

18年度一次機械(一部)

IV-1、④

未完

IV-2、③

未完

IV-3、⑤

未完

IV-4、②

未完

IV-5、⑤

負荷のモーメントを計算すると、

$$(A) \int_0^l x w dx = \frac{1}{2} [x^2]_0^l = \frac{1}{2} w l^2 = \frac{1}{2} W l$$

(B)  $W l$

$$\therefore \sigma_A : \sigma_B = \frac{1}{2} : 1 = 1 : 2$$

IV-6、①

圧縮長さは、熱膨張分に等しく、応力は共通なので、

$$-(l_1 \alpha_1 T + l_2 \alpha_2 T) = \frac{\sigma}{E_1} l_1 + \frac{\sigma}{E_2} l_2 = \sigma \left( \frac{l_1}{E_1} + \frac{l_2}{E_2} \right)$$

$$\begin{aligned} \therefore \sigma &= - \frac{(l_1 \alpha_1 + l_2 \alpha_2) T}{\frac{l_1}{E_1} + \frac{l_2}{E_2}} \\ &= - \frac{E_1 E_2 (l_1 \alpha_1 + l_2 \alpha_2) T}{l_2 E_1 + l_1 E_2} \end{aligned}$$

### IV-7、②

①→B, ②→? ③→A, ④→D, ⑤→C

### IV-8、④

$$\pi(D-d) \times 10^{-3} \rightarrow \pi D \times 10^{-3}$$

$$\text{増分長さ: } l = \pi \times d \times 10^{-3}$$

熱膨張長さ  $l$ :

$$l = \pi(D-d) \times 10^{-3} \times \alpha \times T \dots (1)$$

$$\text{圧縮長さ: } l = \frac{\sigma}{E} \times \pi(D-d) \times 10^{-3} \dots (2)$$

(1)から、

$$T \geq \frac{\pi \times d \times 10^{-3}}{\pi(D-d) \times 10^{-3} \times \alpha} = \frac{d}{(D-d) \times \alpha}$$

$$= \frac{0.25}{(500-0.25) \times 12 \times 10^{-6}} \approx 41.7 [K]$$

(2)から、

$$\sigma = \frac{\pi \times d \times 10^{-3}}{\pi(D-d) \times 10^{-3}} \times E = \frac{d}{D-d} \times E$$

$$= \frac{0.25}{500-0.25} \times 200 \times 10^9 \approx 100 \times 10^6 [Pa]$$

### IV-9、⑤

板の降下量を  $x$  とすると、  
ボルトは、 $p-x$  だけ伸び、  
支柱は、 $x$  だけ縮んでいる。  
ボルトを縮めようとする力と支柱を  
伸ばそうとする力のバランスから、  
 $2K_a x = K_b (p-x)$

$$\therefore x = \frac{pK_b}{2K_a + K_b}$$

### IV-10、④

基礎編「剛体の運動」参照

位置のエネルギーが回転のエネルギーに変わると考える。

慣性モーメント  $I$  は、密度を  $\rho [kg/m]$  として、

$$I = \int_0^l x^2 \rho dx = \frac{\rho l^3}{3} = \frac{ml^2}{3}, (m = \rho l)$$

棒の平均落下量は、 $\frac{l}{2}$

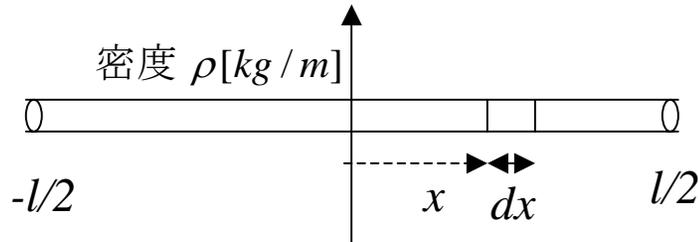
$$\therefore mg \frac{l}{2} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{ml^2}{6} \omega^2 \rightarrow g = \frac{l}{3} \omega^2$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{3g}{l}}$$

## IV-11、⑤

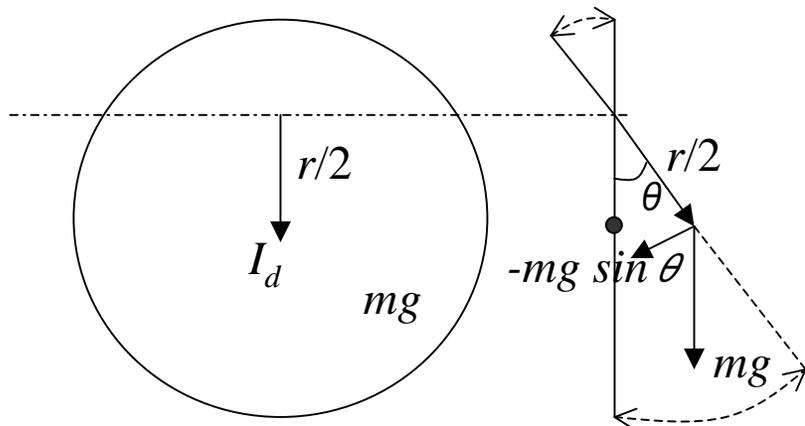
## 基礎編「剛体の運動」参照

$$I = \int_{-l/2}^{l/2} x^2 \rho dx = \rho \left[ \frac{x^3}{3} \right]_{-l/2}^{l/2} = \frac{\rho l^3}{12} = \frac{ml^2}{12}, (m = \rho l)$$



