

【演習問題 A】

15-A1

例題 15-1 にも記したように、ねじを斜面に置き換えた場合の、その斜面の傾角 α は、

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{p}{\pi D} = \tan^{-1} \frac{5}{27.5\pi} = 3.31^\circ$$

また、摩擦角 θ は $\theta = \tan^{-1} \mu_s = \tan^{-1} 0.07 = 4^\circ$ である。

したがって、効率 η は式 15-5 より次のように求められる。

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \theta)} = \frac{\tan 3.31^\circ}{\tan(3.31^\circ + 4^\circ)} = 45.1\%$$

さらに、式 15-3 を用いると必要なトルク T は以下のように求められる。

$$T = \frac{D}{2} Q \tan(\alpha + \theta) = \frac{27.5 \times 10^{-3}}{2} \times 500 \times 9.8 \tan(3.31^\circ + 4^\circ) = 8.64 \text{ Nm}$$

15-A2

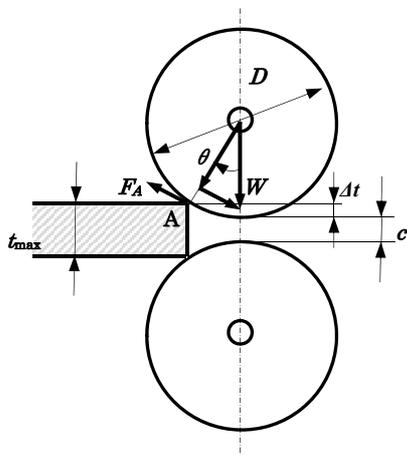
引張り側と緩み側の張力 T_1 と T_2 の関係は、式 15-13 に示したように、 $T_1 = T_2 e^{\mu\alpha}$ であり、

題意より $T_2 = \frac{1}{100} T_1$ であることを同式に代入して整理するならば、 $100 = e^{\mu\alpha}$ となる。

これを α について解くと、 α は次のように求められる。

$$\alpha = \frac{\ln 100}{\mu} = \frac{\ln 100}{0.4} = 11.5 \text{ rad} = 1.8 \text{ 巻}$$

15-A3



左図に示すように、ロールに作用する荷重を W 、摩擦係数を μ 、そして W と板材頂点 A となす角を θ とする。ロールと接触する板材頂点 A には、ロール接線方向に $F_A = W \sin \theta$ の力が作用する。さらに、

同部には $F'_A = \mu W \cos \theta$ の摩擦力も作用し、 $F_A \leq F'_A$ の条件を満たしたときに板材はロールに引込まれる。つまり、

$$W \sin \theta \leq \mu W \cos \theta$$

より, $\tan\theta \leq \mu$ となり, $\theta \leq \tan^{-1}\mu = 5.71^\circ$ が得られる。したがって, 図中の Δt は幾何学的な関係から,

$$\Delta t = \frac{D}{2}(1 - \cos\theta) = 30(1 - \cos 5.71^\circ) = 0.15 \text{ cm}$$

となり, これより引込むことができる板材の最大厚さ t_{max} は次のように求められる。

$$t_{max} = 2\Delta t + c = 2 \times 0.15 + 1 = 1.3 \text{ cm}$$

15-A4

式 15-19 より,

$$T_B = F \cdot \frac{l}{\pi D} \cdot \frac{D}{2} = \frac{Fl}{2\pi} = \frac{(0.05 \times 45 \times 9.8 + 100) \times 0.005}{2\pi \times 0.9} = 0.11 \text{ Nm}$$

15-A5

テーブルの慣性モーメント J_T は, 式 15-24 より,

$$J_T = (m + M) \cdot \left(\frac{l}{2\pi}\right)^2 = 45 \times \left(\frac{0.005}{2\pi}\right)^2 = 2.8 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

ボールねじの慣性モーメント J_B は,

$$J_B = \frac{\pi}{32} \rho L D^4 = \frac{\pi}{32} \times 8.0 \times 10^3 \times 0.5 \times 0.005^4 = 2.5 \times 10^{-7} \text{ kgm}^2$$

したがって, 全慣性モーメントは, 式 12-15 より,

$$J_a = J_T + J_B \cong 2.8 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

となり, ボールねじの慣性モーメントは無視できるほど小さい。以上より, 加速に必要なトルク T_A は式 15-26 より,

$$T_A = J_a \dot{\omega} = 2.8 \times 10^{-5} \times 1256 = 0.035 \text{ Nm}$$

さらに加速時に移動テーブルの動作に必要なトルク T は,

$$T = T_A + T_B = 0.15 \text{ Nm}$$

となる。

【演習問題 B】

15-B1

右図に示すように、帯部の張力を T_1 , T_2 とすると、ブレーキレバーの支持点 O まわりのモーメントのつり合い式は、

$$300 \times 150 = 15(T_1 + T_2)$$

となり、これを整理すると、

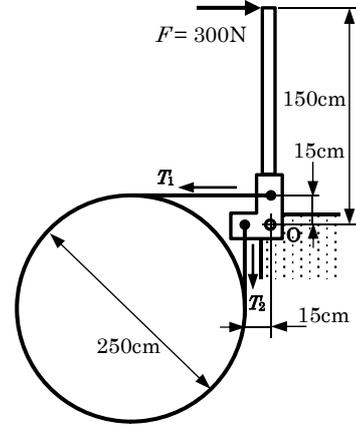
$$T_1 + T_2 = 3000 \quad (1)$$

一方、式 15-13 より

$$T_1 = T_2 e^{\mu\alpha} = T_2 e^{0.15 \times \frac{3}{2}\pi} = T_2 e^{0.23\pi} \quad (2)$$

式(1)と(2)を連立すると、 $T_1 = 2019.5 \text{ N}$, $T_2 = 980.5 \text{ N}$ となる。これより発生するトルク T は、次のように求められる。

$$T = (T_1 - T_2) \times 125 = (2019.5 - 980.5) \times 125 = 1.3 \text{ kNm}$$



15-B2

例題 15-1 に記したように、ねじを斜面に置き換えた場合の、その斜面の傾角 α は、

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{P}{\pi D} = \tan^{-1} \frac{6.5}{45\pi} = 2.63^\circ$$

また、摩擦角 θ は $\theta = \tan^{-1} \mu = \tan^{-1} 0.1 = 5.71^\circ$ となる。したがって、ねじを締付ける

ために必要な力 F とトルク T は、式 15-2 と 15-3 より次のようになる。

$$F = Q \tan(\alpha + \theta) = 9.8 \times 1000 \tan(2.63^\circ + 5.71^\circ) = 1436.7 \text{ N}$$

$$T = \frac{D}{2} F = \frac{45 \times 10^{-3}}{2} \times 1436.7 = 32.3 \text{ Nm}$$

一方、一秒間当りの速度 v 、一秒間当りの回転数 n とピッチ p の間には、 $v = np$ の関係があるから、これを用いてねじの角速度 ω は次のようになる。

$$\omega = 2\pi n = 2\pi \frac{v}{p} = 2\pi \frac{0.3/60}{6.5 \times 10^{-3}} = 4.8 \text{ rad/s}$$

したがって、必要な動力 P は次のように求められる。

$$P = T\omega = 32.3 \times 4.8 = 155.0 \text{ W}$$