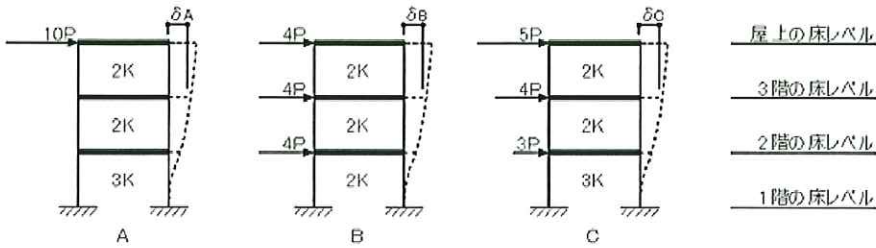


力学9 (層間変位の過去問題)

1 シリーズ ( $\delta = Q/K$ )

問題コード 13041

図のような水平力が作用する3階建の建築物 A, B, C において、それぞれの「3階の床レベル」の「1階の床レベル」に対する水平変位  $\delta_A, \delta_B, \delta_C$  とした場合、それらの大小関係を求めよ。ただし、各建築物に作用する水平力および各階の水平剛性は、図中に示すとおりであり、また、はり<sup>は</sup>剛体とし、柱の伸縮はないものとする。



$$\delta_A = \frac{10P}{3K} + \frac{10P}{2K}$$

$$= \frac{50P}{6K}$$

$$\delta_B = \frac{12P}{2K} + \frac{8P}{2K}$$

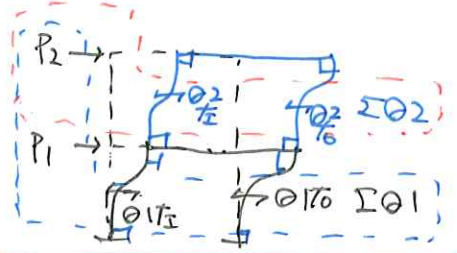
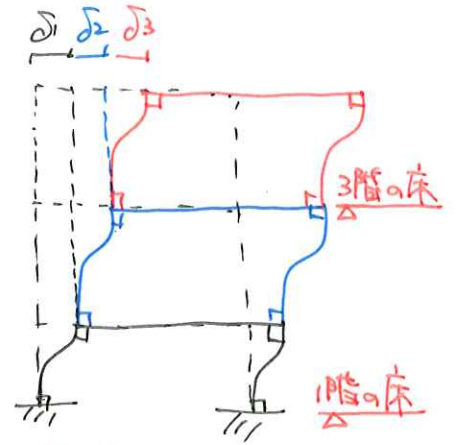
$$= \frac{20P}{2K}$$

$$= \frac{60P}{6K}$$

$$\delta_C = \frac{12P}{3K} + \frac{9P}{2K}$$

$$= \frac{24P + 27P}{6K}$$

$$= \frac{51P}{6K} \rightarrow \delta_B > \delta_C > \delta_A$$

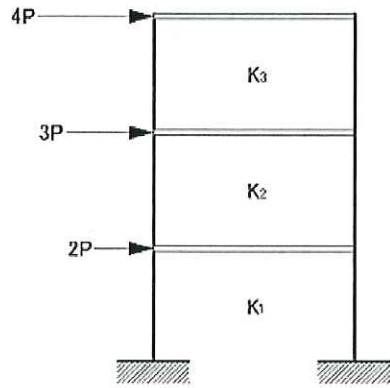


$$\sum \theta_2 = \theta_2 L_2 + \theta_2 L_0 = P_2$$

$$\sum \theta_1 = \theta_1 L_1 + \theta_1 L_0 = P_2 + P_1$$

問題コード 21041

図のような水平力が作用する三層構造物において、各層の層間変位が等しくなるときの各層の水平剛性  $K_1, K_2, K_3$  の比  $K_1 : K_2 : K_3$  を求めよ。ただし、はり<sup>は</sup>剛とし、柱の伸縮はないものとする。



$$\delta_1 = \frac{9P}{K_1}, \delta_2 = \frac{7P}{K_2}, \delta_3 = \frac{4P}{K_3}$$

$$\delta_1 = \delta_2 \text{ (1)}$$

$$\delta_1 = \delta_3 \text{ (2)}$$

$$\frac{9P}{K_1} = \frac{7P}{K_2}$$

$$\frac{9P}{K_1} = \frac{4P}{K_3}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{9P}{7P}$$

