

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

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 手代木卓也
 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
 化工建設(株) 正会員 久 修

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災では当社の線路設備等も甚大な被害を受けた。今回の大震災は、2004年10月に発生した新潟県中越地震の対策として新幹線の脱線対策を進めているなかで発生したものであり、地震対策の重要性を再認識させられるものであった。本稿では新幹線地震脱線対策として当社で導入を進めているレール転倒防止装置の敷設工事の機械化を図るために必要な埋込栓の充填材料の検討について報告する。

2. 目的

新幹線の地震対策のひとつとして、地震により新幹線車両が脱線した際に被害の拡大を防止することを目的として、当社ではスラブ軌道にレール転倒防止装置(図-1)¹⁾を敷設



図-1 レール転倒防止装置

する工事を進めている。このレール転倒防止装置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(あと施工アンカー)を設置する必要がある。本検討は夜間の限られた保守間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(ポリアミド製)を軌道スラブに固着させるための充填材料とし

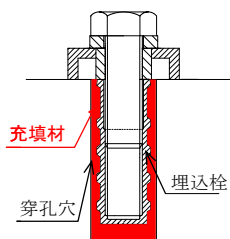


図-2 埋込栓設置断面

ては、主剤、硬化剤、骨材の3材料から成るレジンコンクリートを使用している。

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

前述の手順のうち、スラブの穿孔以外は手作業である。このなかで1晩の施工量を決定する要因となっている③、④の工程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

現在、埋込栓の充填材に使用しているレジンコンクリートは所要の強度を発現することなどを目的として骨材を混合している(以下、3成分材料)が、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せず所要の強度を発現する材料(以下、2成分材料)の選定が必要である。

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、当社のエリアを考慮すると常温時、低温時双方の環境下で使用可能とする必要がある。

(2) 充填材料混合・注入が可能な機械の開発

2成分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機械の開発が必要である。

4. 充填材料の検討

4-1. 充填材料の選定

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。

- ・ 埋込栓の凹凸および施工性を考慮し、作業時は一定の流動性が必要
- ・ 転倒防止装置を設置する埋込栓として所要の引抜

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

き耐力 (150kN) を有する

- ・ 雰囲気温度に関わらず使用可能
- ・ 機械化のため骨材を使用しない (2 成分)

充填材料の選定にあたっては、セメント系モルタルおよび樹脂系材料について調査したが、骨材を使用しない点から以下の樹脂系材料について詳細な検討を行った。

(1) エポキシ樹脂

- ・ 熱硬化性樹脂
- ・ 使用温度範囲 5℃～30℃
- ・ 圧縮強度 97N/mm²

(2) アクリル樹脂

- ・ 熱可塑性樹脂
- ・ 使用温度範囲 5℃～30℃
- ・ 圧縮強度 80N/mm²

(3) 不飽和ポリエステル樹脂

- ・ 熱硬化性樹脂
- ・ 使用温度範囲 -20℃～5℃
- ・ 圧縮強度 61N/mm²

検討の結果、製品コスト等も勘案し、常温時用としてエポキシ樹脂 (以下、2 成分材料 (常温))、低温時用として不飽和ポリエステル樹脂 (以下、2 成分材料 (低温)) それぞれの既製品を候補として選定した。

4-2. 引抜き耐力試験

次いで、選定した樹脂について、JIS に定められた試験方法により①粘度、②可使時間、③圧縮強度を確認した後に、軌道スラブを模したコンクリート供試体に埋込栓を固着さ



図-3 引抜き試験状況

せ、引抜き耐力を確認した。その結果、2 成分材料 (常温) は所定値以上の引抜き耐力があることを確認した。また、引抜き時の破壊形態はコンクリートのコーン破壊

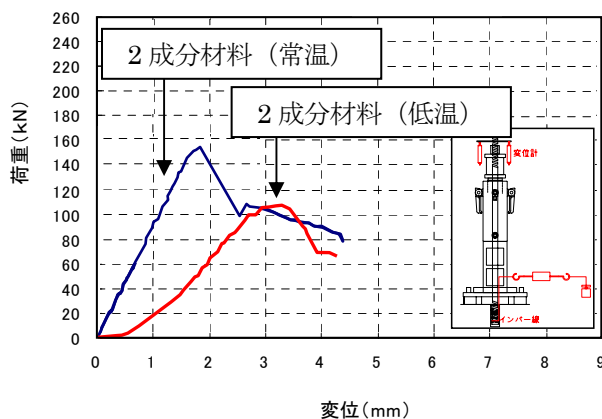


図-4 引抜き試験結果

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。

一方で低温時用として選定し、-10℃環境下で試験した 2 成分材料 (低温) は、所定値の 7～8 割の引抜き耐力に止まり、埋込栓がコンクリートブロックから拔出す破壊形態であった。この原因として 3 成分材料および 2 成分材料 (常温) と比較して 2 成分材料 (低温) の変形係数が小さいことが要因として考えられたが、樹脂材料の配合比率及び添加材料見直しにより引抜き耐力の増強が可能と判断したため配合比率等を変更して引抜き耐力試験を継続した結果、図-5 に示すように-10℃環境下で試験した 2 成分材料 (低温) について、所定の引抜き耐力を確保できることを確認した。なお、この材料の-10℃環境下における粘度は 10,500mPa・s であり、十分な施工性を有している。

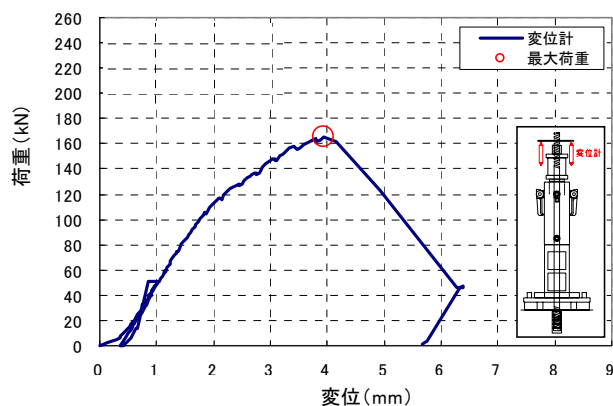


図-5 2 成分材料 (低温) 引抜き耐力試験結果

5. 施工機械の開発

充填材料について、機械による施工が可能な材料 (樹脂) の選定が完了したため、今後は施工機械の開発に取り組む。機械の要求性能として以下の項目を挙げており、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ている。

- ・ 常温時用材料、低温時用材料ともに使用可能
- ・ 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

6. 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労働人口の減少対策や、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.