

フェイズドアレイ式超音波探傷の分岐器検査への適用検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○植松 嵩之
東海旅客鉄道株式会社 正会員 森本 勝

1. はじめに

現在、分岐器細密検査は浸透探傷法を用い損傷を検出している。浸透探傷法は表面に露出した欠陥の検出は可能だが、内部の欠陥は検出できないという欠点を持つ。またレールの底部や継目部などを検査する場合、レール吊上げや解体といった作業が生じるため、検査準備に多くの作業員・器具を必要とする。加えて雨天時には浸透液の流出等により、欠陥を見逃す危険性がある。

そこで他分野で導入されている超音波探傷法のひとつであるフェイズドアレイ式超音波探傷を分岐器細密検査に適用し、これらの問題点の解消、在姿での検査の実現に向け検討した内容について報告する。

2. フェイズドアレイ式超音波探傷の概要¹⁾

フェイズドアレイ式超音波探傷はアレイ探触子（小型の振動子を複数配置した探触子）の各振動子を振動させるタイミング（ビーム照射のタイミング）を変えることで超音波のビーム制御を行い、屈折角等の探傷条件を任意に設定することができるものである（図1参照）。そのため探傷角度や部位により探触子を変更する必要がなく欠陥の情報を二次元で取得することが可能である。

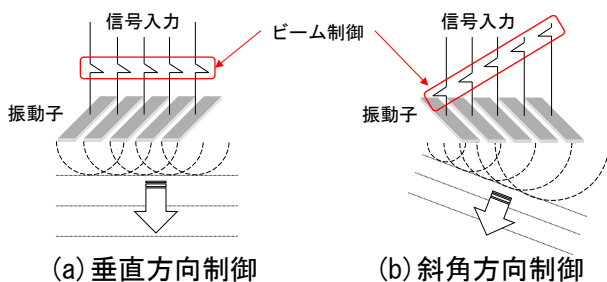


図1 フェイズドアレイ式超音波探傷の概要

3. 分岐器細密検査への適用検討

分岐器細密検査へ適用検討する前にまず図2に示すテストピースを用い、基本性能の確認を行った。探傷には ZETEC 社製フェイズドアレイ探傷器 TOPAZ

を使用した。探傷結果は図3に示すように人工欠陥を検出できており、基本的な性能を有していることを確認した。

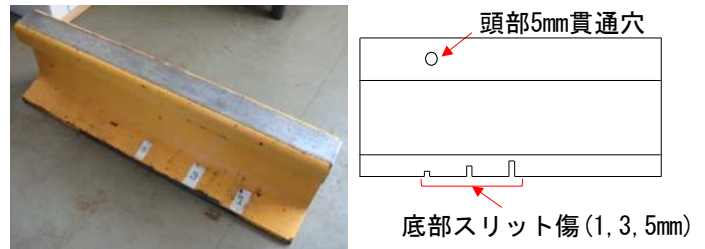


図2 テストピース（60kg レール）

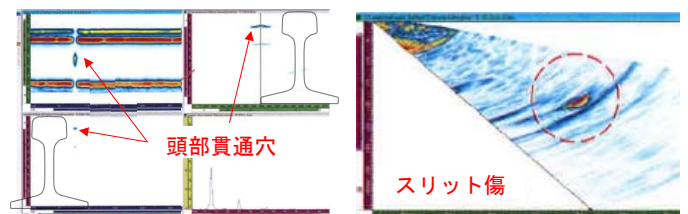


図3 探傷結果（テストピース）

次に分岐器を構成する部材への適用検討を行った。検討項目は以下の3点である。

- ・トングレールといった断面（厚さ）が薄い部分への適用
- ・連結板などの形状が複雑かつアプローチが制限される部分への適用
- ・継目部といった解体が必要な箇所への適用

(1) トングレール部への適用

トングレール部への適用は図4(a)に示す水平裂が発生しているものを用い、基本レールとトングレールが接触する側から探傷可能か検証した。図4(b)に示すとおり水平裂が発生している箇所で検出エコーが変化し、欠陥を捉えていることがわかる。

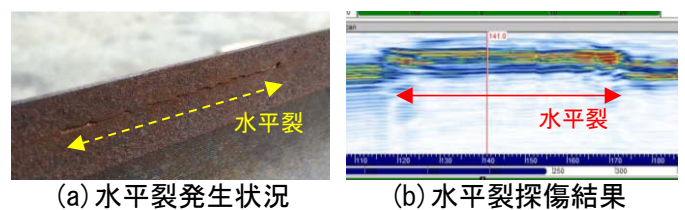


図4 トングレールへの適用検討

キーワード：フェイズドアレイ、レール探傷、分岐器、浸透探傷

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部技術開発部 TEL：0568-47-5374

欠陥の検出性能を満足していることは確認できたが、トングレール頭部はトング先端部から約6m間の検査を行うため、連続的に探傷を行うと位置がずれ、精度確保が困難であるという問題が生じた。またトングレール頭部は図5に示すように先端部から徐々に形状が変化していくため、探傷時には探触子の走査に熟練した技術を要する。

