

レール傷検知性能向上への取り組み

日本機械保線株式会社 正会員 ○遠藤 哲矢  
日本機械保線株式会社 下前 卓

1. はじめに

東海道新幹線では年 2 回走行する超音波レール探傷車(以下、「レール探傷車」という。)により、レールの傷を検知し、レール折損事故を未然に防いでいる。このレール探傷車のレール傷検知性能をさらに向上することができれば、いままで以上に高品質な線路の提供と安全・正確・快適な輸送サービスに貢献できると考え本取り組みを行った。

2. レール探傷車測定における問題点

(1) シェリング傷の未検知事象と対策

H19年度測定において、レール探傷車でフィールドコーナー(以下、「FC」という。またゲージコーナーを以下、「GC」という。)側に発生したシェリング傷を検知できない事象が発生した。JR とメーカーにより調査した結果、当時使用していた丸型探触子(写真-1)は、超音波が端部に行くほど弱くなる特性であることが判明した。対策として端部でも超音波が強い角型探触子が H19 年度下期測定より導入された(写真-2)。

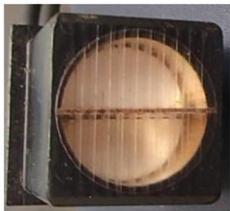


写真-1 丸型探触子

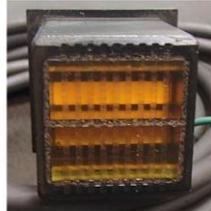


写真-2 角型探触子

(2) 角型探触子で未検知となったシェリング傷

角型探触子導入後の H20 年度の測定において、再び FC 側に偏るシェリング傷の未検知事象が発生した(図-1)。この原因は探触子の走査位置に対して FC 側に外れた位置にシェリング傷が発生したためであった(図-2)。

(3) シェリング傷がFC側に偏る理由

シェリング傷はレールと車輪との接触面が起点となり発生する。東海道新幹線では、H24 年度より走行安定性をより向上させるために、レールと車輪との接触面がレール中心より FC 側になるようにレール削正車で削正を行っている。そのため今まで以上にシェリング傷が FC 側に偏って発生することが予想された。

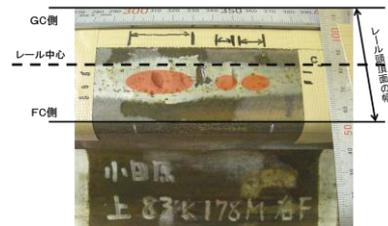


図-1 角型探触子導入後に発生した未検知のシェリング傷

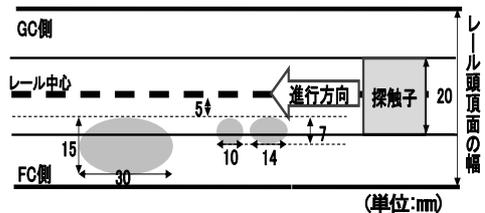


図-2 シェリング傷の発生位置と探触子の走査位置

3. 対策の検討

FC 側に偏って発生する傷を検知するために以下の案を検討した。

(1) 探傷感度の増幅

探傷感度を増幅する案を検討した。小さな傷を敏感に検知できると予想し増幅を試みたが、同時にノイズが多発し、傷とノイズの区別が困難なため不採用とした。

(2) FC 側へ走査位置を変更

走査位置をレール中心から FC 側へ変更する案を検討した。しかし、これは FC 側への探傷位置の移動でしかなく、GC 側の探傷範囲が狭くなり、今まで検知できていた傷を見落とす可能性があり不採用とした。

(3) FC 側に探触子を追加

FC 側に頭部傷検知用の探触子を追加する案を検討した。しかし、現状のレール探傷車には新たに探触子を追加するスペースがなく、探傷器の測定チャンネルも全て埋まっていた。探触子の追加には測定台車の大幅な改修が必要となるため、不採用とした。

キーワード： レール探傷車, 探触子, シェリング, 拡幅

連絡先 : 〒105-0023 東京都港区芝浦 1-10-1 伊岳ビル 6F TEL 03-3452-9381 FAX 03-3451-4106

(4) 探触子をFC側に拡幅

探触子の形状とレール頭部の接触状況(図-3)に着目し、探触子をFC側へ拡幅する案を検討した。拡幅することでGC側の探傷範囲を保持しつつFC側の傷を検知できるようになる。しかし、拡幅しすぎるとレール頭部から側面にかけての急な13Rの曲面に探触子がかかってしまい、水膜が形成せずに測定不良になってしまう。そこで、レール頭部の平面に近い600Rの範囲内で最大限に探触子を拡幅することが妥当だと判断し、拡幅量をこの条件を満たす5mmとした。図-4は実際に試作した拡幅探触子である。

