

レール探傷車への底部腐食検知機能の搭載に関する技術的検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○三津田祐基
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 下野 佑志
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 今西 進也
 株式会社レールテック 青野 文彦

1. はじめに

JR 西日本のレール底部腐食検査は、架台式レール探傷器（以下「探傷器」という）により実施している（写真-1）。探傷器による検査は人力であるため労力を要することに加え、判定や処理に時間を要すること等の課題が挙げられる。本検討では、課題を解消するため超音波レール探傷車（以下「探傷車」という）への底部腐食検知機能の搭載を目的に、従来の探傷器と比較することでその性能を評価したので以下に報告する。

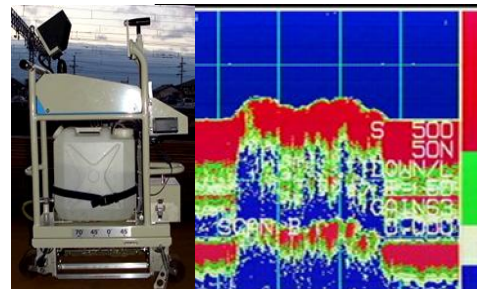


写真-1 架台式レール探傷器と腐食画像

2. 現状のレール底部腐食検査の課題認識

当社の底部腐食管理は巡視による確認に加えて、腐食環境化にあるトンネル等で腐食が発生している区間を特定区間と指定し、探傷器による検査を実施している。しかし次のような課題がある。

- ・特定区間の漏水箇所の経時変化を機械的に管理することが困難である。
- ・探傷器による測定は全トンネル内レールの約 25%で、全てを車上検査として網羅ができていない。

3. 探傷車搭載の探触子種別による対策

探傷車で底部腐食機能を搭載するために、次のような装置構成にすることとした。底部の反射エコーを捉えやすくするため、 0° 垂直探触子を $2M/0^{\circ}$ から $5M/0^{\circ}$ に変更した。また、 0° 探触子だけでは図-1 に示すように、鋭角な傷ではエコーが拡散してしまう恐れがあるため、 20° 斜角探触子を併用することで、鋭角な傷についても検知が可能となるようにした。

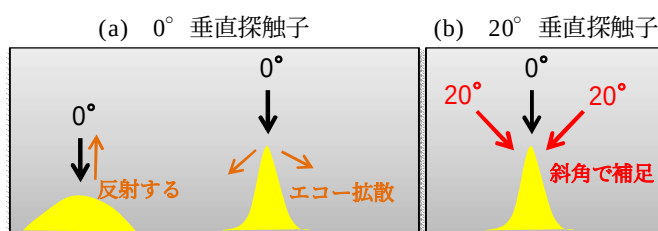


図-1 探触子種別による底部腐食検知イメージ

4. 性能確認試験

探傷車に搭載した機構の性能を確認するため、その再現性および精度について確認した。結果は次のとおりである。

(1) 基地内試験

速度別に各 6 回の走行試験により底部腐食検知性能を確認した。

① 再現性

探傷車での測定精度は表-1 に示すとおり、標準偏差 (3σ) は 0.65 mm 以内、腐食量の誤差は 0.7 mm 以内であることから、十分な再現性を有していることが確認できた。

表-1 探傷車での測定結果

測定速度	腐食量の誤差		標準偏差	
	+	-	σ	3σ
10km/h	0.7	-0.5	0.22	0.65
15km/h	0.7	-0.4	0.22	0.65
20km/h	0.3	-0.5	0.19	0.57
全体平均	0.7	-0.5	0.21	0.64

② 探傷器との比較

結果は表-2 に示すとおり標準偏差 (3σ) は 1.01mm 以内、腐食量の誤差は 1.2 mm 以内に加え、検知箇所も 100%一致したことから、十分な検知性能を有していることが確認できた。

表-2 探傷器との比較

腐食量の差異		腐食量誤差
標準偏差		
σ	0.34	
3σ	1.01	
		-1.2~0.2

キーワード レール探傷車、超音波探傷、底部腐食

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2 丁目 4 番 24 号 鉄道本部 施設部 TEL 06-6375-2156

③ 5M/0°探触子の検知性能

5M/0°探触子が 2M/0°探触子と比較して腹部ボルト穴に対する検知性能が低下していることが確認された。これは、5M/0°探触子が 2M/0°探触子に比べて超音波の指向性が向上した結果、図-2 に示すように反射エコーを捉えることが困難となったためであると考えられる。このことから、ボルト穴と同様に腹部水平裂や底部水平裂の傷検知性能も低下する恐れがあるため、底部腐食検知性能を期待する 5M/0°探触子に加えて、最終的に 2M/0°探触子を併用することとした。

