

## 【実験】重心の求め方と最大摩擦（実験書・レポート）

【目的】左右の手の人差し指に鉛筆を水平にして乗せ、指を寄せてくると、交互に鉛筆がずれながら中心に寄ってくる。この方法によって重心を求める。

【実験】図のような装置を作り、支え（台はかり）を動かし、片方が止まる位置までの距離  $L_1$  を求める。次に反対側の支え（台はかり）を動かし、止まる位置  $L_2$  を求める。この  $L_1$  および、 $L_2$  から重心の位置を求める。

### 1 【装置の製作】

図（写真）のような装置を作成する。

### 2 【準備物】

板（1.4cm × 8cm × 91cm）、壁紙（表面が一様なもの）、台はかり（100均で買える小さなもの）× 2、モールドレール× 2、レール板（1cm × 18cm × 90cm）、台車（小さなもの、アテック製）× 2

3 【仮説】支えている人差し指の位置によって垂直抗力が違うため、最大摩擦が異なる。片方の動摩擦力が他方の静止摩擦力より小さいときすべるが、垂直抗力が大きくなるとすべりにくくなるのですべる側が反対側の指にかわるのではないか。垂直抗力が変わることを実証する。



4 【理論】長さ  $L$  で重心の位置が左端から  $L_G$  の長さ  $L$  の板が両端の2点の台  $P$ ,  $Q$  で支えられており、板と台  $P$ ,  $Q$  での静止摩擦係数  $\mu_0$ 、動摩擦係数  $\mu'$  とする。台  $Q$  を固定し、台  $P$  を寄せてくる。

いま、台  $P$  がすべり、台  $Q$  点で板が止まっている場合について考えると  $P$  点は動摩擦力  $f_{P1}$  であり、 $Q$  点は静止摩擦力  $f_{Q1}$  になっている。等速で板を動かすとき、

$$[f_{P1} - f_{Q1}] = [\mu' N_{P1} - f_{Q1}] = 0$$

ただし  $f_{Q1} \leq [\mu_0 N_{Q1}]$ （等号は  $Q$  が動き出す直前）

$Q$  点の回りモーメントのつりあいの式は

$$[N_{P1} \times (L - L_1) = Mg \times (L - L_G)] \dots \textcircled{1}$$

$P$  点の回りモーメントのつりあいの式は

$$[N_{Q1} \times (L - L_1) = Mg \times (L_G - L_1)] \dots$$

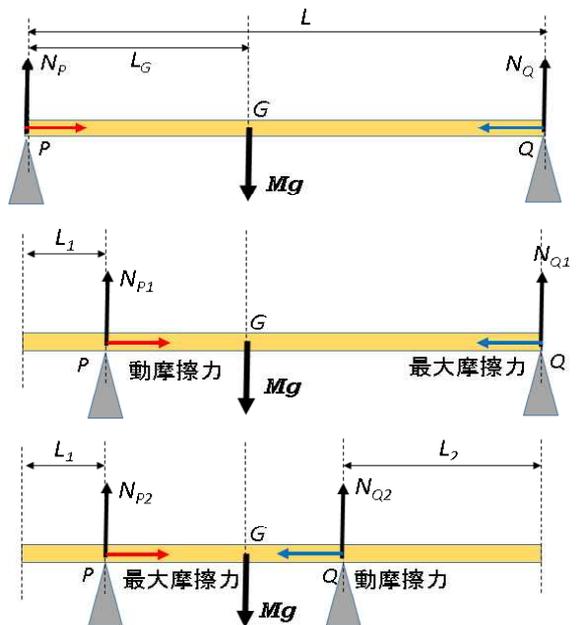
②

$$N_{P1} = [(L - L_G) Mg / (L - L_1)] \dots \textcircled{3}$$

$$N_{Q1} = [(L_G - L_1) Mg / (L - L_1)] \dots \textcircled{4}$$

$Q$  点動き出す直前では、 $[\mu' N_{P1} - \mu_0 N_{Q1} = 0] \dots \textcircled{5}$

つぎに、台  $Q$  が動きだし、台  $P$  が止まる。このとき、 $P$  点は静止摩擦力  $f_{P2}$  であり、 $Q$  点は



動摩擦力  $f_{Q2}$  になっている。

$$[f_{P2} - f_{Q2}] = [f_{P2} - \mu' N_{Q2}] = 0$$

ただし  $f_{P2} \leq [\mu_0 N_{P2}]$  (等号は P が動き出す直前)

Q 点の回りモーメントのつりあいの式は

$$[N_{P2} \times (L - L_1 - L_2) = Mg \times (L - L_G - L_2)] \dots \textcircled{6}$$

P 点の回りモーメントのつりあいの式は

$$[N_{Q2} \times (L - L_1 - L_2) = Mg \times (L_G - L_1)] \dots \textcircled{7}$$

$$N_{P2} = [(L - L_G - L_2) Mg / (L - L_1 - L_2)] \dots \textcircled{8}$$

$$N_{Q2} = [(L_G - L_1) Mg / (L - L_1 - L_2)] \dots \textcircled{9}$$

$$P \text{ 点} \text{ が} \text{ 動} \text{ き} \text{ 出} \text{ す} \text{ 直} \text{ 前} \text{ で} \text{ は} \text{, } [\mu_0 N_{P2} - \mu' N_{Q2} = 0] \dots \textcircled{10}$$

$$\textcircled{1} \sim \textcircled{5} \text{ より, } \mu' / \mu_0 = [(L_G - L_1) / (L - L_G)]$$

$$\textcircled{6} \sim \textcircled{10} \text{ より, } \mu' / \mu_0 = [(L - L_G - L_2) / (L_G - L_1)]$$

ここで、動かした後の間隔  $l_1 = L - L_1$ ,  $l_2 = l_1 - L_2$  で書き換えると、

$$L_G = [L - (l_1^2 / (l_1 + l_2))] \text{ となる。}$$

すなわち、「第 1 回目に動きかが変わったあとの PQ の間隔  $l_1$  と第 2 回目に動きが変わったときの間隔  $l_2$  を調べ、 $L - (l_1^2 / (l_1 + l_2))$  を計算し、動き始めた側からその距離をとると、その位置が重心である」ということを示している。

【実験】  $L = [ \quad ] m$  の板の重心を求める。

- ① 台 P, 台 Q が左右対称になるように置き、板の端から台はかりまでの距離  $a$  を記録する。
- ②  $L_1$ ,  $L_2$  を測定し、重心の位置を計算する。 $L_G + a$  が板の端からの重心の位置になる。

【結果】

回数	動いた側	$a$	$l_1$	$l_2$	$L_G + a$
1	(左・右) が先に動く				重心は左から

【考察】

①なぜ、交互に動くのか説明せよ。

②台はかりの目盛りを観察し、実証せよ。

【感想】

月	日	曜	限	講座	年	組	席	名前
---	---	---	---	----	---	---	---	----