

5章 曲げ

我々の身近に在る代表的な曲げに関する現象は図 5-1 に示すような、クギとクギ抜きがある。人は P_1 の力で右方向に水平に引っ張り、支点 o に関して時計回りに $P_1 \times L_1$ の曲げ力でクギを抜こうとする。それに対してクギは引き抜かれまいとして反時計回りに $P_2 \times L_2$ の曲げ力で抵抗する。クギが抜かれるか抜かれないかの瀬戸際は(3-1)式、(3-2)式と(3-3)式に委ねられる。

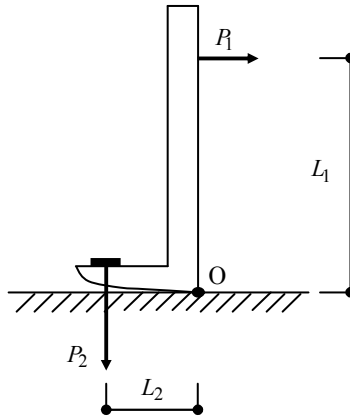


図 5-1

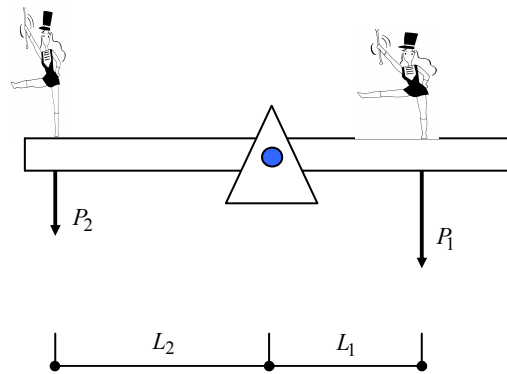


図 5-2

次に図 5-2 のように太目の陽子ちゃん P_1 とスリムな舞ちゃん P_2 がシーソー遊びをしました。今は(3-2)式で釣り合っていて動きません。そこで陽子ちゃんがその立派なケツを右に移動しました。そうしたら(3-3)式のようになり、当然ですがシーソーの右側が下がりました。

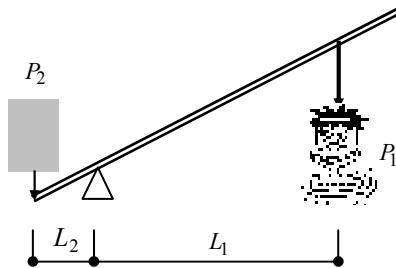


図 5-3

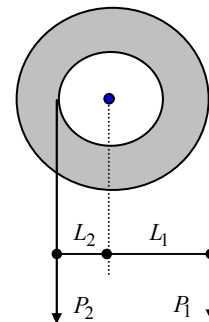


図 5-4

今度は、図 5-3 のように、石ころが原っぱに転がっていて移動させたいと思いました。か弱い河童でしたので、できるだけ長い棒を用意しました。また支点には其の辺に落ちていたコンクリート片を使いました。まりちゃんは軽量級であったので(6-3)式を満足させるためできるだけ支点から離れた位置に腰掛けて力を加えました。

そして、図 5-4 は重いもの P_2 を小さな力 P_1 で持ち上げているところです。これも力の無い人なら L_2 に比べて L_1 を相対的に長くすれば小さな力で引き上げることができると容易に理解できると思う。

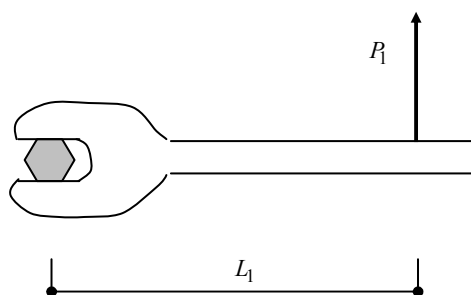


図 5-5(a)

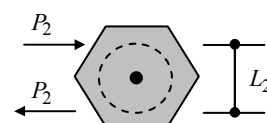


図 5-5(b)

図 5-5(a)はナットにスパナをかけて $P_1 \times L_1$ の左廻りの曲げ力で緩めようとしています。ナットは円柱のボルトと一体になっており図 5-5(b)のように $P_2 \times L_2$ の右回りの力で抵抗しておるが、この抵抗力は少々理解しがたいと思う。いずれ偶力として分かるときがくると確信している。

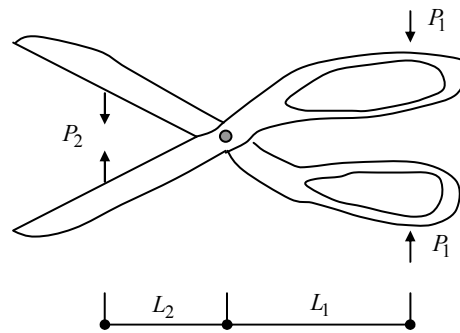


図 5-6

図 5-6 は下手なハサミの絵で恐縮するが支点、作用点と力点を理解してほしい。

問 1 図 1 (a)のようなシーソーがあり体重 40kg のねずみと 50kg のいのししが乗って水平を保っている。そこへ、図 2 のように体重 30kg のタコが乗りました。そのときいのししは何キログラムのスイカを抱きかかえればシーソーは水平を保つか。

