

万葉線車体上軌道モニタリングデータと季節変動について
 The Monitoring of Track Profile Data and Its Seasonally Change at the *Manyosen*

中山晴幸¹, 高木俊也², 由川響², ○西村尚人³
 Haruyuki Nakayama¹, Toshiya Takagi², Hibiki Yoshikawa², *Naoto Nishimura³

Abstract: This paper describes the rail track profile detection system for LRT and its seasonally change. The investigation have been carried out from August 2008 to March 2011 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 monitoring data in almost the same location, tends to changes by season. This change is presumed to be due to rain, and examined the relationship between precipitation.

1. はじめに

路面電車は、環境負荷の少ない公共軌道交通として近年注目されている。しかし、交通手段を過度に自動車へ頼った地域における一部の鉄道会社では、財政状況が厳しい環境で施設などを維持管理して安全性を確保する必要がある。とくに軌道管理は最重要課題であり常に情報を得られることが望まれている。

軌道の効率的な管理に関する研究は数多く研究されている^[1]。しかし、経済的制約が大きい鉄道会社にはいずれも不向きな方法である。

本研究は、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、軌道情報を毎日取得し、保守管理に役立てるシステムの基礎的研究である。費用を抑えた方法とするために、計測機器は営業運行中の低床新型車両 LRV (Light Rail Vehicles) に設置し、万葉線の MLRV1000 形 1 編成を対象とした。

2. 車体上軌道モニタリングシステムの概要

(1) 計測機器の概要

使用した計測機器は、計測機器本体、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 の車体上に Figure 1 で示す位置に設置した。

(2) 計測データ

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、3 軸の加速度、GPS による緯度および経度の情報、車両速度などを取得している。計測データは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

メモリに記録した。SD メモリに記録されたデータは後日回収し、詳細解析に利用した。

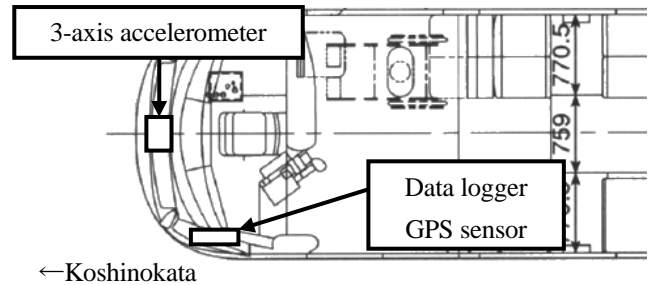


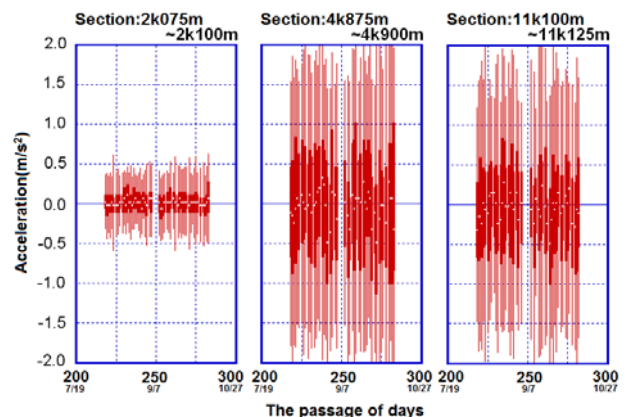
Figure 1 The monitoring equipments

3. 解析結果

(1) 加速度の時系列データ

Figure 2 は、LRV の車体上で計測した上下方向加速度を用いて、ある日の変動の幅を信頼区間 95% に設定して時系列で整理した箱ひげ図である。(a) は併用軌道区間、(b) は盛土区間、(c) は軟弱地盤区間のある 1 解析区間について示している^[2]。

併用軌道区間では変動の幅が小さく、盛土区間や軟



(a) pavement (b) embankment (c) soft ground
 Figure 2 Acceleration time series trend of variation

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

弱地盤区間では変動の幅が大きくなることがわかった。これは、軌道環境によって軌道状態が異なることを示している。また、各解析区間について注目すると変動の幅が小さいものと大きいものが混在しており、軌道状態が毎日変化している様子がわかった。

線路がアスファルトで覆われていない盛土区間、軟弱地盤区間の変動が大きかったことから、地盤が雨の影響を受けたために変動がおきていると考え、気象データの整理を行った。

