

在姿ロングレールの寿命評価

（財）鉄道総合技術研究所	正会員	柳沢 有一郎
（財）鉄道総合技術研究所	正会員	片岡 宏夫
（財）鉄道総合技術研究所	正会員	弟子丸 将

1. まえがき

これまでに、コスト削減を目指して、ボルト穴の無い溶接部を対象として累積通過トン数によるロングレール交換基準の延伸の可否について検討を行ってきたが、在姿ロングレールについては溶接部とボルト穴に対する疲労寿命の検討が必要となる。そこで、在姿ロングレールの溶接部頭頂面凹凸の推移を明らかにし、動的応力解析ツールを用いて溶接部およびボルト穴付近の発生応力を推定し、在姿ロングレールの寿命を評価した。

2. 在姿ロングレールの溶接部凹凸の追跡調査

在姿ロングレールは、一定期間定尺レールとして使用していたレールを溶接しロングレール化したものであり、新品レールの溶接部とは頭頂面凹凸の推移が異なることが考えられる。そこで、過去の測定実績のある在姿ロングレール区間¹⁾において、テルミット溶接部のレール頭頂面凹凸測定の追跡調査を実施した。測定結果から弦長 100mm とした場合の正矢の最大値を読み取り、累積通過トン数との関係を整理した。在姿ロングレール溶接部のレール頭頂面凹凸進みの例を図1に、また、100mm弦凹凸量の推移を図2に示す。端部熱処理レールの溶接部の各測定期間ごとの凹凸進みは最大で0.15mm/億トンであった。これは経年レールの溶接部の凹凸調査から得られた凹凸進み0.05mm/億トン²⁾より大きな値となっており、凹凸波形から判断すると溶接時に凹凸が十分に仕上げられていなかった可能性がある。一方、普通もしくは熱処理レール（以下、両者を「一般レール」と言う。）の溶接部では凹凸進みが0.05mm/億トンを下回っていた。

3. 在姿ロングレールの応力推定

在姿ロングレールの寿命評価を行うためには、定尺レールとロングレールの両使用期間において、ボルト穴周りの応力と底部曲げ応力の推移を推定する必要がある。本研究では、梁モデルとソリッドモデルで構成される動的応力解析モデル³⁾⁴⁾を使用して発生応力を推定した。レールの継目部については、過去に測定した実測値の凹凸形状に対して解析モデルを用いて応力を推定した。

一般レールの在姿ロングレールについては、テルミット溶接部の100mm弦凹凸進みを0.05mm/億トンとして²⁾、過去に提案したレール溶接部の頭頂面凹凸に対応した応力推定式¹⁾を用いて応力を推定した。端部熱処理レールの在姿ロングレールについては、累積通過トン数1.13~5.47億トンの100mm弦凹凸進みが0.14mm/億トン

