

正 [電] ○井上 輝明 正 [電] 沖本 文男 館野 勉

東海旅客鉄道株式会社

Examination of high tension contact wire

Teruaki INOUE, Fumio OKIMOTO, Tsutomu TATENO (Central Japan Railway Company)

For the overhead catenary system, adopting of high tension overhead lines is one way to reduce contact wire uplift and strain due to the passage of pantographs. The total tension of overhead wires were 29.4kN, and the tension of contact wire was 9.8kN at the time of the opening of the Tokaido Shinkansen in 1964. In the 1990s, we have been suppressing contact wire uplift and strain due to the improvement in operating speed by raising the contact wire tension. Since then, further raising tension of the contact wire has not been implemented. In this paper, we report the results of high-tensile test of the contact wire in the Tokaido Shinkansen.

Keywords : contact wire, high tension catenary system

1. はじめに

カテナリ式の架線において、パンタグラフの通過に伴い発生するトロリ線の押上・ひずみを抑制する方法の1つに架線の高張力化がある。東海道新幹線では、1964年の開業時に架線総張力 29.4kN の合成コンパウンド架線が採用された。1975~1990年には架線総張力 53.9kN のヘビーコンパウンド架線化を実施し、1990年代には営業速度の向上に伴いトロリ線張力を 14.7kN から 19.6kN へ引き上げることで架線の押上・ひずみを抑制してきた。本論文では、さらなる押上・ひずみの抑制を検討するため、東海道新幹線営業線の明かり区間においてトロリ線張力を 24.5kN (架線総張力 58.8kN) へ引き上げることに伴って架線の押上・ひずみ抑制試験を実施したので結果を報告する。

2. 高張力化対応トロリ線の選定および性能確認試験

2.1 高張力化対応トロリ線の選定

トロリ線を選定するにあたり、トロリ線張力を 24.5kN へ上げても疲労限度を維持しつつ、押上・ひずみの大きさも低減することを考えた。そこで、高張力化に対応可能なトロリ線を選定するため、銅被覆鋼トロリ線「GT-CSD」、析出強化型銅合金トロリ線「GT-PHC¹⁾」、銅合金トロリ線「GT-SNN²⁾」の3種類について比較検討を行った。なお、現在、東海道新幹線では検知線入り銅被覆鋼トロリ線を高速区間の標準的なトロリ線として採用している。ここで、検知線入りトロリ線とは、トロリ線に2本の絶縁電線を埋め込むことで所定以上の摩耗を検知可能とした電線である。比較検討は、以下の3項目についてそれぞれ評価した。

- ① 現行と同等の電流容量を確保できるか。
- ② トロリ線摩耗検知対応のため検知線の挿入が可能か。
- ③ 24.5kN 化に対応できる引張耐荷重があるか。

表1に評価結果を示す。GT-CSDは、摩耗による断面積の減少を考慮した場合、現行の張力 19.6kN では張力と安全率から求められる最小必要断面積に検知線の挿入に

表1 24.5kN 化対応トロリ線の選定

品名記号	GT-CSD	GT-PHC	GT-SNN
断面積 170mm ²	○	○	○
検知線挿入	△	×	○
引張耐荷重	△	○	○
引張荷重(kN)	72.3	97.5	75.1
安全率	2.5	2.2	2.2

※引張荷重については新品による実施例

必要な断面積を加えても摩耗による断面積の減少余地が十分に残るだけの引張耐荷重があるものの、24.5kN では摩耗による断面積の減少余地がほぼ残らないため引張耐荷重を確保するには検知線の挿入が困難である。GT-PHCは、24.5kN の張力と安全率から十分な引張耐荷重を有するものの、検知線を埋め込む加工が困難である。GT-SNNは 24.5kN の張力と安全率から最小必要断面積に検知線の挿入に必要な断面積を加えても摩耗による断面積の減少余地が十分に残るだけの引張耐荷重があるとともに、検知線を埋め込む加工も可能であることからGT-SNNを採用することとした。ここで、表1でGT-CSDの安全率が他のトロリ線と異なるが、これは複合トロリ線であることによる。

2.2 高張力化対応トロリ線の機械的特性確認試験

前項で選定したGT-SNNに検知線を挿入したトロリ線を試作して機械的特性試験を実施した。表2に試験結果

表2 機械的特性試験の結果

項目	目標値	実測値
引張荷重(kN)	70.0 以上	71.9
引張強さ(MPa)	430 以上	441
伸び(%)	3.0 以上	3.8
導電率(%)	80 以上	83.8
曲げ(回)	8 以上	16
質量(g/m)	1433 ~ 1492	1449
耐熱性(%)	10 以下	7.7

を示す。試験項目は引張、伸び、導電率、曲げ、形状、質量、耐熱性の測定として、すべての項目について試作品の目標値以上の結果が得られた。

3. トロリ線高張力化による押上量抑制効果

前項で選定したトロリ線を用いた高張力化により期待できる架線の押上量抑制効果を検証するため、架線-パンタグラフ運動シミュレーション手法を用いてトロリ線押上量を計算した。架線条件は、ヘビーコンパウンド架線とし、Type1を総張力53.9kN、トロリ線張力19.6kN(GT-CSD)、Type2を総張力58.8kN、トロリ線張力19.6kN(GT-CSD)、Type3を総張力58.8kN、トロリ線張力24.9kN(GT-SNN)の3条件として比較した。パンタグラフは同一条件とした。図1-1に第1パンタグラフのトロリ線押上量計算結果を、図1-2に第2パンタグラフのトロリ線押上量計算結果をそれぞれ示す。評価箇所は支持点トロリ線とした。Type1に比べてType2、Type3ともにトロリ線押上量が低減しており、250km/hを超える速度域ではType2に比べてType3がその低減量大きい。したがって、250km/hを超える速度域におけるトロリ線押上量の抑制方法は、架線の総張力の増加に加えてトロリ線の張力増加が有効であると期待できる。

