

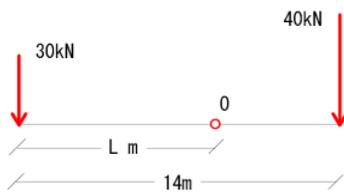
【本日の目標】（以下ページ番号はサブテキ）

- 1) 任意の点のモーメントを求めることができる（復習） ⇒ P28
- 2) 力の釣り合いより未知の力を求めることができる（復習） ⇒ P28
- 3) 各種構造体の反力を求めることができる（復習） ⇒ P28
- 4) 梁・ラーメンの任意の点の応力を求めることができる（復習） ⇒ P29
- 5) トラスの応力を求めることができる ⇒ P30～《演習問題 15》《演習問題 16》
- 6) 断面の図心の位置を求めることができる ⇒ P33 《演習問題 17》
- 7) 断面 2 次モーメント・断面係数を求めることができる ⇒ P34～ 《演習問題 18》《演習問題 19》

➤ モーメント：以下の 2 力を合成せよ

『重要事項！』 バリニオンの定理ですね

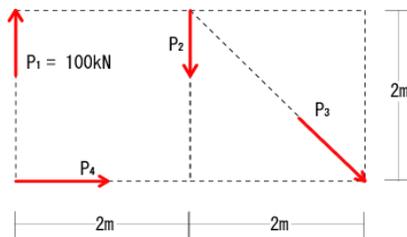
『任意の点において合成前後のモーメントは等しい』



8m

➤ 力の釣り合い：力が釣り合っている場合の荷重 P2 を求めよ

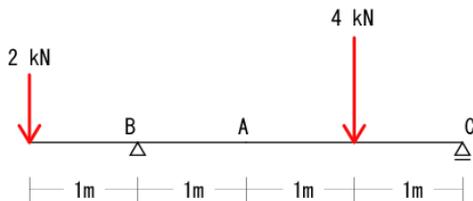
『重要事項！』 未知力 3 の法則！



200kN

➤ 反力算定：以下の構造体の反力を求めよ

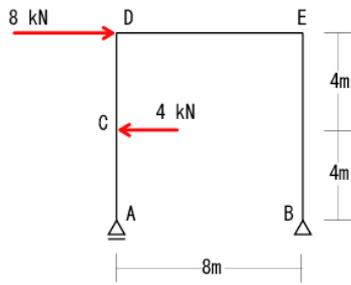
『重要事項！』 支点の反力を図示！力の釣り合いより未知力算定



$V_B=4\text{kN}$ 、 $H_B=0\text{kN}$ 、 $V_C=2\text{kN}$

- 反力算定：以下の構造体の反力を求めよ

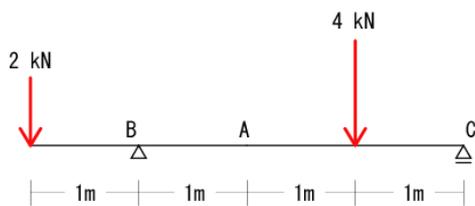
『重要事項!』 支点の反力を図示! 力の釣り合いより未知力算定



$$V_A = -3\text{kN}, V_B = 3\text{kN}, H_B = -4\text{kN}$$

- 応力：A 点の曲げモーメントを求めよ

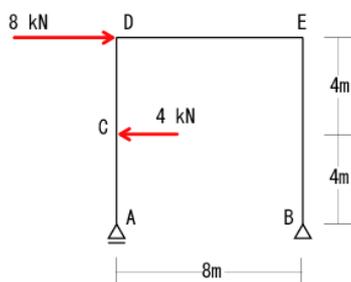
『重要事項!』 まずは切断!



$$M_A = 0\text{kNm}$$

- 応力：E 点の曲げモーメントを求めよ

『重要事項!』 まずは切断!



$$M_E = 32\text{kNm}$$

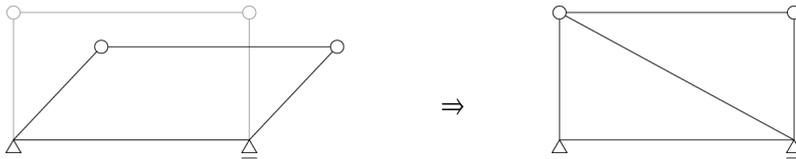
1.6 静定トラス部材に生ずる力

1) トラスの構造

大架構（大スパン）を考えた場合に最も怖いのは「曲げモーメント」 ⇒ 曲げモーメントが生じない架構は無いかな
⇒ ピンで接合すれば曲げモーメント生じないのでは…？



ただし、ピンで接合すると自立できない… ⇒ そこで、斜めの材を追加して…三角形で構成される構造物の出来上がり♪



2) トラス部材に生ずる力

節点・支点の全てがヒンジ（ピン系）なので、曲げモーメントが生じない
⇒ 部材に曲げモーメントが生じない場合にはせん断力も生じない（部材途中に荷重が無い場合）
⇒ トラス構造において部材に生じる応力は「軸方向力」のみ

