

山陽新幹線における新たな乗り心地評価手法の適用検討

西日本旅客鉄道株式会社	正会員	○ 溝口	大介
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	小村	啓太
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	鷹崎	徹
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	柳谷	勝

1. はじめに

山陽新幹線では、有道床区間に比べてスラブ軌道区間の乗り心地レベルが高いという状況を踏まえ、スラブ軌道の長波長線形整備に重点的に取り組んでいる。その結果、スラブ区間の40m弦通り σ 値は約1.1まで改善が図られ、乗り心地レベルも良化しつつある。

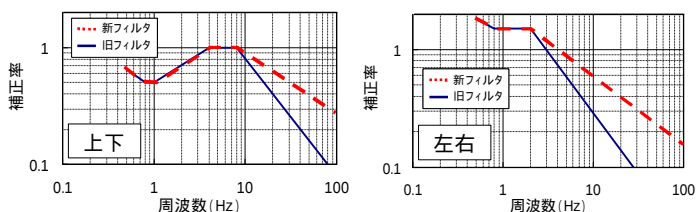
一方、中川ら¹⁾²⁾³⁾の報告によると、列車の高速走行に伴い、従来はあまり問題とされていなかった高周波の振動が増加しており、相対的に高周波振動がお客様の乗り心地に与える影響が目立つようになったとされている。また、現在の乗り心地評価方法では、この高周波振動の影響を正確に表現できていないとされている。この背景を受け、鉄道総研によって高周波振動の不快さを反映した新たな乗り心地評価方法が提案された¹⁾。

そこで、本研究では新たな乗り心地評価方法の山陽新幹線へ適用可否について検討を行う。

2. 新たな乗り心地評価方法の概要

現在、山陽新幹線における乗り心地の評価は昭和56年に提案された乗り心地レベルが用いられている。乗り心地レベルは、振動加速度を乗り心地フィルタに通して人の感覚に補正して求めた値である。

今回提案された乗り心地評価方法は、鉄道総研にて実施された基礎実験結果により、高周波振動を含む振動環境でも体感に合った乗り心地レベルが評価できるよう、感覚補正が修正された(図-1)。

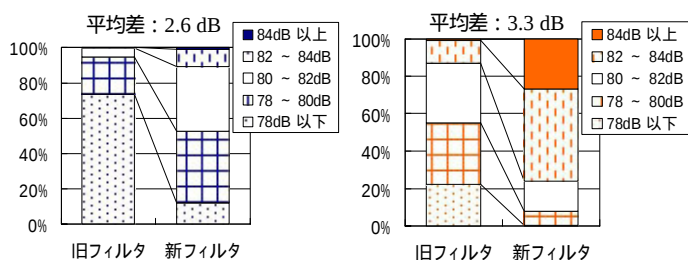
図-1 新旧の乗り心地フィルタ¹⁾

改良された乗り心地フィルタは、上下動で8.0 Hz以上、左右動で2.0 Hz以上の周波数の振動で感覚補正の重みづけが大きくなっている。これは、高周波振動成分が乗り心地レベルに与える影響が大きくなったことを示す。

