

機械科学Ⅱ

(問題1から問題3のすべてに解答し、それぞれ別の答案用紙に記入せよ。各問題に2枚以上の答案用紙を用いる場合には、「問題1(2枚目)」などのように記入せよ。)

問題1

図2-1に示すように、質量 m の物体が、粗い表面を持つ水平なベルトコンベアの上に置かれ、ばね定数 k の線形ばねで固定壁につながれて静止している。時刻 $t=0$ で、ばねは自然長にあり、半径 a のローラーが角速度 ω で図の向きに回転を始めると、ベルトは滑ることなく送り出され、物体は空間に固定された水平な軸に沿って一次元的に運動する。ここで、摩擦は垂直抗力の大きさに比例するクーロン摩擦のみが作用するものとし、静止摩擦係数 μ_0 と動摩擦係数 μ は一定で、 $\mu_0 = 5\mu$ の関係にあるものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。このとき、物体の変位 $x(t)$ について次の間に答えよ。

- (1) 物体がベルト上で滑り始めるときの変位 x_0 と時刻 t_0 を求めよ。
- (2) 物体が滑り始めた後、その速度がベルトの速度と等しくなる直前までの運動方程式を解き、その解を

$$x(t) = A \cos[\omega_n(t - t_0) - \phi] + \delta$$

の形に表し、定数 $A, \delta, \phi, \omega_n$ を具体的に求めよ。

- (3) 物体が滑り始めた後、その速度がはじめてゼロとなる時刻 t_1 とそのときの変位 x_1 を示せ。
- (4) $t = t_1$ の後にはじめて、物体の速度がゼロとなる時刻 t_2 とそのときの変位 x_2 を示せ。
- (5) $t = t_2$ の後にはじめて、物体の速度がベルトの速度と等しくなる時刻 t_3 とそのときの変位 x_3 を示せ。
- (6) $t > t_3$ における物体の運動を考察し、その特徴を述べよ。

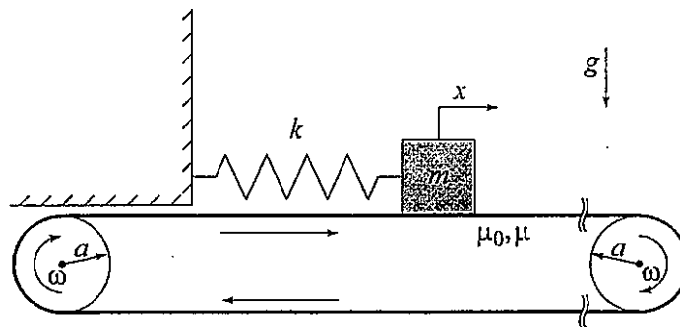


図2-1

平成28年度大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程（一般）入学試験

機械科学Ⅱ-2/3

問題2

図2-2のように、点Oを中心として回転する長さ r のクランク（ \overline{OA} ）が、鉛直方向に往復する質量 m のピストンと長さ l の接続棒（ \overline{AB} ）で連結されているピストン・クランク機構を考える。シリンダの中心軸は鉛直方向に一致しており、点Oはシリンダの中心軸上にある（ただし、 $r < l$ ）。クランクおよび接続棒は変形せず、その質量は無視できる。鉛直下向き方向には重力が働いており、ピストンとシリンダの間の摩擦の影響は考えない。クランクが一定の角速度 ω で時計回りに回転しているとき、以下の問に答えよ。なお、鉛直上向き方向からクランクが回転した角度を θ （ $0 \leq \theta < 2\pi$ ）、そのときの接続棒の傾斜角（ $\angle OBA$ ）を ϕ 、上死点Cを原点とするピストンの変位を x （ $x \geq 0$ ）、重力加速度の大きさを g とする。

