

パンタグラフの接触力測定方法 及び接触力測定装置

現在、電気鉄道の多くは線路上空に設けられた架空電車線（架線）と車両屋根上に搭載したパンタグラフとを摺動接触させることにより、地上設備から車両への電力供給を行なっています。架線設備は、軽量で建設コストも安いことから、高速鉄道から地方交通線まで広く用いられていますが、高速になればなるほど架線とパンタグラフとの接触状態を良好に保つことが難しくなってきます。そこで、接触状態を評価するものさしが重要になります。

このものさしとして、パンタグラフが架線から離れた時間の割合（離線率）を評価することが古くから行なわれています。ただし、離線率は車両条件の違い（高圧母線の有無）や集電電流の大きさなどの影響を強く受けるため、その評価には多分に経験的な要素が含まれてしまうという欠点がありました。そこで、架線とパンタグラフの間の接触力を直接測定する方法について多くの提案がなされてきましたが、高い電圧が印加されたパンタグラフに作用する接触力を高い周波数まで精度よく測定することは容易なことではありませんでした。

本特許は、パンタグラフと架線との間に作用する接触力を高い周波数領域まで精度よく測定する方法を提示したも

のです。舟体の端部付近に生じる応力は接触力の大きさに応じて変化することから、この応力を荷重計あるいはひずみゲージにより計測することが接触力測定の基本です（図1）。ただし、接触力が動的に変動する場合には舟体自身の慣性力が舟体端部の応力に影響を及ぼすため、慣性力の影響を取り除くことが必要です。また、新幹線のように高速で走行する場合には舟体に作用する揚力の影響も無視できません。したがって、慣性力や揚力の影響をいかに正確に見積もるかということが、そのまま接触力の測定精度を決定付けることになります。

本特許は、舟体の慣性力を正しく見積もるため、舟体の挙動を固有モードの重ね合わせによって表す方法を提示しています。従来の接触力測定方法では、舟体を剛体とみなして慣性力を見積もっていたため、弾性振動が卓越する高い周波数領域では接触力の測定に大きな誤差が生じていました（図2（a））。パンタグラフ形式により異なりますが、測定可能な周波数特性はおおむね20～40Hz以下でした。本特許を適用すると、図2（b）に示すように高い周波数領域まで精度よく接触力を測定することが可能となります。

