

新幹線 102 形低ばね用レール締結装置の開発およびその地盤振動低減効果について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○田淵 剛

1. はじめに

新幹線が走行することにより発生する地盤振動については、その社会的影響を考慮し、環境庁（当時）から勧告が出されている。これを受け、当社ではこれまで地盤振動対策を鋭意実施してきた。

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、バラスト軌道では対策工法として弾性まくらぎの敷設を進めている。しかしながら、弾性まくらぎ敷設後にさらなる振動低減を図る場合、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。また、弾性まくらぎ以外の対策工法についても、十分には確立されていないことが課題の一つといえる。

そこで、「新幹線 102 形低ばね用レール締結装置」（以下、「低ばね用レール締結装置」と称する。）の開発およびその地盤振動の低減効果について、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. 低ばね用レール締結装置の開発概要

バラスト軌道への低ばね軌道パッドの敷設にあたっては、まず試験軌道において、モーターカー（軸重：約 60kN、速度：20～40km/h）を使用した試験を実施し、地盤振動低減特性の把握を行った。その結果、橋脚近傍点で 1 dB 程度の地盤振動低減効果を確認することができた。

営業線に敷設するにあたっての技術的課題として、軌道パッドの低ばね定数化に伴って、レール小返り量の増大により、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 形レール締結装置を改良し、低ばね用レール締結装置を新たに開発した（図 1）。

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（写真 1）、上部ねじピッチを 2.5mm とし、緩みが生じにくい機構とした点である。また、併せて 2 重ねじボルトの中間部に角部分を設け、ゆるみ止めの機能を持たせた。板ばねおよびばね受台については、従来の 102 形レール締結装置の部品を転用可能としている。

3. 性能確認試験の実施

今回開発した低ばね用レール締結装置について、列車荷重として軸重 170kN を想定し、性能確認試験を（財）鉄道総合技術研究所にて実施した。斜角載荷試験の結果、レール小返り角から 60kg レールの頭部左右変位推定量を換算により求めると 3.8mm となり、レール頭部左右変位の許容値である 5.2mm 以下であることがわかった。

また、2 軸疲労試験（写真 2）の結果、目標繰返し回数の 100 万回終了時点で、板ばねおよび 2 重ねじボルトの折損は発生しなかった。さらに、2 重ねじボルトおよびナットの緩みも見られなかった。

以上より、ばね鋼の耐久性や小返り抵抗については十分な性能を有しており、実用上問題ないことを確認した。

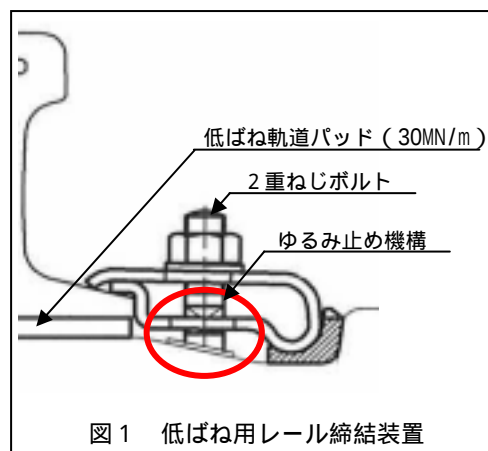


図 1 低ばね用レール締結装置



写真 1 ボルト形状比較



写真 2 室内性能確認試験

キーワード レール締結装置、低ばね定数化、地盤振動対策、山陽新幹線

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目 4 番 24 号 西日本旅客鉄道(株)施設部保線課 TEL 06-6375-8960

4．現地試験の概要

現地試験は、山陽新幹線の2区間(3測定地点)に敷設して実施した。試験条件を表1に、測定点配置を図2に示す。

102形レール締結装置の軌道パッドのばね定数は、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。また、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 1 は有道床弾性まくらぎ敷設区間である。

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 1 では、レール変位(上下・左右)およびまくらぎ変位、板ばねの発生応力、輪重・横圧の測定を行い、低ばね用レール締結装置の現地敷設における性能確認を実施した。

5．試験結果

(1) 地盤振動低減効果

現地敷設試験の高架橋脚近傍点の測定結果を、低ばね用レール締結装置敷設前後の振動スペクトルの差(施工後 - 施工前)をとり、図3に示す。オールパスで比較すると、地点 1 では0.5dB、地点 2 では3dB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 2 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、既往の研究結果と一致する。

(2) 低ばね用レール締結装置の性能確認

低ばね用レール締結装置の性能を現地敷設試験結果からも検証を行った。その結果、レール頭部左右変位量は、0.5mmであった。この結果をもとに、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レールの許容限度以内であった。

6．まとめ

新幹線のPCまくらぎ区間において、低ばね軌道パッドを用いた低ばね用レール締結装置を用いることにより、高い周波数帯域を中心に地盤振動低減効果が確認できたが、弾性まくらぎ敷設区間においては効果が十分に確認できなかった。なお、レール頭部左右変位量は、現地試験で0.5mmであり締結ボルトの緩みに関しても懸念される事象は確認されなかった。

表1 試験条件

測定地点	地点	地点	地点
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		

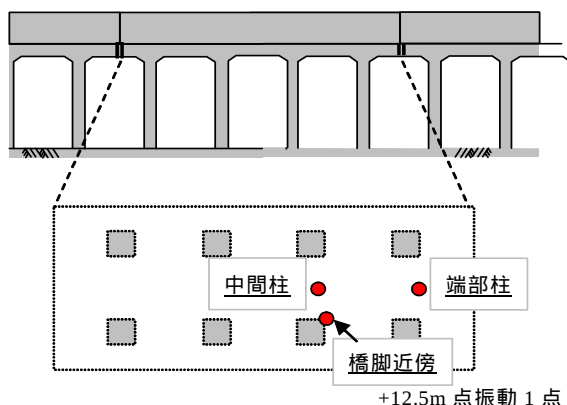


図2 測定点詳細図

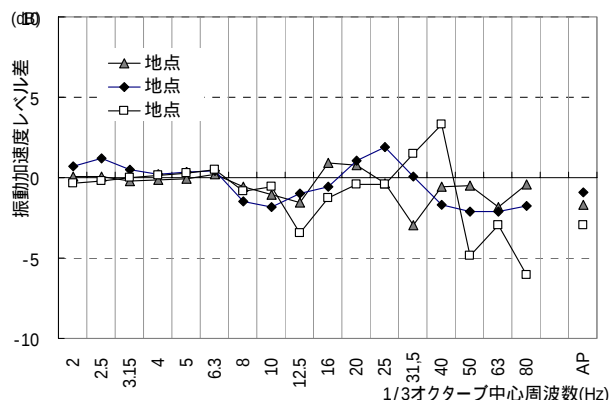


図3 振動低減効果スペクトル(高架橋脚近傍点)

参考文献

- ・田淵他：新幹線102形低ばね用レール締結装置の開発およびその地盤振動低減効果について，新線路，2007.5
- ・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
- ・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，2005.9