

第8回 (20101224) 機械力学演習 (力学理論の各種機械への適用) 回答

1. I 軸方向にあるピストンの軸方向変位は、

$$Z_1 = r(1 - \cos(\omega t - \alpha)) + \frac{1}{2} \rho \sin^2(\omega t - \alpha) \quad (1)$$

同様に、II 軸方向にあるピストンの軸方向変位は、

$$Z_2 = r(1 - \cos(\omega t + \alpha)) + \frac{1}{2} \rho \sin^2(\omega t + \alpha) \quad (2)$$

*ただし $\rho = \frac{r}{l}$ 、 l はコンロッド長さ

それぞれのピストンの軸方向速度は、

$$\dot{Z}_1 = r\omega \sin(\omega t - \alpha) + r\rho\omega \sin(\omega t - \alpha) \cos(\omega t - \alpha) \quad (3)$$

$$\dot{Z}_2 = r\omega \sin(\omega t + \alpha) + r\rho\omega \sin(\omega t + \alpha) \cos(\omega t + \alpha) \quad (4)$$

それぞれのピストンの軸方向加速度は、

$$\ddot{Z}_1 = r\omega^2 \cos(\omega t - \alpha) + r\rho\omega^2 \cos 2(\omega t - \alpha) \quad (5)$$

$$\ddot{Z}_2 = r\omega^2 \cos(\omega t + \alpha) + r\rho\omega^2 \cos 2(\omega t + \alpha) \quad (6)$$

それぞれのピストンの軸方向慣性力は、

$$F_1 = m\ddot{Z}_1 = mr\omega^2 \{ \cos(\omega t - \alpha) + \rho \cos 2(\omega t - \alpha) \} \quad (7)$$

$$F_2 = m\ddot{Z}_2 = mr\omega^2 \{ \cos(\omega t + \alpha) + \rho \cos 2(\omega t + \alpha) \} \quad (8)$$

x 軸方向の合成力は、

$$F_x = (F_1 + F_2) \cos \alpha \quad (9)$$

$$F_y = (F_1 - F_2) \sin \alpha \quad (10)$$

よって

$$F_x = 2mr\omega^2 \cos^2 \alpha \cos \omega t + 2\rho mr\omega^2 \cos \alpha \cos 2\alpha \cos 2\omega t \quad (11)$$

$$F_y = 2mr\omega^2 \sin^2 \alpha \sin \omega t + 2\rho mr\omega^2 \sin \alpha \sin 2\alpha \sin 2\omega t \quad (12)$$

2. 回転方向の運動方程式は、

$$(I_r + I_f)\ddot{\theta} = T_0 e^{-kt}$$

整理すると、

$$\ddot{\theta} = \frac{T_0}{(I_r + I_f)} e^{-kt}$$

$$\dot{\theta} = -\frac{1}{k} \frac{T_0}{(I_r + I_f)} e^{-kt} + \alpha$$

$t=0$ で、 $\dot{\theta}=0$ とし、 α を求めると、

$$\dot{\theta} = \frac{1}{k} \frac{T_0}{(I_r + I_f)} (1 - e^{-kt})$$

よって、

$$\frac{2\pi}{60} Ne = \frac{1}{k} \frac{T_0}{(I_r + I_f)} (1 - e^{-kt})$$

3. (1) $I_e \dot{\omega}_e = T_e - T_f$

(2) $I_f \dot{\omega}_f = T_f - T_r$

(3) $(I_e + I_f) \dot{\omega}_v = T_e - T_r$

(4) $P_e = T_f \omega_e$

(5) $P_f = T_f \omega_f$

(6) $P_w = P_e - P_f = T_f (\omega_e - \omega_f)$

(7) $P_r = T_r \omega_f$

(8) $P_f - P_r = (T_f - T_r) \omega_f$

(9) $F_e = \frac{\lambda_a}{r} T_e$

(10) $R_s = mg \sin \theta$

(11) $\mu mg \cos \theta$

(12) $\omega_e = \frac{\lambda_a}{r} v$

(13) $\left\{ m + (I_e + I_f) \frac{\lambda_a^2}{r^2} \right\} \dot{v} = \frac{\lambda_a}{r} T_e - (R_s + R_r + R_a)$

* 負荷抵抗 $F_r = R_s + R_r + R_a + m\dot{v}$ (14)

* $T_r = \frac{r}{\lambda_a} F_r$ (15)

(14) (15) と (12) を (3) に代入して整理すると (13)