

IV-284 乗り心地向上を目的とした軌道狂い区間管理目標値設定手法の検討

鉄道総合技術研究所 正員 永沼泰州
東海旅客鉄道 正員 堀田英俊

1. はじめに

東海道新幹線の軌道管理は開業以来、著大値管理に重きを置いていた。「のぞみ」270km/h運転に伴い、長波長軌道狂い管理の一環として「40m弦P値」による区間管理が併せて導入されたが、その目標値は区間評価値の分布から経験的に決定されているのが実状であり、明確な乗り心地目標値に基づくものではない。

本報告は、外国の高速鉄道との比較を通じて乗り心地目標を仮設定し、300系車両の振動特性を考慮した軌道狂い区間管理目標値の算出手法について検討したものである。

2. 目標とする車体動揺加速度の特性

まず目標とする動揺加速度特性を設定した。図1は300系(270km/h)とTGV大西洋線(300km/h)のパワースペクトル密度(PSD)に乗り心地レベルの各区分に対応する値を併記したものである。測定位置の差異を考慮しても、TGVの乗り心地は東海道新幹線に比較して良好であり、特に左右方向PSD形状の差が著しい。また、左右の乗り心地レベルを目標とした場合、その達成は低周波域で難しいように思われる。本検討では「乗り心地レベル(83dB)」と「TGVの乗り心地」を目標値として設定し、解析を進める。

3. 300系車両の特性

次に300系車両の特性を求める。図2は車両動揺と軌道狂いから推定した300系車両の周波数応答である。上下系のコヒーレンスは十分に高く、ほぼ線形関係にあることが確認された。図中点線は良く知られた半車体モデルの理論値である。モデルが単純な割には理論値と推定値は良い一致を示す。

一方、左右系のコヒーレンスは高いとはいえない。これは横動遊間等の介在により非線形関係にあることを示している。しかし、図の車両特性が横動遊間変位特性を含有していると仮定し、ここでは左右系も線形問題に帰着させて考えることにする。

4. 目標とする軌道狂い特性

設定した車両動揺PSD目標値と300系車両の特性から、軌道狂いPSD目標値を下式により求めることができる。

$P_x(f) = P_y(f) / |T(f)|^2$ ($P_x(f)$: 軌道狂い目標PSD, $P_y(f)$: 乗り心地目標PSD, $T(f)$: 300系車両の周波数応答)

図3は算出された軌道狂い目標PSDである。東海道新幹線の良好な区間と悪い区間のPSDを併記した。設定した乗り心地目標を達成するには、高低・通りとも10m～80mの波長域の軌道狂い除去が要求されることが分かる。乗り心地レベルから求められた波長25m以下の通り目標PSD値が大きな値を示しているが、これは人間の感覚のみから定めたためである。この領域は走行安全性の観点から制限されると考えられる。

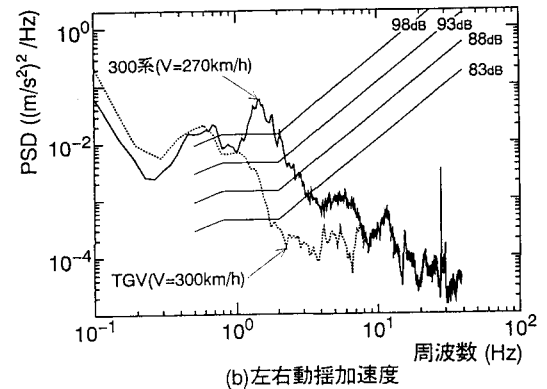
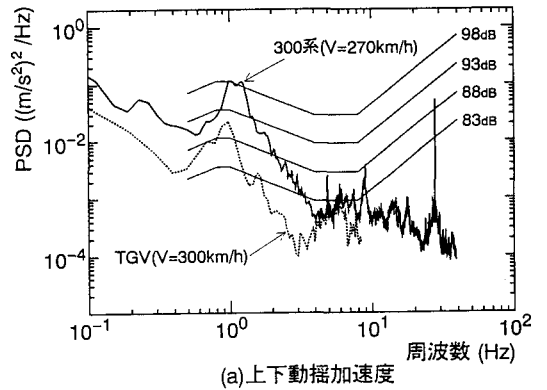


