

レール転倒防止装置用埋込栓設置施工機械の開発

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○松本 剛明

東日本旅客鉄道(株) 正会員 堀 雄一郎

(株)間組 正会員 村上 祐治

1. はじめに

J R 東日本では 2004 年 10 月に発生した新潟県中越地震の対策の一環としてレール転倒防止装置の敷設工事を進めている。本稿ではこのレール転倒防止装置の敷設工事の機械化について報告する。

2. 目的

レール転倒防止装置(図 1)¹⁾はボルトで軌道スラブに固定する構造であり、敷設のためには軌道スラブに埋込栓(後施工アンカー)を設置する必要がある。図 1 レール転倒防止装置

本開発は夜間の保守間合で効率的に施工するために作業工程の一部を機械化することを目的としている。



3. 現在の施工方法と課題

3-1. 現在の施工方法

図 2 は埋込栓を設置する際の断面図であり、既設の軌道スラブにレール転倒防止装置を敷設する現在の手順を表 1 に示す。ここで、現在埋込栓を軌道スラブに固着させる③④の作業は、主剤、硬化剤、骨材から成る 3 種材料を用いて手作業にて実施している。

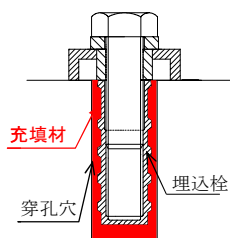


図 2 埋込栓設置断面

表 1 現在の埋込栓施工手順

①	スラブの穿孔
②	穿孔した穴の清掃
③	埋込栓をスラブに固着させる充填材の計量・混合
④	③で混合した充填材を穿孔穴へ規定量注入
⑤	治具を用いて埋込栓を穿孔穴へ固定
⑥	埋込栓の固着完了後レール転倒防止装置を設置

3-2. 課題

現在手作業で実施している上記③④の作業を機械化することを検討した結果、以下の課題が挙げられた。

(1) 充填材料の検討

機械化にあたっては機械部品の摩滅が懸念される

ことから骨材を使用しない 2 種材料を選定する。さらに、一般的に充填材の硬化までの時間は温度条件に左右されるが、J R 東日本全体のエリアを考慮し、幅広い温度環境下で使用可能とする必要がある。

(2) 充填材料混合・注入が可能な施工機械の開発

2 種の充填材料を適切に混合し、穿孔穴に規定量を注入可能な施工機械を開発する。

4. 充填材料の検討

前述の課題を踏まえ、充填材料に求められる性能としては、以下の事項が挙げられる。

- ・ 施工性を考慮し、作業時は一定の流動性が必要
- ・ 転倒防止装置を敷設する埋込栓として所要の引抜耐力(目安値 150kN)を有する
- ・ 施工時の温度(-10℃~30℃)に関わらず使用可能
- ・ 機械化に適用するため骨材を使用しない(2 種材料)

充填材料の選定にあたって調査・試験した結果、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂などの製品が所要の性能を満足することを確認した。²⁾

5. 施工機械の開発

5-1. 開発目標

次に、施工機械を開発するにあたっては、以下の項目を要求性能として、現状と同じ作業人員のままで 2 倍の施工速度を目標とした。

- ・ -10℃~30℃の温度環境下で使用可能
- ・ 充填材料の計量が不要で自動混合可能
- ・ 機械重量は 50kg 以下

5-2. 施工機械の設計・試作

従来、3 種の樹脂材料を混合する際には、主剤、硬化剤、骨材を計量して一定数量分バッチ混合していたが、機械化にあたっては樹脂の可使時間、混合効率を考慮し、以下の方針にて設計した。

(1) 計量

主剤および硬化剤を所定の重量比で混合するため、それぞれを所定の混合比で圧送することができ

キーワード 新幹線地震対策、軌道スラブ、レール転倒防止装置、埋込栓、樹脂

連絡先 〒331-8513 さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター TEL 048-651-2389

るポンプを使用する。また、シリンダー内の負圧により主剤・硬化剤をシリンダー内部に吸引することで計量が不要な構造とした。

(2) 混合

レール転倒防止装置用埋込栓 1 穴注入分 (約 180cc) ごとに混合し、効率的施工のため攪拌時間 8 秒で確実に混合できる攪拌装置とする。

(3) 注入

機械の動作は主剤・硬化剤をシリンダー内部から混合部へ、また、混合部で攪拌した樹脂を吐出口へ圧送するためのピストンの前進・後退および、混合部の攪拌装置の回転のみとする。

