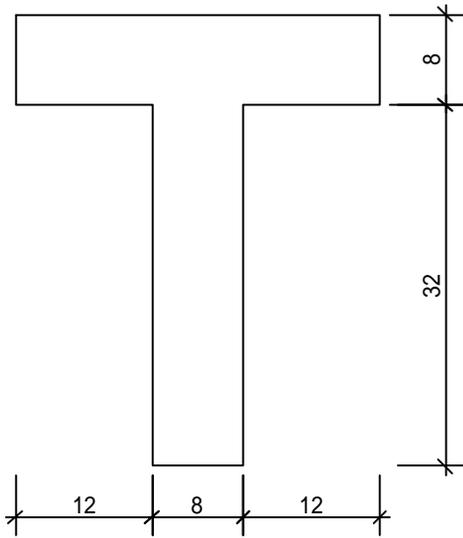


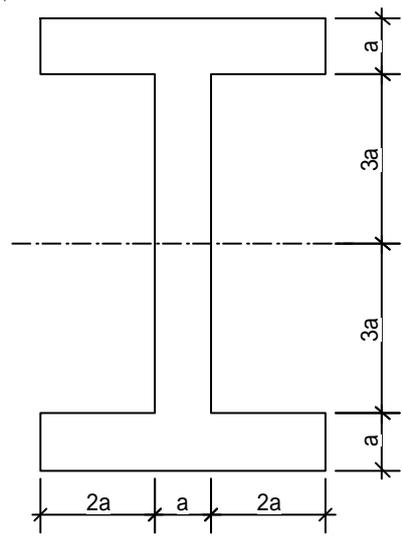


(1) 断面の性質

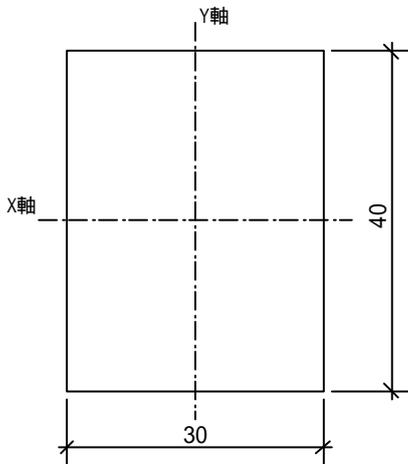
問1 以下の断面の「図心」の位置を求めよ。(H6 改)



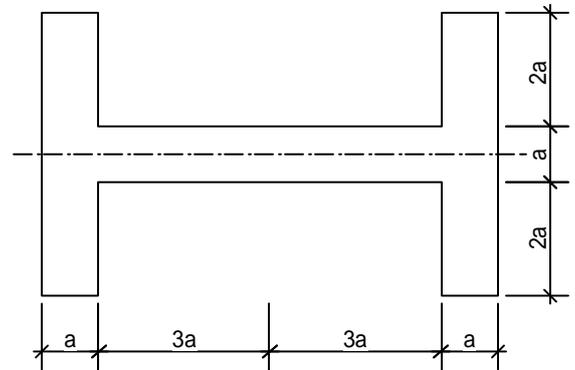
問4 以下の断面の示された軸における「断面 2 次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。(H9 改)



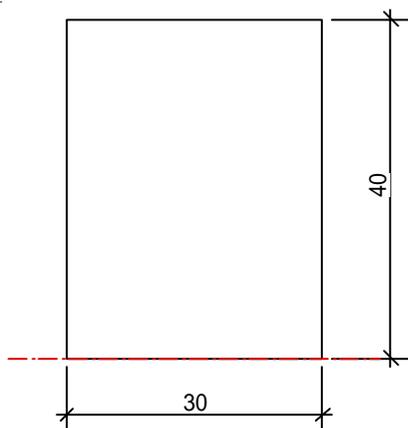
問2 以下の断面のX・Y軸それぞれにおける「断面 2 次モーメント」「断面係数」をそれぞれ求めよ。



