

### 第98回

# 電車線用コネクター

## はじめに

電気鉄道では、変電所から車両に電力を供給するための電線や金具を総称して電車線とよびます。電車線は図1に示すように、パンタグラフと接触するトロリー線や、トロリー線をつるすための電線であるちょう架線、つり下げる金具であるハンガーなどから構成されます。電車線用コネクター（以下、この記事内では単に「コネクター」とよびます）は、電車線に取り付けられている金具の一つです。ここでは、コネクターの役割や変遷、今後の展望などを紹介します。

## コネクターの役割

ハンガーがちょう架線とトロリー線を機械的に接続しているといえるのに対して、コネクターは電線間を電氣的

に接続する金具です。コネクターのおもな役割は、次の2つです。

### (1) 電線・金具の損傷防止

コネクターには、接続する電線間の電位差を小さくして、電線や金具の損傷を防ぐ役割があります。

たとえば、ハンガーはちょう架線に固定されていないため、パンタグラフ通過時の振動によってちょう架線と接触および非接触を繰り返します。このとき、ちょう架線とトロリー線の間の電位差が大きいと、ハンガーとちょう架線が離れたときに放電が生じ、ハンガーの折損や電線の断線などが生じるおそれがあります（図2(a)）。そこで、コネクターで電線間を電氣的に接続して電位差を小さくすることで、ハンガーなどが非接触時に放電するのを防いでいます（図2(b)）。

### (2) 電流経路

交流電化区間などでは、ちょう架線

や補助ちょう架線（コンパウンド架線方式でトロリー線とちょう架線の間）に架設されている電線）にも負荷電流を分担させる設計であるため、コネクターは変電所から車両にいたる電流経路の一部として、ちょう架線や補助ちょう架線からトロリー線へ電流を流す役割を担います。

## コネクターの構造

コネクターの構造は単純です。図1に示すように、電線との接続部であるイヤーおよびクランプなどの把持金具と、それらの間を結ぶリード線（導線）で構成されます。大きさは接続する電線間の距離によりますが、図1のコネクターの高さは800mm程度です。

