

## GPSを活用した列車動揺測定装置の開発

|             |     |        |
|-------------|-----|--------|
| 北海道旅客鉄道株式会社 | 正会員 | 橋場 孝幸  |
| 北海道旅客鉄道株式会社 |     | ○大橋 明如 |
| 株式会社ニシヤマ    |     | 山田 聖三  |
| 有限会社テクノポート  |     | 宮崎 英彦  |

### 1. はじめに

列車動揺測定は、近年における列車の高速化により軌道保守を支配する最重要基準となってきている。また、列車の振動加速度には車両の曲げ振動等、線路補修を行う上でほとんど反映されない成分も多く含まれる領域を測定しているものもあることから、確実に線路保守に反映できる列車動揺測定が必要である。北海道では冬期間、軌道検測が雪により難しく、列車動揺測定が軌道の状態を評価する数値管理できる唯一の方法となっている。従来までの列車動揺測定作業は、動揺値の位置、キロ程を記入する者、キロ程マーカー、速度の読み、構造物の確認等、多くの作業員を必要としていた。また、確認後の伝達、記入という作業行程により位置誤差を大きく発生していた。さらに、軌道切り替え箇所等には、W・B区間が存在するなど、動揺超過箇所のキロ程の把握が難しいなどの諸問題が存在した。今回、このような諸問題を解決すべく、GPS を活用した列車動揺測定装置を開発したので報告する。

### 2. 開発概要

従来の列車動揺測定作業は、「列車速度の読み」「キロポスト・構造物のマーカー押し」「チャートへの記入」の3名体制で実施していた。今回開発した列車動揺測定装置（写真-1）は、GPS システムを活用することにより測定位置の精度を向上、列車速度を自動的に算出し、駅、分岐器等その他構造物についてもデータベースより自動処理するようにした。測定要員は、加速度センサー（①）、GPS 用アンテナ（②）のセッティングを行えば、マーカー（③）を押す作業のみとなるため一人で行うことが可能となる装置である。

### 3. 開発項目

#### （1）測定装置

今回開発した列車動揺測定装置に使用している GPS 信号は、一般的に使用できる C/A コードであり、自動車のナビゲーション等に使用している信号と同様である。測定誤差は、約 5～10m 程度であり、実際の測定による位置誤差は、補正処理後で概ね 5m 程度と高い精度で位置を検知している。

加速度センサーは、3 軸方向（前後・上下・左右）を測定し、GPS センサー信号の受信により位置を認知し、速度、距離解析を行っている。また、トンネルや山岳地帯など GPS 信号が受信出来ない箇所では、スイッチボックスを使用して予め設定した位置をマーカーを入力することにより速度・位置解析を行うことができる。測定したデータは PC に収録され、解析ソフトにより位置補正処理した結果を表示する。

#### （2）データベースの作成

図-2 に作成したデータベースの例を示す。データベースは大きく分けて 2 種類あり、補正位置データと路線データに大別される。補正位置データは、動揺測定により収録された時



写真-1 測定装置

- ① 3 軸加速度計
- ② GPS 受信機
- ③ スwitchボックス
- ④ データ計測、収録、解析、表示 PC

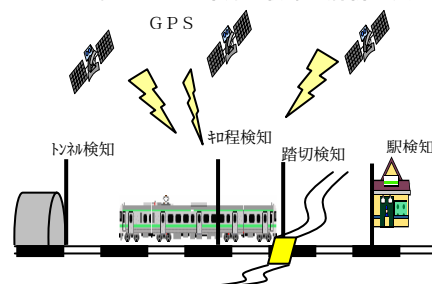


図-1 測定概略図

キーワード 列車動揺、列車動揺測定装置、GPS

連絡先 〒060-8644 札幌市中央区北 11 条西 15 丁目 1 番 1 号 JR 北海道保線課 TEL011-700-5790

系列データを予め入力した位置データにより距離換算を行う。入力可能な位置データは、「駅停止位置」「緯度経度」「マーカー位置」の3種類である。駅停止位置とは、列車が停止する駅でスイッチボックスにより駅停止信号を入力し、登録された線路キロ程に補正する。緯度経度位置とは、事前に任意の地点において測定した緯度経度に最も近いGPSのデータを取得して登録キロ程として補正する。マーカー位置とは、構造物やキロポスト等任意に定めたマーカーポイントでスイッチボックスにより入力するデータである。また、路線データとは、キロ程等が修正された動揺測定データにトンネル・橋りょう・分岐器等の構造物を表示するほか、W・B区間の距離更正を行うものである。

### (3) 動揺測定

図-3に測定開始前および測定時の測定画面を示す。測定開始前に使用するデータベースを事前に選択する(図-3 ①)。データベースの選択は、測定終了後の解析時においても変更、修正が可能である。次に、測定条件、センサー条件を入力する(図-3 ②、③)。センサー条件では測定線区における列車動揺目標値による警報レベルを設定し、測定開始前にはGPSの安定した受信を図るため、支障物の少ないスペースで衛星を受信し衛星個数を確認する(図-3 ④)。測定開始操作(図-3 ⑤)を行うと、測定データはPCに収録される。測定中は時系列データとしてリアルタイムに動揺加速度を波形表示すると共に目標値超過判定を行う。測定中の作業としては、補正位置データに入力された駅・停車場での駅停止信号の入力と、位置補正データにマーク位置として入力するマーカー信号を押す作業のみとなる。また、速度、走行距離は、GPS信号により表示されるため(図-3 ⑥)、GPS信号が安定して受信可能な状況では正確な速度、走行距離が表示されるが、トンネル内及び山間部等の測定条件によりGPS信号が受信できない場合は、その直前の受信値により速度、走行距離が表示され続けるが、収録後の解析時には、路線データ、位置補正データを使用して速度、走行距離の補正計算が行われる。

