

S7-1-8. 保守用車の短絡走行に向けた取組み

○松井光男 (西日本旅客鉄道株式会社)  
土手正人 (西日本旅客鉄道株式会社)

柿本健三 (西日本旅客鉄道株式会社)  
[土] 清水郁夫 (西日本旅客鉄道株式会社)

Examination of the short circuit running of the maintenance car

Mitsuo Matsui (West Japan Railway Company) Kenzo Kakimoto (West Japan Railway Company)  
MasatoDote(West Japan Railway Company) Ikuo Shimizu, Member (West Japan Railway Company)

We measured the track circuit remaining voltage of the maintenance car with stopping in the case of various axle loads and the numbers of axles. Moreover, we measured the resistance between wheels of the various maintenance cars and trains with stopping, and measured the track circuit residual voltage of the various maintenance cars and trains when running.

We report on the difference of the short circuit performance of the maintenance car and the train.

キーワード：短絡走行、軌道回路、軸重、軸数、車輪間抵抗

Keywords: Short circuit running, Track circuit, Axle loads, The numbers of axles, Resistance between wheels

1. はじめに

保守用車が短絡走行可能となれば、信号機を赤にすることで列車との衝突防止や踏切を鳴動させることで通行車両や歩行者との衝突防止が可能となる。また踏切通過時の一旦停止省略による作業効率向上や交通整理員削減によるコスト削減効果も見込まれる。しかし、現在、保守用車は短絡抵抗が不安定なことによる踏切誤動作の恐れがあるため短絡走行ができない。そこで、保守用車の短絡抵抗の調査、分析により、保守用車の短絡走行実現性について考察する。

2. 保守用車の短絡抵抗を決める要素

保守用車の短絡走行は、軌道回路で安定して検知できることが必要であり、検知できるか否かを決定する要素を図1に示す。保守用車が安定して検知されるためには短絡抵抗Rが十分に小さいことが必要である。この短絡抵抗Rは車輪間抵抗 $R_a$ と車輪とレール面の接触抵抗 $R_c$ の和であり、車輪間抵抗 $R_a$ は絶縁・短絡切替機構に左右され、もう一方の接触抵抗 $R_c$ はレール面の錆等の付着物に左右される場合が多い。

$$\text{短絡抵抗 } R = R_a + R_c$$

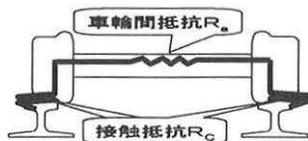


図1 短絡抵抗の要素

3. 調査概要

保守用車と列車の短絡抵抗について、試験軌道回路及び営業線で次の調査を行った。

3.1 調査内容

調査項目及び内容を表1に示す。

表1 調査内容

調査項目	調査内容
①軸重の効果	試験軌道回路上の保守用車の軸重を8.5トンから10.1トンまで変化した時の軌道回路残留電圧の測定
②軸数の効果	試験軌道回路上の保守用車の短絡軸数を変化した時の軌道回路残留電圧の測定

③レール面付着物の影響	試験軌道回路上の付着物の種類(錆、枯葉、砂、油、雨)を変えた時の保守用車の軌道回路残留電圧の測定
④車輪間抵抗	各種保守用車及び電車(223系)の車輪間抵抗の測定
⑤営業線走行時の短絡状況	営業線軌道回路の保守用車及び列車の軌道回路残留電圧の測定

※軌道回路残留電圧：軌道レール落下時に軌道レールへ印加される電圧で、短絡抵抗が小さいと残留電圧は低く、大きいと高くなる。

3.2 試験軌道回路

図2に、試験軌道回路の回路構成を示す。軌道回路長は120m、機器は営業線と同仕様で構成した。なお、軌道回路の品質を確認した結果、短絡地点の違いによる差はみられず、また、短絡抵抗値の変化にも連動し、安定した残留電圧が得られた。