$$\frac{K_1}{K_3} = \frac{9P}{4P}$$

$$\therefore K_1 : K_2 = 9 : 7$$

$$K_1 : K_3 = 9 : 4$$

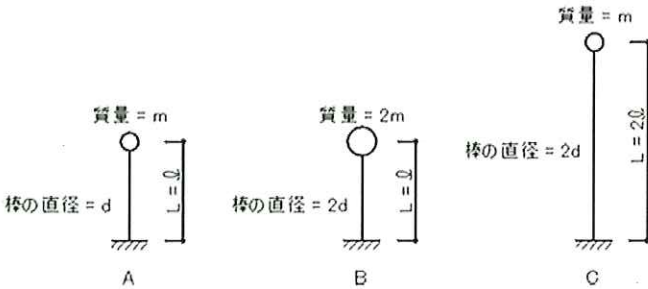
$$\therefore K_1 : K_2 : K_3 = 9 : 7 : 4$$

力学9 (固有周期の過去問題)

1 シリーズ ( $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{mh^3}{3EI}}$ )

問題コード 19071

図のような頂部に集中質量をもつ丸棒A, B, Cにおける固有周期  $T_A, T_B, T_C$  の大小関係を求めよ。ただし、3本の棒はすべて等質とし、棒の質量は無視する。なお、棒のバネ定数は  $\frac{3EI}{L^3}$  (L: 棒の長さ, E: ヤング係数, I: 断面二次モーメント) である。



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{mL^3}{3EI}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{mL^3}{I}}$$

$$I_0 = \frac{\pi d^4}{64} \approx 0.6 \times I_A$$

$$I_A = \frac{d^4}{12}$$

$$I_A : I_B : I_C = d^4 : (2d)^4 : (2d)^4 = 1 : 16 : 16$$

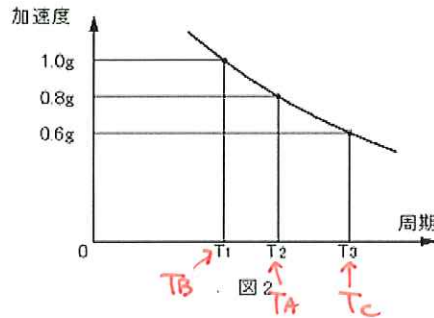
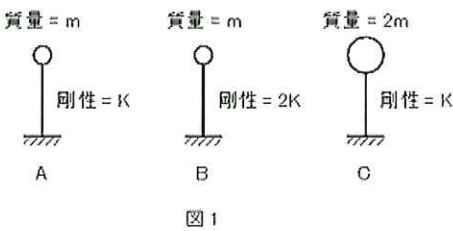
$$T_A : T_B : T_C = \sqrt{\frac{m \cdot L^3}{I}} : \sqrt{\frac{2m \cdot L^3}{16}} : \sqrt{\frac{m \cdot (2L)^3}{16}} = 1 : \sqrt{\frac{1}{8}} : \sqrt{\frac{1}{2}} = \sqrt{8} : \sqrt{1} : \sqrt{4}$$

$$\therefore T_A > T_C > T_B$$

2 シリーズ (加速度応答スペクトル  $Q=am$ )

問題コード 13071

図1のような頂部に集中荷重をもつ棒A, B, Cにおける固有周期をそれぞれ  $T_A, T_B, T_C$  とする場合において、それぞれの棒の脚部に図2のような加速度応答スペクトルをもつ地震動が入力されたとき、棒に生じる応答せん断力が、 $Q_A, Q_B, Q_C$  となった。 $Q_A, Q_B, Q_C$  の大小関係を求めよ。ただし、 $T_A, T_B, T_C$  は図2の  $T_1, T_2, T_3$  のいずれかに対応し、応答は水平方向であり、弾性範囲内とする。



・ 慣性力

$$F = m \cdot a$$

$$F = \text{質量} \times \text{加速度}$$

・ 加速度応答スペクトル

→ 加速度の早見表

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}, T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2K}}, T_C = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{K}} \text{ より } T_B < T_A < T_C$$

$$T_A \text{ の加速度 } a_A = 0.8g$$

$$T_B \text{ " } a_B = 1.0g \Rightarrow$$

$$T_C \text{ " } a_C = 0.6g$$

$$Q_A = m_A \times a_A = m \times 0.8g = 0.8mg$$

$$Q_B = m_B \times a_B = m \times 1.0g = 1.0mg$$

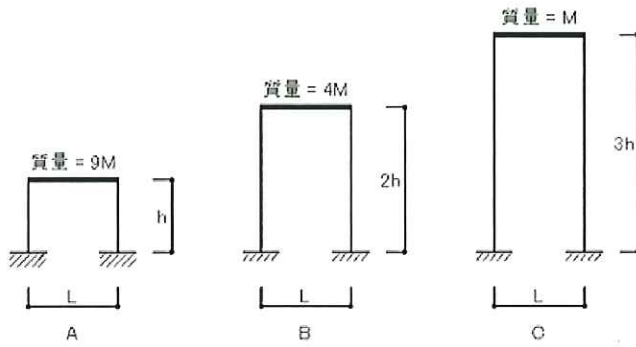
$$Q_C = m_C \times a_C = 2m \times 0.6g = 1.2mg \therefore Q_A < Q_B < Q_C$$

