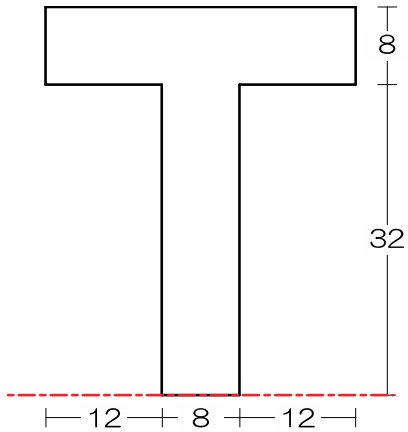


『解法01』 中立軸（図心、断面1次モーメント） ⇒ 『解法手順01』 @サブテキP5

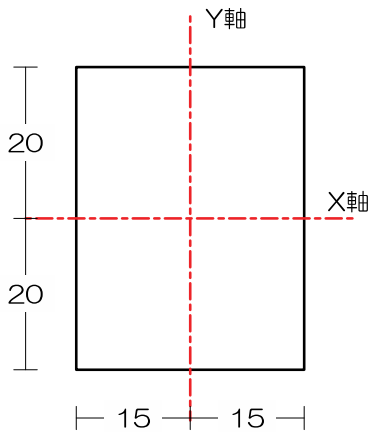
【問1】 以下の断面の「図心」の位置を求めよ。



解答：底部より 26

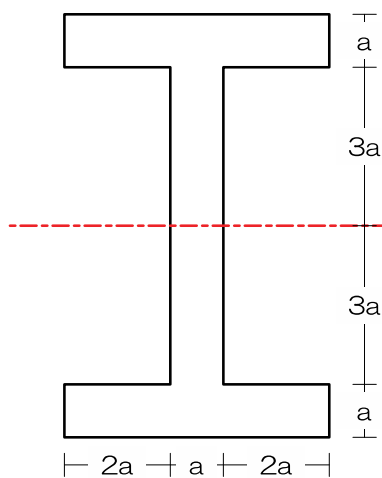
『解法02』 断面2次M、断面係数 ⇒ 『解法手順02』 @サブテキP7

【問2】 以下の断面のX・Y軸それぞれにおける「断面2次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



解答： $I_x = 160,000$ 、 $Z_x = 8,000$ 、 $I_y = 90,000$ 、 $Z_y = 6,000$

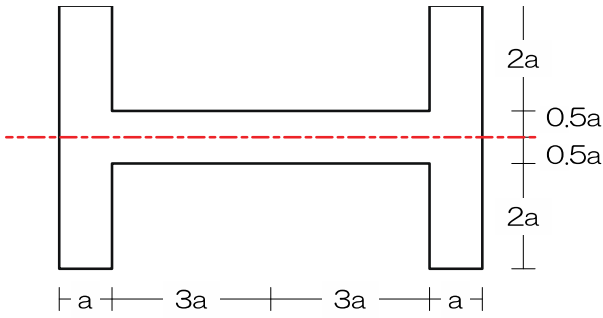
【問3】 以下の断面の示された軸における「断面2次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



解答： $I = 424a^4/3$ 、 $Z = 106a^3/3$



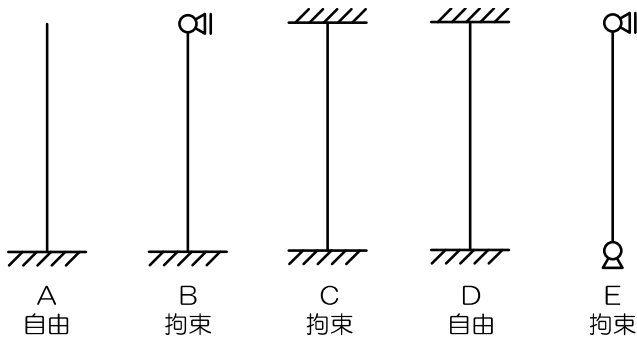
【問4】以下の断面の示された軸における「断面2次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



解答: $I = 64a^4/3$, $Z = 128a^3/15$

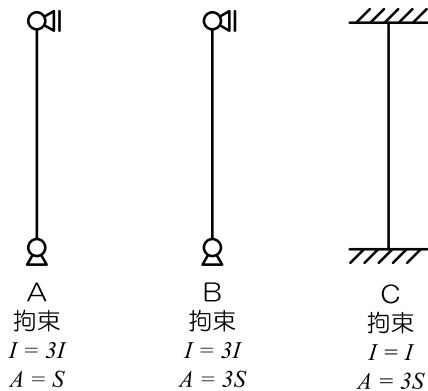
【解法05】座屈 ⇒ 【解法手順05】@サブテキP10

【問5】以下の各柱における「座屈長さ」の理論値を求めよ。ただし、上端の支持条件は以下に示すものとする。



解答: $\alpha_A = 2.0$, $\alpha_B = 0.7$, $\alpha_C = 0.5$, $\alpha_D = 1.0$, $\alpha_E = 1.0$

