

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
 同上 正会員 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
 同上 正会員 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に、PC まくらぎの固有振動数を打音によって求め、損傷の有無を検出する手法が開発されてきた¹⁾²⁾。

しかし、これまでに提案された検知手法は在来線の PC まくらぎに対するものであり、新幹線の PC まくらぎにそのまま適用することはできない。そこで、本研究では新幹線 PC まくらぎの損傷状態と振動特性を把握し、打音による損傷検知が可能かを検証した。本稿では、その結果について報告する。

2. 室内試験

新幹線の PC まくらぎの損傷状態と振動特性の関係を得るため室内で打音試験を実施した。試験に用いた PC まくらぎは表-1 に示す合計 6 種類である。3TG、3HG まくらぎは、脱線防止ガードを固定するためのボルト穴を設けた PC まくらぎである。

測定は図-1 に示すように、騒音計 2 箇所、加速度計を 11 箇所を設置し、PC まくらぎの上面のレール位置および中央部をハンマーで打撃して行った。

損傷はレール位置での正曲げ荷重により人工的に発生させ、初期状態、ひび割れ発生時、終局状態（最大荷重）までの 50kN ほどの荷重時に打音試験を実施した。試験はひび割れ発生以降、除荷した状態で測定を実施し、PC まくらぎ 1 種類に対し 3 本ずつ実施した。

室内試験結果の一例として 3TG、3HG まくらぎの固有振動数と載荷荷重のグラフを図-2 に示す。ここに示す固有振動数は 3 次の振動モードの値である。打音については中央部の騒音計、加速度はすべての加速度計から出力された結果から求めている。

ひび割れ発生から終局直前までは、除荷時にプレストレスによりひび割れが閉口したため（図-3）、固有振動数は 3TG まくらぎは約 660Hz、3HG まくらぎは約 710Hz となり、初期状態とほぼ同じ値となった。終局時は残留ひび割れによる開口が生じ（図-4）、

キーワード PC まくらぎ、固有振動数、打音試験、室内試験、現地試験

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 TEL0568-47-5380 FAX0568-47-5364

表-1 室内試験 PC まくらぎ一覧

まくらぎ 種別	方式
3T	プレテンション
3H	
4T	
4H	ポストテンション
3TG	プレテンション
3HG	ポストテンション

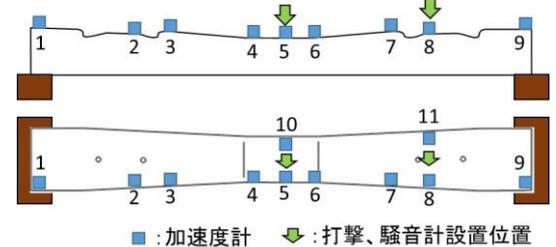


図-1 打撃、騒音計、加速度計設置位置

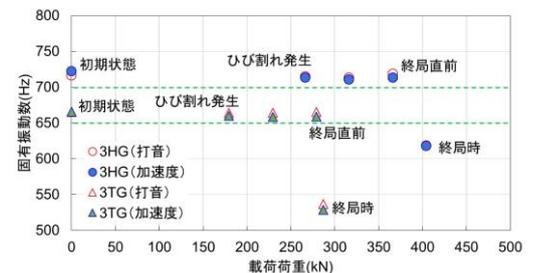


図-2 室内試験結果



図-3 終局直前のひび割れの閉口



図-4 終局時のひび割れの開口

固有振動数が 3TG まくらぎで約 130Hz, 3HG まくらぎで約 100Hz 低下した. その他の PC まくらぎの初期状態から終局直前までの固有振動数は, 3T, 4T まくらぎは約 660Hz, 3H, 4H まくらぎは約 710Hz, 終局時は 3T, 4T まくらぎは約 60Hz, 3H, 4H まくらぎは約 80Hz 低下した. PC まくらぎの種別に依らず, 打音と加速度の固有振動数は概ね一致した.

3. 現地試験

室内試験の結果, 損傷により固有振動数に変化が見られることが分かったため, 実際に敷設されている PC まくらぎに対して試験を実施した.

試験は東海道新幹線の保守基地内で行った. 図-5 に示すように打音を検知するマイクをまくらぎ近傍に設置し, ハンマーにより PC まくらぎ上面の中央部を 3 回打撃した. 対象とした PC まくらぎは 3H, 3HG, 3Ta, 3Tc, 4Ta, 4Ts の 6 種類である.

健全な PC まくらぎの固有振動数の結果を表-2 に示す. 室内試験の結果と比較して固有振動数が 3H, 3HG まくらぎは約 60Hz, 3Ta, 3Tc, 4Ta, 4Ts まくらぎは最大で約 10Hz 高い結果となった. これは, PC まくらぎの側面, 底面が道床バラストに接して, 室内試験と異なる支持状態であったことが理由の一つとして考えられる.

次に, 目視により変状を確認された PC まくらぎの打音試験結果を表-3 に示す. ひび割れの場合は, 室内試験で得られたほどの固有振動数の低下は生じなかったが, ひび割れの幅や範囲の違い(図-6)によって固有振動数に違いが認められた. また, 後埋めモルタルについては(図-7), それぞれ健全な状態のまくらぎと比較すると固有振動数の変化は些少であった.

4. まとめ

今回実施した室内試験により, 新幹線 PC まくらぎにおいても残留ひび割れが生じる程度の損傷があれば, 打音で検知が可能であるということが確認できた.

しかし, 室内試験と現地試験の結果には差異があることから, それが生じる原因を明確にする必要がある. また, どの程度の損傷であれば打音で検知可能かについても整理する必要があるため引き続き検討を進めていく.

参考文献

- 1) 松岡弘大, 渡辺勉, 徳永宗正, 曾我部正道: 高次の振動モードに基づく PC まくらぎの損傷検知, 土木学会論文集 A2 (応用力学), Vol.70, No.2, ppI_947-I_957, 2014.
- 2) 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.



図-5 現地打音試験

表-2 健全な PC まくらぎ試験結果

まくらぎ種別	平均固有振動数 (Hz)	室内試験固有振動数 (Hz)
3H	769.7	約 710
3HG	765.7	
3Ta	654.0	約 660 (3T・4Tの結果)
3Tc	668.0	
4Ta	674.3	
4Ts	674.5	

表-3 変状 PC まくらぎ試験結果

まくらぎ種別	目視により確認した変状	固有振動数 (Hz)
4Ts	ひび割れ・上面 幅 0.5mm	674
	ひび割れ・上面 幅 3.0mm	634
	ひび割れ・上面から下面まで 幅 1.0mm	631
4Ta	後埋めモルタル剥離	679
3Ta	後埋めモルタル欠落・PC 鋼棒露出	641



図-6 ひび割れ 3.0mm



図-7 PC 鋼棒露出