

山陽新幹線における T ボルト用埋込カラー部損傷防止に関する考察

JR 西日本 正会員 谷口 勇介

JR 西日本 正会員 黒田 昌生

JR 西日本 正会員 本野 貴志

JR 西日本 正会員 高山 宜久

1. はじめに

現在、山陽新幹線のスラブ軌道で用いられている直 5、8 型締結装置については、止水油により雨水の浸入を防ぎ、アンカープレート、T ボルト等の腐食防止を実施している。しかし、最近タイププレート交換等において、埋込み栓カラーの損傷や止水油が残存していない状況が各地で確認されており、止水油が十分に機能していないのではないかと危惧されている。そこで本研究では、現在の埋込み栓の実態を調査して現状を捉えるとともに、止水油に代わる管理方法として、防錆剤を考え、その使用可能性について試験及び分析を実施したので以下に報告する。

2. 現状把握

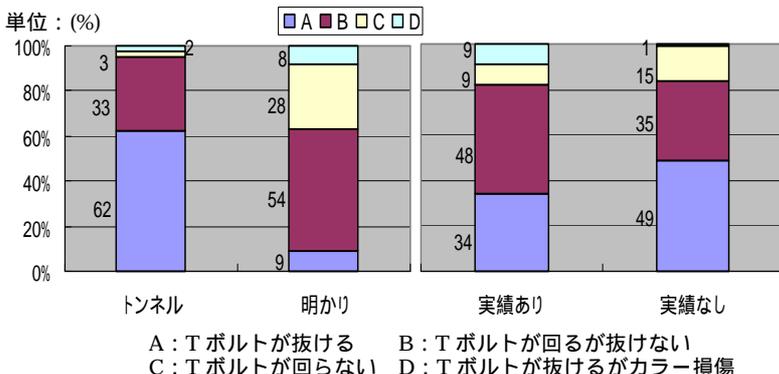
まずは、現状把握として、現行の止水油管理による埋込み栓締結部の状態把握調査と埋込み栓内の残存成分調査の 2 つを実施した。

(1) 埋込み栓締結部状態把握調査

現状の埋込み栓締結部の状態を統計的に把握するために下記の調査を行った。調査方法は、T ボルトを緩解した後に T ボルトを抜き、その抜け具合で A~D のランク付け（図-1,2 凡例参照）を行った。T ボルト緩解後に T ボルトが手で抜けるものを健全なもの（A ランク）とすると、カラーが損傷して T ボルトが手では抜けないものを不健全なもの（B~D ランク）と判断できる。調査対象は、環境条件の違いからトンネル区間、明かり区間の区分けと、作業不良が締結部に影響を与えることを考慮し、タイププレート交換の実績あり、なしの区分けの 4 種類で、計 514 箇所を調査した。（表-1）

表-1 埋込み栓締結部現状把握調査数量

作業実績	トンネル		明かり		合計
	タイププレート交換実績あり	タイププレート交換実績なし	タイププレート交換実績あり	タイププレート交換実績なし	
調査数量	130	188	102	94	514



結果は、図-1 に示すように健全な埋込み栓は、トンネル区間で 50%以上存在するのに対し、明かり区間ではわずか 10%前後であった。作業実績の有無は多少だが、実績ありの方が不健全なものが多かった(図-2)

(2) 埋込み栓内残存成分調査

次に、止水油の残存状況及び埋込み栓内の成分分析の調査を行った。調査方法は、埋込み栓内の液体及び固体をスポイドなどで全て採取し、採取量・成分・pH濃度について分析を行った。

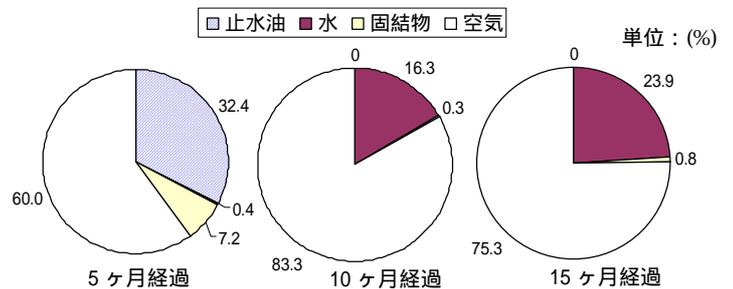


図-3 埋込み栓内残存成分調査結果 (1)

止水油の残存量は、注油後 5 ヶ月経過時で約 30%になり、10 ヶ月経過時ではもうほとんど残っていないことが分かった(図-3)。よって、現状で止水油はほとんど残存していない状況にあると言える。

表-2 埋込み栓内残存成分調査結果 (2)

試料番号	止水油注油からの経過月	採取量 (g)	液体の pH	カラーの状態
	5ヶ月	58	6.5	破損
	10ヶ月	25	7.4	ナシ
	15ヶ月	37	7.7	ナシ
	36ヶ月	45	7.1	破損
	5ヶ月	90	4.5	健全

止水油が残存していないメカニズムについては、当然埋込み栓カラーが損傷しているものについては、止水油が埋込み栓カラー外に染み出していることが推測されるが、埋込み栓カラーが健全な場合(試料)でも、止水油注油から 5 ヶ月で半分程度はなくなっている(埋込み栓に止水油が標準量で 170g)。これは、列車通過時の微細な振動により埋込み栓内に圧力がかかり、止水油が注射器のように毛細管現象により、埋込み栓内から出ていると推測される。(表-2)

