

曲線区間におけるバラスト軌道の道床横抵抗力の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員○溝口 敦司 正会員 千代 誠
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 桃谷 尚嗣 正会員 中村 貴久

1. はじめに

地震時における有道床軌道の耐震性能を明らかにする上で、道床横抵抗力の評価が重要であり、これまでに直線区間において、振動台試験や解析により地震時のまくらぎの道床横抵抗力が明らかにされている^{1) 2)}。一方、カントが設定されている曲線区間については、有道床軌道の耐震性能および地震時における道床横抵抗力は明らかになっていない。

そこで、表-1 に示す新幹線用3Hまくらぎ、およびガード取付用まくらぎ（以下、「新型まくらぎ」という。）を対象として、曲線区間における地震時の道床横抵抗力を大型振動試験により検討を行ったので、報告する。

表-1 試験対象としたまくらぎの寸法、重量

種別	底面幅	端面高さ	長さ	翼幅	重量
3H	330mm	254.6mm	2400mm	—	319kg
新型	330mm	262.6mm	2400mm	50mm	



図-1 新型まくらぎ（外観）

2. 対象とするまくらぎ

対象とするまくらぎは、3Hまくらぎおよび新型まくらぎである。

新型まくらぎは、図-1に示す3Hまくらぎを基本にレール取付下部に翼を設け、中古の60kgレールを逸脱防止ガードとして取付可能となるように軌間中央部にくぼみを設けている。

表-2 大型振動試験装置の基本仕様

加振方式	油圧サーボ方式
テーブル寸法	7m (X軸) × 5m (Y軸)
最大積載質量	50ton
加振方向	水平2軸 (X, Y軸)
最大変位	X軸: ±1m, Y軸: ±0.25m
最大加速度	X軸: 1.0G, Y軸: 2.0G
加振振動数	0.1~20Hz
加振パターン	地震波, 正弦波加振

3. 地震時の道床横抵抗力の検討

(1) 試験内容

① 振動台試験

振動台試験では、地震により変形を受けたバラスト軌道の道床横抵抗力を測定するために、鉄道総研の大型振動試験装置を用いて、レール直角水平方向に中越地震の高架橋上面での地震波（以下、「中越波」という。）により加振を行った。

大型振動試験装置は、レベル2地震動の加振性能を有しており、基本仕様は表-2の通りである。

実物大軌道は、図-2 および図-3 に示すように、カント 200mm に設定された曲線区間の断面である。道床は、実軌道と同程度の密度 1.6t/m³ となるように振動パイプレタを用いて締め固めた。

路盤は、高架橋上のバラスト軌道を想定し、振動台テーブル上にセメントボードを設置した。

また、ロングレールの温度変化による横荷重作用時の道床横抵抗力について検討するため、テンションバランスを用いて、まくらぎ1本に温度変化 40℃相当を想定した横荷重を作用させた。

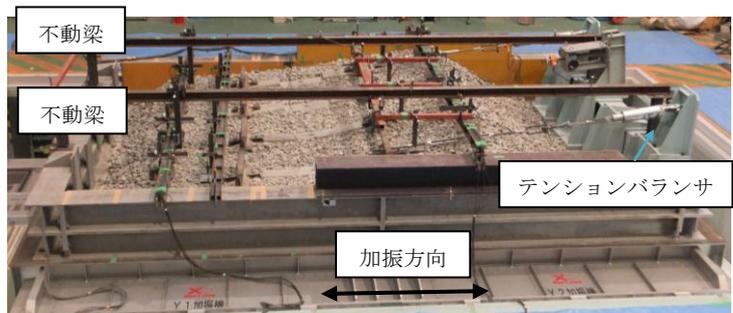


図-2 実物大軌道模型の加振試験の状況

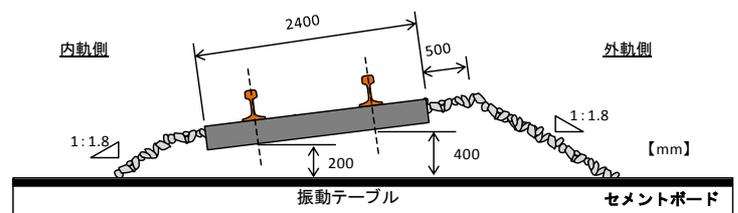


図-3 実物大バラスト軌道の概要

キーワード まくらぎ、道床横抵抗力、曲線区間、大型振動試験

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24 JR 西日本鉄道本部技術部 (施設技術) TEL 06-6376-8136

計測は、まくらぎ両端部に水平方向および鉛直方向の変位計を、まくらぎ中央部、直下の道床上に加速度計を設置して計測を行った。

②道床横抵抗力試験

道床横抵抗力試験は、加振試験前後の実物大バラスト軌道に対して、まくらぎ長手方向にまくらぎを載荷したものであり、中越波加振前後に行った。

試験方法は、図-4 に示す載荷試験装置を用いて、まくらぎに対し、載荷速度 2mm/min で外軌側のまくらぎ長手方向に載荷を行う。測定項目は、まくらぎ変位（鉛直および水平方向）およびロードセル荷重である。

