

曲線部レール交換による列車動揺発生メカニズムの究明

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 小園 耕平
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 応和 宏樹
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 武井 昭洋

1. はじめに

山陽新幹線では、500系車両による300km/h運転を行っており、乗心地管理を重視した整備が行われている。今後、N700系車両による300km/h運転も予定され、ますます、乗心地管理が重要となる。こういった状況の中、レール交換後の列車左右動揺（以下、動揺とする。）が発生しており、乗心地管理に苦慮している。このレール交換後の動揺発生は、ロングレール交換後、曲線部における部分レール交換後及び分岐器内の部分レール交換後、主に発生している。今回、この中から曲線部における部分レール交換後の動揺発生について、検証を行ったので以下に報告する。

2. 動揺発生状況

山陽新幹線岡山支社管内におけるレール交換後の動揺発生状況を図1に示す。動揺発生箇所の約67%でレール交換後に動揺が発生している。動揺発生箇所のうち38%にあたる3箇所の動揺発生が、曲線部におけるレール交換箇所である。この動揺は、山陽新幹線において、500系車両（W1及びW2編成）により毎日測定している動揺であり、動揺値が0.15gを超えたものを対象としている（以下、自動動揺とする）。

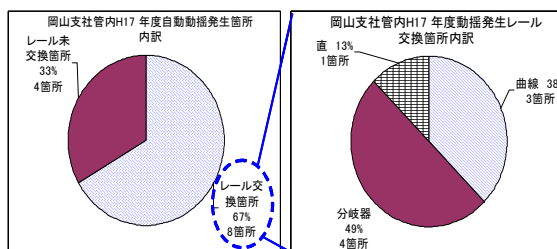


図1 岡山支社管内自動動揺発生

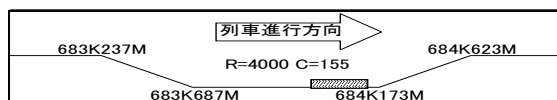


図2 レール交換箇所概要図

3. 曲線部レール交換箇所における現場調査結果

曲線部レール交換後に、動揺が発生した箇所について、調査した結果を以下に示す。

(1) 現場の線形等条件

R4,000m曲線部、接着絶縁レール（外軌側）交換箇所である（図2参照）。

(2) 動揺波形変化

レール交換後の動揺波形を図3に示す。レール交換後、列車進入側溶接部に、一波の動揺が発生している。動揺値は0.09gである。

(3) 軌道狂い変化

レール交換後における軌道狂いは、仕上がり基準値内であり大きな狂いは発生していない（表1参照）。

(4) 交換後のレール状態

レール交換後における、溶接部前後断面形状の比較を行った。その結果、溶接部前後レール13R部分にて約1.9mmの断面差が生じていることがわかった（図4参照）。この断面差は溶接部から1m程度で取付けていることがわかった。

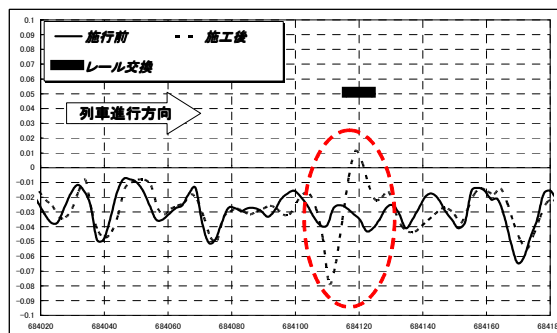


図3 レール交換前後動揺波形重ね合わせ

表1 レール交換前後軌道狂いデータ

通り左		通り右		水準		軌間		通り左40		通り右40	
施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後
0.75	0.7	-0.4	2.8	-0.4	-1.75	-0.1	1.3	-0.8	-0.7	1	3

キーワード：溶接部取付け勾配、レール断面形状、レール交換、曲線部

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

(5) その他曲線部における調査

上記箇所を含め H17 年度岡山支社管内にて、曲線部レール交換した 16 箇所について調査を行った。その結果、各箇所ともにレール断面差の大きさに、違いはあるが、形状は同様な傾向にあることがわかった(図 5 参照)。溶接時、レール頭頂面、頭側面において位置をあわせるため溶接部前後で断面形状に差があると、13R 付近に断面差が生じてしまう。これを、溶接部の仕上げの範囲で、取付けていると考えられる(図 6 参照)。

