

踏切内レールの腐食傾向に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○松尾 善紀
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 坂井 宏隆

1. はじめに

レール損傷の一つに底部腐食があり、特に湿潤環境になりやすい踏切内では、しばしば腐食による断面減少による損傷が発生している。

JR 東日本ではレール損傷管理の指標として、底部腐食に関しては超音波探傷により底部が 3mm 以上減肉しているものを通常傷、5mm 以上減肉しているものを緊急傷として扱い、それぞれレール交換期限を定めている。一方、既往の研究¹⁾からも底部腐食が発生したレールの余寿命評価は難しく、適切な検査時期や交換周期の設定は非常に困難であるが、近年踏切内で腐食の急進によるレール折損が発生した背景から、より詳細な腐食発生傾向の分析が求められている。

そこで本研究では、踏切内におけるレール底部腐食の発生傾向を把握し、適切な検査、交換周期を検討することを目的とし、列車本数や交通量、踏切構造が異なる踏切に対して超音波探傷を実施し、その傾向を分析した。

2. 調査対象および調査方法

調査する踏切は、踏切内に比較的水が溜まりやすい、連接軌道、簡易連接軌道、プラバン構造を対象とした。また、主としてレールの敷設年数が 35 年以上の 43 箇所を対象とした。これは、過去に底部腐食によるレール交換実績が敷設 37 年であったことから設定した。なお、比較のため、反対側レールや敷設 35 年未満の箇所についても調査している。

探傷には PRD300 の腐食モードを用い、健全部との比較から最大腐食量を測定することとした。

3. 調査結果

レール敷設年数と腐食量の関係を図-1 に、年間通トンと腐食量の関係を図-2 に示す。腐食量調査の結果から、以下のことがわかった。

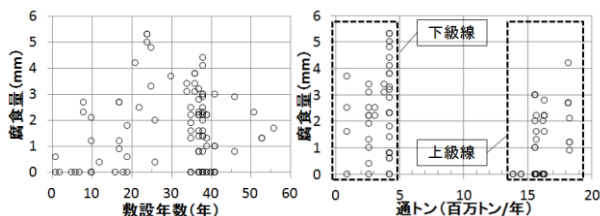


図-1 敷設年と磨耗量

- ① レール敷設時からの年数と腐食量に明確な関係は見られなかったが、敷設年数が 20 年未満の箇所では 3mm 以上の腐食は見られなかった。
- ② 線区年間通トンと腐食量の間に明確な関係は見られなかった。なお、敷設年数 35 年以上で閾を設けた関係で通トン数に偏りがみられるが、総じて上級線

(1, 2 級線) のほうが腐食量が小さい傾向にあった。

- ③ 非電化路線においても腐食が見られたことから、レール底部の減肉現象は、一般に言われる「電食」の他にも大きな影響を与える要因があるといえる。

- ④ レール長手方向における最大腐食箇所は、自動車が通行する際の轍にあたる箇所とほぼ一致した。

図-2 から上級線 (1, 2 級線) では腐食 3mm 以上の箇所が下級線 (3, 4 級線) と比べて少ない傾向にある。加えて閾値を敷設 35 年以上としたため上級線のサンプルが少ない。よって以下では下級線に絞って考察する。

4. 道路交通による影響に関する考察

3. の結果から自動車交通による影響が腐食に影響すると仮定し、列車による通トンに自動車交通による影響を換算し付加した。換算手法としては、自動車交通量を「普通車」と「大型車」に大別し、普通車については平均的な車両重量であるとして 1.0t/台と仮定した。また大型車については橋梁の強度計算等に用いる T 荷重を参考にトラックの最大重量 25t/台を採用した。

下級線における、踏切ごとの列車通トンと自動車通トンを図-3 に示す。この図から、下級線においては自動車交通による通トンの割合が高く、最大で自動車通トン割合が 80%を超える箇所も見られた。

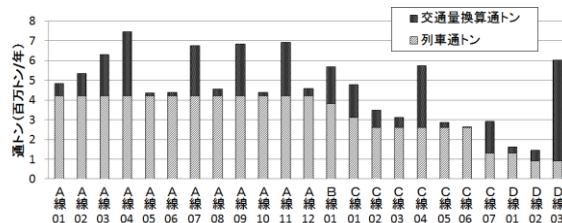


図-3 踏切別の列車・自動車通トン(下級線)

次に、上記で求めた車種による軸重の差をもとに、大型車の台数を普通車の台数に換算した「換算交通量」を求め、単純な交通量を横軸に、換算交通量を縦軸にして腐食量を 3mm の閾値で区切りプロットした結果を図-4 に示す。この図から、腐食 3mm 以上の箇所のほうが大型車交通量が多い傾向にあることがわかった。

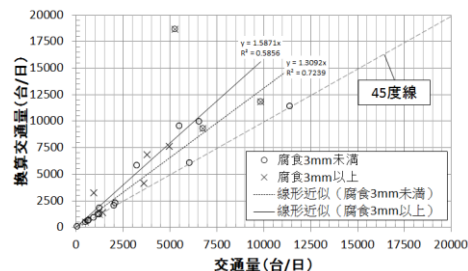


図-4 交通量と換算交通量(下級線)

キーワード レール、踏切、底部腐食、電食

連絡先 〒330-9555 埼玉県さいたま市大宮区錦町 434 番地 4 TEL : 048-642-7404 FAX : 048-642-7426

5. 換算通トンによる影響評価

列車通トンと自動車換算通トンを合算したものを以下では「換算通トン」と称する。踏切内レールの敷設年数と腐食量の関係を、換算通トンのレベルで区分したものを図-5 に示す。

