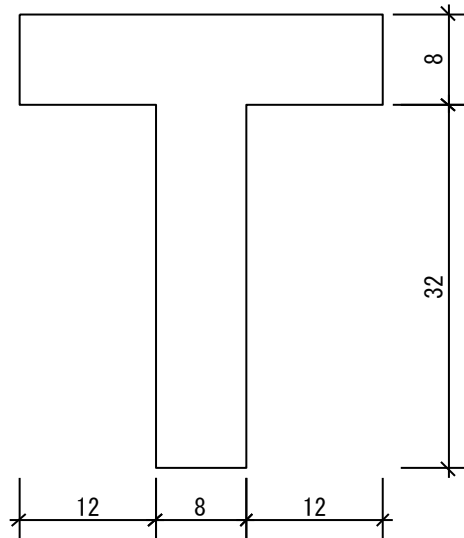
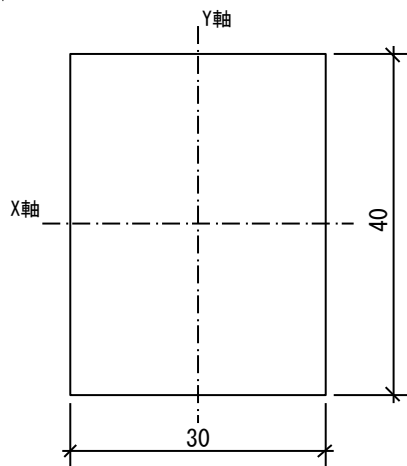


(1) 断面の性質

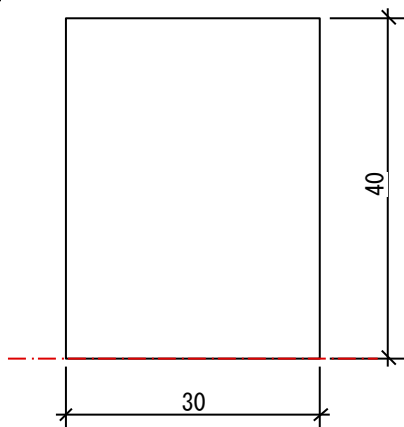
問1 以下の断面の「図心」の位置を求めよ。(H6 改)



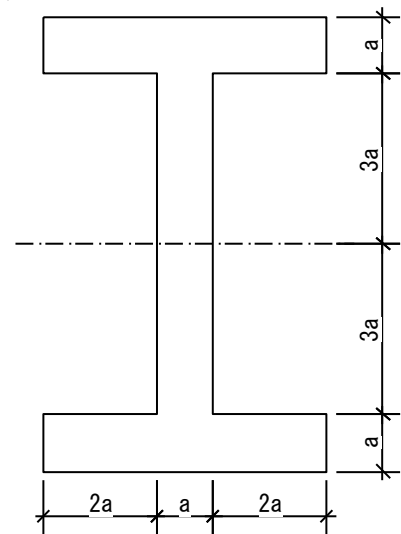
問2 以下の断面のX・Y軸それぞれにおける「断面 2 次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



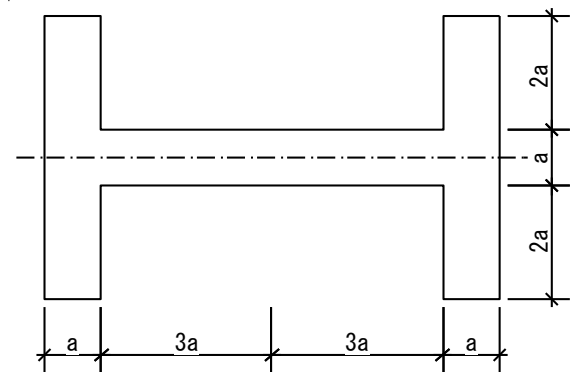
問3 以下の断面の底部における「断面 2 次モーメント」を求めよ。



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。(H9 改)