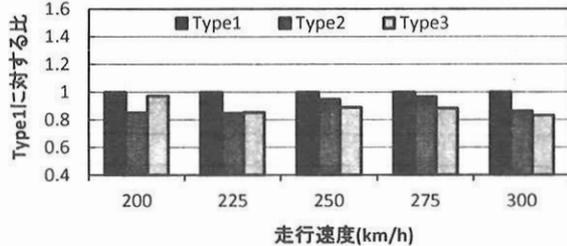


図 1-1 トロリ線押上量計算値 (第1パンタグラフ)

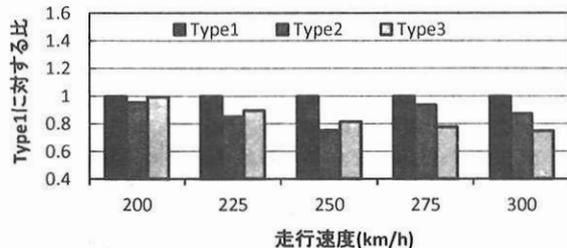


図 1-2 トロリ線押上量計算値 (第2パンタグラフ)

4. 営業線によるトロリ線高張力化試験

トロリ線高張力化試験は、東海道新幹線米原～京都間の明かり区間で既設の総張力が58.8kNの標準長ドラムにおいて、ちょう架線張力を24.5kNから19.6kN、トロリ線張力を19.6kNから24.5kNに変更することで実施した。表3に高張力化前後の架線条件を示す。トロリ線は高張力化前後ともに検知線入りとした。列車条件は、N700系の営業列車とした。なお、当該区間の営業最高速度は270km/hである。測定項目は、トロリ線押上量、ひずみ量、走行速度とし、高張力化前後の支持点で測定した。図2に押上量の速度特性を、図3にひずみ量の速度特性を示す。図中のプロットは、試験で取得できた同一箇所の150以上のデータから240km/h～265km/hの速度域で5km/h毎のデータを対象にした平均値である。張力19.8kNに比べて張力24.5kNでは、押上量・ひずみ量ともに低減する傾向にあり、その低減効果は速度によりやや変化するもののおよそ2割程度である。

表 3 架線条件

項目	高張力化前	高張力化後
ちょう架線張力	24.5kN	19.6kN
補助ちょう架線	14.7kN	14.7kN
トロリ線張力	19.6kN	24.5kN
トロリ線線種	GT-CSD 170mm ²	GT-SNN 170mm ²
トロリ線波動伝播速度	426km/h	465km/h

※波動伝播速度は検知線入りの諸元

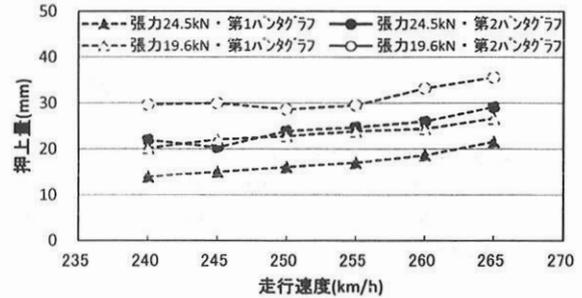


図 2 トロリ線押上量速度特性

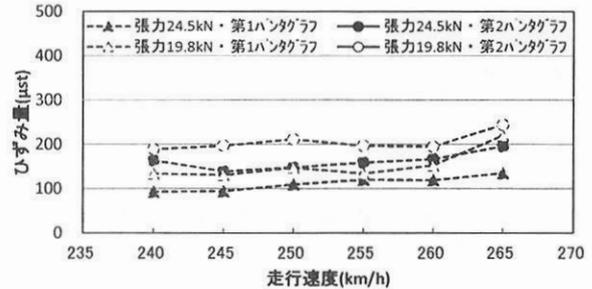


図 3 トロリ線ひずみ量速度特性

本試験では、総張力が58.8kNの張力配分を変更する手法のトロリ線高張力化で押上量、ひずみ量が2割程度低減した結果を得たが、東海道新幹線の標準的な架線(総張力53.9kN、トロリ線張力19.6kN)から今回検証した総張力58.8kN、トロリ線張力24.9kNへと高張力化することで相対的に大きい押上量・ひずみ量の低減効果が得られるものと期待できる。

5. まとめ

本研究で得られた成果以下にまとめる。

- (1) 東海道新幹線の条件においてトロリ線張力24.5kN化に対応可能なトロリ線として、GT-SNN170mm²銅合金トロリ線が有効であることを確認した。
- (2) 250km/hを超える速度域におけるトロリ線押上量の抑制方法は、架線の総張力の増加に加えてトロリ線の張力増加が有効である。
- (3) 新幹線営業線明かり区間において、トロリ線張力を19.6kNから24.5kNへ高張力化することによりトロリ線の押上量・ひずみ量が2割程度低減可能となる結果を得た。

参考文献

- 1) 長沢広樹, 山道哲雄, 細川浩一, 本田照一, 梶川秀樹: 析出強化型銅合金トロリ線の開発(第二報), 三菱電線時報, 第95号, pp33-39, 1999.06
- 2) 蛭田浩義, 黒田洋光, 青山正義, 野本詞之: 微細組織を制御した高強度・高導電性トロリ線の開発, 日立電線, No.26, pp.61-66, 2007.01