

## 万葉線簡易軌道モニタリングについて

## Simple Methodology of Rail Profile Monitoring for Manyosen

中山晴幸<sup>1</sup>, 高木俊也<sup>2</sup>, ○由川響<sup>3</sup>  
Haruyuki Nakayama<sup>1</sup>, Toshiya Takagi<sup>2</sup>, Hibiki Yoshikawa<sup>3</sup>

Abstract: The aim of this study is to develop the simple and quick rail track inspection and management system for LRT. The investigation have been carried out from August to December 2008 and July to November 2009 under cooperation of the *Manyosen* LRT in Takaoka city, Toyama prefecture. The vertical acceleration data are calculated by the onboard tiny CPU and send it to the server using the mobile communication system. The standard deviations are computed by the distribution of vertical acceleration. The time-series results can be detecting the rail track profiles as using a rail profile measurement device.

## 1. はじめに

1970 年代に急激に姿を消した路面電車は、最近、エコロジ的な公共軌道交通である LRT (Light Rail Transit) として注目されている。一方で、一部の鉄道会社では財政状況が厳しいため、保有財産である車両や軌道施設などの維持管理を低費用で実現することが望まれている。本研究は、モニタリング機器を通常運行している低床の新型車両 LRV (Light Rail Vehicles) の車体上に設置し、LRT における保線情報を毎日得ることができるシステムの基礎的研究である。対象とした LRT は、富山県高岡市と射水市を結ぶ「万葉線」の MLRV1000 形 1 編成である。

## 2. 軌道モニタリングシステム

## (1) モニタリング機器の概要

開発した軌道モニタリングシステムは、計測機器本体 (高さ 20mm, 幅 30mm, 奥行き 10mm), 3 軸加速度センサ, GPS センサおよびビデオカメラで構成されている。計測機器本体には、ワンボード CPU, SD メモリカードスロット, パケット移動通信システム, バッテリーおよび電源装置が組み込まれている。これらの計測機器は、LRV (MLRV1000 形) 1 編成に次の要領で設置した。

- 計測機器本体：運転席左側の側面ウインドウ付近に設置
- 3 軸加速度センサ：LRV 車内の越ノ瀧側運転席計器板とフロントウインドウとの間にある狭い空間の車両中心軸上に設置
- GPS センサ：計測機器本体近くのガラス面から約 100mm 離れた場所に設置

3 軸加速度センサによる計測は 0.1s ごとに、GPS センサによる計測は 1.0s ごとに行った。計測データは、1 分ごとに 3 軸の最大加速度, GPS による緯度および経度の情報, 車両速度, 進行方向などのデータを加速度データと共にパケット移動通信システムを介してサーバに送信し、同時に SD メモリ (容量 2GB) に記録した。SD メモリに記録されたデータは後日回収して詳細解析に利用した。

## (2) 既往研究との相違点

鉄道車両に加速度センサを設置して軌道情報を得ようとする試みは従来から行われている<sup>[1]</sup>。とくに軸箱に設置した加速度センサの計測データとレール変位との関係は、直接レールと車輪が接触するために高い相関を示すと言われている<sup>[2]</sup>。

本研究のねらいは、計測データからレールの大きな変位を見つけ出すことや時系列に整理することでレールの状態が悪化していないかを把握することにある。よって、加速度センサを軸箱に設置するといった高費用につながる従来の方法ではなく、加速度センサを車体上に設置するといった費用をより抑えた方法で軌道情報を得た。

## 3. データの解析

## (1) 解析方法

SD メモリに記録された計測データから、具体的な距離, 速度, 加速度に変換して標準偏差を求め、同時に基準日 (2008 年 8 月 1 日) からの経過日数を求めた。計測データを、高岡駅前～米島口間では緯度による一定区間ごとに分割し、米島口～越ノ瀧間では経度による一定区間ご

1 : 日大理工・教員・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology

2 : 日大理工・院 (前)・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology

3 : 日大理工・学部・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology

との分割にして、それぞれ縦軸に標準偏差、横軸に経過日数をとったグラフを作成した。グラフは、万葉線軌道管理システムとしてパスワードで管理されたセキュア web 上に表示される。任意の駅間を選択することにより、その駅間におけるグラフを一覧することができる。

(2) 解析結果

標準偏差は、値が小さいほどレールの変位が小さいか変位箇所が少ないことを示し、値が大きいほどレールの変位が大きいか変位箇所が多いことを示す。

Figure 1 は新吉久～吉久間の併用軌道区間における結果のひとつである。標準偏差は  $0.2\sim 0.4\text{m/s}^2$  付近を示しており、レールの変位が小さいか変位箇所が少ないことを示している。これは、軌道が舗装された道路内に固定されており安定した状態であるためと考える。

