

VVVF制御車に適した直流変電所保護手法の基礎検討

小西武史 伊東和彦 今村英樹

直流電気鉄道におけるき電回路の事故電流検出は、主に変電所の回線電流の立ち上がり特性 (ΔI 電流) の監視により行っています。近年の電車の主流であるVVVF制御車は、従来の抵抗制御車とは立ち上がり特性が大きく異なりますので事故電流との判別方法の改善が望まれています。そこで、VVVF制御車と抵抗制御車が混用され、両者とも回線電流が大きい直流変電所において、回線電流と ΔI 電流を測定しました。その結果、 ΔI 電流は、多くの測定変電所において、VVVF制御車や抵抗制御車の加速力行時よりも、VVVF制御車のパンタグラフが離線した後の「再着線」時に最大となるケースが多いことを確認しました(図)。

これは、 ΔI 電流の整定値を単純に下げて故障検出機能を高めるのは困難であることを示しています。そこで、再着線に伴う回線電流の変動は50ms以内に収束して立ち下がる特性に着目し、再着線と故障を判別する複数の手法を組み合わせることを有効であることを明らかにしました。

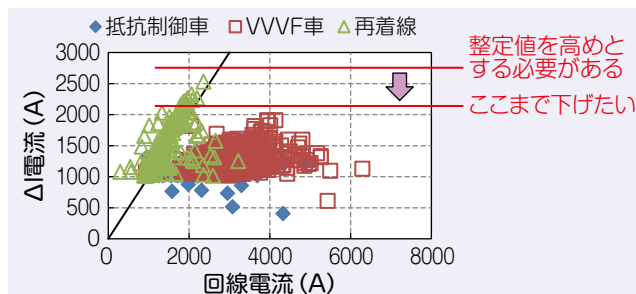


図 変電所の回線電流と ΔI 電流の分布例

整流器用可変リアクトルの設計手法

森田岳 彦坂知行 林田広和 加藤昌史

直流電気鉄道の変電所では、電力会社から供給される三相交流を電車の走行に必要な直流へ変換しています。電車の運転状況に応じて整流器の出力電圧を制御することができれば、回生電力の利用率が向上し省エネ化が期待できますが、最も一般的な変換装置であるダイオード整流器(表の左側)は電圧制御ができません。既に実用化されている自励式整流器(表の中央)では電圧制御が可能ですが、価格がダイオード整流器の10倍程度と高コストです。そこで、整流器用変圧器とダイオード整流器の間に可変リアクトルと制御装置で構成される電圧調整装置を接続する、新しい変換装

置を開発しました(表の右側)。本装置は可変リアクトルの電圧降下を調整して、整流器の出力電圧を制御します。本研究では、コア技術となる可変リアクトルの構造検討と設計手法開発を行いました。逆潮流ができない等の制約がありますが、自励式整流器に比べ1/5程度のコストで電圧制御が可能であることを確認しました。

表 直流電気鉄道用変電所の変換装置種別

方式	ダイオード整流器	自励式整流器	新しい制御方式
機器構成			
電圧調整	不可	可	可
逆潮流	不可	可	不可
大凡の価格	1(基準)	10	1.5~2
位置付け	現行の標準	実用の最新技術	今回開発の制御技術

電車線コネクタの疲労対策

山下主税 小原拓也 小林樹幸

電車線コネクタは、電車線のトロリ線やちょう架線などの線条間を、電気的に接続する金具です。電車線の振動によってコネクタリード線に疲労き裂が進展し、場合によっては断線に至る場合があるため、抜本的なコネクタ疲労対策や耐疲労性を有するコネクタの開発が求められています。そこで本研究では、コネクタの疲労要因として、トロリ線とちょう架線の振動変位およびコネクタの共振に着目し、電車線—パンタグラフシミュレーションにより、コネクタの疲労を促進させる条件を明らかにし、対策を提案しました。また、コネクタの耐疲労性を評価するマップを作成し、開発するコネクタの耐疲労設計目標を定め、1千万回以上の耐疲労性を有するコネクタの設計指針を提案しました。

