

IV-290

復元波形を用いた曲線部の通り狂い整正に関する考察

鉄道総合技術研究所 正会員 奥村 陽一

鉄道総合技術研究所 正会員 吉村 彰芳

J R 東 日 本 正会員 穴見 徹広

1. はじめに

長波長軌道狂いの補修に有効な方法として、鉄道総研では復元波形を用いた軌道狂いの補修方法を提案してきた¹⁾。今回、J R 東日本において、この手法をマルチの軌道検測システムに適用して、曲線部の通り狂いを整正する「自動ライニングシステム」の実用化が試みられ良好な結果を得た²⁾。ここでは、このシステムを作成するに当たり曲線部の通り狂い整正の移動量算出時に行った検討ならびに総正矢量から見た施工結果の評価について述べる。

2. 曲線部の基本線形の波長特性

曲線部の通り狂い整正を行う場合、10m弦正矢法で測定した通り狂い波形に対し、基本線形と通り狂い成分の分離を事前に行っておく必要がある。通り狂いが全くない曲線での10m弦正矢波形は直線てい減の場合、台形状の波形になるが、基本線形に起因する成分の一般的性質を知るため、2種類の曲線の基本線形について、その10m弦正矢波形のフーリエスペクトルを求めて比較した（図1）。この図中の、半径400mのように急曲線でかつ曲線延長が短い場合、基本線形自体に波長50m以下の軌道狂いと同じ程度の波長成分がかなり含まれていることがわかる。従って、基本線形と軌道狂いの分離をローパスフィルタ処理で行う場合には、フィルタの波長域に注意する必要がある。

図2は図1のフーリエスペクトル中の2番目以下のピーク値の発生原因を見るため、曲線半径、緩和曲線、緩和曲線のてい減方法などのパラメータの変化によるスペクトルへの影響を調べたものであり、緩和曲線長、円曲線長によってこの部分の波長特性が変化していることがわかる。これらは曲線の基本線形成分として通り狂い整正後も必ず残さねばならない部分であり曲線諸元の影響を考慮した移動量の算出が必要となる。

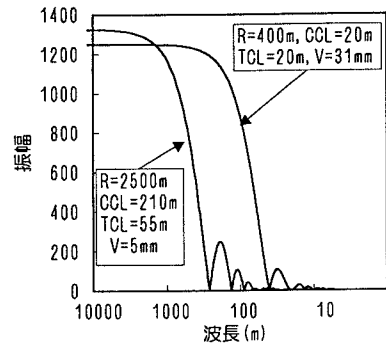


図1 基本線形の10m弦通り正矢のフーリエスペクトルの例

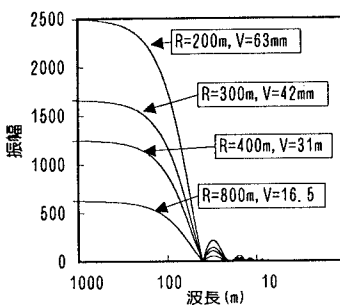
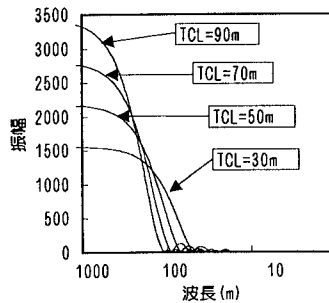
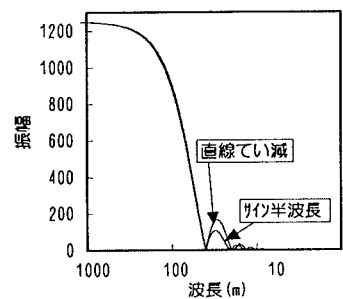
(1) 曲線半径別の違い
(CCL=20m, TCL=20m)(2) 緩和曲線長別の違い
(R=400m, CCL=20m, V=31mm)(3) てい減方法別の違い
(R=400m, CCL=20m, TCL=20m, V=31mm)

図2 基本線形の10m弦通り正矢の各条件別フーリエスペクトル

3. 軌道狂いと曲線基本線形の分離方法

上記のことを踏まえて、今回のシステムでは軌道狂いを分離する方法として以下の2通りを用いた³⁾。

- (1) 台形上の基本線形の離れから、復元波形を求めて、移動量とする方法。
- (2) 現状の軌道狂い状態より取り除きたい波長領域を考慮して作成したローパスフィルタより仮基本線形を求め、この基本線形の離れから復元波形を求めて、移動量とする方法

