

【本日の目標】（以下ページ番号はサブテキ）

- 1) 力の種類、力の釣り合いを再チェック（復習） ⇒ P15
- 2) 各種構造物の支点反力をもとめることができる ⇒ P18 《演習問題 8》、P18 《演習問題 9》
- 3) 応力の概念が理解できる ⇒ P19
- 4) 梁の任意の点の各応力を求めることができる ⇒ P21～ 《演習問題 10》《演習問題 11》《演習問題 12》
- 5) ラーメンの任意の点の応力を求めることができる ⇒ P22～ 《演習問題 13》《演習問題 14》《演習問題 15》

復習

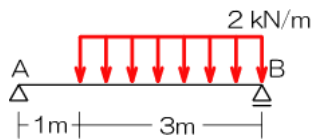
- モーメント：O点と荷重の距離を図示せよ

『重要事項！』 距離が重要！必ず力の作用線を図示し問題中に距離を記入

□ モーメント： $M = P \times l$ モーメント＝力×距離、距離の定義に注目

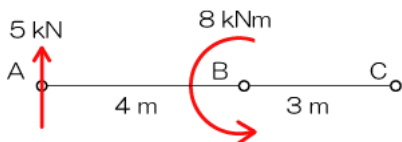
- 分布荷重：以下の分布荷重を集中荷重へ変換せよ

『重要事項！』 分布荷重は集中荷重へ変換



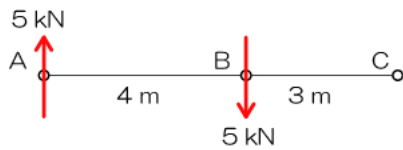
- モーメント荷重：A・B・C各点のモーメントを求めよ

『重要事項！』 モーメント荷重は全ての点において、等しいモーメントの影響を与える



- 偶力のモーメント：A・B・C 各点のモーメントを求めよ

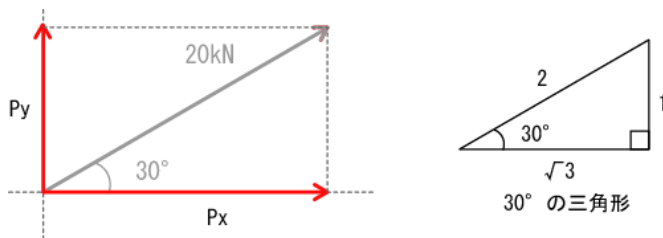
『重要事項!』 偶力：作用線が並行で力の大きさが等しく、真逆な一对の力のこと（全ての点でのモーメントが等しくなる）



- 力の分解・合成：以下の斜めの荷重を縦・横へ分力せよ

『重要事項!』 斜めの力が出てきたら必ず縦・横に分解すること！ちっこい三角形を書いておきましょう！

- 斜めの力の分解と相似・三角比：辺の比より力を分解

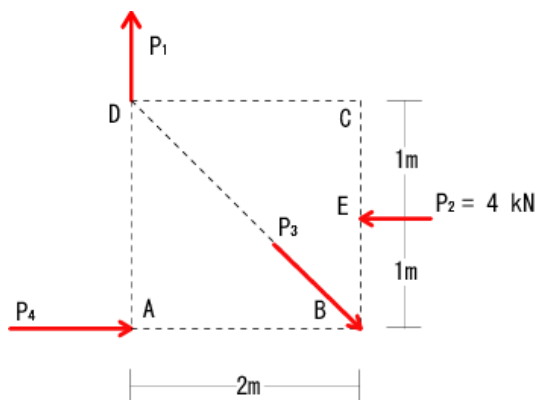


$$\text{縦の分力} = \text{斜めの荷重} \times \frac{\text{ちっこい三角形の縦の長さ}}{\text{ちっこい三角形の斜めの長さ}}$$

$$\text{横の分力} = \text{斜めの荷重} \times \frac{\text{ちっこい三角形の横の長さ}}{\text{ちっこい三角形の斜めの長さ}}$$