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。

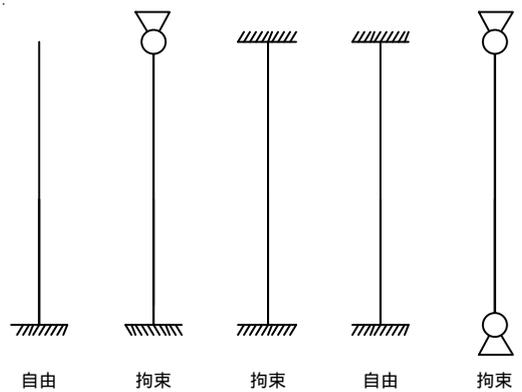


問3 以下の断面の底部における「断面 2 次モーメント」を求めよ。

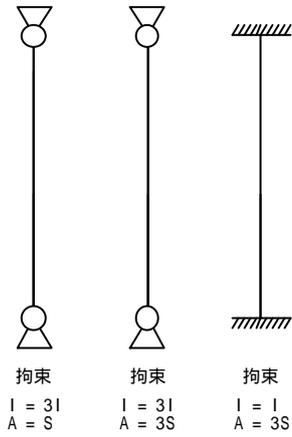


(2) 座屈

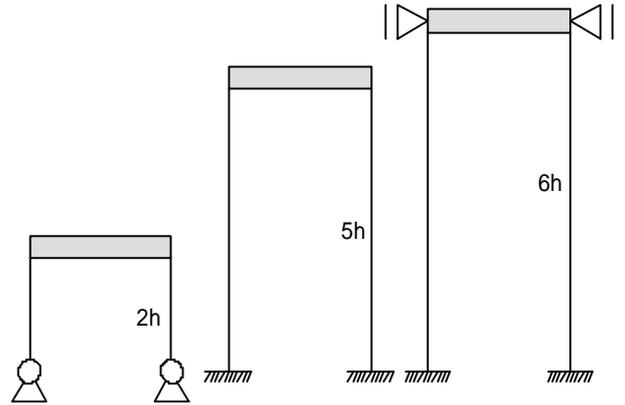
問6 以下の各柱における「座屈長さ」の理論値を求めよ。ただし、上端の支持条件は以下に示すものとする。(H8)



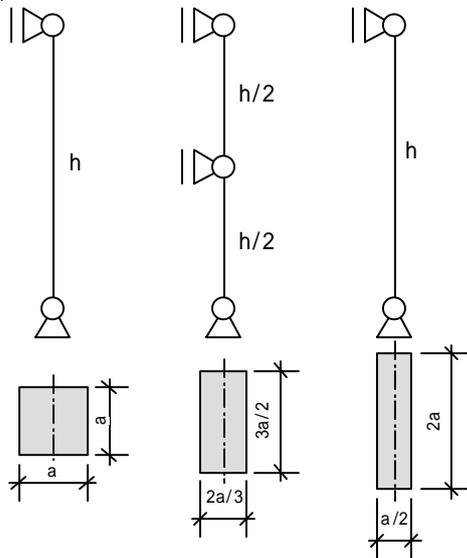
問7 以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示すものとする(1...断面 2 次モーメント、A...断面積)。また各部材の長さを  $h$ 、ヤング係数は共通で  $E$  とする。(H9)



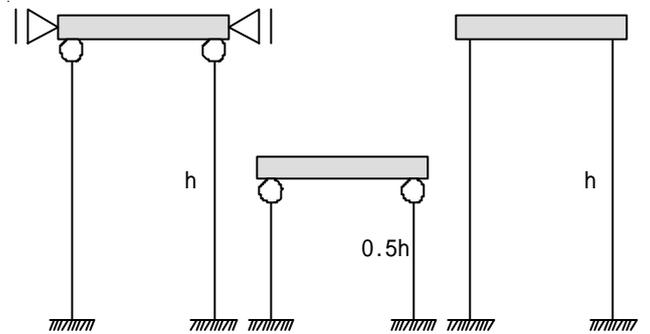
問9 以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、各部材は等質・等断面で、断面 2 次モーメントを  $I$ 、ヤング係数を  $E$  とする。(H4)



