

地下鉄における新たなレール塗油手法の検証

東京地下鉄（株） 正会員 武藤 義彦
 東京地下鉄（株） 小林 実
 東京地下鉄（株） 星野 雅彦

1. はじめに

当社は、8路線 183.2kmの営業路線を有するが、各路線は東京都心の地下鉄道網のため、用地等の理由により半径 800m未満の曲線が約 40%を占めている。曲線では、レールと車輪フランジ接触によるレール側面摩耗とフランジ直立摩耗の抑制を目的として、昭和 2 年の銀座線開業当時から人力による塗油作業（油の手付け）を開始し、昭和 29 年頃にこれを曲線進入部の外軌レール側にアラジン塗油器を設置することにより自動地上塗油とした。その後、レール塗油器の機種も改良され、現在では摩耗抑制用として外軌側、きしみ音抑制用として内軌レール側に設置している¹⁾。

今回、曲線で発生する摩耗及びきしみ音発生の要因である車輪とレール間における摩擦に着目し、摩擦力の低減を目的とした横圧低減について検討した結果を報告する。

2. 横圧発生のメカニズム

曲線を通過する際の前輪軸は操舵不足により、車輪フランジと外軌レールの間にアタック角と呼ばれる角度が付く。アタック角は車輪とレールの間に横方向のすべりを横方向を発生させ、これが横圧をもたらす。（図 - 1）

3. 走行試験による横圧の確認

進行方向、最後尾車両の前軸に輪重・横圧（PQ）測定ゲージを取付け、夜間試験走行を実施したところ横圧の高い地点が確認された。（図 - 2）この箇所の軌道条件は 60 kg レール、R=255、C=83 mm、塗油器は曲線進入部の摩耗抑制用として外軌側、きしみ音抑制用として内軌側に設置されている。また、測定結果から横圧の高い地点での内外軌レールの横圧を比較すると、外軌側より内軌側の横圧が高いことが確認された。

横圧の発生要因であるレールと車輪に発生する摩擦力を低減させるためには、内軌レール頭頂面への潤滑が効果的であるとされていることから²⁾、外軌側塗油器を停止させ内軌側塗油状態での夜間走行試験を行い横圧の変化を確認したところ、内外軌レールの横圧が低減することが確認された。（図 - 3）最大横圧値が確認された位置で比較すると外軌レールでは 19.9kN から 1.8kN と 91%減少し、内軌レールでは 22.9kN から 1.5kN と 93%減少した。

また、車軸に発生するネジリ力も同時に測定し、内軌塗油状態ではネジリ力の低減も確認された。

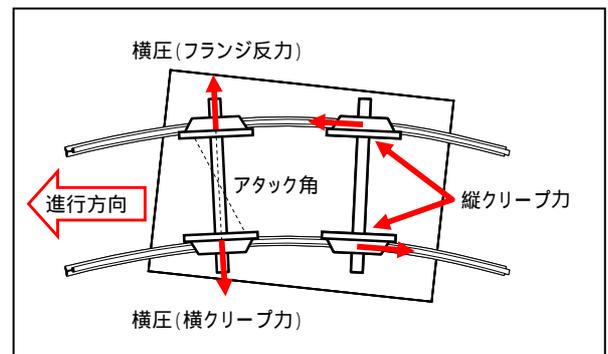


図 - 1 車輪からレールへの作用力

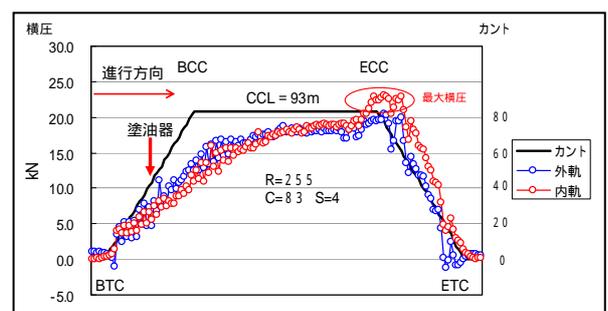


図 2 横圧測定結果

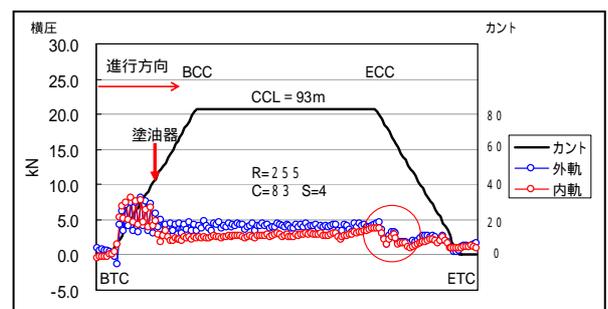


図 - 3 内軌塗油状態での横圧測定結果

キーワード レール塗油器、内軌レール塗油、横圧、摩擦係数

〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄（株）TEL03-3837-7092 FAX03-3837-7171