- 力のつりあい：以下の P_4 を求めよ

『重要事項!』 ターゲットの（求めたい）未知力以外の 2 力の交点に注目



1.2 静定梁の反力

1) 荷重




◇ 荷重の種類（復習）

- ・ 集中荷重：ベクトル 1 本で表記される
- ・ 等分布荷重：集中荷重に変換（囲まれるエリアに注目）
- ・ 変分布荷重：三角形に分布、変換は等分布荷重と同じ
- ・ モーメント荷重：部材各所に等しいモーメントの影響を与えるので注意

2) 支点の種類と反力数

◇ 支点の種類と反力

- ・ 動けない方向に反力が生じる

支点種類	移動可能な方向			生じる可能性のある反力		
	鉛直	水平	回転	鉛直	水平	回転
ローラー支点 	×	○	○	○	×	×
ピン支点 	×	×	○	○	○	×
固定支点 	×	×	×	○	○	○

◇ 反力の図示

- ・ 支点を見つけたら以下をすぐに図示
- ・ 鉛直方向は「V（上方をプラス）」、水平方向は「H（右をプラス）」、回転（モーメント）を「M（時計回りがプラス）」で表記するのが一般的です

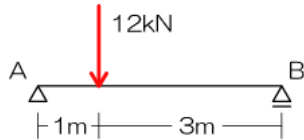


3) 反力の求め方

◇ 反力算定

- ・ まずは生じる可能性のある反力を図示！
- ・ 鉛直方向は「V（上方をプラス）」、水平方向は「H（右をプラス）」、回転（モーメント）を「M（時計回りがプラス）」で表記するのが一般的です
- ・ つりあい三式を用いて反力を求めます
- ・ もっとも使える式は $\sum M_0 = 0$ ね

《演習問題 8》以下の構造体の各支点反力を求めよ



（解法手順）

- 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
⇒ $\sum M_0 = 0$ を使うのね
- 4) 1 つ求められたら、鉛直（縦）方向の力の合計が 0
($\sum y = 0$)、水平（横）方向の力の合計が 0
($\sum x = 0$) などを利用しその他の反力を求める

V_A を求める ⇒ V_B と H_A の交点 (B 点) に注目

$$M_B = +V_A \times 4 - 12 \times 3 = 0, V_A = 9kN$$

V_B を求める ⇒ 縦の力の合計 = 0

$$\sum Y = 9 - 12 + V_B = 0, V_B = 3kN$$

解答 : $V_A = 9 \text{ kN}$ 、 $H_A = 0 \text{ kN}$ 、 $V_B = 3 \text{ kN}$

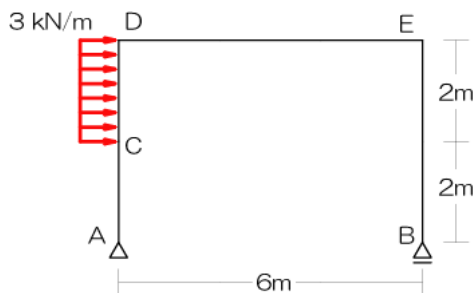
『ポイント』

- まずは反力を図示しましょう
- つりあい三式を用いて未知の反力を求めましょう

1.3 静定ラーメンの反力

- ◇ ラーメンの定義 ⇒ 柱と梁で構成されている、節点は剛接合
- ◇ 反力の算定 ⇒ 梁の反力算定とまったく同じ！ 支点を見つけたら以下をすぐに図示

《演習問題 9》以下の構造体の各支点反力を求めよ



（解法手順）

- 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
⇒ $\sum M_0 = 0$ を使うのね
- 4) 1 つ求められたら、鉛直（縦）方向の力の合計が 0
($\sum y = 0$)、水平（横）方向の力の合計が 0
($\sum x = 0$) などを利用しその他の反力を求める

V_A を求める ⇒ V_B と H_A の交点 (B 点) に注目

$$M_B = +V_A \times 6 + (3 \times 2) \times 3 = 0, V_A = -3kN$$

V_B を求める ⇒ 縦の力の合計 = 0

$$\sum Y = -3 + V_B = 0, V_B = 3kN$$

H_A を求める ⇒ 横の力の合計 = 0

$$\sum X = (3 \times 2) + H_A = 0, H_A = -6kN$$

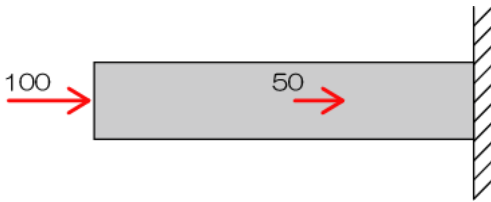
解答 : $V_A = -3 \text{ kN}$ 、 $H_A = -6 \text{ kN}$ 、 $V_B = 3 \text{ kN}$

