

道床形状測定装置の開発について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○今瀬 幹太

1. はじめに

道床横抵抗に影響する道床バラスト量の管理は、レール張出し事象を防止する上で重要であり、道床バラスト量として道床形状(肩幅、余盛高さ)の管理を主に目測で実施している。

本稿では、目測に伴う測定結果の個人差(ばらつき)を補うことによる測定精度向上を目的として、道床形状測定装置の開発を行ったので、その内容について報告する。

2. 測定について

道床形状測定装置は、在来線総合検測車(以下「キヤ車」という。)に搭載し、軌道狂い等の測定に併せて道床形状を測定する。測定結果算出までの流れについて図1に示す。

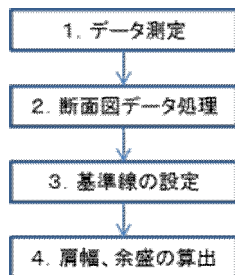


図1 測定結果算出フロー

データ測定

道床形状測定装置は、レーザ距離計(以下「LRF」という。)により1°ピッチで道床形状をスキャンし、自軌道検出センサ(以下「センサ」という。)にて左右レールの頭頂面中心位置を検出する。左右レールの頭頂面中心位置から算出したレール頭頂面の軌道中心位置をLRFでスキャンした道床断面形状の基準位置としている。

断面図データ処理

道床形状測定装置の特徴として、キヤ車走行の都度測定箇所及び測定断面数が異なること、また草など道床以外の要素(以下「外乱要因」という。)が測定結果に影響を与える点がある。これらの特長による測定結果への影響を小さくするため、図2に示す流れでデータ処理を実施している。

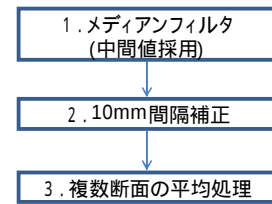


図2 データ処理フロー

まず、外乱要因を検出した箇所は、道床形状から孤立した点として測定されるため、孤立点の除去を目的としてメディアンフィルタ処理(隣り合う3測点の中間値採用処理)を実施する。次に、道床断面データを1m間隔にするため、各測定断面を10mm間隔のデータに正規化し(図3参照)、複数断面の同一地点における平均値を算出して1m間隔の道床形状データを作成している(図4参照)。

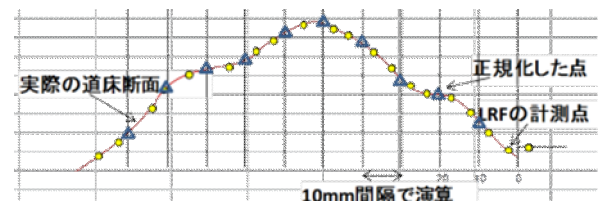


図3 正規化イメージ(10mm間隔補正)

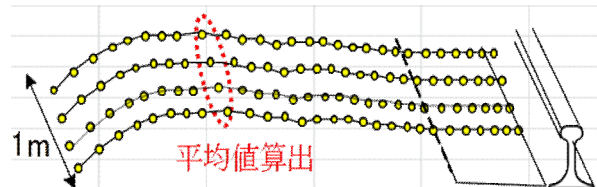


図4 複数断面の平均処理

基準線の設定および肩幅、余盛の算出

肩幅、余盛高さに関しては、測定した道床形状データに基準線を設定し、基準線を上回る範囲を肩幅、基準線を上回る範囲において基準線からの最大離れを余盛高さとした(図5参照)。

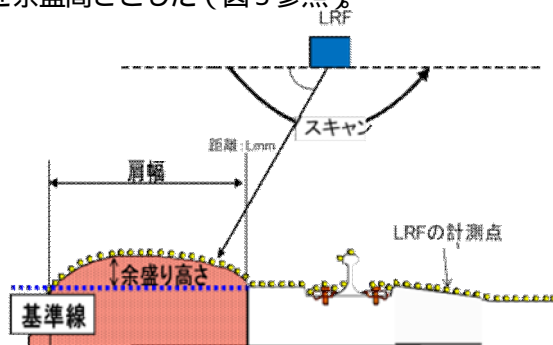


図5 基準線、肩幅、余盛について

キーワード 道床形状、LRF、自軌道センサ、再現性

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田二丁目4番24号 TEL: 06-6375-8960

基準線は、まくらぎ端部の上面を通る、まくらぎ長手方向に平行、の2点を満たす線としている(図6参照)。に関しては、基準位置からまくらぎ端部の上面までの離れをルール、まくらぎ及び締結装置種別毎に算出しており、これらはシステム台帳のデータを活用している。に関しては、左右レールの頭頂面中央を結んだ線の傾きを用いている。

