

ロングレール更换後の車体左右振動増加の原因と対策方法

J R 東海 正会員 ○三輪 昌弘

J R 東海 正会員 小林 幹人

1. はじめに

新幹線において、ロングレール更换後に車体左右振動加速度が増加することがあり、山陽新幹線での調査事例が過去に報告されている¹⁾。東海道新幹線でも同様の現象がみられる場合があるが、その原因調査を行った結果を報告し、対策方法を論ずる。

2. 発生現象の概要

図 - 1 に、300 系新幹線車両の中間車、後方車端部付近床面で測定した、直線区間での左右振動加速度波形の一例を示す。レール更换施工区間では、その

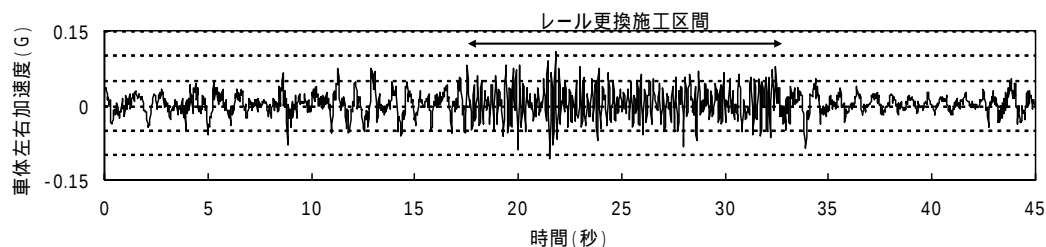


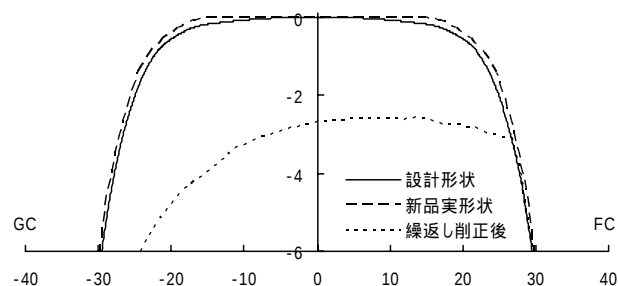
図 - 1 レール更换施工区間での特徴的な車体振動加速度波形の実測例

前後の区間に比べて加速度振幅が大きい傾向にあるだけでなく、明らかに周波数の高い振動が発生している。この区間の軌道狂いの特性を調べても、レール更换施工区間で他区間に比べて短い波長域の振幅が大きくなるような現象はみられない。

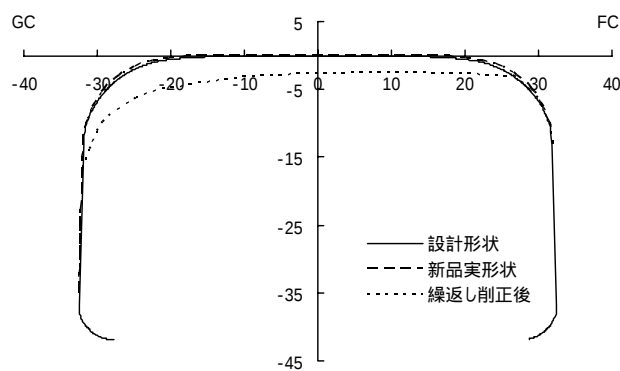
3. レール頭部断面形状の実態調査

前項で述べたように軌道狂いが主たる原因ではないと考え、レール頭部断面形状に着目することにした。レール更换前の状態に相当する敷設後約 10 年経過したレール（「繰返し削正後」と呼ぶ）と、製鉄会社から納入された時点（「新品実形状」）での頭部断面形状を測定した。それぞれの代表例を、「設計形状」と合わせて図 - 2 に示す。図 - 2 (a) は、上下方向の拡大倍率を高めた、頭部付近の形状を示したものである。

新品実形状の特徴は、設計形状での半径 600mm の円弧部分が直線に近い形状（半径 4000mm 相当）となっている。一方、繰返し削正後は該当する円弧の半径が小さくなっており、車輪との接触痕（照り面）付近で 300mm 前後となっている。



(a) 下图の頭頂部付近を上下方向に拡大



(b) 各形状の比較

図 - 2 レール頭部断面形状(目盛：mm)

4. 車両運動シミュレーション

図 - 2 で示した 3 種類のレール断面形状（長手方向には一様）を入力条件として変化させ、車両運動シミュレーションにより車体左右振動加速度の予測を行った結果を図 - 3 に示す。図の上から 3 つの波形が、それぞれのレール断面に対する振動加速度の計算結果である。計算ソフトは VAMPIRE を使い、300 系 1 両の 3 次元モデ

キーワード 車輪/レール境界、レール形状、車体左右振動加速度、ロングレール更换、乗り心地

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 J R 東海 技術開発部 TEL 0568-47-5371

