レール初期削正によるシェリング抑制効果に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社　　正会員　○後藤　耕平

1　背景と目的

レールは列車走行等の負荷から傷が発生し、当社において 6 割はレール表面からのき裂が進展する「シェリング」である（**図 1**）。傷は探傷車等により検査し、傷の種別や大きさ等により区分することで定められた期限までに処置をしている。傷はレール交換により除去するが、その作業には多大な労働力とコストがかかる。そこで首都圏を中心として、シェリングを予防するためにレール削正車を導入し、レール頭頂面の疲労層を定期的に削正している。

そのような状況の中、シェリング抑制効果を更に発揮するためには、レール敷設後初期段階でレールを削正することが効果的であるという知見が欧州で報告されている。そこで本研究では、レールを敷設後初期に削正することによるシェリング発生抑制効果について定量的に評価した。

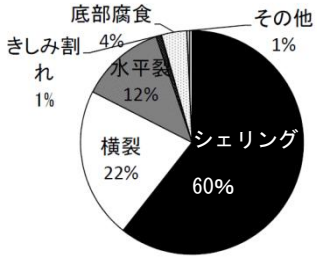

図 1 レール傷の内訳
（在来線 2016 年度）

2　研究の方針

2.1　初期削正によるシェリング抑制効果の検証

これまでの削正実績より、初期削正を実施した箇所と実施していない箇所等を抽出し、それぞれのシェリング発生状況を比較することで抑制効果を評価した。

2.2　初期削正による適切な削正量の検証

欧州での初期削正は、レール頭頂面の微細な凹凸除去とレール表層の脱炭層※除去を目的に実施している。そこで当社で初期削正を実施した場合、どの程度の量を削るのが適切なのかを評価した。

（※脱炭層とは焼き入れによる酸化反応で炭素が欠乏した層）

3　初期削正によるシェリング抑制効果の検証

3.1 通過トン数別の発生率

過去 10 年分の削正実績から、レール交換後の削正状況により 3 パターンに分けて初期削正の効果を確認した（**図 2**）。本研究では同等の条件にするため、傷の数をレール延長で無次元化し発生率（個/Rkm）と定義した。はじめに通過トン数別に傷の発生率を分け、検証パターンごとにシェリング抑制効果を評価した（**図 3**）。初期削正した箇所は定期削正、不定期削正箇所に比べ、通過トン数 3 億トン前後でシェリングは抑制される傾向がみられた。

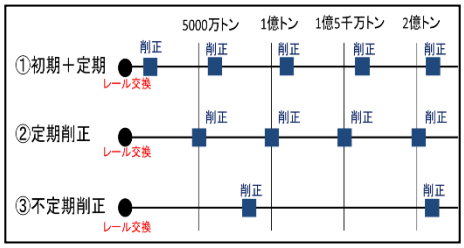

図 2 検証パターン

3.2 線形別の発生率

先ほどのシェリング発生率を線形ごとに分け、検証パターンごとにシェリング抑制効果を評価した。線形は　①直線　②緩曲線（R≧800m）　③急曲線（R＜800m）に分類し、GC き裂の影響を考慮し R＜800m を急曲線と定義とした。敷設時期が異なるので単純に比較はできないが、直線では初期削正と定期削正は同等の抑制効果であるが、曲線部では初期削正のシェリング抑制効果が高くなる傾向がみられた（**図 4、5、6**）。以上より今回検証したデータ

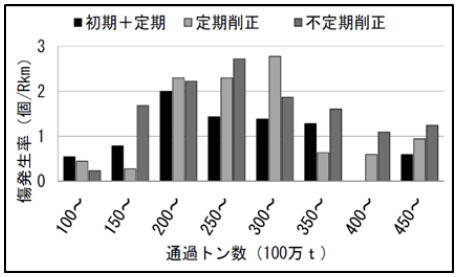

図 3 通過トン数別のシェリング発生率

キーワード　シェリング，レール初期削正，微細な凹凸，脱炭層

連絡先　〒980-8580　宮城県仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号　　仙台支社設備部保線課　ＴＥＬ022-266-9635

