

# 3207 車輪動摩擦係数測定装置「μテスター」の開発

Development of Instrument for Measuring Frictional Coefficient on Wheels

正 [機] 前橋 栄一 (鉄道総研)      正 [機] ○飯田 浩平 (鉄道総研)  
 西山 幸夫 (鉄道総研)      正 [機] 石田 弘明 (鉄道総研)

Eiichi MAEBASHI, Railway Technical Research Institute. 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji City  
 Kohei IIDA, Railway Technical Research Institute.  
 Yukio Nishiyama, Railway Technical Research Institute.  
 Hiroaki ISHIDA, Railway Technical Research Institute.

We have developed a instrument for measuring frictional coefficient on wheels, which is called "μ-tester." The measurement procedure of the μ-tester is as follows; 1) Its roller is contacted to a measuring plane by a spring. 2) The roller is slide rotated on the measuring plane by pulling a string twisted around the boss of the roller. 3) The value of frictional coefficient is calculated from the pulling force and the normal load, which are sensed by load cells. The μ-tester can measure various surfaces such as a rail and a roller rig in addition to a wheel by exchanging a fixture. The values of frictional coefficient of a rail measured by the μ-tester were generally in agreement with that measured by a rail tribometer.

*Keyword*: frictional coefficient, wheel/rail interface, μ-tester, rail tribometer

## 1. はじめに

車輪／レール間の摩擦係数を把握することは、車両の走行安全性を確保する上で重要である。摩擦係数が低い場合には滑走によるブレーキ距離が延伸する一方、摩擦係数が大きい場合には急曲線において乗り上がり脱線が起きる原因の一つになる。レール表面の摩擦係数はレールトリボメータ<sup>1)</sup>を始め、複数の測定器によって古くから測定されてきたが、フランジを含めた車輪表面の摩擦係数はこれまでほとんど測定されてこなかった。平成12年に発生した列車脱線衝突事故の調査<sup>2)</sup>を受けて、車輪／レール間の摩擦現象をより詳細に解明するため、もう一方の接触面である車輪表面の摩擦係数を把握するニーズが高まってきた。そこで車輪表面の動摩擦係数を比較的簡易に測定する装置「μテスター」を開発した<sup>3)</sup>。本報告では、μテスターの測定原理・構造および測定結果の一例を紹介する。

## 2. μテスターの測定原理および構造

図1にμテスターの外観写真、図2に測定原理図をそれぞれ示す。車輪表面は曲面であり位置によって重力の法線方向成分の大きさが異なっているため、レール摩擦係数を測定する装置のように測定面上を移動しながら測定することができない。そこでμテスターでは本体を被測定物に固定し、測定用ローラーを測定面上の一点で滑り回転させ、動摩擦係数を測定している。測定用ローラーの形状は10年以上の使用実績のある、レール表面の動摩擦係数を測定するレールトリボメータを参考に、ローラー直径を20mmにするとともに厚さ方向にもR10の曲率半径をもたせ、ちょうどφ20mmの球が測定面と接触している状態とした。接触力はレールトリボメータの鋼球の接触力と等しい14Nとし、その力はばねでローラーを測定面に押し付けることで

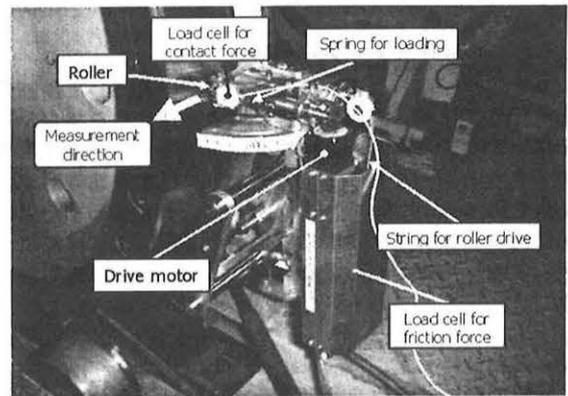


Fig. 1 External appearance of measurement instrument

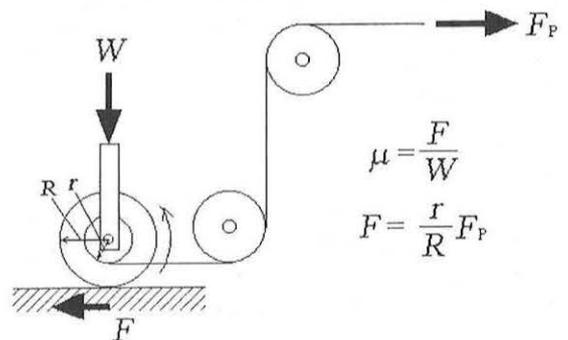


Fig. 2 Measurement principle of frictional coefficient

付加している。そしてローラーのボス部に巻き付けたひもをプーリーを介してパルスモータ・ボールねじ系で引き、そのときの引っ張り力  $F_p$  と押し付け力  $W$  から摩擦係数を算出している。 $\mu$  テスターのヘッド部は回転機構を有し、車輪円周方向（輪軸の走行方向）や断面方向（車軸に平行な方向）等、自由な方向の摩擦係数を測定することができる。また、台座を変更することによってレールや軌条輪の摩擦係数も測定することができる。

