【実践力養成講座について】

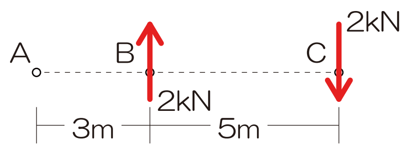
本講座で解説を行った力学解法 15 パターンの総復習を行います（応力図は過去問数が少ないので除外）。本講座では当該項目の『最新の問題』を用いて解説を行いましたが、新傾向対策講座では新規問題を対象に知識の定着の確認を行います。前半部分においては、ページ左に問題、右にハーフトーンで解法手順を（当然ながらこの時期においてはもう既に解法手順は把握しているはずですので、ページ右側は極力見ないように…）、資料後半は解説を示します。講座は全 2 回ですが、初回に 2 回分の資料を配ってしまいますので、進捗状況が良好な方は随時先行してください。

【力学（計算）系問題の解法パターン】力学は以下に示す 16 パターンの解法に分類可能

	解　法	難易度	コスパ	出題率	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18
01	モ ー メ ン ト	★	♡♡	20%							○			○
02	力 の 合 成	★	♡♡	20%					○	○				
03	未 知 力 算 定	★	♡♡	20%								○	○	
04	支 点 の 反 力	★	♡♡	60%	△	○	△				○		△	○
05	梁 の 応 力	★★	♡♡	100%	○	○	△	○	○	◎	○	△	○	○
06	ラーメンの応力	★★	♡♡	50%	○			○		○		○	△	
07	３ヒンジラーメン	★★★	♡	20%			○		○					
~~08~~	~~応 力 図~~	★★	♡	10%	○									
09	ト ラ ス	★★	♡♡	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	図心（断面 1 次 M）	★	♡	20%		○								○
11	断 面 2 次 M	★	♡♡♡	90%	○	△	○	○	○	○	○	○	○	
12	応 力 度	★★★	♡	30%	○			○			○	○		
13	許 容 応 力 度	★★★	♡	40%		○	○		○				○	
14	ひ ず み	★	♡	10%										○
15	た わ み	★★	♡	20%			△					△		
16	座 屈	★	♡♡♡	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

『解法 01』　モーメント　　難度：★☆☆　　コスパ：♥♥♡　　H27　H26　H25　H24　H23　H22　H21　H20　H19　H18

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 01』任意の点のモーメント

1）作用線を図示

2）モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示

3）モーメントを求める点から作用線と垂線の交点までの距離を示す

4）モーメント＝力の大きさ×上記の距離（力⇒距離⇒符号の順番で３ステップで計算しましょう）

5）複数の力によるモーメントを合算

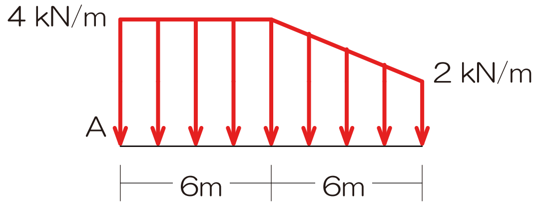
解答：M_A = 10 kNm、M_B = 10 kNm、M_C = 10 kNm

『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

『解法 02』　力の合成　　難度：★☆☆　コスパ：♥♥♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

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 02』力の合成（バリニオンの定理）

1）分布荷重を単純図形に分割、それぞれを集中荷重へ

2）基準となる点を指定（今回は A 点指定）

3）上記点における合成前のモーメント算定

4）合成後の力の大きさを算定

5）合成後の力の位置を仮定

　⇒　1）の点からの距離を x と仮定

6）合成後の力による 1）の点におけるモーメント算定

7）3）のモーメント=6）のモーメントより x を算定

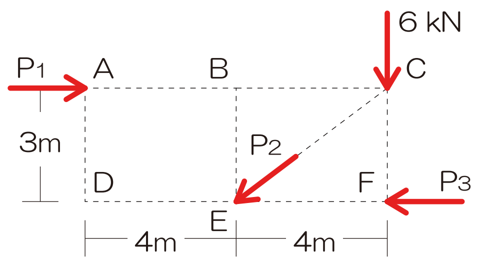
解答：A 点から右 5.4m

『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

『解法 03』　未知力算定　　難度：★☆☆　コスパ：♥♥♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

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 03』未知力算定

1）求めたい未知力（ターゲット）を〇チェック

2）ターゲット以外の未知力を△チェック

3）ターゲット以外の未知力の作用線を図示

4）上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目

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

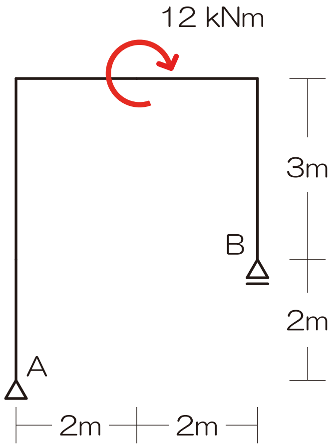
□ 何かカ（未知力）をピンポイントで求めたいときは…「それ以外の未知力の交点に注目！」

□ 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

『解法 04』　支点の反力　　難度：★☆☆　コスパ：♥♥♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

　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 04』支点の反力
1）生じる可能性のある反力を図示
2）求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
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⇒交点のモーメントに着目、
　平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目
6）残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて
　求める

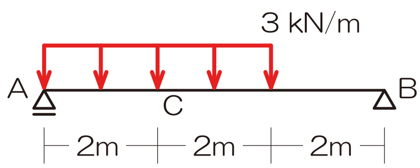
解答：V_A＝ -3 kN、V_B＝ 3 kN、H_A＝ 0 kN

『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

『解法 05』　梁の応力　　難度：★★☆　コスパ：♥♥♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

　図のような荷重を受ける架構における、C 点の曲げモーメントを求めよ。



『解法 05』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
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

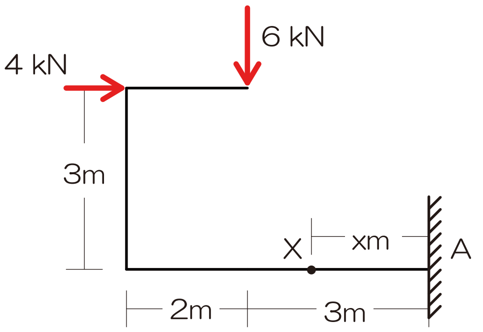
解答：M_C＝10 kNm

『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】

『解法 06』　ラーメンの応力　　　難度：★★☆　　コスパ：♥♥♡

H27	H26	H25	H24	H23
H22	H21	H20	H19	H18

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 06』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
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