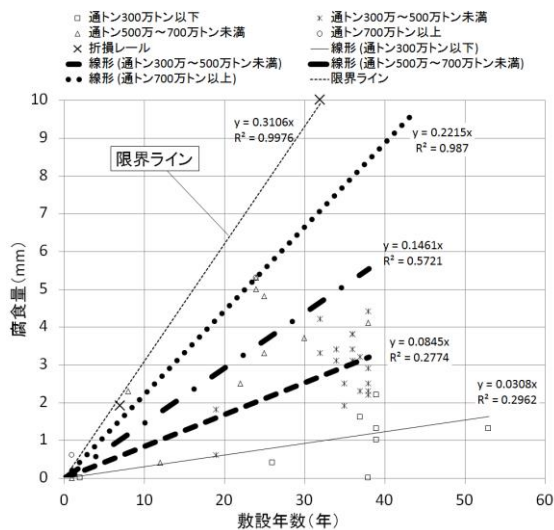


図-5 換算通トンの影響 (下級線)

この図から、換算通トンが増加するにつれて腐食速度が増加する傾向にあることがわかる。また、敷設年数が短いと腐食量は換算通トンとの相関が大きいが、敷設年数が長くなると電食やアオリ、湿潤環境等の影響によってばらつきが大きくなる傾向があると言える。

ここで、過去の折損箇所の近似線を「限界ライン」と称すると、限界ラインに近い箇所については折損の危険性が高い箇所となる。なお、いずれの箇所も換算通トンは 700 万トン/年を超えており、他箇所と同傾向にあると言える。

また、現時点での腐食量と原点の 2 点で線形近似を行い、この傾きを腐食速度と仮定した場合の換算通トンと腐食速度の関係を図-6 に示す。

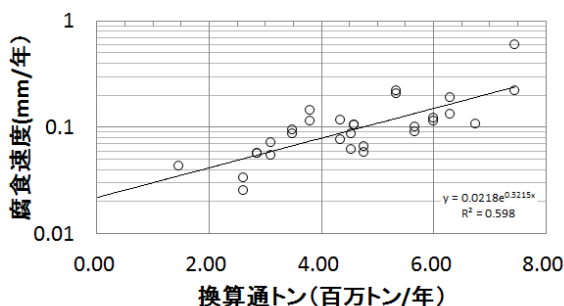


図-6 換算通トンと腐食速度の関係 (下級線)

換算通トンと腐食速度には指数相関があり、換算通トンが増えるほど腐食速度は指数関数的に増加する傾向がみられる。このことから、腐食速度は換算通トンからある程度予測が可能といえる。

6. レール交換実施箇所調査

3. の調査結果から腐食量が 4mm 以上だった 3 踏切(連接軌道 2 箇所、プラバン 1 箇所、いずれも図-3 中の A 線)のレール交換に立会い、腐食の発生状況やレール

被覆部の状態について調査した。結果を以下に示す。

- ① 土砂が混入し、全体的に腐食環境下であった。
- ② 底部が腐食している箇所では、概ね脚部(底部側面)も腐食している傾向にあった。脚部の腐食量は最大で片側 5mm 程度であった。
- ③ 轍付近で底部腐食が大きくなる傾向が見られた。
- ④ 締結装置がかなり腐食しており、緊緩器では回転しない箇所も見られた。
- ⑤ 踏切構造により腐食の仕方に違いが見られた(図-7)。



図-7 連接軌道(左)とプラバン(右)の腐食傾向

上記③から、道路交通によって腐食が進行していたことが伺える。また、④からは腐食のみならず電食も発生していた可能性が示唆される。⑤について、連接軌道ではタイプレート付近で一様に断面が減少するような腐食が発生しているが、プラバン構造ではマクラギ間で大きく抉れるような腐食が見られた。連接軌道は構造が剛であることから、定期的な締結装置修繕や清掃によって、ある程度腐食を防止できると考える。

7. まとめ

本研究により得られた知見は以下の通りである。

- ① 非電化区間でも腐食が見られたため、踏切内レールの腐食・減肉現象は電食のみが原因ではない。
- ② 敷設年数は必ずしも腐食に対して相関がない。ただし、敷設 20 年未満のレールについては、3mm 以上の腐食は見られなかった。
- ③ 轍箇所において腐食が大きい傾向が見られた。これは道路交通による活荷重が腐食の進行を助長する可能性を示している。
- ④ 線区通トンと腐食量の相関は見られなかったが、道路交通による活荷重を考慮すると、概ね道路交通も合わせた通トン数が大きくなるほど腐食量が大きくなる傾向にあった。このことから、列車や自動車による活荷重が、折損だけでなく腐食速度そのものに影響を与えていると言える。
- ⑤ 線区通トンが少ない下級線においては、腐食に対して道路交通の影響が大きいことから、換算交通量の多い踏切に関しては留意が必要である。
- ⑥ 連接軌道とプラバンでは、腐食の仕方に差異が見られる。一因として構造の違いが考えられる。
- ⑦ 連接軌道構造においては定期的な締結装置修繕や清掃が腐食防止に対して有効であると考えられる。
- ⑧ 今後は上級線においてもサンプル数を増やし、下級線との違いを含めて傾向を分析していく。

<参考文献>

- 1) 細田充 他：腐食・電食環境下におけるレールの余寿命評価、鉄道総研報告 Vol. 27, No. 4 (2013)