

タイヤのトレッドパターンと摩擦の関係

2年3組 河野 凌大 2年3組 松本 康正 2年3組 宇都宮朱羽
2年3組 西川 晋作 2年4組 矢野 直希
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

私たちが研究する課題を考えていた際に、ある先生の体験した出来事を耳にした。宇和島市吉田町には知永峠と呼ばれる傾斜角の大きい長い斜面があり、特に雨の日や冬になると、大変スリップしやすい危険な場所となっていると聞いた。その問題の解決のために私たちは現地に赴いて調査を行うと、水を排泄させることで摩擦を発生させるための溝が路面に掘ってあるのを確認した。そこで私たちは、同じくタイヤにも彫ってあるトレッドパターンと呼ばれる溝について研究を行おうと考えた。

2 仮説

トレッドパターンの溝の形によって摩擦係数の変化がみられるのではないか。

3 実験・研究の方法

(1) 実験器具の製作

ア 以下の10の簡易的なトレッドパターンを彫った、10cm四方のゴムを作製する。

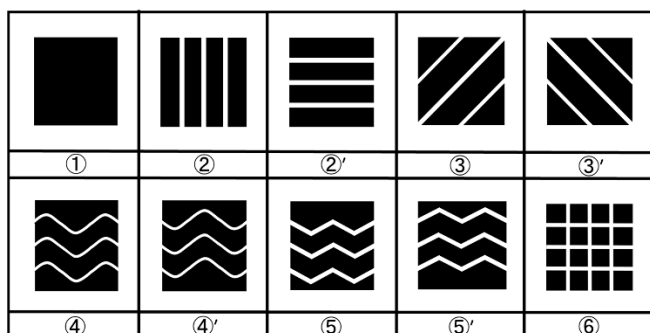


図1：作成したトレッドパターン



図2：実験装置①

イ 速乾アスファルトと砂利で路面の模型を作製する。

ウ アクリル板で10cm四方の箱を作製する。

エ 2台の力学台車を平行に接合し、力学台車に備え付けてあるばねを用いて発射装置を作製する。

(2) 実験方法

ア 図2のように各器具を固定する。図2を模式化したのが図3である。

イ (1)で作製した箱の底にゴムを固定し、測定する物体を作製する。発射装置を使って打ち出し、加速が終わった瞬間の速度はビースピ、物体の進んだ距離はメジャーを使い10回測る。

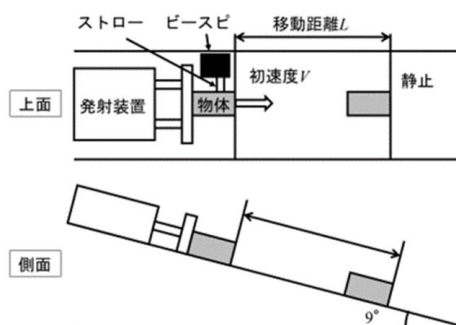


図3：実験装置②

(3) 実験条件

- ア 路面の傾斜角は、知永峠で計測した際に最も急であった9度に固定する。
- イ 路面とゴムを密着させるため打ち出す物体の中に重りを入れておく。重りを入れた際の物体の重量は328.67gである。
- ウ 溝の幅は2mmで統一する。
- エ 加える力は一定とする。

また、今回摩擦係数を求めるため、図4の力の作図を元に、力学的エネルギー保存則と動摩擦力 μ' が物体にした仕事の関係より以下の式を立てた。

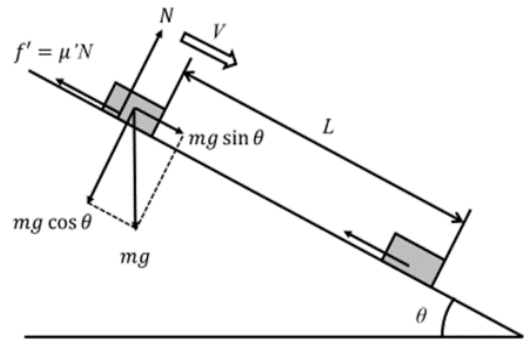


図4：物体の運動の様子

$$(0 - mgL \sin \theta) - \left(\frac{1}{2}mV^2 + 0\right) = -\mu' mgL \cos \theta$$

この式を変形し μ' を求めると、

$$\mu' = \tan \theta + \frac{V^2}{2gL \cos \theta}$$

(L =物体が移動した距離、 g =重力加速度：9.8として計算する)

