【本日の目標】

1）複雑断面の図心の位置を求めることができる　P47《基礎問題 18》

2）複雑断面の断面２次モーメントを求めることができる　P48《基礎問題 19》

3）弾性座屈荷重の大小の比較ができる　P51《基礎問題 20》

6　材料力学

6.1 構造力学と材料力学

■ 構造力学

➢ 構造物の各部材の断面形状を無視し、各部材に生じる『応力』を求める

■ 材料力学

➢ 構造物の断面形状にも留意し各部材内の『応力度』を求め、建築学においては構造物の変形や崩壊などの安全性を確認するための学問、応力度は応力と断面諸係数より求めることから構造力学よりも材料力学のほうが偉い

6.2 断面諸係数

■ 断面諸係数の必要性

➢ 応力度を求める際に応力と断面諸係数を用いる、部材の変形（たわみ・曲げ・座屈）を求める際に用いる

■ 主要な断面諸係数

➢ 断面１次モーメント（S）：図心を求める際に用いる

➢ 断面２次モーメント（I）：座屈・たわみ等の部材の変形を求める際に用いる

➢ 断面係数（Z）：部材の曲げ変形に関する項目を求める際に用いる

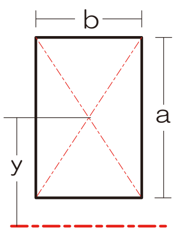
■ 断面諸係数を求める際の最重要事項！

➢ 変化等の対象とする軸に着目！複雑な断面形状の場合には矩形に分割！

6.3 断面１次モーメント（S）

■ 断面１次モーメントとは

➢ 図心の位置（対象軸から図心までの距離）を求める際に必要、図心とは：降伏を開始するまでの曲げモーメントの「中立軸」とも定義される（力学においては…）



□　$S = A \times y$　　S…断面１次モーメント、A…断面積、y…対象軸から図心までの距離

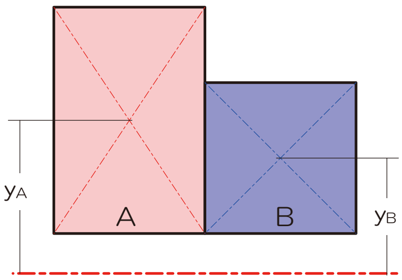
$$S = (a \times b) \times y$$

➢ 逆に…対象軸から図心までの距離を求めたかったら

□　$y = \dfrac{S}{A}$　⇒　断面全体の断面１次モーメントを求めて断面積で割れば良い、って意味ですね

■　複雑断面の断面１次モーメント

➢　矩形（単純な長方形）に分割後に合算（ただし、共通の軸に関する断面１次モーメントのみ合算可能）



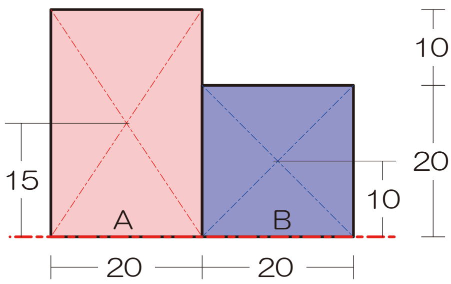
全体の断面１次モーメントは、Ａパートと B パートの断面１次モーメントを合算

$$S_{All} = S_A + S_B$$
$$S_{All} = A_A \times y_A + A_B \times y_B$$

最終的に図心の位置を求めるためには、上記全体の断面１次モーメントを全断面積で除す

$$y = \frac{S_{All}}{A_{All}}$$

■　以下の断面における図心の位置を底部からの距離で求めてみましょう



4）断面１次モーメントの合計を全断面積で除す

断面全体の面積を求める

$$A_{All} = A_A + A_B$$
$$A_{All} = (30 \times 20) + (20 \times 20)$$

1）軸を確認（今回は底部）

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！

$$S_{All} = S_A + S_B$$
$$S_{All} = (30 \times 20) \times 15 + (20 \times 20) \times 10$$

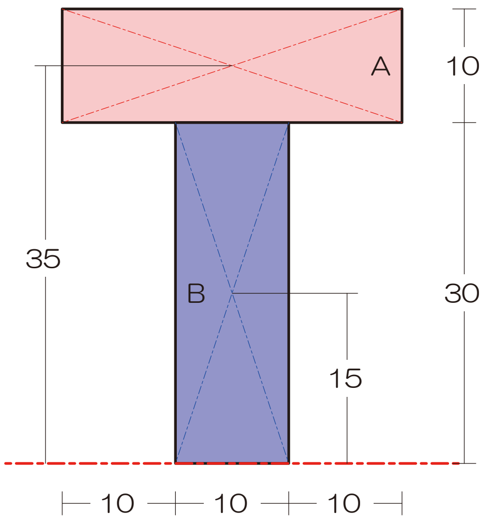
図心の位置を求める

$$y = \frac{(30 \times 20) \times 15 + (20 \times 20) \times 10}{(30 \times 20) + (20 \times 20)}$$
$$y = \frac{9000 + 4000}{600 + 400}$$
$$y = 13$$

13（底部より）

《基礎問題 18》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



全体の断面１次モーメントを求める

$$S_{All} = S_A + S_B$$
$$S_{All} = (10\times30)\times35 + (30\times10)\times15$$

『解法手順（基礎）』

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 $S = A\times y$

⇒　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

全体の断面積を求める

$$A_{All} = A_A + A_B$$
$$A_{All} = (10\times30) + (30\times10)$$

図心の位置を求める

$$y = \frac{(10\times30)\times35 + (30\times10)\times15}{(10\times30)+(30\times10)}$$
$$y = \frac{(10\times30)(35+15)}{(10\times30)\times2}$$
$$y = \frac{35+15}{2}$$
$$y = 25$$

25（底部より）

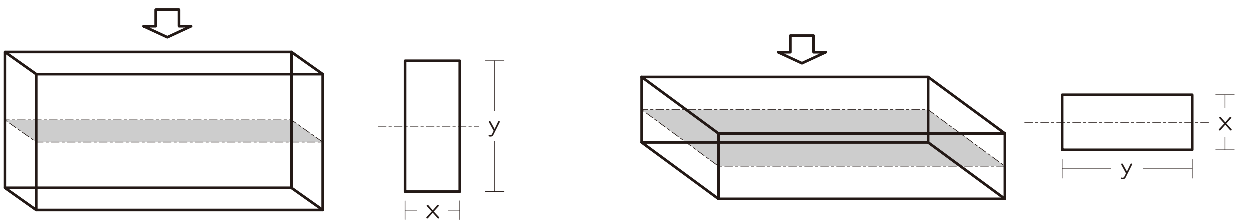
［ポイント］

✓　まずは軸をチェック！同じ軸に対する断面１次モーメントならば合算可能ですよ

6.4 断面２次モーメント（I）

■ 断面２次モーメントとは

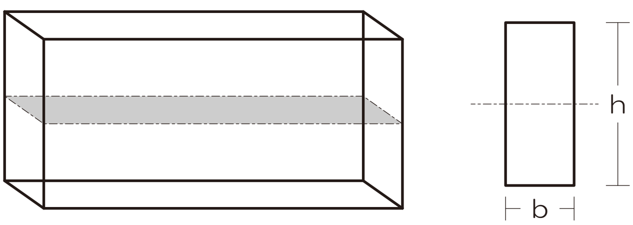
➢ 部材の変形（たわみ・座屈）のし難さを表す、同一断面積でも、たわみの状況は異なる（以下の図、左の方が「たわみ」難いですね）



