

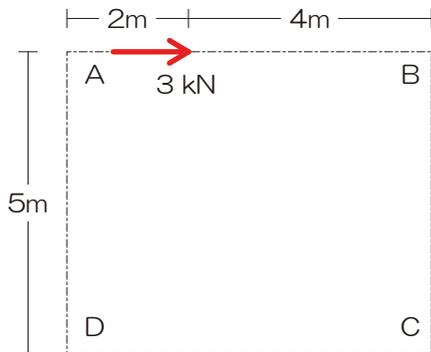
【この講座の目標】※番号は前講義からの続き

18) 前回の講義の復習(力のつり合い、反力、応力)

19) トラスの応力を求めることができる PP54-55 《基礎問題 16-18》

『復習』

《復習問題 05》A~D 点の各モーメントを求めよ。

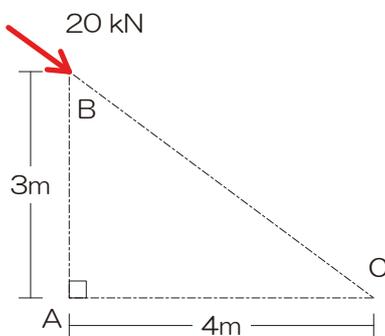


『解法手順 (基礎)』

- 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: $M_A=0$ 、 $M_B=0$ 、 $M_C=15[\text{kNm}]$ 、 $M_D=15[\text{kNm}]$

《復習問題 06》A~C 点の各モーメントを求めよ。



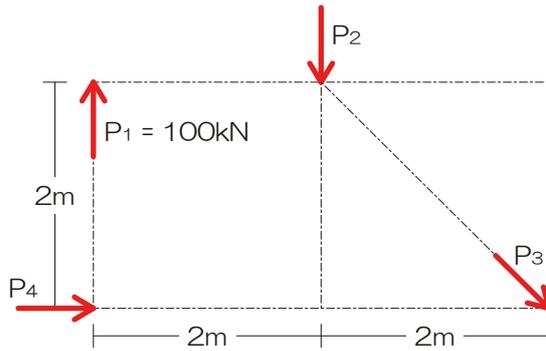
『解法手順 (基礎)』

- 1) 作用線を図示
- 2) 斜めの力が計算対象となったら縦横に分力(ちっこい三角形図示)
- 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: $M_A=48[\text{kNm}]$ 、 $M_B=0$ 、 $M_C=0$



《復習問題 07》以下の4つの荷重がつり合っている場合、未知力 $P_2 \cdot P_3 \cdot P_4$ を求めよ。

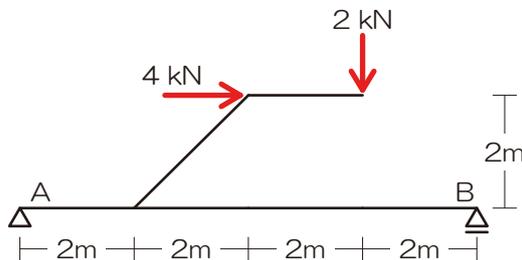


『解法手順 (基礎)』

- 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注目 ($M_o = 0$)、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目 ($\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$)

解答: $P_2 = 200$ [kN]、 $P_3 = -100\sqrt{2}$ [kN]、 $P_4 = 100$ [kN]

《復習問題 08》以下のA点の鉛直反力を求めよ。



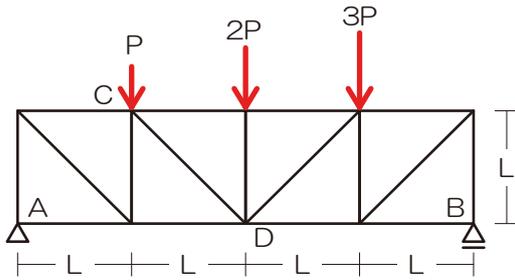
『解法手順 (基礎)』

- 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注目 ($M_o = 0$)、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目 ($\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$)

解答: $V_A = -1/2$ [kN]



《復習問題 09》以下の A 点の鉛直反力を求めよ。

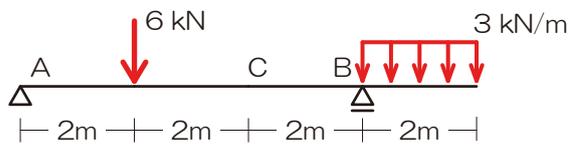


『解法手順（基礎）』

- 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注目（ $M_o = 0$ ）、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）