3) トラス部材に生ずる力の求め方

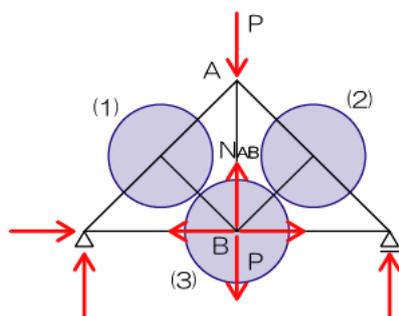
1) 切断法、2) 節点法、3) クレモナ図解法の3種類がメジャー、1) 切断法がオススメ

4) トラス部材に生ずる力の性質

直線+1の法則：+1部材の軸方向力は0になります

5) 節点法で部材に生ずる力を求める

《演習問題 15》AB材の応力を求めよ



（解法手順）

- 1) 反力を図示
- 2) 軸力0の点をチェック（直線+1の法則）
- 3) 未知の応力が少なそうなところを…
- 4) 上記点の力のつりあい（たて=0、横=0）
- 5) 順番に点を移動

B点より斜めに伸びる部材は直線+1の法則より軸方向力は0

B節目に注目し、節点法を用いると…

$$N_{AB} = P$$

$$N_{AB} = P$$

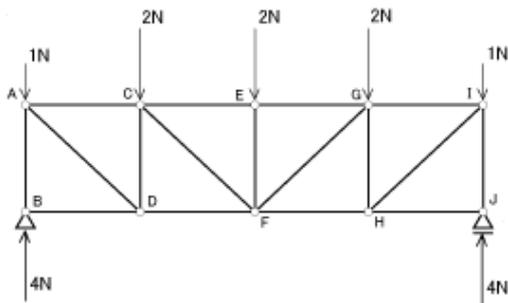
『ポイント』

□ 「直線+1の法則（軸力=0）」は超使えます

6) 切断法で部材に生ずる力を求める

《解法の手順》 以下の各部材の応力を切断法にて求めよ

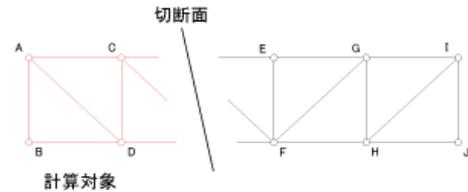
- 1) 反力を図示 (片持ちトラスの場合は求める必要が無い場合もあり)



←線対称だから暗算でOK

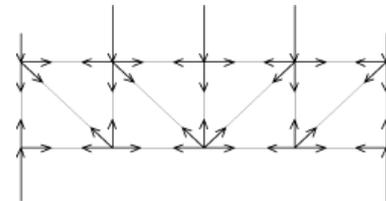
- 2) 切断面を決定→計算対象を決定

- ・ 切断断面：部材3本を切断する面とすること
- ・ 計算対象：力の少ない方が良 (今回は左側計算対象)

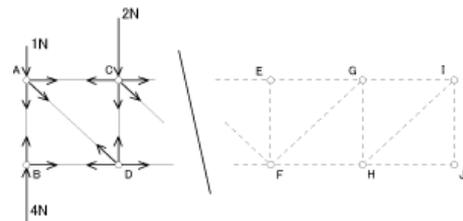


- 3) 部材内の応力 (軸方向力) を仮定

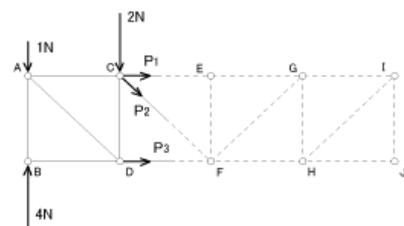
- ・ 通常は以下の図のように各部材内に応力が生じています



- ・ 今回は左側のみを対象としたので・・・

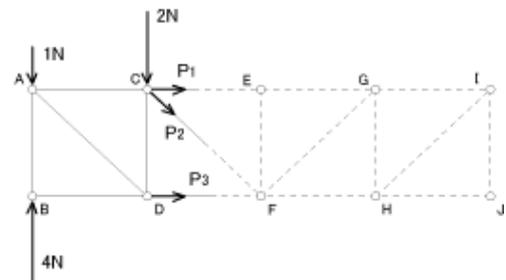


- ・ また同軸中の応力は互いに打ち消しあうので、結局は切断された部材のみに生じる可能性のある応力を図示します
- ・ (「節点から」ベクトルを図示する事!!!)