基本的には(1)による方法が望ましいが、求められる移動量の大小、前後線形との取り付けの問題を考えると、基本線形の崩れている箇所については(2)による方法で何度か軌道整備を実施した後、最終的に(1)による台帳上の基本線形に戻すほうが望ましいと考えられる。

4. 総正矢量から見た施工結果の評価

総正矢量 S は曲線全長の10m弦正矢の和を表し、図3において、以下の式で表すことができる。

$$S = \int_a^b x(\xi) d\xi$$

総正矢量は曲線始終点間の方向変化の差を示しており、施工前後で等しくなければならない⁴⁾。

図4は実際に通り整正を行った箇所の通り狂い波形と前項(2)による基本線形と、現在の台帳上諸元を示した。図に示した区間内の各総正矢量の計算結果を表1にまとめた。結果はローパスフィルタによる基本線形と施工前後波形の総正矢量はほぼ等しい。台帳上計画線形と施工前波形を比べると、総正矢量において約5%の違いがあり、台帳諸元に基づいて一度に移動させれば曲線前後区間を含めてかなりの移動量の伴うことが予想される。この点からもローパスフィルタを用いた基本線形による軌道補修方法は、現状の線形に即しながら目的の軌道狂い波長域を取り除く点においては優れていることがわかった。

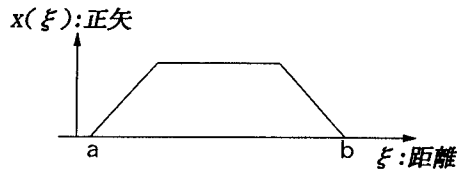


図3 曲線区間の10m弦正矢図

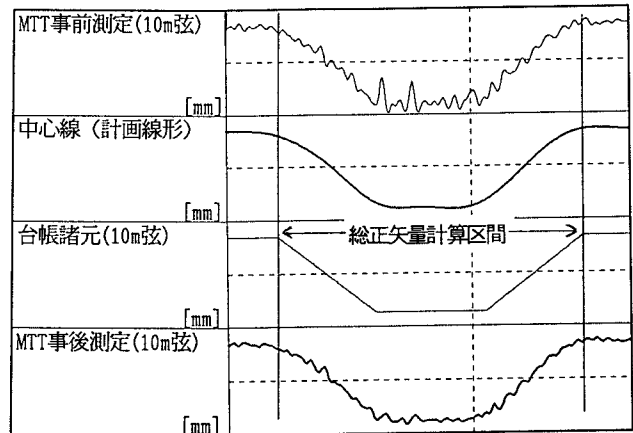


図4 施工箇所の総正矢量計算区間

- (1) 曲線部の通り狂い整正を行う場合、基本線形と通り狂いの分離時に、使用するローパスフィルタの波長域によっては曲線の基本線形成分まで取り除いてしまうことがあるので、注意が必要である。
- (2) 今回のシステムでは基本線形と通り狂いの分離の方法は基本線形を台帳とローパスフィルタのどちらかに基づいて作成できるようにした。また、ローパスフィルタによって基本線形を作る方法は、現状の線形に即しながら目的の軌道狂い波長域を取り除く点においては優れていることがわかった。

表1 総正矢量の比較

曲線諸元 R=400m, TGL=80m, CCL=90m	
	総正矢 (mm)
施行前総正矢	5039.2
施工後総正矢	4999.6
ローパスフィルタ計画線形	5032.3
台帳上の計画線形	5273

<参考文献>

- 1) 細川岳洋、吉村彰芳：復元波形を用いた軌道狂い補修の新しい方法、鉄道総研報告 vol18, N011, 1994. 11
- 2) 塙光雄、穴見徹広、奥村陽一：MTT自動ライニングシステムの開発、日本鉄道施設協会 1996. 5
- 3) 吉村彰芳、穴見徹広ほか：軌道狂いの復元波形を用いた軌道整備、日本鉄道施設協会 1996. 5
- 4) 神谷 進：鉄道曲線、交友社 1961