

## 新幹線一般区間への 50kgN レール頭部形状の適用に関する一考察

J R 東海 正会員 三輪 昌弘

## 1. はじめに

60kg レールの頭部形状は 50T のそれと同じであり、台車蛇行動の抑制を主眼に、新幹線円錐踏面車輪と組合せて使うことを前提として新幹線開発時に設計された。しかし、営業開始後の車輪摩耗の実態は、設計時の想定と異なり課題となった。その後、新幹線円弧踏面車輪（以下、円弧車輪）が開発、実用化されて現在に至っている。円弧車輪化によって車輪の摩耗に対しては一定の効果がみられたものの、一方で蛇行動安定性に対する課題が指摘されている<sup>1)</sup>。さらに、筆者は 60kg レールと円弧車輪の組合せにおいて、レール製造時の極わずかな寸法公差が、蛇行動安定性に対する課題をさらに悪化させていることを報告した<sup>2)</sup>。

これらの解決策の 1 つとして、60kg レールの頭部を 50kgN と同一に変更することが提案されているが、定量的な評価は行なわれていない<sup>1)</sup>。そこで本研究では、50N レール頭部形状と円弧車輪の組合せの良否を、車両運動シミュレーション解析（VAMPIRE）を用いて考察する。

## 2. 車両運動シミュレーションの概要

車両は 700 系新幹線電車の 3 次元 1 両モデルとし、車輪条件として円弧車輪とその摩耗断面の実測例（以下、摩耗車輪）の 2 種類を与える。レール頭部は 60kg と 50N の設計断面（製造時の公差を無視）と、60kg レールを繰返し削正した後の摩耗断面の実測例（以下、摩耗レール）の 3 条件で比較する。東海道新幹線の高速区間では、レールの摩耗形状は線路線形の影響をあまり受けず、大部分がレール削正作業によって形成されており、その代表的なものをここでの摩耗レールとする。

## 3. 高速走行時の乗り心地

解析条件の線路線形は、直線（長さ 1,900m）の場合と、直線（長さ 200m）から緩和曲線（長さ 420m）を経て半径 3,000m の曲線（長さ 1,280m）を走行する場合の 2 種類を考える。軌道狂いは図-1 に示す波長-振幅特性の通り狂いのみを与える。この通り狂いは東海道新幹線での実測データの一例を用いており、全線の平均値に比較して大きい条件を選んだ。

解析結果の一例として、進行方向前位台車中心上の車体左右加速度のパワースペクトル密度（以下、PSD）を図-2 に示す。

車輪 2 条件と線路線形 2 条件の計 4 条件の組合せの中で、(c)摩耗車輪で直線走行した場合がレール形状の影響を最も受け、左右加速度の PSD は 60kg に対して 50N では広い周波数域で 1 割程度にまで顕著に低下した。次いで、(a)新品車輪で直線走行した場合に、同様に 60kg に対して 50N で 3 割程度に低下した。摩耗レール（60WN）の場合は、50N よりもさらに左右振動が低下する傾向にある。曲線走行条件の場合は、(b)新品車輪と(d)摩耗車輪ともに直線走行ほど顕著な低下は生じないが、60kg に対して 50N ではピーク値を 7~8 割程度に下げる効果が生じた。このように、60kg に対して 50N では総じて乗り心地の改善が期待できる推定結果を得た。ここでは記載を省略するが、横圧の変動値についても走行安定性上問題となる結果は出なかった。

## 4. 曲線通過時の定常横圧

急曲線を含めた曲線通過時の定常横圧の解析例として、進行方向先頭軸外軌側車輪のカント不足量 110mm の場合を図-3 に示す。本線でレール摩耗が最も課題となる最小曲線半径 400m では、レール断面の違いによる横圧の差異は小さい。これから曲線半径が大きくなるにしたがって横圧の差異が徐々に大きくなり、半径

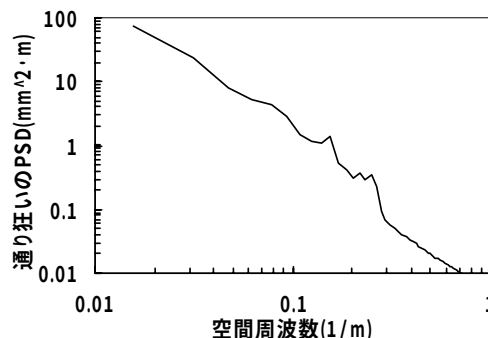
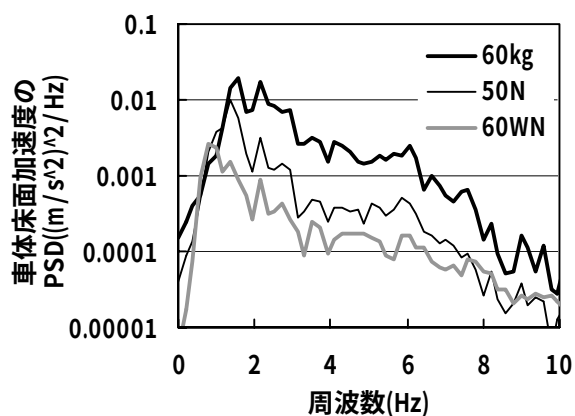


