

S2-5-2. 高速シンプル架線用コネクタ金具の開発

[電] ○貴志 俊英 (東日本旅客鉄道株式会社)
佐々木 三治郎 木本 栄治 佐藤 康生 (日本架線工業株式会社)

Development of connector fitting for Simple Catenary system of Shinkansen

KISHI Toshihide Member (East Japan Railway Company)
SASAKI Sanjiro, KIMOTO Eiji, SATO Yasuo (NIHON KASEN KOGYO CO.,LTD)

Abstract

Although we were worrying about the durability lack of MT connector for the Nagano Shinkansen, we solved the problem by improving a configuration and an endurance-test specification. We introduce the outline and test result in this report.

キーワード：コネクタ金具、振動耐久試験

Keywords: Connector fitting, Vibration endurance test

1. はじめに

長野新幹線等に採用されている高速シンプル架線においては、架線振動に起因して MT (ちょう架線-トロリ線) コネクタのリード線が断線する事例が時折発生している。

この問題の改善策として、筆者らは振動耐久試験方法と構造を見直した新しい MT コネクタを試作・試験し、一定の成果を得た。以下に概要を紹介する。

2. コネクタ金具の振動耐久試験方法の見直し

現在、コネクタ金具は JIS あるいは旧 JRS において
振 幅：0~+20mm (20mm の押上を想定)

周波数：3~5Hz (正弦波)

回 数： 2×10^6 回 (通過パンタ数 200 万を想定)

上記の仕様で振動耐久試験を実施している。

しかし、年間の通過パンタ数が 2 万弱の長野新幹線で開業後 3~4 年でリード線が断線した事例があること、高速シンプル架線のトロリ線押上量が (260km/h で) 45mm 程度である事などを考えると、この試験方法の妥当性には疑問がある。

そこで、本開発では、振幅を 200mm (高速シンプル架線の設計想定押上量の 2 倍) まで拡大し、周波数をトロリ線振動の卓越周波数=1.2Hz に変更した。回数は従来どおりであるが、振幅を拡大したこと、長野新幹線の年間通パン数を考慮すれば、パンタ通過後の残留振動の影響を加味しても定期的な取替周期に至るまでの耐久性を担保できるものと考えている。

3. コネクタ金具の構造の見直し

3.1 リード線素線の細径化

従来の高速シンプル架線用 MT コネクタのリード線は外径 1.2mm の素線を 37 本抛り合わせた 40 スケアの軟銅より線であるが、このリード線は曲げ剛性が大きいために架線振動によって過大な曲げ応力が発生して疲労破断

に至っていると考えられる。そこで本開発では、素線径を 0.16mm と細くし、より線構成を 7 本×7 本×38 本として柔軟性を持たせた公称断面積 38 スケアの複合軟銅より線を選択した。

3.2 リード線圧縮の向きを変更

リード線が非常に軟らかく、従来の MT コネクタのような半円形のリード線形状にはできないので、ちょう架線・トロリ線に対して垂直に圧縮する形状とした (表 1)。なお、リード線長さはちょう架線とトロリ線の相対移動を最大 250mm 許容するようにしている。

3.3 軽量化

従来はちょう架線側クランプ及びトロリ線側イヤーを 2 本のボルトで締結していたが、本開発では高速での集電に有利になること、コストダウンが図れることから 1 本ボルトで締結するようにした。なお、金具と線条との接触抵抗増大が懸念されたが、温度上昇試験および瞬時過電流試験で問題が無いことを確認している。

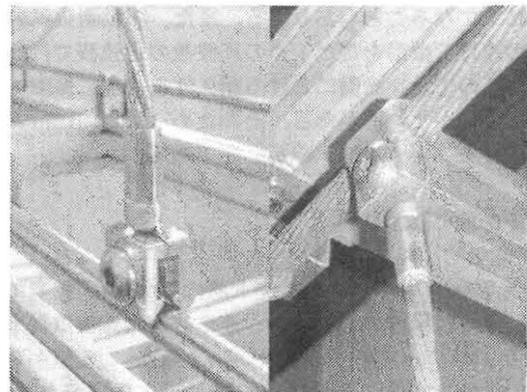


図 1 今回開発した MT コネクタ

表 1 MT コネクタの振動耐久試験の結果

形態	開発品			従来品(盛八型)	従来品(長野改良型)		
破断回数	1,001,304	*2,060,928	*2,060,928	127,260	1,487,950	610,600	*2,106,750
	1,644,624	*2,060,928	*2,060,928	126,860	515,850	1,348,000	-
	910,008	*2,060,928	*2,060,928	130,750	906,350	-	-
	*2,060,928	*2,060,928	*2,060,928	222,760	-	-	-

