

鋼橋直結Ⅲ形軌道区間における地絡発生に対する一考察

西日本旅客鉄道(株)
正会員 竹田 純也

1. はじめに

JR 西日本では軌道の部内原因による輸送障害を軽減させる取組みを行っているところであるが、鋼橋直結軌道において軌道回路の不正落下による地絡事象が発生していることから、同種事象を発生させないため、その原因を究明して対策を施すことが重要である。

鋼直Ⅲ形レール締結装置（以下、鋼直Ⅲ形という）が敷設されている複線区間の橋りょうの上り線（下り勾配）において、2014年11月にタイプレートのアンカー用ボルトと橋桁を絶縁している絶縁カラーが損傷し通電したことによる地絡事象を発生させた。幸い列車影響は無かったが、本事象を受け、2015年1月より敷設後17年経過して初めてアンカーボルト一式の全交換を開始した。本稿では、交換した発生品から地絡発生メカニズムを調査し、輸送障害防止に向けて対策を検討したので、その取組みについて報告する。

2. 鋼直Ⅲ形締結装置概要

本締結装置の特徴は、撓みやすい吊橋及び角折れの生じる橋りょう支点部などで、鉛直方向において桁とレールの相対位置が変位することに追従させるためにコイルばねを用いている。また、ナットの弛緩等により万一部品が脱落しても、橋桁とタイプレート間に敷設されている絶縁板により、レールと桁フランジ間で導通して起こる地絡が発生しにくい構造である¹⁾。しかし、前述のように、絶縁カラーの損傷によりアンカーボルトと桁の接触が原因となって地絡が生じている(図-1)。

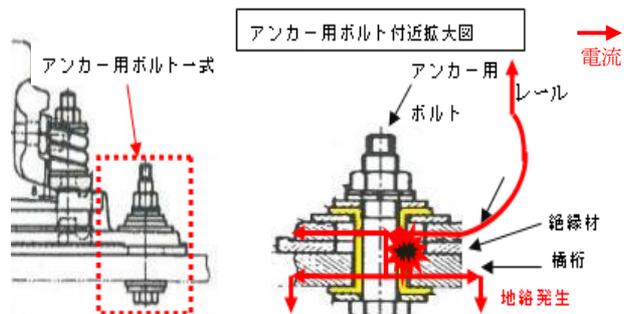


図-1 地絡のメカニズム

3. 絶縁カラー損傷原因の調査

本稿ではレール長手方向を縦方向、レールに垂直な方向を横方向と述べる。地絡が発生した橋りょうでは、上下線とも60kgレールの定尺区間、R=250m未満の急曲線区間であり、22.3%の勾配(起点に向かって下り)をもっている。

これまで上下線において16回にわたり上下線992本全てのアンカーボルトの全交換を終え、絶縁カラー大小19個/1984個の損傷を確認し(写真-1)、その全てが上り線で生じている。また、内軌、外軌に対する損傷個数の傾向として、外軌側に17個、内軌側に2個と、外軌側に損傷が多いことが確認された。



写真-1 絶縁カラー損傷状態

更に、絶縁カラーの損傷が認められた上り線ではタイプレート及び絶縁板が移動した痕跡が認められた。加えて、内軌側レール頭頂面に波状摩耗が生じており(図-2)、最大80g(m/s²)の著大な軸箱加速度の発生が認められた。



図-2 内軌レール波状摩耗の状態

ここで、設計におけるタイプレート及び絶縁板、絶縁カラーの形状寸法から求められる各部材間の間隙は以下のとおりである。タイプレート・絶縁板には軌間整正が可能なように楕円状の穴が空いている。タイプ

レート・絶縁板は縦方向に対して穴の大きさが 32mm、横方向に対して 53mm あり、それに対して絶縁カラーの直径は 30mm である。従って、ボルト穴の位置が中位であれば、縦方向に 1mm の余裕、横方向には 11.5mm の隙間が存在する(写真-2)。

