

フェイズドアレイ技術を用いた分岐器探傷装置の開発

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○鞍馬 敦士

1. はじめに

分岐器内のレールは一般部と異なる形状、材質のものが使用されているため、損傷検知に通常の超音波探傷が使用できない箇所が存在する。分岐器に損傷が生じると列車の運行に大きな支障をおよぼすため、それを防止することを目的に、巡回時の目視確認のほか、分岐器の各部材に対してカラーチェックによる浸透探傷検査を実施している。

分岐器の探傷検査における効率化および高精度化を実現するため、フェイズドアレイ技術を用いた超音波探傷に着目した。フェイズドアレイ技術とは、入射方向や収束位置を任意に設定した超音波により欠陥の検出を行う技術である。分岐器では高マンガン鋼製のノーズ可動クロッシングへの適用可否について研究が行われている¹⁾ほか、一般部ではレール頭部横裂に対する探傷性能が確認されている²⁾。

本稿では、フェイズドアレイ技術に分岐器トングレールの探傷検査に適用するために開発を進めている分岐器探傷装置について報告する。

2. 分岐器探傷装置の開発

分岐器の探傷検査は、トングレールやクロッシング、付属品など様々な部位に対して行われている。装置の開発にあたっては、それらのうち損傷の発生頻度や影響度の大きいトングレール（頭部・底部）を対象とした。以下、装置の概要について述べる。

(1) 探触子の配置

探触子の配置を図1に示す。トングレールの頭部は、GC側・FC側の探傷を行うため、探触子を2個配置した（図1(a)）。底部は、底面の探傷を行えるよう、FC側の側面に探触子を配置した（図1(b)）。

探傷範囲および探傷性能を、人工欠陥を設けたテストピースを用いて確認した。人工欠陥の位置は、過去の損傷の発生状況から、頭部（GC側）がトングレール先端側、頭部（FC側）がトングレール後端側とした。また、底部は床板との摺動による損傷を想定した配置とした。テストピースとその探傷結果を図2に示す。頭部・底部ともに、概ね良好に人工欠陥を検出できることを確認した。

(2) 装置の構造

装置は、最大約7mのトングレールに沿って連続的に探触子を走査する必要があるため、手押し式の装置とした（図3）。また、探傷が広範囲に及ぶことから、超音波の入射に必

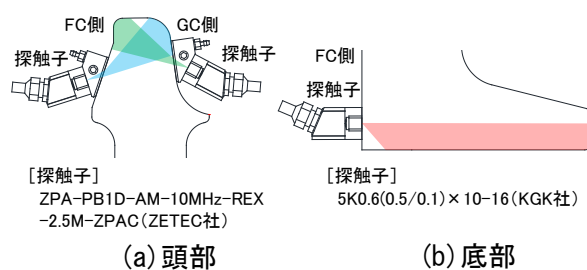


図1 探触子の配置

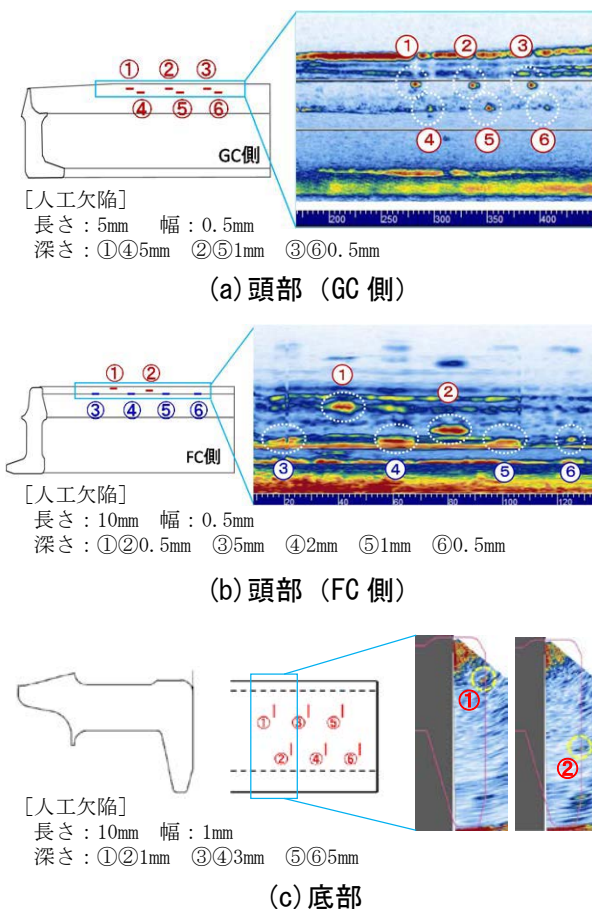


図2 テストピースとその探傷結果

キーワード 分岐器、トングレール、探傷、フェイズドアレイ

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:0568-47-5380

要な接触媒質として水を使用することとし、安定的に供給するためのタンクを搭載した。さらに、逃走防止用のブレーキ機構や、装置旋回防止のため案内車輪をレールに押し付ける機構も設けた。

