

列車加速度の計測による鉄道軌道評価

Evaluation of the Rail Track using the Acceleration data on the Train

○柴田 吉輝¹, 由川 響², 中山 晴幸³Yoshiki Shibata¹, Hibiki Yoshikawa², Haruyuki Nakayama³

Abstract: In this research, the train positioning and 3-axis accelerations are carried out the measurement by the simple data logging systems installed on the train. Those measured data are sending to the server of CST Nihon University via mobile packet data communication system. The accelerations interquartile ranges (IQR) are analyzed by the server and results are displayed on the home page. Measurement has been carried out continuously from 2008 to 2014, it can be confirmed in a time series performance of the tracks that divided into 25m analysis sections.

1. はじめに

鉄道の軌道は、日々列車が走行しているうちに変状が発生する。その変状を把握するために軌道変位計測を年1回実施しなければならない。しかしながら大型機材を所有することが難しい多くの中小鉄道会社では、手作業で計測可能な軌道検測装置を用いているのが現状である。これには多くの人手が必要となる。また現状把握に時間を要し、その結果臨機応変に対応することが難しくなると考えられる。

本研究では、そうした背景から安価な計測機器を営業用車両に搭載し、軌道の劣化傾向を日常的に把握するシステムの構築を図り、全線に渡る軌道の状態を時系列加速度データから評価することを目的とする。

そこで富山県高岡市と射水市を結ぶ「万葉線株式会社」にご協力いただき、実際の営業路線からのデータを取得させていただいて解析を行う。

2. 軌道検測と本研究の解析結果との関係

万葉線株式会社で実施されている軌道検測は、軌道に車両の荷重が作用していない状態のデータである。一方、本研究の加速度計測では、計測機器が車両上に設置されているため、車両の荷重が軌道に作用している状態のデータである。広義での軌道変位とは前者のことを指している。そのため検測結果と本研究の解析結果は必ずしも一致しないことが考えられる。本研究において解析した結果は、万葉線で

の検測による軌道状態把握の補完として位置付けているため、上述のような誤差を含みつつ、車体上に計測機器を設置して間接的に軌道情報を収集している。

3. データ解析手法について

計測では、GPS と車軸パルスによる位置の情報、0.1s ごとの車体加速度（上下、左右、前後の三軸加速度）などを取得している。このうち加速度データは、25m 間隔のデータごとに図-1 に示す四分位範囲（Inter）Quartile Range : IQR）を求める解析を行っている。

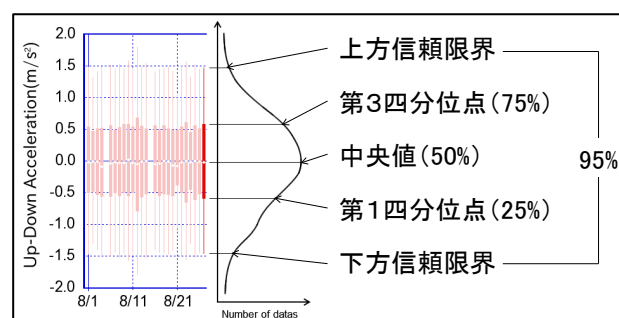


Figure 1 Conceptual diagram of the interquartile range

四分位範囲とは、データのばらつき度合いを示す指標のことで、統計処理においてしばしば用いられる手法である。データを昇順に並べたとき、最小値から 1/4(25%)の値を第一四分位値 (Q1)、最小値から 3/4(75%)の値を第三四分位値 (Q3) とすると、IQR は Q3-Q1 の値となる。計測されたデータのうち、

1 : 日大理工・学部・交通, 2 : 藤沢市, 3 : 日大理工・教員・交通, Department of Transportation Systems Engineering

大きく外れてしまっている値や異常な値の影響を受けにくいという特徴がある。この四分位範囲(以下 IQR 値と示す)を軌道の健全度と考えると、IQR 値が大きいと大きな加速度が計測されていることになり、軌道の性能が低下していることを示している。

