

山陽新幹線における列車動揺管理値の見直しについて

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○中元 慎太郎

西日本旅客鉄道株式会社 非会員 平山 智博

1. はじめに

山陽新幹線における列車動揺を活用する運転取扱いルールは、主に以下の3点である。

- ・ 列車動揺値による運転規制
- ・ 地震発生後の速度向上判断
- ・ 動揺感知通告を受けた場合の速度向上等の判断

列車動揺管理値は、徐行判定や速度規制にかかわることから、運転取扱い上における重要な管理値であるといえる。しかし、従来の列車動揺管理値は、近年における車両運用の変更が反映されておらず、現在の運用形態に適応したものに見直す必要性があった。

そこで、前記の背景から、車両編成ごとに列車の動揺特性を再調査し、現行の運用形態に適応した列車動揺管理値の再設定を行ったので、これを報告する。

2. これまでの列車動揺管理値

従来の列車動揺管理値を表1に示す。これらは過去の知見から、上下動揺はセミアクティブサスペンション(以下、セミアクとする)を開放させた500系後尾車両が、左右動揺は300系後尾車両が最も揺れることを前提とし、各編成間ならびに先頭車両および後尾車両の動揺特性を踏まえて定めたものである。

表1 従来の列車動揺管理値(第一限界値, 抜粋)

動揺 種別	測定値(g)				
	500系 (セミアク開放)	500系 700系 N700系 (セミアク作動)	N700系 (セミアク開放)	923系 300系	100系
上下動	0.33以上	0.21以上	0.25以上	0.27以上	0.45以上
左右動	0.30以上	0.16以上	0.21以上	0.22以上	0.35以上

一方、近年の列車運用の変更により、これまで列車動揺管理値の前提条件としていた500系(セミアク開放)及び300系が運用停止となり、現行の運用形態と整合しなくなった。

3. 列車動揺管理値見直しのための検証

(1) 各編成における動揺特性の再調査

現在運用中の各編成の先頭車両および後尾車両について、列車動揺測定を実施し、動揺波形および動揺実効値の特性について再調査した。

① 動揺波形

上下動揺波形の比較を図1に示す。これらは、山陽新幹線の明かり500mの区間で、速度270～300km/hで走行した際の後尾車両における上下動揺波形である。これらより、セミアクの作動/開放および編成別に関わらず、波形の位相ならびに振幅の整合性が確認できた。

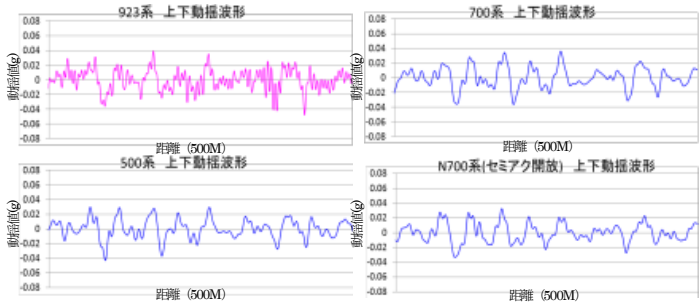


図1 上下動揺波形の比較

左右動揺波形の比較を図2に示す。これらは、前記の上下動揺波形と同じ区間および条件のものである。これらより、上下動揺波形より整合性は低いものの、セミアクの作動/開放および編成別に関わらず、一定の波形の位相ならびに振幅の整合性が確認できた。

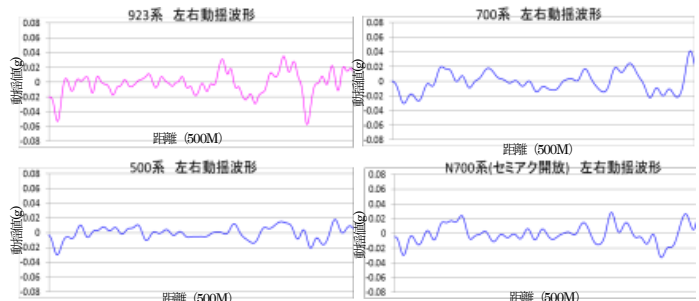


図2 左右動揺波形の比較

② 動揺実効値

列車動揺管理値の見直しに用いる目的から、各編成間の列車動揺波形の全振幅値について比較し、それぞれの相関性を分析した。なお、これまでに取得した動揺波形データから、923系(電気・軌道総合試験車)が最も揺れの大きい編成であると推定できたこと、列車動揺は先頭車両よりも後尾車両の方が大きいこと、以上が確認できたことから、923系の後尾車両を基準として各編成間の最高速度における動揺実効値の比較分析を行った。

