

バラスト軌道への低ばねパッド敷設による地盤振動低減効果の検証

西日本旅客鉄道(株) 正 ○守田 武史 正 鷹崎 徹 正 田淵 剛
(財)鉄道総合技術研究所 正 横山 秀史 正 山根 寛史

1. 目的

新幹線沿線の地盤振動対策としては、軌道の低ばね定数化が効果的であることが知られており¹⁾²⁾、バラスト軌道では対策工法として弾性まくらぎ敷設を進めている。しかしながら、弾性まくらぎ敷設後に更なる振動低減を図る場合、伝播過程における地中壁などの非常に高コストな対策に限定されているのが現状である。

本稿では、更なる軌道ばね定数低下を目的として敷設した低ばね定数軌道パッド（以下、「低ばねパッド」という。）による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. 開発の概要

バラスト軌道への低ばねパッドの適用にあたっては、まず試験軌道でのモーターカー試験（軸重:約 60kN、速度:20~40km/h）により、地盤振動低減特性の把握を行い、橋脚近傍点で 1dB 程度の地盤振動低減効果を確認した。営業線への敷設に向けては、軌道パッドの低ばね定数化に伴い、上下変位量の増大による締結ボルトの緩みやレール頭部左右変位の増大が懸念される。そこで、従来の 102 形締結装置を改良し、低ばねパッド用の締結装置（以下、「低ばね用締結装置」という。）を新たに設計した。（図 1 参照）改良のポイントは、従来の六角ボルトを 2 重ねじボルトに変更して、ねじピッチを 2.5mm とし、緩み防止を考慮した点である。また、低ばね用締結装置を用いて、2 軸疲労試験を実施し、レール頭部左右変位量が許容範囲内であることを確認した。

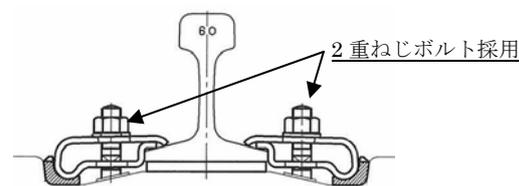


図1 低ばね用締結装置

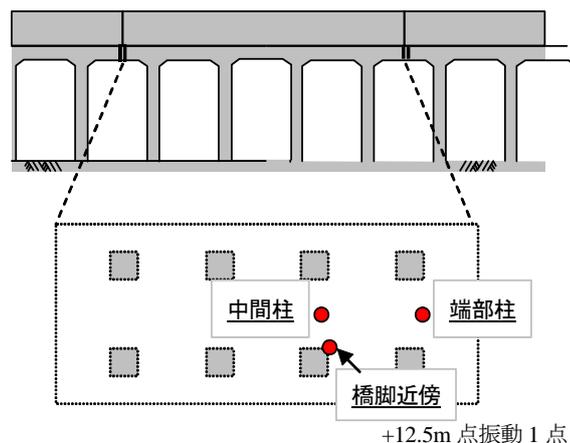


図2 測定点詳細図

3. 現地試験の概要

現地敷設試験は、山陽新幹線の2区間（3測定地点）で実施した。試験条件を表1に、測定点配置を図2に示す。102形締結装置の軌道パッドばね定数は、50MN/mが標準であるが、現地敷設試験では、30MN/mの軌道パッドを使用した。いずれの地点にもバラストマットが敷設されており、地点I,IIは弾性まくらぎ区間である。

それぞれの地点に対して、高架橋脚中心2点（中間柱・端部柱）と高架橋脚近傍点、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、敷設前後の振動測定を実施した。あわせて、地点IIIでは、上下・左右レール変位とまくらぎ変位、輪重の測定を行い、低ばね用締結装置の性能確認を行った。

表-1 試験条件

測定地点	地点I	地点II	地点III
構造物種別	ラーメン高架橋		
軌道種別	バラスト軌道		
まくらぎ種別	弾性まくらぎ		3Tc
バラストマット	敷設済み		
GL~RL(m)	9.8	8.9	8.1
敷設延長	50M	143M	
運転速度	270km/h		
測定地点	—	12.5m点	
	橋脚近傍・中間柱中央・端部柱中央		

キーワード 地盤振動, 低ばね軌道パッド, バラスト軌道, 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

