

【1級施工管理技術士試験力学系問題特別資料】

■ 本資料の構成

- 第一章にて力学の基礎（力のつり合い・反力・応力・応力図）を解説いたします（基礎力養成講座と内容が一部被ります）
- 基礎部分の知識のみで過去10年分過去問の約2/3程度の問題を解くことが可能です
- 項目ごとに演習問題を準備しました、チャレンジしてみてください
- 第二章では、実際の過去5年分の過去問を示します
- ただし、全ての問題が基礎知識の解法のみでは解けません…
- そこで、その他の項目に関しては代表的な問題を選択し、個別に解説を行います
- **本資料の後半に基礎問題、過去問の解答・解説があります**

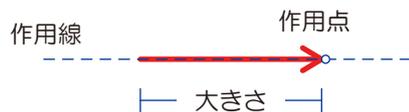
第一章 力学基礎

1 カ・モーメント

1.1 カとは

■ 力の表記

- 力の3要素：大きさ/作用点/作用線（最も重要なのは「作用線」です）



1.2 力の種類

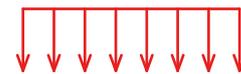
■ 構造力学にてあつかう力の種類

1) 集中荷重：ベクトル（矢印）1本で示される

2) 分布荷重：一定の面に広がりつつかかる荷重

※ 作用線が重要でしたね

※ 集中荷重に変換して計算



3) モーメント荷重：回転の荷重

4) 斜めの荷重：文字通り斜め…

※ すべての点に等しいモーメントの影響を与えます

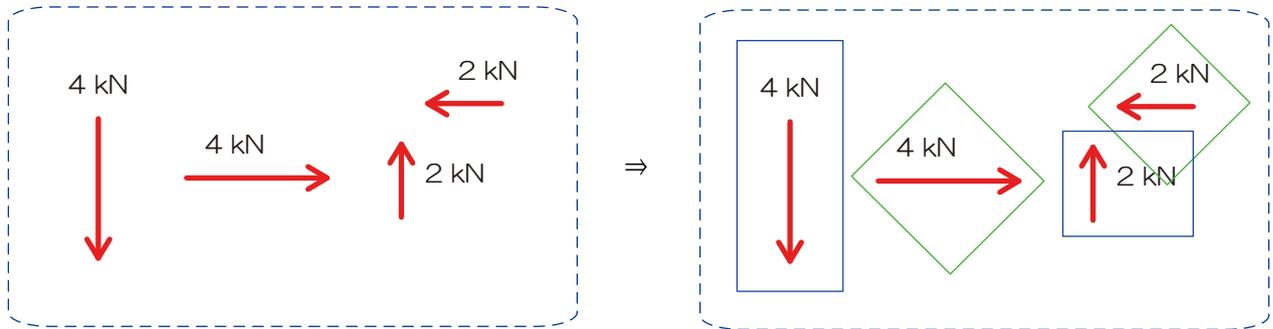
※ 縦・横に分解して計算しましょう



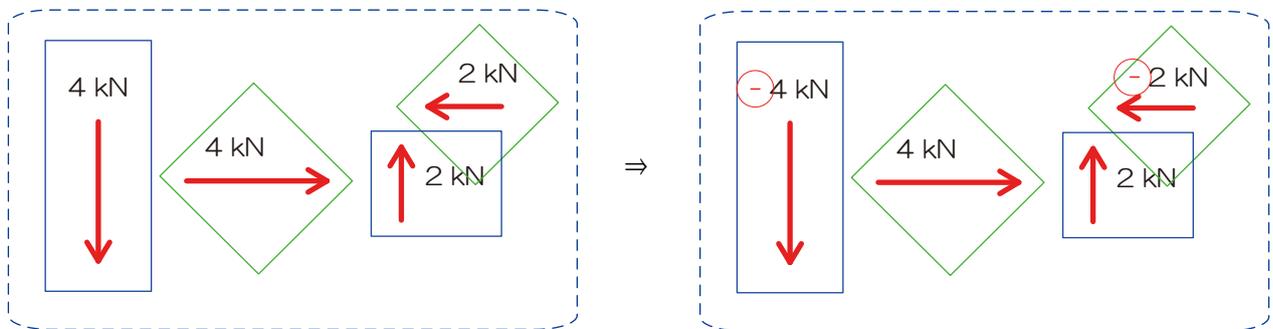
1.3 集中荷重

■ 集中荷重

- 集中荷重の加算：同一方向（並行）の力はそのまま加算が可能、ただし力の方向には注意（上をプラス/下をマイナス、右をプラス/左をマイナスにすることが一般的）、なれるまでは方向ごとに印をつけちゃうのも良いかもしれません（縦を□、横を◇等）



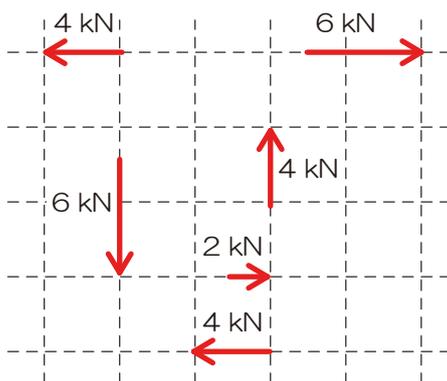
- 数式による表記：数式は正確に書くことをおすすめします、 Σ ：合算してください、 ΣY ：Y方向の力をすべて足してください、 ΣX ：X方向の力をすべて足してください（注：式中には単位を記載しないのが一般的です）



《基礎問題 O1》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



解答：縦方向は2[kN]（下）、横方向は0[kN]

[ポイント]

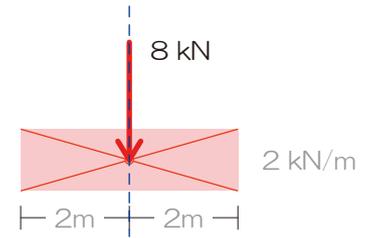
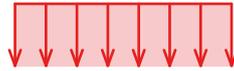
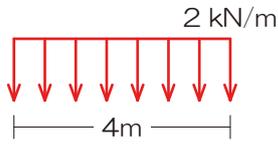
- ✓ 同じ方向の力はどんなに離れていても合算可能、ただし符号には注意！



1.4 分布荷重

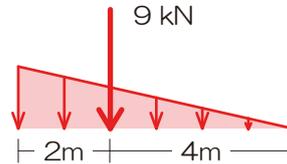
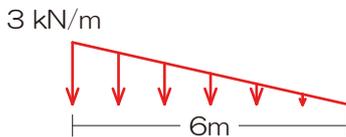
■ 分布荷重

- 分布荷重とは：あるエリアに広く「のべえー」とかかる荷重、外力として代表的なものとしては積雪荷重やプールの水など、単位はkN/mなどで示され1mあたりにかかる荷重[kN]って意味になります
- 分布荷重の変換：分布荷重に出会ってしまったら集中荷重へ置き換えましょう、その際のポイントは「力の大きさ」「力の作用点」ですが、**囲まれた図形に注目**してみましょう



『長さ4mに渡り、1mあたり2kNの荷重がかかっている』って意味です

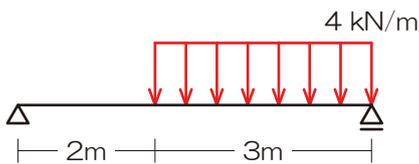
- 囲まれたエリアの『面積』が荷重の合計、『重心』を作用線が通ります
- 三角形の場合も同様ですが、重心の位置は底辺を三等分したところとなるので注意



《基礎問題 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 1.5[m]の位置に下方 12[kN]

[ポイント]

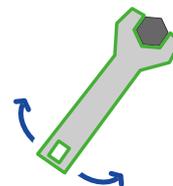
- ✓ 分布荷重によって囲まれたエリアに注目
- ✓ 囲まれたエリアの『面積』が荷重の合計、『重心』の位置を変換した集中荷重が通ります



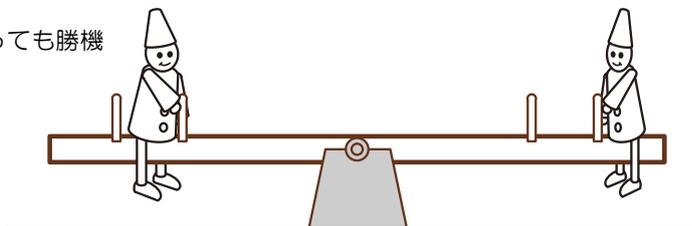
1.5 モーメント

■ モーメントとは

- モーメントの定義：任意の点にかかる回転の力、『任意の点』って言っているのでどこか点を決定しないとモーメントは求められません…、てこの原理やシーソーが有名ですね

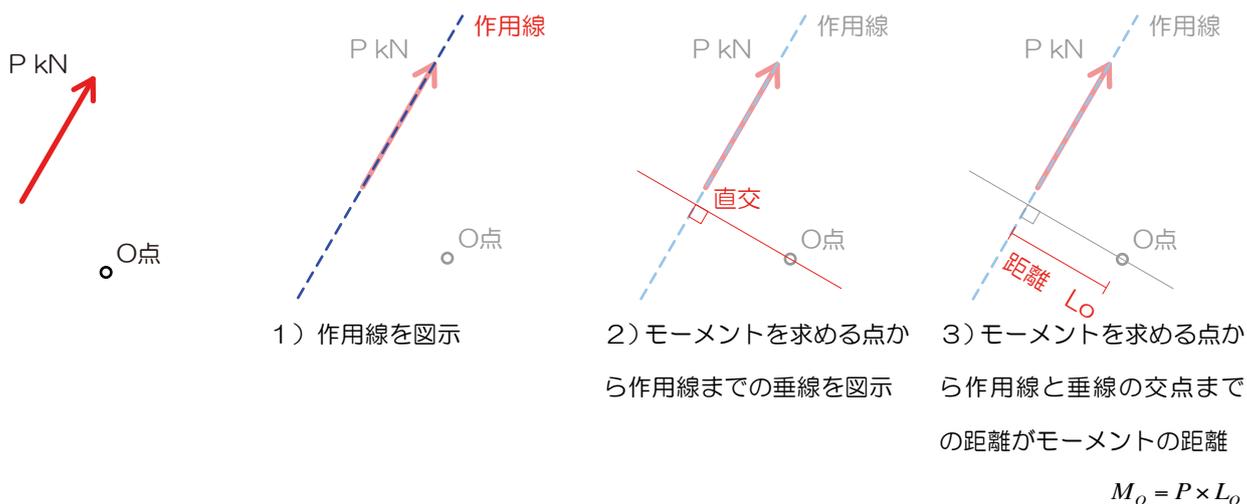


- シーソーが勝つための条件：もちろん重ければ勝ちます（下に落ちる）が…、できるだけ遠く（真ん中から）に座っても勝機はありますね



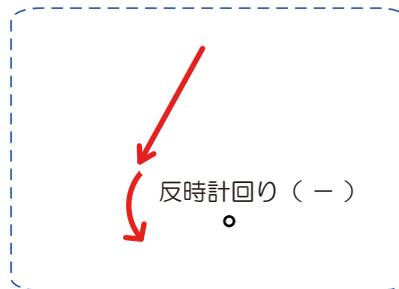
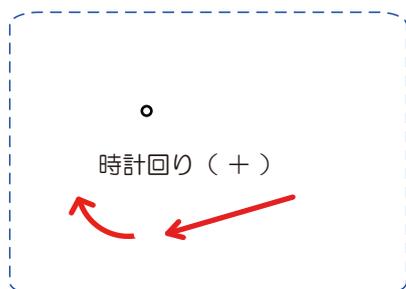
■ 任意の点のモーメント

- モーメントの求め方：シーソーでは重さ（力）と距離が重要でしたね、その両者を単純にかけるとモーメントになります…が！！距離の概念が大変重要です！『モーメントにおける距離』とは『モーメントを求める点から力の作用線までの鉛直距離』となるので注意、慣れるまでは作用線を図示して問題にチャレンジしましょう、計算式の書き順は『力』⇒『距離』⇒『符号』が一般的です



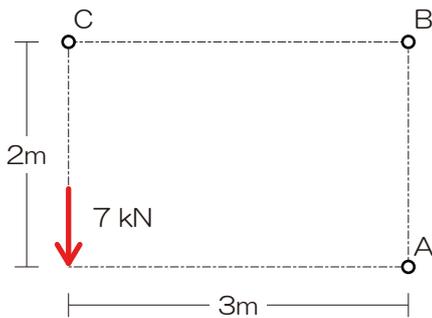
- モーメントを求める点と作用線が交差する？：作用線上の点におけるモーメントは距離が0となるのでモーメントも生じません（事項の力のつり合いにて最強のツールとなるのでしっかりと覚えておきましょう）

- モーメントの符号：モーメントを求める点を指で押さえて実際に紙をグリグリ回してみましよう



《基礎問題 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)』

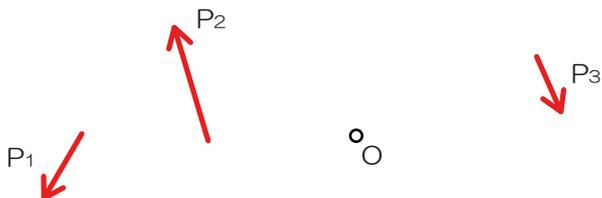
- 1) 作用線を図示
- 2) モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示
- 3) モーメントを求める点から作用線と垂線の交点までの距離を示す
- 4) モーメント=力の大きさ×上記の距離
⇒ 符号の確認もお忘れなく

解答: $M_A = -21$ [kN]、 $M_B = -21$ [kN]、 $M_C = 0$ [kN]

[ポイント]

