

ロングレール更换後に発生する動揺に関する研究

西日本旅客鉄道（株） 正会員 住吉賢治
西日本旅客鉄道（株） 越野佳孝

1. 研究の背景と目的

現在、山陽新幹線の抱える問題の一つに、ロングレール更换後の左右動の発生がある。つまり、更换前には動揺が発生していなかった箇所において、更换後に更换箇所全体に渡り左右動が発生したり、EA 溶接部において 0.1g 以上の左右動（500 系車両）が発生したりすることがある。これは、平成 9 年以降当社が投入した 500 系車両（Max 300Km/h）の特有の現象である。本研究では、ロングレール更换後に発生する左右動の特徴を分析し、その発生要因を解明することを目的とする。

2. 現状分析

ロングレール更换後の左右動の例を以下に示す（図 1～2）。

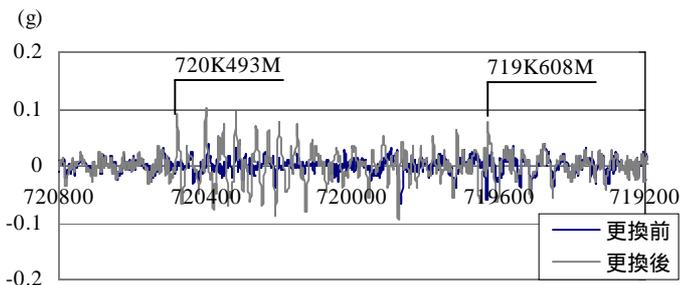


図 1 ロングレール更换前後における左右動比較 その 1

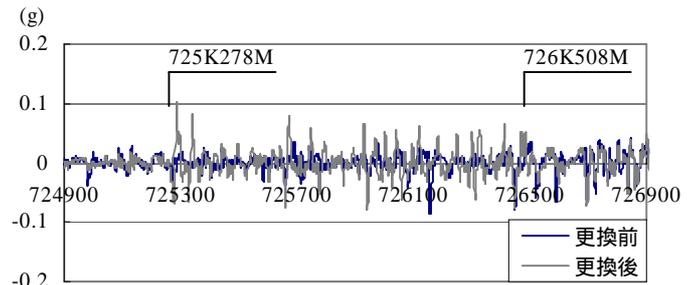


図 2 ロングレール更换前後における左右動比較 その 2

いずれの箇所も、車両が旧レールから新レールに移る時に著大な左右動が発生し、その後更换箇所全体に渡り更换前には発生していなかった著大な動揺が所々で発生し、新レールから旧レールに移ると動揺が収まっている（更换前後の動揺波形が非常に似ている）ことがわかる。そこで、ロングレール更换前後における 40m 弦通り狂い、パワースペクトル（以下、PSD）、コヒーレンスを比較した（図 3～9）。ただし、図 3～6 は図 1 の箇所について、図 7～9 は図 2 の箇所について比較したものである。

これらの比較結果から、40m 弦通り狂いは更换前後で変化していないにも関わらず（図 3、7）左右動の PSD は、図 1 の箇所においては更换前と比較して更换後に空間周波数 0.02～0.07Hz（波長 14～50m）で卓越している（図 4）。そこで、左右動と通りのコヒーレンスを更换前後で比較すると、図 1 の箇所においては更换前には空間周波数 0.012～0.018 Hz（波長 56～83m）

