

塗油区間におけるゲージコーナー傷の発生原因の一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 松田 博之
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 青木 宣頼
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 餅井絵里香

1. はじめに

近年、山手線の曲線外軌レールのゲージコーナー(以下「GC」と略す)部にウロコ状の剥離傷(図1)が複数発生し、列車が通過する際に発生する音により近隣から苦情を受けている。現在、その対策としてレール交換などを行っており、多大な労力と経費を要している。そのためゲージコーナー傷の発生原因の究明と対策の確立が望まれている。



図1 ウロコ状の剥離傷

前報¹⁾では、傷レールの強度や残留応力を測定し、この傷によってレール折損に至る恐れはないことを確認した。また、車上塗油が損傷発生の要因となることが指摘されているため、塗油がレールに与える影響を把握し、傷の発生を防止するための塗油条件を提案した。本研究では、レールと車輪の形状分析や、傷発生レールの金属組織観察を行い、傷の発生原因について検討したので報告する。

2. 傷の発生状況

傷の発生状況の概略¹⁾を以下に述べる。傷の外観は、いずれも深さ数ミリの頭頂面 GC 付近の部分剥離欠損を呈しており、付近には油がおびただしく付着していた。剥離範囲はレール長手方向に、10mm 位から数 100mm を超えるものもあり、総じて連続的に存在していることが多い。傷発生区間の特徴をみると、緩曲線(半径 800 ~ 1800m)の外軌 GC に主として発生する傾向が確認された(図2)。最短で傷が発生した箇所の累積通過トン数は、28.8 百万トン(8 ヶ月)であった。

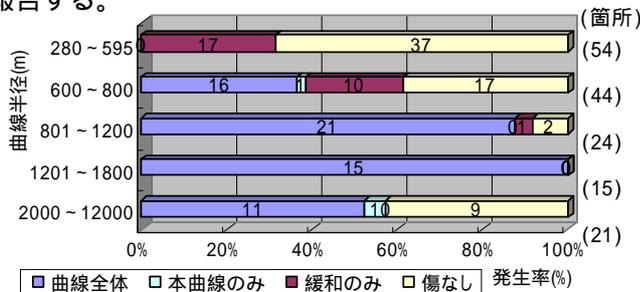


図2 曲線半径と傷発生率の関係

3. 傷レールの形状分析

傷が発生したレールの断面形状を分析するため、レール形状を測定した。測定例を図3に示す。図には当該線区の走行車輪の摩耗形状を併せて示す。当該レールは曲線半径 1100m の外軌レールで、60kg レールである。敷設後 8 年(累積通過トン数 3.5 億トン)で傷が発生し交換された。GC45 度方向の摩耗量は 8mm である。傷が発生している箇所は緩曲線であり、車上からの塗油が確認されている。塗油条件以外の軌道、車両条件がほぼ同じ線区と比べても摩耗が進んでいないのが特徴である。そこで剥離した部分の形状の曲率半径を図4に示す。傷が発生している箇所の曲率半径は 13mm である。

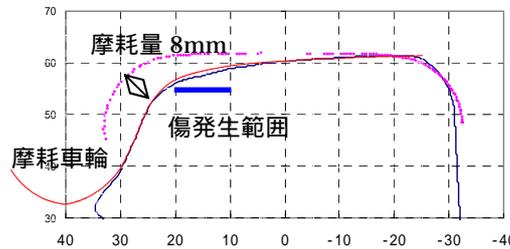


図3 剥離レールの形状

4. 車輪の形状分析

当該線区を走行する車輪についても同様に形状の分析を行った。測定した車両は転削後約 6 万キロ走行後の T 車(付随車)の車輪である。図5よりフランジ部での曲率が大きくなっており、上記のレールと車輪の曲率を比較すると、傷発生位置の曲率と車輪のど部の曲

