

無道床橋りょう上の締結装置の組み合わせによるロングレール化

東京地下鉄株式会社 鉄道本部 工務部 正会員 ○小林 実

東京地下鉄株式会社 鉄道本部 工務部 塘内 香絵

1. はじめに

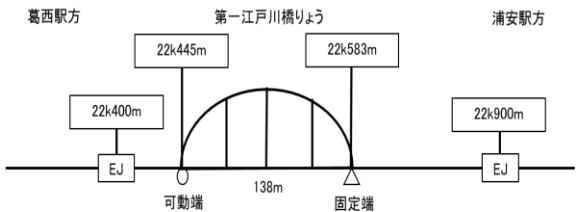
東京メトロでは、乗り心地向上や保守周期の延伸、振動騒音対策としてロングレール化を進めている。一方で線形または橋りょう等の構造条件からロングレール化を実施していない区間がある。特に無道床橋りょうにおいては、列車がレール継目を通過する際に発生する衝撃音の低減が課題である。今回、東西線の無道床橋りょう部において、締結装置の組み合わせによるロングレール縦荷重を算出し、温度上昇時の圧縮側の最大レール軸力及び低温時のレール破断時開口量の照査を行った。また、同橋りょうは、ロングレール縦荷重を考慮して設計されていないため、照査結果に基づき、ロングレール縦荷重が橋りょうを構成する各構造物への影響解析を行い、橋上用締結装置の組み合わせによるロングレール化について報告する。

2. 現状の構造

今回、東西線の葛西駅から浦安駅における支間 138m の単径間複線開床式下路ランガー橋りょうとその前後についてロングレール化を検討した。同橋りょうは、葛西駅方が可動支承で浦安駅方は固定支承の構造であり橋りょう部は無道床、前後についてはバラスト道床区間となっている。また、橋りょう部は 50N レール、前後は 60 kg レールが敷設されている。

橋りょう部の締結装置は、騒音対策を目的としゴムと鋳物を一体化したタイプレート方式の低弾性締結装置の VFF 橋上用を敷設している。

マクラギの配置間隔は、橋りょう部は 50 本/25m でバラスト道床部は 41 本/25m である。伸縮継目は、葛西駅方に 44m、浦安駅方へ 317m 離れた位置に敷設されている。(図 1)

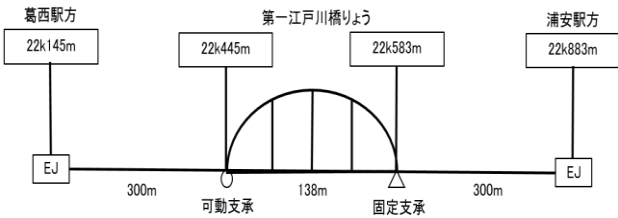


	一般部	橋りょう部	一般部
道床	有道床	無道床	有道床
ロング・定尺	ロング	定尺	ロング
レール種別	60kg	50N	60kg
マクラギ・締結装置	PC・ファーストクリップ	合成・VFF橋上用	PC・ファーストクリップ

図 1 現状の線路構造

3. ロングレール軌道の解析条件

レール種別については 50N レール及び 60 kg レールとし、設定温度は無道床における設定温度範囲（20℃以上～30℃以下）であるが、浦安駅方の有道床区間の曲線半径が $R=500m$ であるため 60 kg レール $300m \leq R < 600m$ の設定温度範囲（30℃以上 40℃以下）である 30℃とした。締結装置の種別は、現状敷設している VFF-A セット（レールと接触することで縦抵抗力を有する固定式）と VFF-B セット（レールに縦抵抗力を有しない滑動式）の組み合わせとした。すべて VFF-A セットとするパターン 1、VFF-A セット 2 組と VFF-B セット 1 組とするパターン 2、VFF-A セットと VFF-B セットを交互とするパターン 3 とし、前後のバラスト道床部の縦抵抗力は 9.8kN/m とした。また、葛西駅方の伸縮継目は橋りょうから 300m 外方に敷設することとした。(図 2)



	一般部	橋りょう部	一般部
道床	有道床	無道床	有道床
ロング・定尺	ロング		
レール種別	60kg	50N・60kg	60kg
マクラギ・締結装置	PC・ファーストクリップ	合成・VFF橋上用	PC・ファーストクリップ
縦抵抗力	9.8kN/m	各算出値とする	9.8kN/m

図 2 無道床橋りょうロングレール化計画図

キーワード 橋りょうロングレール, VFF 橋上用, レール軸力

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 5-6-6 東京地下鉄(株) 軌道工事事所 TEL03-3837-7212

