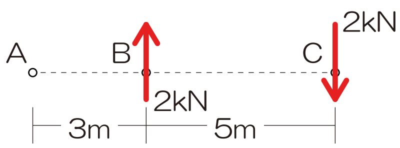
【新傾向対策講座について】

本講座で解説を行った力学解法 15 パターンの総復習を行います。本講座では当該項目の『最新の問題』を用いて解説を行いましたが、新傾向対策講座では新規問題を対象に知識の定着の確認を行います。前半部分においては、ページ左に問題、右にハーフトーンで解法手順を（当然ながらこの時期においてはもう既に解法手順は把握しているはずですので、ページ右側は極力見ないように…）、資料後半は解説を示します。講座は全２回ですが、初回に２回分の資料を配ってしまいますので、進捗状況が良好な方は随時先行してください。

『過去問一覧（10 年分)』

	項目	難易度	コスパ	出題率	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17
1	モーメント	★	♡♡	20%						○			○	
2	力の合成	★	♡♡	20%				○	○					
3	力のつり合い	★	♡♡	20%							○	○		
4	支点の反力	★	♡♡	40%	○	△				○		△	○	
5	梁の応力	★★	♡♡	100%	○	△	○	○	◎	○	△	○	○	○
6	ラーメンの応力	★★	♡♡	50%			○		○		○	△		○
7	３ヒンジラーメン	★★★	♡	20%		○		○						
8	トラス	★★	♡♡	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	図心（断面１次 M）	★	♡	20%	○								○	
10	断面２次 M	★	♡♡♡	90%	△	○	○	○	○	○	○	○		○
11	応力度	★★★	♡	30%			○			○	○			
12	許容応力度	★★★	♡	50%	○	○		○				○		○
13	ひずみ	★	♡	10%									○	
14	たわみ	★★	♡	30%		△					△			
15	座屈	★	♡♡♡	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

《過去問 01》図のような平行な２つの力 P_1、P_2 による A、B、C 各点におけるモーメント M_A、M_B、M_C を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。



（解法手順）『偶力のモーメント』

1）力の作用線を図示

2）モーメントを求める必要のある力をチェック

3）モーメントを求める点から作用線までの垂線を記入

4）モーメント＝力×距離

5）符号をチェック（時計回りが＋、反時計回りがー）

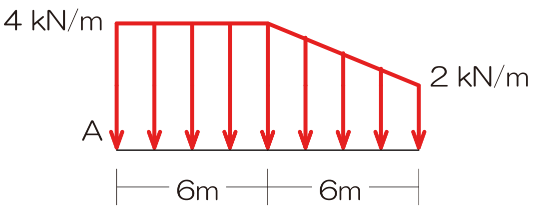
6）上記モーメントを合算

解答：M_A = 10 kNm、M_B = 10 kNm、M_C = 10 kNm

『ポイント』

□　一対の偶力が生じている場合、全ての点においてモーメントの値は等しくなります

《過去問 02》図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。



（解法手順）『バリニオンの定理』

0）分布荷重は集中荷重へ変換

1）基準となる点を指定

⇒ いずれかの力の作用線上が良い

2）上記点における合成前のモーメント算定

3）合成後の力の大きさを算定

4）合成後の力の位置を過程

⇒ 1）の点からの距離を x と仮定

5）合成後の力による 1）の点におけるモーメント算定

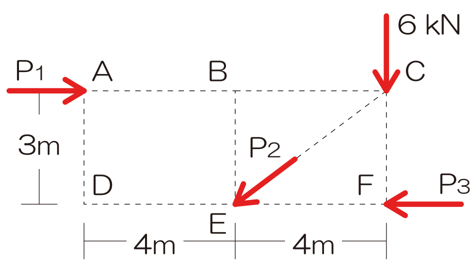
6）2）のモーメント=5）のモーメントより x を算定

解答：A 点から右 5.4m

『ポイント』

□ 合成前のモーメント＝合成後のモーメント（バリニオンの定理）を用いて合成後の荷重の作用点を求めます

《過去問 03》図のような 4 つの力 P_1～P_4 が釣合っているとき、P_1、P_2 の値を求めよ。



（解法手順）『未知力算定』『未知力 3 の法則』

1）求めたい未知力を決定（P1 とする）

2）それ以外の未知力の交点をチェック

3）上記 2）の点におけるモーメントの合計を求める

4）P3 も同じ過程（モーメント）で求める

5）P2 は…分力して縦の合計 0 or 横の合計 0 を使用

解答：P_1＝ 8 kN（左）、P_2＝ 10 kN（右上）

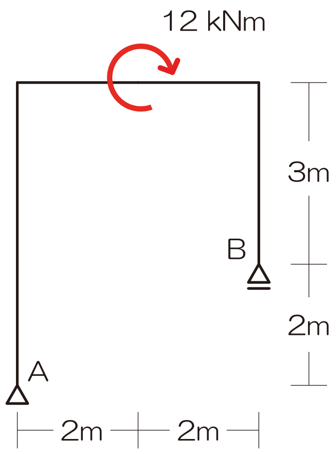
『ポイント』

□ 釣合い 3 式で最も重要なのは「任意の点におけるモーメントの合計が 0

□ 何か力（未知力）をピンポイントで求めたいときは…「それ以外の未知力の交点に注目！」

□ ターゲット以外の 2 つの未知力が並行な場合は、縦の合計 0、横の合計 0 を使いましょう

《過去問 04》図のような外力を受ける静定ラーメンにおいて、支点 A、B に生じる反力の値を求めよ。ただし、鉛直反力の向きは、上向きを「＋」、下向きを「－」とする。



（解法手順）『支点の反力』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）求めたい反力を決定！

3）未知力３の法則より上記で決定した反力を算定

⇒　ターゲット以外の２力の交点に注目

4）１つ求められたら、鉛直（縦）方向の力の合計が０、水平（横）方向の力の合計が０などを利用しその他の反力を求める

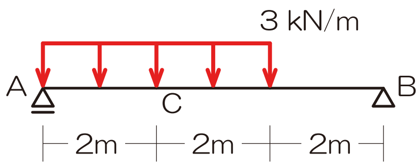
解答：V_A＝ -3 kN、V_B＝ 3 kN、H_A＝ 0 kN

『ポイント』

□　まずは反力を図示しましょう

□　ターゲットを決定し、ターゲット以外の２力の交点に注目しましょう

《過去問 05》C 点における曲げモーメントを求めよ。



（解法手順）『梁の応力』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）応力を求めたい点で構造体を切断！

3）計算対象を決定（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

4）もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める　図は 1）に戻るよ！）

5）せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

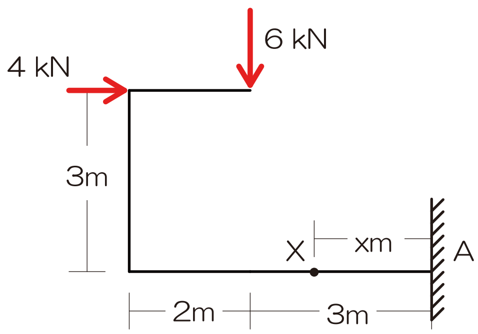
解答：M_C＝10 kNm

『ポイント』

□　応力算定では、まずは切断！　⇒　いきなり反力を求めたらアウト…

□　【応力】⇒【切断】⇒【選択】

《過去問 06》曲げモーメントが生じないＸ点の位置を、Ａ支点からの距離で示せ。



（解法手順）『ラーメンの応力』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）応力を求めたい点で構造体を切断！

3）計算対象を決定（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

4）もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める　図は 1）に戻るよ！）

5）せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

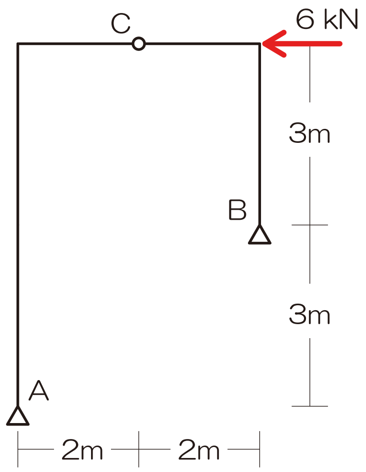
解答：Ａ点より１ｍ

『ポイント』

□　ラーメンも全く一緒！応力算定では、まずは切断！　⇒　いきなり反力を求めたらアウト…

□　【応力】⇒【切断】⇒【選択】

《過去問 07》以下の構造物のＡ支点における鉛直・水平反力をそれぞれ求めよ。



（解法手順）『3 ヒンジラーメン』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）ところが…、反力が４ヶ…

3）ヒンジ点の曲げモーメントは０を利用して、反力の１つを無理やり消してしまいましょう

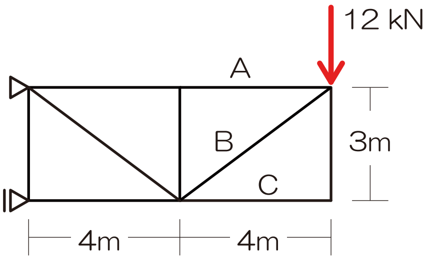
4）以降は未知力３の法則で

解答：V_A＝ 6 kN、H_A＝ 2 kN

『ポイント』

□　ピン節点では「曲げモーメント=0」を用いて反力の１つを無理やり消してしまいましょう

《過去問 08》図のような荷重を受けるトラスにおいて、部材A・B・Cに生じる軸方向力を求めよ。



（解法手順）『トラスの応力』

1）反力を図示

2）切断面[※1]を決定→計算対象を決定

※1 *部材３本を切断するように*

3）部材内の応力（軸方向力）を仮定[※2]

