

車輪／レール摩擦緩和システムの各種性能試験結果

(財)鉄道総研 正会員 緒方 政照
 (財)鉄道総研 伴 巧
 (財)鉄道総研 正会員 石田 誠

1. はじめに

車輪とレール間に発生する横圧はレール波状摩耗・側摩耗、車輪直立摩耗およびきしり音等の発生原因となる。このため横圧を低減することは、鉄道システムにおける材料保全および環境問題を解決するための大きな課題の1つである。本稿では、鉄道総研が開発した車輪踏面と曲線内軌頭頂面間の摩擦緩和システムについて、営業走行試験実施を念頭に実施した各種性能試験結果を紹介する。

2. 内軌頭頂面潤滑の効果と課題

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、車輪踏面と内軌頭頂面間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¹⁾。しかし一般の潤滑剤（産業機械用）でレール頭頂面と車輪踏面間を潤滑することは、空転・滑走が発生しやすくなる等の走行安全面の問題が生じる。そこで空転・滑走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を目指した。

3. 摩擦緩和材の性能および供給方法

潤滑剤開発の基本方針を「望ましい粘着力特性（図1参照）」「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（単に緩和材とも呼ぶ）」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。図2に粘着力特性試験結果を示す。潤滑剤は高価なニッケルめっきを施した摩擦緩和材-P、は比較的安価にできるフェノール樹脂加工の摩擦緩和材-Sである。は理想に近い特性を有している一方で、は大きなすべり領域での接線力係数の増加が認められないものの、のグリースとは異なりほぼ一定の接線力係数を示した。

摩擦緩和材の供給方法として、曲線区間の内軌頭頂面に“むらなく”供給するため図3のような噴射装置を考案した。これは先頭車両前台区において曲線検知を行い、後台車前軸車輪前方のノズルから緩和材を噴射供給する装置である。

4. 長期効果確認試験に向けた各種性能確認試験結果

開発した摩擦緩和材は、既に電車区構内の曲線において実車を使用して摩擦緩和効果の持続性が確認されている²⁾。今後は営業車両に噴射装置を搭載し、営業線における長期効果確

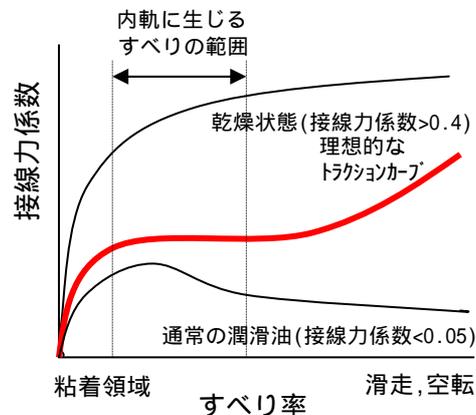


図1 粘着力特性の模式図

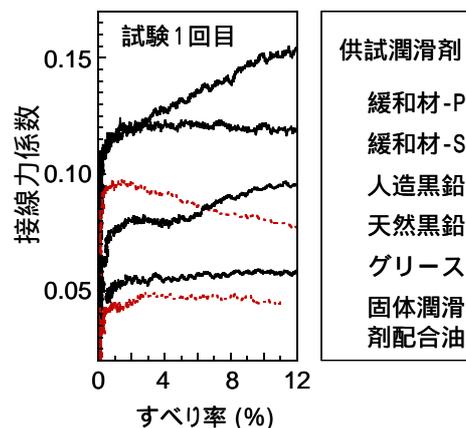


図2 粘着力特性試験結果

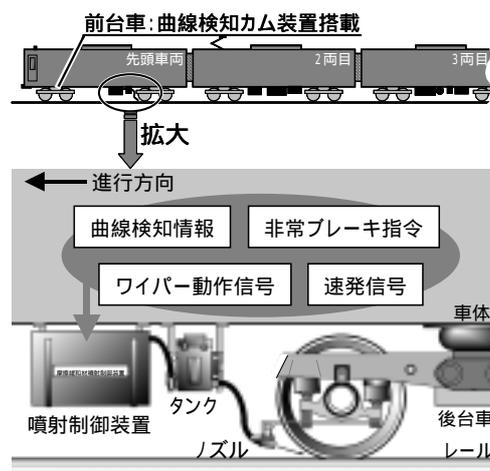


図3 摩擦緩和材噴射装置の概念図

キーワード：摩擦係数，横圧，摩擦調整剤，摩擦緩和材，セラジェット

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042(573)7291 FAX 042(573)7289

認試験を行う予定である。以下、長期試験の実施に向けて解決すべき課題について取組んだ結果を述べる。なお、以下の各試験では、一定の性能が確保でき、コストの面からも実用化が現実的な摩擦緩和材-Sを使用した。

4.1 軌道回路への影響評価

鉄道総研構内ループ線に商用軌道回路を構成し、モーターカーけん引の103系車両が通過する際に観測される軌道回路の残留電圧からインピーダンスを求めた。その結果、多量（使用目安の20倍）の緩和材を塗布した場合でもインピーダンスの増加は認められず、良好な短絡状態を確保でき、摩擦緩和材は軌道回路の短絡を阻害しないことを確認した（図4）。