コネクターはトロリー線などの電線に取り付ける金具であり、パンタグラフの通過を円滑にする必要があるため、

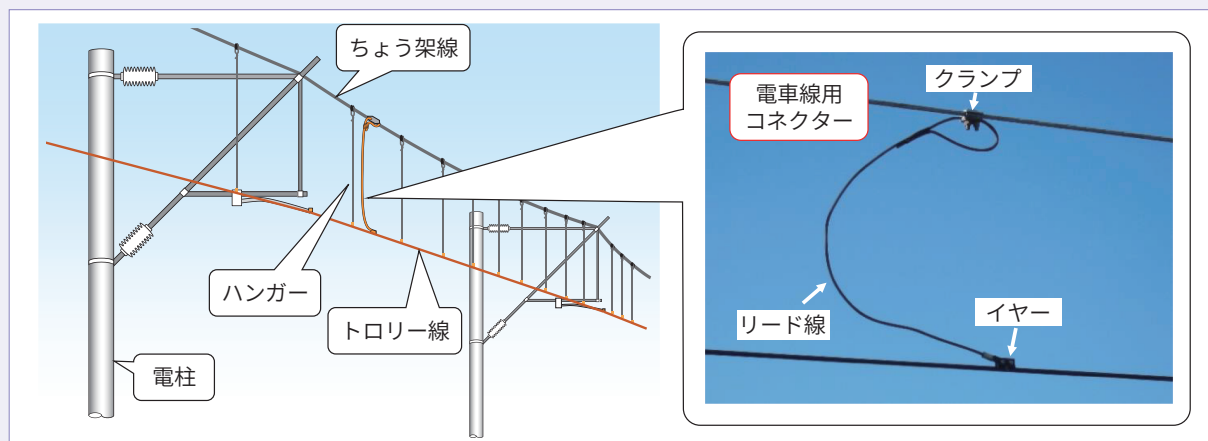


図1 電車線と電車線用コネクター

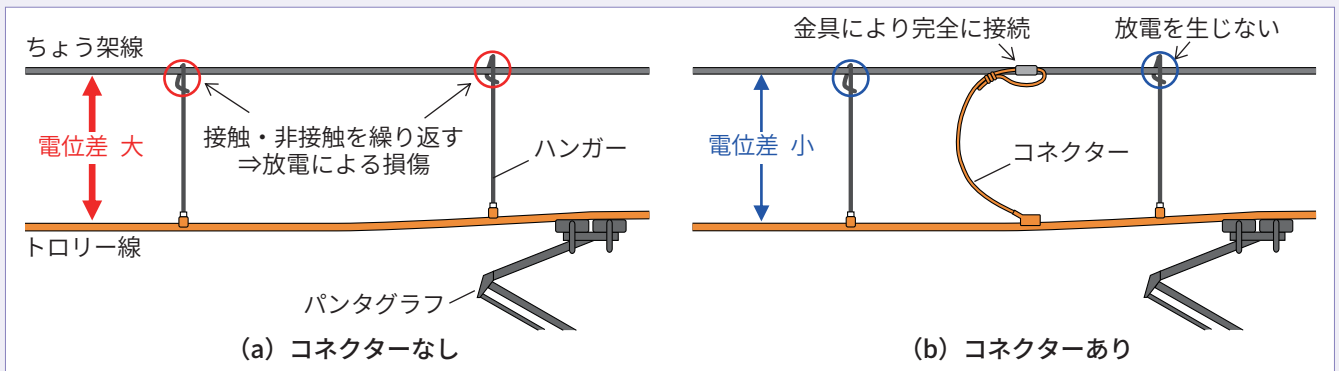


図2 コネクターによる電位差の抑制

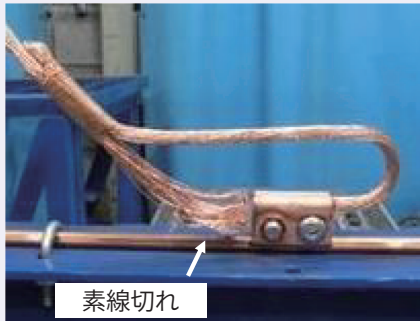


図3 リード線素線切れの例

リード線には軟銅より線や平編銅線などの曲がりやすい電線が用いられています。

しかし、リード線が繰り返し曲げられるために課題となるのが疲労です。列車通過や風などによる電車線振動によってリード線の疲労が進むと図3のように素線切れが生じ、最悪の場合は断線します。破断したリード線がトロリー線より下に垂れ下がるとパンタグラフに接触するおそれがあり危険です。そのためコネクターには耐疲労性が求められます。

## コネクターの種類

ちょう架線 (Messenger wire) とトロリー線 (Contact wireですが日本では慣用的にTrolley wire) を接続するコネクターは、各電線の頭文字をとってM-Tコネクターとよばれています。M-Tコネクターは、電車線全体に一定間隔で取り付けられ、その標準間隔は交流区間で250m、直流区

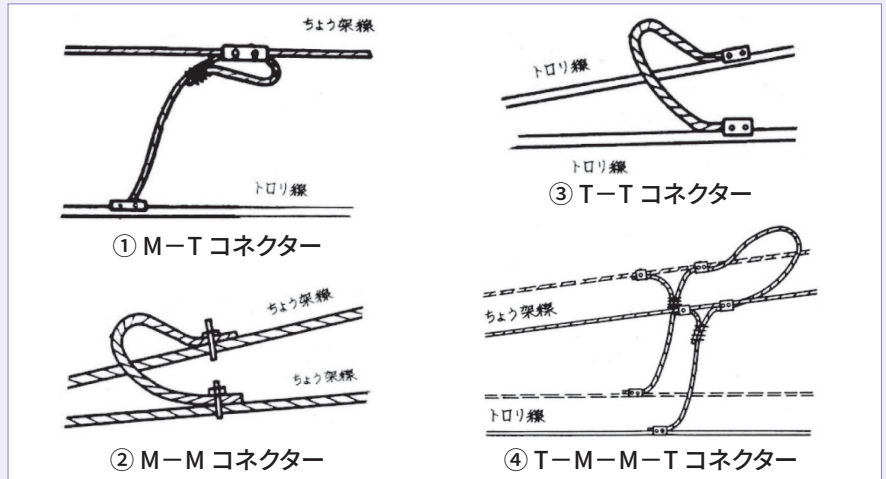


図4 コネクターの種類<sup>1)</sup>(接続する電線ごとの区分)

間で125mです<sup>1)</sup>。このようにコネクターには接続する電線ごとに、たとえば図4のような種類があるほか、補助ちょう架線 (Auxiliary messenger wire) とトロリー線を接続するA-Tコネクターや、き電ちょう架線からトロリー線へ電流を流すコネクターなどがあります。

## コネクターの変遷

次に、コネクターの変遷について在来線用と新幹線用に分けて紹介します。

### (1) 在来線用コネクター

在来線用コネクターがJIS (当時は日本工業規格) により初めて規格化されたのは1952 (昭和27) 年のことです<sup>2)</sup>。戦後しばらく手付かずだった電車線金具類の機能を再検討すべきという機運の中での制定でした<sup>3)</sup>。図5に当時のコネクターを示します。リード

