

わが国と欧州の電車線金具振動試験方法の比較

○ [電] 菅間 陽二 [電] 山下 主税

[電] 早坂 高雅 (鉄道総合技術研究所)

Comparison of Japan and Europe vibration testing methods
of the electric traction overhead lines

○ Youji Sugama, Chikara Yamashita,

Takamasa Hayasaka, (Railway Technical Research Institute)

The vibration testing of the electric traction overhead lines are established in the 1960s for the first time, now is the vibration test specified in JIS is not changed its terms. Recently, it is thought that the vibration to occur on the electric traction overhead lines is different from time when established it. Therefore, it is necessary to reconsider the vibration testing methods. Now, in this paper compares the Japan and Europe standards. Then, we describe the vibration testing methods in the future.

キーワード : 電車線金具, 振動試験, JIS 規格, EN 規格

Key Words : electric traction overhead lines, vibration testing, JIS standards, EN standards

1. はじめに

電車線金具の振動試験は、1968 年に国鉄の技術基準である JRS (Japanese National Railway Standard) で初めて制定され、現在、JIS に規定されている振動試験においてもその条件が用いられている¹⁾。

近年、新幹線の速度向上や架線条件の変更、列車通過数の増大に伴い、パンタグラフが電車線金具に与える振動が制定当時と異なる可能性があるため、現在の耐振動試験を見直すべきとの見方がある。そこで今回、国内外の規格を比較するとともに規格に示された内容の根拠を明らかにする。

2. 電車線金具振動試験方法の比較

2.1 わが国における振動試験方法

(1) JIS E2002

JIS における電車線金具振動試験方法の規定は 1981 年に追加された。振動試験方法を図 1 に示す。一定の複振幅 20mm と周波数 3~5Hz で 2×10^6 回の加振を行うものとし、トロリ線を大弧面から正弦波で加振する。トロリ線支持間隔は 1500mm 以上とするが、具体的な張力の指定はない。

(2) JRS

JRS に振動試験方法が制定されたのは、1968 年に改定された「ハンガーイヤー (新幹線用)」においてである。ここで加振回数は (1) 式から算出されている²⁾。(1) 式において、 $\alpha=60\%$ 、 $A=0.016$ とした場合、 $Y=1.8 \times 10^6$ 回となるため、余裕を持たせて 2×10^6 回と定められている。

$$Y = B \times Z = \frac{(R-r) \times \alpha}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Y: 金具が受ける打撃数、B: 1 年間の通過パンタ数

Z: トロリ線耐用年数

R: GT110 トロリ線の新品直径 12.34[mm]

r: GT110 トロリ線の摩耗限度直径 7.5[mm]

 α : トロリ線の利用率[%]、A: 摩耗率 [mm/万パン]

B: 1 年間の通過パンタ数 [万パン]

2.2 欧州における振動試験方法

欧州の電車線金具振動試験方法の規定は文献 3 に記載されている。表 1 に EN50119 とわが国の電車線金具振動試験条件を比較した結果を示す。

EN50119 における振動試験の対象金具はドロップとコネクタのみであり、コネクタにおいては 160km/h 以上の走行区間で使用する金具のみを対象としている。振動波形

表 1 わが国と欧州の電車線金具振動試験方法の比較

規格	JIS	BSI British Standards		JRS
規格番号	E2002 電車線金具試験	BS EN 50119:2009		各金具参照
制定年度	1981 年	2009 年 9 月		1968 年 8 月
対象設備	曲線引金具類, 振止金具類 ちょう架金具類, き電金具類 接続金具類	ドロップ	接続金具 (コネクタ) ※160 km/h 以上の走行区 間で使用されるものに限る	ハンガイヤー (JRS に初めて記載) ダブルイヤー, 曲線引金具, コネクタ金具 振止金具, ドロップクリップ, フィーディヤー
振動波形	正弦波がよい	圧縮: 半弦波 伸張: 矩形波 (一定伸長力)	記載なし	半弦波
加振回数	200 万回	最低 200 万回	最低 200 万回	200 万回以上
振動数	3~5Hz	0.5Hz~10Hz	0.5Hz~10Hz	3~5Hz
振幅	複振幅 20mm	20~200mm	100mm 以下	+20mm-0mm
架線張力	試験に支障しない程度	-	-	-
振動箇所	トロリ線	ちょう架線	ちょう架線	-
トロリ線支持間隔	1500mm 以上	-	-	-
その他	・受渡当事者との協議によって 変更可能 ・試験後に滑り試験もしくは引 張試験を実施すること。	・ドロップの軸力は 100N ~400N に指定 ・特殊架設箇所は上記条件 を再検討	・3 つ以上の試作品で試験 ・コネクタ長が最小のもの で実施	・試験後に引張試験、圧縮試験、滑り試験を実施する こと。