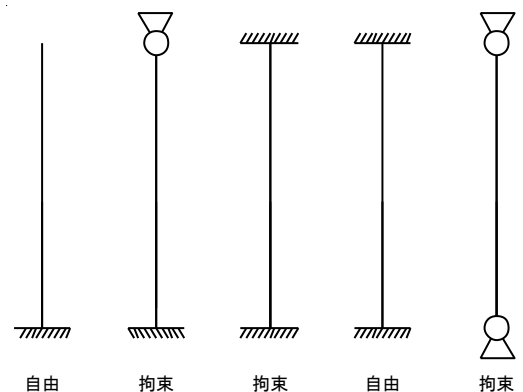
問5 以下の断面の示された軸における「断面 2 次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



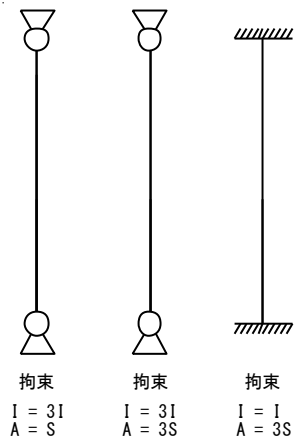
(2) 座屈

問6 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。

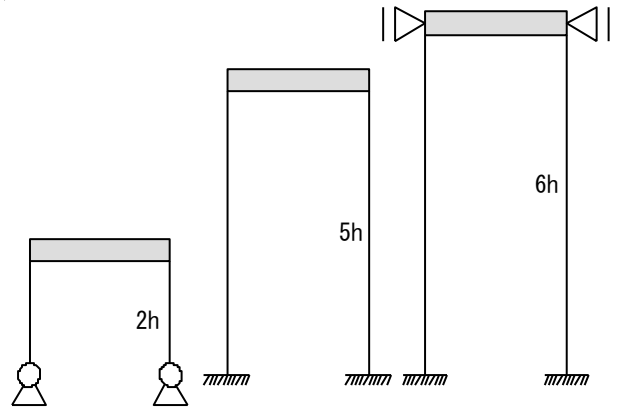
(H8)



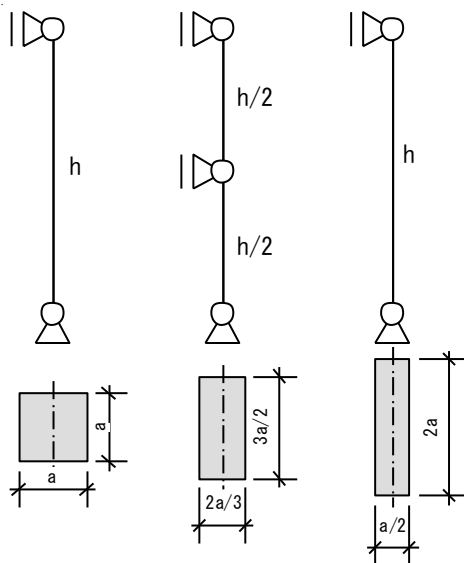
問7 以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、
上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示す
ものとする(I …断面 2 次モーメント、A …断面積)。
また各部材の長さを h、ヤング係数は共通で E とす
る。(H9)



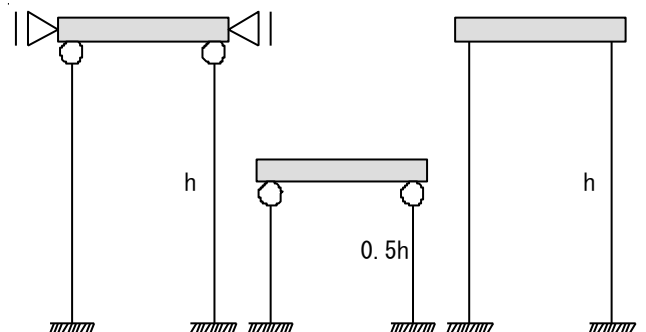
問9 以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、
各部材は等質・等断面で、断面 2 次モーメントを I、
ヤング係数を E とする。(H4)



問8 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)



