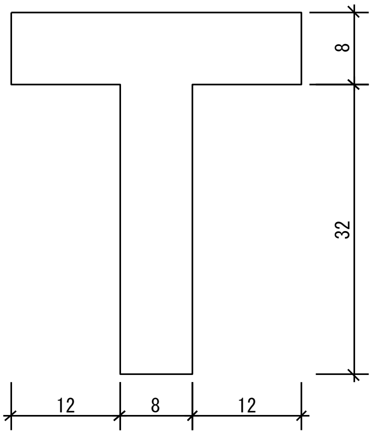
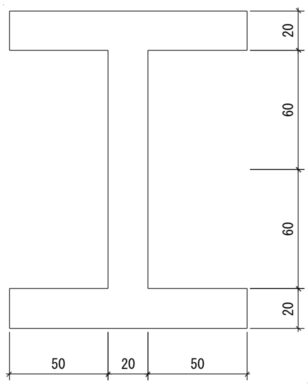
断面の性質

【過去問 1】　等質で図のような断面を持つ部材に、断面力として曲げモーメント M のみが作用している。この断面の降伏開始曲げモーメントを M_y、全塑性モーメントを M_p とするとき、$M \leq M_y$ の場合と、$M = M_p$ の場合の中立軸の位置の組み合わせとして、正しいものは次のうちどれか。ただし、中立軸の位置は断面下縁から測るものとする。また、$M \leq M_y$ の場合の中立軸は断面の図心を通るものとする（H6）



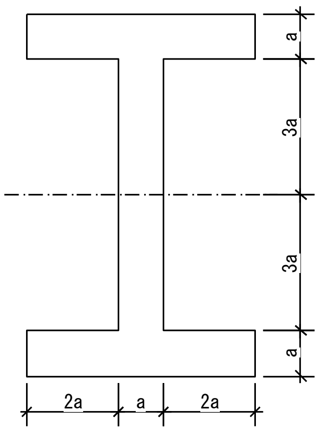
【解法】⇒サブテキ P5

【過去問 3】　図のような断面のX軸に関する断面２次モーメントＩと断面係数Ｚとの組み合わせとして、最も適当なものは、次のうちどれか。ただし、図中における寸法の単位は mm とする。（H15）



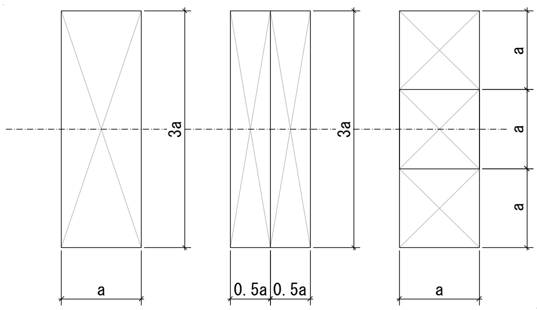
【解法】⇒サブテキ P6

【過去問 2】　図のようなＨ形断面のX軸に関する断面係数 Z と塑性断面係数 Z_P の組み合わせとして正しいものは次のうちどれか。ただし、幅ｂ、高さｈの長方形断面の塑性断面係数 Z_P は $Z_P = \dfrac{bh^2}{4}$ で与えられる。（H9）



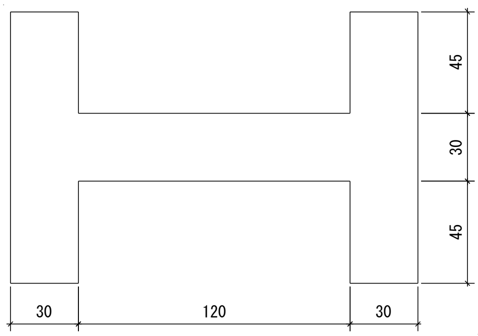
【解法】⇒サブテキ P6

【過去問 4】　図のような断面を持つ製材（木材）の梁Ａ、Ｂ、ＣのX軸まわりの曲げ強さの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、すべての梁の材質、支持条件及びスパンは同一とし、梁Ｂ及びＣを構成する部材は、それぞれ相互に接合されていないとする。（H18）【解法】⇒サブテキ P6



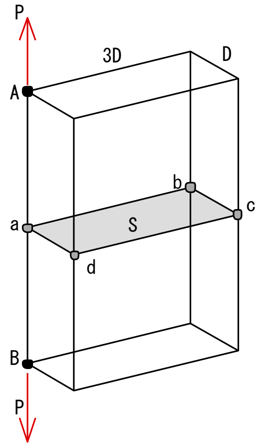
【過去問 5】

図のような断面のＸ軸に関する断面 2 次モーメントとして正しいものは次のうちどれか。ただし、図中における寸法の単位は mm とする。（H19）【解法】⇒サブテキ P6



【過去問 7】　図のような長方形断面材のＡ点及びＢ点に荷重Ｐが作用している場合、線分ＡＢの垂直な断面Ｓに生じる「引張応力度の最大値」と「圧縮応力度の最大値」の組み合わせとして、正しいものは次のうちどれか。ただし、長方形断面材は等質等断面であり、線分ＡＢは断面寸法に比べて十分に長いものとする。（H14）