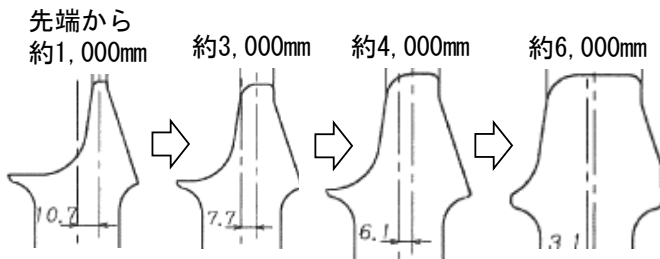


図5 トングレール頭部の形状変化

これらを解消するため「形状変化に追従」, 「探傷位置が変化せず, 常に同精度の探傷が可能」という2点に重点を置きトングレール頭部探傷専用治具の検討を行った。

トングレール頭部探傷専用治具を図6に示す。車輪走行面(形状が大きく変化する面)にホイール型エンコーダを取付け, 先端部からの探傷位置を取得するとともに形状変化に追従する機構となっている。基本レールとトングレールが接触する側に探触子を設置し, トングレール頭部全体をカバーできるように探傷範囲を設定した。今後, 本線での性能確認試験を行い, 必要により改良を実施する予定である。

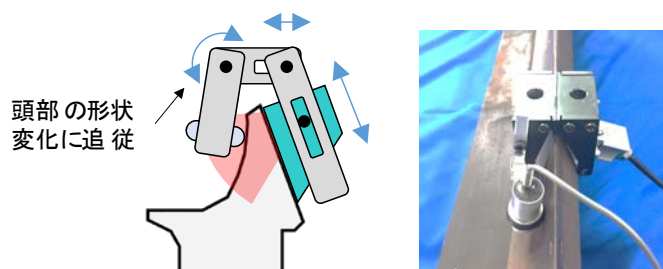
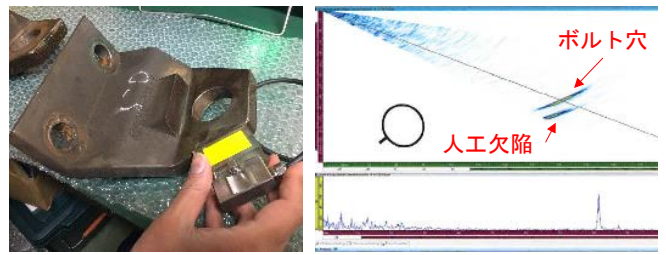


図6 トングレール頭部専用測定治具

(2) 連結板部への適用

連結板部への適用検討は, 図7(a)のように連結板ボルト穴部の様々な方向に1mm程度の人工欠陥加工を行い, 非解体での探傷を想定し, アプローチを制限し検出が可能であるか検証した。図7(b)に示すようにボルト穴および人工欠陥の検出を確認できた。



(a) 連結板部の探傷状況

(b) 探傷結果

図7 連結板部への適用検討

(3) 解体が必要な箇所(継目部)への適用

解体が必要な箇所への適用検討は, 図8(a)に示す絶縁継目部を対象に非解体にて検証した。ボルト穴自体の探傷は(2)連結板への適用にて確認済みのため, 継目部には人工欠陥を加工せず, 継目板を組んだ状態(絶縁材も介在している状況)で検証を行った。図8(b)に示すとおり, 継目部を組んだ状態でもレールのボルト穴を検出しており, 非解体での探傷が可能であることが確認できた。



(a) 絶縁継目部の探傷状況

(b) 探傷結果

図8 継目部への適用検討

4. まとめ

フェイズドアレイ式超音波探傷を分岐器細密検査へ適用可能か検証した結果, 各部材とも浸透探傷法から代替でき, 在姿(非解体)での検査が可能であることが確認できた。また探傷精度を確保するため専用治具の検討を行った。今後は, 性能確認など検証をさらに深度化し, フェイズドアレイ式超音波探傷の分岐器検査への適用に向け, 進めていく予定である。

参考文献

- 1) 小林英男, 大岡紀一, 牧原善次: 超音波による欠陥寸法測定—非破壊検査の新しい展開—, 共立出版, 2009