

IV-319 20m弦正矢による在来線の長波長軌道狂い 管理

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 高井 秀之
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 蔭山 朝昭

1. はじめに

在来線の最高速度は、昭和43年10月の120km/h運転開始以来20年間に渡って同じであったが、平成元年3月のダイヤ改正で、一部区間ではあるが、ついに130km/h運転が実現した。さらに160km/h運転も計画されている。一方、軌道狂いの許容誤差ともいえる軌道整備基準は、昭和47年制定の軌道整備基準値がJR移行後も「軌道整備心得」として用いられているが、このような在来線の高速化に対して十分に機能しているとは言えない面がある。そこで、軌道狂いと車両動揺の関係を実際のデータに基づいて解析し、十分な乗心地を確保するための軌道整備基準について検討した。

2. 軌道狂いと車両動揺の関係解析

2. 1 解析に用いた軌道狂いおよび車両動揺データ

軌道狂いは、平成元年7月27日の高速軌道検測車(マヤ車)の検測記録を用いた。車両動揺は、651系特急電車の最前部台車床上の上下・左右振動加速度を測定した。その際、速度発電機の出力(車輪の回転に応じたパルス)同時に収録し、振動加速度測定値を距離送りに変換して軌道狂いとの対応をとった。

2. 2 軌道通り狂いのパワースペクトル密度

軌道通り狂いのパワースペクトル密度を図1に示す。波長が長いほどパワー(振幅の2乗)が大きいという一般的な傾向が現われている。

2. 3 車両左右動揺のパワースペクトル密度

車両左右動揺のパワースペクトル密度を図2に示す。左右動揺は1.1Hz(速度130km/hで波長33m相当)付近のパワーが卓越しており、この振動数で加振されると動揺が大きくなる。

2. 4 軌道通り狂いと車両左右動揺のコヒーレンス

図3に軌道通り狂いと車両左右動揺のコヒーレンスを示す。コヒーレンスは入力である軌道狂い波形と、出力である車両動揺波形の関連度を表す指標である。波長約20m以下で低い数値を示しているが、これは波長約20m以下の小さな軌道通り狂いは左右動揺との関連が小さいことを示している。

2. 5 軌道通り狂いと車両左右動揺の周波数応答

軌道通り狂いと車両左右動揺の周波数応答を図4に示す。変動が大きいのが、波長20~30mに高原状のピークがあり、周波数応答は0.02~0.03である。これは通り狂い1mm当りの左右動揺が0.02~0.03gであることを示している。

