入が進んでいます。文献調査と実設備での雷害事例調査から、遠方監視制御装置（遠制装置）が特に雷害（誤動作や損傷）を受けやすいことがわかりました。遠制装置は、電力指令から現地の電力設備を集中監視制御する電力管理システムの構成要素で、電力指令と現地の間の伝送制御を行う電子制御装置です。

高圧配電線開閉器用の遠制装置8箇所に対して、サージ侵入経路を約2年間継続調査した結果、主たる侵入口は低圧受電部と判明しました。そこで、鉄道信号用保安器とフェライトコアを、低圧受電部（電力会社電源側）に設置する安価な対策を提案しました（図参照）。対象8設備の内、3

設備に対策を行い6ヶ月間経過調査した所、対策設備の電源部（無対策の信号電源側を除く）へのサージ侵入履歴は皆無となり、対策効果を確認できました。



図 提案した遠制装置への雷害対策手法

トロッコ線着霜時の集電状態の再現試験手法

久家広嗣 白田隆之 鎌田慈

冬季のトロッコ線着霜により、パンタグラフの離線アークが頻発し、舟体の損耗が問題となることがあります。そこで、トロッコ線着霜時の集電状態を常温環境下で模擬する2つの手法を提案しました。1つ目は、トロッコ線の表面にミョウバンを析出させてすり板としゅう動させ、その挙動を調べる手法です。ミョウバンの析出密度を変えることにより離線率を調整することもできます。2つ目は、パンタグラフ総合試験装置の銅製架線の一部をFRP材に変え、架線・舟体間に強制的にアークを発生させるとともに、サイズを縮小した舟体を使用する手法です。本試験により、舟体の後縁部材寸法と舟体の損耗状態

との定性的な関係が得られました（図）。これら2つの手法を、トロッコ線着霜時のパンタグラフ舟体の損耗対策の検討に活用していく予定です。

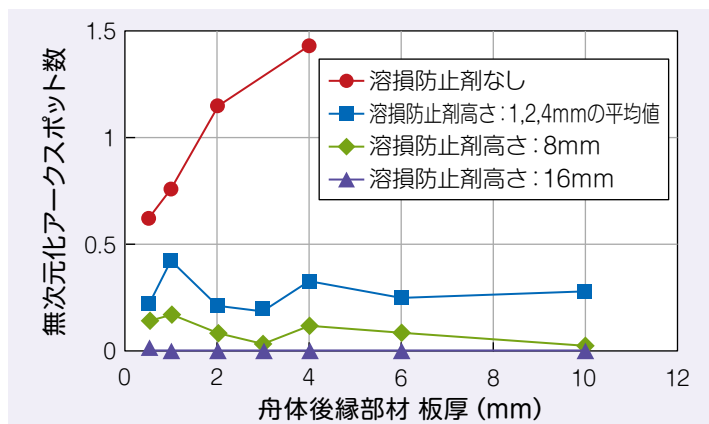


図 舟体後縁部材の板厚と無次元化アークスポット数の関係

パンタグラフ接触力データの電車線保守への活用

白田隆之 池田充

架線設備のメンテナンスには非常に多くの労力がかけられているため、保守の省力化は非常に重要な課題となっています。高速で走行する検測車等においてトロリ線の静高さ情報を得ることができれば、架線の架設精度の良否判定やその改善方策の提案システムなどへの応用が可能となり、保守の効率化に有効です。そのため、筆者らはパンタグラフ高さとパンタグラフの接触力からトロリ線の静高さを推定する複数の方法を提案しています。

本研究では、事前に作成した架線の動特性情報を使用して、パンタグラフ接触力とパンタグラフ高さからトロリ線の静高さを逆問題的に求める伝達関数法を新幹線および在来線の現

