

頭部摩耗レールに対応する頭部横裂測定器の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○石坂 佳祐
 東日本旅客鉄道株式会社 長谷 清
 東日本旅客鉄道株式会社 金子 真一
 東京計器レールテクノ株式会社 獅子谷 卓

1. はじめに

頭部横裂測定器(以下 FG-50EA と略す) (図 1) に使用している探触子は、回転シューとよばれる追従機構を設けて、レール頭側面の傾きが変化しても追従できる構造となっている。測定を正しく行うためには、探触子の表面全体がレール頭側部の表面と密に接触している必要がある。しかし、シューの表面は硬質の亚克力で作られているため、レール表面が曲面となっている場合は、互いに接触することができず、空間ができてしまう。(図 2)

新品のレールでは、頭部に 13R の曲面の形状があり、レール頭面から浅い位置では探触子とレール表面の間に空間ができてしまう。そのため、深さ 15mm 程度より浅い頭部横裂は、安定して測定することができない。また、経年により車輪との接触で摩耗したレールは、レール頭側部が曲面状に摩耗しているため、探触子とレールの表面が十分に接触しない場合がある。

頭部横裂の深さのランクは 15mm を境にランク判定が異なり、処置方法も変わる。ランク判定により傷の処置期限が異なっており、判断を誤るとレール折損を発生させてしまう。同様に、頭側部が摩耗するほど使用されているレールでは頭部横裂の発生も懸念される。しかし、頭側部が摩耗したレールでの探傷はできない。そこで本開発ではレールの側摩耗量に影響されず深さ 15mm を正しく測定できる頭部横裂測定器を開発する。

2. 開発品の概要

本開発は、既存の頭部横裂測定器に対し、同程度の機能性を有し頭側摩耗5mm以上の摩耗でも透過法が可能になる構造を検討した。また、将来的な実用化を踏まえ、以下の点を考慮した。

- ① 摩耗レールに対し、頭頂部深さ15mmの探傷ができるようにする。
- ② 脱線防止ガード敷設区間でも使用できるようにする。
- ③ アタッチシューは、強度を保ちながら必要最小限の厚さとする。
- ④ 摩耗量10mm程度の摩耗レールで使用可能とする。
- ⑤ 性能の検証は自然傷レールで行い、破断試験によって傷の深さを評価する。

3. 開発品の検討条件

3-1 摩耗レールの断面形状の確認

摩耗によって変化したレールの断面形状を比較するために、GC側の形状で揃えて描いたグラフ(図3)を見ると、摩耗量ごとに比較しても、どれもほぼ同じ形状になることが確認できた。この結果より、摩耗レールに対応するアタッチシューの形状は、実際の摩耗レールから測定した摩耗形状に近似させることで、1つの形状のアタッチシューで対応可能であることが確認できた。



図1 頭部横裂測定器

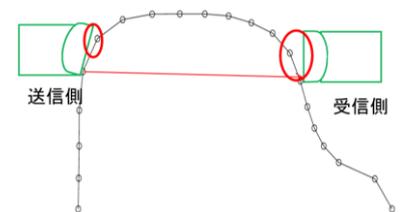


図2 シューとレールの接触

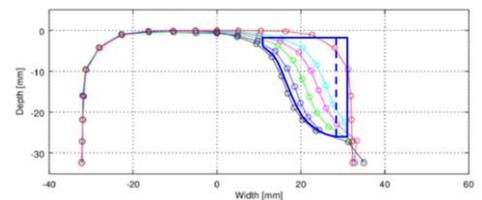


図3 摩耗レールの断面形状

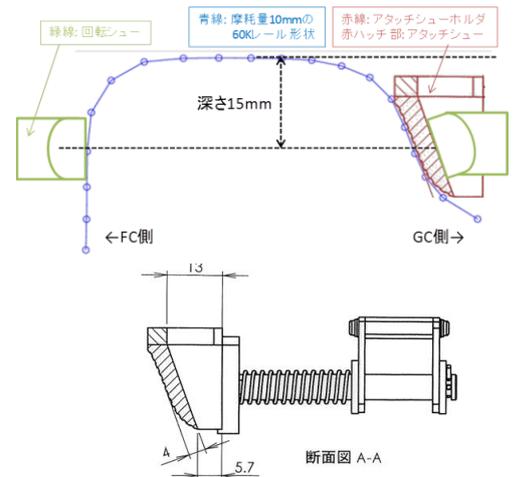


図4 アタッチシュー

キーワード レール探傷, 頭部横裂, 摩耗レール

3-2 アタッチシューの検討

アタッチシューは脱線防止ガードとレール間に納める寸法、かつ超音波の減衰を減らすために、小型化する必要がある。深さ 15mm での使用を狙って、対応する深さの範囲を限定し、アタッチシューの強度を保ちながら大きさを小型化(長さ 104mm から 65mm へ短縮)することができた。

