

防振形レール締結装置の導入

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 井上雄一郎
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 原田 祐樹
 西日本旅客鉄道株式会社 板橋 徹

1. 背景

これまで、騒音・振動対策を目的とした軌道構造として、軌道パッドの弾性化や有道床弾性まくらぎの敷設などを行ない、その伝播振動の減少について取り組んできた。今回、騒音・振動対策の知見を広げることを目的として、新たなレール支承構造を用いて締結装置の弾性化を実現している欧州で実績のある防振形レール締結装置（以下、本締結装置）を平成25年3月に営業線に試験敷設した。ここでは、その導入検討と敷設後の経過状況について報告する。

2. 防振形レール締結装置について

2-1. 構造 本締結装置は、ゴム製ウェッジを用いてレール腹部を圧縮してレールを宙ぶりにし、列車荷重をレール頭首部で支持する構造とすることで、地盤面への振動伝達の緩和を図っている。そのため、レール底部とタイプレートの間に10mmの隙間を設ける形となる。図-1に組立状況、図-2に断面図を示す。

2-2. 室内性能評価

- (1) 部材強度 在来線を前提に軸重150kNを設計荷重とし、載荷試験により発生したひずみを球状黒鉛（ダクタイト）鋳鉄（FCD450）として応力換算した結果44.6MPaとなり、部材強度（疲労限度450MPa）に対して問題ないことを確認した。
- (2) 耐久性 極まれに発生する極大荷重・A荷重の繰返し（100万回）載荷試験の結果、ゴム製ウェッジの塑性変形やショルダーやタイプレート等部材のひずみ発生量に問題はなく、緩み等の発生も確認されなかった。
- (3) 挙動 同様に繰返し載荷試験にてレール変位を確認した結果、左右変位-1.6~1.4mm、上下変位-3.1~3.1mmと安定していた。
- (4) ふく進抵抗力 まくらぎ間隔550mmを想定した場合、8.7kN/m（1締結あたり4.8kN）と、直結8形締結装置の約1.5倍であった。
- (5) バネ定数 レール底部がタイプレート（軌



図-1：本締結装置の組立状況

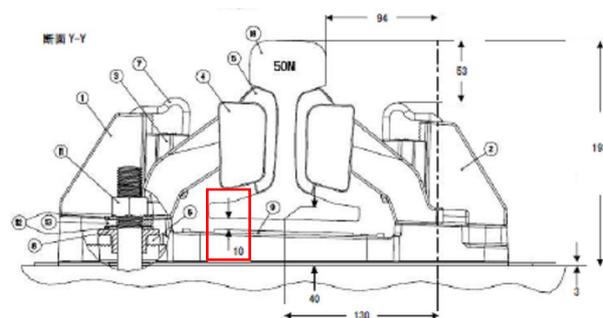


図-2：本締結装置断面図（50N、A-155形スラブ用）

道パッド）と接触しない条件においては3.2MN/m（接触時は15.9MN/m）であった。

- (6) レール底部応力 直線区間への敷設を前提に、レール曲げ発生応力の照査手法に用いる著大荷重（130kN）から検討した結果173MPaと許容応力（176MPa）を下回ることを確認した。

3. 営業線への試験敷設

3-1. 室内性能評価に基づく試験敷設条件の選定

- (1) 当社管内の在来線の最高速度130km/h（輪重変動3）を仮定した場合、レール底部の発生応力は160MPaとなる。このことから、直線または緩やかな曲線等の著大荷重が生じない箇所への敷設が望ましいと考えられる。
- (2) ふく進抵抗力が増加することから、抗し得る箇所としてスラブ軌道への敷設を前提に、突起構造の強度解析を行なった。その結果、鉄筋の引張許容応力（250MPa）ならびにコンクリート圧縮許容応力（112.5MPa）を下回り、構造強化の必要

