

レール頭面形状に着目したロングレール更换後の動揺発生原因の検証

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○平井相太郎
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木 洋平
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 武井 昭洋

1. はじめに

ロングレール(以下、LR)更换後、左右動揺(以下、動揺)が発生し従来からの軌道狂いの整正では、対処が難しい事例が発生している。既往の研究^{*1}では、新品レールの断面形状が動揺発生の原因になっている可能性が指摘されており、今回、動揺発生の原因を軌道狂いのみならずレール断面形状にも着目し検証することとした。

2. 今回検証の対象とした LR 更换箇所における動揺発生事象

LR 更换箇所(直線区間)では、LR 更换前後の動揺波形を対比すると、一部動揺が悪化傾向にあった(図1参照)。また、同箇所においてレール削正を施工した結果、動揺が良化した(図2参照)。この事例を元に以下の検討を行った。

3. 動揺に影響を与える要因検討

(1) 軌道狂い

LR 更换を施工した箇所における乗り心地レベルは悪化しているのに対し、40m 通り、平面性 σ 値は同等、もしくは良化傾向にある(表1参照)。これらから、動揺が悪化した要因は軌道狂いの悪化によるものではないことがわかる。

(2) レール状態

i) 設計上レールと車輪の接触位置はレール頭頂面の中心付近において点で接触する。しかし現場レールの照り面は、GC 端から 15mm~55mm の間であり、レール頭部の接触範囲が広がっている(写真1参照)。また、レール照り面がレール中心付近より、GC・FC 側で、より強く照っている箇所がある。

ii) 敷設後の新レール断面形状を測定し、レール頭頂面断面半径(以下、レール断面半径)、について検討を行った(図3、図4、表1参照)。レール頭頂面の設計レール断面半径は 600mm であるが、LR 更换後の断面半径は大きくなっており、レール断面半径が車輪踏面半径 1000mm を超える箇所もあった。レール断面半径が車輪踏面半径より大きい箇所があることから 2 点接触になっている可能性があることがわかった。また、レール断面半径にばらつきがあることがわかった。

iii) レール長手方向の凹凸について確認した結果、30~300mm の短波長にて最大 0.05mm の凹凸があることがわかった。また、LR 更换箇所、溶接部以外においても、30~300mm の短波長で頭頂面凹凸にばらつきがあることがわかった。

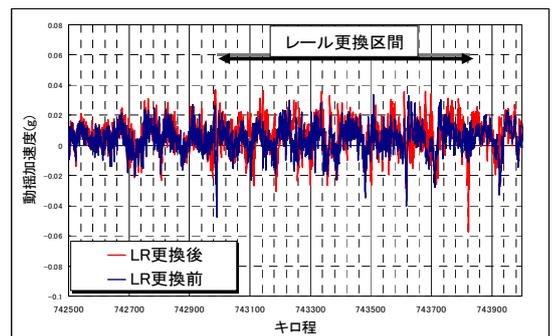


図-1.LR 更换前後動揺波形

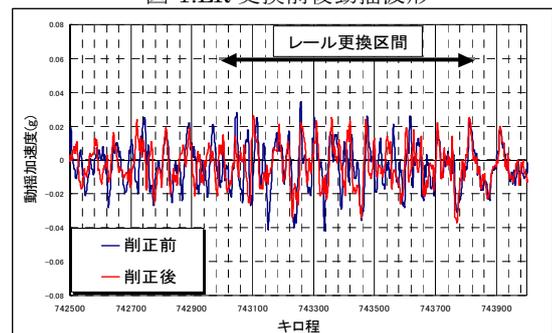


図-2.レール削正前後動揺波形

表-1.LR 更换前後、レール削正後軌道状態等比較

	施工前	施工後	削正後	
乗り心地Lv(dB)	T4	80.4	81.3	-
	T5	-	86.1	85.2
40m σ 値(mm)	1.6	1.5	1.5	
平面性 σ 値(mm)	0.5	0.5	0.5	
レール断面半径(Ave)(mm)	269.4	2142.5	394.3	
レール断面半径(標準偏差)(mm)	173.6	3749.0	116.5	
レール凹凸最大値(長手方向)(mm)	-	0.05	0.01	

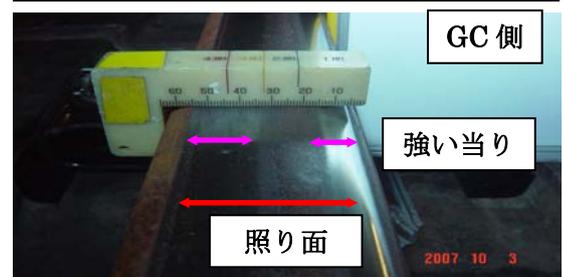


写真-1.レール照面

キーワード：レール断面半径、ロングレール更换、レール削正、左右動揺

連絡先 〒720-0066 広島県福山市三之丸町30-2 JR西日本 福山南幹線保線区 T e l . 084-921-2374

以上のことから、もっとも変化が顕著なレール断面半径、すなわちレール頭頂面の面的な不陸が動揺に影響している可能性がうかがえる。

4. レール削正作業による動揺改善についての検証

(1) 軌道狂いについて

レール削正の前後で、40m 通り、平面性 σ 値は同等であるにもかかわらず、動揺波形及び乗り心地レベルが良化していることから、軌道狂いと関連した動揺ではないことがわかった(図2、表1参照)。

