

レール探傷車における探触子の検証

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○橋村 京介 正会員 幸野 茂
九州旅客鉄道株式会社 正会員 佐古 武彦 正会員 安部 和俊

1. はじめに

レール探傷車（以下、探傷車とする）は、走行しながら連続的にレール内部の傷を発見することのできる保守用車である（図1）。JR九州では平成11年に初めて在来線で導入されて以来、レール折損防止に大いに貢献している。しかしながら、次のような問題点が挙げられる。

- ①ゲージコーナーから発生するシェリング傷を検知できないこと
- ②急曲線部におけるあご下エコーの発生

本研究では新たな探触子を用いて、現行の探傷車では検出することのできないレール傷や、レール底部の腐食を検知出来るかを検証し、平成27年4月から運用開始予定の新しい探傷車に搭載するか検討した。



図1 レール探傷車

2. 超音波探傷の概要

超音波は、傷に到達した際、材料中の傷よりも波長が長い場合、超音波は反射せずに傷をすり抜けてしまう。そのため、超音波探傷では、短い波長を用いる必要があるが、波長が短すぎると超音波が材料中の金属繊維で反射してしまう。そのためレールの超音波探傷には周波数2MHz～5MHz、波長1mm～3mmの超音波が使用される。また、送信された超音波が傷に反射し、探触子に受信されるまでの時間と、超音波の角度により、レール内部の傷の位置と種類を把握することができ、その表示方法には、縦軸に探触子が受信したエコー信号の強さ、横軸に超音波を送信してから時間（レール頭面からの距離）を示すAスコープ表示方式と、縦軸にレール表面からの深さ、横軸に探触子を動かした方向の距離を示すBスコープ表示方式の2種類がある。

3. 新探触子の特徴及び検証結果

探傷車と同様の探触子も使い、頭部横裂検出用である従来の70°斜角探触子（以下、旧70°探触子）から70°サイドロックキング探触子（以下、新70°探触子）、腹部・底部水平裂検出用である従来の2MHz0°（全域）垂直探触子（以下、旧0°探触子）から5MHz0°（全域）垂直探触子（以下、新0°探触子）に改良した探触子について検証する。

3.1 新70°探触子

図2は、旧70°探触子と新70°探触子の超音波のイメージ図である。旧70°探触子は、レール中央部にのみ超音波が射出されるのに対し、新70°探触子はゲージコーナー側にも超音波を射出することができるのが特徴である。そこで、前回の探傷車のランクが小さい（ランクが5段階のうち2以下）、つまり旧70°探触子では検出できないが、横裂測定器では横裂深さが15mm以上（B1ランク以上）のシェリング箇所を対象とし（表1）、新70°探触子で検出できるか検証を行った。

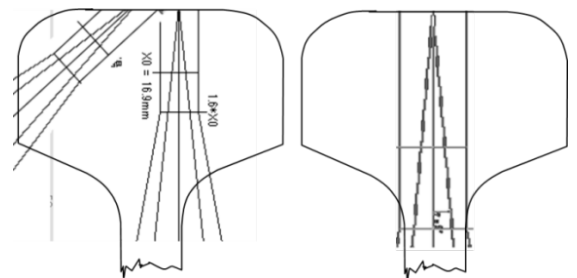


図2 新70°探触子（左）と旧70°探触子（右）

キーワード レール探傷車, 探触子, シェリング, あご下エコー

連絡先 〒860-0047 熊本市西区春日 3-15-1 九州旅客鉄道株式会社 熊本鉄道事業部 工務施設 TEL: 096-326-6965

検証の結果、No.1、4の箇所では新旧70°探触子どちらとも、頭部横裂に反射されたエコーを検出することができた。しかし、No.2、3の箇所の場合、旧70°探触子では反射エコーを捉えることができず、新70°探触子でのみエコーを検出することができた。No.2、3はゲージコーナーから傷が発生していたために、レール中央部しか探傷することができない旧70°探触子ではエコーを捉えることができず、ゲージコーナー側にも超音波を射出することのできる新70°探触子でのみ、エコーを検出することができたと考えられる。

表1 検証現場

No	線名	横裂測定器ランク (横裂深さ)	探傷車 ランク	GC 亀裂	旧 70°	新 70°
1	日豊	B2 (20～25mm)	無	無	検出	検出
2	日豊	B1 (15～20mm)	無	有	未検出	検出
3	日豊	B1 (15～20mm)	2	有	未検出	検出
4	日南	B1 (15～20mm)	1	無	検出	検出