キーワード 締結装置，弾性，騒音，振動，防振，低ばね

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部 保線課 TEL:06-6375-8960

のないことを確認した。同時にレール軸力や破断時開口量の解析を行い、基準値である軸力1000kN、開口量70mmを下回ることを確認した。

(3) 隣接軌道とバネ定数が大きく異なるため、境界部にて円滑なレール変位を導く必要がある。本締結装置と直結8形の支持弾性比(軌道ばね係数(輪重/軌道沈下量)の違い)から、境界部に中間的なばね定数を持つ緩衝区間を設けることとした(図-3参照)。

3-2. 試験敷設箇所を選定 3-1.より表-1に示す箇所への試験敷設を行なうこととした。これに伴い、交換作業の施工性を考慮し、直結8形締結装置のアンカーボルトを再利用する構造設計とした。

3-3. 施工方法 締結には油圧装置を使用する(図-4参照)。油圧装置2台を使用した場合、約4時間の列車間合いに対して25m程度の施工性であった。施工後の敷設状況を図-5に示す。

3-4. 軌道検測 敷設後に列車動揺や輪重・横圧、レール変位ならびに部材の発生応力の測定し、軌道の動的挙動把握を実施することとした。なお、列車動揺について本締結装置の効果を検証するため、今回の施工において基面整正は実施していない。

3-5. 環境測定 敷設前に騒音測定を実施し、その低減効果について検証を行なうこととした。

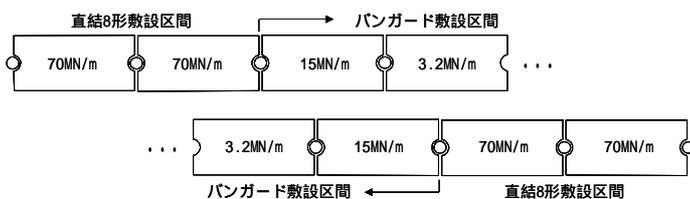


図-3: 境界部における緩衝区間の設定

表-1: 本締結装置試験敷設箇所の条件

線路諸元	直線、勾配なし、貨物列車非走行
軌道構造	高架、スラブ軌道 50Nレール、直結8形締結装置
列車走行速度	65 km/h (設計最高速度 95 km/h)
敷設延長	100 m



図-4: 本締結装置の圧締に使用する油圧装置



図-5: 本締結装置の敷設状況

表-2: 敷設後の軌道検測結果 (N=10)

項目	検測値	評価限度
発生輪重(最大) [kN]	62.0	130 以下
輪重減少(最小輪重/静止輪重)	0.73	0.20 以上 ¹⁾
輪重横圧比 (最大)	0.10	
レール底部応力 (最大)[MPa]	54.8	176 以下
部材応力 (最大)[MPa]	5.1	75 以下
上下変位 (最大)[mm]	5.1	10 未満
左右変位 (最大)[mm]	1.1	5.2 以下 ²⁾
上下動揺 (最大)	0.09g	0.375g
左右動揺 (最大)	0.04g	0.30g

4. 結果と考察

施工後に実施した列車動揺検査ならびに動的軌道検測の結果を表-2に示す。この結果、締結装置やレールにおいて著大な応力は発生しておらず、部材強度への影響は小さいことがわかる。また、解析上4mm程度と予測された上下変位について大幅な超過はなく、列車動揺や輪重抜けも問題ないことから、本敷設条件下での列車走行上の安全性への影響はないものと言える。

5. まとめ

今回、新たなレール支承構造を採用したレール締結装置・本締結装置を試験敷設した。その結果、室内試験で確認した性能について、実使用上問題のないことを確認した。今後、騒音・振動の低減効果について検証を行ない、本締結装置の導入効果について検討を行いたい。また、軌道変位やレールふく進量、部材変状の有無について継続的に確認を行い、仕様化も視野に課題等の整理を行っていききたい。

参考文献

1) 財団法人鉄道総合技術研究所:「在来線運転速度向上マニュアル・解説」,1993年5月
 2) 阿部則次他:「防振形レール締結装置の開発」,鉄道総研報告,1995年12月