- 4) 力の釣合より未知の応力を算定

- ・ 力の釣合式： $\sum X = 0$ 、 $\sum Y = 0$ 、 $\sum M_x = 0$ を使用
- ・ 最も多く使われるのは $\sum M_x = 0$
- ・ ↑ 任意の点の決定は上記未知の応力 2 本が交わる点 (選択されていいない方の部材上の点でも OK) とする



結局言いたいことは…

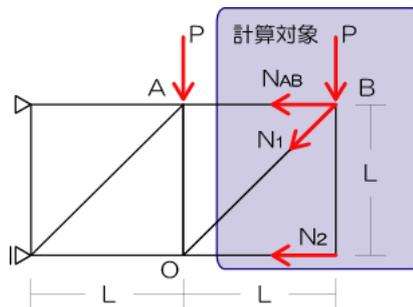
部材に生じる応力の図示さえ間違わなければ、トラスは簡単に解ける！

留意点 1：必ず部材 3 本で構造体を切断

留意点 2：切られた部材に生じる応力を図示（必ず計算対象側の節点・支点から）

留意点 3：部材に生じる応力の図示ができれば、後は力の釣り合い（未知力 3 の法則）

《演習問題 16》 AB 材の応力を求めよ



（解法手順）

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

縦に真っ二つ

斜めの材と下の横架材の交点に注目

$$M_O = +P \times L - N_{AB} \times L = 0$$

$$N_{AB} = P$$

P

『ポイント』

3 本切ってください

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！！

1.7 断面の性質

1) 断面一次モーメント

断面 1 次モーメントのみを求める問題はなし（図心の位置を求める際に使用）

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」（力学においては…）

➤ 断面 1 次モーメント (S)

□ $S = A \times y$ 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

□ 逆に…対象軸から図心までの距離を求めたかったら $y = \frac{S}{A}$

図心の位置の求め方：断面全体の断面 1 次モーメントを求め、全断面積で除す

断面全体の断面 1 次モーメント：複雑な断面の場合には、矩形（長方形）に分割後、合算

合算時の留意点：対象とする軸が同一の場合のみ合算可能

➤ 簡単にまとめると…

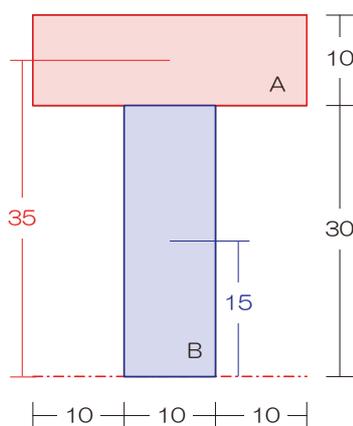
矩形に分割後、それぞれの断面 1 次モーメントを求め合算、その後全断面積で除す

ただし、断面 1 次モーメントを合算する場合には、**共通の軸に対する断面 1 次モーメントでなければならない**

《演習問題 17》以下の断面の図心の位置を求めよ

（解法手順）

なお、図心位置からの距離で示せ



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 $S = A \times y$

⇒ 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

頭の部分（A）とタテの部分（B）に分割したと仮定

$$S = S_A + S_B$$

$$S = (10 \times 30) \times 35 + (10 \times 30) \times 15$$

$$A = A_A + A_B$$

$$A = 10 \times 30 + 10 \times 30$$

$$y_0 = \frac{S_A + S_B}{A_A + A_B}$$

$$y_0 = \frac{(10 \times 30) \times 35 + (10 \times 30) \times 15}{10 \times 30 + 30 \times 10}$$