※2 *切断された部材に生じる３つの応力、必ず計算対象側の節点からベクトル表記*

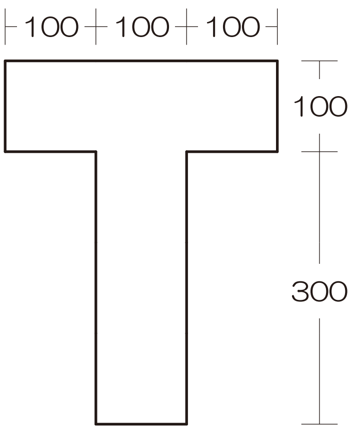
4）力のつりあい（つりあい三式）で未知の応力を算定

解答：P_A＝16 kN、P_B＝ -20 kN、P_C＝ 0 kN

『ポイント』

- □ ３本で構造物を２つに分けて下さい
- □ 切断した部材の応力の仮定方法（計算対象側の節点からベクトル表記）が最重要！！

《過去問９》以下の断面の図心の位置を求めよ
なお、断面底部からの距離で示せ。



（解法手順）『図心』

1）軸を決定（底部がお勧め）

2）矩形（長方形）に分割（お好きなように…）

3）断面全体の断面１次モーメントを求める

⇒　合算可能なのは軸が同一の場合のみね！

4）上記断面１次モーメントの合計を全断面積で除す

解答：250（底部より）

『ポイント』

- □ 図心の位置は、全体の断面１次モーメントを全断面積で除して求めます
- □ 全体の断面１次モーメントを求める際には、対象となる軸は同一とすること！

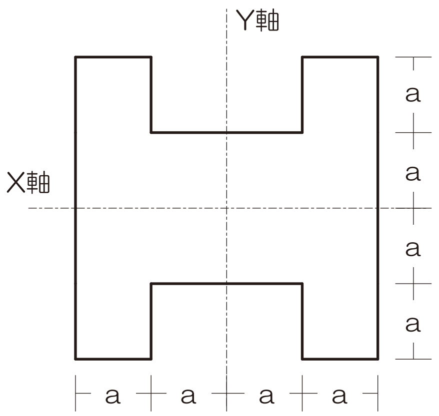
《過去問 10》以下の断面における、X 軸・Y 軸それぞれの断面２次モーメントを求めよ。

（解法手順）『断面２次モーメント』

1）軸チェック

2）図心が等しくなるように断面を分割

3）各断面の断面２次モーメントを求め足し引き



解答：$I_X = 12a^4$、$I_Y = 20a^4$

『ポイント』

□　複雑な断面における断面２次モーメントは、断面をバラして考えましょう

□　その際には、バラした各断面の図心の位置をそろえましょう（って、図心の位置がそろうようにバラすの方が正しい）

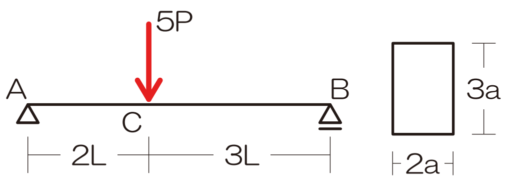
《過去問 11》以下の構造物に生じる最大曲げ応力度、および最大せん断応力度を求めよ。

（解法手順）『応力度』

1）最大の応力を求める

2）断面諸係数を求める

3）最大の応力度を求める



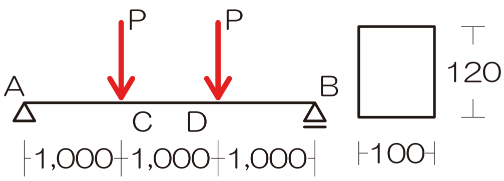
解答：最大曲げ応力度（2PL）/a^3、

最大せん断応力度（3P）/（$4a^2$）

『ポイント』

□　「応力算定」⇒「断面諸係数」⇒「応力度」の順で算定

《過去問 12》　許容曲げモーメントに達する際の荷重Ｐの値をもとめよ。ただし、部材の許容曲げ応力度を 20N/mm^{2}とする。



（解法手順）『許容応力度』

1）最大の応力を求める

2）断面諸係数を求める

3）最大の応力度を求める

4）3）＜許容曲げ応力度となるＰの値を求める

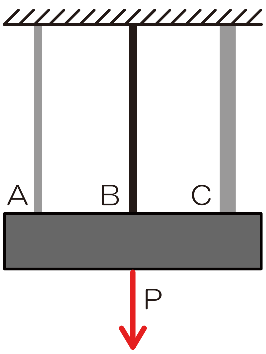
解答：4,800 N

『ポイント』

□　「応力算定」⇒「断面諸係数」⇒「応力度」の順で算定

□　許容応力度設計：部材に生じる応力度＜部材の耐えられる応力度（許容応力度）

《過去問 13》剛体に接合されている３本の部材の伸びが等しくなるように荷重 P を加えた場合、各部材に生じる軸方向力の比を示せ。ただし、３本の部材の長さは等しく、ヤング係数は部材ＡはＥ・部材Ｂは２Ｅ・部材ＣはＥ、断面積は部材ＡはＡ・部材ＢはＡ・部材Ｃは 2A とする。



（解法手順）『ひずみ』

1）ひずみ・応力度・ヤング係数の式より変化量を導く

2）３本の変化量（伸び）は等しいので…

解答：$N_A : N_B : N_C = 1:2:2$

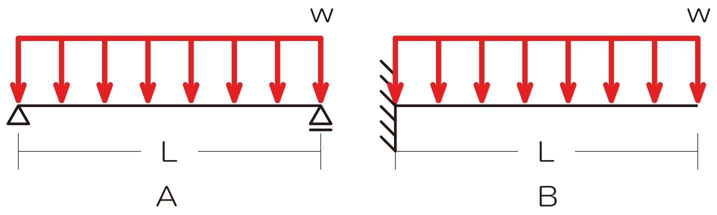
『ポイント』

□　垂直応力度が求められれば、「断面積」「ヤング係数」が分かれば部材の伸びが分かります

《過去問 14》 梁 A および B に等分布荷重 w が作用したときの曲げによる最大たわみ δ_A と δ_B の比を求めよ。

（解法手順）『たわみ』

1）公式に条件を代入



解答：δ_A：δ_B= 5：48

『ポイント』

□ ここ 10 年されたのは H25、20、16 のみ

□ 公式（P67、表 1）はチェック！

《演習問題 15》以下の構造物の座屈荷重の大小を比較せよ。なお、B・C の柱の上部は拘束されているものとする。

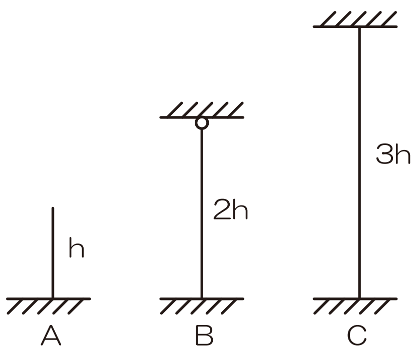
（解法手順）『座屈』

1）上部移動のチェック

2）支点の形式をチェック

3）上記 2 点より座屈の状況を図示

4）弾性座屈荷重の公式



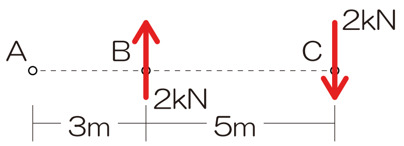
解答：P_B>P_C>P_A

『ポイント』

□ 座屈の状況を図示（上端の移動・支点の形式をチェック）

【解答・解説】

《過去問 01》図のような平行な２つの力 P_1、P_2 による A、B、C 各点におけるモーメント M_A、M_B、M_C を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。



（解法手順）『偶力のモーメント』

1）力の作用線を図示

2）モーメントを求める必要のある力をチェック

3）モーメントを求める点から作用線までの垂線を記入

4）モーメント＝力×距離

5）符号をチェック（時計回りが＋、反時計回りがー）

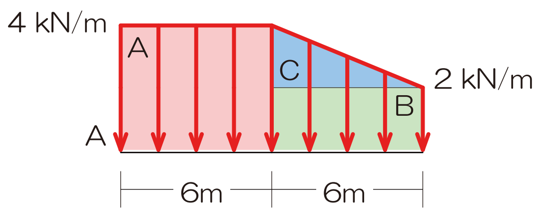
6）上記モーメントを合算

各点のモーメントを求める

$$M_A = -2\times3+2\times8 = 10[kNm]$$
$$M_B = 2\times0+2\times5 = 10[kNm]$$
$$M_C = +2\times5+2\times0 = 10[kNm]$$

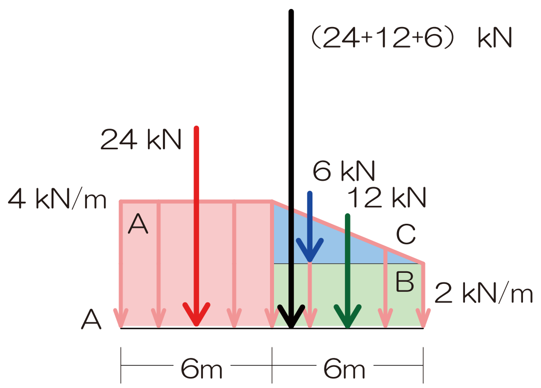
解答：M_A = 10 kNm、M_B = 10 kNm、M_C = 10 kNm

《過去問 02》図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。



上図のように３つに分解して考える

A 点における合成前のモーメントは



$$M_A = +24\times3+6\times8+12\times9$$

合成後の A 点のモーメントは

$$M_A' = (24+12+6)\times x$$

（解法手順）『バリニオンの定理』

0）分布荷重は集中荷重へ変換

1）基準となる点を指定

⇒　いずれかの力の作用線上が良い

2）上記点における合成前のモーメント算定

3）合成後の力の大きさを算定

4）合成後の力の位置を過程

⇒　1）の点からの距離を x と仮定

5）合成後の力による 1）の点におけるモーメント算定

6）2）のモーメント＝5）のモーメントより x を算定

両者は等しいので

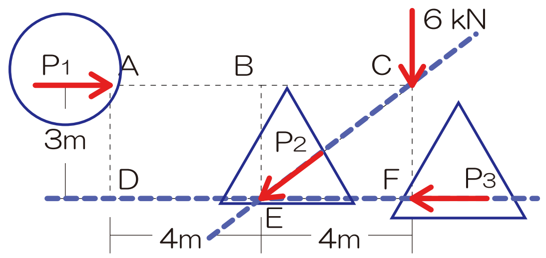
$$+24\times3+6\times8+12\times9 = (24+12+6)\times x$$
$$x = \frac{+24\times3+6\times8+12\times9}{(24+12+6)}$$
$$x = 5.4[m]$$

