

鉄道総研の

技 術

遺 産

File No.27

すべり粘着試験台車

■ 車輪とレール間の摩擦係数

車輪とレールの間の摩擦係数(粘着係数)は一体どのくらいなのでしょう。車両の発生する動力を車輪に伝え、車輪がレールを「蹴る」力を推定することは、車両の駆動・制動系の設計に必要なだけでなく、列車の運行ダイヤを定めるためにも必要な情報です。国鉄時代は車両の性能試験や運転時に経験したことを反映させて、摩擦係数を定め、それに基づいて車両の設計や運行計画の策定を行っていました。

しかし、レール上の摩擦係数はどこでも一様ではありません。日陰や杉の葉が堆積しているところでは、車輪がすべり空転して坂を登れない、また降雨初期はブレーキの効きが弱く、さらに強くすると滑走するという経験は多くの運転士が経験しているところです。この摩擦係数を線路に沿って連続的にかつ定量的に把握しようと、JRの発足前後に先輩たちが挑みました。

■ すべり粘着台車の起こり

ディーゼル車両は、かつて戦時に設計されたエンジンを使用し車両の1軸だけを駆動していたため出力が小さく、



①雪上を走行するすべり粘着台車を覆いたクヤ497形電車

電車に比べ加速力が見劣りしていました。そこで高出力のエンジンを開発し、車両に搭載しました。エンジンの出力は変速機、推進軸を介して1本の輪軸のみに伝えられます。しかし高出力のエンジンを搭載しても、摩擦係数が小さい時は輪軸がレール上をすべって動力を伝えられなくなります。そこで、台車のもう一方の輪軸とも推進軸で結ぶ「2軸駆動台車」が採用されました。

この2軸駆動台車の2本の輪軸の車輪径の差は、1%以内となるよう決められています。この車輪径が異なると、2本の輪軸の出力トルクに差が生じ、片方の軸がすべりやすくなります。

それでは、エンジンと結ぶ推進軸を切り離し、台車内の2本の輪軸同士をつないだ状態で、車輪径の差をさらに大きくするとどうなるでしょうか。

■ すべり粘着台車の測定原理

車輪径の小さい側の軸がレール上をすべるようになります。さらに確実に転がりながらすべらせるためには、③

のように台車の心皿を前後にずらした偏心構造として、すべり軸側の軸重を小さくします。この台車をレール上で走行させ、2つの輪軸間を結ぶ推進軸のトルクと軸重を測定すれば、転がりすべりをしている間の摩擦係数が測定できることとなります。これがすべり粘着台車の設計思想です。

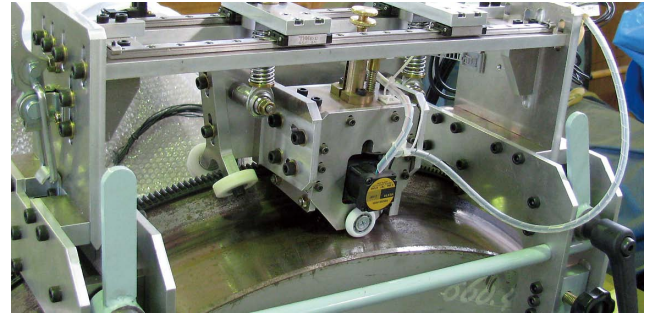
本台車を覆いたクヤ497形電車をさまざまな路線で走行させたところ、踏切道で摩擦係数が顕著に低下することや、降霜時には摩擦係数が低下することなどが明らかになりました。レール上にさまざまな介在物を敷きつめて走行させたところ、杉の葉では顕著に摩擦係数は小さくなり、走行後の手触りは潤滑剤として使用される二硫化モリブデンのそれと同じだったことも大きな発見でした。