### 3. 測定結果

#### 3.1 測定波形例

図 3 に  $\mu$  テスターを用いて表面の摩擦係数を測定したときの出力波形の一例を示す。測定ではアンプで増幅された押し付け力検出用ロードセルおよび引っ張り力検出用ロードセルの出力電圧を記録している。その後、電圧値から各力に換算し動摩擦計数を算出している。実際の測定では図 3 に示したように出力波形から初期の過渡状態およびローラー 2 回転目以降のデータを除いた部分、具体的にはローラーの 1 回転目後半半回転分の測定データを時間平均し、動摩擦係数測定値としている。2 回転目のデータを除いているのは、1 回転目でローラー表面の状態が摩耗等により変化していると考えられるためである。

#### 3.2 車輪動摩擦係数測定結果例

図 4 に車輪踏面部・フランジ部の動摩擦係数測定結果の一例を示す。まだ測定サンプル数が少なく環境の影響を評価するまでには至っていないが、走行後の錆びていない車輪では摩擦係数 0.2~0.3 の値が測定され、1 年近く屋外に放置され、かなり錆びている車輪では摩擦係数が上昇し、塗油された車輪では摩擦係数が低下する傾向が測定された。なお車輪踏面に塗油した状態の測定はまだ行っていない。

#### 3.3 レールトリボメータとの比較

$\mu$  テスターはレールトリボメータを参考にして接触条件を決定している。表面の状態を極力一様にした検定レールを用い、空調により周囲環境変化も小さくした条件下で  $\mu$  テスターとレールトリボメータで摩擦係数を比較測定した結果を図 5 に示す。レールトリボメータによる測定値の変化に比べ  $\mu$  テスターによる変化が小さい。これは測定システムの違いによるものと考えられるが、原因は究明中である。

### 4. おわりに

車輪の動摩擦係数を測定するために試作された「 $\mu$  テスター」について、その構造、測定原理および測定結果の一例を紹介した。 $\mu$  テスターは試作されてからまだ日が浅く、データの蓄積が十分でない。今後、よりいっそうのデータ蓄積を進めるとともに信頼性の向上を図る予定である。

最後に現場での測定時にお世話になった各 JR 旅客会社の関係各位に御礼申し上げるとともに、今後とも御協力をお願いする次第である。

#### 参考文献

- 1) 大野薫, 他: 「レールトリボメータの改良と車輪・レール間の粘着状態の評価」, 鉄道技術研究所速報, 1987
- 2) 運輸省鉄道事故検討会: 「帝都高速度交通営団中目黒駅構内列車脱線衝突事故に関する調査報告書」
- 3) 前橋栄, 他: 特開 2003-57135

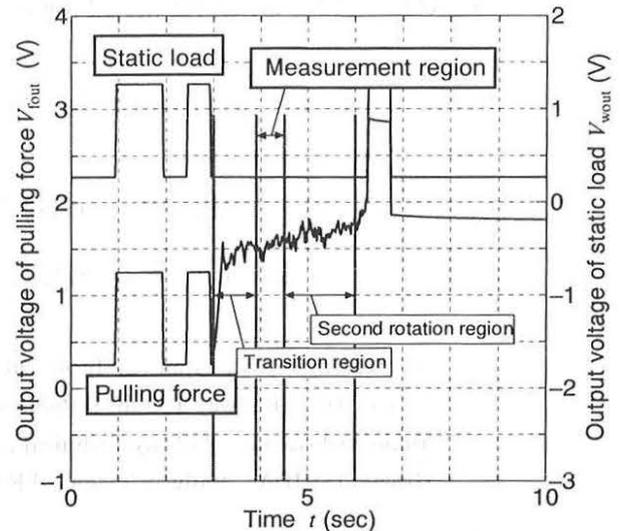


Fig.3 Example of measurement waveform

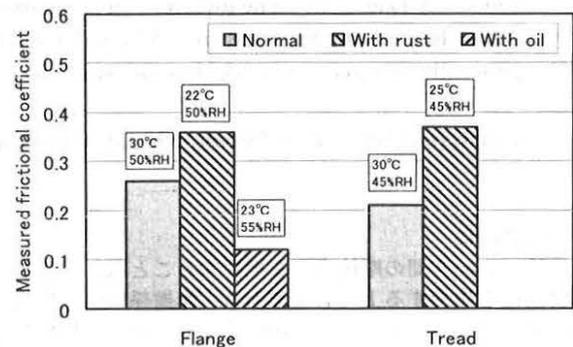


Fig. 4 Measured value of frictional coefficient on wheels by  $\mu$ -tester

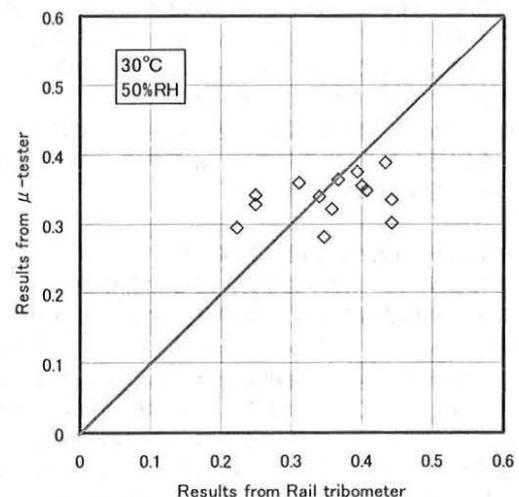


Fig. 5 Comparison between  $\mu$ -tester and rail tribometer