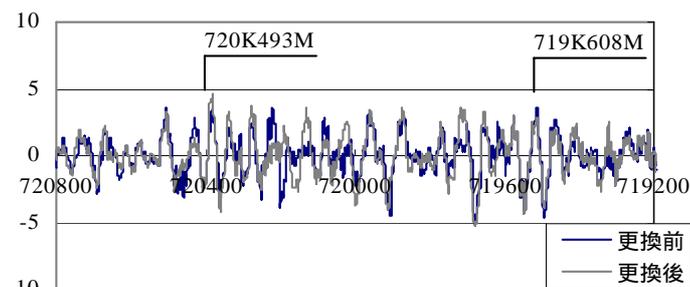


図 3 40m 弦通り狂い比較 その 1

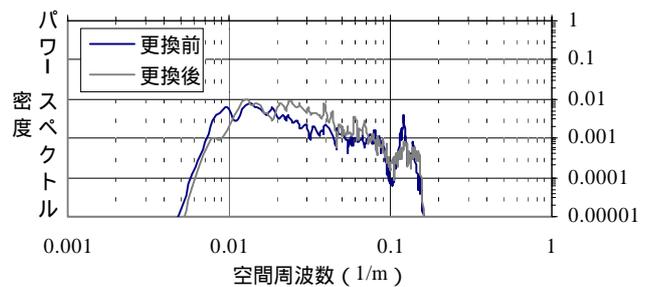


図 4 PSD(左右動)比較 その 1

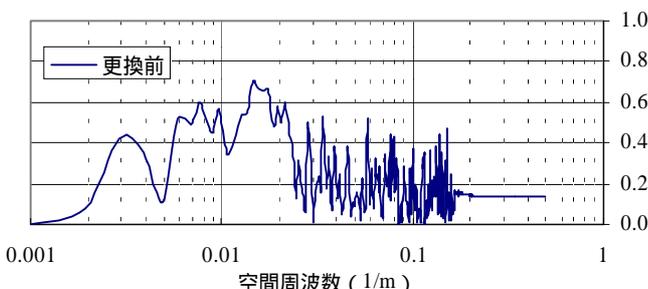


図 5 コヒーレンス(通り)更换前

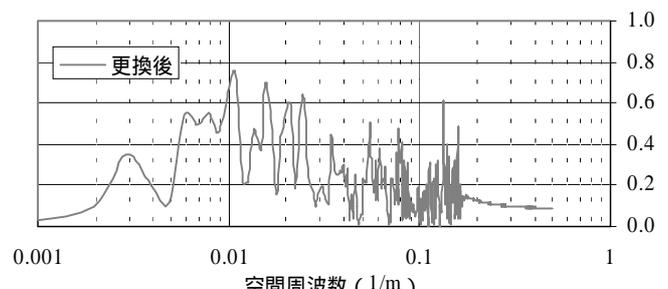


図 6 コヒーレンス(通り)更换後

キーワード：動揺、溶接部のねじれ、ロングレール

【連絡先】〒700-0024 岡山県岡山市駅元町 1-3 Tel.086-223-8639 Fax.086-221-2533

で卓越しているのに対して（図5）、更換後は卓越している空間周波数に大きくばらつきが出ている（図6）。また、図2の箇所においては、空間周波数 0.006 ~ 0.02 Hz（波長 50 ~ 167m）で、更換前と比較して更換後は影響しなくなっている（図9）。以上の分析結果から、ロングレール更換後は、従来の左右動の発生原因である 40 ~ 80m 弦通り狂いと違った要因により特有の左右動が発生しているといえる。

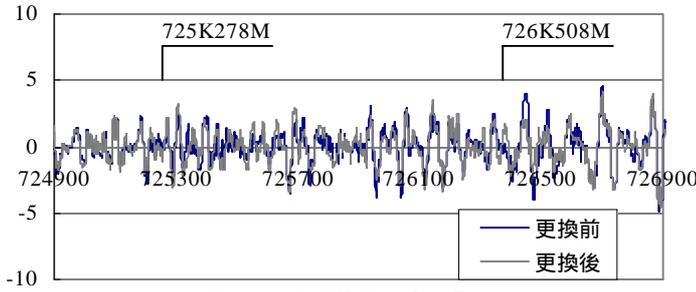


図7 40m弦通り狂い比較 その2

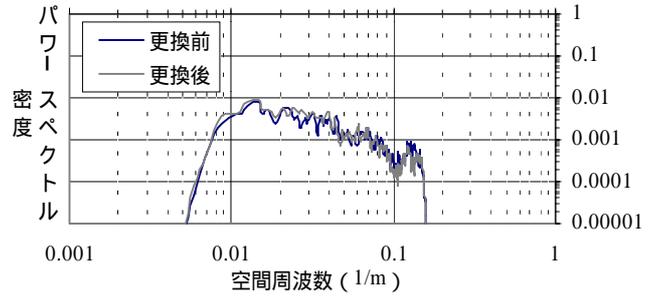


図8 PSD(左右動比較 その2)