図3に、代表例として923系と500系の比較結果を示す。これらの分析結果から、セミアク作動/開放の別に、それぞれで一定の相関性があることが確認できた。

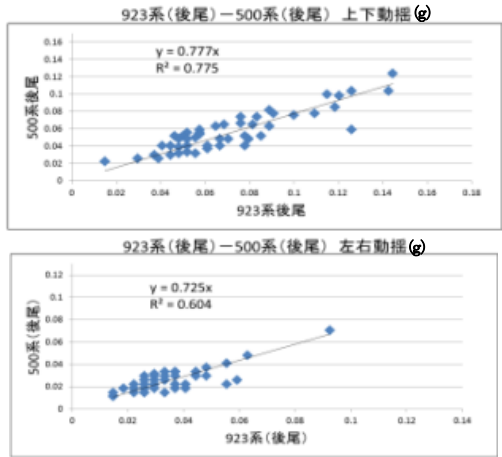


図3 動揺実効値の比較(923系、500系抜粋)

なお、比較に用いる動揺実効値は、トンネルおよび明かりの両区間から抽出している。トンネル区間では、風圧等による左右動揺への影響が考えられたが、トンネルと明かりの別で換算率を算出し比較したところ、今回の検証においては大きな差異が生じなかった。これは、整合性の高い波形同士での比較による動揺実効値の抽出を行っていることから、比較対象が軌道要因によるものに限定されているためであると考えられる。

(2) 各編成の動揺実効値の相関関係

923系の後尾車両における動揺実効値と各編成の動揺実効値の換算率を表2に示す。これより、上下動揺ならびに左右動揺ともに、全ての編成において換算率が1を下回っていることから、最も揺れの大きい編成は923系の後尾車両であると特定できる。

表2 各編成の動揺実効値(後尾車両)の換算率

編成		500系	700系	N700系
最高速度		285km/h	285km/h	300km/h
セミアク		作動	作動	開放
923系(後尾)を1とした場合	上下動揺	0.78	0.78	0.96
	左右動揺	0.73	0.72	0.97

列車動揺測定は先頭車両において実施される。したがって、923系の後尾車両を基準とし、過去の知見も活用して各編成の先頭車両における動揺実効値の換算率を求めた。その結果を表3に示す。

表3 各編成の動揺実効値(先頭車両)の換算率

編成		923系	500系	700系	N700系	
最高速度		270km/h	285km/h	285km/h	300km/h	
セミアク		開放	作動	作動	作動	開放
923系(後尾)を1とした場合	上下動揺	0.73	0.64	0.63	0.61	0.69
	左右動揺	0.88	0.62	0.66	0.67	0.87

4. 検証結果を踏まえた列車動揺管理値の見直し

前記の検証結果を踏まえ、923系の後尾車両における列車動揺管理値を限界値¹⁾として、各編成の換算率から列車動揺管理値を設定した。

なお、設定に際しては、運用時に煩雑な取り扱いとな

らないよう配慮し、結果的に表4に示すとおりセミアク作動／開放の別で列車動揺管理値を設定した。

表4 今後の列車動揺管理値

管理 限界	動揺 種別	測定値(g)	
		500系 700系 N700系(セミアク作動)	N700系(セミアク開放) 923系
第1 限界	上下動	0.27以上	0.31以上
	左右動	0.21以上	0.30以上
第2 限界	上下動	0.21～0.26	0.24～0.30
	左右動	0.18～0.20	0.24～0.29
第3 限界	上下動	0.15～0.20	0.17～0.23
	左右動	0.12～0.17	0.17～0.23

今回の見直しにより、列車動揺管理値は従来の値(表1)に比べ、全体的に大きな値を採ることとなる。これは、今回の見直しにおいて適用した各編成のうち最も揺れの大きい編成が、従来の同様の編成と比較して相対的に揺れにくいものであることに起因するものであり、妥当な結果であるといえる。

5. 速度向上時における判定動揺値の見直し

地震発生後あるいは動揺感知通告を受けた場合は、動揺測定結果から速度向上を判断することとしている。今回の列車動揺管理値の見直しに伴い、このときに用いる各徐行速度の判定動揺値も見直しを行った。

動揺値は速度の2乗に比例することが認められていることから、各編成の最高速度における換算率より速度と動揺値の関係を求め、これから判定動揺値を決定した。上下動揺の場合を例にとると図4に示すとおりである。

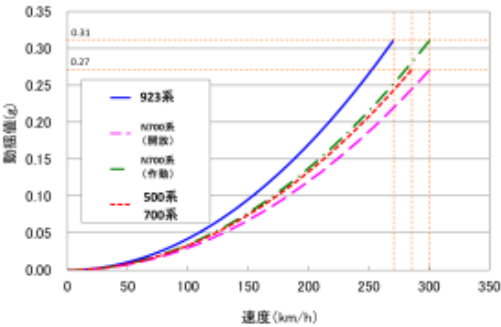


図4 各徐行速度での動揺の運転規制値(上下動揺)

6. おわりに

今回、現行の編成運用形態に適応した管理値を設定することを目的に、各車両の動揺特性を再調査し、得られた各編成の動揺実行値の相関関係から新たな管理値を設定した。これにより、より適正な徐行判定や速度規制が行えるようになったといえる。

(参考文献)

1) 松原健太郎：新幹線の軌道 改訂・追補版，(社)日本鉄道施設協会，1972.07.