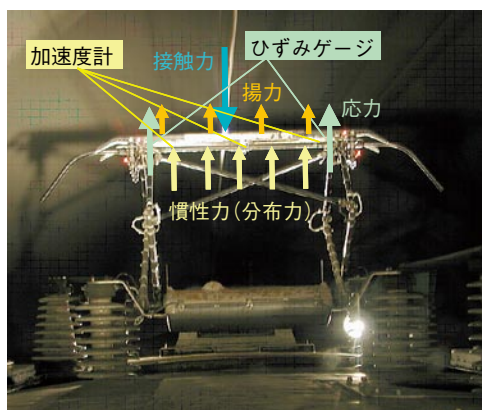


図1 接触力測定の実験装置

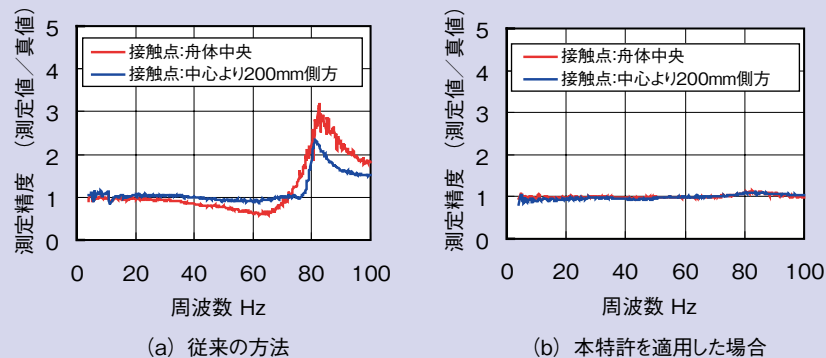


図2 接触力測定精度の比較例

発明余話

本発明は、実験によるトライアンドエラーから始まりました。接触力の測定精度が高周波領域で低下する原因が慣性力の見積り誤差にあり、精度のよい見積りのためには慣性力を評価する情報量、すなわち加速度センサの数が足りないのだらうということは漠然と理解していました。そこで、とにかく加速度センサ数を増やしてみると精度がよくなるだろう、という気持ちで実験を行なってみたところ、意外と簡単に接触力の測定精度が向上することが確認できました。ただし、加速度センサの数を増やすと測定精度がなぜ向上するのか、ということについて、きちんとした物理的説明をすることができたのは、当時の研究部（基礎研究部）の先輩から、「定性的な説明ではなく、モデル化と数式による記述によって現象をきちんと説明すべきである」、とのアドバイスを頂いたことがきっかけでした。このアドバイスには今でも感謝をしています。

本特許の適用例を図3に示します。新幹線のシングルカテナリ架線区間において接触力を計測した例です。接触力変動の増加要因であるトロリ線の波動を積極的に低減するため、この区間の一部にはダンパハンガが取り付けられています。実際に接触力を測定した結果、ダンパハンガを取り付けた区間では接触力変動が低減していることが明瞭に示されました。この例のように、接触力を測定することによって架線設備の良否を定量的に評価することが可能となります。

近年、日本の鉄道界も国際ビジネスとは無縁ではいられ

《権利メモ》

発明の名称：パンタグラフの接触力測定方法及び接触力測定装置

概要：パンタグラフに作用する接触力を高い周波数範囲まで精度よく測定する方法および測定装置

出願番号：特願平11-191611 (1999.7.6)

公開番号：特開2001-18692 (2001.1.23)

特許番号：特許第3618062号 (2004.11.19)

発明者：池田 充

ない状況になりました。海外では架線とパンタグラフとの接触状況を接触力で評価する方法が主流です。本特許が、日本がこの分野においても世界をリードするための一助となれば幸甚です。

(鉄道力学研究部 集電力学 池田充)

※記事に関するお問合せ先
情報管理部(知的財産)
NTT：042-573-7220
J R：053-7220

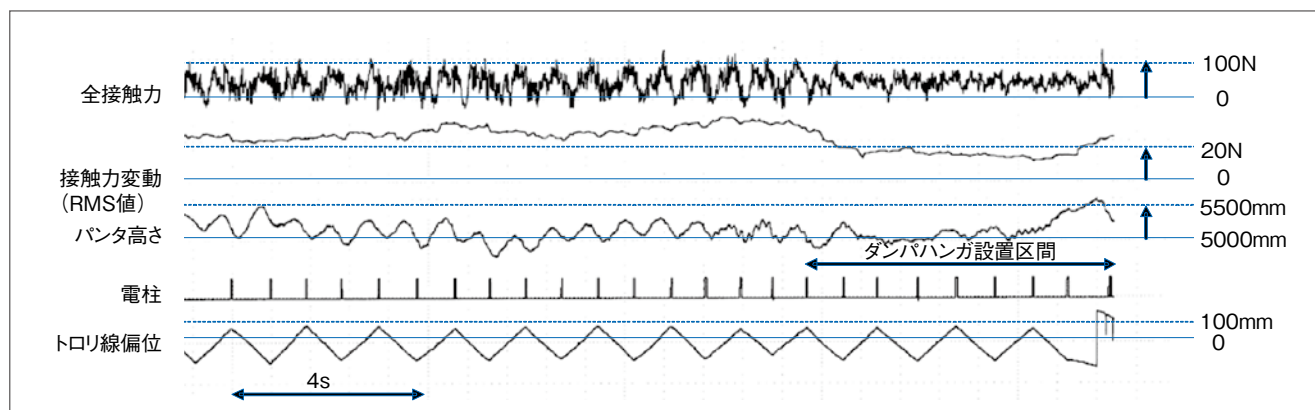


図3 営業線における接触力測定例