$$y_0 = \frac{(10 \times 30)(35 + 15)}{(10 \times 30) \times 2}$$

$$y_0 = 25$$

25（底部より）

『ポイント』

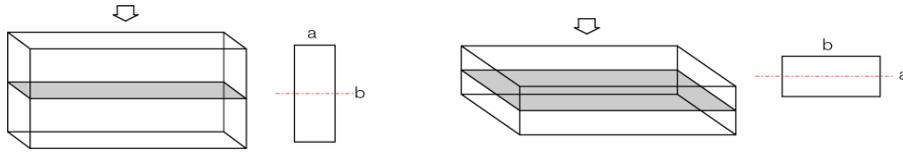
□ 図心の位置は、全体の断面 1 次モーメントを全断面積で除して求めます

□ 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！

2) 断面二次モーメント

断面 2 次モーメントとは：部材の変形（「たわみ」「座屈」）のし難さを示す

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）

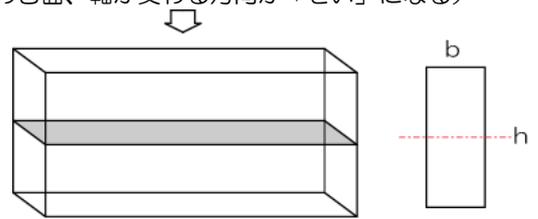


➤ 矩形における図心に対する断面 2 次モーメント (I)

□ $I = \frac{bh^3}{12}$ I …断面 2 次モーメント、 b …幅 h …せい（たわむ面、軸が交わる方向が「せい」になる）

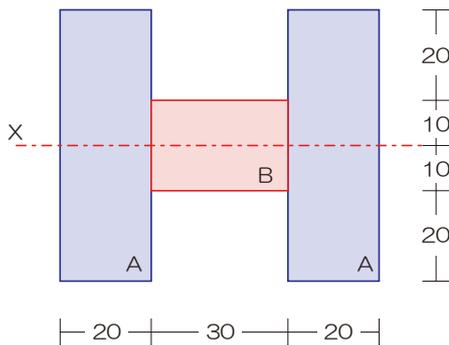
➤ 図心と異なる軸に対する断面 2 次モーメント

□ $I = I_x + A \times y^2$



- 複雑な断面の断面 2 次モーメント ⇒ 矩形（長方形）に分割後、合算
 （バラした各矩形の図心の位置を等しくすること）

《演習問題 18》断面の断面 2 次モーメントを求めよ



（解法手順）

- 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

左のように分割（図心の軸が揃っているので合算可能）

$$I = \frac{20 \times 60 \times 60 \times 60}{12} \times 2 + \frac{30 \times 20 \times 20 \times 20}{12}$$

$$I = 740,000$$

740,000

『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

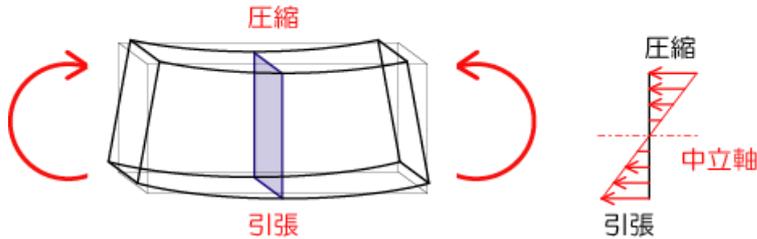
□ その際には、バラした各断面の図心の位置をそろえましょう（って、図心の位置がそろるようにバラすのが正しい）

3) 断面係数

断面係数とは：曲げ応力度を求める際に使用

曲げ強さの大小—云々、って言われたら、純粋に断面係数を比較すればOK（ヤング係数が等しい=同一材料ならばね）

曲げ応力度とは？：以下の図右です（断面内の小人さんの動き）



曲げ応力度は断面位置で値が変化します ⇒ (算定するために) ⇒ 断面位置で値が変わる断面係数を用いる

曲げ応力度は断面位置で値が変わるのでメンドウ！？ ⇒ 安全性をチェックする際には最大値（縁部分）しかチェックしないので、結果的には断面係数も縁部分（上下端）の値を用いることとなります

➤ 断面係数（Z）（縁部分）

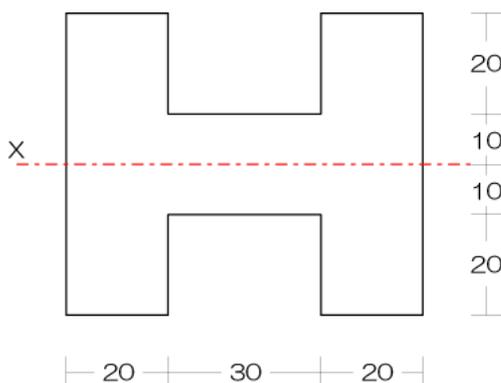
$$\square Z = \frac{I}{h/2} \quad I \cdots \text{断面 2 次モーメント、} h \cdots \text{せい、}$$