4. 動揺発生原因の推定及びその検証

(1) 動揺発生原因の推定

現場調査等からわかった以下の 2 点から、溶接部 13R 取付け勾配が、動揺発生に何らかの影響を与えていると推定した。

曲線部において側摩耗がある箇所でレール交換をした場合、溶接部 13R 新旧レールに段が生じ、交換レール側に取付けのための勾配が発生する。この勾配は、概ね、溶接仕上げの範囲(1~2 m)で取付けている。

軌道狂いは、仕上がり基準値以内に収まっており、動揺発生原因となりうるほど大きいものではなかった。

(2) 動揺発生原因推定の検証

各調査箇所におけるレール交換前後での動揺変化と、溶接部 13R 取付け勾配、各種軌道狂い及び照り面からレール車輪が、13R に接触している箇所について相関をもとめた(図 7、8、表 2 参照)。

この結果、今回の調査対象箇所においては、溶接部 13R 取付け勾配と動揺の間には相関が見受けられ、軌道狂いとは相関が低いことがわかった。このことから、曲線外軌レール側で溶接部と車輪が接触する場合には、溶接部 13R 取付け勾配が、動揺に何らかの影響を与えていると考える。

5. 考察

- (1) 曲線部側摩耗箇所において、レール交換を行うと 13R でレール断面差が生じ溶接仕上げ範囲で取付けられていることがわかった。
- (2) 曲線部レール交換箇所において、溶接部取付け勾配と動揺変化量に相関が見受けられた。一部には相関が低いデータもあるが、これらは、レール車輪の当り位置が異なること、レール断面変化形状が異なること、低速区間であること等が考えられる。

6. まとめ

今回は、曲線部における動揺を分析し溶接部 13R 取付け勾配と動揺変化量に相関が見受けられた。今後、この結果をもとに動揺値を抑えるための取付け勾配の上限値もしくは、断面差の上限値を見出し、溶接部仕上げ基準等に反映させたいと考えている。

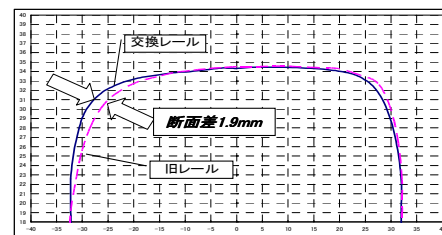


図 4 溶接部前後レール断面重ね合わせ

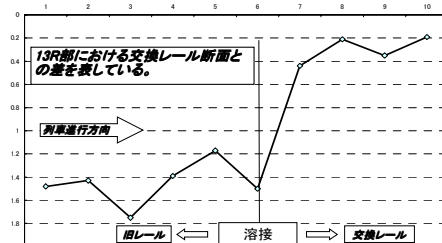


図 5 溶接部前後レール取付け状態

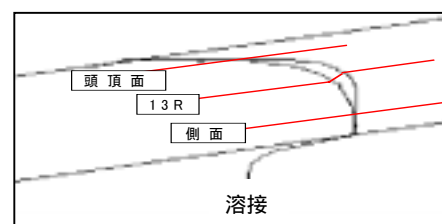


図 6 溶接部取付けイメージ

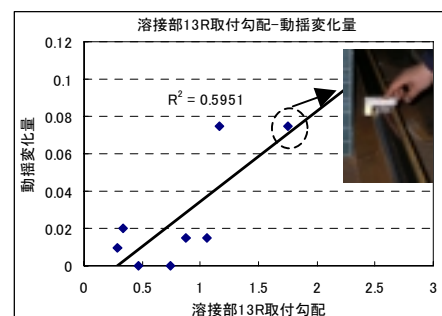


図 7 溶接部 13R 取付け勾配-動揺変化量相関図

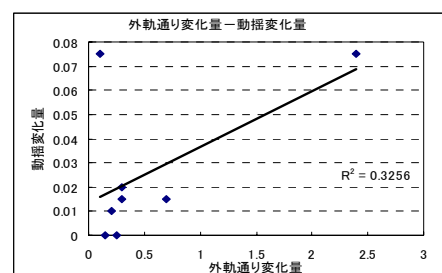


図 8 外軌通り変化量 - 動揺変化量相関図

表 2 動揺変化量と各種原因との相関性

考えられる動揺発生原因	決定係数
溶接部13R取付け勾配	0.5951
外軌通り変化量	0.3256
水準変化量	0.2438
軌間変化量	0.3979
外軌通り40変化量	0.1566