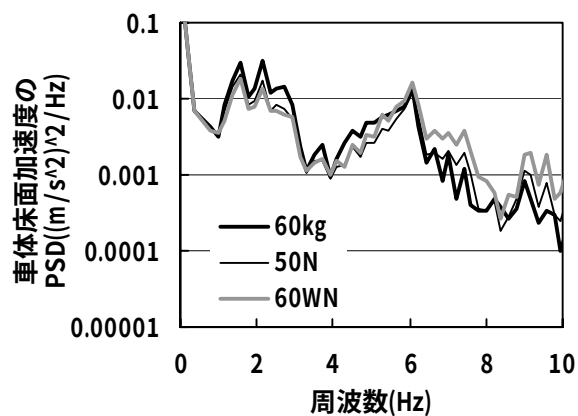
図-1 軌道狂いの入力条件

キーワード レール形状, 新幹線, 円弧踏面車輪, 乗り心地, 走行安定性

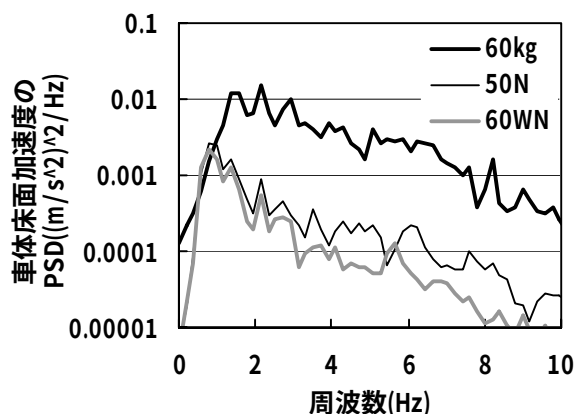
連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 J R 東海 総合技術本部 技術開発部 TEL0568-47-5371



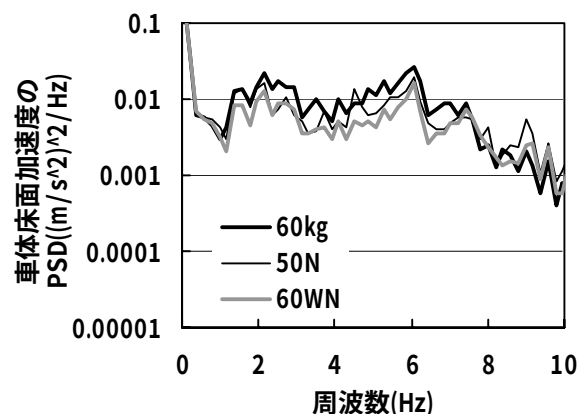
(a) 新品車輪・直線走行



(b) 新品車輪・曲線走行



(c) 摩耗車輪・直線走行



(d) 摩耗車輪・曲線走行

図-2 レール頭部形状と車体左右加速度の関係 (60WN は 60kg レールの摩耗断面)

2,000m 程度で差異が最大になった後、さらに半径が大きくなるにしたがって差異は縮小していく。50N の横圧は 60kg に比べて大きくなるが、摩耗レールよりは小さいので、走行安全に対する課題は特に生じないと推定される。また、レール摩耗に対しては、過去に行った調査で 3 回 (1 回/年として 3 年間) 程度のレール削正作業の施工によって 60kg の断面は 50N の断面特性に近いレール形状となっていたことから、摩耗に対するレール寿命 (平均 10 年程度) への影響は比較的小さいと推定される。

## 5. むすび

新幹線用のレールに 50N と同じ頭部形状を適用すること、車体左右振動に関する乗り心地が改善されることを定量的に示した。定常横圧やレール摩耗に関しては、敷設直後の条件における解析結果では 60kg に比べて 50N は劣る。しかし、使用期間中の摩耗やレール削正作業による形状変化の実態を考慮すると、走行安全性は現行と比較して低下することはない、摩耗に関するレール寿命への影響も比較的小さいと考えられる。

## 参考文献

- 1) レール・車輪断面形状プロジェクト研究会報告書, 土木学会構造工学委員会鉄道力学小委員会, 2001
- 2) 三輪: 車輪・レール形状問題解決への期待, JSCM 特別セッション(3), J - Rail 2006

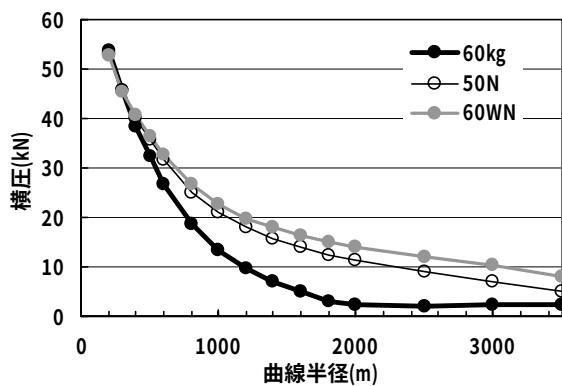


図-3 レール頭部形状と定常横圧の関係