

## 運転士用タブレット端末を活用した列車動揺管理システムの開発について

大阪モノレール株式会社      ○正会員    中村   健二  
 大阪モノレール株式会社      正会員    森川   佳則  
 株式会社インフォマティクス      森   章人

### 1. はじめに

大阪モノレールでは年に1回、軌道検測と列車動揺測定により軌道状態の確認を行っている。しかし、年1回の計測データでは軌道状態の変化を捉えることは難しく、また跨座式モノレールという軌道構造上、日常巡視による近接確認も困難であり、日々の軌道状態を把握することが課題であった。そこで運転士が乗務時に使用しているタブレット端末に内蔵されている加速度センサーを利用した列車動揺のモニタリングシステムを開発したので報告する。

### 2. システム概要

運転士はタブレット端末を運転台の所定の位置に置いて乗務を行っている。そのタブレット端末に、運転士が端末操作することなく、列車運転中に自動で振動計測を行い、端末内に記録するアプリケーションを搭載した。乗務終了後、タブレット端末は運転係室に返却され、返却時に記録された動揺データはタブレット端末からクラウドサーバー上の列車動揺管理システムに送信されデータ処理が行われる。送信される動揺データには計測日時、路線、乗務した運転士、車両編成等の情報が紐づいている。工務、車両、運転部門の担当者はインターネットを介して日々の列車動揺データを Web アプリケーションで確認することができる。



図1 運転支援用タブレット端末

### 3. 列車動揺データの処理方法

大阪モノレールは軌道桁に車両が跨る跨座式モノレール（全線桁構造）であり、構造形式上、列車動揺は桁と桁の接続部（支柱上）で大きくなる傾向がある。また、軌道変位も桁と桁の接続部（支柱上）で測定し、軌道整備も支承部（支柱上）で実施していることから、動揺データも支柱単位に管理することとした。具体的には図2に示すように支柱に架かっている両側の桁の中央までを1単位とし、その間に計測した最大加速度をその支柱の加速度として採用している。測定位置はタブレット端末のGPS機能で割り出している。振動計測は、計測周期を50Hz、GPS測位周期を1Hzとした。

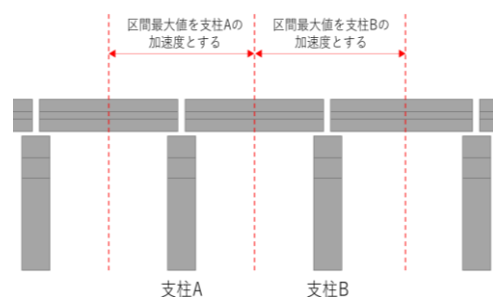


図2 支柱単位の列車動揺管理

### 4. タブレット端末での計測データ

運転台に置いたタブレット端末の加速度センサーで列車動揺を評価できるのか、定期検査で使用する可搬式加速度計の計測値とタブレット端末の計測値を比較することで検証を行った。

キーワード 列車動揺, 営業列車, モニタリング, タブレット

連絡先 〒565-0826 大阪府吹田市千里万博公園1番8号 大阪モノレール(株) TEL 06-6875-5780

図3、図4に支柱毎の可搬式加速度計（最前部台車床上）で計測した上下動揺値と、タブレット端末（運転台）で計測した上下動揺値の比較を示す。タブレット端末の計測データは1運行のみのデータ（図3）と1日の全運行平均データ（図4）に分けて比較を行った。1運行だけの計測データでは、データのばらつきが大きいのが、1日の平均計測データとの比較では可搬式加速度計と同じ傾向で動揺が計測できていることがわかる。タブレット端末での計測データでも一定のデータ数の平均値で管理することで列車動揺を把握することが可能である。

## 5. 列車動揺管理システムの機能

以下に列車動揺管理システムの機能を示す。

- (1) 路線別の動揺値の確認（任意期間）（図5）
- (2) 支柱毎の動揺値推移の確認
- (3) 車両編成毎、運転士毎の動揺値の確認（任意期間）
- (4) 急制動（前後動揺）の抽出
- (5) 支柱、車両編成毎の状態監視（検知）