4 結果と考察

(1) 実験結果

実験結果は以下のようになった。なお縦軸は動摩擦係数 μ' 、横軸は初速度 V [km/h]を表す。

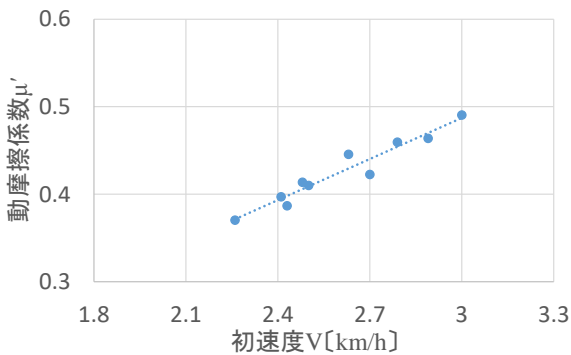


図5：①のグラフ

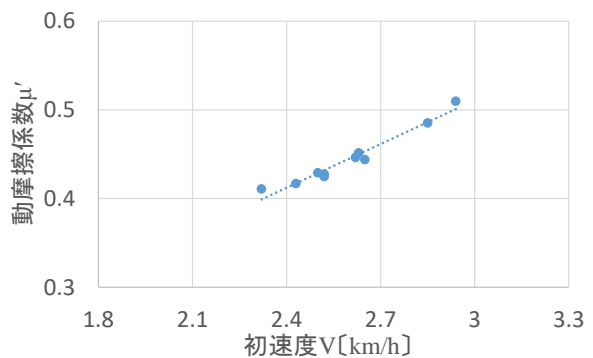


図6：②のグラフ

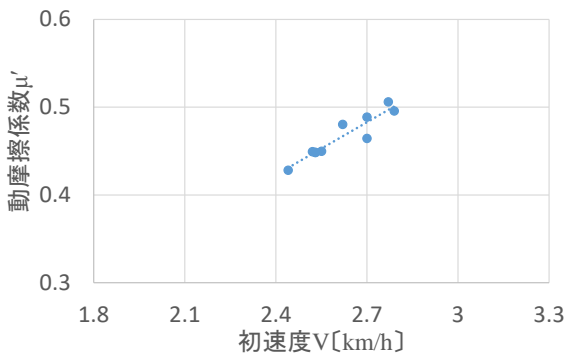


図7：②'のグラフ

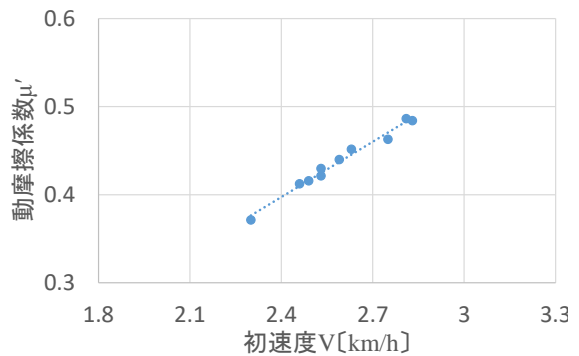


図8：③のグラフ

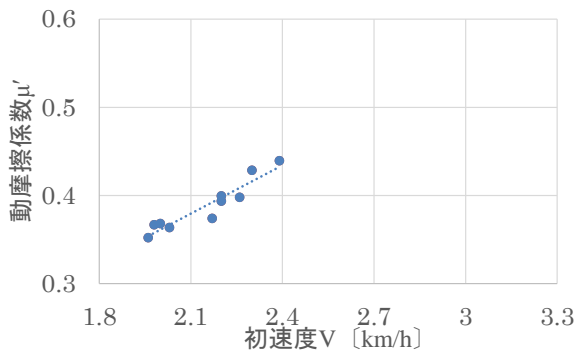


図 9 : ③' のグラフ

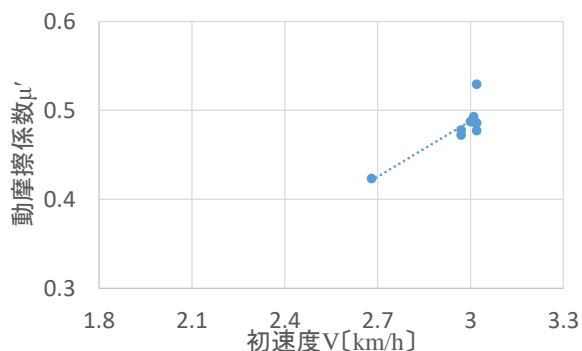


図 10 : ④のグラフ

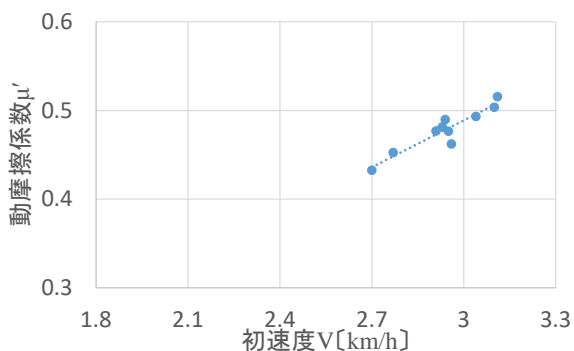


図 11 : ④' のグラフ

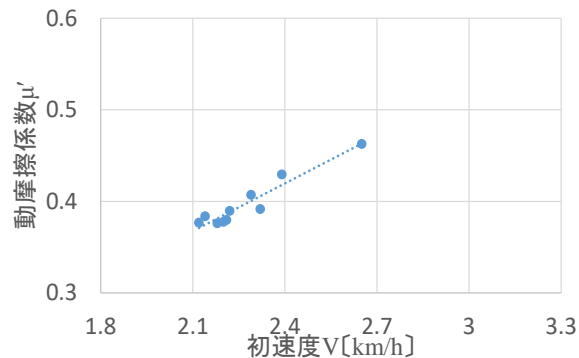


図 12 : ⑤のグラフ

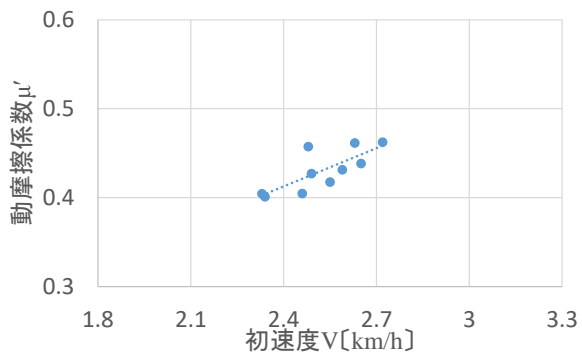


図 13 : ⑤' のグラフ

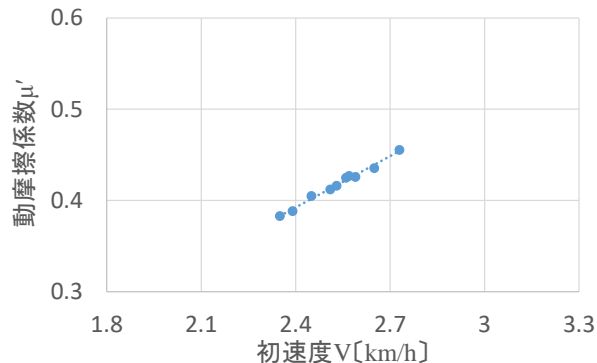


図 14 : ⑥のグラフ

(2) 考察

トレッドパターンの影響でいずれも①より摩擦係数が高くなると考えていたが、ほとんどが①と似た結果かもしくは比較的低い値に分布が偏っている。このことから、今回の実験ではトレッドパターンを彫った結果、ゴムと路面の接する面積が減ったことにより摩擦が減少したのではないかと、トレッドパターンがタイヤに及ぼす摩擦が小さかったのではないかと考えられる。

④・④' と⑤・⑤' を比較すると④・④' の方が高い値に偏っていたことから、直線的なカーブよりも緩やかなカーブの方がタイヤに及ぼす影響が大きいと考えられる。