解答：A 点から右 5.4m

《過去問 03》図のような 4 つのカ P_1～P_4 が釣合っているとき、P_1、P_2 の値を求めよ。

P_1 を求める

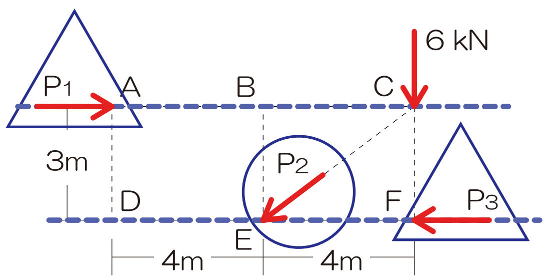
ターゲット以外の未知力の作用線に注目すると、E 点で交わる



E 点のモーメントは

$$M_E = +P_1 \times 3 + 6 \times 4 = 0$$
$$3P_1 = -6 \times 4$$
$$P_1 = -8[kN]$$

P_2 を求める



（解法手順）『未知力算定』『未知力 3 の法則』

1）求めたい未知力を決定（P1 とする）

2）それ以外の未知力の交点をチェック

3）上記 2）の点におけるモーメントの合計を求める

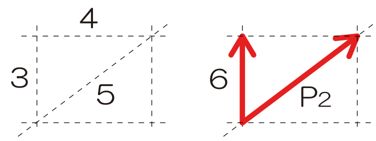
4）P3 も同じ過程（モーメント）で求める

5）P2 は…分力して縦の合計 0 or 横の合計 0 を使用

ターゲット以外の未知力の作用線に注目すると並行、ゆえに直行する縦方向の力の釣り合いに注目すると

$$\sum Y = -6 - P_{2y} = 0$$
$$P_{2y} = -6$$

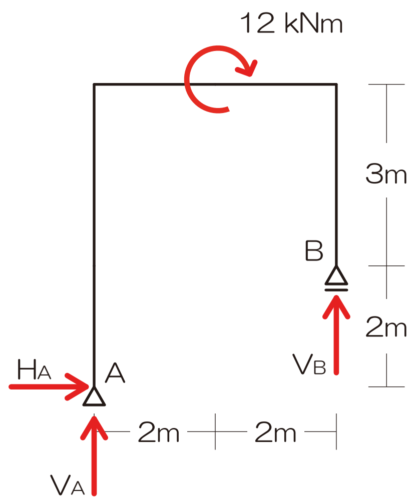
また、ちっこい三角形より



$$P_2 = 5 \times 2$$
$$P_2 = -10[kN]$$

解答：P_1＝ 8 kN（左）、P_2＝ 10 kN（右上）

《過去問 04》図のような外力を受ける静定ラーメンにおいて、支点 A、B に生じる反力の値を求めよ。ただし、鉛直反力の向きは、上向きを「＋」、下向きを「－」とする。



V_B を求める

$$M_A = +12 - V_B \times 4 = 0$$
$$V_B = 3[kN]$$

（解法手順）『支点の反力』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）求めたい反力を決定！

3）未知力 3 の法則より上記で決定した反力を算定

⇒　ターゲット以外の 2 カの交点に注目

4）1 つ求められたら、鉛直（縦）方向の力の合計が 0、水平（横）方向の力の合計が 0 などを利用しその他の反力を求める

V_A を求める

$$\sum Y = V_A + V_B = 0$$
$$V_A + 3 = 0$$
$$V_A = -3[kN]$$

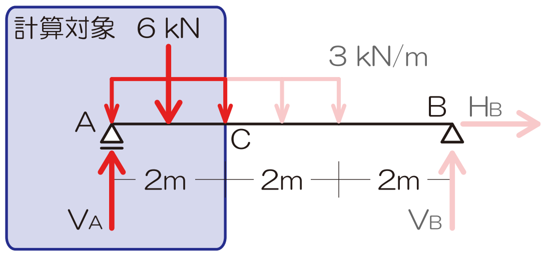
H_A を求める

$$\sum X = H_A = 0[kN]$$

解答：V_A＝ -3 kN、V_B＝ 3 kN、H_A＝ 0 kN

《過去問 05》C 点における曲げモーメントを求めよ。

C 点で切断　⇒　計算対象は左



（解法手順）『梁の応力』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）応力を求めたい点で構造体を切断！

3）計算対象を決定（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

4）もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める　図は 1）に戻るよ！）

5）せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

反力 V_A を求める

$$M_B = +V_A \times 6 - (3\times 4)\times 4 = 0$$
$$V_A = 8[kN]$$

C 点の曲げモーメントは

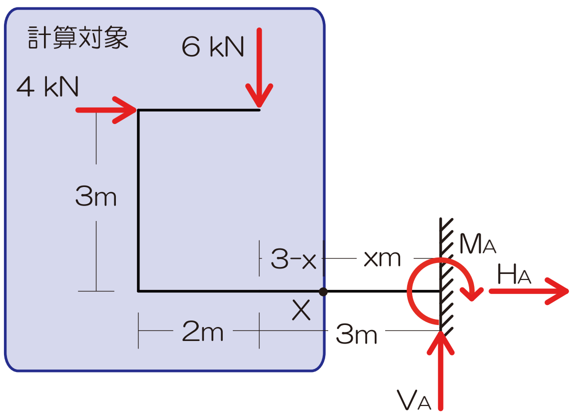
$$M_C = +2\times 8 - 6\times 1$$
$$M_C = 10[kNm]$$

解答：M_C＝10 kNm

《過去問 06》曲げモーメントが生じない X 点の位置を、A 支点からの距離で示せ。

X 点で切断　⇒　計算対象は左

（A 点からの距離を xm とする）



（解法手順）『ラーメンの応力』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）応力を求めたい点で構造体を切断！

3）計算対象を決定（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

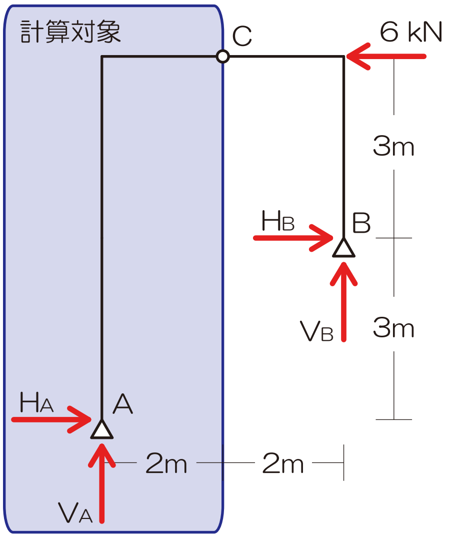
4）もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める　図は 1）に戻るよ！）

5）せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

$$M_X = +4\times 3 - 6\times(3-x) = 0$$
$$12 - 18 + 6x = 0$$
$$x = 1[m]$$

解答：A 点より 1 m

《過去問 07》以下の構造物の A 支点における鉛直・水平反力をそれぞれ求めよ。



ピン節点 C に注目、計算対象を左として曲げモーメントを求める

$$M_C = +V_A \times 2 - H_A \times 6 = 0$$
$$H_A = \frac{V_A}{3}$$

（解法手順）『3 ヒンジラーメン』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）ところが…、反力が 4 ヶ…

3）ヒンジ点の曲げモーメントは 0 を利用して、反力の 1 つを無理やり消してしまいましょう

4）以降は未知力 3 の法則で

反力 V_A を求める

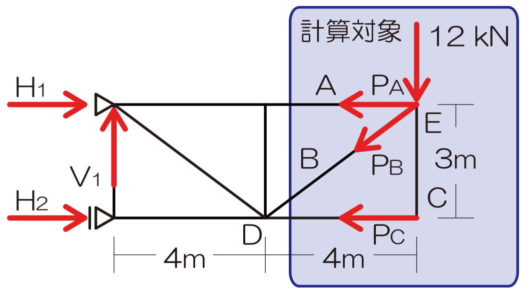
$$M_B = +V_A \times 4 - H_A \times 3 - 6 \times 3 = 0$$
$$+V_A \times 4 - \frac{V_A}{3} \times 3 - 6 \times 3 = 0$$
$$V_A = 6[kN]$$

反力 H_A を求める

$$H_A = \frac{V_A}{3}$$
$$H_A = 2[kN]$$

解答：V_A= 6 kN、H_A= 2 kN

《過去問 08》図のような荷重を受けるトラスにおいて、部材 A・B・C に生じる軸方向応力を求めよ。



P_A を求める

$$M_D = -P_A \times 3 + 12 \times 4 = 0$$
$$P_A = 16[kN]$$

P_C を求める

$$M_E = +P_C \times 3 + 12 \times 0 = 0$$
$$P_C = 0[kN]$$

（解法手順）『トラスの応力』

1）反力を図示

2）切断面[※1]を決定→計算対象を決定

[※1] *部材 3 本を切断するように*

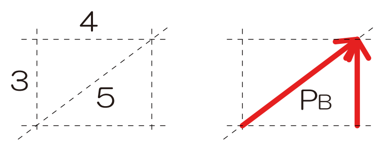
3）部材内の応力（軸方向応力）を仮定[※2]

