

軌道スラブ水平変位拘束装置の取付方法に関する検討

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○藪中嘉彦 高橋貴蔵 長沼光

1. はじめに

スラブ軌道の突起コンクリート（以下「突起」とする）は、軌道スラブの水平変位を拘束する RC 製の部材である。近年、一部の区間において内部鉄筋の腐食が要因と考えられる突起の損傷等が報告されており、早急に補修が必要とされる箇所も存在する。しかし、突起は軌間内に位置しているため、工事期間中の仮設物（型枠等）が設置できず、営業線において抜本的な補修や再施工を行うことが非常に困難となっている。

そこで、営業線においても簡易に敷設可能で、かつ既設の突起と同等の機能を有する代替装置である軌道スラブ水平変位拘束装置（以下「拘束装置」とする）（図1参照）の開発を進めており、これまでに拘束装置本体の強度確認および、あと施工アンカーボルト（以下「アンカーボルト」とする）を使用した基本的な取付方法（図2参照）について検討を終えている¹⁾²⁾。本稿では、軌道スラブの敷設状況により、アンカーボルトが使用できない箇所に対する取付方法を検討した結果を報告する。

2. アンカーボルトが使用できない箇所に対する取付方法

図3に示すように、下部構造物がアンカーボルトを埋め込むことができないPC桁等であり、かつコンクリート道床の厚さが薄い等の理由により、必要なアンカーボルトの埋込深さが得られない場合には、アンカーボルトを用いて拘束装置を固定することができない。そこで、このような敷設状況の箇所を対象とした、アンカーボルトを使用しない取付方法を検討した（図4参照）。本取付方法の設置手順は、以下の通りである。

- ① 既設のコンクリート道床を一部はつき取り、鉄筋を露出させる。
- ② 露出させたレール直角方向の鉄筋をフレア溶接等により延長し、レール長手方向の鉄筋を配筋する。
- ③ 拘束装置を据え付け、本装置に加工したタップ穴に定着用のボルト(M10)を挿入し、モルタルの打込みを行う。

3. 水平載荷試験

提案した取付方法による拘束構造の性能を確認するため、水平載荷試験を実施した。本取付方法では、アンカーボルトを使用しないため、軸力により拘束装置を下方に押さえつけることができず、荷重作用時に浮き上がりによる転倒モードが生じやすい。これを考慮し、本試験では、拘束装置本体を基本構造¹⁾の寸法とした CASE1 と拘束装置下面の定着部の寸法をレール直角方向に 1.8 倍程度拡大した CASE2 の 2 ケースを実施した。

図5に試験状況を、図6に供試体寸法等(CASE1)を示す。供試体の作製は、コンクリート道床（設計基準強度 24N/mm²）部分を作製し、その後に拘束装置を据えてモルタルの打込みを行うという手順で作製した。また、評価にあたりモルタル版下部の付着力は期待しないため、モルタル版下部にはポリエチレンシートを敷き、さらにコンクリート道床とモルタル版の境界面には離型剤を塗布した。コンクリート道床の配筋間隔や厚さ等については、営業線での現地調査結果を参考にしており、鉄筋は SD295A の D10 とした。モルタルには、超速硬性無収縮モルタル(電気化学工業社製ハイプレタスコン TYPE-1)を使用し、試験時の材齢は 7 日とした。定着用のボルト