さらに試作したコネクタの現地架設試験を行い、トロリ線摩擦を大きく増大させないことを確認しました。

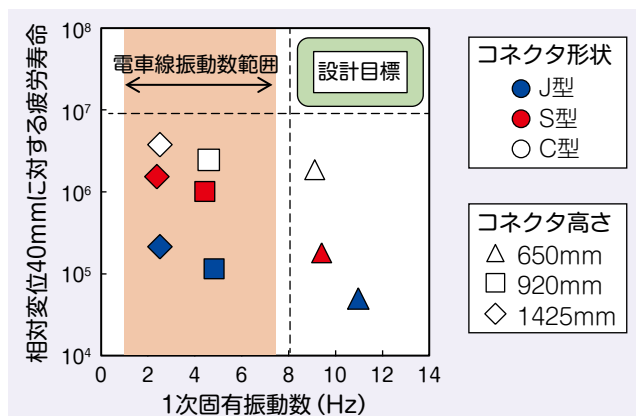


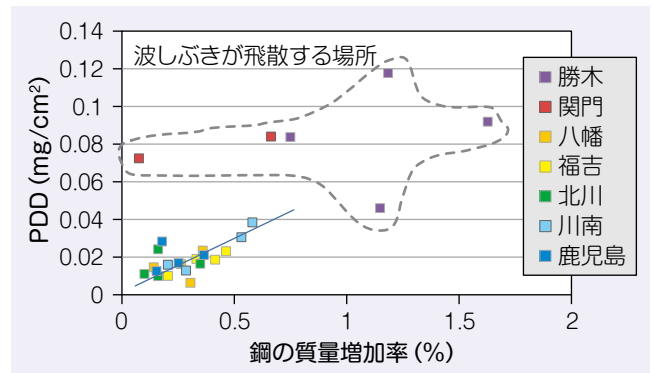
図 コネクタ耐疲労性評価マップ

電車線路設備における腐食・塩害環境の定量化に向けた基礎検討

白木理倫 柴田直樹 平川慎太郎 近藤優一 園田洋平 白水義人

鉄道事業者において、電車線路部材の耐食性向上は解決すべき優先度の高い課題のひとつですが、現状、腐食環境を定量的に示す指標や考え方はほとんどありません。そこで、鉄道総研ではがいしの汚損程度や腐食量を、測定が容易な指標により推定する研究を行っています。今回、その検討材料として腐食や塩害に関するデータを取得しました。本論文では、これらのデータを示すと共に、腐食・塩害環境の定量化に向けた基礎検討の結果を報告します。具体的には、がいしの汚損程度を示す2つの指標（等価塩分付着密度と不溶性物質付着密度）を組合せた新たな指標である汚損密度 (PDD) を提案し、波しぶきや海水がかかる特異

な環境を除くとPDDと鋼の質量増加率に一定の相関があることを示しました(図)。これは、腐食環境をPDDという間接的な指標で評価、定量化できる可能性があることを示しています。



ダンパハンガの経年劣化に対する集電性能の評価

佐藤宏紀 清水政利 早坂高雅 常本瑞樹

在来線高速区間の合成シンプル架線は現在経年が25年以上となり、今後金具類の計画的取替が必要になると考えられます。しかし、合成シンプル架線に使用されているダンパハンガの取替指標や保安全管理方法は明確にされていません。そこで、経年25年の撤去品ダンパハンガに対し、単体での変位-荷重試験、自由振動試験、および部材の外観、寸法検査を行い、新品との特性差や部材の劣化状況を確認しました。また、経年25年と新品のダンパハンガを営業線に架

設して走行試験を行うことにより、ダンパハンガの経年による集電性能への影響を明らかにしました。その結果、ダンパハンガの内部部材劣化等は確認されず、単体では摩擦力に起因する減衰性能の変化が見られるものの、走行試験では良好な性能を維持していることを確認しました。さらにシミュレーションにより、ダンパハンガ単体の減衰性能変化による集電性能への影響は経年25年の現時点では認められないことを示しました。

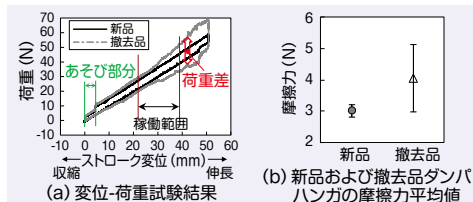


図1 ダンパハンガ単体の変位-荷重試験および摩擦力の平均値測定結果

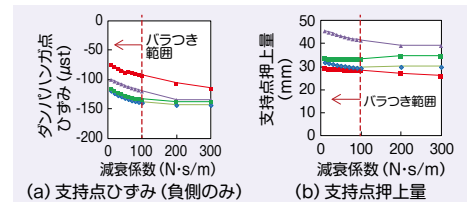


図2 ダンパハンガ単体の減衰係数が集電性能に与える影響 (パンタグラフ間隔40m, 60m/径間40m, 60m)