4．地上測定

連続して通過する車両の横圧発生状態を確認するために地上側のレールに横圧測定ゲージを取り付け、測定を実施した。この箇所の軌道条件は60kgレール、 $R=160$ 、 $C=60$ mm、塗油器の状態は摩耗抑制用として外軌側に設置されている。(図-4)内外軌それぞれの塗油状態の効果を明らかにするために、始めに外軌塗油状態で測定し、その後、外軌の塗油器を取外し、外軌レールに付着した油を除去後塗油器を内軌に設置して横圧の測定を行った。

始電から連続して20本(5時~9時)の通過列車の横圧を測定し、比較した。外軌レールでの外軌塗油状態の横圧値は最大値40.8kN、最小値11.4kN、平均値25.7kNであり、内軌塗油状態では最大値12.2kN、最小値5.2kN、平均値8.3kNに低減した。(図-5)内軌レールでの外軌塗油状態では最大値29.9kN、最小値7.8kN、平均値19.0kNあり内軌塗油状態では最大値7.7kN、最小値2.7kN、平均値4.7kNと低減した。(図-6)

5．摩擦係数の調査

レールトリボメータを使用してレール摩擦係数の変化を調査した。測定は列車通過直後に行い、内軌ではレール頭頂面の接触位置、外軌ではゲージコーナー部で測定した。

内軌レールでの摩擦係数を塗油状態で比較すると内軌塗油状態での摩擦係数の低下が確認された。(図-7)また外軌レールでの摩擦係数は内軌塗油時において外軌レールに塗油をしていないのにも関わらずゲージコーナー部には通過する車両からの油の持込により付着したため、摩擦係数の変化はなかった。

6．まとめ

今回の調査は車両側と地上側から横圧の低減について調査を実施したところ、内軌レールにおける車輪とレール間に発生する摩擦力を塗油により低下させることで内外軌レールに発生する横圧の低減が実現されることが確認された。

今後の課題として、地上側における塗油を含めた安定した潤滑材の供給方法やアタック角の変化、車輪の滑走スリップ、横圧低下がレールに与える効果等の調査を実施する必要がある。

また、レール及びフランジ摩耗の抑制、波状摩耗の抑制効果等の評価を行い、従来の車輪とレールの接触による摩耗抑制を目的としたレール塗油管理から横圧の低減を目的とした潤滑材管理手法の確立に向けた検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 桜庭隆：“地下鉄におけるレール塗油”新線路(1996.5)
- 2) 国土交通省鉄道局技術企画課、財団法人鉄道総合技術研究所：“急曲線における低速域での乗り上がり脱線等の防止に関する検討会報告書”103-106(2004.3)

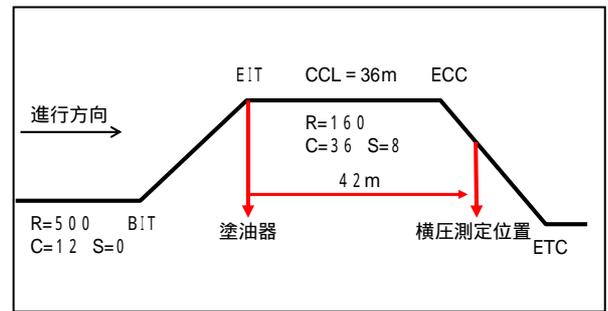


図-4 地上測定区間線形図

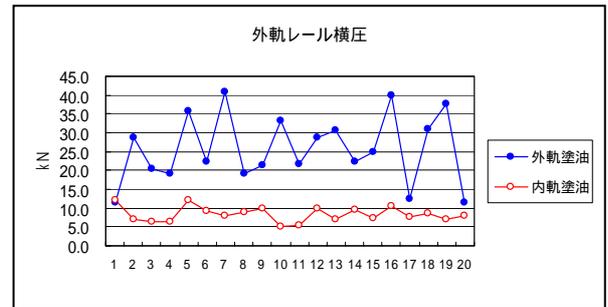


図-5 外軌レールの横圧比較

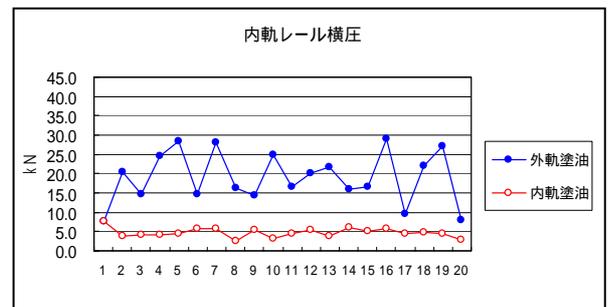


図-6 内軌レールの横圧比較

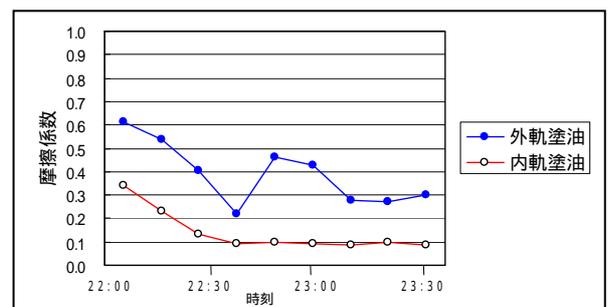


図-7 内軌レールの摩擦係数比較