

## 新型座面式直結系軌道用レール締結装置の提案

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○田淵 剛  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 阿部 則次  
 (財)鉄道総合技術研究所 若月 修

### 1. はじめに

スラブ軌道に用いられている座面式の直結4形レール締結装置は、レールの上下と左右調整量が3~13mmと±6mmである。現在、新幹線において、乗り心地等を改善するために長波長軌道狂いの整備を行っているが、直結4形レール締結装置を使用している区間では移動量に限界がきている。今後も、直結系軌道の増加が想定され、現行以上の調整量を有するレール締結装置の開発が望まれている。また、現行の締結間隔は625mmであり、最近のコスト縮減のニーズ等を考慮すると700mm程度まで拡大する必要があると考えられる。そこで、弾直軌道のPCまくらぎやスラブ軌道区間で、タイプレートを 사용하지ない座面式で板ばねの姿勢変化のみによって、直結8形レール締結装置と同程度のレールの上下と左右調整量を有し、材料コストを縮減できる図1に示すような新型レール締結装置を提案する。

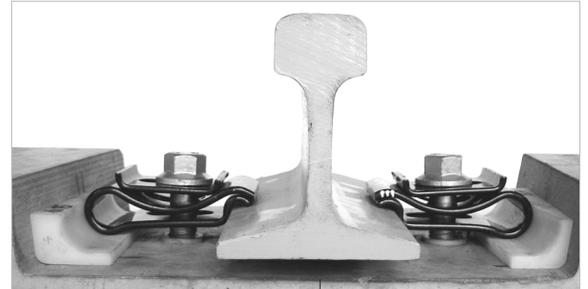


図1 新型レール締結装置

り、最近のコスト縮減のニーズ等を考慮すると700mm程度まで拡大する必要があると考えられる。そこで、弾直軌道のPCまくらぎやスラブ軌道区間で、タイプレートを 사용하지ない座面式で板ばねの姿勢変化のみによって、直結8形レール締結装置と同程度のレールの上下と左右調整量を有し、材料コストを縮減できる図1に示すような新型レール締結装置を提案する。

### 2. 新型レール締結装置の設計

#### (1) 基本構想

新型レール締結装置の基本構想は、次のとおりである。

- ① 直結と弾直系軌道に共用可能で、レール支持方式は座面式とし、締結間隔は700mm程度とする。
- ② 上下と左右調整量は、直結8形レール締結装置と同等またはそれ以上とする。
- ③ 板ばねは、姿勢変化のみでレール位置の調整が可能とする。
- ④ ボルトと板ばねが常に垂直になるように、板ばねの大きな姿勢変化に対応する補助ばねを有する構造とする。
- ⑤ 板ばねの姿勢が変化した場合でもレール押え力の変化を少なくするため、2重ばね方式とし、所定の緊締力時に上下ばねの先端が接触する形状とする。
- ⑥ ボルトのねじピッチを極力小さくし、緩み難くする。
- ⑦ 軌道パッドは、直結系軌道の60kgレール用と同等の弾性とふく進抵抗力を確保し、共通性を図るため、ばね定数が60MN/mで鋼板付きとする。
- ⑧ ばね受け台は、板ばねの姿勢が変化した場合でも、ばね後端部の鉛直と水平反力を十分に受けられる形状とし、左右調整量を大きくするために大と小の2種類とする。
- ⑨ 本締結装置は新幹線で使用することを前提とし、軸重を170kN<sup>1)</sup>とする。

以上の基本構想から、設計条件は表1に示すとおりとした。

表1 設計条件

項目	条件	
レール種別	60kg	
レール押え方式	板ばね	
レール支持方式	座面式	
締結間隔	700(mm)	
軌道パッド	60(MN/m)(鋼板付)	
レール押え力	3.5(kN)	
ふく進抵抗力	5(kN/m/レール)	
調整量	上下	25(mm)
	左右	±10(mm)

#### (2) レール締結装置の概要

板ばねの姿勢変化と補助ばねの関係において、上ばね凹部円弧の半径(r)と補助ばねの長さ(f)は、次の条件

キーワード 座面式、直結軌道、レール締結装置、調整量

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所(軌道構造) TEL042-573-7275

を満たすこととする。

- ・ レールの調整量は上下が±12.5mm、左右が±10mm とする。
- ・ ボルトの中心軸は常に補助ばねと垂直となる。
- ・ 補助ばねの長さは上ばね凹部円弧の弦長(a)以下となる。
- ・ ボルト頭部の幅(m)は常に補助ばね上に位置する。

