

車両検修線における電流漏れ多発箇所のレール締結構造の検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○安藤 洋次郎
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 堀 雄一郎
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 行澤 義弘

1. はじめに

当社の車両検修線では、軌道延長方向に H 形鋼の梁を設置し、その上にレールを敷設している箇所がある (図 1)。



図1 車両検修線全景

当箇所では、レールふく進によりレール締結装置のチューブ状絶縁材が破損し、2012年度以降、軌道回路の電流漏れが9件発生した。その原因として、レール締結装置の構造が影響しているものと考えられたため、抜本的な対策を検討した。

2. 軌道構造概要

(1) 軌道構造

軌道を支持する土台を線路延長方向に約1.5m間隔に配置し (図 2)、締結装置は1レール片側2m間隔 (軌間内外に1m間隔) で配列されている (図 3)。



図2 土台中心間隔

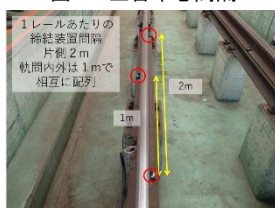


図3 締結装置間隔

軌道の構成材料は、下から、床板、H形鋼締結装置、H形鋼、軌道パッド、レール締結装置、レールの順に敷設している (図 4)。レールと H 形鋼の締結は、H 形鋼の上フランジ幅が狭く既設計の締結装置を設置する場所がないため、レール底部及び H 形鋼の上フランジを穿孔し、チューブ状絶縁材を介してボルト締結している。なお、軌道回路構成上、レール・H 形鋼間で絶縁している。

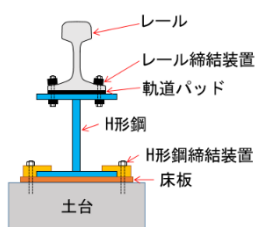


図4 軌道の構成材料

(2) レール締結装置構造

① 構造

図 5 に示す通り、締結装置はボルト径が $\phi 12$ 、ボルト及びナットの座面にレール・H 形鋼間の絶縁を目的としたゴムを付けている。



図5 レール締結装置外観

トの座面にレール・H 形鋼間の絶縁を目的としたゴムを付けている。

② レールふく進抵抗力和始動荷重の比較

レールふく進抵抗力と始動荷重 (摩擦係数 $0.35^{1)}$) を比較した (図 6)。

ア レールふく進抵抗力

呼び径 M12 のボルトを使用し、標準締付トルクで締結したときの軸力 F は以下の通りである $2)$ 。

$$F = T / (Kt \times d) = 17.5 (\text{kN})$$

ここで、 T : 締付けトルク $42 (\text{N} \cdot \text{m}) = 42,000 (\text{N} \cdot \text{mm})$

Kt : トルク係数 (無潤滑 $0.2^2)$

d : ねじの呼び径 ($M12 = 12 \text{mm}$)

次に、この軸力で締結した場合のボルト 1 締結当たりのレールふく進抵抗力 H を求める。

$$H = \mu \times F \times n = 0.25 \times 17.5 \times 21 \div 91.8 (\text{kN})$$

ここで、 μ : 摩擦係数 $0.25^3)$

F : 軸力 $17.5 (\text{kN})$

n : 1 車両長あたりの締結数 (21 締結)

イ 始動荷重

$$\text{始動荷重} B = 150 \times \frac{1}{2} \times 0.35 \times 4 = 105 (\text{kN})$$

