

アクティブ制御状態での徐行速度向上に向けた列車動揺特性の評価について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○久保田光彦
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 佐竹 宣章

1. はじめに

大規模地震時等の徐行解除については、列車動揺による速度向上判定目標値が定められている。ここで用いる列車動揺の測定値は、アクティブサスペンションが動作しない状態での測定を前提としている。これにはその都度アクティブ切を手配する必要があり操作誤りや時間を要すこと、また、アクティブ切の状態でお客さまに乗りいただきながらの速度向上が必要になるなど、ヒューマンエラーやサービス低下が懸念されている。以上から、本件名ではアクティブサスペンション動作状態での動揺加速度による速度向上判定が可否について営業車動揺加速度データをもとに基礎検討をおこなった。

2. 現在の速度向上判定について

当社の現状の速度向上の判定表の一部を図-1 に示している。地震や軌道変位の著大値発生に伴う徐行が発生した場合、可搬式の動揺計を使用し、営業列車等のアクティブサスペンションを切状態にしたうえで、先頭車両で動揺測定を行い、速度向上が可能かを判定している。徐行時の速度向上判定を行う際は、測定位置が「先頭車」、測定環境としては「アクティブ切」という状態のもと速度向上判定を行う必要があることから、測定位置やアクティブ動作にとらわれない判定値の提案が可能かも含め、動揺値の評価を行うこととした。

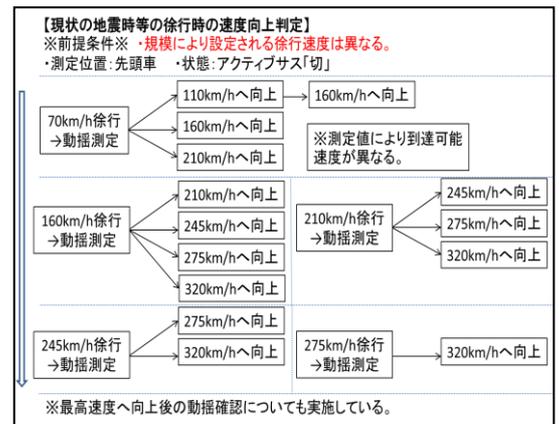


図-1 現行の速度向上判定表

3. 列車動揺特性の分析

3.1 対象条件

(1) 列車速度：各編成アクティブサスペンション動作速度域 (E2, E7: 200km/h 以上、E5: 100km/h 以上)

(2) 対象車両：アクティブを搭載し、新幹線各線区を最高速度で走行する以下の編成を対象とした。

E2系 (J編成)、E5系 (U編成)、E7系 (F編成) : 図-2

(3) 分析対象データ：上下および左右動揺加速度データ (アクティブ動作時、非動作時データ)

車両	編成	アクティブサスペンション種別	セミアク	フルアク
E2系	8or10両	1号車	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E3系	6両or7両	1号車	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E5系	10両	1号車	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E6系	7両	1号車	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E7系	12両	1号車	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

図-2 JR 東日本のアクティブ搭載車両

3.2 動揺データの測定および分析処理内容

(1) 動揺加速度測定

動揺データは、常設タイプ (自動動揺計) と可搬タイプ (手動揺計) のデータを使用することとし、事前に両データの整合性の確認をおこなった。

(2) データ処理

測定した動揺加速度データについて Labocs を用いて変換処理を行った。また、LPF (6m) 処理を行い、各種統計値およびパワースペクトルを算出した。

キーワード 動揺加速度、アクティブサスペンション、速度向上判定

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本 テクニカルセンター TEL 048-651-3442

3.3 常設式と可搬式の差異比較

同位置で測定された手動揺計(赤)と自動揺計(黒)の間には大きな差異は認められなかった(図-3)。また、前頭部と最後部の比較では最後部データが僅かに大きくなっている傾向がみてとれた。図-4にパワースペクトル解析結果を示している。左が左右動揺、右が上下動揺である。左右動揺では10m未満の短い波長域の部分で自動揺計と手動揺計での違いが見られた。また、上下動揺では10m付近のスペクトルで手動揺計が若干大きくなっている。しかし、測定方法が異なってもほぼ同等な測定ができていると考えた。

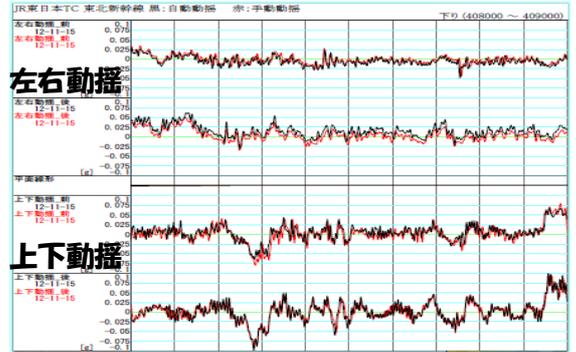


図-3 動揺計による差異比較 (チャート)