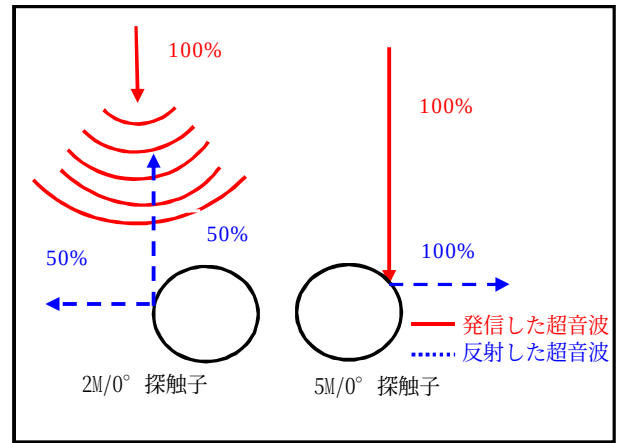


図-2 超音波種別によるボルト穴検知状況イメージ

(2) 本線試験

実際に腐食環境下のトンネルにおいて、速度別の走行試験により底部腐食検知性能を確認した。

① 再現性

探傷車での測定精度は表-3 に示すとおり標準偏差(3σ)は0.52 mm 以内、腐食量の誤差は0.7 mm 以内であることから、十分な再現性を有していることが確認できた。

表-3 探傷車での測定結果

測定速度	腐食量の誤差		標準偏差	
	+	-	σ	3σ
15km/h	0.7	-0.4	0.17	0.52
20km/h	0.5	-0.4	0.15	0.46
25km/h	0.4	-0.4	0.16	0.47
30km/h	0.5	-0.4	0.17	0.51
全体平均	0.7	-0.4	0.17	0.50

② 探傷器との比較

結果は表-4 に示すとおり標準偏差(3σ)は1.4 mm 以内、腐食量の誤差は1.2 mm 以内であった。また、底部腐食量が一定以上の箇所については、探傷車および探傷器ともに同じ箇所を検知していることから、十分な検知性能を有していることが確認できた。

表-4 探傷器との比較

腐食量の差異 標準偏差		腐食量誤差
σ	0.48	
3σ	1.44	

③ 測定誤差の発生要因

測定誤差の大きい箇所では、図-3 に示すように、1m 以上の広範囲に渡り、底部腐食が確認された。これは、探傷器では最大 1m の範囲内で最大腐食量を算出するが、探傷車では連続で測定することで広範囲の底部腐食でも判定

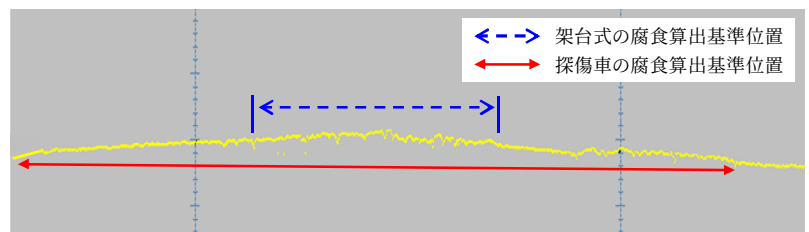


図-3 底部腐食量算出範囲の違い(例)

可能なことが誤差の発生要因である。また、トンネル上部からの漏水がレール頭頂面に当たっている箇所では、頭部水平摩耗により擬似的にレール底部腐食として検知されることから、擬似的に検知したデータの選別等について今後引き続き検討が必要である。

5. まとめ

本検討で得られた知見を以下にまとめる。

- ・探傷車による測定でも、十分な再現性および検知精度を有していることが確認できた。
- ・5M/0°探触子は、底部腐食状態を捉える機能は確認できたものの、腹部水平裂や底部水平裂の検知性能が低下することが明らかになった。
- ・探傷車による測定では、探傷器と比較して広範囲の底部腐食量を測定できることが確認された。

今後は、現在実施している探傷車による試験運用中の測定データを用いて、レール頭部水平摩耗発生箇所の影響、擬似エコー等の出力状況等について引き続き検討を行い、実用化に向けた取組みを進めていく所存である。