図2に示すように、上ばね凹部円弧の中心をN(x<sub>N</sub>, y<sub>N</sub>)とし、実線で示す板ばねが上下と左右方向にhとdだけ調整することにより、点線で示す位置に移動したものとす。その結果、レール押え点L(x<sub>L</sub>, y<sub>L</sub>)はL'に移ることから、板ばねの回転角θは式(1)により与えられ、rとfは式(2)と(3)により範囲が定められる。

$$\sin \theta = \frac{h}{\sqrt{x_L^2 + y_L^2}} \quad \dots\dots(1)$$

$$\begin{cases} m - 2\{(1 - \cos \theta)x_N + y_N \sin \theta\} < f, & 0 < \theta < \pi \\ m + 2\{(1 - \cos \theta)x_N + y_N \sin \theta\} < f, & \pi < \theta < 2\pi \end{cases} \quad \dots\dots(2)$$

$$\frac{a}{2} \leq r < \frac{\sqrt{(a+f)^2 - 2af(1 + \cos \theta)}}{2 \sin \theta} \quad \dots\dots(3)$$

h=±12.5、d=±10、m=53、a=85を式(1)～(3)に代入することにより、63<f、r<71と算出され、板ばね全体形状の幾何学的な条件等を考慮してf=70mm、r=70mmに決定した。

また、ボルトのねじピッチは4または6mmとし、緩めトルク<sup>2)</sup>を増加させ、かつナット座面における摩擦トルクの等価直径が大きくなるフランジ付六角ボルトとした。

ばね受け台は、ばね後端部の鉛直と水平反力を安定して確実に受けられるように、板ばねとばね受け台の接触面積を最大限まで増やす形状とした。

### 3. 板ばねの応力解析

板ばねの断面を表2に示す4ケースとし、図3のモデルにより、ひずみエネルギー法により、先端と横ばね定数を計算した。その結果を表2に示す。このばね定数を用いてレール挙動解析を行い、板ばねの発生応力を耐久限度線図により照査した結果を図4に示す。これより、全ての点において第1破壊限度内と第1へたり限度内で断面積の小さい、幅90mmで厚さ7mmのケース3を本報告で提案する断面形状とした。

### 4. まとめ

弾直軌道のPCまくらぎやスラブ軌道区間で、タイププレートを使用しない座面式で板ばねの姿勢変化のみによって、直結8形レール締結装置と同程度のレールの上下と左右調整量を有し、材料コストを縮減できる新型レール締結装置を提案した。今後は、室内性能確認試験により、実用品としての耐久性を確認し仕様作成を行い、新設線用として提案していきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 宮本、渡辺：「線路—軌道の設計・管理—」、山海堂、1980.7、pp166
- 2) 山本晃：「ねじ締結の理論と計算」、養賢堂、1979.3、pp77

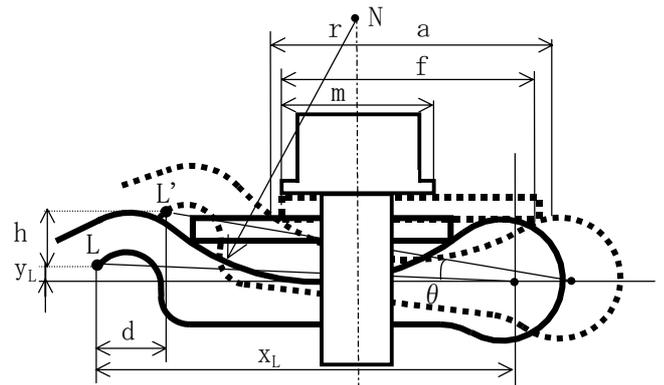


図2 板ばねと補助ばねの関係

表2 ばね定数の算出結果

ケース	板ばねの断面(mm)		ばね定数(MN/m)		
	幅	厚さ	先端	横	
			K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>h</sub>
1	80	7	0.22	3.85	28.0
2	80	9	0.47	7.90	43.5
3	90	7	0.25	5.29	30.5
4	90	9	0.53	11.0	46.8

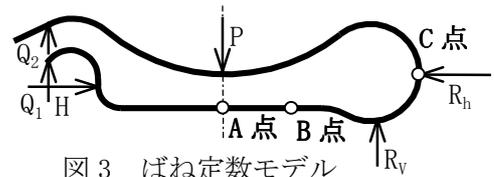


図3 ばね定数モデル

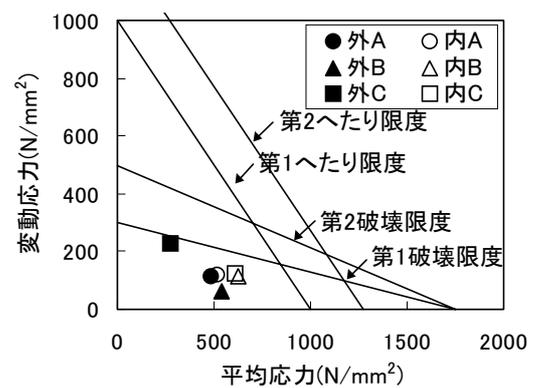


図4 板ばね発生応力の耐久限度線図