

S2-5-7. コネクタ金具の劣化メカニズムの検証

[電] ○小林 英治 [電] 久保 吏 [電] 近間 大志 [電] 石井 順
(西日本旅客鉄道株式会社)

A verification of the degradation mechanism of connectors
Eiji KOBAYASHI, Tsukasa KUBO, Hiroshi CHIKAMA, Jun ISHII
(West Japan Railway Company)

Recently, it has a tendency to increase that degradation trouble with fatigue and corrosion that break out in overhead contact line fittings. It is caused by an increase of the number of vehicle, speed-up, and deferment of a replacement cycle of overhead contact line fittings, etc. In order to verify the degradation mechanism of connector, we measured the strain on T-T connectors and the sympathetic frequency, and tested T-T connectors for fatigue endurance.

キーワード：コネクタ、歪、共振周波数、疲労
Keywords: Connector, Strain, Sympathetic frequency, Fatigue

1. はじめに

近年、列車本数増加、速度向上、取替周期の延伸など、電車線路設備を取り巻く環境が変化してきている。それに伴い電車線金具への負荷も変化してきており、疲労や腐食による故障問題が増加傾向にある。そこで、今回 T-T コネクタについて、コネクタの固有振動および歪の測定、コネクタの疲労耐久試験を行ったので報告する。

2. 試験概要

架台に取付けた 2 本のトロリ線に T-T コネクタを設置し、片側のトロリ線を加振し、渉り線箇所の列車通過時の振動状態を模擬した。

加振振幅や周波数を変化させ、コネクタリード線圧縮部の歪み変化を測定した。今回の試験材料のように細い線（素線径 1.2mm）には、直接歪みゲージを貼り付けられないので、圧縮部のリード線に歪みゲージを押し付けた状態で、回りをエポキシ樹脂で固めて歪みを測定した。また、取付高さ、イヤの取付位置のずれ、リード線の長さ等の取付条件を変えて、歪みを測定した。

3. 試験結果・検討

<3.1> 振幅 W による影響

取付高さ H:100mm、イヤ位置のずれ D:0mm、振幅 W: ±10mm での加振結果を図 1 に示す。周波数 5Hz 近傍で歪みが極大しており、リード線が共振している。また、加振振幅の増加に伴い歪みも増加しているが共振周波数の変動は少ない。振幅が大きいほど歪が増加していること

から、径間中央付近より支持点付近にコネクタを設置する方が望ましい事がわかる。

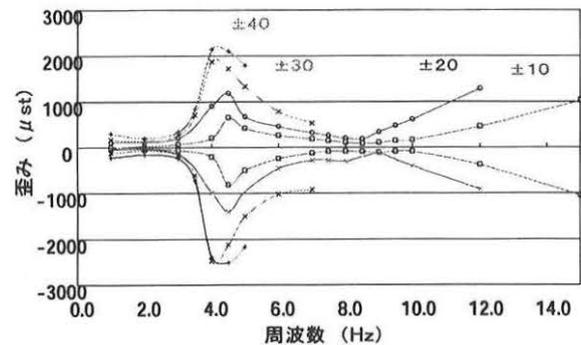


図1 歪み値と加振振幅の関係

<3.2> リード線の取付高さによる影響

加振振幅 W を ±10mm、リード線の取付高さ H を 100mm と 300mm としたときの歪み測定結果を図 2 に示す。

図 2 より、H=100mm の場合には共振周波数が 4~5Hz にあるのに対して、H=300mm では 8~9Hz 程度になっている。現地で発生する振動周波数は 5Hz 程度を上限とする波動が大半を占めているため、リード線の間接点を高く取り付けることで共振を防ぐことが可能である。

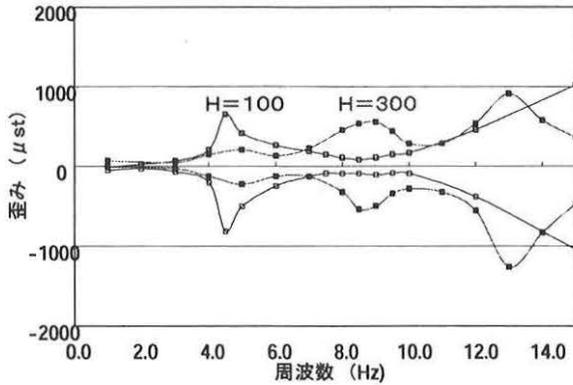


図2 歪みと取付け高さとの関係

ここで、取付け高さを変えた場合の共振周波数変化について理論的に検討する。コネクタリード線を等分布荷重の片持梁に置き換えて考察すると、一次の共振周波数 f_c は

$$f_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{EI}{\rho}} \left(\frac{1.875}{L} \right)^2 \quad \dots (1)$$

