

IV-176

各種軌道検測手法による軌道狂い値の相互関係についての実証的評価

○国 鉄 正会員 平田和敏
 東京大学 正会員 家田 仁
 小田急電鉄 正会員 抱山洋之

1. はじめに

軌道管理の中の重要なものの一つに軌道狂い管理がある。軌道狂いの状態を的確なる情報により常に把握し、不良な箇所等は機を逸することなく整備、改良することが求められている。

その情報となる軌道狂いの検査方法については、動的なものと静的なものに大きく区分され、前者については、国鉄在来線でのマヤ34、新幹線の電気軌道総合試験車（921-11）等の高速軌道検測車のほか比較的簡易な検測車としてマチサ社製PV-6、ブラッサー社製EM-20などの外国製検測車や東急電鉄で開発されたものなどがあげられる。これらの検測では10mの長さの測定弦を用いるのが一般的であるが特にPV-6の場合には、6.5mの弦を用いている。

以上のように検測手法としては動的、静的、測定弦長の相違等により種々存在するが、従来検測手法相違による軌道狂い値間の相互関係についてはあまり扱われてはいなかった。そこで本研究においてはマヤ車と小田急電鉄におけるPV-6による軌道狂い値、それに静的狂い値（10m弦、6.5m弦）を加え相互に比較検討するものである。

2. 測定弦長による検出特性の相違

ある弦長による高低狂い測定は図-1に示すように両端部ACに対するB点の変位量を検測することにより得られ、この正矢法による検測値は図-2に示すような検測特性を有し、これは次式により得られる。

$$Y = 1 - \cos(2\pi \cdot A/X) + A/L (\cos(2\pi \cdot A/X) - \cos(2\pi \cdot B/X)) \quad (1)$$

$$Z = \sin(2\pi \cdot A/X) - A/L (\sin(2\pi \cdot A/X) + \sin(2\pi \cdot B/X)) \quad (2)$$

$$C = (Y^2 + Z^2)^{0.5} \quad (3)$$

また、6.5m測定弦においてはB点がACの中点より偏心することにより位相が生じ、それは次式により与えられる。

$$F = \tan^{-1}(Z/Y)/2\pi \quad (4)$$

X: 測定波長

C: 検測倍率

F: 位相

10m弦: A=5m, B=5m

6.5m弦: A=3m, B=3.5m

図-2 には10m弦と6.5mの検測倍率比を合わせて示した。

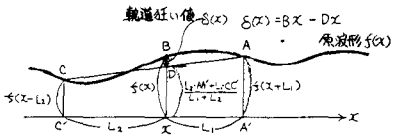
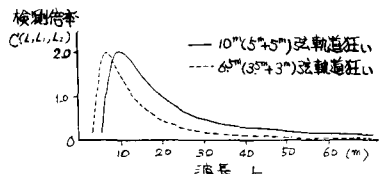
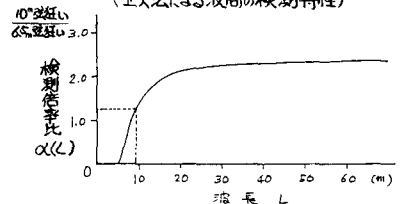


図-1 正矢法による軌道狂いの測定原理



(正矢法による高低の検測特性)



(正矢法による検測倍率比)

図-2 正矢法による軌道狂いの検測特性

3. 実証的評価

3-1 解析データ

データとしては60年7月に小田急電鉄に国鉄のマヤ34が入る機会を得たのでこれを利用し、同日の小田急電鉄PV-6による測定、手検測（マヤ車の測定弦長である10m弦使用とPV-6の高低狂い測定弦長の6.5m弦使用のもの）によるものを用いて高低狂いについて解析を行った。なお、当該箇所の軌道構造は50Nレール（ロングレール区間）、PCマクラギ41本/25m、砕石250mmである。