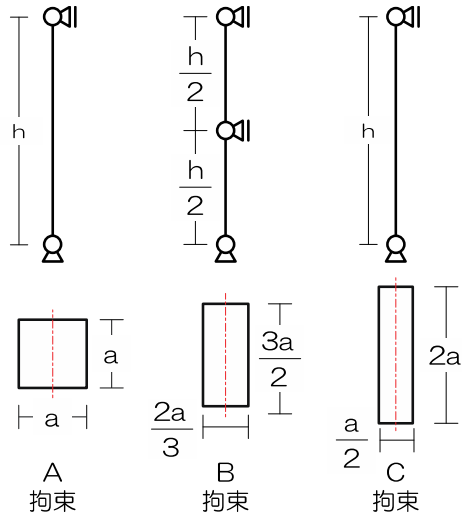
【問6】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示すものとする (I …断面2次モーメント、 A …断面積)。また各部材の長さを h 、ヤング係数は共通で E とする。(H9)



解答: $N_{kA} = 3\pi^2 EI / (h^2)$, $N_{kB} = 3\pi^2 EI / (h^2)$, $N_{kC} = 4\pi^2 EI / (h^2)$

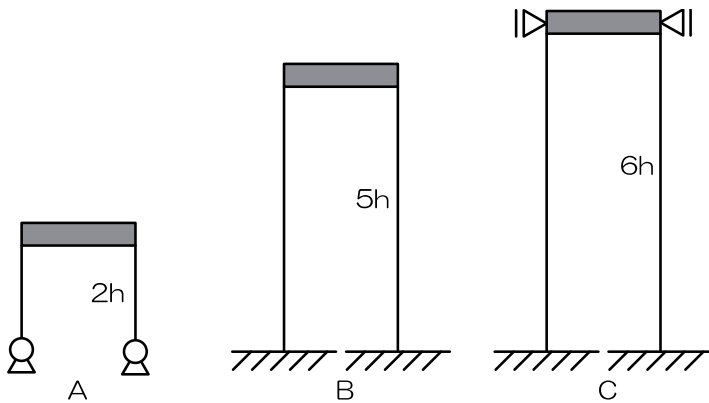


【問7】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示すものとする。また、ヤング係数は共通でEとする。(H6)



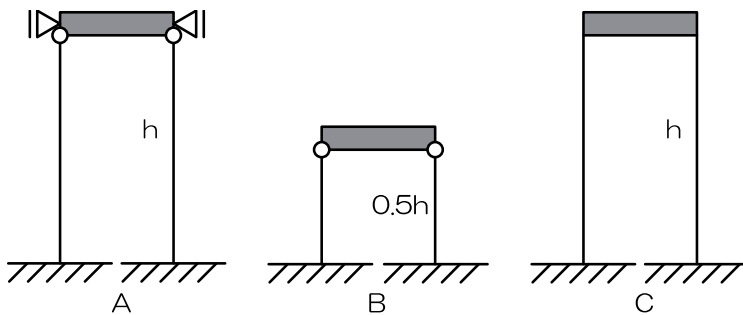
解答： $N_{kA} = \pi^2 E / (12h^2)$ 、 $N_{kB} = 4\pi^2 E / (27h^2)$ 、 $N_{kC} = \pi^2 E / (48h^2)$

【問8】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、各部材は等質・等断面で、断面2次モーメントをI、ヤング係数をEとする。(H4)



解答： $N_{kA} = \pi^2 EI / (16h^2)$ 、 $N_{kB} = \pi^2 EI / (25h^2)$ 、 $N_{kC} = \pi^2 EI / (9h^2)$

【問9】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、各部材は等質・等断面で、断面2次モーメントをI、ヤング係数をEとする。(H13)



解答： $N_{kA} = \pi^2 EI / (0.49h^2)$ 、 $N_{kB} = \pi^2 EI / (h^2)$ 、 $N_{kC} = \pi^2 EI / (h^2)$



【【解答】】

【問1】 対象軸を決定の後、断面を分割して考えましょう

底面を基準軸とし、右図のように
赤(A)・青(B)の部分に分割

青部分の断面1次モーメントは

$$S_A = A_A \times y_A$$

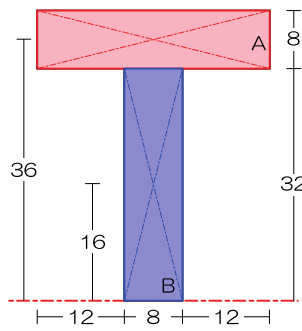
$$S_A = (32 \times 8) \times 16$$

↑このまま放置(計算しない)