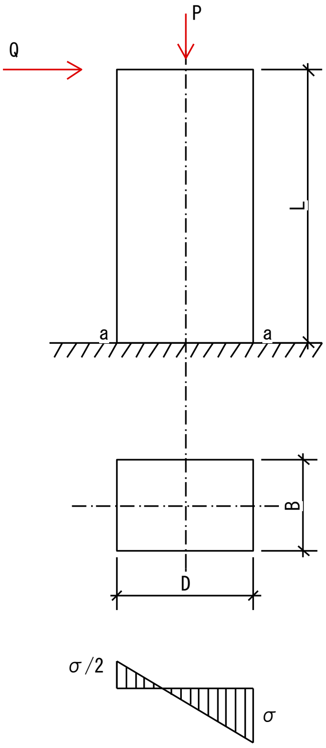
【解法】⇒サブテキ P8



応力度

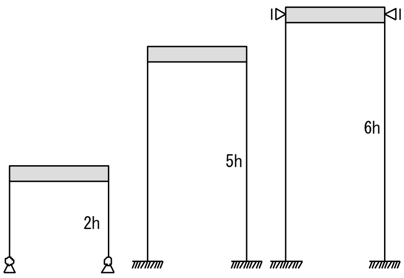
【過去問 6】　図-1 のような底部で固定された矩形断面材の頂部の図心Ｇ点に荷重Ｐ及び荷重Ｑが作用するときの底部 a－a 断面における垂直応力度分布が図-2 に示されている。ＰとＱとの組み合わせとして、正しいものは次のうちどれか。ただし、矩形断面材は等質等断面とし、自重は無いものとする。（H3）

【解法】⇒サブテキ P8



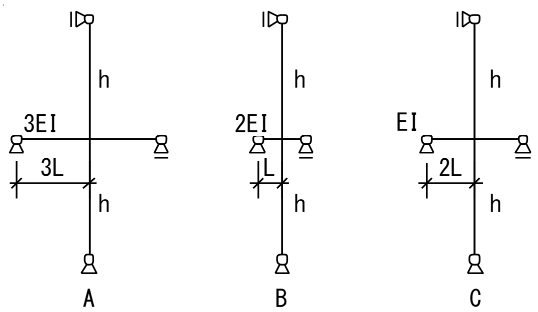
座屈

【過去問 8】　図のような構造物Ａ、Ｂ、Ｃの弾性座屈荷重をそれぞれ P_A、P_B、P_C としたとき、それらの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、すべての柱は等質等断面であり、梁は剛体とし柱及び梁の重量は無視するものとする。（H4）

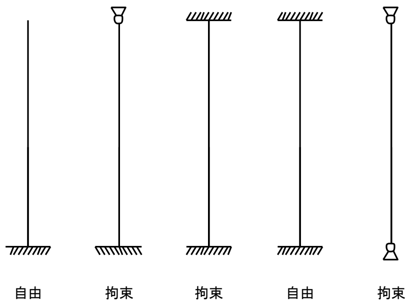


【解法】⇒サブテキ P12

【過去問９】　図のような骨組みＡ、Ｂ、Ｃの弾性座屈荷重をそれぞれ P_A、P_B、P_C としたとき、それらの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、すべての柱は等質等断面とし、また、骨組みＡ、Ｂ、Ｃの梁の曲げ剛性をそれぞれ 3EI、2EI、EI、梁長を３Ｌ、Ｌ、２Ｌとする。（H5）【解法】⇒サブテキ P12

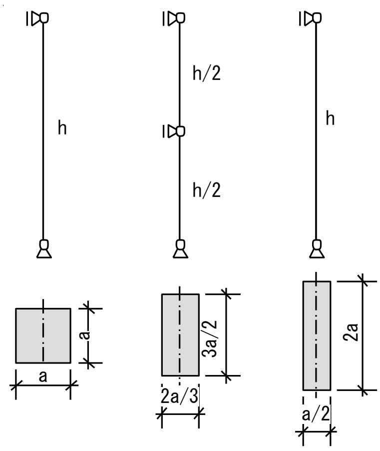


【過去問 11】　図のような材端条件を持つ柱Ａ～Ｅが中心圧縮力を受けたときの座屈長さの理論値を求めよ。ただし、すべての柱は全長にわたって等質等断面とし、長さは等しいものとする。（H8）

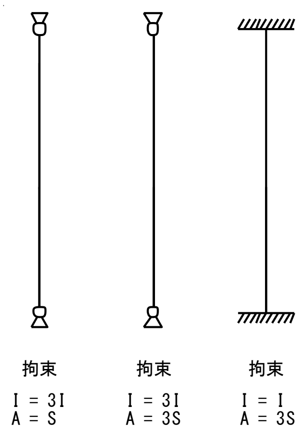


【解法】⇒サブテキ P12

【過去問 10】　図のような支持条件及び断面形状で同一材質からなる柱Ａ、Ｂ、Ｃにおいて、中心圧縮のオイラー弾性座屈荷重の大小関係として正しいものは次のうちどれか。（H6）【解法】⇒サブテキ P12



【過去問 12】　図のような材端条件で同一材質からなる柱Ａ、Ｂ、Ｃが中心圧縮力を受けたときの弾性座屈荷重の理論値 P_A、P_B、P_C の大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、柱Ａ、Ｂ、Ｃの材端部分の水平移動は拘束されているものとし、それぞれ断面２次モーメントは I、3I、I とし、断面積は S、3S、3S とする。（H9）