$$Z = \frac{bh^2}{6} \quad \leftarrow \text{矩形断面縁部分の応力度を求める場合}$$

複雑な断面の断面係数：矩形（長方形）に分割後合算は出来ません！

どうすんの？：公式の通り、まずは断面 2 次モーメントを求め、その後せいの半分（中立軸から縁までのキヨリ）で除す

《演習問題 19》縁部分の断面係数を求めよ



（解法手順）

- 1) 軸チェック
- 2) 先ずは、断面 2 次モーメントを求める
- 3) 上記を中立軸から縁までのキヨリで除す

前頁の断面二次モーメントの値をそのまま引用し

$$Z = \frac{740000}{30}$$

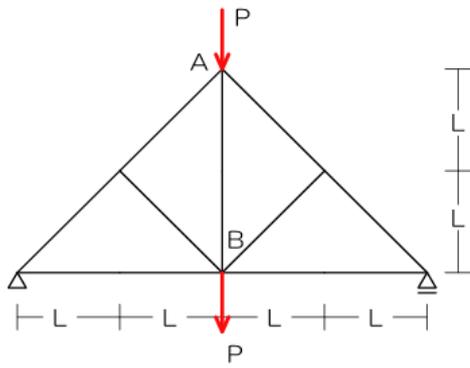
$$Z = \frac{74000}{3}$$

74,000/3

『ポイント』

□ 複雑な断面における断面係数は、まずは断面 2 次モーメントを求めてから！

《演習問題 15》 AB 材の応力を求めよ

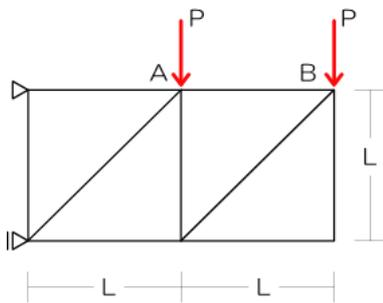


（解法手順）

- 1) 反力を図示
- 2) 軸力 O の点をチェック（直線+1 の法則）
- 3) 未知の応力が少なそうなところを…
- 4) 上記点の力のつりあい（たて=0、横=0）
- 5) 順番に点を移動

$$N_{AB} = P$$

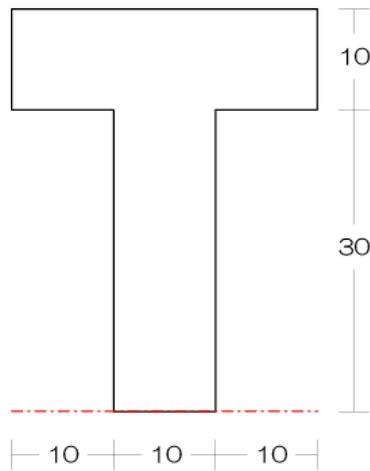
《演習問題 16》 AB 材の応力を求めよ



（解法手順）

- 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

《演習問題 17》以下の断面の図心の位置を求めよ
 なお、図心位置からの距離で示せ

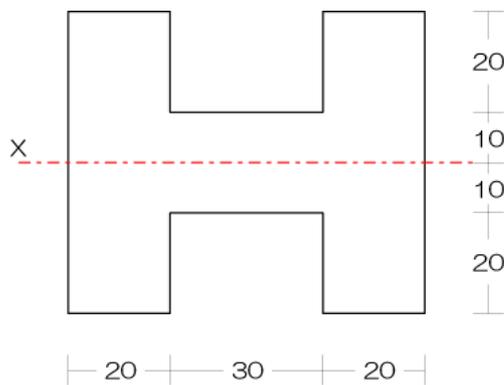


（解法手順）

- 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 $S = A \times y$
 ⇒ 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

25（底部より）

《演習問題 18》断面の断面 2 次モーメントを求めよ

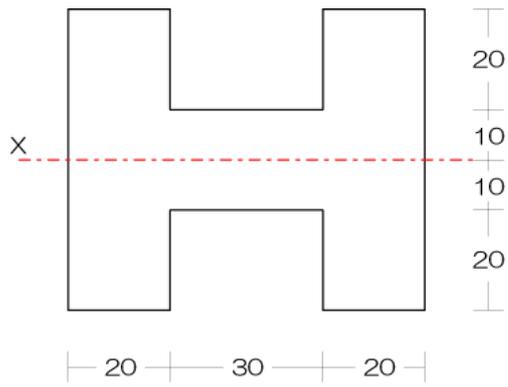


（解法手順）

- 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

740,000

《演習問題 19》 縁部分の断面係数を求めよ



（解法手順）

- 1) 軸チェック
- 2) 先ずは、断面 2 次モーメントを求める
- 3) 上記を中立軸から縁までのキヨリで除す

74,000/3