

S8-1-6

車輪／レールの摩擦緩和手法

[土] 石田 誠 (財) 鉄道総合技術研究所
伴 巧 (財) 鉄道総合技術研究所

[土] 青木 宣頼 (東日本旅客鉄道株式会社)
[土] ○緒方 政照 (財) 鉄道総合技術研究所

Study on Friction Moderating for Wheel/Rail Interface

Makoto ISHIDA, Takumi BAN, Masateru OGATA, Member (Railway Technical Research Institute)
Fusayoshi AOKI, Member (East Japan Railway Company)

Railway vehicles generally run under large lateral forces based on their steering performance of bogies in negotiating sharp curves. Those lateral forces are one of the main factors causing wheel flange climb derailment at low speeds on sharp curves, gauge face wear of high rails, wheel flange vertical wear and low rail corrugations. Also, squeal generated in sharp curves, which is a kind of typical railway noise, is one of the most important environmental issues. On the other hand, the authors evaluated the effect of top of low rail lubrication and gauge face of high rail lubrication on lateral force and angle of attack. Focusing on the effect of top of low rail lubrication, wheel sliding is the most key word to develop lubricant suitable for lubrication between wheel tread and top of rail. This paper describes the experimental results of friction moderator, and jetting system installed in a bogie to supply the friction moderator into wheel/rail interface proposed in this study.

キーワード：車輪，レール，摩擦緩和材，粘着，トラクション係数，波状摩耗

Keyword: Wheel, Rail, Friction Moderator, Adhesion, Coefficient of traction, Corrugations

1. はじめに

鉄道車両は、急曲線において大きな横圧を発生させながら走行する。この横圧は、レール及び車輪の材料保全の面ではレールの側摩耗や車輪のフランジ直立摩耗、曲線内側レール（以下、「内軌」、及び曲線外側レールを「外軌」と表記する）頭頂面に発生する波状摩耗の原因の一つであり、また、環境面では内外軌のきしり音の主な原因である。このような背景の下、横圧を適度に抑制するために車輪とレールの間の摩擦を制御することが注目され、国内外で摩擦調整剤の開発が進められている^{1),2)}。本文では、鉄道総研が開発を進めている新たな内軌頭頂面と車輪踏面間に適用する摩擦緩和手法について紹介する。

2. 摩擦緩和材噴射システム

2.1 開発経緯

乗り上がり脱線と急曲線内軌波状摩耗等の研究において得られた知見から、内軌頭頂面を潤滑することにより内外軌の横圧が大幅に低下することが明らかにされている³⁾。しかしながら、レール頭頂面と車輪踏面間を潤滑することは、滑走・空転の可能性を高めることになる。そこで、滑走・空転の可能性を低下させる一方、曲線走行時に接線力係数を小さく抑え、横圧を低下させる性能を有する潤滑剤の開発が期待される。図1に、望ましい粘着力特性（理想的なトラクションカーブ）を乾燥状態と通常の潤滑油を用いた場合のものと合わせて示す。鉄道総研では、当初、地上から車輪とレールの間に潤滑剤を塗布することを目的に、図1に示すような性能を有する潤滑剤を試作し各種試験を実施したが、十分な範囲（延長）に潤滑剤を塗布できな

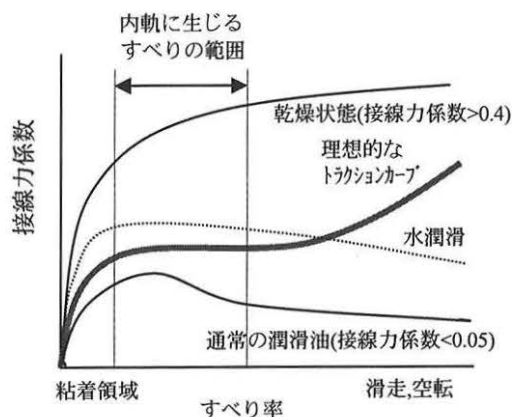


図1 粘着力特性の模式図

ったため、車上からの供給に適した新しい潤滑剤と、それを効率的に供給するシステムを開発することとした。

2.2 摩擦緩和材の性能

開発の基本方針を「望ましい粘着力特性」「安価」「環境への影響が小さい」とし、鉄道総研で既に開発した車上から増粘着材を噴射する「セラジェット」と呼ばれるシステムを応用できる安価な固体潤滑剤を検討した。その結果、カーボンを主成分とした粉末状の固体潤滑剤（「摩擦緩和材」あるいは「緩和材」と呼ぶ）を開発した。この材料は比較的安価で環境にも影響が小さく、これまでに鉄道においても用いられているものである。材料の選定にあたっては、原料等を変えたものを数種類試作し、それらの粘着力特性を2円筒転がり試験機で確認した。接線力係数の測定

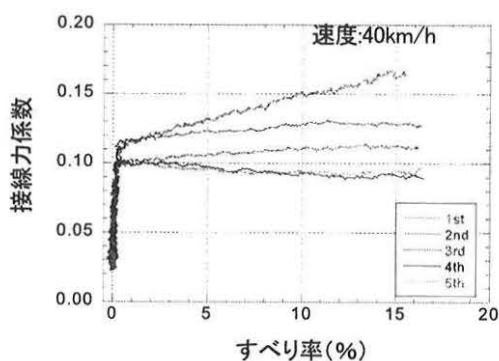


図2 摩擦緩和材の粘着力特性

結果の一例を図2に示す。試験は、試作した緩和材をレールディスク側に付着させ馴らし運転の後に接線力係数を測定(1回目)し、それ以降は材料を追加することなく車輪ディスクとレールディスクを繰返し回転接触させながら測定も繰返した。その結果、繰返し数が進むにつれ接線力係数が低下した。これは繰返し数とともに試作緩和材が車輪ディスクとレールディスク間に定着し、その定着が進んだため徐々に潤滑効果が向上したことが考えられる。また、一方で信号の短絡感度については問題ないことを確認した。