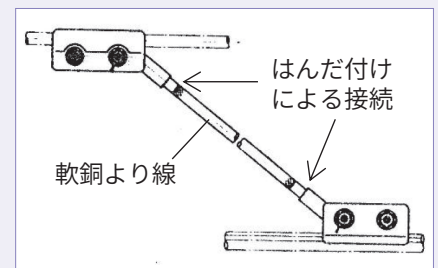


図5 初めて規格化された当時のコネクター<sup>4)</sup>

線は現在と同じく軟銅より線ですが、把持金具とリード線の接続がはんだ付けによるものである点が現在と異なります (現在は圧縮接続)。

その後、1957 (昭和32) 年頃から電車線金具の近代化方策の一環として把持金具の取り付けをボルトではなく圧縮やレバー式とした構造<sup>3)</sup>などが考案されましたが、施工性や信頼性などの問題からいずれも現在は使用されていません。現在使用されている在来線用コネクター (たとえば図1) とほぼ同じ

形式のコネクターが、JRS（日本国有鉄道規格）により規格化されたのは1973（昭和48）年のことです。このコネクターは、把持金具に袋ねじが採用されたことから袋ねじ形とよばれています。

1967（昭和42）年頃まで、ちょう架線とトロリー線を結ぶM-Tコネクターは、ちょう架線に銅系の電線を用いた場合に設備されていました。一方、鉄系ちょう架線の場合には、ちょう架線（鉄）とトロリー線（銅）の導電率の差が大きいため、ちょう架線に流れる電流が少ないと考えられ、M-Tコネクターはあまり設備されませんでした<sup>1)</sup>。その後、列車の高速化や長大化、高密度化などで電車線電流が大きくなり、ちょう架線とトロリー線の電位差にともなう金具や電線の破損が問題視されたため、鉄系ちょう架線の場合もM-Tコネクターで接続することが標準となりました。

## (2) 新幹線用コネクター

新幹線用コネクターのうち、補助ちょう架線とトロリー線を結ぶA-Tコネクターは、1961（昭和36）年に東海道

新幹線用としてJRSにより規格化されました<sup>2)</sup>。当時のコネクターを図6(a)に示します。リード線には平編銅線が使用され、リード線と把持金具の接続ははんだ付けでした。また、リード線の素線切れの原因となる曲げ変形を軽減するための短い端末板が取り付けられています。

1966（昭和41）年、銅製のハンガーカーバー（ハンガーの補助ちょう架線側に取り付ける保護カバー）が絶縁性のある樹脂製カバーに変更されたことにより、ハンガーに電流がほとんど流れなくなり、電流がA-Tコネクターに集中するおそれがありました。そこで、コネクターに流れる電流を分散させる目的でL形コネクター（図6(b))が増設されました。その後、L形コネクターはリード線の素線切れが多かったため、振動疲労に強いC形コネクター（図6(c))に取り替えられました<sup>2)</sup>。

1969（昭和44）年、図6(a)のA-Tコネクターのリード線が架線振動による疲労で断線することが多かったため、図6(d)に示すO形コネクターが

JRSにより規格化されました。リード線と把持金具は圧縮接続とし、図6(a)のコネクターよりも端末板を長くしてリード線の振動疲労を緩和しているのが特長です。この形式のO形コネクターは現在も使用されています（図7）。なお、先ほど紹介したC形コネクターは1980（昭和55）年頃まで使用されましたが、すべてのA-TコネクターがO形コネクターに統一されたため規格から削除されました<sup>2)</sup>。

ちょう架線とトロリー線の2本の電線で構成されるシンプル架線区間では、基本的に在来線と同様のM-Tコネクターが採用されていますが、整備新幹線では図8に示すM-Tコネクターが新規に設計され使用されています。リード線のカーブが大きく、パンタグラフ通過時のトロリー線押し上がりによる変形に強い<sup>5)</sup>という特長があります。