③'・⑤と③・⑤' を比較すると③・⑤' の方が高い値に偏っている。このことから、摩擦係数が小さくなる要因としてはトレッドパターンを彫ったことでゴムの面積が減ったためだと考えたが、溝を彫る方向も何らかの関係があると考えられる。

動摩擦係数 μ' の理想的な値としては速度が変化しても一定のはずであるが、グラフの類似曲線はどれも速度と動摩擦係数に比例の関係があることを示している。この原因としては、動摩擦係数は垂直抗力と比例するため、重りや台車の固定が緩かったことや、台車から力を加える位置が計測ごとにずれていたことや、他には溝の深さが浅かったことなどが考えられる。

5 実験のまとめ

今回の実験ではトレッドパターンによる摩擦係数の増加を確認しようと考えていたが様々な要因により予想とは大きく異なったデータが得られた。この要因としては、気温、実験の繰り返しによる実験装置の僅かな位置のずれやゴムの擦り減りなどの実験環境やゴムの溝の幅が浅かったことなどの実験条件が甘かったことが考えられる。

6 今後の課題

今後の課題としては

- (1) 今回の実験ではトレッドパターンを彫ったことで摩擦係数が減少したため、もっと大きいサイズのゴムで実験を行う。
- (2) また実験当初の目的であったタイヤのスリップの解決のため、カーブを曲がった際の摩擦係数の測定や、路面に水を張って雨天時の実験を行う方法を模索する。
- (3) より複雑なトレッドパターンで実験を行う。
以上のことなどが挙げられる。

参考文献

- ・トレッドパターン | タイヤの知識 | 日本グッドイヤー公式サイト
<https://www.goodyear.co.jp/knowledge/treadpattern.html>
- ・タイヤのパターンおよび特徴 | タイヤの基礎知識 | ダンロップタイヤ公式
<https://tyre.dunlop.co.jp>base>pattern>