

第77回

架線検測車

はじめに

電気鉄道では、車両を動かす電力を車両に安定して供給するため、その電流経路の一部をになう架空電車線（架線）（図1）の状態を定期的に測定し、異常の有無を検査しています。一部の鉄道事業者では、ドクターイエローやEast iのような検測車が導入され、トロリー線の摩耗などの測定が自動化されています。

検測とは、検査と測定のことを指します。検測車には、架線などの電力設備と信号設備を合わせて検査する電気検測車、線路の状態を検測する軌道検測車¹⁾、これらの両方を同時に検測可能な総合検測車などがあります。ここでは、架線検測の歴史と技術に着目し、電気検測車や総合検測車など、架線検測の機能を持つ車両の歴史を紹介する

とともに、今後の展望について述べたいと思います。

架線の検測

トロリー線は、車両のパンタグラフから外れることのないよう、軌道に対してある定められた範囲内に敷設されていなければなりません。そこで、トロリー線の高さや偏位（左右方向の位置）を測定し、定められた範囲を外れていないかどうか検査する必要があります。また、トロリー線は、走行する車両のパンタグラフによってしゅう動されるため、徐々に摩耗します。そこで、摩耗量を定期的に測定して計画的に取り替える必要があります。

そこで、走行する車両の上からトロリー線の摩耗や高さ、偏位などを効率よく測定できるよう、さまざまな測定

器を搭載した架線検測車が活用されています。しかし、歴史をひも解くと、架線検測車の起源となる車両は架線試験車とよばれ、当初は摩耗測定装置も搭載していませんでした。この架線試験車から、架線検測車の歴史をたどっていくことにします。

架線試験車の誕生

1950年代、交流き電方式が実用化されるなど、国鉄の幹線電化が推進され、電気車の導入が進みました。そのような中で、1957年にクモヤ93形とよばれる架線試験車が誕生しました（図2）²⁾³⁾。架線試験車は、走行しながらパンタグラフ高さやトロリー線偏位などを測定可能な車両で、集電技術の研究や電化工事のしゅん功検査などを目的に開発された車両でした。表1

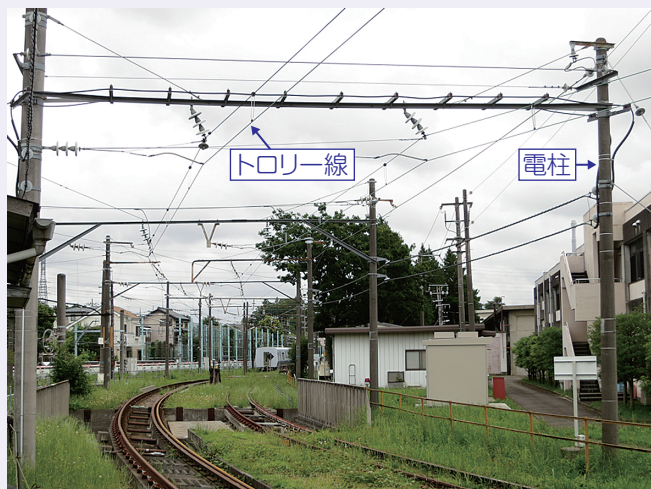


図1 架空電車線の例



図2 クモヤ93形

表1 架線試験車(クモヤ93)の測定項目²⁾

架線高さ	レールから見たトロリー線の高さを、パンタグラフを用いて測定
架線偏位	トロリー線の横方向の位置をパンタグラフのセンサーで測定
支障物	パンタグラフの周囲に支障物がないか、接触式のセンサーで検出
車両位置	架線を支持する電柱の位置を検知
架線離線率	トロリー線とパンタグラフの接触状態を測定
架線電圧	架線の電圧に異常がないか測定
集電電流	パンタグラフにより集電した電流を測定
車両速度	車軸に取り付けた発電機で車両速度を測定
相対風速	屋根上の相対風速を測定
車両動揺	加速度計により車体の揺れを測定
パンタグラフ監視	車体中央の観測用ドームに設置したビデオカメラによりパンタグラフの挙動を監視