【解法】⇒サブテキ P12

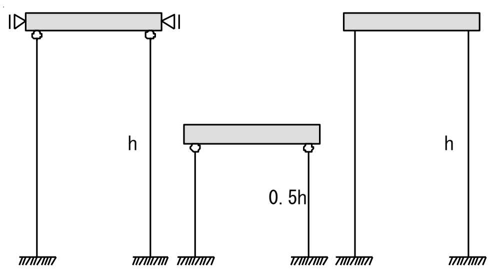
【過去問 13】　中心圧縮力を受ける長方形断面の長柱の弾性座屈荷重 P_e に関する次の記述の内、最も不適当なものはどれか。（H11）

1）　P_e は、柱の断面積に反比例する。
2）　P_e は、柱の断面の弱軸に関する断面２次モーメントに比例する。
3）　P_e は、柱の長さの２乗に反比例する。
4）　P_e は、柱の材端部分が「両端ピン」の場合より「一端ピン他端固定」の場合の方が大きい。
5）　P_e は、柱の材端条件が「両端ピン」の場合よりも「両端固定」の場合の方が大きい。

【過去問 14】　中心圧縮力を受ける長方形断面の長柱の弾性座屈荷重 P_e に関する次の記述の内、最も不適当なものはどれか。（H12）

1）　P_e は、柱材のヤング係数に比例する。
2）　P_e は、柱材の断面積に比例する。
3）　P_e は、柱の材端条件が「一端自由他端固定」の場合に比べ、「一端ピン他端固定の場合」の方が大きい。
4）　P_e は、柱の材端条件が「両端ピン」の場合に比べ、「両端固定（水平移動拘束）の場合」の方が大きい。
5）　P_e は、柱の材端条件が「一端自由他端固定」の場合に比べ、「両端ピンの場合」の方が大きい。

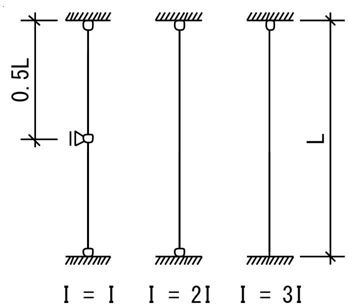
【過去問 15】



図のような構造物Ａ、Ｂ、Ｃの弾性座屈荷重をそれぞれ P_A、P_B、P_C としたとき、それらの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、すべての柱は等質等断面であり、梁は剛体とし、柱及び梁の重量は無視するものとする。（H13）

【解法】⇒サブテキ P12

【過去問 16】　図のような材端条件で同一材質からなる柱Ａ、Ｂ、Ｃが中心圧縮力を受けたときの弾性座屈荷重の理論値 P_A、P_B、P_C の大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、柱Ａ、Ｂ、Ｃの材端部分の水平移動は拘束されているものとし、それぞれ断面２次モーメントはＩ、3Ｉ、Ｉとし、面外方向の座屈に関しては無視するものとする（H14）

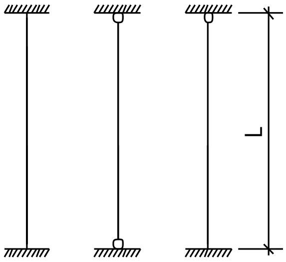


【解法】⇒サブテキ P12

【過去問 17】　中心圧縮力を受ける長方形断面の長柱の弾性座屈荷重 P_e に関する次の記述の内、最も不適当なものはどれか。ただし、柱は等質等断面とし、材端の水平荷重は拘束されているものとする。（H16）

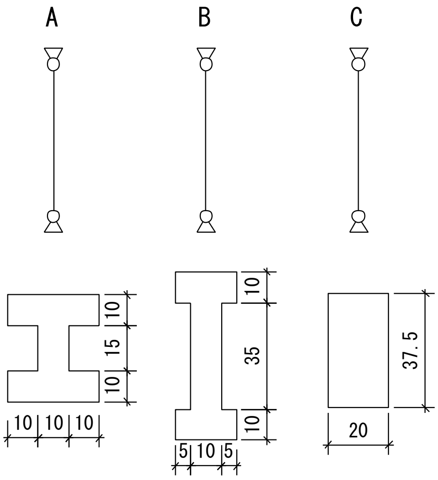
1）　弾性座屈荷重は、柱の長さの２乗に比例する。
2）　弾性座屈荷重は、柱断面の弱軸に関する断面２次モーメントに比例する。
3）　弾性座屈荷重は、柱材のヤング係数に比例する。
4）　弾性座屈荷重は、柱の材端条件が「両端ピン」の場合よりも「一端ピン他端固定」の場合のほうが大きい。
5）　弾性座屈荷重は、柱の材端条件が「一端ピン他端固定」の場合よりも「両端固定」の場合のほうが大きい。

【過去問 18】 図のような材端条件を持つ柱A、B、Cが中心圧縮力を受けたときの座屈長さの理論値を求めよ。ただし、すべての柱は全長にわたって等質等断面とし、長さは等しいものとする。また、すべての材端の水平移動は拘束されているものとする。（H17）