ガスばね式張力調整装置における集電性能の評価

武藤洋 清水政利 佐藤宏紀

電車線の静的な構造や集電特性は、気温変化に起因する張力変動の影響を受けるが、近年採用が広がりつつあるガスばね式張力調整装置 (GSTB) を採用した場合の影響については明らかにされていません。そこで、種々の電車線の条件 (線条の種類や引留長) や状態 (トロリ線摩耗, 温度) に対して、ガスばね式の張力調整装置単体の特性が、電車線の静的な構造 (張力, 静高さ) や集電性能に及ぼす影響を評価する手法を提案しました。

本手法を用いて、GSTBを新幹線のヘビーコンパウンド架線に適用した場合において、多分割すり板方式ではないパンタグラフ条件で想定される集電性能が気温変化によって、どの程度影響を受けるのかを評価したところ、標準状

態 (15℃) に対して、気温が±25℃変化すると、トロリ線支持点トロリ線押上量で±15mm程度、トロリ線ひずみで±170×10⁻⁶程度、それぞれ変動するものの、走行速度300km/h以下ではトロリ線の押上量および、ひずみの最大値はいずれも目安値以内であることが分かりました。

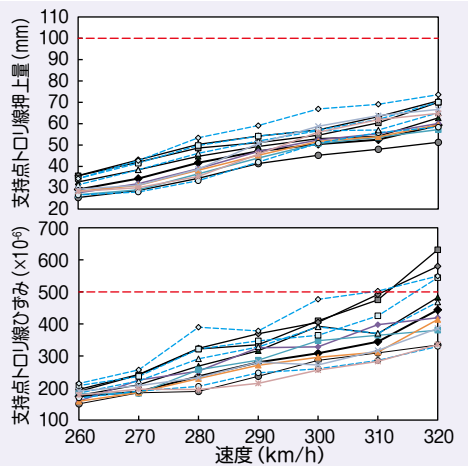


図 シミュレーションによる集電性能算出結果

減衰機構を付与した電化柱の地震応答加速度の補正手法

原田智 豊岡亮洋 小野寺周 岡部源太

2011年の東北地方太平洋沖地震では、鉄道高架橋上の電化柱が折損するなど多数の被害が生じたため、それらの既設電化柱の耐震性能を向上させる種々の工法が提案されています。その中には、電化柱にダンパ等を設置して減衰機構を付与する工法がありますが、現行の電車線路設備耐震設計指針の計算手法はこの種の電化柱に未対応であり、その耐震性能評価が困難であるという課題がありました。

そこで、減衰機構を付与した電化柱が有する減衰性能を適切に評価する手法を提案し、1自由度系モデルを用いた評価手法を示しました。さらに、上記のような電化柱が有する減衰性能に応じた応答加速度を算定することによって、G2地盤およびG3地盤における現行の加速度応答スペクト

ルを用いて、電化柱単体および減衰機構を含めた電化柱全体系の減衰定数に応じて補正する手法を提案しました。本稿では、これらについて詳細を報告します。

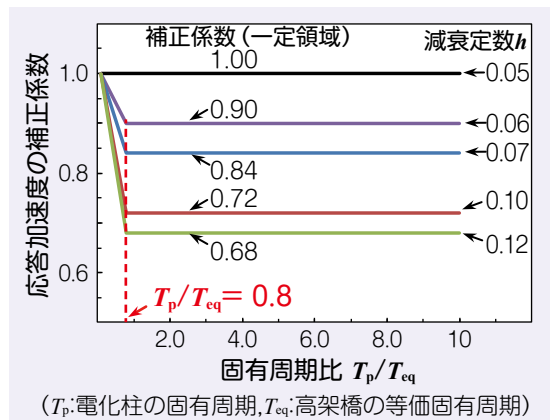


図 提案する応答加速度の補正係数