➢ 図心の位置の断面２次モーメント

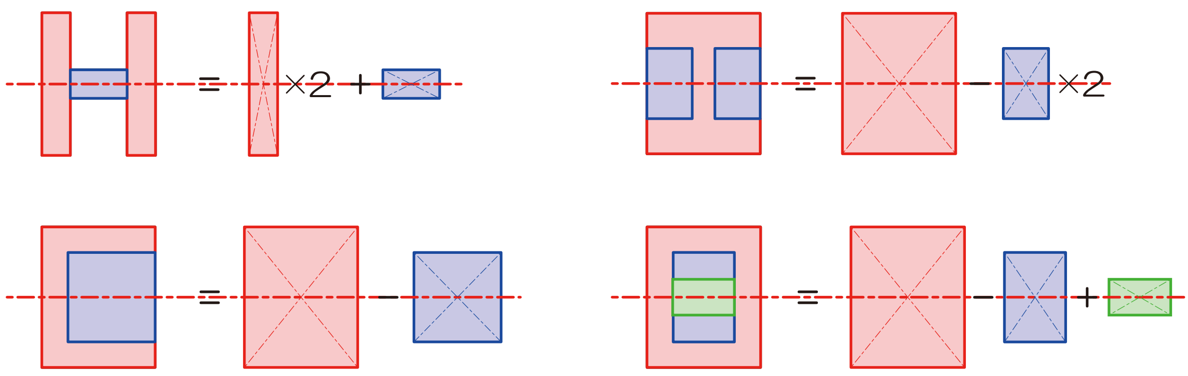
□　$I = \dfrac{bh^3}{12}$　　I …断面２次モーメント、b …幅、

h …せい(たわむ面、対象となる軸が交差する方向)

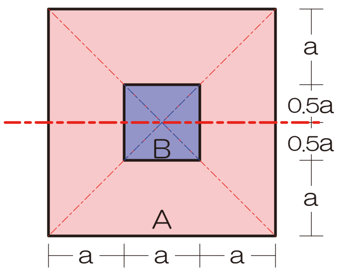


■　複雑断面の断面２次モーメント

➢　矩形（単純な長方形）に分割後に合算（ただし、分割した各矩形の図心の位置が元の断面の図心位置と綺麗に並ぶように）



■　以下の断面の一点鎖線で示した軸に関する断面２次モーメントを求めてみましょう



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

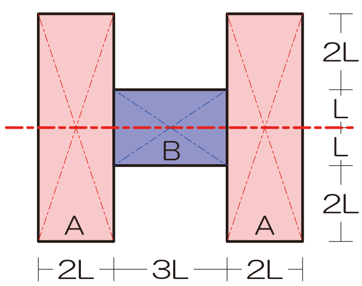
$$I = I_A - I_B$$

$$I = \frac{3a \times 3a \times 3a \times 3a}{12} - \frac{a \times a \times a \times a}{12}$$

$$I = \frac{81a^4}{12} - \frac{a^4}{12}$$

$$I = \frac{20a^4}{3}$$

《基礎問題 19》以下の断面の一点鎖線で示した軸に関する断面２次モーメントを求めよ　　『解法手順（基礎）』



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

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

$$I = \frac{2L \times 6L \times 6L \times 6L}{12} \times 2 + \frac{3L \times 2L \times 2L \times 2L}{12}$$