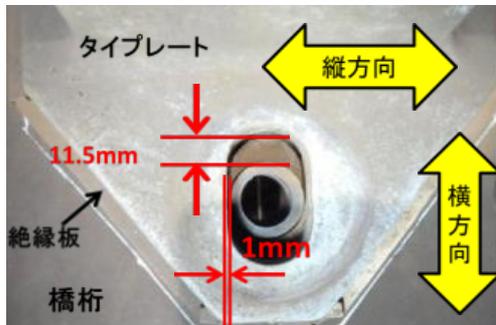


写真-2 タイプレート・絶縁板敷設状態

次に、現地におけるアンカーボルトの緊締状態について確認を行った。鋼直Ⅲ形のアンカーボルトの標準緊締トルクは $350\text{N}\cdot\text{m}$ であり、アンカーボルト交換時にアンカーボルトの締結トルクを測定した。その結果、絶縁カラーの損傷が認められた箇所では標準緊締トルクを下回る $150\sim 250\text{N}\cdot\text{m}$ であったことが確認された。

これらの調査結果より、絶縁カラー損傷の原因は、繰り返しの列車走行により内軌レールの波状摩耗の凹凸とともに振動と横圧が増加し、アンカーボルトの締結トルクが低下し緩みが生じた。このため、タイプレート及び絶縁板が移動し、絶縁カラーがアンカーボルトとタイプレート間に挟まれ、振動による摩滅が生じた結果、破損し地絡に至ったものと考えられる。

4. 輸送障害防止に向けての対策

交換済みアンカーボルト一式について、桁に対してタイプレート及び絶縁板の移動が視認可能なように、合いマークを施した(写真-3)。その合いマークを 1 回/2 週間の夜間の徒歩巡回検査で目視確認を行い、タイプレート及び絶縁板が縦方向に 1mm 以上、横方向に 4mm 以上の動きが認められる場合は、タイプレート及び絶縁板の移動により絶縁カラーに摩滅が生じている可能性があることから、絶縁カラーの状態を確認(必要により交換)する。それと共に、上記で構築した閾値で管理していくためにタイプレート及び絶縁板の位置整正を実施し、外観では分からない絶縁カラーの損傷状態を管理できる状況下においている。現状では合いマークのずれは確認されておらず、締結トルクの変化もなかった。



写真-3 アイマークの状態

5. 更なる効率的な保守・管理方法の検討

4. で構築した管理手法は、1 回/2 週間の夜間の徒歩巡回で全ての合いマークのずれを確認することは、移動量の判定基準を厳しくしたため、かなりの時間を要する。このため、更に効率的に管理するという点での課題が残されている。

これまでの研究より、鋼直Ⅲ形の構造及びアンカーボルト全交換後から 2 年以上締結トルクの変化がなく合いマークのずれも確認されていないことから、所定の締結トルクで緊締されていれば、タイプレート及び絶縁板の移動は極めて起こりにくいと考えている。

今後、アンカーボルトに対して合いマークを施し、年に三度の多客輸送期前に実施する橋りょうの点検において、アンカーボルトの締結トルク及び合いマークのずれを全数確認し、ずれが認められた場合には所定のトルクで締結すること、トルクにかかる閾値を定めてそれ以下の値が認められた場合は絶縁カラーの状態の確認(必要により交換)を行う等の保守・管理方法に移行することを検討している。

6. まとめ

引き続き、現在構築している一定の移動量が認められた場合に補修等を行う仕組みを実行していくとともに、横圧・振動増加の一因である波状摩耗の低減と軸箱加速度の値を低下させることを目的としてレール削正を実行していく計画である。これらの検証等で得られるデータから、波状摩耗と軸箱加速度の増加傾向及び締結トルク減少箇所の傾向をつかみ、5. に記述した更なる効率的な保守・管理方法を確立し輸送障害防止を図っていきたい。

《参考文献》

- 1) 新版軌道材料編集委員会編：新版 軌道材料，鉄道現業社，2012. pp.433.