コンクリート道床部地絡事象の検証と対応

（株）メトロレールファシリティーズ　正会員　大澤　純一郎
正会員　後藤　洋次
新井　健次
大竹　真人
東京地下鉄（株）　赤松　学

１．はじめに

東京地下鉄は，首都東京に 9 路線 195.1km の営業線を運行し，社会経済の重要な交通機関としての役割を果たしている．

営業線の軌道構造は全体の 67.8%がコンクリート道床であり，無筋構造となっている．ただし，道床厚の薄い区間では，トンネル本体の下床と道床の密着を増すためのジベル筋を配置した有筋構造としている．

ジベル筋のあるコンクリート道床区間に敷設された RC 短まくらぎ系 TB 台板（以下，TB 台板という）のゴム製締結装置から発煙が営業線内で発生した．原因は地絡と考えられ，過去を調査するとこの現象は 20 数年前にも類似事象の発生記録があったため，今回改めて考察を行ったので報告する．

２．コンクリート道床での発煙事象

２-１　発生事象

本事象は列車運行時間帯に，ジベル筋のあるコンクリート道床軌道の締結装置締結用ボルトとレールの間からスパークし，発煙した現象が認められた．（写真-1）

なお，同箇所は同日帰線電流（き電）を停止し，締結用アンカー式ボルト（以下締結用ボルトという）の切除及びゴムタイプレートの交換の応急処置により，発煙現象は収まった．

写真-1 発煙状況(模擬的図示)

２-２　事象の原因検証

当該 TB 台板一式をコンクリート道床から斫り出し，再度組立て，締結用ボルトとジベル筋との接触具合の確認を行った．（写真-2）

事象の要因は，①レールと締結用ボルトとの間に伝導性のある異物が介在しており，なおかつ，②コンクリート道床の中では，一部絶縁被膜が剥がれた締結用ボルトとジベル筋が接触していた．このことから，帰線電流がジベル筋に流れ短絡，大きな負荷がかかり発煙したものと推察した．（図-1）

写真-2 締結装置等の位置関係

３．再発防止対策の方法と結果

上記①と②の状態を同時発生させないために，②の対応として以下３-１(1)及び(2)，①の対応として(3)を考察し，(1)～(3)の手順で対策を実施することとした．

３-１　方法

(1)道床厚による対策対象範囲の絞り込み

当該軌道構造は，全９路線中２路線に適用している構造で，道床上は同様に見えるが，締結用ボルトとジベル筋との位置関係（道床厚）によって絞り込みが可能である．

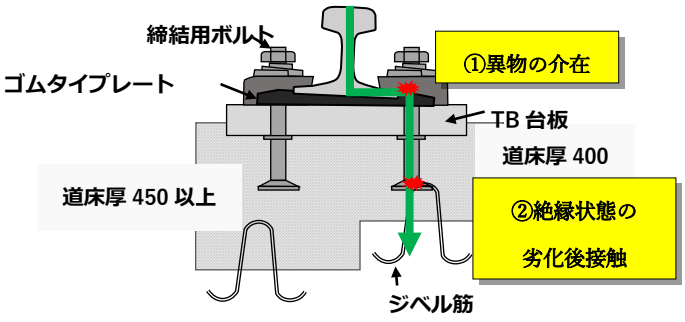

図-1 帰線電流の地絡状況

キーワード　トンネル，帰線電流，コンクリート道床，締結用アンカーボルト，ジベル筋
連絡先　〒113-0031　東京都文京区根津二丁目 4-12-3F　株式会社メトロレールファシリティーズ　ＴＥＬ03-5832-9351

© Japan Society of Civil Engineers

軌道構造上，道床厚が 450mm 以上であれば，締結ボルトの直下にジベル筋が存在しても，10mm 以上の離隔が存在する．このため道床厚 450mm 以下であり，かつ締結用ボルトを使用した TB 台板箇所として，軌道延長 10,258m に絞り込んだ．（図-1）

