

断面修復した軌道スラブの締結部に対する水平載荷試験

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○北条優、高橋貴蔵、高橋成汰

1. はじめに

劣化した軌道スラブの断面修復材として、従来はコンクリートとの付着強度が高い樹脂モルタル（以下、「RM」とする。）が広く使用されてきた。本研究では、RM に対し、材料コストが 1/8 程度であるポリマーセメントモルタル（以下、「PCM」とする。）の断面修復材としての有用性を確認することを目的として、営業線から撤去した軌道スラブを断面修復し、耐荷性能を確認するため水平載荷試験を行った。また、断面修復後に列車を通過させることが可能な養生時間について検討するため、2 面せん断試験を実施した。

2. 軌道スラブの締結部に対する水平載荷試験

座面式のレール締結装置が用いられている A-51（図 1）では、軌道スラブの肩部で板ばねのばね受台を支える構造となっている。そのため、肩部が劣化してコンクリートに浮きが生じている場合は断面修復を行う必要がある。そこで、現地から撤去した ASR が生じている A-51 の肩部を断面修復し、図 2 に示す水平載荷試験を行った。PCM による断面修復の位置を図 3 に示す。PCM の付着強度は、RM と比較すると低いことから、コンクリートのはつり面は、図 4 に示すように通常のはつり面の他に、25mm 間隔のクロス状の溝（深さ 2mm 程度）を設けたのはつり面も準備した。断面修復作業は気温 7.8℃で行い、水平載荷試験は PCM の材齢 31 日目に実施した。水平載荷試験の最大荷重の上限は 120kN とした。なお、はつり後に溝を設けた面を断面修復したケースでは、水平載荷試験後に十分な安全を確保して、破壊が生じるまで載荷を継続した。

図 5 に水平載荷試験で得られた荷重と載荷治具の載荷方向変位の関係を示す。はつり面の状態にかかわらず、載荷荷重は設計荷重 77.9kN¹⁾以上となり、十分な耐力を有していることを確認した。1 締結装置あたりに作用する設計横圧は 10.2kN¹⁾であり、その際の載荷治具の載荷方向変位は 0.3mm と微小であった。載荷試験後の肩部の状況を図 6 に示す。はつり面を断面修復した肩部では、120kN の水平載荷試験で変形している様子は確認されなかった。また、破壊するまで載荷を継続した「はつり後に溝を設けたケース」の肩部では、破壊面が確認され、その面積は $(90+338) \times 124/2 = 26536\text{mm}^2$ 以上となった。破壊面は PCM とコンクリートの界面（はつり面）ではなく、PCM 内に形成されていた。なお、はつり後に溝を加工した側の載荷方向変位の方が大きい傾向にあったのは、載荷治具と肩部の間に挿

