

在来線新型軌道検測車搭載の画像撮影収録装置導入に向けた取組み

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○住吉 賢治
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 系永 宣昭

1．はじめに

平成 18 年 10 月から在来線新型軌道検測車キヤ 1 4 1 が導入される予定であるが、軌道検測装置を現行マヤ車の接触式から非接触式に変更するのに加えて、画像撮影収録装置を新規搭載する。本装置は、走行しながら前方および床下画像を撮影し、収録する装置である。そこで、本装置の導入にあたり各種試験を行い、各現場区において画像再生ソフトが活用しやすいものとなるように各種検討を行った¹⁾。本稿では、導入にあたり行った各種試験について以下に報告する。

2．画像撮影収録装置の特徴

本装置の特徴として以下の 2 点がある。

前方画像カメラとして空間安定機能付きカメラを利用し、軌道の曲線半径に基づく自動旋回に加え、車体の振動による画像のブレを抑制した安定した画像を取得することが可能である。

床下画像カメラとして 6 台のラインセンサカメラを利用するため、エリアカメラに比べてコンパクトな構成で継目板、締結装置、まくらぎ等の情報を高精細・高密度に取得することが可能である。

図 1 にラインセンサカメラ、照明のレイアウトを示す。

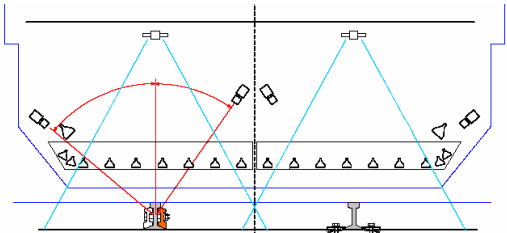


図 1 ラインセンサカメラ・照明レイアウト

3．各種試験の概要

床下画像撮影収録装置の導入にあたり、以下の各種試験を行った。

(1) 基礎試験 1（平成 15 年度）

CCD ラインセンサを搭載した台車（図 2）を移動しながら軌道の帯状画像を収録し、その画像を評価することで、軌道画像検査に適した照明、レンズ、露光時間などの光学的条件を求めると共に、収録した画像に対して画像処理を行うことにより、レール領域およびまくらぎ領域の自動抽出を試み、基本機能の成立性を確認した。本試験より得られた成果を表 1 に示す。



図 2 データ取得装置外観

表 1 基礎試験 1により得られた成果

項目	成果
ラインセンサの適用性	・ 1024 画素のラインセンサを 1mm ピッチで駆動することにより、検査に十分対応可能な分解能の画像を取得できることを確認した。 ・ 帯状の軌道画像は PC を使用することで非常に視認しやすく、照明むらも生じにくい画像処理に適している。
露光条件	・ 湿潤時に露光が不足しがちなことを考慮すると、100km/h 走行時 30μsec の露光時間、照明強度は 40,000lux（まくらぎ上の照度）を確保する必要がある。 ・ カメラ出力である 10bit 画像をファイル出力である 8bit 画像への変換特性は、乾燥・湿潤いずれの場合も画像処理可能な濃度分布を得ることができるよう、低輝度部は線形特性、高輝度部は対数特性の変換テーブルにすると効果があると考えられる。
レール領域抽出	・ 本試験で撮影した画像に対し、バラスト領域のエッジ分布とレール領域のエッジ分布の違いを利用してレール領域の抽出に成功した。
まくらぎ領域抽出	・ 本試験で撮影した画像に対し、バラスト領域のエッジ分布とまくらぎ領域のエッジ分布の違いを利用してまくらぎ領域の抽出に成功した。
まくらぎ間隔抽出	・ 本試験で撮影した画像に対し、まくらぎ領域の抽出処理を高精度に行うことで、間隔±10mm 程度の測定に成功した。

