

『過去問 01』 モーメント

図のような平行な二つの力による A、B、C の各点におけるモーメント M_A 、 M_B 、 M_C の値を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。【H18 改】



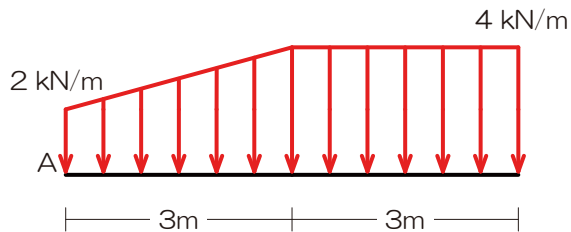
『過去問解法手順 01』 任意の点のモーメント

- 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 (力⇒距離⇒符号の順番で3ステップで計算しましょう)
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

解答: $M_A = M_B = M_C = -15[\text{kNm}]$

『過去問 02』 力の合成 (バリニオンの定理)

図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。【H23 改】



『過去問解法手順 02』 力の合成 (バリニオンの定理)

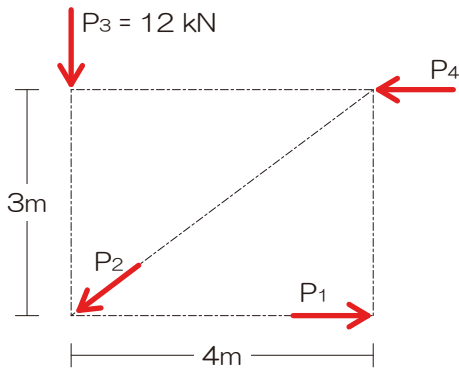
- 1) 分布荷重を単純図形に分割、それぞれを集中荷重へ
- 2) 基準となる点を指定 (今回は A 点指定)
- 3) 上記点における合成前のモーメント算定
- 4) 合成後の力の大きさを算定
- 5) 合成後の力の位置を仮定
- 6) 合成後の力による 1) の点におけるモーメント算定
- 7) 3) のモーメント=6) のモーメントより x を算定

解答: A 点から右 3.3 m



『過去問 03』 未知力算定（力のつり合い）

図のような4つの力 $P_1 \sim P_4$ がつり合っているとき、 P_2 の値を求めよ。【H20 改】



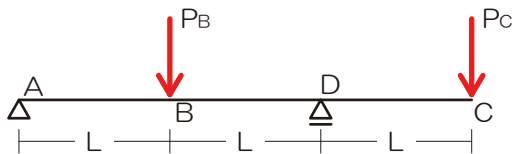
『過去問解法手順 03』 未知力算定（力のつり合い）

- 1) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 2) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 3) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 4) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目

解答： $P_2 = -20$ [kN]

