

# 季節による外的要因が軌道に与える影響の評価手法に関する検討

東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○安達 大将 同 正会員 佐藤 和樹  
正会員 平岡 将人 同 非会員 片寄 哲務

## 1. はじめに

当社管内の 50N レール区間において通常 4 本で締結される継目板ボルト（以下、ボルト）が 4 本とも脱落し、継目板自体が脱落する事象が発生した

（図 1）. 当該箇所では、1 本目の脱落から約 2 ヶ月半で 4 本脱落に至った（図 2）.



図 1 現場写真

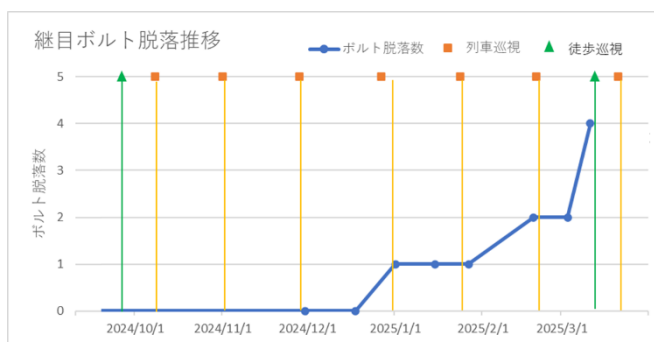


図 2 継目板ボルト脱落推移

これまで冬季にボルト脱落が多く発生している傾向があるもののデータとして明らかとなっていない。また、線路設備モニタリングシステム<sup>1)</sup>の材料画像モニタリング（以下、材料モニタリング）により材料状態確認できる一方、冬季は降積雪の影響により確認できないケースや、徒歩巡視においても材料状態確認が困難なケースがあると同時に交換日データがないためボルト 1 本 1 本の敷設年月、累積通トンの把握が困難である。

そこで本稿ではボルト 4 本の脱落事象を契機とし、季節による外的要因として、温度変化がボルトの脱落に与える影響についての検討した結果を報告する。

## 2. 分析概要

季節によるボルト脱落への影響について、脱落発生件数と発生時期から分析を行った。分析データは材料モニタリングデータを活用し、ボルト脱落発生が多い線区を対象に、2024 年 7 月 1 日から 2025 年 3

月 31 日までの間の計 74 日分の継目部画像データを分析した。

## 3. 分析方法

材料画像モニタリングの継目部画像（図 3）より、ボルトが 1 本脱落している箇所を抽出し、1 本目脱落からボルトが挿入されるまでの間、脱落位置、脱落本数、脱落日について、追跡調査を行った。

調査結果より、脱落発生件数や、1 本脱落から、2 本目以上のボルト脱落が確認できた場合の経過日数を月別で集計しその傾向について分析した。



図 3 継目部画像の例

## 4. 分析結果

### (1) 月別ボルト脱落発生件数とレール温度

月別のボルト脱落本数と平均レール温度を図 4 に示す。ボルトの脱落は 1～3 月に多くなっており、冬季に集中している傾向が確認できた。12 月の脱落本数が比較的少ない背景として、年末年始前（降雪前）点検時に脱落ボルトの挿入が実施されているためと推測される。しかし、さらにレール温度が低下し降積雪による点検困難な時期においてボルト脱落件数が多くなり、相関傾向が確認できた。

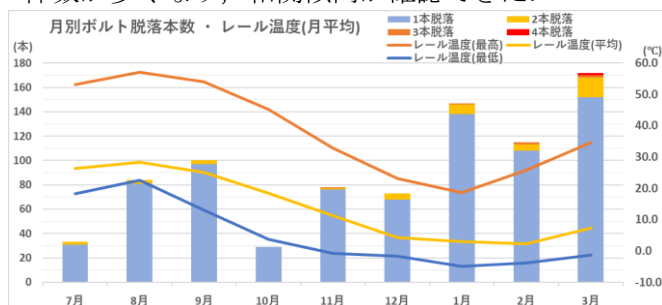


図 4 月別ボルト脱落本数と平均レール温度

既往研究<sup>2)</sup>によると、継目板とボルトの平行度（レール断面方向）の影響が示されているが、本報告はレール温度低下影響に関する検討対象としていることからレール長手方向の部材配置についての検討を行った。その結果として継目部の各寸法と遊間

量の関係を図5に示す。50N レールの場合、ボルト径 19mmに対し、継目板のボルト穴径は 24mmであり、5mmの余裕が存在する。計算上、レール温度 25℃時の遊間量 6mmから-15℃時の遊間量が 18mmとなった際、ボルトがレール/継目板に挟まれ、その状態での列車振動がボルトへ直接作用し脱落への影響が発生することが考えられる。元々遊間量が過大傾向の箇所では、温度降下に伴い 18mm超の遊間量となることが考えられるため、特にレール温度が降下する冬季にボルト脱落発生が多いことと合致すると考えられる。