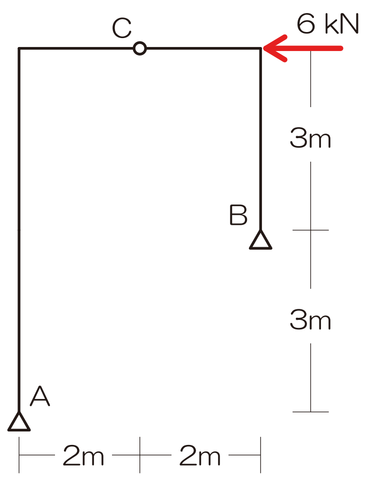
解答：Ａ点より１ｍ

『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】

『解法 07』　３ヒンジラーメン　　　難度：★★★　　コスパ：♥♡♡

H27	H26	H25	H24	H23
H22	H21	H20	H19	H18

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 07』３ヒンジラーメン
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
3）以降は力のつり合いより未知力を求める

解答：V_A＝ 6 kN、H_A＝ 2 kN

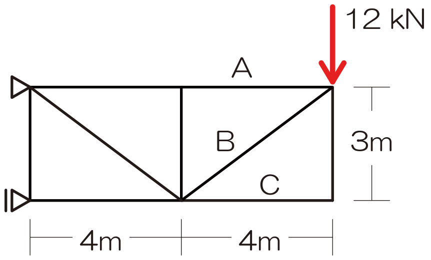
『ポイント』　□ ピン節点では「曲げモーメント=0」を用いて反力の１つを無理やり消してしまいましょう

Date
2016/　　/

『解法 09』　トラス　　難度：★★☆　　コスパ：♥♥♡

H27　H26　H25　H24　H23
H22　H21　H20　H19　H18

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 09』トラスの応力
1）反力を図示
2）【切断】面を決定　⇒　計算対象側を【選択】
3）切断された部材内の応力を仮定
4）力のつり合いにて未知力を算定

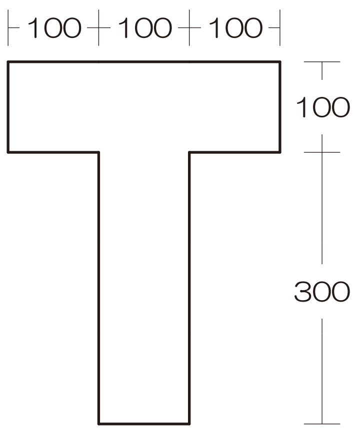
解答：N_A＝16 kN、N_B＝ -20 kN、N_C＝ 0 kN

『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！！

『解法 10』　図心（断面１次Ｍ）　難度：★☆☆　　コスパ：♥♡♡

H27　H26　H25　H24　H23
H22　H21　H20　H19　H18

以下の断面の図心の位置を求めよ。なお、底部からの距離で示せ。



『解法 10』図心（断面一次モーメント）
1）軸を確認
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
4）断面１次モーメントの合計を全断面積で除す

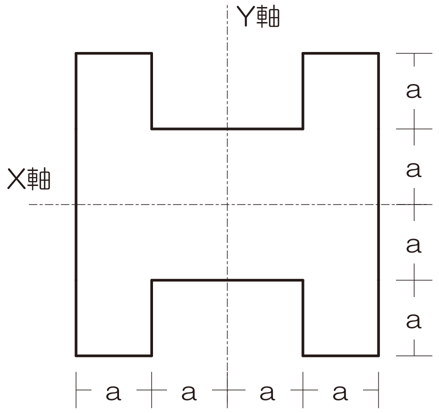
解答：250（底部より）

『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！

『解法 11』　断面２次モーメント　　難度：★☆☆　　コスパ：♥♥♥

H27　H26　H25　H24　H23
H22　H21　H20　H19　H18

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 11』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

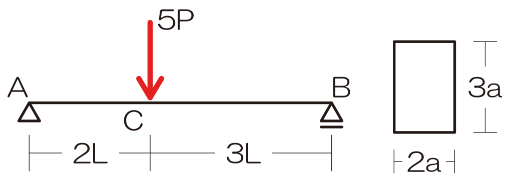
解答：$I_X = 12a^4$、$I_Y = 20a^4$

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

『解法 12』　応力度　　難度：★★★　　コスパ：♥♡♡

H27　H26　H25　H24　H23
H22　H21　H20　H19　H18

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 12』応力度
1）反力を図示
2）応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
3）単位を[N][mm]に変換
4）生じる最大の応力を求める（解法：応力参照）
5）断面諸係数を求める（解法：断面係数等参照）
6）最大の応力度を求める

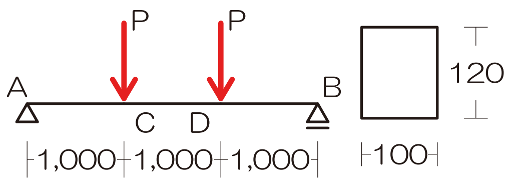
解答：最大曲げ応力度（2PL）/a^3、
最大せん断応力度（3P）/（$4a^2$）

『ポイント』　□ 「応力算定」⇒「断面諸係数」⇒「応力度」の順で算定、面倒ですがここでの１点確保は有利

『解法 13』　許容応力度　　難度：★★★　コスパ：♥♡♡

H27 **H26** **H25** H24 **H23**
H22 H21 H20 **H19** H18

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 13』許容応力度
1）反力を図示
2）応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
3）単位を[N][mm]に変換
4）生じる最大の応力を求める（解法：応力参照）
5）断面諸係数を求める
6）最大の応力度を求める
7）許容応力度計算

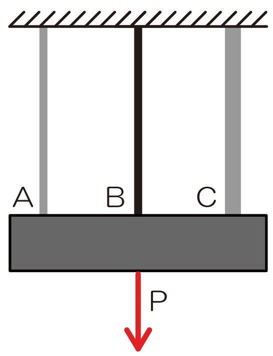
解答：4,800 N

『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）

『解法 14』　ひずみ　　難度：★★★　コスパ：♥♡♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 **H18**

