

内軌塗油効果向上を目的とした局所的なレール研削方法

東京地下鉄株式会社 正会員 大澤 純一郎 正会員 ○平澤 遼 河野 陽介

新日鐵住金株式会社 松見 隆紀

日鉄住金レールウェイテクノス株式会社 谷本 益久 久保 奈帆美

1. はじめに

東京地下鉄(以下、当社とする)では 195.1 キロの営業線を維持管理しているが、地下鉄という環境の特殊性から、路線延長の約 16%が R300 以下の急曲線である。急曲線区間に敷設されたレールでは、内軌レールにおける波状摩耗やキシリ音、外軌レールにおける側面摩耗など、様々な問題が発生する。当社では、塗油器によるグリスの内軌への塗布を対策の一つとして実施しているが、曲線全域にわたってより効果的にグリスを塗布するための方法が求められている。

そこで今回は、踏面形状の違いによる車輪とレールの接触位置に着目し、より効果的な内軌塗油のための研削方法について検討を行った。接触位置を考慮したレール研削により、潤滑効果確認の指標の一つである内軌側脱線係数(以下、内軌 Q/P とする)の測定値において大きな改善効果が確認されたので、内軌塗油に効果的な一つの手法として提案する。

2. 複数の車輪踏面形状に潤滑効果をもつレール研削方法

(1) 車輪踏面形状による潤滑効果の違い

グリスは曲線の入口付近に設置された塗油器から吐出されて車輪に付着し、グリスの付着した車輪が曲線を走行することによってレール頭頂面に塗布される。塗油器はフィールドコーナー側(以下、FC 側とする)に設置されるため、レールの中心軸よりもゲージコーナー側(以下、GC 側とする)の位置で車輪踏面とレール頭頂面が接触する場合、塗油器から吐出されたグリスは車輪の適正な位置に付着せず、潤滑効果は低下する。

当社は各方面に相互直通運転を実施しており、様々な踏面形状を有する車両がレール上を走行する。円弧踏面を有する車輪は、塗油器に近い FC 側でレール頭頂面と接触するため、塗油器から供給されるグリスの潤滑効果を受けやすい(図-1(a))。一方、円錐踏面を有する車輪は、塗油器から離れた GC 側でレール頭頂面と接触するため、潤滑効果は受けにくくなる(図-1(b))。そこで、塗油器付近の部分的なレールを研削することにより、各車輪踏面とレールとの接触位置を FC 側で同一化すれば、レールへのグリスの塗布はより効果的に行われることとなる(図-1(c)(d))。

(2) レールの研削方法

異種踏面形状の車輪とレールの接触位置をグリスの吐出箇所に近い FC 側に同一化すれば、車輪は踏面形状に関わらず吐出されたグリスを捉えることができ、グリスを捉えた車輪側の接触箇所が研削レール以外の曲線中でも同一となれば、グリスは一樣に長大な曲線全域に行きわたり、効果的な塗油を行うことが出来る。今回は、事前に実施した接触解析の結果をもとにレール研削方法を決定しており、円錐踏面の有する勾配曲線とレール頭頂面の有する勾配曲線の交点、円弧踏面とレールの接触位置と一致するように、レール頭頂面の GC 側を頭頂面に対して傾斜角 1/20 の勾配とする研削を実施した。また、研削量はレール摩耗量も考慮しつつ、最大 1mm とした。列車の走行方向においては、研削区間を極力短くすることで高い費用対効果を得るため、塗油器の長さと同程度の部分的な範囲のみを研削した(写真-1)。

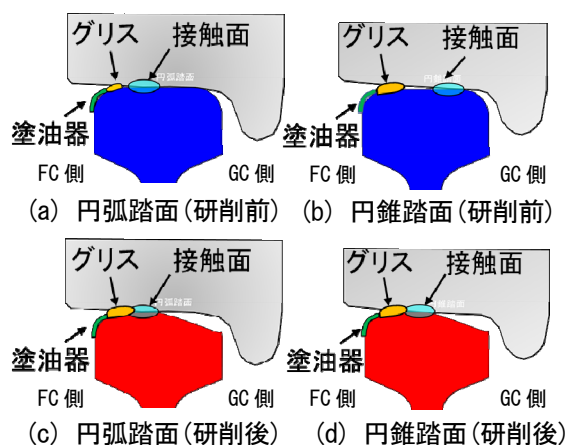


図-1 車輪踏面とレールの接触点



写真-1 レール研削後のレール

キーワード 内軌レール塗油手法、内軌 Q/P、レール研削、車輪踏面形状

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) TEL 03-3837-8084 FAX 03-3837-7176

