

架線・パンタグラフの三次元シミュレーション

小山達弥 長尾恭平 池田充

車両に電力を安定供給するためには、架線とパンタグラフの動的挙動を把握する必要があり、その方法の一つとしてシミュレーションが用いられます。鉄道総研では架線・パンタグラフシミュレーションの開発を進めており、種々の改良を継続的に行ってきました。その一つとして、三次元の架線モデルとパンタグラフモデルを用いたシミュレーション手法を開発しました。本手法では、これまでのシミュレータでは困難であった架線の三次元配置やパンタグラフの三次元形状、例えば、これらを考慮する必要のあるわたり区間の解析が可能となります(図参照)。本手法による解析では、パンタグラフが本線のトロリ線と接触する地点などを把握できるよう

になり、わたり区間におけるトロリ線高低差の基準値の策定などに活用できると考えています。本稿では、本手法を解説するとともに、計算事例を紹介します。

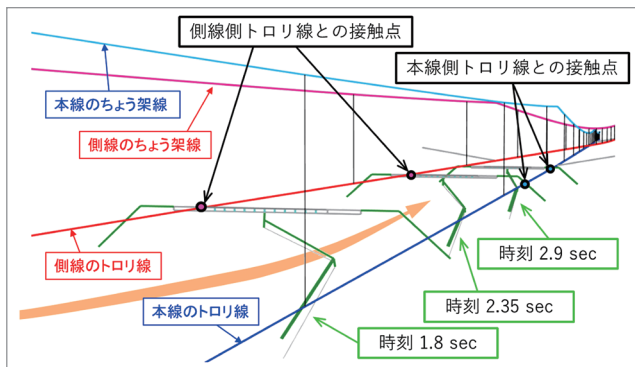


図 わたり区間における計算例
(側線から本線にパンタグラフが30km/hで進入)

電車線非接触測定装置の在来線車載試験による性能検証

松村周 根津一嘉 薄広歩 川畑匠朗 渡部勇介

架空電車線は屋外に長距離にわたって敷設されており、走行する車両にエネルギーを供給するため重要度が高い設備です。この電車線の保全の高度化とコスト低減を実現するためには、車上から電車線設備の詳細な3次元構造を高頻度に測定する必要があります。そこで、営業車に搭載可能な電車線非接触測定装置を開発しました(図)。この装置は、カメラとレーザースキャナーを組み合わせた線条位置測定と、画像を用いた機械学習による電車線金具検出により、電車線の3次元構造測定を実現しています。在来線で電車線非接触測定装置の車載試験を行った結果、トロリ線静高さの繰り返し測定精度はおよそ12mmと実用上十分に高

く、電車線金具(ハンガー)については90%以上を検出可能であることを確認しました。

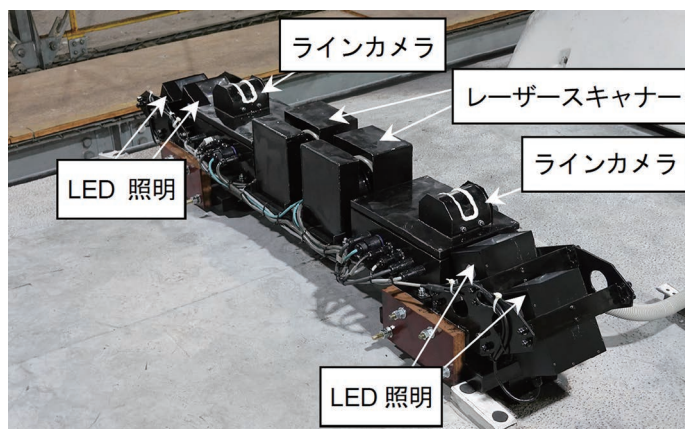


図 電車線非接触測定装置の外観

小ロット需要に対応可能で低コストな高速電車線用トロリ線の開発

白木理倫 山下主税 菅原淳 小原拓也 中本齊 池田国夫

高速電車線用トロリ線としてコバルト-りん系析出強化型銅合金トロリ線(CPSトロリ線)を開発しました(図)。CPSトロリ線は、現行のクロム-ジルコニウム系析出強化型銅合金トロリ線(以下、PHCトロリ線)と同等の強度と導電率を有し、PHCトロリ線に対して置き換え使用を目標として開発しました。PHCトロリ線は製造工程の都合上、鉄道事業者の小ロット需要に対して柔軟な対応ができない課題があるのに対し、CPSトロリ線は硬銅トロリ線やすず入りトロリ線と同じ製造方法である連続製造圧延での製造が可能となり、両トロリ線と同様の小ロット製造が可能とし、PHCトロリ線よりも低コスト化を実現しました。