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。



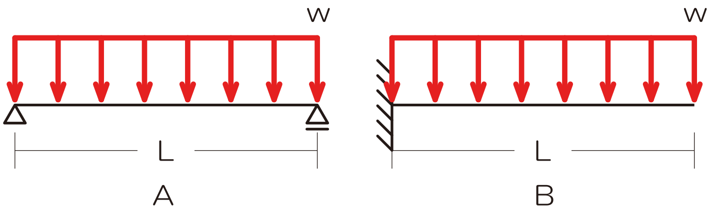
『解法 14』ひずみ
1）ひずみの公式より各材のひずみを求める

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

『解法 15』　たわみ　　　　難度：★★☆　　コスパ：♥♡♡　　H27　H26　H25　H24　H23　H22　H21　H20　H19　H18

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。



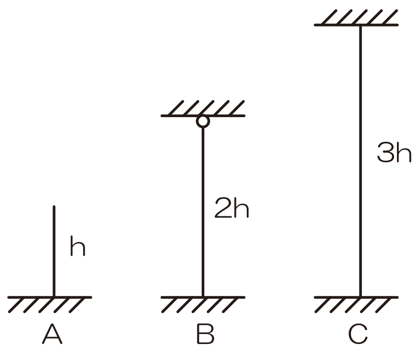
『解法 15』ひずみ
1） たわみの公式よりたわみ角/たわみを求める

解答：$\delta_A : \delta_B = 5 : 48$

『ポイント』　☐ ここ 10 年されたのは H25、20、16 のみ
☐ 材長の何倍に比例するの？はしっかりチェックしておきましょう

『解法 16』　座屈　　　　難度：★☆☆　　コスパ：♥♥♥　　H27　H26　H25　H24　H23　H22　H21　H20　H19　H18

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。



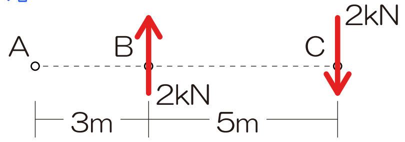
『解法 16』座屈
1） 上端の移動をチェック
2） 支点の形状をチェック
3） 上記 2 点より座屈の状況を図示
4） 座屈の状況より座屈長さを算定
5） 弾性座屈荷重の大小を比較

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】

『解法 01』

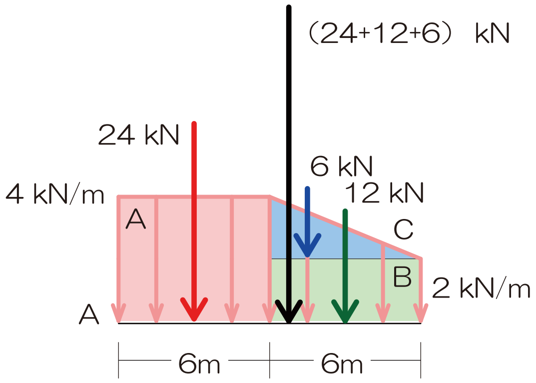


各点のモーメントを求める

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

『解法 02』

以下の図のように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

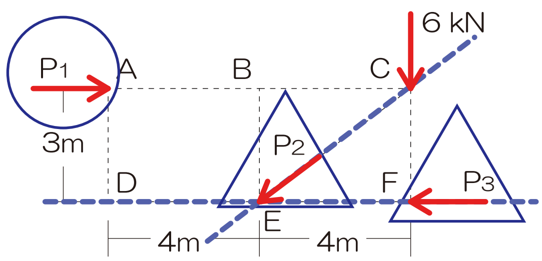
$$M_A{}' = (24+12+6)\times x$$

両者は等しいので

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

『解法 03』

P_1 を求める

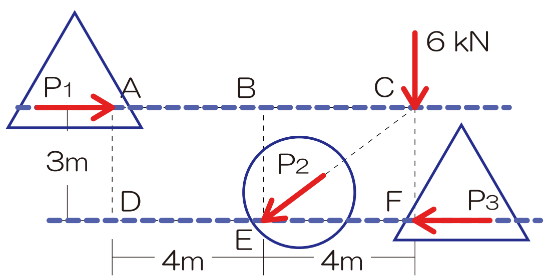


ターゲット以外の未知力の作用線に注目すると、Ｅ点で交差

Ｅ点のモーメントより

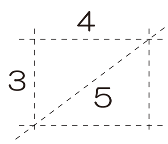
$$M_E = +P_1\times3+6\times4 = 0$$
$$3P_1 = -6\times4$$
$$P_1 = -8[kN]$$

P_2 を求める



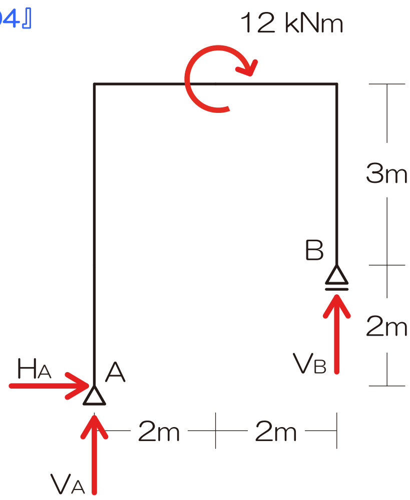
ターゲット以外の未知力の作用線に注目すると並行、ゆえに直行する縦方向の力の釣り合いに注目すると

$$\sum Y = -6-P_{2y} = 0$$
$$\left(P_{2y} = P_2\times\frac{3}{5}\right)$$



$$-6-P_2\times\frac{3}{5} = 0$$
$$P_2 = 6\times\left(-\frac{5}{3}\right)$$
$$P_2 = -10[kN]$$

『解法 04』



V_B を求める

V_A と H_A の交点である A 点の曲げモーメントに着目

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

V_A を求める

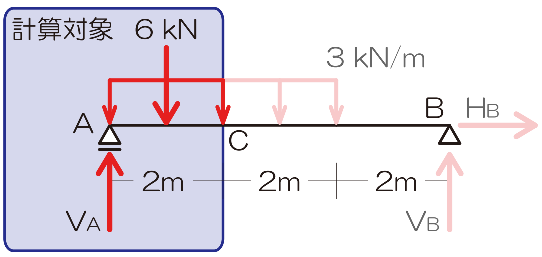
$$\sum Y = V_A + V_B = 0$$
$$V_A + 3 = 0$$
$$V_A = -3[kN]$$