また、埋込み栓カラーが健全なものは、pH濃度が低く酸性を示している。これは、毛細管現象によって止水油が出た後、雨水の浸入により、埋込み栓内に止水油と水が共存する形になった結果、止水油が水と反応して加水分解したものと考えられる。

図-2 タイプレート交換実績別調査結果

キーワード：止水油、埋込み栓、T ボルト、毛細管現象、防錆剤

連絡先：JR 西日本 福岡支社 福岡工務所 小倉保線センター 北九州市小倉北区京町 4 - 7 TEL 093 - 512 - 0896

3. 補修方法・管理方法の検討

明かり区間においては、埋込み栓が非常に悪い状態の中、Tボルト・埋込み栓締結部の引き抜き強度が問題ないことは、強度試験により確認しているが、今後いかに補修していくか、また止水油に代わる方法でいかに管理していくかを検討する必要がある。

補修方法としてあげられるのは、スラブ更換、埋込み栓補修だが、コスト・施工日数の面からも抜本的な対策は立てられない状況である。新たな補修方法の検討が必要だが、今回はこれらの抜本的対策を行うまでの延命方法として防錆剤の使用を検討した。

今回検討した防錆剤の使用方法は、防錆剤を埋込み栓内に入れ、埋込み栓内に入ってきた水と防錆剤を反応させることにより、Tボルト・アンカープレートの錆び防止を図る管理方法である。

(防錆剤...「NSG-201」 日本精化製品)

写真-1 防錆剤 写真-2 室内試験結果 (1年後)



防錆剤未使用 防錆剤使用

防錆剤の特徴としては 以下の通りである。

- 水にだけ溶ける (止水油とは反応しない)
- 水と反応し液体をアルカリ性にする
- 体積が徐々に小さくなる
- 室内試験では4年以上の効果を得た
- 絶縁カラー・埋込み栓カラーにも反応しない

この防錆剤を3箇所(IJ箇所、緩和曲線、溶接箇所)に、防錆剤と止水油を入れた箇所、防錆剤と水を入れた箇所、防錆剤のみ入れた箇所の6パターンで試験敷設し、定期的に埋込み栓内の液体をスポイドで採取し、pH濃度により状態経過を調べた。なお、1回の採取データは埋込み栓4箇所分の平均値である。

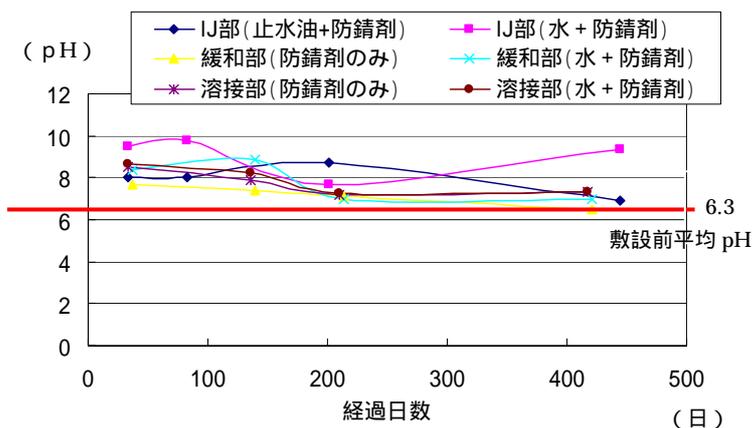


図-4 防錆剤による埋込み栓内状態経過

防錆剤敷設から1年以上が経過したが、全箇所でもバラツキはあるものの、敷設前のpH濃度を上回っており中性～アルカリ性を示しているため、Tボルト・アンカープレートとも錆びない状態であると言える。(図-4) また、どの箇所も水の入替わりが激しいことから、敷設時の条件はほとんど関係なかったと言える。

写真-3 敷設前防錆剤 写真-4 445日経過時残量



防錆剤自体の体積変化を見てみると、防錆剤敷設から445日経過時で6箇所とも防錆剤の体積変化がほとんどなかったため、今後も継続して効果が期待できると考えられる(写真-2)。

4. まとめ

埋込み栓締結部状態把握調査から、明かり区間の約90%が埋込み栓不良であると分かった。原因としては、明かり区間は作業頻度が高くボルト緊締の際、過緊締により埋込み栓カラーを損傷させ、その損傷部から止水油が流れ出し、コンクリートを劣化させていると考えられる。さらに、埋込み栓カラーが損傷しているにも関わらず、止水油を3年毎に注油するため悪循環になっていた。止水油自体の残量も、埋込み栓カラーの損傷や毛細管現象により、注油後約10ヶ月でなくなっていたことから、止水油は求められた役割を果たしていないということが分かった。

今後の管理方法として、今回検討した防錆剤による管理方法は、1年以上が経過した時点でも、埋込み栓内の状態が中性～アルカリ性を保っており、今後の効果も期待できるため、止水油の代替方法として使用可能であることが確認できた。

5. 今後の課題

今後の課題としては、現在、埋込み栓カラーが損傷しているが、Tボルトや埋込み栓締結部の強度には問題ないと分かっている埋込み栓に対し、締結部コア抜き試験を実施し、補修の必要性・緊急性を究明する。その結果により、抜本的補修・管理方法を組み合わせ合わせた中長期補修計画を作成する必要がある。抜本的補修の課題として、新たな埋込み栓補修方法の検討、何締結毎に補修が必要かの検討を行わなければならない。管理方法としては、防錆剤以外の補修方法の検討を行い、コストや作業性の比較から、管理方法の決定を行うことを考えている。