本稿では、CPSトロリ線の組成や仕様、定置試験ならびに現地敷設試験結果を報告します。

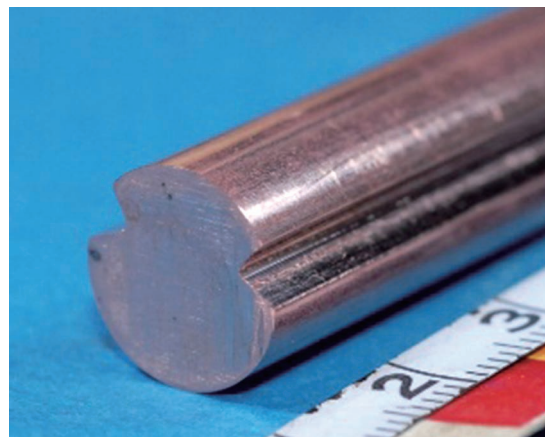


図 CPSトロリ線の外観

新幹線における高速区間と低速区間のトロリ線摩擦面の相違

宮平裕生 久保田喜雄

新幹線では駅構内などの低速区間で中・高速区間よりトロリ線の摩耗率が高く、特にパンタグラフ停止位置近傍の摩耗率が局所的に高いことが知られています。しかし、そのメカニズムは明らかになっていません。新幹線ではトロリ線が局所的に摩耗した場合にトロリ線全体を取り替える必要があるため、低速区間での高摩耗率はトロリ線のメンテナンス費用を押し上げる要因となっています。そこで、低速区間でのトロリ線摩耗率の増加メカニズム解明の一助とすべく、トロリ線摩擦面の状態と元素分析結果を低速区間と高速区間で比較しました。

その結果、低速区間のトロリ線摩擦面は銅色で、パンタ

グラフ停止位置の鉄の割合は高速区間よりも小さく、1%を超えることはほとんどありませんでした。一方、高速区間のトロリ線摩擦面は、駅から離れるほど黒色部が増加する傾向が認められました。また、この黒色部からすり板の潤滑成分はほとんど検出されませんでした。

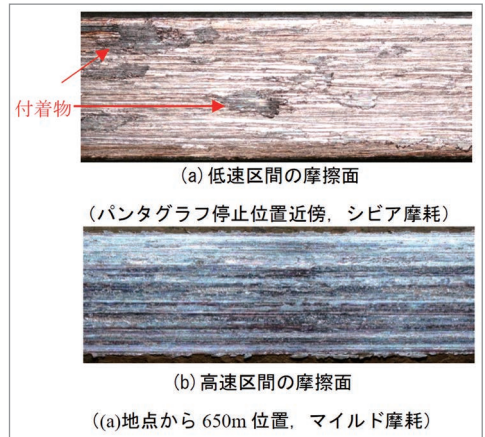


図 速度域によるトロリ線摩擦面の相違

複合架線によるエアセクション箇所のトロリ線断線対策の提案

近藤優一 和田祥吾 早坂高雅 伊東和彦

エアセクション箇所に電車が停車すると、トロリ線とパンタグラフのすり板が不完全な接触状態となり、トロリ線とすり板の間にアークが発生する場合があります。このアークによってトロリ線の温度が上昇し、軟化によりトロリ線の強度が低下して破断する恐れがあります。

そこで、本研究では、エアセクション箇所のトロリ線断線対策として、低コストかつ保守性に優れた「AS複合架線」を開発しました。AS複合架線は、トロリ線の上方に無張力の保護線を金具で取り付けるだけの簡単な構造でありながら、アークを消弧する機能を有しています。

しかしながら、アークが発生した場合にはトロリ線張替が必要となる可能性があることから、エアセクションに車

両が停車した際には電力係員は現地にてトロリ線のしゅう動面を確認する必要があります。そこで、アークが発生していない場合の現地確認作業の削減を目的に、AS複合架線の保護線のひずみからアークの発生を検知する方法についても検討しました。

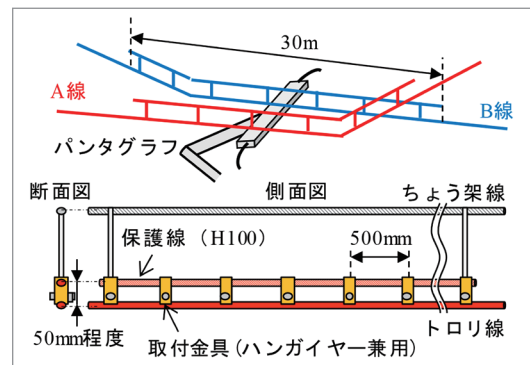


図 AS複合架線概略

列車通過時の高架橋振動による電車線路設備損傷の低減対策

常本瑞樹 松岡弘大 後藤恵一 薄広歩 以倉慶子

列車通過時の高架橋振動により電柱や架線などの電車線路設備が大きく振動し、線条や金具が破損する事象が発生しています。この事象の発生状況は、高架橋の桁や電柱の形式・種類によって異なることから、電車線路設備損傷の発生条件を明らかにして、対策要否判定基準を明確化することが求められています。