H_A を求める

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

『解法 05』

C 点で切断　⇒　計算対象は左



反力 V_A を求める

V_B と H_B の交点である B 点の曲げモーメントに着目

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

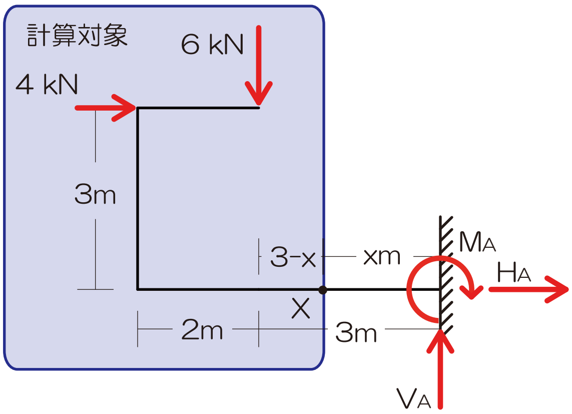
C 点の曲げモーメントは

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

『解法 06』

X 点で切断　⇒　計算対象は左

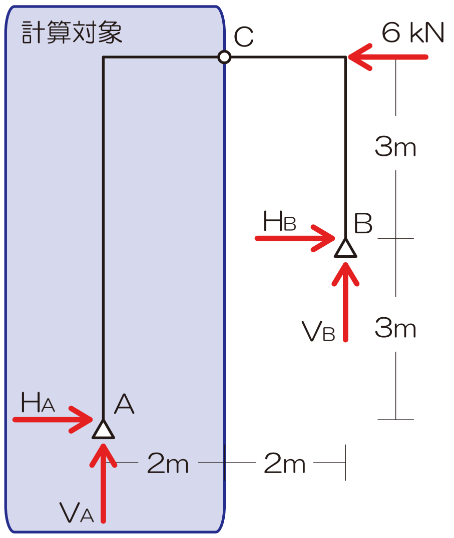
（A 点からの距離を xm とする）



X 点での曲げモーメントが 0 であることより

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

『解法 07』



じゃまな H_A を消す

⇒　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

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

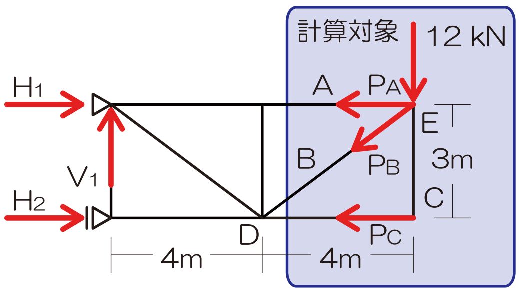
反力 V_A を求める（式中で上記 H_A の値を代入）

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

反力 H_A を求める

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

『解法 09』



P_A を求める

P_B と P_C の交点 D 点の曲げモーメントに着目

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

P_C を求める

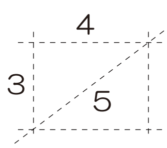
P_A と P_B の交点 E 点の曲げモーメントに着目

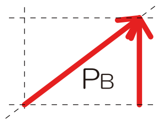
$$M_E = +P_C \times 3 + 12 \times 0 = 0$$
$$P_C = 0[kN]$$

P_B を求める

P_A と P_C は平行なので、直交する軸に着目

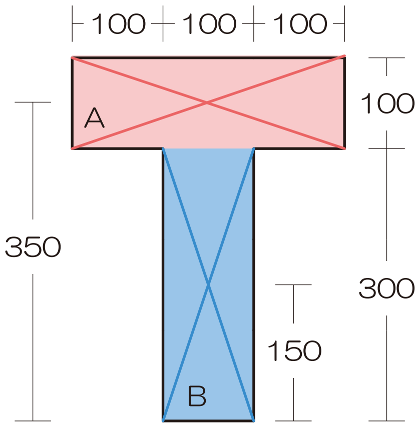
$$\sum Y = -12 - P_{By} = 0$$
$$\left(P_{By} = P_B \times \frac{3}{5}\right)$$





$$-12 - P_B \times \frac{3}{5} = 0$$
$$-P_B \times \frac{3}{5} = 12$$
$$P_B = 12 \times \left(-\frac{5}{3}\right)$$
$$P_B = -20$$

『解法 10』



左図のように分割

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

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

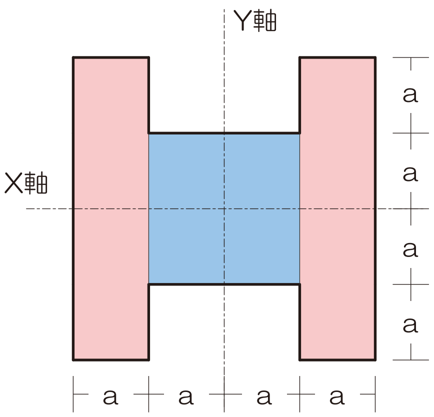
$$y=\frac{(100\times300)(350+150)}{(100\times300)\times2}$$

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

$$y=250$$

『解法 11』

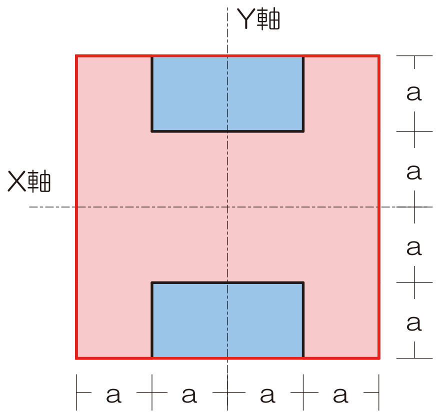
X 軸の断面２次モーメントを求める



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

$$I_X=12a^4$$

Y 軸の断面２次モーメントを求める



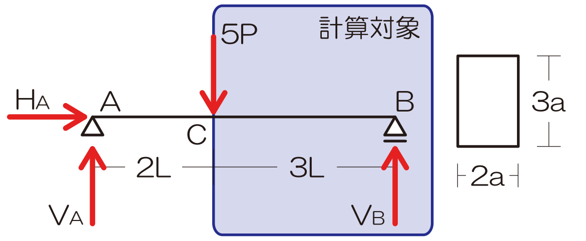
$$I_Y=\frac{4a\times4a\times4a\times4a}{12}-\frac{a\times2a\times2a\times2a}{12}\times2$$

$$I_Y=20a^4$$

『解法 12』

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）



V_B を求める

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

ゆえに $M_C = 2P \times 3L = 6PL$

断面係数は

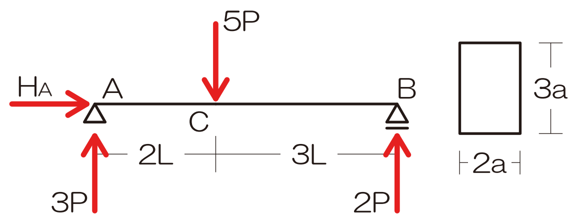
$$Z = \frac{2a \times 3a \times 3a}{6}$$