- ✓ 『モーメントにおける距離』とは『モーメントを求める点から力の作用線までの鉛直距離』となるので注意
- ✓ 作用線上の点におけるモーメントは距離が0となるのでモーメントも0となります

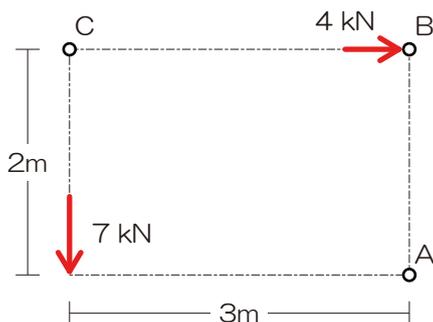
➤ 複数の力によるモーメント: それぞれの力によるモーメントを個別に求め、最後に合算しましょう



$$M_O = -P_1 \times l_1 + P_2 \times l_2 + P_3 \times l_3$$

《基礎問題 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: $M_A = -13$ [kN]、 $M_B = -21$ [kN]、 $M_C = 0$ [kN]

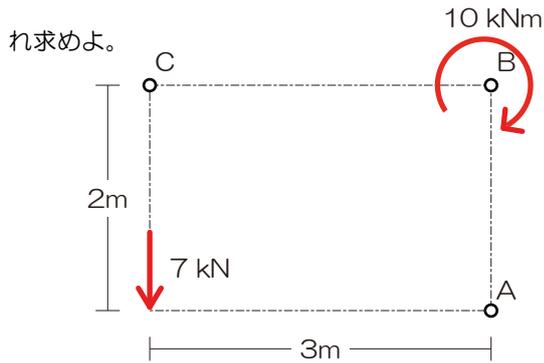
[ポイント]

- ✓ 複数の力によるモーメントは、冷静に1つずつ片付けて最後に合算しましょう



- モーメント荷重：計算対象にあるモーメント荷重は、全ての点に等しいモーメントの影響を与える（そのままの値をそのまま足してしまえばOKです）

《基礎問題 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： $M_A = -11$ [kN]、 $M_B = -11$ [kN]、 $M_C = 10$ [kN]

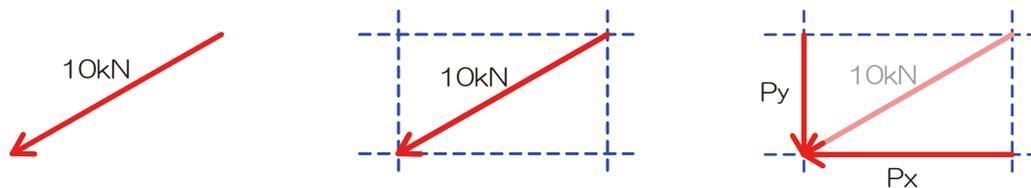
[ポイント]

- ✓ モーメント荷重は全ての点に等しいモーメントの影響を与えます

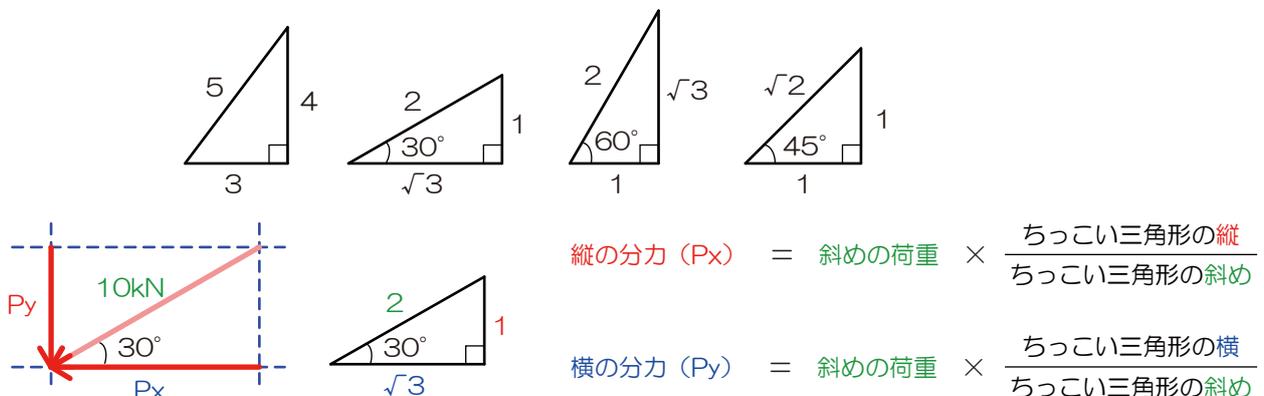
1.6 斜めの荷重

■ 斜め荷重への対処法

- 斜めの荷重に出会ったら：縦と横に分解しましょう



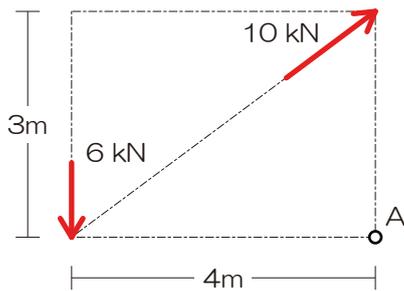
- 分解の方法：ちっこい三角形を書いて考えましょう（三角関数？比の計算？解法は問いませんがオススメを示します）



$$P_x = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ [kN]}, \quad P_y = 10 \times \frac{1}{2} = 5 \text{ [kN]}$$



《基礎問題 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]

[ポイント]

- ✓ 斜めの荷重に出会ったら縦と横に分けて考えましょう

2 力のつり合い

2.1 力のつり合い

■ 力のつり合いの活用法

- 力のつり合いのできる事: 未知力算定・支点の反力算定・トラスの応力算定など、支点の反力が求められないと応力を求めることがほぼできません、未知力算定ができないと支点の反力を求めることもできません…力学すべての根源です

■ 力のつり合いとは

- つり合い状態: 力がつり合っている場合には物体は動かない (不動の状態)
- 不動の条件: 回転していない・縦に動いていない・横にも動いていない、の三条件が同時に成立すること

■ 力のつり合い三式

- 回転していない: 任意の点のモーメントが0、 $M_o = 0$
- 縦に動いていない: 縦の力の合計が0、 $\sum Y = 0$
- 横にも動いていない: 横の力の合計が0、 $\sum X = 0$



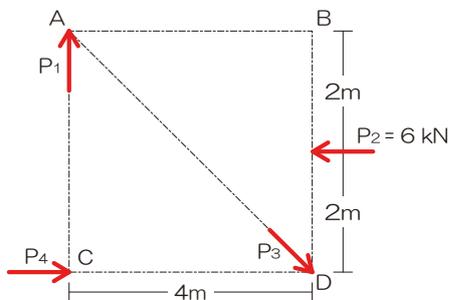
2.2 未知力算定

■ 未知力の算定方法

- 未知力とは：値が求められていない力、問題に示される以外にも自分自身で仮定した力も含まれる
- 未知力の求めかた：つり合い三式を用いて未知の力を求める（基本的には三連立方程式）、未知力3つまではほぼ求めることが可能
- 未知力算定の大前提：つり合い三式より、ターゲットとなる力以外の未知力が入らない式を一発で選択できれば簡単になる…
- つり合い三式の選び方：求める必要のある未知力（ターゲットと呼びます）をチェック！（○で囲む）、それ以外の未知2力を△で囲みその作用線2本を図示 ⇒ 一点で交差するならその交点での $M_o = 0$ 、平行になってしまった場合には直行する軸の $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ を選べば一撃です

■ 力のつり合い（未知力算定）

- 求める未知力（ターゲット）を決定後、適するつり合い式を選択し計算

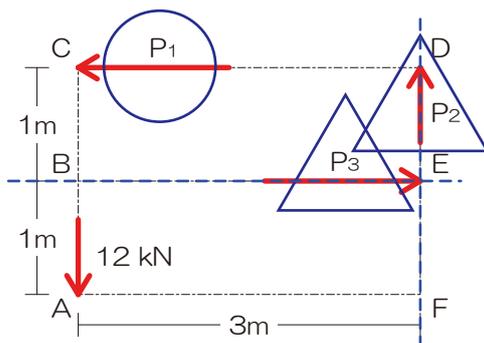


P_1 を求めたかったら ⇒ P_3 と P_4 の交点 D のモーメントに着目

P_3 を求めたかったら ⇒ P_1 と P_4 の交点 C のモーメントに着目

P_4 を求めたかったら ⇒ P_1 と P_3 の交点 A のモーメントに着目

P_1 を求めよ。

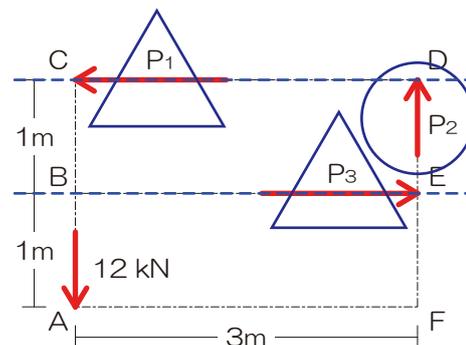


2本の作用線の交点であるE点に着目

$$M_E = -12 \times 3 - P_1 \times 1 = 0$$

$$P_1 = -36 [kN]$$

P_2 を求めよ。



作用線が平行なので直行する鉛直軸に着目

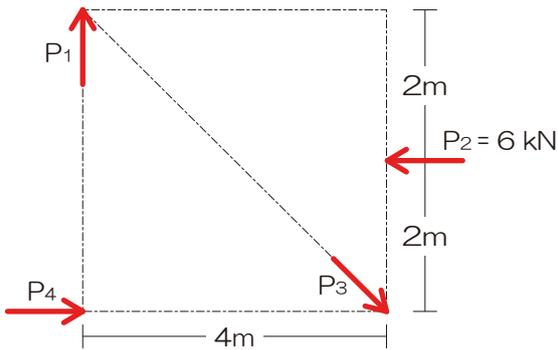
$$\sum Y = -12 + P_2 = 0$$

$$P_2 = 12 [kN]$$



《基礎問題 07》力のつり合い条件が成立している場合の

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 : $P_4 = 3$ [kN]

[ポイント]

- ✓ 未知力の算定には力のつり合い三式を用いる
- ✓ つり合い三式の見つけ方は、ターゲット以外の作用線が1点で交差するならばその交点の $M_o = 0$ 、平行ならば直行する方向の $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$

3 支点の反力

3.1 支点の反力

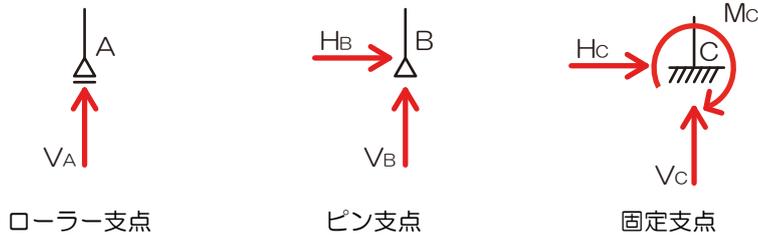
支点種類	移動可能な方向			生じる可能性のある反力		
	鉛直	水平	回転	鉛直	水平	回転
ローラー支点 	×	○	○	○	×	×
ピン支点 	×	×	○	○	○	×
固定支点 	×	×	×	○	○	○

※動けない方向に反力が生じる



■ 反力の図示

- 支点を見つけたら生じる可能性のある反力を図示（もう問題を読む前にでも！）
- 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



3.2 支点の反力の求め方

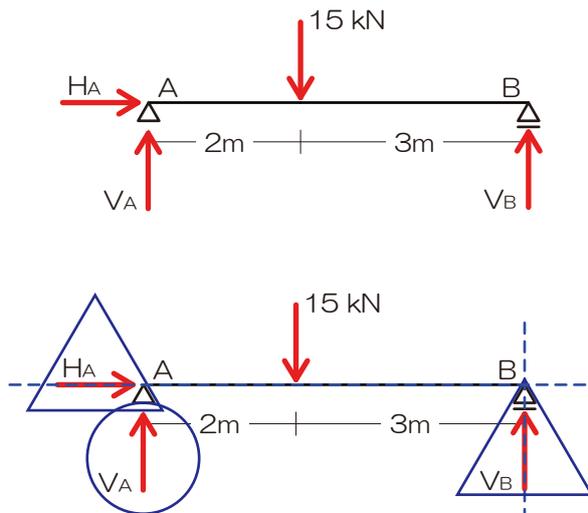
■ 反力算定の手順

- 支点到生じる可能性のある【反力を図示】 ⇒ 【力のつり合い】を用いて未知の反力を求める

■ 以下の構造物の支点の反力を求めてみましょう

『解法手順（基礎）』

- 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 を求めてみましょう
- 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 $\sum X = 0$)



⇒ B 点で交差

V_A を求める

$$M_B = +V_A \times 5 - 15 \times 3 = 0$$

$$V_A = 9[kN]$$

V_B を求める ⇒ 次のカード（縦の力のつり合い）

$$\sum Y = +V_A - 15 + V_B = 0$$

$$9 - 15 + V_B = 0$$

$$V_B = 6[kN]$$

H_A を求める ⇒ 次のカード（横の力のつり合い）

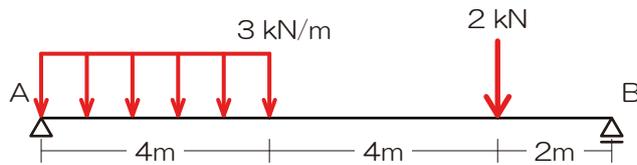
$$\sum X = +H_A = 0$$

$$H_A = 0[kN]$$

解答： $V_A = 9[kN]$ 、 $V_B = 6[kN]$ 、 $H_A = 0[kN]$



《基礎問題 08》以下の構造物の各支点の反力を求めよ。

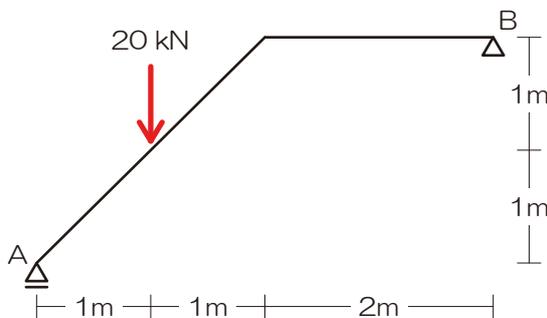


『解法手順（基礎）』

- 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 $\sum X = 0$)
- 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： $V_A = 10$ [kN]、 $V_B = 4$ [kN]、 $H_A = 0$ [kN]

