

指先の摩擦力のモデル化

Modeling Friction forces at Fingertips

Abstract

Friction at the human fingertip is very large, ranging from 0.8 to 2.4, and is helpful in the act of grasping objects. In a previous study, the relationship between vertical drag force and frictional force was graphed to model fingertip friction. In this study, we conducted the same experiment as in the previous study and found that there was a difference in the small part of the vertical drag force.

1. はじめに

人の指先の摩擦係数は金属のような他の物質と比べると非常に大きく、人間の行う高度な手作業を可能にしている。先行研究では垂直抗力と摩擦力の関係についてグラフ化し、指先の摩擦をモデル化していた。そこで、先行研究と同様の実験を行い、同じような結果が得られるのか明らかにし、同じ結果が得られなかった場合、その原因を考察するというを本研究の目的とした。

2. 原理と仮説

指先の摩擦力は主に、クーロン摩擦、吸着力、弾性力の和で表すことができる。クーロン摩擦とは、物体が乾燥した面を滑る時に生じ、接触面積に関係しない摩擦のことである。吸着力とは、発汗作用と指紋の形状によって生じる吸盤効果による力のことである。弾性力とは、指先の弾性による力のことである。しかし、吸着力は微小で無視できるほどの大きさである。クーロン摩擦は指先の形状に影響されないが、弾性力は人によって異なるため、垂直抗力の小さい部分で結果が異なると考えた。

3. 研究方法

[1]実験 1 指先の接触面積と摩擦力の関係性を調べる実験

図1のような実験装置を用いて実験1を行った。

- ① インクをつけた指(人差し指)をラボジャッキに固定し、ラボジャッキを上下させることで、任意の高さでプラ板に接触させた。
- ② プラ板についてのインクの写真を撮り、「[imagine j](#)」という画像処理サイトで面積を測定し記録した。
- ③ ラボジャッキを①の高さにして、プラ板と紐で繋げた測定器を引っ張り、プラ板が動いた時の測定値の値を記録した。
- ④ ①～③の動作を50回行い、②と③で出した値を散布図でグラフ化した。

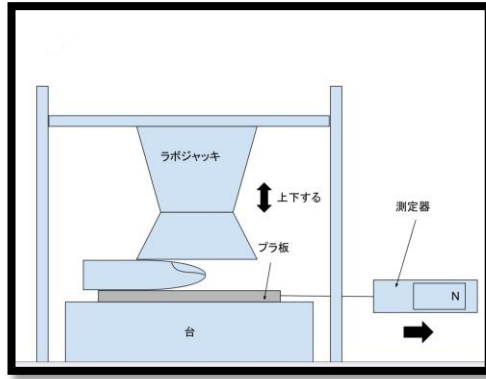


図 1 実験 1 の実験装置の模式図

[2] 実験 2 指先の接触面積と垂直抗力の関係性を調べる実験

図 2 のような実験装置を用いて実験 2 を行った。

- ① インクをつけた指(人差し指)をラボジャッキに固定し、ラボジャッキを上下させることで、任意の高さでプラ板に接触させた。
- ② プラ板についたインクの写真を撮り、「[imagine j](#)」という画像処理サイトで面積を測定し記録した。
- ③ ラボジャッキを①の高さにして、はかりの値を記録した。
- ④ ①～③の動作を 50 回行い、②と③で出した値を散布図でグラフ化した。

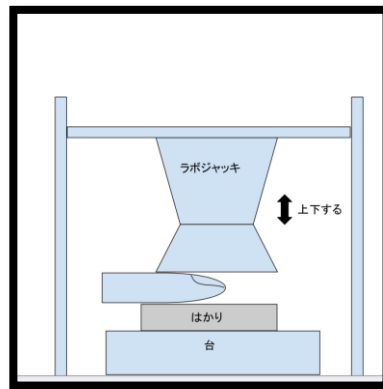
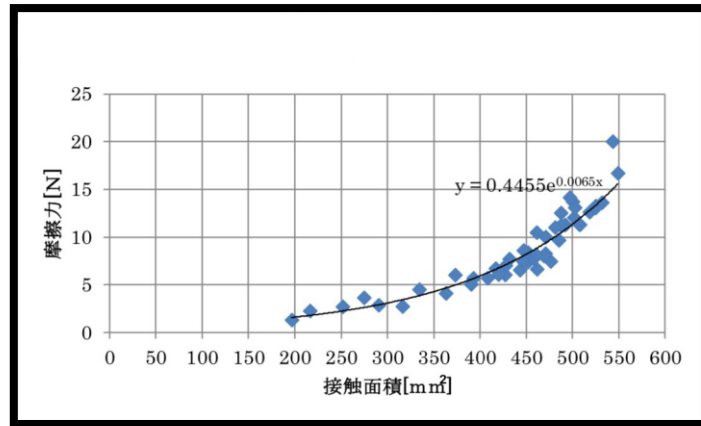