3. レール研削の効果

(1) 営業線における検証

レール研削がグリスの内軌への塗布に与える影響を検証するため、営業線において地上輪重・横圧測定を実施し、内軌側 Q/P を求めた。測定を実施した曲線の線形と塗油器の設置地点は図-2 のとおりである。レール研削を行った箇所は 10k993m 地点の塗油器のグリス抽出箇所であり、塗油条件は、10 編成ごとに 3 秒間とした。また、測定は円曲線中の 10k705m 地点にセンサーを設置して実施した。

(2) 測定結果及び考察

図-3 に、測定点における各車輪踏面形状ごとの内軌側 Q/P の測定結果を示す。レール研削実施前の測定結果では、円錐踏面と円弧踏面の内軌側 Q/P の間には大きな乖離が発生していることがわかる。しかし、円錐踏面の内軌側 Q/P の値に着目すると、レール研削前は 0.7 を超える値が測定されているのに対し、レール研削実施後は徐々に値が減少し、最終的には 0.7 を大きく下回る 0.4 前後の値で安定することとなった。一方で、円弧踏面の内軌側 Q/P の値については、レール研削の前後を問わず 0.2~0.4 の低い値で安定しており、円錐踏面と円弧踏面の内軌側 Q/P の乖離はほぼ解消されることとなった。

以上から、今回実施したレール研削は、いままで塗油器から供給されるグリスの影響を受けやすかった円弧踏面への潤滑効果を損なうことなく、これまで塗油器から供給されるグリスの影響を受けにくかった円錐踏面の車輪に対して大きな潤滑効果を与えることが出来るといえる。また、その潤滑効果はレール研削地点から 288m 離れた測定点にまで及び、曲線全域に効果をもたらすことが出来るといえる。

(3) レール研削の安全性について

今回のレール研削の実施を営業線で展開するにあたり、走行安全性の確認は最重要となるため、車輪とレールとのアタック角を測定することにより安全性を確認した。その結果、レール研削によって内軌レールにおける接触位置を変更した際、車輪の左右変位には変化は見られなかったため、列車に蛇行動は生じていないと考えられる。また、列車動揺に関しても列車巡回によって確認を行ったが、異常な動揺は観測されなかった。以上より、今回行ったレール研削手法に関して、走行安全性に支障はないと考えられる。

4. まとめと今後の展望

今回の検討から、円錐踏面車輪と円弧踏面車輪の双方のレールとの接触位置を、レール頭頂面の FC 側に同一化することにより、内軌側 Q/P の値が大きく減少することが確認された。また、そのための手法としては内軌側の塗油器設置箇所におけるレール研削が有効であり、それによって車輪は踏面形状に関わらず吐出されたグリスを捉えることが可能となり、曲線全域に大きな潤滑効果が得られることがわかった。曲線全域にグリスが広く塗布されることにより、内軌レールにおける波状摩耗やキシリ音といった問題が解決されると共に、内軌側 Q/P の低減は外軌横圧の低減にも効果があったため、外軌レールにおける側面摩耗といった問題の解決にも繋がることとなる。

一方で、内軌側 Q/P の減少に関して、車両によるばらつきが依然として残るため、今後は今回のレール研削で内軌側 Q/P の減少量が小さかった車両について、更なる検討の余地があると考えられる。

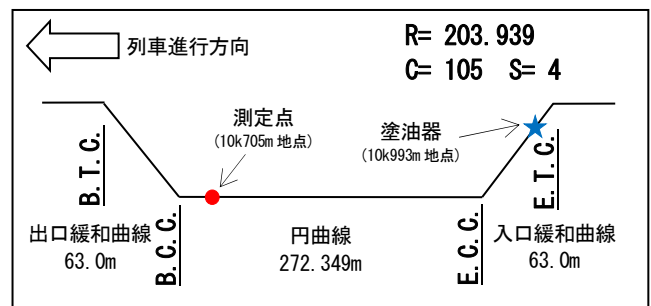


図-2 地上輪重・横圧測定地点

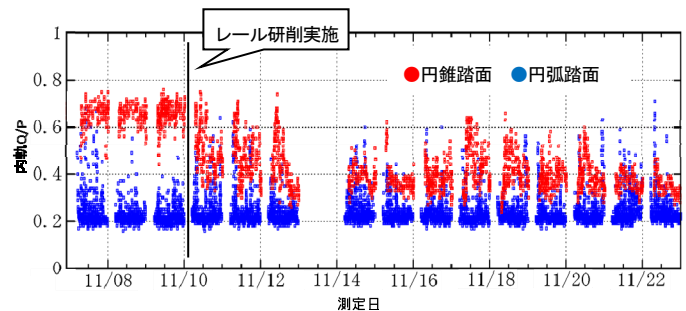


図-3 地上輪重・横圧測定結果

参考文献

- ・武藤，田代他：効果的なレール塗油方法の検証 土木学会第 65 回年次学術講演会(2011.9)
- ・義本，後藤：レール削正形状に関する一考察 土木学会第 55 回年次学術講演会(2000.9)