## さまざまなコネクター

### (1) き電ちょう架式架線用コネクター

き電ちょう架式架線は、き電線の役

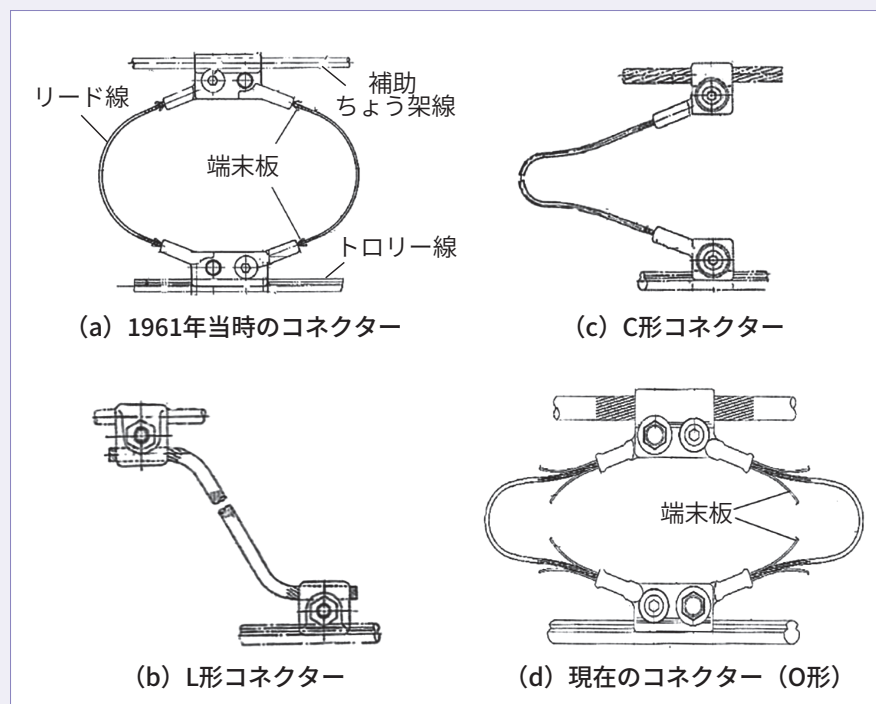


図6 新幹線用コネクターの変遷<sup>2)</sup>

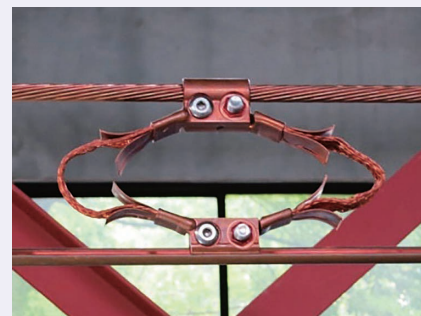


図7 新幹線用コネクター（O形）

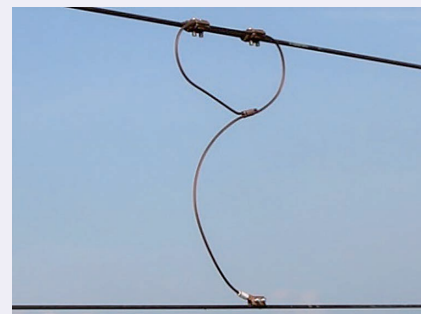


図8 新幹線シンプル架線用

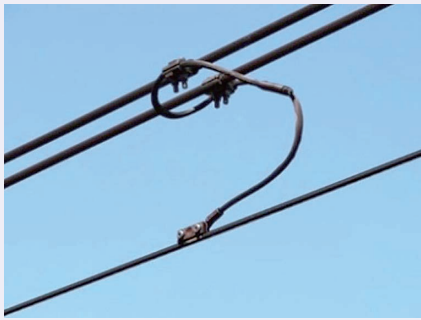


図9 インテグレート架線用<sup>6)</sup>

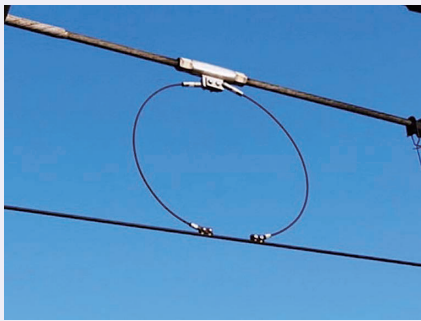


図10 ハイパー架線用<sup>6)</sup>

割をあわせもつちょう架線とトロリー線で構成される架線方式で、設備点数が少なく保守費を抑えられることから近年多く採用されています。

図9は、JR東日本のき電ちょう架式架線（インテグレート架線）で使用されているコネクタです。M-Tコネクタのリード線は断面積40mm<sup>2</sup>の軟銅より線などが使用されていますが、このコネクタのリード線は電流経路として大きな電流に耐えられるように、断面積100mm<sup>2</sup>の太径の軟銅より線が使用されています。

図10は、JR西日本のき電ちょう架式架線（ハイパー架線）のコネクタです。き電ちょう架線に取り付けられた金具から2本のリード線が分岐し、トロリー線に接続する構造で、リード線を2本にすることで大電流に耐えられるほか、太径化を避け1本あたりのリード線重量を軽くしています。