《基礎問題 09》以下の構造物の各支点の反力を求めよ。



『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 $\sum X = 0$)
- 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

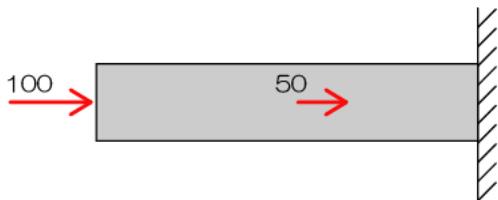
解答： $V_A = 15$ [kN]、 $V_B = 5$ [kN]、 $H_A = 0$ [kN]



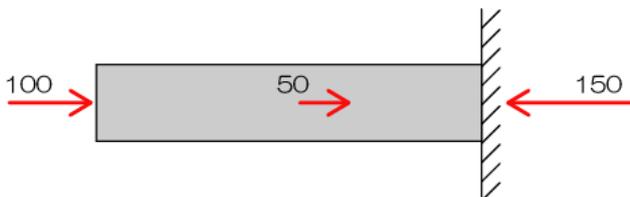
4 応力算定

4.1 応力とは

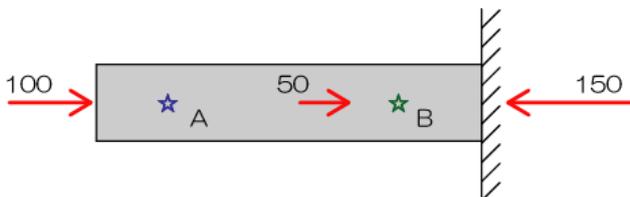
1) 100、50 の荷重を受けている片持ち梁があります



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

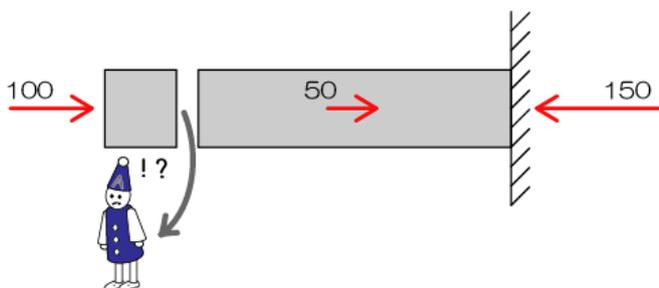


3) さて、ここで質問「以下の A 点と B 点ではどちらが“痛
い”ですか？」材の中に小人さん(☆印)がいることを
想定し、考えてみてください

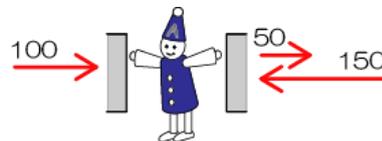


正解は皆さんのご想像の通り B 点なのですが、そのままでは講義が成立しないのでちゃんと解説してみます

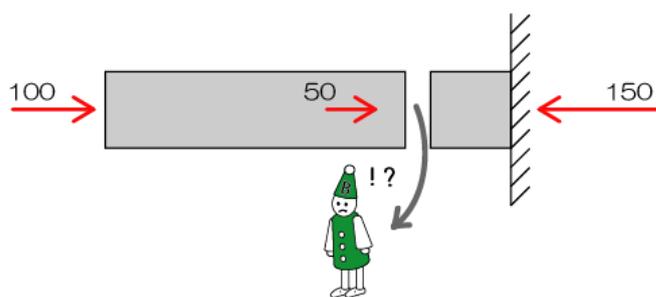
4) では、A 点に隠れている小人さんに登場願しましょう(A
点で構造体を切断します)



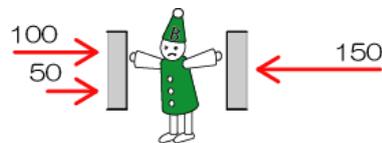
5) A 点の小人さんは左側から 100 で押され、右側からも
100 で押されています(50 で引張られ、150 で押さ
れているのでその合計) → 「両側から 100 ずつで
押されている」



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 ずつで
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

※ 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(応力を求める点で構造体を【切断】し、小人
さんに登場ねがいをしましょう)

※ 応力は左右(もしくは上下)で必ず釣り合います(っ
てことは片側の力のみ【選択】し計算すれば OK)

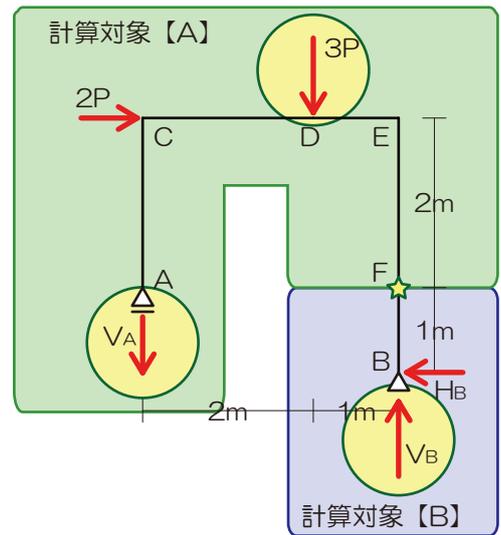
※ **【応力】は【切断】⇒【選択】**の手順を守れば計算可
能!



4.2 応力の種類

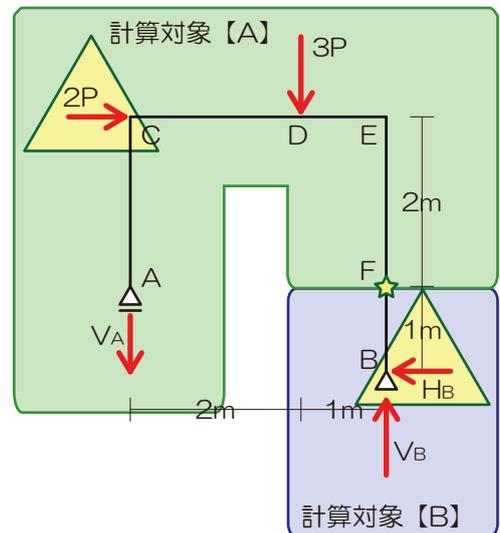
■ 軸方向力

- 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



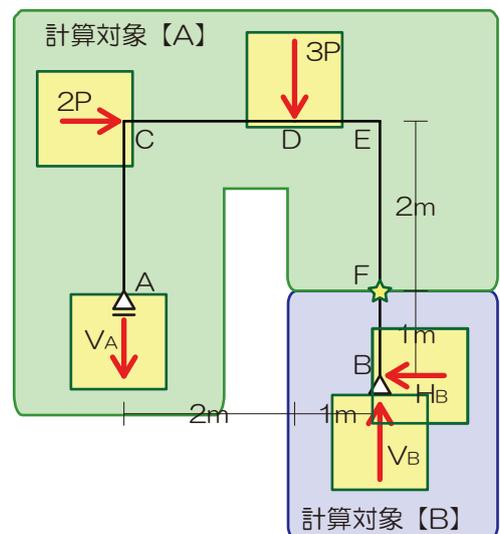
■ せん断力

- 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）



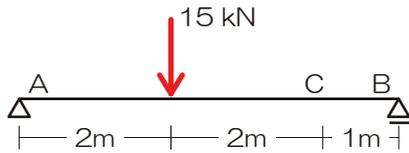
■ 曲げモーメント

- 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）



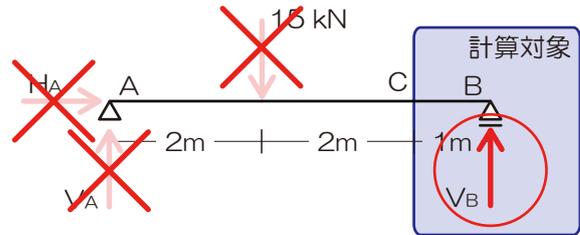
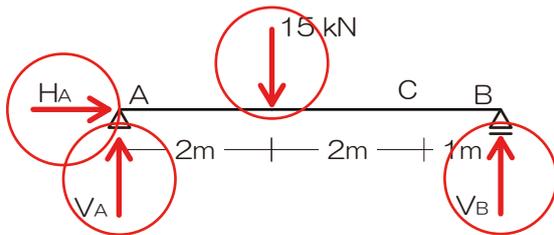
4.3 反力と応力

- 計算対象となる力に留意



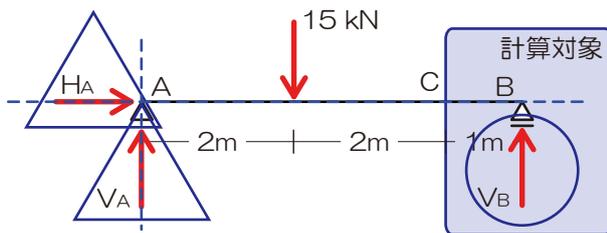
※反力算定：構造体にかかる【すべての力】が計算対象

※応力算定：切断後に選択された範囲にある力のみが計算対象



4.4 応力算定

- 以下の構造物のC点の各応力を求めてみましょう



『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

C点で【切断】⇒計算対象は右を【選択】

計算対象に未知力 V_B が入っているので…

V_B を求める（交点 A に注目）

$$M_A = +15 \times 2 - V_B \times 5 = 0$$

$$V_B = 6 [kN]$$

C点の軸方向力（材と並行な力）を求める

$$N_C = 0 [kN]$$

C点のせん断力（材と鉛直な力）を求める

$$Q_C = V_B$$

$$Q_C = 6 [kN]$$

C点の曲げモーメント（すべての力対象）を求める

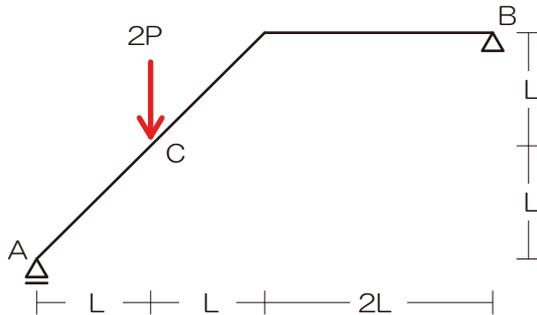
$$M_C = -6 \times 1$$

$$M_C = 6 [kNm] \quad (\text{最後に絶対値表記})$$

解答： $N_C = 0 [kN]$ 、 $Q_C = 6 [kN]$ 、 $M_C = 6 [kNm]$



《基礎問題 10》以下の構造物の C 点の曲げモーメントを求めよ。

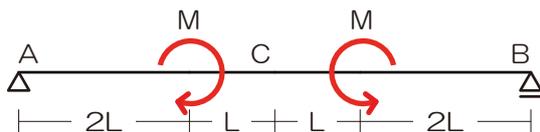


『解法手順（基礎）』

- 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（通常は反力だね）を求めろ 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： $M_C = 3PL/2$ [kNm]

《基礎問題 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（通常は反力だね）を求めろ 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： $M_C = M$ [kNm]（絶対値標記）



5 曲げモーメント図

5.1 試験における曲げモーメント図に関する問題の特徴

■ 選択問題

- 正しい曲げモーメント図を「選べれば」勝ち（説明はやヤコシイですが、実際の問題で試すと簡単です…）
- 曲げモーメント図にはいくつかのチェック項目があります、そのチェックに NG だった選択肢を排除し、正しい曲げモーメント図を選びましょう

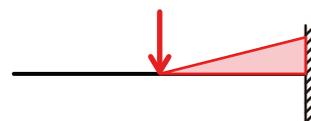
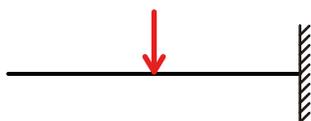
5.2 正しい曲げモーメント図の「選び方」

■ 応力変化

- 応力は荷重がかからない限り突然変化（応力図の線分の傾きが変化）することはありません
- 逆に…荷重がある場合には応力図に何らかの変化が生じなければオカシイです

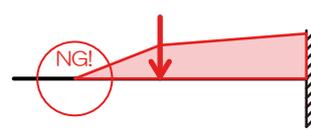
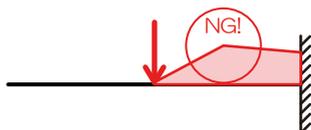
例えば、こんな感じで荷重がかかると ⇒

