

突き合せ分岐器のロングレール化における分岐器間距離の影響

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○玉川 新悟 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫
 // 正会員 西宮 裕騎 北海道旅客鉄道株式会社 正会員 小谷 隼

1. はじめに

ロングレール中に分岐器が介在する分岐器介在ロングレールでは、基準線側と分岐線側の軌道が合流することによる付加的なレール軸力が発生する。なかでも複数台の分岐器が連続敷設された突き合せ分岐器では、連続した分岐器が相互に影響を及ぼすため、レール軸力が単体の分岐器に比べて増加することが懸念される。これまで、突き合せ分岐器のロングレール化の検討は実施されているものの、連続敷設した分岐器同士の距離(以下、「分岐器間距離」という)の影響についての検討は十分でなく、その敷設条件が限定されている。

本稿では、突き合わせ分岐器の各敷設条件について、レール軸力解析および座屈解析を実施し、分岐器間距離がレール軸力に及ぼす影響を把握した上で、座屈防止に必要な道床横抵抗力を整理した。

2. 解析概要

本解析は、在来線バラスト軌道のロングレール不動区間に2台の分岐器が敷設された場合を対象とする。

レール軸力解析は、既往の研究で確立された FEM による解析手法¹⁾を用いた。表1にレール軸力解析の計算諸元を、図1に解析モデルを示す。座屈防止に必要な道床横抵抗力は、レール軸力解析で得られた最大レール軸力をもとに、エネルギー法²⁾を用いて座屈解析を行い、鉄道構造物等設計標準・同解説(軌道構造)の座屈安定性に関する照査方法³⁾に基づき算出した。表2に座屈解析の計算諸元を示す。なお、座屈解析で用いたレール締結装置の回転抵抗力の値は、別途実施した回転抵抗試験の結果を用いた(図2)。

解析ケースは、以下の敷設条件の組合せにより、合計68ケースとした。

- (A) 分岐器の番数：8、10、12、16番の4通りとする。
- (B) 突き合せパターン：図3に示す5通りとする。
- (C) 分岐器間距離：5、10、15、20mの4通りとする。

表1 レール軸力解析の計算諸元

項目	値	
50kgN レール	縦弾性係数	2.06×10 ⁵ N/mm ²
	線膨張係数	1.14×10 ⁻⁵ /°C
最大温度変化量	35 °C	
まくらぎ間隔	一般区間	641 mm
	分岐器区間	図面に準じる
最終横抵抗力	一般区間	3.9 kN/m/レール
	分岐器区間	図面に基づき算出
最終縦抵抗力	一般区間	7.8 kN/m/レール
	分岐器区間	図面に基づき算出
拘束ばね定数	6.0×10 ⁴ kN/m	

表2 座屈解析の計算諸元

項目	値
初期通り変位	波高： $c_0=0.02$ m、波長： $l_0=5$ m
座屈波形	$y=c/2(1+\cos \pi x/l)-x^2/2R$ ($c \geq c_0, l \geq l_0, l \geq x \geq 0, R$: 曲線半径)
レール締結装置の回転抵抗力	レール締結装置(リード部)の回転抵抗試験結果(図2参照)

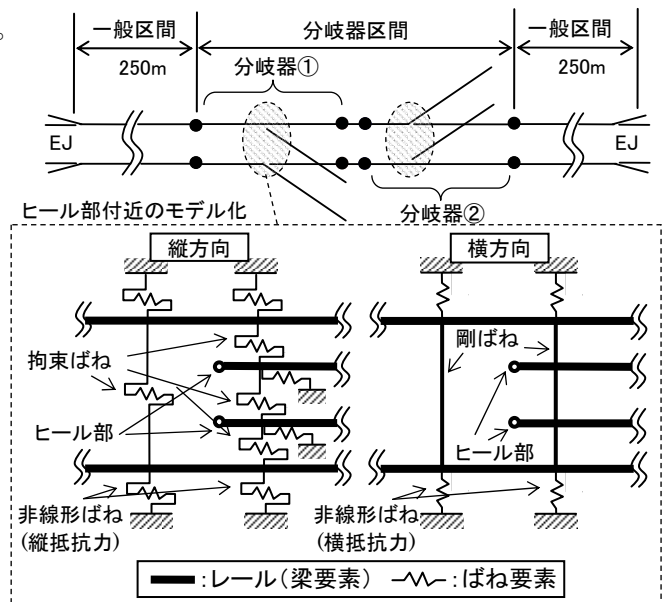


図1 レール軸力解析モデル

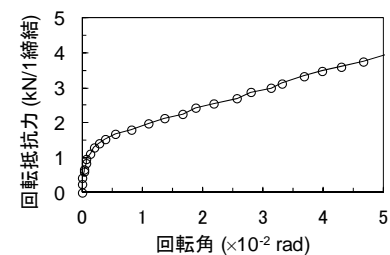


図2 レール締結装置の回転抵抗力

キーワード ロングレール、突き合せ分岐器、分岐器間距離、レール軸力、道床横抵抗力、座屈
 連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7275