したがって、曲げ応力度は

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

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 $Q_{AC} = 3P$

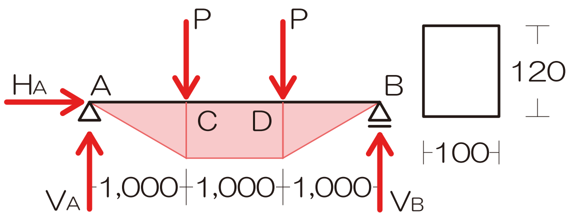
ゆえに、せん断応力度は

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

『解法 13』

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

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

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

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

『解法 14』

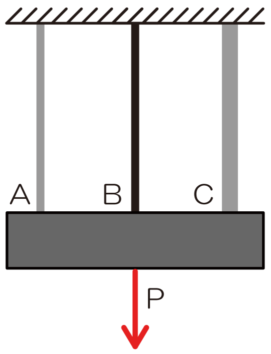
ヤング係数の公式より変化量を導くと

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

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

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

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



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

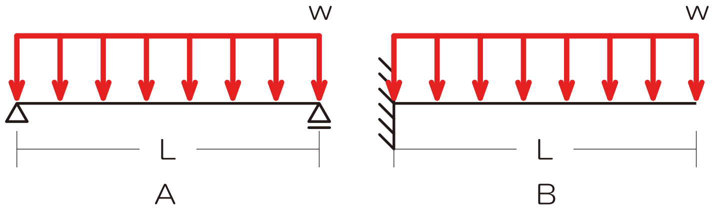
$$\frac{N_A l}{AE}=\frac{N_B l}{A\times 2E}=\frac{N_C l}{2A\times E}$$

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

ゆえに

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

『解法 15』



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

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

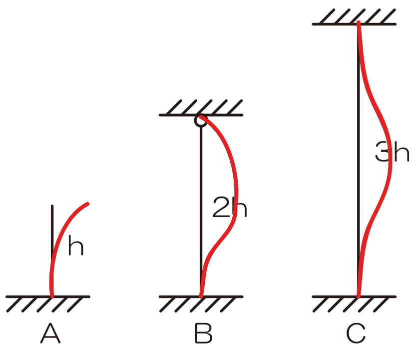
両者のたわみの比は

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

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

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

『解法 16』



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

$$P_B>P_C>P_A$$

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、

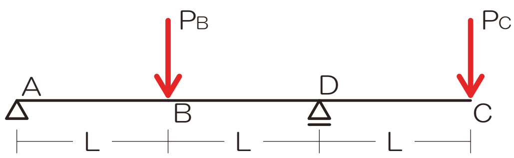
構造分野で点数を稼いで学科試験を通りますように。その勢いで二次試験も突破して晴れて建築士の資格をゲット出来ますように。さらに、その資格を有効に利用して益々ご活躍されますように。

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

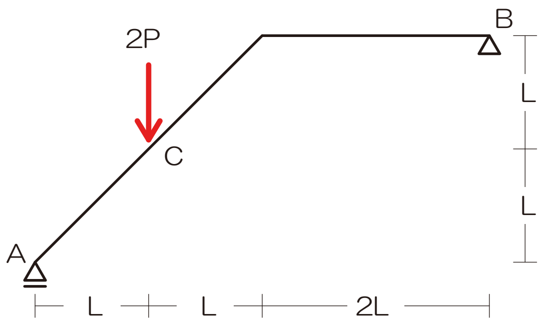
【おまけ（1 級の過去問…）】

《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】



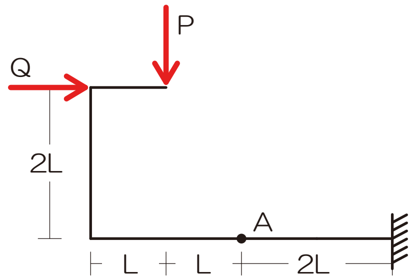
解答：P_B：P_C ＝1：1

《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】



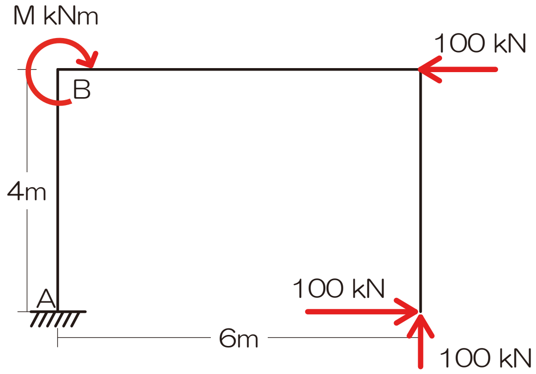
解答：3PL/2

《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】



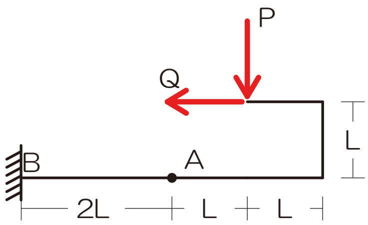
解答：P：Q ＝2：1

《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】



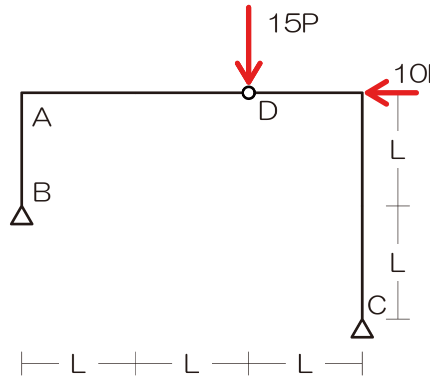
解答：1000[kNm]

