

## 接着絶縁レールの絶縁抵抗低下と対策に関する一考察

○ J R北海道 正会員 宮崎亮勲  
 鉄道総合技術研究所 若月 修  
 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡宏夫  
 鉄道総合技術研究所 正会員 五十嵐好宏

### 1. はじめに

現在、ロングレール区間における軌道回路の絶縁材料として使用されている接着絶縁レール（以下、I Jと称す）は列車荷重と衝撃に耐える十分な強度をもっているため、レールや絶縁材に損傷が発生しない限り、レールと同等の寿命があるものと考えられてきた。しかし、近年、外観上レールや絶縁材の損傷が無いのにも関わらず、絶縁抵抗の低下が原因でI Jを交換する事象が発生している。本報告では、I Jの絶縁抵抗が低下した原因を調査し、絶縁抵抗を回復させるための対策を考察したので、その概要について以下に述べる。

### 2. I Jの絶縁抵抗低下の事象

I Jの絶縁抵抗値は、J I S<sup>®</sup>では表1のように規格化されている。通常の使用環境では、営業線に敷設されているI Jは撤去されるまでに表1の絶縁抵抗値を下回ることのあるものの、レールフローおよび絶縁箇所での金属片の介在を原因としたもの以外で、軌道短絡または軌道橋絡を引き起こすほどの絶縁抵抗値の低下はないものと考えられてきた。

しかし、J R北海道の接着絶縁継目部において発生した軌道短絡事故を調査した結果、I J本体の絶縁抵抗値がJ I S規格値を下回っていることが確認された。

### 3. 絶縁抵抗測定と解体調査

軌道短絡を起こしたI Jの履歴を表2に示す。上記のI Jを試験片として絶縁抵抗値を測定した結果を図1に示す。この結果より、試験片の絶縁抵抗値は、レール～レール間は $0.6\text{M}\Omega$ であったが、終点方のレール～継目板間は $0.0\text{M}\Omega$ であった。絶縁抵抗値は低周波軌道回路では $100\Omega$ 以上確保されていれば十分であり、軌道短絡を発生させるようなことはないが、レール～継目板間の抵抗値が $0.0\text{M}\Omega$ で、実際に軌道短絡を発生していることからこれを原因の1つとしてI Jが橋絡状態になったものと考えられた。そこで、試験片を図2のように3ブロックに切断し、レール～継目板間の絶縁抵抗値を測定した。その測定結果を表3に示す。

表1 I Jの絶縁抵抗値

| 測定条件            |                   |                  |
|-----------------|-------------------|------------------|
| 製造時の品質          |                   | 使用に先立って現場で測定する場合 |
| 乾燥状態            | 浸水状態              |                  |
| 5 M $\Omega$ 以上 | 0.5 M $\Omega$ 以上 |                  |

表2 短絡したI Jの履歴

|         |          |
|---------|----------|
| レール種別   | 50kgNレール |
| 道床種別    | 有道床      |
| 経過年数    | 6年6ヶ月    |
| 年間通過トン数 | 約800万トン  |
| 累積通過トン数 | 5,300万トン |
| 設備区分    | 交流電化区間   |

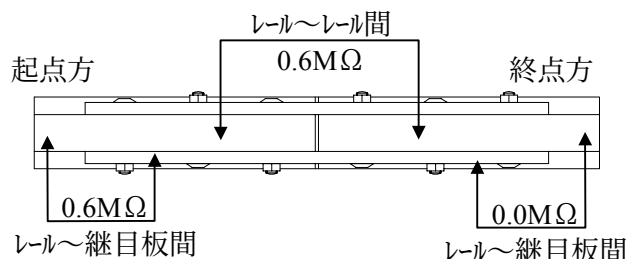


図1 I Jの絶縁抵抗測定結果

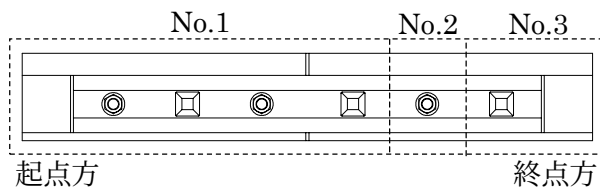


図2 I Jの切断位置とブロック No.

