

細い剛体棒の一端を水平面に接触させ、他端に水平方向に一定の力を加えた状態で安定な釣り合いになるための最小の角度を求めたい。

1. この棒が水平となす角度を θ として、物理的状況を描き、水平方向に加える力 (F)、重力 (Mg)、水平面との接触点に働く垂直抗力 (F_n) および静止摩擦力 (F_f) のベクトルを向きに留意して図示せよ。
2. 力のつりあい条件とどれかの点の周りの力のモーメントのつりあい条件を記せ。
3. 棒と水平面との間の静止摩擦係数を μ として、この棒が安定的につりあうための最低の角度を求めよ。

(解答例)

1. 力のつりあい条件より

$$0 = F_f - F \quad (1)$$

$$0 = F_n - Mg. \quad (2)$$

O 点の周りの、力のモーメント (またはトルク) のつりあい条件より

$$\begin{aligned} 0 &= N_z \\ &= F \ell \sin \theta - Mg \times \left(\frac{\ell}{2}\right) \cos \theta. \end{aligned} \quad (3)$$

2. 式 (1),(3) より

$$\begin{aligned} F &= \frac{Mg}{2} \times \frac{1}{\tan \theta} \\ &= F_f. \end{aligned} \quad (4)$$

式 (2) より

$$F_n = Mg. \quad (5)$$

静止摩擦力の上限は

$$F_f \leq \mu F_n \quad (6)$$

のように与えられる。式 (4),(5),(6) より

$$\tan \theta \geq \frac{1}{2\mu} \quad (7)$$

となる。