3.4 車種別のアクティブ動作別の差異比較

弊社が所有する各線区最高速度列車について車種別に同区間を同等速度で走行した動揺加速度データを収集し、比較検証を行なった。図-5にE5とE7の車種別比較(パワースペクトル解析結果)を示している。これより、上下動揺加速度においては、各編成ともパワースペクトルで大きな差異はないが、左右においては、各編成で動揺軽減効果がみられた。E7については、動揺を測定する先頭車両でアクティブ種別が異なるが、その状況が解析結果からも確認できた。この結果をもとに、各編成において速度域別に動作、非動作時の比較検証を行なうこととした。

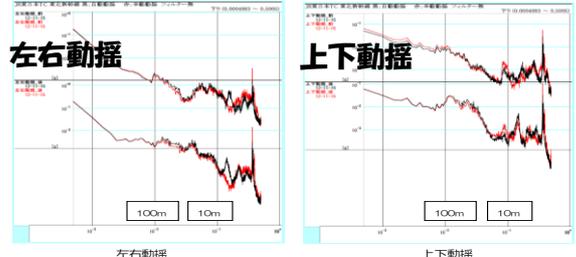


図-4 動揺計による差異比較 (PSD 分析)

(1) E5系車両分析結果

図-6にE5系車両の速度域別の比較結果を示している。分析条件として、動揺値標準偏差(50m ロッド)を用いた。縦軸が動作状態、横軸が非動作状態である。E5系は、210、240、320 km/h の速度域について分析を行った。全体的にアクティブ制御により左右において動揺軽減効果がみてとれる。しかし、高速域の240km/h、320km/h域でよりばらつきが大きくなるのが分かった。原因については、調査したが不明であるが、車体要因または左右方向を制御するアクティブの影響が出ている可能性が推測された。

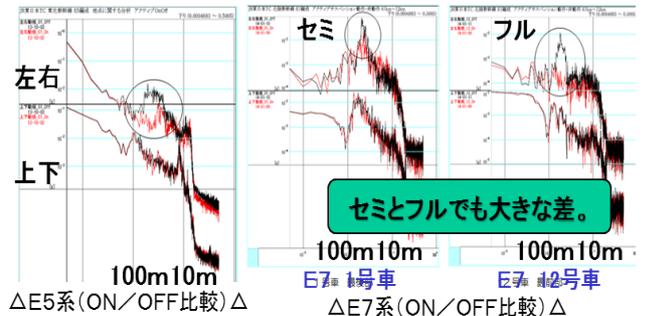


図-5 車種別のアクティブ差異比較 (PSD 分析)

(2) E7系車両分析結果

図-7にE7系車両の速度域別の比較結果を示している。E7系は、210、240、260 km/h の速度域について分析を行った。E7系についても全体的にアクティブ制御により左右において動揺軽減効果がみてとれる。走行区間が異なることから一概には判断できないが、E5とは異なり高速域においても高い相関が確認できた。

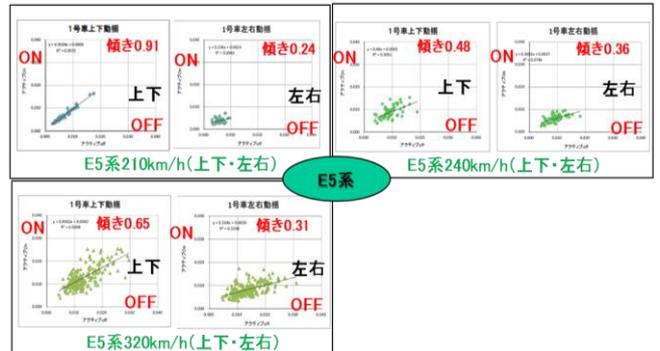


図-6 E5系車両速度別比較

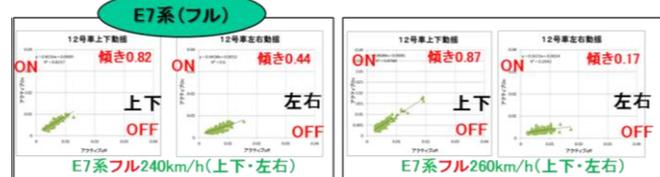


図-7 E7系車両速度別比較 (フル制御)

4. まとめ

解析結果から、上下については、影響が小さく、左右については、機械的に動揺を軽減させている仕組みから近似式を算出するような結果は得られなかった。また、車種別比較から車種や搭載条件により動揺特性が大きく変わる事が判明した。以上から、一律での速度向上判定値及び判定式の提案は現段階では不可と判断した。今後は、アクティブによる影響を受けない別の方法による速度向上判定が可能かの検討を進めていきたい。