

低ばね定数軌道パッド敷設による地盤振動に対する影響

西日本旅客鉄道(株) 正 ○守田 武史 正 田中 靖幸 廣本 勝昭
 (財)鉄道総合技術研究所 正 横山 秀史 正 岩田 直泰

1. 目的

将来の高速化に向け、沿線環境の保全が重要な鍵となっている。軌道破壊の低減や沿線環境の改善を目的とした軌道の低ばね定数化については、既往の研究により、騒音対策として一定の効果が確認されており、本格的な導入も進んでいる。本稿では、低ばね定数軌道パッド（以下、「低ばねパッド」という。）を用いた軌道の低ばね定数化と地盤振動低減効果について、山陽新幹線において実施した現地試験から得られた知見を報告する。

2. 現地試験の概要

現地試験は、山陽新幹線の2区間で実施した。試験条件を表1、2に示す。山陽新幹線管内のスラブ軌道における標準仕様の軌道パッドばね定数は、60MN/mであり、今回使用した軌道パッドは、標準仕様の1/2（30MN/m）および1/3（20MN/m）のばね定数である。20MN/m低ばねパッド敷設時は、走行安定性の観点から締結装置の交換もあわせて行った。表2の各条件に対して、高架橋脚近傍点と近接軌道中心から12.5m

点（以下、「12.5m点」という。）に振動レベル計を設置し、敷設1週間後に振動測定を行った。地点Ⅱにおいては、左右レール変位と輪重の測定を同時に行い、列車走行時の軌道ばね定数の算出を行った。また、地点Ⅱに当初敷設されていた軌道パッドと今回敷設した低ばねパッドについて、JIS E-1117（緩衝用軌道パッド）にもとづく圧縮変形試験を実施して、静的ばね定数の算出を行った。

3. 試験結果

現地敷設試験の測定結果を図1に示す。ここで振動レベルの変化は、高架橋脚近傍点及び12.5m点におけるオールパスの振動レベルにより比較した。この図より、振動低減効果に差はあるものの、低ばねパッドの敷設により高架橋脚近傍点では2～4dB程度、12.5m点では0.5～2dB程度の振動低減効果がみられた。また、地点Ⅰ、Ⅱを比較すると、振動低減効果に差がみられた。その他、低ばねパッドのばね定数差による振動低減効果への影響を比較すると、高架橋脚近傍点においては1dBの差が生じているが、12.5m点においては差が生じなかった。

次に、低ばねパッド敷設前後の振動スペクトルの差を図2に示す。この図より、地点Ⅰでは20Hz以上の周波数帯域では振動低減効果が確認できるが、10～16Hz付近の帯域では逆効果となっていることがわかる。また、地点Ⅱにおいても同様に、12.5Hz以上の周波数帯域では振動低減効果が確認できるが、6.3～10Hz付近の帯域では逆効果となっている。

表-1 試験箇所の諸元

	地点Ⅰ	地点Ⅱ
構造物種別	ラーメン高架橋	
R.L~G.L	8.0m	12.5m
軌道種別	スラブ軌道(防振)直結8型	
敷設延長(m)	60	200
最高速度(km/h)	270	300

表-2 比較条件

	地点Ⅰ (60m)			地点Ⅱ (200m)	
	60	30	20	60	30
パッドばね定数 (MN/m)				既設*	新
レール調整バッキン	新規打設			劣	新規打設

*60MN/m(既設)は、敷設歴30年（通トン約4.0億トン）

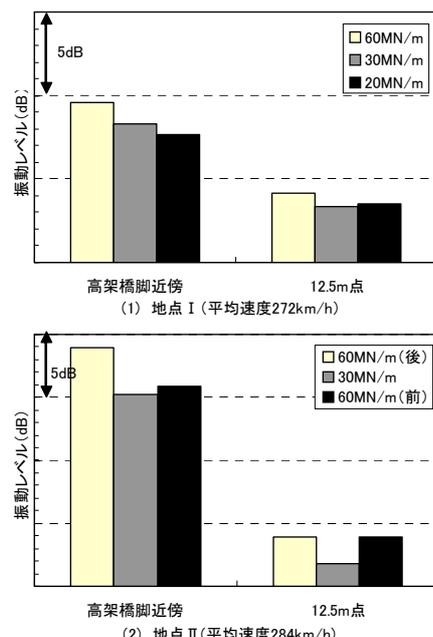


図1 低ばねパッド敷設による振動レベルの変化

キーワード 地盤振動, 低ばね定数軌道パッド, スラブ軌道, 沿線環境, 新幹線

連絡先 〒160-0004 大阪市北区芝田2-4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部 施設部 環境対策室 TEL 06-6375-8973

軌道の低ばね化に関する既往のモデル¹⁾によると、振動低減効果は主として周波数の高い帯域にあらわれるほか、低周波数帯域においては逆効果となる帯域が存在しており、本試験においても、これと定性的に合致する結果であった。