解答： $V_A = 5P/2$

《復習問題 10》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。



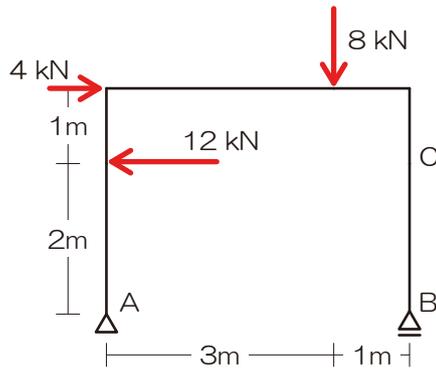
『解法手順（基礎）』

- 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： $M_C = 0$ [kNm]



《復習問題 11》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。

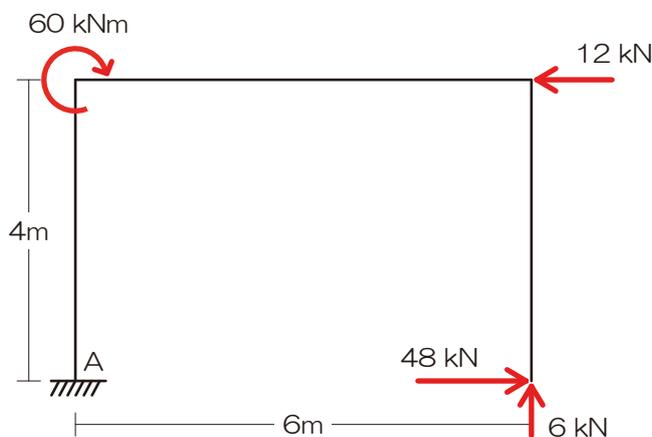


『解法手順（基礎）』

- 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： $M_C=0$

《復習問題 12》以下の構造物の A 点の曲げモーメントを求めよ。



『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： $M_A=24$ [kNm]



5 トラス

5.1 トラスとは

5.2 トラスの生じる応力

- 生じる応力

➤

5.3 トラスの応力の求め方

- 切断法

➤

- 節点法

➤

- 図解法

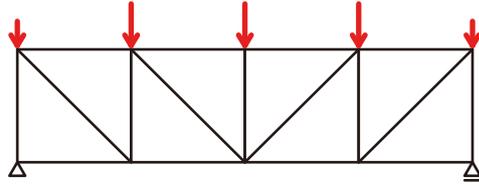
➤



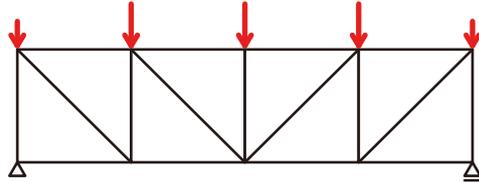
5.4 切断法

■ 切断法の考え方（詳細）

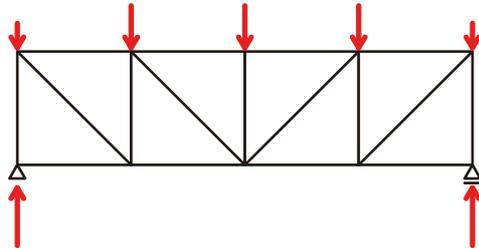
- 右のトラスを例に解説します



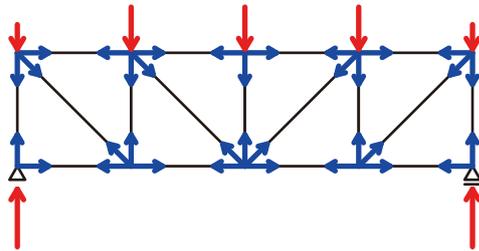
- 反力を図示（どんな問題でも鉄則）



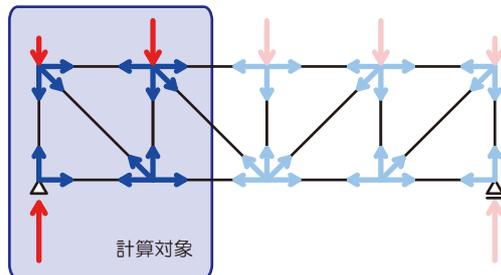
- 荷重がかかっていることから各部材は傷めつけられている（応力が生じている）はず



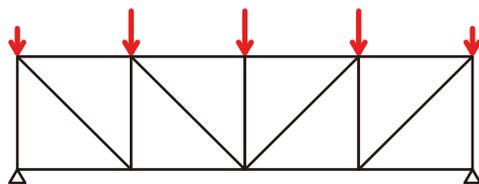
- 【応力】は【切断】⇒【選択】であるので右図のように左側を計算対象とする（右側の力は応力算定時には無視）



