

確認車を用いたバラスト軌道の新しい管理手法

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 井上 貴康 松田 達明 武田 健

1. はじめに

東北新幹線は開業から 27 年が経過し、現在ではバラストの細粒化や軌道パッドの硬化、レール頭部の摩耗、スラブてん充層の欠損など、さまざまな軌道材料の劣化が目立つようになってきた(図1)。しかし、その中でもバラスト状態においては総合巡視等の検査では外観のみの確認となる為、マクラギ下面の道床状態までは把握が難しい。また、その背後には道床交換が容易に行えない現状にあり、マクラギ下面の道床の細粒化や道床硬化剤の大量散布による排水性の悪化・弾性力の低下といった、外観上では見えない軌道材料劣化の発生を促している可能性があると考えられる。また、320km/h 営業運転を目指す当社にとって材料劣化の的確な把握が重要であり、より一層の整備が必要であるため、外観上では見つけることが難しい軌道材料の劣化を動的に特定する手法を検証した。

2. 現状の把握

図2は、浮きマクラギやスラブ軌道の煽りなど軌道材料の劣化発見に有効とされている軸箱加速度低周波データの 2g 超過箇所発生推移表である。図2のグラフからわかるように、スラブ区間及びバラスト区間で発生している超過箇所数は年々増加傾向にある。また、当技セ管内の 1km 当たりの発生数を比較した場合、スラブ区間が 0.31 箇所、バラスト区間においては 1.64 箇所という結果になり、バラスト区間はスラブ区間に比べ約5倍程度多く発生していることが確認されている。



図1：軌道材料劣化状態

図3は軸箱加速度低周波 2g 超過発生箇所の分類である。分岐や IJ, EJ など軌道構造の変化が伴う箇所については軸箱加速度低周波 2g を超過することが多いことが分かっていたが、一般区間においては明確な発生原因を割り出すことが難しく、効果的な補修ができず繰り返し補修箇所になっている現状があった。一般区間におけるこれらの箇所は、道床交換を行っていない場合や道床硬化剤を散布していることが多いことからマクラギ下面での材料不良が発生しているものと考え調査を実施した。その結果、道床硬化剤を散布した箇所はマクラギ下面の砕石が固結しており、バラスト軌道の砕石が従来もつべき弾性力が低下している箇所もあることがわかっていく。このような箇所がバラスト軌道の材料悪化を促進するものと仮定し、前年度に取組んだ「確認車による新しい軌道管理手法」がバラスト区間においても、軌道材料の不良、劣化箇所を特定できないか検証をおこなった。

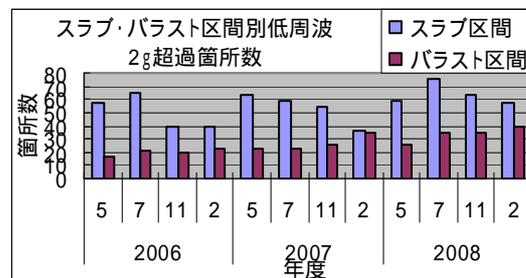


図2：スラブ・バラスト区間別低周波 2g 超過箇所数

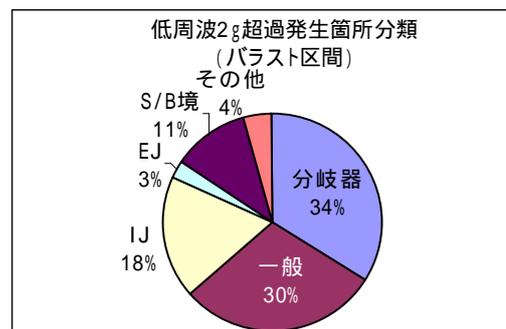


図3：低周波 2g 超過箇所分類(バラスト区間)

3. 新しい軌道管理手法の検討

バラスト区間で発生している軌道材料の劣化を発見するために、新幹線電気軌道総合検測車 (East-i) で測定した軌道変位や 値データ、上下軸箱加速度低周波によって特定することを主としていた。この方法は連続してのマクラギ煽り等、広い範囲での特定には適しているが、軌道材料不良や初期段階のマクラギ煽りを特定するのは難しい。そこで、マクラギ煽りなど材料不良拡大に至る以前の局所的な軌道変位を抽出し、軌道材料への悪影響を初