4. 試験結果

(1)地盤振動低減効果

現地敷設試験の12.5m点、高架橋脚近傍点の測定結果を、低ばねパッド敷設前後の振動スペクトルの差を取り、図3,4に示す。地点Ⅱでは、高架橋脚近傍点では0.5dBの低減効果が見られるものの、12.5m点では効果が確認できなかった。地点Ⅲでは、高架橋脚近傍点で3dB、12.5m点で1dBのそれぞれ低減効果が確認された。また、いずれの地点においても、高架橋脚近傍点では、8~12.5Hz付近の帯域、50Hz以上の高周波帯域で低減が確認できる。地点Ⅱのように弾性まくらぎ、バラストマットにより既に軌道ばね定数の低減が図られている箇所では、軌道パッドの低ばね化が地盤振動に与える影響が少ないものと考えられる。また、高い周波数帯域に低減効果が見られることは、既往の研究結果¹⁾と一致する。

ラーメン高架橋の橋脚位置の違い(中間柱・端部柱)による低減効果の比較をすると、図5に示すように、端部柱付近ではより大きな低減効果があることがわかる。特に、3Tcまくらぎ敷設区間では、40Hz以上の周波数帯域で大きな効果の差がある。(図6)元来、端部柱付近の地盤振動スペクトルは、50Hz以上の帯域が高い傾向にあるため、オールパス値についても顕著な低減効果となったと考えられる。

(2)低ばね用締結装置の性能確認

新規開発した締結装置のレール頭部左右変位量は、0.5mmであった。この結果を基に、新幹線A荷重相当の輪重を用いて推定した最大レール頭部左右変位は、2.4mmであり60kgレールの許容限度を下回った。

5. 考察とまとめ

低ばねパッドの試験敷設結果等により得られた結果を以下にまとめる。

- 弾性まくらぎ敷設区間では、低ばねパッドの効果を十分に確認することはできなかった。
- 一般PCまくらぎ区間では、高い周波数帯域を中心に、低減効果を確認することができた。
- ラーメン高架橋の柱の位置により、低減効果に差が生じることが確認された。
- 低ばねパッド用に開発した低ばね用締結装置は、室内試験、現地試験とも小返り量や締結ボルトの緩みに関して懸念される事象は確認されなかった。

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) 安藤他：新しい防振軌道構造の性能試験，鉄道総研報告，第8巻，第6号，1994.6
- 2) 守田他：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，土木学会第60回年次学術講演会

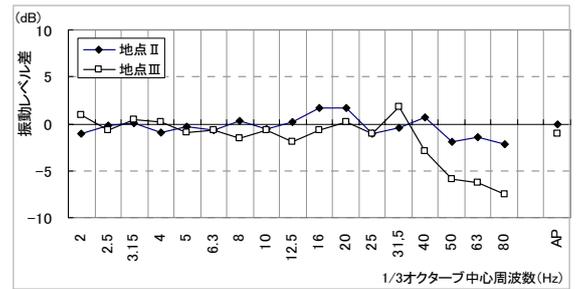


図3 振動低減効果スペクトル(12.5m点)

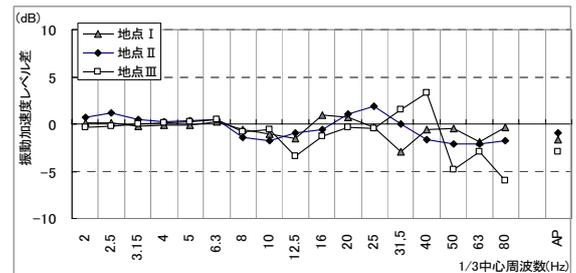


図4 振動低減効果スペクトル(高架橋脚近傍点)

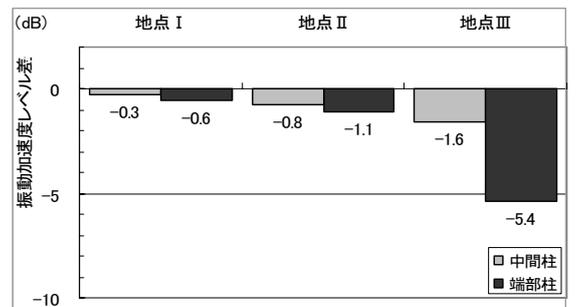


図5 橋脚位置違いによる低減量の比較

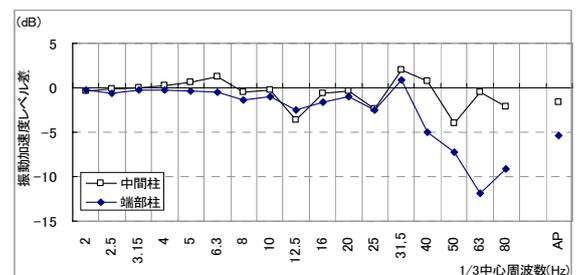


図6 振動低減効果スペクトル(地点Ⅲ橋脚部別)