

紙の摩擦

茨城県立日立第一高等学校 高砂 和臣, 蛭田 大吾, 湯浅 巧望

1. はじめに

研究を始めようと思ったきっかけは、紙の摩擦を使った命綱でバンジージャンプをする動画を見たことがあり、身近にある紙はどれだけの力を秘めている、どれだけの重さに耐えられるのかということに興味を持った。

2. 目的

紙の面積や枚数に応じた力の変化を調べることで、人を持ち上げるために必要な紙の要素を求める。

3. 実験方法

予備実験として実験1,2,3を行う。実験1では紙の摩擦力の概算を出し、実験2,3では、摩擦力の劣化の有無について調べる。全実験でケント紙を使い、触れる面積を105cmに固定する。また、実験でのページ数は装置の片方の枚数を表し、実験の際に紙同士の間に隙間ができて摩擦力が変化することを防ぐために回りをとめるものとする。

実験1 ページ数と摩擦力の関係

- ①おもりを3kg, または5kg単位で増加させ、20秒間抜けずに状態が保たれる最大値を調べる。
- ②①を5ページから25ページまで5枚単位で変化させ合計5冊分調べ、3回の平均値を出す。

実験2 試行回数による摩擦力の劣化

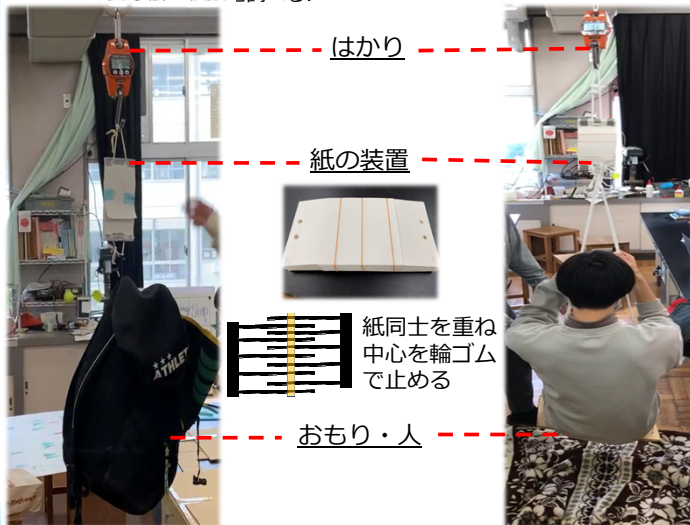
- ①15ページで構成したサンプルA, Bを使って0.5kg単位で変化させ20秒間抜けずに状態が保たれる最大値を調べる。
- ②①を同じサンプルを使って繰り返し行う。

実験3 試行回数による摩擦力の劣化(2週間後)

- ①実験2を2週間後に同じサンプルを使って、もう一度行う。

予備実験を踏まえ、装置の不備の改善も加え、本実験を行う。

本実験 ブランコ型の装置と劣化による影響が少ないと考えられた実験回数4回以下の紙を使い、人(58kg)を20秒間持ち上げるのに必要な紙の枚数を調べる。



予備実験の様子

本実験の様子

4. 実験結果

実験1では、ページ数が増えるにつれ最大値が増加する傾向が見られた。実験2,3では、サンプルA, Bともに試行回数が増えるにつれ、減少する傾向が見られ、試行回数が増えるにつれ、変化量が大きくなった。また、実験2の終わりから実験3の始まりにかけて同じサンプルでも最大値に変化が見られた。

本実験では、**60ページ**で20秒間状態が保たれた。
以下に実験の結果を示す。

実験1

ページ (枚)	最大値(kg)
5	0
10	6
15	10
20	25
25	30

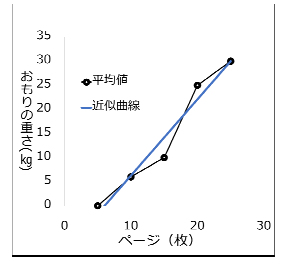


図1 ページ数と摩擦力の関係

実験2

回数(回)	サンプルA 最大値(kg)	サンプルB 最大値(kg)
1	4.5	7.5
2	3.5	8.0
3	3.5	8.0
4	3.5	8.0
5	3.0	7.5
6	5.0	7.0

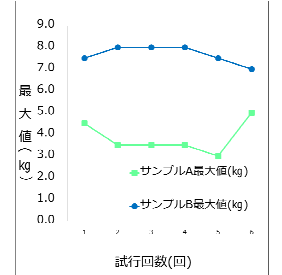


図2 試行回数と力の劣化の関係

実験3

回数(回)	サンプルA 最大値(kg)	サンプルB 最大値(kg)
1	4.0	7.5
2	4.0	6.5
3	4.0	5.5
4	5.5	5.0
5	4.0	4.5
6	4.0	4.0
7	3.0	3.0
8	2.5	4.5
9	2.5	3.0
10	3.0	3.5

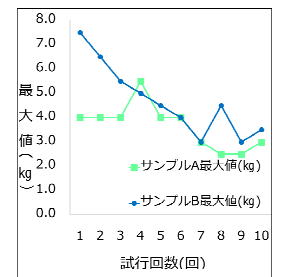


図3 2週間後の変化

5. 考察

実験1の結果からページ数と最大値の間には比例のような相関関係があると考えられる。実験2の結果からは、紙の摩擦力に劣化はあり、試行回数が増えるにつれ、その変化はより顕著に現れると考えられる。しかし実験2,3の結果から、紙の摩擦力には一定の再生能力があるという可能性も考えられる。

また本実験より、実験の条件下の紙では、60ページ以上で人を持ち上げる力を持つと考えられる。

6. まとめ

今後は紙の摩擦力とページ数の関係を数学的に関数を導き出したい。また、紙質による変化などについても調べ、人を持ち上げるために必要な紙の要素を調べるとともに、これらの力を生かすことができる方法などについても考えていきたい。

7. 参考文献

江前敏晴(2001)「紙のトライボロジー概説」