そこで、左右動発生要因の一つと考えられるレールと車輪との接触に着目し、現場調査の結果、溶接部を挟んでレールと車輪の接触位置が変化していることがわかった（写真1）。旧レールでは、頭頂面においてレールと車輪とが1点接触しているが、溶接部で車輪が振られ、新レールではレールと車輪とが頭頂面から 13R にかけて接触していることがレールの照り面の状態からわかる。また、この照り面は、更換箇所全体に渡り続いている。このことから、ロングレール更換箇所では横動遊間が小さくなるため、フランジが軌道狂いに敏感に反応し、特有の左右動が発生していると考えられる。

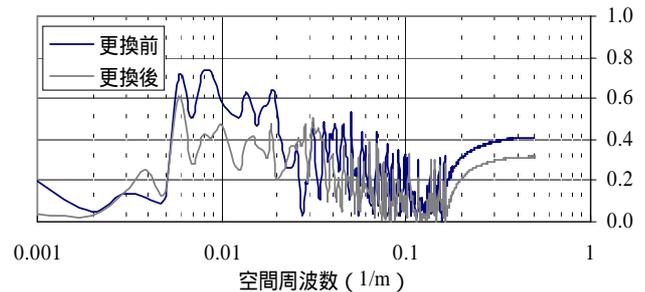


図9 コヒーレンス(通り)比較

ロングレール更換後に溶接部を挟んでレールの照り面に変化が起きるのは、溶接部に何らかの原因があるからと考えた。そこで、1m ストレッチによる凹凸検査は全く問題ないレベルであったことから、EA 溶接部においてレールが微妙にねじれて溶接されていることが原因と考えた。そこで、EA 溶接時にどの程度、レールのねじれが発生しているか調査を行った。

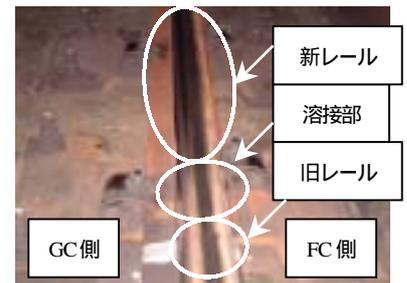


写真1 EA溶接部

3. 調査方法および結果

(1) 調査方法

溶接部におけるレールのねじれを算出するに当たって、軌間内側と外側においてレール底部とスラブ板との高さをノギスで測定し（図10）以下の式でレールの傾きを算出した。そして、溶接部の前後におけるレールの傾きの差を溶接部のねじれとした。

$$\text{レールの傾き} = \tan \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{b-a}{145} \right) \right\}$$

(2) 調査結果

ロングレール更換時のEA 溶接部におけるレールのねじれを計24箇所調査した。その結果、半数以上はレールがねじれて溶接されていることがわかった（図11）。また、図1,2のEA 溶接は、4箇所全てねじれがあることを確認した。

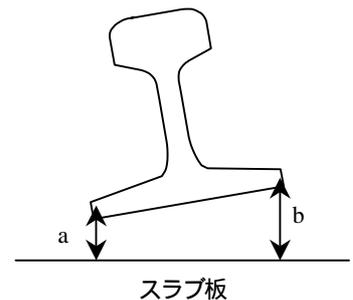


図10 レールの傾きの測定方法

4. まとめ

以下の3点が明らかになった。

- (1) ロングレール更換後は、従来の左右動の発生原因である 40 ~ 80m 弦通り狂いと違った要因により特有の左右動が発生している。
- (2) 溶接部のねじれがトリガーとなり、特有の左右動が更換箇所全体に連続して発生する。
- (3) ロングレール更換箇所では横動遊間が小さくなるため、フランジが軌道狂いに敏感に反応し、特有の左右動が発生している。

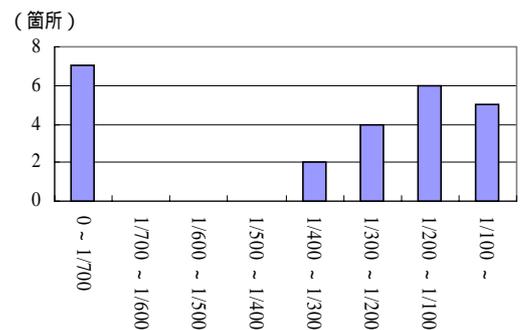


図11 溶接部のねじれ