## 6. システム運用による期待される効果

- (1) 軌道、車両の整備効果の確認

1日単位で動揺値の推移を確認することが可能なため、軌道、車両の整備前後での動揺値の変化を確認できる。

実際に行った軌道整備前後の動揺値の変化を図6に示す。整備前1週間分と整備後1週間分の動揺データを比較すると、整備箇所の上下動揺値では若干の改善が見られ、左右動揺値では改善していることがわかる。

- (2) 軌道、車両の状態異常の検知

軌道、車両の異常を早期に発見するため、短期（週単位）、中期（月単位）、長期（半年、年単位）での動揺値の変化量をシステムで監視する。所定の期間内で動揺値変化量が閾値を超えるとシステム上にアラートが出る。

- (3) 運転操作の均一化

前後動揺値において運転士毎のデータと運転士全体の平均値を比較することで、制動操作の均一化に役立つデータが取得できる。

## 7. まとめ

タブレット端末による列車動揺の計測が軌道状態の把握にも有効であることがわかった。また、全営業列車のデータ分析も可能となり、軌道、車両、運転の多方面からの乗り心地改善に向けたアプローチや、地震時等の災害時の列車挙動分析にも活用が期待できる。

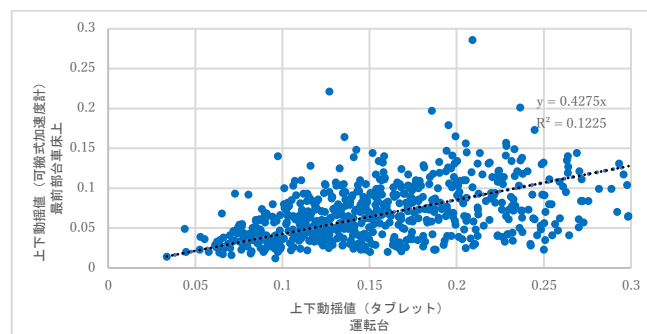


図3 1運行計測データとの比較

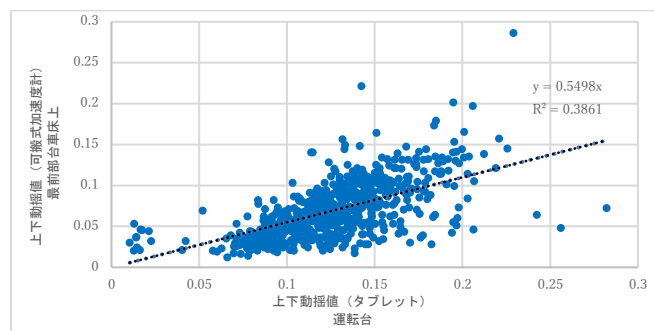


図4 1日平均計測データとの比較

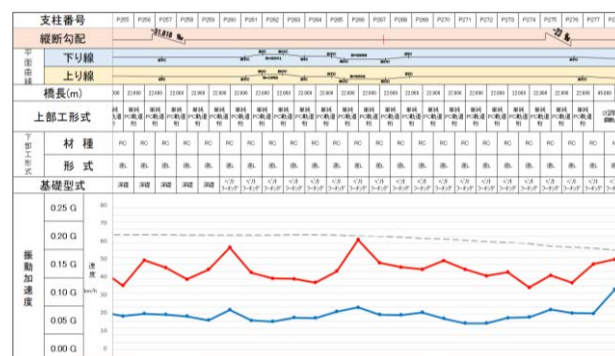


図5 路線別の列車動揺値（システム画面）

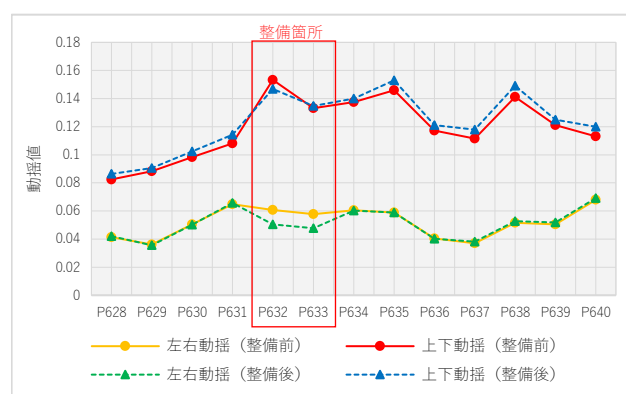


図6 軌道整備の効果