『ポイント』

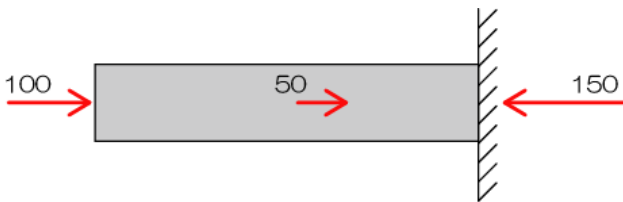
- 梁とまったく同じ…、まずは反力を図示しましょう、つりあい三式を用いて未知の反力を求めましょう

※力（応力）の種類：応力とはP22（教科書）
 応力とは（小人さん論法その1）

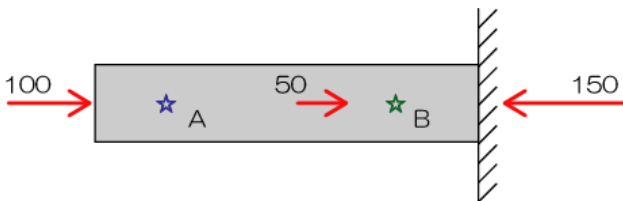
1) 100、50の荷重を受けている片持ち梁があります



2) このままでは力の釣り合いが取れていないので右端の支
 点に反力 150 があるはず

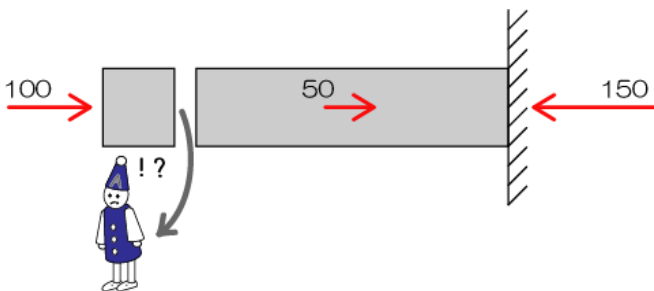


3) さて、ここで質問「以下のA点とB点ではどちらが“痛
 い”ですか？」材の中に小人さん（☆印）がいることを
 想定し、考えてみてください

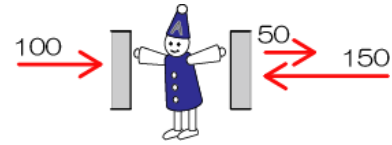


正解は皆さんのご想像の通りB点なのですが、そのままでは講義が成立しないのでちゃんと解説してみます

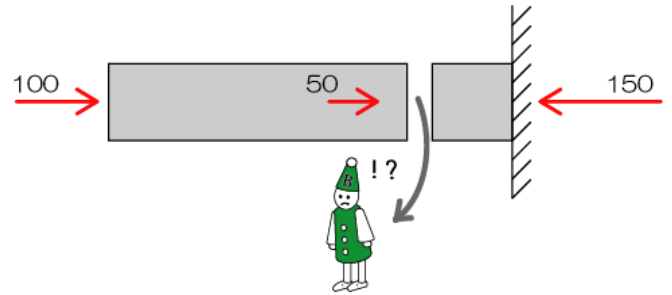
4) では、A点に隠れている小人さんに登場願しましょう（A
 点で構造体を切断します）



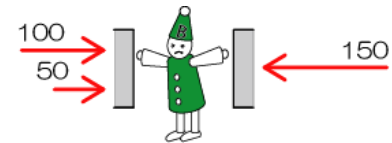
5) A点の小人さんは左側から100で押され、右側からも
 100で押されています（50で引られ、150で押さ
 れているのでその合計） → 「両側から100ずつ
 押されている」



