

銅架台剛体電車線とアルミニウム製補強材の 異種金属接触腐食についての検討

○ [電] 畠山 孝昭 [電] 早坂 高雅

[電] 清水 政利 (鉄道総研) [電] 小林 武弘 (三和テッキ株式会社)

Study of Galvanic Corrosion between Rigid Conductor Line made of Copper and Reinforcement made of Aluminum

○ Takaaki Hatakeyama, Takamasa Hayasaka,

Masatoshi Shimizu, (Railway Technical Research Institute)

Takehiro Kobayashi, (Sanwa Tekki Corporation)

There are many deflections which are larger than theoretical values on rigid conductor lines. We proposed the way of the reduction of the deflection by attaching the reinforcement made of aluminum. However, they might cause the galvanic corrosion between aluminum and copper. Thus the reinforcement was coated with the surface treatment. The surface treatment was discussed by the corrosion test. From this result, we made the reinforcement which was coated with the selected surface treatment. We measured the deflection of the rigid conductor line using that reinforcement.

キーワード：剛体電車線，銅，アルミニウム，異種金属接触腐食，補強材，たわみ

Key Words：Rigid conductor line, Copper, Aluminum, Galvanic corrosion, Reinforcement, Deflection

1. はじめに

剛体電車線は摩耗による断線の恐れが無い場合、摩耗管理等のメンテナンスコストを低減できる。しかし実設備の剛体電車線のたわみは理論値に比べて、大きい箇所があり、集電特性の悪化が問題になることがある。アルミニウム架台剛体電車線に比べ、銅架台剛体電車線は耐食性に優れているが、材質の特徴からたわみが大きい傾向がある。そこで銅架台剛体電車線のたわみ量を低減する方法として、径間中央にアルミニウム製の補強材を取り付ける方法¹⁾を提案した。しかし、湿潤状態で銅とアルミニウムを接触させた場合、異種金属接触腐食が発生する可能性があるため、異種金属接触腐食を防ぐ目的として、アルミニウム製の補強材に表面処理を施すこととした。本論文では、腐食試験による表面処理方法の検討、および表面処理を用いた補強材での剛体電車線のたわみ低減効果について報告する。

2. 異種金属接触腐食

2.1 異種金属接触腐食について

異種金属接触腐食は湿潤状態において電位の異なる二つの金属が接触している場合に生じ、低電位の金属では腐食速度が増大する現象である。今回の場合、銅架台剛体電車線が高電位、アルミニウム製補強材が低電位となり、補強材の腐食速度が増大する。

2.2 中性塩水噴霧サイクル試験

(1) 試験概要

試験品は試験片を銅板と接触させ、鉄板（亜鉛めっき処理）とステンレスのボルトで挟む形とした。表 1 に試験片の表面処理種別を示す。試験片(b)のアルマイト処理とは酸化処理によりアルミニウムと酸素が反応し、酸化アルミニウムとする処理である。また試験片(c)の粉体塗装は粉末状の樹脂塗料を金属表面に焼き付ける塗装である。試験方法は、中性塩化ナトリウム水溶液の噴霧、乾燥、湿潤を 1 サイクルとし、これを繰り返す行い、中性塩水噴霧サイクル試験²⁾（以下サイクル試験）とした。本試験では 30 サイクル（240h）、60 サイクル（480h）、100 サイクル（800h）行い、腐食の進行について比較した。

表 1 表面処理種別

試験片	表面処理方法
(a)	なし
(b)	アルマイト処理
(c)	粉体塗装

(2) 試験結果

図 1 は試験前、30 サイクル後、60 サイクル後、100 サイクル後の各試験片の試験前の質量を基準とした質量変化量である。試験片(a)はサイクル数増加にともない、質量が減少しているのに対し、試験片(b)は 60 サイクルから質量が

大幅に減少している。このことから 30 サイクルから 60 サイクル間で表面のアルマイトが消失したと考えられる。また 100 サイクル後には、試験片(a)と(b)の質量の減少は同程度になった。試験片(c)の質量はサイクル数の経過とともに増加しているが、これは表面に付着した塩分であると考えられる。図 2 に 100 サイクル後の試験片(a)と試験片(c)の断面写真を示す。試験片(a)は表面が腐食によって削られているのに対し、試験片(c)は、腐食していないことがわかった。

