

山陽新幹線における新型レール探傷車の導入について

西日本旅客鉄道（株）	正会員	福井	義弘
西日本旅客鉄道（株）	正会員	堀	克則
西日本旅客鉄道（株）		野田	博徳
西日本旅客鉄道（株）		江後	満喜
西日本旅客鉄道（株）	正会員	鈴木	洋平

1.はじめに

山陽新幹線は平成9年春のダイヤ改正より500系車両による300km/h営業運転が実施されたが、それにより従来以上の良質な線路設備管理が要求されている。軌道材料管理においても各種施策を展開してきたが、特にレール傷管理は極めて重要と位置づけている。今回レール探傷車の老朽化に際し、新たな高性能のレール探傷車を導入したのでその概要について報告する。

2.従来型の問題点

従来型のレール探傷車には以下のような問題点があった。

- (1) 経年が〇〇年と古く、年々修繕頻度が多くなっており、しかも古いタイプの補修部品の調達が困難であるためメンテナンスコストがアップしている。
- (2) 探傷車自体には自走機能及び電力供給機能を持たなかったため、モータカーによる牽引と電源車の連結が必要であった（編成：モータカー＋探傷車＋電源車、延長24m）。
- (3) 探触子がタイヤ内に納められているため、欠線部（分岐器・EJ・定尺レール区間）での探傷が不可能であった。
- (4) 斜角探触子の向きが1方向であり、検知できる横裂範囲に制約があった。
- (5) 探傷作業後の探傷結果は帳票出力のみであった。
- (6) 0°探触子は、2MHzを2チャンネル装備しているが、一方は、底部反射波の返信の有無を照査しており、減衰の大きい溶接部では殆どが反応し、手探傷数を増加させていた。
- (7) 損傷情報を発した位置の特定に労力を要した。

3.新型レール探傷車での改善点

- (1) 走行方式および探傷結果処理の見直し

従来レール探傷車内にて人力により行っていた探傷結果処理（検収作業）をOA化することで車上要員の削減を図るとともに、搭載機器の小型化も行い、自走式の1両編成（延長17m）とした。

- (2) 探触子の改良（図-1）

- ① 感度（反応）、堅牢性、コストの面で性能向上が図れる摺動式探触子を採用した。
- ② 0°探触子は、シェリング対策としてレール表層部を高精度に探傷できる5MHz探触子と、レール全断面の水平裂を検知する2MHz探触子の2種類とした。
- ③ 70°及び40°斜角探触子は前後両方向からの探傷を可能とした。
- ④ 減衰の大きい溶接部において底部の検知漏れを防止するため、40°斜角探触子を底部焦点型とした。
- ⑤ 70°斜角探触子は従来型より不感帯を小さくし、表層部の検査精度を向上させた。
- ⑥ B領域におけるレール垂直方向の欠陥が検出できるタンデム探触子を増設した。
- ⑦ 摺動式探触子を採用したため分岐器、EJ、定尺区間の探傷が可能となった。そのため定尺区間の電車留置線、回送線も探傷可能となり、探傷作業の効率化が図れた。

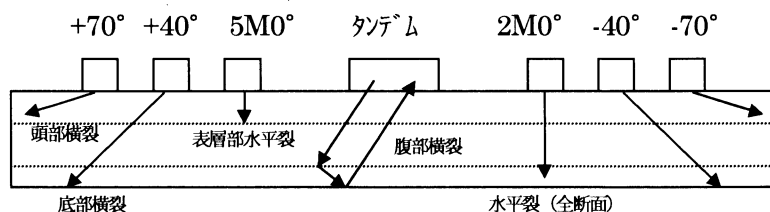


図-1 探触子配列

(3) 損傷情報の処理

従来のレール探傷車のエコー検出方法はゲート方式（図-2）と呼ばれ、ある深さに設けたゲート内でのエコー反応の有無しか判別できなかったが新型レール探傷車では、検出されたエコーのビーム路程、エコー高さなどの情報をもとにコンピュータが B スコープ画像処理を行い（図-3）、ボルト穴等の人工欠陥と自然欠陥を自動的に識別できるようになった。また自然欠陥の場合は欠陥部位（頭部、腹部、底部）と欠陥種別（水平裂、横裂等）を分類し、それぞれの欠陥の大きさに合わせたランク評価（1～5）も行えるようになった。

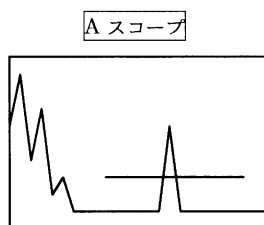


図-2 旧型探傷車方式

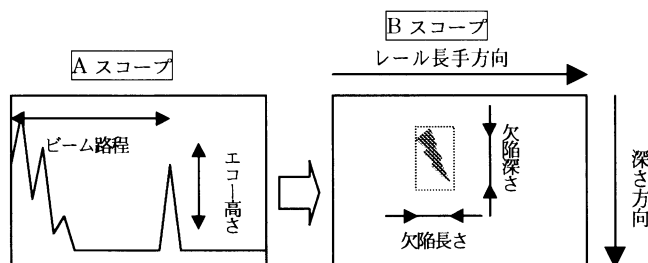


図-3 新型探傷車方式

(4) 現場へのマーキング

欠陥を検出した箇所に現場で自動的にマーキング（白色塗料の噴射）を行い、効率的な手探傷検査箇所の特定を可能とした。

(5) 地上処理の改善

レール探傷車が検出したデータを、FD で各現場区所へ配布し、そのデータを各現場区所のサーバーコンピュータへ入力することで手探傷器への情報出力も可能となった。またサポートプログラムで欠陥箇所の成長度合いを時系列管理することも可能となった。

4. 新型レール探傷車の性能確認結果

(1) 検出数

0° 探触子の性能向上により、従来装備していた底部反射波の有無を検知する機能を無くしたため、横裂に至っていない踏み傷やきしみ割れを識別できるようになった。その結果、新型探傷車の検出数は探傷精度を低下させることなく、従来型と比較して 36%に減少した。

(2) 的中率

検出数の大幅な減少の一方で、検出箇所に欠陥が存在する確率（的中率）は飛躍的に向上した。特にレール頭部において高精度な検査が可能となり、シェリングの検出はもとよりエンクローズアーク溶接にみられる液化割れも高精度に検知できるようになった。また溶接部では溶接部仕上がり検査での探傷で許容している微細な反射源の監視も可能となった。

(3) 新規発見率

従来の探傷車では全検査箇所に対して新規に傷が発見できる確率（新規発見率）はわずか 3%程度に過ぎなかったが、新型探傷車への切り換え時は 28%もの新規傷が発見された。これは探傷性能の向上によって新規発見傷が増えただけでなく、適切な細密検査の指示が可能になったことを示している。

5. まとめ

新型レール探傷車の導入により、検出数の減少、的中率の大幅なアップ、新規発見傷の増加が可能となり探傷精度が著しく向上した。またコンピュータ処理により人工欠陥の識別やノイズエコーの削除などが自動化され、効率的な検査指示が可能となった。さらに将来の時系列管理を視野に入れた地上局のシステムも構築できた。

以上により手探傷作業の減少による効率化とともに、レール損傷の管理レベルがアップし、レール折損事故の防止を図ることができた。

6. 今後の課題

さらに細密なレールの管理という点で現在の探傷領域（レール中央幅 15mm）を拡幅し、頭部全断面探傷できるワイドビームの開発が必要である。またレール底部の超音波減衰の対策として、腹部から底部の領域を高感度に解析するソフトの開発やタンデム探傷の明確な基準の確立などが今後の課題と考えている。