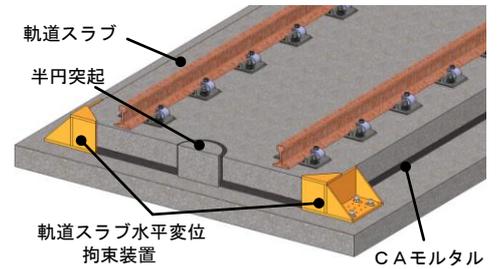


図1 軌道スラブ水平変位拘束装置の概要

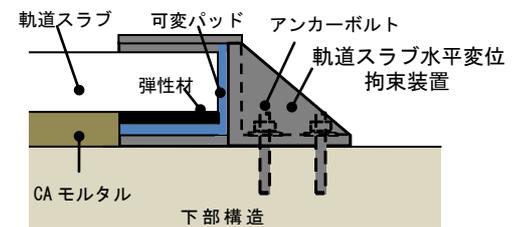


図2 拘束装置の概要（断面図）

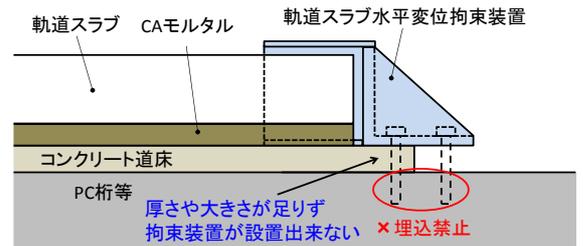


図3 アンカーボルトが使用できない箇所

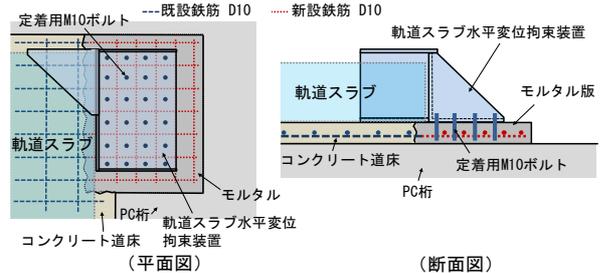


図4 アンカーボルトを使用しない取付方法

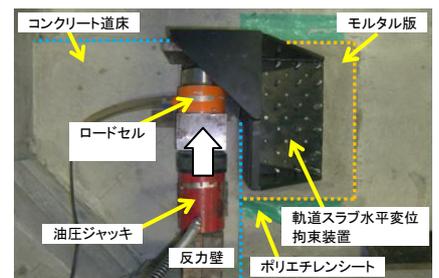


図5 水平載荷試験状況（CASE1）

キーワード 軌道スラブ, 突起, コンクリート道床, 水平載荷試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7276

ト(M10, ピッチ 1.5)の材質は S45C とした. また, 本取付方法を営業線で施工する際には溶接等により鉄筋を延長するが, 試験では母材強度で評価することとし, 溶接加工は行っていない. なお, 事前検討時にフレア溶接加工した D10 鉄筋の引張試験を行い, 破断は溶接部ではなく母材部で生じ, 引張強度を満足することを確認している. 荷重試験は, 各ケースにおいて1つの供試体に対して表1および表2に示す手順で荷重方向および荷重荷重を変化させて実施し, 荷重時には荷重と除荷を繰り返しながら荷重を増加させた.

試験結果を図7~図10に示す. 拘束装置1基の設計荷重は, 突起の設計荷重から, レール長手方向は 35.0 kN, レール直角方向は 41.2 kN としている. また, 常時における軌道スラブ水平方向目違いの限界の目安は 2.0mm であることを参考に³⁾, 拘束装置の許容変位量は 2.0mm とした. 両ケースにおいて, 設計荷重荷重時の変位量は許容値を満足した. また, レール長手方向荷重では, 設計荷重以内で除荷時の残留変位はほとんどなく, 両ケースとも変形は弾性範囲内であることを確認した. レール直角方向荷重について, 図8および図10の破線で囲む範囲内でグラフの傾きが小さくなり, 直後の除荷では, わずかながら残留変位が生じた. そして, その後の荷重では, 残留変位は徐々に増大した. 傾きに変化が生じた際の荷重値は, CASE1 が約 31kN であり, CASE2 では約 38kN であった. この範囲内では, 両ケースともに荷重変動量に対して鉄筋のひずみが急増していた (CASE1 : 7 μ →133 μ , CASE2 : 9 μ →175 μ). なお, 設計荷重荷重時における鉄筋のひずみの最大値は CASE1 が 133 μ , CASE2 が 152 μ 程度であり, 鉄筋の降伏強度(1404 μ)に対しては, 余裕があることを確認している.

以上の実験結果から, 本拘束構造の設計荷重に対する変位量は, 許容範囲内であることを確認した. しかし, レール直角方向荷重時には, 拘束装置の寸法を拡大した CASE2 であっても, 僅かな残留変位が生じる結果となった. このため, 本拘束構造を設計荷重以内において, 弾性変形の範囲内とするためには, 隅角部に設置する本拘束装置に加え, 軌道スラブ中央部付近にレール直角方向の荷重を分担する補助部材(図11参照)を設置することが必要であると考える.