4. 各パターンに基づく解析結果

各パターンの算出で得られた縦抵抗力、温度上昇時の圧縮側最大軸力、低温時のレール破断時開口量を表1に示す。最大軸力は限度値である980kNをすべてのパターンで下回ることを確認できた。レール破断時開口量において、一般的な限度値である70mmに対して、パターン2-3（橋りょう部60レール・VFF-AセットとVFF-Bセットを交互）の場合は、71.4mmと満たさない結果を得た。また、パターン1-3（橋りょう部50レール・VFF-AセットとVFF-Bセットを交互）の場合は、69.5mmと限度値との余裕量がなく、従来の締結装置の組み合わせでは橋りょう上を不動区間とした場合、破断時開口量を満たせず橋りょう上に伸縮継目を敷設する必要がある。以上の算出結果により、橋りょう部における締結構造はパターン1-1,1-2（レール種別50Nレール）、パターン2-1,2-2（60レール）を選定した。

表1 軌道の算出結果

	橋りょう前後の レール種別	橋りょう レール種別	橋りょう 縦抵抗力(kN)	橋りょう 最大軸力(kN)	破断時 開口量(mm)
パターン1-1	60レール	50Nレール	6.076	854.7	53.5
パターン1-2	60レール	50Nレール	4.051	741.6	60.8
パターン1-3	60レール	50Nレール	3.038	670.8	69.5
パターン2-1	60レール	60レール	6.076	928.7	54.8
パターン2-2	60レール	60レール	4.051	818.3	63.4
パターン2-3	60レール	60レール	3.038	749.6	71.4

5. 橋りょうに与える影響解析結果

橋りょう側に与える影響についての解析方法は、各種設計標準類に基づく照査を基本とし、一部の部材についてFEM解析により詳細検討を実施し、照査結果とFEM解析結果を基にロングレール化による構造物の安全性を検証した。縦抵抗力6.1kN/m、4.1kN/mの2パターンの解析結果より、6.1kN/mでは上部工ブレイクス部材及び連結バット、並びに桁座コンクリートに補強が必要となるため、橋りょう上の締結装置の組み合わせについてはパターン2-2（レール種別60レール、VFF-Aセット2組とVFF-Bセット1組）とした。（表2）

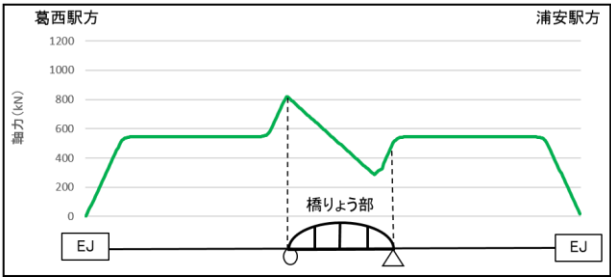
表2 橋りょうに与える影響解析結果

縦抵抗力	6.1kN/m (パターン1-1,2-1)	4.1kN/m (パターン1-2,2-2)
上部工	×	○
下部工	○	○

6. ロングレール軸力解析結果

パターン2-2の軌道条件におけるロングレール軸力解析内容は、設定温度より上昇時及び下降時のレール軸力、並びに伸縮継目部の伸縮量を確認した。設定温度より30℃上昇時における桁移動量を加味したレール軸力分布図を図3に示す。前後の伸縮継目の伸縮量は、設定温度より30℃上昇時では10mm以内、-40℃下降時には約17mmであることを確認した。また、橋りょう部ではレール軸力の変化が確認され、特に葛西駅方の可動支承部においては通常のロングレール軸力より高いレール軸力の発生を確認した。このことから、葛西駅方の可動支承部から25m付近におけるバラスト道床部の道床抵抗及び軌道変位時の管理が重要であり、橋りょう部のフックボルト及び締結装置の適正なトルク管理が求められる。

図3 レール軸力分布図



7. まとめ

従来の橋上用締結装置の敷設方法ではロングレール化は不可能であったが、今回の検討の結果、同締結装置の組み合わせ方法を変えることで60レールによるロングレール化の可能性を示すことができた。施工方法としては、パターン2-2（レール種別60レール、VFF-Aセット2組とVFF-Bセット1組）を採用することとした。

参考文献

公益財団法人鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（軌道構造），pp173-186
武藤義彦，渡邊真一，星幸江：無道床橋りょうを含む地上部ロングレールの敷設に関する一考察，土木学会第67回年次講演概要集，IV-500，2010