

短繊維補強コンクリートによる軌道スラブのレール締結部のせん断試験

鉄建建設	正	○益田彰久	川又 篤	松岡 茂
鉄道総合研究所	正	関根悦夫	堀池高広	高橋貴蔵
クラレ	正	末森寿志	小川敦久	
北武コンサルタント	正	渡邊忠朋		

1. 目的

鉄道のスラブ軌道(図-1)は、軌道保守の省力化を目的とした軌道構造で、新設される新幹線軌道の約9割がスラブ軌道である。このスラブ軌道は、敷設から30年以上経過しているものもあり、自然環境条件に起因する海底トンネルでの塩害や寒冷地での凍害による変状が報告されている。一方、近年、短繊維補強コンクリート(以下、FRCと略す)が一部の土木構造物に使用されつつある。

FRCの特徴は、高い靱性能を有すること、ひび割れの分散性能が高いこと、鉄筋を使用しないためRCと比較して耐久性の向上を望めることが挙げられる。これらの特徴は、前述のRC軌道スラブの問題点を解決する可能性を有している。そこで、FRCを軌道スラブに適用すること目的に、レール締結部に作用する外力を想定して各種せん断試験を行った。なお、本研究は、鉄道総合技術研究所、クラレおよび鉄建建設の共同研究として実施したものである。

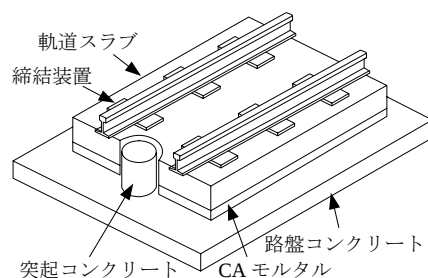


図-1 スラブ軌道

2. 実験方法

2.1 実験概要

レール頭部に列車荷重による横圧が作用した場合、レール転倒に伴う締結装置用埋込栓の引抜きと、埋込栓周辺の外軌方向への横圧によるせん断を検討する必要があるため、FRC軌道スラブにおける埋込栓の引抜きせん断耐力と横圧せん断耐力について実験的検討を行った。FRC軌道スラブ供試体では、既往の研究結果¹⁾から、PVA繊維(長さ30mm、直径0.66mm)を使用して、体積当たり2.0%混入した配合²⁾とした。また、RC軌道スラブ規格品を使用して比較を行った。FRCとRCの圧縮強度はそれぞれ44.6N/mm²と69.6N/mm²であった。

2.2 载荷試験方法

引抜きせん断試験は、図-2に示すように締結装置用埋込栓を中心とする円周上の4点に500mm間隔で配置したユニバーサルヘッドを反力点として、500kNセンターホールジャッキにより埋込栓にねじ込んだボルトを引っ張って行った。試験では、ボルトの引抜き荷重および鉛直変位量を測定した。鉛直変位の計測については、ボルトの偏心や延びの影響を緩和するために、埋込栓に近い高さで左右対称の2点で行った。

横圧せん断試験では、軌道スラブ外縁側の締結部に横圧が作用したときを想定して、図-3に示すように埋込栓に固定されたボルトをスラブの外側方向へ载荷した。軌道スラブ外縁から

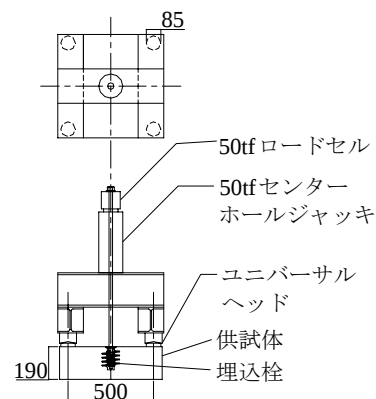


図-2 引抜きせん断試験方法

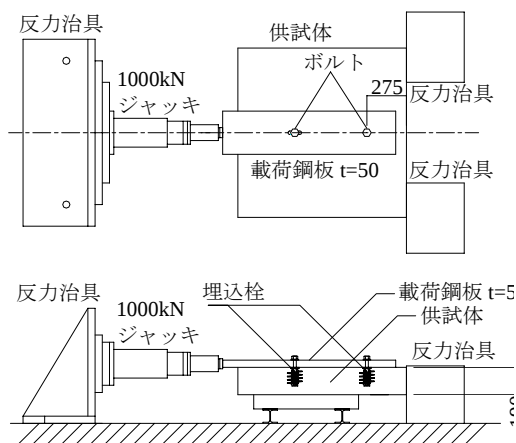


図-3 横圧せん断試験方法

キーワード 短繊維補強コンクリート、軌道スラブ、せん断

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 TEL 0476-36-2355 FAX 0476-36-2380

