

レール塗油器による外軌潤滑効果の検証

東京地下鉄株式会社 正会員 ○有馬 潤太
非会員 徳永 浩二, 松田 卓也

1. 背景及び目的

東京地下鉄では、主に急曲線部の外軌レールを対象に、摩耗進展抑制を目的としてレール塗油器(以下、塗油器とする)を設置している。塗油器のグリス吐出による外軌側レールの潤滑状態を適切に管理することは、摩耗進展抑制効果の向上だけでなく、¹⁾潤滑過多に起因するレール傷の発生を防止する上でも重要である。本研究では、特定の外軌用塗油器の吐出量を変更した際の、²⁾営業線を走行している PQ モニタリング台車で測定した値から推定した外軌側車輪フランジ部の摩擦係数(以下、摩擦係数とする)を各地点で算出及び評価することで、任意の吐出量が潤滑状態へ与える影響範囲 (以下、影響範囲とする)の把握を目的とする。

2. 試験の概要

(1) 対象曲線と塗油器設置箇所

本研究では東京地下鉄の路線 A において、外軌用塗油器による影響範囲を把握するため、同方向の 22 曲線を対象として追跡調査を行った。吐出量を変更した外軌用塗油器は、列車進行方向最初の 1 曲線のみに設置している(以下、当該塗油器とする)。

(2) 吐出量の変更

当該塗油器の吐出量変更履歴を表-1 に示す。吐出量は、34 日間を通して計 3 度増加させた。1 日当たりの吐出量を、1 回当たりの吐出量(実測値)、吐出頻度(何本列車が通過する度に 1 回吐出するか)及び列車通過本数から算出した(式-1)。

表-1 吐出量変更履歴

吐出量 パターン	吐出量 (g/日)	経過 日数
吐出無し	0	~0
パターン(A)	102	0~19
パターン(B)	408	19~34
パターン(C)	680	34~

a=b×c×d・・・(式-1)

a: 1日当たりのグリス吐出量(g/日)

b: 吐出量(g/回)

c: 吐出頻度(回/本)

d: 列車通過本数(本/日)

式-1 1日当たりの吐出量

3. シミュレーションに基づく影響範囲の推定

(1) グリスの消費方法に関する仮定

本研究における影響範囲は、曲線走行により外軌車輪フランジ部とレールゲージコーナ一部双方が安定して接触するため、外軌用塗油器より車輪フランジ部に塗油されたグリスが、曲線の始点から終点の間にて対象の 22 曲線では一律に消費されると仮定した。一方で、直線部や逆方向曲線では前述の接触位置と異なるため、グリスの消費は些少と判断し、対象外として推定した。

(2) SIMPACK シミュレーション(以下、シミュレーションとする)によるレール潤滑状態の推定

吐出量の増加に伴う各曲線(列車進行方向順に No.1 から No.22)における潤滑状態を、営業線を走行している PQ モニタリング台車の測定値からシミュレーションにより推定した摩擦係数にて評価した。代表的な曲線における、摩擦係数の変化を図-1 から図-3 に示す。なお、摩擦係数は推定値であるため、吐出量の増加前後における変化の有無から定性的に評価した。

- ・ 曲線 No.1 では、吐出無しの状態からパターン A への吐出量が増加する過程で摩擦係数が低下した。一方で、その後吐出量を増加させる過程では大きな変化はなかった。
- ・ 曲線 No.4 では、パターン A、さらにはパターン B へ吐出量を増加させる過程で摩擦係数が低下した。一方で、パターン C では大きな変化はなかった。
- ・ 曲線 No.22 では、パターン A では摩擦係数には変化がなかった。一方で、パターン B 及びパターン C にて吐出量を増加させる過程で低下した。

キーワード レール塗油器, 曲線, SIMPACK シミュレーション, 外軌潤滑
連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19 番 6 号 東京地下鉄株式会社 [TEL:03-3837-7094](tel:03-3837-7094)

表-2 潤滑状態評価内容

潤滑評価	評価内容
◎	期間内に摩擦係数に変化がない(飽和)状態
○	期間内に摩擦係数が低下傾向にある(変化)状態
×	吐出無し期間と同程度の摩擦係数でレールが潤滑している状態

表-3 潤滑状態結果

曲線No	No. 1 (設定変更有)	No. 4 (吐出無し)	No. 13 (吐出無し)	No. 20 (吐出無し)	No. 22 (吐出無し)
累積曲線長 (m)	111	665	2, 155	2, 835	3, 287
吐出無し	×	×	×	×	×
パターン (A)	○	○	×	×	×
パターン (B)	◎	○	○	○	○
パターン (C)	◎	◎	◎	◎	○

