

工業力学期末試験解答例(2014)

1. [(1)~(3) 各 4 点, (4) 3 点, 3 点, 2 点]

$$(1) a = r\dot{\omega} \quad (2) ma = mg\sin\theta - F \quad (3) I_G\dot{\omega} = Fr$$

(4) $I_G = mr^2/2$ を各運動方程式に代入して $F = mr\dot{\omega}/2 = ma/2$ が得られる。これを運動方程式に代入すると, $a = 2g\sin\theta/3$, $\dot{\omega} = a/r = 2g\sin\theta/(3r)$, $F = mg\sin\theta/3$ が得られる。

2. トラックの質量を m , 周速度を v , 軌道半径を r とすれば, 遠心力 $F = mv^2/r$ である。重心 G の高さを h , タイヤ外縁と車体対称面の間隔を d , 重力加速度を g とおくと, タイヤ外縁まわりの力のモーメントの関係から, 車体が遠心力によって転倒しない条件は

$$mgd > Fh, \text{ すなわち, } v < \sqrt{\frac{d}{h}gr}$$

これより, $V_{\max} = 28.0\text{m/s}$ が得られる。[20 点]

3. 鉛直方向の力の釣り合いより, $R_A + R_E = 12.0\text{kN}$.

また, A 点回りの力のモーメントの釣り合いより

$$20\text{m} \times R_E - 5\text{m} \times 2\text{kN} - 10\text{m} \times 6\text{kN} - 15\text{m} \times 4\text{kN} = 0, \therefore R_E = 6.5\text{kN}, R_A = 5.5\text{kN} \quad [5 \text{ 点} \times 2]$$

次に, 右図のように力のベクトルを仮定して, 力およびモーメントの釣り合いの式を書く(途中点は R_A, R_E が正解だった場合与えた)。

水平方向の力の釣り合い

$$F_{BC}\cos 30^\circ + F_{AK} + F_{BK}\cos(-30^\circ) = 0 \quad [5 \text{ 点}] \quad (1)$$

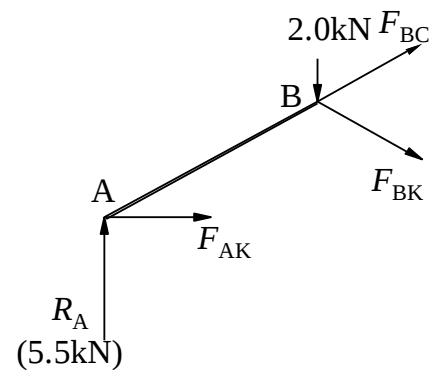
鉛直方向の力の釣り合い

$$F_{BC}\sin 30^\circ + R_A - 2.0\text{kN} + F_{BK}\sin(-30^\circ) = 0 \quad [5 \text{ 点}] \quad (2)$$

B 点回りの力のモーメントの釣り合い

$$-5\text{m} \times R_A + 5\text{m} \tan 30^\circ \times F_{AK} = 0 \quad [5 \text{ 点}] \quad (3)$$

(3)より直ちに, $F_{AK} = \sqrt{3} R_A = 9.5\text{kN}$ (引張) [4+1=5 点]を得る。



(1)(2)式は

$$F_{BC} + F_{BK} = -11.0\text{kN}, \quad F_{BC} - F_{BK} = -7.0\text{kN}$$

となるから, $F_{BC} = -9.0\text{kN}$ (圧縮) および $F_{BK} = -2.0\text{kN}$ (圧縮) を得る。[(4+1)点×2]

※この問題は配点が大きいので, 計算間違いのないように慎重に計算する必要があります。sin と cos をきちんと理解していない人がいました。

4. [10 点×2]

(1) くりぬかれる前の大きな円の面積 $S_1 = 314\text{cm}^2$, 重心の x 座標は 0, くりぬかれた小さな円の面積 $S_2 = 78.5\text{cm}^2$, 重心の x 座標は 5.0cm である。以上のことから, 重心の定義より

$$(S_1 - S_2)x_G = S_1 \times 0 - S_2 \times 5.0\text{cm} \quad \therefore x_G = -1.7\text{cm}$$

※なぜか, 大きな円の端を原点として計算していた人が多かった。問題の定義に従うように。小さな円の半径(あるいは重心)を間違えた人も少なからずいました。

(2) くりぬかれる前の大きな円の中心 O と重心 G の距離は $d_1 = 1.7\text{cm}$ なので, 平行軸の定理より, G を通る軸に関する断面 2 次モーメントは $I_1 = S_1(r^2/2 + d_1^2) = 1.66 \times 10^4\text{cm}^4$ である。くりぬかれた小さな円の中心と重心 G の距離は $d_2 = 6.7\text{cm}$ なので, 同様にして G を通り板に垂直な軸回りの断面 2 次モーメント I_2 は, $I_2 = S_2(r^2/2 + d_2^2)$ (ただし, r_2 は小さな円の半径) より, $I_2 = 78.5\text{cm}^2 \times [(5\text{cm})^2/2 + (6.7\text{cm})^2] = 4.51 \times 10^3\text{cm}^4$

$$I = I_1 - I_2 = 12.1 \times 10^3\text{cm}^4$$