[※2] *切断された部材に生じる 3 つの応力、必ず計算対象側の節点からベクトル表記*

4）力のつりあい（つりあい三式）で未知の応力を算定

P_B を求める

$$\sum Y = -12 - P_{By} = 0$$
$$P_{By} = -12$$

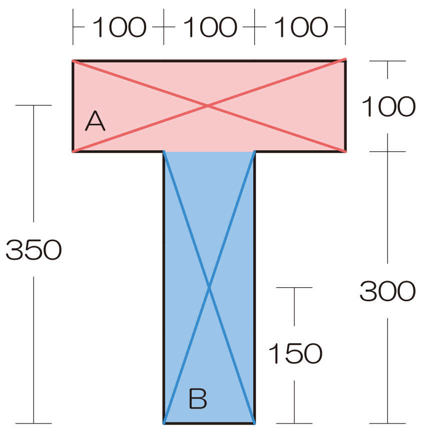


$P_B = 4 \times 5 = 20[kN]$（ただし、仮定とは逆）

解答：P_A=16 kN、P_B= -20 kN、P_C= 0 kN

《過去問９》以下の断面の図心の位置を求めよ

なお、断面底部からの距離で示せ。



（解法手順）『図心』

1）軸を決定（底部がお勧め）

2）矩形（長方形）に分割（お好きなように…）

3）断面全体の断面１次モーメントを求める

⇒　合算可能なのは軸が同一の場合のみね！

4）上記断面１次モーメントの合計を全断面積で除す

左図のように分割

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

$$y=\frac{(100\times300)\times350+(300\times100)\times150}{(100\times300)+(300\times100)}$$

$$y=\frac{(100\times300)(350+150)}{(100\times300)\times2}$$

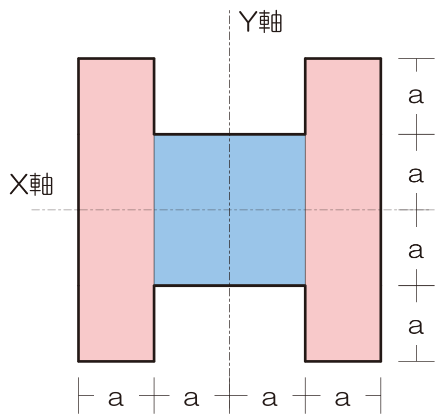
$$y=\frac{(350+150)}{2}$$

$$y=250$$

解答：250（底部より）

《過去問 10》以下の断面における、Ｘ軸・Ｙ軸それぞれの断面２次モーメントを求めよ。

Ｘ軸の断面２次モーメントを求める



$$I_X=\frac{a\times4a\times4a\times4a}{12}\times2+\frac{2a\times2a\times2a\times2a}{12}$$

$$I_X=12a^4$$

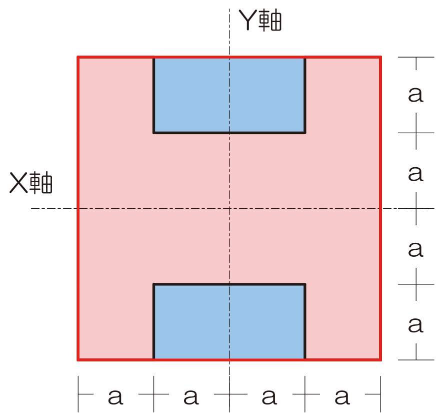
（解法手順）『断面２次モーメント』

1）軸チェック

2）図心が等しくなるように断面を分割

3）各断面の断面２次モーメントを求め足し引き

Ｙ軸の断面２次モーメントを求める



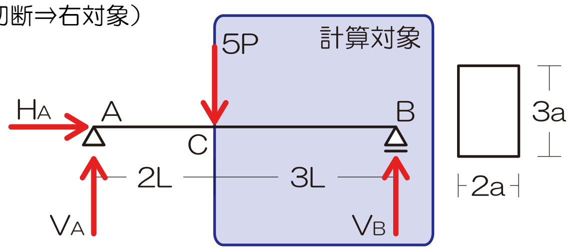
$$I_Y=\frac{4a\times4a\times4a\times4a}{12}-\frac{a\times2a\times2a\times2a}{12}\times2$$

$$I_Y=20a^4$$

解答：I_X = $12a^4$、I_Y = $20a^4$

《過去問 11》以下の構造物に生じる最大曲げ応力度、および最大せん断応力度を求めよ。

曲げモーメントが最大となる C 点の曲げモーメントを求める（切断⇒右対象）



$$M_A = +5P \times 2L - V_B \times 5L = 0$$
$$V_B = 2P$$

ゆえに $M_C = 2P \times 3L = 6PL$

断面係数は

$$Z = \frac{2a \times 3a \times 3a}{6}$$

したがって、曲げ応力度は

$$\sigma_M = \frac{M}{Z}$$
$$\sigma_M = 6PL \times \frac{6}{2a \times 3a \times 3a}$$
$$\sigma_M = \frac{2PL}{a^3}$$

（解法手順）『応力度』

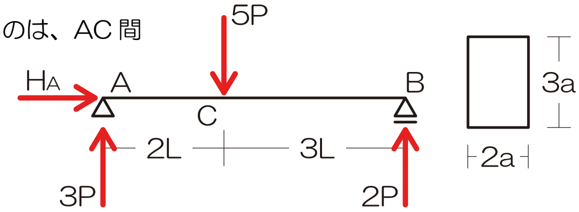
1）最大の応力を求める

2）断面諸係数を求める

3）最大の応力度を求める

せん断応力度を求める

鉛直反力は以下の図のようになるので、せん断力が最大となるのは、AC 間



AC 間のせん断力は $Q_{AC} = 3P$

ゆえに、せん断応力度は

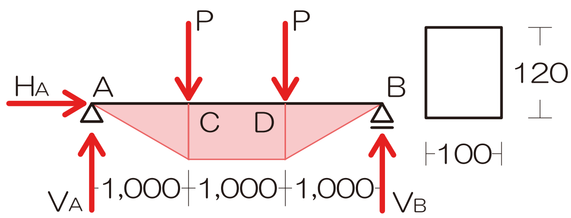
$$\tau = \frac{3}{2} \times \frac{Q}{A}$$
$$\tau = \frac{3}{2} \times \frac{3P}{3a \times 2a}$$
$$\tau = \frac{3P}{4a^2}$$

解答：最大曲げ応力度（2PL）/a^3、

最大せん断応力度（3P）/（$4a^2$）

《過去問 12》　許容曲げモーメントに達する際の荷重 P の値をもとめよ。ただし、部材の許容曲げ応力度を 20N/mm^2 とする。

曲げモーメント図を求めると以下の図のようになる（CD 間は偶力のモーメントになりますね）



曲げモーメントの最大値は、CD 間で

$$M_{CD} = 1000P$$

断面係数は

$$Z = \frac{100 \times 120 \times 120}{6}$$

（解法手順）『許容応力度』

1）最大の応力を求める

2）断面諸係数を求める

3）最大の応力度を求める

4）3）＜許容曲げ応力度となる P の値を求める

最大の曲げ応力度は

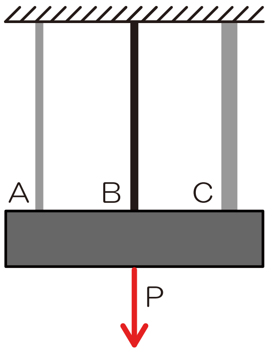
$$\sigma_M = \frac{M}{Z}$$
$$\sigma_M = 1000P \times \frac{6}{100 \times 120 \times 120}$$
$$\sigma_M = \frac{1000P \times 6}{100 \times 120 \times 120}$$

許容応力度計算より

$$\frac{1000P \times 6}{100 \times 120 \times 120} \le 20$$
$$P \le 4800$$

解答：4,800 N

《過去問 13》　剛体に接合されている３本の部材の伸びが等しくなるように荷重 P を加えた場合、各部材に生じる軸方向力の比を示せ。ただし、３本の部材の長さは等しく、ヤング係数は部材 A は E・部材 B は 2E・部材 C は E、断面積は部材 A は A・部材 B は A・部材 C は 2A とする。



ヤング係数の公式より変化量を導くと

$$E=\frac{\sigma_N}{\varepsilon}$$

$$\left(\sigma_N=\frac{N}{A},\varepsilon=\frac{\Delta l}{l}\right)$$

$$E=\frac{N}{A}\times\frac{l}{\Delta l}$$

$$\Delta l=\frac{Nl}{AE}$$

（解法手順）『ひずみ』

1）ひずみ・応力度・ヤング係数の式より変化量を導く

2）３本の変化量（伸び）は等しいので…

それぞれの部材の伸びを求めると

$$\Delta l_A=\frac{N_A l}{AE},\Delta l_B=\frac{N_B l}{A\times 2E},\Delta l_C=\frac{N_C l}{2A\times E}$$

伸びは等しいので

$$\frac{N_A l}{AE}=\frac{N_B l}{A\times 2E}=\frac{N_C l}{2A\times E}$$

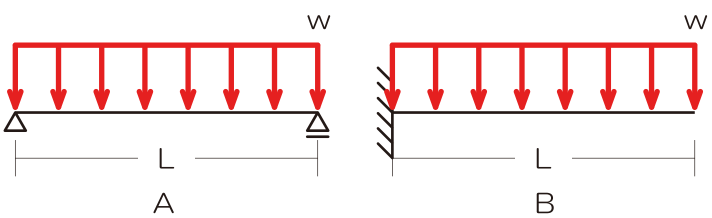
$$N_A=\frac{N_B}{2}=\frac{N_C}{2}$$

ゆえに

$$N_A:N_B:N_C=1:2:2$$

解答：NA：NB：NC = 1：2：2

《過去問 14》　梁 A および B に等分布荷重 w が作用したときの曲げによる最大たわみ δ_A と δ_B の比を求めよ。



梁 A のたわみを求める

$$\delta_A=\frac{5wL^4}{384EI}$$

梁 B のたわみを求める

$$\delta_B=\frac{wL^4}{8EI}$$

（解法手順）『たわみ』

1）公式に条件を代入

両者のたわみの比は

$$\delta_A:\delta_B=\frac{5wL^4}{384EI}:\frac{wL^4}{8EI}$$

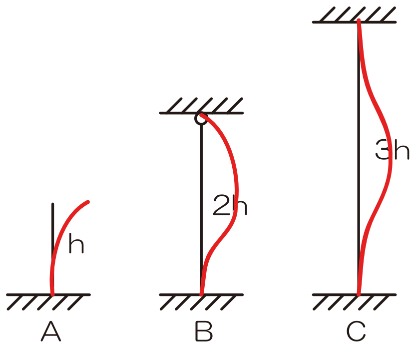
$$\delta_A:\delta_B=\frac{5}{48}:\frac{1}{1}$$

$$\delta_A:\delta_B=5:48$$

解答：δ_A：δ_B= 5：48

《演習問題 15》以下の構造物の座屈荷重の大小を比較せよ。

なお、B・C の柱の上部は拘束されているものとする。



（解法手順）『座屈』

1）上部移動のチェック

2）支点の形式をチェック

3）上記 2 点より座屈の状況を図示

4）弾性座屈荷重の公式

それぞれの柱の座屈長さを求める

$$l_{kA} = 2 \times h = 2h$$
$$l_{kB} = 0.7 \times 2h = 1.4h$$
$$l_{kC} = 0.5 \times 3h = 1.5h$$

