分岐器検査の装置化に向けた検討

西日本旅客鉄道株式会社　　正会員　○安部　聡
西日本旅客鉄道株式会社　　正会員　　千代　誠

１．はじめに

画像処理技術の一つである「光切断法」は，測定対象物にレーザースリット光を照射し，形成された光の帯をカメラで撮影した時の画像データを用いて，光の帯の位置関係から測定対象物の形状を求める方法である（図 1）.

当社では，効率的かつ高精度な線路検査の実現に向けて，光切断法等の汎用技術を活用した検査装置開発に取組んでおり，これまで保守用車等に搭載可能な装置を構成し，実用に向けた検討を行ってきた[1) 2)].

本稿では，装置化を検討している検査のうち，設備数，検査項目数ともに多く，現在も保守管理に多大な労力を費やしている分岐器検査の装置化について，検討した結果を紹介する.

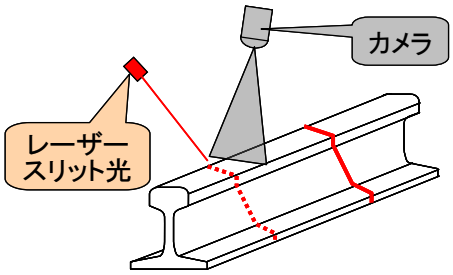


図 1　光切断法の測定原理

２．装置の概要及び検討対象

今回試作した装置（以下，「本装置」という）は，レール片側あたり高速 CCD カメラ 2 台とレーザースリット投光器 18 本、データ処理用 PC 等から構成される．装置の構成を図 2 に，基本的な仕様を表 1 に示す. 垂直分解能が約 1mm/画素であることから，本装置で目標とする測定精度は±1mm とした. 測定ピッチは各種検査項目に対応する為 1mm ピッチとした他，走行速度は保守用車等に搭載し，かつ分岐器区間を測定する為，約 10km/h とした. また本装置でデータを取得し，適用可否の見極めを行った検査項目を表 2 に示す.

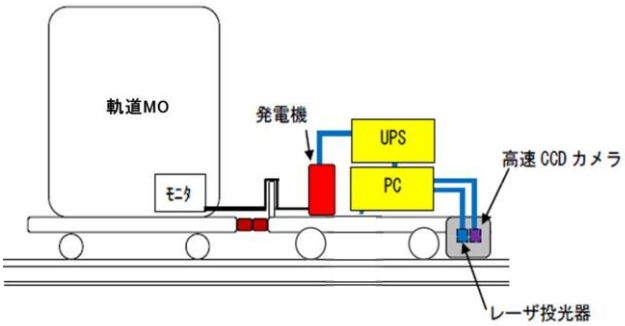


図 2　装置の構成図

表 1　装置の仕様

項目	仕様
水平分解能	約 0.5mm/画素　以下
垂直分解能	約 1.0mm/画素　以下
測定ピッチ	約 1mm
視野幅	約 400～500mm
画素数	1280(H)×1024(V)
走行速度	約 10km/h

表 2　データ取得項目

番号	項目	詳細
①	レール摩耗	基本レール、トングレール、クロッシング、ガードレール
②	継目部状態	目違い、段違い
③	フランジウェイ幅	トングレール、クロッシング、ガードレール

３．レール摩耗算出精度向上の検討

これまでのレール摩耗算出方法は，光切断法により得られたレール断面測定結果と新品のレール断面とをレールあご下付近を基準点として比較し，算出していた（図 3）. しかし，車両振動等により基準点の検出位置にバラつきが生じた為，その対策として基準点の検出結果をレール長手方向の測定位置から前後 20 点で平均値をとり，スムージング（平滑化）する手法を検討してきたものの，更なる算出精度向上が望まれた.

そこで図 4 に示すように，同一断面の頭部形状と腹部～底部形状とを 2 台のカメラを用いてそれぞれ撮影し，

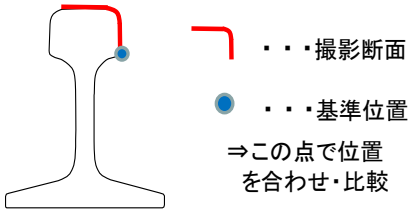


図 3　レール断面位置合わせ手法（従来）

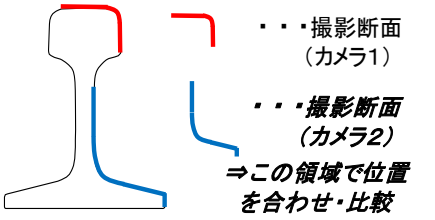
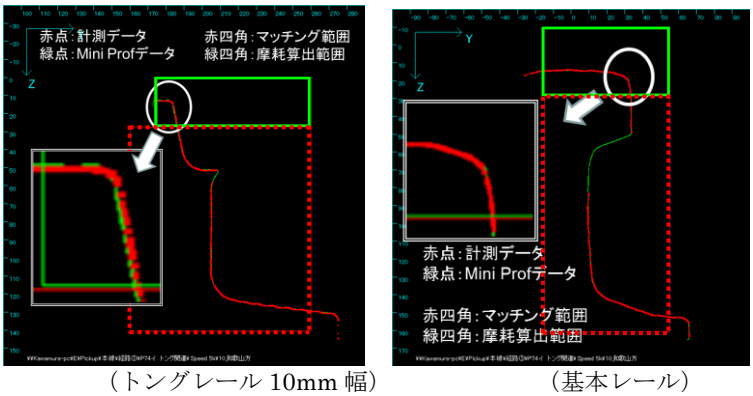