4.2 制輪子への影響評価

摩擦緩和材介在時の制輪子/車輪の摩擦係数を、高速摩擦試験機により測定した。速度25km/h、押付け圧0.5MPa（非常ブレーキ時の接触面圧力）、接触面全面塗布の条件で実施した結果、摩擦係数は、未塗布時に比べ、それぞれ合成系制輪子で25%強、焼結合金制輪子で約5%低下した（図5）。しかし踏面制輪子の作用幅に対する付着占有割合は最大でも40%程度であるため、踏面ブレーキに与える影響は小さく、また通常はディスクブレーキや電気ブレーキと併用されるため問題が生じる可能性は低いと考えられる（図6）。

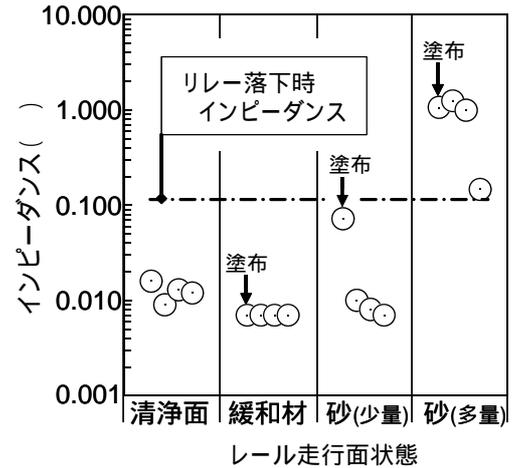


図4 軌道回路の短絡確認試験結果

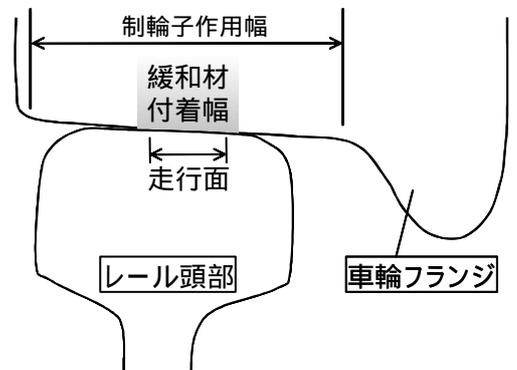
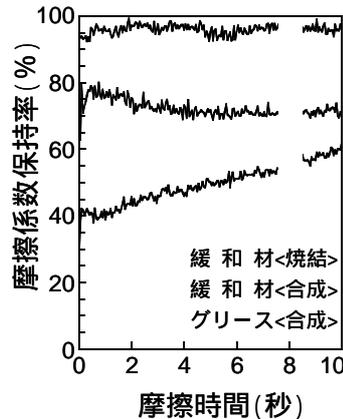


図6 制輪子作用幅と緩和材付着幅の関係



車輪ディスクおよび制輪子試験片と緩和材の塗布状態

図5 高速摩擦試験における緩和材塗布状態と摩擦係数保持率測定結果

4.3 ブレーキ距離への影響評価

電車区構内において4両編成車両を用いて摩擦緩和材塗布時のブレーキ距離を測定した。直線区間において両側レール頭頂面に摩擦緩和材を手撒き塗布し、速度20km/hから常用最大ブレーキにより制動し、停止するまでの距離を測定した（図7）。その結果、多量（使用目安の20倍）の緩和材を左右レールに塗布した場合でも、未塗布の場合と比較し大きな差は見られなかった（図8）。

5. 今後の予定

計画中の走行試験では、摩擦緩和材塗布による横圧低減効果、レール頭頂面摩擦係数の変化、波状摩耗の成長抑制効果、騒音低減効果について確認し、また長期的な費用対効果の面から、摩擦緩和材の最適供給量を明らかにする予定である。

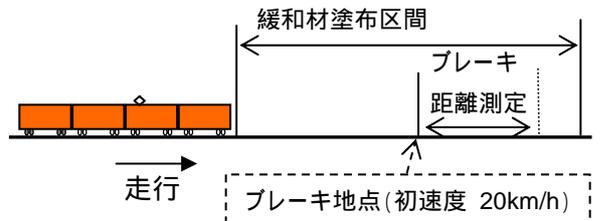


図7 ブレーキ距離測定試験略図

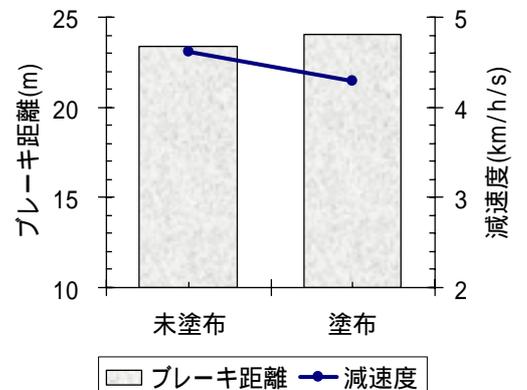


図8 ブレーキ距離測定試験結果

参考文献 1)石田誠： RRR，2005年4月号，(財)鉄道総合技術研究所，pp.26-29，2005
 2)石田誠他：車輪/レール間の摩擦緩和手法，第60回年次学術講演会 CD-ROM，4-108，土木学会，pp.215-216，2005
 3)伴巧他：車輪/レールの摩擦緩和システムの検討，鉄道総研報告，第19巻，(財)鉄道総合技術研究所，pp.33-38，2005