表2 トロリー線摩耗測定方式

測定量	名称
断面積	抵抗式
	渦電流式
残存直径	超音波式
	光量式
	ガイドローラー式
	しゅう動式
しゅう動面幅	積層板式
	ローラー式
	ITV式
	スリットカメラ式



図3 922形T1編成



図4 キヤ92形

に架線試験車の測定項目を示します。

このクモヤ93形は、新幹線建設へ向けた高速走行時の基礎データ収集を目的とした試験にも使用され、当時の狭軌世界最高速度となる175km/hを記録したことで歴史にその名を残しています。

1960年代に入り、東北や北陸、九州において交流電化方式による電化が進むと、交流電化区間でも直流電化区間でも走行できる、交直両用の架線試験車が必要とされるようになり、1964年にクモヤ493形、クモヤ492形が、1967年にはクモヤ495形、クモヤ494形が誕生しました⁴⁾。元々、クモヤ93形の測定機器は交流電化区間にも対応していましたが、測定器のつなぎ替えが必要だったことに加え、交流電化区間では自走できないという不便さがあり、これが交直両用の架線試験車の開発につながりました。

架線試験車には、さらなる増備計画⁵⁾がありましたが、これ以降の増備

はなされず、架線検測車への移行が進められていくことになります。

一方、新幹線では、4両編成の電気試験車、922形T1編成(図3)が東海道新幹線と同年の1964年に誕生しました⁶⁾。この車両は、東海道新幹線開業前に鴨宮モデル線で実施された各種試験で使われた1000形試作電車のB編成を改造したものです。1963年に当時の電車方式の世界最高速度となる256km/hを記録したことで知られています。架線だけではなく、変電、信号、通信も含めた電気部門の各種設備が検査可能で、架線試験車ではなく電気試験車とよばれました。

トロリー線摩耗測定の自動化

架線試験車の導入により、架線の測定作業の負担が大幅に軽減されたことは間違いありません。しかし、1960年代当時の架線試験車は、新幹線の電気試験車も含めてトロリー線の摩耗を測

定することはできませんでした。架線の保守において最も手間のかかる摩耗測定を自動化したいという要求が強まり、当時の国鉄で摩耗測定装置の開発が進められました⁷⁾⁸⁾。表2に示すようにさまざまな摩耗測定方式が検討されました。これらは、断面積を測定するもの、残存直径を測定するもの、しゅう動面(パンタグラフがしゅう動する面)の幅を測定するものというように大きく3つに分けられます。この中で、光量式とよばれる、トロリー線に横方向から光を当て、トロリー線によって光が遮られる幅を測定することで、トロリー線の残存直径を測定する方式がまず実用化されることになります。

架線検測車の誕生

従来の架線試験車の測定項目に前述の光量式トロリー線摩耗測定などの新項目を加え、さらに信号設備の検測装置も搭載した、在来線用キヤ92形電

気検測車(図4)が1969年に誕生しました⁹⁾。この電気検測車には、従来の架線試験車にはなかったデータ処理装置が搭載されていたことも大きな特徴でした。測定項目ごとに限界値を設定し、限界値を超える不良箇所はその情報がすぐにプリンターで出力されるようになっているなど、検査の一部が自動化されました。

キヤ92形は、各種試験や装置の改良を行い、1971年から秋田地区で検測車としての使用が開始されました。なお、正式名称は電気検測試験車ですが、当時から略して電気検測車とよばれていました¹⁰⁾。

なお、架線試験車のクモヤ93形は電車でしたが、電気検測車のキヤ92形は気動車を改造して製作されました。これは、架線がない路線においても、信号設備の検測が行えるようにするためです。

当時の国鉄では、1969年のキヤ92形が最初の電気検測車でしたが、私鉄の状況に目を向けると、1968年に近畿日本鉄道でガイドローラー式トロリー線摩耗測定装置を搭載した作業車タイプの電気検測車(図5)が製作されています¹¹⁾。