図1 300系とTGVの車体動揺加速度PSD比較

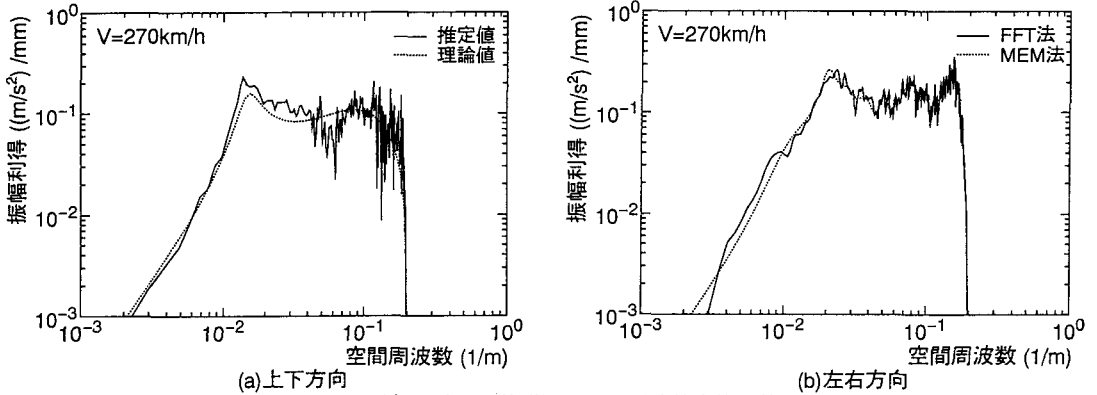


図2 動揺加速度と軌道狂い間の周波数応答関数

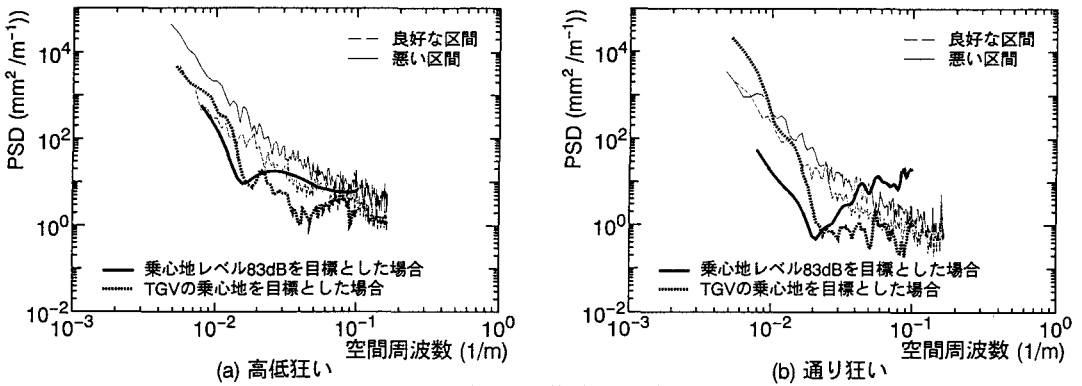


図3 算出された軌道狂い目標PSD

5. 軌道狂い区間管理目標値の算出

PSD 曲線の囲む面積は分散（標準偏差の2乗）を意味する。乗り心地レベルを目標とした場合前述の問題が残るが、図3の軌道狂い目標PSDから波長10m～100mの範囲で標準偏差を算出した。また、図3に40m弦周波数特性を乗算すれば40m弦軌道狂いPSDが得られ、同様に40m弦標準偏差を求めることができる。標準偏差からP値への変換は比較的容易であり、これを40m弦P値に換算した。これらの値を表1に示す。東海道新幹線において表1に示した目標値を満たす区間は少なく、厳しい値であると言える。

6. おわりに

表1 算出された軌道狂い区間管理目標値

以上により、乗り心地目標を満足する軌道狂い特性・区間管理目標値設定手法の妥当性が確認された。車両特性の理論値が簡単に求められる上下方向においては、制限速度に応じた目標値を容易に定めることもできる。広範な波長域を1つの数字で表現することの妥当性、より明確な乗り心地目標の設定、車両の左右方向特性の推定精度向上、等が今後の課題である。

目標動揺加速度	高 低			通 り		
	原波形		40m弦	原波形		40m弦
	σ	σ	P 値	σ	σ	P 値
乗り心地レベル83dB	1.06	1.10	0.64	0.90	0.82	0.03
TGVの乗り心地	1.22	1.23	1.47	0.91	0.89	0.07

また今回の解析を通じて、現在の300系(270km/h)車両でTGV(300km/h)と同等の乗り心地を実現するには、軌道側の強力な取り組みと車両改善の努力が不可欠であることが明らかになった。車両・軌道双方の踏み込んだ検討が必要であると考えられる。なお、測定データの解析は全て「Micro LABOCS-2+」を使用した。

参考文献

- 1) 永沼, 菊野, 佐藤 : Effect of Amelioration of Rolling Stock to Track Maintenance, STECH'93, 1993.11
- 2) 吉村 : 軌道の高低狂いに対する車両の上下動揺の応答解析, 鉄道総研報告, P.29, 1987.11
- 3) 古川, 橋本 : ガイドウェイ狂いのパワースペクトル密度と乗り心地レベル, 鉄道総研報告, P.11, 1993.02