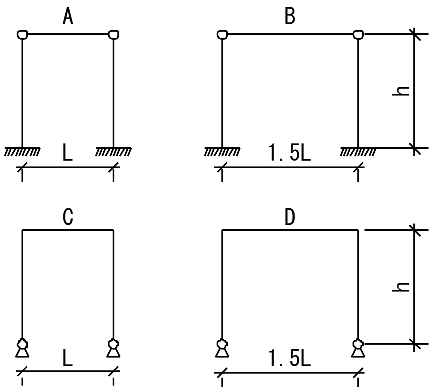
【解法】⇒サブテキ P12

【過去問 20】 各柱ともに上端の移動が拘束されている A～C において、弾性座屈荷重をそれぞれ P_A、P_B、P_C、としたとき、それらの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、すべての柱及び梁は等質等断面であるものとする。（H21）



【解法】⇒サブテキ P12

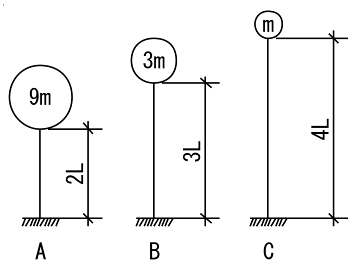
【過去問 19】 図のような構造物A、B、C、Dの柱の弾性座屈荷重をそれぞれ P_A、P_B、P_C、P_Dとしたとき、それらの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、すべての柱及び梁は等質等断面であり、「柱及び梁の重量」及び「柱の面外方向座靴及び梁の座屈」については無視するものとする。（H19）



【解法】⇒サブテキ P12

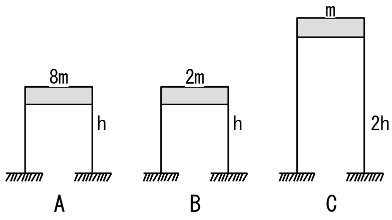
固有周期

【過去問 21】 図のような頂部に集中荷重を持つ丸棒A、B、Cにおける固有周期 T_A、T_B、T_Cの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、３本の棒はすべて等質とし、棒の質量は無視する。（H3）



【解法】⇒サブテキ P13

【過去問 22】　図のようなラーメンA、B、Cにおける固有周期T_A、T_B、T_Cの大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただしすべての梁は剛体とし、またすべての柱は等質等断面とする。（H8）【解法】⇒サブテキ P13



【過去問 23】　図のような頂部に集中荷重を持つ棒A、B、Cにおける固有周期を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持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の大小関係として正しいものは、次のうちどれか。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、弾性範囲とする。（H13）

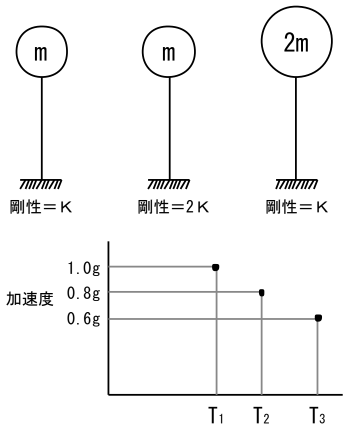


図-2

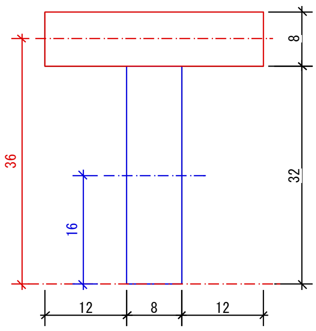
【解法】⇒サブテキ P13

解答

断面の性質

【過去問 1 解】　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

$$S_B = A_B \times y_B$$ ←上に同じ
$$S_B = (8 \times 32) \times 36$$

そのまんま、公式に代入

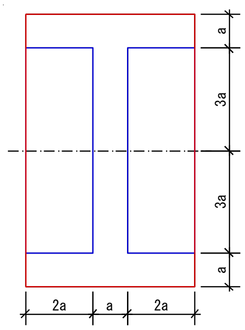
$$y = \frac{S_A + S_B}{A_A + A_B}$$
$$y = \frac{(32 \times 8) \times 16 + (8 \times 32) \times 36}{(8 \times 32) + (32 \times 8)}$$
$$y = \frac{(32 \times 8)(16 + 36)}{(32 \times 8) \times 2}$$
$$y = \frac{16 + 36}{2}$$
$$y = 26$$

↑安易に計算をしないで通分を心がけると計算が楽！

【過去問 2 解】　複雑な断面は分割（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

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

$$I_A = \frac{5a \times 8a \times 8a \times 8a}{12}$$
$$I_A = \frac{640}{3}a^4$$

$$I_B = \frac{2a \times 6a \times 6a \times 6a}{12}$$
$$I_B = 36a^4$$

$$I = \frac{640}{3}a^4 - 36a^4 \times 2$$
$$I = \frac{424}{3}a^4$$

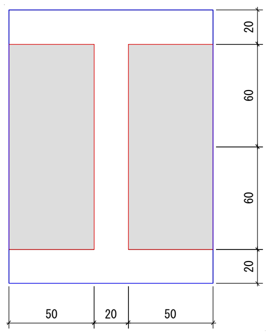
断面係数を求める

$$Z = \frac{I}{y/2}$$
$$Z = \frac{424}{3}a^4 \times \frac{2}{8a}$$
$$Z = \frac{106}{3}a^3$$

