

地方鉄道を対象とした軌道状態監視システムの開発及び評価

日大生産工(院) ○小田嶋 舞 日大生産工(院) 林田 悠一 日大生産工 綱島 均
交通安全環境研究所 森 裕貴 京三製作所 高田 哲也

1 まえがき

鉄道の安全性向上のためには、乗り心地の悪化や脱線の危険を増大させる要因となる軌道不整の保守管理が重要である。軌道不整の検測は保線係員や軌道検測車によるものがある。これらの手法は高精度な検測が可能であるが、地方鉄道では費用の確保が難しく、十分な検査が行えない事業者も少なくない。

この問題に対して、営業車両に簡易な計測装置を置くことで、軌道状態を診断することができ、軌道状態監視システムの開発が行われ、測定データの再現性、異常箇所の発見可能性が示されている¹⁾²⁾。現在、地方鉄道事業者協力のもと、このシステムを用いた営業車両での常時計測が行われており、軌道状態の時系列推移を把握するため、計測データを効率的に解析する手法が必要となっている。

本稿では、計測データを効率的に解析する手法について検討を行い、営業車両で常時計測された車体動揺から軌道状態の診断を行った結果について述べる。

2 軌道状態監視システム

軌道状態監視システムの概要をFig.1に示す。本システムは、営業車両に設置し車体動揺を計測する車体動揺計測装置と、計測データから評価値を算出し軌道状態を診断する診断ソフトで構成される。計測部の車体動揺計測装置は、軌道異常を検出するための3軸加速度センサおよびレートジャイロ、列車位置や走行速度を検出するためのGPS受信機、各センサの信号をコンピュータに入力するセンサインターフェースで構成される。車両から電源を供給することで、常時計測への対応が可能である。計測データは携帯電話回線を利用して、サーバに送信され迅速な解析が可能である。本システムで軌道状態の常時監視を行うことにより、軌道の劣化や異常を早期発見でき、鉄道事業者は効率的な保守作業を行うことが可能である。

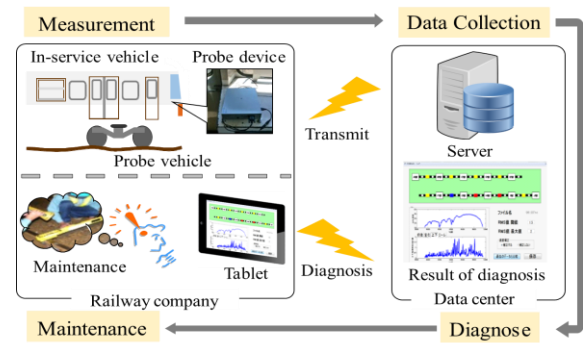


Fig.1 Track condition monitoring system

3 評価値の算出

車体動揺と軌道不整には高い相関があるため、車体動揺の振幅が軌道異常を示す指標になり得ると考え、RMS値を用いて軌道状態の評価を行う。そこで計測値 x のうち短時間の区間におけるRMS値を次式で定義する。

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} \quad (1)$$

軌道不整として挙げられる項目のうち高低不整の評価を行うために、車体動揺計測装置で計測した車体上下加速度のRMS値を求める。ここでは、データのサンプリング周波数は82Hz、 $N=26$ とした。

4 実証実験

4.1 車体動揺の計測

地方鉄道事業者のもと、2016年10月から2017年6月まで車体動揺計測装置を営業車両の屋根に設置し、実車走行試験を実施した。本研究ではこの実車走行試験によって得た車体上下加速度を用いて軌道状態の評価を行った。

Development and Evaluation of Track Condition Monitoring System for Regional Railway

Mai ODASHIMA, Yuichi HAYASHIDA, Hitoshi TSUNASHIMA,
Hirotaka MORI, and Tetsuya TAKATA

4・2 要注意区間の抽出

本研究では、要注意区間を抽出するために、全区間のRMS値から10mごとに最大値を取得し、その値を10m間の代表値として評価に用いる(以下代表RMS値とする)。全計測データの代表値が $1.0[\text{m/s}^2]$ を超えた回数が最多となる区間を要注意区間とした。Fig.2に全区間における代表値RMS値が $1.0[\text{m/s}^2]$ を超えた箇所の検出回数を示す。Fig.2より、要注意区間はNO区間となった。