これが正解



荷重も無いのに勝手にパッキン行くとダメ

突然によきによきと生えてくるのもダメ



■ 小さな風車（内々外々）

- 「応力は突然変化しない」は、剛節点でも有効です
- 『小さな風車*』を記入してチェックが可能です、時計回り反時計回りの風車の合計が 0 でなければなりません

*元の材から応力を立ち上げる方向にベクトル表記（以下の赤・青ベクトル）

- 部材が 2 本のみでの剛節点の場合には、単純化した『内々外々』も有効

まっすぐですね	途中で折れても…同じこと	これが「外々」	上下逆の条件が「内々」

■ クルクルドン

- 「曲げモーメント図は引張が生じる側に書く」とのルールがあり、「引張側ってどっちだ？」を見分ける解法（次頁）

■ それでも残ったら…

- 反力等を求めて気になる部材をクルクルドンして下さい



5.3 曲げモーメント図の書き方

■ クルクルドン解法

➤ クルクルドンは「曲げモーメント図」の書き方です（M図は「引張側（応力度的）に書く」って決まっています）

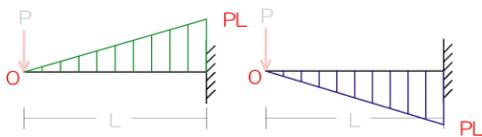
以下の片持ち梁で説明してみます



A点とB点の曲げモーメントは以下です



問題となるのは、M図を上を書くか？下を書くか？



そこで【クルクルドン】の登場

1) 荷重 P により、B 点に曲げモーメントが発生、
そこで B 点に注目し、上？下？を検討する

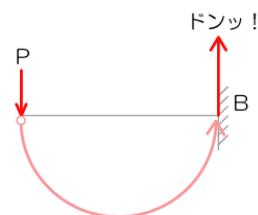
2) 荷重 P の作用点をスタート



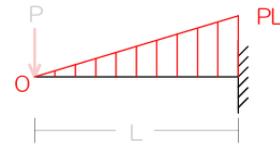
3) ゴールを曲げモーメントを求める点（今回は B 点）とし、「クルクル♪」



4) 上記クルクルによって、応力を求めたい点（B 点）がすっ飛ばされる方に「ドンッ！」



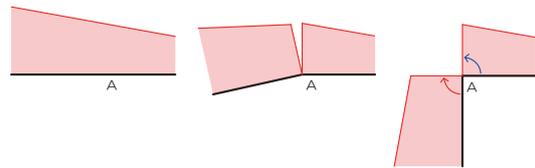
5) 「ドンッ！」って飛ばされた方に応力の分布図を示す



上記法則は単純梁、片持ち梁に限らずラーメン等の全ての構造物で成り立ちます

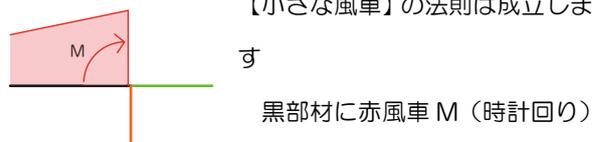
節点の曲げモーメント図

『曲げモーメントはたとえ部材の角度が変わっても連続性が維持される』ってルールがあります

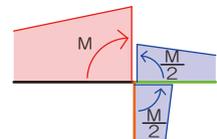


母材から M 図がどちら回転に立ち上がっているの？
【小さな風車】に注目すると、打ち消し合って 0 になります（赤風車は時計回り、青風車は反時計回りで合計 0）

さて、複数の部材が構成される節点では？こちらも【小さな風車】の法則は成立します



の曲げモーメントが生じている
とすると、付随する緑・赤の部材で打ち消さなくてはなりません

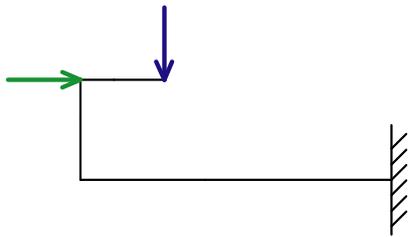


赤・緑部材ともに剛性が等しい場合には仲良く半分ずつ受け持ちます（右図）赤風車を青風車 2 つで打ち消し曲げモーメント 0

この法則を覚えておくと、不静定の M 図の問題の最強のカードとなります



『例題』 以下の変則ラーメンの M 図を書いてみましょう
(荷重の大きさ、各部材長等は考えなくても良いです…)



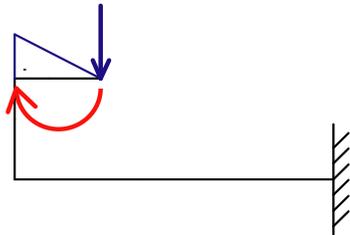
註 1：片持ち系の構造物は自由端から書き始めると早いです
註 2：クルクルドンが必要な点（応力を求める必要のある点）

は「支点」「節点」「荷重の掛かっている点」です

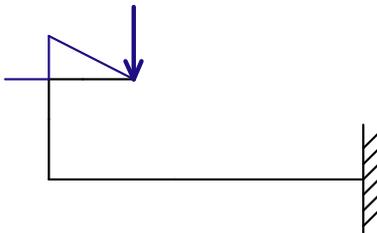
註 3：上記各点の応力が求められたら後は結ぶだけ

註 4：剛節点では【小さな風車】をチェック

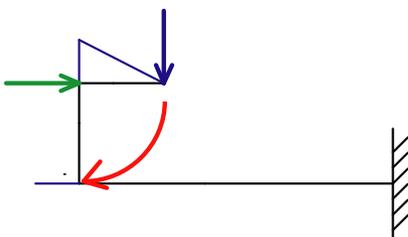
1) クルクルドン



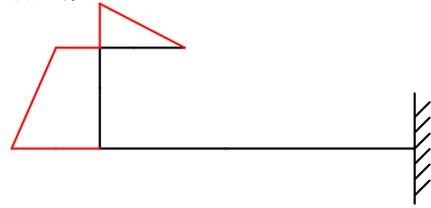
2) 風車が打ち消しあうように



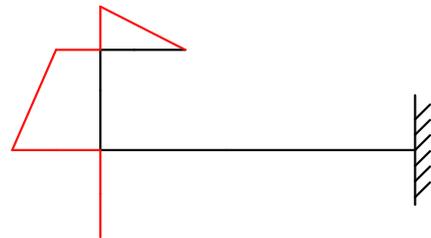
3) またまたクルクルドン、ですが荷重が 2 つあるので両者
ともに別々に「ドンッ！ドンッ！」



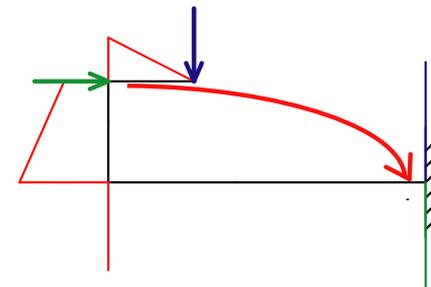
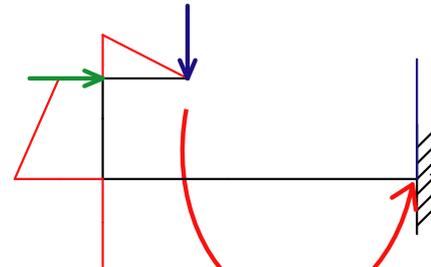
4) 2つの「ドンッ！」を合算（部材の両端の応力が分かっ
たら結んでおく）



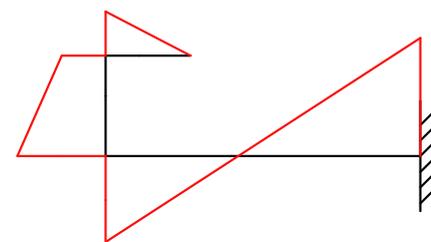
5) 風車チェック



6) さらにクルクルドン+クルクルドン（向きが逆ですね）



7) 合算して各点を結ぶ



以上です



■ 過去問リスト

➤ 5年分の過去問を以下に示します、まずは「反力」「応力」「応力図」から

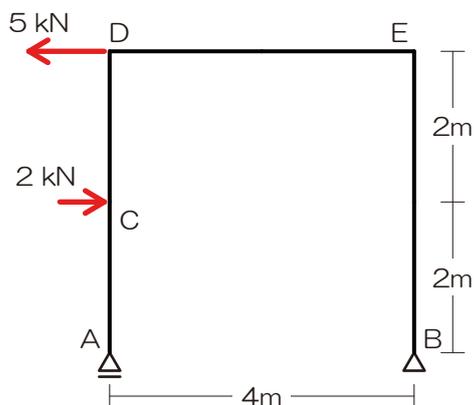
		頻度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
構造力学	判別	10%					○					
	力の釣り合い	10%	○									
	反力	80%	○	○	○	○		問03		問02	問01	問13
	応力	50%		○			○	★			問04	
	応力図	70%	○			○		問09	問08	問07	問06	問05
	トラス	0%										
材料力学	ひずみ	10%										問14
	断面の性質	30%			○		○		問10			
	応力度	20%			○		○					
	たわみ	20%			△				問11			
	座屈	10%									問12	

H21の応力の問題はちょっとオカシイ…、H25の反力は不静定なのでちょっとメンドウ

『過去問01』以下の構造物のA、B支点の反力を求めよ。

『解法手順（基礎）』

【H24】



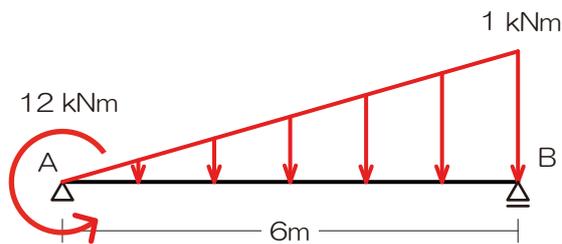
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに注目 ($M_o = 0$)、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目 ($\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$)

解答： $V_A = 4$ [kN]、 $V_B = -4$ [kN]、 $H_A = 3$ [kN]



『過去問 02』図に示す単純梁に等変分布荷重およびモーメントが同時に作用するとき、支点 B の反力を求めよ。

【H23】

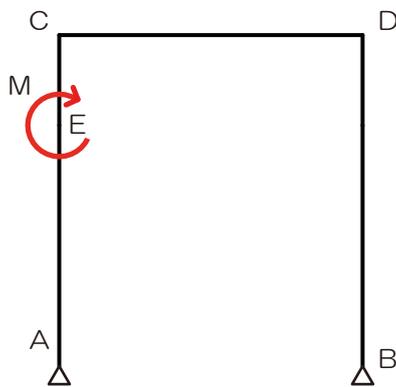


『解法手順（基礎）』

- 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： $V_B = 0$ [kN]

『過去問 03』図に示す架構における、支点 A、B の鉛直反力の向きを示せ。【H21】



『解法手順（基礎）』

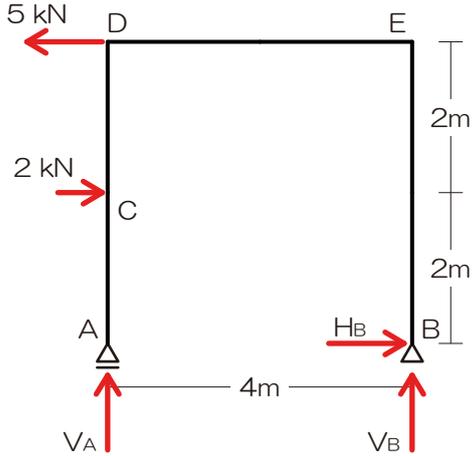
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに注目（ $M_o = 0$ ）、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）

解答： V_A は下、 V_B は上



『過去問 04』以下の構造物の E 点の曲げモーメントおよび左側の柱の軸方向力を求めよ。【H24】

び左側の柱の軸方向力を求めよ。【H24】



『解法手順（基礎）』

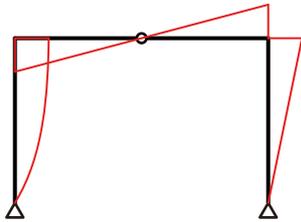
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
- 3) 計算対象を【選択】
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答： $M_E = 12$ [kNm]、 $N = -4$ [kN]

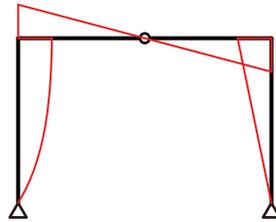
『過去問 05』右の 3 ヒンジラーメンの曲げモーメント図として正しいものはどれか。曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H25】

はどれか。曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H25】

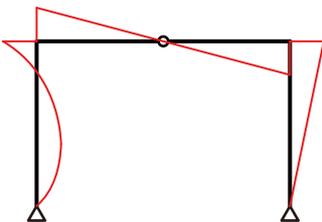
1.



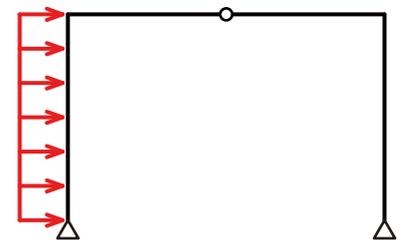
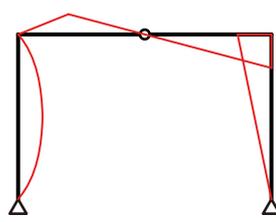
2.



3.



4.



『解法手順（基礎）』

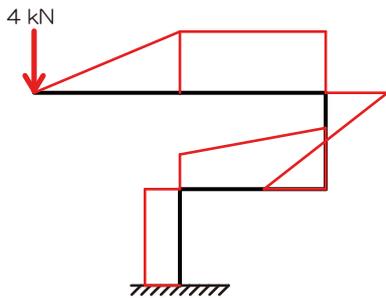
- 1) 応力変化
⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？
- 2) 小さな風車
⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

解答： 1.

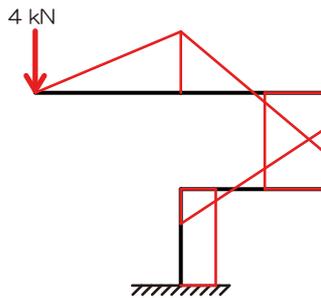


『過去問 06』 右の架構の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H24】

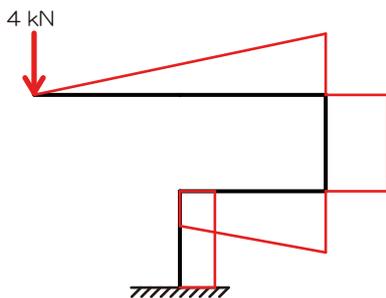
1.