《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】



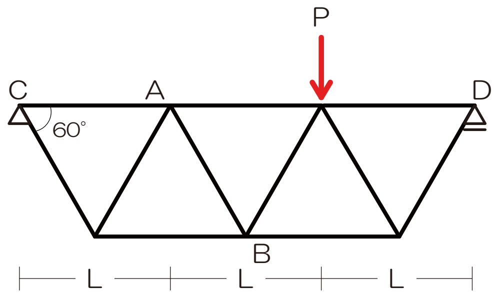
解答：P：Q ＝1：1

《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】



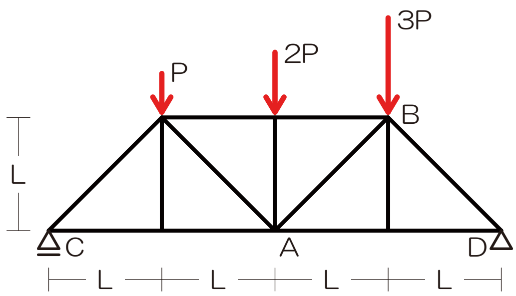
解答：14PL

《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】



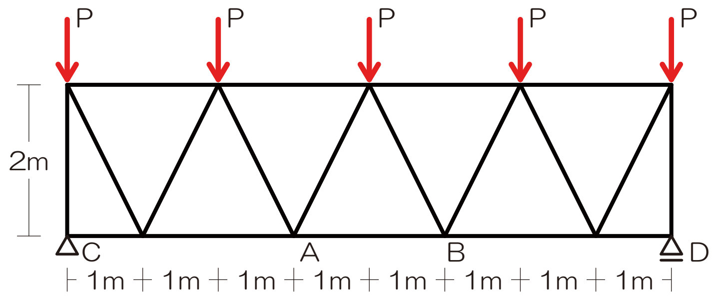
解答：＋2P/（3√3）

《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】



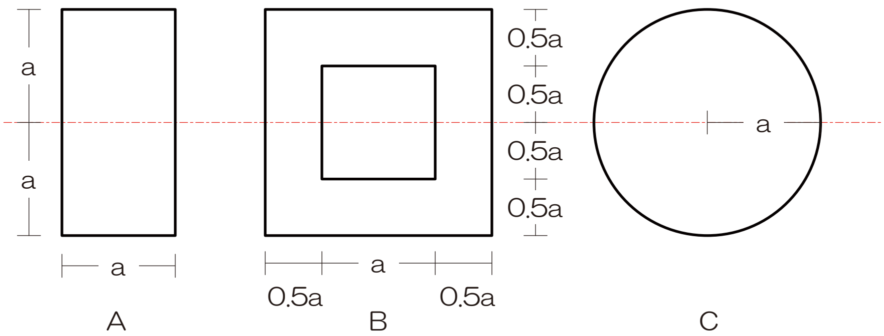
解答：＋P/√2

《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】



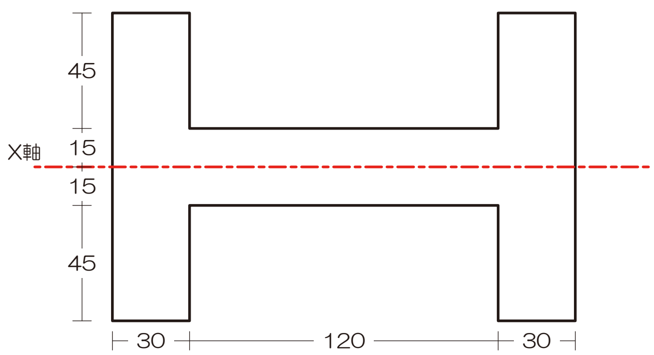
解答：2P

《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】



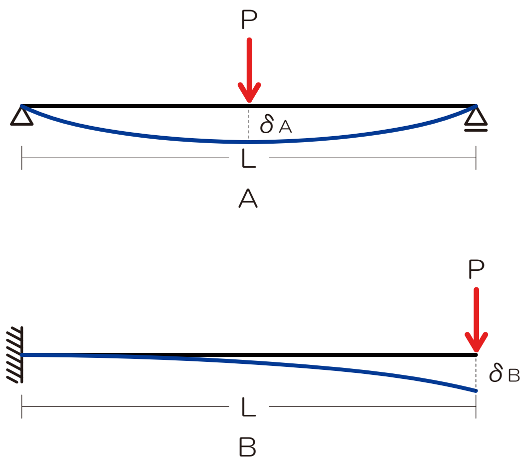
解答：I_B ＞ I_C ＞ I_A

《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】



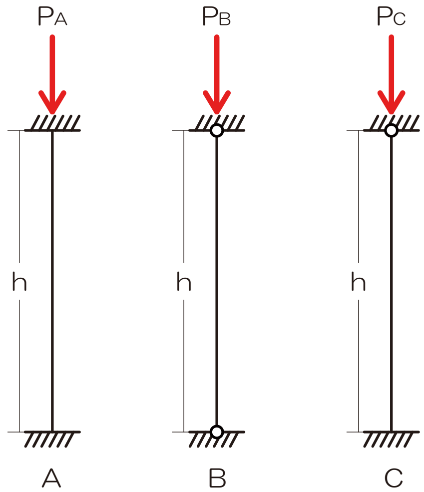
解答：8.91×10^6 [mm^4]

《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 δ_A：δ_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】



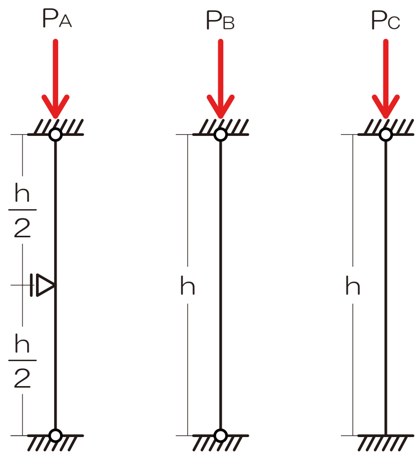
解答：δ_A：δ_B=1：16

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

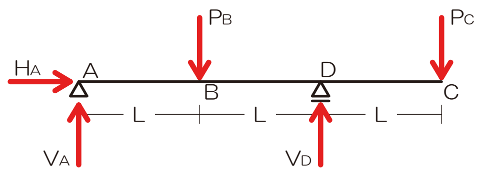
《Q014》図のような支持条件で同一の材質からなる柱 A、B、C の弾性座屈荷重の理論値 P_A、P_B、P_C の大小関係を求めよ。ただし、柱 A、B、C の材端の移動は拘束されており、それぞれの断面二次モーメントは I、2I、3I とし、面外方向の座屈については無視するものとする。【H14】

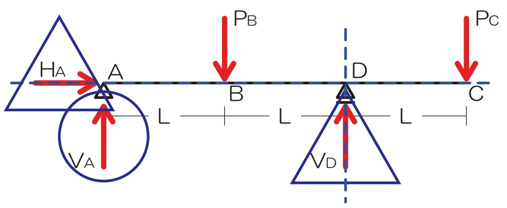


解答：$P_B<P_A<P_C$

【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

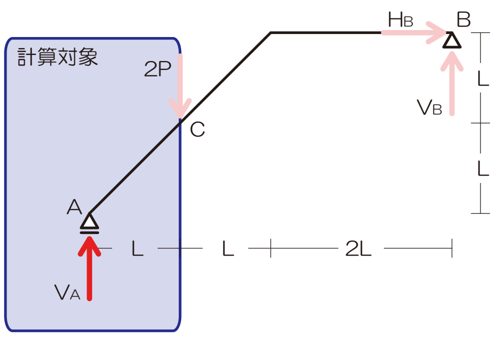
⇒ V_A を求める（交点 D のモーメントに着目）

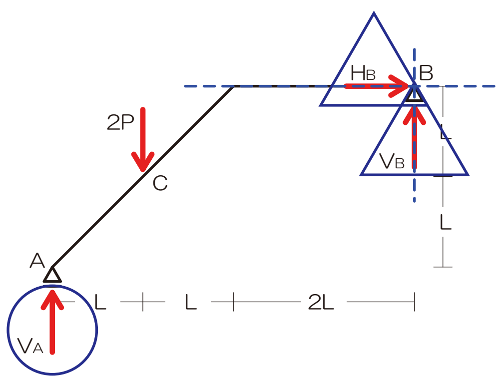
$$M_D = +V_A \times 2L - P_B \times L + P_C \times L$$
$$V_A = \frac{P_B - P_C}{2}$$