$$I = 72L^4 + 2L^4$$

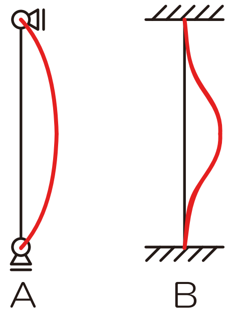
$$I = 74L^4$$

$74L^4$

［ポイント］

✓　まずは軸をチェック！複雑断面は分割後の図心位置が綺麗にそろうように分割してね

7　座屈



7.1 座屈とは

■ 座屈とは

➢ 部材が非常に大きな圧縮力を受けた際に、ぐにゃりと折れ曲がる現象、主に柱で生じる

■ 座屈のし難さ

➢ 材質：コンクリートの柱のほうがゴムの柱よりも座屈しにくい　⇒　ヤング係数

➢ 支持条件：がっちり部材を抑えれば座屈しにくい（固定支点の方がピン支点よりも座屈し難い）　⇒　座屈長さ係数

➢ 材長：短い柱のほうが座屈しにくい　⇒　材長

➢ 断面形状：太い部材のほうが座屈しにくい　⇒　断面２次モーメント

7.2 弾性座屈荷重

■ 弾性座屈荷重とは

➢ 座屈が生じ始める荷重、これ以上の荷重がかかるとアウト、弾性座屈荷重が大きい部材ほど座屈し難い（強い）

□　$N_k = \dfrac{\pi^2 EI}{l_k^2}$　　N_k…弾性座屈荷重、E…ヤング係数、I…断面２次モーメント、l_k…座屈長さ

7.3 座屈長さ

■ 座屈長さ（l_k）

➢ 支持条件と材長より求める

□　$l_k = \alpha \times l$　　α…座屈長さ係数、l…材長

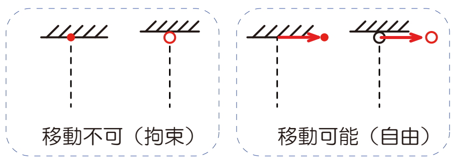
■ 座屈長さ係数の判別方法

➢ 支持条件により決定、実際に図示して確認、チェック項目は以下の２つ

➢ 上端移動：水平方向に移動できるか？できないか？

⇒　移動できない場合：文中に「拘束」と示されています

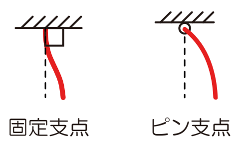
⇒　移動できるならちょいズラしてあげましょう



➢ 支点種類：支点の種類は固定？ピン？

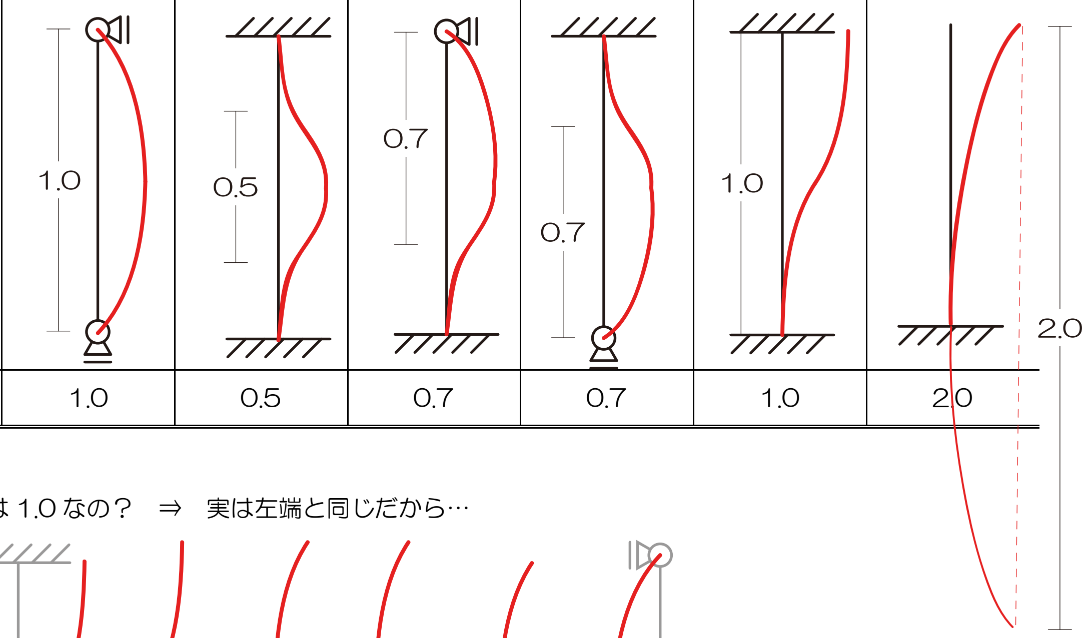
⇒　固定ならば支点では曲がりません

⇒　ピンの場合は支点から曲がります

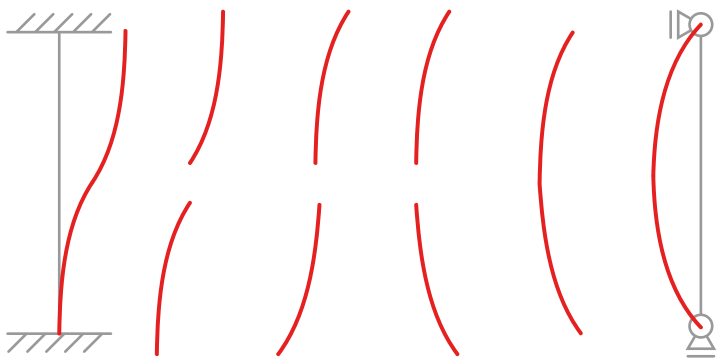


■ 座屈長さ係数

➢ 0.5/0.7/1.0/2.0 の 4 種のみ、実際に座屈する様子を図示して確認しましょう

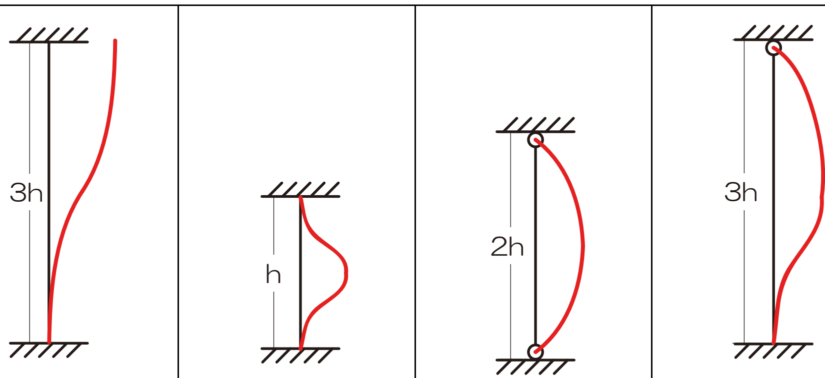
上端移動	拘	束			自	由
支持種類（上端）	ピ　ン	固　定	ピ　ン	固　定	固　定	自　由
支持種類（下端）	ピ　ン	固　定	固　定	ピ　ン	固　定	固　定
座屈形状						
座屈長さ係数	1.0	0.5	0.7	0.7	1.0	2.0

➢ なぜ右から二番目は 1.0 なの？　⇒　実は左端と同じだから…



■ 座屈長さ算定

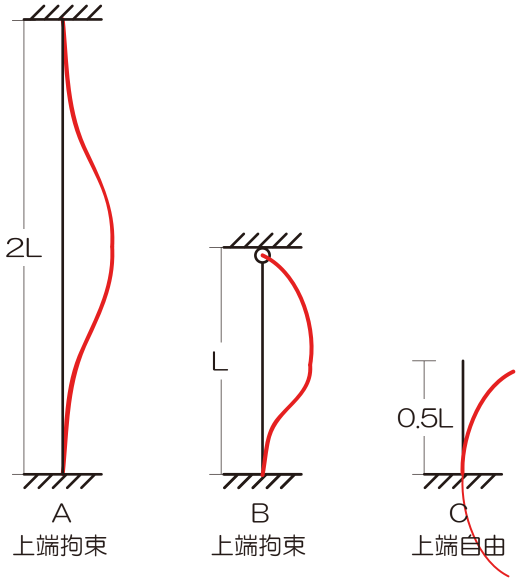
➢ 以下の各柱の座屈長さを求めてみましょう

				
上端移動	自由	拘束	拘束	拘束
座屈長さ係数	1.0	0.5	1.0	0.7
座屈長さ	$1.0 \times 3h = 3h$	$0.5 \times h = 0.5h$	$1.0 \times 2h = 2h$	$0.7 \times 3h = 2.1h$

■ 弾性座屈荷重と座屈長さ

➢ 等質等断面な柱の弾性座屈荷重を比較する場合には、ヤング係数と断面２次モーメントが等しいことから、座屈長さの逆数の比較となる（座屈長さが大きいほど弾性座屈荷重が小さい、要は順番が逆になるってことね）

《基礎問題 20》以下の構造物 A、B、C の弾性座屈荷重の大小を比較せよ（ただしすべての柱は等質等断面であるものとする）【H18】



『解法手順（基礎）』

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

各柱の座屈長さを求める

$$l_{kA} = 0.5 \times 2h = h$$
$$l_{kB} = 0.7 \times h = 0.7h$$
$$l_{kC} = 2.0 \times 0.5h = h$$

座屈長さの大小は

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

ゆえに

$$P_B > P_A = P_C$$

$P_B > P_A = P_C$

［ポイント］

✓ 座屈長さは座屈する様子を図示して確認しましょう

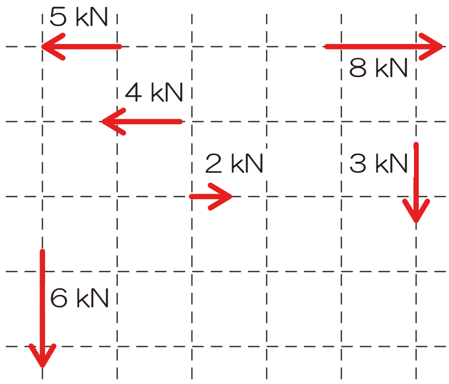
✓ 図示する際の留意点は「上端の移動」「支持条件」の２点です

8　これまでの復習

※　まずは『★』の付いている問題（8.7・8.9・8.10・8.11・8.12）から確認してみましょう（講義時間の関係上、講義内では同５問のみの解説となる予定です）　注：今回は紙面のレイアウトの関係上、解答・解説を後半の頁（P61～）に掲載します

8.1　同一方向の集中荷重の加算ができる　P4《基礎問題 01》

《最終確認 01》以下の力を縦横に分類後、両者をそれぞれ合算せよ



『解法手順（基礎）』

1）力を縦・横に分類

⇒　縦を口、横を◇としてみました

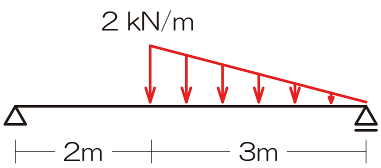
2）それぞれ方向ごとに合算

⇒　上・右をプラスとしましょう

解答：縦方向は 9[kN]（下）、横方向は 1[kN]（右）

8.2　分布荷重を集中荷重へ変換できる　P5《基礎問題 02》

《最終確認 02》以下の分布荷重を集中荷重へ変換せよ



『解法手順（基礎）』

1）分布荷重に囲まれたエリアをチェック

2）荷重の合計を求める

⇒　囲まれたエリアの「面積」が荷重の合計

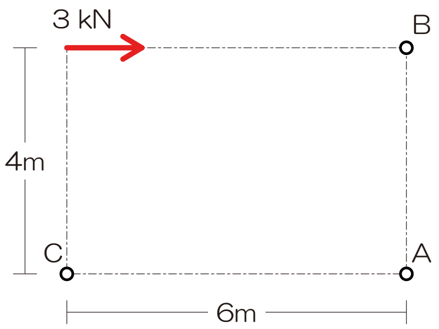
3）荷重の作用点の位置を決定する

⇒　囲まれたエリアの重心に作用

解答：右端の点から 2[m]の位置に下方 3[kN]

8.3　任意の点のモーメントを求めることができる　P7《基礎問題 03》

《最終確認 03》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ。



『解法手順（基礎）』

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

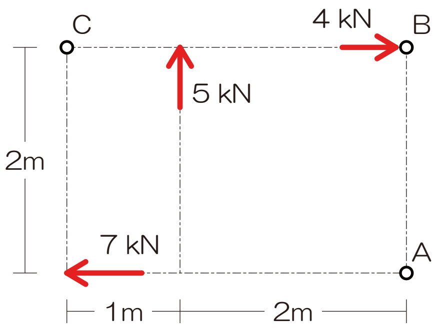
4）モーメント＝力の大きさ×上記の距離

⇒　符号の確認もお忘れなく

解答：M_A＝12[kNm]、M_B＝0[kNm]、M_C＝12[kNm]

