

渦流探傷によるレール微小き裂検知の車上化試験

株式会社レールテック 正会員 ○井上 拓也
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 田中 俊史
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 楠田 将之

1. はじめに

シェリング傷の発生を抑制するには、レール表層に実在する初期段階のき裂を定量的に把握したうえで除去することが有効であることから、レール削正で対処可能な極めて浅い領域を対象とした検査技術として渦流探傷の適用を検討している。これまでの検証により、営業線の敷設レールに実在する微小き裂を渦流探傷によって検知可能であることを確認した¹⁾。

これまでの試験においては、手押し式の架台を用いて営業線における地上測定を実施してきたが、測定効率の向上を目的に、渦流探傷装置類をレール探傷車に搭載した車上化試験を実施したので、報告する。

2. 渦流探傷の車上化速度対応に関する検証

(1) 目的

渦流探傷装置類をレール探傷車に搭載する車上化試験を実施するのに先立ち、レール探傷車の作業速度30km/hの速度条件下での微小き裂に対する検知状況の確認を目的とした検証を実施した。

(2) 試験内容

試験は、3種類の人工微小き裂を有する金属材料の回転試験片(図1)を試験速度で回転させた状態で渦流探傷を実施して、車上化時の速度条件における微小き裂検知状況を確認した。試験状況を図2に示す。渦流探傷装置(Actuni社製Eddy StationSWII)は、速度30km/hでの測定に必要な性能であるサンプリング周波数80kHzに対応するように試験的に改良したうえで使用した。基準感度調整は、人工き裂No.2(深さ0.3mm)を基準き裂とし、回転速度10km/h未滿で測定したときにきず信号のピーク電圧が2Vとなるように設定した。

プローブは、検査幅5mmの金属材料の疲労損傷検査

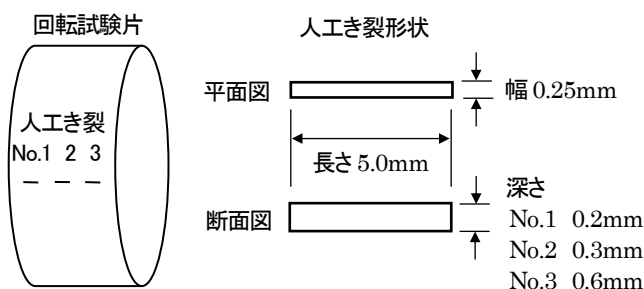


図1 人工の微小き裂を有する回転試験片

用を使用し、回転試験片表面から一定の高さに固定した状態で測定を実施した。

試験は、回転速度10km/hから開始し、10km/h刻みで40km/h程度までの各速度段において回転が安定した状態で測定を実施した。



図2 渦流探傷の速度対応試験の状況

(3) 試験結果

各人工き裂に対する渦流探傷で得られたピーク電圧と回転速度の関係を図3に示す。いずれの人工き裂に対する試験においても、30km/hまで速度向上しても10km/hの測定値とほぼ同等の値が得られており、車上化時の速度条件においても電圧値の低下等の速度影響は確認されなかった。

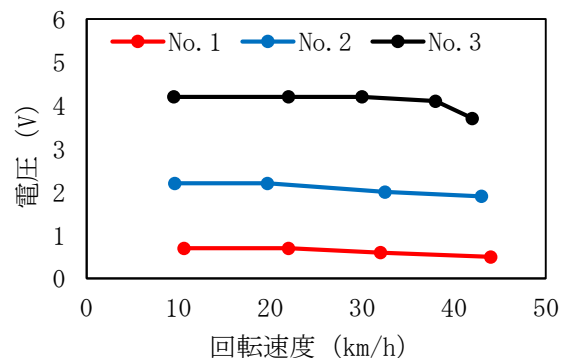


図3 回転速度とピーク電圧の関係

3. 渦流探傷の車上化試験

(1) 目的

レール探傷車に渦流探傷装置類を搭載して営業線において車上測定を実施し、車上測定における微小き裂に対する検知状況の確認を目的に試験を実施した。

キーワード レール削正、シェリング傷、転がり接触疲労、渦流探傷、レール探傷車

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 株式会社レールテック 軌道事業部 TEL06-6889-2873

