

山間線区における空転滑走に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○菅原 衛

1. はじめに

列車の空転滑走は、列車運行だけでなくレールの空転傷や車輪のフラット化等、設備にも悪影響を及ぼしている。特に山間線区では、秋になると空転滑走が多く発生している現状である。当社全支社管内の2006年から2010年までに発生した空転滑走による輸送障害によると、空転滑走の発生要因については、乗務員等の申告等により落ち葉や雨、朝露等が要因として挙げられている(図1)。そこで、当社の中で最も空転滑走が発生している盛岡支社の「山田線」に着目し、要因として挙げられている落ち葉や雨、朝露等の空転滑走に及ぼす影響に関する調査および試験を実施した。

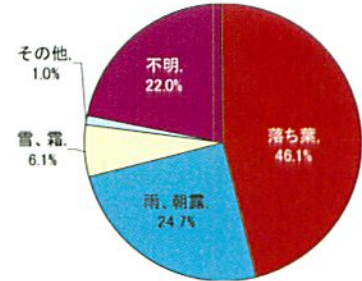


図1 空転滑走発生割合(全支社管内)

本稿では、その結果について報告する。

2. 調査箇所の選定

山田線の空転滑走が多い上米内～川内間では、その区間の50%以上が25‰という急勾配区間となっている。今回の調査箇所は、2008年から2010年までに発生した空転滑走件数の上位2箇所を選定し、現場調査を実施した。各現場に共通する特徴としては、25‰程度の急勾配区間で川が近いため湿度が高く、また落ち葉(広葉樹)が非常に多いという環境であった。

3. 調査内容及び結果

(1) レール表面の観察

現場調査は、空転が発生していない7月から空転が多発している10月までの間で調査を行った。調査箇所①(47k282m付近)のレール表面の変化を表1に示すが、空転発生時期になると落ち葉痕が増え始め、徐々にレール表面全体が黒い皮膜のようなものに覆われるようになった。なお、調査日の中で空転が起こったのは10月24日であった。

表1 レール表面観察結果(調査箇所①47k282m付近)

調査日	空転のない時期	空転がある時期			空転終息後
	7月29日	10月4日	10月24日	10月28日	12月8日
空転発生の有無	なし	なし	あり	なし	なし
天候、気温 湿度、レール温度	雨、25℃ 76%、21.5℃	晴れ、4℃ 83%、4.1℃	晴れ、10℃ 76%、7.2℃	晴れ、2℃ 82%、1.6℃	雪、0℃ 70%、-0.8℃
乾燥湿潤状態	湿潤	半湿潤	半湿潤	乾燥	乾燥
レール 表面写真					
レール 表面状況	表面はほとんど錆びている。 落ち葉はない。	結露していた。 表面は黒っぽくなり始めている。 落ち葉痕若干あり。	空転発生直後は、 表面は黒く、空転による付着物片があった。 砂片も確認。	表面全体が黒く、擦っても容易に剥がれない。 落ち葉痕が多数あり。	表面の色は薄くなり、 付着物はほとんどない。

(2) 摩擦係数の測定

調査時期やレール表面の状況による摩擦係数を把握することを目的とし、測定を行った。測定器(図2)の特徴としては、すべり率を変化させながら摩擦係数を測定することができる。ここですべり率とは、レールと車輪(ローラー)のすべり度合いを表し、すべり率が大きいほど移動速度に対して回転速度が速いことを意味する。



図2 摩擦係数測定器

図3の結果により、次第にレール表面が黒い皮膜のようなものに覆われるにつれて摩擦係数は低下していくが、10月28日のようにレール表面が乾燥し付着物が強固に付着した状態であれば、摩擦係数は比較的高いことがわかった。さらに図4より、そのような10月28日のレール表面に水を加えて湿潤状態にすると、ペースト状の質感に変化し、摩擦係数も大きく低下することもわかった。

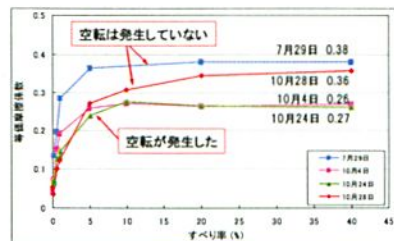


図3 摩擦係数の推移(47k282m付近)

