

軌道変位と列車動揺の位置合わせ手法に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○山本 修平
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 元好 茂
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 久保 崇紀

1. はじめに

JR 東日本では、メンテナンスの体系を時間基準保全 (TBM) から状態基準保全 (CBM) に変えるために、線路設備モニタリング装置の導入を進め、CBM 業務サイクルを確立するためのデータ利活用に関する取り組みを進めている¹⁾。その一環として、テクニカルセンターでは動揺管理の高度化を目的とした、モニタリングデータを用いた列車動揺管理手法の研究に取り組んでいる。取り組みの1つとして、任意の軌道変位から列車動揺を推定する手法の高精度化に取り組んでいるが、本研究で使用する軌道変位と列車動揺は異なる車両で取得されたものであり、位置情報の同期が取れていない。高精度化を実現するためには位置情報の同期が必要不可欠であるが、現在モニタリングで採用されている相互相関法による位置合わせ手法²⁾は同種データにしか使用できない。そこで、異種データ間での位置合わせ手法について検討した。

2. 同期済異種データ間での検討

これまでの知見より、高低変位と上下動揺データを波長帯域別に比較すると、一定の波長域以上になると両者は逆位相になることがわかっている³⁾。そこで、高低変位と上下動揺の同期が取れている East-i のデータを用いて波長帯域別に確認した。図1より、波長帯域が長くなるほど両者の波形が逆位相になっていることが確認できたため、符号と振幅を揃えることで相互相関法による位置合わせ手法が活用できる可能性がある。そこで、

- 波長帯域 20m 以上の上下動揺データを符号反転
- 振幅を同程度にあわせるため、上下動揺の補正 (高低変位の標準偏差/上下動揺の標準偏差を上動揺データに乗じる)

上記の補正を行い、再度波形を確認した。図2に

示すとおり、波長 20m 以上においては上記補正処理を行うことで概ね波形が一致することが確認できた。そこで、首都圏線区の停車場を含む任意の区間 (20km 程度) に対し同様の処理を行ったところ、波長 20m 以上においては正の相関がみられ、波長が長くなるほど強い相関がみられることがわかった (図3)。

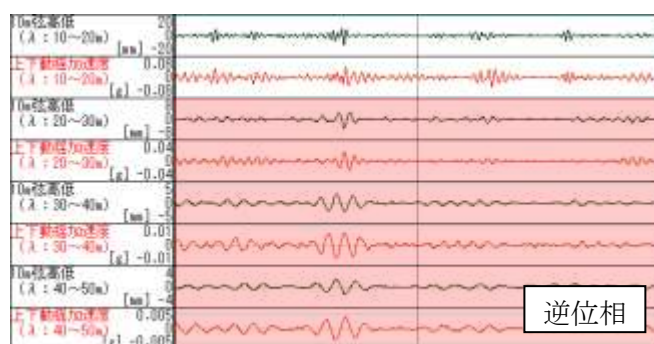


図1 East-i データの波長帯域別の確認

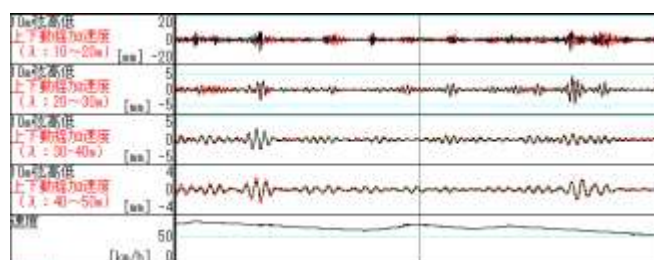


図2 符号及び振幅補正後

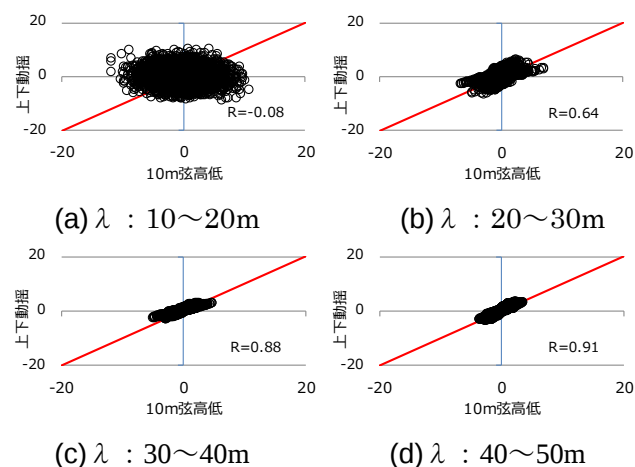


図3 補正後の高低変位と上下動揺の関係

キーワード CBM, 軌道変位, 線路設備モニタリング装置, 位置合わせ

連絡先 〒331-8513 さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR東日本テクニカルセンター TEL 048-651-2389

3. 未同期異種データ間での検討

表 1 に示す位置情報の同期の取れていない 2 つのデータに対する位置合わせを検討した。なお、両データの測定日は同一日の測定データを使用した。

図 4 に 10m 毎の帯域に分けて符号及び振幅補正を実施した結果を示す。East-i と同様に波長が長くなるほど両者の波形の傾向が近くなることが確認できるが、微小な位置ずれが生じていることが確認できる。