図 4　レール断面位置合わせ手法（今回）

キーワード　光切断法，分岐器検査，基準点，マッチング
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）　鉄道本部 技術部　ＴＥＬ06-6376-8136

新品断面との照合を腹部～底部形状全域を用いて最も合致する位置を求め，比較する方法（マッチング）を検討した．実際に本装置で撮影した断面にてマッチングを実施している様子が図 5 である．図中に示す点線の赤四角で囲んだ領域でマッチングを実施している．

これにより，これまでのレールあご下 1 点での比較から一定の領域による比較が可能となった他，レール長手方向に断面が変化しスムージングが不向きであったトングレール部等でも精度良く比較ができるようになった．



（トングレール 10mm 幅）　（基本レール）

図 5　レール断面形状取得結果

4．分岐器走行試験結果

本装置で分岐器区間の測定を実施した．番数の違いや測定方向（対向，背向，基本側，分岐側）により検査できない項目がないかを確認する為，8，10，12 番の分岐器に対して基本側，分岐側のデータをそれぞれ取得した．また，再現性を確認する為，同一行路を 10 回往復した．誌面の都合上，ここでは測定した中の分岐器 1 組の結果を紹介する．

表 3　分岐器内レール断面比較結果

項目	基本	トング 10mm	トング 20mm	トング 30mm	トング 40mm	クロッシング AA	クロッシング BB
最大誤差	1.03	-0.92	1.05	-1.09	-0.55	-0.74	0.93
平均誤差	0.44	-0.32	0.04	-0.30	-0.17	-0.06	0.13
標準偏差（σ）	0.24	0.17	0.18	0.18	0.17	0.10	0.20
標準偏差（3σ）	**0.71**	**0.51**	**0.54**	**0.53**	**0.51**	**0.30**	**0.61**

※10 回分の測定データより算出

表 4　分岐器継目部・フランジウェイ幅検査結果

項目	段違い	目違い		ポイント部 FW 幅	ガードレール部 FW 幅
最大値	1.06	1.71		79.24	47.04
最小値	0.41	0.87		78.72	46.66
平均値	0.80	1.33		78.98	46.84
標準偏差（σ）	0.26	0.22		0.15	0.12
標準偏差（3σ）	**0.79**	**0.67**		**0.44**	**0.36**

※10 回分の測定データより算出

図 5 にトング，基本レールの断面形状取得結果を示す．本装置で測定したデータとの比較には接触式レール断面測定器（Mini Prof）を用いている．前項で述べたマッチングにより，精度良く測定データと Mini Prof データとを重ね合わせて比較できていることを確認した．次に各検査箇所における断面比較結果を表 3 に示す．どの検査箇所においても Mini Prof との誤差が概ね±1mm 以内であり，かつ誤差のバラつきを示す標準偏差が 3σ でも 1mm 以内に収まっており，高い測定精度及び再現性を有していることが確認できた．

また，表 4 はレール摩耗以外の検査結果を示したものである．結果，測定した最大値と最小値との差が 1mm 以内であり，かつ測定値のバラつきを示す標準偏差が 3σ でも 1mm 以内に収まっていることが確認できた．

表 5　その他の分岐器レール断面比較結果
（値は誤差のバラつきを示す標準偏差 3σ）

分岐器（番数）	基本レール	トング平均（10～40mm）	クロッシング平均(AA，BB)
A(8#)	0.57	0.47	0.42
B(12#)	0.46	0.68	0.43
C(12#)	0.56	0.56	0.39
D(10#)	0.85	0.73	0.52

以上，分岐器 1 組の結果について紹介したが，その他の分岐器の測定結果も含めた走行試験結果を以下に記す．

・番数の違いや測定方向により取得できなかった検査項目はなく，予定していた検査項目は全て測定できた．

・走行速度を変化させたり，降雨を模擬したりしながら測定したが，それらによる結果の差異は見られなかった．

・表 5 に示す通り，その他の分岐器についてもほぼ同様の測定精度，再現性を確認した．

5．まとめ

今回検証を行った分岐器検査項目の殆どについて目標とする 1mm 以内の精度に収まっており，試作した装置の機器構成，仕様が実用に耐えうるものであることを確認した．

参考文献

1)　下野勇希，山口義信：ロングレールふく進検査の装置化の検討，土木学会第 66 回年次学術講演会，2011.9

2)　下野勇希：光切断法を用いたレール断面測定手法の検討，土木学会第 67 回年次学術講演会，2012.9