埋込栓までの距離は 275mm である。载荷は、図に示すように 2 箇所の埋込栓を用いてボルトにより固定された载荷鋼板を 1000kN ジャッキにより水平方向へ加力して行った。载荷鋼板は、ジャッキ側のボルト孔は長孔、軌道スラブ外縁側は丸孔となっているため、軌道スラブ外縁側のボルトにのみ横圧が作用する。試験では、载荷荷重、载荷鋼板および供試体の水平変位量を測定して、载荷鋼板の変位量から供試体の変位量を差し引いたものを試験での水平変位とした。

3. 実験結果

3. 1 引抜きせん断試験結果

引抜きせん断試験により得られた結果を図-4に示す。FRC の場合では、100kN 程度で最大荷重に達した後は比較的緩やかに荷重が低下した。一方、RC の場合では、最大荷重は 150kN 程度と FRC と比較して 5 割程度大きい値を示したものの最大荷重到達後は急激に荷重が低下した。PC まくらぎで規定されている埋込栓の引抜き破壊荷重は 70kN である。この値を軌道スラブに準用すると、FRC では 1.4 倍の引抜きせん断耐力を有しており安全であることがわかった。いずれのケースでも、図-5に示すような埋込栓の周囲にはコーン状の破壊面が観察された。RC の場合と比較して FRC の場合ではコーン状破壊の直径は小さくなった。これは、RC では埋込栓周りのスパイラル筋が周辺の鉄筋に力を伝達したためと考えられる。

3. 2 横圧せん断試験結果

横圧せん断試験により得られた結果を図-6に示す。FRC の場合では、荷重が増加して 200kN 程度をピークに荷重を保持する挙動を示した。その後、埋込栓から軌道スラブ外縁側に図-7に示すような斜め方向のひび割れを形成して荷重が低下した。RC の場合でも、同様のひび割れを形成したが、最終的には軌道スラブ外縁側のボルトが破断しており、荷重は FRC よりも高い結果となった。軌道スラブの設計において、1 本の埋込栓に作用する横圧は 34.0kN となる。FRC の横圧せん断耐力は横圧に対して 5.8 倍の耐力を有しており安全であることがわかった。

4. まとめ

FRC を軌道スラブに適用することを目的に、レール締結部に作用するせん断耐力の検討を行った。その結果、FRC を軌道スラブに使用した場合でも引抜きせん断耐力、横圧せん断耐力ともに十分な耐力を有していることが確認できた。

参考文献

- 1) 堀越哲郎, 保城秀樹, 関根悦夫, 桃谷尚嗣, 松尾庄二, 川又篤: 繊維補強セメント系複合材料の基礎性状に関する定量評価, 土木学会年次学術講演会後援概要集, pp.705-706, 2006
- 2) 堀池高広, 関根悦夫, 高橋貴蔵, 末森寿志, 小川敦久, 松岡茂, 益田彰久, 川又篤, 渡邊忠朋: 短繊維補強コンクリートによる弾性まくらぎ直結軌道用道床コンクリートの水平抵抗試験, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 投稿中, 2007

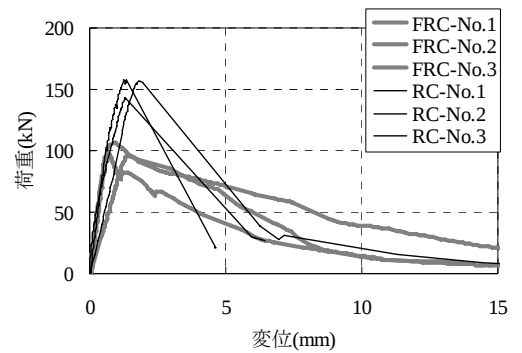


図-4 引抜きせん断試験結果



図-5 引抜きせん断破壊状況 (FRC)

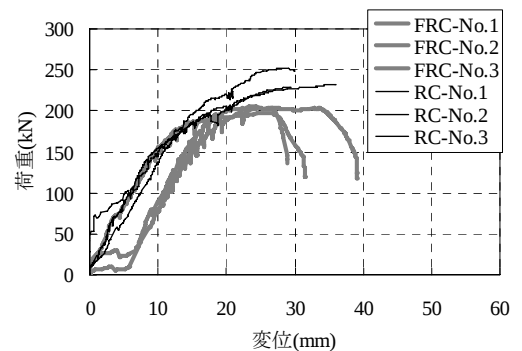


図-6 横圧せん断試験結果



図-7 横圧せん断試験破壊状況 (FRC)