

スラブ軌道埋込栓補修における機械化（Tボルト抜取り機械）

1. はじめに

新幹線開業から30年が経過し、スラブ軌道埋込栓部のコンクリートの劣化進行が確認されているが、これは埋込栓カラー内部に雨水が流入し、埋込栓内の止水油の加水分解で生成された弱酸がコンクリートを中性化させ、酸劣化を進行させるとされている。(図-1) そのため、経年とともにさらに劣化が進行されれば、レール締結装置の性能が発揮されない恐れがあることから、今後、大規模的な補修が計画されており、現在、連続的な埋込栓補修に対する機械化の開発を行っている。



図-1 埋込栓カラー断面

そこで報告では、埋込栓補修手順のうちTボルトの抜取り作業における機械化について開発を行ったため報告する。

2. 現状把握

埋込栓補修手順としては、①Tボルトの抜取り②埋込栓カラーの切削・除去③コンクリート壁面の切削④バックアップ材、カプセル樹脂挿入⑤カプセル樹脂破碎・攪拌⑥鋼管インサート挿入・据付⑦ボルト締結となる。このうちTボルトの抜取りについては、アンカープレートで固定されている状態から90°回転させることで、引抜ける状態となるが、実際には、割れた埋込栓カラーや石鹸化した止水油の固結物等が原因で、Tボルトが回転できないことや非常に抜けにくい状態となっている。

そのため、人力での施工では、まず固結物を除去し、チェーンレンチ等で回転させ、引き抜ける状態にしてから図-2のような器具等で引き抜く等、非常に労力と時間を費やしている現状である。

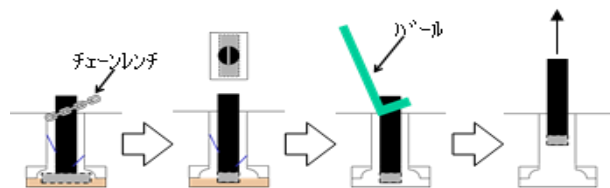


図-2 Tボルト抜取り方法

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○中村 慎也
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 佐竹 宣章
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 高津 昌也
(現 株式会社 JR 東日本 パーソネルサービス)

3. Tボルト引抜方法（固結物除去方法）の検討

効率的にTボルト効率的にTボルト抜取り作業を行うため、引抜き労力の原因となる固結物の除去方法について検証を行った。除去方法を図-3に、検証結果を表-1に示す。

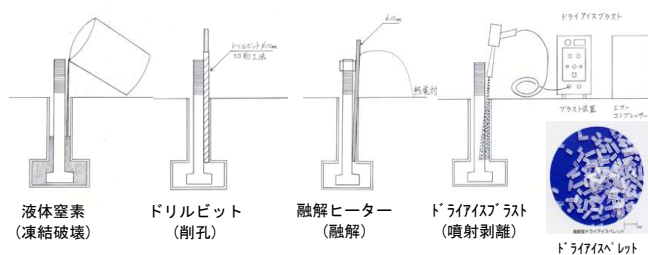


図-3 各固結物除去方法

表-1 固結物除去方法の検証結果

試験名	液体窒素 注入試験	ドリルビット 試験	融解ヒーター 試験	ドライアイス ブラスト試験	Tボルト回転・ 引抜き試験
1.安全性 (作業員の傷害リスク)	手指の凍傷 ×	無し	火傷 ×	長期使用した場合の 騒音による健康被害 △	無し ○
2.出来型 (Tボルト抜取りができたか 埋込栓内の清掃状況)	Tボルト抜取りできた 石鹸化グリスは残っ ている △	Tボルト抜取りできた 石鹸化グリスは残っ ている △	Tボルト抜取れない 石鹸化グリスは残っ ている ×	Tボルト抜取りできた 石鹸化グリスは概ね 除去 ○	Tボルト抜取りできた 石鹸化グリスは残っ ている △
3.作業時間 (Tボルト抜取り・異物除去)	1分以内 (機械的引抜き) ○	1分以内 (機械的引抜き) ○	1分以内 (人力引抜き) ○	1分以内 (人力引抜き) ○	1分以内 (機械的引抜き) ○
4.作業性 (石鹸化グリス除去のしやす さ)	液体窒素注入により 石鹸化グリスの表面 温度が一時的に下 がるが、除去しづ い ×	ドリルビットにより 石鹸化グリスを削 り取るが、粘性が あるため除去しづ い ×	ヒーターの熱により 石鹸化グリスが溶 けるが除去しづ い ×	エアージェット ドライアイス を石鹸化グリスに 噴射して除去可 能 ○	現行と変わらない ×

検証の結果、固結物の除去方法としては、ドライアイスペレット（研掃材）を噴射し、固結物を除去するドライアイスブラストが有効性を示したが、騒音やコンプレッサー容量が過大なため、実際の夜間での施工時を考慮すると実用化には課題が残る。そのため、事前の固結物除去を実施せず、機械的にTボルトを回転・引抜く方法を採用し、機械化を実施した。

4. 開発概要

今後の大規模補修を見据え、Tボルトの抜取り作業をスムーズに連続的に実施し、かつ確実に引抜き可能を行える構造とすることから、位置合せ機構・Tボルト回転引抜機構・Tボルト引抜機構（予備）の3つの機構を有する構造として開発を行った。(図-4)