【過去問 3 解】　問 2 と同じですね

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

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

$$I_A = \frac{120 \times 160 \times 160 \times 160}{12}$$
$$I_A = 10 \times 160 \times 160 \times 160$$

$$I_B = \frac{50 \times 120 \times 120 \times 120}{12}$$
$$I_B = 50 \times 10 \times 120 \times 120$$

$$I = 2.66 \times 10^7$$

断面係数を求める

$$Z = \frac{I}{y/2}$$
$$Z = 2.66 \times 10^7 \times \frac{2}{y}$$
$$Z = 2.66 \times 10^7 \times \frac{2}{160}$$
$$Z = 3.32 \times 10^5$$

【過去問 4 解】　曲げ強さ＝断面係数の比較ですね（今回の問題ではすべての断面が矩形なので断面係数の公式簡略版が使用可）

断面係数を求める

$$Z = \frac{bh^2}{6}$$

$$Z_A = \frac{a \times 3a \times 3a}{6}$$
$$Z_A = \frac{3}{2}a^3$$

$$Z_B = \frac{\frac{1}{2}a \times 3a \times 3a}{6} \times 2$$
$$Z_B = \frac{3}{2}a^3$$

$$Z_C = \frac{a \times a \times a}{6} \times 3$$
$$Z_C = \frac{1}{2}a^3$$

↑部材が接合されていないので個別に求めた後合算（軸はそれぞれの断面の軸になるので注意！）

【過去問５解】　複雑な断面は分割！

断面２次モーメントを求める

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

$$I_A = \frac{120\times30\times30\times30}{12}$$

$$I_B = \frac{30\times120\times120\times120}{12}$$

$$I = \frac{120\times30\times30\times30}{12} + \frac{30\times120\times120\times120}{12}\times 2$$

$$I = \frac{120\times30}{12}(30\times30 + 120\times120\times2)$$

$$I = 8910000$$

応力度

【過去問６解】　まずは荷重Ｐ、Ｑによる底部の垂直応力度を無理やり求めてみましょう。その後、応力度の分布図とすり合わせ。符号に注意です（圧縮は全て「－」とすること！！）。

荷重Ｐによる底部の垂直応力度を求める（圧縮ね）

$$\sigma_N = -\frac{N}{A} = -\frac{P}{B\times D}$$

荷重Ｑによる底部の垂直応力度（絶対値）を求める

$$\sigma_M = \frac{M}{Z} = \frac{QL}{BD^2/6}$$

$$\sigma_M = \frac{6QL}{BD^2}$$

垂直応力度の圧縮側最大値は（応力度分布のσに相当）

$$\sigma_N + \sigma_M = -\frac{P}{B\times D} - \frac{6QL}{BD^2} = -\sigma \quad \text{式（1）}$$

垂直応力度の引張側最大値は（応力度分布のσ/２に相当）

$$\sigma_N + \sigma_M = -\frac{P}{B\times D} + \frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2} \quad \text{式（2）}$$

式（1）、式（2）をちょっと変換

式（1）　$-\frac{P}{B\times D} - \frac{6QL}{BD^2} = -\sigma$

$$-\frac{P}{B\times D} = -\sigma + \frac{6QL}{BD^2}$$

式（2）　$-\frac{P}{B\times D} + \frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2}$

$$-\frac{P}{B\times D} = \frac{\sigma}{2} - \frac{6QL}{BD^2}$$

$-\frac{P}{B\times D}$ に注目すると、

$$-\frac{P}{B\times D} = -\sigma + \frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2} - \frac{6QL}{BD^2}$$

$$-\sigma + \frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2} - \frac{6QL}{BD^2}$$

$$-\sigma - \frac{\sigma}{2} = -\frac{6QL}{BD^2} - \frac{6QL}{BD^2}$$

$$-\frac{3\sigma}{2} = -\frac{2\times6QL}{BD^2}$$

上式中Ｑに注目

$$-\frac{3\sigma}{2} = -\frac{2\times6QL}{BD^2}$$

$$Q = \frac{\sigma BD^2}{8L}$$

ちょっと方法変えてみます（通常はコッチかな…）

$$-\frac{P}{B\times D} - \frac{6QL}{BD^2} = -\sigma \quad \text{式（1）}$$

$$-\frac{P}{B\times D} + \frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2} \quad \text{式（2）}$$

式（1）＋式（2）より

$$-\frac{P}{B\times D} - \frac{P}{B\times D} = -\sigma + \frac{\sigma}{2}$$

$$-\frac{2\times P}{BD} = -\frac{\sigma}{2}$$

$$P = \frac{\sigma BD}{4}$$

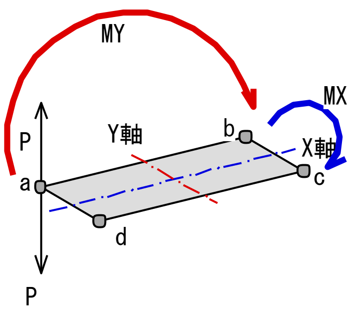
【過去問７解】　まずはモーメントの計算　→　モーメント荷重による曲げ応力度（垂直応力度）算定　→　軸方向力による垂直応力度と合算