本研究では、高架橋と電柱の複雑な連成問題を計算可能な連成振動解析法を開発し、解析値が営業線における実測値と概ね一致することを確認しました。そしてこの解析法を用いて、電車線路設備の振動が大きくなる条件を明らかにしました。

また、電車線路設備被害低減のため、過大な線条応力の発生条件を明らかにして、電柱振幅によって電車線路設備損傷に対する対策要否を判定するフローを提案しました。さらに、より低コストで施工が容易な新しい架線金具を開発しました。

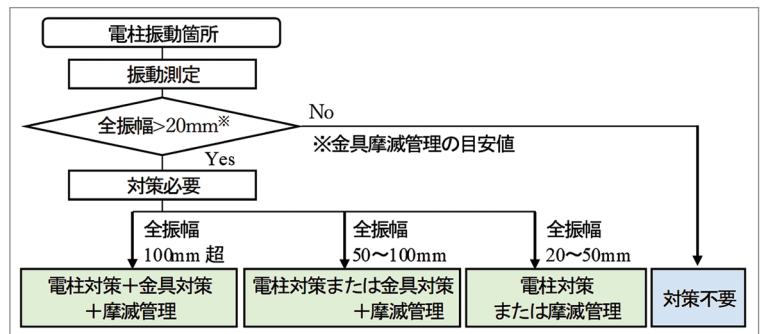


図 電柱振動に対する対策要否判定フロー

大電流のアークを伴う直流高抵抗地絡の検出手法

森本大観 樋口靖展 赤木雅陽

直流き電回路における高抵抗地絡は、その電流が平常時の電気車電流（数千A）よりも小さいことから、検出・判別が極めて困難です。直流高抵抗地絡故障が生じると、設備の損傷や電気火災などが生じ、大きな輸送障害となる場合があるため、その検出・保護手法の構築は直流電気鉄道において永年の課題です。電車線路に放電ギャップ装置等を追加する方法は既に実用化されていますが、導入費用や保守作業の増加が課題とされています。

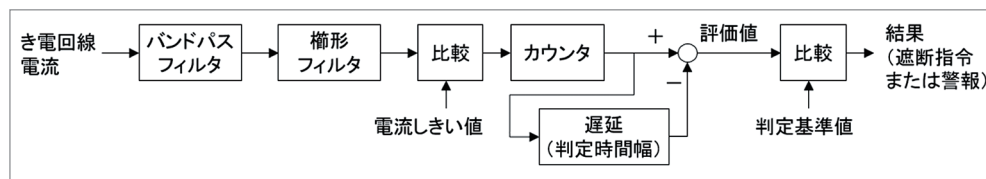


図 き電回線電流から直流高抵抗地絡を検出するアルゴリズム

高圧配電線路用避雷器の劣化表示手法

樋口靖展 赤木雅陽 森本大観

高圧配電線路に設けられている避雷器が劣化して地絡故障に至り、停電が発生することがあります。この地絡自体は変電所の保護継電器で検出できますが、地絡を起こした避雷器の外観には変化が生じないため、巡視等による地絡発生箇所の探索・特定には多くの時間を要しています。

近年、信号システム、駅のバリアフリー設備や情報機器等の電源である高圧配電線路のダウンタイム縮小が強く求められていることから、本研究では、高圧配電線用避雷器の劣化箇所を表示する装置の開発を行いました。まず、直流き電区間の高圧配電線路において、従来用いられている「避雷器切り離し装置」と変電所保護継電器の動作条件の相違を明らかにしました。これをもとに、避雷器の劣化に

本研究では、変電所のき電回線電流の計測のみで直流高抵抗地絡を検出する手法について、実際に発生した事故の電流記録波形から得られた知見等をもとに、検出アルゴリズムを提案しました。変電所に従来設置されているΔI形故障選択継電器では検出ができなかった直流高抵抗地絡故障のうち、地絡電流が1000A程度以上でアークを伴う事例について、5秒程度で地絡の検出が可能であることを確認しました。

よる地絡を確実に表示できる新しい高圧避雷器劣化表示器の仕様策定と試作を行いました。現地試験等により、試作した表示器は所期の性能を有し、高圧避雷器の劣化による地絡の表示が可能であることを確認しました。

