軌道狂い整正における復元波形の適用例

鉄道総合技術研究所 正会員 森髙 寛功 鉄道総合技術研究所 正会員 古川 敦 九州旅客鉄道株式会社 正会員 溝田 敏夫

<u>1.はじめに</u>

復元波形は、10m 弦正矢法の検測特性の周波数応答を打ち消す逆フィルタを、検測された軌道狂いに与えることにより、実軌道狂いを近似した波形である。復元波形を用いた軌道狂い整正は、列車の高速化に適応した軌道管理手法として、多くの報告がなされている 1)。本報告では、吉村らによって開発されたアルゴリズムである復元波形の最適化 2)による計算結果を、マルチプルタイタンパ(以下「マルタイ」)の外部入力装

置に入力して実軌道上に適用した例を示す。

2.試験概要

復元波形を用いた軌道狂い整正を行う場合、高速軌道検測車(以下「マヤ車」)データと現場との位置合わせが必要となる。これは、基準となる構造物からの軌道狂いをトラックマスターで測定し、その位相をマヤ車データと合わせることにより行った。復元フィルタの波長帯域は、10m 弦の検測特性、および、最高速度の列車の固有振動数に対応する波長を考慮して $\lambda=6\sim40(m)$ とした。図 1 に、施工区間の軌道狂い状態、計画線形および施工区間を示す。

<u>3.試験結果</u>

3.1 高低狂い整正結果

復元波形を用いた高低狂い整正は、最適化計算を左右レール別々に独立で行い、基準レールとする曲線内軌側レールの計算結果を用いて施工を行った。カントの制御は曲線台帳の値を用いた。扛上量の制限値は、最大20mmとした。図2は、計画扛上量と、施工前後における復元高低狂いの差のコヒーレンスを求めたものである。すべての波長領域でコヒーレンスが高い値を示している。これは、マルタイが指示どおりの施工を行っていることを表わしている。

施工前後における高低復元波形のパワースペクトル密度を比較したところ、復元したすべての波長領域でパワーの減衰が見られた(図 3)。最大では二桁のパワーの減衰が見られた。特にマルタイの相対基準では整正されない $\lambda=20$ m以上の波長領域で、パワースペクトル密度が減衰している。これらの結果から復元波形による施工が、車両動揺に影響を及ぼすと考えられる長波長の軌道狂いに対しても有効であるといえる。

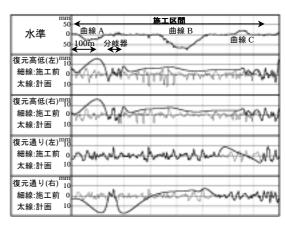


図1 施工箇所の軌道狂い

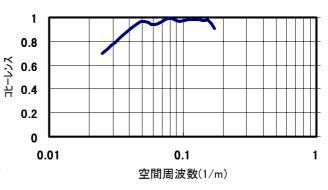


図2 計画扛上量と実扛上量のコヒーレンス

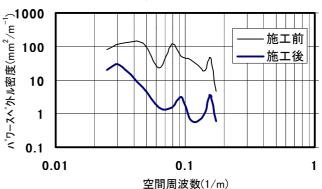


図3 施工前後の高低復元波形のパワースペクトル

キーワード: 復元波形 最適化計算 高低狂い整正 通り狂い整正

連絡先:東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL(042)573-7278 FAX(042)573-7296

3.2 通り狂い整正結果

マルタイによる通り狂い整正は、外軌側レールを基準とする。このため反向曲線では、施工途中で基準レールの切り替えが必要である。通常のマルタイは、フロント、リア、ミドルが必ず直線となるようフロント

位置を制御するので、施工後のリア位置を把握しなけれ 1 ばならない。しかし、切り替え位置までに整正されてい 0.8 る通り狂いは、基準レールとその対側とで異なる。新た (ξ) 0.4 に基準とする側の通り狂いは、施工前の通り狂いを (ξ) 0.4 最適化計算を用いて算出した切替え点までの移動量を 0.2 (ξ) 0.4 最適化計算を用いて算出した切替え点までの移動量を 0.2 (ξ) 0 世 (ξ) として表される。したがって、この値を用いた移動量の計算が、再度必要となる。

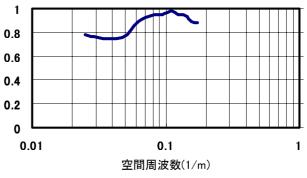


図 4 計画移動量と実移動量のコヒーレンス

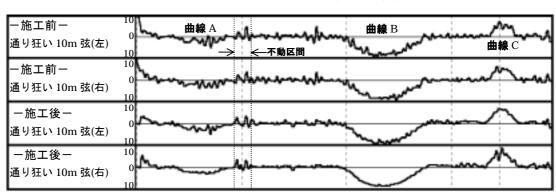


図5 施工前後の通り狂い

る。図 5 は、施工前の通り狂いと、施工直後のトラックマスターの通り狂いを比較したものである。曲線 A および B は右レール、曲線 C は左レールの通り狂いが整正されている。このように復元波形を用いた通り狂い整正の場合、基準とした通り狂いの整正のみを行い、基準レールと対側のレールは、軌間狂いの影響が残存することになる。図 6 は、施工前後における復元波形のパワースペクトル密度を比較したものである。マルタイの相対基準では整正されない $\lambda = 20$ m 以上のパワーが減衰している。

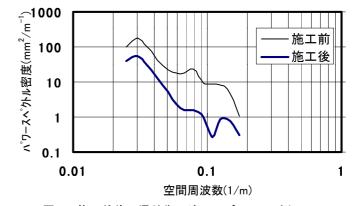


図 6 施工前後の通り復元波形のパワースペクトル

4.まとめ

本報告の内容をまとめると以下のとおりになる。

- (1)高低狂いおよび通り狂いともに、計画量と施工前後の復元波形の差には高い相関があるので、マルタイは指示どおりの施工を行っているといえる。
- (2)施工前後における復元波形のパワースペクトル密度を比較すると、高低狂いおよび通り狂いともに、相対 基準では整正されない波長 20m 以上の軌道狂いのパワーが減衰している。復元波形を用いた軌道狂い整 正は、長波長の軌道狂いに対しても有効である。
- (3) 反向曲線でも復元波形を用いた軌道狂い整正が可能である。

参考文献

1)例えば、神山ほか:復元波形を用いた軌道狂い最適整正量算出の理論と実践、鉄道総研報告 1999

2) 吉村ほか: 復元波形を用いた鉄道線路の狂いの補修の数理と最適化、日本応用数理学会論文誌 vol.8 No.1 1998