

超音波探傷を活用した伸縮継目細密検査非解体化の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○長谷田 貴士
 西日本旅客鉄道株式会社 狩野 修志
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 伊藤 大介

1. 研究概要

新幹線の伸縮継目細密検査(以降, E 細と略す)では, 解体による検査を実施している. 解体検査では, 解体後にトングレールを吊り上げ, トングレール底部の目視確認を実施しているほか, トングレールと受けレールの摺動部に対して浸透探傷検査を実施している. しかしながら, 解体及びレールの吊り上げには一定の労力が必要な上に, 浸透探傷検査は雨天時には実施できないなど, 精度の高い効率的な検査が実施できているとは言い難い.

このような実態を踏まえ, 検査の効率化及び省力化を目的として, 超音波探傷によるトングレールの非解体検査方法について検討した.

2. 試験片の作製

トングレールで過去に多く発生している損傷として, 車輪からの横圧によりトングレール頭部に生じる水平裂がある. また, レール折損に繋がる重大な損傷として, 繰り返し荷重によりトングレール底部に生じる疲労き裂(横裂)があり, E 細の解体検査時には, これらが生じる箇所を主に検査対象としている. 本研究では, E 細の非解体化を進めるにあたり, これらの損傷を超音波探傷により発見できないか検討するため, 中古品のトングレールに頭部水平裂と底部き裂を加工した試験片を作製し, 探傷試験を実施した. (図1 参照)

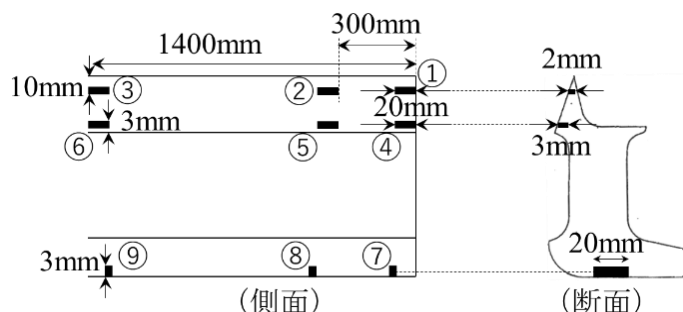


図1 試験片の傷加工位置

3. 探傷方法の検討

(1) トングレール頭部水平裂(傷①～③)

トングレールの形状は先端から後端にかけて変わるため, レール頭頂面から浅い位置に生じる水平裂(傷①～③)を探傷する場合, 図2に示す(a)及び(b)の方法が最適であると考えた. 方法(a)は0°探触子によりゲージコーナー側から探傷する方法で, トングレール頭部幅が確保されない場合(傷①②)に適用し, 方法(b)は0°探触子により鉛直下方向に探傷する方法で, トングレール頭部幅がある程度確保される場合(傷③)に適用する.

試行した結果, 方法(a)では, 傷がない場合は背面からのバックエコー, 傷がある場合は傷からのエコーを確認できるが, 後者のほうがエコー高さが明らかに高く(図3参照), 傷の有無の判断ができることを確認した. また, 方法(b)では傷がない場合はレール底部からのバック