- 部材内の軸方向力は力の向きが反対で大きさが同じであるので打ち消し合う

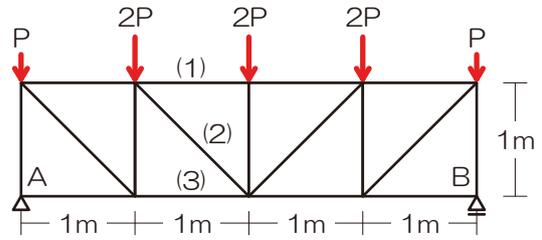


- 計算対象側に残った力と応力は…
- 応力は計算対象片側の力をつり合うので、つり合い三式を用いて未知の応力を求めましょう

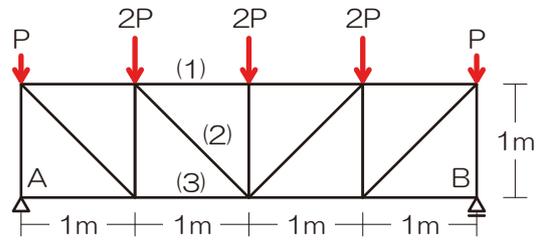


■ 切断法の解法

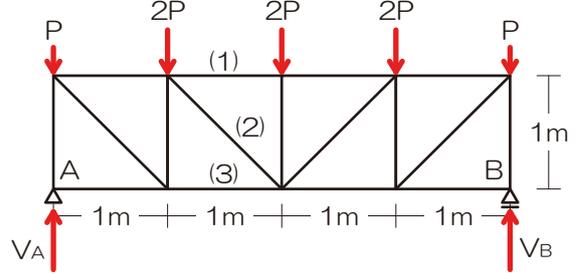
では、右のトラスにおける部材 (1) (2) (3) の応力を求めてみましょう



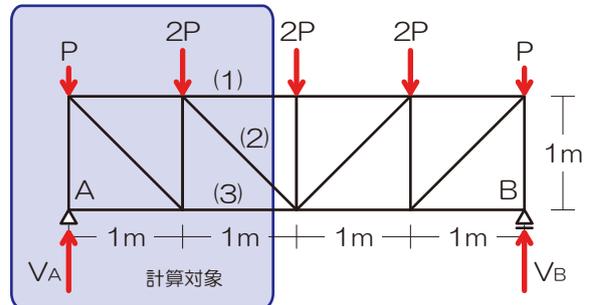
1) 反力を図示



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

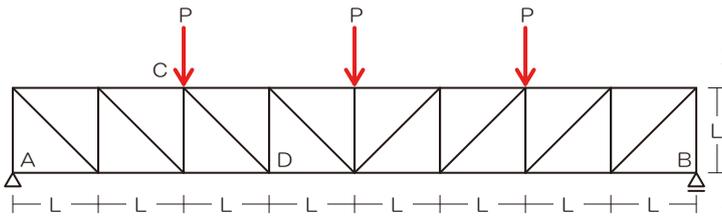


4) 力のつり合いにて未知力を算定



《基礎問題 16》 CD 部材の応力を求めよ

『解法手順 (基礎)』

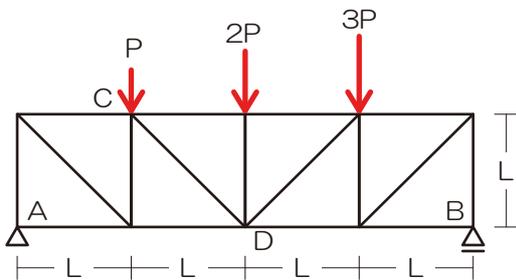


- 1) 反力を図示
- 2) 切断面*1 を決定→計算対象を決定 (反力あったら
反力算定)
*1 部材 3 本を切断するように
- 3) 切断された部材内の応力 (軸方向力) を仮定*2
*2 必ず計算対象側の節点からベクトル表記
- 4) 力のつり合いで未知の応力を算定