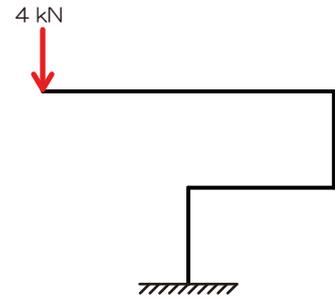
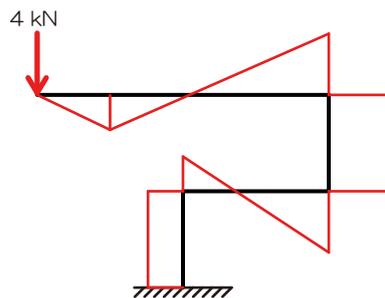
2.



3.



4.



『解法手順（基礎）』

1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

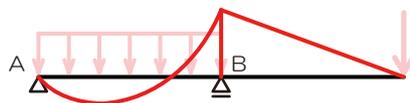
2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

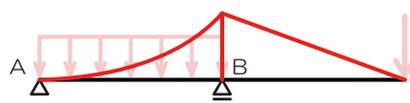
解答：3.

『過去問 07』 以下の梁の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H23】

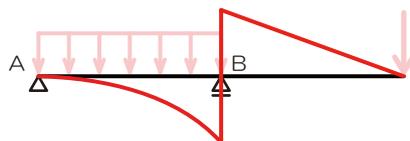
1.



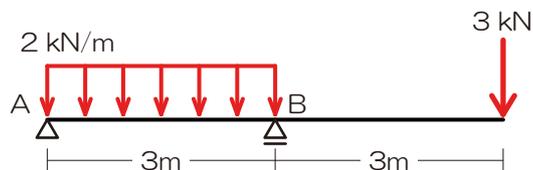
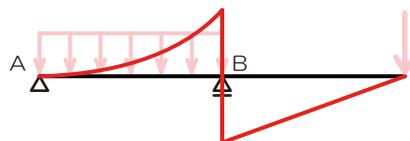
2.



3.



4.



『解法手順（基礎）』

1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

3) 上記でも判別不可なら正攻法で…

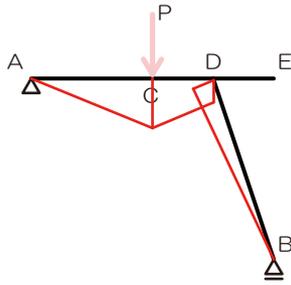
解答：2.



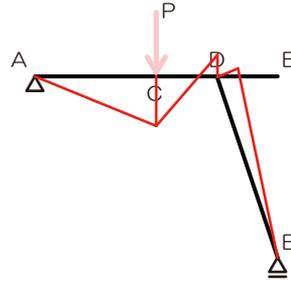
『過去問 08』以下の架構の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H22】

『解法手順（基礎）』

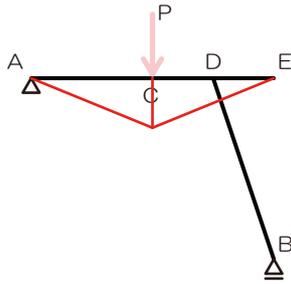
1.



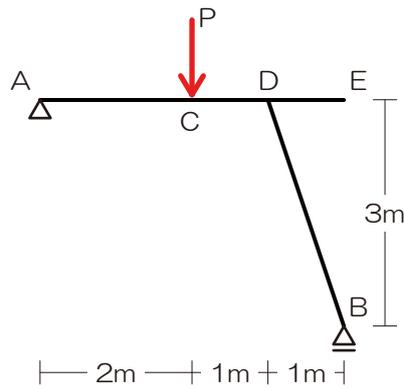
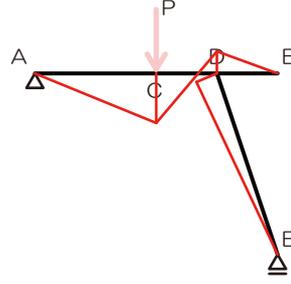
2.



3.



4.



1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

3) 上記でも判別不可なら正攻法で…

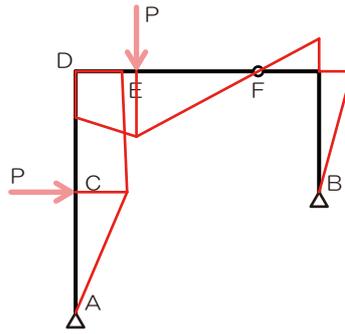
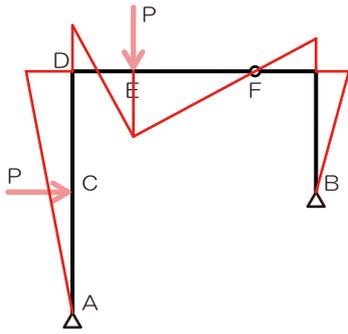
解答：1.



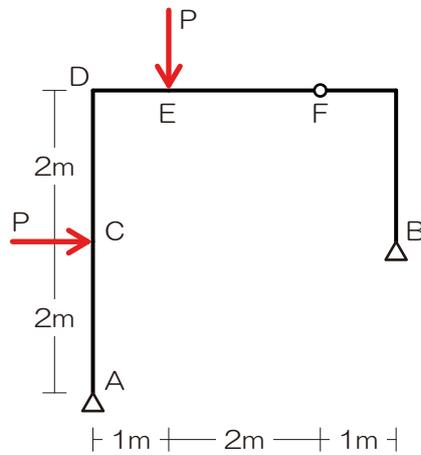
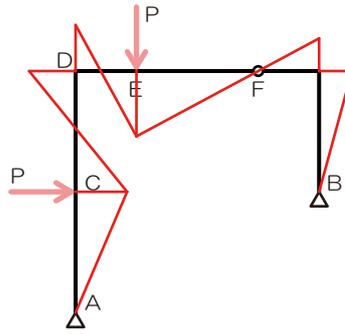
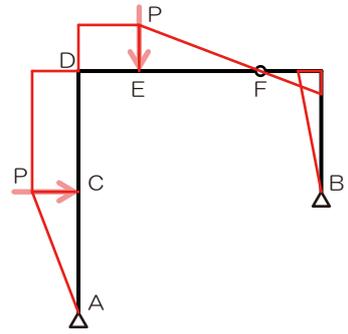
『過去問 09』以下の架構の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H23】

『解法手順（基礎）』

1. 荷重があるのに応力変化なし 2.



3. 4.



1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

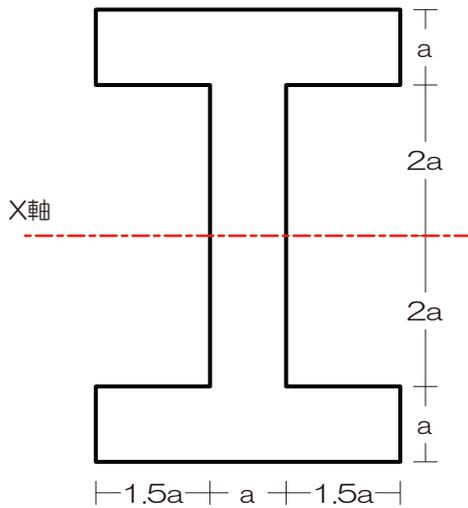
3) 上記でも判別不可なら正攻法で…

解答：2.



【断面二次モーメント】の問題

『過去問 10』以下の断面の X 軸における断面二次モーメントを求めよ。【H22】



『解法手順 (基礎)』 詳しくはサブテキスト P35-

- 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合算

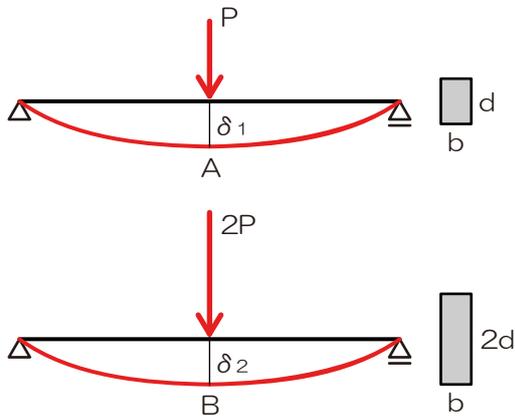
解答 : $56a^4$

【たわみ】の問題

『過去問 11』図に示す梁 A に集中荷重 P が作用したときのたわみ δ_1 と、梁 B に集中荷重 $2P$ が作用したときのたわみ δ_2 の比 (δ_1/δ_2) を求めよ。【H22】

『解法手順 (基礎)』 詳しくはサブテキスト P37-

- 1) 公式に条件を代入

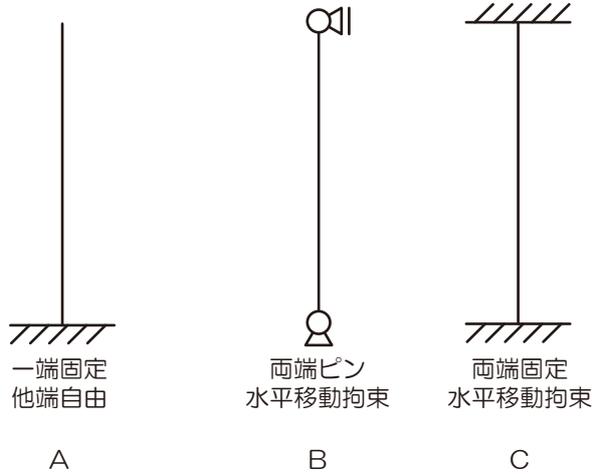


解答 : $\delta_1/\delta_2 = 4$



【座屈】の問題

『過去問 12』図に示す材端条件を持つ長柱 A、B および C が中心圧縮力を受けるときの座屈長さの大小関係を示せ。【H24】



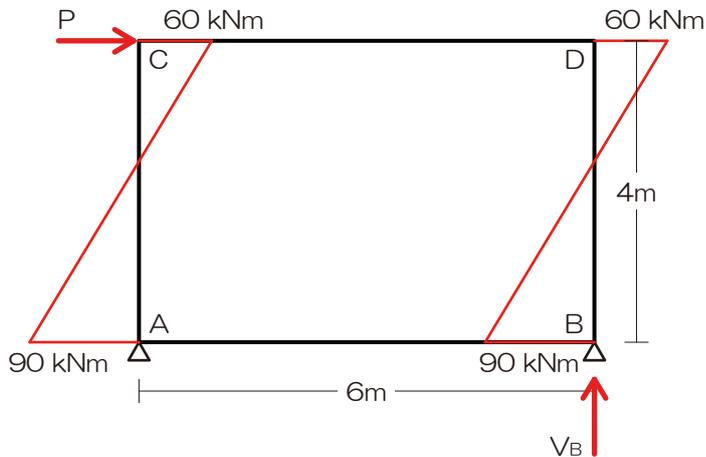
『解法手順（基礎）』 詳しくはサブテキスト P38-

- 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

解答：A>B>C

【不静定の反力（柱の M 図からの応力・反力算定）】の問題 ⇒ サブテキでの解説無し…

『過去問 13』図に示す材端条件を持つ長柱 A、B および C が中心圧縮力を受けるときの座屈長さの大小関係を示せ。【H24】

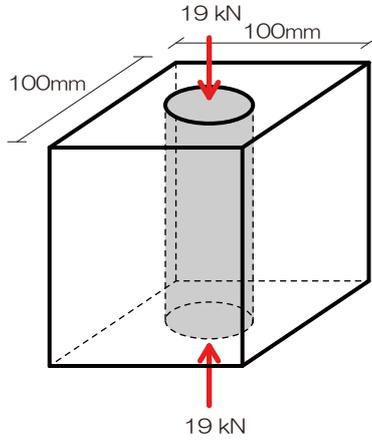


解答： $V_B = 50[\text{kN}]$



【ひずみ】の問題 ⇒ サブテキでの解説無し…

『過去問 14』図に示す鉄筋コンクリートの部材に、上下から 19kN の荷重を断面に一樣に作用させた場合、コンクリート部分の負担する軸力を求めよ。ただし、鉄筋の断面積は $1,000\text{mm}^2$ 、鉄筋のコンクリートに対するヤング係数比は 10 とする。【H24】

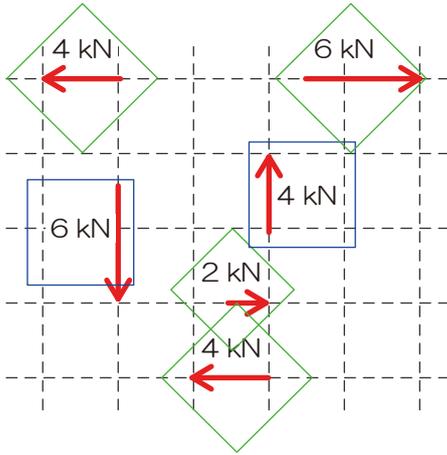


解答： 9[kN]



【【【解答】】】

《基礎問題 O1》以下の力を縦横に分類後、両者をそれぞれ合算せよ



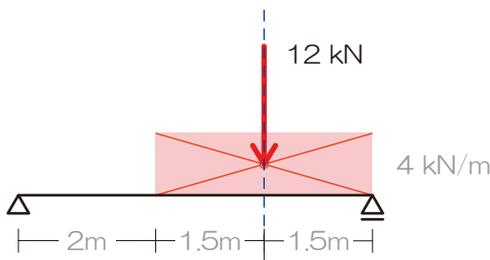
『解法手順（基礎）』

- 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

$$\begin{aligned} \sum Y &= -6 + 4 \\ \sum Y &= -2[kN] \\ \sum X &= -4 + 6 + 2 - 4 \\ \sum X &= 0[kN] \end{aligned}$$