『過去問 04』 支点の反力

図のような架構において、A 点に鉛直反力が生じない場合の P_B と P_C の比（ $P_B : P_C$ ）を求めよ。【H24（1 級）】



『過去問解法手順 04』 支点の反力

- 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、交差しないなら⇒直行する軸のつり合い

解答： $P_B : P_C = 1 : 1$



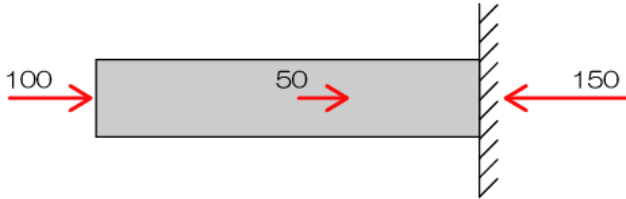
1-4 静定梁に生ずる力

➤ 生ずる力 (= 応力) とは

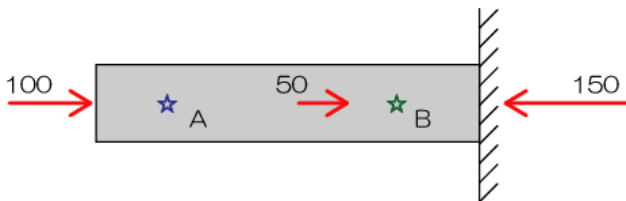
1) 100、50 の荷重を受けている片持ち梁があります



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

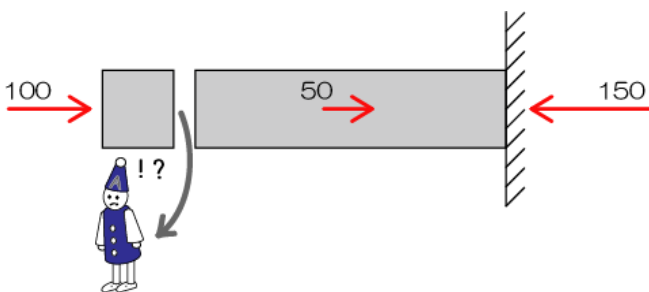


3) さて、ここで質問「以下の A 点と B 点ではどちらが“痛
い”ですか？」材の中に小人さん(☆印)がいることを
想定し、考えてみてください

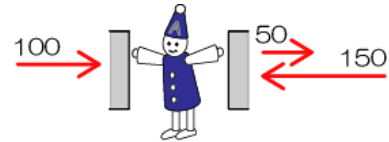


正解は皆さんのご想像の通り B 点なのですが、そのままでは講義が成立しないのでちゃんと解説してみます

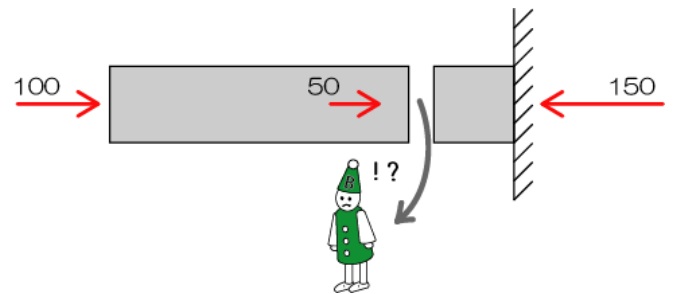
4) では、A 点に隠れている小人さんに登場願しましょう(A
点で構造体を切断します)



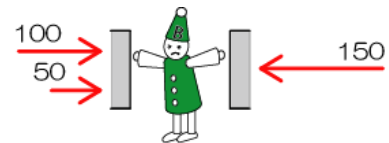
5) A 点の小人さんは左側から 100 で押され、右側からも
100 で押されています (50 で引られ、150 で押さ
れているのでその合計) → 「両側から 100 ずつ
押されている」



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

※ 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)

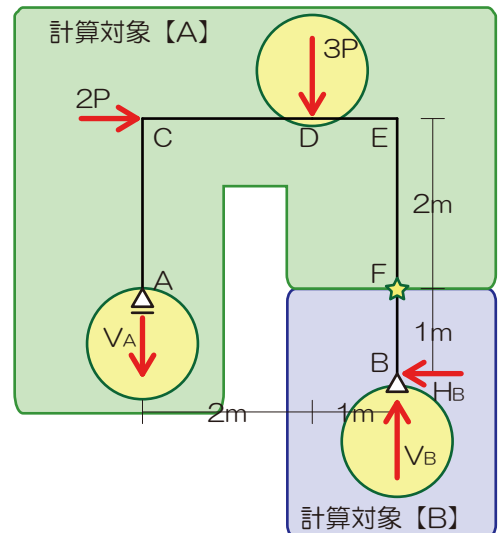
※ **【応力】は【切断】⇒【選択】**の手順を守れば計算可能!



