

S型弾性まくらぎ直結軌道に対する性能確認試験

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○谷川 光 高橋貴蔵 桃谷尚嗣 吉川秀平

1. はじめに

弾性まくらぎ直結軌道（以下、弾直軌道）は、弾性材を介してまくらぎをコンクリート道床で支持する構造の軌道である。これまで、弾直軌道の施工性の向上とさらなる低コスト化を図るため、まくらぎ側面の突起（以下、せん断キー）で横圧に抵抗し、コンクリート道床の肩部がない形状とすることで、スリム化による低コスト化と敷設速度の向上を図った S 型弾直軌道の開発を進めてきた^{1), 2)} (図 1)。短繊維補強コンクリートの適用により配筋を不要とし、型枠の施工性も改善されている。

これまでに、せん断キーの形状検討やまくらぎ 1 本分の延長の実物大載荷試験を実施し、列車荷重に対して十分な耐荷性能を有していることを確認しており^{1), 2)}、本研究では試験線において実際に軌道を構築し、各種性能確認試験を行った。

2. 試験線における軌道の構築

試験線の高架橋上に延長 5m の軌道を構築した (図 2)。軌道条件は、直線区間、60kg レールとし、まくらぎ下部のコンクリート道床の厚さは、前後区間の取り付けの関係から 400mm とした。はじめに、高架橋上にずれ止め筋を設置した。次に、まくらぎを締結し、軌きょう支承装置と呼ばれる治具を用いてレールを保持した。まくらぎ底面の弾性材は、D 型弾直軌道と同様、30MN/m とばね定数を設定したパッドを貼り付けた。まくらぎ間隔は 700mm とし、レール締結装置は、D 型弾直軌道に用いる特殊形 60 着脱式弾直用一般を使用した (軌道パッドのばね定数は 60MN/m)。

軌きょう構築後、コンクリート道床の型枠を構築し、打込みを行った。コンクリート道床には、ポリプロピレン繊維（以下、PP 繊維。0.5vol.%, 断面 7100dt, 長さ 30mm）、または（以下、PVA 繊維。0.375vol.%, 直径 0.66mm, 長さ 30mm）を混入した短繊維補強コンクリートを使用する¹⁾。本試験では、PP 繊維を混入することとしたが、それぞれの混入量は、曲げタフネスが同等となるように設定しており、PVA 繊維を使用しても同等の耐荷力となる^{1), 2)}。

打込みでは、レディミクストコンクリート（普通-27-18-20N, 空気量 4.5±1.5）に、PP 繊維を混入し、ポンプ車によって水平換算距離 60m の条件で圧送した。コンクリートの打込み性は良好で、ポンプ配管の閉塞も確認されなかった。材齢 5 日での型枠取外し後も、充てん不足といった不良は確認されなかった (図 3)。なお、打込み前に、

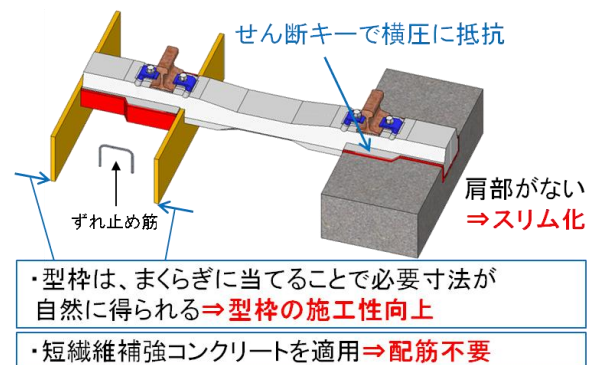


図 1 S 型弾直軌道の構造

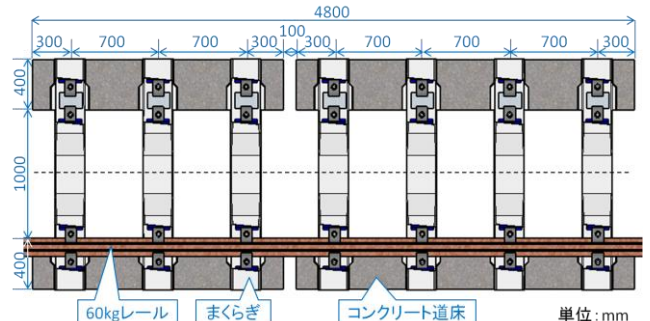


図 2 構築した軌道の形状（上面図）



図 3 完成状況

キーワード S 型弾性まくらぎ直結軌道, せん断キー, 水平方向載荷試験, モーターカー走行試験

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

コンクリート道床下面にビニールシートを敷設し、高架橋との付着を除去した。そのため、高架橋とコンクリート道床は、ずれ止め筋のみで接続している状態となっている。

3. 性能確認試験

コンクリート道床の材齢 28 日以降に、水平載荷試験、モーターカー走行試験、インパクトハンマー加振試験を実施した。

水平載荷試験では、軌きょう中央の締結装置を撤去したまくらぎ 1 本に対して、急曲線を想定した横圧に対する設計作用（約 50kN（破壊））を目標に載荷と除荷を 3 回繰り返した。載荷は、まくらぎ端面を、ジャッキでまくらぎ長手方向に押すことで行った。図 4 に試験結果を示す。コンクリート道床下面の付着を除去した条件であるが、既往の検討^{1), 2)}と同様に、横圧に対する設計作用に対して十分な耐力を有していることを確認した。また、レールに対する載荷も同様に実施し、設計作用に対して十分な耐力を有していることを確認した。

