

力のモーメント_4_不均等な棒の重心を求める理論と実験

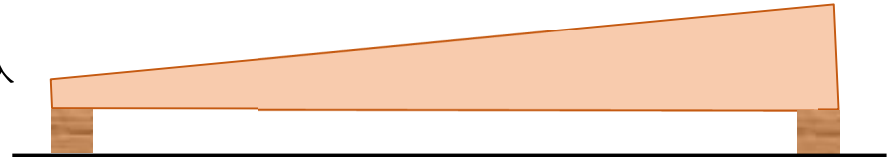
組

番

目的 一様でない棒の重心を、測定器を使わずに求める。及びその短縮版。

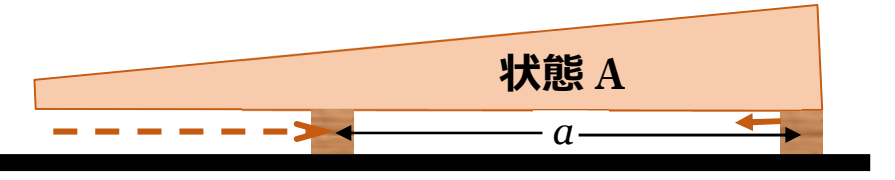
装置 すりこぎ棒(軽い材質)、細い角材 2 本。

方法 1. すりこぎ棒の両端の下に細い角材を入れて机の上に置く。



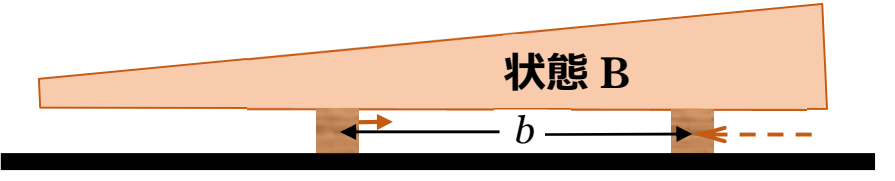
2. 左右の角材を平行に保って近づけるよう、

静かに力を加えると、一方だけすべり出す。静止の最大摩擦力は垂直抗力に比例するので2つの角材の垂直抗力が小さい方がすべる。すべると動摩擦力になるがこれも垂直抗力に比例するので、角材がすりこぎ棒の重心に近づくと垂直抗力が増し、反対の静止の最大摩擦力と等しくなって動きが入れ替る。すべてきた角材は止まり、止まっていた角材がすべり出す。この最初に入れ替わる瞬間を



『状態 A』と呼ぶ。数回試して状態 A の瞬間の、2 本の角材の中心から中心までの距離 a [cm] を測定する。

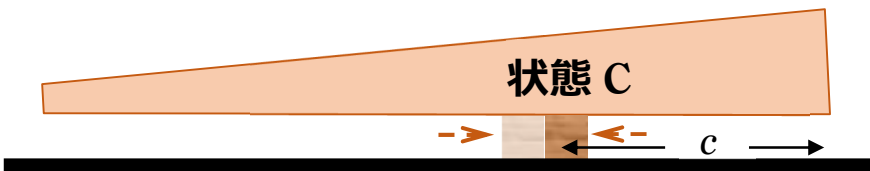
3. 次の、反対側の角材がすべり出してすりこぎ棒の重心に近づくと垂直抗力が増し、動摩擦力が止まった角材の最大摩擦力に等しくなるとまた動きが入れ替る。この瞬間を『状態 B』と呼ぶ。数回試し状態 B の瞬間の 2 本の角材の中心から中心までの距離 b [cm] を測定する。



結果 1 点

状態 A の 2 本の角材の距離 a	状態 B の 2 本の角材の距離 b
cm	cm

4. 状態 B からさらに 2 つの角材の平行を保ったまま近づけ、動きの入れ替わりを繰り返すと 2 つの角材は一か所に集まる。どちらか一方の角材は、上に載せたすりこぎ棒を動かさずに引き抜けるので引き抜く。残りの角材の位置を微調整してすりこぎ棒をバランスよく載せると、そこがすりこぎ棒の重心の位置である。このように測定器がなくても重心の位置がわかる。すりこぎ棒の重心に目印の小さいシールを貼る。太い側から重心までの距離 c [cm] を測定する。



結果 1 点

状態 C 太側から重心までの距離 c
cm

考察

『状態 A』について図のように角材間の距離 a を、 $1-t : t$ に内分する点に重心 G があると仮定して、重心周りの力のモーメントと水平方向の力のつり合いから、細い側の角材と太い側の角材の垂直抗力 N_1 と N_2 を消去して、動摩擦係数 μ と静止摩擦係数 μ_0 の比を t で表す。1 点

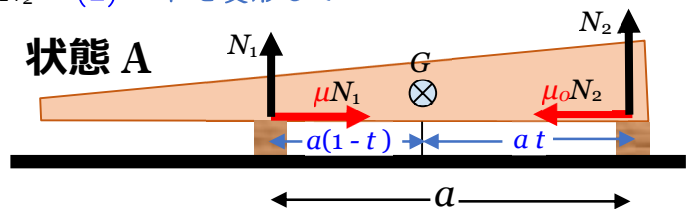
・左右方向 $\rightarrow \leftarrow$ の力のつり合いから $\mu N_1 = \mu_0 N_2 \dots (1)$ これを変形して

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \dots (1)'$$

・重心回りの力のモーメントのつり合い $a(1-t)N_1 = atN_2 \dots (2)$ これを変形して

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \dots (2)'$$

$$(1)' \text{ と } (2)' \text{ から } \frac{\mu}{\mu_0} = \dots (A)$$



『状態 B』についても同様にして図のように角材間の距離 b を、 $1 - s : s$ に内分する点に重心 G があるとして(1点)

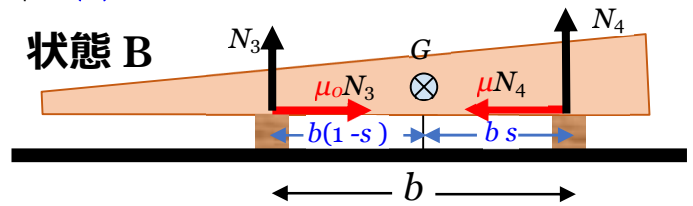
・左右方向 $\rightarrow \leftarrow$ の力のつり合い から $\mu_0 N_3 = \mu N_4 \dots (3)$

$$\therefore \frac{N_3}{N_4} = \boxed{} \dots (3)'$$

・重心回りの力のモーメントのつり合い $b(1-s) N_3 = b s N_4 \dots (4)$

$$\therefore \frac{N_3}{N_4} = \boxed{} \dots (4)'$$

(3)' と (4)' から $\frac{\mu}{\mu_0} = \boxed{} \dots (B)$



(A)、(B) から $s = 1 - t \dots (C)$ であることを導きなさい。1点

状態 A と状態 B は、細い側の角材と重心の距離が同じなので

$$a(1 - t) = b(1 - s)$$

ここで(C)を使って、 s を消去すると

$$a(1 - t) = bt$$

$$\therefore t = \frac{a}{a + b}$$

したがって、太い側から重心までの距離 at は、状態 A の a と状態 B の b を使って計算できる。

$$at = \frac{a^2}{a + b} = \boxed{}$$

『状態 C』 この結果と、角材が一カ所に集まって求めた太い側から重心までの距離 c は一致したか。1点

これで新たに 2 つ、一様でない棒の重心の位置の求め方が付け加わった。