3. 解析結果および考察

図4にレール軸力解析で得られた軸力分布の解析例を示す。レール軸力は、分岐器のヒール部近傍において最大となることが確認できる。表3に各ケースの最大レール軸力を示す。最大レール軸力は、すべての番数・突き合わせパターンについて、分岐器単体として算出したものに比べて大きく、その値は、分岐器間距離の減少に伴い増加している。図5に12番および16番分岐器における分岐器間距離と最大レール軸力の関係を示す。図の縦軸は、分岐器単体の最大レール軸力に対する、各突き合わせパターンの最大レール軸力の増加率(%)を表す。最大レール軸力の増加率は、分岐器間距離を5m確保した場合で最大9%程度、20m確保した場合で最大2%程度であった。図6に座屈解析で得られた必要道床横抵抗力を示す。突き合わせ分岐器をロングレール化するには、最大レール軸力が生じるヒール部を中心として、図6に示す道床横抵抗力を確保する必要がある。なお、分岐器間距離を20m以上確保した場合、各突き合わせパターンにおける必要道床横抵抗力の値は、分岐器単体の場合と比較して有意な差は見られず、座屈防止の観点からは、連続敷設した2台の分岐器を単体の分岐器として評価できる。

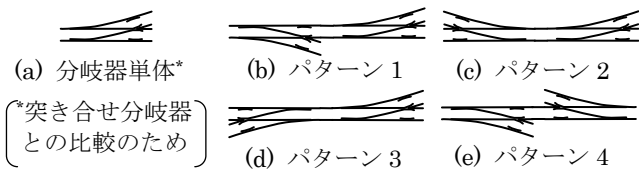


図3 分岐器の突き合わせパターン

表3 最大レール軸力 (単位: kN)

番数	分岐器間距離 (m)	分岐器単体	突き合わせパターン			
			1	2	3	4
8	5	594	603	597	597	605
	10		601	596	597	602
	15		599	596	596	600
	20		598	595	596	598
10	5	606	630	612	612	628
	10		617	610	610	616
	15		614	609	609	613
	20		612	608	608	611
12	5	619	651	626	626	659
	10		633	624	624	643
	15		629	622	622	632
	20		626	622	622	625
16	5	645	685	655	655	705
	10		664	652	652	682
	15		659	650	650	666
	20		656	649	649	657

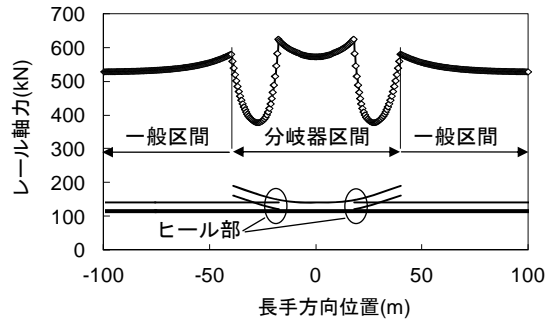


図4 レール軸力分布の解析例 (12番・パターン2・分岐器間距離5m)

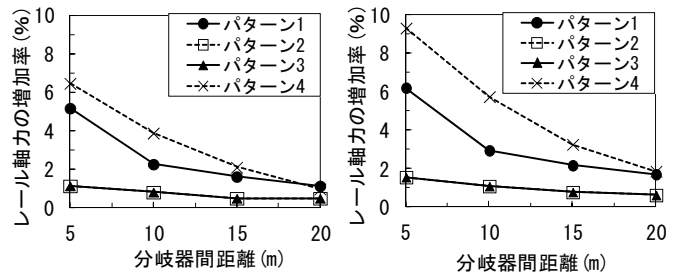


図5 分岐器間距離と最大レール軸力の増加率 (%)

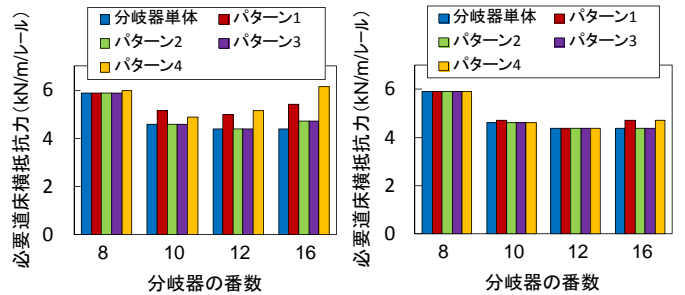


図6 各敷設条件における必要道床横抵抗力

4. まとめ

- (1) 突き合わせ分岐器をロングレール化した際の最大レール軸力は、分岐器単体の場合と比較して、分岐器間距離を5m確保した場合で最大9%程度増加し、20m確保した場合で最大2%程度増加することを確認した。
- (2) 突き合わせ分岐器の各敷設条件について、ロングレール化に必要な道床横抵抗力を整理した。
- (3) 分岐器間距離を20m以上確保すれば、2台の分岐器を単体の分岐器として評価できることを示した。

【参考文献】

- 1) 三浦重ら:「ロングレールと一体化した分岐器のレール軸力特性」、鉄道総研報告、Vol.3、No.1、1992、pp.36-42
- 2) 宮井徹:「エネルギー法による軌道座屈の数値解析」、鉄道技術研究報告、No.1271、1984、pp.1-19
- 3) 国土交通省監修:「鉄道構造物等設計標準・同解説-軌道構造」、丸善、2012