## IV-12、①

これは剛体振り子の問題である。基礎編「剛体の運動」参照



重心を通る直径のまわりの回転モーメント

$$I_d \text{ は、 } I_d = \frac{r^2}{4} m$$

回転軸の周りのモーメント  $I$  は、

$$I = I_d + \left( \frac{r}{2} \right)^2 m = \frac{r^2}{4} m + \frac{r^2}{4} m = \frac{r^2}{2} m$$

運動方程式は、

$$I \frac{d^2 \theta}{dt^2} = N = -\frac{r}{2} mg \sin \theta \approx -\frac{r}{2} mg \theta$$

$$\therefore \frac{d^2 \theta}{dt^2} + \frac{r}{2I} mg \theta = \frac{d^2 \theta}{dt^2} + \omega^2 \theta \approx 0$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{r}{2I} mg} = \sqrt{\frac{r}{2r^2 m} mg} = \sqrt{\frac{g}{r}}$$

$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$$

IV-13、①

微分方程式は、

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + c \frac{dy}{dt} - k(x - y) = 0,$$

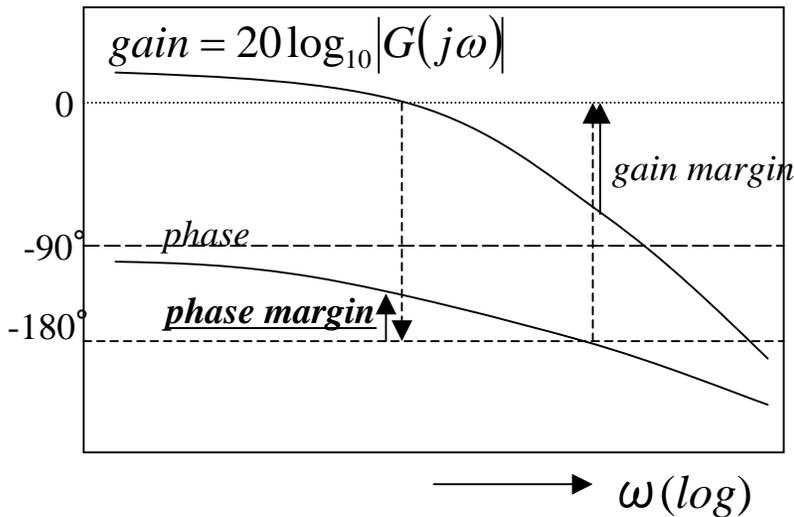
初期値を0としてラプラス変換すると、

$$ms^2 Y + csY + kY = kX$$

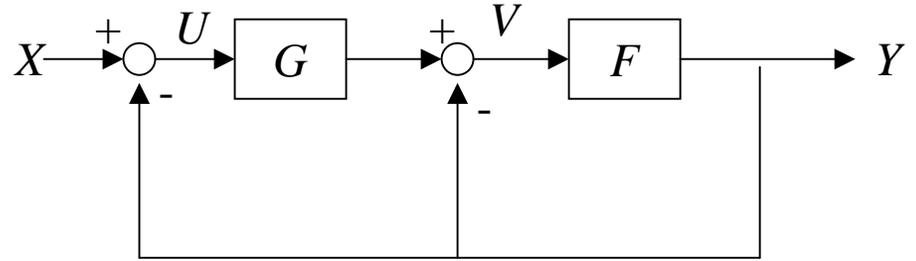
$$\frac{Y}{X} = \frac{k}{ms^2 + cs + k}$$

IV-14、②

Bode diagram



IV-15、③



$$Y = VF, \quad V = UG - Y, \quad U = X - Y$$

$$Y = \{(X - Y)G - Y\}F$$

$$= XGF - YGF - YF$$

$$Y(1 + GF + F) = XGF$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{GF}{1 + GF + F} = \frac{GF}{1 + F + GF}$$

IV-16、③

未完

IV-17、②

合成ばね定数  $k$  は、

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{2k_2}} = \frac{2k_1k_2}{k_1 + 2k_2}$$

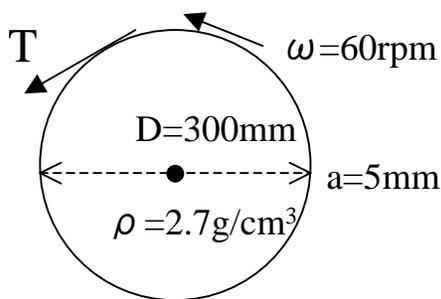
運動方程式は、 $m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f,$$

$$\therefore f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k_1k_2}{(k_1 + 2k_2)m}}$$