(3) レール潤滑状態と影響範囲の推定

代表的な曲線について吐出量を変更した地点からの影響範囲は、次の手順に基づき推定した。

- Step. 1: 図-1 から図-3 に示す傾向から、潤滑状態の評価基準を定めた(表-2)。
- Step. 2: 図-1 から図-3 の結果に対し表-2 の評価基準に基づき、代表的な曲線における潤滑状態を評価した(表-3)。
- Step. 3: 表-2 及び表-3 に基づき、任意の吐出量が潤滑状態へ与える影響範囲を推定した(表-4)。

4. 推定結果に対する影響範囲の妥当性評価

影響範囲の妥当性は、吐出量の変更と共にシミュレーションで推定した潤滑状態において変化が得られた曲線を対象に、パターン B の期間にて、各現場での潤滑状態を目視及び触診による調査を行うことで評価した。調査結果の一部を図-4 及び図-5 に示す。当該塗油器の設置曲線(No.1)では、図-4 のようにレールが潤滑されていることが見て取れた。また、累積曲線長 2,835m 先の No.20 曲線においても、図-5 のように潤滑されているため、シミュレーション結果から推定された影響範囲の妥当性を現場においても確認した。

5. まとめ

1 台の塗油器による任意の吐出量を与える曲線部外軌レールへの影響範囲を摩擦係数から推定した。また、現場の潤滑状態と照らし合わせることで、シミュレーションから得られた影響範囲の妥当性に関する検証を行った。本研究の結果を踏まえて、塗油器による外軌レールの潤滑に対する根拠を持った吐出量管理の実現と共に、塗油器の配置を計画する上での指標とすることが期待できる。

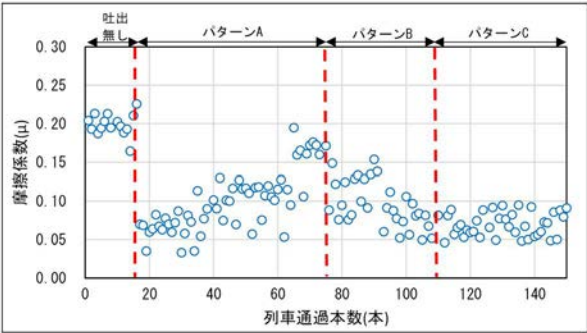


図-1 【No. 1 曲線】摩擦係数の算出結果

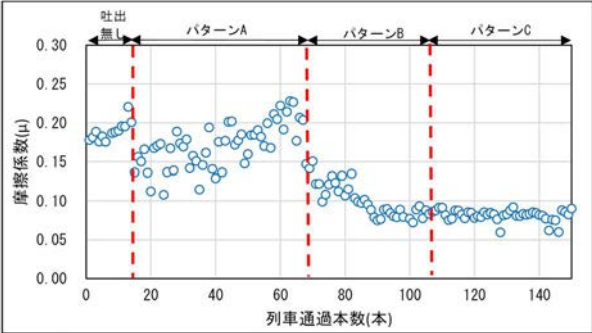


図-2 【No. 4 曲線】摩擦係数の算出結果

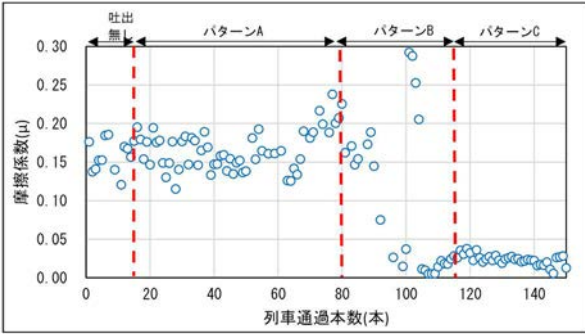


図-3 【No. 22 曲線】摩擦係数の算出結果

表-4 吐出量と影響範囲

パターン	吐出量 (g/日)	潤滑影響範囲 (m)	
		変化状態	飽和状態
パターン (A)	102	665	無し
パターン (B)	408	3, 287～	111
パターン (C)	680	3, 287～	2, 835



図-4 No. 1 の状態



図-5 No. 20 の状態

参考文献

1)東憲昭ほか：軌道構造と材料-軌道・材料の設計と維持管理-, 交通新聞社, pp. 61, 2001
2)松田卓也ほか：PQ モニタリング台車を用いたフランジ摩耗発生曲線の推定について, J-Rail, SS10 JSCM 特別セッション 3202, 2018