

## 新幹線における営業列車への慣性正矢軌道検測装置の搭載

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○片岡 慶太

### 1. はじめに

現在、JR 東日本における新幹線の軌道検測は、電気・軌道総合検測車 (East-i) により実施しているが (写真-1)、営業列車に慣性正矢軌道検測装置を設置し、営業列車での軌道検測も実施可能な体制とした。本稿では、慣性正矢軌道検測装置の導入と運用についての概要を紹介する。

### 2. 従来の軌道検測体制と課題

East-i は6両編成であり、軌道検測は3号車でを行っている。East-i は4回/月の頻度で、東北、上越、北陸新幹線それぞれの軌道検測をしているが、East-i の軌道検測装置の定期検査時でも軌道検測を実施できるように、軌道検測用の予備車両として13号車を保有し、3号車と13号車を入れ替えることにより年間運用をしていた。また、East-i の全般検査 (1回/5年程度) の期間中は、East-i が約2ヶ月間使用できないため、13号車をE2系 (N21編成) に組み込んで軌道検測を実施していた (写真-2)。

East-i は仙台の車両センターを基地としているが、2011年に東日本大震災 (写真-3) が発生した際には、車両センターの被害が大きく East-i を車両センターから動かすことができなかった。そのため、被災地の軌道検測を East-i で実施できないことに加え、被災地以外の上越、北陸新幹線の軌道検測も当面の間、実施することができなかった。軌道検測を実施できる車両が1編成しかない場合、大規模地震が発生した際に軌道検測できないエリアが大きくなるという課題があった。



写真-1 電気・軌道総合検測車 (East-i)

写真-2 N21編成による軌道検測

写真-3 東日本大震災による被害状況

### 3. 慣性正矢軌道検測装置導入の経緯

East-i は2002年から運用されていたが、検測装置の老朽取替の時期を迎えたため、検測体制を見直し、新型検測装置を導入した。検測体制の見直しにあたっては、大規模地震が発生した際に検測不能となるリスクを低減することを主目的とした。また、2014年度にN21編成が廃車となることが決まっていたため、East-i の全般検査時の検測体制を考慮する必要があった。

そこで、N21編成の代用となる車両を準備するのではなく、大規模地震発生時や East-i の全般検査時においても、営業列車を活用して軌道検測を実施できる検測体制とするために、営業列車に軌道検測装置を搭載することとした。軌道検測装置としては、既に九州新幹線において実績のある慣性正矢軌道検測装置を選定した。

最終的に、East-i 3号車については2013年度に検測装置の老朽取替を行ったうえで、2014年度のN21編成の廃車と同時に East-i 13号車を廃車とし、同年度に慣性正矢軌道検測装置を営業列車2編成に設置した。

### 4. 慣性正矢軌道検測装置

East-i は偏心矢方式により軌道検測を行っている (図-1)。偏心矢方式の場合、少なくとも3点でのレール変位を測定する機器が必要となるため、機器の設置のためのスペースを多く必要とする。

キーワード East-i, 慣性正矢軌道検測装置, 営業列車, 東日本大震災, 牽引式軌道検測装置

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 JR東日本 設備部 新幹線技術基準G TEL03-5334-1244

East-i では4箇所(4軸)に測定機器が設置されており、測定方向によって使用する軸を1,2,3軸と1,3,4軸に使い分けている。慣性正矢軌道検測装置の場合、機器の設置箇所を1箇所とすることができるため、床下機器が多く設置されており、空きスペースの少ない営業列車にも比較的設置しやすいという利点がある。今回は、台車装架型と比較して台車の改造が不要であり、振動条件が有利である、車体装架型を選択した(図-2)。

