

3417 トロリ線歪み増大箇所の検出

A detecting method for excessive strain occurrence in contact wire

○宮崎 修造 八野 英美 塚本 大吾 (西日本旅客鉄道株式会社)

Shuzo MIYAZAKI, Hidemi YANO, Daigo TSUKAMOTO, West Japan Railway Company

It is necessary to measure and check contact wire strain in the case of environmental change of wire and pantograph system, and in order to prevent the wire accident beforehand over the whole area, it is necessary to grasp the birthplace point of a work size value. Then, the method of presuming a work ground point based on contact force measurement data is performed in a tentative way, and the validity of the presumed method is verified.

Keyword: Shinkansen, contact wire strain, contact force

1. はじめに

新幹線を始めとする高速電気鉄道では、パンタグラフがバネ等によりトロリ線を押上げる構造となっており、パンタグラフ通過時にはトロリ線に曲げ歪み等による応力が発生する。トロリ線で主に使用されている銅合金は、塑性変形を起こさないような応力でも、繰り返し受けることで線材に疲労が蓄積して断線するおそれがあるため、このトロリ線応力(歪み)について、経験上増大傾向がみられた箇所で、測定・管理を行ってきた。

今後も、架線・パンタグラフ系の環境変化の際には、トロリ線歪みを測定・確認する必要があるが、全線にわたって断線事故を未然防止するためには、歪みの増大箇所を確実に把握する必要がある。

そこで、トロリ線歪みの増大箇所を推定する手法を試験的に行い、推定手法の妥当性の検証を行った。

2. 現在のトロリ線歪み測定の実態

トロリ線歪み測定では、加圧されているトロリ線に歪みゲージを貼り付けるため、接地部との縁切りを施す必要がある。そのため、歪みアンプやバッテリーを加圧部に設置しなければならず、データ収録についても、無線通信等で地上にデータ送信するか、記録媒体を加圧部に設けなければならなかった。そのため、実際に測定を行うことができるのは、2~3点程度に過ぎず、代表的な測定地点を選ぶ必要があった。

しかし、トロリ線歪みは、パンタグラフとの瞬時の接触状態や架線の架設状態等によって左右されやすいため、他の地点で発生している増大値を見逃しているおそれがあった。

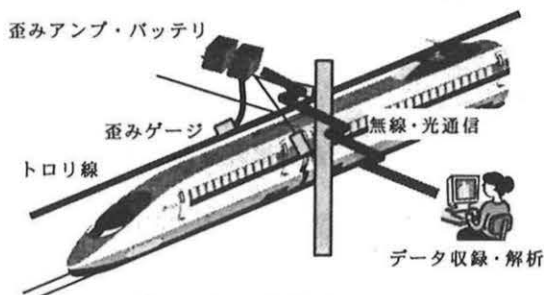


図1: トロリ線歪み測定概要

3. 接触力測定によるトロリ線歪み増大箇所の推定

3.1 接触力とトロリ線歪みの相関

トロリ線歪みの増大箇所を確実にかつ効率的に検出するためには、連続的にトロリ線歪みを算出・推定する必要がある。そこで、車上データから連続的にトロリ線歪みを推定する方法として、(財)鉄道総合技術研究所によって研究されてきた、接触力測定データを活用する手法に着目した。1)

トロリ線とパンタグラフの間に作用する力を接触力と呼んでいるが、トロリ線を弾性支床(連続適に分布しているバネ)上の梁モデルとみなすと、この接触力Fとトロリ線応力σは、次式の関係となる。

$$\sigma = \frac{F}{2Z} \sqrt{\frac{EI}{T}} \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \quad (式1)$$

EI: 曲げ剛性 v: 列車速度 c: 波動伝播速度

式1からわかるように、トロリ線応力(歪み)値と接触力値は相関が大きいと考えられる。

3.2 接触力とトロリ線歪みの実測値対比

そこで、接触力を実車上で連続的に測定し、トロリ線歪み測定地点通過時の接触力の瞬時値と、地上で測定したトロリ線歪みのピーク値との対比を行った。

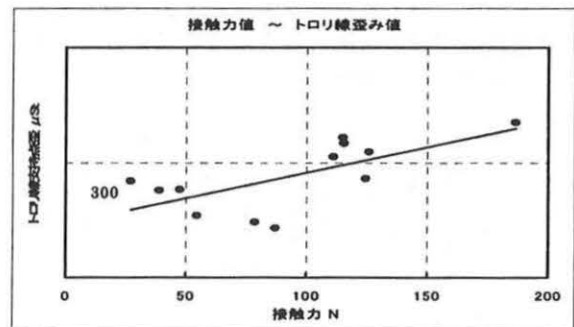


図2: 接触力とトロリ線歪みの実測値対比

測定・対比の結果、接触力瞬時値とトロリ線歪みピーク値とは、バラツキみられるものの、概ね相関性が

あることがわかった。

なお、バラツキの要因は、接触力や地点検知の測定誤差による影響のほか、トロリ線歪み値が、測定地点の接触力瞬時値だけでなく、測定地点前後の接触力値（波形）の影響を受けているためと推定される。