IV-18、③



慣性モーメント  $I$  は、

$$I = \int_0^{D/2} x^2 2\pi x \rho a dx = 2\pi \rho a \left[ \frac{x^4}{4} \right]_0^{D/2}$$

$$= 2\pi \rho a \frac{D^4}{4 \times 2^4} = \frac{\pi \rho a D^4}{32}$$

運動方程式は、角速度を  $\omega$  として、

$$I \frac{d\omega}{dt} = T \rightarrow \frac{d\omega}{dt} = \frac{T}{I} \rightarrow \omega = \int_0^{t_1} \frac{T}{I} dt = \frac{T}{I} t_1$$

$$D = 300 \times 10^{-3} = 0.3, a = 5 \times 10^{-3},$$

$$\rho = 2.7 \times 10^{-3} / 10^{-6}$$

$$t_1 = 0.5$$

$$I = \frac{\pi \rho a D^4}{32} = \frac{\pi \times 2.7 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-3} \times 0.3^4}{32}$$

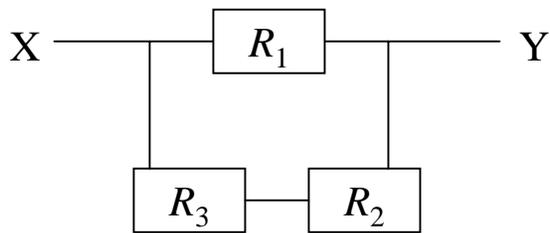
$$= \frac{\pi \times 2.7 \times 5 \times 0.3^4}{32} = 0.0107354 \dots$$

$$\omega = 60 / 60 \text{ rps} = 2\pi \text{ rad / s}$$

$$\omega = \frac{T}{I} t_1 \rightarrow$$

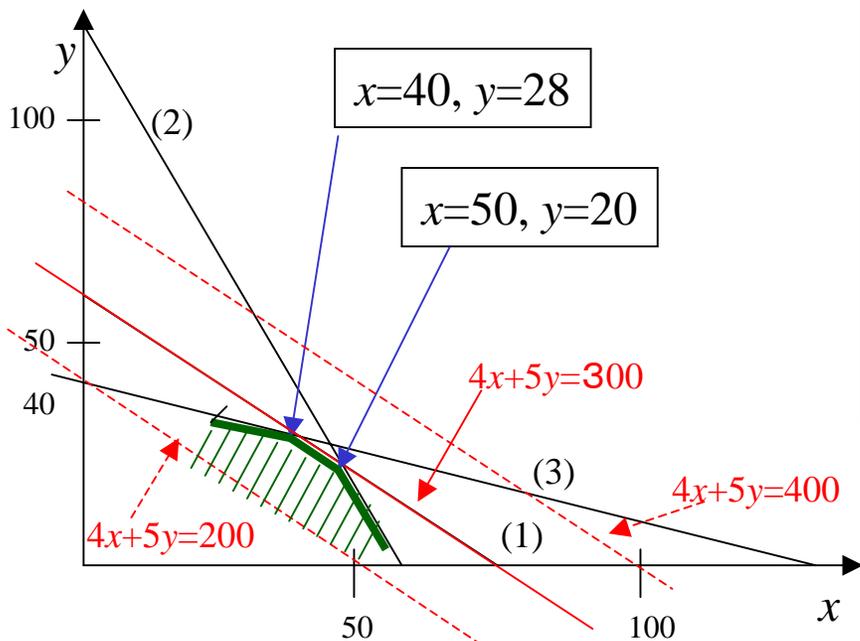
$$T = \frac{I\omega}{t_1} = \frac{0.0107354 \dots \times 2\pi}{0.5} \approx 0.135 [\text{Nm}]$$

IV-34、①



$R_3, R_2$  の直列部分の信頼度は、 $R_3, R_2$  にと、 $R_1$  とが並列接続なので、合成すれば、

$$R_{XY} = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2 R_3)$$



IV-35、③、左下の図参照

$P1: x$  単位、 $P2: y$  単位を生産するとき、原料:  $u$ , 人手:  $v$ , 設備:  $w$  とすると、

$$x: (u: 8, v: 4, w: 3)$$

$$y: (u: 10, v: 2, w: 10)$$

→ 利益  $4x + 5y$

$$u \leq 600, v \leq 240, w \leq 400$$

$$8x + 10y \leq 600 \rightarrow 4x + 5y \leq 300 \dots (1)$$

$$4x + 2y \leq 240 \rightarrow 2x + y \leq 120 \dots (2)$$

$$3x + 10y \leq 400 \dots (3)$$

利益  $4x + 5y$  は(1)と勾配 (傾き) が同じである。

よってこれが、図のように、 $4x + 5y = 200$  から上昇して(1)に重なるときが上限で

(1)(2)の交点(50,20)と

(1)(3)の交点(40,28)との間に

ある。

$x = 45$  のとき、 $y = 24$  で、③はこの範囲にある。

$$4x + 5y = 4 \times 45 + 5 \times 24 = 300$$

で利益は300である。