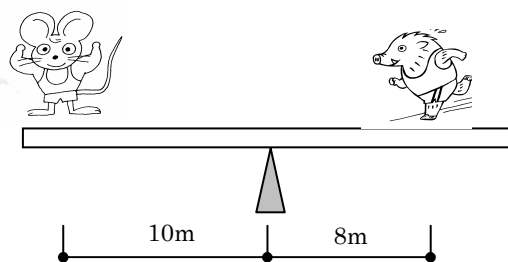


図 1 (a)

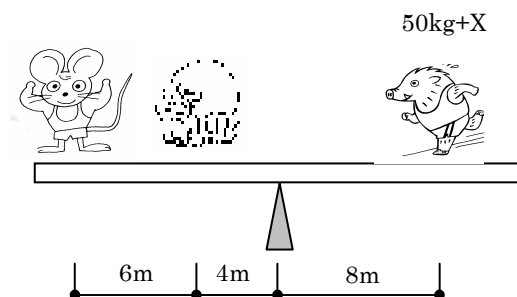


図 1(b)

(解) 図 1(b)のように考えると、 $40\text{kg} \times 10\text{m} + 30\text{kg} \times 4\text{m} = (50\text{kg} + X) \times 8\text{m}$ より求めると、 $X = 15\text{kg}$ となる。しかし、図 1 (a)はすでに、釣り合っているわけだから、スイカの重さを求めるには、 $30\text{kg} \times 4\text{m} = (X) \times 8\text{m}$ が釣り合えばよいことになる。

問 2 図 2 のように、政夫君は加奈さんの心を引こうとして金 100kg を吊るしました。 $L_2 = 80\text{cm}$ 、 $L_1 = 240\text{cm}$ の遠距離恋愛ですが、加奈さんの魅力度 P を金 100kg で引き寄せるには、魅力度 P は何 Kg 以下であれば心を射止めることができるでしょうか。

(解) 加奈さんの愛の重みは、 $W_2 = P \times 80\text{cm}$
政夫君の気持ちの重みは、 $W_2 = 100\text{kg} \times 240\text{cm}$

$W_1 < W_2$ であれば、政夫君の愛が成就する。
よって、 $P < 80\text{kg}$ であればよい。

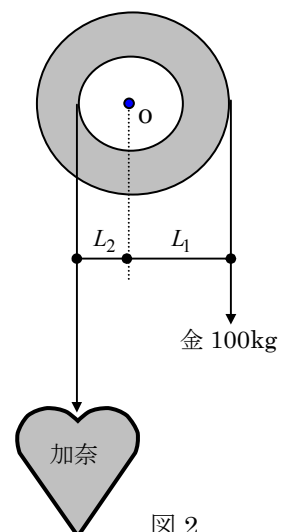


図 2

問3 図3のように、クギ抜きを使ってクギを抜こうと思います。クギは、その表面と材木との摩擦で抜かれることに抵抗します。愛ちゃんは、どれだけの力があればクギを引き抜くことができるでしょうか。

(解) クギの抵抗力は、 $M_1 = 140\text{kg} \times 8\text{cm} = 1120\text{kg} \cdot \text{cm}$

