

2206 N700 系新幹線電車用救援パンタグラフの開発

○成田 武司 國松 祐樹 中倉 康喜 徳田 直樹 中村 幸太郎

東海旅客鉄道株式会社

Development of relief pantograph for N700 series

Takeshi NARITA, Yuki KUNIMATSU, Yasuki NAKAKURA, Naoki TOKUDA, Kotaro NAKAMURA

Central Japan Railway Company

We developed the new type of relief pantograph for N700 series which have less time to attach and less weight. Reducing the number of parts, it became about 15-kg light weight, and we can attach it about half as compared with the present. By the running test, we confirmed that it could run to both directions in speed 70km/h.

Keywords : relief pantograph, N700 series, both directions

1. はじめに

救援パンタグラフは、電車のパンタグラフが全数破損して自力走行できない事象が発生した場合に、救援列車を運行すること無く最寄駅または車両基地へ該当列車を自力走行させるための緊急用の装置である。

現行の新幹線電車用救援パンタグラフは0系新幹線車両向けに開発されたものである。当時は一編成8台全部のパンタグラフが破損する事象が何度か発生しており、その度に、多大な運転支障を与えていたため、復旧時間短縮を目的に開発された。その後、新幹線車両のパンタグラフは菱形からシングルアーム型へ変遷したが、救援パンタグラフの形状は変わることなく、100系、300系、700系、N700系新幹線車両それぞれの取付構造に合わせたアタッチメントを作製し取付けすることで対応してきた。

しかし、N700系新幹線車両は全周ホロの採用により屋根上への部品運搬は、700系新幹線車両までとは異なり、車内から天井ハッチを利用することとなった。そのため現行救援パンタグラフの大きさとアタッチメントを含めた重量は作業性に課題があった。そこで、作業性を改善し、緊急時の取付作業時間の短縮、列車運用の迅速な復旧を図るためにN700系新幹線電車用救援パンタグラフ（以後「新型救援パンタグラフ」）の開発を行った。

2. 現行救援パンタグラフ

現行救援パンタグラフを図1に示す。枠組みは、関節を持たないビューゲルタイプ2本枠で構成されている。押上力はねじりバネ方式コイルバネで得る構造である。走行方向はなびき方向のみが推奨され、設計最高速度は70 km/h であるが、実際には30 km/h で運用するとされている。また、N700系新幹線車両に取付ける場合は、アタッチメントを含めて約45 kgの重量となる。

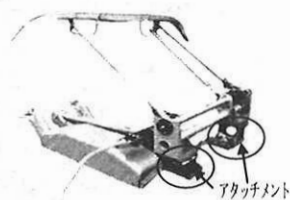


図1 現行救援パンタグラフ
(700系パンタグラフ取付時)

3. 新型救援パンタグラフ

3.1 構想

新型救援パンタグラフの開発構想は、現行救援パンタグラフの課題を踏まえて以下の2点とした。

- (1) 軽量・コンパクト化による取付作業時間の短縮
 - (2) なびき・反なびき双方向走行を可能とすること
- なお、走行速度は70 km/h での実運用を目指した。

3.2 特徴（軽量・コンパクト化）

新型救援パンタグラフを図2に示す。

集電舟は在来線のPS16パンタグラフ舟をベースにした薄型の舟であり軽量である。

枠組は機構が単純なビューゲルタイプを継承し組立てが容易な「1本枠」構造とした。

台枠・主軸・主バネ（ねじりバネ）は、一体構造で組立作業の効率化を図っている。また、軽量化のため肉抜きを行い、ねじりバネを主軸に巻込むように配置することで構造を簡素化した。

また、N700系新幹線電車専用とすることでアタッチメントを廃止し約15 kgの軽量化を達成した。結果、部品点数はわずか4点になり、個々の部材がコンパクトにまとまり、N700系新幹線車両の天井ハッチから屋根上への運搬が容易となった。

現行救援パンタグラフと新型救援パンタグラフの比較を表1に示す。

表1 現行救援パンタグラフと新型救援パンタグラフの比較

	現行救援パンタグラフ	新型救援パンタグラフ	
		構造	構想
取付方法	アタッチメントによる装着 (300・700共用、N700用)	アタッチメント無しで装着	アタッチメントの不要化
部品点数	7点	4点	部品点数の削減
部品重量	約45kg	約29kg	軽量化
取付方向	なびきを推奨	なびき・反なびき	双方向化
構造	ビューゲルタイプ(2本枠)	ビューゲルタイプ(1本枠)	組立効率化
走行速度	70km/h(設計速度)	70km/h	実用速度 70km/h



図2 新型救援パンタグラフ

4. なびき・反なびき双方向走行の確認試験

4.1 定置試験

新型救援パンタグラフが、なびき・反なびきの双方向に問題なく走行できることを確認するため、枠組強度、通電性能、走行時の安定性について、なびき・反なびきの双方向で定置試験を実施した。