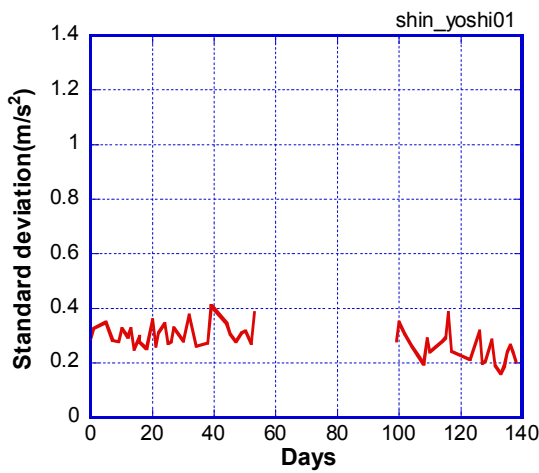


Figure 1 A trend of acceleration on pavement

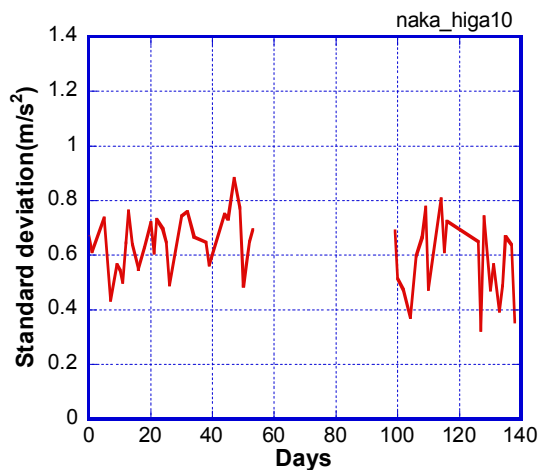


Figure 2 A trend of acceleration on soft ground.

Figure 2 は中新湊～東新湊間の軟弱地盤区間における結果のひとつである。標準偏差は  $0.3\sim 0.9\text{m/s}^2$  付近を示し

ており、レールの変位が大きいか変位箇所が多いことを示している。これは、軌道が軟弱地盤上に敷設されており車両重量を支えにくく変動が大きい状態であるためと考えられる。

Figure 3 より万葉線全線から見て新吉久～吉久間の併用軌道区間の変動は小さいことが、中新湊～東新湊間の軟弱地盤区間の変動は大きいことがそれぞれわかる。

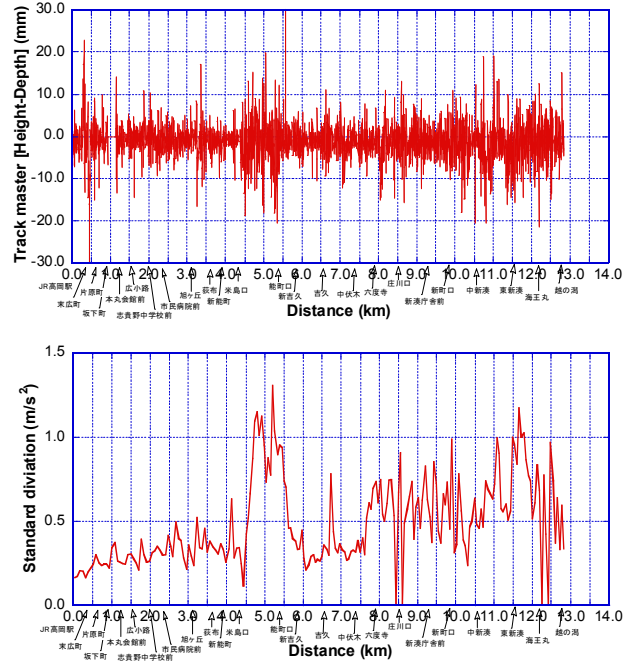


Figure 3 Compare Track master and Standard deviation

4. まとめ

作成したグラフから併用軌道区間では標準偏差の値が小さい、軟弱地盤区間と盛土区間では標準偏差の値が大きいという特徴が確認できた。この差は軌道メンテナンス計画策定に強力なツールとなりうることを示している。

現在、キロポストと分割区間は正確に対応していない。また、地球が楕円体である影響を考慮していないため分割した範囲は一定距離ではないので今後修正する必要がある。

5. 参考文献

- [1] たとえば、石井博典, 他: 営業車両の走行時の車両振動を用いた軌道モニタリングシステム (TIMS) の開発, 土木学会論文集 F, Vol.64, No.1, pp.44-61, 2003 年 2 月
- [2] 古川敦, 他: 軌道狂い管理のための車両左右動特性の同定, 鉄道総研報告書, Vol.22, No.8, 2008 年 8 月
- [3] 中山晴幸, 高木俊也, 上堀拓真: LRT における保線のための簡易軌道モニタリング, 電気学会論文, 2010 年 6 月