(2) 月ごとの降水量

伏木の気象データは気象庁の過去データをもとに、Figure 3 に示すように過去 3 年分の降水量を月ごとにグラフ化した。

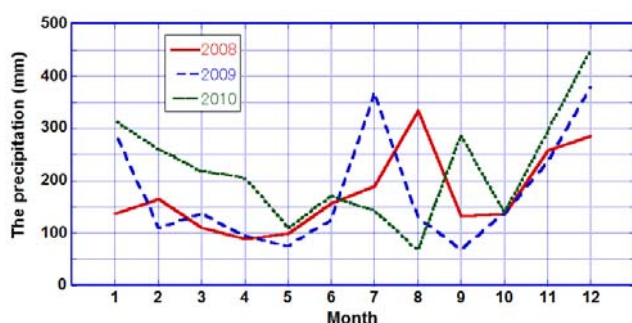


Figure 3 Monthly precipitation

1~6 月と 10~12 月は 3 年間ほぼ同様な傾向で降水量が推移している。しかし、7~9 月には年によって違いが見られ、2008 年は 8 月、2009 年は 7 月、2010 年は 9 月に降水量が多くなっていることがわかる。

(3) 日ごとの降水量

各年の 7 月、8 月、9 月の傾向が異なったため、夏場の降水量について日変動を整理した。そのうちの 2008 年 8 月の降水量変動を Figure 4 に示した。

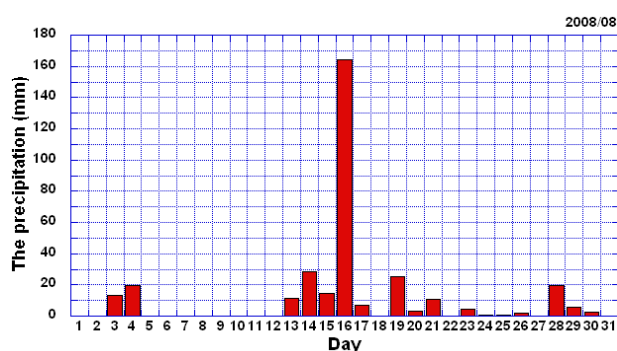


Figure 4 Precipitation in August 2008

Figure 4 より 8 月 16 日に 160mm を超える大雨が降っており、8 月の総降雨量の半分が 16 日に降っていることがわかった。このような大雨が伏木で観測されているということは、盛土区間や軟弱地盤区間でも大雨の影響を受けていると考えられる。

(4) 加速度の時系列データと日ごとの降水量比較

Figure 5 は 2008 年 8 月の盛土区間の上下方向加速度を箱ひげ図にしたものであり、1 日の変動を示している。白い丸は中央値を示す。

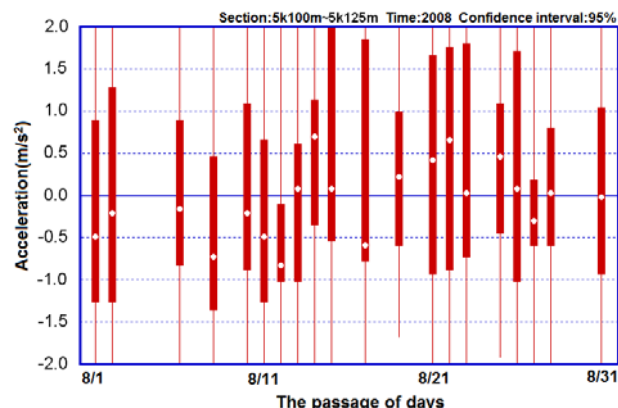


Figure 5 Vertical acceleration of August 2008

大雨当日の 8 月 16 日はデータが得られなかったため、大雨直後の 8 月 17 日のデータで比較を行うが、8 月 17 日のデータ数も少ないのが現状である。Figure 4 と Figure 5 を比較してみると、8 月 17 日のデータは 8 月 21 日の 2 つ左であるが、中央値が極端に偏っているのがわかる。本来同じような振動をすれば中央値が偏ることはなく、正規分布に近づくはずである。しかし 8 月 17 日にはそれがみられないので、決まった振動をしていないことがわかる。負の数値のほうに偏っていることから、地盤が沈んでいる可能性がある。雨で地盤がゆるんだことにより、上下方向の加速度のデータに変動が生じたと考えられる。

4. まとめ

日ごとのデータの解析できるサンプル数が少ないことから、中央値が偏っていると考えられるが、降水量も加速度データに影響を与えている可能性があることがわかった。

今後も引き続き 2011 年分の気象データも整理し、比較を行う予定である。また、気温や湿度との関係も調べる必要があるため、降水量と気温の間に関係があるか、降水量データと湿度の比較も行う予定である。

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, 2008 年
- [2] 中山晴幸, 由川響: 万葉線における軌道管理のための車体上軌道モニタリング, 日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文概要集, pp.87-88, 2011 年