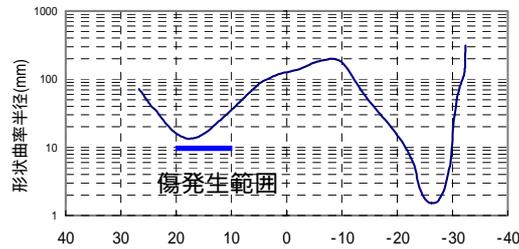


図4 剥離レールの形状分析

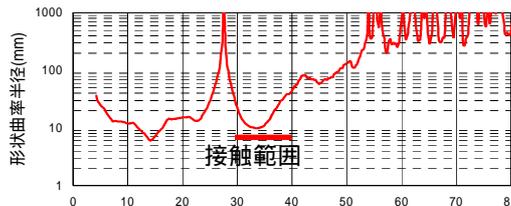


図5 摩耗車輪の形状分析

キーワード：レール傷、金属組織観察

連絡先：〒114-8550 東京都北区東田端 2-20-68 TEL 03(5692)6136

率がほぼ一致している。このことから剥離位置では車輪のど部が接触していると考えられる。

5. 剥離箇所の金属組織の観察

傷の原因を塑性流動という点から検討するために、光学顕微鏡を用いて剥離により交換されたレールの金属組織を観察した。用いたレールは曲線半径 1500m の外軌レール(60kg レール)で、30cm の中に剥離なし(A)と剥離有り(B)が混在したレールである(図 6)。図中の A と B の箇所について、レール断面方向(T 方向)とレール長手方向(L 方向)の金属観察を行った。

T 方向の観察結果を図 7,8 に示す。両者ともちょうど剥離が見られる位置で観察した。剥離のない A では極表面層(100 μ m)のみ塑性フローが見られる。一方、剥離のある B ではき裂の上部では塑性フローが見られ、深さは 400 μ m 以上である。一方、剥離後の箇所では、ほとんど塑性フローが見られなかった。両者とも母材は健全である。形状を比較すると、AB の箇所では A の方が僅かだが摩耗は進んでいる。フランジ角度は A の箇所の方が大きい。塑性フローで比較すると、L 方向では B の方が深い部分まで発達している。T 方向でもレール剥離が生じている位置では同様なことがいえる。また、き裂以下ではフローが見られない。

6. 考察

以上のことから発生原因を推定すると以下のことが考えられる。A ではフランジ接触部での摩耗が著しく、塑性フローが薄い。このことは摩耗により取り去られ、常に新鮮な面が現れていると考えられる。一方、B ではレール GC 部で剥離が生じている箇所での塑性フローが著しく、また摩耗も進んでいない。以上から推測すると、AB では車輪との接触位置が異なり、A では車輪フランジ、B では車輪のど部で接触している。そのため B では接触圧力の面圧が高く、また油があるため摩耗が進まず、接触圧力が最大になる深さ 2,3 ミリの位置が常に高接触圧の状態になる。そこでその部分からせん断変形が始まりき裂が生じる。それによりき裂上部がたたかれて、更に塑性変形が進み剥離に至る。このことはき裂下にフローが見られないことから説明ができる。一方、A ではフランジ部で接触するため面圧低く、油もあるが適度に摩耗が進んでいるためにき裂が発生しないことが考えられる。

7. まとめと今後の課題

塗油区間におけるレールゲージコーナー部の傷の発生原因について、レール車輪の形状や金属組織の観察から検討した。その結果を以下に述べる。

当該線区は塗油により、同じ条件の線区に比べて摩耗が少ない。

傷発生位置は、当該線区を走行する摩耗車輪のど部と接触している。

上記 2 つのことから、接触圧力が最大になる深さ 2,3 ミリの位置が常に高接触圧の状態になる。そこでその部分からせん断変形が始まりき裂が生じたものと考えられる。

20cm 程度しか離れていない箇所において接触位置に大きな変化が見られ、それが摩耗に反映されている。車輪との接触位置の検討や発生応力の検討、すべり率の検討が必要である。今後の課題として、車輪の形状とともに台車の旋回性能の検証、塗油量の検討を行い、最適な塗油手法の開発が必要であると考えている。

【参考文献】

- 1) 松田博之,青木宣頼:レールゲージコーナー剥離傷に関する一考察.土木学会第 61 回年次講演会,平成 18 年 9 月,pp467-468

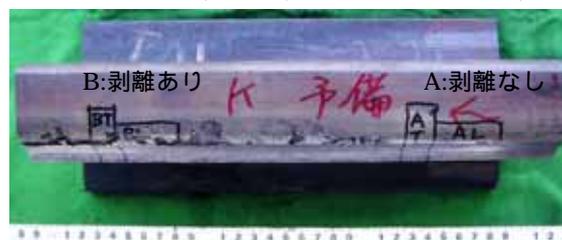


図 6 観察レールの外観



図 7 剥離なし箇所(A)の GC 部のマクロ観察



図 8 剥離あり箇所(B)の GC 部のマクロ観察