3-2 解析の手順

この種の解析においてはデータ相互間の位置の整合が絶対条件になってくるが、マヤ車、手検測については距離サンプリングであるのに対し、PV-6は時間サンプリングとなっており速度の変化に伴う歪みが生じてくる。当時PV-6には地点情報もないことから、ここでは水準、通りの波形より曲線の始終点を求め大まかな位置合わせをした後、個々の波形を追って整合化を計った。表-1に処理手順を示したが、3.0 m移動平均処理、3点平均処理、4者の位置合わせを行った結果、最終基本データとしての1 mサンプリングデータ数は745m分となり、これを用いて1.0 m最大最小値、2.0 m最大最小値を算出し、以降の回帰分析を行った。

3-3 解析結果

1) マヤ（1.0 m弦動的）とPV-6（6.5 m弦動的）

図-3を見てわかるとおり、両者は高い線形的相関を見せており1.0 m弦による高低狂いはPV-6による狂いの約1.2~1.3倍の値となっている。このことは、図-2から判断すると対象箇所の軌道狂いの波長が1.0 m前後となっていることを示している。

2) マヤ（1.0 m弦動的）と1.0 m弦手検測（静的）

図-4は、両者の関係を示したものであるが、今回測定の対象とした区間の軌道狂いの状態では、動的狂いと静的狂いとは、概ね、一致していることがわかる。このことは、筆者らが文献1)で提案した浮きマクラギモデルによる動的狂いと静的狂いの関係の解析結果とも矛盾しない。

3) PV-6（6.5 m弦動的）と6.5 m手検測（静的）

図表等は省略するが、2)と同様の結果となった。

4. 今後の課題

現在国鉄での軌道狂い検測が新幹線用921、マヤ34などの高性能の高速軌道検測車による測定を主体として行われている反面、民鉄では、軽易な検測車を使用した“身軽な”軌道管理を実現しており、列車の速度などの条件の違いがあるにしても、今後より合理的でかつ経済的なあるべき軌道管理体制を構築して行くためには、本研究で行ったような種々の検測方式による軌道狂いの相互の関係を把握しておくことが重要である。その様な意味で今後は、軌道狂い値の領域をさらに拡大して相互の関係を記述する理論の構築とその検証を図って行きたいと考えている。

参考文献

1) 家田 仁・平田和敏・抱山洋之：

異種測定方式による軌道狂い測定値の理論的相互関係、鉄道線路

34-6、昭和61年6月、日本鉄道施設協会

表-1 解析の手順

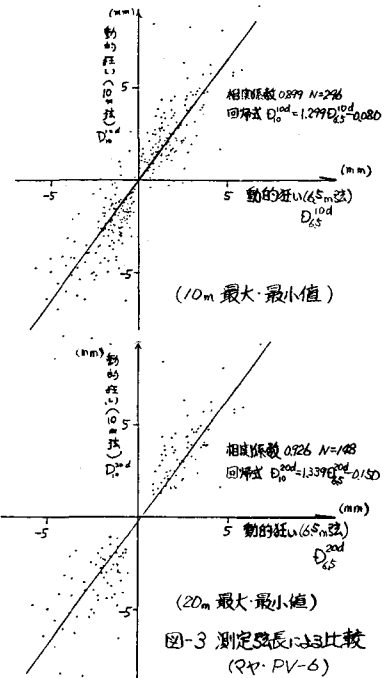
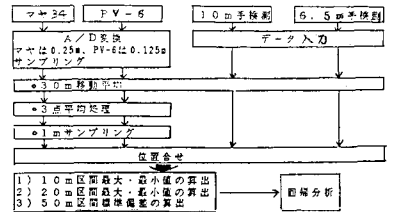


図-3 測定区長による比較 (マヤ・PV-6)

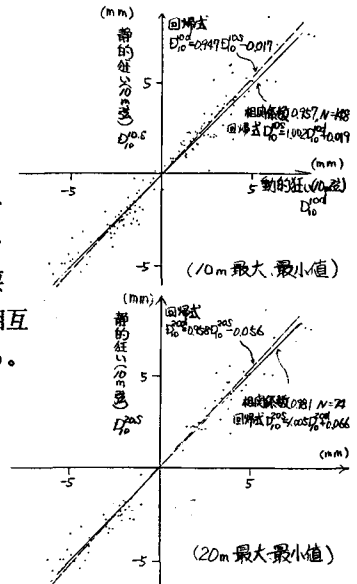


図-4 動的・静的狂いの比較 (1.0m弦)