

新幹線 PC まくらぎの検査手法の検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○渡邊 陵斗, 曾田 祥信
 公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 勉, 松岡 弘大

1. はじめに

PC まくらぎの検査は主として目視により行っているため、道床バラストで直接視認できない側面や底面の損傷は確認することができない。その課題を解決するため、打音により PC まくらぎの固有振動数を求め、損傷の有無を検出する手法がこれまでに開発されてきた¹⁾。

同手法が、新幹線用 PC まくらぎに対しても適用可能であるか検証した結果、残留ひび割れが生じる程度の損傷であれば打音で検知可能であることが室内試験の結果から明らかになった²⁾。

そこで、実軌道への適用を考え、道床バラストの状態など軌道条件の違いが固有振動数におよぼす影響と、損傷検知の精度向上を図るための分析手法について検討した結果を報告する。

2. 試験概要

試験は図-1 に示す長さ 5.2m の軌道（以下、試験軌道）にて実施した（60kg レール、道床厚 250mm）。

PC まくらぎは 3H、3T と、脱線防止ガード（以下、ガード）を固定するためのボルト穴を設けた 3HG、3TG（図-2）の 4 種類、それぞれ新品と損傷したまくらぎを使用した（図-3）。損傷はレール位置での正曲げ荷重により、終局まで荷重し、曲げ破壊させたまくらぎを準備した。

測点は、図-4 に示すように、加速度 10 点、騒音 1 点、打撃点は PC まくらぎ上面の中央部と端部とした。表-1 に示すように軌道条件を変え、計 32 ケースで試験を実施した。

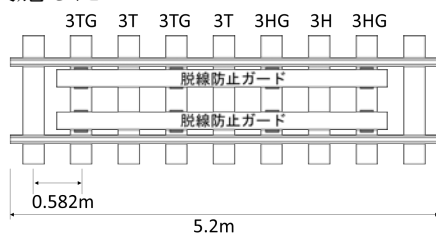


図-1 試験軌道

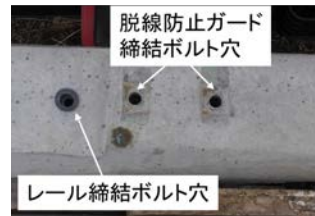


図-2 ボルト穴



図-3 損傷まくらぎ

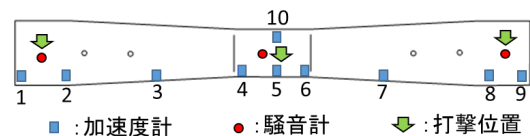
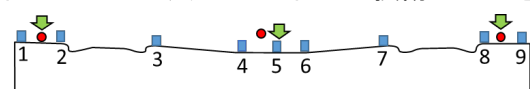


図-4 測定及び打撃位置

表-1 軌道条件

	条件	ケース数
損傷	有/無	2
道床量	(図-5 参照)	4
カント	0mm/200mm	2
レール・ガード ³⁾	有/無	2



図-5 道床バラストの状態

3. 測定結果

一例としてレール・ガードを設置した状態における 3H まくらぎの測定結果を図-6 に示す。固有振動数は ERA 法³⁾によりすべての加速度計から出力された結果を同定し算出した。ここで示す固有振動数は 3 次の振動モードである。

キーワード：PC まくらぎ、損傷検知、固有振動数、打音試験

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 東海旅客鉄道株式会社総合技術本部技術開発部 TEL0568-47-5380

固有振動数は、バラストの量が増えるに従い高くなり、バラスト無しと所定との違いは約 30Hz であった。また、カント 0mm に比べ 200mm の方が約 10Hz 高い結果となった。

一方、損傷の有無による差異は約 150Hz と条件に関わらず一定であったことから、道床状態やカントの有無といった軌道条件に関わらず、損傷の有無を固有振動数によって明確にとらえられることが確認できた。他のまくらぎ種別においても同様であった。