そこで、これらのデータに対し、高低変位を基準として相互相関法による位置合わせを実施した結果、微小な位置ずれが解消することができた (図 5)。

表 1 対象とするデータ

No	種別	取得車両	取得方法
1	高低変位	任意の営業車両	線路設備モニタリング装置
2	上下動揺	任意の特急車両	常設式動揺計

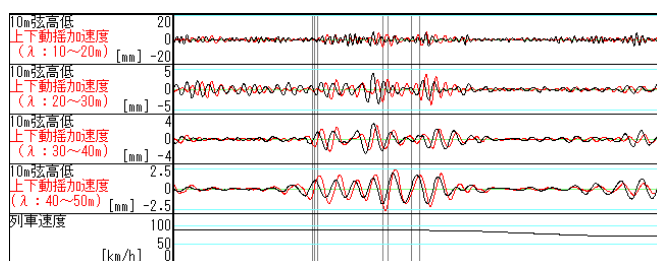


図 4 符号及び振幅補正後の未同期異種データ

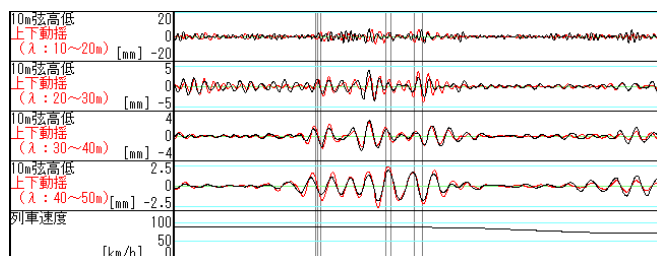


図 5 位置合わせ後の異種データ

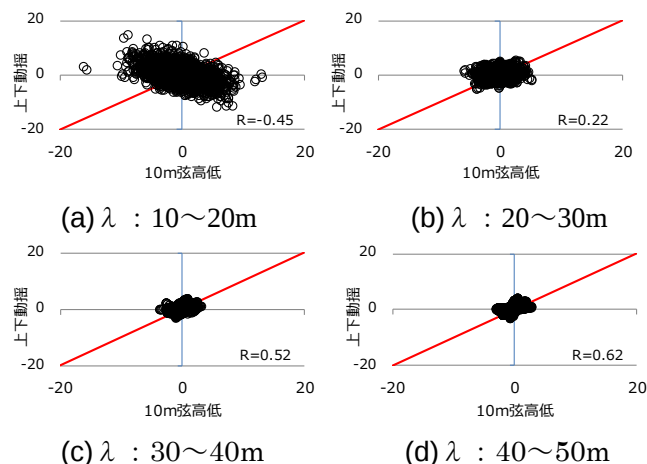


図 6 位置補正後の異種データの関係

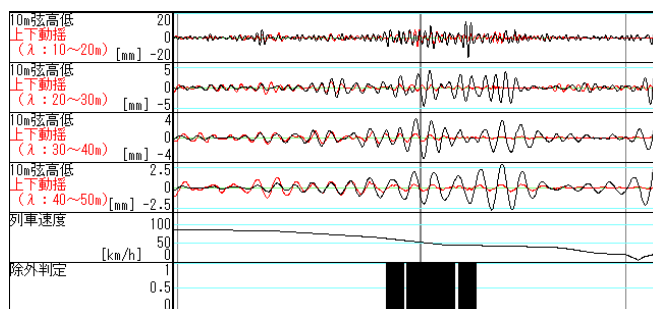


図 7 光飛び及び異常値近傍区間

また、波長が長いほど位置合わせ精度が高くなり、相関係数が大きくなる傾向がみられた (図 6) が、East-i と比較すると相関係数が小さい。この原因としてはモニタリング装置の検測機構上高低変位にも光飛びが発生するため、異常値が含まれていること、未同期異種データ間で使用した動揺データに停車区間が含まれていたことが挙げられる (図 7)。

これらの解決のためには、光飛び近傍区間では位置合わせを実施しないこと、速度域別に振幅補正量を検討することで精度向上を図れる可能性がある。

4. まとめ

本稿では軌道変位から列車動揺を高精度に推定するために、未同期異種データ間の位置合わせ手法について検討した。その結果、10m 弦高低と上下動揺の場合だと、特定の波長域において逆位相になり、適切な補正を実施することで相互相関法による位置合わせが可能であることがわかった。今後は速度域別の振幅補正方法等を検討し、更なる位置合わせ精度の向上を図っていきたい。

参考文献

- 1) 吉田尚他 線路設備モニタリング装置の更なる活用に向けた研究開発, JR EAST TECHNICAL Review, 2019
- 2) 田中博文他 相互相関法を用いた波形レベルでの軌道変位進み算定法の開発, 第 21 回鉄道工学シンポジウム, No.1, pp.1-8, 2017
- 3) 吉村彰芳 軌道狂い原波形の復元に関する理論的基礎の確立とその応用, 鉄道技術研究報告, 1987