断面Ｓに生じる曲げモーメントを求める

$$M_X = P\times\frac{D}{2} = \frac{PD}{2}$$

$$M_Y = P\times\frac{3D}{2} = \frac{3PD}{2}$$

注：距離は材端から中心までの距離となるので注意



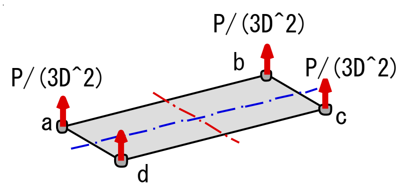
合わせてＸ・Ｙ軸それぞれの断面係数を求める

$$Z_X = \frac{3D\times D^2}{6} = \frac{3D^3}{6}$$

$$Z_Y = \frac{D\times(3D)^2}{6} = \frac{(3\times3)D^3}{6}$$

軸方向力による垂直応力度を求める

$$\sigma_N = \frac{P}{A} = \frac{P}{D\times3D} = \frac{P}{3D^2} \quad \text{ただし、全断面均一}$$



X軸における曲げモーメントによる曲げ応力度を求める

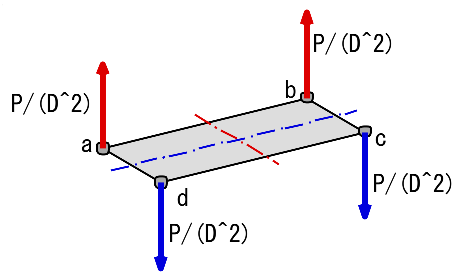
（断面各点で異なるので注意）

$$\sigma_{MXa}=\frac{M_X}{Z_X}=\frac{PD}{2}\times\frac{6}{3D^3}=\frac{P}{D^2}$$

$$\sigma_{MXb}=\frac{M_X}{Z_X}=\frac{PD}{2}\times\frac{6}{3D^3}=\frac{P}{D^2}$$

$$\sigma_{MXc}=-\frac{M_X}{Z_X}=\frac{PD}{2}\times\frac{6}{3D^3}=-\frac{P}{D^2}$$

$$\sigma_{MXd}=-\frac{M_X}{Z_X}=\frac{PD}{2}\times\frac{6}{3D^3}=-\frac{P}{D^2}$$



Y軸における曲げモーメントによる曲げ応力度を求める

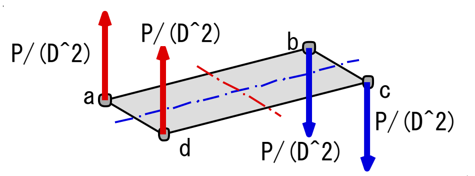
（断面各点で異なるので注意）

$$\sigma_{MYa}=\frac{M_Y}{Z_Y}=\frac{3PD}{2}\times\frac{6}{(3\times 3)D^3}=\frac{P}{D^2}$$

$$\sigma_{MYb}=-\frac{M_Y}{Z_Y}=\frac{3PD}{2}\times\frac{6}{(3\times 3)D^3}=-\frac{P}{D^2}$$

$$\sigma_{MYc}=-\frac{M_Y}{Z_Y}=\frac{3PD}{2}\times\frac{6}{(3\times 3)D^3}=-\frac{P}{D^2}$$

$$\sigma_{MYd}=\frac{M_Y}{Z_Y}=\frac{3PD}{2}\times\frac{6}{(3\times 3)D^3}=\frac{P}{D^2}$$



それぞれの点における垂直応力度を合算すると

$$\sigma_a=\sigma_N+\sigma_{MXa}+\sigma_{MYa}$$

$$\sigma_a=\frac{P}{3D^2}+\frac{P}{D^2}+\frac{P}{D^2}=\frac{7P}{3D^2}$$

$$\sigma_b=\sigma_N+\sigma_{MXb}+\sigma_{MYb}$$

$$\sigma_b=\frac{P}{3D^2}+\frac{P}{D^2}-\frac{P}{D^2}=\frac{P}{3D^2}$$

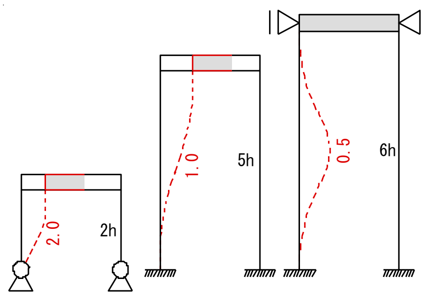
$$\sigma_c=\sigma_N+\sigma_{MXc}+\sigma_{MYc}$$

