

マルタイによる急曲線部の高低軌道整正

日本機械保線株式会社 正会員 ○並木 聖東

1. はじめに

当社は、大型保守用車による東海道新幹線及び J R 東海管内の在来線の軌道保守・検査を行っている。

在来線では、平成 18 年から一般軌道のマルタイ施工を受託し、復元波形の活用、ドクター東海が検出した基準線の使用や絶対基準施工等、様々な施工方法を用いて軌道改善を行ってきた。その中でも復元波形と基準線を使用した施工は軌道改善効果が高くマルタイ施工の標準的な手法となった。

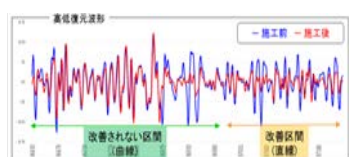
しかし、急曲線区間では打上量が減少し軌道改善ができない問題点があった。本研究では、急曲線部での軌道整備精度向上を目指し、ドクター東海の特性による高低基準線の変位をまとめ、この高低基準線の変位を考慮した施工の考案及び施工結果を報告する。

2. 急曲線部における施工状況と問題点

はじめに急曲線を含む過去の施工事例（図-1）を紹介する。施工結果の評価には標準偏差を用い、施工前後の数値から改善率を算出している。

この事例では、施工区間の前半が $R=400m$ の曲線、後半は直線となっている。施工前後のチャート比較では前半の曲線区間では変化が見られず、あまり改善できていないことがわかる。さらに、高低標準偏差の改善率は施工全体では 25%改善しているものの区間毎の改善率を比較すると、前半の急曲線区間の改善率が 11%と後半の直線区間に比べ低い事がわかる。

この様に同一の施工において線形により改善率に違いが見られる為、急曲線部での施工方法に問題があるのではないかと考え、急曲線部での施工精度向上を目指し今回の研究を進めることとした。



軌道狂いチャート 改善率
図-1 急曲線部における軌道改善状況

施工日	線名	施工位置	高低標準偏差	改善率
2019年 10月23-24日	丹波線	86430m~ 87620m	4.9 3.7	25%
	曲線区間 ($R=400m$, $C=60mm$)	86430m~ 87600m	4.7 4.2	11%
	直線区間	87600m~ 87620m	4.9 3.1	37%

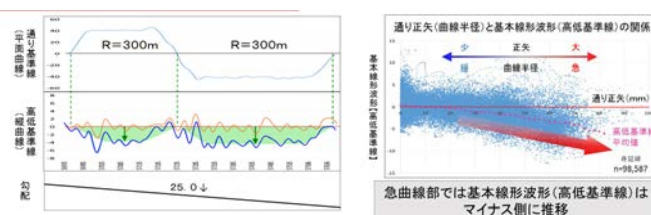
3. 高低基準線の変位

高低基準線は通常 0 を中心にプラス側・マイナス側へ同程度の振れ幅があり、縦曲線がある場合どちらかに偏りが生じる。しかし、急曲線部の高低基準線は縦曲線が存在しないにも関わらず、緩和曲線内で徐々にマイナス側へ偏り、円曲線内ではほぼ一定の値でマイナスを示している（図-2）。つまりドクター東海はそこに存在していない縦曲線を検出していることになる。

身延線の高低基準線の値を 1m ピッチでプロットした結果、通り正矢が 20mm 以下の箇所ではプラス側・マイナス側ともにバランス良く分布しているが、20mm 付近からマイナス側へ偏りはじめ、40mm から 60mm（曲線半径 300m~200m）では、ほぼ全てがマイナス側へ偏る。

比較的急曲線が少なく線形が良い東海道線と身延線と同様に急曲線が多く線形が悪い飯田線で同様の調査を行った結果、身延線での結果と同様に曲線がきつくなる程高低基準線はマイナス側へ偏る傾向が見られた。

マルタイ作業ではこの偏った高低基準線を ALC に入力している為、急曲線部ではマルタイが谷の縦曲線上に居ると誤認してしまい、縦曲線を維持する為に打上量を減少させている。