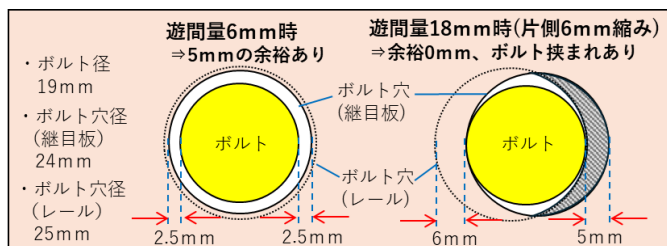


図5 ボルトとボルト穴の関係

## (2) ボルト2本以上脱落箇所の脱落速度係数

図4の各脱落箇所に対しボルト2本目以降の脱落経過日数を図6に示す

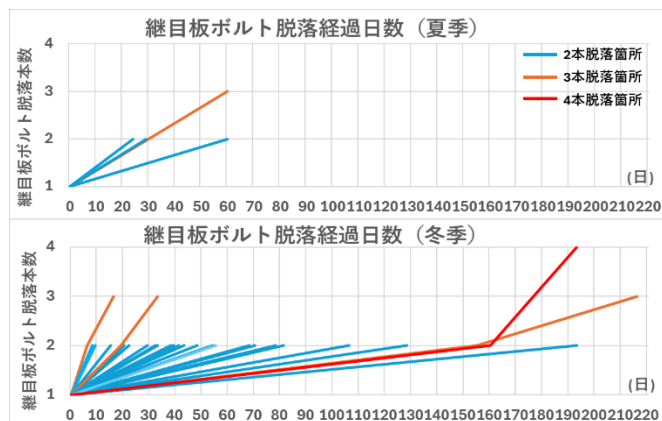


図6 季節毎の継目板ボルト脱落経過日数

さらに運転規制（速度規制）が必要となる複数本以上のボルト脱落に関する検討のため2本以上ボルト脱落が発生した箇所の経過日数から、ボルトの脱落速度を算出した。ボルトが1本脱落した日を0日目として、2本目の脱落までの脱落経過日数を平均すると44日であった。月別の脱落進行速度を比較するために、平均脱落経過日数44日を基準とし、任意の経過日数  $\Delta t$  (日)から、脱落速度係数を次式の通り定義することとした。

$$\text{脱落速度係数} : S = \frac{44}{\Delta t}$$

## (3) 脱落速度係数による月別進行度合い比較

各月の脱落速度係数の算出結果を表1に示す。脱落箇所が3箇所以上ある月は、外れ値の影響を抑えるため、最小、最大を除いた平均で代表値を求め脱落データが欠落する際、平均値補間で扱った。

表1 ボルト脱落箇所数と脱落速度

| 月   | 2本脱落 |      | 3本脱落 |      | 4本脱落 |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|
|     | 箇所数  | 係数   | 箇所数  | 係数   | 箇所数  | 係数   |
| 12月 | 6    | 2.17 |      |      |      |      |
| 1月  | 7    | 1.73 |      |      |      |      |
| 2月  | 6    | 0.75 | 2    | 1.09 |      |      |
| 3月  | 9    | 0.88 | 1    | 3.67 | 1    | 4.00 |

3月のボルト4本脱落箇所

の場合、3本目から4本目が脱落するまでの日数は11日で、係数は4.0となり、脱落経過日数平均と比較し4倍早くボルトが脱落していることとなり12月以降の冬季においては脱落本数および脱落速度係数が大きく、ボルトの脱落に影響を与えていることが推測される。しかし、現状の検証データ数では、脱落日数のばらつきがあるため、検証データ数を増やし、ばらつきの影響をより減らした検証が必要であると考えられる。

## 5. まとめ

本検討により以下の知見を得た。

- (1) レール温度が低下する冬季になるとボルト脱落が増加する。
- (2) 継目板ボルトは2本目以降の脱落速度が速くなる傾向があり、特に最低レール温度が低い冬季で顕著となる。
- (3) 月別の継目板ボルトの脱落日数から脱落速度計数を定義することで、季節による脱落の進行速度を相対比較が可能であることを示した。

継目板ボルトの脱落は、列車運行の安定性・安全性に影響を及ぼすものであり、継目板ボルト脱落を認めた際は早急に挿入することが基本である。本検討では季節によって、ボルト脱落の発生の増加や進行速度を評価することで、冬季および冬季前には、より注意した管理が必要であることを示唆できた。

今後は、季節による軌道変位の進行の変動、影響有無の実態について検討を進めていく。

<参考文献>1) 立野晃基「継目板ボルト折損の実態把握と防止策の検討」2019年2月 新線路・2)竹田一隆ほか「線路設備モニタリングシステムの概要」2019年2月 新線路