(2)締結用ボルトとジベル筋との接触状態確認

コンクリート道床を斫らずに，締結用ボルトとジベル筋との接触状態の確認を早期に進めるため，以下の方法を実施した．

変電所及び作業用コンセントは，共に地中にアースをとっていることから，絶縁抵抗測定器を使用し，締結用ボルトにプラス端子，作業用コンセントにマイナス端子を設置して絶縁抵抗測定を行う事にした．（図-2）測定器のレンジを ＭΩに設定し，絶縁抵抗値が無限大であれば，締結用ボルトとジベル筋の接触は無く，接触していたとしても絶縁されている状態であるため異常ないものとした．1MΩ以下の値を示した場合は，レンジをΩに切り替え再測定し，その値を記録する方法とした．

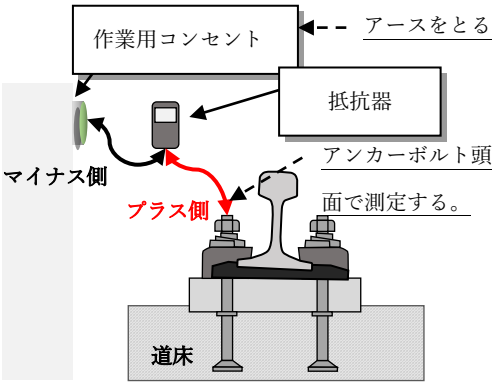

図-2 接触状態確認の方法

(3)レールと締結用ボルトとの間に絶縁性を確保

絶縁抵抗値が小さい箇所については，締結用ボルトとジベル筋が接触し，通電している可能性が否定できないことから，締結装置を分解清掃し絶縁処理をすることにした．

３-２　結果と具体的対応

３-１(1)により絞り込んだ区間 10,258m において,「締結用ボルトとジベル筋との接触状態確認」の測定を,一定区間施工後には絶縁抵抗値の小さい箇所を選定し，道床を斫り内部の状態を確認した．今回の測定結果は表-1 のとおりである．

表-1 絶縁抵抗値測定結果

絶縁抵抗値設定Ω	A線	B線	合計
350		1	1
500～400		2	2
700～600		4	4
800～700	4	3	7
900～800	1	3	4
999～900	1		1
1000	100	76	176
計(箇所)	106	89	195

締結用ボルト１本ずつ全てのボルト（108,934 箇所）を測定した結果，絶縁抵抗値の 1000Ω以下 195 箇所のうち絶縁抵抗値 350Ω の箇所を含む５箇所の道床をサンプルとして実際に斫った．締結用ボルトとジベル筋との関係を検証したが，ジベル筋との接触状態を確認できなかった．このため，以後の斫り確認対象は，350Ω以下の箇所を対象とすることとした．なお，上記５箇所の検証後は，アンカーボルトではない締結装置の軌道構造に改良した．1000Ω以下の箇所については，3-1(3)の締結用ボルトとジベル筋が接触し，通電する可能性が否定しきれないことから，安全対策として締結装置を分解清掃し，対レールとの絶縁を保持するため，絶縁性のゴムスプレーを塗布することとし，要注意箇所として締結装置にマーキングを行い，継続監視することとしている．

４．まとめ

コンクリートは完全な絶縁体ではなく，高電圧を加えれば電気を通すことが知られている．本事象は，レールからコンクリート道床内のジベル筋まで通電状態であったことを道床周辺の構造から推察した．また，同一軌道構造のコンクリート道床において，壊さずに内部の状態を確認する方法として今回の測定を実施し，一部コンクリート道床の内部を確認した．測定の結果から，調査個所ではコンクリート道床内部で締結用ボルトとジベル筋が通電状態にないことが確認できた．しかし，現場の環境状態により締結用ボルトの絶縁被覆が劣化し，ジベル筋と接触，通電してしまうことも予想されることから，要注意箇所の監視を継続的に実施していくことが重要である．

© Japan Society of Civil Engineers