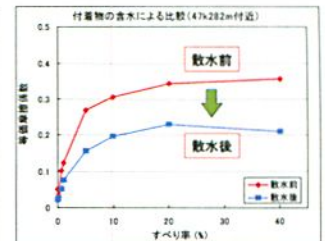


図4 乾燥・湿潤による比較

キーワード 空転, 滑走, 付着物, 落ち葉, 水, 繊維

連絡先 〒020-0861 岩手県盛岡市盛岡駅前通1-41 JR東日本 盛岡支社設備部保線課 TEL 019-625-4063

(3) レール表面付着物の成分分析

摩擦に影響を及ぼすと考えられる介在物には、鉄さび、燃料油、植物成分（特に広葉樹の落葉）、砂塵、セラジェット粉末、水等が考えられる。しかし実際のレール表面を見ると黒い皮膜状になっているため、外観から物質を特定することは難しい。そこで本研究では、IR分析（赤外分光法）を行い、採取したものに含まれる有機物質の種類を調べることにした。

① IR分析結果（レール付着物）

落ち葉が踏まれたものとわかる付着物（図5）と外観では判断できない付着物（図6）を比較した結果、黒いシミのような付着物は、落ち葉と同じ成分であり、落ち葉に含まれるタンニンがレール表面の鉄と反応して黒く変色したものであることがわかった。



図5 落ち葉とわかる付着物



図6 付着していた黒いシミ

② IR分析結果（落ち葉の主成分）

山田線から採取した付着物には、落ち葉（広葉樹）の油分が含まれるのではないかと懸念があったことから、採取した付着物の分析結果と、落ち葉から抽出した油溶性成分および繊維質であるティッシュペーパーの分析結果とを比較した結果、付着物の主成分は油分ではなく繊維質に近いものであることがわかった。

(4) 大型試験機による介在物ごとの摩擦係数の測定

実際の線路において、レールと車輪の間に介在する物質は、様々な物質で構成されている。そこで、それぞれの物質が摩擦抵抗をどの程度下げるのか把握するために、大型試験機（実レールと実車輪を用いた試験機）を利用して、介在物ごとの摩擦係数を測定することとした。

図7の結果により、乾燥状態については落ち葉の原形を留めた状態より皮膜になった状態の方が摩擦係数が高く、山田線の現場と同じ結果を得ることができた。

また、レールを研磨することとアルミナの摩擦係数を高める効果が確認できたとともに、落ち葉の有無に限らず、すべての条件において乾燥状態より湿潤状態の方が摩擦係数は低下することがわかった。

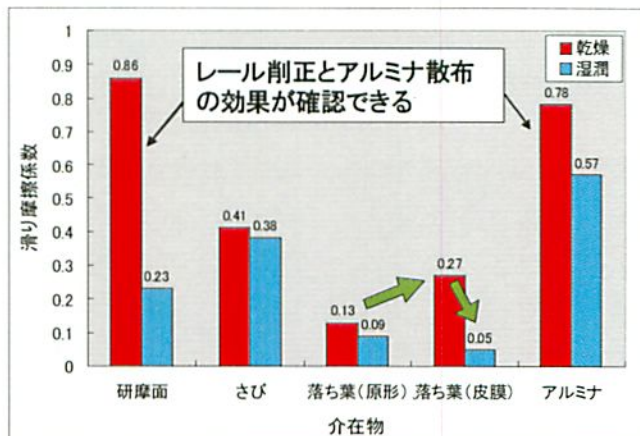


図7 介在物ごとの滑り摩擦係数(乾燥・湿潤)

4. まとめ

レールと車輪に介在する物質の中でも「水分」という湿潤状態が、摩擦に大きく影響していることがわかった。特にレール表面に付着していた黒い皮膜状の付着物は、落ち葉（広葉樹）に含まれる成分が変質したもので、その主成分は油分ではなく繊維質であり、吸水するとペースト状になることがわかった。さらに、この付着物の摩擦係数は乾燥状態で比較的高く湿潤状態になると著しく低下することがわかった。

5. おわりに

本研究で得られた知見を基に、今後はより効果的な対策を検討する予定である。また、現在個々に行われている対策についても作業性や効率性を向上させ、摩擦に悪影響を及ぼす要因の除去と摩擦を増加させる対策との併用で空転滑走の未然防止に努めたいと考えている。

【参考文献】

1) 飯田浩平、前橋栄一、西山幸夫、葛田理仁、田中雄大：「車輪転がり摩擦係数測定装置の開発」鉄道技術連合シンポジウム（2009.10）