8.4　複数の力による任意の点のモーメントを求めることができる　P8《基礎問題 04》

《最終確認 04》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ。



『解法手順（基礎）』

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

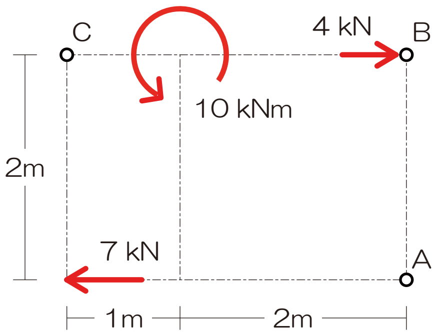
4）モーメント＝力の大きさ×上記の距離

5）複数の力によるモーメントを合算

解答：M_A＝18[kNm]、M_B＝24[kNm]、M_C＝9[kNm]

8.5　モーメント荷重の概念を理解できる　P8《基礎問題 05》

《最終確認 05》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ。



『解法手順（基礎）』

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

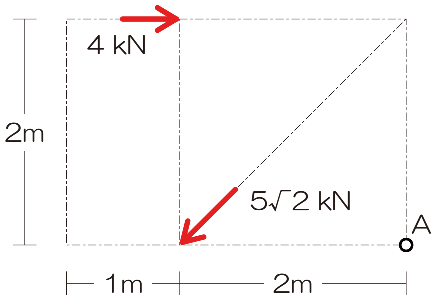
4）モーメント=力の大きさ×上記の距離

5）複数の力によるモーメントを合算

解答：M_A=-2[kNm]、M_B=4[kNm]、M_C=4[kNm]

8.6　斜めの力を縦（鉛直）/横（水平）に分力できる　P9《基礎問題 06》

《最終確認 06》A 点のモーメントを求めよ。



『解法手順（基礎）』

1）斜めの力を縦横に分力（ちっこい三角形図示）

2）作用線を図示

3）モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示

4）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

5）モーメント=力の大きさ×上記の距離

6）複数の力によるモーメントを合算

解答：M_A=0[kN]

8.7　★つり合い状態にある場合の未知の力を求めることができる　P11《基礎問題 07》

《基礎問題 07》以下の未知の力をすべて求めよ。ただし、力のつり合い条件は成立しているものとする。

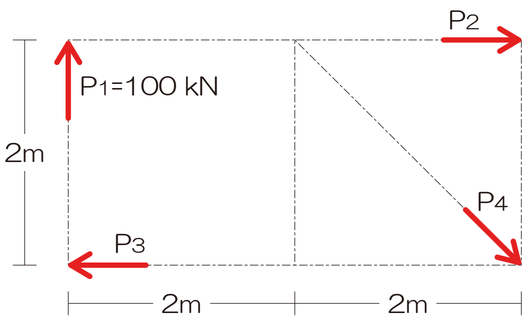
『解法手順（基礎）』

1）求めたい未知力（ターゲット）を○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_2=-200[kN]、P_3=-100 [kN]、P_4=100√2[kN]

8.8　支点の反力を図示することができる　PP20-21《基礎問題 08-11》※次頁支点の反力と統合

8.9　★支点の反力を求めることができる　PP20-21《基礎問題 08-11》

《最終確認 10》以下のような外力をうける静定ラーメンにおける、A・B 両支点の反力を求めよ。【H18】

『解法手順（基礎）』

1）生じる可能性のある反力を図示

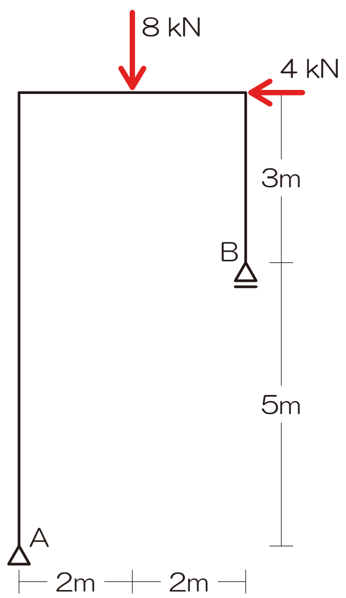
2）求めたい未知力（ターゲット）を○チェック

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

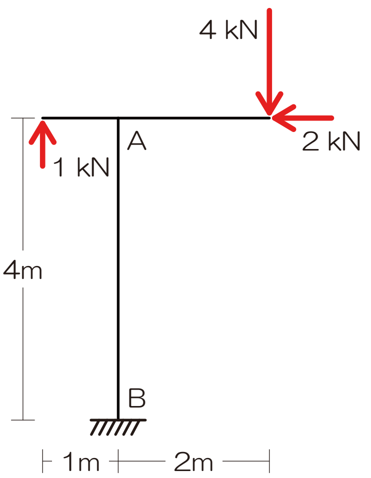
6）残りの反力はそれ以外のカードを用いて求める



解答：V_A=12[kN]、V_B=-4[kN]、H_A=4[kN]

8.10 ★任意の点の応力を求めることができる　PP25-26《基礎問題 12-15》

《最終確認 11》図のような荷重を受ける骨組みの柱の両端Ａ・Ｂに生じる曲げモーメントをそれぞれ求めよ。【H22】



『解法手順（基礎）』

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【選択】（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！）

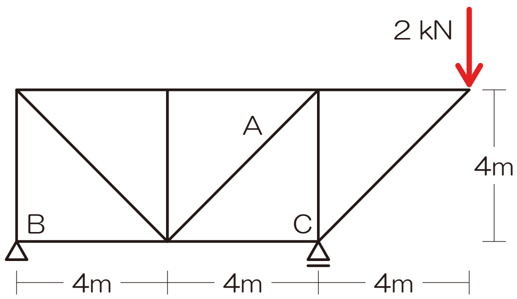
4）もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力）を求める　図は1）に戻るよ！）

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_A=9[kNm]、M_B=1[kNm]

8.11 ★トラスの応力を求めることができる　PP32-33《基礎問題 16-17》

《最終確認 12》図のような荷重を受ける静定トラスにおいて、部材Ａに生じる軸方向力を求めよ【H22】



『解法手順（基礎）』

1）反力を図示

2）切断面※1 を決定→計算対象を決定（反力あったら反力算定）

※1 *部材３本を切断するように*

3）切断された部材内の応力（軸方向力）を仮定※2

※2 *必ず計算対象側の節点からベクトル表記*

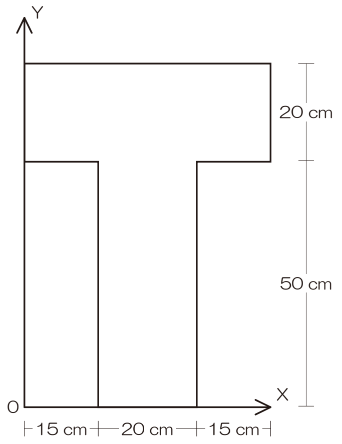
4）力のつり合いで未知の応力を算定

$N_A=\sqrt{2}$[kN]

Date
2014/　　/

8.12 複雑断面の図心の位置を求めることができる P47《基礎問題 18》

《最終確認 13》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。【H18（改）】



『解法手順（基礎）』

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

⇒ 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

42.5[cm]（底部より）

8.13 複雑断面の断面 2 次モーメントを求めることができる P48《基礎問題 19》

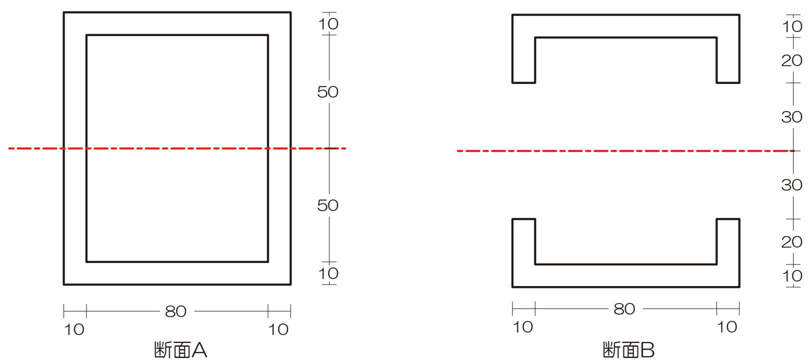
《最終確認 14》図のような断面 A および B において、X 軸に関する断面 2 次モーメントの値の差を求めよ。
【H21】

