

## 鋼直結軌道用レール締結装置横圧受具締結ボルトの軸力特性に関する検証

J R 東日本研究開発センターテクニカルセンター

正会員 ○福澤 樹  
正会員 魚地 眞道  
正会員 吉田 謙一

## 1. 概要

鋼橋直結軌道は、鋼鉄道橋の鋼桁上に、絶縁板、軌道パッドを介して直接レールを締結する構造であるが、レールと鋼桁間の離隔が小さいため、過去に繰り返し不正落下事象が発生している。再発防止対策として、絶縁性を向上させた鋼直結軌道用レール締結装置を開発し、横圧受具の締結に使用するボルトを変更した。

そこで、通常実施する性能照査試験に加え、横圧受具締結ボルトに求められる必要軸力および、ボルト締結後の軸力推移、締直しの効果に関する検証を行った。

## 2. 鋼直結軌道用レール締結装置の改良

鋼直結軌道用レール締結装置の絶縁性向上対策として、横圧受具を FRP コーティングする構造とし、加えて、絶縁板を追加した。また、保守管理上の観点から、横圧受具締結ボルトを、従来の F10T 高力ボルト（以下、高力ボルト）から、再締結可能な SCr440 製六角ボルト（以下、六角ボルト）に変更した（図 1）。

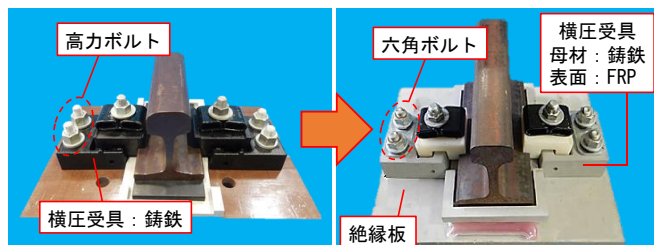


図 1 鋼直結軌道用レール締結装置の改良概要

## 3. 横圧載荷試験

## 3.1 試験概要

横圧受具を締結する六角ボルトの軸力を変化させて横圧載荷試験を実施し、横圧に対してレール締結装置が滑動しないために必要なボルト軸力を確認した。なお、横圧が最も大きい場合は、新幹線軌道かつ、締結間隔 833mm（30 締結/25m）の場合であり、レール締結装置 1 台が受ける設計 A 荷重は 49.6kN である（表 1）。

表 1 レール締結装置 1 台あたりにかかる想定横圧

締結間隔 833mm (30 締結/25m)	線形	A 荷重レール横圧 (1 締結当たり)
在来線(60kgレール)	600m以下	43.7 kN
在来線(50Nレール)	600m以下	45.5 kN
新幹線(60kgレール)	—	49.6 kN

## 3.2 試験方法

横圧載荷試験の実施方法は、組み立てたレール締結装置のレール底部に、水平方向の荷重を載荷した。この際に、横圧受具締結ボルトの締結トルクを変えることで軸力を変化させ、各軸力に対してレール締結装置が滑動するまで載荷した。試験概要を図 2 に示す。

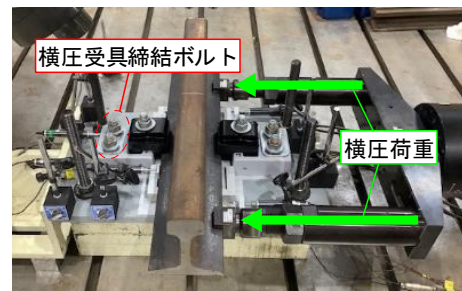


図 2 横圧載荷試験概要

## 3.3 試験結果

試験の結果について、図 3 に示す。六角ボルトを所定トルク（350N・m）で締結した場合、約 80kN の軸力が発現した。また、表 1 で示した設計 A 荷重相当のレール横圧に対して、レール締結装置が滑動しないボルト軸力は、39.7kN と推定され、所定トルクで緊締した場合の約 50%の軸力が必要であることが確認された。

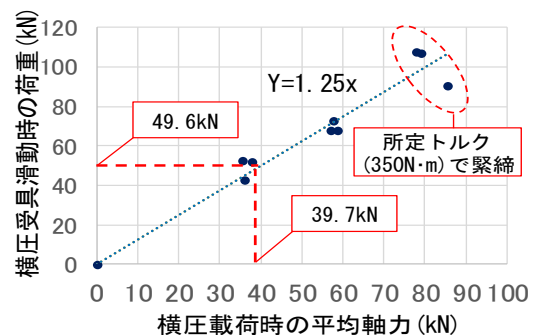


図 3 横圧載荷試験結果

## 4. 横圧受具締結ボルト軸力測定試験

## 4.1 試験概要

レール締結装置に使用されるボルト軸力低下の要因は、主に繰り返しかかる列車荷重によるものと、時間経過によるものが考えられる。前者については、別途、列車の輪重と横圧相当荷重の 100 万回繰り返し載荷による疲労照査により検証を実施済みであり、本検討では、