(2) 渦流探傷装置類のレール探傷車への搭載

渦流探傷は、測定時にプローブとレール表面との距離（リフトオフ量）を一定に保つことが重要である。そこで、検査領域が異なるものの類似の検査方法であるレール探傷車の超音波探傷検査の機構を活用することとした。超音波探傷検査は、探触子を装着した探触子ブロックを、ホルダを介してフレームに搭載する機構となっている。今回は、検査幅 5mm の渦流探傷プローブを超音波探傷の探触子と同形状に設計し、既存の探触子ブロックに装着することにより、超音波探傷検査の機構を活用して渦流探傷の車上測定を可能とした（図4）。

渦流探傷装置の基準感度調整は、これまでの地上測定や速度対応試験と同じ条件である深さ 0.3mm の人工き裂に対して、ピーク電圧が 2V となるように設定した。装置本体は、レール探傷車の車内に設置し、プローブとケーブルで接続した。



図4 渦流探傷プローブの搭載状況

(3) 実施内容

車上化試験は、大都市圏内の線区（有道床軌道、60 kg レール区間）において実施した。車上測定を測定延長約 8km にわたって実施し、車上測定後に車上測定区間の中から分析区間とした 2.2km を対象に、手押し式の架台を用いた地上測定を実施して、車上測定結果と地上測定結果の照合および検知箇所の現場確認を行った。地上測定において、プローブは車上測定と同じ測定位置とすることに留意して、レール中心に配置して測定を実施した。

(4) 試験結果

分析区間における車上測定の結果、基準感度 2V 以上の検知箇所のうち微小き裂が想定されるのは 19 箇所であった。なお、狙いとするき裂以外にも、レール溶接部、接着絶縁継目やシェリング傷等を検知するため、本試験においてはレール探傷車による超音波探傷結果、レール表面画像や測定電圧の波形の特徴等によりこれらを区別した。

車上測定と地上測定の結果を照合したところ、同一の

検知箇所は 19 箇所のうち 8 箇所であり、車上測定でも微小き裂に対して検知反応を示すことを確認した。車上測定と地上測定の測定波形の照合例を図5に示す。

一方で、地上測定で検知を確認できなかった 11 箇所については、渦流探傷の原理上、車上測定の際に何らかのレール表面の変状等を検知したものと考えられるが、プローブの検査幅が 5mm とわずかな範囲であるため、車上測定と地上測定で検査位置のわずかな違いが生じて地上測定で検知されなかった可能性がある。これについては、別途詳細な確認が必要である。

なお、前述した狙いとするき裂とそれ以外の反応の区別については、現状はデータ照合や波形の確認に多大な労力を要するため、データ分析の方法を検討する必要がある。

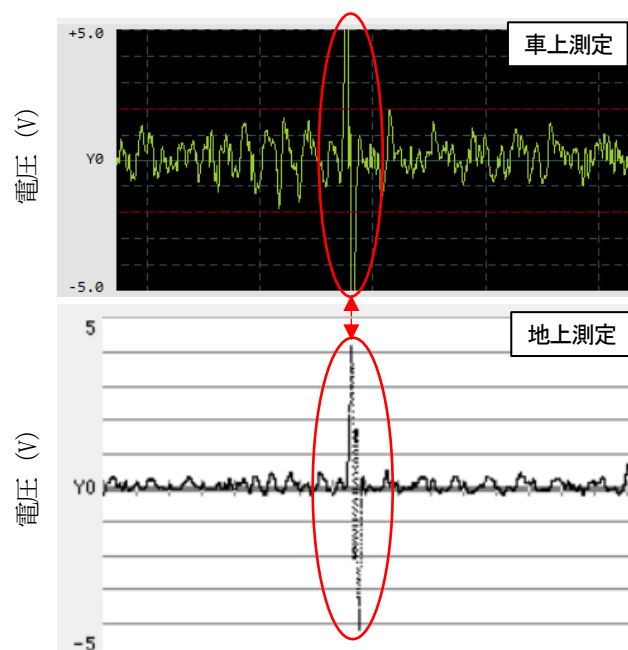


図5 車上測定結果と地上測定結果の照合例

4. おわりに

渦流探傷について、車上化時の測定速度に対応可能であることを確認したうえで、車上化試験を実施した結果、車上測定でもレール表層の微小き裂検知反応を示した。一方で、データ分析等の課題について検討が必要である。

今後は、実用化に向けて定量的評価手法の確立等を行う予定である。

(参考文献)

- 1) 井上拓也, 高尾賢一, 松井元英; 渦流探傷によるレール表層部の微小き裂検知に関する検証, 鉄道工学シンポジウム, 2020.4
- 2) 鶴房佑樹, 井上拓也, 高尾賢一; 渦流探傷によるレール微小き裂検知の現地試験, 第76回土木学会年次学術講演会, 2021.9