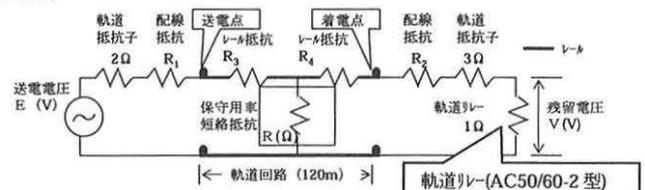


図2 試験軌道回路の構成図

4. 調査結果

〔①軸重の効果〕軸重が大きくなるにつれてレール面と車輪間の接触抵抗が一般的に小さくなると言われている。しかし、1軸短絡状態で軸重8.5トンの保守用車(モーター)に荷重(コンクリートマタキ)をかけた軸重10.1トンまで増加させたが、接触抵抗の変化はみられなかった。その結果を図3に示す。保守用車で想定される軸重の範囲では、短絡抵抗に対する影響はみられなかった。

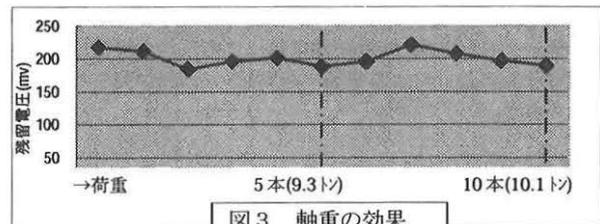
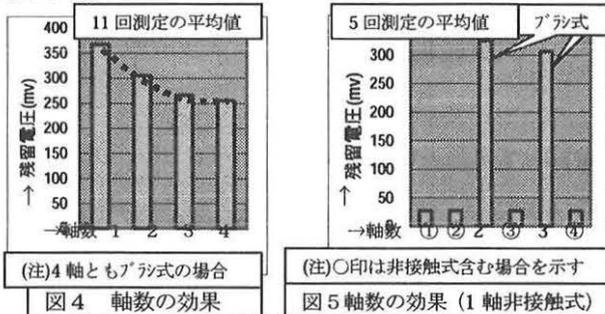
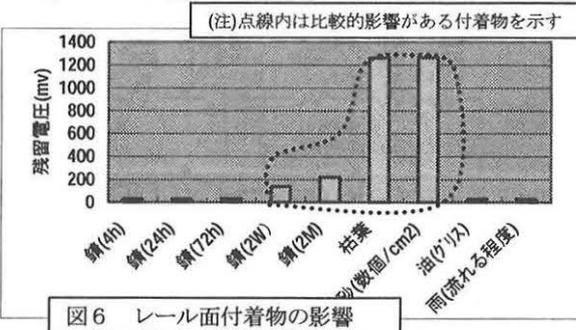


図3 軸重の効果

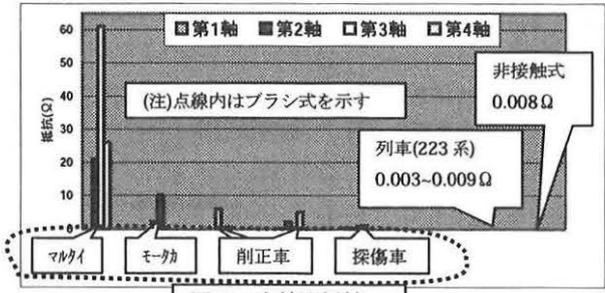
〔②軸数の効果〕 マルタイにより短絡軸数を変化させ、その際の残留電圧の変化をみた。図4に示すように、短絡軸数を1軸から4軸まで変化させた場合、1軸から3軸になるにつれ残留電圧低下の効果がみられたが、4軸と3軸はそれほど差がみられなかった。一方、通常、保守用車に搭載されるブラシ式絶縁短絡切替装置（以下、ブラシ式という）4軸のうち1軸を非接触式絶縁短絡切替装置（以下、非接触式という）に付け替えた場合は、図5に示すように、短絡軸数に関係なくブラシ式のみにより短絡された場合に比べ、非接触式の1軸を短絡させた状態で他の軸を順次短絡させた全ての場合の方が、残留電圧値が著しく小さいことがわかった。これは非接触式の短絡抵抗値がブラシ式と比べ非常に小さいことに起因していると思われる。