解答：縦方向は2[kN]（下）、横方向は0[kN]

《基礎問題 O2》以下の分布荷重を集中荷重へ変換せよ



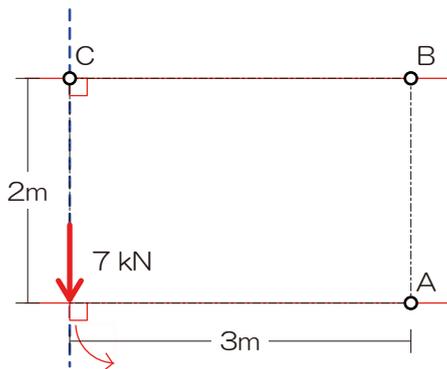
『解法手順（基礎）』

- 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

$$4 \times 3 = 12[kN]$$

解答：右端の点から 1.5[m]の位置に下方 12[kN]

《基礎問題 O3》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

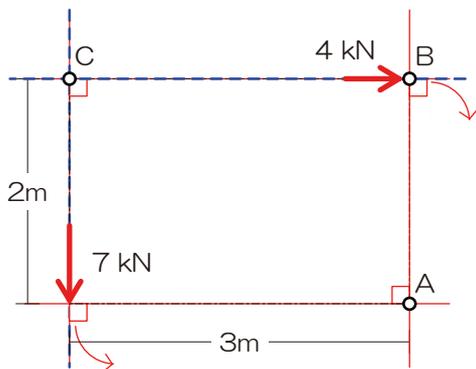
$$\begin{aligned} M_A &= -7 \times 3 = -21[kNm] \\ M_B &= -7 \times 3 = -21[kNm] \\ M_C &= -7 \times 0 = 0[kNm] \end{aligned}$$

解答： $M_A = -21[kN]$ 、 $M_B = -21[kN]$ 、 $M_C = 0[kN]$



《基礎問題 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

$$M_A = -7 \times 3 + 4 \times 2 = -13 [\text{kNm}]$$

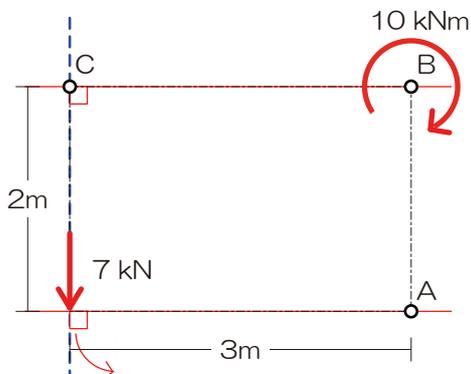
$$M_B = -7 \times 3 + 4 \times 0 = -21 [\text{kNm}]$$

$$M_C = -7 \times 0 + 4 \times 0 = 0 [\text{kNm}]$$

解答 : $M_A = -13 [\text{kN}]$ 、 $M_B = -21 [\text{kN}]$ 、 $M_C = 0 [\text{kN}]$

《基礎問題 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

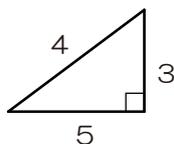
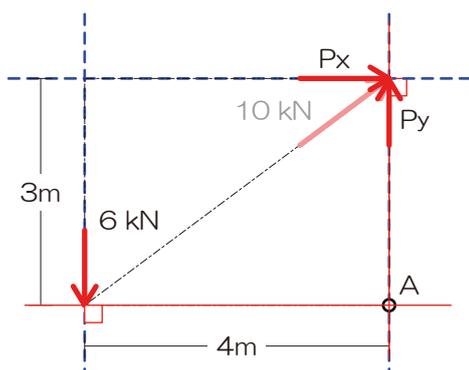
$$M_A = -7 \times 3 + 10 = -11 [\text{kNm}]$$

$$M_B = -7 \times 3 + 10 = -11 [\text{kNm}]$$

$$M_C = -7 \times 0 + 10 = 10 [\text{kNm}]$$

解答 : $M_A = -11 [\text{kN}]$ 、 $M_B = -11 [\text{kN}]$ 、 $M_C = 10 [\text{kN}]$

《基礎問題 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

$$P_x = 10 \times \frac{4}{5} = 8 [\text{kN}]$$

$$P_y = 10 \times \frac{3}{5} = 6 [\text{kN}]$$

$$M_A = +P_x \times 3 + P_y \times 0 - 6 \times 4$$

$$M_A = +8 \times 3 + 6 \times 0 - 6 \times 4$$

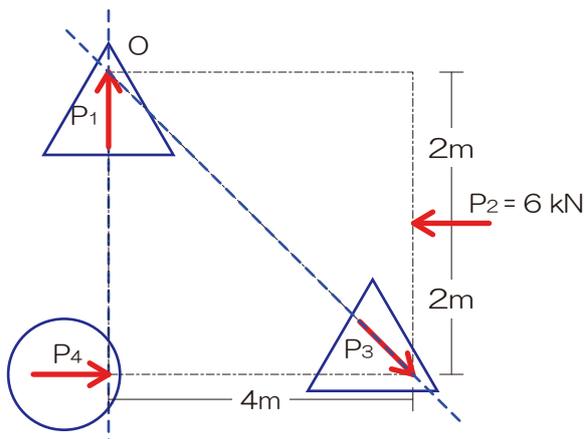
$$M_A = 0 [\text{kN}]$$

解答 : $M_A = 0 [\text{kN}]$



《基礎問題 07》力のつり合い条件が成立している場合の

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 $\sum X = 0$)

交点 O に注目

$$M_o = -P_4 \times 4 + 6 \times 2 = 0$$

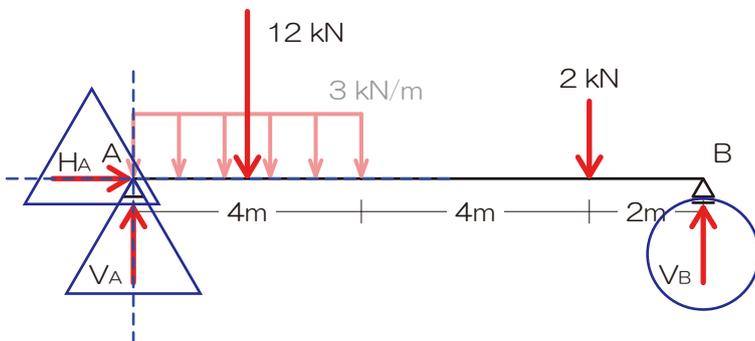
$$-4P_4 = -6 \times 2$$

$$P_4 = \frac{-6 \times 2}{-4}$$

$$P_4 = 3[kN]$$

解答： $P_4 = 3[kN]$

《基礎問題 08》以下の構造物の各支点の反力を求めよ。



『解法手順（基礎）』

- 7) 生じる可能性のある反力を図示
- 8) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 9) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 10) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 11) 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 $\sum X = 0$)
- 12) 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

V_B を求める（交点 A に注目）

$$M_A = +12 \times 2 + 2 \times 8 - V_B \times 10 = 0$$

$$24 + 16 - 10V_B = 0$$

$$-10V_B = -40$$

$$V_B = 4[kN]$$

V_A を求める（縦方向の力のつり合い）

$$\sum Y = +V_A - 12 - 2 + V_B = 0$$

$$+V_A - 12 - 2 + 4 = 0$$

$$V_A = 10[kN]$$

H_A を求める（横方向の力のつり合い）

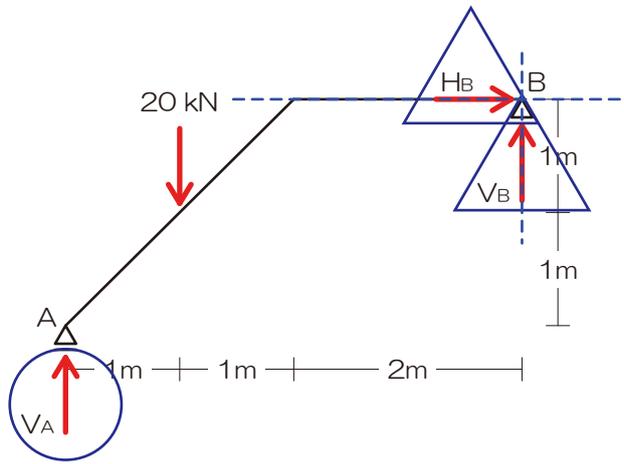
$$\sum X = +H_A = 0$$

$$H_A = 0[kN]$$

解答： $V_A = 10[kN]$ 、 $V_B = 4[kN]$ 、 $H_A = 0[kN]$



《基礎問題 09》以下の構造物の各支点の反力を求めよ。



V_A を求める (交点 B に注目)

$$M_B = +V_A \times 4 - 20 \times 3 = 0$$

$$4V_A - 60 = 0$$

$$V_A = 15[kN]$$

『解法手順 (基礎)』

- 7) 生じる可能性のある反力を図示
- 8) 求めたい未知力 (ターゲット) を○チェック
- 9) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 10) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 11) 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 $\sum X = 0$)
- 12) 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

V_B を求める (縦方向の力のつり合い)

$$\sum Y = +V_A - 20 + V_B = 0$$

$$V_B = 5[kN]$$

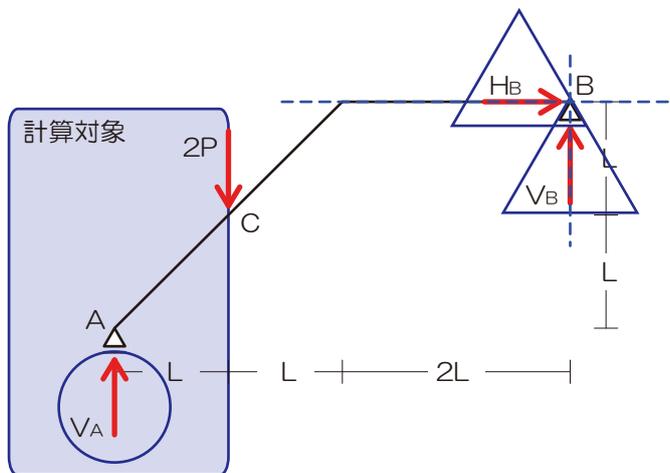
H_A を求める (横方向の力のつり合い)

$$\sum X = +H_A = 0$$

$$H_A = 0[kN]$$

解答: $V_A = 15[kN]$ 、 $V_B = 5[kN]$ 、 $H_A = 0[kN]$

《基礎問題 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】⇒計算対象は左を【選択】

計算対象に未知力 V_A が入っているので…

V_A を求める (交点 B に注目)

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

$$4V_A L - 6PL = 0$$

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

『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

C 点の曲げモーメント (すべての力対象) を求める

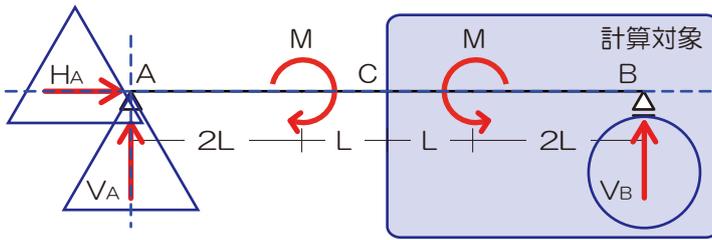
$$M_C = +V_A \times L$$

$$M_C = \frac{3P}{2}L[kNm]$$

解答: $M_C = 3PL/2 [kNm]$



《基礎問題 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】⇒計算対象は右を【選択】

計算対象に未知力 V_B が入っているので…

V_B を求める (交点 A に注目)

$$M_A = +M - M - V_B \times 6L = 0$$

$$V_B = 0[kN]$$

『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

C 点の曲げモーメント (すべての力対象) を求める

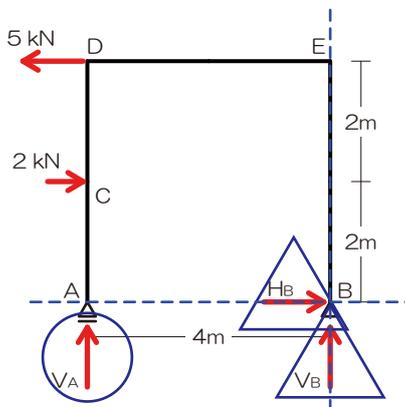
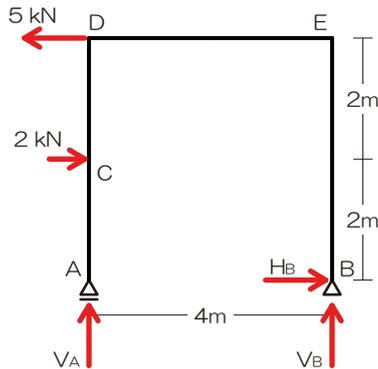
$$M_C = -M$$

$$M_C = M[kNm] \quad (\text{最後に絶対値表記})$$

解答: $M_C = M[kNm]$

『過去問 O1』以下の構造物の A、B 支点の反力を求めよ。

【H24】



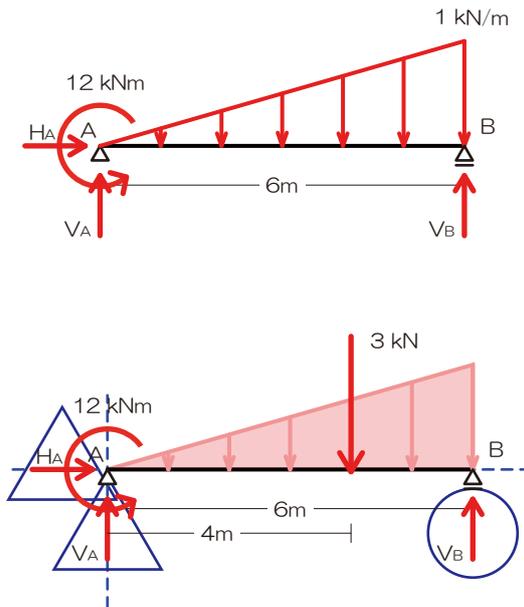
『解法手順 (基礎)』

- 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
⇒ B で交差
- 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 $\sum X = 0$)
⇒ V_A を求める (B 点のモーメントに着目)
 $M_B = +V_A \times 4 + 2 \times 2 - 5 \times 4 = 0$
 $V_A = 4[kN]$
⇒ V_B を求める (縦の力のつり合いに着目)
 $\sum Y = 4 + V_B = 0$
 $V_B = -4[kN]$
⇒ H_A を求める (縦の力のつり合いに着目)
 $\sum X = +H_A + 2 - 5 = 0 = 0$
 $H_A = 3[kN]$