本研究ではこの 25m 区間ごとの IQR 値の変動を時系列で表示させ、同区間での劣化傾向を把握する。

4. 一連の研究成果との関係

本研究はこれまでの継続研究である。昨年度までの解析結果において下記の点が明らかとなってきた。

- ・解析結果から、主に 3 区間において IQR 値が年々増加傾向にある。すなわち軌道性能の低下が確認できた。
- ・海王丸軟弱地盤区間や米島口盛土区間は併用軌道区間よりも IQR 値が大きいことから、軌道の性能には地盤の影響が大きいことが推測される。
- ・併用軌道区間は、道路上にあり道路路盤上のため、大きな IQR 値は計測されなかった。

これらを踏まえ本研究では、解析結果と軌道状態の関連性を調べるために、解析区間と実際の走行区間の同定、六渡寺—新吉久間の IQR 値に関する実地調査を行ってきた。

5. 解析結果

(1) 走行区間と解析区間の同定

本研究において解析されたデータは、Web 上にて起点からの距離に応じて表示されるシステムにて確認することができる。しかしながらこれまでは、起点からの距離のみの表示で、具体的にどこの区間を指しているのか把握することが困難であった。そのため、駅構内や盛土区間、踏切など数値に影響を与えそうな構造物の箇所をグラフ上に表示させた。

(2) 六渡寺—新吉久間の IQR 値について

図-2 より、六渡寺—新吉久間の IQR 値は別の区間と比べ、極端に低い値となっていることが分かる。この付近は、地形的に第四期の沖積地であるため砂質土地盤であることが考えられる。また、この区間は庄川と小矢部川に挟まれた中洲であることから

軟弱地盤と推測できる。しかし、図-2 に示す六渡寺—新吉久間の IQR 値からは安定した軌道と判断され、軟弱地盤上に敷設された軌道とは判断できない。また、長期に渡るデータからもこの付近の地盤が非常に安定している地盤であることが確認できている。

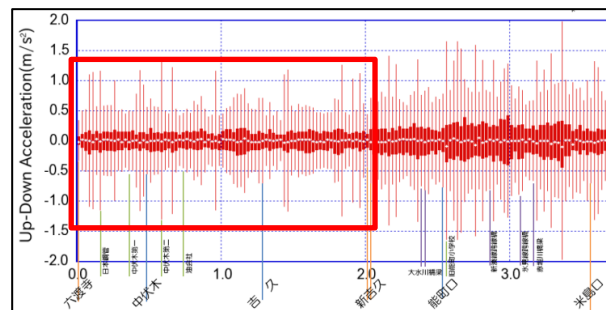


Figure 2 Interquartile Range (IQR) between Rokudoji and Yonejima Station

(The red frame shows Rokudoji – Shin-yoshihisa)

この結果を現地地盤調査会社にヒアリング調査したところ、付近にある製鉄会社の高炉スラグが周囲にまかれている可能性があるとの回答を得た。スラグ骨材は地盤改良材として用いられることがあり、これが影響して強固な地盤となっていることが考えられる。これに関する調査については、濱田の軌道システムの力学的評価手法に関する研究の一環で再調査する予定である。

6. 今後の課題

本年度、昨年度のデータと過去のデータを用いて、万葉線全区間にわたる IQR 値を算出し、今現在までの劣化傾向を把握する。また今年度 7 月に実施された万葉線の軌道検測結果と解析結果を比較してその関連性を明らかにする。

7. 参考文献

- [1] 由川響:万葉線における車体上加速度計測による軌道評価, 日本大学大学院理工学研究科社会交通工学専攻修士論文, 2013 年 3 月
- [2] 日本大学理工学部社会交通工学科 情報工学研究室: Manyosen Rail Check System, <http://www.trpt.cst.nihon-u.ac.jp/manyorail/>, 2014 年 9 月