赤部分の断面1次モーメントは

$$S_B = A_B \times y_B$$

$$S_B = (8 \times 32) \times 36 \quad \leftarrow \text{上に同じ}$$



全体の断面積は

$$A_{All} = (8 \times 32) + (32 \times 8)$$

図心の位置を求める(公式に代入)

$$y = \frac{S_A + S_B}{A_A + A_B}$$

$$y = \frac{(32 \times 8) \times 16 + (8 \times 32) \times 36}{(8 \times 32) + (32 \times 8)}$$

$$y = \frac{(32 \times 8)(16 + 36)}{(32 \times 8) \times 2}$$

$$y = \frac{16 + 36}{2}$$

$$y = 26$$

↑安易に計算をしないで通分を心がけると計算が楽!

【問2】 軸が交わっている方を3乗ね

X軸の断面2次モーメント・断面係数

$$I_X = \frac{30 \times 40 \times 40 \times 40}{12}$$

$$I_X = 160000$$

$$Z_X = 8000$$

Y軸の断面2次モーメント・断面係数

$$I_Y = \frac{40 \times 30 \times 30 \times 30}{12}$$

$$I_Y = 90000$$

$$Z_Y = 6000$$

【問3】 複雑な断面は分割し考える(分割図形の軸は揃えてね!)

赤(A)と青(B)に分割

赤部分から青部分を引くと全体の断面2次モーメントが求められる

断面2次モーメントを求める

$$I = I_A - I_B \times 2$$

$$I_A = \frac{5a \times 8a \times 8a \times 8a}{12}$$

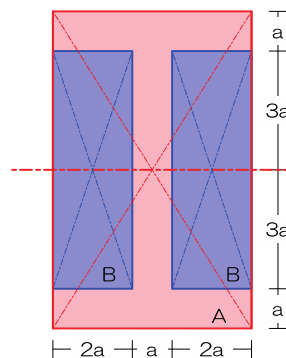
$$I_A = \frac{640}{3} a^4$$

$$I_B = \frac{2a \times 6a \times 6a \times 6a}{12}$$

$$I_B = 36a^4$$

$$I = \frac{640}{3} a^4 - 36a^4 \times 2$$

$$I = \frac{424}{3} a^4$$



断面係数を求める

$$Z = \frac{I}{y/2}$$

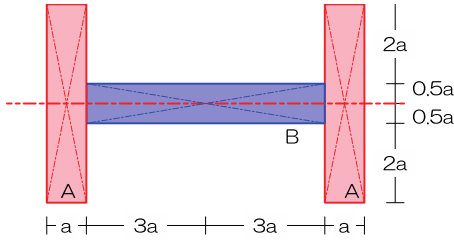
$$Z = \frac{424}{3} a^4 \times \frac{2}{8a}$$