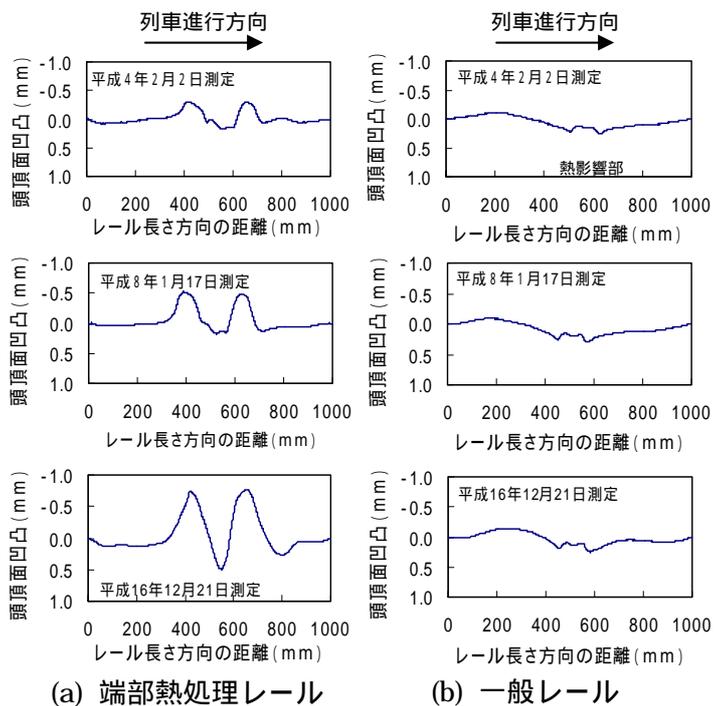


図1 在姿ロングレール溶接部のレール頭頂面凹凸進み

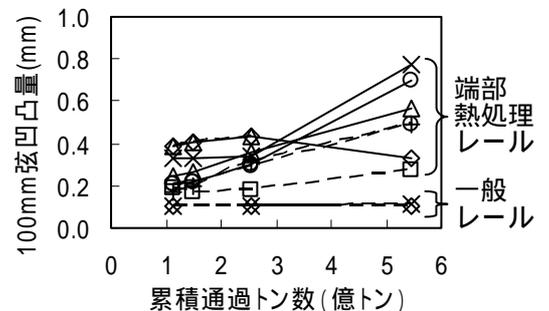


図2 100mm弦凹凸量の推移

キーワード 在姿ロングレール, レール継目, レール頭頂面凹凸, 疲労

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道構造 TEL 042-573-7275

の凹凸波形に対して解析モデルを用いて応力を推定した。凹凸進み 0.14mm/億トンの場合の発生応力の推移例を図 3 に示す。図 3 ではボルト穴および溶接部近傍で応力が最大となる観測点の値を載せている。

4．在姿ロングレールの寿命推定

在来線の複数の軌道条件および複数の車両条件に対して、レール底部曲げ応力とボルト穴応力を推定し、過去の研究で得られた経年レール溶接部および経年レール継目部の余寿命の S - N 曲線²⁾を用いて、レールの疲労被害を算定した。ここでは、継目部と溶接部のレール頭頂面凹凸が累積通過トン数に比例して大きくなることを考慮している。また、レール頭頂面凹凸を削正してレールの発生応力を低減することにより、累積疲労被害を小さくすることが可能であり、レール削正の効果を寿命延伸として評価できるものとなっている。ボルト穴と底部曲げの寿命を推定して両者を比較した結果、図 4 に示すようにレール底部曲げ応力の寿命の方がボルト穴応力と比較して短いことが明らかとなった。そこで、レール交換周期の検討は底部曲げに対する寿命を推定することにより行うこととした。

寿命推定では、凹凸進みを 0.05mm/億トンとして応力を推定し、また溶接後に 0.05、0.1mm/億トンのレール削正を施すことを想定した。ここでの発生応力は端部熱処理レール溶接部の凹凸進みを 0.14mm/億トンとした場合の結果から推定したものである。その結果、現行の交換周期（50kgN:6 億トン、60kg:8 億トン）に対して、1、2 億トン程度の延伸の可能性が認められた（図 5）。ただし、端部熱処理レールの在姿ロングレールについては、レール頭頂面の凹凸が大きい場合に推定寿命が短くなることが考えられ、交換周期延伸に際してはレール削正の実施およびレール頭頂面の落ち込みが小さいレールを対象とすることが望ましい。

5．まとめ

レール交換周期の延伸はコスト削減に関する重要な課題である。在姿ロングレールの寿命推定を実施した結果、交換周期の延伸の可能性が認められた。

参考文献

- 1) 阿部則次他、“レール寿命延伸のための溶接部凹凸管理”、鉄道総研報告、Vol.8、11、1994/11
- 2) 弟子丸将他、“経年ロングレール余寿命評価”、土木学会第 59 回年次学術講演会、2004/9
- 3) 片岡宏夫他、“レール継目部の動的応力解析と寿命推定”、鉄道総研報告、Vol.19、2、2005/2
- 4) 片岡宏夫他、“在姿ロングレールの動的応力解析”、土木学会第 60 回年次学術講演会、2005/9