モーターカー走行試験では、S 型弾直軌道区間とスラブ軌道区間を走行させて、輪重とレール鉛直変位の最大値により軌道の支持剛性（軌道ばね係数）を算出した。図 5 より、S 型弾直軌道の軌道ばね係数は 36MN/m となり、スラブ軌道の 68MN/m より小さいことを確認した。また、S 型弾直軌道の軌道パッドや底面弾性材は、D 型弾直軌道と同じばね定数に設定していることから、過去に測定された D 型弾直軌道の軌道ばね定数³⁾（38MN/m）と同等の値となった。

最後に、インパクトハンマー加振試験により、振動特性を評価した。高架橋スパン中央位置において、片レールに対して加振を行い、加振点下の高架橋床版裏に設置した加速度計により振動加速度レベルを得た。図 6 より、スラブ軌道と比較して、10Hz 以下（地盤振動に寄与）で～dB、300Hz 以上（構造物音に寄与）で～dB 小さくなっており、防振性能に優れていることがわかる。せん断キーで横圧に抵抗する構造においても、弾直軌道としての防振性能を有していることを確認した。

参考文献

- 1) 谷川光 ほか：まくらぎ側面の突起で横圧に抵抗する弾性まくらぎ直結軌道の構造に関する基礎的検討，コンクリート工学年次論文集，日本コンクリート工学会，Vol.38，pp.1285-1290，2016.7
- 2) 谷川光 ほか：まくらぎ側面の突起で横圧に抵抗する弾性まくらぎ直結軌道の水平方向の耐荷力の検討，土木学会年次学術講演会講演概要集，2016.9
- 3) 堀池高広 ほか：着脱式弾性まくらぎ直結軌道（D 型弾直軌道）の開発，鉄道総研報告，Vol.12，No.6，pp.25-30，1998.6

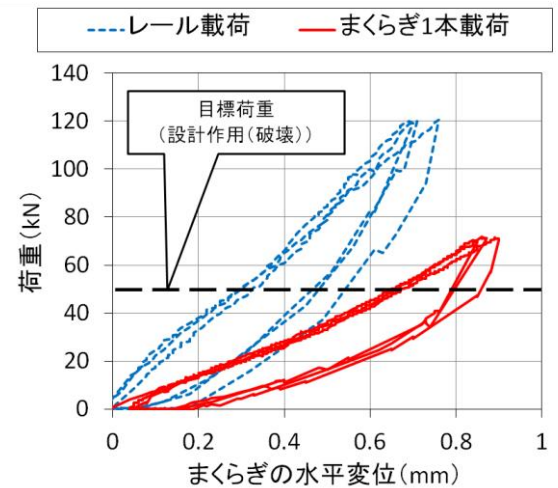


図 4 水平載荷試験の結果

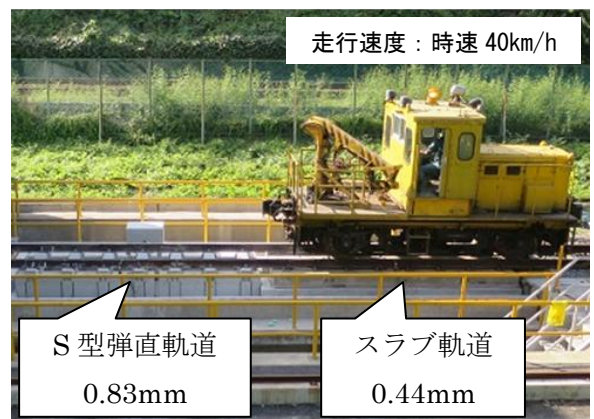
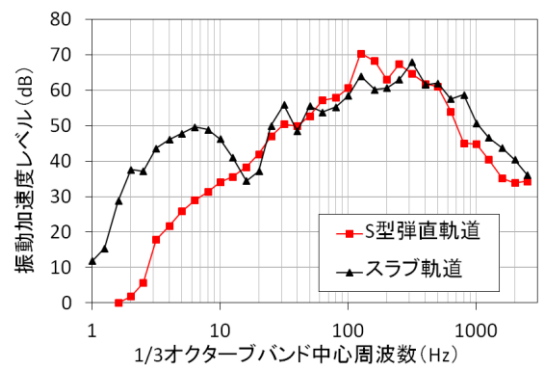


図 5 モーターカー走行試験の状況およびレール鉛直変位（輪重 30kN）



a) 周波数分析の結果



b) レベル差（S 型弾直軌道－スラブ軌道）

図 6 インパクトハンマー加振試験の結果