⇒ 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

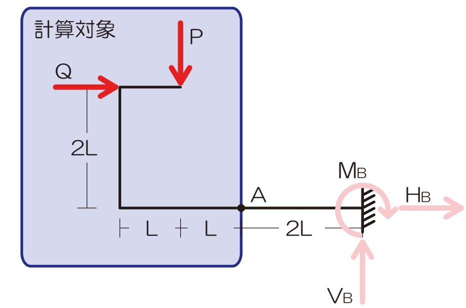
⇒ 反力 V_A を求める

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

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

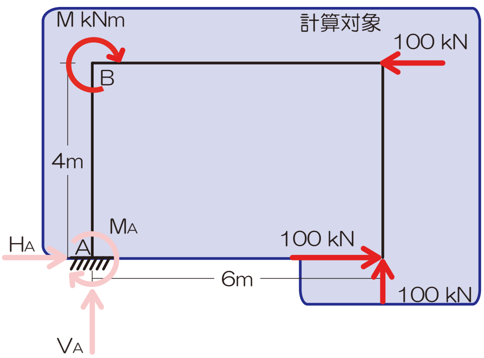
5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

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

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

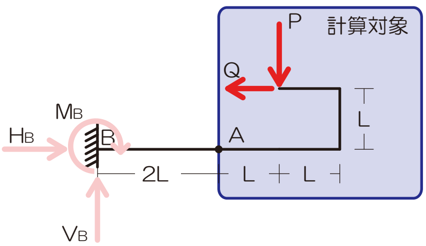
5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

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

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

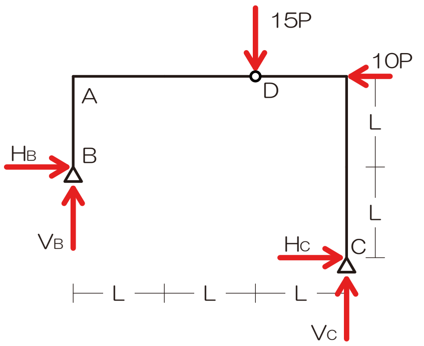
5） 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

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

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》



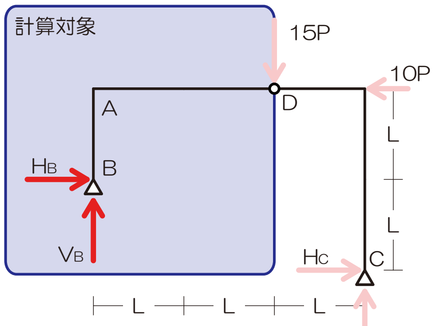


図 - 2

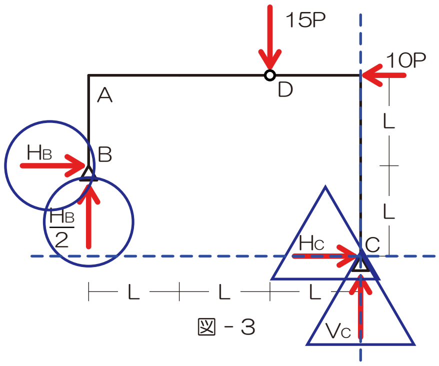


図 - 3

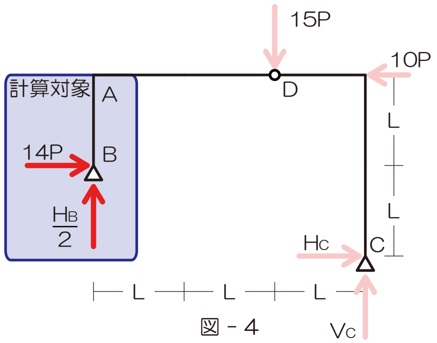


図 - 4

（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）

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

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

$$5H_B L = 70PL$$

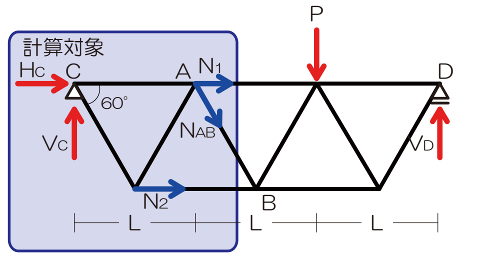
$$H_B = 14P$$

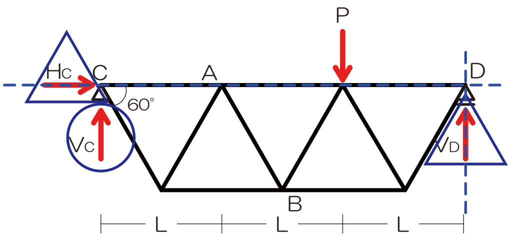
『応力算定』

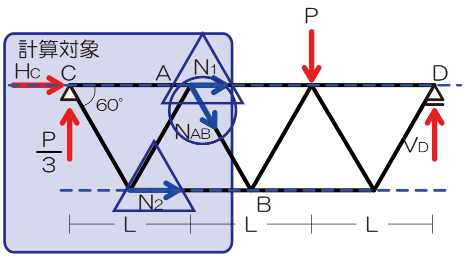
ゆえに A 点の曲げモーメントは（図-4）

$M_A = -14P \times L = 14PL$ （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