ルに対し、図の最下段に示す通り狂い(図 - 1 とは別な区間)のみを与えた。車輪踏面形状は新幹線円弧踏面の設計値とし、速度は 270km/h とした。

新品実形状では、図 - 1 の実測例に似た高い周波数の振動が発生する結果が得られた。設計形状では、このような特徴的な振動は発生していない。繰返し削正後では、設計形状よりも全般的に振動が小さく、3 種類の中では最も乗り心地が良いことになる。このように、ロングレール交換前(繰返し削正後)から交換後(新品実形状)にレール頭部断面形状が変化することで、左右動揺に関する乗り心地が悪化する現象が説明できる。

5. 原因の考察

車輪踏面との関係で、3 種類のレール断面に対する踏面勾配を図 - 4 に、輪径差を図 - 5 に示す。輪軸の中立位置(輪軸左右変位置 = 0)付近では、新品実形状は設計形状に比較して 1.6 倍の踏面勾配となっているだけでなく、さらに輪軸左右変位置 = 1mm 付近で踏面部分での 2 点接触が生じて『飛び移り現象』も発生し、蛇行動が発生しやすい条件となっている。輪径差においても、新品実形状では車輪左右変位置 = ± 1 mm 付近で 2 点接触が生じており、不安定な運動を生じやすい。

一方、繰返し削正後は、フランジ接触をするまでの全範囲で踏面勾配が非常に低くなっており、直進走行安定性が高い。

6. 対策方法の検討

前項で述べたように、レール頭部断面形状に関する製造誤差が特異な左右振動の原因となっている可能性が高い。しかし、この項目については、製造公差とその測定方法、管理基準等が JIS 規格には定められていないようであり、仕様書等に加える必要がある。頭頂部の円弧は半径 600mm よりも小さい方が乗り心地面では有利と考えられ、製造公差の設定や、保守時における削正形状の設定に取り入れることが考えられる。このとき、半径 300mm 程度までであれば、これまでの実績から接触圧の増加に対する問題はなさそうである。ただし、本稿で条件の 1 つとした繰返し削正後の形状そのままでは、高速区間の緩い曲線(R2500 程度)でも、必要な輪径差が確保できない場合があることに注意が必要である(図 - 5)。

7. むすび

レール断面形状が、左右動揺に関する乗り心地に比較的大きな影響を及ぼすことを示した。これを適切に保守管理することで、乗り心地向上策としての活用も考えられる。なお、紙面の関係で省略したが、車輪の摩耗踏面との組合せも考慮した上で対策方法を提案する計画である。

参考文献

- 1) 住吉, 越野: ロングレール交換後に発生する動揺に関する研究 平成 15 年度(第 58 回)土木学会全国大会 第 部門

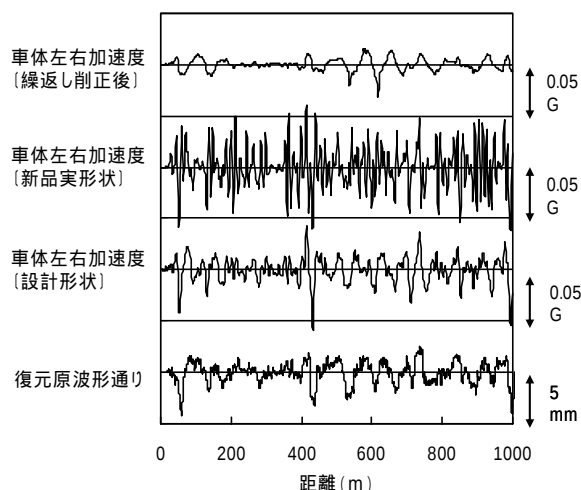


図 - 3 レール断面形状の違いによる車体左右振動加速度の計算結果

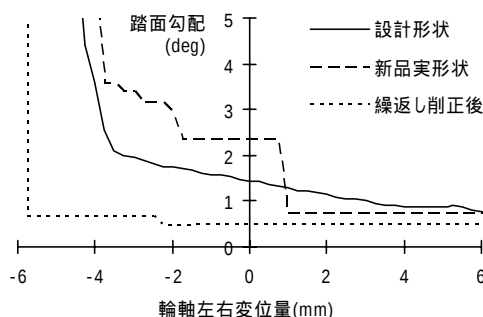


図 - 4 踏面勾配の比較

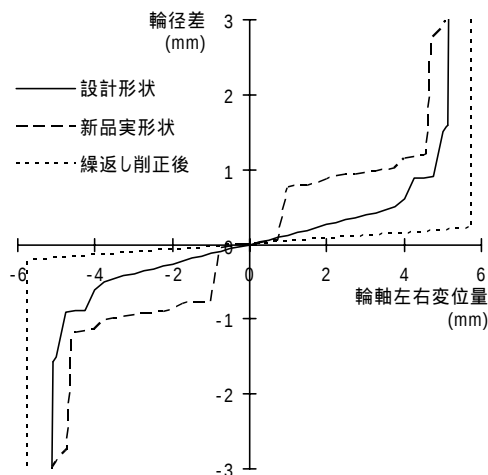


図 - 5 輪径差の比較