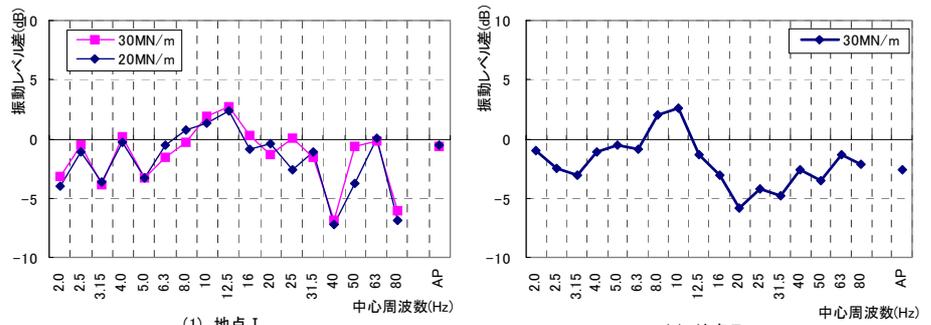


図2 振動低減効果スペクトル
12.5m 点通常軌道パッド(復旧後)との比較 (負側 効果有)

図3に示す地点ごとの振動スペクトルをみると、地点Iの箇所では比較的周波数の低い帯域が卓越していたのに対し、地点IIではやや周波数の高い帯域が卓越していた。このような事前の地盤振動の周波数特性の差が、地点ごとの振動低減効果の差に影響したものと考えられる。

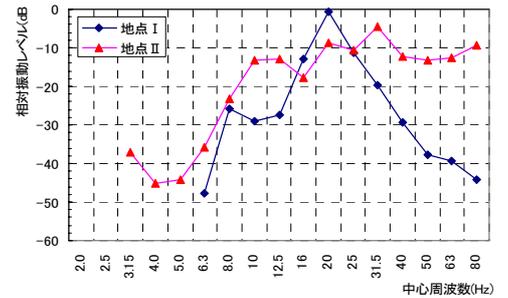


図3 試験実施地点の振動スペクトル(事前)
※オールパス値を0dBとした振動レベル

次に、地点IIの試験時に敷設していたパッドを、圧縮変形試験して算出した静的ばね定数を表3に示す。また、地点IIにおいて実施した左右レール変位と輪重の測定結果から算出した軌道ばね定数を表4に示す。表3では軌道パッドの静的ばね定数は、長期間の敷設により劣化し、設計値の約2倍のばね定数となっていることがわかった。しかし、表4によると、長期間敷設されていた軌道パッドと低ばねパッドの軌道ばね定数がほぼ等しい。これは図2(2)の高架橋脚近傍振動レベルの結果と合致している。このように、同じばね定数の軌道パッドについても、敷設後の経過期間によって軌道ばね定数に違いを生じていることが確認できる。これらの結果から、軌道パッドの敷設後の経過により、振動レベルに変化が生じている可能性が考えられる。

表3 軌道パッド圧縮変形試験結果(地点II)

	A	B
共試体条件	敷設していた軌道パッド	試験敷設した低ばねパッド
設計値	60MN/m	30MN/m
敷設期間	約30年	1週間
静的ばね定数試験結果	115.9MN/m	26.3MN/m

表4 軌道ばね定数算出結果(地点II)

条 件	①	②	③
	試験敷設前の状態	低ばねパッド敷設時	通常軌道パッド
軌道パッドばね定数(0は表3の試験結果)	60MN/m (115.9)	30MN/m (26.3)	60MN/m
平均速度(km/h)	291	293	294
平均輪重(kN)	71	69	68
平均変位量(mm)	0.42	0.39	0.26
軌道ばね定数(MN/m)	169	179	271

4. 考察とまとめ

低ばねパッドの振動低減効果について、現地試験等により検討した。今回得られた結果を以下にまとめる。

- オールパス振動レベルは高架橋脚近傍点で2~4dB、12.5m点で0.5~2dBの振動低減効果が確認できた。
- 低ばねパッドにより、20Hz以上の周波数帯域においては、高架橋脚近傍点、12.5m点ともに一定の効果を確認するとともに、より周波数の低い帯域においては、逆効果となる帯域があることも確認できた。
- 低ばねパッドのばね定数差による振動低減効果への影響は、高架橋脚近傍点では1dBの低減効果が生じているが、12.5m点では差が生じないことが確認できた。
- 地盤振動の周波数特性により、振動低減効果にはバラツキが生じるため、敷設前にはあらかじめ周波数特性の調査を行うことが望ましい。

今回の現地試験結果のうち、逆効果となる部分など、既往の振源の移動効果などを考慮したモデルによる知見²⁾と一部異なる点がみられた。今後さらに試験敷設事例を増やし、効果の検証を進めるとともに、敷設後の時系列変化についても調査を行っていくことを考えている。

参考文献

- 1) Wettschureck,R:「Ballast mats in tunnels-analytical model and measurements」, *Inter Noise*, 1985
- 2) 吉岡:「新幹線鉄道振動の発生・伝播モデルとその防振対策法への応用」, 鉄道総研報告特別30, 1990