(2) 試験結果

①加振前後の道床横抵抗力

加振前および中越波加振後の道床横抵抗力試験の結果を図-5 に示す。中越波加振により、各まくらぎの道床横抵抗力（まくらぎ水平変位 2mm 時の道床横抵抗力とする）は 5%程度低下した。また、新型まくらぎの道床横抵抗力は、3Hまくらぎと比較して、加振前で 1.23 倍、中越波加振後で 1.22 倍であった。過去に実施した直線区間における模型試験結果等（加振前で 1.21 倍）³⁾ と比較すると、曲線区間も直線区間と同程度の結果が得られていると考えられる。

②加振中のまくらぎ水平変位

加振中の道床横抵抗力を検討するため、横荷重 4kN をまくらぎ 1 本に作用させ、中越波加振中におけるまくらぎの水平変位を図-6 に示す。ロングレールの温度変化が 40℃程度で生じる横荷重がまくらぎに作用した条件下では、最大加振時に大きく変位し、中越波加振後における新型まくらぎのまくらぎの水平残留変位は 1.7mm であり、3Hまくらぎの 5.0mm に対して約 0.3 倍に抑制できていることを確認した。

4. おわりに

今回の試験より、曲線区間において新型まくらぎが 3Hまくらぎよりも大きな道床横抵抗力を有し、加振中に横荷重が作用した場合でも、新型まくらぎは 3Hまくらぎよりも水平残留変位を抑制する性能を確認した。

なお既往の研究³⁾によれば、翼付きまくらぎなど形状が特異な場合、軌きょうとしての道床横抵抗力性能を確認することが望ましいことから、現在軌きょう引きの道床横抵抗力特性を評価した上で、構造物境界部で角折れおよび目違いが生じた際の新型まくらぎを用いた軌道における地震時の耐震性の評価を進めているところである。

最後に、本試験を進めるにあたり協力を頂いた株式会社シーピーケイほか関係者に感謝申し上げる次第である。

[参考文献] 1) 中村 貴久他：大型振動台試験によるバラスト軌道の耐震性能評価，鉄道総研報告，Vol.24, No.12, 2010.12

2) 関根 悦夫他：地震動を受けたバラスト軌道の道床横抵抗力推定法，鉄道総研報告，Vol.24, No.12, 2010.12

3) 楠田 将之他：模型実験によるバラスト軌道の道床横抵抗力の検討，第 67 回土木学会年講，2012.9

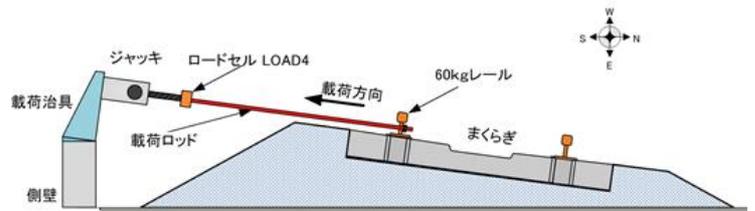


図-4 道床横抵抗力試験の概要

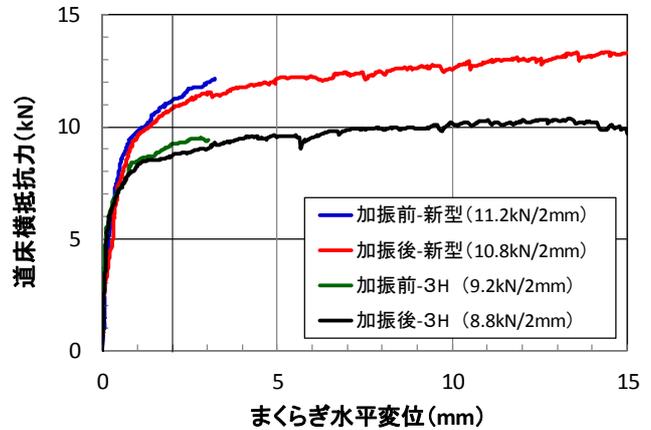


図-5 道床横抵抗力試験の結果

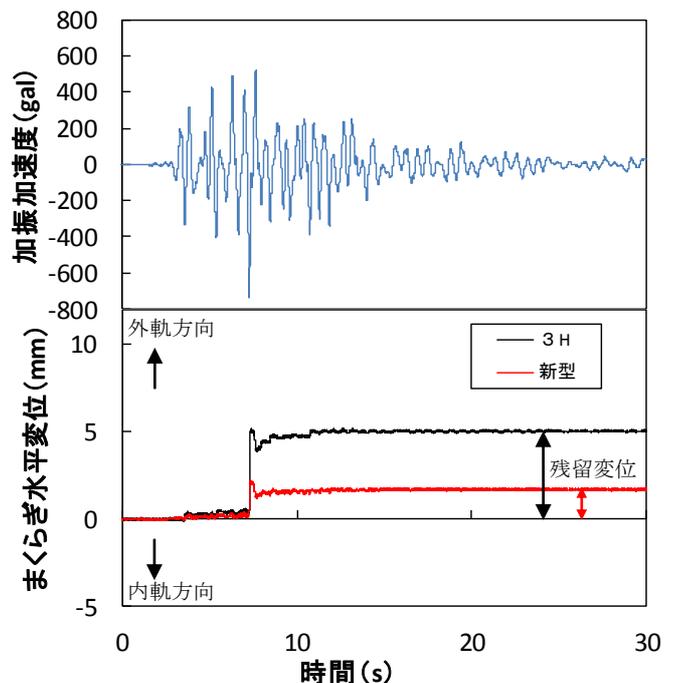


図-6 加振中のまくらぎ水平変位