$$\sigma_c=\frac{P}{3D^2}-\frac{P}{D^2}-\frac{P}{D^2}=-\frac{5P}{3D^2}$$

$$\sigma_d=\sigma_N+\sigma_{MXd}+\sigma_{MYd}$$

$$\sigma_d=\frac{P}{3D^2}-\frac{P}{D^2}+\frac{P}{D^2}=\frac{P}{3D^2}$$

【過去問８解】　ラーメン（柱+梁）でも基本は一緒です



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

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

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

【過去問９解】　難解な問題です…接合されている梁の剛性により柱の座屈荷重が影響を受けます…

柱のみに注目した場合の座屈荷重は等しいので、梁の条件（剛度）に注目し検討する

剛度： $K=\frac{I}{l}$ 　K…剛度、I…断面２次M、l…材長

各梁の剛度を求める

$$K_A=\frac{3I}{3l}=\frac{I}{l}、\quad K_B=\frac{2I}{l}、\quad K_C=\frac{I}{2l}$$

$$K_B>K_A>K_C$$

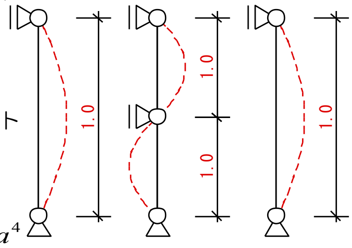
梁の剛度が高いほど拘束度合いが高まり、座屈荷重は大きくなる

したがって、 $P_B>P_A>P_C$

↑柱の座屈荷重が同じ値になる場合は梁の剛度もチェックする必要がありますね

【過去問 10 解】　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

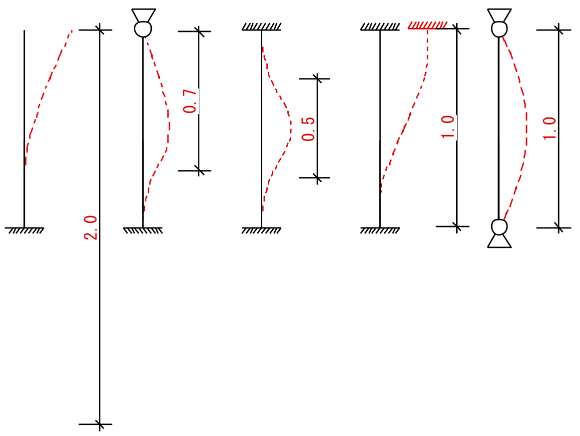
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 E \frac{1}{12} a^4}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{12} \frac{\pi^2 E a^4}{h^2}$$

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

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

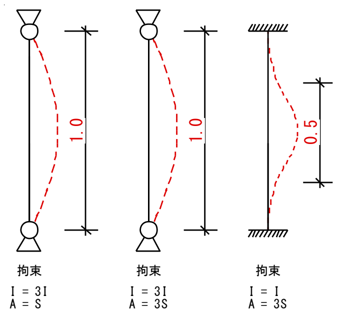
$$N_{kB} > N_{kA} > N_{kC}$$

【過去問 11 解】　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



【過去問 12 解】　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



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

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

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

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

$$N_{kC} > N_{kA} = N_{kB}$$

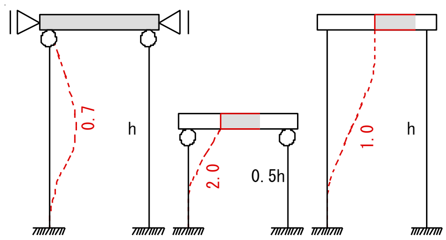
【過去問 13 解】　弾性座屈荷重公式に関する分章題が出されることもあります

1）が不適　←　断面 2 次モーメントに比例する

【過去問 14 解】　前年は反比例で不適、当年は比例で不適…イヤラシイ問題ですね…

2）が不適　←　断面 2 次モーメントに比例する

【過去問 15 解】　曲がる様子を図示してしまえば問題無いですね



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

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

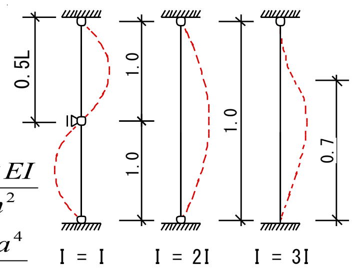
$$N_{kC} = \frac{\pi^2 EI}{(h \times 1)^2} = \frac{1}{1} \frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

$$N_{kA} > N_{kB} = N_{kC}$$

【過去問 16 解】　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

弾性座屈荷重を求める



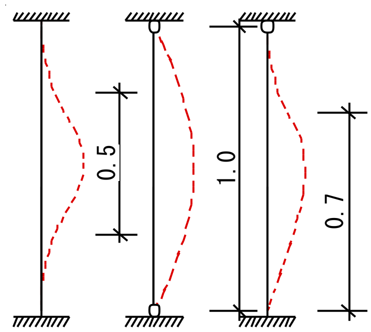
$$N_{kA} = \frac{\pi^2 EI}{(h \times 0.5)^2} = \frac{4}{1}\frac{\pi^2 EI}{h^2}$$
$$N_{kB} = \frac{\pi^2 E2I}{(h \times 1)^2} = \frac{2}{1}\frac{\pi^2 Ea^4}{h^2}$$
$$N_{kC} = \frac{\pi^2 E3I}{(h \times 0.7)^2} = \frac{300}{49}\frac{\pi^2 Ea^4}{h^2}$$

$$N_{kC} > N_{kA} > N_{kB}$$

【過去問 17 解】　公式・座屈の状態の理解のみでOKですね

1）が不適　←　柱長さの２乗に反比例する

【過去問 18 解】　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



【過去問 19 解】　再び登場（H4 の類似）…接合されている梁の剛性により柱の座屈荷重が影響を受けます…ただし！梁の影響を受けるのは剛接合されている場合のみですよ！