1'シリーズ (柱 2 本)

演習問題として解いてみよう！ (5 分間)

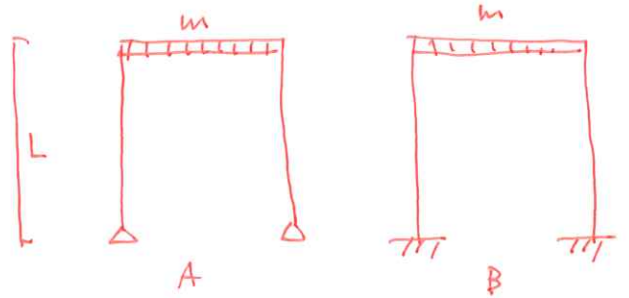
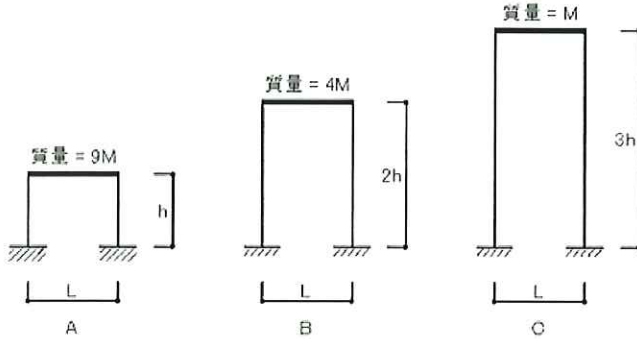
問題コード 23071

図のようなラーメン架構A, B, Cの水平方向の固有周期をそれぞれ  $T_A, T_B, T_C$  としたとき, それらの大小関係を求めよ. ただし, すべての柱は, 等質等断面とし, すべての梁は剛体とする.



問題コード 23071

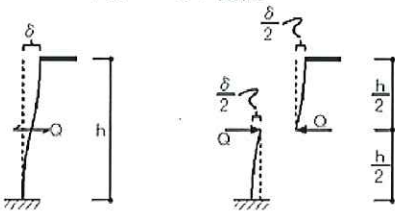
図のようなラーメン架構A, B, Cの水平方向の固有周期をそれぞれ  $T_A, T_B, T_C$  としたとき, それらの大小関係を求めよ. ただし, すべての柱は, 等質等断面とし, すべての梁は剛体とする.



解説:

固有周期を  $T$  とすると,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \quad \begin{array}{l} m: \text{物質の質量} \\ K: \text{剛性} \end{array}$$



柱には一様にせん断力  $Q$  が作用する.

この  $Q$  による「たわみ」を  $\frac{\delta}{2}$  として考えると,

$$\frac{\delta}{2} = \frac{Q(h/2)^3}{3EI}$$

$$\delta = \frac{Qh^3}{12EI} = \frac{Q}{K}$$

$$K = \frac{12EI}{h^3}$$

門型ラーメンの場合, 柱が2本あるので,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{12EI}{h^3} \times 2}} = 2\pi \sqrt{\frac{mh^3}{24EI}}$$

$$T_A = 2\pi \sqrt{\frac{9M \times h^3}{24EI}} = 2\pi \sqrt{\frac{9Mh^3}{24EI}}$$

$$T_B = 2\pi \sqrt{\frac{4M \times (2h)^3}{24EI}} = 2\pi \sqrt{\frac{32Mh^3}{24EI}}$$

$$T_C = 2\pi \sqrt{\frac{M \times (3h)^3}{24EI}} = 2\pi \sqrt{\frac{27Mh^3}{24EI}}$$

$$\therefore T_B > T_C > T_A$$

解答:  $T_B > T_C > T_A$

$$T_A = 2\pi \sqrt{\frac{mL^3}{3EI \times 2}}, \quad T_B = 2\pi \sqrt{\frac{mL^3}{12EI \times 2}}$$

不変中心      柱が2本      柱が2本      柱が2本

不変中心      柱が2本      柱が2本      柱が2本

不変中心      柱が2本      柱が2本      柱が2本