

IV-287

軌道狂いに対する台車加速度の応答特性解析

鉄道総合技術研究所 正会員 矢澤 英治

鉄道総合技術研究所 正会員 高井 秀之

1. はじめに

営業列車の車体床上での動揺測定は、単に乗り心地を確保するためだけでなく、検測周期と高速度という点から、軌道検測車による検測を補完し、軌道の状態を評価するものとして活用されている。

一方、さらなる高速化と乗り心地改善の方法として、在来線には振り車両が投入されつつあり、新幹線ではアクティブサスペンションが検討されている。このような車体支持部に制御を加える車両は、乗り心地の面で軌道整備に対する負担を軽くしてくれる。しかしこれらの車両では、現在の方法による動揺測定によって、検測車による測定の補完という目的が果たせないということになる。

このような状況から、台車での振動測定の結果によって、軌道の状態の概略を判断する方法を検討している。今回は、台車での測定結果の基本的な振動特性についての検討結果を報告する。

2. 解析に用いたデータ

今回の解析には、JR西日本500系試験電車(WIN350)の、山陽新幹線新下関～小郡間上り線、最高速度275km/h～300km/hでの走行試験時のデータを用いた。275km/h走行で、アクティブサスペンションが動作していない状態での波形例を図1に示す。台車加速度は短い波長の成分を非常に多く含む一方、車体加速度と共通の成分を含んでいることもうかがえる。

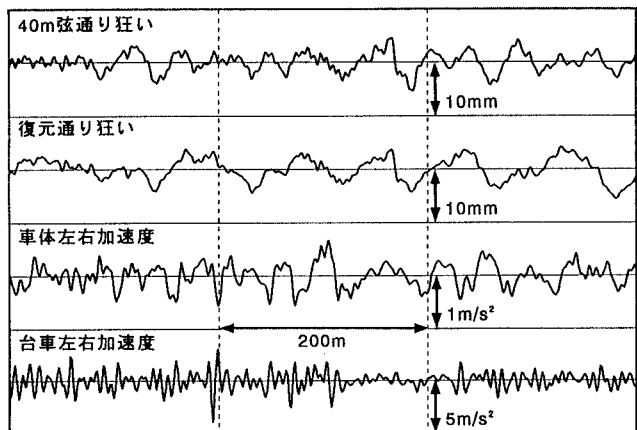


図1 通り狂いと車体・台車の左右加速度

3. 高低狂いと車体・台車上下加速度の関係

復元高低狂いと車体および台車の周波数応答を求めた結果を図2に示す。車体の応答倍率は波長20m～80mの広い範囲で $0.1\text{m/s}^2/\text{mm}$ 程度で、台車に比べ変化が少ない。

一方、台車はこの帯域での応答倍率が、最小値と最大値で10倍以上も違ってしまふ。このような特性と、上下方向についてはアクティブサスペンションが適用されないと思われることから、軌道状態の把握にはこれまで通り車体上下加速度を用いることが適当と考えられる。

しかし、図3に示すように、高低狂いとのコヒーレンスを計算すると、

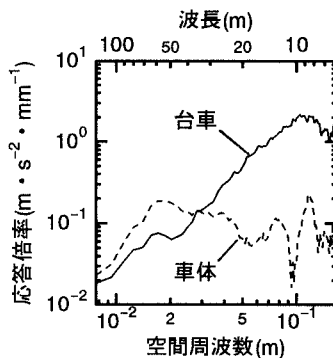


図2 高低狂いと上下加速度の周波数応答関数

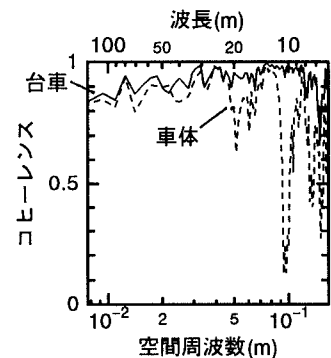


図3 高低狂いと上下加速度のコヒーレンス

台車上下加速度と軌道狂いの相関は車体より短い波長にまでわたり、非常に高い。したがって台車上下加速度は、応答特性を考慮すれば、軌道の状態を車体上下加速度より正確に把握できる可能性のあるデータであるといえる。