『解法手順（基礎）』

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



360,000

8.14 ★弾性座屈荷重の大小の比較ができる　P51《基礎問題 20》

《最終確認 15》以下の構造物 A、B、C の弾性座屈荷重の大小を比較せよ(ただしすべての柱は等質等断面であるものとする)【H20】

『解法手順（基礎）』

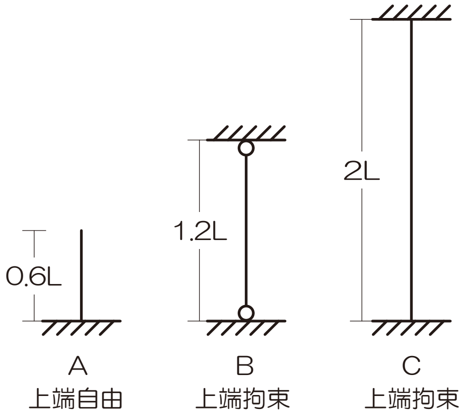
1）上端の移動をチェック

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

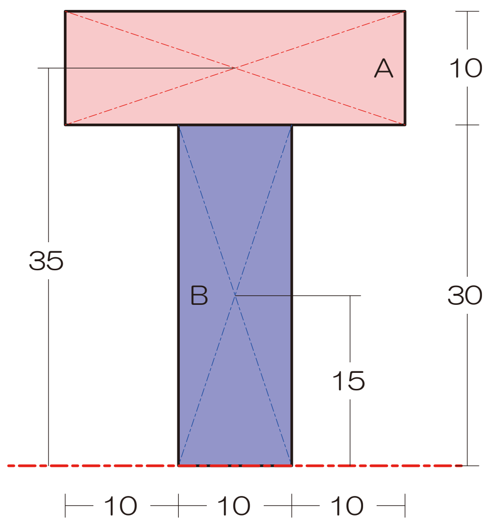
5）弾性座屈荷重の大小を比較



$P_C > P_A = P_B$

《基礎問題 19》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



『解法手順（基礎）』

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 $S = A \times y$

⇒　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

全体の断面 1 次モーメントを求める

$$S_{All} = S_A + S_B$$
$$S_{All} = (10 \times 30) \times 35 + (30 \times 10) \times 15$$

全体の断面積を求める

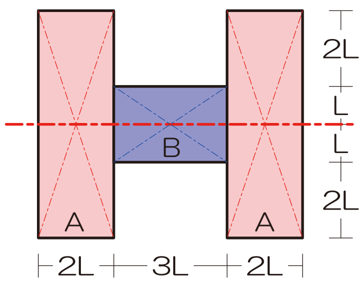
$$A_{All} = A_A + A_B$$
$$A_{All} = (10 \times 30) + (30 \times 10)$$

図心の位置を求める

$$y = \frac{(10 \times 30) \times 35 + (30 \times 10) \times 15}{(10 \times 30) + (30 \times 10)}$$
$$y = \frac{(10 \times 30)(35 + 15)}{(10 \times 30) \times 2}$$
$$y = \frac{35 + 15}{2}$$
$$y = 25$$

25（底部より）

《基礎問題 20》以下の断面の一点鎖線で示した軸に関する断面 2 次モーメントを求めよ



『解法手順（基礎）』

1）軸チェック

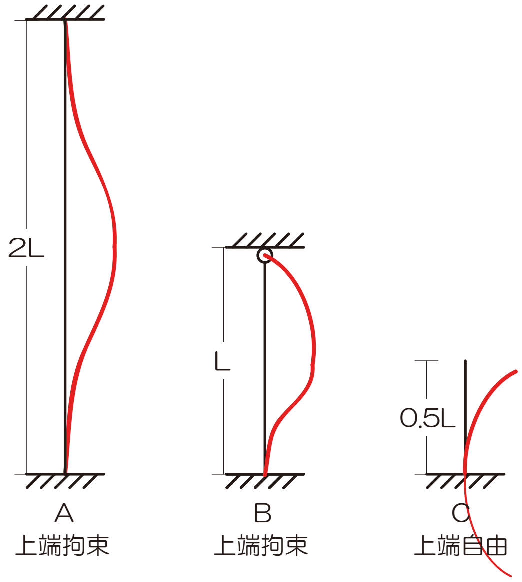
2）図心が等しくなるように断面を分割

3）各断面の断面 2 次モーメントを求め足し引き

$$I = I_A \times 2 + I_B$$
$$I = \frac{2L \times 6L \times 6L \times 6L}{12} \times 2 + \frac{3L \times 2L \times 2L \times 2L}{12}$$
$$I = 72L^4 + 2L^4$$
$$I = 74L^4$$

$74L^4$

《基礎問題 20》以下の構造物 A、B、C の弾性座屈荷重の大小を比較せよ（ただしすべての柱は等質等断面であるものとする）【H18】



『解法手順（基礎）』

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

各柱の座屈長さを求める

$$l_{kA} = 0.5 \times 2h = h$$
$$l_{kB} = 0.7 \times h = 0.7h$$
$$l_{kC} = 2.0 \times 0.5h = h$$

座屈長さの大小は

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

ゆえに

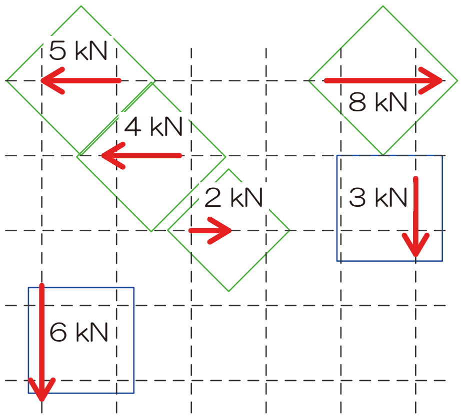
$$P_B > P_A = P_C$$

$P_B > P_A = P_C$

9　これまでの復習【解答・解説】

9.1　同一方向の集中荷重の加算ができる　P4《基礎問題 01》

《最終確認 01》以下の力を縦横に分類後、両者をそれぞれ合算せよ



『解法手順（基礎）』

1）力を縦・横に分類

⇒　縦を□、横を◇としてみました

2）それぞれ方向ごとに合算

⇒　上・右をプラスとしましょう

縦方向の力を合算

$$\sum Y = -6 - 3 = -9[kN]$$

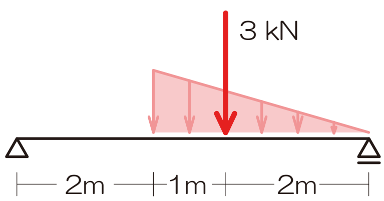
横方向の力を合算

$$\sum X = -5 - 4 + 2 + 8 = 1[kN]$$

解答：縦方向は 9[kN]（下)、横方向は 1[kN]（右）

9.2　分布荷重を集中荷重へ変換できる　P5《基礎問題 02》

《最終確認 02》以下の分布荷重を集中荷重へ変換せよ



『解法手順（基礎）』

1）分布荷重に囲まれたエリアをチェック

2）荷重の合計を求める

⇒　囲まれたエリアの「面積」が荷重の合計

3）荷重の作用点の位置を決定する

⇒　囲まれたエリアの重心に作用

荷重の合計は

$$P = 3 \times 2 \div 2 = 3[kN]$$

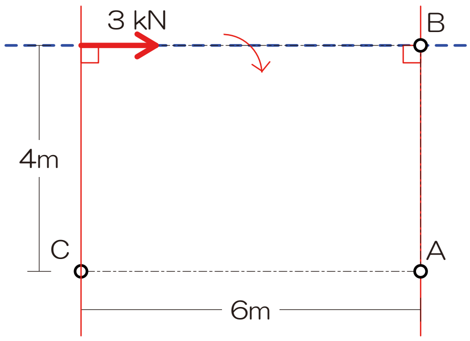
三角形の重心位置は三等分の重い方なので…

集中荷重の作用線は右の支点より 2[m]の位置を通る

解答：右端の点から 2[m]の位置に下方 3[kN]