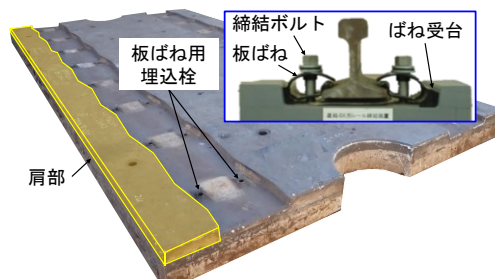


図 1 A-51 軌道スラブの座面

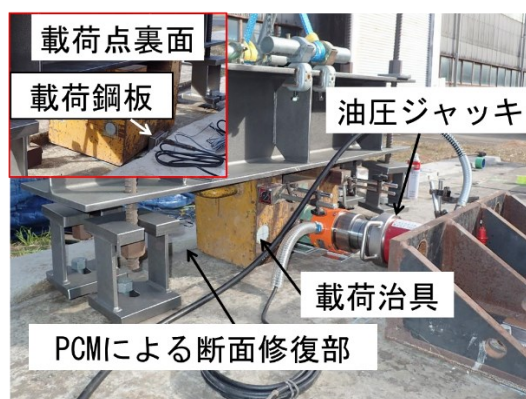


図 2 水平載荷試験

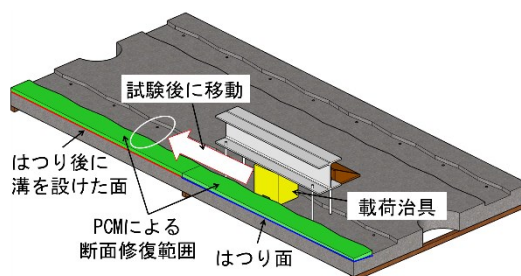


図 3 断面修復位置



図 4 はつり面の状況

キーワード 軌道スラブ、断面修復、ポリマーセメントモルタル、水平載荷試験、2 面せん断試験

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 軌道・路盤 TEL042-573-7276

入した鋼板の接触状態が荷重初期（20kN 程度まで）の変位に影響を与えたためと考えられる。

以上より、座面式のレール締結装置が用いられている軌道スラブについては、肩部の断面修復に PCM を用いることが可能であると考えられる。

3. PCM に対する 2 面せん断試験

PCM による断面修復後に列車を通過させることが可能な養生時間について検討するため、2 面せん断試験を実施し、せん断付着強度を確認した。軌道スラブから切り出したコンクリート角柱の側面をはつり、その後 80×80×80mm に成型し、12 体のコンクリートブロックを作製した。ここで、6 面のうち 1 面がはつり面となっている。この内、6 体のはつり面に対して 25mm 間隔、深さ 2mm 程度のクロス状の溝を加工した。次に、2 体のコンクリートブロックの間隔が 60mm となるように固定した後、周囲に型枠を設けて PCM を打込むことによって、図 7 に示す 2 面せん断試験用の供試体を作製した。作製した 2 面せん断試験用の供試体の数は、通常のはつり面用が 3 体、はつり後に溝加工した面用が 3 体である。

気温 10℃±3℃、材齢 2h、1 日、7 日で実施した 2 面せん断試験で得られたせん断付着強度を

図 8 に示す。図 8 より、材齢 1 日および 7 日におけるせん断付着強度は、コンクリートの付着面にかかわらず、ほぼ等しいものの、材齢 2 時間のせん断付着強度は、はつり後に溝加工した面において 1.06N/mm²、はつり面において 0.36N/mm² となった。材齢 2 時間のせん断付着強度が大幅に増加しているのは、溝に補修剤が入り込むことで早い段階から付着強度が増加したと考えられる。

また、1 締結装置あたりに作用する横圧を 10.2kN¹⁾とした場合、図 6 に示した破壊面の面積を用いてせん断応力度を算出すると 0.38N/mm² (=10.2kN×1000/26536mm²) となる。したがって、はつり後に溝加工した面のせん断付着強度（繰返荷重と促進膨張の影響を考慮）1.06N/mm² のみがせん断付着応力 0.38N/mm² を満足する結果となった。

以上より、はつり後に 25mm 間隔、深さ 2mm 程度のクロス状の溝を加工した面であれば、PCM で断面修復した場合であっても材齢 2 時間で列車を通すことが可能であると考えられる。

4. まとめ

- ・ 水平荷重試験の結果、はつり面の状態にかかわらず、材齢 31 日で、十分な耐荷性能を有していることを確認した。
- ・ 2 面せん断試験の結果、溝を加工したはつり面であれば、PCM で断面修復した場合であっても材齢 2 時間で列車を通すことが可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 公益財団法人鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説－軌道構造、丸善出版、2012

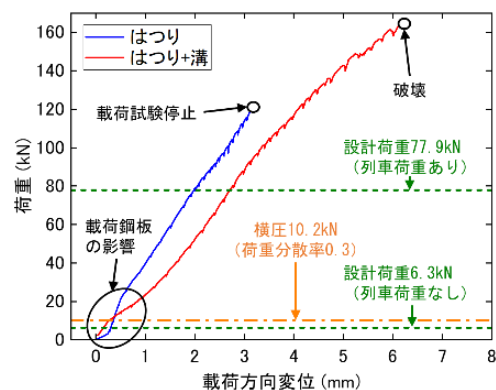
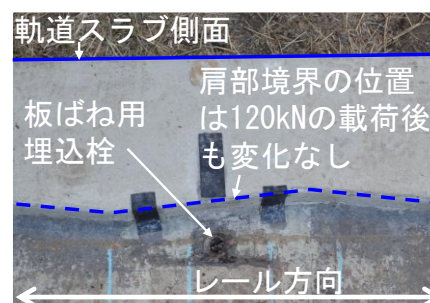


図 5 荷重－荷重方向変位関係



(a) はつりのみのケース



(b) はつり後に溝を設けたケース

図 6 水平荷重試験後の断面修復部

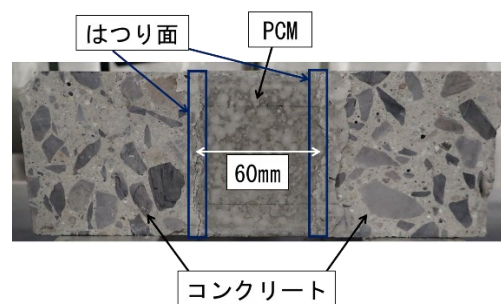


図 7 2 面せん断試験の供試体

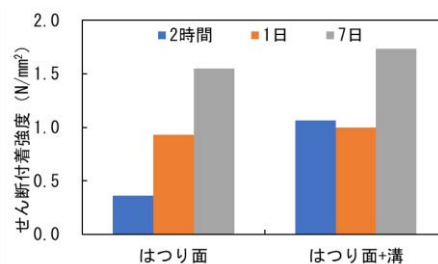


図 8 せん断付着強度