4. 通り狂いと車体・台車左右加速度のコヒーレンスと周波数応答

復元通り狂いと車体および台車左右加速度の周波数応答関数を求めた結果を図4に示す。波長20m以上については、台車と車体の応答が、応答倍率こそ異なるが、良く似た傾向を示している。

復元通り狂いと、車体左右動、台車左右動の相関を明らかにするため、コヒーレンスを計算した結果を図5に示す。台車左右加速度は、通り狂いに対して車体加速度と同等か、それ以上のコヒーレンスを示している。言い換えれば、台車左右加速度は、車体加速度と同等以上に軌道の状態を反映しており、軌道状態の評価に適用できる。

通り狂いとの相関の高い帯域は、双方とも50m付近より長い波長とであり、大きな差は見られない。現行の台車上の車体床面での動揺測定でも、また台車加速度を用いても、これより短い波長については、検出が難しいという点に注意する必要がある。特に、台車加速度の20mより短い波長、周波数にして4Hz以下の成分については、振幅が非常に大きく、通り狂いとの相関も低いので、適切な方法でカットすることも必要であろう。

5. 車体左右加速度と台車左右加速度のピーク値の関係

4章の結果をもとに、車体と台車の左右加速度の、20mより長い波長の成分のみを抽出すると、図6のような波形が得られる。この両波形のピーク値を比較してみた結果を図7に示す。この波長帯域では、台車加速度は大きくても車体の2倍程度であり、その多くは1.5倍程度になっている。このことから、台車左右加速度による管理目標値を定める場合には、現行の車体左右加速度による値の1.5倍程度とすることが考えられる。

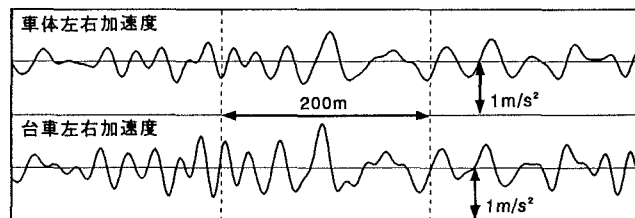


図6 車体・台車左右加速度（波長20～130m）

6. おわりに

台車加速度を軌道管理に適用するための、ひとつの解析例を示した。実際に適用するには、アクティブサスペンション動作時、さらに車体傾斜制御が加わった場合などの挙動の確認が必要である。また、今回の解析は新幹線を対象としたものであるが、今後の速度向上を考慮して、在来線についても同様の検討を行いたい。

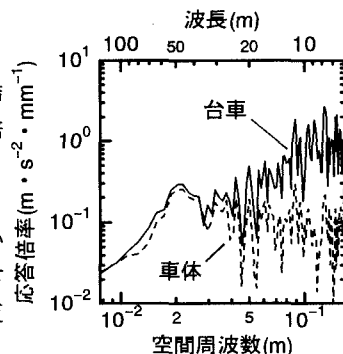


図4 通り狂いと左右加速度の周波数応答関数

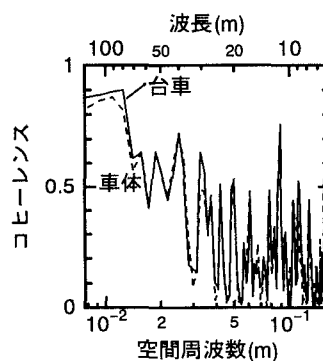


図5 通り狂いと左右加速度のコヒーレンス

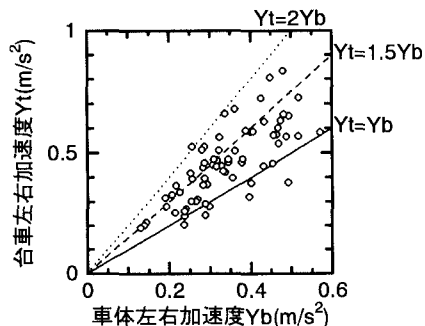


図7 車体左右加速度と台車左右加速度のピーク値の関係