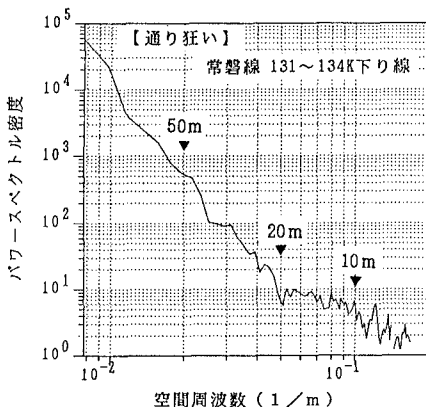


図1 軌道通り狂いのパワースペクトル密度

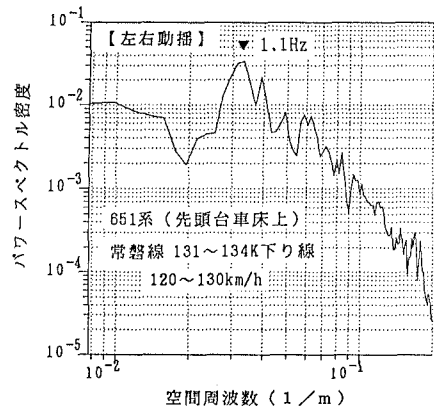


図2 車両左右動揺のパワースペクトル密度

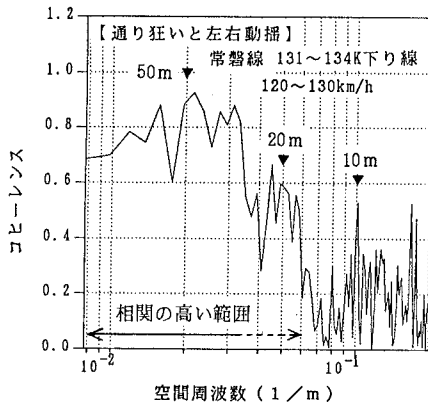


図3 軌道通り狂いと車両左右動揺のコヒーレンス

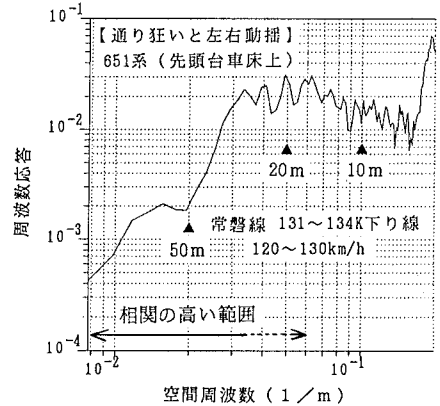


図4 軌道通り狂いと車両左右動揺の周波数応答

3. 高速化に対応した軌道狂い管理

3.1 長波長軌道狂い管理指標

高速鉄道の車両動揺には波長15~40mの長波長軌道狂いが大きく影響していることがわかった。このような長波長軌道狂いを管理するには10m弦正矢軌道狂いでは十分でなく、総合的にみて10m弦正矢から簡単に計算でき、左右動揺の周波数特性と似ていることから、20m弦正矢軌道狂いが適当である。より高速を考慮して25m弦、30m弦とすることも考えられるが、弦長をあまり長くすると車両動揺には影響の少ない極長波長域まで検出されるので、車両動揺の相関が小さくなると推定される。従来から用いられている10m弦正矢は走行安全性に影響の大きい波長10m程度の軌道狂い管理に適しているの、その重要性には変わらない。

3.2 20m弦正矢軌道狂いによる整備目標値（案）

以上の検討と20m弦正矢の検出特性を考慮すると、左右動揺全振幅0.20gには20m弦通り狂い10mmが対応する。なお、同様の検討によると上下動揺全振幅0.25gには20m弦高低狂い10mmが対応する。

4. 東北本線651系特急電車高速走行試験

JR東日本では、平成2年1月に東北本線小山~雀宮間で651特急電車による高速走行試験を実施した。その際、高速域での軌道管理のための資料を得るため、軌道に5種類の模擬波形を設定した。軌道検測結果および140km/h走行時の車両左右動揺を図5に示す。波長の長い軌道狂いは従来の10m弦正矢では把握が困難であること、このような長波長通り狂いによって大きな左右動揺が生じていることがわかる。試験結果は現在解析中であるが、今後の軌道管理のために極めて重要な資料となると考えられる。

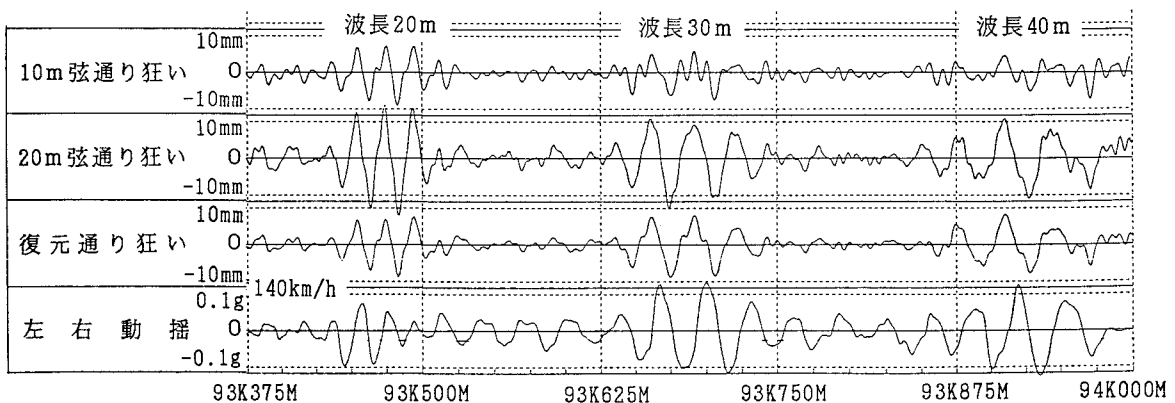


図5 軌道検測結果および車両左右動揺測定結果