ポイントは…

その１：AとBは梁に対しピン接合されており梁の影響は受けない（柱条件のみで座屈荷重が決定→座屈荷重が等しい）

したがって、$P_A = P_B$

その２：CとDは剛接合されており梁の剛度の影響を受ける両者を比較するとCの方が梁が短いので梁の剛度が高くなり、弾性座屈荷重も大きくなる

したがって、$P_C > P_D$

その３：A（＝B）とCを比較すると…今回の問題では梁は剛体ではないのでやっぱヘタるので、座屈荷重は「若干」Cの方が小さい

って事で…$P_A = P_B > P_C > P_D$

↑この問題は具体的な数値で何割弱くなる等の評価ができないんです…あくまで「感覚で」解くしかない、って言うトンデモな問題です…

【過去問 20 解】　柱の支持条件、長さが全て同じですね、ってことは…？

柱の支持条件、長さが同じことより各柱の座屈長さは同一、したがって、断面２次モーメントのみの比較により弾性座屈荷重の大小が決定

$$I_A = \frac{10 \times 30 \times 30 \times 30}{12} \times 2 + \frac{15 \times 10 \times 10 \times 10}{12} = 46{,}250$$
$$I_B = \frac{10 \times 20 \times 20 \times 20}{12} \times 2 + \frac{35 \times 10 \times 10 \times 10}{12} = 16{,}250$$
$$I_C = \frac{37.5 \times 20 \times 20 \times 20}{12} = 25{,}000$$

$I_A > I_C > I_B$より

$P_A > P_C > P_B$

固有周期

【過去問 21 解】　そのまま公式に代入すれば大丈夫ですね

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$　$K = \frac{3EI}{L^3}$より　$T = 2\pi\sqrt{\frac{m \times L^3}{3EI}}$

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{9m \times (2l)^3}{3EI}} = 2\pi\sqrt{24 \times \frac{ml^3}{EI}}$$
$$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{3m \times (3l)^3}{3EI}} = 2\pi\sqrt{27 \times \frac{ml^3}{EI}}$$
$$T_C = 2\pi\sqrt{\frac{m \times (4l)^3}{3EI}} = 2\pi\sqrt{\frac{67}{3} \times \frac{ml^3}{EI}}$$

$$T_B > T_A > T_C$$

【過去問 22 解】　これも公式に代入すればＯＫ（やはり公式は覚えておく必要ありですね…）

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \quad K = \frac{3EI}{L^3} \text{より} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m \times L^3}{3EI}}$$

なんですが…実は…ラーメンの場合は剛性の公式が若干異なります…

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \quad K = \frac{12EI}{L^3} \text{より} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m \times L^3}{12EI \times 2}}$$

12ＥＩに２をかけているのは柱２本って意味です　↑

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{8m \times (h)^3}{12EI \times 2}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{3} \times \frac{ml^3}{EI}}$$
$$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{2m \times (h)^3}{12EI \times 2}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{12} \times \frac{ml^3}{EI}}$$
$$T_C = 2\pi\sqrt{\frac{m \times (2h)^3}{12EI \times 2}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{3} \times \frac{ml^3}{EI}}$$

$$T_A = T_C > T_B$$

【過去問 23 解】　まずはそれぞれの固有周期がグラフ中のどの値に相当するのか求めてみましょう

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \text{より}$$

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$
$$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2K}}$$
$$T_C = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{K}}$$

$$T_C > T_A > T_B$$

したがって、$T_A = T_2, T_B = T_1, T_C = T_3$

これより各棒の応答加速度は$\alpha_A = 0.8g, \alpha_B = 1.0g, \alpha_C = 0.6g$

$$Q = \alpha \times m \text{より}$$

$$Q_A = \alpha_A \times m = 0.8m$$
$$Q_B = \alpha_B \times m = 1.0m$$
$$Q_C = \alpha_C \times 2m = 1.2m$$

$$Q_C > Q_B > Q_A$$

【過去問 24 解】　問 21 と同じような問題なのですが…ちょっと面倒ですね…

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \text{より}$$

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$
$$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2K}}$$
$$T_C = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{K}}$$

$$T_C > T_A > T_B$$

無理やりせん断力応答を求めると

$$Q = \alpha \times m \text{より}$$

$$Q_A = \alpha_A \times m$$
$$Q_B = \alpha_B \times m$$
$$Q_C = \alpha_C \times 2m$$

Q_A と Q_B は質量が同じなので加速度の条件のみで大小が決まる

$T_A > T_B$より$\alpha_B > \alpha_A$となるので$Q_B > Q_A$は決定

Q_BとQ_Cを比較する(とりあえずはＣの方は質量が２倍なので有利)

$T_C > T_B$より$\alpha_B > \alpha_C$は確定、α_Bの最大値は 1.0g、α_Cの最小値は 0.6g…

では、上記最大値と最小値を代入し、逆転の可能性を探る…

$$Q_B = \alpha_B \times m = 1.0m$$
$$Q_C = \alpha_C \times 2m = 1.2m$$

↑どうやっても（最大・最小をとっても）逆転はムリなようです

したがって、$Q_C > Q_B > Q_A$