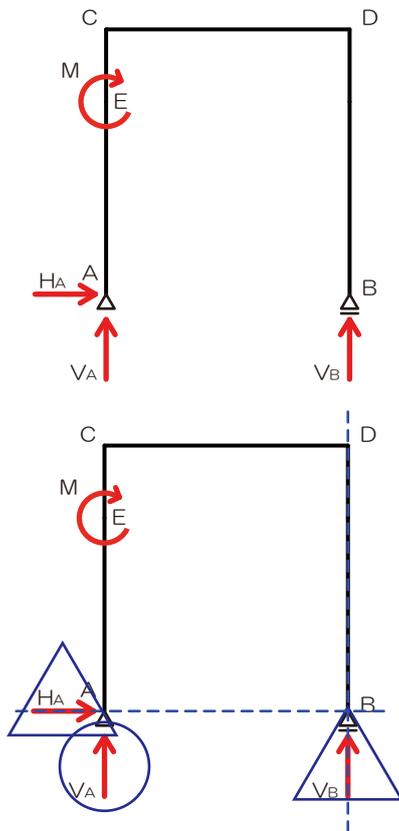


『過去問 02』 図に示す単純梁に等変分布荷重およびモーメントが同時に作用するとき、支点 B の反力を求めよ。

【H23】



『過去問 03』 図に示す架構における、支点 A、B の鉛直反力の向きを示せ。【H21】



『解法手順（基礎）』

- 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_B
- 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
⇒ A で交差
- 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 $\sum X = 0$)

⇒ V_B を求める (A 点のモーメントに着目)

$$M_A = -12 + 3 \times 4 - V_B \times 6 = 0$$

$$V_B = 0 [kN]$$

『解法手順（基礎）』

- 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
⇒ B で交差
- 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

⇒ V_B を求める (A 点のモーメントに着目)

$$M_B = +V_A \times x + M = 0$$

$$V_A = -\frac{M}{x}$$

⇒ V_B を求める (縦の力のつり合いに着目)

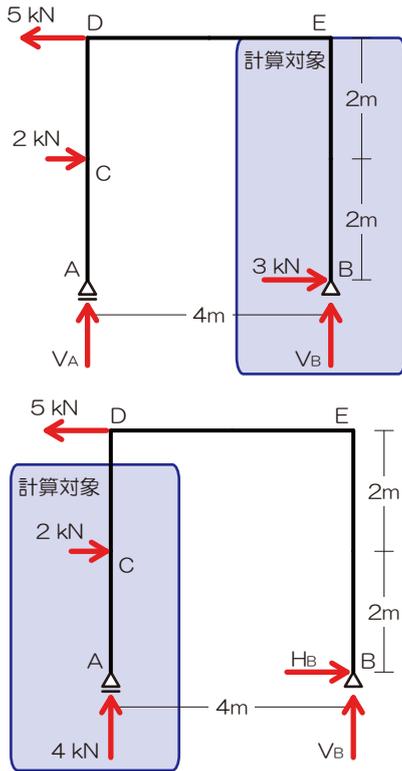
$$\sum Y = -\frac{M}{x} + V_B = 0$$

$$V_B = \frac{M}{x}$$



『過去問 04』以下の構造物の E 点の曲げモーメントおよび左側の柱の軸方向力を求めよ。【H24】

び左側の柱の軸方向力を求めよ。【H24】



『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】
 - ⇒ E 点で切断後、計算対象は左
- 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!)
- ⇒ 前述の過去問 01 より答え拝借
- 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

⇒ E 点の曲げモーメントは

$$M_E = -3 \times 4 \quad (\text{曲げモーメントは絶対値表記})$$

$$M_E = 12 [kNm]$$

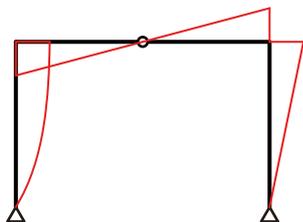
⇒ 左の柱の軸方向力は

$$N = -4 [kN]$$

『過去問 05』以下の 3 ヒンジラーメンの曲げモーメント図として正しいものはどれか。曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H25】

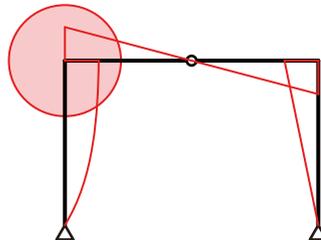
のはどれか。曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H25】

1. 適



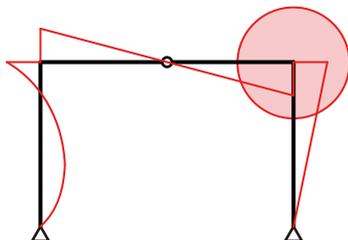
2. 内々外々不成立

「小さな風車」でアウト



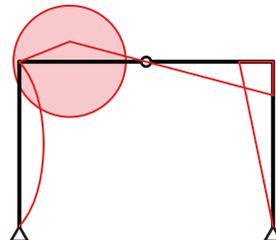
3. 内々外々不成立

「小さな風車」でアウト



4. 荷重も無いのに変化している

「応力変化」でアウト



『解法手順 (基礎)』

1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか?

2) 小さな風車

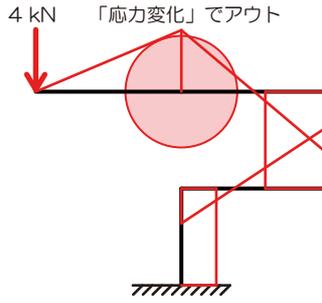
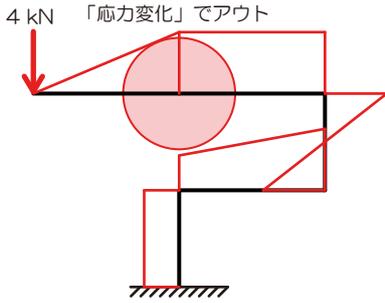
⇒ 剛節点に着目です! 内々外々は大丈夫ですか?



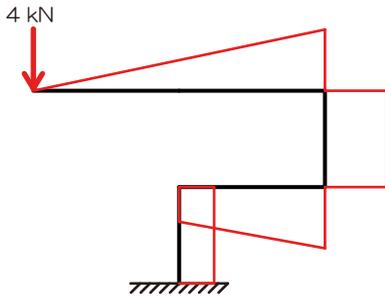
『過去問 06』以下の架構の曲げモーメント図として正しいものはどれか。

ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H24】

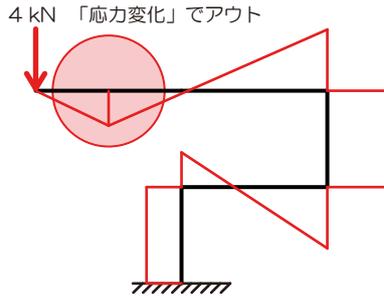
1. 荷重も無いのに変化している 2. 荷重も無いのに変化している



3. 適



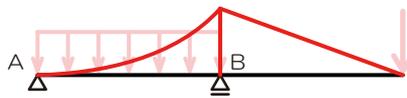
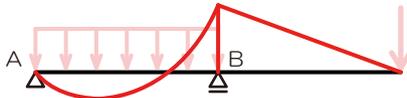
4. 荷重も無いのに変化している



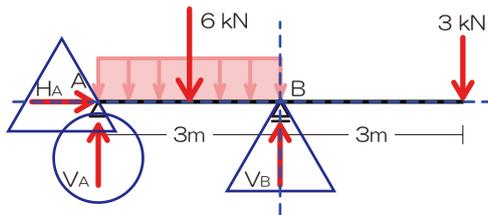
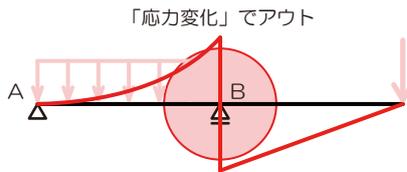
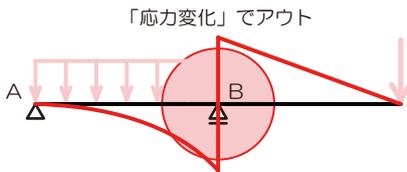
『過去問 07』以下の梁の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただ

し、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H23】

1. 2. 適



3. 荷重も無いのに変化している 4. 荷重も無いのに変化している



『解法手順 (基礎)』

- 1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

- 2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

『解法手順 (基礎)』

- 1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

- 2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

⇒ 1.と2.が残る(正攻法で)

AB間の形が違うのか…、ならA点の鉛直反力に着目だな

⇒ 反力 V_A を求める

$$M_B = +V_A \times 3 - 6 \times 1.5 + 3 \times 3 = 0$$

$$V_A = 0[kN]$$

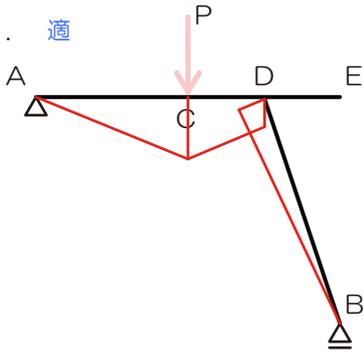
⇒ V_A が0であるならば、AB間の曲げモーメントにおいて下方に「クルクルドン」する力が何も無いので、2.が適



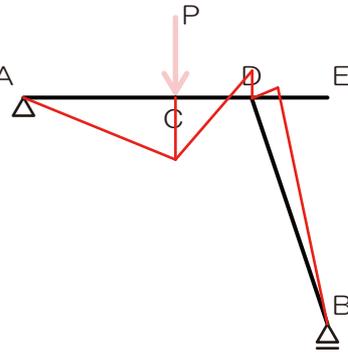
『過去問 08』以下の架構の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H22】

『解法手順（基礎）』

1. 適

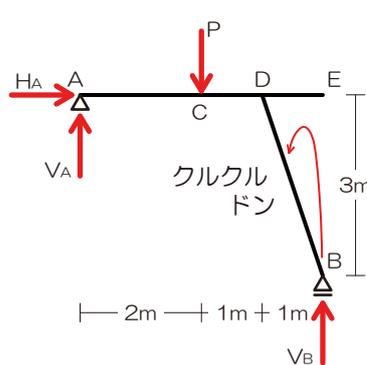
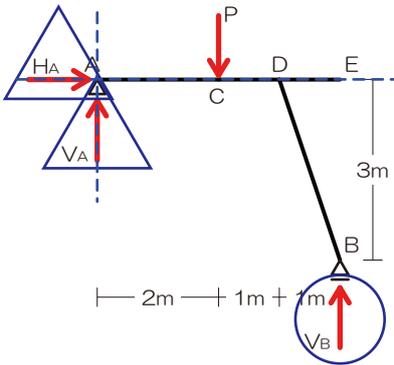
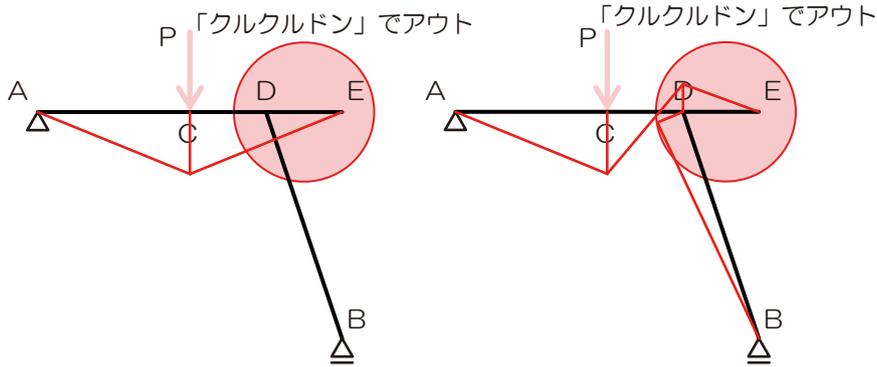


2.



