

線路設備モニタリングデータを活用した継目板損傷の予兆検知の検討について

(株) 日本線路技術 正会員 ○小林 聡一 糟谷 賢一  
非会員 廣畑 翔介 斉藤 光司

1. はじめに

2016年度の首都圏における大規模な列車遅延(30分以上の輸送障害)の約23%は部内原因の事象<sup>1)</sup>となっており、そのうち約45%(全体の約10%<sup>1)</sup>)を占める設備起因の遅延の減少は鉄道各社にとって重要な課題である。

軌道設備に起因する輸送障害の1つに、継目板損傷によるものがある。これは継目通過時の衝撃負荷の繰返しにより継目板が割損して、継目機能を果たさなくなり、最悪の場合、脱線等の重大事故につながる、大変危険な事象である。そのため、継目板損傷を検知した際には、徐行や運転中止等の運転規制を行う鉄道事業者もあり、継目板損傷の発生前に予兆検知できれば、部内原因による遅延、運休が減少する可能性がある。

そこで、線路設備モニタリング装置<sup>2)</sup>で得られた画像および軌道変位データを活用した継目板損傷の予兆検知について検討を行った。

2. 分析データ・分析方法

JR東日本の在来線営業車両に設置されている線路設備モニタリング装置では、軌道材料の画像データ及び軌道変位データが高頻度で大量に取得されており、継目板の画像データならびに継目近傍の軌道変位の状況を把握することが出来る。

(1) 分析データ

分析対象は、データ処理を担当している(株)日本線路技術において、軌道材料モニタリングの画像データを用いた人間系による目視<sup>3)</sup>によって、発見した7か所の継目板損傷データを分析対象とする(表-1)。

表-1 分析対象

事例No	事例1	事例2	事例3	事例4
線名	A線	B線	B線	B線
線別	下	下	上	下
キロ程	10k942m	137k802m	51k084m	78k551m
確認日※	2018/8/17	2018/8/19	2018/11/22	2018/12/5
レール種別	50N	60kg	60kg	60kg
継目種別	普通継目4穴	絶縁継目	絶縁継目	絶縁継目
かけ・支え	支え	かけ	かけ	かけ
事例No	事例5	事例6	事例7	
線名	C線	D線	E線	
線別	上	下	上	
キロ程	74k177m	2k915m	13k080m	
確認日※	2018/12/27	2019/2/7	2019/3/13	
レール種別	50N	60kg	50N	
継目種別	普通継目4穴	普通継目6穴	普通継目4穴	
かけ・支え	支え	支え	かけ	

※確認日: 継目板損傷を発見した日

(2) 分析方法

継目板損傷が発生する前に把握する方法として、以下の2つの仮説を立てる。

- 仮説1: 継目板損傷前にクラックが発生する
- 仮説2: 継目板損傷前に軌道変位進みが増大する

仮説1については、軌道材料モニタリングの画像データを時系列で整理することで予兆検知の可能性を確認する。仮説2については、軌道変位モニタリングデータから継目板損傷前後の軌道変位進みの増大を把握することで予兆検知の可能性を確認する。

3. 軌道材料モニタリングデータの確認結果

事例5について、継目板損傷を発見した月を起点として前7ヶ月分の画像を時系列で整理した結果を図-1に示す。

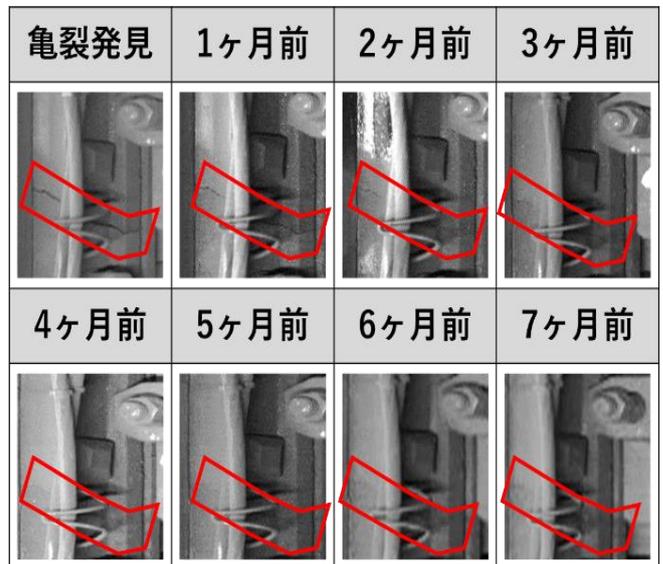


図-1 継目板損傷箇所の画像の時系列整理(事例5)

図-1より、亀裂発見時の画像では明らかな継目板損傷であることが分かるが、それより3か月前の画像より傷の予兆があることが分かる。また別事例でも亀裂発見の数か月前の画像を確認すると、傷の予兆が確認できた。

キーワード 線路設備モニタリング, 軌道変位, 軌道材料, 継目板損傷

連絡先 〒120-0026 東京都足立区千住旭町42番3号

株式会社日本線路技術 線路設備モニタリング事業部 線路設備モニタリングセンター TEL 03-5284-9125

しかしながら、図-2の画像データのように傷の予兆のようなものを現場で確認した際、短絡防止剤（SDスマート）の液跡や毛髪が継目板に塗布した油に付着したなどの、実際には継目板損傷ではない事例もあった。そのため、今後は多様なサンプルを収集および学習をすることにより、継目板損傷箇所の予兆を早期発見できる可能性がある。