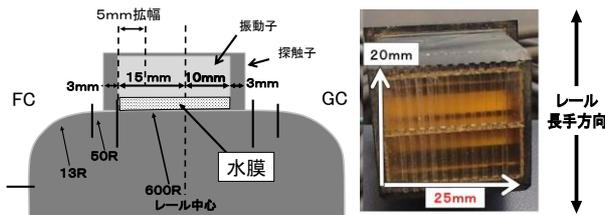


図-3 探触子とレール頭部の接触状況 図-4 拡幅探触子

4. 性能試験と改良の実施

(1) 基地内性能試験の結果

拡幅前後の探触子の性能を確認するため、保守基地内のレールの中心及びFC側に人工傷が入っているテストレールで性能試験を行った。拡幅探触子は、取付け位置を変更できるようにメーカーが提案した隙間調整用金属と共にシューに取り付けた(図-5)。



図-5 拡幅探触子の取付状態(隙間調整用金属有)

拡幅後の探触子の性能試験の結果は、レールの中心の傷を拡幅前と同様に検知し、さらにGC側の傷も検知できた。探触子の拡幅により、検知性能が低下することではなくFC側への探触子拡幅の有効性を確認した。

(2) 本線性能試験の結果とシューの改良

本線においても拡幅探触子の性能試験を行った。その結果、走行速度が20km/h以上になるとノイズが発生した。原因は隙間調整用金属が取り付けようにシューを加工したため、シューの両端の厚みが16mmから9mmに減り(図-6)、レールとシューの間に隙間が生じ、水膜を保持できなくなったからであった。対策として発生品を利用して、隙間調整用金属をなくし拡幅探触子がシューに隙間なく取り付け可能なシュー

を試作した(図-7)。

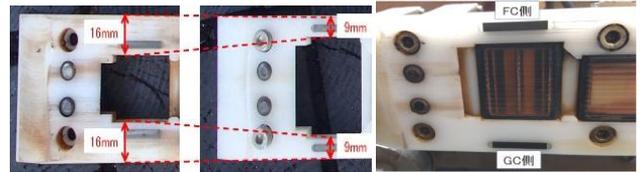


図-6 従来の探触子用のシュー(左)と拡幅探触子用のシュー(右) 図-7 拡幅探触子の取付状態(シュー改良後)

改良後のシューの結果は、速度上昇によるノイズは発生せず、正常な測定ができることを確認した。これによりH26年度上期の測定より拡幅探触子を正式に導入することになった。

5. 本線測定による成果の確認

(1) レール探傷車の傷検知数

図-8は拡幅探触子を導入したH26年度上期と過去3期分のレール探傷車の頭部傷検知数(東京~新大阪間上下線1030km分)を比較したグラフである。頭部傷検知数にはシェリング傷ときしみ割れを含む。このグラフから過去3期分の頭部傷検知数に大きな変化がない一方、探触子を拡幅後は約350個の頭部傷を検知しており、過去3期分と比較して約1.7倍増加していることが確認できた。

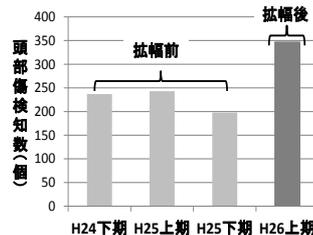


図-8 レール探傷車における頭部傷検知数の比較

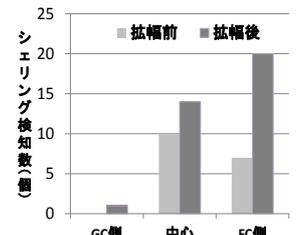


図-9 レール断面方向の発生位置別検知数の比較

(2) FC側シェリング傷検知数

図-9は探触子拡幅前後であるH26年度上期とH25年度下期のシェリング傷の断面方向の発生位置(新横浜~名古屋間上下線678km分)を比較したグラフである。このグラフから探触子拡幅後は拡幅前と比較して、FC側で約3倍のシェリング傷を検知できたことが確認できた。また、写真-3は実際に拡幅探触子で検知したFC側に偏って発生したシェリング傷である。



写真-3 拡幅探触子で検知したシェリング傷

6. おわりに

本取り組みでは、FC側にレールと車輪の接触面が偏っている現状に対応し、摺動式のレール探傷車として初めて拡幅した探触子を採用し、レール傷検知性能を向上させることができた。