は、図 2 に示すように圧縮には半弦波、伸張に矩形波 (一定伸長力) を加える。加振回数・振幅・振動箇所はわが国の電車線金具振動試験方法とは異なる。

3. 電車線金具振動試験方法の根拠

わが国の電車線金具振動試験における加振回数の根拠は (1) 式である。これは、「金具が設備されている直下をパンタグラフが 1 回通過することにより、その金具に 1 回の打撃が加わる」こととして振動回数を 2×10^6 回と定めている。しかし、過去の報告から、トロリ線実振動波形よりコネクタのひずみ発生回数を推定した結果、パンタグラフ 1 回の通過に対して、複数回のひずみが生じていることが確認されている⁴⁾。この場合、(1) 式による現行の試験方法では十分な評価とは言い難く、金具に加わる応力やひずみから金具の損傷を検討しなければならない。また、振動数や振幅においても当時の架線振動から得た値であり、直接金具に加わる応力やひずみから定められたものではない。

一方、EN50119 では、ドロップの軸力が指定されていることから、金具の疲労要因となる応力やひずみから振動試験条件を規定したものであると考えられる。また、振動波形も、金具疲労試験の位置づけから圧縮振幅と引張荷重から規定されている。なお、振動数や振幅は条件の値に幅があるが、これは EN が UE 統合に向けて制定された規格であるため、各国の金具振動条件や仕様を考慮したためではないかと思われる。

4. まとめと今後の課題

電車線金具振動試験方法について、わが国と欧州の規格を比較した。その結果、現行の電車線金具振動試験条件の妥当性を改めて評価するためには、金具の損傷要因である応力・ひずみ等を測定し、規定の条件を確認する必要があると考えられる。

今後、実設備においてこれらを測定し、現行の試験方法との整合性を確認する。

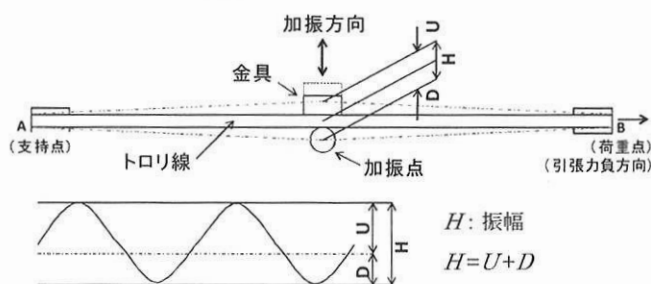
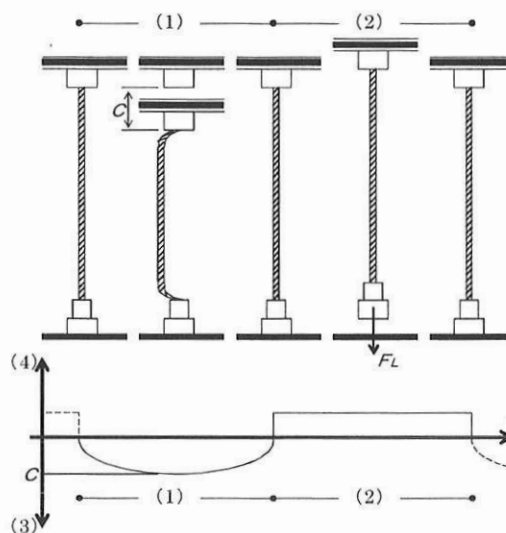


図 1 JIS E2002 電車線金具の振動試験方法



(1): 圧縮半サイクル、(2): 引張半サイクル、(3): 圧縮
(4): 引張、C: 圧縮振幅、 F_L : 引張荷重

図 2 EN50119 ドロップの振動試験方法

参 考 文 献

- 1) JIS ハンドブック 2010 鉄道, 日本規格協会
- 2) 「電車線技術進展のあゆみ」Q&A, 電車線工業協会・電車線路技術委員会, 1997 年
- 3) 「British Standards」, BSI, Sep.2009
- 4) 山下主税, 近藤真吾, 延原隆良: 電車線コネクタの疲労特性の定量的評価手法について, 第 17 回鉄道技術連合シンポジウム (J-Rail2010), 2010 年