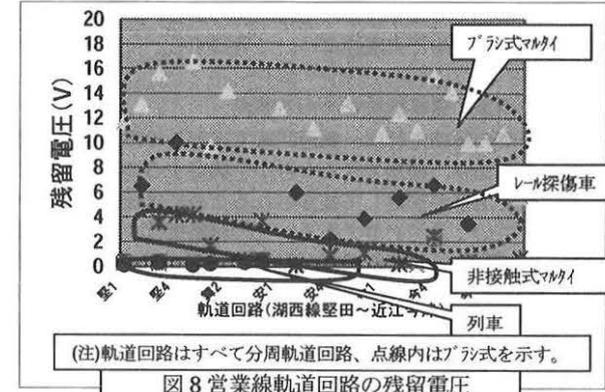
〔③レール面附着物の影響〕 マルタイを1軸短絡させ、その車輪とレールの接触面に附着物を介在させた状態で試験を行った。図6に示すようにレール面附着物については、錆では4時間、24時間、72時間、2ヶ月の種類を測定し、その中で72時間までは影響が小さい結果であった。また、油(グリソ)や雨についても影響が小さかった。一方、影響の大きいものとして、2ヶ月放置のこびり付いた錆や枯葉、砂という結果であった。



〔④車輪間抵抗〕 図7に示すように、ブラシ式の車輪は、列車に比べて抵抗が大きく、車種・車軸別のバラツキも大きい。これは、ブラシ式はブラシと車輪の接触面の接触抵抗が加味されるので、車輪が車軸で直結されている列車に比べて車輪間抵抗が大きくなるためと考えられる。また、接触方式は保守用車の種別によってブラシを車輪側面あるいは車輪踏面、車軸面に接触させる2種類があり、方式の違いによるブラシの接触面積の違い、さらには、使用経過年数によるブラシの接触圧力や埃附着状況の違いにより車種・車軸別のバラツキが発生すると考えられる。



〔⑤営業線走行時の短絡状況〕 湖西線にて、列車及び各保守用車合わせて4種類の短絡走行時の残留電圧を測定した。図8に示すように、列車、非接触式マルタイ、レール探傷車、ブラシ式マルタイの順に残留電圧が大きくなっていることがわかる。短絡抵抗に関わる要因を軸重、軸数、車輪間抵抗の3つとすると、軸重については4種類とも8ト以上であり、短絡抵抗に及ぼす影響に差異はないと考えられる。また、軸数については、列車は16軸以上あり、残留電圧値の低さから軸数が短絡抵抗の低下に寄与していると考えられる。しかし、非接触式マルタイ、レール探傷車及びブラシ式マルタイの軸数は4~6軸であり、軸数の短絡抵抗低下への寄与度合いは列車に比べて小さいが、3種類の保守用車どうしに差異はほとんどないと考えられる。従って、今回の走行時の保守用車種別による残留電圧の違いは各保守用車の車輪間抵抗の違いにより発生したものと考えられる。



5. 測定結果のまとめ  
 短絡抵抗に関係する要因として軸重、軸数、車輪間抵抗及びレール面附着物を捉え、それらについて調査した。軸重については、保守用車で想定される軸重内であれば、短絡抵抗に対する影響はみられなかった。軸数については、3軸以上の短絡による短絡抵抗の向上はほとんどないことがわかった。レール面附着物については、枯葉、砂等の異物介在は短絡抵抗に著しい悪影響を与えることがわかった。車輪間抵抗については、絶縁短絡切替車輪におけるブラシ式や非接触式といった機構・構造上の違いにより、短絡抵抗が大きく違うことがわかった。また保守用車を想定した上で、短絡抵抗に影響を及ぼすと考えられる軸重、軸数及び車輪間抵抗の中では、車輪間抵抗の影響力が著しく大きいことがわかった。  
 以上を踏まえて、今後、保守用車の短絡走行実現に向け、保守用車の絶縁短絡切替装置の車輪間抵抗値改善やレール面附着物の対策について総合的に取り組んでいく。