軌道スラブ水平変位拘束装置の水平耐力に関する検討

(公財)鉄道総合技術研究所　正会員　○渕上　翔太
正会員　高橋　貴蔵
正会員　村本　勝己

1．目的

スラブ軌道の突起は，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区間もある．しかし，営業線において既設の突起に対する大規模な補修や再施工を行うことは非常に困難であり，同等の機能を有する代替装置が求められている．そこで本件では，軌道スラブ偶角部において水平変位を弾性的に拘束する装置を提案し，同装置の水平載荷試験により基礎的な水平耐力に関する検討を行った．

2．軌道スラブ水平変位拘束装置の概要

図 1 に半円突起敷設箇所に用いる軌道スラブ水平変位拘束装置の概念図を示す．本装置は，溶接加工した L 型鋼材を軌道スラブ偶角部(4 箇所)に設置し，軌道スラブの水平変位を拘束するものである．また，同装置と軌道スラブおよび CA モルタルの間には合成ゴム等の弾性材を挿入し，軌道スラブより作用する荷重を弾性的に支持する構造としている(図 2 参照)．なお，同装置はコンクリート道床等にセメント系てん充材を用いて固着したアンカーボルトにより固定する．

3．数値解析による構造検討

本装置の基本構造を決定するため，有限要素法による三次元静的弾性解析を行い，突起の設計荷重に対する同装置の強度・変形特性を確認した．図 3 に解析モデルを示す．同図に示すように，本解析では装置本体の部材としての耐力を評価することを目的とし，締結部(アンカーボルト，コンクリート道床)はモデル化しないこととした．また，本装置の荷重支持条件として，突起の設計荷重のレール直角方向成分(41.2kN)は本装置 1 基で，レール長手方向成分(70.0kN)は 2 基で支持することを想定した．よって，本装置と軌道スラブの接触範囲に対し，レール直角方向に 41.2kN，レール長手方向に 35.0kN の荷重を作用させた．境界条件については，同装置の底面における節点の全自由度を拘束した．同装置の鋼材の弾性係数は 210kN/mm^2，ポアソン比は 0.3 とした．解析結果として，図 4 にミーゼス応力の分布を示す．同図に示す破線部分で応力値が大きく，A 点において最大応力値が 82.4N/mm^2 であった．これは，本装置に用いた鋼材(SS400) の降伏点の 35%程度であり，部材として十分な耐力

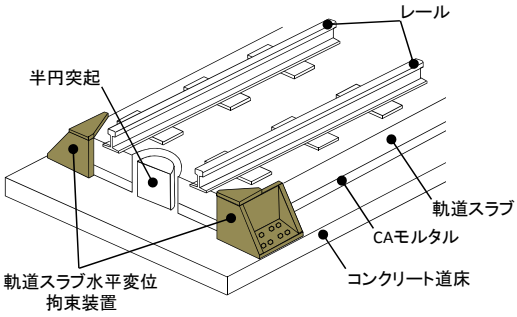

図 1 軌道スラブ水平変位拘束装置の概念図

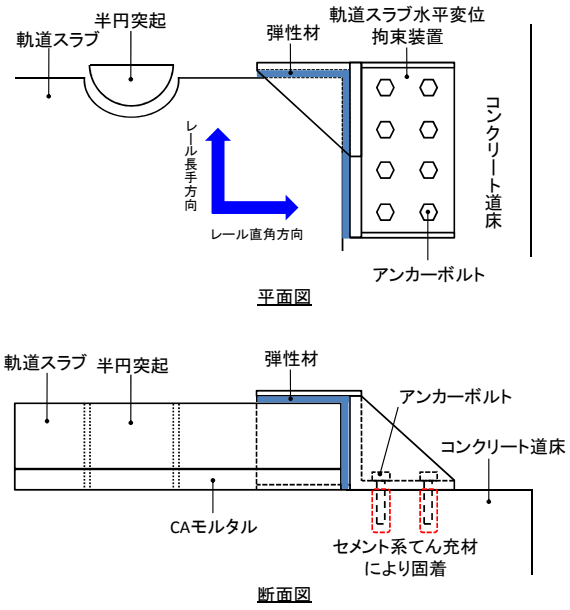

図 2 軌道スラブ水平変位拘束装置の構造形式

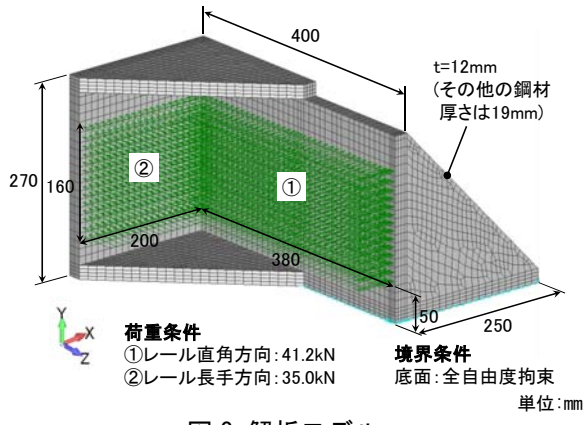

図 3 解析モデル

キーワード　軌道スラブ，突起，有限要素法，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

を有していることを確認した.