問10 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

(1) 断面の性質

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

そのまんま、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

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

$$I_Y = 90000$$

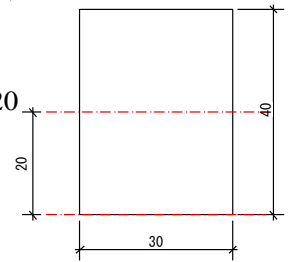
$$Z_Y = 6000$$

問 3：軸が図心からずれると断面 2 次モーメントは増加しますね

$$I = I_X + A \times y^2$$

$$I = 160000 + 40 \times 30 \times 20 \times 20$$

$$I = 640000$$



問 4：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

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

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

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

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

$$I_B = 36a^4$$

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

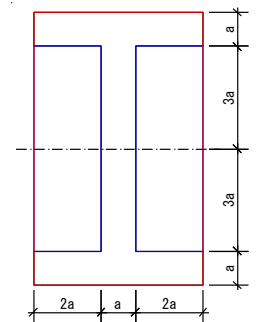
$$I = \frac{424}{3} a^4$$

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 5：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)

断面 2 次モーメントを求める

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

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

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

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

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

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

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

断面係数を求める

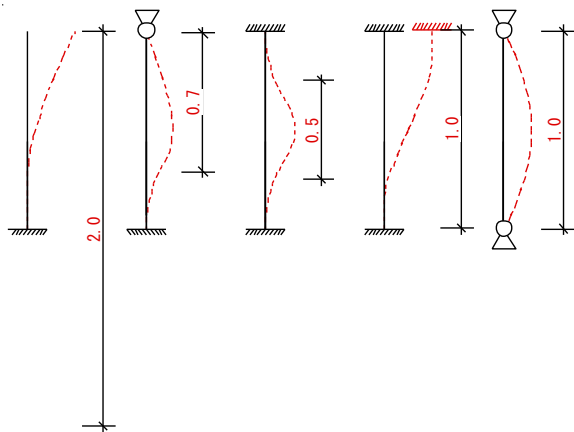
$$Z = \frac{I}{y/2}$$

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

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

(2) 座屈

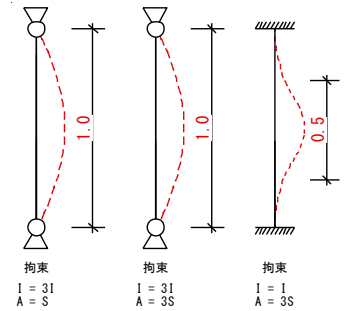
問 6：実際に座屈する様子を記入すると分かりやすいと思います



問 7：ヒッカケ問題です…断面積は関係ないですね

左より A、B、C とする

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



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

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

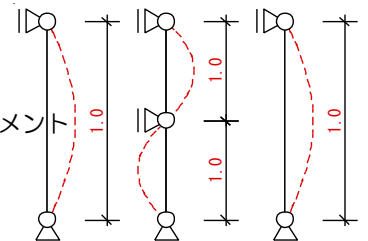
$$N_{kC} = \frac{\pi^2 EI}{(h \times 0.5)^2} = \frac{4\pi^2 EI}{h^2}$$

問 8：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

左より A、B、C とする

それぞれの断面 2 次モーメント

を求める



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

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

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

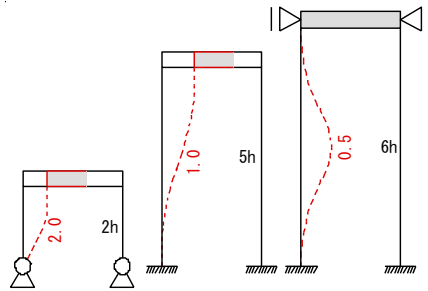
弾性座屈荷重を求める

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

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

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

問 9：ラーメン（柱+梁）でも基本は一緒です

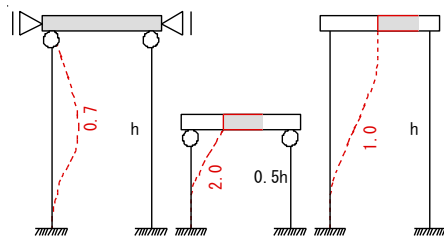


$$N_{kA} = \frac{\pi^2 EI}{(2h \times 2)^2} = \frac{1}{16} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

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

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

問 10：上記問 10 に同じ…



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

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

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