周波数=1.2Hz、振幅=0→200mm、架高=865mm *印は破断せずに試験を打ち切ったもの

4. 振動耐久試験の結果

表 1 に開発品と従来品の比較試験の結果を示す。対象としたサンプル種別は以下のとおりである。

- (1) 開発品：今回試作したもの
- (2) 盛八型：東北新幹線 盛岡～八戸間で使用しているもので、長野新幹線の初期のタイプに、リード線圧縮部の応力緩和等の改良を施したもの
- (3) 長野改良型：長野新幹線でリード線断線が発生したことを受けて改良を施したもので、圧縮をやめ、クランプ接続式としてリード線をループ状に加工し、断線しても垂れ下がらないようにしたもの

開発品の破断はいずれもトロリ線側の圧縮部口元で発生する。なお、ちょう架線側とトロリ線側の取り付け位置を 250mm ずらすと 1×10^6 回にも耐えられないサンプルが出ており、施工時には気温に応じて適切な位置に取り付けなければならない。

この試験結果により、長野改良型の耐久性は盛八型より向上していること、開発品はそれをさらに上回っていることが判る。

ただし、この評価はあくまで振幅=200mm、周波数=1.2Hz の条件下に限定され、振幅・周波数によっては異なる結果になることもあり得る。また、振動耐久試験は架線の複雑な振動をただ 1 つの周波数の正弦波で代表させているので、実設備における耐久性を完全に保障できるとは言いがたい面がある。そのため、最終的には実設備におけるフィールド試験が必要である。

5. その他の試験結果

5.1 電気的性能

開発品の MT コネクタのリード線は 38 スケア相当であるが、より線構成の違いから、連続許容電流値は従来の 40 スケアのリード線と同じく 250A となる。この値から、JIS E 2002 に従い、温度上昇試験 (250A の電流を 30 分間通電して金具の最高温度<リード線の最高温度であることを実施したが、温度上昇はリード線中央部で 66℃ に対しイヤー部で 29℃であった。また、過電流試験 (連続許容電流 250A の 5 倍=1250A の電流を 30 秒間通電し、

試験後の電気抵抗値が試験前に対して 1.1 倍以内であること) については、試験前後の抵抗値はいずれも 0.4mΩ で、良好であった。

5.2 機械的性能

表 2 に示すように、JIS 規格値を満足している。

表 2 開発品 MT コネクタの機械的性能

試験項目	JIS 規格値	試験成績
引張破断荷重	7.0kN	7.76~7.88kN
イヤーすべり荷重	1.0kN	1.73~2.10kN
クランプすべり荷重	1.5kN	1.98~2.92kN

以上の結果から、1 本ボルト化を行っても電氣的・機械的性能は実用上問題の無いレベルで確保されている。

6. まとめ

本開発では、MT コネクタの振動耐久試験方法を見直し、振幅を 200mm に拡大し、周波数を高速シンプル架線における卓越周波数 1.2Hz に変更した。また、この試験条件でも 2×10^6 回の加振に耐える MT コネクタを試作し、耐久性が従来品を上回ることを確認した。

今後は、営業線におけるフィールド試験により効果を検証する予定である。

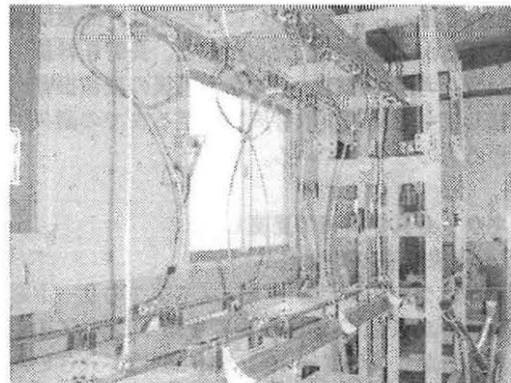


図 2 MT コネクタの振動試験の様子