3. 3 トロリ線歪みの増大地点の推定

接触力の発生分布を検証した結果、接触力は、概ね0～150Nで変動していた（接触力0N＝離線のため、負の接触力は測定誤差等の影響）が、200Nを超えるような箇所もみられ、その多くはオーバーラップ箇所であったが、一部の一般箇所でもみられた。

このような接触力の増大地点では、トロリ線歪みが増大していることが推定される。

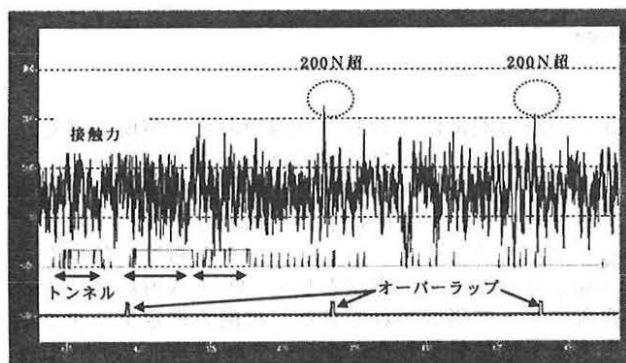


図3：接触力発生分布

4. トロリ線歪み増大箇所推定の検証

接触力測定からトロリ線歪みが増大していると推定された箇所のうち、オーバーラップ箇所と一般箇所（トンネル突入箇所）において、トロリ線歪み測定を行い、地点推定の妥当性を検証した。

4. 1 オーバーラップ箇所での検証

オーバーラップでは、電柱に引き留められる架線（A線）から、新たに摺動する架線（D線）へと、パンタグラフとの接触・摺動が移行するため、D線において、パンタグラフとの接触開始による衝撃や、A線引きあがり直後の接触力の負担増によって、トロリ線歪みが増大している懸念があった。

そこで、オーバーラップの高さ構成とトロリ線磨耗の進行分布から、パンタグラフとD線との接触開始地点、及びA線退出後の接触力増大地点を推定したうえで、トロリ線歪み測定を行った。

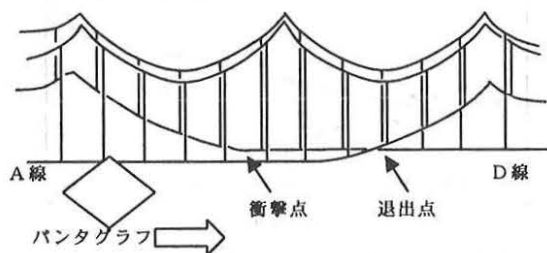


図4：オーバーラップ箇所概要

測定の結果、接触開始点、A線退出点とも、トロリ

線歪みは十分小さい値であった。

接触開始点については、A線とD線に接触力が負荷されるので、一線あたりの負担が軽減されていると推定される。一方でA線退出点については、接触力がD線のみを負荷されるので、接触開始点に比べてトロリ線歪みが大きくなっているが、支持点（曲引イヤー箇所）ほど応力が集中していないと推定される。

表1. オーバーラップ・トロリ線歪み測定結果

	摺動開始点		支持点		A線退出点	
	前	後	前	後	前	後
平均値	123	107	201	211	184	142
標準偏差	26	25	49	51	47	49

※単位 μst

4. 2 トンネル突入箇所の検証

トンネル突入箇所では、突入時の走行風上昇による揚力変動によって、トロリ線歪みが増大している懸念があった。

そこで接触力の増大値がみられた箇所においてトロリ線歪み測定を行った結果、比較的大きなトロリ線歪みが発生している傾向がみられた。地点推定が妥当であったと考えられる。

（トンネル全長約220m、入口から約90m地点で測定）

表2. トンネル突入箇所・トロリ線歪み測定結果

	前パンタ	後パンタ
平均値	387 μst	417 μst
標準偏差	47 μst	41 μst

この地点は200N超の接触力が複数試番で発生している特異箇所であったため、突入時の走行風の異常上昇や、架線不整等による影響が考えられる。詳細な要因について今後調査していきたい。

5. まとめ

本稿では、車上で連続的に測定した接触力データをもとに、オーバーラップ以外の一般箇所において、トロリ線歪みの増大値発生箇所を推定・検出することができることがわかった。

今後は、増大接触力の発生・再現がみられる箇所を中心にトロリ線歪み測定を行い、車上の接触力測定からトロリ線歪み増大地点を推定・検出する手法の深度化を図るとともに、他形式のパンタグラフでも接触力測定を行っていきたい。

なお、接触力の測定は（財）鉄道総合技術研究所 集電力学研究室及び集電管理研究室と共同で実施したものである。

参考文献

（1）池田 充、他：「接触力の測定手法と架線設備診断への応用に関する研究」、鉄道総研報告、2002年6月