9.3　任意の点のモーメントを求めることができる　P7《基礎問題 03》

《最終確認 03》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ。



『解法手順（基礎）』

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

⇒　符号の確認もお忘れなく

A 点のモーメントは

$$M_A = +3 \times 4 = 12[kNm]$$

B 点のモーメントは

$$M_B = 3 \times 0 = 0[kNm]$$

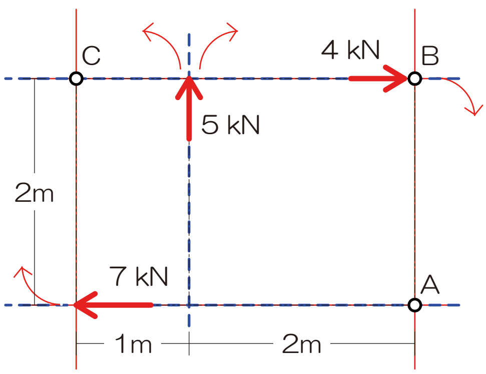
C 点のモーメントは

$$M_C = +3 \times 4 = 12[kNm]$$

解答：M_A＝12[kNm]、M_B＝0[kNm]、M_C＝12[kNm]

9.4　複数の力による任意の点のモーメントを求めることができる　P8《基礎問題 04》

《最終確認 04》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ。



『解法手順（基礎）』

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

5）複数の力によるモーメントを合算

A 点のモーメントは

$$M_A = 7 \times 0 + 5 \times 2 + 4 \times 2 = 18[kNm]$$

B 点のモーメントは

$$M_B = +7 \times 2 + 5 \times 2 + 4 \times 0 = 24[kNm]$$

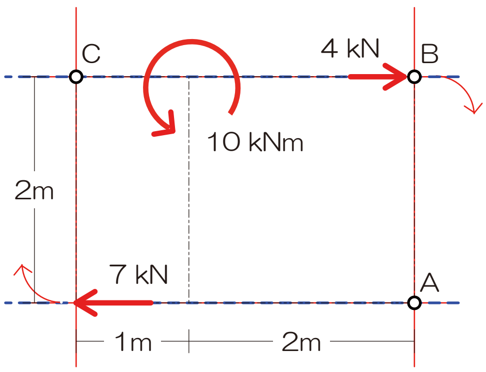
C 点のモーメントは

$$M_C = +7 \times 2 - 5 \times 1 + 4 \times 0 = 9[kNm]$$

解答：M_A＝18[kNm]、M_B＝24[kNm]、M_C＝9[kNm]

9.5　モーメント荷重の概念を理解できる　P8《基礎問題 05》

《最終確認 05》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ。



『解法手順（基礎）』

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

5）複数の力によるモーメントを合算

A 点のモーメントは

$$M_A = 7\times 0 - 10 + 4\times 2 = -2[kNm]$$

B 点のモーメントは

$$M_B = +7\times 2 - 10 + 4\times 0 = 4[kNm]$$

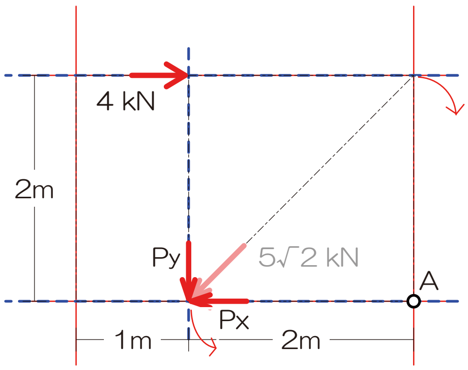
C 点のモーメントは

$$M_C = +7\times 2 - 10 + 4\times 0 = 4[kNm]$$

解答：M_A=-2[kNm]、M_B=4[kNm]、M_C=4[kNm]

9.6　斜めの力を縦（鉛直）/横（水平）に分力できる　P9《基礎問題 06》

《最終確認 06》A 点のモーメントを求めよ。



『解法手順（基礎）』

1）斜めの力を縦横に分力（ちっこい三角形図示）

2）作用線を図示

3）モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示

4）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

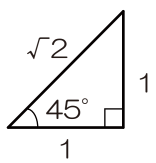
5）モーメント＝力の大きさ×上記の距離

6）複数の力によるモーメントを合算

斜めの力を縦と横に分解（分力）

$$P_Y = 5\sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}} = 5[kN]$$

$$P_X = 5\sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}} = 5[kN]$$



A 点のモーメントを求める

$$M_A = +4\times 2 + P_X\times 0 - P_Y\times 2$$
$$M_A = +4\times 2 + 5\times 0 - 5\times 2$$
$$M_A = -2[kNm]$$

解答：M_A=0[kN]

9.7　★つり合い状態にある場合の未知の力を求めることができる　P11《基礎問題 07》

《基礎問題 07》以下の未知の力をすべて求めよ。ただし、力のつり合い条件は成立しているものとする。

『解法手順（基礎）』

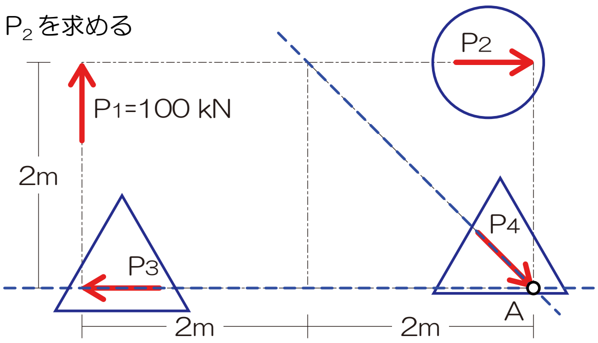
1）求めたい未知力（ターゲット）を〇チェック

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（$M_O = 0$）、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目（$\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$）

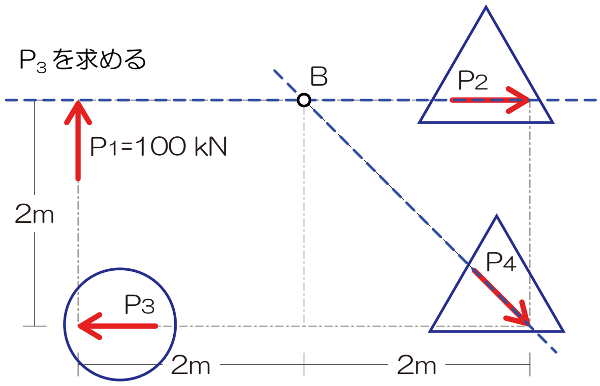
P_2 を求める



ターゲット以外の未知 2 カの交点 A に着目

$$M_A = +100 \times 4 + P_2 \times 2 = 0$$
$$P_2 = -200[kN]$$

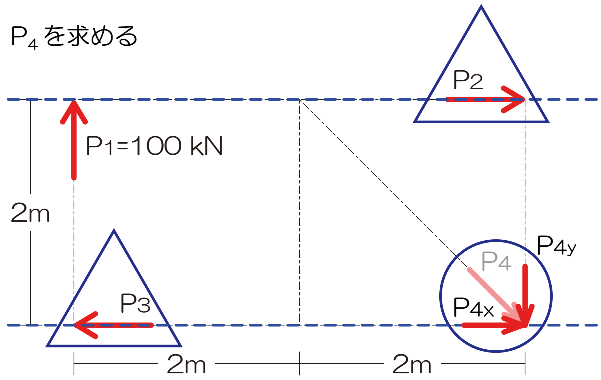
P_3 を求める



ターゲット以外の未知 2 カの交点 B に着目

$$M_B = +100 \times 2 + P_3 \times 2 = 0$$
$$P_3 = -100[kN]$$

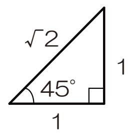
P_4 を求める



ターゲット以外の未知 2 カが並行なので、直交する縦方向の力のつり合いに着目

また、ターゲットの力を縦横に分力しておく

$$P_Y = P_4 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\sum Y = +100 - P_{4Y} = 0$$
$$+100 - P_4 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 0$$
$$-P_4 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = -100$$
$$P_4 = -100 \times \left(-\frac{\sqrt{2}}{1}\right)$$
$$P_4 = 100\sqrt{2}[kN]$$