さらに、現行フィルタと新フィルタで算出した乗り心地レベルの差が高周波振動成分の影響となる。

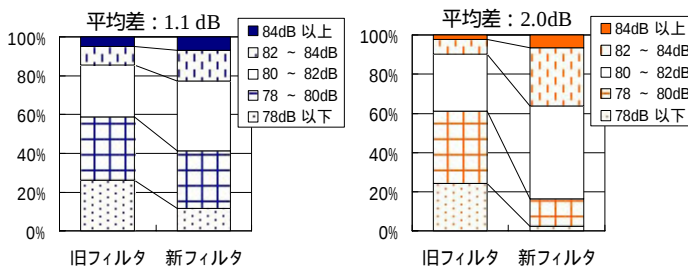
3. 山陽新幹線の構造と乗り心地の特性

山陽新幹線エリアにおいて、電気・軌道総合試験車の先頭車両の動揺測定結果より、新旧の乗り心地評価方法を用いて500mごとに乗り心地レベルを算出した。それらを構造別に「B.L(バラスト・明かり)」「B.T(バラスト・トンネル)」「S.L(スラブ・明かり)」「S.T(スラブ・トンネル)」の4パターンに分類し、乗り心地レベルの変化を検証した。これらの中から、山陽新幹線エリアの大部分の構造を占めるB.L区間とS.T区間の分布を上下動、左右動に分けてそれぞれ図-2、図-3に示す。



(a) B.L区間(上下動) (b) S.T区間(上下動)

図-2 新旧フィルタによる乗り心地レベルの分布(上下動)



(a) B.L区間(左右動) (b) S.T区間(左右動)

図-3 新旧フィルタによる乗り心地レベルの分布(左右動)

新旧フィルタによる評価を比較すると、S.T区間の80 dB以上の500m区間数においては、上下動が約4割から約9割に増加、左右動が約4割から約8割に増加した。また、乗り心地レベル値はそれぞれ平均で、上下動はB.L区間で2.6 dB増加、S.T区間で3.3 dB増加、左右動はB.L

キーワード： 乗り心地レベル・乗り心地フィルタ・体感試験・上下動・S.T区間

連絡先： 〒700-0024 岡山県岡山市北区駅元町1-3 JR西日本 岡山新幹線保線区 TEL: 086-223-8639

区間で 1.1 dB 増加, 左右動で 2.0 dB 増加した。上下動と左右動を比較すると上下動の方が増加量が大きく, B.L 区間と S.T 区間を比較すると S.T 区間の方が増加量が大きくなった。

4. 電気・軌道総合試験車による体感確認

山陽新幹線エリアにおいて, 電気・軌道総合試験車(T-5 編成) の先頭車両に添乗し体感確認を実施した。被験者は営業車両と同等の座席に着席し, 新幹線の乗り心地として不快と感じた振動の大きさを 1~5 の 5 段階評価で判定した。評価区間は 1 区間あたり 20 km~50 km とし, 被験者は 500m (約 6 秒) おきに乗り心地を評価した。

体感確認の結果を図-4, 図-5 に示す。棒グラフで各被験者の体感確認結果と新旧乗り心地レベルの相関関係を, 折れ線グラフで各評価区間の新旧の乗り心地レベルをそれぞれ示した。この結果, 上下動では全ての評価区間で, 左右動では 1 区間(区間)を除いて新フィルタを用いた場合で被験者の評価との相関関係が高いあるいは同等であることが示された。区間は B.L 区間であり, 新旧乗り心地レベルで差がほとんど生じなかったことから, 体感にも差が生じていないことが考えられる。これらの結果より, 電気・軌道総合試験車による新たな乗り心地評価手法の妥当性が示された。

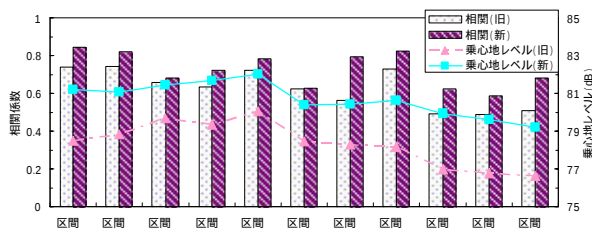


図-4 新旧乗り心地レベルと体感確認の相関関係(上下動)

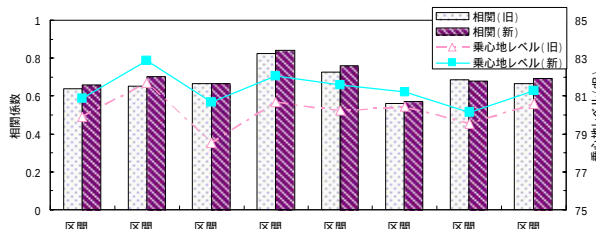


図-5 新旧乗り心地レベルと体感確認の相関関係(左右動)