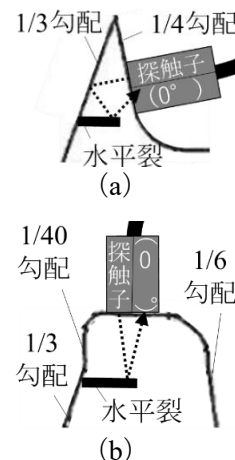


図2 水平裂(傷①～③)の探傷方法

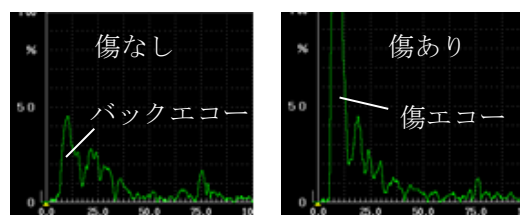


図3 方法(a)による探傷結果

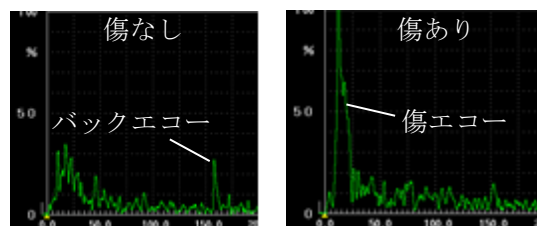


図4 方法(b)による探傷結果

キーワード 水平裂, 疲労き裂, 超音波探傷, エコーゲルパッド

連絡先 〒920-0031 石川県金沢市広岡3丁目3番77号 JR 西日本金沢支社新幹線施設課 TEL076-254-3035

エコー、傷がある場合は傷からのエコー（図4参照）を確認し、傷の有無の判断ができることを確認した。

次に、敷設された損傷のないEJを用いて、それぞれの方法が可能な範囲を検証した。方法（a）を先端から後端にかけて行う場合は、トンダレール側面が徐々に鉛直に近づくため、入射波が反射面に対してほぼ垂直に照射されることになる（図5参照）。従って、後端の方がバックエコーを強く受信し、傷との判別が困難になる。そこで、傷①に対して方法（a）で得られたエコーが80%となる感度を基準とし、敷設されたEJで先端から後端にかけて方法（a）で探傷し、バックエコーが80%となる位置を境界とすることとした。その結果、先端から650mmまでは方法（a）で探傷ができることを確認した。また、方法（b）を先端から後端にかけて行う場合は、振動子口径が10mmの0°探触子を用いることで、先端から600mm以降は受けレールの影響を受けずに探傷が可能であることを確認した。したがって、方法（a）及び（b）によりトンダレール頭頂面から浅い位置に生じる水平裂は全て発見できる可能性を見出すことができた。

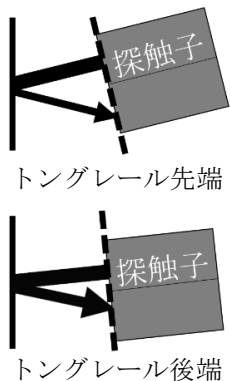


図5 超音波の反射

（2）トンダレール水平裂（傷④～⑥）

レール頭頂面から深い位置に生じる水平裂（傷④～⑥）を探傷する方法として、図6（c）に示す45°探触子による探傷を試行した。方法（a）も試行したが、深い位置にある水平裂を探傷する場合、0°探触子の接触面が曲面になるため不可能であった。しかし方法（c）では、図7に示すように、レール顎下からのバックエコーのほか、傷がある場合はその手前に明らかに傷エコーを確認できるため、傷の有無の判断が可能であることが分かった。

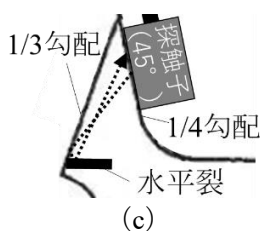


図6 水平裂（傷④～⑥）の探傷方法

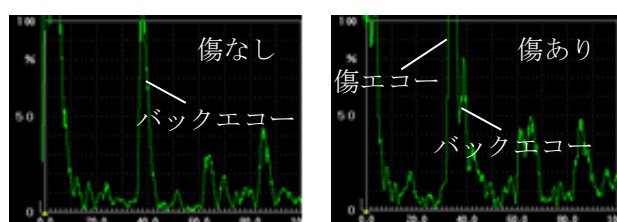


図7 方法（c）による探傷結果

（3）トンダレール底部横裂（傷⑦～⑨）

トンダレール底部傷（傷⑦～⑨）への探傷方法として、一般区間と同様に斜角45°探触子による一探触子法を考えた。探傷方法としては図8に示すように鉛直下方向への探傷を実施したが、探触子の接触面が曲面であるため探触子とレールの接触が不十分で傷を検知できなかった。そこで、医療用の接触媒質「エコーゲルパッド」を用いて探傷を試みた。エコーゲルパッドは、凹凸のある表在部位を明確に抽出できる他、加工が容易で様々な形状に対応できるという特徴があり、図8に示すように、レールと探触子の間に接触媒質として介在させることで超音波探傷を可能にさせるものである。その結果、エコーゲルパッドを十分にレールに押し付けることで傷を確認することができた。（図10参照）

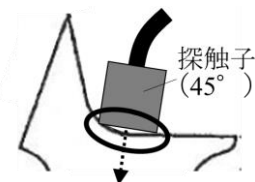


図8 45°探触子を用いた探傷方法の検討



図9 エコーゲルパッドを用いた探傷

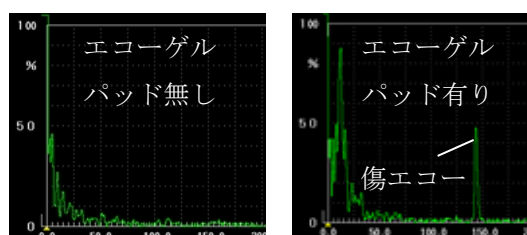


図10 底部横裂の探傷結果

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- トンダレール頭頂面から浅い位置の水平裂について、先端から650mmまでは0°探触子をゲージコーナー側から、先端から600mm以降は0°探触子をトンダレール頭頂面から鉛直下方向に探傷することで、水平裂を発見できる可能性を見出すことができた。
- トンダレール頭頂面から深い位置の水平裂について、45°探触子を頭部の側面から探傷することで、水平裂を発見できる可能性を見出すことができた。
- トンダレール底部横裂について、エコーゲルパッドを用いることで、45°探触子により底部横裂を発見できる可能性を見出すことができた。

5. 課題

実用化に向けて、様々な大きさや位置の傷で探傷試験を実施し、検証を重ねる必要がある。また、傷の判定基準の明確化等、手法のさらなる検討が必要である。