

乗り物酔いを考慮した曲線線形管理に関する一考察

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○石上 寛
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 古川 敦

1. はじめに

急曲線が連続する在来線では、到達時分短縮のため各社で振り車両が導入されている。一方で、振り車両は一般の車両よりも乗り物酔いを起こしやすいとの報告があり、その評価方法も提案されている¹⁾。筆者らは曲線線形の崩れのような、乗り物酔いに影響すると考えられる軌道側の要因等を検出・評価するために、超過遠心加速度を用いる方法を提案している²⁾。今回この方法をJRのいくつかの路線、車両形式に適用し、その妥当性を確認するとともに、車両形式による違いや具体的な管理値に関する検討を行ったので報告する。

2. 曲線線形の評価法

本研究で用いた曲線線形の評価法は、超過遠心加速度算出式に、軌道検測データから求められる局所的な曲線半径、カントを代入するもので、以下の式で表される。この $\hat{\alpha}_y(n)$ を「局所的超過遠心加速度」と呼ぶ。

$$\hat{\alpha}_y(n) = \frac{v^2}{R(n)} - \frac{g}{G} C(n) = v^2 \frac{t(n)}{12500} - \frac{g}{G} C(n) \quad (1)$$

ここで、 $\hat{\alpha}_y(n)$ ：地点 n の局所的超過遠心加速度[m/s²]、 v ：走行速度[m/s]、 g ：重力加速度=9.8m/s²

$R(n)$ ：地点 n の実曲線半径[m]、 $t(n)$ ：地点 n の10m弦正矢通り[mm]、 $C(n)$ ：地点 n の実カント[mm]

一方、乗り物酔いは、車両の左右振動加速度に図1に示す補正フィルタ処理を行って求まる加速度を30分間積分したMSDV-Yと呼ばれる指標で評価される¹⁾。しかし30分間の積分を行うと軌道側の要因の特定が困難であるので、ここでは補正フィルタ処理を行って得られる加速度の大きさで、乗り物酔いに対する評価を行った。左右動実測値と式(1)による波形に、図1の補正フィルタ処理を行って得られる波形の全振幅を比較した結果を図2に示す。両者は概ね比例関係にあることや車種によって傾きが異なることがわかる。また、図2の制御付き振り車両と非振り車両では、縦軸、横軸ともデータの分布範囲が広い。これは、他の振り車両や非振り車両についても同様であった。局所的超過遠心加速度は車両の動的な挙動を反映しない指標であるにもかかわらず、このような差が生じるのは、振り車両は急曲線が多い線区を走行するため、曲線線形に含まれる0.3Hz近傍の長波長の通り、水準の影響を受けやすいことが挙げられる。振り車両は非振り車両よりも酔いやすいと言われるが、これには車両の動特性のみならず、このような線区の事情の影響も大きいと考えられる。

図2で横軸の値が大きい箇所は、曲線線形やカントに波長約80m（速度90km/hで0.3Hz相当）の長波長の狂いが存在することを意味しているので、乗り物酔いに対しては、これらの箇所

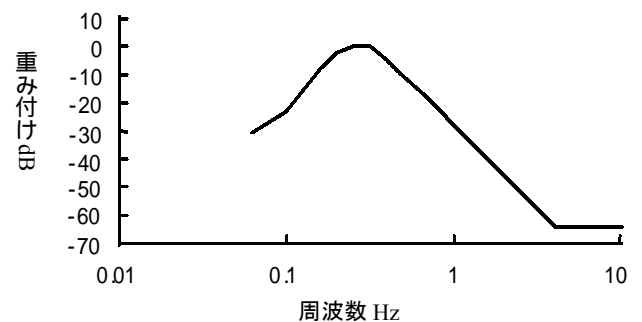


図1 乗り物酔い評価のための補正フィルタ

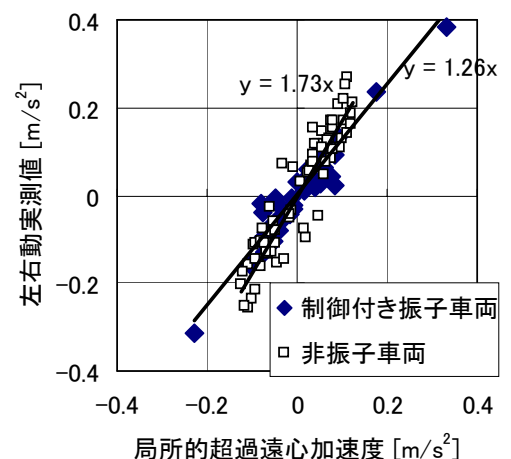


図2 超過遠心加速度と左右動実測値の補正フィルタ処理後の振幅の比較 (V=90km/h)

