

### 東北新幹線の速度向上による軌道への影響について

JR 東日本テクニカルセンター 正会員 ○久保田光彦  
 JR 東日本テクニカルセンター 正会員 佐竹 宣章  
 JR 東日本横浜支社設備部保線課 正会員 瀬谷 誠

#### 1. 目的

東北新幹線は、宇都宮～盛岡間において2011年3月に300km/h、2013年3月に320km/hでの営業運転が開始された。1997年3月の秋田新幹線開業に合わせて東北新幹線は、240km/hから275km/hへの速度向上が図られた際には、動揺目標値等が増加(図-1)し、40m弦管理を強化してきた。速度の向上は軌道材料等に発生する応力を増加させ、軌道変位進み等に影響を与えると考えられる。本研究では、軌道検測車による測定データをもとに速度向上による軌道への影響を分析した。

#### 2. 分析対象と分析結果

##### 2.1 対象とした軌道変位データ

【対象】東北新幹線下線 宇都宮～仙台間 軌道検測車 (East-i)

【期間】2009年10月～2013年12月

分析は表-1に示すとおり、区間と地点に区分した。曲線については、代表的な曲線として半径 R=4,000m と半径 R=10,000m を対象とした。地点については分岐器、伸縮継目、スラブ・バラスト(砕石)境界部とし、さらに直線と曲線で分類した。

##### 2.2 分析方法

当社の所有する軌道検測車 (East-i) データについて Labocs 処理を行い、10m 弦変位(高低、通り)および40m 弦変位(高低、通り)を算出し、軌道構造毎に平均値、最大値、標準偏差に整理した。また、40m 弦変位についてパワースペクトル解析を実施した。

##### 2.3 分析結果

###### (1) 区間に着目した分析

図-2 に 40m弦軌道変位データの標準偏差(直線(上図)曲線(下図))を示す。比較データは、300km/h 及び 320km/h 高速走行前後の測定データで下記のようにした。

- ①275km/h : 2009年10月、2011年03月
- ②300km/h : 2013年3月
- ③320km/h : 2013年12月

これより、直線区間の通り変位にて320km/h 運転開始後に値が上昇傾向にあることが分かった。曲線区間については速度向上後に顕著に悪化しているような傾向はみられなかった。参考として、図-3 に直線区間の

キーワード 速度向上, 軌道変位, パワースペクトル

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR東日本研究開発センター TEL 048-651-2389

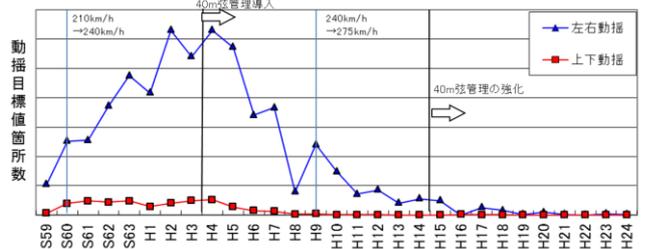


図-1 動揺目標値と40m弦管理

表-1 対象とした分析項目と区分

スラブ		バラスト		分析区分
一般	直線	一般	直線	
	曲線 R=4,000		曲線 R=4,000	
	曲線 R=10,000		曲線 R=10,000	
分岐器	分岐器		地点	
伸縮継目	直線	伸縮継目		直線
	曲線			曲線
スラブ・バラスト境界		スラブ・バラスト境界		曲線

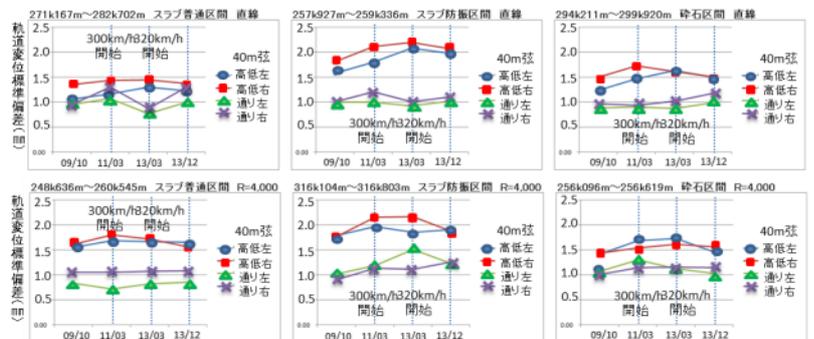


図-1 軌道変位標準偏差の速度向上前後の変化

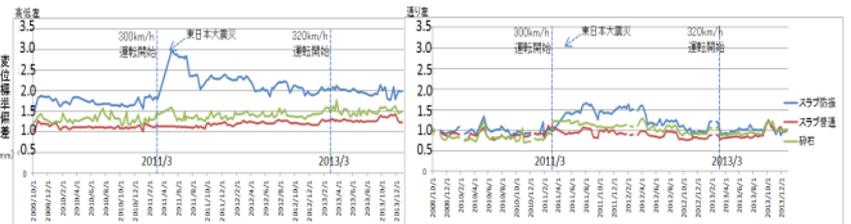


図-2 直線区間の軌道変位標準偏差の推移

軌道変位標準偏差の推移を示す。高低、通りともに 300km/h へ速度向上した直後に発生した東日本大震災の影響を受け、急激に数値が上昇している箇所がみられるが、全体として速度向上後に軌道変位進みが顕著に早くなる傾向は確認できなかった。これは曲線区間においても同様の結果であった。