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

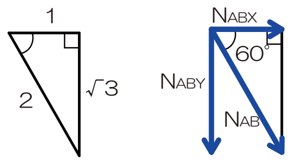
$$V_C = \frac{P}{3}$$

4） 力のつり合いにて未知力を算定

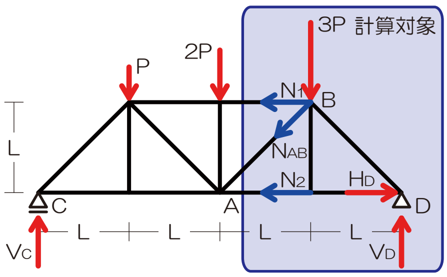
⇒ N_{AB} を求める（縦の力のつり合いに着目）

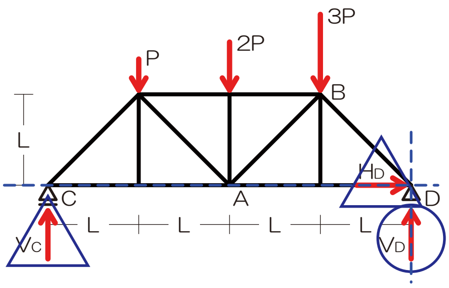
$$\sum Y = \frac{P}{3} - N_{AB} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0$$

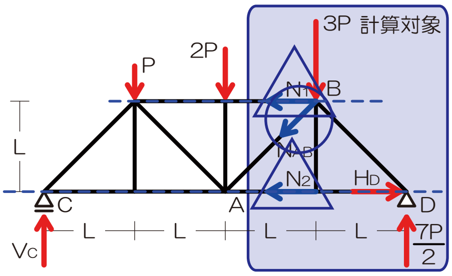
$$N_{AB} = +\frac{2P}{3\sqrt{3}}$$



《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

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

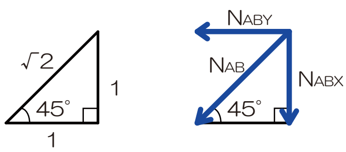
$$V_D = \frac{7P}{2}$$

4）力のつり合いにて未知力を算定

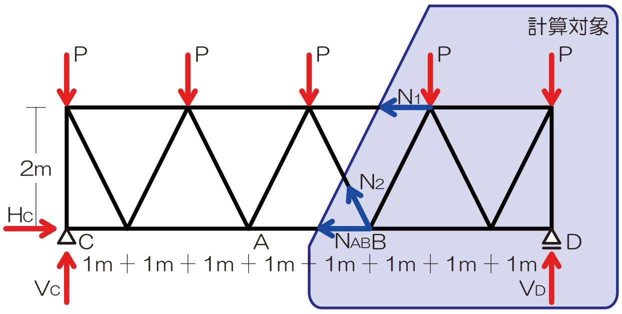
⇒ N_{AB} を求める（縦の力のつり合いに着目）

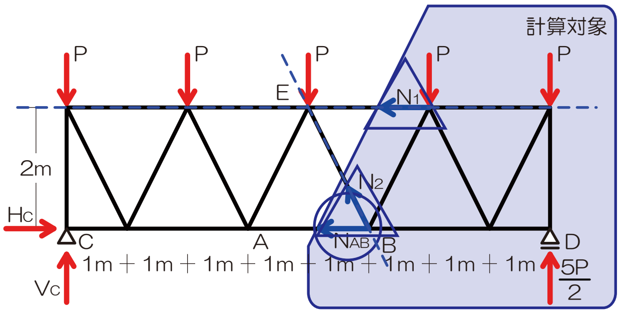
$$\sum Y = -3P - N_{AB} \times \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{7P}{2} = 0$$

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



《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

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

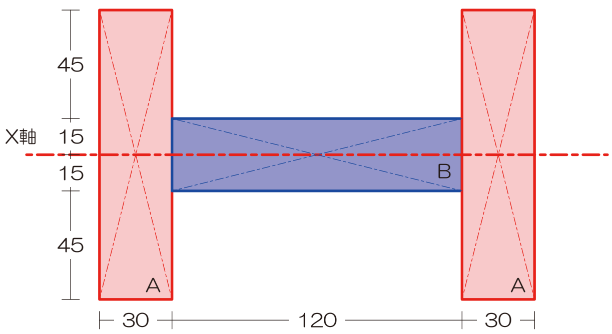
4）力のつり合いにて未知力を算定

⇒　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

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

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

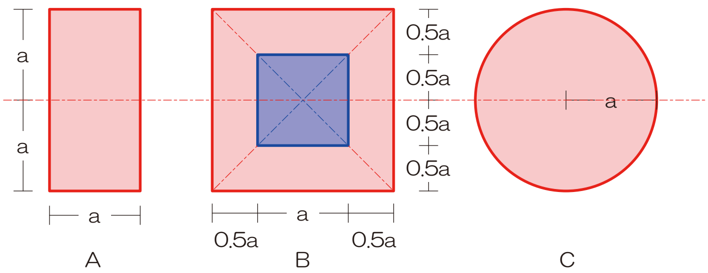
$$I_B = \frac{30 \times 120 \times 120 \times 120}{12}$$

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

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

$$I = 8910000$$

《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

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

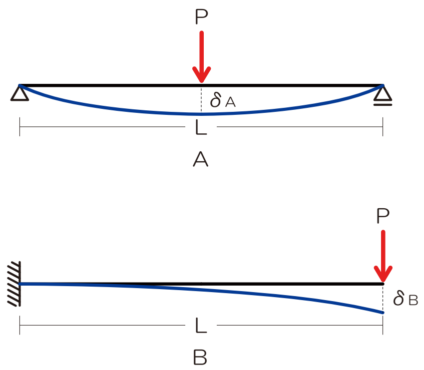
$$I_C = \frac{\pi a^4}{4}$$

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

⇒　ゆえに

$$I_B > I_C > I_A$$

《A12》



（解法手順）『たわみ』

1）　公式に代入

⇒　梁 A、B のたわみ

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

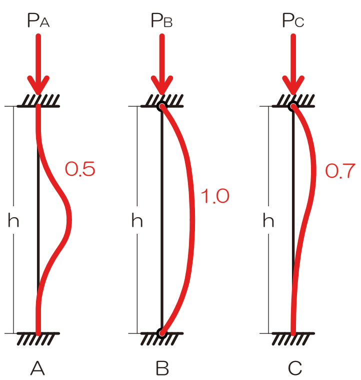
⇒　両者の比は

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

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

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

《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）

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

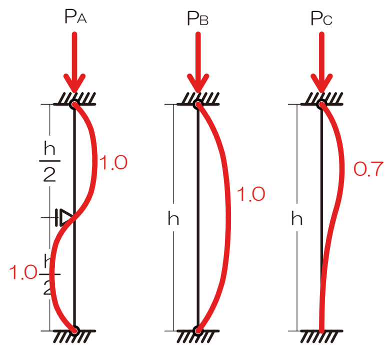
⇒　B の座屈長さを求める

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

⇒　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

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

⇒　B の弾性座屈荷重を求める

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

⇒　C の弾性座屈荷重を求める

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

ゆえに $P_B<P_A<P_C$

ホントにおしまい