$$Z = \frac{106}{3} a^3$$



【問4】 軸が変わると分割方法も変化しますよ

赤（A）と青（B）に分割（今度は足し算）



全体の断面 2 次モーメントは

$$I = \frac{125}{12}a^4 \cdot 2 + \frac{1}{2}a^4$$

$$I = \frac{64}{3}a^4$$

断面係数を求める

$$Z = \frac{I}{y/2}$$

$$Z = \frac{64}{3}a^4 \times \frac{2}{5a}$$

$$Z = \frac{128}{15}a^3$$

A・Bそれぞれの断面 2 次モーメントを求める

$$I = I_A \cdot 2 + I_B$$

$$I_A = \frac{a \cdot 5a \cdot 5a \cdot 5a}{12}$$

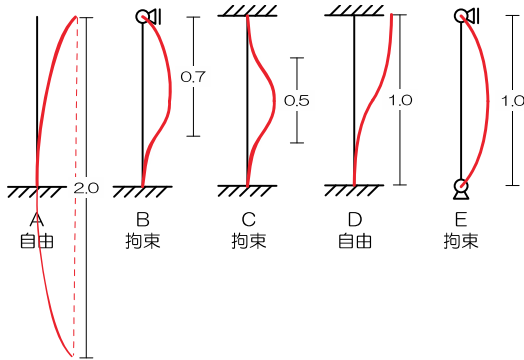
$$I_A = \frac{125}{12}a^4$$

$$I_B = \frac{6a \cdot a \cdot a \cdot a}{12}$$

$$I_B = \frac{1}{2}a^4$$

【問5】 実際に座屈する様子を記入すると分かりやすいと思います

座屈の様子を図示する



$$a_A = 2.0$$

$$a_B = 0.7$$

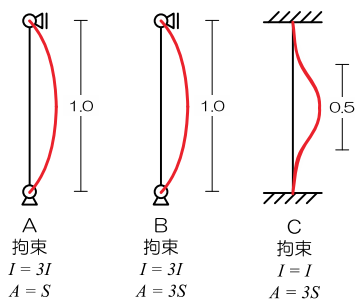
$$a_C = 0.5$$

$$a_D = 1.0$$

$$a_E = 1.0$$

【問6】 ヒッカケ問題です…断面積は関係ないですね

座屈の様子を図示する



$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} \text{ より}$$

$$N_{kA} = \frac{\rho^2 E 3I}{(h \cdot 1)^2} = \frac{3\rho^2 EI}{h^2}$$

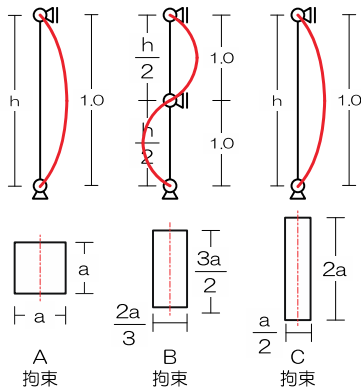
$$N_{kB} = \frac{\rho^2 E 3I}{(h \cdot 1)^2} = \frac{3\rho^2 EI}{h^2}$$

$$N_{kC} = \frac{\rho^2 EI}{(h \cdot 0.5)^2} = \frac{4\rho^2 EI}{h^2}$$



【問7】 真ん中の柱は部材が2つあると考えて、弱い方（今回は2つとも同じですが…）の弾性座屈荷重のみを求めます

座屈の様子を図示する



それぞれの断面2次モーメントを求める

$$I_A = \frac{a \times a \times a \times a}{12} = \frac{1}{12} a^4$$

$$I_B = \frac{\frac{3}{2} a \times \frac{2}{3} a \times \frac{2}{3} a \times \frac{2}{3} a}{12} = \frac{1}{27} a^4$$

$$I_C = \frac{2a \times \frac{1}{2} a \times \frac{1}{2} a \times \frac{1}{2} a}{12} = \frac{1}{48} a^4$$

弾性座屈荷重を求める

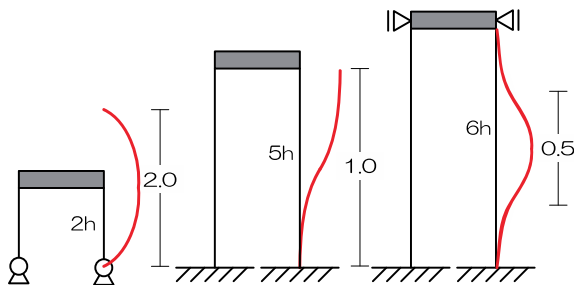
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 E \frac{1}{12} a^4}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{12} \frac{\pi^2 E a^4}{h^2}$$

$$N_{kB} = \frac{\pi^2 E \frac{1}{27} a^4}{(\frac{1}{2} h \times 1)^2} = \frac{4}{27} \frac{\pi^2 E a^4}{h^2}$$

$$N_{kC} = \frac{\pi^2 E \frac{1}{48} a^4}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{48} \frac{\pi^2 E a^4}{h^2}$$

【問8】 ラーメン（柱+梁）でも基本は一緒です

座屈の様子を図示する



弾性座屈荷重を求める

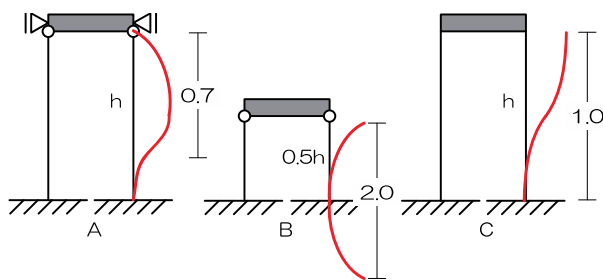
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 EI}{(2h \times 2)^2} = \frac{1}{16} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

$$N_{kB} = \frac{\pi^2 EI}{(5h \times 1)^2} = \frac{1}{25} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

$$N_{kC} = \frac{\pi^2 EI}{(6h \times 0.5)^2} = \frac{1}{9} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

【問9】 上記問8と同じ…

座屈の様子を図示する



弾性座屈荷重を求める

$$N_{kA} = \frac{\pi^2 EI}{(h \times 0.7)^2} = \frac{1}{0.49} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

$$N_{kB} = \frac{\pi^2 EI}{(0.5h \times 2)^2} = \frac{1}{1} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

$$N_{kC} = \frac{\pi^2 EI}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{1} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