3-3 頭部横裂測定器の全体設計

レールのGC側の頭側面と脱線防止ガードの間の基準値は85mmとなっており実用上は75mm以内に収める必要があった。レール頭側面からの飛び出し量は約69mmに抑えることが出来た。なお、開発目標である深さ15mmの横裂の探傷を狙ったため、探触子の高さの調整可能範囲は15±2mmに制限された。その他は、通常の頭部横裂測定器 FG-50EAと同様の機能を有している。

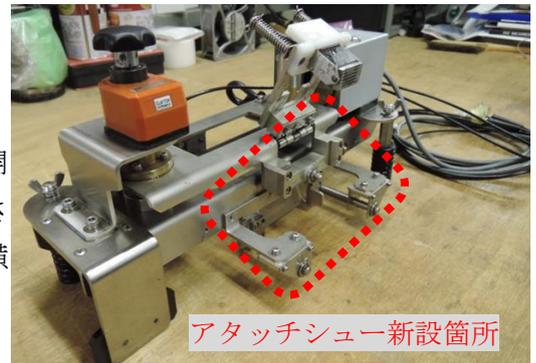


図5 開発品の外観

4. 試験結果

開発品の精度確認のために、現場にて摩耗レールに頭部横裂が発生しているレールを用意し、頭部横裂に対する探傷を実施した。

4-1 自然傷での探傷試験結果

現場に敷設されていたシェリングの傷レールの調査結果を示す。

(図6) 探傷結果より、表層部水平裂、頭部横裂があると確認できたが、摩耗対応頭部横裂測定器での探傷結果では、深さ 13mm および 15mm で探傷したものの、全てのテストレールにおいて頭部横裂がない結果となった。頭部横裂の有無に対する探傷結果が、レール頭面からの 70 度での探傷結果と摩耗対応頭部横裂測定器で異なったので、レールを破断し、内部の傷の有無を確認することにした。

サンプル No	45°方向の摩耗量	探傷の結果			レール破断試験の結果
		0度反射法(頭頂面2探)	70度反射法(頭頂面1探)	頭側面透過法(開発品)	
1	9.3mm	表層部水平裂あり	頭部横裂深さ8mm	13mm以上の横裂なし	2.0mm
2	9.4mm	表層部水平裂あり	頭部横裂深さ8mm	13mm以上の横裂なし	1.8mm
3	12.2mm	表層部水平裂あり	頭部横裂深さ15mm	13mm以上の横裂なし	3.8mm
4	8.0mm	表層部水平裂あり	頭部横裂深さ17mm	13mm以上の横裂なし	6.2mm

図6 自然傷での試験結果

破断試験の結果、全てのテストレールの断面で表層部水平裂は認められたものの、横裂は確認できなかった。また、破断時の荷重が70t以上あり、横裂がある場合に比べて十分大きな荷重まで破断しなかったことから、これらのテストレールに頭部横裂が内在しなかったため摩耗量に影響されず正しく判定する事ができた。

サンプル No	45°方向の摩耗量	探傷の結果		
		金尺による傷深さ(最深部)	頭部横裂測定器による横裂深さ	結果の比較
1	9.3mm	15.0mm	14.0mm	1mm浅い
2	9.4mm	15.0mm	14.0mm	1mm浅い
3	12.2mm	15.5mm	15.5mm	同等
4	8.0mm	15.5mm	15.5mm	同等

図7 人工傷での試験結果

4-2 人工傷での探傷試験結果

人工傷での試験結果を示す。(図7) 摩耗量が約8~12mmのレールに加工した人工傷に対し、摩耗対応頭部横裂測定器により概ね正しい深さで人工傷の深さを測定できた。本開発の目標である摩耗レールに対し頭頂部深さ 15mm の探傷が可能になった。

しかし、サンプル No.1, 2 では、金尺で測定した人工傷の深さより開発品は約 1mm 浅い測定結果となった。摩耗レールでは、頭側面だけでなく頭面も摩耗し、丸みを帯びた形状をしているため、摩耗対応頭部横裂測定器は、レール頭面に棒状のローラを載せている。その結果レール頭面の丸みにそって測定器全体が傾き、0.5~1mm 程度の誤差が生じる可能性が考えられる。現状の頭部横裂測定器においても同様の課題はあるものの、検査結果に大きな影響はないので、今後も多くのサンプルでの検証を重ね精度確認を実施していきたい。

5. まとめ

本開発の摩耗対応頭部横裂測定器では今まで検査できなかった摩耗量 13mm 程度まで探傷、測定が可能になった。今まで検査を実施できていなかった摩耗 5mm 以上のレールにも透過法の適用できる範囲が広がることで、より正確なランク判定ができる事が期待される。また、摩耗レールが発生する曲線に多く敷設されている脱線防止ガードレール区間にも、対応可能なサイズに機器をスリム化する事が出来た。

特に、ランクの境界となる頭頂部深さ 15mm 程度の頭部横裂へ適用し、ランク判定を行う事で、より適切なレール管理ができるようになる。今後検査精度向上により、安全性の高いレール管理に貢献していきたい。