

復元原波形を用いたマルチ整備効果の検証について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○白木 一樹
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 黒田 昌生

1. はじめに

山陽新幹線では、軌道狂いに関する一連の業務を行う新システム（以下、ラボックス 1）の導入に伴い、平成23年度から線形整備において復元原波形を用いた施工（以下、復元施工）を実施している。従前の施工方法とは異なり、整備対象とする軌道狂いの波長帯域を定めることで、軌道狂い進みの抑制や乗り心地の更なる良化等の様々な効果を見込んで取り組みを進めてきた。バラスト区間におけるマルチプルタイタンパー（以下、マルチタイ）を用いた線形整備において、実施工を展開してきた中で、本取組みに一定の成果が確認できたため、その内容を報告する。

直線に整正する機構であるため、R点～M点の間隔に近い波長の狂いを認識できない。R点～M点の間隔は車種によるが3.99m～4.65mであり、その付近の狂いに対して整正することが困難である。マルチタイの検測特性を図-3に示す。

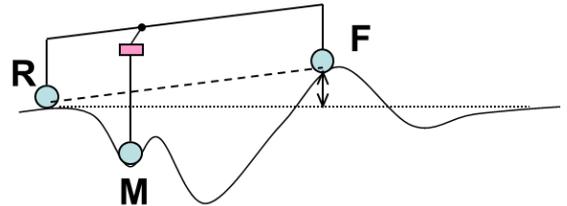


図-2 マルチタイの整正特性

2. 従前のマルチタイ施工の課題

(1) 通り狂い整正について

これまでは、40m 弦通り狂いに対して交差法を用いて設定値以内に収めるシミュレーションにより移動量を算出している。しかし、この方法では、40m 弦通り狂いの生データに 100m 移動平均を与えて狂い値としており、100m を越える波長成分を排除しているため、乗り心地に大きく影響する 0.5Hz 付近の周波数帯域に対して整備できない。図-1 に左右動揺の乗り心地フィルタを示す。

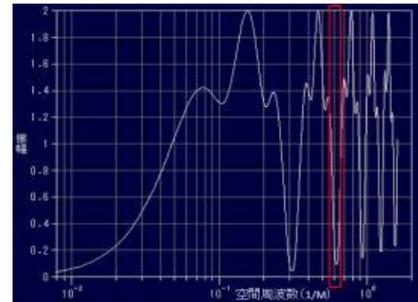


図-3 マルチタイ検測特性

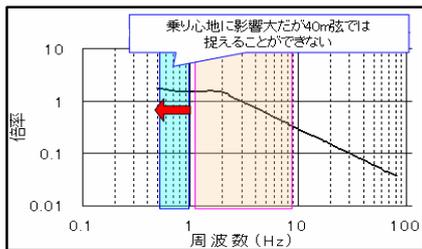


図-1 左右動揺の乗り心地フィルタ

(2) 高低狂い整正について

過去に著大値を出力した箇所において、10m 弦高低狂いが急進する前に 5m 弦高低狂いが徐々に進行する傾向にあることが確認されており、5m 弦高低狂いの整正により急進箇所の予防が図れると考えられる。しかし、これまでの線形整備では、以下の課題がある。

- ① これまでは、10m、20m、40m弦を用いた交差法により、移動量の算出を行っており、10m 弦の検測特性上 5m 弦のような短い波長を捉えることができない。
- ② マルチタイは、図-2 に示す整正特性のように 3 点を 1

3. 復元施工導入による解決策

前項で述べた課題を解決するために、ラボックスを用いた復元施工を実施してきた。具体的な解決方法は以下のとおりである。

(1) 左右動の乗り心地について

偏心矢から復元原波形を計算し、「乗り心地基準に関する研究委員会」2) が提案した乗り心地フィルタを考慮し、通り狂いの整正については、0.5Hz に対応した整備を行う。なお、0.5Hz は、山陽新幹線の最高速度 300km/h において約 160m の波長が対応しているため、復元帯域の上限を 160m と設定する。一方で、ラボックスにより 100m 以上を復元した場合、移動量が増大し、施工面で計画移動量通りに移動させられないことや移動量を計算する過程において、算出した移動量の精度が低下すること等の懸念があった。そのため、160m まで復元した際の最大の移動量が従前の施工と同程度であることを確認し（表 1）、これまでと同様に 10m、20m、40m 弦の仕上がりをシミュレーションにより毎回確認することとした。

キーワード： マルチタイ・ラボックス・復元施工・乗り心地レベル

連絡先： 〒700-0024 岡山県岡山市北区駅元町 1-3 JR 西日本 岡山新幹線保線区 TEL：086-223-8639

表-1 最大移動量のシミュレーション結果 (通り狂い)