愛ちゃんの引き抜こうとする力は、 $M_2 = P \times 28\text{cm} = 28P\text{cm}$

よって、 $M_1 < M_2$ になればよいから、 $P > 40\text{kg}$ であれば

愛ちゃんはクギを引き抜ける。

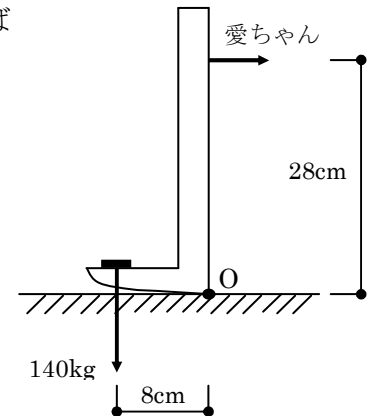


図3

問4 図4のように段差のついた円形の滑車が3個あります。

1. 糸の張力 T_1 を求めなさい。

2. おもりが釣り合って、静止させるための X の重さを求めなさい。

ただし、滑車と中心軸、滑車と糸の摩擦はゼロで、滑車の重さは無視し、糸は伸びないとする。

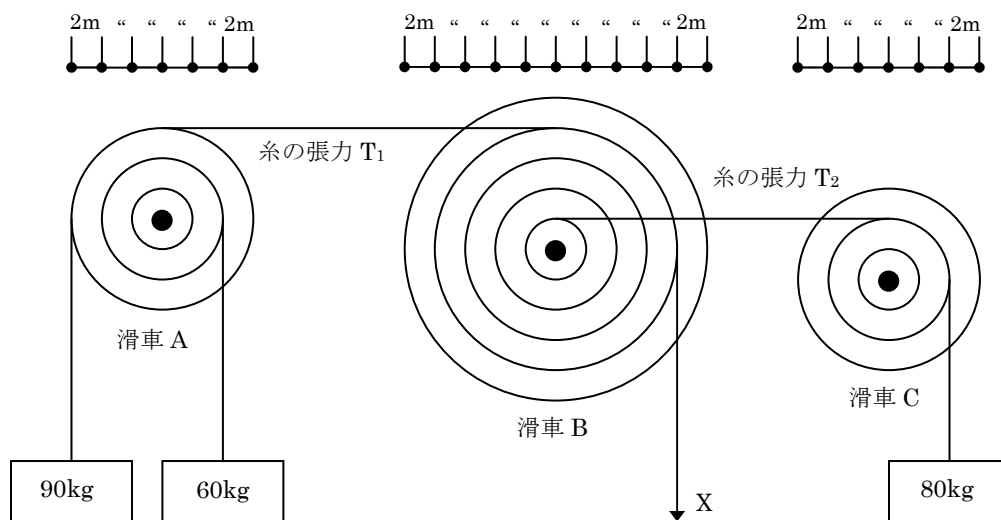


図4

(解)

1. 滑車 A に関する曲げモーメントの釣り合いから $\Sigma M_A = T_1 \times 6m - 90\text{kg} \times 6m + 60\text{kg} \times 4m = 0$ となる。よって、 $T_1 = 50\text{kg}$ (右向き)。

2. 滑車 C から $T_2 = 80\text{kg}$ (左向き) は明らかである。ゆえに、滑車 B に対しては T_1 は左向き、 T_2 は右向きに作用している (作用反作用)。滑車 B に関する曲げモーメントの釣り合いから

$\Sigma M_B = -50\text{kg} \times 8m + X \times 8m + 80\text{kg} \times 2m = 0$ となる。よって、 $X = 30\text{kg}$ (下向き)。

問5 図6(a)のように引っ張る力が等しい、ウサギ、ネコとイノシシが円盤に綱を固定して引っ張っています。次の問に答えなさい。

- このままでは円盤が回転します。右回転か左回転か答えなさい。
- ウサギとネコの綱の固定位置は変えず、円盤が回転しないようにするには、イノシシの綱の固定をどの位置に固定すればよいか図示しなさい。
- 円盤の回転と左右、上下移動しないようにするには3匹の綱の角度をどのようなすればよいか答えなさい。

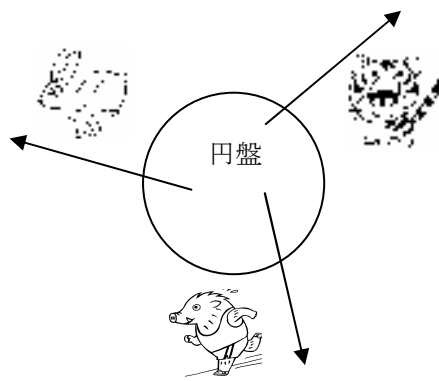


図 6(a)

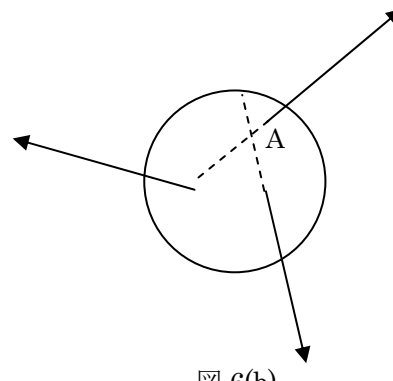


図 6(b)

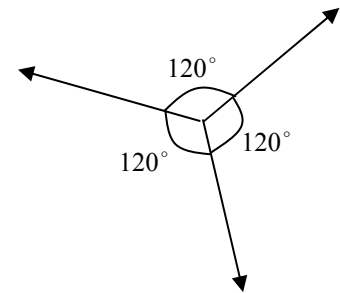


図 6(c)

- (解) 1. 図 6 (b)のようにイノシシとネコの作用線を延長して交点を A とする。A 点に関する 3 匹の力の作用線から円盤は右回りである。ウサギとイノシシ、ネコとウサギの作用線の交点からも検討しなさい。
2. 図 6 (b)からウサギの作用線が A 点に重なるように平行移動すればよい。
3. 図 6(c)のように、作用線のなす角度を 120° にして、2. のように 3 匹の作用線を一致させればよい。3 力を合成すると正三角形となる。