以上の検討結果に基づき、図 3 に示す施工機械を設計・製作した。

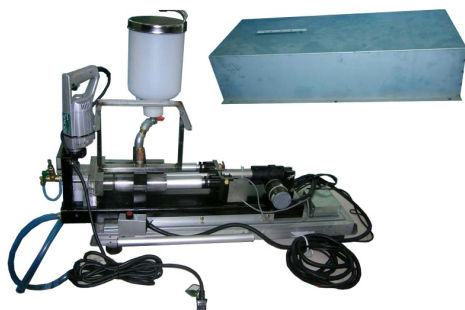


図 3 開発した施工機械 (重量約 40kg)

6. 性能確認試験

選定した樹脂および試作した施工機械を用いて混合した樹脂材料が所定の品質を満足しているかを確認する室内試験を実施した。室内試験では混合状態を確認する圧縮強度試験と、軌道スラブに埋込栓を取り付けた際の引抜耐力試験を実施した。なお、試験に当たっては大型環境試験室を用いて常温用樹脂は 20℃、低温用樹脂は -10℃ の環境下で樹脂の混合・注入、養生を実施した。

6-1. 圧縮強度試験

機械で混合した樹脂を用いて供試体を作成し、圧縮強度を確認した結果を図 4 に示す。試験結果から、十分な圧縮強度 (軌道スラブの設計圧縮強度 40N/mm² 以上) を有しておりかつ均一 (常温用樹脂で平均 80.9N/mm²、標準偏差 1.8) であることを確認した。

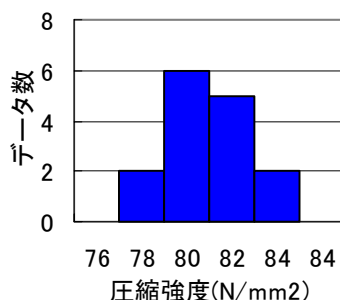


図 4 圧縮強度試験結果

6-2. 引抜耐力試験

施工機械を用いて施工した埋込栓の引抜耐力を確認す

るため、あらかじめ所定の寸法の穴を穿孔した軌道スラブに対して施工機械を用いて樹脂を注入し、埋込栓を固着させ、引抜耐力を確認した。試験条件は次の 2 とおりである。

① 常温用樹脂 (常温環境で施工・養生)

② 低温用樹脂 (-10℃ の環境試験室内で施工・養生)

いずれのケースも実際の施工を想定し、養生時間 72 時間での引抜耐力を図 5 に示す試験にて確認した結果、常温用樹脂および低温用樹脂のいずれについても引抜耐力 150kN 以上かつ破壊形態はコンクリートのコーン破壊であり、埋込栓がコンクリートに確実に固着されていることを示す結果であった。(図 6)



図 5 引抜試験状況

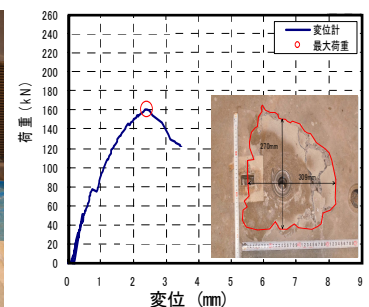


図 6 引抜耐力試験結果

6-3. 施工機械の試使用

続いて、1 晩当たりの施工効率を確認するため営業線における転倒防止装置用埋込栓設置工事にて開発した施工機械を試使用したところ、前述表 1 の③④⑤の工程を 43 分で 96 穴分施工完了した。この結果から、②の清掃作業も含めた工程で試算したところ、1 晩 (3 時間) あたりの施工量に換算して手作業の約 3 倍の数量を実施可能となる見通しを得た。

7. さいごに

施工の機械化は作業効率化により施工延長の延伸のほか、施工品質の均一化にも有用な手段である。今後も地震対策等に取り組む中で機械化を含めた効率的な施工方法についても確立していきたい。

参考文献

- 1) 手代木卓也ほか: 新幹線地震脱線対策の開発, 第 16 回鉄道技術連合シンポジウム, pp. 515-518, 2009.
- 2) 松本剛明ほか: 既設軌道スラブにおける埋込栓設置に適用する充填材料の検討, 第 66 回土木学会年次学術講演会概要集, pp169-170, 2011.
- 3) 松本剛明ほか: 軌道スラブ用への埋込栓設置方法に関する検討, 第 18 回鉄道技術連合シンポジウム, pp. 91-94, 2011.