- L: リード線の水平方向長さ (mm)
- E: 鋼の弾性係数 (12,000kgf/mm²)
- I: リード線の断面二次モーメント (mm⁴)
- ρ : リード線の単位長質量 (kg/mm)

と表すことが出来る。リード線長さ 800mm の T-T コネクタで H=100mm の場合、式 (1) から $f_c=4.9\text{Hz}$ となり、測定結果 (4~5Hz) とほぼ一致する。この式より、共振周波数を高くするためにはコネクタリード線の水平方向長さ L を小さくすることが望ましいことが分かる。具体的には、コネクタリード線の取付高さ H を高くする、コネクタリード線長を短くすることが有効策と考えられる。

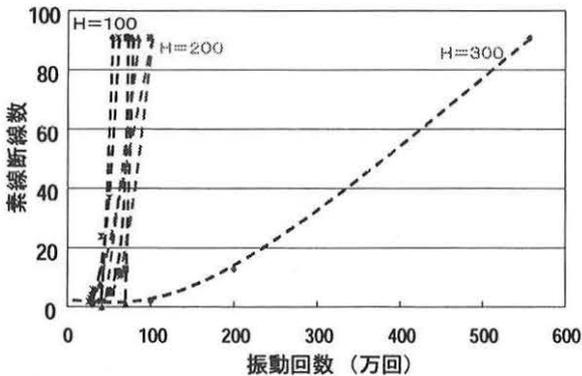


図3 疲労破断推移と取付け高さとの関係

また、疲労破断特性のコネクタリード線取付高さ依存性についての試験結果を図3に示す。振動条件は、振幅 W が ±20mm、周波数が 4Hz である。

図3からもコネクタ取付高さを高くすることで、断線に至るまでの振動回数が増加し、長寿命化できることが

分かる。

〈3.3〉コネクタリード線長による影響

T-T コネクタは渉り線箇所で使用されており、両引留の張力調整装置の有無により、800mm と 600mm のコネクタを使い分けている。リード線長の異なるこの2種類のコネクタを、取付高さ H:100mm、取付ずれ D:0mm、振幅 W: ±10mm として振動させた結果を図4に示す。

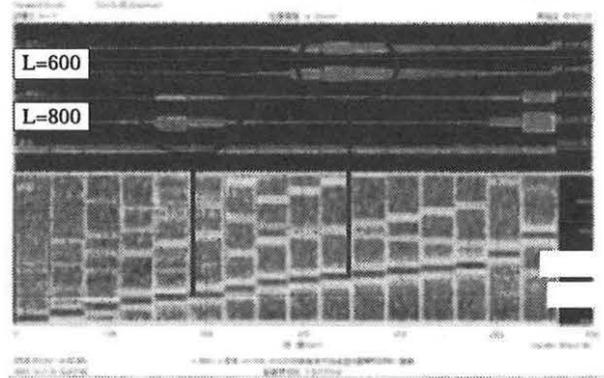


図4 リード線長と共振周波数との関係

図4より、L=800mm の場合 4~5Hz 程度に共振周波数が存在するのに対して、L=600mm と短くした場合には 8~10Hz 程度に高くなっていることが分かる。この結果は、コネクタリード線の水平距離 L が短くなったことによるためと考えられる。このことから、できる限り短いコネクタを使用することが望ましいが、その際には温度変化による架線の伸縮分を考慮する必要もある。

4. まとめと今後の課題

断線に至る劣化メカニズムについて検討した結果、T-T コネクタでの歪みが大きくなる条件は、

- ・振幅 W が大きい。
- また、共振周波数が低くなる条件は、
- ・コネクタリード線の取付高さ H が低い。
- ・コネクタリード線長が長い。

である事がわかった。この結果を踏まえ、今後、より長寿命化を目指し金具改良を検討していく必要がある。その案を以下に示す。

- 1) 金具の構造改良
 - … 圧縮部の取付角度、個数
- 2) 線材の細線化
 - … 素線(現状: φ1.2mm)・より線(91本)の見直し
- 3) 金具の軽量化
 - … イヤーの大きさ、締付ボルトの本数等
- 4) 耐腐食性の向上

上記案について検討を行い、金具の長寿命化に向けた取り組みを今後も進めていく。