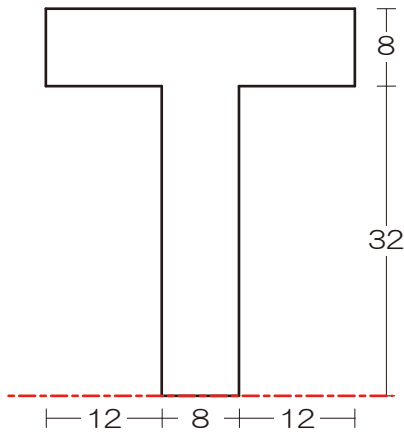


『解法 01』 中立軸（図心、断面 1 次モーメント） ⇒ 『解法手順 01』 @サブテキ P5

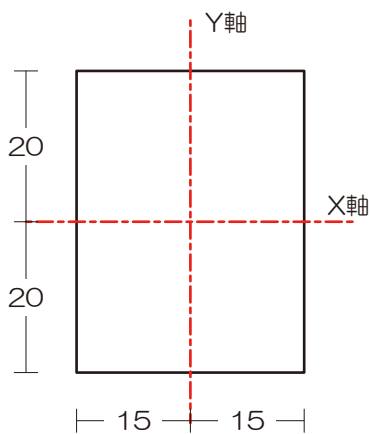
【問 1】 以下の断面の「図心」の位置を求めよ。



解答：底部より 26

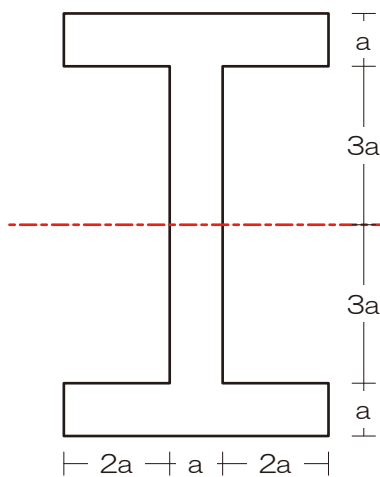
『解法 02』 断面 2 次 M、断面係数 ⇒ 『解法手順 02』 @サブテキ P7

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

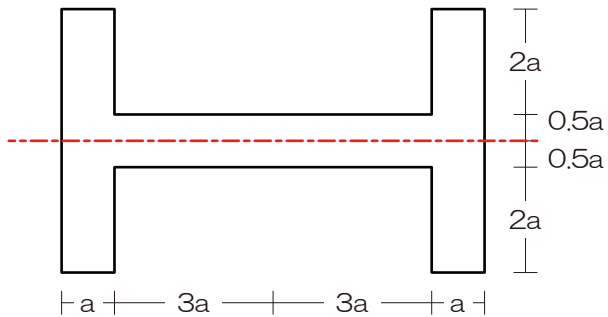
【問 3】 以下の断面の示された軸における「断面 2 次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



解答： $I = 424a^4/3$ 、 $Z = 106a^3/3$



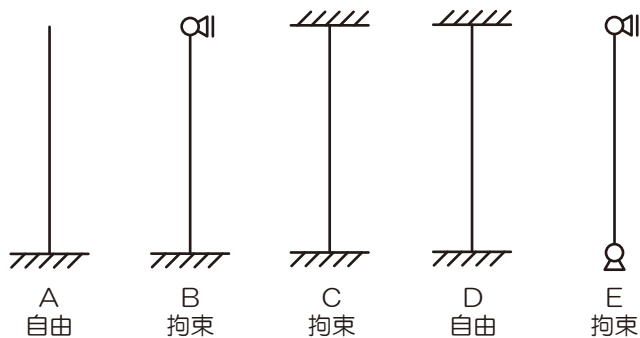
【問 4】以下の断面の示された軸における「断面 2 次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



解答： $I = 64a^4/3$ 、 $Z = 128a^3/15$

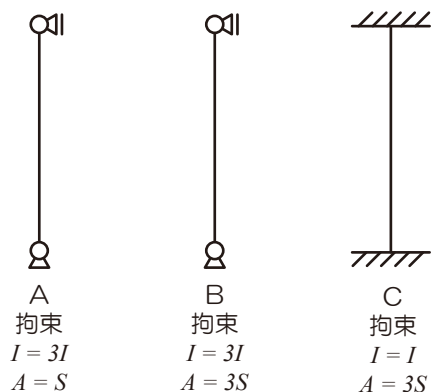
『解法 05』座屈 ⇒ 『解法手順 05』@サブテキ P10

【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： $\alpha_A = 2.0$ 、 $\alpha_B = 0.7$ 、 $\alpha_C = 0.5$ 、 $\alpha_D = 1.0$ 、 $\alpha_E = 1.0$ 、

