

令和7年度総合生産科学研究科博士前期課程総合生産科学専攻

一般入試（夏期募集）

共生システム科学コース 電気・機械システム分野（機械系）

海洋未来科学コース（機械系）

振動工学

1

(1). 次の文章中の〔ア〕から〔カ〕に当てはまる式を示せ.

図1に示すような, ばね定数 k のばねと粘性減衰係数 c のダッシュポットで支持された質量 m の質点に $f(t) = f_0 \cos \omega t$ であらわされる強制外力が作用する1自由度振動系を考える. 質点の変位を $x(t)$ とすると, 運動方程式は次式であらわされる.

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f_0 \cos \omega t \quad \cdots \textcircled{1}$$

強制振動による非同次解を $x = A \cos \omega t + B \sin \omega t$ と仮定して式①に代入し, $\cos \omega t$ と $\sin \omega t$ の係数についてそれぞれまとめる.

$$\begin{aligned} \text{〔ア〕} A + \text{〔イ〕} B &= f_0 \\ - \text{〔イ〕} A + \text{〔ア〕} B &= 0 \end{aligned}$$

この連立方程式を未知数 A, B について解くと $A = \text{〔ウ〕}$, $B = \text{〔エ〕}$ となる. また, この非同次解を振幅 x_0 と位相角 ϕ によって $x = x_0 \cos(\omega t - \phi)$ とあらわす場合, $x_0 = \sqrt{A^2 + B^2}$, $\phi = \tan^{-1}(B/A)$ より, それぞれ $x_0 = \text{〔オ〕}$, $\phi = \text{〔カ〕}$ となる.

(2) 図2に示すような, 変位 $y(t) = a \cos \omega t$ で強制加振されている箱と, 箱の中に取り付けられた質量 m の質点, ばね定数 k のばね, 粘性減衰係数 c のダッシュポットからなる振動系を考える. 箱に対する質点の相対変位, すなわちばねの静的平衡位置からの変位を $x(t)$ とすると, 質点の運動方程式を求めよ. なお, 最終的な運動方程式は変位 y を含まない形に整理すること.

(3) 質点の振動系の固有角振動数を $\omega_n = \sqrt{k/m}$ とする. $\nu = \omega/\omega_n$, $\xi = \frac{c}{2\sqrt{mk}}$ とすると, (2)で求めた運動方程式の非同次解を $a\nu\xi$ によってあらわせ.

(4) (3)で求めた解において, ω_n が箱の角振動数 ω より十分に低い場合 ($\nu \gg 1$ のとき)に, 箱に対する質点の相対変位 $x(t)$ の振幅と, 箱の振幅 a との関係を示せ.

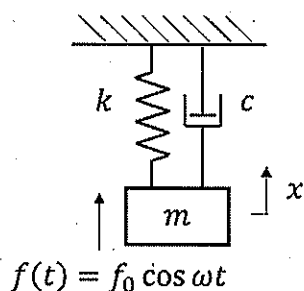


図1

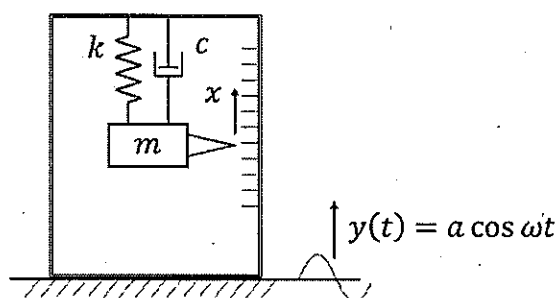


図2

2 図3のように、質量 m_1 のおもり1、質量 m_2 のおもり2が剛体棒に取り付けられている。棒の両端には、ばね定数 k_1 、 k_2 のばねがそれぞれ取り付けられている。おもりの大きさ、剛体棒の質量は無視できるものとし、ばねの変位は鉛直方向のみで微小と考えてよい。このとき剛体棒の重心 G の上下方向の変位を x 、重心 G 周りの回転角を θ として、次の問いに答えよ。

- (1) おもり1から重心 G までの長さ L_G を求めよ。
- (2) 重心 G 周りの慣性モーメント J_G を求めよ。
- (3) この系に関し、並進運動は鉛直上向きを正、回転運動は時計回りを正としたとき、並進運動の運動方程式、重心 G 周りの回転運動の運動方程式をそれぞれ求めよ。なお、解答において J_G, L_G は用いてよいものとする。
- (4) $m_1 = m_2 = m$ 、 $L = 2L'$ 、 $k_1 = 2k$ 、 $k_2 = k$ としたときの固有角振動数を ω_1 、 ω_2 ($\omega_1 < \omega_2$)とする。このとき、 ω_1^2 、 ω_2^2 をそれぞれ求めよ。

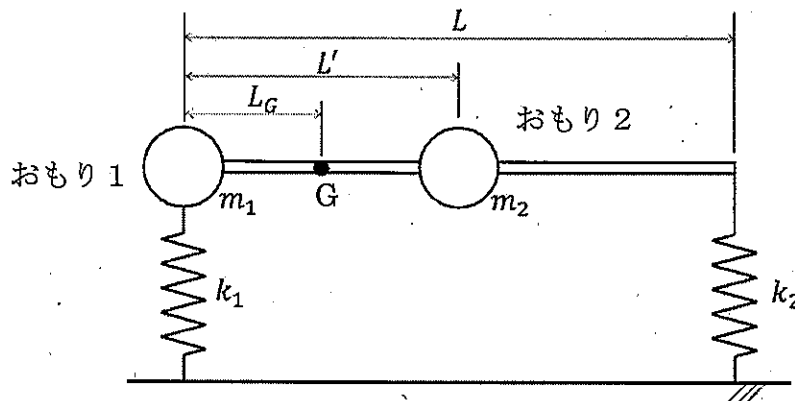


図3