図 2 実験 2 の実験装置の模式図

4. 研究結果

[1] 実験 1

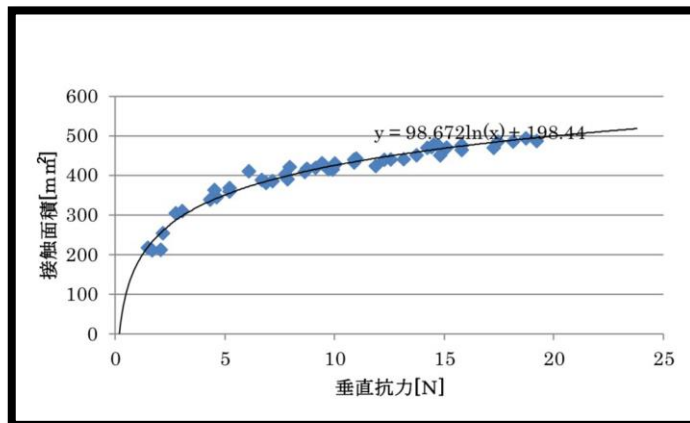
接触面積が大きくなるほど、摩擦力も大きくなり、指数関数に近いグラフになった(グラフ 1)。



グラフ 1 接触面積と摩擦力の関係のグラフ

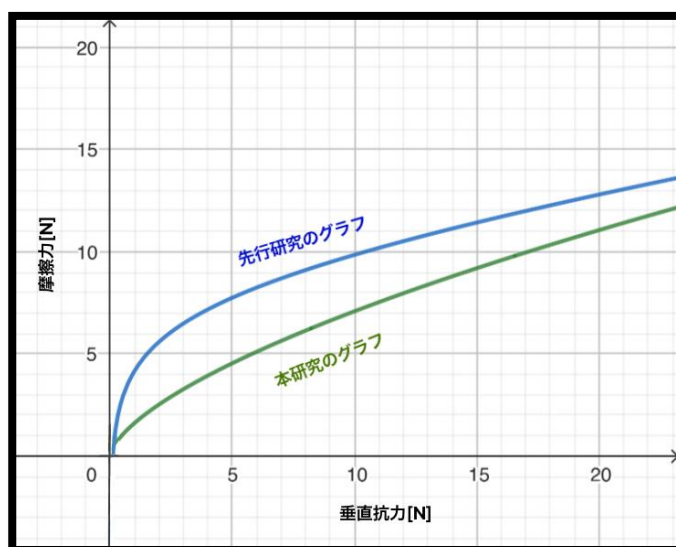
[2] 実験 2

垂直抗力が大きくなるほど、接触面積も大きくなり、対数関数に近いグラフになった(グラフ 2)。



グラフ 2 垂直抗力と接触面積の関係のグラフ

実験 1、実験 2 をもとに垂直抗力と摩擦力の関係性をグラフ化した(グラフ 3)。



グラフ 3 垂直抗力と摩擦力の関係のグラフ

5. 考察

グラフ3より、垂直抗力の小さい部分でグラフの形が異なり、垂直抗力が大きくなるにつれて、同じような傾きになるということが分かった。このことから、垂直抗力の小さい部分で人によって指先の摩擦力が異なると考えられる。また、この原因は、指先の弾性力の差であり、先行研究より本研究の方が指先が柔らかかったと考えることができる。

6. 今後の課題

実験を行う際、指が動いてしまい、多少実験結果に影響が出ている可能性があるため、より正確に実験を行う方法を考え、試行回数も増やす必要がある。

今回は一人の指先の摩擦力しか調べなかったため、同様の実験を様々な人の指で行い、どのような違いが生じるかを調べていきたい。

7. 参考文献・URL

指先の摩擦モデルに関する研究(鈴木、渡邊、田中) 2007年

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kikaic1979/74/746/74_746_2549/_pdf

(2022年2月18日閲覧)