■ 移動式 μ (ミュー)テスター

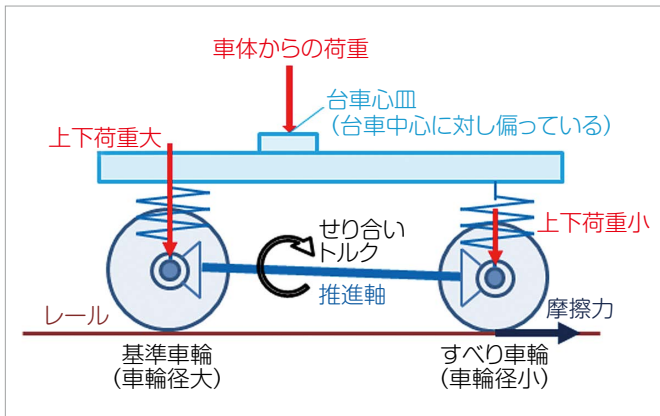
時は流れて、乗り上がり脱線現象の解明に力点が置かれている頃のことです。レール肩部に車輪フランジが接し



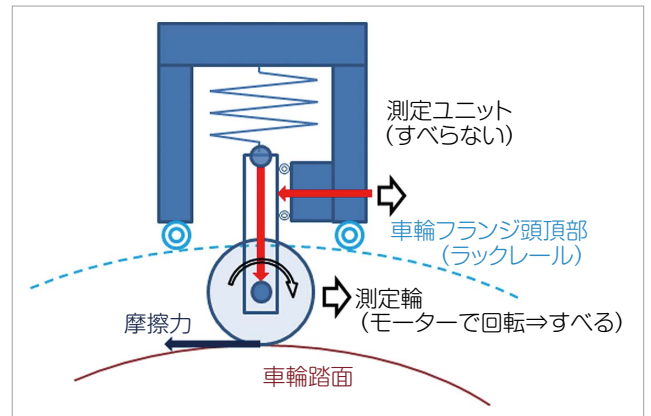
②すべり粘着台車(左がすべり側)



④移動式 μ テスター



③すべり粘着台車の構造図



⑤移動式 μ テスターの構造図

ながら乗り上がっていくときの摩擦係数を調べる必要に迫られました。そこで μ (ミュー) テスターという、測定対象や方向を選ばない装置を製作しました。ただし、この装置は、同一接触点で測定円板を強制的にすべらすために、油などの介在物や表面粗さが測定中に変化する影響が含まれていました。

そこで、新たなポータブル式の摩擦係数測定装置「移動式 μ テスター」を考案しました。測定ユニットと呼ばれる台車は車輪フランジ頭頂部に置かれたラックレール上を、ローラーは車輪踏面上を転がります。両者は同時に移動しますが、ローラーはモーターにより回転数の制御が行われ、車輪踏面上を転がると同時にすべりを生じます。つまり測定ユニットがすべり粘着台車の基準軸に、ローラーがすべり軸に相

当します。測定ユニットでローラーの上下方向および前後方向の力を測ることで、踏面上の転がりすべり摩擦力を測定することができます。測定する項目は異なりますが、基準軸に対してすべり軸に速度差を与えて転がりすべり状態を発生させる点では、すべり粘着台車と同じメカニズムであることが分かります。ラックレールをレールに沿わせて設置すれば、レール上の摩擦係数を測定することができます。また、すべり粘着台車では、2つの軸の車輪径が容易に替えられないのですべり率は一定ですが、移動式 μ テスターでは、回転数制御によりすべり率を任意に設定することができるようになりました。

■ 技術思想の無形遺産

すべり粘着台車は役目を終え現存し

ていませんので、「技術遺産」として紹介するのは戸惑いもあります。しかし、「転がりすべりしながらレール上を走行する」というすべり粘着台車の思想は、無形遺産として新しい測定器に引き継がれています。車輪とレールの接触問題はまだまだ多くの課題があります。今後もさまざまなアイデアを盛り込んだ測定器によって現象解明に貢献できることと思います。

(植木健司/研究開発推進室)

文献

- 1) 永瀬和彦：レール・車輪間の粘着現象を探る，RRR, Vol.45, No.6, pp.15-20, 1988
- 2) 飯田浩平，他：車輪転がり摩擦係数測定装置の開発，J-Rail2009講演論文集, pp.737-740, 2009