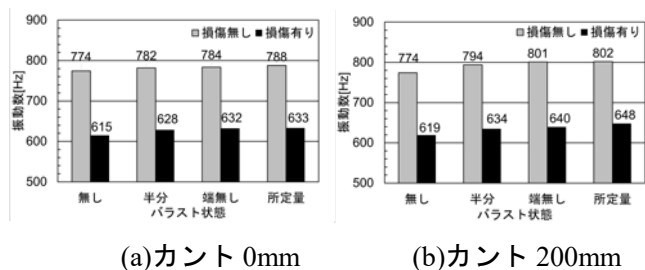


図-6 固有振動数

4. 実用化に向けた検討

これまでの結果は、10箇所から求めた固有振動数を示していたが、現地で多数の加速度計をまくらぎに設置するのは実用的ではない。そこで、中央部 1 箇所から加速度のみで評価できるか検証した。

図-7 に、3H と 3HG まくらぎ（バラスト所定量・カント 0mm）の周波数の分析結果を示す。3H については、レール・ガードの有無に関わらず明確な固有振動数が確認できるが、3HG の場合、レール・ガードを設置した条件では複数のピークが生じる結果となった。

これはガード及びガードを固定するブロック（図-8）の影響によるものと推定され、損傷があるにも関わらず正確に検出できなかったものが、全 224 回の測定のうち 7 回発生した。

不要なピークを除去して損傷検知の精度を向上するため、周波数分析結果を平滑化することにした。平滑化は、savitsky-golay 法による 5 点の重み付け移動平均法を採用した。

結果を図-9 に示す。不要なピークが平滑化されることによって、誤検知数を 2 回まで減少することができた。平滑化以外にも周波数の分解能を下げることと同様の効果が得られる可能性があるため、精度向上に向け引き続き今後検討していく。

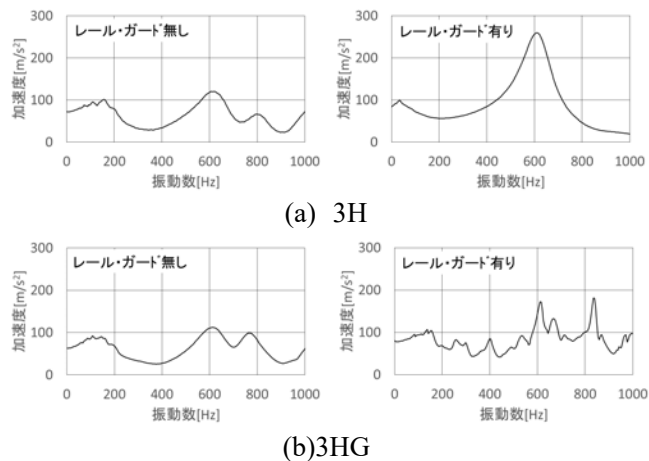


図-7 周波数分析結果

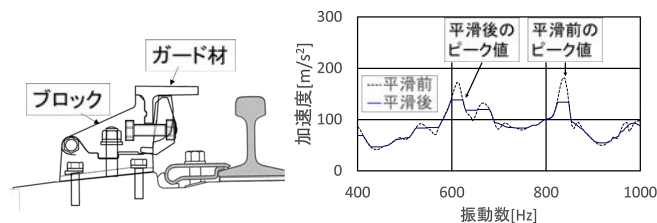


図-8 ガード固定ブロック 図-9 平滑化(3HG)

5. まとめ

目視できない部位に生じるまくらぎの損傷を打音によって検知可能か試験軌道を用いて検証した。

損傷によって生じる固有振動数の変化は、バラストの量など軌道条件の違いによって生じるものと比べ顕著であることを確認した。また、周波数分析結果を平滑化することにより、少ない測点で固有振動数を評価できることを確認した。

今後は、実用化に向けて短時間で連続的に測定できる装置の開発に取り組んで行く。

参考文献

- 1) 松岡弘大, 渡辺勉, 箕浦慎太郎, 曾我部正道, 面高陽紀: 損傷PCまくらぎの振動モード特性と打音による簡易検知手法の開発, 土木学会論文集E2 (材料・コンクリート構造), Vol. 74, No. 3, pp157-175, 2018.
- 2) 渡邊陵斗, 曾田祥信, 渡辺勉, 松岡弘大: 新幹線PCまくらぎの検査手法の検討, 土木学会第 76 回年次学術講演会, VI-858, 2021.
- 3) 長山智則, 阿部雅人, 藤野陽三, 池田憲二: 常時微動計測に基づく非比例減衰系の非反復構造逆解析と長大吊橋の動特性の理解, 土木学会論文集, No. 745/I-65, 155-169, 2003.10.