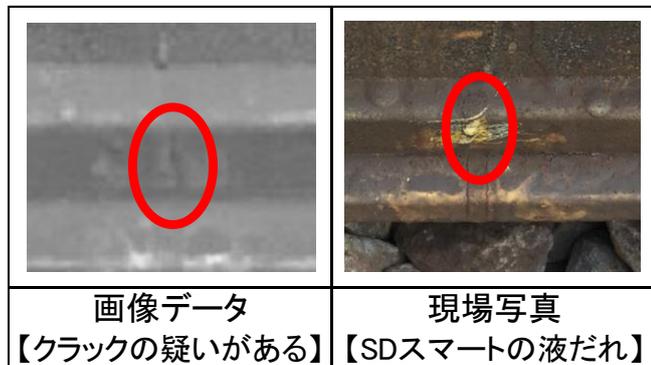


図-2 画像データと現場写真の比較

#### 4. 軌道変位モニタリングデータの確認結果

事例2について、軌道変位モニタリングデータで2018年3月～2019年3月の高低変位をプロットした結果を図-3に示す。なお、軌道変位データは、1装置当たり毎日10本程度測定されるデータから最も品質の良いデータ<sup>3)</sup>（以下、「ベストデータ」）を選定した結果である。

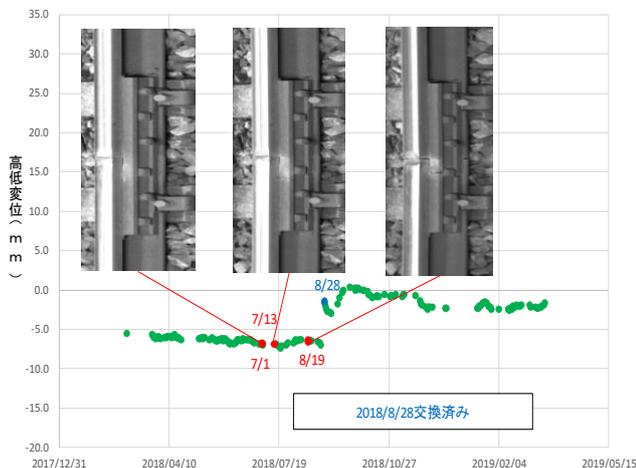


図-3 継目板損傷箇所の高低変位推移（ベストデータ）

図-3より、継目板交換を実施した8/28に高低変位が大きく改善されたことが分かった。これは交換にあわせて軌道整備を実施したためと推察される。しかし、施工前の高低変位進みの増加は把握できないため、交換日の2か月前までのすべての測定試番の高低変位データを整理した。その結果を図-4に示す。なお、測定キロ程と実キロ程の誤差を考慮するため、前後10mのうちの変位の最大値を用いた。

図-4より、7/29前後で高低変位進みがわずかではあるが増大していることから、7/29前後より継目板にクラック（または割損）が発生し、荷重分散機能が低下して軌道沈下が促進されたものと推察できる。

なお、7/15前後より軌道変位が試番毎にばらつく状況になっている。そのため、継目板折損との関係について、対象期間を延ばしたうえで調査を進め、検討をしていく予定である。

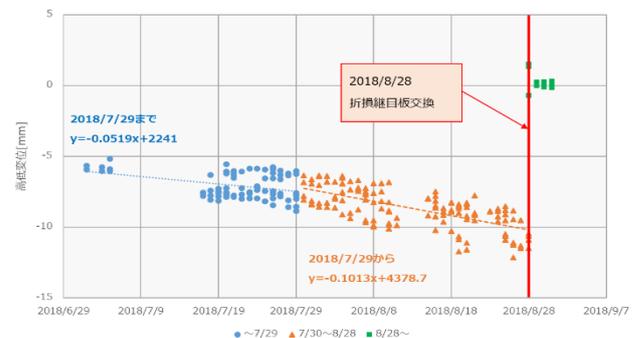


図-4 継目板損傷箇所の高低変位推移（測定試番毎）

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、高頻度にデータが取得できる線路設備モニタリング装置のデータを用いて、継目板損傷の予兆検知について検討した。結果を以下に示す。

- (1) 継目板損傷前の画像データを確認したところ、クラックの発生が確認できる箇所があった。そのため継目板損傷を未然に防げる可能性が示唆された。
- (2) 継目板損傷前後の高低変位進み量を確認したところ、ベストデータでは進み量の増大は見られなかった。しかし、全ての測定試番毎の高低変位データを確認することにより、若干ながら高低変位進みが増大していることが確認でき、継目板損傷の予兆検知の一助となる可能性が示唆された。

上記は、現状の業務フローすなわち目視確認による結果であるため、軌道変位・軌道材料ともにAIなどの最新のデータ処理技術の導入・活用など、人間の判断を支援・補完する仕組みについて検討を進めることが必要と考える。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省プレスリリース:遅延の「見える化」を開始！2017.12.22
- 2) 佐藤淳一他：線路設備モニタリング装置の導入と活用方法、土木学会第72回年次学術講演概要集 2017.9
- 3) 糟谷賢一他：線路設備モニタリングのデータ処理について、第22回鉄道工学シンポジウム論文集 2018.7