$$\sqrt{2}P/2$$

《基礎問題 17》 CD 部材の応力を求めよ

『解法手順 (基礎)』

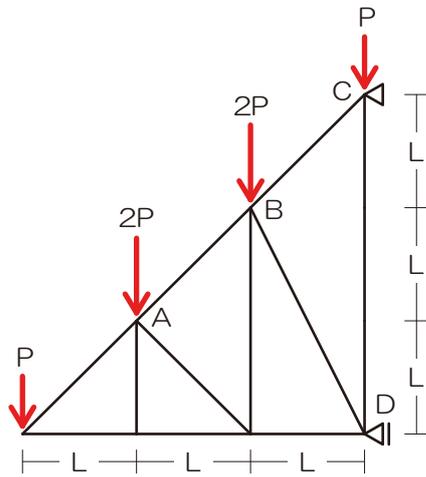


- 1) 反力を図示
- 2) 切断面*1 を決定→計算対象を決定 (反力あったら
反力算定)
*1 部材 3 本を切断するように
- 3) 切断された部材内の応力 (軸方向力) を仮定*2
*2 必ず計算対象側の節点からベクトル表記
- 4) 力のつり合いで未知の応力を算定

$$3\sqrt{2}P/2$$



《基礎問題 18》 AB 部材の応力を求めよ



『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)
- 3) 切断された部材内の応力 (軸方向力) を仮定*²
- 4) 力のつり合いで未知の応力を算定

$2\sqrt{2}P$

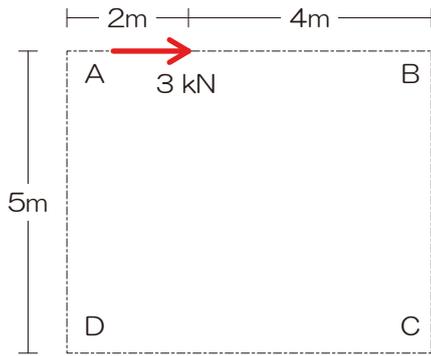
[ポイント]

- ✓ トラスの解法のうちお勧めは「切断法」
- ✓ 部材 3 本を切る切断面ですべて構造物を二分割
- ✓ 切断された部材には取り残された応力を図示 (必ず計算対象側の支点・節点から)



『復習』

《復習問題 05》A～D 点の各モーメントを求めよ。

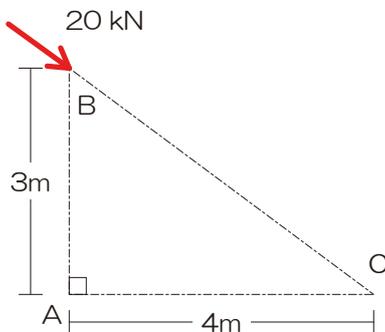


『解法手順（基礎）』

- 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： $M_A=0$ 、 $M_B=0$ 、 $M_C=15$ [kNm]、 $M_D=15$ [kNm]

《復習問題 06》A～C 点の各モーメントを求めよ。



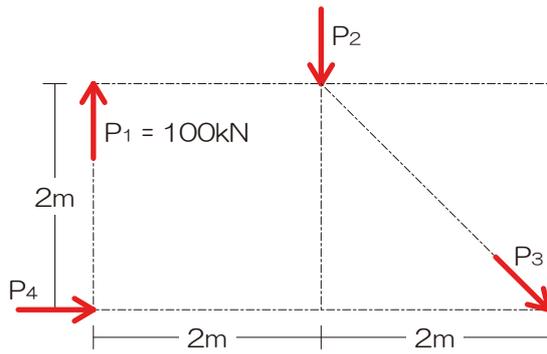
『解法手順（基礎）』

- 1) 作用線を図示
- 2) 斜めの力が計算対象となったら縦横に分力(ちっこい三角形図示)
- 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： $M_A=48$ [kNm]、 $M_B=0$ 、 $M_C=0$



《復習問題 07》以下の4つの荷重がつり合っている場合、未知力 $P_2 \cdot P_3 \cdot P_4$ を求めよ。

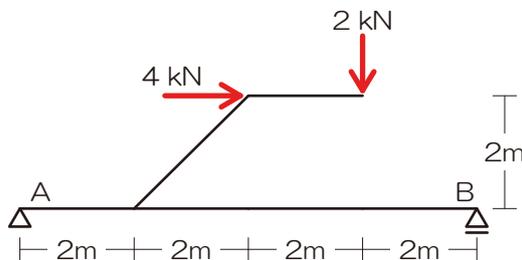


『解法手順（基礎）』

- 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注目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目

解答： $P_2=200$ [kN]、 $P_3=-100\sqrt{2}$ [kN]、 $P_4=100$ [kN]