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

$$S_B = A_B \times y_B$$

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

そのまま、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

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

$$I_Y = 90000$$

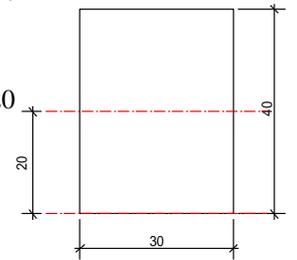
$$Z_Y = 6000$$

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

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

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

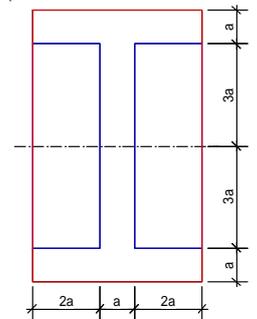
$$I_A = \frac{640}{3} a^4$$

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

$$I_B = 36a^4$$

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

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



断面係数を求める

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

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

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

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

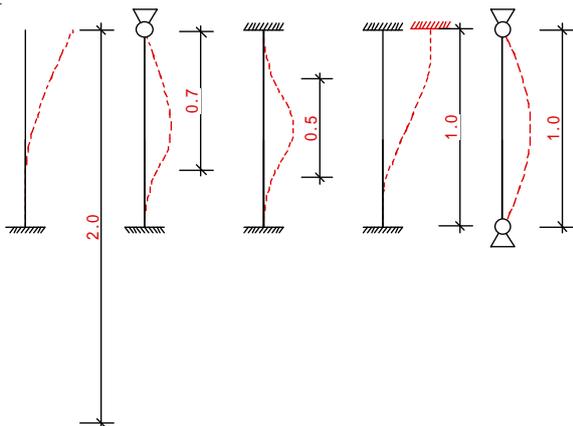
$$Z = \frac{I}{y/2}$$

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

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

(2) 座屈

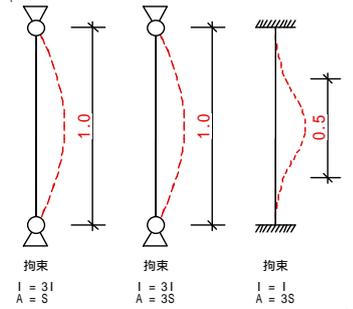
問6:実際に座屈する様子を記入すると分かりやすいと思います



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

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



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

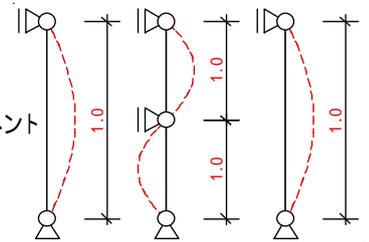
$$N_{kB} = \frac{\pi^2 E 3I}{(h \times 1)^2} = \frac{3\pi^2 EI}{h^2}$$

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

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



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

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

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

弾性座屈荷重を求める

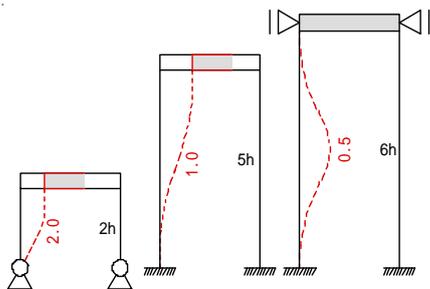
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 E \frac{1}{12} a^4}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{12} \frac{\pi^2 E a^4}{h^2}$$

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

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



問9: ラーメン(柱+梁)でも基本は一緒です

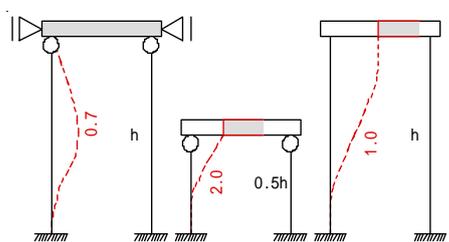


$$N_{kA} = \frac{\pi^2 EI}{(2h \times 2)^2} = \frac{1}{16} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

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

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

問10: 上記問10と同じ...



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

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

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