6) 次はB点の小人さん登場



7) B点の小人さんは、左から150（100+50）、右側から
 も150で押されています → 「両側から150ずつ
 押されている」



8) 結果は…、Bの小人さんのほうが1.5倍“痛そう”です
 （小人さんの表情変えているんですが見えますか？笑）

「両側から100ずつで押されている」状態を軸方向力（圧縮）100、 $N = -100$ （圧縮がマイナスになります）と表記し、「両側から150ずつで押されている」状態を軸方向力（圧縮）150、 $N = -150$ と表記します

【ポイント】

- ※ 応力（応力度も）は小人さんの気持ちになって考えましょう
- ※ 応力は左右（もしくは上下）で必ず釣り合います（逆方向の力でね）
- ※ 実際の計算は片側だけで十分（どっちを計算しても答えは変わらないから）
- ※ したがって、応力を求める場合には部材を切断→片側の力のみを計算対象として応力を算定

1.4 静定梁に生ずる力

➤ 応力とは

- 種類：軸方向力(N)・せん断(Q)・曲げモーメント(M)の三種類
- 応力のポイント：任意の点の応力は「必ず」その両側の力による応力が釣合う※1
- ※1 応力を求める点で部材を切断し片側のみの力を対象とし計算
- 応力が変化する点：荷重のかかっている点・節点

➤ 応力の種類

□ 軸方向力 (N)

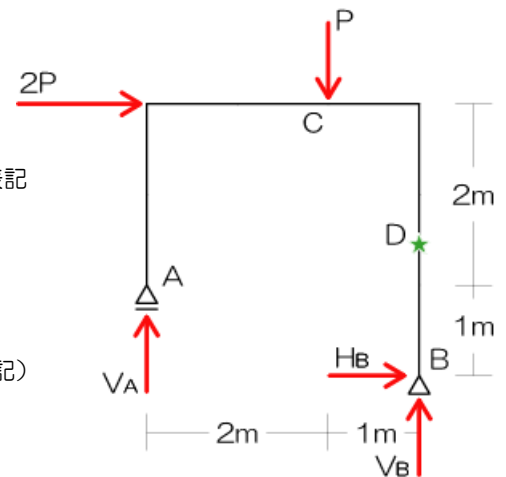
- 構造部材が潰されたり（圧縮）、引張られたりされた時の応力
- 対象となる力は部材に平行な力
- 唯一符号がつく：圧縮をマイナス（-）、引張をプラス（+）で表記

□ せん断力 (Q)

- 構造部材にはさみで切られるような力がかかった時の応力
- 対象となる力は部材に鉛直な力
- 符号はつかない（計算中は符号を考えるけど、最終的に絶対値表記）

□ 曲げモーメント

- 構造部材に曲げられるような回転の力がかかったときの応力
- 対象となる力は全ての力
- 符号はつかない（計算中は符号を考えるけど、最終的に絶対値表記）



(B) 静定梁の応力

➤ 任意の点の応力の求め方

- 反力を図示
- 応力を求めたい点で部材を切断 ★「必ず」最初に切断から！！余計な計算を省けます！！
- 計算対象側を決定（力の少ないほうを選択、支点が無い方はなお良し）
- 対象となる力をチェック（反力が含まれる場合には、反力を求める）
- 対象となるそれぞれの力による任意の点の応力を合算

➤ 静定梁の応力

- ピンとローラーにより支持されている「単純梁」と固定支点のみで支持される「片持ち梁」

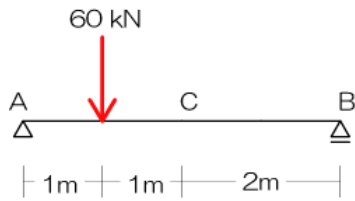
□ 単純梁の応力

- 切断後の計算対象側に支点が入るので反力算定が必要

□ 片持ち梁の応力

- 任意の点で切断後、計算対象は支点が入らない方を選ぶこと

《演習問題 10》以下のC点における各応力を求めよ



（解法手順）

- 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

切断後右側を計算対象とする

$$V_B \text{ を求める } M_A = +60 \times 1 - V_B \times 4 = 0$$

$$V_B = 15 \text{ kN}$$

$$N_C = 0 \text{ kN}、Q_C = 15 \text{ kN}$$

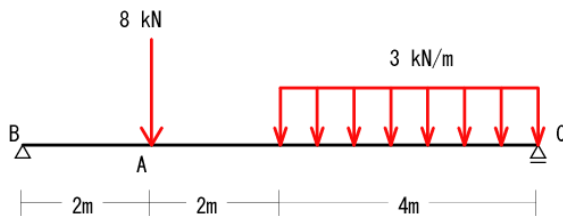
$$M_C = -15 \times 2 = -30 \leftarrow \text{回答時は符号取る}$$