慣性正矢軌道検測装置とは、加速度を2回積分して変位を求める原理をベースにしたものである。検測装置内には加速度計が設置されており、加速度計により得られた振動加速度を2回積分することにより変位量を計算することができる。ただし、この変位量は①検測装置の変位量(=車体の変位量)であり、レールの変位量とは異なる。検測装置内には加速度計の他に、レーザ変位計が左右レールそれぞれに対して設置されており、②検測装置とレールとの相対変位を測定している。即ち、「①検測装置の変位量」と「②検測装置とレールの相対変位」との差を計算することによってレールの変位量を求めることができる(図-3)。車両の低速走行時には振動加速度の絶対値も小さくなるが、慣性正矢軌道検測装置の基本原理として振動加速度の2回積分により変位量を計算していることから、車両の低速走行時に検測誤差が大きくなるという弱点がある。対策として、新幹線では前頭部車両と最後部車両にそれぞれ慣性正矢軌道検測装置を設置し、車両の発車時と停車時においては高速で走行(測定)した方の装置のデータを使用することができるようにした。

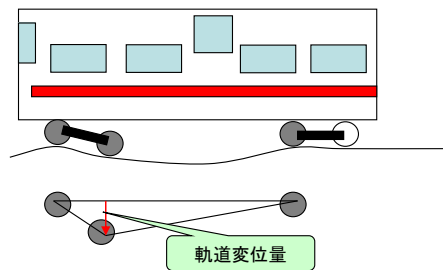


図-1 偏心矢方式による軌道検測

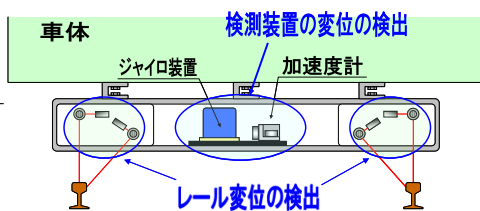


図-2 慣性正矢軌道検測装置

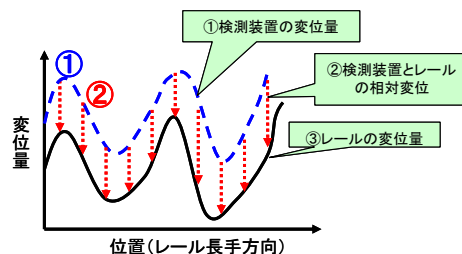


図-3 慣性正矢軌道検測装置

5. 慣性正矢軌道検測装置の搭載

表-1 に慣性正矢軌道検測装置の搭載車両と運用案を示す。東北、北陸新幹線についてはそれぞれ E5 系、E7 系車両により、営業列車として運用中に測定を実施し、上越新幹線については E7 系車両を回送列車として運用することにより測定する予定である。なお、E5 系車両は 50Hz の電源周波数にしか対応していないので北陸新幹線での測定は不可能である。写真-4 は慣性正矢軌道検測装置の検測ユニットである。検測ユニットの重量は約 340kg であり、寸法は、高さ 605mm×レール長手方向の幅 270mm×マクラギ方向の幅 2,400mm となっている。検測ユニットとは別に制御ユニットが必要であり、E5 系車両には運転室内、E7 系車両には床下に制御ユニットを設置している(写真-5)。E7 系の制御ユニットは床下に設置しているため、検測ユニットと同様に強固な構造としており、重量は約 400kg であり、寸法は、高さ 484mm×レール長手方向の幅 600mm×マクラギ方向の幅 1,400mm となっている。

表-1 慣性正矢軌道検測装置の運用

車両	編成	測定 区間	測定列車
E5 系 (U28 編成)	10 両	東北	営業列車
E7 系 (F10 編成)	12 両	北陸	営業列車
		上越	回送列車



写真-4 検測ユニット



写真-5 制御ユニット

6. さいごに

東日本大震災のような大規模地震が発生した際の軌道検測体制の一環として既に、保守用車で牽引して軌道検測を実施できる牽引式軌道検測装置(アイスター)を配備しているが、これに慣性正矢軌道検測装置(E5系、E7系)が加わることにより、大規模地震発生時の軌道検測体制を強固にできるものと考えている。