車試験データに適用し、本手法の有効性の検証を行いました。また、在来線でパンタグラフ接触力に特徴波形が観測された地点の電車線測定結果についても報告します。

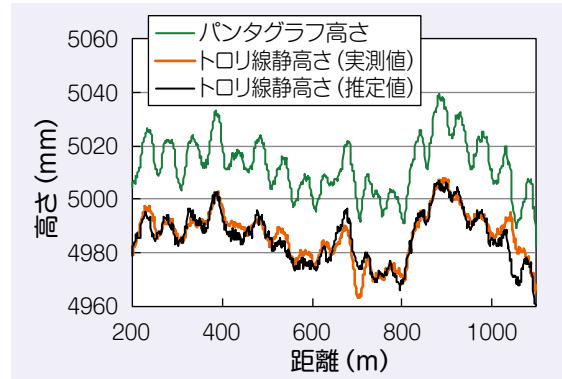


図 トロリ線静高さの推定結果

バッテリー電車充電用カテナリ架線のメンテナンス周期の提案

早坂高雅 白木理倫 山下主税

近年導入が進められてきているバッテリー電車は、トロリ線にパンタグラフを接触させて大電流の急速充電を行うため、通電部の過大な温度上昇が生じる可能性があります。そのため、設計段階において、通電部材の断面積を大きくするなどの検討が行われています。しかし、充電箇所によっては、無しゅう動のトロリ線とすり板に、大電流が流れるため、経年にもない接触面に生成される被膜の温度上昇への影響が無視できなくなります。そこで、筆者らはバッテリー電車への電力供給において、カテナリ電車線を使用する場合を想定し、被膜の温度上昇への影響を明らかにすべく、トロリ線の暴露試験や温度上昇のシミュレーションを進めました(図)。

本論文では、暴露試験結果、シミュレーション結果を用いて被膜の影響を考慮した際のトロリ線のメンテナンス周期を提案します。

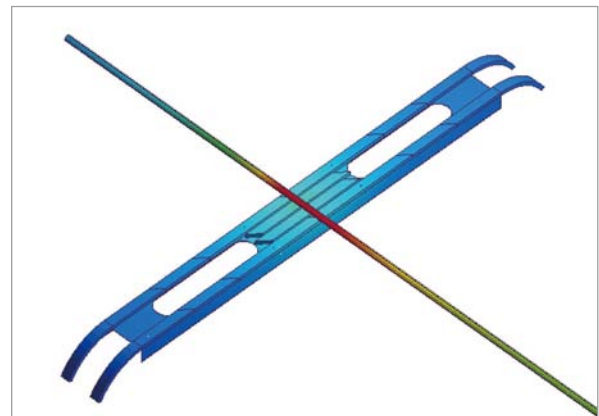


図 トロリ線のシミュレーション結果例

通電下における集電材料の摩耗メカニズム

山下主税

電車線のトロリ線やすり板など集電材料の寿命は、主に摩耗によって決定されています。そのため、管理保全や取替などのメンテナンスにかかるコストを削減するためには、摩耗対策が必須となりますが、通電摩耗メカニズムは未だ解明されておらず、抜本的な摩耗低減対策が存在していないのが現状です。

本研究では、通電下における摩耗メカニズムを明らかにすべく、接触面の摩耗粒子や酸化膜などの被膜抵抗を考慮した通電接点モデルを作成し、通電下の電極内電位分布および温度分布を解析しました。解析の結果、電位と温度の関係についていくつかの法則を見出すことで、通電下における接点の温度上昇を定式化し、接触電圧や接触抵抗に

よって摩耗形態を大きく4つに分類した「摩耗形態マップ」を提案しました。また、集電材料の摩耗率に大きな影響を及ぼす摩耗形態の支配パラメータを特定し、これまで解明されなかった摩耗メカニズムについて考察しました。