4．水平載荷試験

数値解析の結果を踏まえ，水平載荷試験を実施した．図 5 に試験状況を示す．試験では，本装置を 4 本の M20 アンカーボルト(S45C)を用いて無筋コンクリート版に固定し，軌道スラブの高さ(160mm)を有する載荷鋼板(図 3 で示す荷重条件の範囲)および合成ゴムを介して油圧ジャッキにより水平荷重を載荷した．測定項目は，載荷荷重と本装置の変位およびひずみとした．表 1 に試験ケースを示す．アンカーボルトの埋込深さは 160mm，締付けトルクは 240N･m とした．また，本装置を設置する際は，無収縮モルタルあるいはセメント系てん充材を用いてコンクリート版表面の不陸整正を行った．図 6 に水平載荷試験の結果として，各試験ケースにおける載荷荷重と水平変位の関係を示す．CASE1 および CASE2 の結果より，各載荷方向において設計荷重により生じる水平変位はともに 0.5mm 程度であり微小であった．常時における軌道スラブ水平方向目違いの限界値の目安は 2.0mm[1)]であることを参考に，本装置の許容変位量を 2.0mm とすると，CASE1 および CASE2 において許容変位量を満足することが分かった．なお，CASE2 については載荷荷重 50kN 付近で変曲点を迎え，その後荷重の増加が緩やかになることが確認された．しかし，変曲点におけるひずみ値は最大でも 500×10^{-6} 程度であり，装置自体に過度な変形は生じていないと推測される．よって，不陸整正面の付着切れ等に伴う摩擦力の低下により，本装置が水平移動したものと考えられる．なお，CASE2 を再現した解析結果と比較すると，図 4 の B 点付近におけるひずみは実験とほぼ同値であった．CASE3 では，不陸整正面の付着強度を高めることを目的に，不陸整正材をより高強度のセメント系てん充材に変更して，静的繰返し載荷試験を行った．試験の結果，変曲点の荷重は約 65kN と CASE2 よりもやや大きくなり，変曲点までの間は弾性的な挙動を示すことを確認した．また，変曲点における水平変位は 1.0mm 程度であり，許容変位量を満足することが分かった．

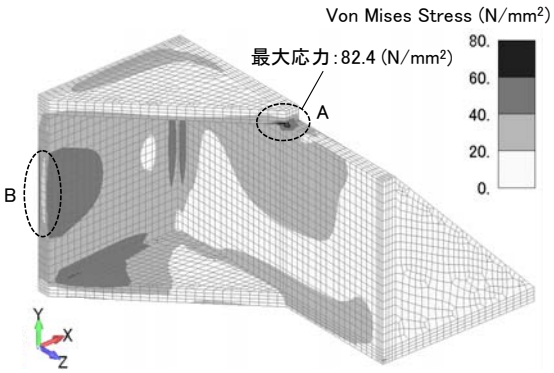

図 4 ミーゼス応力分布

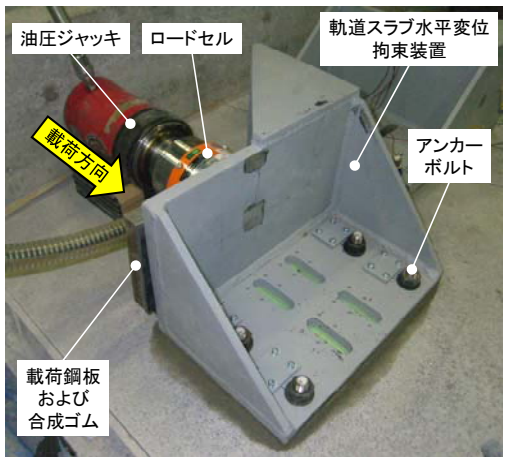

図 5 試験状況(CASE1)

表 1 試験ケース

CASE	載荷方向	載荷荷重 (kN)	アンカーボルト		不陸整正材
			埋込深さ (mm)	締付けトルク (N･m)	
1	レール直角方向	41.2	160	240	無収縮モルタル
2	レール長手方向	35.0	160	240	無収縮モルタル
3	レール長手方向	35.0	160	240	セメント系てん充材

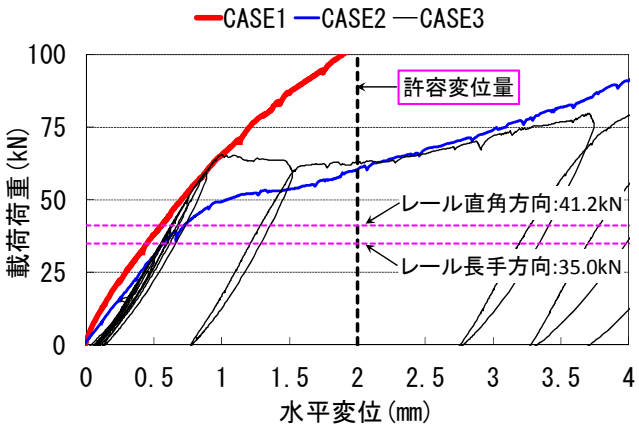

図 6 載荷荷重－水平変位

5．まとめ

本装置は突起の設計荷重に対し十分な耐力を有し，軌道スラブの許容変位量を満足することを確認した．今後は，装置締結部の抵抗力をさらに増大させる構造を検討し，試験施工を行う予定である．

参考文献

1) 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