架線検測車の普及

キヤ92形は試作車という位置づけでしたが、1973年には量産型電気検測車の1号車が製作され、まず首都圏に導入されました。トロリー線摩耗測定装置は、試作車に搭載された光量式から新たに開発されたITV式に変更されています。ITVとは、Industrial Televisionのことで、いわゆる工業用カメラです。トロリー線に向けて車両の屋根から強力な照明を当て、カメラで撮影されるしゅう動面の幅を測定することで、トロリー線の摩耗測定を実現しています。従来の光量式トロリー線摩耗測定装置は、横方向からトロリー線を測定するため、パンタグラフが同時に複数のトロリー線と接触するような場所ではそれぞれのトロリー線の摩耗量を測定することができませんでした。しかし、ITV式はトロリー線の摩耗量を下から測定するため、複数のトロリー線を同時に測定することが可能になっています。

その後、およそ3年のうちに電気検測車は6号車まで製作され、広島、秋田、水戸、大阪、名古屋と全国各地に配備されました¹²⁾。

新幹線においても、1974年にITV

式トロリー線摩耗測定装置とデータ処理装置を導入した922形T2編成が新製され、従来の電気試験車から置き換えられました。軌道試験車と連結し、新幹線電気軌道総合試験車として活躍しました。

トロリー線摩耗測定は、さらに改良が進められます。ITV式トロリー線摩耗測定装置の最大の欠点は、夜間しか測定ができないことでした。そこで、レーザー光源と光学フィルターを用いて昼間の測定も可能とした、レーザー式トロリー線摩耗測定装置(図6)が開発されました。そして1980年、在来線の電気検測車7号車と新幹線電気軌道総合試験車922形T3編成にこの装置が導入され、トロリー線摩耗測定の精度は飛躍的に向上しました¹³⁾。その後、既存の在来線の電気検測車や新幹線の922形T2編成のITV式トロリー線摩耗測定装置はレーザー式トロリー線摩耗測定装置に順次置き換えられました。

1985年には、新幹線の電気試験車に搭載されたレーザー式トロリー線摩耗測定装置はさらなる性能向上が行われ、測定周波数が500Hzから1000Hzとなり、210km/hで走行しながら6cm間隔で摩耗測定ができるように



図5 近畿日本鉄道の電気検測車
提供：近鉄グループホールディングス株式会社

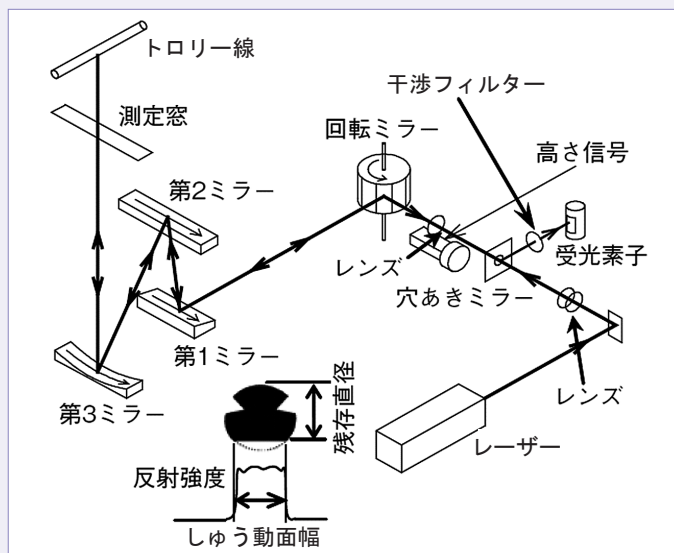


図6 レーザー式トロリー線摩耗測定装置⁶⁾



図7 東京急行電鉄の架線検測車



図8 951形East i

なりました¹⁴⁾。これは、トロリー線の一部が極端にすり減ってしまう局部摩耗という現象を、高速で走行しながらも見逃すことなくとらえるためでした。

また、1977年には、私鉄初の電車タイプの架線検測車として、東京急行電鉄のデヤ3000形(図7)が製作されました¹⁵⁾¹⁶⁾。この車両は、トロリー線摩耗測定装置は搭載していないものの、トロリー線とすり板との接触状態や支障物、パンタグラフ舟体が受ける上下・前後方向の加速度、パンタグラフ高さ、トロリー線偏位などが測定可能でした。