《復習問題 08》以下のA点の鉛直反力を求めよ。



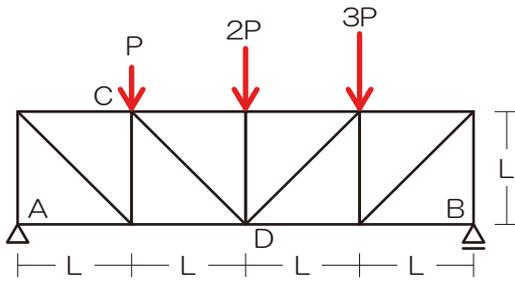
『解法手順（基礎）』

- 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注目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目

解答： $V_A=-1/2$ [kN]



《復習問題 09》以下の A 点の鉛直反力を求めよ。

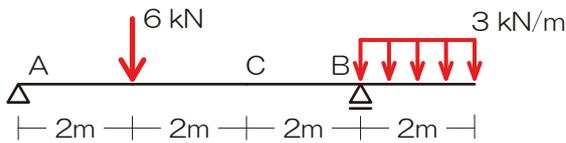


『解法手順（基礎）』

- 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注目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目

解答： $V_A = 5P/2$

《復習問題 10》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。



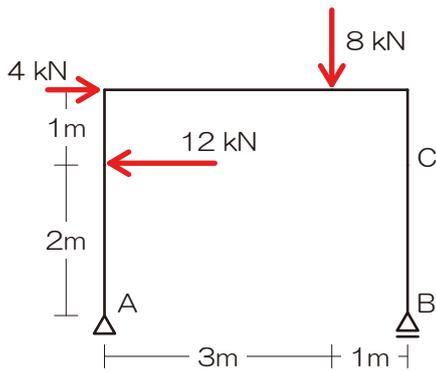
『解法手順（基礎）』

- 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： $M_C = 0$ [kNm]