表3 切断したブロックの絶縁抵抗値

| 測定部位        | No.1           | No.2           | No.3           |
|-------------|----------------|----------------|----------------|
| 終点方レール～継目板間 | 1.1 M $\Omega$ | 0.0 M $\Omega$ | 2.8 M $\Omega$ |
| レール～レール間    | 1.5 M $\Omega$ | —              | —              |

キーワード：接着絶縁レール、短絡、絶縁抵抗値

連絡先：〒060-8644 札幌市中央区北11条西15丁目1-1  
 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38

Tel 011-700-5790

Fax 011-700-5971

Tel 042-573-7275

Fax 042-573-7432

測定の結果、ブロック No.2 の絶縁抵抗値が  $0.0\text{M}\Omega$  で、それ以外のブロックの絶縁抵抗値が上昇したので、ブロック No.2 を解体し詳細な調査を行った。その結果、ボルト穴内部およびチューブ内に大量の黑色物質が堆積していた。ボルト穴内部の状況を図3に示す。X線回折による分析の結果、黑色物質はマグネタイト（酸化鉄： $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）であることが確認された。ブロック No.2 の上半部分を切断し、このマグネタイトを完全に除去した後に絶縁抵抗値を測定した結果、レール～継目板間の絶縁抵抗値は  $1,600\text{M}\Omega$  まで上昇した。

以上の結果より、試験片の絶縁抵抗値の低下の原因は、ボルト穴内部に発生した酸化鉄（マグネタイト）を原因として、その他の何らかの要因が複合的に作用して、一時的に導通状態となり短絡が発生したものと推定された。

#### 4. 敷設状態における絶縁抵抗回復対策

上記 I J の絶縁抵抗低下の原因が推定された後、レール絶縁部の絶縁劣化を判定するための手法<sup>2)</sup>により一部の I J の各部位間の電位差を調査したところ、絶縁抵抗低下の疑いがある I J が発見された。絶縁抵抗の低下した I J の履歴を表4に、また電位差の測定結果を図4に示す。外観上絶縁抵抗が低下するような原因が無かったことから、絶縁抵抗低下の原因はボルト穴内部に発生した酸化鉄に原因の可能性があると考え、敷設状態で酸化鉄の除去を検討した。

ボルト穴内部の酸化鉄を除去するためには、ボルトとチューブを交換し、グラインダー等で酸化鉄を除去する必要がある。I J のボルトの交換については、新幹線において折損ボルトの交換実績があることから、1本ずつ交換すれば剥離や開口の可能性は極めて低く、性能上の問題はないと判断した。

実際にボルトおよびチューブを外したところ、ボルト穴内部とチューブ内に酸化鉄が堆積していた。酸化鉄をグラインダーで除去し、ボルトおよびチューブを交換した結果、レール～継目板間の電位差が  $2.4\text{V}$  から  $0.0\text{V}$  に下がり、絶縁抵抗値が  $0.003\text{M}\Omega$  から  $0.07\text{M}\Omega$  に回復したことが確認できた。交換したボルトを図5に示す。

#### 5. まとめ

今回実施した I J の絶縁抵抗低下箇所におけるボルトとチューブの交換およびボルト穴の清掃により、I J の絶縁抵抗値を回復できることが確認できた。本施工方法を実施することにより、I J 交換およびそれに伴う設定替え等に要する交換経費を大幅に削減できる。今後は、絶縁抵抗低下箇所の電位差測定結果と酸化鉄の発生状況について更なる検証を行い絶縁抵抗低下箇所の早期発見と絶縁抵抗の回復に努めていきたい。

#### 参考文献

- 1) 日本工業規格：接着絶縁レール JIS E 1125, 1995.3.1
- 2) 芝崎，宮越：レール絶縁物の劣化判定手法の研究，第16回鉄道電気テクニカルフォーラム，2003.1

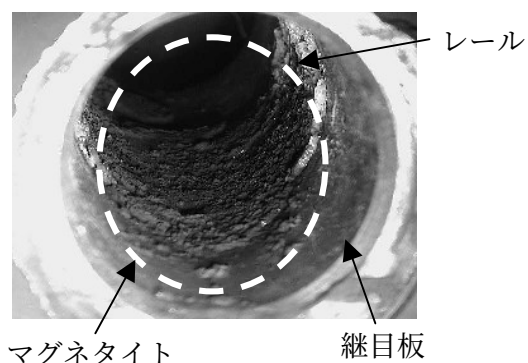


図3 ボルト穴内部酸化鉄の堆積状況

表4 絶縁低下の疑いがある I J の履歴

|         |           |
|---------|-----------|
| レール種別   | 50kgNレール  |
| 道床種別    | 有道床       |
| 経過年数    | 13年6ヶ月    |
| 年間通過トン数 | 約1,400万トン |
| 累積通過トン数 | 19,000万トン |
| 設備区分    | 交流電化区間    |

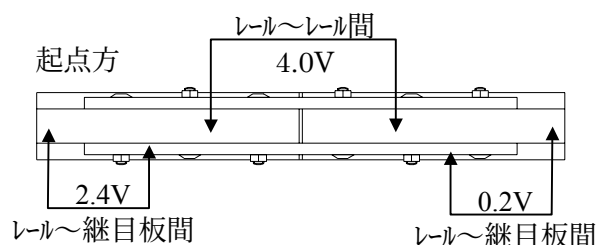


図4 I J の電位差の測定結果



(a) 酸化鉄堆積箇所



(b) 酸化鉄無しの箇所

図5 交換後のボルトとチューブ