解答：P_2=-200[kN]、P_3=-100 [kN]、P_4=100√2[kN]

9.8　支点の反力を図示することができる　PP19-20《基礎問題 08-11》※次頁支点の反力と統合

《最終確認 10》以下のような外力をうける静定ラーメンにおける、A・B 両支点の反力を求めよ。【H18】

『解法手順（基礎）』

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

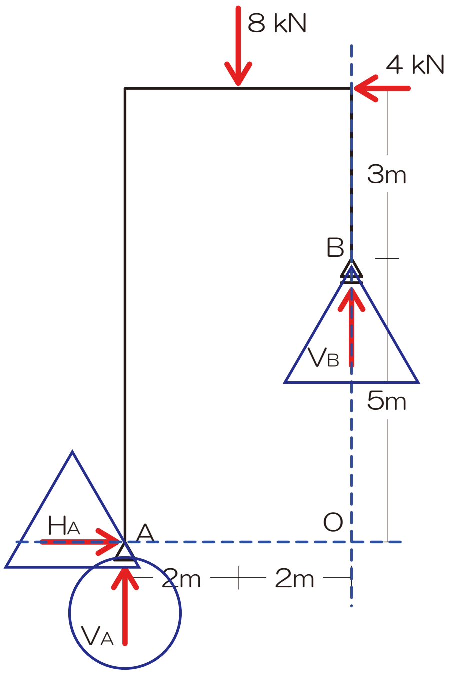
3）ターゲット以外の未知力を△チェック

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（$M_O = 0$）、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目（$\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$）

6）残りの反力はそれ以外のカードを用いて求める

V_A を求める



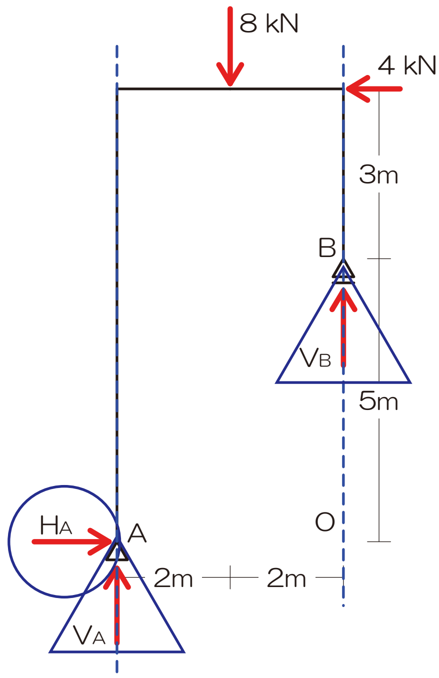
ターゲット以外の未知２力の交点Ｏに着目

$$M_O = +V_A \times 4 - 8 \times 2 - 4 \times 8 = 0$$
$$4V_A - 48 = 0$$
$$V_A = 12[kN]$$

V_B を求める

$$\sum Y = V_A + V_B - 8 = 0$$
$$12 + V_B - 8 = 0$$
$$V_B = -4[kN]$$

H_A を求める



ターゲット以外の未知２力が平行（直交する横の釣合）

$$\sum X = +H_A - 4 = o$$
$$H_A = 4[kN]$$

解答：V_A=12[kN]、V_B=-4[kN]、H_A=4[kN]

9.10 ★任意の点の応力を求めることができる　PP25-26《基礎問題 12-15》

《最終確認 11》図のような荷重を受ける骨組みの柱の両端 A・B に生じる曲げモーメントをそれぞれ求めよ。【H22】

A 点の曲げモーメントを求める

A 点で切断後、計算対象は上

計算対象に含まれる力は「1kN」「4kN」「2kN」

（「柱の端」の応力を求めたかったら「端から 1mm 位内側（ギリ柱側）」を切断すると分かりやすいかな？）

『解法手順（基礎）』

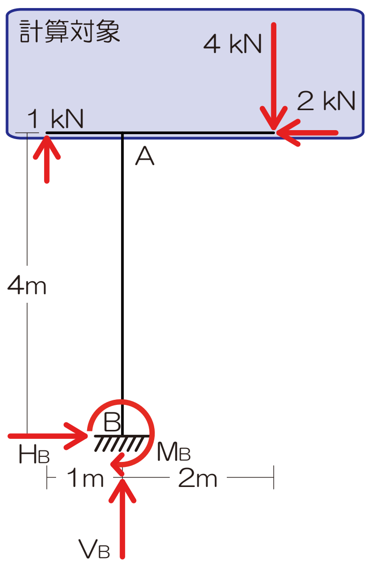
1）生じる可能性のある反力を図示

2）応力を求めたい点で構造体を【切断】！

3）計算対象を【選択】（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）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

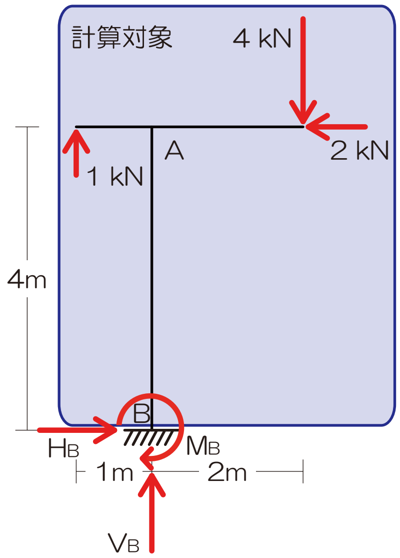


$$M_A = +1\times1+4\times2+2\times0$$
$$M_A = 9[kNm]$$

B 点の曲げモーメントを求める

B 点で切断後、計算対象は上

計算対象に含まれる力は「1kN」「4kN」「2kN」



$$M_A = +1\times1+4\times2-2\times4$$
$$M_A = 1[kNm]$$

解答：M_A=9[kNm]、M_B=1[kNm]

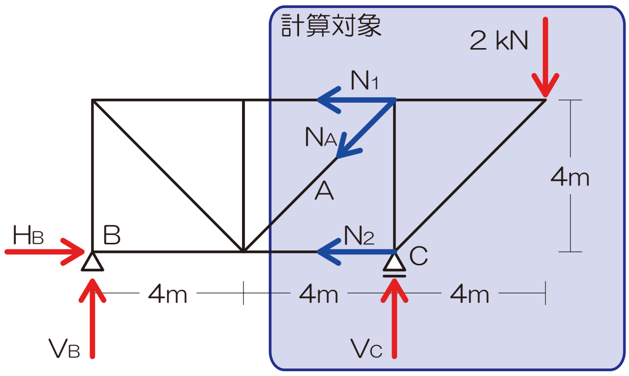
9.11 ★トラスの応力を求めることができる　PP32-33《基礎問題 16-17》