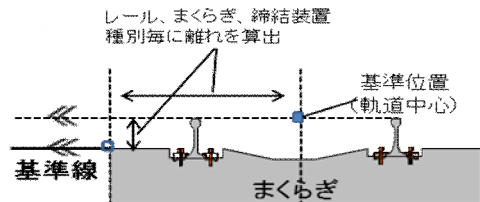


図6 基準線の設定方法

3. 測定データの検証

道床形状測定装置の精度確認を目的として、試験測定により整合性、再現性の検証を実施した。

(1) 整合性の検証

整合性は、静止状態と走行状態において検証を実施した。静止状態に関しては人力測定し、機械測定値との乖離量を検証した。走行状態に関しては、スラブ区間におけるレールからスラブ端までの離れに関して、設計値と機械測定値の乖離量を検証した。

表1 整合性検証結果

	N数	平均値	標準偏差
静止状態 (人力測定値と機械測定値の乖離量)	100	4.54	3.93
走行状態 (設計値と機械測定値の乖離量)	266	1.04	1.83

単位:mm

(2) 再現性の検証

再現性は試験測定を3回実施した区間において、同一キロ程での肩幅、余盛の乖離量を検証した。

表2 再現性検証結果

	測定(2月2日)		測定(2月23日)		測定(3月3日)		全体	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
肩幅	18.24	12.75	9.28	16.54	5.36	12.08	10.96	13.79
余盛	0.45	3.59	0.40	4.81	0.49	3.60	0.45	4.00

単位:mm

各測定の平均値、標準偏差は3回の平均値からの乖離量で算出

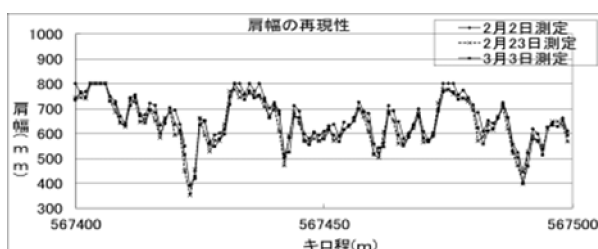


図7 試験測定結果(肩幅)

LRFの測定精度(± 10 mm)人力測定の誤差、キヤ車走行の都度測定箇所が異なることを踏まえると、一定の整合性、再現性が確認できた。

以上のことから道床形状測定装置による道床形状の計測は、十分な精度を有していると考えられる。

4. データ処理システムについて

道床形状測定装置の測定データは、軌道保守管理データベースシステム(以下「ラボックス」という。)と道床形状システムを用いて確認を行う。ラボックスでは、肩幅、余盛のチャート表示により、道床の局所的な不足箇所の把握を行い(図8参照)道床形状システムでは、キヤ車の前方画像と道床形状の表示により、道床形状、道床不足箇所の環境および外乱要因の測定結果への影響を確認する(図9参照)。

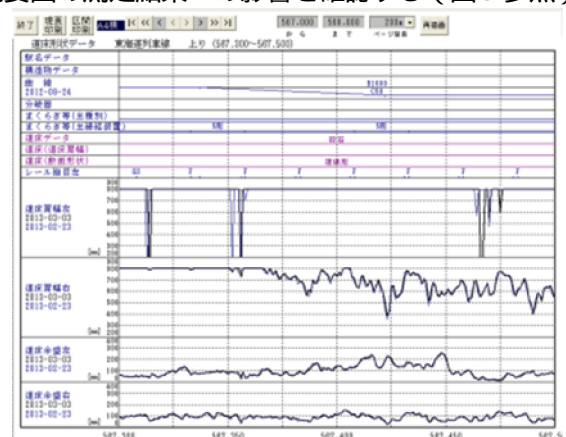


図8 ラボックスの表示例

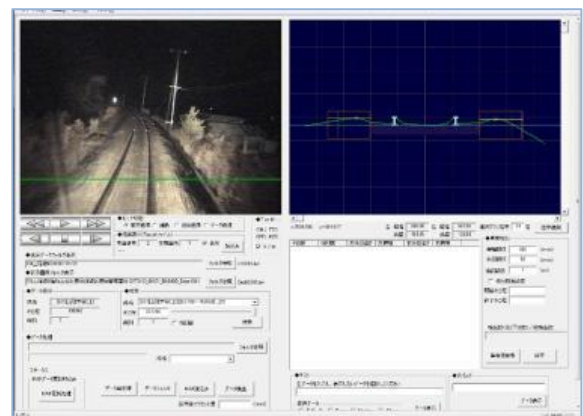


図9 道床形状システムの表示例

5. おわりに

本装置は、道床形状を高密度かつ連続的に把握できる一方、外乱要因の除去に課題を残す。今後は、本装置による測定を重ね、測定結果の分析から測定精度の向上を図り、レール張出し事故防止に努めていく。