4・3 軌道状態の時系列推移

Fig.3にNO区間における月ごとの代表値RMS値が $1.0[\text{m/s}^2]$ を超えた箇所の検出回数を示す。Fig.3より、検出回数は時間経過とともに、上下を繰り返しながら徐々に上昇する傾向であることが分かる。また、検出回数が最も低い月は2016年11月、最も高い月は2017年5月であった。それぞれの月の診断結果をFig.4、Fig.5に示す。Fig.4、Fig.5上段は、日ごとに平均した代表RMS値の値に基づき作成したカラーマップ、下段は各走行データの代表RMS値が $1.0[\text{m/s}^2]$ を超えた回数をその月の走行数で正規化した検出頻度を示す。

Fig.4、Fig.5より、11月と比較して、5月の検出頻度は全体的に上昇していることが分かる。特に $25.25[\text{km}]$ 付近の検出頻度は11月時点では 0.5 未満であったが、5月には 0.7 まで上昇していることから、高低不整が進行していることが考えられる。この結果から、カラーマップ等の検討手法によって、軌道状態の時系列推移を把握することができ、軌道状態を常時監視する際に有効であると期待できる。

5 まとめ

本稿では、計測データを効率的に解析する手法について検討を行い、営業車両で常時計測された車体動揺から軌道状態の診断を行った。その結果、検討した手法によって軌道状態の時系列推移を把握することができ、軌道状態の常時監視に有効であることが分かった。

「参考文献」

- 1) 荻野誠之, 綱島均, 柳沢一機, 他, 小型レール診断装置を用いた軌道の状態診断装置ソフトの開発, 電気学会論文誌D (産業応用部門誌), Vol.135, No.4, (2015)pp.395-402.
- 2) Mori, H., Ohno, H., Tsunashima, H., et al., Development of Compact Size Onboard Device for Condition Monitoring of Railway

Tracks, Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics, Vol. 6, No.2, (2013)pp.142-149.

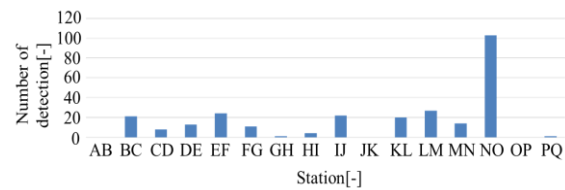


Fig.2 Number of detection for sections

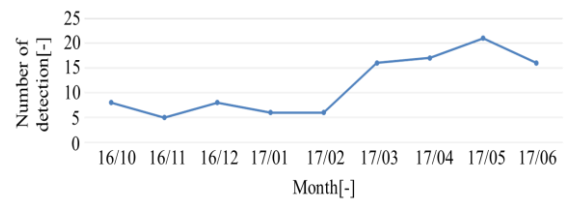


Fig.3 Changes in the number of detection for section NO (by months)

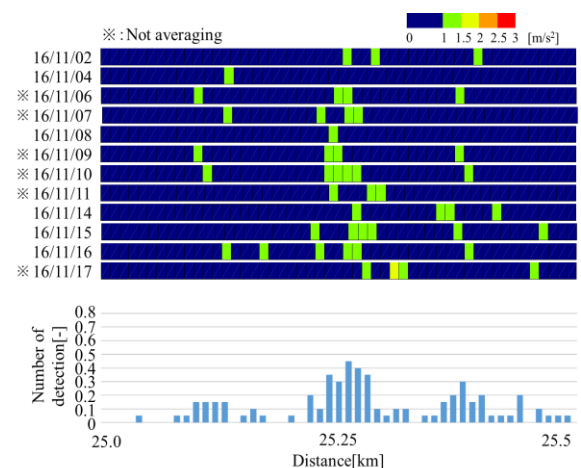


Fig.4 Track condition in section NO (2016/11)

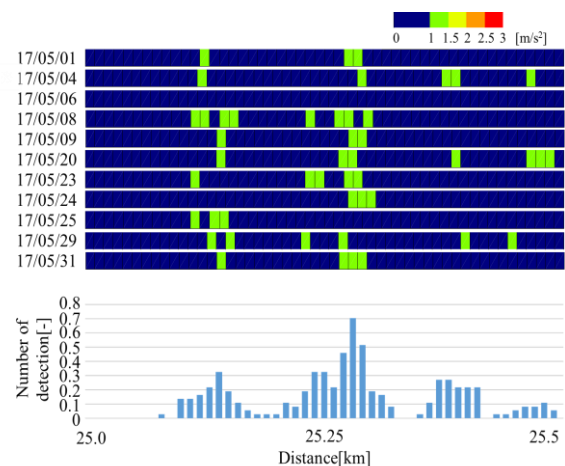


Fig.5 Track condition in section NO (2017/05)