$$N_C = 0 \text{ kN}$$

$$Q_C = 15 \text{ kN}$$

$$M_C = 30 \text{ kNm}$$

《演習問題 11》A点における曲げモーメントを求めよ



（解法手順）

- 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

切断後左側を計算対象とする

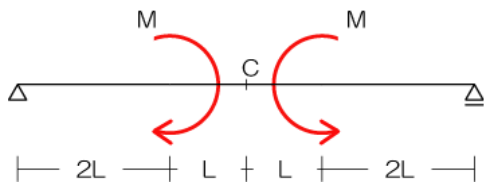
$$V_B \text{ を求める } M_C = -8 \times 6 - 12 \times 2 - V_B \times 8 = 0$$

$$V_B = -9 \text{ kN}$$

$$M_A = +9 \times 2 = 18$$

$$M_A = 18 \text{ kNm}$$

《演習問題 12》 C点における曲げモーメントを求めよ



（解法手順）

- 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

C点で切断 ⇒ 左側の支点の反力を求める

$$M_{右} = +V_{左} \times 6L + M - M = 0 \quad ,$$

$$V_{左} = 0kN$$

C点の曲げモーメントは、 $M_C = M$

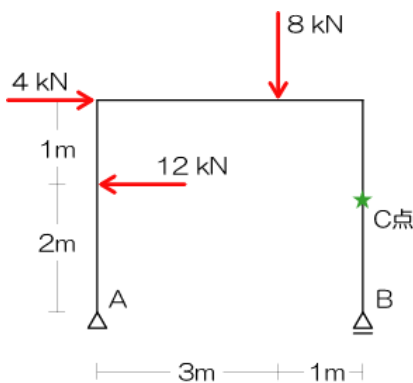
$$M_C = M$$

『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…
- 計算対象は片側（任意）のみ

1.5 静定ラーメンに生ずる力

《演習問題 13》 C点における各応力を求めよ



（解法手順）

- 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

切断後右側を計算対象とする

V_B を求める

$$M_A = -12 \times 2 + 4 \times 3 + 8 \times 3 - V_B \times 4 = 0$$

$$V_B = 3kN$$

$$N_C = -3kN、Q_C = 0kN、M_C = 0kNm$$

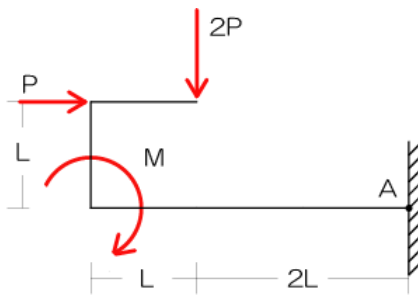
$$N_C = -3 kN$$

$$Q_C = 0 kN$$

$$M_C = 0 kNm$$

《演習問題 14》A 点で曲げモーメントが生じない場合の (解法手順)