(1) 枠組強度確認試験

枠組強度は有限要素法による強度解析を実施後、なびき・反なびき双方向での静荷重試験を行い最大 300N の引っ張り荷重に対しても十分な強度を有することを確認した。

(2) 通電試験

集電時の通電経路における温度上昇を確認するため、鉄道総研のパンタグラフ総合試験装置で速度 70 km/h で模擬架線を摺動させながら最大 400A の交流通電試験を実施した。結果、通電経路で最も狭い編銅線部分の最高温度は約 44℃（外気温+20℃程度）であった。なびき・反なびき方向による変化はほとんど無かった。

(3) 集電試験装置による走行試験

走行中に新型救援パンタグラフが特異な挙動をすることはないか、特に反なびき方向で枠組が異常上昇することはないかを、鉄道総研の集電試験装置において、バネ定数の変動が大きくより厳しい条件であるシンプル架線構造に対して速度 120 km/h までの摺動走行試験を実施した。なびき・反なびき方向共に異常な挙動は発生せず、レール面高さ 4800~5200mm でのトロリ線押上量は 50mm 未満、歪み量は 500 μ st 未満であり、架線への過大な負荷発生はないことを確認した。

4.2 現車走行試験

双方向走行時における集電性能、枠組強度、わたり線及びセクション通過での安定性確認するため、図 3 に示すように、編成内に新型救援パンタグラフ 1 台のみを搭載して速度 70 km/h までの自力走行試験を実施した。

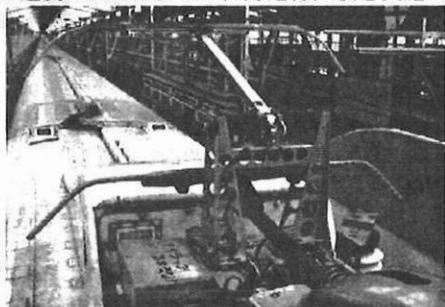


図.3 新型救援パンタグラフ走行試験風景

自力走行試験では、交差わたり、無交差わたりを含む本線・ヤードをなびき、反なびきの双方向で 30、50、70 km/h と徐々に速度を向上させながら、パンタグラフ監視カメラの画像による目視確認や枠組み応力の測定、通過後のトロリ線の至近距離点検による割り込みや衝撃が発生していないことを確認した。また、B 型セクションの通過についても著大なアークの発生や過大な衝撃は無く良好な状態であることを確認した。

図 4 に現車走行試験時の枠組下端（静荷重試験にて最大応力が発生した部位）の応力値を示す。速度依存性はほとんど見られず、速度 70 km/h においても最大発生応力は 40MPa 未満と低い値であった。

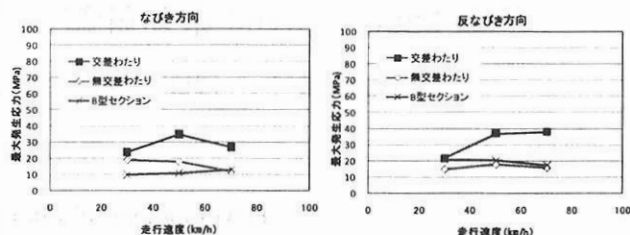


図.4 現車走行試験時の枠組発生応力

現車走行試験結果を表.2 にまとめる。

表.2 新型救援パンタグラフの現車走行試験結果

地上確認箇所	結果	車上確認項目	結果
無交差わたり	異常なし	パンタ監視カメラ	異常なし
交差わたり	異常なし	アーク離線率	問題なし (2%未満)
B型セクション	異常なし	パンタグラフ応力 (変動応力)	問題なし (疲労限度以下)
		網銅線温度	異常なし (80℃サーモバル未発色)
		走行後の寸法測定	変化なし

よって、新型救援パンタグラフは、なびき・反なびき双方向走行共に、集電性能、枠組強度、トロリ線負荷に問題は無く、速度 70 km/h で双方向での走行に問題ないことを確認した。

5. 取付作業時間の検証

新型救援パンタグラフの取付作業は、2 人で行い車内の天井ハッチから屋根上に運搬する。取付完了までの作業時間を測定した結果、現行の救援パンタグラフと比較して半分以上となり、大幅な作業時間の短縮が図れた。

6. まとめ

取付作業時間の短縮、運搬時の容易化、なびき・反なびき双方向の走行を可能とすることを目標に N700 系新幹線電車用救援パンタグラフの開発を行った。

結果、現行救援パンタグラフと比較して、部品点数の削減と大幅な取付作業時間の短縮を図ることができた。また、現車走行試験を実施し、最高使用速度 70 km/h で、なびき・反なびき双方向の走行に問題ないことを確認した。

現在、本パンタグラフを量産し、東海道新幹線の車両基地への配備を進めているところである。図 5 に専用ケースに収められた新型救援パンタグラフ一式を示す。



図.5 専用ケースに収められた新型救援パンタグラフ一式

参考文献

- 1) 吉田龍二:電気車の科学 37 巻 2 号,pp.22-27,1984.2