《最終確認 12》図のような荷重を受ける静定トラスにおいて、部材 A に生じる軸方向向力を求めよ【H22】　　『解法手順（基礎）』

1）反力を図示

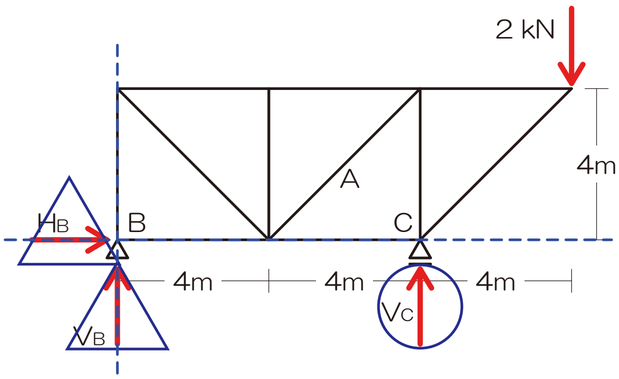
2）切断面※1 を決定→計算対象を決定

3）切断された部材内の応力（軸方向力）を仮定※2



反力があるので反力 V_A を求める

（図はもとに戻りますよ）

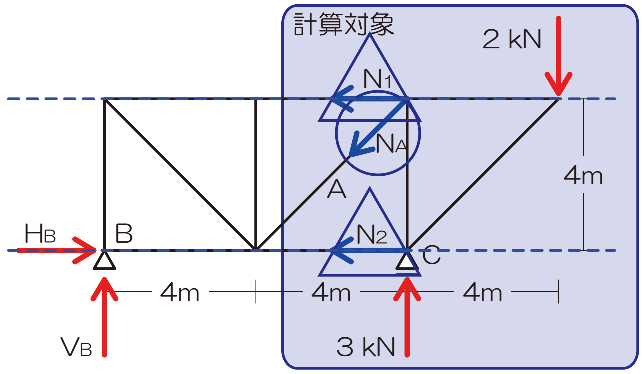


V_C を求める（交点 B に着目）

$$M_B = -V_C \times 8 + 2 \times 12 = 0$$
$$V_C = 3[kN]$$

4）力のつり合いで未知の応力を算定

N_A を求める（ターゲット以外が平行…）



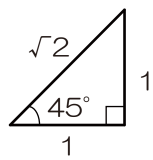
計算対象側の縦の力は「3kN」「2kN」

「N_A の縦成分」の３つ

$$\sum Y = +3 - 2 - N_{AY} = 0$$
$$N_{AY} = 1[kN]$$

ちっこい三角形より

$$N_A = N_{AY} \times \sqrt{2}$$
$$N_A = \sqrt{2}[kN]$$

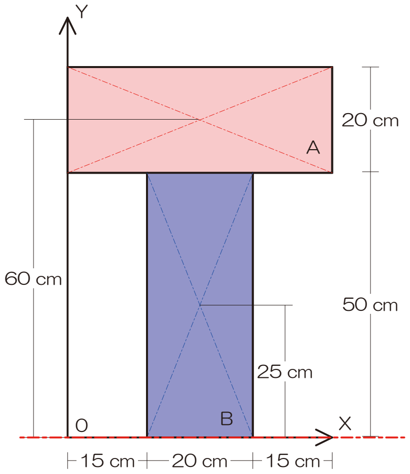


$N_A = \sqrt{2}[kN]$

9.12 複雑断面の図心の位置を求めることができる P46《基礎問題 18》

《最終確認 13》以下の断面の図心の位置を求めよ　　　『解法手順（基礎)』

なお、底部からの距離で示せ。【H18（改)】



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 $S = A \times y$

⇒　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

全体の断面積を求める

$$A_{All} = A_A + A_B$$
$$A_{All} = (20 \times 50) + (50 \times 20)$$

図心の位置を求める

$$y = \frac{(20 \times 50) \times 60 + (50 \times 20) \times 25}{(20 \times 50) + (50 \times 20)}$$
$$y = \frac{(20 \times 50)(60 + 25)}{(20 \times 50) \times 2}$$
$$y = \frac{60 + 25}{2}$$
$$y = 42.5[cm]$$

全体の断面 1 次モーメントを求める

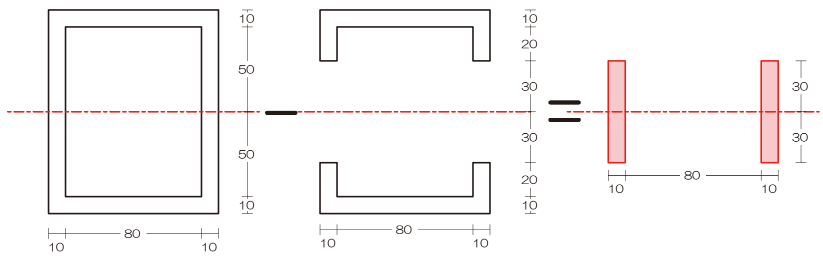
$$S_{All} = S_A + S_B$$
$$S_{All} = (20 \times 50) \times 60 + (50 \times 20) \times 25$$

42.5[cm]（底部より）

9.13 複雑断面の断面 2 次モーメントを求めることができる P50《基礎問題 19》

《最終確認 14》断面 A および B において、X 軸に関する断面 2 次モーメントの値の差を求めよ。【H21】　　『解法手順（基礎)』

「両者の差」って問われているので、単純に引き算でもとめちゃいましょう(幸い図心の位置が直線上に並んでいるので♪)



すると、残るのは右に示した赤い部分のみ

赤い部分の断面 2 次モーメントは

$$I = \frac{10 \times 60 \times 60 \times 60}{12} \times 2$$
$$I = 360{,}000$$
$$I = 36 \times 10^4$$

1）軸チェック

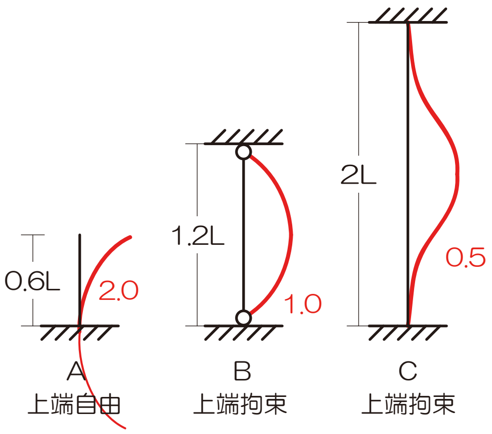
2）図心が等しくなるように断面を分割

3）各断面の断面 2 次モーメントを求め足し引き

360,000

9.14 ★弾性座屈荷重の大小の比較ができる P51《基礎問題 20》

《最終確認 15》以下の構造物 A、B、C の弾性座屈荷重の大小を比較せよ(ただしすべての柱は等質等断面であるものとする)【H20】



『解法手順(基礎)』

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

各柱の座屈長さを求める

$$l_{kA} = 2.0 \times 0.6L = 1.2L$$
$$l_{kB} = 1.0 \times 1.2L = 1.2L$$
$$l_{kC} = 0.5 \times 2L = 1.0L$$

座屈長さの大小は $l_{kC} < l_{kA} = l_{kB}$

ゆえに

$$P_C > P_A = P_B$$

$P_C > P_A = P_B$

お疲れ様でした!ここまでお付き合い頂き感謝致します

最後は実際に過去出題された問題まで突っ走ってみました…いかがでしたでしょうか?

今は問題なく解けている方も、折を見て復習をしましょう(同じ問題で良いと思います)

若干クセのある解法を提案してきましたが、実は一般的な解法をちょっとだけ噛み砕いて解説しただけです

今後の講座の教室によっては少し解説・解法が異なるかもしれません…が、根底は全く一緒ですのでご心配なく

もし解法の道に迷うことがあったら遠慮無く質問をしてください(宛先は「導入講座の講師」「ひげ」もしくは「新藤」で届くはず)

皆様の今後の益々のご活躍と、皆様のもとに建築士の合格通知が届くことを祈念し導入講座を修了と致します

以上です