座屈長さの大小は

$$l_{kB} < l_{kC} < l_{kA}$$

弾性座屈荷重の大小は座屈長さの順の逆となるので

$$P_B > P_C > P_A$$

解答：$P_B>P_C>P_A$

お疲れ様でした。

本テキストの問題は、本番の試験と比較しても遜色ないばかりでなく、各解法ともに難易度は同程度もしくは若干高めの問題を想定して作成しました。問題作成者（私…）の性格の悪さがにじみ出ていますが、これらの問題をすんなり解けるようならば本番の試験において足切りは考えられないばかりでなく、おそらく構造分野でアドバンテージを得ることができると思います（構造は力学である程度点数を確保してしまうのが合格への近道です）。

解説のボリュームを増やしたつもりでは有りますが、それでも分かり難い箇所等ありましたら遠慮なく質問をお願い致します。もう試験まで時間がありません。迷っている暇があったらまずは行動！

最後に、

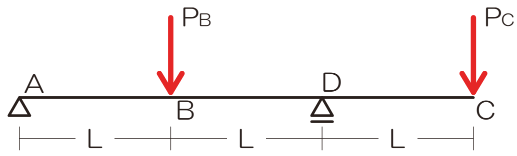
構造分野で点数を稼いで学科試験を通りますように。その勢いで二次試験も突破して晴れて建築士の資格をゲット出来ますように。さらに、その資格を有効に利用して益々ご活躍されますように。

では、少なくとも来年度 2 級建築士の講座でお会いすることの無いように（…）残り僅かな期間ですが、多少は無理してがんばってください。

以上

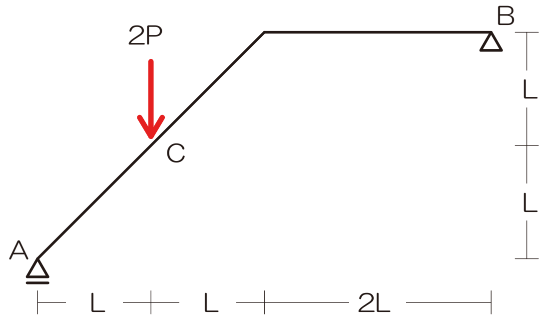
【おまけ（1 級の過去問…）】

《Q01》図のような梁において、B 点および C 点にそれぞれ集中荷重 P_B、P_C が作用している場合、支点 A に鉛直反力が生じないようにするための P_B と P_C の比を求めよ。【H24】



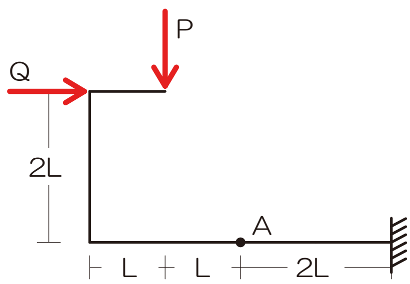
解答：P_B：P_C ＝1：1

《Q02》図のような荷重を受ける骨組における、C 点の曲げモーメントを求めよ。【H19】



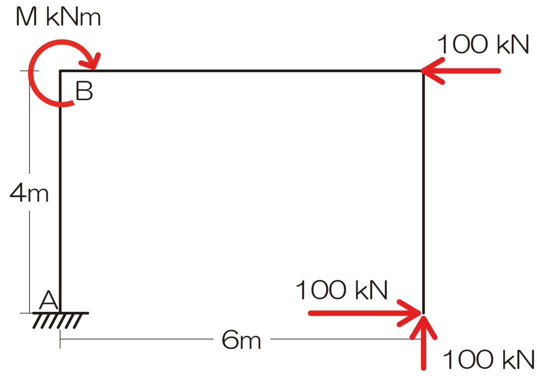
解答：3PL/2

《Q03》図のような荷重を受ける骨組の A 点に曲げモーメントが生じない場合の荷重 P と荷重 Q の比を求めよ。【H17】



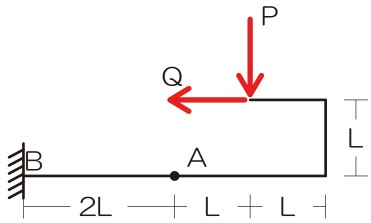
解答：P：Q ＝2：1

《Q04》図のような荷重を受けるラーメンにおいて、A 点に曲げモーメントが生じない場合の、B 点に作用するモーメントの値 M を求めよ。【H13】



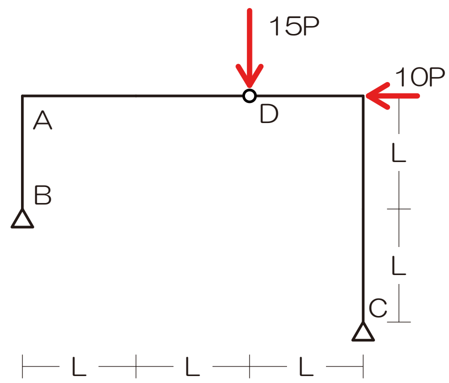
解答：1000[kNm]

《Q05》図のような荷重を受ける骨組の A 点に曲げモーメントが生じない場合の荷重 P と荷重 Q の比を求めよ。【H11】



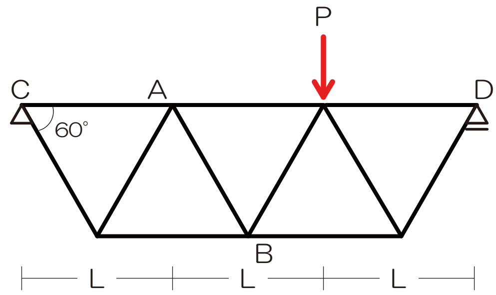
解答：P：Q＝1：1

《Q06》図のような荷重を受ける 3 ヒンジラーメンにおける、A 点の曲げモーメントを求めよ。【H21】



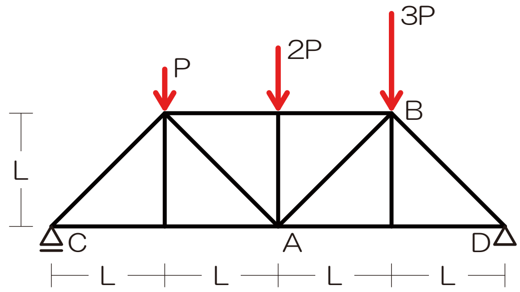
解答：14PL

《Q07》図のような荷重が作用するトラスにおいて、部材 AB に生じる軸方向力を求めよ。ただし、軸方向力は引張力を「＋」、圧縮力を「－」とする。【H23】



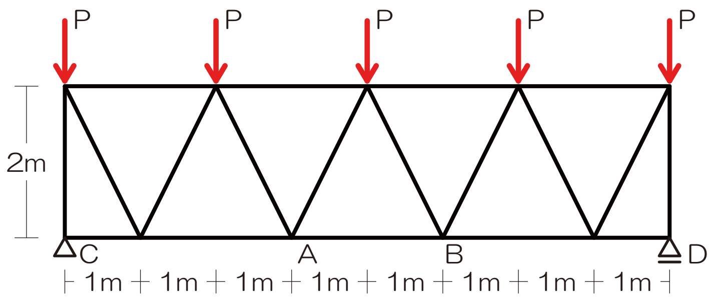
解答：＋2P/（3√3）

《Q08》図のような荷重が作用するトラスにおいて、部材 AB に生じる軸方向力を求めよ。ただし、軸方向力は引張力を「＋」、圧縮力を「－」とする。【H14】



解答：＋P/√2

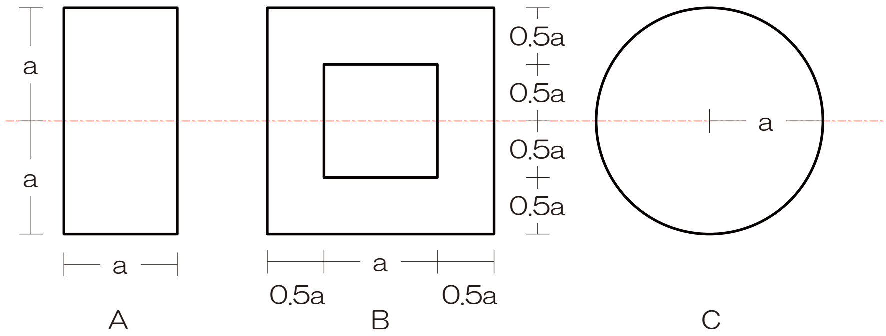
《Q0》図のような荷重 P が作用するトラスにおいて、部材 AB に生じる引張力を求めよ。【H11】



解答：2P

《Q10》断面 A、B、C の X 軸に関する断面二次モーメントをそれぞれ I_A、I_B、I_C としたとき、それらの大小関係を示せ。

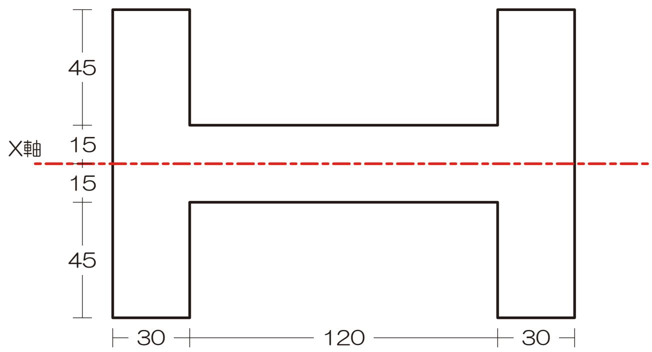
【H20】



解答：$I_B > I_C > I_A$

《Q011》図のような断面の X 軸に関する断面二次モーメントを求めよ。ただし、図中の単位は mm とする。

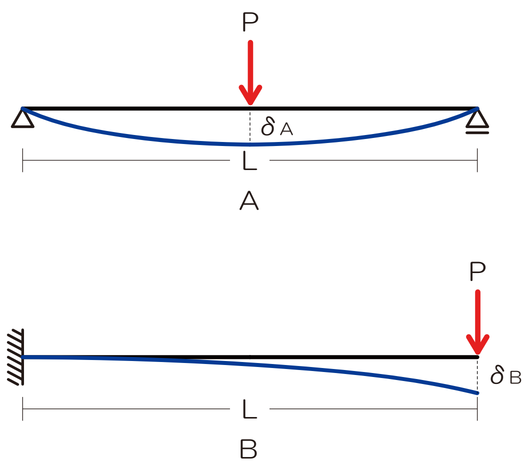
【H19】



解答：8.91×10^6 [mm^4]