(2) レール断面形状について

48 頭式レール削正車による削正作業前後におけるレール断面形状を比較した結果、レール断面半径が削正後小さくなり、ばらつきも少なくなっていることがわかった(図4、表1参照)。また、削正前後でのレール頭頂面の凹凸も良化しているのがわかった。これの傍証として、現状の削正パターンで新レールを削正した場合の削正量を検証すると、レール中心部より GC・FC 側をより大きく削正することがわかった(図6参照)。このことから削正により、レール断面半径が小さくなる傾向にあることがわかる。

5. 60kg レール断面形状の検証

レール断面半径の傾向について、今回対象以外の箇所についても検証した(測定数、新レール 77 断面、古レール 14 断面、図6参照)。その結果、新レールでは、設計形状 600mm に比べて、レール断面半径が大きい傾向にあることがわかった。レール断面半径の平均値は 1268.6mm であり、車輪踏面半径 1000mm よりも大きいことが確認できた。また、敷設古レールでは、既往の研究*2からも、現在敷設されているレールは、レール削正車により繰り返し削正した結果、新品時の断面形状に比べ、レール中心部より GC 側にかけて設計形状に比べ断面半径が小さくなっていることが解明されている。

6. まとめ

- (1) LR 更換箇所において、動揺が発生している箇所のレール断面半径を確認した結果、レール断面半径が車輪踏面半径に比べ大きい箇所があり、2点接触になっている可能性があることがわかった。
- (2) LR 更換後のレール断面半径を測定した結果、レール断面半径にばらつきがあり、レール頭頂面の面的な不陸が発生している可能性があることがわかった。
- (3) 現状の削正パターンで、レール削正作業をした場合、新 60kg レールのレール中心部より GC・FC 側をより大きく削正する傾向があり、レール断面半径を小さくして、ばらつきを少なくする効果があることがわかった。
- (4) 新 60kg レール断面形状を調査した結果、設計形状 600mm に比べ大きい傾向にあることがわかった。
- (5) LR 更換によるレール断面半径のばらつきの発生及びレール車輪の接触状態の変化は、動揺値悪化の原因となりうることがわかった。

[参考文献]

- *1 ロングレール更換後の車体左右振動増加の原因と対策方法:三輪・小林 土木学会第 60 回年次学術講演会、4-101、(平成 17 年 9 月)
 *2 山陽新幹線におけるレール削正作業の検証:岡田・武井 土木学会第 60 回年次学術講演会、4-096、(平成 17 年 9 月)

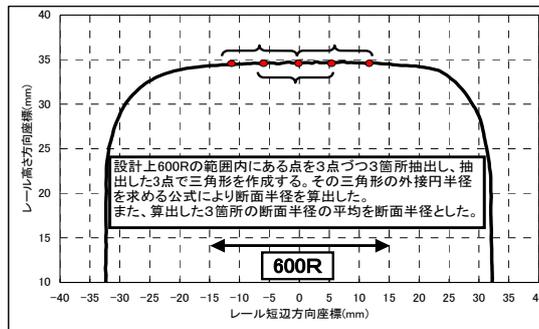


図-3.レール断面半径算出方法

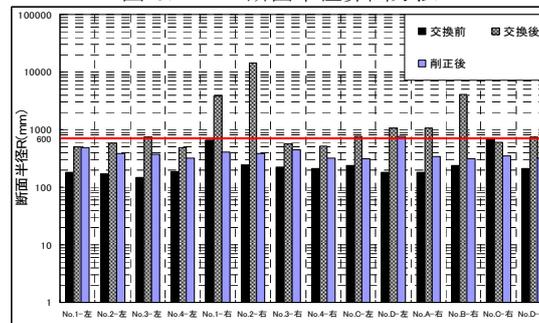


図-4.レール交換前後レール断面半径比較

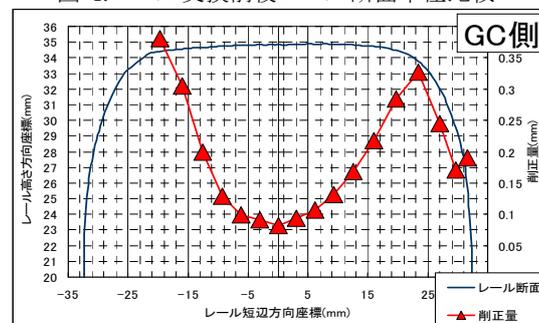


図-5.新レール平均削正量及び削正位置

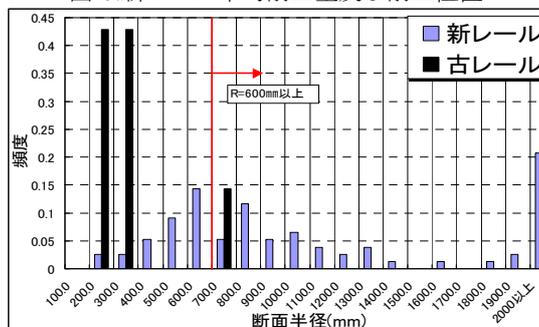


図-6.新古 60kg レール断面半径頻度分布