3. 片持部分は荷重なければ応力無し

4. 片持部分は荷重なければ応力無し



1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

⇒ 1.と2.が残る（正攻法で）

DB間の形が違うのか…、ならB点の鉛直反力に着目だな

⇒ 反力 V_B を求める

$$M_A = +P \times 2 - V_A \times 4 = 0$$

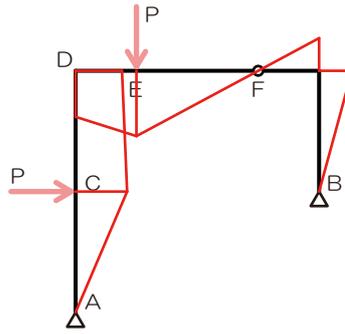
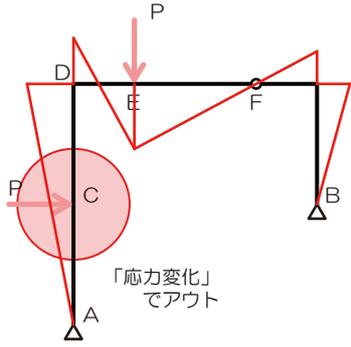
$$V_A = \frac{P}{2}$$

⇒ V_B が上方の力（+）であるならば、DB間の曲げモーメントにおいて「クルクルドン」すると、M図は下方に飛ばされるので、1.が適

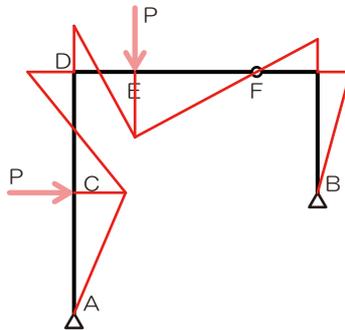
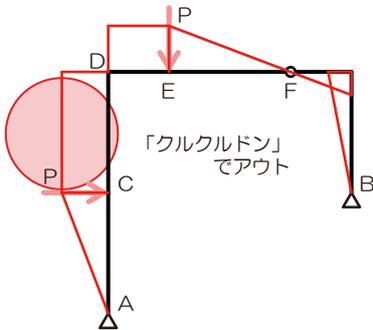


『過去問 09』以下の架構の曲げモーメント図として正しいものはどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。【H23】

1. 荷重があるのに応力変化なし 2. 適



3. C 点の水平荷重で左にクルクルドンが増えるはずなのに… 4.



★1

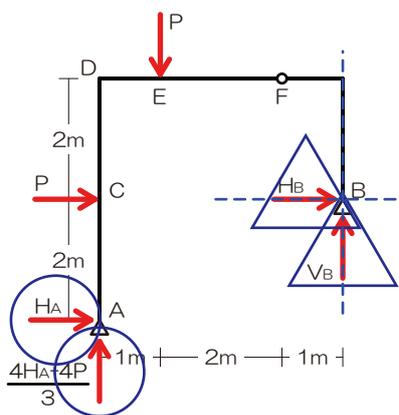
$$M_F = +3V_A - 4H_A - 2P - 2P = 0$$

$$V_A = \frac{4H_A + 4P}{3}$$

反力 H_A を求める

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

$$H_A = -\frac{7P}{10}$$



『解法手順 (基礎)』

1) 応力変化

⇒ 荷重も無いのに突然応力図が変化していませんか？

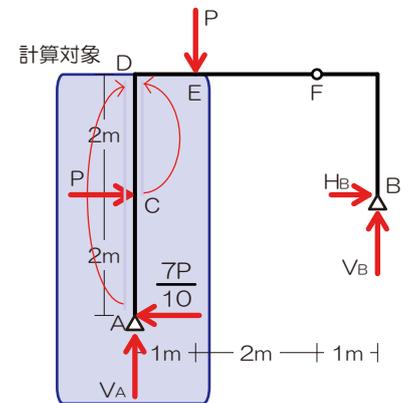
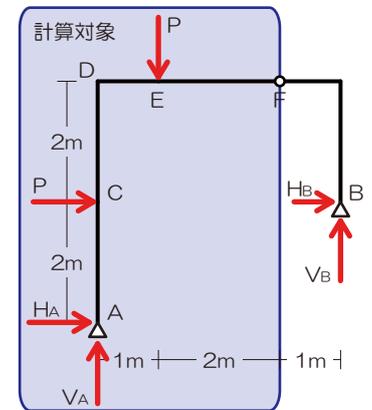
2) 小さな風車

⇒ 剛節点に着目です！内々外々は大丈夫ですか？

⇒ 2.と4.が残る(正攻法で)

D 点の形が違うのか…、なら A 点の水平反力に着目だな、ところが 3 ヒンジラーメン (ピン支点×2 で反力 4 つ)

F 点はピン節点なので曲げモーメントが生じない (左下へ★1)



D 点を C 点の荷重 P と A 点の水平反力でクルクルドンさせると、A 点の水平反力のドンの方が大きいので、D 点は右に飛びます

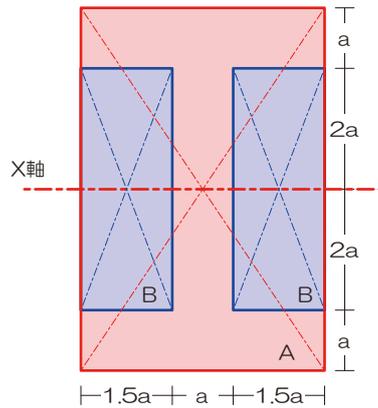
よって、2.が適

この問題は酷すぎます…たった 1 問の中に、支点の反力、3 ヒンジラーメンの応力、曲げモーメント図などの複数の要素が混在していて何を聞きたいのか明確ではなく、試験問題としては適していないと思います



【断面二次モーメント】の問題

『過去問 10』以下の断面の X 軸における断面二次モーメントを求めよ。【H22】



『解法手順（基礎）』 詳しくはサブテキスト P35-

- 1) 軸チェック
- 2) 図心が等しくなるように断面を分割

⇒ 左図

- 3) 各断面の断面 2 次モーメントを求め合算

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

$$I = \frac{4a \times 6a \times 6a \times 6a}{12} - \frac{1.5a \times 4a \times 4a \times 4a}{12} \times 2$$

$$I = 56a^4$$

【たわみ】の問題

『過去問 11』図に示す梁 A に集中荷重 P が作用したときのたわみ δ_1 と、梁 B に集中荷重 2P が作用したときのたわみ δ_2 の比を求めよ。【H22】

『解法手順（基礎）』 詳しくはサブテキスト P37-

- 1) 公式に条件を代入

両部材の断面二次モーメントをそれぞれ求めておく

$$I_A = \frac{bd^3}{12}、I_B = \frac{b(2d)^3}{12} = \frac{8bd^3}{12}$$

両部材のたわみをそれぞれ求める

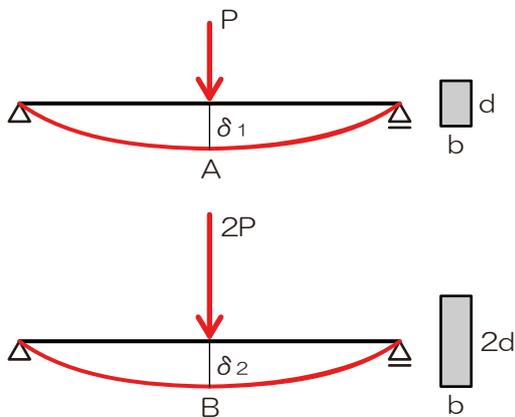
$$\delta_1 = \frac{Pl}{48EI_A}、\delta_2 = \frac{2Pl}{48EI_B}$$

$$\delta_1 = \frac{Pl}{48E} \times \frac{12}{bd^3}、\delta_2 = \frac{2Pl}{48E} \times \frac{12}{8bd^3}$$

$$\delta_1 = \frac{Pl}{4Ebd^3}、\delta_2 = \frac{Pl}{16Ebd^3}$$

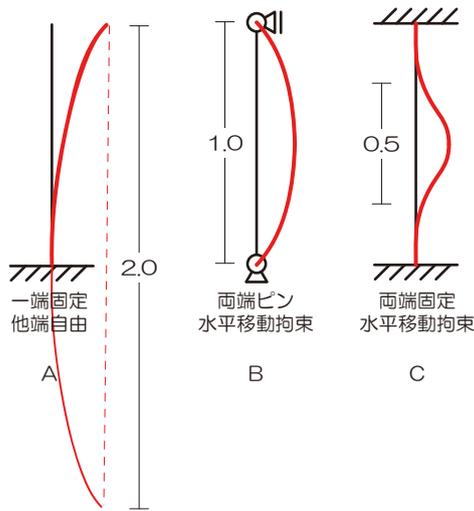
ゆえに

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = 4$$



【座屈】の問題

『過去問 12』図に示す材端条件を持つ長柱 A、B および C が中心圧縮力を受けるときの座屈長さの大小関係を示せ。【H24】



『解法手順（基礎）』 詳しくはサブテキスト P38-

- 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

$$l_{kA} = 2.0 \times h = 2h$$

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

$$l_{kC} = 0.5 \times h = 0.5h$$

ゆえに

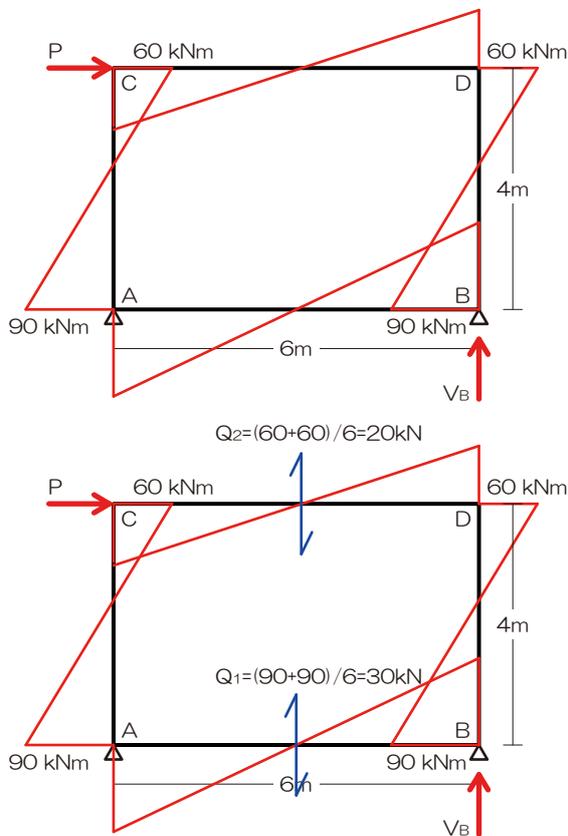
$$l_{kA} > l_{kB} > l_{kC}$$

【不静定の反力（柱の M 図からの応力・反力算定）】の問題

『過去問 13』図に示す材端条件を持つ長柱 A、B および C が中心圧縮力を受けるときの座屈長さの大小関係を示せ。【H24】

柱の曲げモーメント図から、その他の部材の各応力、支点反力、水平荷重等を求める問題です。

一級建築士にて「稀に」出題される分野ですが、初めて見るとビビりますね。ただし、解法自体は結構簡単だったり…。



応力の連続性（剛節点の内々外々）より、梁の曲げモーメント図を示す（左図）

せん断力は、部材両端の曲げモーメント図の合計を材長で割ると求められるので

$$Q_2 = \frac{60 + 60}{6} = 20[kN]$$

$$Q_1 = \frac{90 + 90}{6} = 30[kN]$$

梁の中央で【切断】⇒【計算対象を左】とすると、せん断力 Q_1 と Q_2 を生じさせている力は反力 V_B のみ

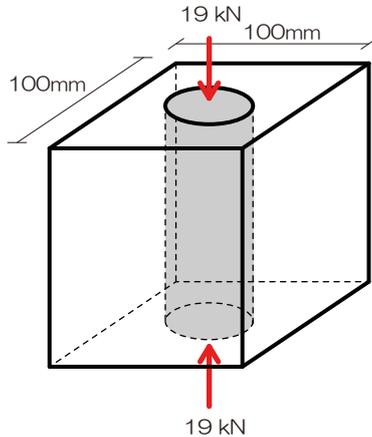
ゆえに

$$V_B = 20 + 30 = 50[kN]$$



【ひずみ】の問題

『過去問 14』図に示す鉄筋コンクリートの部材に、上下から 19kN の荷重を断面に一樣に作用させた場合、コンクリート部分の負担する軸力を求めよ。ただし、鉄筋の断面積は 1,000mm²、鉄筋のコンクリートに対するヤング係数比は 10 とする。【H24】



大好きです、この手の問題（セコカン・建築士両試験でも見たことが無い）。

ポイントは「ヤング係数」です。ヤング係数は「荷重を受けた際の部材の変形のし難さ」を示します。今回の例題は鉄筋コンクリートですので、荷重を受けた際でも「鉄筋・コンクリートは一体化を維持したまま変形する」ってことが条件となります。

ゆえに、鉄筋・コンクリートそれぞれの変形量が一定であることを用いて、その際に負担している軸力を求めていけば、正解にたどり着けます。

ヤング係数 (E) の公式、およびひずみ (ϵ)・応力度 (σ) の公式より変形量 (Δl) を求める式を導くと

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}、\epsilon = \frac{\Delta l}{l}、\sigma = \frac{N}{A} \text{ より}$$

ただし、 ϵ …ひずみ、 l …もとの長さ、 Δl …変形量、 σ …垂直応力度、 A …断面積、 N …軸力（軸方向力）

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

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

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

コンクリート部分が負担する軸力を N_C 、鉄筋が負担する軸力を N_R とし、両者の変形量を求めると（ただし、コンクリート部分の断面積は $100 \times 100 - 1,000 = 9,000$ 、コンクリートのヤング係数を E 、鉄筋をその 10 倍の $10E$ とする）

$$\Delta l_C = \frac{N_C l}{9,000 \times E}$$

$$\Delta l_R = \frac{N_R l}{1,000 \times 10E}$$

両者は等しいので、

$$\frac{N_C l}{9,000 \times E} = \frac{N_R l}{1,000 \times 10E}$$

$$10N_C = 9N_R$$

$$N_R = \frac{10}{9} N_C$$

また、軸力の合計は 19[kN] なので、

$$N_R + N_C = 19$$

$$\frac{10}{9} N_C + N_C = 19$$

$$N_C = 9[kN]$$

力学の資料の配布を希望して頂いた 2 名の受講生に感謝

力学系の講義資料の作成が一番楽しいです

お役に立てたら幸いです