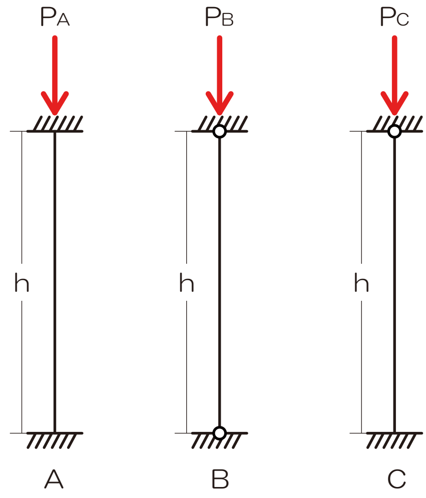
《Q012》図のような荷重 P を受ける梁 A および B の荷重点に生じる弾性たわみをそれぞれ δ_A（中央）δ_B（先端）としたとき、それらの比 $\delta_A : \delta_B$ を求めよ。ただし、梁 A および B は等質等断面の弾性部材とする。

【H17】



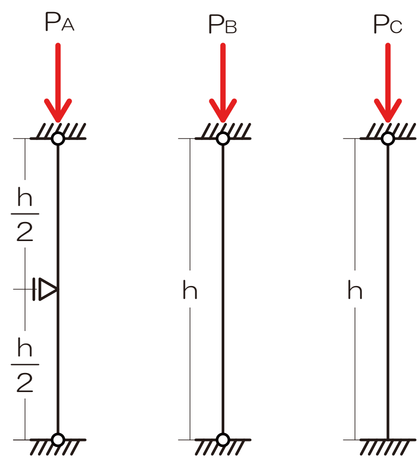
解答：$\delta_A : \delta_B = 1 : 16$

《Q013》図のような支持条件の柱 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、すべての柱は等質等断面の弾性部材とし、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】



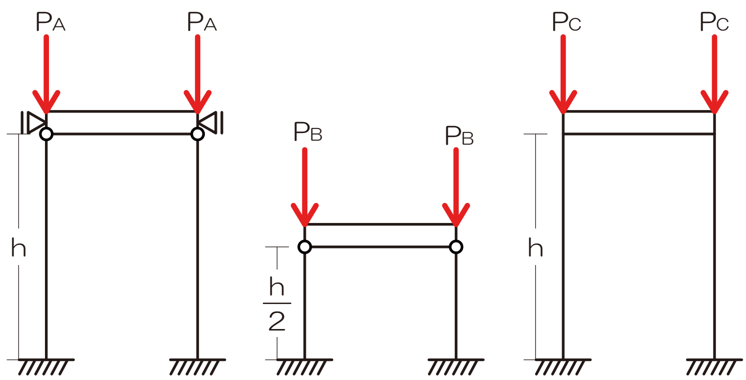
解答：$l_{kA}=0.5h$、$l_{kB}=1.0h$、$l_{kC}=0.7h$

《Q014》図のような支持条件で同一の材質からなる柱 A、B、C の弾性座屈荷重の理論値 P_A、P_B、P_C の大小関係を求めよ。ただし、柱 A、B、C の材端の移動は拘束されており、それぞれの断面二次モーメントは I、2I、3I とし、面外方向の座屈については無視するものとする。【H14】



解答：$P_B<P_A<P_C$

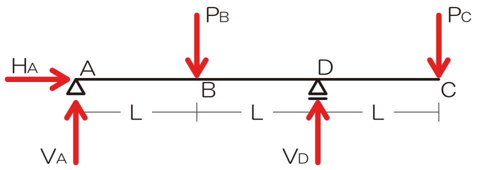
《Q015》図のような構造物の柱の弾性座屈荷重をそれぞれ P_A、P_B、P_C としたとき、それらの大小関係を求めよ。ただし、すべての柱は等質等断面であり、梁は剛体とし、柱および梁の重量については無視するものとする。【H13】

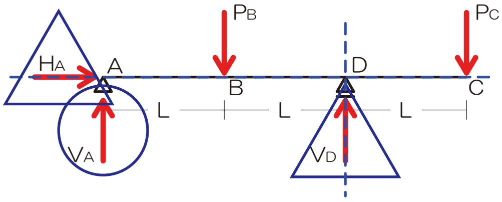


解答：$P_A>P_B=P_C$

【解答＠おまけ】

《A01》





（解法手順）『支点の反力』

1） 生じる可能性のある反力を図示

⇒ 左図

2） 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック

⇒ V_A とする

3） ターゲット以外の未知力を△チェック

4） ターゲット以外の未知力の作用線を図示

5） 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメント、交差しないなら⇒直行する軸のつり合い

⇒ V_A を求める（交点 D のモーメントに着目）

$$M_D = +V_A \times 2L - P_B \times L + P_C \times 0 = 0$$

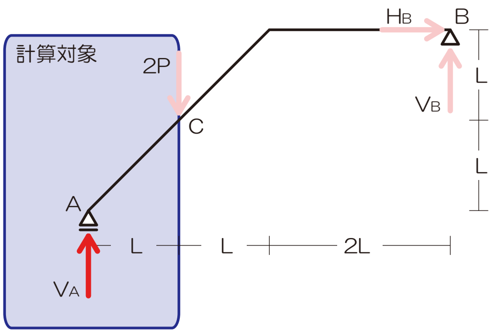
$$V_A = \frac{P_B - P_C}{2}$$

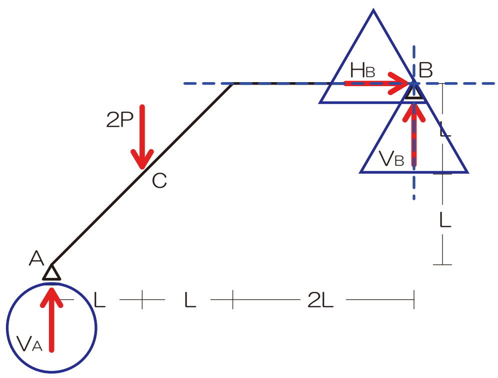
⇒ V_A が 0 であることより

$$V_A = \frac{P_B - P_C}{2} = 0$$

$$P_B = P_C$$

《A02》





（解法手順）『梁の応力』

1） 生じる可能性のある反力を図示

2） 応力を求めたい点で構造体を切断！

3） 計算対象を決定

⇒ 計算対象を左とする

4） もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

⇒ 反力 V_A を求める

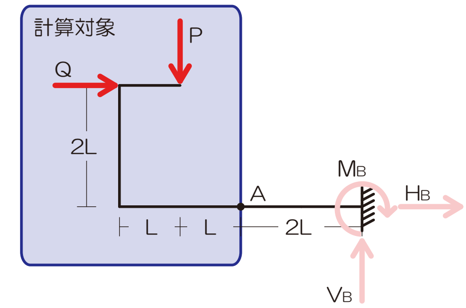
$$M_B = +V_A \times 4L - 2P \times 3L = 0$$

$$V_A = \frac{3P}{2}$$

5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_C = +\frac{3P}{2} \times L = \frac{3PL}{2}$$

《A03》



（解法手順）『梁の応力』

1） 生じる可能性のある反力を図示

2） 応力を求めたい点で構造体を切断！

3） 計算対象を決定

⇒ 計算対象を左とする

4） もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

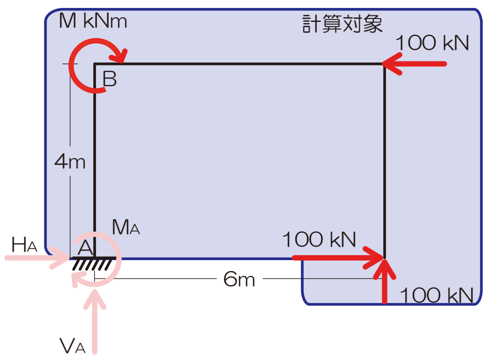
5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_A = +Q \times 2L - P \times L$$

また、A 点の曲げモーメントが 0 であることより

$$M_A = +Q \times 2L - P \times L = 0$$
$$2Q = P$$
$$P : Q = 2 : 1$$

《A04》



（解法手順）『ラーメンの応力』

1） 生じる可能性のある反力を図示

2） 応力を求めたい点で構造体を切断！

3） 計算対象を決定

⇒ 計算対象を右とする

4） もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

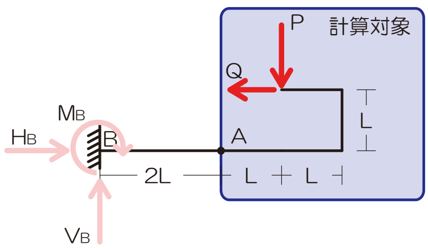
5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_A = +M - 100 \times 4 + 100 \times 0 - 100 \times 6$$

また、A 点の曲げモーメントが 0 であることより

$$M_A = +M - 100 \times 4 + 100 \times 0 - 100 \times 6 = 0$$
$$M = 1000[kNm]$$

《A05》



（解法手順）『ラーメンの応力』

1） 生じる可能性のある反力を図示

2） 応力を求めたい点で構造体を切断！

3） 計算対象を決定

⇒ 計算対象を右とする

4） もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

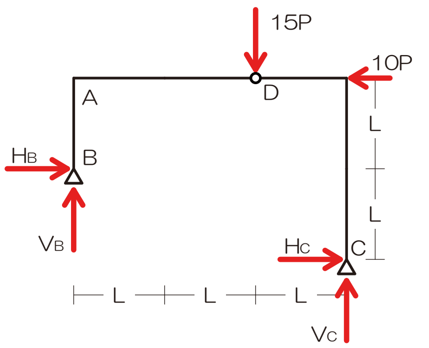
5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_A = -Q \times L + P \times L$$