1-4-1 生ずる力（=応力）の種類

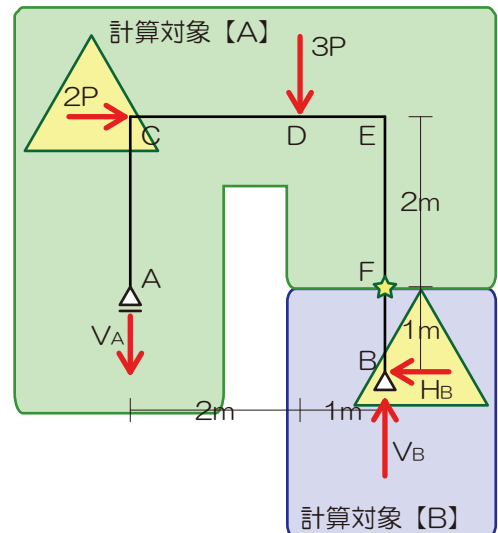
■ 軸方向力

- 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



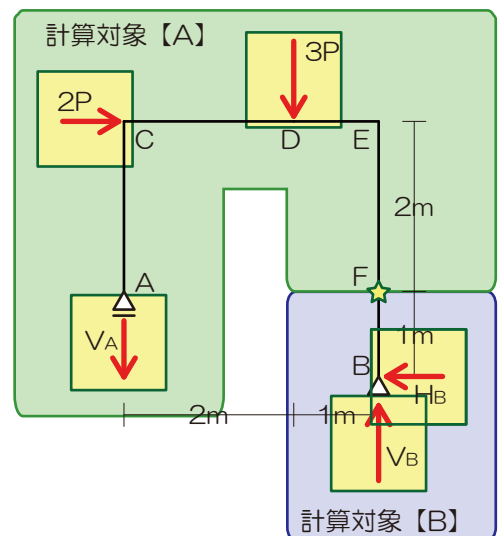
■ せん断力

- 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）



1-4-2 N、Q、M図の描き方

- 2級建築士試験では過去10年以上出題されていないのですが…
- クルクルドン解法は「曲げモーメント図」の書き方です（M図は「引張側（応力度的）に書くこと」って決まりあり）

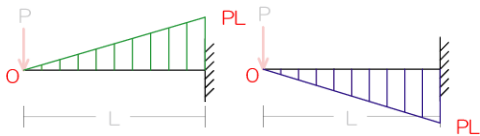
以下の片持ち梁で説明してみます



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？



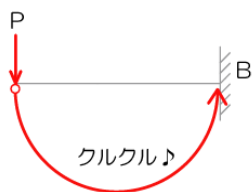
そこで【クルクルドン】の登場

- 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

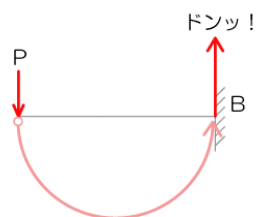
- 2) 荷重 P の作用点をスタート



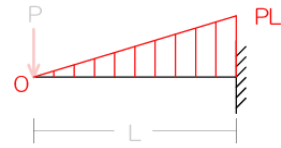
- 3) ゴールを曲げモーメントをを求める点（今回は B 点）とし、「クルクル♪」



- 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！」



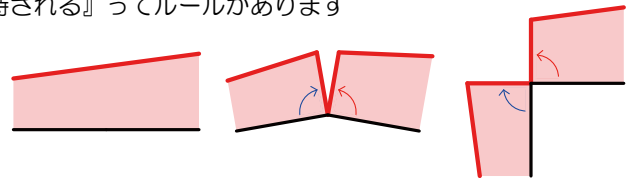
- 5) 「ドンッ！」って飛ばされた方に応力の分布図を示す



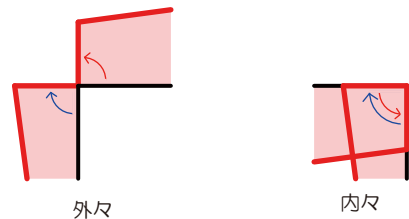
上記法則は単純梁、片持ち梁に限らずラーメン等の全ての構造物で成り立ちます

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

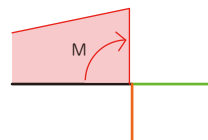


母材から M 図がどちら回転に立ち上がっているの？【小さな風車】に注目すると、打ち消し合って 0 になります（赤風車は時計回り、青風車は反時計回りで合計 0）



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

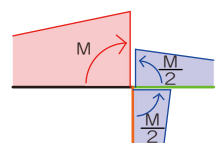
黒部材に赤風車 M（時計回り）の曲げモーメントが生じているとすると、付随する緑・赤の部材で打ち消さなくてはなりません