探触子の固定部は、超音波を途切れなくトングレールに入射させるため、装置の動きに追従して探触子を探傷面に接触させ続ける機構が求められる。そのため、トングレールに対して水平方向にバネで押し付ける機構と、軸を中心として鉛直・水平方向に回転する機構を設けた（図4）。

3. 分岐器探傷装置の性能確認

（1）探傷性能の確認

装置の探傷性能を確認することを目的に、実際に損傷が発生したトングレールを用いた探傷試験を実施した。対象のトングレールは、頭部に長さ約 80mm の水平裂が発生した 9 番分岐器の 70S レールで、先端から約 1,000mm の位置で切断加工したものである（図5）。探傷結果を図6に示す。図は、FC 側に配置した探触子により捉えた、探傷面に対して直交する断面のエコーの強さを表したグラフである。損傷のない範囲ではレールの形状エコーが連続的に見られるのに対し、損傷のある範囲では形状エコーが途切れ、代わりに損傷エコーが明確に表れていることがわかる。

（2）作業性の確認

装置の作業性を確認することを目的に、本線や保守基地等の 9～18 番の各分岐器を用いて探傷試験を実施した。探傷範囲はトングレールの先端から曲げ点付近までとした。探傷結果から、トングレールの形状エコーを途切れなく連続的に取得できており、探触子が装置の動きに追従して探傷面に接触できていることを確認した。

4. おわりに

損傷が発生したトングレールや実際の分岐器を用いた性能確認試験により、フェイズドアレイ技術を分岐器トングレールの探傷検査に適用できることを確認した。

この結果を踏まえ、分岐器と同様にトングレールを有する伸縮継目の探傷検査にもフェイズドアレイ技術を適用できるように、本装置の機能改良を現在行っている。合わせて、分岐器および伸縮継目探傷検査の合理的な実施方法についても検討を進めていく。

参考文献

- 1) 植松嵩之，三輪昌弘：高マンガン鋼におけるフェイズドアレイ式超音波探傷に関する基礎研究，土木学会第 71 回年次学術講演会，2016.9
- 2) 安藤洋介他，フェイズドアレイ技術を用いたレール横裂探傷の基礎研究，土木学会第 66 回年次学術講演会，2011.9



図3 装置外観

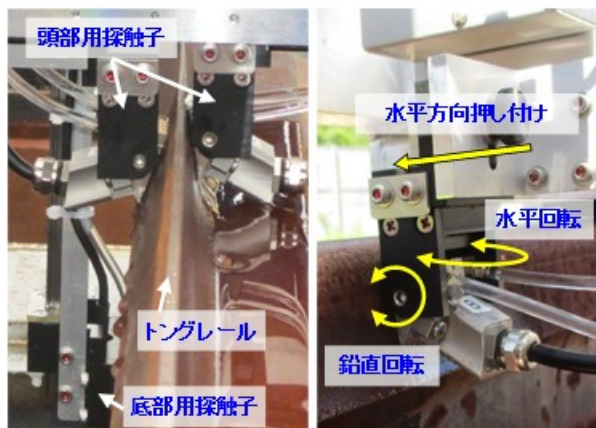


図4 探触子の固定部

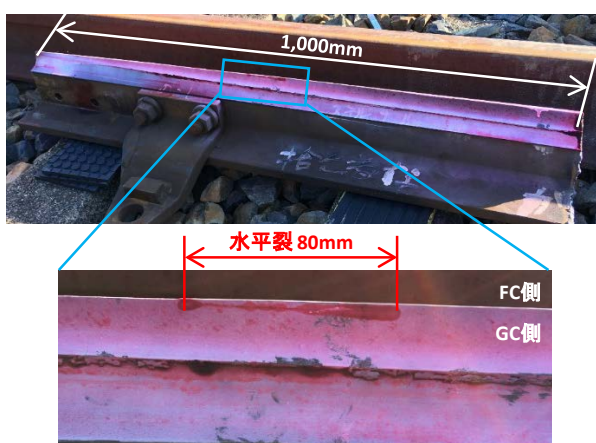


図5 損傷レール詳細

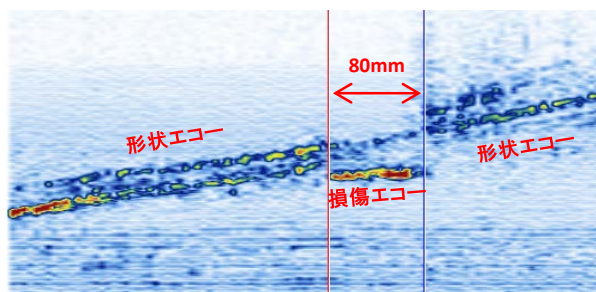


図6 探傷結果