復元帯域 6.0m~	100m	120m	140m	160m	従前施工
最大移動量 (mm)	6.8	6.9	7.7	8.1	7.9

(2) 高低狂い進みについて

山陽新幹線では、運転保安上の観点から10m弦高低狂いの標準偏差の値(以下、10σ)を用いてマルチの施工品質の評価を行っている。図-4は、マルチ施工後の5m弦高低狂いの標準偏差の値(以下、5σ)を3段階に区分し、その後の10σの推移を示したものである。マルチ施工後の5σが小さい程、施工後の10σの推移が緩やかであることから、5σと10m弦高低狂いの保守周期に一定の関連があるといえる。このことから、5m弦高低狂いに着目した整備を行うこととした。偏心矢から復元原波形を計算し、復元帯域の下限を3.5mと設定することで、波長4~5m程度の狂いを整正する。

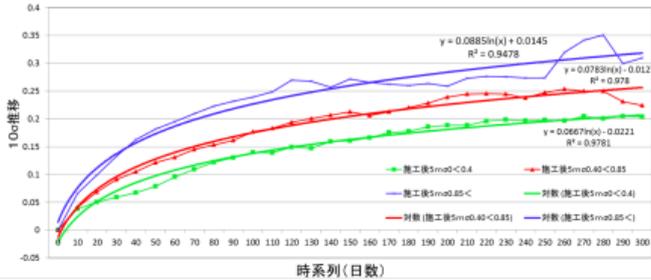


図-4 マルチ施工後の5σとその後の10σの推移

4. 実施工における効果の確認

(1) 乗り心地レベル(左右動)の低減効果について

図-5に従前の施工と復元施工の同一箇所を実施工を行った際のマルチ施工前後の左右動揺のパワースペクトルを示す。施工前後の40σの良化量に差はないものの、復元施工では、施工後に100mを越える波長で大きく減衰している。また、表2に示すとおり、復元施工導入後の方が乗り心地レベルの低減効果が高いことが確認された。

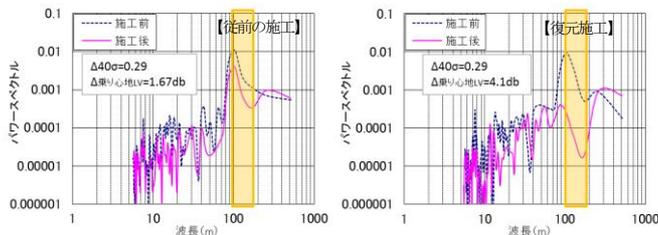


図-5 左右動揺パワースペクトル

表-2 施工方法別乗り心地レベル低減効果

施工方法	Δ乗り心地レベル (dB)
従前の施工	2.39
復元施工	3.45

(2) 5m弦高低狂いの整正効果について

図-6に復元施工後に5σが良化した事例と悪化した事例を示す。良化した事例では、5m弦高低狂いの大きな箇所が整正されており、復元施工の有効性が確認できた。一方、悪化した事例では、5m弦高低狂いが十分に整正できておらず、5m弦高低狂いが小さな箇所では、悪化が見られた。このような事例は他にもあり、現地の位置合わせがうまくいかなかったこと等の原因が考えられる。また、図-7に復元施工導入前後での施工前5σとその良化量の関係を示す。5σ良化量は従前の施工と同程度であり、改善は見られなかった。これは、前述したように5m弦高低狂いの小さな箇所が悪化したことにより、区間全体を評価した場合の良化量が得られなかったと考えられ、5m弦高低狂いの悪化の原因を追求する必要がある。

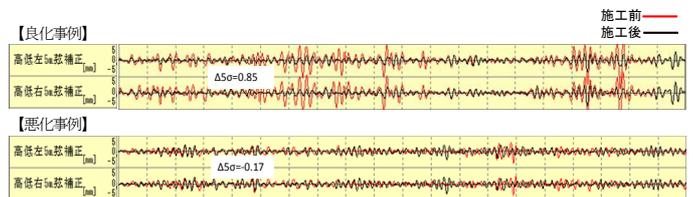


図-6 復元施工前後の5m弦高低狂い

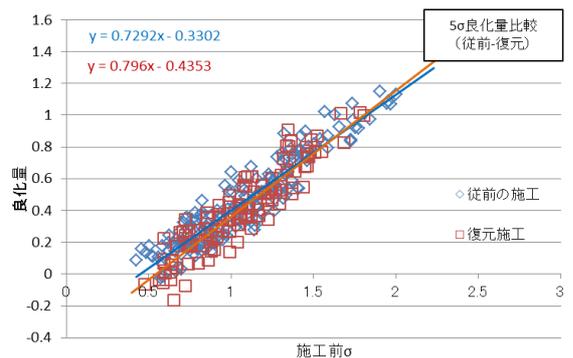


図-7 施工前5σと良化量

5. まとめ

これまで様々な実証データから効果的な復元領域を提唱していたが、本研究ではマルチによる復元施工を実フィールドに展開した結果について検証を行った。その結果、乗り心地レベル(左右動)が低減でき、復元施工の有効性を確認することができた。また、5m弦高低狂いの整正について効果を見込んでいたが、改善できた事例と悪化した事例があり、今後は、悪化した原因について検証を行っていく。

参考文献

- 1) 片岡武「山陽新幹線におけるラボックスの活用」新線路 2013.03
- 2) 白川保友「乗心地基準の見直し」交通技術 第35巻3号 1980.03