また、A 点の曲げモーメントが 0 であることより

$$M_A = -Q \times L + P \times L = 0$$
$$P = Q$$
$$P : Q = 1 : 1$$

《A06》



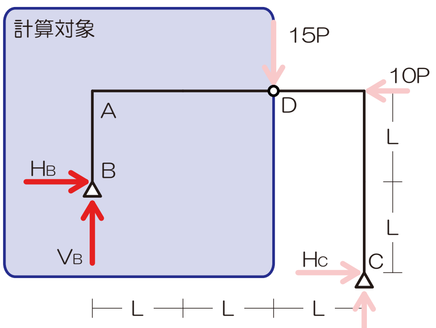


図 - 2

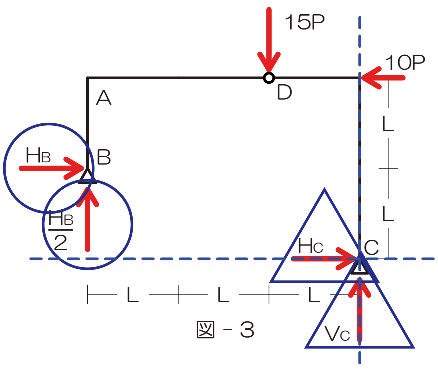


図 - 3

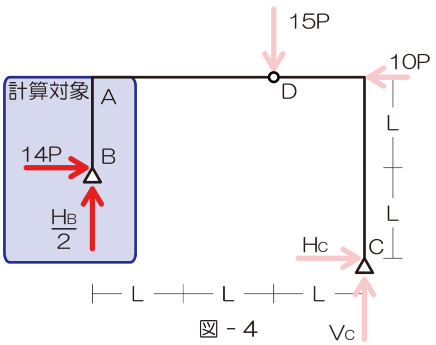


図 - 4

（解法手順）『3 ヒンジラーメン』

『応力算定』

1） 生じる可能性のある反力を図示

2） 応力を求めたい点で構造体を切断！

3） 計算対象を決定

⇒ 計算対象を左とする（図-1）

⇒ H_B さえ求められれば…

『3 ヒンジラーメンの反力算定』

1）生じる可能性のある反力を図示

2）ヒンジ点でのモーメント 0 より反力の 1 つを消去

⇒ D 点の曲げモーメントに着目（図-2）

$$M_D = +V_B \times 2L - H_B \times L = 0$$

$$V_B = \frac{H_B}{2}$$

⇒ V_B を H_B に変換（V_B を消去）

3）以降は力のつり合いより未知力を求める

⇒ ターゲットを H_B 系とすると、ターゲット以外の未知力は C 点で交差、C 点の M に着目（図-3）

$$M_C = +\frac{H_B}{2} \times 3L + H_B \times L - 15P \times L - 10P \times 2L = 0$$

$$3H_B L + 2H_B L - 30PL - 40PL = 0$$

$$5H_B L = 70PL$$

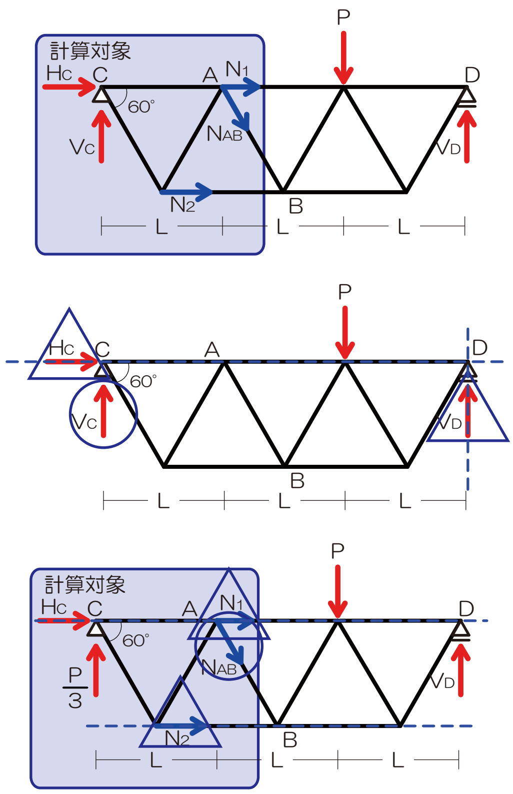
$$H_B = 14P$$

『応力算定』

ゆえに A 点の曲げモーメントは（図-4）

$M_A = -14P \times L = 14PL$ （絶対値表記）

《A07》



（解法手順）『トラスの応力』

1） 反力を図示 ⇒ 左図

2） 【切断】面を決定 ⇒ 計算対象側を【選択】

⇒ 左とする

3） 切断された部材内の応力を仮定

⇒ 図 N_{AB}、N_1、N_2

⇒ 反力があるので反力算定

$$M_D = +V_C \times 3L - P \times L = 0$$

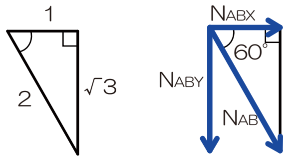
$$V_C = \frac{P}{3}$$

4） 力のつり合いにて未知力を算定

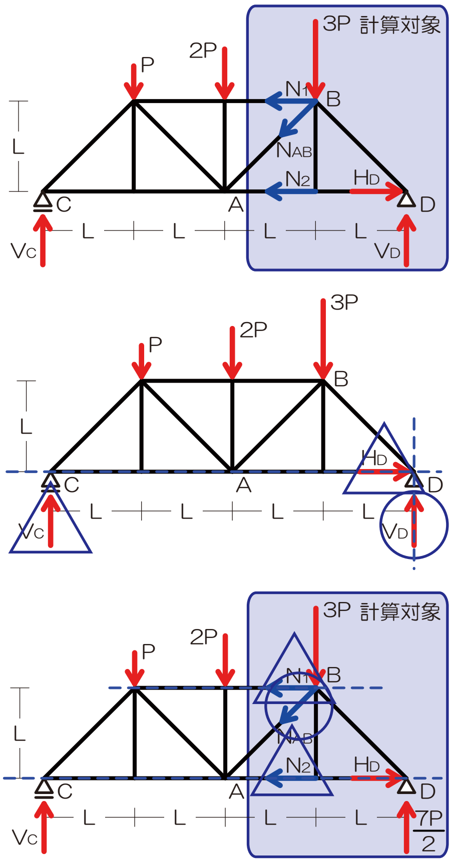
⇒ N_{AB} を求める（縦の力のつり合いに着目）

$$\sum Y = \frac{P}{3} - N_{AB} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0$$

$$N_{AB} = +\frac{2P}{3\sqrt{3}}$$



《A08》



（解法手順）『トラスの応力』

1）反力を図示 ⇒ 左図

2）【切断】面を決定 ⇒ 計算対象側を【選択】

⇒ 右とする

3）切断された部材内の応力を仮定

⇒ 図 N_{AB}、N_1、N_2

⇒ 反力があるので反力算定

$$M_C = +V_D \times 4L - P \times L - 2P \times 2L - 3P \times 3L = 0$$

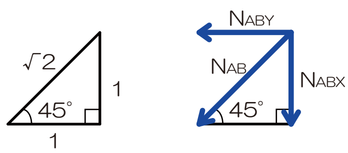
$$V_D = \frac{7P}{2}$$

4）力のつり合いにて未知力を算定

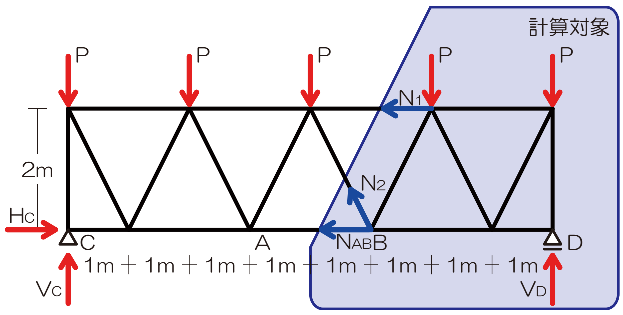
⇒ N_{AB} を求める（縦の力のつり合いに着目）

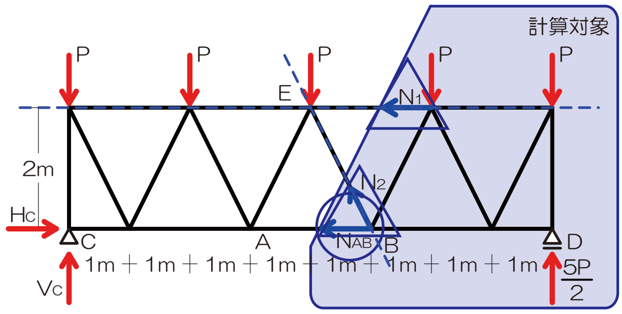
$$\sum Y = -3P - N_{AB} \times \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{7P}{2} = 0$$

$$N_{AB} = \frac{\sqrt{2}P}{2}\left(= \frac{P}{\sqrt{2}} \right)$$



《A09》





（解法手順）『トラスの応力』

1）反力を図示　⇒　左図

2）【切断】面を決定　⇒　計算対象側を【選択】

⇒　右とする

3）切断された部材内の応力を仮定

⇒　図 N_{AB}、N_1、N_2

⇒　反力がある…でも線対称

$$V_D = \frac{5P}{2}$$

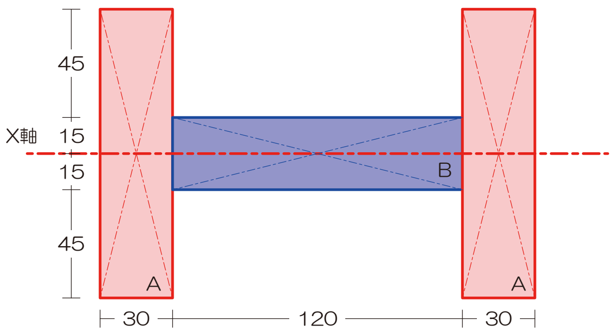
4）力のつり合いにて未知力を算定

⇒　N_{AB} を求める（交点 E に着目）

$$M_E = +N_{AB} \times 2 - P \times 2 + P \times 4 + \frac{5P}{2} \times 4 = 0$$

$$N_{AB} = 2P$$

《A10》



（解法手順）『断面２次モーメント』

1）軸チェック

⇒　X 軸

2）図心が等しくなるように断面を分割

⇒　左図のように分割

3）各断面の断面２次モーメントを求め足し引き

⇒　断面２次モーメントを求める

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

$$I_A = \frac{120 \times 30 \times 30 \times 30}{12}$$

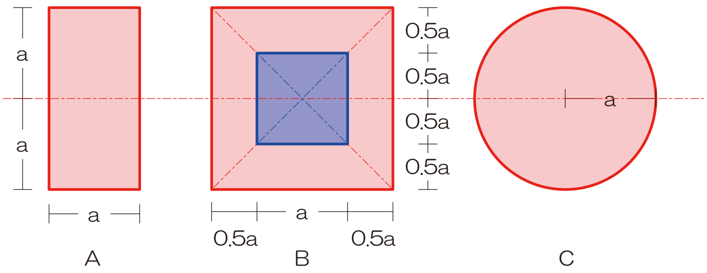
$$I_B = \frac{30 \times 120 \times 120 \times 120}{12}$$