ここで、軸重: $150 (\text{kN})$

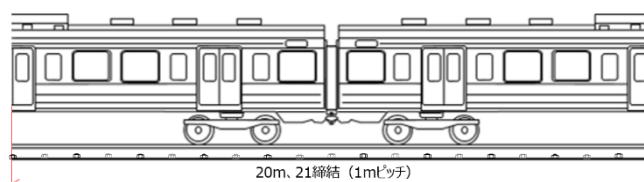


図6 始動荷重の作用範囲と締結装置数

以上より、レールふく進抵抗力 91.8kN 、始動荷重 105kN のためレールふく進抵抗力が不足している。

キーワード 車両検修線, 信号電流漏れ, レール締結装置, レールふく進抵抗力, 絶縁性

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社 TEL 03-5334-1244

3. 構造上の課題

構造上の主な課題は以下の3点である。

- (1) レール底部を穿孔した既存不適格構造
- (2) レール締結装置を載せる場所のないH形鋼
- (3) レールふく進抵抗力が不足した締結装置

4. 締結装置の検討

以上の課題に対して、締結装置構造を以下の通り検討した。

(1) 検討条件

対策効果、施工規模、コスト等を考慮し、以下の条件で検討した。

- ① 既存のレール締結装置は撤去
- ② 既存のH形鋼はそのまま使用
- ③ 既設計のレール締結装置を使用

(2) レール締結構造の検討

既設計のレール締結装置を使用可能とするため、H形鋼にレール締結装置座面の設置を検討した(図7)。

案1 H形鋼に鋼板を溶接

案2 H形鋼に継ぎ足し材を設置

案3 H形鋼に継ぎ足し材(山形鋼)を設置

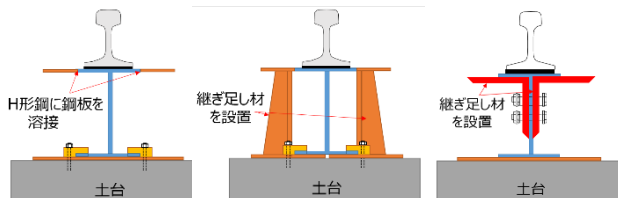


図7 レール締結装置座面構造の検討
(左から案1, 案2, 案3)

案1は、H形鋼上フランジへの鋼板の溶接によりレール締結装置の座面を確保するが、現場溶接の品質確保が困難である。

案2は、H形鋼下の床板と一体型の継ぎ足し材によりレール締結装置の座面を確保するが、設置は土台部に限られ、部材が大きい。

案3は、山形鋼をH形鋼腹部にボルトで固定してレール締結装置の座面を確保する。場所を選ばず設置可能で、部材が案2と比較し小型で簡素である。

以上より、既存部材の状態の影響が少なく規格品を使用可能な案3により検討を行った。

(3) レール締結構造の照査

案3のレール締結構造について、列車の輪重、横圧、制動荷重を考慮し、以下の通り照査した。

① レール・H形鋼(重ね梁)の照査

レール・H形鋼を重ね梁と考え、曲げ、引張応力度をそれぞれの剛性比で分担し照査した。また、支点部の最大せん断力を照査し、安全性を確認した。

② 継ぎ足し材の照査

横圧に対する継ぎ足し材の曲げ、せん断応力度、締結装置取付部のせん断応力度、制動荷重に対する継ぎ足し材の軸方向応力度を照査し、安全性を確認した。

③ H形鋼ウェブ取付ボルト

ボルトのせん断応力度を照査し、安全性を確認した。

(4) レール締結装置間隔の検討

20m間に作用する始動荷重105kNに対して、今回使用するレール締結装置のレールふく進抵抗力は9.828kN(1締結当たり)である。よって、1.872m(20:105=X:9.828, X=1.872m)間隔で締結すればよい。

社内規程より一般の側線は、まくらぎ間隔833mm(=31本/25m)とすること、及び現地の土台間隔約1.5mを考慮し、締結装置間隔は750mmとした。

5. 今後の展開

図8に示す試作品を、当該箇所では組み立て、不具合の無いことを確認し、当該箇所(軌道延長約250m×3線)に敷設予定である。



図8 試作品

6. おわりに

車両検修線における電流漏れ多発箇所のレール締結構造の検討を行った。

検討の結果、既存のH形鋼に継ぎ足し材(山形鋼)を設置することでレール締結装置の座面を確保可能で、かつ所要の強度を満たすことから、本案により対策を実施することとした。

最後に、本検討にあたりご支援いただいた関係の皆様にご挨拶申し上げます。

参考文献

- 1) 宮本俊光, 渡辺借年, 線路一軌道の設計・管理一, 山海堂, p246, 1980.9
- 2) 田村修, ねじの知識, 養賢堂, p39, 2017.6
- 3) 東京ファブリック工業株式会社, 検修庫用A形締結装置部押え力・ふく進抵抗力, 2018.9