高低基準線チャート 高低基準線プロット
図-2 急曲線部での高低基準線変位

4. ドクター東海の検測機構

ドクター東海は通常の車両とは異なり、5m ずつ離れた 3 つの台車を備え、各々の台車には車体とレール位置の距離を測定する高低変換器が設けられている。車体を一種の弦として 10m 弦正矢を機械的に測定（A 軸と C 軸の間に弦を張り、中間の B 軸で測定）している。

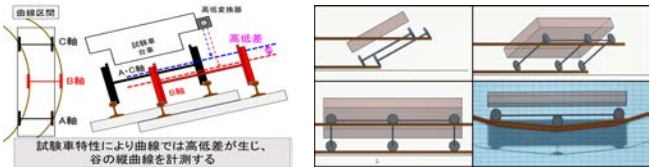
キーワード マルチプルタイタンパ、軌道整備、改善率、基準線

連絡先 〒416-0906 静岡県富士市本市場 152-1 日本機械保線株式会社 富士事業所 TEL 0545-61-7239

直線区間、曲線区間を通過する際の3つの車輪の位置関係は次のようになる。

まず、直線区間では3つの車輪は同一の高さにある為、高低検測値に誤差は生じない。

次に曲線区間では（図-3）中間のB軸が両端のA軸とC軸に対し外軌側へ張り出す。このため、カントと曲線半径により車輪間に高低差が生じB軸が疑似的に低い状態となる。この高低差により曲線区間で高低基準線がマイナス側へ偏ることがわかった。



曲線通過時の位置関係 3Dモデルによる検証
図-3 曲線通過時の台車の位置関係

5. 高低基準線の変位を考慮した施工

高低基準線の変位による打上量の減少はドクター東海特性によるものであり、作業時の曲線正矢に対して減少する打上量を追加することとした。

現場は曲線半径 R=240m, 設定カント 75mm の曲線であり、これまでの施工では基本打上量 25mm のみを入力し施工していたが、曲線部では高低基準線の変位により打上量が減少し計画通り施工できていなかった。

今回は基本打上量の他に高低基準線の変位量 4mm を追加入力し作業を行った。これにより、高低基準線の変位が相殺され、計画通りの打上ができ、高低標準偏差は施工前 2.9 から施工後 1.5 となり 52% の大幅な改善ができた。さらに、施工前 100mm あったカントを設定カント通りの 75mm に整正することができた。

そのほかの急曲線区間でも同様に打上量を追加して施工を行い、打上量が減少することなく概ね計画通りに施工ができ、高低標準偏差の改善率は 40% と高い改善となった。

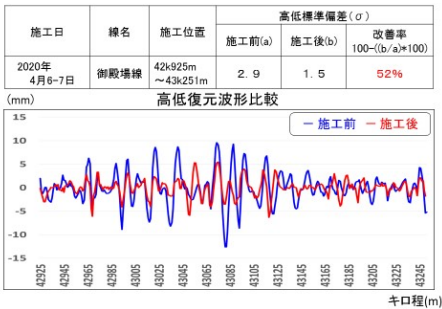


図-4 施工結果

6. まとめ

今回の研究では、ドクター東海特性により、曲線部で高低基準線がマイナス側へ偏ってしまっていることがわかった。特性によりマイナス側へ偏った高低基準線は施工時に補正を追加することで相殺し計画通り施工可能となった。この結果、これまで整正できていなかった細かな軌道狂いも整正可能となり高低改善率の向上につながった。

参考文献

1) 栗山祐典：在来線マルチ施工による乗り心地向上対策，土木学会第 63 回年次学術講演会，4-124，2008.

2) 大野修平，福中力也，今泉匡人：軌道試験車から算出する基準線を活用した MTT 整備手法の提案，土木学会第 67 回年次学術講演会，VI-553，2012.

3) 鉄道現業社 保線問答集(下)，2001，357