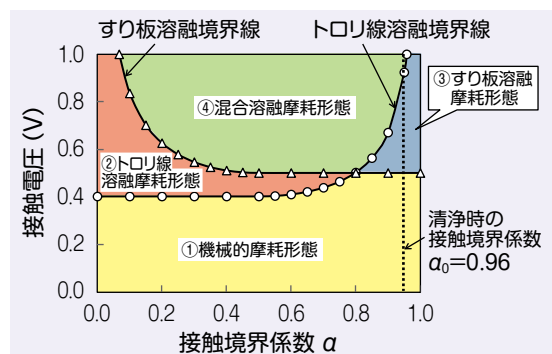


図 硬銅トロリ線と鉄系焼結合金すり板の組合せに対する摩耗形態マップ

パンタグラフすり板の段付摩耗検知アルゴリズム

小山達弥 白田隆之 池田充 久家広嗣

パンタグラフに重大な異常が生じると、広範囲にわたって電車線設備が損傷する可能性があります。損傷の程度が大きい場合は長時間の輸送障害が発生することがあります。このような異常の一つにすり板の段付摩耗があり、車両運行中に急速に成長し場合によっては電車線の損傷を誘発することから、その早期検知が求められています。また、すり板の目視検査においても、段付摩耗の危険度を判定する定量的な基準はありません。そこで、筆者らは電車線にセンサを設置し、事故に至る可能性のあるすり板段付摩耗が発生したパンタグラフを早期に検知する手法を提案しています。本稿では、新たに開発したすり板段付摩耗の検知アルゴリズムと所内試験設備で実施した検証試験結果について報告するとともに、

に、本手法の営業線への具体的な適用方法を提案します。

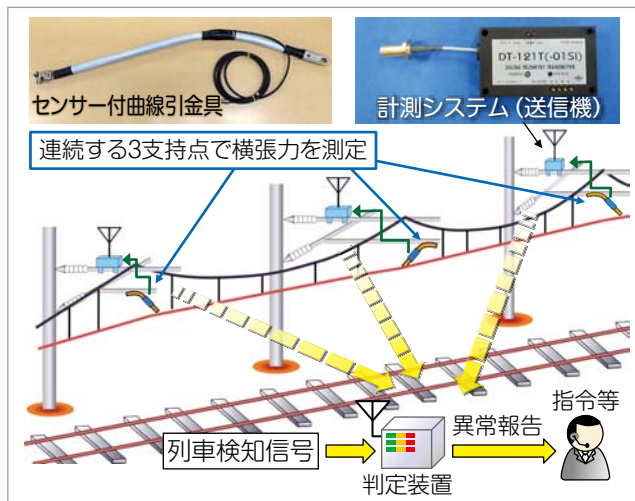


図 開発した検知手法の営業線への適用

コンクリート電柱の取替判定方法

常本瑞樹 清水政利 近藤優一 工藤輝大 上田洋 飯島亨

コンクリート電柱が鉄道電化柱として本格的に採用されてから50年以上が経過しており、劣化変状がみられる柱が増えています。電柱は、電車線などを支持する強度部材で、電車線の質量だけではなく地震時や風圧荷重、その他使用条件に応じた荷重を考慮して所要の強度が決定されます。したがって、コンクリート電柱の保全においては劣化状況に対して所要の強度を有しているか否かの判断が最も重要となりますが、現状では外観状況のみでの取替要否判定に留まっています。そのため、劣化状況に応じたコンクリート柱取替のための根拠や判定基準が求められていました。

本論文では、営業線におけるコンクリート電柱の劣化状況調査や、営業線で撤去した電柱の曲げ耐力試験や材料分析の結果から、コンクリート電柱の主な劣化過程を明らかにしました。また、劣化過程に基づいて、コンクリート電柱保全判定フローを提案しました。

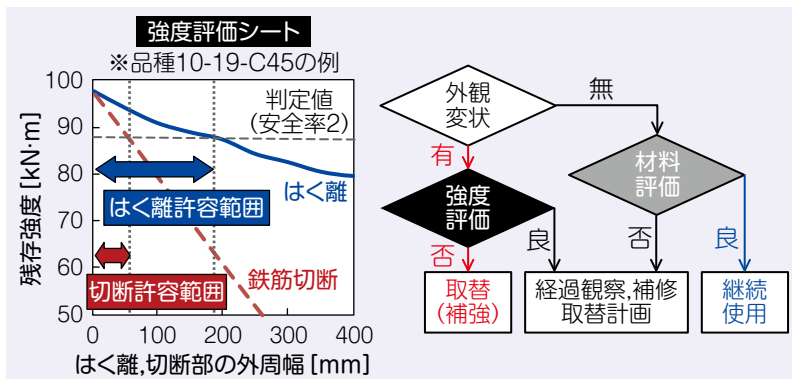


図 電柱保全判定フローの概要