図-4 に曲線区間（バラスト）の通り変位のパースペクトル解析結果を示す。横軸は空間周波数（1/m）である。これより、40m 弦通り変位において高速化により長波長領域の波長帯がより長波長側に移行するような傾向があることが分かった。左レールの結果をみると 275km/h 走行時は 43m 付近にピークが存在していたが、300km/h 化後には 64m 付近、320km/h 化後には 85m 付近へ移行している。図-5 に同一地点の軌道変位チャートを示している。これより、チャートからも波長が変化していることを確認できた。当該区間に波長に影響を与えるような軌道整備は入っていない。同様の解析を直線区間（バラスト）についても実施した結果、波長帯のピークが長波長域側に移行している傾向を確認することができた。今回の結果からは、高低変位や他の構造の箇所については顕著な影響を確認することができなかった。

図-6 に各弦長の正矢法での検測倍率を示す。JR 東日本では、乗り心地管理として 40m 弦変位での管理を実施しているが、今回傾向がみられた 80m 程度の波長域は 40m 弦では倍率が 1.0 以上あり、現行の管理で十分捕捉できていると考えられる。

(2) 地点(軌道構造)に着目した分析

伸縮継目、分岐器、スラブバラスト境界部について着目し、10m 弦変位の標準偏差で速度向上前後の変化の分析を行った。図-7 にスラブバラスト境界部付近（バラスト側）の 10m 弦高低変位の標準偏差の推移を示す。これより、定期的に軌道整備が入っているが、速度向上後において軌道変位進みが大きくなる傾向にあることが分かった。（当該箇所：① 0.008mm/日、② 0.023mm/日）しかし、軌道整備時の補修方法による差異の影響も考えられるため、一概には速度向上の影響とは断定できない。さらに、軌道整備の実績のない箇所においては速度向上の前後で軌道変位進み量に変化が見られない箇所も存在しており、今後も継続して変位進みを監視する必要がある。

3. まとめ

軌道変位のパースペクトル解析をした結果、通り変位において軌道変位のピーク波長帯がより長い波長域に移行する傾向にあることが確認された。今回確認された長波長域の通り変位については、現行の 40m 弦変位の管理で十分に捕捉できると考えられる。今後、整備前後の軌道変位の分析を進め、整備方法との関係についても整理を実施する。東北新幹線は 2014 年 3 月のダイヤ改正により、高速走行が可能な E5 系、E6 系車両が追加投入され、E5・E6 連結車両での 320km/h 走行が開始され、320km/h で走行する列車本数が大幅に増加した。これより、今後影響が出る項目があると考えられる。継続して調査・分析を進めていきたい。

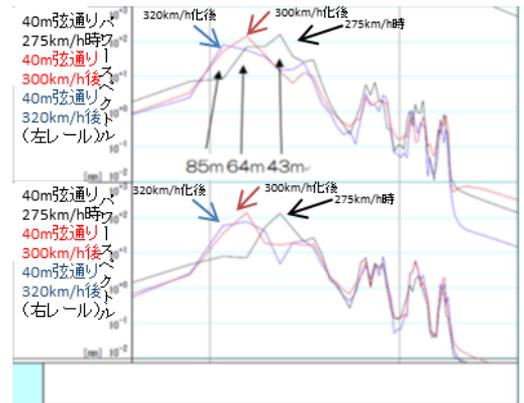


図-4 曲線（砕石）の軌道変位の PWS

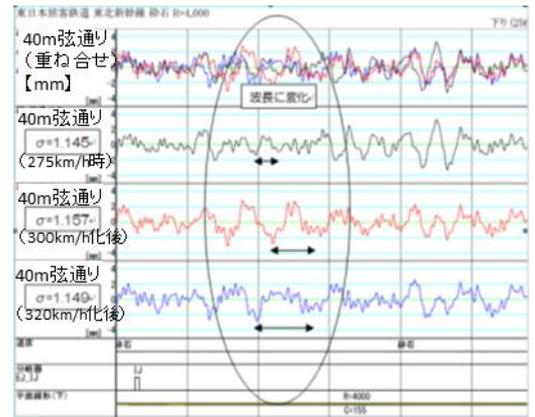


図-5 曲線（砕石）の軌道変位チャート

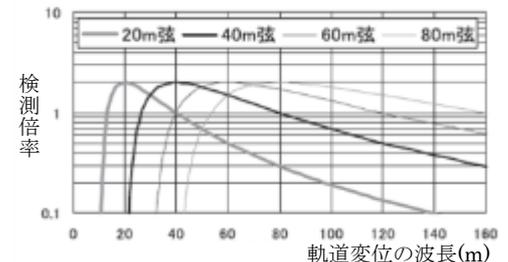


図-6 各弦長での軌道変位の検測倍率



図-7 スラブバラスト境界部(バラスト)の軌道変位チャート