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

$$I = \frac{120 \times 30}{12}(30 \times 30 + 120 \times 120 \times 2)$$

$$I = 8910000$$

《A11》



⇒ A 断面の断面二次モーメント

$$I_A = \frac{a \times 2a \times 2a \times 2a}{12}$$

$$I_A = \frac{8a^4}{12}$$

（解法手順）『断面２次モーメント』

⇒ B 断面の断面二次モーメント

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

$$I_B = \frac{15a^4}{12}$$

⇒ C 断面の断面二次モーメント

$$I_C = \frac{\pi \times 2a \times 2a \times 2a \times 2a}{64}$$

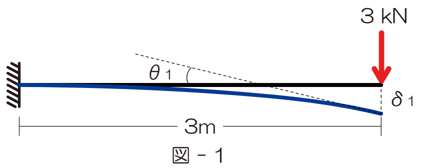
$$I_C = \frac{\pi a^4}{4}$$

$$I_C = \frac{3 \times 3.14a^4}{12}$$

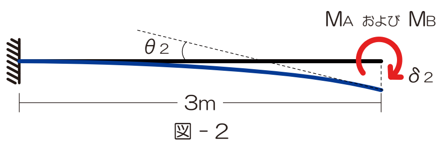
⇒ ゆえに

$$I_B > I_C > I_A$$

《A12》



図－1



図－2

（解法手順）『たわみ』

１） 公式に代入

⇒ 梁 A、B のたわみ

$$\delta_A = \frac{PL^3}{48EI_A}、\quad \delta_B = \frac{PL^3}{3EI}$$

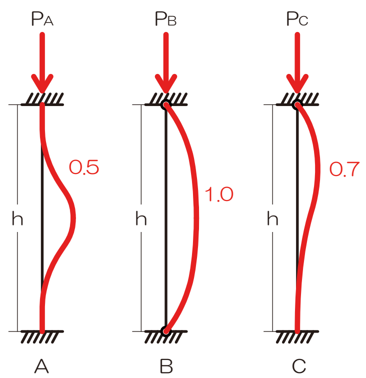
⇒ 両者の比は

$$\delta_A : \delta_B = \frac{PL^3}{48EI_A} : \frac{PL^3}{3EI}$$

$$\delta_A : \delta_B = \frac{48}{48} : \frac{48}{3}$$

$$\delta_A : \delta_B = 1 : 16$$

《A13》



（解法手順）『座屈』

1）上端の移動をチェック

2）支点の形状をチェック

3）上記２点より座屈の状況を図示

⇒ 左図

4）座屈の状況より座屈長さを算定

⇒ A の座屈長さを求める $l_{kA} = 0.5 \times h = 0.5h$

⇒ B の座屈長さを求める $l_{kB} = 1.0 \times h = h$

⇒ C の座屈長さを求める $l_{kC} = 0.7 \times h = 0.7h$

《A14》

1）上端の移動をチェック

2）支点の形状をチェック

3）上記２点より座屈の状況を図示

⇒　右図（途中に支点がある場合に留意）

4）座屈の状況より座屈長さを算定

⇒　Ａの座屈長さを求める（複数の部材で構成される柱の座屈長さは、部材の中で最も小さな値となります）

$$l_{kA} = 1.0 \times 0.5h = 0.5h$$

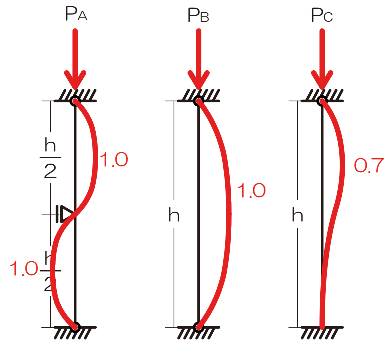
⇒　Ｂの座屈長さを求める

$$l_{kB} = 1.0 \times h = 1.0h$$

⇒　Ｃの座屈長さを求める

$$l_{kC} = 0.7 \times h = 0.7h$$

（解法手順）『座屈』



5）弾性座屈荷重の大小を比較

⇒　Ａの弾性座屈荷重を求める

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

⇒　Ｂの弾性座屈荷重を求める

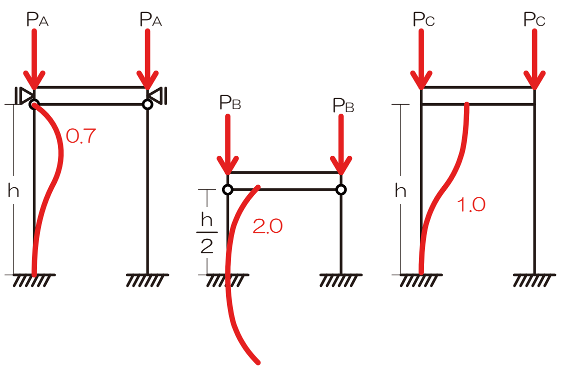
$$N_{kB} = \frac{\pi^2 E2I}{(h)^2} = 2\frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

⇒　Ｃの弾性座屈荷重を求める

$$N_{kC} = \frac{\pi^2 E3I}{(0.7h)^2} = \frac{3}{0.49}\frac{\pi^2 EI}{h^2} = \frac{3}{0.5}\frac{\pi^2 EI}{h^2} = 6\frac{\pi^2 EI}{h^2}$$

ゆえに $P_B < P_A < P_C$

《A15》



（解法手順）『座屈』

1）上端の移動をチェック

2）支点の形状をチェック

3）上記２点より座屈の状況を図示

⇒　左図

4）座屈の状況より座屈長さを算定

⇒　Ａの座屈長さを求める

$$l_{kA} = 0.7 \times h = 0.7h$$

⇒　Ｂの座屈長さを求める

$$l_{kB} = 2.0 \times 0.5h = 1.0h$$

⇒　Ｃの座屈長さを求める

$$l_{kC} = 1.0 \times h = 1.7h$$

5）弾性座屈荷重の大小を比較

⇒　座屈長さが小さいほうが弾性座屈荷重は大きくなりますよ

$$P_A = P_B > P_C$$

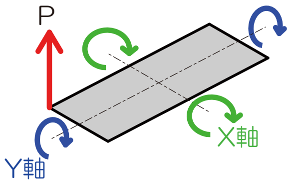
【おまけのおまけ】

模擬試験問題 10 について…

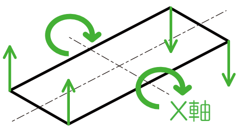
この問題は２級建築士の模擬試験に適していないばかりでなく、１級でも激レアな問題です、怒

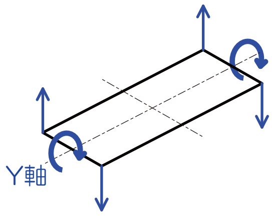
※　この問題はちょっと厄介で…まずは下準備

※　偏心した荷重では斜めの回転が発生します

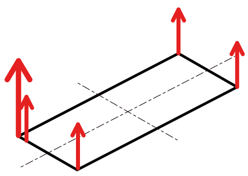


※　斜めの回転は X・Y の両軸に曲げモーメントによる曲げ応力度を生じさせます

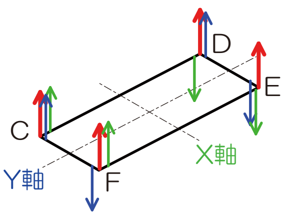




※　また、もともとの荷重による垂直応力度もあります



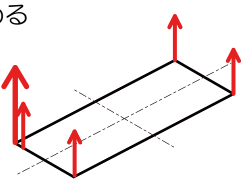
※　最終的に合算すると以下のようになり、最も引張られているのが C 点、圧縮が最も大きくなるのは E 点となります



⇒　ゆえに、C 点、E 点の垂直応力度を求める

1）軸方向力による垂直応力度を求める

⇒　全断面均一、符号に注意！！

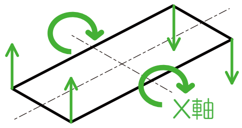


$$\sigma_N = \frac{P}{D \times 3D} = \frac{P}{3D^2}$$

2）曲げモーメントによる曲げ応力度（垂直応力度）を求める

⇒　X 軸における曲げモーメントは（距離は辺の半分！）

$$M_X = P \times \frac{3D}{2}$$



⇒　X 軸の断面係数は

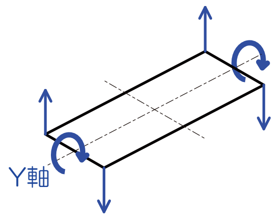
$$Z_X = \frac{D \times 3D \times 3D}{6} = \frac{3D^3}{2}$$

⇒　X 軸の曲げモーメントによる垂直応力度は

$$\sigma_{MX} = \frac{3PD}{2} \times \frac{2}{3D^3} = \frac{P}{D^2}$$

⇒　Y 軸における曲げモーメントは（距離は辺の半分！）

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



⇒　Y 軸の断面係数は

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

⇒　Y 軸の曲げモーメントによる垂直応力度は

$$\sigma_{MY} = \frac{PD}{2} \times \frac{2}{D^3} = \frac{P}{D^2}$$

3）全者を合算（符号に留意）

⇒　C 点の垂直応力度

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

⇒　E 点の垂直応力度

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

【memo】

ホントにおしまい