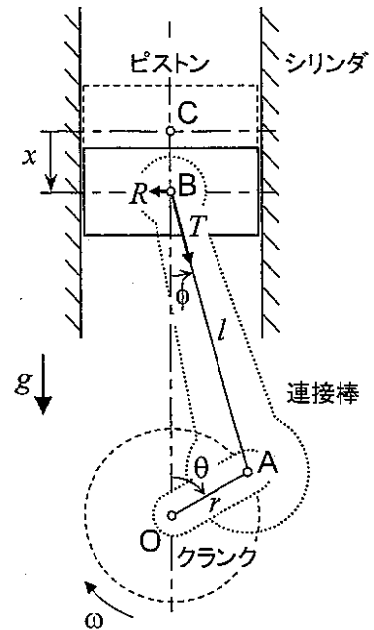


図2-2

- (1) x を r , λ , θ を用いて表せ。ただし、 $\lambda = r/l$ とする。
- (2) l が r と比べて十分長いとき、 x は

$$x \approx r \left[1 - \cos \theta + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\theta) \right]$$

と近似できることを示せ。

以降では、問(2)の近似式が成り立つものとして解答せよ。

- (3) ピストンの加速度 a を θ の関数で表せ。
- (4) ピストンが接続棒から受ける力 T を、問(3)の結果を用いて表せ。
- (5) ピストンがシリンダ側壁から受ける力 R を θ の関数で表せ。
- (6) クランクが低速回転（ $r\omega^2 \ll g$ ）しているときと高速回転（ $r\omega^2 \gg g$ ）しているときの R の周期変動について、問(5)の結果に基づき $R(\theta)$ の概略図を示し、その特徴を述べよ。

問題 3

図2-3に示すように、スパン L の単純支持はり AB の全長に渡って等分布荷重 w が作用する。はり AB は、I 型断面（フランジ部：幅 $4b$ 、高さ h 、ウェブ部：幅 b 、高さ $2h$ ）を持つ。ヤング率は E とし、自重の影響は無視する。以下の問にすべて答えよ。

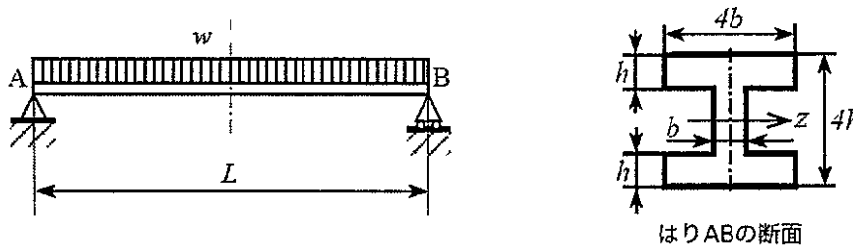


図 2-3

- (1) はり AB 断面の図心を通る z 軸に関する断面二次モーメント I_z を求めよ。
- (2) はり AB の最大たわみ δ を w, L, E, I_z を用いて答えよ。

次に、図2-4に示すように、はり AB の中央点 C において、鉛直に立てた長さ L の支柱 CD の上端をピンにより接続する。支柱 CD の下端をピンで剛体床と接続する。支柱 CD は、はり AB と同じ素材からなる丸棒（断面積 A ）であり、自重の影響は無視する。

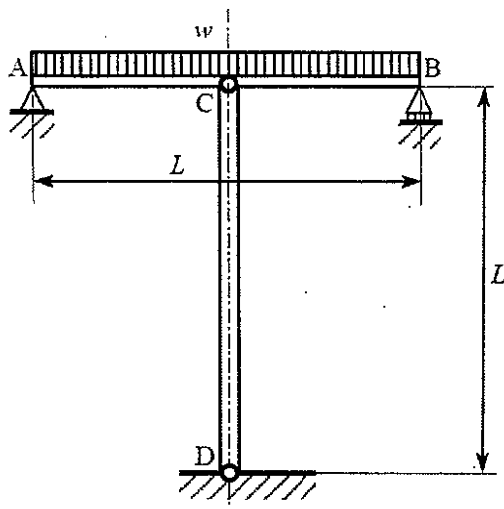


図 2-4

- (3) 支柱 CD に作用する軸力 P を A, w, L, I_z を用いて答えよ。
- (4) 支柱 CD の縮み量 λ を A, w, L, E, I_z を用いて答えよ。
- (5) 支柱 CD に座屈が生じるときの等分布荷重の大きさ w_{cr} を A, L, E, I_z を用いて答えよ。