キーワード レール締結装置 ボルト軸力

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 479 番地 JR 東日本研究開発センター (Tel 048-651-2389)

時間経過によるボルトの軸力の低下について検証試験を行うこととした。検証を行った高力ボルトと六角ボルトの特性について、表2に示す。

表2 各ボルトの特性

	高力ボルト(F10T)	六角ボルト(SCr440)
緊締管理	一次締め付け後の回転角法による本締め	トルクレンチによるトルク管理
初期軸力	一次締め付けの後90度回転で約130kN	350N・mの緊締で約80kN
ボルトの再利用	一度緩解したものは再利用不可	弛解、再締結後も継続利用が可能

## 4.2 試験方法

高力ボルトおよび六角ボルトを、横圧受具に締結した状態で、ボルトに埋め込んだひずみゲージで測定した軸力データを、最大160日間取得した。供試体の組立状態状態を図4に、試験ケースについて、表3に示す。

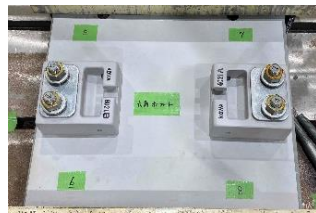


図4 試験状況

表3 試験ケース

Case	ボルト	緊締	締直し(1か月後)
1 (n=5)	高力ボルト	150N・mで緊締後90度回転	—
2 (n=4)	六角ボルト	350N・mで緊締	—
3 (n=2)	六角ボルト	350N・mで緊締	1/6回転以上弛解後再度350N・mで緊締

## 4.3 試験結果

高力ボルトおよび六角ボルトの軸力保持率の推移について、図5および表4に示す。

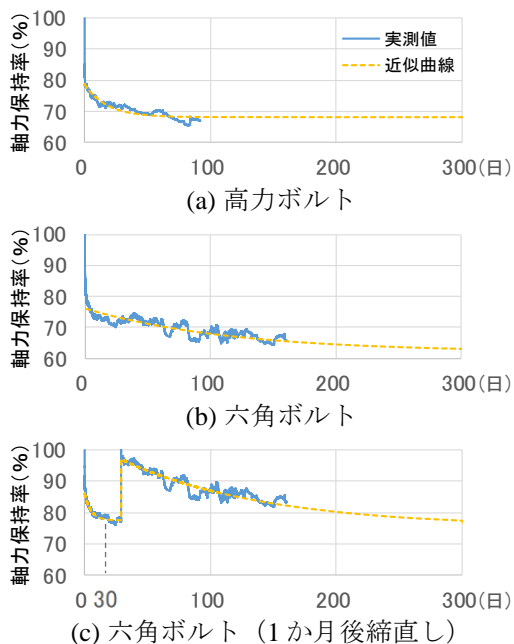


図5 軸力保持率推移

表4 緊締時の軸力と軸力保持率

軸力(平均)	高力ボルト	六角ボルト		
締結時の軸力	135.2kN	88.8kN		
軸力保持率	緊締後	緊締後	締直し後	
	24時間後	83.3%	85.5%	98.3%
	1か月後	74.9%	72.9%	89.2%
	1年後(予測)	74.0%	71.2%	82.5%

なお、図5中の近似曲線は、既往の研究<sup>1)</sup>で示されている、以下の回帰式によりフィッティングを行うことで求めた。

$$F = F_0 + ae^{-(t-t_0)/b}$$

(ただし、F=軸力、t=経過日数、F<sub>0</sub>,a,b,t<sub>0</sub>=係数)

緊締初期の軸力は、高力ボルトが約135kNであり、六角ボルトの約1.5倍の軸力を発現していた。また、軸力の保持率は、高力ボルトと六角ボルトで同程度であった。加えて、六角ボルトは、初めの緊締から24時間で約15%程度軸力が低下したが、締直し直後については、大きな軸力低下が確認されなかった。以上より、六角ボルトは、締直しを行うことで、長期間にわたり軸力低下を抑制できることが推定された。

## 5. まとめ

ボルト軸力測定試験の結果、六角ボルトは、高力ボルトと比較して発現軸力が低いが、締直しを行うことにより、軸力の低下を抑制できることを確認した。また、鋼直結軌道用レール締結装置の横圧受具の締結に六角ボルトを使用した場合でも、横圧載荷試験によって求められた必要軸力を長期わたって確保できると考えられる。今後は、ボルトの締直し等の適切な管理手法を定め、改良した鋼直結軌道用レール締結装置の敷設を進めていく。



図6 敷設中の鋼直結軌道用レール締結装置

## 参考文献

西宮裕騎、若月修、吉田昌史：直結8形(改)レール締結装置用アンカーボルトの特性の検討、土木学会第65回年次学術講演会 第IV部、pp531-532、2010