キーワード 新型軌道検測車、画像撮影収録装置

連絡先 〒530 - 8341 大阪市北区芝田二丁目 4 番 24 号 西日本旅客鉄道株式会社施設部保線課 TEL 06 - 6375 - 8960

（２）基礎試験２（平成 16 年度）

新型軌道検測車搭載の画像撮影収録装置を模擬したシステム構成の試験装置（図 3）により、検測車を実際に運用した場合に想定される各種条件下において収録試験を行い、取得した画像から各種光学条件、画像処理方法について詳細な検討を行った。本試験により得られた成果を基に画像撮影収録装置の設計を改善すると共に、装置から得られる軌道画像による検測技術の開発を目的とする。本試験より得られた成果を表 2 に示す。



図 3 データ取得装置外観

表 2 基礎試験 2 により得られた成果

項目	成果
照明強度 外乱影響	・ 65W ナロービームハロゲンランプ 100mm ピッチの配置で十分な光量を確保できた。 ・ 上方カメラにおけるシャッタ速度は 20μs 以下で撮像可能 ・ カメラゲインに余力があり、ある程度の汚れによる証明度低下を補えることを確認 ・ 配光特性に起因する照明むらを改善するため、ランプピッチを 80mm に狭め、ランプ数を増やすこととする。 ・ トンネル出入りのような環境照度の影響は、画像上ほとんど受けない。 ・ 日光の影響は皆無ではなく、この影響を軽減するため、遮光板を追加する。
濃度変換処理	・ ? 変換による濃度変換処理により、継目板、バンド線等の画像からの目視確認がやりやすくなることを確認 ・ ? 値は、0.6 程度が自然であるが、状況に応じて簡単に変更できるよう再生ソフトウェアに ? 値調整機能を取り入れる。
高速画像取込み時の画質	・ 5～120km/h の速度において安定した取込みが可能であり、ぶれ等は生じないことを確認 ・ 加減速が 7km/s² 程度より大きい場合、1% 強のパルス欠落が生じることを確認
測長精度	・ 拡大した画像に対し、マウス操作による測長機能を実現することは可能 ・ 400% に拡大し、?1mm を 4×4 画素で表示すればマウス操作に問題なし
まくらぎ抽出・間隔計測	・ 2 種類のまくらぎ（幅 190mm、290mm）に対応する抽出ソフトの機能を確認 ・ PC まくらぎは安定した結果を得られるが、木まくらぎでバラストの状態が悪い場合、抽出ミスが発生しやすい。 ・ エッジ抽出パラメータとまくらぎ幅パラメータの両方を変更しながら処理する必要があり、処理時間を要する。

（３）車両搭載試験（平成 17 年度）

当社所有の在来線試験車両 U@Tech（図 4）に新型軌道検測車に搭載する床下画像撮影収録装置の試作装置を搭載し、走行試験を行うことにより、より運用に近いレベルでの実証試験を実施した。つまり、運用時の問題を事前に評価し設計を改善することを目的とし、車両の走行状態の変化が画像へ与える影響を確認した。確認項目を表 3 に示す。本試験により、画質への影響は全く無いことを確認した。



図 4 U@Tech



図 5 車内収録装置

表 3 車両搭載による影響の確認

項目	確認項目	条件	評価画像数
車両走行状態による影響	速度による影響	0～130km/h で 5 条件（5,10,50,100,120km/h）	20
	加減速による影響	加速状態	8
		減速状態	8
	車両振動による影響	ロングレール区間	8
		定尺レール・分岐器区間	8
線路線形による影響	曲線区間における車両の傾き、偏移による影響	直線区間	8
		曲線区間	8
速度発電機による影響	実搭載車両と同じ速発によりカメラを駆動させ撮影	上記撮影条件において得られた収録画像より評価	20

４．まとめ

本稿では、新型軌道検測車に搭載する画像撮影収録装置の概要、および導入にあたり行った各種試験について紹介した。最後に、共同研究を実施した川崎重工業株式会社の関係者の皆様に謝意を表する次第である。

【参考文献】

1) 系永、住吉：在来線新型軌道検測車により収録される画像の再生ソフト活用に向けた取組み、土木学会第 61 回年次学術講演会、2006.9