《復習問題 11》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。

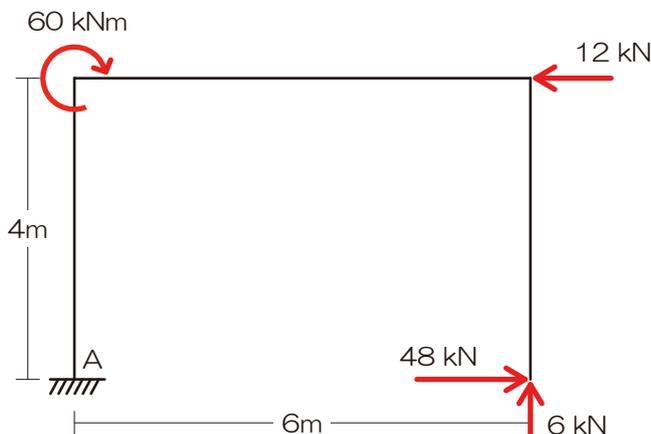


『解法手順（基礎）』

- 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： $M_C=0$

《復習問題 12》以下の構造物の A 点の曲げモーメントを求めよ。



『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

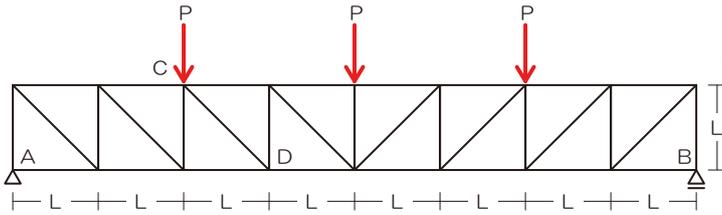
解答： $M_A=24[\text{kNm}]$



10) トラスの応力を求めることができる P52 《基礎問題 16》

《基礎問題 16》 CD 部材の応力を求めよ

『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

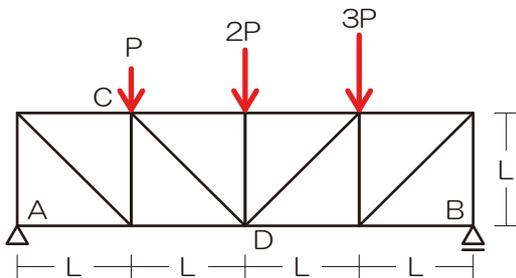
*2 必ず計算対象側の節点からベクトル表記

- 4) 力のつり合いで未知の応力を算定

$$\sqrt{2}P/2$$

《基礎問題 17》 CD 部材の応力を求めよ

『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

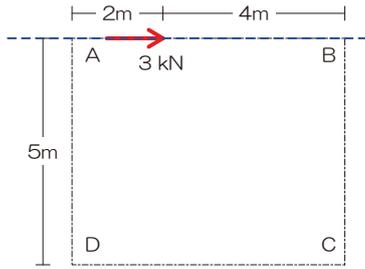
- 4) 力のつり合いで未知の応力を算定

$$3\sqrt{2}P/2$$



『解答解説』

《復習問題 05》 A～D 点の各モーメントを求めよ。



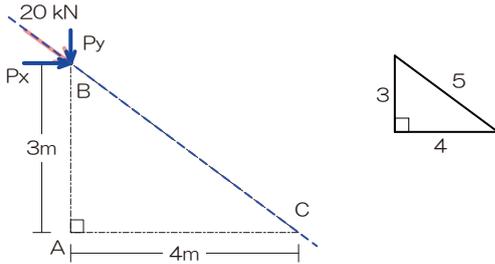
$$M_A = 3 \times 0 = 0 [kNm]$$

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

$$M_C = +3 \times 5 = 15 [kNm]$$

$$M_D = +3 \times 5 = 15 [kNm]$$

《復習問題 06》 A～C 点の各モーメントを求めよ。



対象となる荷重の作用線が B、C 点を通るので両点のモーメントは 0

また、A 点のモーメントを求める際に、荷重を分力すると

$$P_x = 20 \times \frac{4}{5} = 16 [kN]$$

$$P_y = 20 \times \frac{3}{5} = 12 [kN]$$

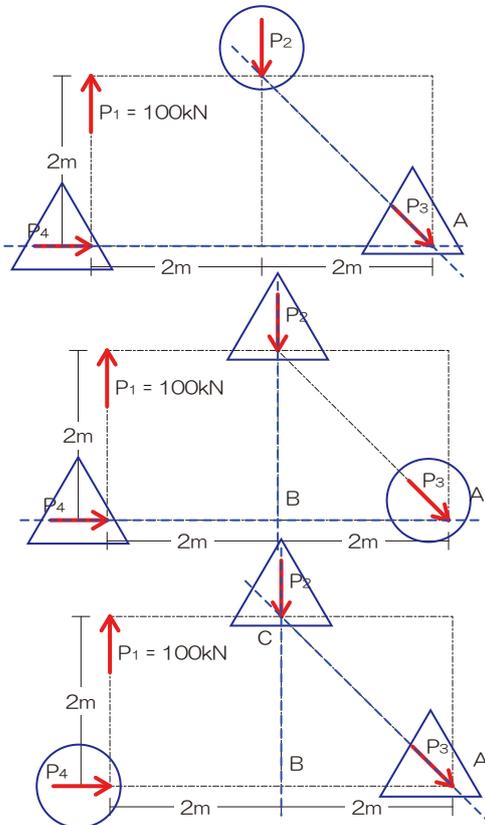
A 点のモーメントを求める

$$M_A = +P_x \times 3 + P_y \times 0$$

$$M_A = +16 \times 3 = 48 [kNm]$$

《復習問題 07》 以下の 4 つの荷重がつり合っている場

合、未知力 $P_2 \cdot P_3 \cdot P_4$ を求めよ。



P_2 を求める

P_3 と P_4 の交点に着目

$$M_A = +100 \times 4 - P_2 \times 2 = 0$$

$$P_2 = 200 [kN]$$

P_3 を求める

P_2 と P_4 の交点に着目

$$M_B = +100 \times 2 + P_3 y \times 2 = 0$$

$$+100 \times 2 + \frac{P_3}{\sqrt{2}} \times 2 = 0$$