2.3 現地試験結果

試験機においては、緩和材が消耗するまでの間に定着が進んで、潤滑効果が向上したと考えられるが、実使用の状態ではその定着と消耗のバランスが問題となる。そこで、車両基地構内で10両編成列車を用いて走行試験を行い、輪重、横圧及び摩擦係数を測定した。試験は、半径200mの曲線で測定箇所を含む4m間延長に摩擦緩和材を散布して行った。奇数試番が出庫時、偶数試番が入庫時の測定値である。走行速度はいずれも15km/hであった。トリボメータによる摩擦係数と内軌側横圧輪重比(車輪とレールの間の摩擦係数に相当する)の測定結果を図3に示す。図中には摩擦緩和材を散布した時期と量を示している。摩擦緩和材を0.05g/m以上散布した場合に、摩擦係数の低下が確認された。合計0.4g/m散布した場合(2日目)には、摩擦係数が大きく低下し、目標とする0.1~0.4の摩擦係数が確保された。次に、効果が顕著に確認された2日目の内外軌の横圧測定結果(出庫時)を図4に示す。摩擦緩和材の塗布量が合計0.4g/mと多い2日目では、緩和材による内外軌の横圧低減効果が確認された。無潤滑状態(初期値)に比べて、緩和材を0.4g/m散布後に160軸通過した時点では、内外軌とも横圧が0.8倍になった。この効果は、240軸通過後ではほぼ元の状態に戻っている。入庫時の測定結果でも、ほぼ同様に200軸通過時には元に戻っている。以上から、摩擦緩和材を0.4g/m散布した場合の効果は4列車(160軸)程度持続されると考えられる。ただし、長期に使用される場合には、定着が進み持続性がさらに向上する可能性が期待できる。

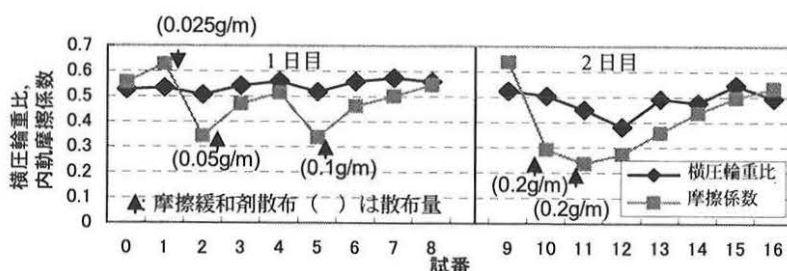


図3 内軌側横圧輪重比と内軌摩擦係数

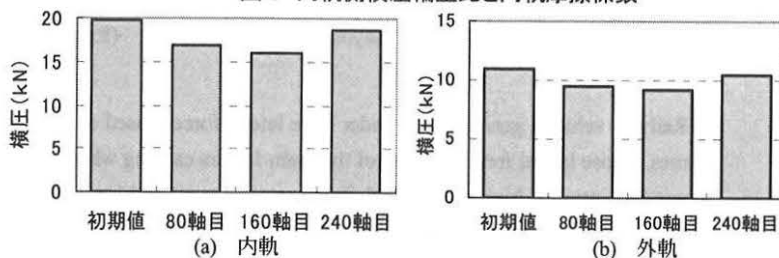


図4 横圧測定結果(2日日出庫時)

2.4 摩擦緩和材の供給方法

摩擦緩和材を必要な箇所に効率的に供給するために、摩擦緩和材噴射システムを開発した。噴射機構は既存の増粘着材噴射システムを応用し、曲線検知は既存の車輪フランジ塗油器に用いられている台車角度を用いる方法を採用した。図5のシステム概念図に示すように、曲線検知は先頭台車でを行い、後台車の前軸内軌側に曲線全体にわたって緩和材を噴射することができる。

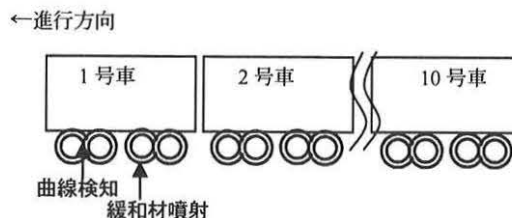


図5 摩擦緩和材噴射システムの概念図

3. まとめ

車輪とレールの間の諸問題に影響を及ぼす内外軌の横圧を低減することを目的とする摩擦緩和材について、その性能と噴射システムについて紹介した。これにより、内軌側の摩擦が緩和され、内軌頭頂面の波状摩耗とともに外軌側摩耗の抑制が期待される。今後は、このシステムを実車に搭載し、長期効果検証試験を行う予定である。

参考文献

- 1) DT. Edie, et. al.: Wear Vol 253 Nos 1-2, pp. 185-193, 2002
- 2) 大野寛之他:第11回交通・物流部門大会講演論文集, 日本機械学会, pp.439-442, 2002
- 3) 石田誠: RRR, 2005年4月号, (財)鉄道総合技術研究所, pp.26-29, 2005