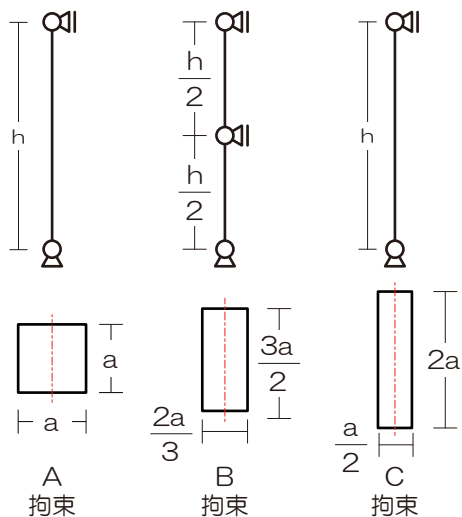
【問 6】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示すものとする（ I …断面 2 次モーメント、 A …断面積）。また各部材の長さを h 、ヤング係数は共通で E とする。（H9）



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

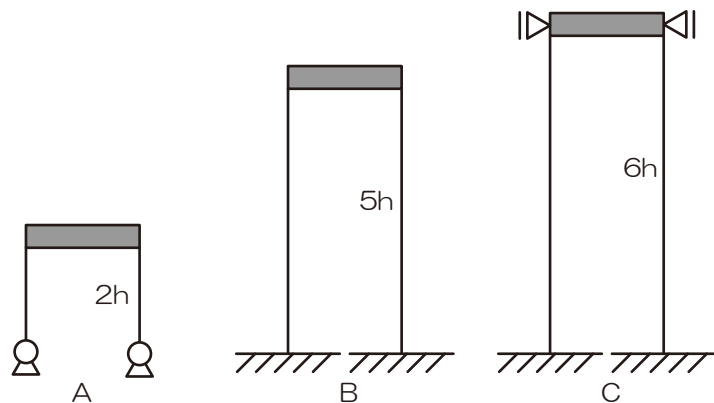


【問 7】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示すものとする。また、ヤング係数は共通でEとする。(H6)



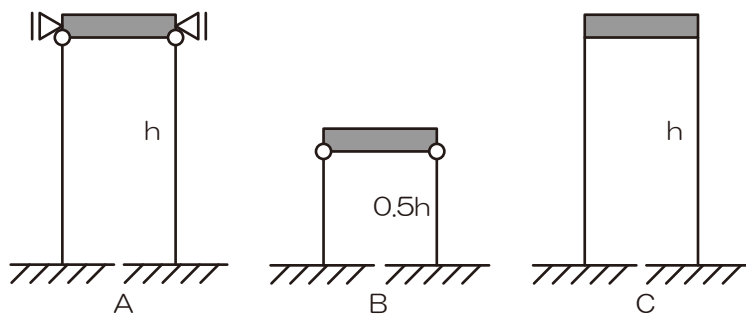
解答： $N_{kA} = \pi^2 E / (12h^2)$ 、 $N_{kB} = 4\pi^2 E / (27h^2)$ 、 $N_{kC} = \pi^2 E / (48h^2)$

【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

$$S_A = A_A \times y_A$$

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

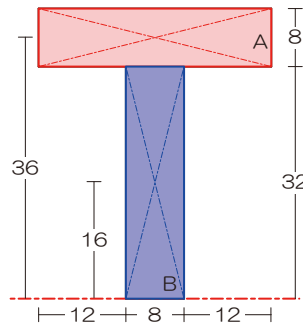
↑ このまま放置（計算しない）

赤部分の断面 1 次モーメントは

$$S_B = A_B \times y_B$$

$$S_B = (8 \times 32) \times 36$$

←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

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

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

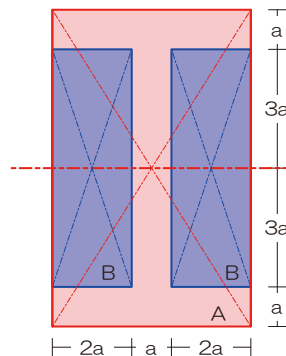
$$I_A = \frac{640}{3} a^4$$

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

$$I_B = 36a^4$$

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

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



断面係数を求める

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

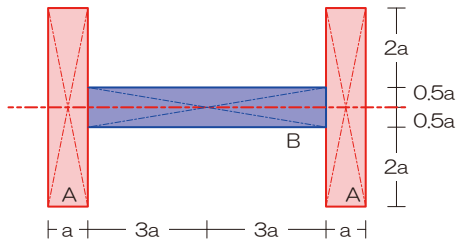
$$Z = \frac{424}{3} a^4 \times \frac{2}{8a}$$