M の値を求めよ



- 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

「○点で曲げモーメントが生じない」⇒ とりあえずその点の曲げモーメントを求め、=0 とすれば OK

A 点で切断後、計算対象は左

A 点の曲げモーメントは

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

その点の曲げモーメントは 0 になるので

$$M_A = M + P \times L - 2P \times 2L = 0$$

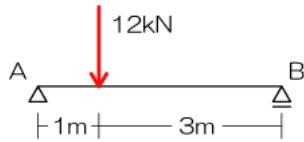
$$M = 3PL$$

$$M = 3PL$$

『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…

《演習問題 8》以下の構造体の各支点反力を求めよ

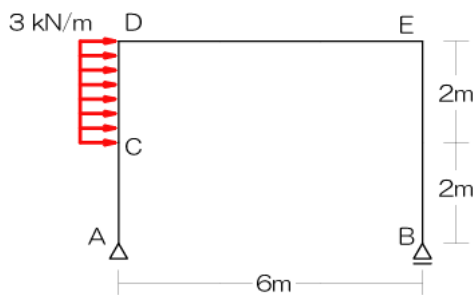


（解法手順）

- 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
⇒ $\sum M_0 = 0$ を使うのね
- 4) 1 つ求められたら、鉛直（縦）方向の力の合計が 0
（ $\sum y = 0$ ）、水平（横）方向の力の合計が 0
（ $\sum x = 0$ ）などを利用しその他の反力を求める

解答： $V_A = 9 \text{ kN}$ 、 $H_A = 0 \text{ kN}$ 、 $V_B = 3 \text{ kN}$

《演習問題 9》以下の構造体の各支点反力を求めよ

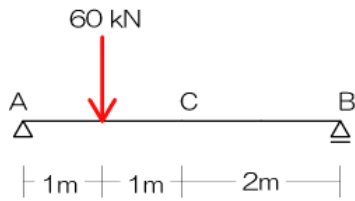


（解法手順）

- 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
⇒ $\sum M_0 = 0$ を使うのね
- 4) 1 つ求められたら、鉛直（縦）方向の力の合計が 0
（ $\sum y = 0$ ）、水平（横）方向の力の合計が 0
（ $\sum x = 0$ ）などを利用しその他の反力を求める

解答： $V_A = -3 \text{ kN}$ 、 $H_A = -6 \text{ kN}$ 、 $V_B = 3 \text{ kN}$

《演習問題 10》以下のC点における各応力を求めよ



（解法手順）

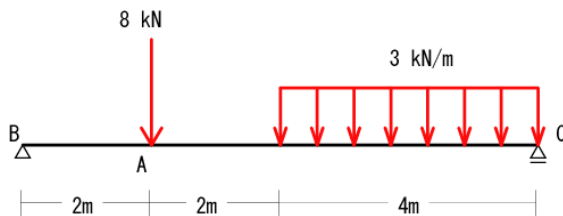
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を切断！
- 3) 計算対象を決定（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1)に戻るよ！）
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

$$N_C = 0 \text{ kN}$$

$$Q_C = 15 \text{ kN}$$

$$M_C = 30 \text{ kNm}$$

《演習問題 11》A点における曲げモーメントを求めよ

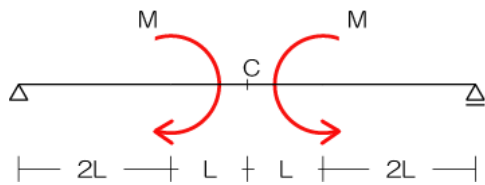


（解法手順）

- 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

$$M_A = 18 \text{ kNm}$$

《演習問題 12》 C点における曲げモーメントを求めよ

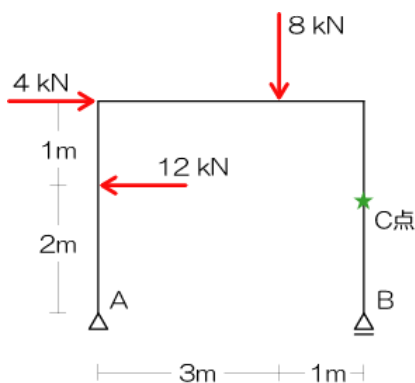


（解法手順）

- 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

$$M_C = M$$

《演習問題 13》 C点における各応力を求めよ



（解法手順）

- 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

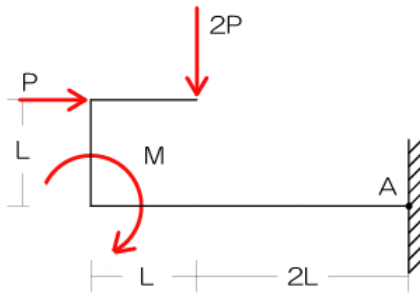
$$N_C = -3 \text{ kN}$$

$$Q_C = 0 \text{ kN}$$

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

《演習問題 14》A 点で曲げモーメントが生じない場合の (解法手順)

M の値を求めよ



- 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

$$M=3PL$$