

接着絶縁レール用継目板の探傷方法の検証

西日本旅客鉄道（株） 正会員 ○庄野 真也
西日本旅客鉄道（株） 正会員 筒井 俊幸
（株） レールテック 永吉 正樹

1. はじめに

接着絶縁レールは、在来線、新幹線問わず、ロングレール区間の絶縁継目箇所に標準的に採用されている。しかしながら、JR 西日本では、接着絶縁レールに使用されている継目板が経年使用により折損する課題を抱えている。この対策として、（公財）鉄道総合研究所により開発された改良形接着絶縁レール¹⁾を平成 19 年度から採用しているが、全ての接着絶縁レールが改良形接着絶縁レールに更新するには相当の期間を要することとなり、継目板の折損リスクが残存している状況にある。

そこで、接着絶縁レール継目板のき裂検知を目的とした探傷方法について検証を行ったので以下に紹介する。

2. 探傷方法の検討

2.1 継目板の損傷形態

接着絶縁レール継目板の損傷は、レールと継目板間の接着材が継目板側で部分的に剥離し、雨水等の影響により継目板裏側底部に形成された腐食孔を起点として疲労き裂が発生し、繰返し荷重によりき裂が進展、折損に至ることが報告されている¹⁾²⁾。図 1 に示す折損継目板の破断面から、疲労き裂は、継目板底部から上方向に進展する損傷形態をとっていることが分かる。



図 1 折損継目板の破断面

2.2 超音波の入射面の検討

2.1 項より、継目板のき裂は、継目板の裏側に存在するため、き裂の発生を外観で確認することができない。そこで、超音波による探傷を前提とし、き裂の進展方向が継目板に対して鉛直方向に進展することから、継目板の端部から超音波を垂直に入射する探傷方法が紹介されている¹⁾。しかしながら、この探傷方法により検証を行ったところ、き裂深さが 5mm 程度であれば検知できるものの、それより浅いき裂については検知が困難であった。また、図 2 に示すように、継目板がレールに取付けられた状態で探傷することとなるため、探傷面の研磨作業等が困難であった。それらを考慮し、図 3 に示すように、超音波の入射面を継目板底部側面として検証を進めることとした。



図 2 継目板の設置状態

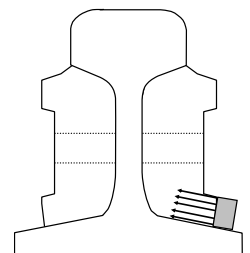


図 3 超音波入射面

3. 各種超音波探傷による検証

3.1 検証用接着絶縁レール用継目板の設定

検証には、接着絶縁レール用継目板を用い、損傷形態を模して、継目板裏面の底部から約 90° の角度で人工的なスリット傷を設定し使用することとした。なお、スリット傷は鋸刃を用いて図 4 に示すように加工し、深さは 2mm、3mm、4mm、5mm の 4 種類とした。なお、スリット傷は、超音波の送受信範囲を考慮し、1 枚の継目板あたり、図 5 に示す 2 箇所に設定した。

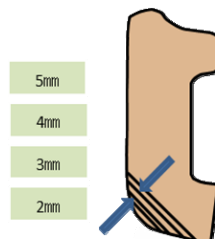


図 4 スリット加工

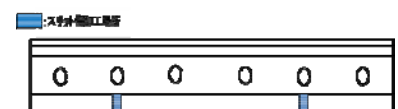


図 5 スリット加工位置

3.2 各種超音波探傷による検証

き裂の検知検証は、次に示す 3 種類の超音波探傷方法により行った。

キーワード 接着絶縁レール、継目板、疲労き裂、超音波探傷

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2 丁目 4 番 24 号 TEL 06-6375-8960

(1) 斜角探触子による検証

斜角探触子(45°、70°)を用いた検証結果画像の一部を図6、図7に示す。図6は、45°探触子を用いて深さ2mmの浅いスリット傷を探索した画面であり、微弱であるが傷エコーを検知できた。ただし、図7に示すように、ボルト穴に反射した超音波を受信し、類似エコーとして表示された。なお、70°探触子では、受信エコーを表示せず、スリット傷を検知できなかった。



図6 2mmの検知エコー



図7 類似エコー(ボルト穴)

(2) 回転シュー型探触子による検証

レール頭側部の透過二探触子法に使用している回転シュー型斜角探触子(45°)を用いた検証結果画像の一部を図8、図9に示す。図8は、深さ2mmの浅いスリット傷の探索画面であり、傷エコーを検知できた。しかしながら、図9に示すように、3.1項(1)と同様にボルト穴による類似エコーが表示された。



図8 2mmの検知エコー



図9 類似エコー(ボルト穴)

(3) フェイズドアレイ法による検証

フェイズドアレイ法を用いて検証した。検証には、振動子数16、5MHzの探触子を用い、検体内屈折角度を40°~70°、焦点深さを40mmに設定のうえ、校正を実施した。検証結果画像の一部を図10に示す。図10から、2mmのスリット傷を検知し、き裂とボルト穴を判別することができた。

次に、実際のき裂検知では、微細な腐食孔の影響を受けることとなるため、使用済み接着絶縁レール継目板の腐食面に、スリット傷を加工し、再検証を行った。その結果、図11に示すように、き裂の判別が困難となった。そこで、屈折角度の角度成分を5°毎変更し、スリット傷と腐食孔のエコーの検出領域を確認し、屈折角度の設定を55°~70°とした。また、校正時の感度を6dB下げると、図12に示すようにスリット傷が顕著に検出できた。ただし、本検証では、き裂の深さについて判断はできなかった。

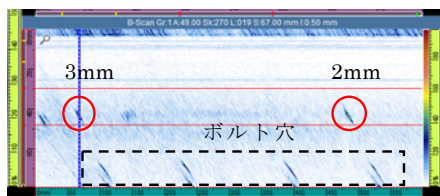


図10 探傷画面

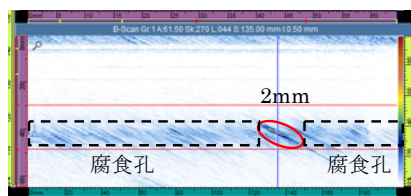


図11 腐食面の探傷画面

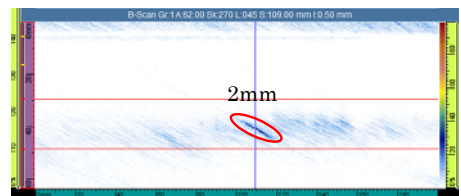


図12 設定変更後の探傷画面

4. まとめ

接着絶縁レール継目板のき裂検知検証を行った結果を以下に述べる。

- ① 斜角探触子及び回転シュー型斜角探触子による探傷では、き裂を検知できたが、ボルト穴に反射した超音波を受信し、類似エコーを表示させるため、過剰な不良判定に繋がることが懸念される結果となった。
- ② フェイズドアレイ法による探傷では、き裂の深さまで判断できないものの、2mm程度のき裂を検知でき、き裂と腐食孔との判別も可能な結果となった。

5. おわりに

本検証により、人工的に設けたき裂を検知することができたが、疲労き裂に比べて幅等の形状が異なることから、実運用に当っては、疲労き裂が発生した継目板を用いて予め検証しておく必要がある。

参考文献

- 1) 柳川秀明他：接着絶縁レールの検査法の確立と新構造の開発，研究開発テーマ報告，2006年3月
- 2) 若月修：接着絶縁レールの検査法と構造改良，鉄道総合技術研究所月例発表会講演要旨，2005年12月