架線検測車の今後

1987年の国鉄からJRへの移行後、新幹線では922形T4編成、T5編成、951形East i(図8)、在来線ではEast i-EやEast i-D、ドクター東海といった総合検測車への置き換えが進みます。しかし、トロリー線の摩耗測定に関しては、長らくレーザー式トロリー線摩耗測定装置が使用されてきました。2000年代に入ると、新たな測定手法として画像処理によるトロリー線摩耗測定が実用化されました。大がかりなレーザー光源が不要で、カメラとLED照明を中心としたコンパクトな装置となり、新幹線や在来線の営業車の屋根上にも搭載可能となりました¹⁷⁾。

また、最近の話題として、JR東日本の山手線では、新しい営業用車両であるE235系電車の一部編成に架線状態監視装置を搭載し、お客様を運びながらトロリー線の摩耗や高さ、偏位の測定を行っています¹⁸⁾。

今後は、トロリー線摩耗測定自動化の強い要望から架線検測車が生まれたように、メンテナンスの省力化へ向けて、カメラやレーザーセンサーなどの非接触測定技術を活用し、現在も人手に頼っている電車線金具やちょう架線などのトロリー線以外の検査・測定の

自動化が期待されています。

また、画像処理や機械学習などのICT技術がさらに進み、検測装置を搭載した営業車による高頻度な状態監視の流れも広がっていくと考えられます。そこで、数多くの測定データから異常の兆候をつかみ、設備の故障を未然に防ぐための研究開発も進められています。

架線検測車の誕生からまもなく50年を迎えますが、さらなる検測車の進化へ向けた研究をこれからも続けていきます。

(松村周/電力技術研究部 集電管理研究室)

文献

- 1) 矢澤英治：軌道検測技術，RRR，Vol.70，No.5，pp.28-31，2013
- 2) 糸沢郁郎，堀木健次：架線試験車，鉄道技術研究報告，No.365，1963
- 3) 小野田滋：クモヤ93形とその開発の記録，RRR，Vol.71，No.12，pp.34-35，2014
- 4) 楠山英男：交直両用架線試験車，電力と鉄道，No.111，pp.27-28，1964
- 5) 大内豊樹：架線試験車の増備進む，鉄道電気，Vol.20，No.5，pp.12-15，1967
- 6) 金子浩章，小野田光次，安達洋一：東海道新幹線用—電気試験車の構想，電気鉄道，No.201，pp.12-14，1965
- 7) 久須美俊一：電気検測車に搭載されているトロリー線摩耗測定装置，RRR，Vol.65，No.1，pp.34-35，2008
- 8) 古柴敏夫：トロリー線こぼれ話(その2)，鉄道と電気技術，Vol.24，No.3，pp.52-55，2013
- 9) 篠原寅雄：電気検測車，電力と鉄道，No.197，pp.17-20，1971
- 10) 藤堂正晴：電気検測車，電気鉄道，No.267，pp.6-9，1970
- 11) 田辺駿：電気検測車，電気鉄道，No.257，pp.19-23，1969
- 12) 磯谷維辰：電気検測車の概要，電力と鉄道，No.247，pp.34-37，1975
- 13) 古柴敏夫，飛知和孝志：新しい電気検測車(きでん室)，電気鉄道，No.387，pp.23-24，1980
- 14) 久原耕輝，奥田恵嗣，菅谷由平：電気試験車トロリー線摩耗測定精度の向上と架線管理，電力と鉄道，No.358，pp.32-34，1985
- 15) 田中正之，土志田恒夫：東京急行電鉄の架線検測車，電気車の科学，No.349，pp.28-31，1977
- 16) 東京工業大学鉄道研究部：私鉄電車ガイドブック2，誠文堂新光社，1978
- 17) 相良忠昭，井形亮，渡部勇介，田林精二：九州新幹線高速架線検測車装置の開発，鉄道と電気技術，Vol.22，No.1，pp.35-39，2011
- 18) 高橋敦宏，貴志俊英，山本浩志：トロリー線のモニタリングと局部摩耗の予測，JR EAST Technical Review，No.48，pp.25-28，2014