キーワード 確認車 上下動揺 5m弦高低変位 軸箱加速度低周波 輪重 バラスト軌道

連絡先 〒985-0851 宮城県多賀城市南宮字二津井18番地 東日本旅客鉄道株式会社仙台新幹線保線技術センター 022-356-5125

期段階から抑える為の軌道管理手法を検討した。

4. 確認車動揺を活用した新しい軌道管理手法の検証

バラスト区間の不良箇所の把握方法として「確認車動揺を活用した新しい軌道管理手法」を活用できるかどうか検証した。まず、確認車データを採用したのは、営業列車 E3 系（こまち）の軸重 12 トンに対して、確認車の軸重が 11 トンと近いこと、ほぼ毎日運行している点からもデータを比較的容易に収集出来る為である。しかし、確認車動揺だけでは特定が難しいと考え、より現場の実態と一致させるため、マクラギの煽り等に合致しやすいと思われる 5m 弦軌道変位（閾値 3 mm 以上）データと上下軸箱加速度低周波（閾値 2g 以上）データの併用を実施し検証することとした。また、マクラギ煽り箇所を列車が通過する際に軌道の浮き沈みが発生していることから、輪重においてもなんらかの数値的变化が表れると考え、著大輪重及び輪重抜け箇所の調査も合わせて検証を行った。その結果、著大輪重及び輪重抜けが発生している箇所に 5m 弦軌道変位データ、上下軸箱加速度低周波データ、確認車動揺データそれぞれが一致することがわかった。これらのことから 4 データが一致している箇所はマクラギ煽りに起因する軌道材料不良が発生している可能性が高いと考えた。図 4 のグラフがそれら 4 データを組み合わせたものになる。

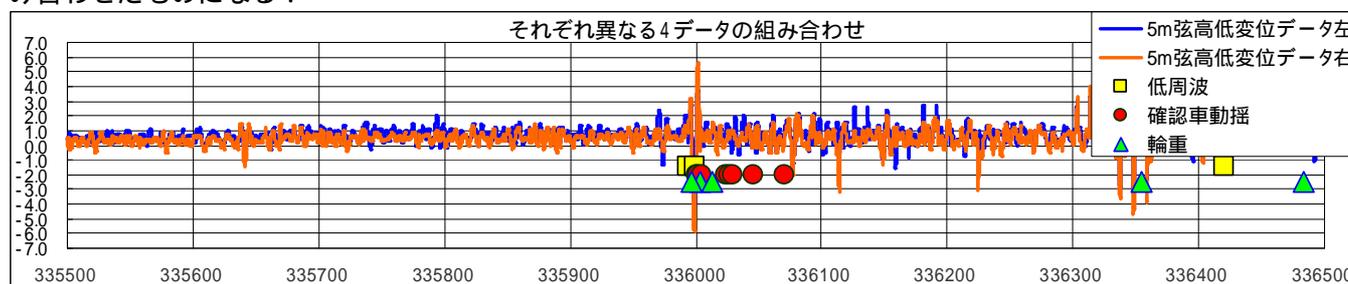


図 4：組み合わせデータ

5. 検証の結果

それぞれ異なる 4 つのデータが一致した箇所の現場調査を実施した結果、バラスト区間で発生しているマクラギのばたつきを 7 箇所中 5 箇所発見することができた。当該箇所の碎石の状態はどれも細粒化しており、そこでも煽りが確認出来ることから、確認車の動揺や軸箱加速度低周波（閾値 2g 以上）超過箇所、5m 弦データ（閾値 3 mm 以上）超過箇所、著大輪重及び輪重抜け箇所の一致したデータを活用することで約 70% の確率で抽出できることがいえる。

マクラギ煽りが発生してしまうことにより碎石の細粒化だけでなく、その他の軌道材料への影響を及ぼしてしまう。この現象により締結ボルトの緩みや、それに伴う軌道パッド抜けが発生するだけでなく、板パネの折損などを併発させてしまう恐れがあり、時間が経過するほど煽りが発生している前後も連続的に煽りはじめ、材料不良箇所の拡大を引き起こし、最終的には乗り心地にも影響してしまう事が考えられる。これら予想される最悪な事態を避けるべく、確認車上下動揺データ、5m 弦高低変位、上下軸箱加速度低周波の 3 データだけでなく軸箱加速度輪重を組み合わせることで、初期段階の軌道不良箇所を把握することができると考えられる。

6. まとめ

本研究をまとめると、以下の事が言える。

マクラギ煽りなどの軌道材料不良箇所の発見及び的確な補修箇所の優先付けには、確認車の動揺加速度データと軸箱加速度低周波 2g 超過箇所及び 5m 弦高低変位 3 mm 以上箇所、そして軸箱加速度輪重データの過大輪重および輪重抜け箇所がそれぞれ一致したデータを活用することが有効であり、一致した箇所でマクラギ煽りが発生している可能性が高いことがいえる。

軌道材料交換・むら直し補修選定や、現場調査の際に大きく貢献・活用することが可能である。

7. おわりに

今後、確認車への動揺計及び軸箱加速度計の搭載や、目視確認が難しいトンネル区間での確認方法などを検証していく必要がある。また継続的にデータを集め、より効果的な軌道管理に繋げていくことが大切である。