第3章で述べた B.L 区間と S.T 区間の差異を検討するため, 旧フィルタで乗り心地レベルが同等で, かつ体感確認による結果が S.T 区間が B.L 区間より大きく上回る箇所を抽出した。抽出した箇所における新旧フィルタによる乗り心地レベルを図-6 に示す。

この結果, B.L 区間と S.T 区間で旧フィルタによる評価が同等であっても, 新フィルタの評価は S.T 区間の方が大きくなっている。よって, B.L 区間よりも S.T 区間の方が高周波振動を多く含んでいるという定性的な性質が示された。

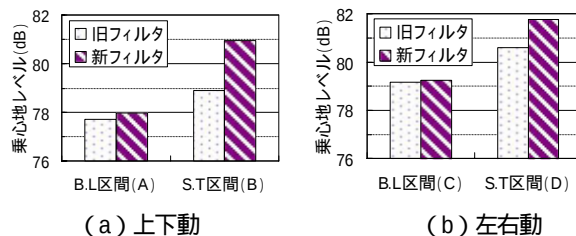


図-6 B.L 区間と S.T 区間の高周波振動成分の比較

5. 営業列車による体感確認

電気・軌道総合試験車での体感確認を実施した同区間で, 営業列車による体感確認を実施した。この確認には N700 系(16 両編成) を用いた。電気・軌道総合試験車の最高速度は 270 km/h に対し, 営業列車は 300 km/h 走行である。営業列車の検証では, ご利用されるお客様の感覚と新旧フィルタの有効性を検討した。営業列車での体感確認結果を図-7, 図-8 に示す。電気・軌道総合試験車の体感試験と比較すると, 左右動, 上下動ともにほとんど差異はなかった。これらの結果より, 山陽新幹線エリアでも新たな乗り心地評価方法の方がお客様の乗り心地をより正確に表現でき, 有効性が示された。

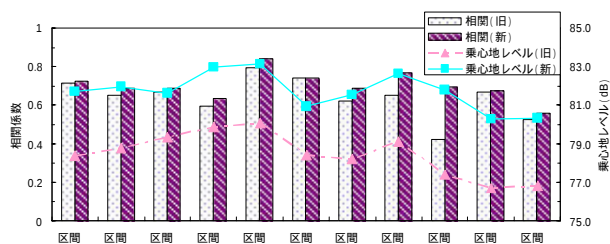


図-7 新旧乗り心地レベルと体感確認の相関関係(上下動)

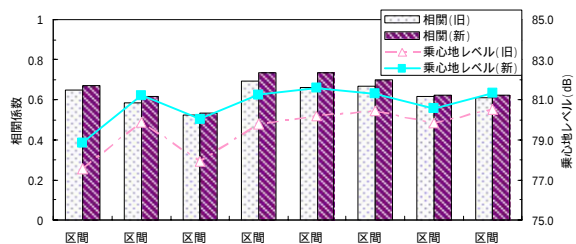


図-8 新旧乗り心地レベルと体感確認の相関関係(左右動)

6. まとめ

本研究では, 新たな乗り心地評価方法が山陽新幹線エリアの適用性検討を行った。この結果, 山陽新幹線においても, 高周波振動が乗り心地に与える影響を表現できていると考えられ, その適用が可能である結論を得た。

今後, 高周波振動の発生要因を詳細に分析し, 高周波振動の抑制策の検討及びその効果の検証を実施したい。

参考文献

- 1) 中川ら: 高周波振動を考慮した乗り心地評価手法, 鉄道総研報告, 2012.1
- 2) 中川千鶴: 高速鉄道の乗り心地評価を考える, RRR, 2010.5
- 3) 中川ら: 高周波上下振動が乗り心地に及ぼす影響, 鉄道総研報告, 2009.9