

摩擦の特性 ～クーロン・アモントン則を探る～

愛媛県立松山南高等学校

摩擦班

田川智乃進

友石捺南子

福岡利々香

松岡直哉

指導教諭

参河厚史

はじめに

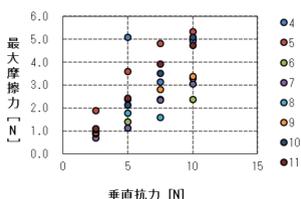
クーロン・アモントン則とは

1. 摩擦力は接触面に対する垂直抗力に比例し、物体間の見かけの接触面積とは無関係
2. 動摩擦力はすべり速度とは無関係
3. 動摩擦力は最大静止摩擦力より小さい

法則1について注目し実験

垂直抗力と最大摩擦力の関係

垂直抗力に最大摩擦力は比例した(図1)



▲図1 垂直抗力と最大摩擦力の関係

接触面積と最大摩擦力の関係

垂直抗力が大きくなるにつれ、谷のような形になった(図2)

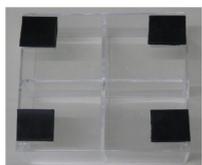


▲図2 弾性体の枚数と最大摩擦力の関係

装置 装置も改善を図った。

<旧>厚さが同じ正方形のゴムシートを、2cm×2cmの正方形で切り出し容器の下面に両面テープを固定する。正方形のゴムシートの枚数を増やすことで面積を増やしていた。

<新>面積から計算された辺の長さを持つ1枚のゴムシートを切り出して容器の下面に貼り付けて実験を行った(図3)。



▲図3 前回の弾性体の貼り方と新たな貼り方

<旧>実験室にあるおもりを使っていた
<新>粒の細かい砂にする(図4)

▲図4 新たな荷重のかけ方

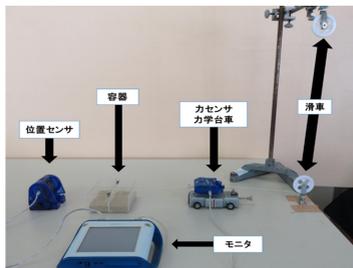
実験1 最大摩擦力の測定

仮説 垂直抗力に最大摩擦力は比例するが、面積には一定の傾向を見出さない。

準備物 台車、カセンサ、距離センサ、容器、砂、糸、滑車、クリップ、ゴムシート

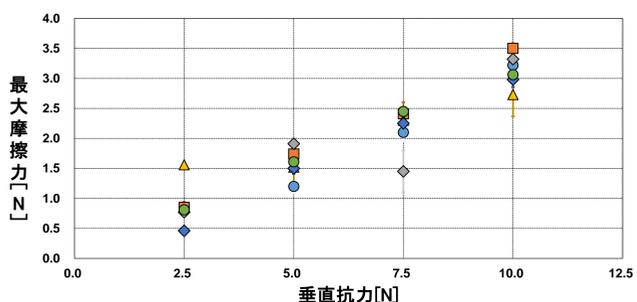
方法

- ①台車に糸をつなぎ、滑車に吊る。
- ②1.0cmごとに長さを変えた一辺が5.0～10.0cmの正方形のゴムシートを容器底の中央に貼りつける。
- ③糸の両端にクリップをつけ、容器に挟む。
- ④カセンサを台車に固定し、測定部に③の糸を引っ掛ける。
- ⑤容器を判別できるように距離を置いて距離センサを固定し、容器に砂をおもりとして入れる。
- ⑥糸を引っ張り、容器を動かして最大静止摩擦力を測定する。距離センサの測定値と合わせて、容器がすべる直前のカセンサの計測値を最大静止摩擦力とする。
- ⑦底のゴム板を変えて、①～⑥を繰り返す



▲図5 実験装置

結果

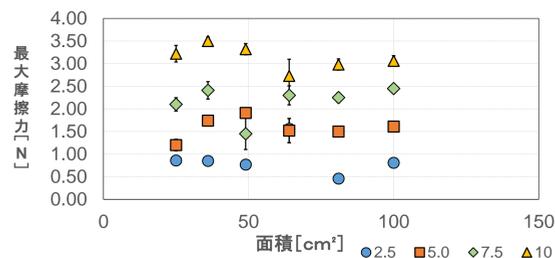


▲図6 垂直抗力と最大摩擦力の関係

●垂直抗力と最大摩擦力との関係が比例関係であることがグラフ(図6)で示すことができる。

→グラフの傾きから静止摩擦係数を十分に知ることができる。

実験1 続き



▲図7 面積と最大摩擦力の関係

クーロン・アモントン則に従えば、垂直抗力においては、面積が変わっても最大摩擦力は変わらないはず



どの垂直抗力においても、最大摩擦力が49cm²から81cm²の間にどの値も変動があった。このことから、40～80cm²の辺りで値が変動する原因を考察し、周囲の環境の影響が関わっていると推測した。

同じ垂直抗力で最大摩擦力が変わるとするのはなぜか？

→垂直抗力と最大摩擦力を結びつける静止摩擦係数 μ が、最大摩擦力を測定する周囲の環境によって変わるのではないかと

・教科書には「静止摩擦係数は面の種類や状態で定まる」とある。面の種類を変えずに状態を変えて実験を行う。物体と面との間に存在する空気の状態の違いが静止摩擦係数を変えることになると考えた。

要素：温度 湿度 圧力??

実験2 外的環境が摩擦力に与える影響

仮説 湿度が高くなるにつれ最大摩擦力は大きくなる

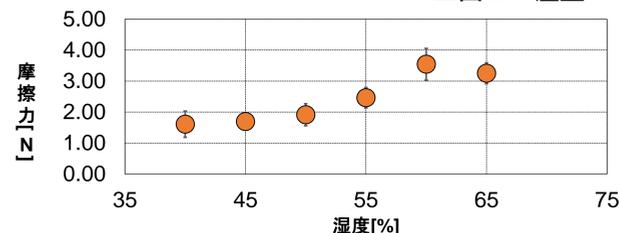
準備物 温室 加湿器 湿度計
実験1の準備物

方法 温室内で5%刻みで湿度を変化させ、実験1の方法で実験を行う。



▲図8 温室

結果



▲図9 湿度と最大摩擦力の関係

◎湿度が高くなると、最大摩擦力は大きくなる傾向が見られた。データのばらつきを示す値にも湿度が大きくなると大きくなる傾向が見られた。

☆最大摩擦力または静止摩擦係数の測定値は、湿度の影響を受けやすい。

→夏場実験を行うのであれば、エアコン等で湿度を一定に保つという管理が必要である。

考察・結論

- 弾性体においては、最大摩擦力は、みかけの接触面積に無関係であるというクーロン・アモントン則に従わない場面がある。
- 弾性体が湿度の影響を受けやすいことが分かった。
- 今後は、測定データのばらつきが小さい45%の湿度に保って最大摩擦力の測定を行いたい。
- 気圧が摩擦に与える影響は、気圧の変化と垂直効力との関係を計算によって推察できると考えるので、その点についても同時に進めていきたい。

参考文献

- 青山学院大学 大槻道夫、松川宏 「摩擦の新法則を発見」(2013)
- 岡山県倉敷天城高等学校 「3つの異なるアプローチによる」(2015)
- 岡山県立総社高等学校 「静止摩擦係数が生じる要因」