## (2) 海外のコネクタ

先述のとおり、日本ではM-Tコネクタを取り付けることでちょう架線とトロリー線の電位差を小さくし、

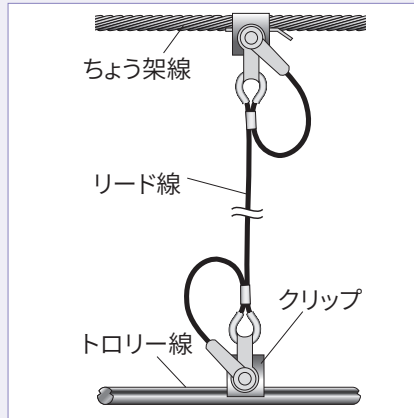


図11 コネクティングハンガー

さらにハンガーカバーを取り付けるなどして、ハンガーとちょう架線の間で放電を起こさないように対策しています。

一方、ヨーロッパの交流区間では日本の考え方と異なり、ハンガーでちょう架線とトロリー線を電氣的に接続することでコネクタの役割も兼ねた、コネクティングハンガー（図11）が多く使用されています。たとえばドイツでは、コネクティングハンガーのリード線として断面積10mm<sup>2</sup>のすず入り銅より線が採用されています<sup>7)</sup>。

日本でも新幹線のシンプル架線を対象にコネクティングハンガーの使用が検討されたことがあります<sup>8)</sup>が、本格採用には至っていません。

## コネクタの今後

変遷で紹介したように、これまでさまざまな改良が重ねられてきたコネクタですが、今でもなお課題として残っているのがリード線の疲労断線です。

鉄道総研では、このような事故を防ぐためにリード線の疲労対策について研究を進めており、有限要素法による応力解析（図12）を用いたリード線の疲労寿命推定手法の提案<sup>5)</sup>や、耐疲労性の高いコネクタの設計目標の提案<sup>9)</sup>などを行っています。

今後、これらの研究成果を用いることで、耐久性の高いリード線形状をも

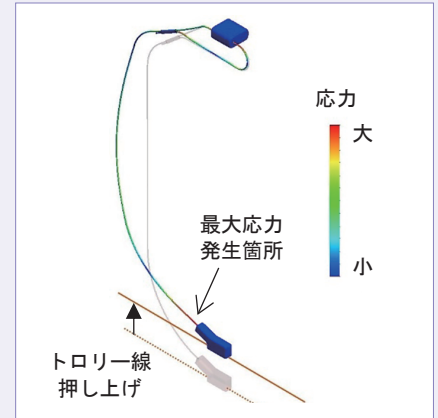


図12 コネクタの応力解析

つコネクタの開発など、コネクタのさらなる長寿命化が期待できます。一方、保守管理面では、鉄道車両に搭載したカメラを用いた画像処理によるコネクタ異常の自動検出に向けた研究を進めています。コネクタの長寿命化と異常の早期発見が可能になれば、より信頼性の高い電車線設備の実現につながるでしょう。

(小原拓也/電力技術研究部  
集電管理研究室)

## 文献

- 1) 日本鉄道電気技術協会：電車線 鉄道技術者のための電気概論 電車線路シリーズ2, 日本鉄道電気技術協会, 2004
- 2) 日本鉄道電気技術協会：電車線路用架線金具の歴史 鉄道の高速度と事故に学ぶ, 日本鉄道電気技術協会, 2012
- 3) 横島正三, 大間武, 杉本芳香, 松井一三, 萩原正雄, 小寺昇：電車線路金具の歴史, 三和新聞社, 1972
- 4) JIS E 2207：電車線路用き電金具, 付図3, 1968
- 5) 山下主税：電車線コネクタの耐疲労性の向上, 鉄道と電気技術, Vol.29, No.2, pp.8-13, 2018
- 6) 日本鉄道電気技術協会：電車線路技術Q&A集(平成24年度), 日本鉄道電気技術協会, 2013
- 7) Friedrich Kiessling, Rainer Puschmann, Axel Schmieder, Egid Schneider：Contact Lines for Electric Railways, Publicis, 2018
- 8) 原田智, 清水政利, 池田国夫, 佐藤純一, 小谷野昭一, 近成健二：PHCトロリー線を用いた新幹線用シンプル架線の開発, 鉄道総研報告, Vol.21, No.10, pp.35-40, 2007
- 9) 山下主税, 小原拓也, 小林樹幸：電車線コネクタの疲労対策, 鉄道総研報告, Vol.32, No.4, pp.17-22, 2018