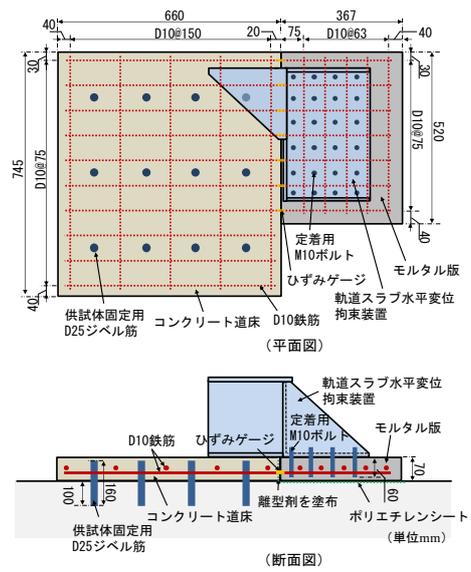


図6 供試体の寸法等 (CASE1)

表1 荷重試験の手順 (CASE1)

順序	荷重方向	目標荷重荷重 (kN)
①	レール長手方向	35.0 (設計荷重)
②	レール直角方向	41.2 (設計荷重) ※46kN でモルタルがひび割れ終了

表2 荷重試験の手順 (CASE2)

順序	荷重方向	目標荷重荷重 (kN)
①	レール長手方向	35.0 (設計荷重)
②	レール直角方向	41.2 (設計荷重)
③	斜め方向 (45°)	54.1 (設計荷重)
④	レール長手方向	52.5 (設計荷重×1.5)
⑤	レール直角方向	61.8 (設計荷重×1.5)

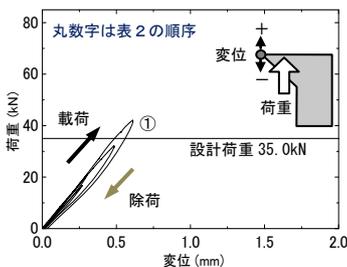


図7 荷重-変位
レール長手方向 (CASE1)

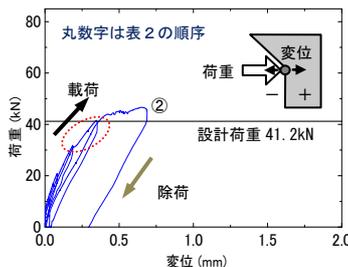


図8 荷重-変位
レール直角方向 (CASE1)

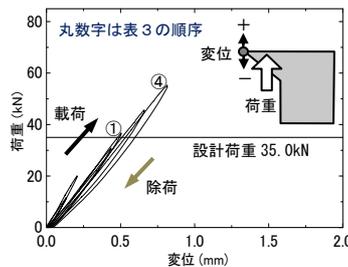


図9 荷重-変位
レール長手方向 (CASE2)

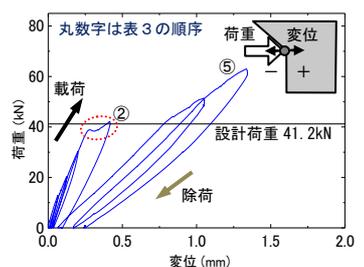


図10 荷重-変位
レール直角方向 (CASE2)

4. まとめ

水平荷重試験の結果から, 今回提案した取付方法による拘束構造は, 突起の設計荷重に対して変位量は許容範囲であったが, レール直角方向に僅かな残留変位が生じるため, 補助部材を設置して作用荷重を低減する必要がある. 今後も検討を深度化し, 本装置を突起損傷箇所の補修対策として, スラブ軌道各部補修の手引き⁴⁾に追加する予定である.

参考文献

- 1) 瀧上翔太 他: 軌道スラブ水平変位拘束装置の水平耐力に関する検討, 土木学会第67回年次学術講演会, 2012
- 2) 藪中嘉彦 他: 軌道スラブ水平変位拘束装置の取付構造に関する検討, 土木学会第68回年次学術講演会, 2013
- 3) 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制限, 2006.2
- 4) 鉄道総合技術研究所: スラブ軌道各部補修の手引き, 1998.5

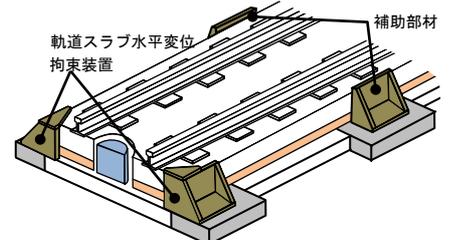


図11 補助部材の設置例