$$P_3 = -100\sqrt{2} [kN]$$

P_4 を求める

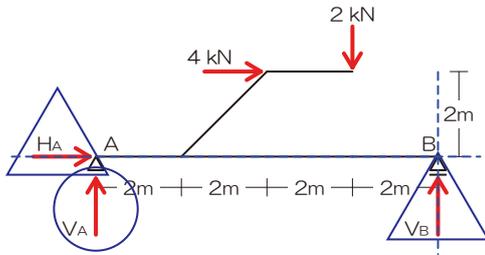
P_2 と P_3 の交点に着目

$$M_C = +100 \times 2 - P_4 \times 2 = 0$$

$$P_4 = 100 [kN]$$



《復習問題 08》以下の A 点の鉛直反力を求めよ。

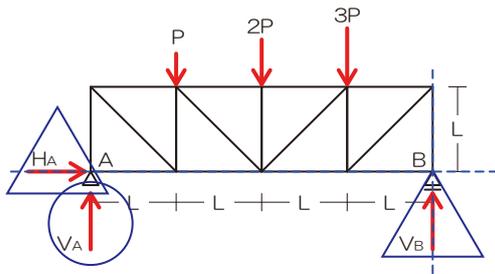


V_A を求める $\Rightarrow H_A$ と V_B の交点に着目

$$M_B = +V_A \times 8 + 4 \times 2 - 2 \times 2 = 0$$

$$V_A = -\frac{1}{2} [kN]$$

《復習問題 09》以下の A 点の鉛直反力を求めよ。



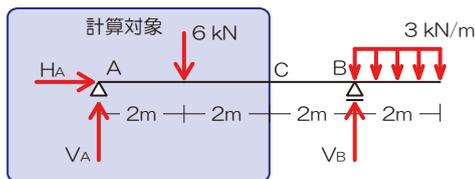
V_A を求める (交点 B に注目)

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

$$4V_A L - 10PL = 0$$

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

《復習問題 10》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。



C 点で【切断】 \Rightarrow 計算対象は左を【選択】

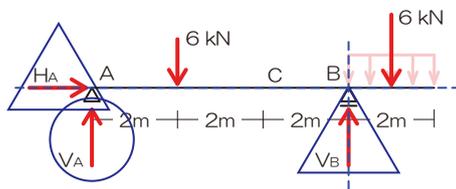
V_A を求める (交点 B に注目)

$$M_B = +V_A \times 6 - 6 \times 4 + 6 \times 1 = 0$$

$$6V_A = 6 \times 4 - 6 \times 1$$

$$V_A = 4 - 1$$

$$V_A = 3 [kN]$$



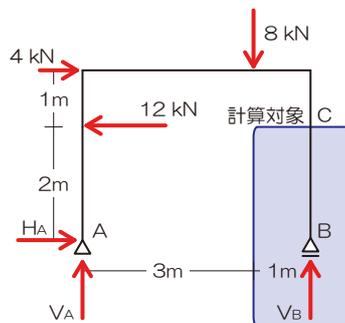
C 点の曲げモーメントを求める (H_A は C 点へモーメントの影響を及ぼさない)

$$M_C = +V_A \times 4 - 6 \times 2$$

$$M_C = +3 \times 4 - 6 \times 2$$

$$M_C = 0 [kNm]$$

《復習問題 11》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。



C 点で【切断】 \Rightarrow 計算対象は右を【選択】

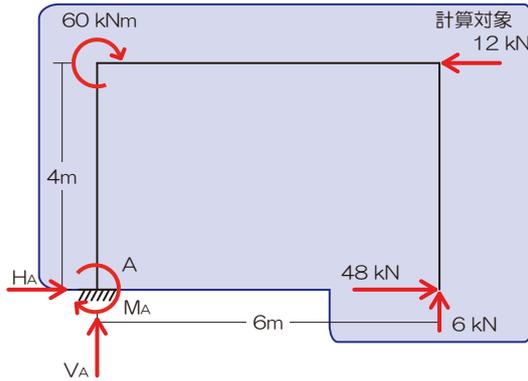
C 点の曲げモーメントの影響を及ぼす力は無し

$$M_C = 0$$



《復習問題 12》以下の構造物の A 点の曲げモーメント

を求めよ。



A 点で【切断】右側を【選択】

C 点の曲げモーメント（すべての力対象）を求める

$$M_C = +60 - 12 \times 4 - 6 \times 6$$

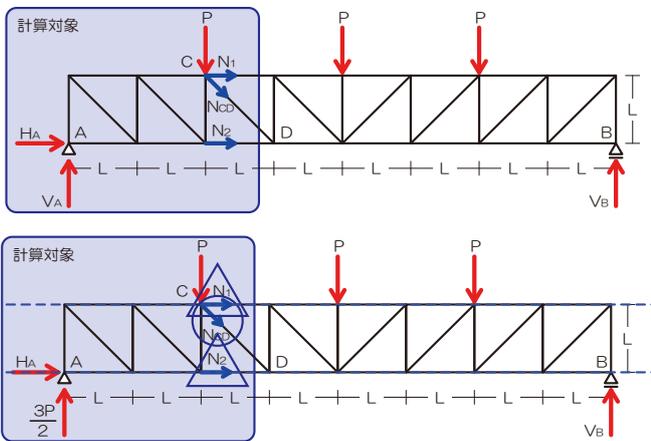
$$M_C = -24 \quad (\text{絶対値表記})$$

$$M_C = 24 [kNm]$$

10) トラスの応力を求めることができる P52 《基礎問題 16》

《基礎問題 16》CD 部材の応力を求めよ

『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

【切断】⇒計算対象は左を【選択】(図上)