キーワード 軌道スラブ、直結8形レール締結装置、埋込栓補修、Tボルト

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本 テクニカルセンター 保線作業機械化 PT TEL048-651-2389

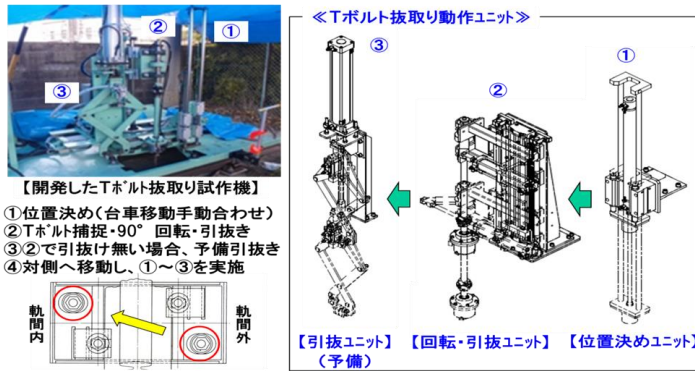


図-4 開発した試作機(各機構)

①位置合せ機構

機械的にTボルト捕捉する必要があるため、最初の作業となる位置合せが重要となる。そのため、引抜機構とは別に位置合せ機構を設けており、機械を搭載した台車を移動させ手動により位置を合わせる。また、位置合せ部分の形状を円筒形状にすることにより、位置合せ精度を上げている。(図-5) なお、1度の位置合せで軌間内外のTボルトの抜き取りが可能となる。

図-5 位置合せ部形状

②Tボルト回転引抜機構

位置合せ後、Tボルト回転引抜機構が自動で捕捉可能位置へスライドし、Tボルトを捕捉・回転させ、Tボルトを引抜く機構としている。

③Tボルト引抜機構(予備)

回転引抜機構によりTボルトが回転した場合においても、回転引抜機構によりTボルトが抜けなかった場合のことも想定し、引抜きに特化した引抜き部分の予備機構を搭載することとした。また、構造としては、鉛直方向への引抜推力が高いリンク式クランプとした。なお、開発条件としては以下の通りである。

- 作業員数：一連の作業が1人で可能な構造
- 作業速度：1分以内/孔(作業間合いから算出)
- 防寒・耐熱機能：-15℃～40℃で動作が可能な構造
- 軌陸車に搭載可能な寸法・重量

《開発したTボルト抜き取り機械の寸法・重量》

台車長:2200mm 台車幅:2012mm 機械高:1900mm
機械重量:約430kg

5. 性能確認試験

＜Tボルト抜き取り動作確認試験＞

試作したTボルト抜き取り機械の各機構の動作確認と

して、東海道貨物支線(休止線)、試験用スラブの直線区間にてTボルト抜き取りが容易に出来るかを確認した。

その結果、試作機において、回転抜き機構・引抜き(予備)機構ともにTボルトの抜き取りが可能であることと、一連の作業について位置合せ～引抜き作業(作業時間:25秒～30秒程度)

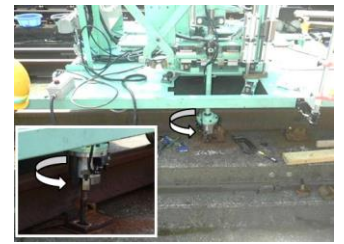


図-6 回転抜き状況

までを1人でスムーズに施工出来ることを確認した。

但し、Tボルトが中心から大きくズレた場合、Tボルトの捕捉が難しくなる。そのため、捕捉性能の精度をさらに向上するため、回転・抜き機構の改良を行った。

改良については、回転ユニットの軸を棒状から振り子形状にすることにより自由度を持たせ、Tボルトの掴み部分をツメ+ガイド板にすることで、Tボルトを中心へ誘導出来るよう改良した。(図-7)

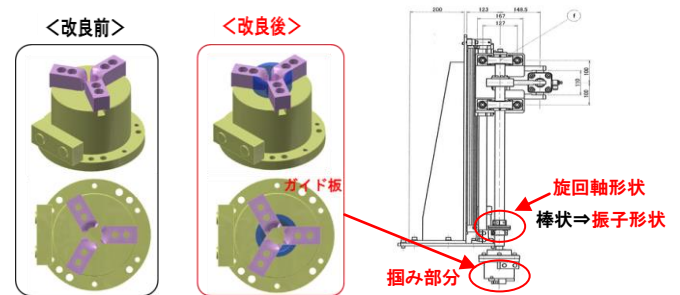


図-7 回転・抜き機構の改良

なお、改良後の動作確認試験では、Tボルトが傾いた状態でもTボルトを捕捉し、旋回抜きが正常に動作していることを確認した。

6. まとめ

Tボルト抜き取り作業の機械化として、開発した機械の動作確認試験を実施し、試作した機械にてTボルトの捕捉・抜き取りが可能であることが確認できた。しかし、今回の確認試験では、実際の埋込栓の劣化状況等の悪環境までは再現できていない。そのため、今後の実用化に向け、今後は実際の営業線での性能確認試験を実施し、性能評価を実施するとともに、その際に顕在化された課題や想定される課題について、1つずつ解決しながら今後も開発を行っていく。

参考文献

- 1) 本野貴志, 若月 修, 飯島 了, 山根 寛史:「経年軌道スラブ埋込カラー部の機能評価」鉄道総研報告 Vol.24 No.12(2010年12月)