| 試行名 | 駅名    | 線路名   | 距離      | 緯度       | 経度       |
|-----|-------|-------|---------|----------|----------|
| 1   | 試行名   | 線路名   | 距離      | 緯度       | 経度       |
| 2   | 開始距離  | 101.8 |         |          |          |
| 3   | 種別    | マイナス  |         |          |          |
| 4   |       |       |         |          |          |
| 5   | 路線名   | 線路名   | 距離      | 緯度       | 経度       |
| 6   | 開始終了点 | 名称    | 開始距離    | 終了距離     |          |
| 7   |       |       | 101.8   | 84.61    |          |
| 8   | 駅名    | 名称    | ホーム開始   | ホーム終了距離  |          |
| 9   |       |       | 101.76  | 101.851  |          |
| 10  | 駅     | 東武東上線 | 97.713  | 97.709   |          |
| 11  | 駅     | 東武東上線 | 84.558  | 84.668   |          |
| 12  | 構造物   | 名称    | 開始距離    | 終了距離     |          |
| 13  |       |       | 99.331  | 99.3329  |          |
| 14  | 橋梁    | 小幡川   | 81.578  | 81.578   |          |
| 15  | 橋梁    | 小幡川   | 81.578  | 81.578   |          |
| 16  | トンネル  | 東武東上線 | 82.841  | 82.801   |          |
| 17  | トンネル  | 東武東上線 | 88.552  | 90.807   |          |
| 18  | トンネル  | 東武東上線 | 85.225  | 85.72    |          |
| 19  | 踏切    | 名称    | 距離      |          |          |
| 20  | 踏切    | 東武東上線 | 101.618 |          |          |
| 21  | 踏切    | 東武東上線 | 101.085 |          |          |
| 22  | 補正値   | 名称    | 距離      | 緯度       | 経度       |
| 23  | 駅停止   | 東武東上線 | 101.8   |          |          |
| 24  | 駅停止   | 東武東上線 | 97.0    |          |          |
| 25  | 駅停止   | 東武東上線 | 84.61   |          |          |
| 26  | 緯度経度  | 東武東上線 | 101.618 | 43.06712 | 142.3404 |
| 27  | 緯度経度  | 東武東上線 | 101.085 | 43.06751 | 142.3365 |
| 28  | 緯度経度  | 東武東上線 | 85.381  | 43.06623 | 142.3118 |
| 29  | 緯度経度  | 東武東上線 | 84.762  | 43.06478 | 142.3106 |
| 30  |       |       |         |          |          |

図-2 データベース例

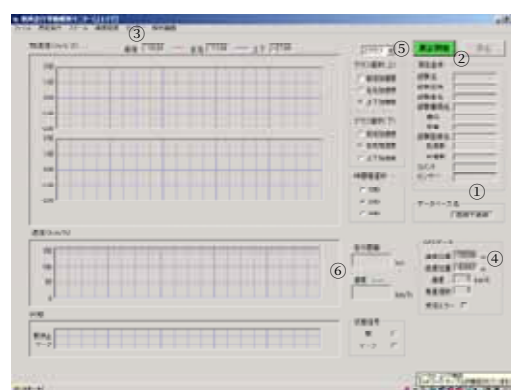


図-3 測定画面

### 4. データの再生・解析

図-4に列車動揺測定後の解析画面を示す。データの解析は、時系列データについて補正位置データを元に距離補正し表示する。波形の上段は上下加速度を、下段は左右加速度を表示している(図-4 ⑦)。また、図-4 ⑧には列車速度グラフを、図-4 ⑨には路線データによる構造物を表示する。また、図-4 ⑩には設定警報レベルを超過したデータについて一覧で表示し、エクセルデータ化する事ができる。また、超過データを選択することにより 400m、600m、1000mの拡大表示が可能となる。

### 5. おわりに

列車動揺測定の測定位置精度の向上、作業効率の向上を目指しGPSを活用した列車動揺測定装置を開発した。GPSはある程度の誤差を許容できるシステムには活用することが可能である。特に位置情報は、安全確認の進捗状況把握、災害時や復旧状況の把握等に活用できるものと思われる。今後は、さらなる軌道保守作業・検査の効率化、省力化、精度の向上を図っていく。

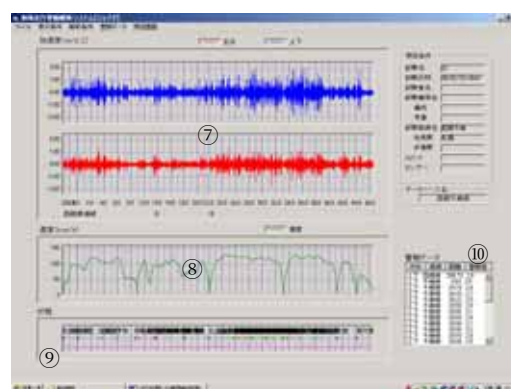


図-4 解析画面