

新幹線線路設備モニタリング装置の開発（その2）～分岐器・軌道変位検査装置～

J R 東日本 正会員 ○青木 宣頼 星野 真澄

鉄道機器(株)

陸 康思 中川 健 成富 敦志

1. はじめに

JR 東日本では、新幹線の線路設備点検における検査精度の向上や作業員の労力軽減を目的に、線路設備モニタリング装置を搭載した新型保守用車（以下、「試験車」という）を試験導入した。本件では、新幹線線路設備モニタリング装置の開発（その1）¹⁾で紹介した試験車に搭載している「分岐器・軌道変位検査装置」について紹介する。

2. 分岐器・軌道変位検査装置の概要

分岐器軌道変位検査、分岐内レールの摩耗検査を保守用車で測定可能にするため、欧州において導入実績のある DMA 社製 TCMS（Turnout& Crossing Measurement System）を試験車に搭載した。車両床下の測定装置は左右ボックス、基本レール測定用ボックス、慣性ユニットで構成されている（図-1）。左右ボックスおよび基本レール測定用ボックスには光切断法により対象物の位置座標をとらえるプロファイルカメラが搭載され、慣性ユニットと併せて、慣性測定による軌道変位およびレール断面（レールプロファイル）の取得が可能である。

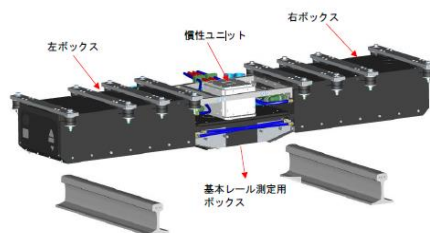


図-1 TCMS 床下装置

3. レール摩耗測定

レール摩耗を算出するためには、測定したレール断面（以降、「測定断面」と）と基準となるレール断面（以降、「基準断面」）を正確に重ね合わせ、その差分を算出する必要がある。

（1）トンゲレール

トンゲレールについては、当社の規程に基づきトンゲレール頭部幅が 6, 10, 20, 30, 40mm 位置の基準断面を作成し、これを使用して自動判定ロジックを開発した。

（2）可動クロッシング

可動クロッシングについては、当社の管理基準に明確な測定位置は指定されていないことから、分岐器検査装置²⁾と同様に基準断面を基に摩耗を測定したが、図-2 に示すとおり、測定断面と基準断面に大きな乖離がみられた。この要因として、可動クロッシングはマンガン製（鋳鋼品）であることから製作毎に個体差が生じるためと考えられた。そこで、解決策として新品敷設時のそれぞれの個体の断面を測定し、これを基準断面とする方法とした。そのため、全ての分岐器に対して個別に基準断面を用意する必要がある。

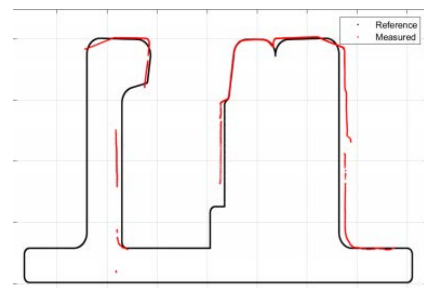


図-2 重ね合わせ不一致

4. 軌道変位測定

TCMS から出力される軌道変位データは、EN13848 で定められている D1 ($\lambda=3\sim 25\text{m}$) であるため、図-3 に示す検出特性を踏まえフィルター演算から当社の管理で用いている 10m 弦正矢を算出している。

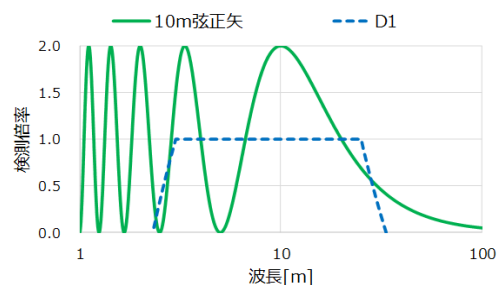


図-3 検出特性

キーワード 分岐器・軌道変位検査装置、新幹線、試験車

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター テクニカルセンター tel:048-651-2389

5. 走行試験による精度の検証

(1) レール摩耗

18#可動片開き分岐器に対し、再現性の確認を行った。
目標精度は現行検査で使用している分岐器検査装置の精度
($1\sigma \leq 1.0\text{mm}$) と同等以上とした。

確認結果を表-1 に示す。ポイント部、クロッシング部と
もに分岐器検査装置以上の再現性を有する結果となった。

(2) 軌道変位

複数の番数の分岐器に対して再現性の確認を行った。目
標精度は現行検査で使用している分岐器検査装置の精度
(高低・通り： $1\sigma \leq 2.0\text{mm}$ 軌間・水準： $1\sigma \leq 1.0\text{mm}$)
と同等以上とした。

確認結果を表-2 に示す。可動クロッシングを有する分岐
器については、分岐器検査装置以上の精度が確認できた。
固定クロッシングを有する分岐器については、軌間欠線部
で光飛びが発生しており、この影響で目標精度を満たさな
い結果となった。

欠線部の光飛びについて、軌間欠線部のレール頭部内側
(ゲージラインとレール・車輪の接触点) に疑似的な直線を
生成し、この点をレール計測点とする改良を行い、異常値が
適切に除去されていることを確認した。

