高速分岐器の乗り心地改善

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　○沖津　圭佑
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　坂本　洋介
東日本旅客鉄道株式会社　小林　祥

1．はじめに

東北新幹線は 2012 年 3 月に 320km/h へ速度向上を控え、これまで以上に高品質な乗り心地管理が求められる。過去の速度向上から長波長整備を導入し乗り心地の向上が図られているが、繰り返し修繕を要する箇所も存在する。

そこで本論文では、このような特徴的な箇所の一つであるバラスト区間の高速分岐器敷設箇所における乗り心地改善の取り組みを目的とする。

2．高速分岐器敷設箇所概要

対象箇所の縦断線形と軌道検測車チャートによる左右・上下動揺の比較を**図 - 1** に示す。対象箇所はバラスト軌道で、12‰の勾配に分岐器が敷設され、勾配区間の前後には R=15000m の縦曲線が挿入されている(台帳諸元)。軌道変位が整備目標値以内であるが、動揺値が大きく、分岐器内にて左右動揺が顕著に見られる。

そこで、分岐器内と終点方縦曲線区間に対して、FFT 解析を用い、揺れに起因する波長成分を調べた(**図 - 2**)。分岐内に発生する左右動揺については、λ≒30m、縦曲線区間の上下動揺についてはλ≒120m にピークが確認出来た。これにより左右動揺は材料状態、上下動揺は縦曲線が起因として考えた。

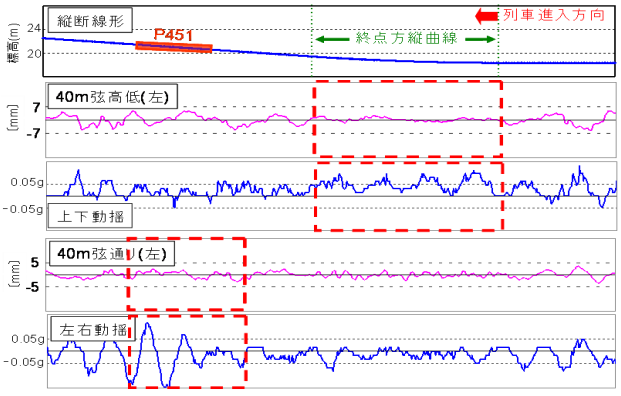

図 - 1　縦断線形及び軌道検測車チャート

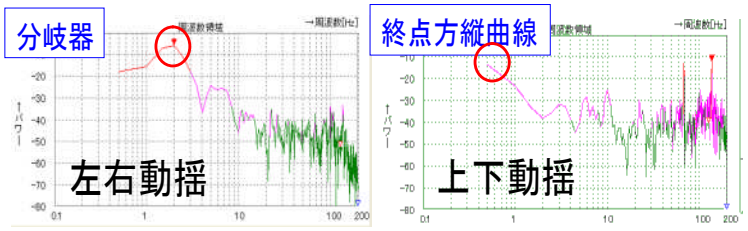

図 - 2　FFT 解析結果(施工前)

さらに分岐器内で発生している左右動揺を分析する為、軌道検測車にて定期的に検測される軌道に加わる輪重、横圧を確認した(**図-3**)。

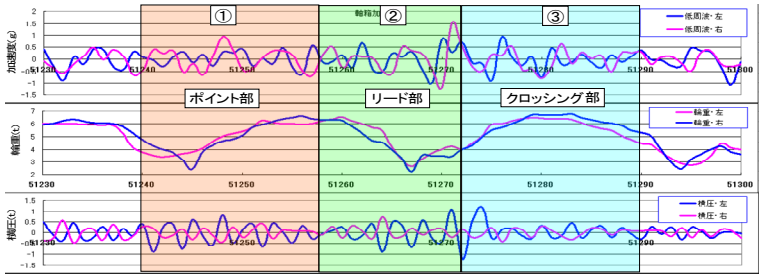

図-3　軸箱加速度

輪重の減衰が約 30m 毎に確認される。レール乗り移り箇所の横圧が増加傾向であることも確認出来る。FFT 解析の波長とも相関が取れ、分析結果を基に分岐器内及び縦曲線区間について、現場調査を実施した。

(1) 分岐器内

現場調査から、分岐器先端部に止め金具の隙間が 10m 程度の範囲で最大で 2.7 ㎜見られた。この隙間が**図 - 3 - ①**の横圧増大につながる要因と考えた。

分岐器内の一部にレール偏摩耗が確認でき**図 - 3 - ②**の横圧増加へ起因している可能性がある。この偏摩耗が 20m 前後の延長で交互に発生していることから、FFT 解析の結果と近似する。

また、図 - 3 - ③のリード部とクロッシング部の境は木マクラギと合成マクラギと異なり、軌きょう剛性が異なる。現在、移動防止杭で変位の発生は抑制されている。

上記は検測車の軌道変位(10m・40m 弦)では捉えることが困難で、FFT 解析の信頼性が確認出来た。

キーワード　分岐器　乗り心地　縦曲線
連絡先　〒330-0852　埼玉県さいたま市大宮区大成町 3-125　東日本　ＴＥＬ048-666-1449

(2) 縦曲線区間

絶対線形を正確に把握する為、レール面におけるレベル測量を実施した。建設時の台帳線形比較を**図 - 4** に示す。長年の施工にて線形の変化が発生していると考えられる。縦曲線区間の切線長が約 110m となり、FFT 解析の波長に近似することがわかった。

