

平成 31 年度 長崎大学大学院工学研究科 総合工学専攻  
 機械工学コース 一般入試（夏期募集） 入学試験問題

振動工学

1 図 1 は、質量  $m$  [kg] の物体が、ばね定数  $k$  [N/m] のばねと粘性減衰係数  $c$  [N · s/m] のダンパを介して鉛直方向に振動させることのできる床とつながれた 1 自由度振動系である。 $x(t)$  [m] と  $d(t)$  [m] はそれぞれ、時刻  $t$  [s] における物体重心の釣り合いの位置からの変位と床の鉛直方向の変位で、鉛直下向きを正とする。物体の振動は微小であるとするとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) この振動系の運動方程式を次式の形にまとめる。 $\zeta, \omega_n$  を  $m, k, c$  のうち、必要なものを用いて表しなさい。また、 $f(t)$  を  $\zeta, \omega_n, d(t), \dot{d}(t)$  を用いて表しなさい。ただし、 $\omega_n > 0$  とする。

$$\ddot{x}(t) + 2\zeta\omega_n\dot{x}(t) + \omega_n^2x(t) = f(t)$$

- (2)  $m = 1$  kg,  $k = 7$  N/m,  $c = 4$  N · s/m の場合を考える。床が静止しているとき、初期条件  $x(0) = 1$  m,  $\dot{x}(0) = 0$  m/s に対する  $x(t)$  [m] を求めなさい。
- (3)  $m = 1$  kg,  $k = 7$  N/m,  $c = 4$  N · s/m の場合を考える。床が  $d(t) = D \sin 3t$  で鉛直方向に振動しているとき、振動系の強制振動解  $x_s(t)$  [m] を求めなさい。ただし、 $D$  は定数である。
- (4) (3) の  $x_s(t)$  を  $x_s(t) = X_s \sin(3t + \phi)$  の形に表したとき、 $|X_s|$  と  $|D|$  の比  $\left| \frac{X_s}{D} \right|$  を有効数字 3 桁で求めなさい。ただし、 $X_s, \phi$  は実数である。

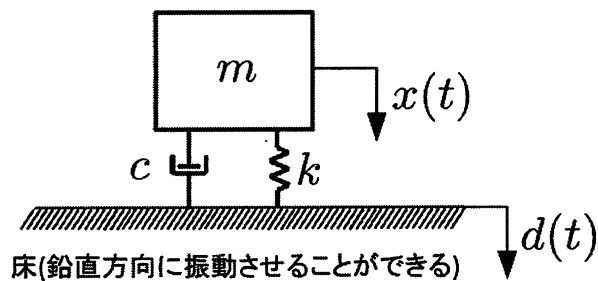


図 1

平成 31 年度 長崎大学大学院工学研究科 総合工学専攻  
 機械工学コース 一般入試（夏期募集） 入学試験問題

振動工学

2 質量  $m$  [kg] の物体 1 と質量  $2m$  [kg] の物体 2 が、図 2 のように、ばね定数  $k$  [N/m] およびばね定数  $2k$  [N/m] のばねを介して壁につながれており、物体 1 のみ周期的な外力  $F \sin \omega t$  [N] を受けている 2 自由度振動系を考える ( $F$  は定数で、 $\omega$  は正の定数)。また、 $x_1(t)$  [m],  $x_2(t)$  [m] はそれぞれ時刻  $t$  [s] における物体 1 および物体 2 の重心の釣り合いの位置からの変位で、いずれも右向きを正とする。各物体の振動は微小であるとするとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) この振動系の運動方程式を次式の形にまとめる。 $a_i, b_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) を  $m, k$  うち、必要なものを用いて表しなさい。

$$\begin{cases} a_1 \ddot{x}_1(t) + a_2 x_1(t) + a_3 x_2(t) = F \sin \omega t \\ b_1 \ddot{x}_2(t) + b_2 x_1(t) + b_3 x_2(t) = 0 \end{cases}$$

- (2) この振動系において時間が十分経過し、定常振動状態になったときの変位  $x_1(t), x_2(t)$  を、未定定数  $X_1, X_2$  を用いて  $x_1(t) = X_1 \sin \omega t$ ,  $x_2(t) = X_2 \sin \omega t$  とおくと、 $X_1, X_2$  を求めなさい。
- (3) この振動系において時間が十分経過し、定常振動状態になった状態で、物体 1 が静止した。このときの外力の角周波数  $\omega$  を求めなさい。
- (4) (3) のとき、物体 2 の振動振幅を求めなさい。

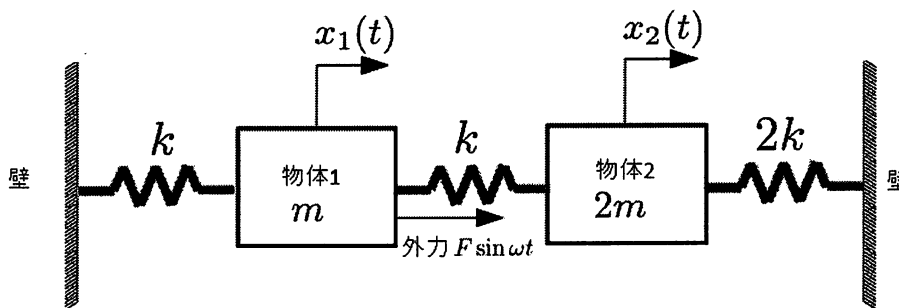


図 2