また、取得したデータについて、軌道検測車の East-i デー
タとの比較を実施した。日本には正確性に関する明確な基準
が存在しないため、EN 規格に基づく閾値を判定基準として
採用した。比較結果を表-3 に示す。いずれの項目についても
EN 規格における基準を満たしており、正確性に問題ないこ
とを確認した。また、参考に牽引式軌道検測装置³⁾との比較
も実施したところ、East-i データと牽引式で差が生じている
箇所、すなわち測定条件の静動差のある箇所において、
TCMS の測定値は East-i データに類似していることから、
TCMS による測定は動的値として扱うことが妥当といえる。

6. おわりに

試験車に搭載した分岐器・軌道変位検査装置 (TCMS) について、走行試験による精度を検証して実務上十分な
精度を有していることを確認した。今後、2024 年度に導入する「線路設備モニタリング車」に分岐器・軌道変位
検査装置 (TCMS) を搭載し、新幹線におけるスマートメンテナンスの実現を目指す。最後に多大なるご協力をい
ただいた DMA 社の関係者の皆様に誌面をお借りして御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 安藤他：新幹線線路設備モニタリング装置の開発（その1），土木学会，2023
- 2) 石野氏暁：分岐器検査装置による分岐器の測定，PP.2-3，新線路，2017.8
- 3) 片岡慶太：保守用車牽引式軌道検測装置（新幹線），PP.2-3，新線路，2013.4

表-1 再現性（レール摩耗）

No	番数	クロッシング 種別	方向	再現性 (1σ) [mm]						備考	
				ポイント摩耗			クロッシング摩耗				
				垂直	斜め	水平	垂直	斜め		構内	分岐器名
目標精度				1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	分岐器検査装置の精度を準用	
1	18	可動	基準側	0.09	0.13	0.05	0.26	0.18		郡山	51AB
2	18	可動	分岐側	0.13	0.10	0.07	0.21	0.18		郡山	51AB
3	18	可動	基準側	0.06	0.07	0.06	0.34	0.21		郡山	63AB
4	18	可動	分岐側	0.35	0.31	0.11	0.20	0.15		郡山	63AB
5	18	可動	基準側	0.20	0.28	0.03	0.30	0.14		郡山	66AB
6	18	可動	分岐側	0.05	0.07	0.04	0.25	0.14		郡山	66AB
7	18	固定	基準側	0.08	0.08	0.10				那須	63
8	18	固定	分岐側	0.15	0.19	0.08				那須	63

表-2 再現性（軌道変位）

No	番数	クロッシング 種別	方向	再現性[mm]								備考			
				高低				通り		軌間	水準			構内	分岐器名
				左	右	左	右	左	右						
目標精度 (1σ)				2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	分岐器検査装置の精度を準用				
1	18	可動	基準側	0.10	0.08	0.09	0.09	0.16	0.08		0.08	郡山	51AB		
2	18	可動	分岐側	0.15	0.15	0.22	0.15	0.21	0.14		0.14	郡山	51AB		
3	18	固定	基準側	0.38	0.37	0.08	0.42	0.41	0.09		0.09	那須	63		
4	18	固定	分岐側	0.23	0.22	0.21	0.04	0.29	0.04		0.04	那須	63		
5	16	可動	基準側	0.14	0.11	0.28	0.08	0.32	0.06		0.06	大宮	54AB		
6	16	可動	分岐側	0.10	0.09	0.12	0.12	0.11	0.08		0.08	大宮	54AB		
7	16	固定	基準側	0.05	0.10	1.09	0.03	2.05	0.07		0.07	東京	61A		
8	16	固定	分岐側	0.15	0.12	0.75	0.10	1.09	0.13		0.13	東京	61A		
9	14	固定	基準側	0.40	0.35	0.27	1.61	4.33	0.24		0.24	東京	65		
10	14	固定	分岐側	0.09	0.09	0.08	0.03	0.16	0.05		0.05	東京	65		
11	12	固定	基準側	0.14	0.12	0.71	0.09	0.59	0.09		0.09	那須	252A		
12	12	固定	分岐側	0.40	0.12	1.86	1.44	1.97	0.38		0.38	那須	252A		
13	38	可動	基準側	0.05	0.06	0.09	0.10	0.14	0.07		0.07	高崎	71AB		
14	38	可動	分岐側	0.06	0.06	0.08	0.09	0.15	0.07		0.07	高崎	71AB		

表-3 正確性（軌道変位）

軌道変位種別	East-iとの 整合性 (2σ)	EN規格に基づく閾値
10m弦正矢	0.70[mm]	1.1[mm]
20m弦正矢	0.68[mm]	3.0[mm]
40m弦正矢	4.28[mm]	7.0[mm]
軌間	0.46[mm]	1.0[mm]
水準	0.20[mm]	1.0[mm]
平面性	0.22[mm]	1.5[mm]

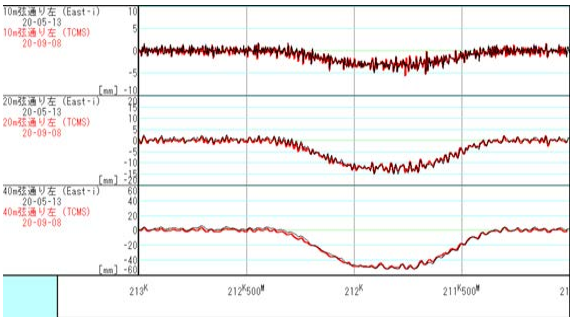


図-4 East-i との重ね合わせチャート