キーワード 超過遠心加速度 乗り物酔い 曲線線形 左右動

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7278

を優先的に保守すれば良いといえる。

3. カント不足量の違いによる影響の検討

図2の回帰式の傾きがカント不足量によって異なるかどうかを比較した。図3に、制御付き振子気動車の実測データから求めた、カント不足量毎の回帰式を示す。同図に示すように、カント不足量の大きさに関わらず、回帰線の傾きはほぼ等しい。したがって、図2の回帰式を車種毎に求めておけば、運転条件や線形にかかわらず用いることができる。

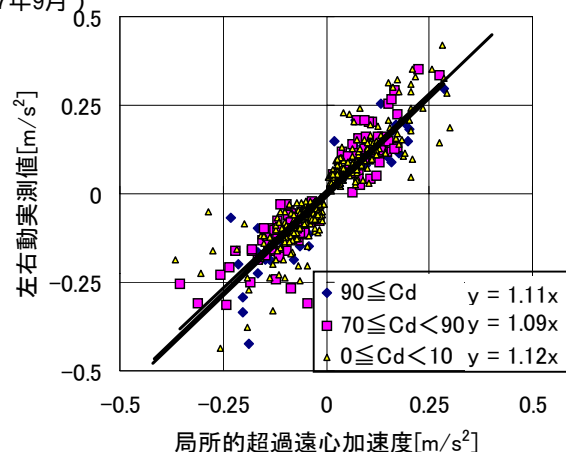


図3 カント不足量の違いによる超過遠心加速度と局所的超過遠心力の比較

4. 左右動の管理値に関する検討

次に、補正フィルタ処理後の左右動の管理値について検討した。2章で述べたように、乗り物酔いの評価は、本来補正済み左右動の30分間の積分値で行うべきであるが、これは軌道保守の観点からは扱いにくい。そこで、補正フィルタ処理後の左右動の振幅が大きい箇所から優先して保守を行うことを考える。図4に、補正フィルタ処理後の局所的超過遠心加速度の全振幅の

頻度分布を示す。同図に示すように、車種毎に頻度分布が大きく異なるため、保守投入の目安値を一意に定めることはできないが、例えば、振子走行線区の左右動の最大値を非振子車両走行線区と同等以下とするためには、発生確率で約3%となる $0.16[m/s^2]$ 以上の振幅の箇所を保守対象とすれば良い。

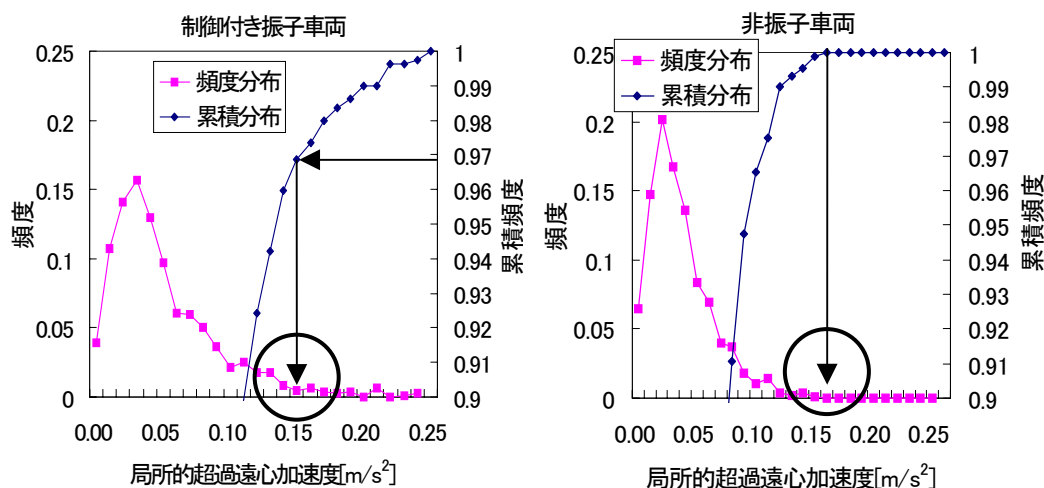


図4 制御付き振子車両及び非振子車両走行線区における局所的超過遠心力発生頻度分布

5. まとめ

- ① 乗り物酔いを起こしやすい箇所は、補正フィルタ処理後の局所的超過遠心加速度の振幅で判断できる。
- ② 振子走行線区の左右動の最大値を非振子車両走行線区と同等以下とするためには、補正フィルタ処理後の局所的超過遠心加速度の全振幅が $0.16[m/s^2]$ 以上の箇所を保守することが考えられる。

6. おわりに

今後の課題として、解析対象車種・線区を増やすことや、具体的な保守作業による乗り心地改善効果の検証を行い、本手法の一般化を図ることが挙げられる。

参考文献

- 1) 鈴木浩明、白戸宏明、中川千鶴：低周波振動が車両酔いに及ぼす影響、鉄道総研報告、Vol.18, 2004.2
- 2) 石上寛、山中雅司、岡仲晃：振子列車の乗り心地を考慮した線形管理に関する検討、第11回鉄道技術連合シンポジウム (J-Rail2004), pp.175-178, 2004.12.