3.2 新0°探触子

図3は、現行の旧0°探触子と、新たに開発された新0°探触子の超音波のイメージを表した図である。新0°探触子は、旧0°探触子に比べ波長が約半分程度短くなっており、射出された超音波もよりシャープになっている。

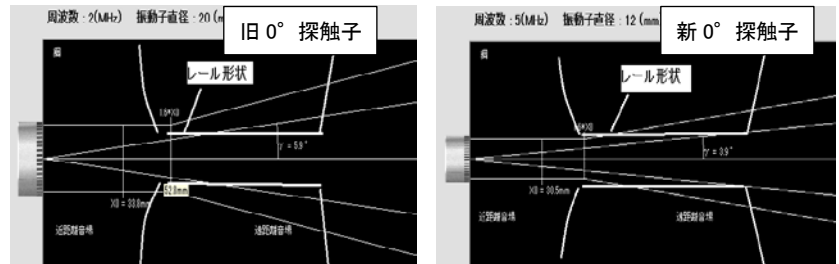


図3 旧0°探触子(左)と新0°探触子(右)の超音波

この新0°探触子を用いて、旧0°探触子との比較検証を行った。検証した現場は、50Nレールが敷設されているR=400m、C=80の曲線区間である。レール頭部の摩耗量は最大で6.1mmで、現行の探傷車によるH26年度の測定では、あご下エコーの発生が顕著であった。

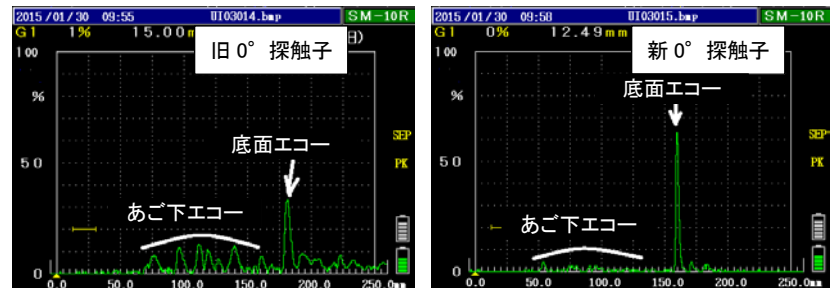


図4 旧探触子(左)と新0°探触子(右)による探傷結果

検証を行った結果、旧0°探触子では、図4のようにあご下エコーが顕著に現れたが、新0°探触子ではあご下エコーの発生が格段に減少した。あご下エコーは、急曲線区間などレール頭側面が偏摩耗している箇所やレール頭頂面が傾いている箇所、超音波がレールのあご部で反射してしまうことで発生する(図5の旧0°探触子)。しかし、新0°探触子は、射出される超音波がシャープになったことで、レール頭側面が摩耗していても、超音波がレールあご部で反射する確率が減少したため、旧0°探触子に比べあご下エコーが格段に減少したものと考えられる。

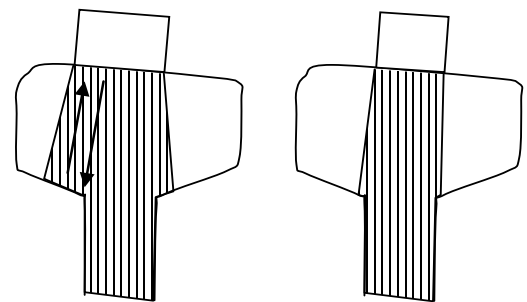


図5 旧0°探触子 新0°探触子

図5 あご下エコー発生箇所

4. まとめ

今回検証した新探触子は、従来検出できなかった傷を発見することが可能となり、また傷ではないあご下エコーの発生を減少させることが可能となるため、新しい探傷車に採用することにした。しかし、新70°サイドルッキング探触子は、ゲージコーナー側からレール長手方向に対して垂直に発生している横裂は探傷できないため、今後さらなる検討が必要である。

5. おわりに

今後、探傷車の精度をさらに高めるように引続き改良を図っていきたい。最後に試験敷設するにあたり、多大なご協力をいただいた東京計器レールテクノ株式会社の方々に感謝し、謝辞にかえさせていただく。