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



【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）



A・Bそれぞれの断面 2 次モーメントを求める

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

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

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

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

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

全体の断面 2 次モーメントは

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

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

断面係数を求める

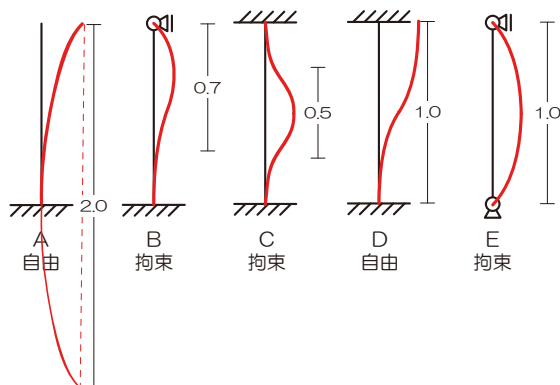
$$Z = \frac{I}{y/2}$$

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

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

【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



$$\alpha_A = 2.0$$

$$\alpha_B = 0.7$$

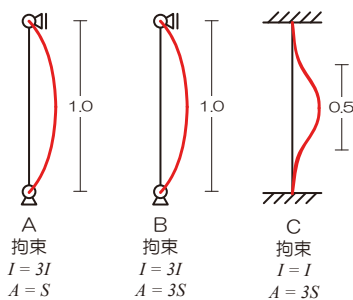
$$\alpha_C = 0.5$$

$$\alpha_D = 1.0$$

$$\alpha_E = 1.0$$

【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



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

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

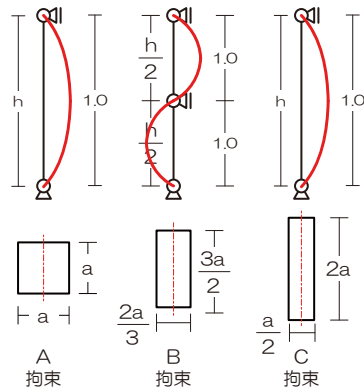
$$N_{kB} = \frac{\pi^2 E 3I}{(h \times 1)^2} = \frac{3\pi^2 EI}{h^2}$$

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



【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

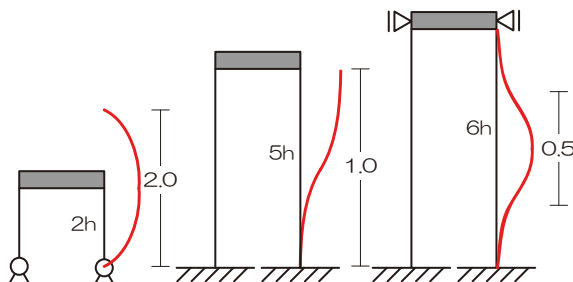
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 E \frac{1}{12} a^4}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{12} \frac{\pi^2 E a^4}{h^2}$$

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

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

【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

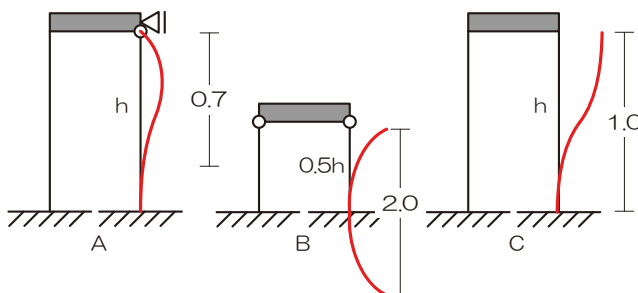
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 EI}{(2h \times 2)^2} = \frac{1}{16} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

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

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

【問 9】 上記問 8 に同じ…

座屈の様子を図示する



弾性座屈荷重を求める

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

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

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