反力があるので反力 V_A を求める

線対称なので

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

N_{CD} を求める (図左下)

$$\sum Y = +\frac{3P}{2} - P - N_{CDY} = 0$$

$$N_{CDY} = \frac{P}{2}$$

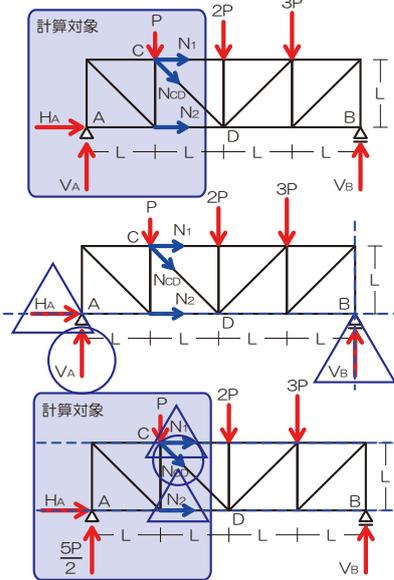
また

$$N_{CD} = N_{CDY} \times \sqrt{2}$$

$$N_{CD} = \frac{\sqrt{2}P}{2}$$



《基礎問題 17》 CD 部材の応力を求めよ



【切断】⇒計算対象は左を【選択】(図上)

反力があるので反力 V_A を求める (図中)

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

$$4V_A L - 10PL = 0$$

$$V_A = \frac{10}{4}P = \frac{5}{2}P$$

『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_{CD} を求める (図左下)

$$\sum Y = +\frac{5P}{2} - P - N_{CDY} = 0$$

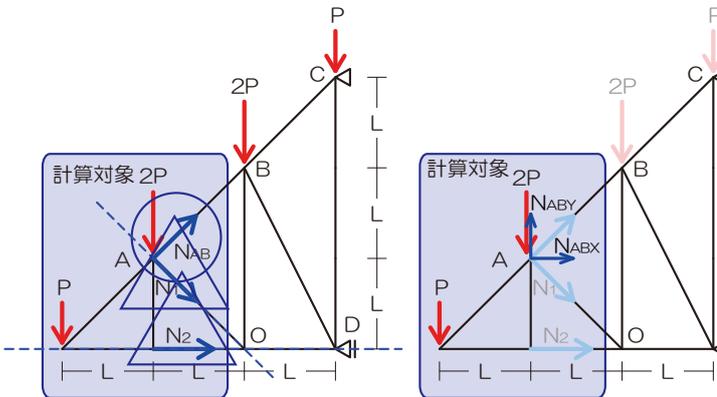
$$N_{CDY} = \frac{3P}{2}$$

また

$$N_{CD} = N_{CDY} \times \sqrt{2}$$

$$N_{CD} = \frac{3\sqrt{2}P}{2}$$

《基礎問題 18》 AB 部材の応力を求めよ

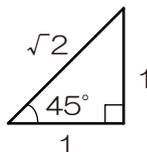


【切断】⇒計算対象は左を【選択】(図左上)

N_{AB} を求めるために N_1 と N_2 の交点 O のモーメントに注目、ただし N_{AB} は斜めの力なので分力 (図左下)

$$N_{ABX} = N_{AB} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{N_{AB}}{\sqrt{2}}$$

$$N_{ABY} = N_{AB} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{N_{AB}}{\sqrt{2}}$$



『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)
- 3) 切断された部材内の応力 (軸方向力) を仮定*2
- 4) 力のつり合いで未知の応力を算定

$M_O = 0$ より

$$M_O = -P \times 2L - 2P \times L + \frac{N_{AB}}{\sqrt{2}} \times L + \frac{N_{AB}}{\sqrt{2}} \times L = 0$$

$$-4PL + \frac{2N_{AB}L}{\sqrt{2}} = 0$$

$$\frac{2N_{AB}L}{\sqrt{2}} = 4PL$$

$$N_{AB} = \frac{4PL \times \sqrt{2}}{2L}$$

$$N_{AB} = 2\sqrt{2}P$$

【ポイント】

- ✓ トラスの解法のうちお勧めは「切断法」
- ✓ 部材 3 本を切る切断面ですら構造物を二分
- ✓ 切断された部材には取り残された応力を図示 (必ず計算対象側の支点・節点から)