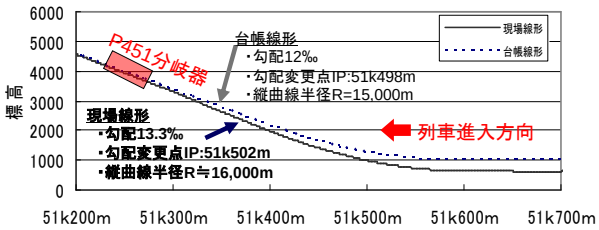

図 - 4　現在の現場線形と台帳線形の把握

3．対策の検討と実施

(1) 分岐器内

動的軌間拡大対策として止め金具の隙間を調整し隙間を解消した。レール偏摩耗はゲージコーナー側に発生しており、レール削正では除去困難であったので材料交換を実施した(**図 - 5**)。

前述の対策を実施し効果の確認を行った。止め金具の隙間を解消後、軌道検測車の軌間変位に改善は確認できず左右動揺も解消には至らなかった。

材料交換では、軌道変位に変化は見られなかったが左右動揺に約 20%の改善が見られ、偏摩耗の除去が動揺低減につながった事が分かった。

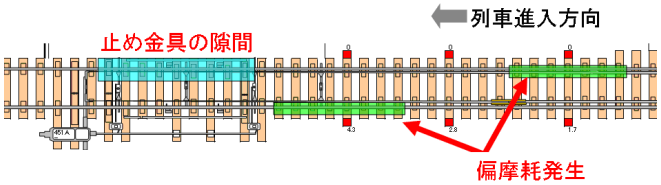

図 - 5　対策箇所

(2) 縦曲線区間

絶対基準による縦曲線の曲率整正を実施した。縦曲線半径の整備はスラブ軌道にて実績はあるものの、バラスト軌道では初の試みとなる。対象箇所の勾配は 12‰であることから理想とする縦曲線半径に拡大するには 300 ㎜程度の扛上量が必要となる。

その為、中長期計画にて機械を用いた施工にて対応を行う事とし、第一段階として局所的に乱れた曲率の整正を実施した。

レベル測量結果を基にし、計画線を決定し扛上量を算出、施工を実施した(**図 - 6**)。

FFT 解析ではλ≒120m の波長が上下動揺の要因となっており、R=15000m から R=16000m へ計画線を引く際にも 120m の延長の中で、大きな波長が確認出来、動揺の要因になっていると考えられる。

施工では計画線通りに曲率を整正した事により約 33%(線形要因：波長要因＝2：8)の動揺値改善が確認できた。今後の速度向上を見据え計画的に縦曲線の拡大と取り付け延長の延伸を実施していく。

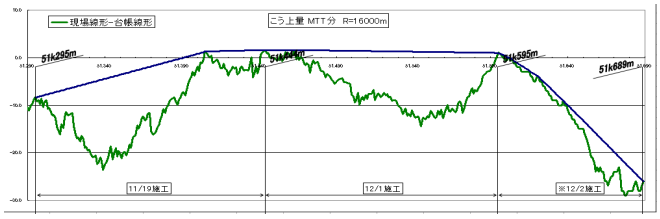

図 - 6　機械施工計画線

これらの対策を施し、営業列車にて FFT 解析を実施したところ、材料要因による左右動揺λ≒30m、縦曲線要因による上下動揺λ≒120m の波長帯の低減が確認出来た(**図 - 7**)。

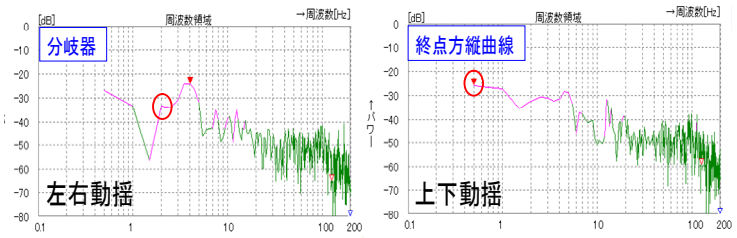

図 - 7　FFT 解析結果(施工後)

4．まとめ

今回、FFT 解析を用い乗り心地に影響する波長へアプローチが出来たと考える。従来の軌道変位管理では捉えることが極めて困難であったが、列車動揺から算出されるデータを用いる事で乗り心地向上につなげることが出来た。

引き続き、対象箇所の左右動揺要因となるマクラギ種別が異なり軌きょう剛性が変化する箇所については合成マクラギ化を実施し、上下動揺要因となる縦曲線区間については縦曲線半径拡大を講じ、さらなる乗り心地向上を図る。

取り組みから FFT 解析を用いた整備に一定の効果が得られたと考える。今後、軌道変位では捉えることの出来ない列車動揺に対しての分析及び評価ツールとして使用していく。

今後も、継続的な乗り心地向上への管理を行い、高品質な軌道を提供していく。