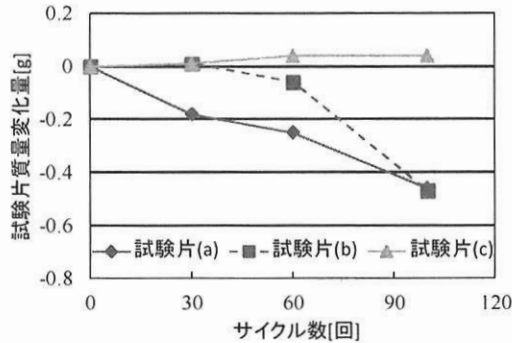


図 1 試験片の質量変化

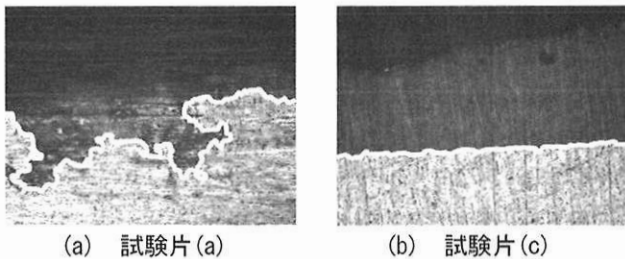


図 2 試験片の断面図

3. 粉体塗装を施した補強材を用いたたわみ測定試験

3.1 試験概要

サイクル試験結果より、補強材の表面処理として粉体塗装を採用した。しかし粉体塗装は塗装時の焼き付け温度が高く、熱によって補強材の剛性が低下する可能性がある。そこで粉体塗装を施した補強材と表面処理なしの補強材を製作し、たわみ低減効果¹⁾について比較した。補強材の形状は長さ 2.5m、断面 40mm×60mm、厚さ 2.5mm の角形パイプとした。補強材は径間中央に取り付け、補強材取り付け前後のたわみを測定した。

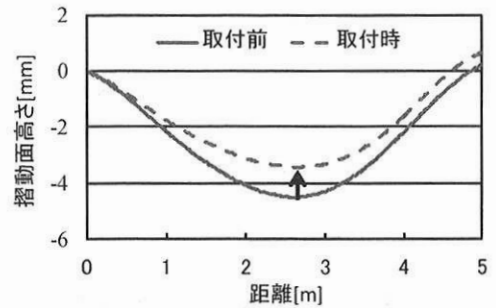
3.2 試験結果

図 3 に表面処理なしの補強材および粉体塗装の補強材を取り付けた径間のたわみ量変化を示す。補強材取付前と取付時と比較すると、両方の補強材において、たわみ低減が確認できた。2 つの補強材のたわみ低減効果を比較するため、たわみ低減率を式(1)で求める。

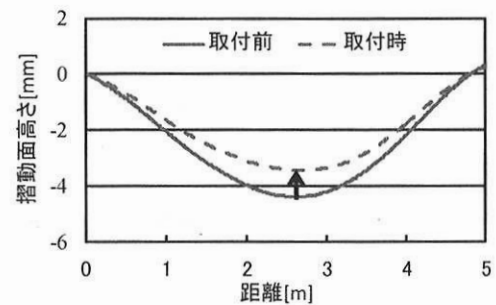
$$R_C = \frac{A - R}{A} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 R_C : たわみ低減率、 A : 補強材取付前と補強材取外し後のたわみ量の平均、 R : 補強材取付時のたわみ量
表 2 にたわみの変化量および低減率を示す。たわみ低減

率は表面処理なしで 23%、粉体塗装ありで 20%となり、粉体塗装時における高温での焼き付けによる補強材の剛性の低下は見られなかった。



(a) 表面処理無し



(b) 粉体塗装

図 3 補強材を取り付けた時のたわみ量変化

表 2 たわみ低減効果

補強材種別	たわみ[mm]		変化量 $A-R$ [mm]	たわみ 低減率[%]
	補強材 取付前と取外後 の平均 A	補強材 取付時 R		
表面処理無し	4.46	3.45	1.01	23
粉体塗装	4.33	3.45	0.89	20

4. まとめ

剛体電車線用補強材の表面処理検討のため、補強材の材料であるアルミニウム板(表面処理なし、アルマイト処理、粉体塗装)の腐食試験を行った。また補強材に表面処理を施した状態で、たわみの低減を測定した。

それらの結果、以下の事象が確認できた。

- (1) サイクル試験 100 サイクル後の試験片の腐食量は、表面処理なしのアルミニウムとアルマイト処理を施したアルミニウムで、同程度であった。一方、粉体塗装において腐食は確認できなかった。
- (2) 粉体塗装を施した補強材について剛体電車線のたわみ低減効果を確認したところ、表面処理なしの補強材と同等の結果が得られ、粉体塗装時の高温での焼き付けによる補強材の剛性の低下はみられなかった。

参 考 文 献

- 1) 小林武弘, 早坂高雅, 沖本文男, 清水政利: 剛体電車線のたわみ低減方法, 電気学会研究会資料, 交通・電気鉄道研究会, TER-09-54, 2009.
- 2) 財団法人 日本規格協会: JIS H 8502 めっきの耐食性試験方法, pp12-14, 2000.