の範囲からは、欧州の知見と同じく初期削正を実施することでシェリングが抑制される見通しを得た。

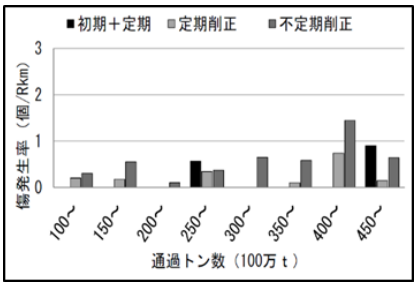

図 4 シェリング発生率（直線）

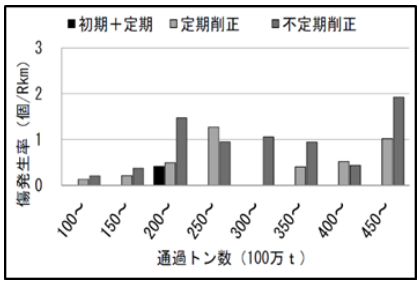

図 5 シェリング発生率（緩曲線）

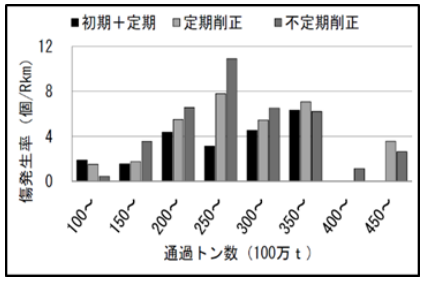

図 6 シェリング発生率（急曲線）

4 初期削正による適切な削正量の検証

4.1 初期削正の主目的

初期削正は、前述のとおり主に 2 つの目的で実施されている。はじめに 「レール頭頂面の微細な凹凸除去」は、レール製造時の圧延、運搬、レール交換、溶接等により発生する微細な凹凸を除去することで、良好な接触条件と走行条件を確保し、動的な輪重変動の最小化を図ることで傷の形成と進展を最大限遅らせるために実施されている。また「レール表層の脱炭層除去」は、レール製造時の焼き入れによりレール表層に発生する炭素量の少ない柔らかい層を除去するために実施されている（図 7）。欧州では敷設後初期に 0.3㎜削正することで上記の目的を達成できるとされているが、これらを当社のレールに適用する際の適切な削正量について以下に評価した。

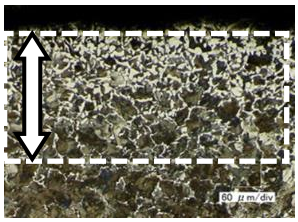

図 7 脱炭層の一例

4.2 レール頭頂面の微細な凹凸

レール交換直後のレール頭頂面を測定し凹凸の発生状況を確認した（図 8）。測定の結果、交換直後のレール頭頂面は凹凸が小さく、本測定箇所すべてで 0.1㎜ 以内に収まっていた。これより当社のレールでは、シェリング発生につながるような大きなレール凹凸は敷設直後に生じていない事が分かった。

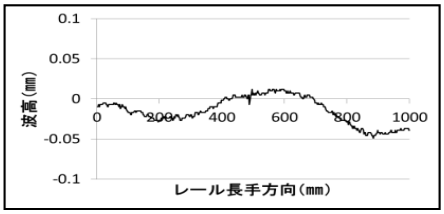

図 8 頭頂面の凹凸の一例（n=20）

4.3 レール表層の脱炭層

脱炭層を除去するために必要な削正量について、新品レールと発生レール（通過トン数約 5000 万トン）により検証した。新品レールはレール製造時に生じる脱炭層の量を把握するため、発生レールは定期削正（5000 万トン）までに列車の走行等でどの程度脱炭層が減少するかを把握するために検証した。

表 1 脱炭層の深さ（n=18）

レール状態	材質	脱炭層（mm）		
		平均	最大	最小
新品	普通	0.21	0.28	0.10
	熱処理	0.15	0.35	0
		0.18		
通過トン数5000万t	熱処理	0.05	0.21	0

測定結果より、新品レールでは普通レール、熱処理レールともに脱炭層が確認され、平均 0.18 ㎜であった（表 1）。欧州レール（900A）が平均 0.25㎜ であることより、当社のレールは脱炭層がやや少ないことが分かった。また、発生レールについて一定量の脱炭層が確認されたことより、列車の走行等による摩耗だけでは定期削正（5000 万トン）までに脱炭層は無くならず、初期削正で除去する必要があることが分かった。以上より、今回調査したサンプルの範囲では脱炭層を除去するためには、0.1～0.2㎜ の削正量が適切であるという見通しを得た。

5 まとめと提言

今回検証したデータの範囲からは、欧州の知見と同じく初期削正によるシェリング抑制効果が確認でき、特に曲線では抑制効果が高い傾向が得られた。また初期削正量については、レール敷設後までに発生する凹凸はシェリングの発達に影響するものではなく、脱炭層の深さから 0.1～0.2 ㎜の削正量が適切である見通しを得た。なお初期削正導入にあたっては、レール削正車以外にも敷設前に基地等で小型機械による削正など、安価な方法を検討する必要がある。

【参考文献】「外国のレール削正（Ⅱ）」日本スペノ株式会社 2016.08

石田 誠「鉄道技術 来し方行く末 レールシェリング対策」RRR Vol.70 No.11 2013.11