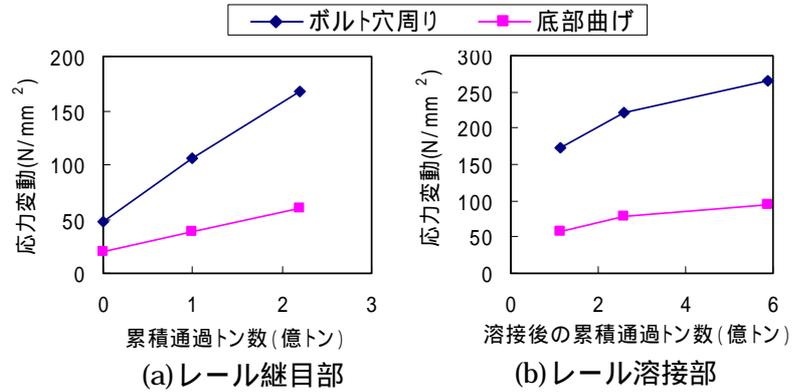


図 3 50kgN 端部熱処理レールの発生応力の推移例

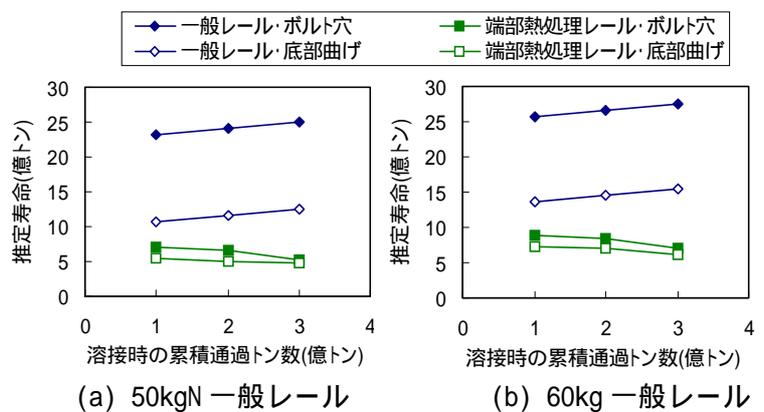


図 4 ボルト穴と底部曲げに対する寿命の比較（凹凸進み 0.14mm/億トン）

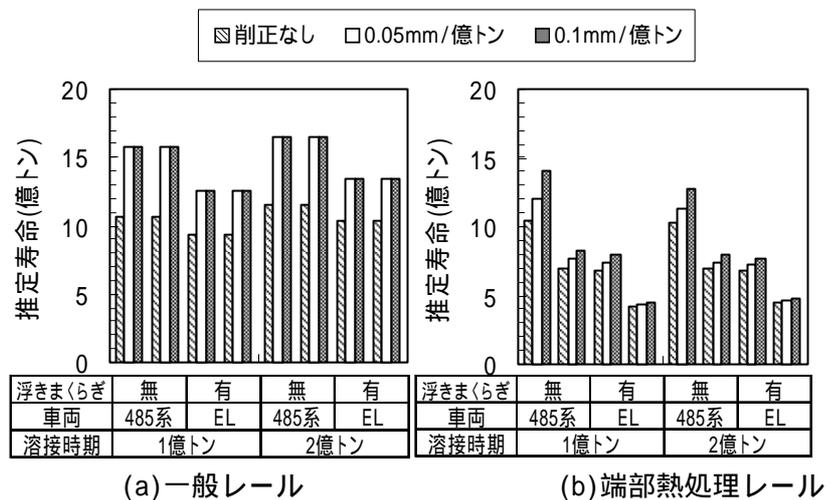


図 5 在姿ロングレールの曲げ疲労推定寿命（50kgN レール、凹凸進み 0.05mm/億トン、破壊確率 0.1%）