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）

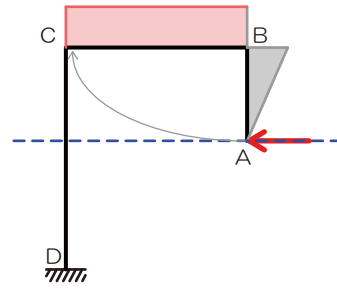
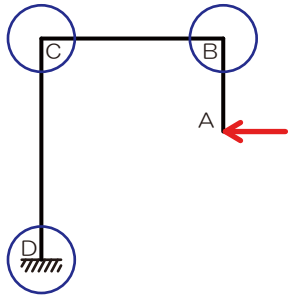
赤風車を青風車2つで打ち消し曲げモーメント 0

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

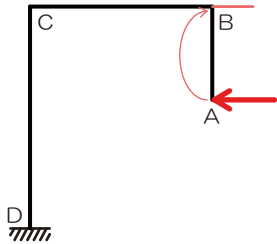


➤ 教科書 P35 問題1 を例に「クルクルドン解法」を実践してみます

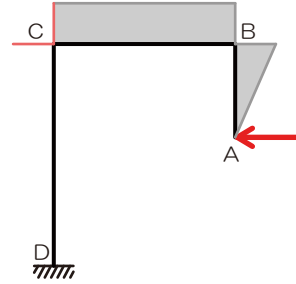
1) クルクルドンが必要な点 ⇒ B、C、Dの3点 6) B点の応力と接合



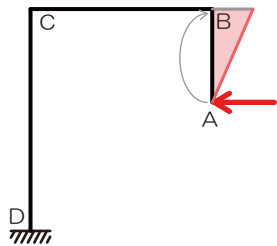
2) B点をクルクルドン ⇒ 右に飛ばされます



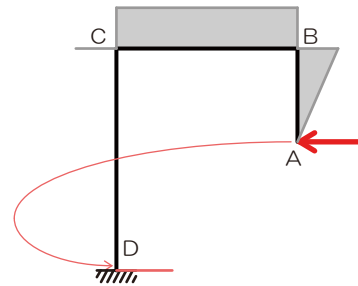
7) C点の小さな風車(内々外々) ⇒ 外々



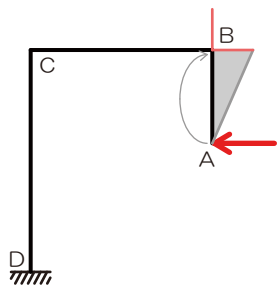
3) A点の応力と接合 ⇒ A点は0ですね



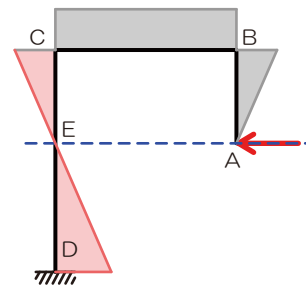
8) D点をクルクルドン ⇒ 右に飛ばされます



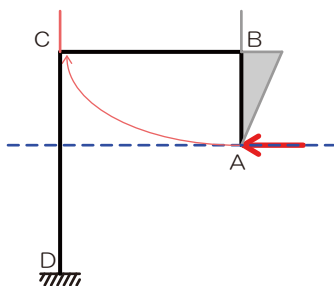
4) B点の小さな風車(内々外々) ⇒ 外々



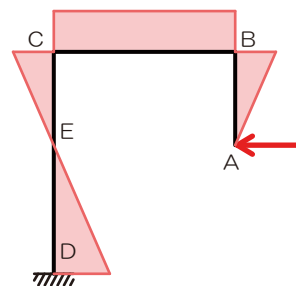
9) C点の応力と接合 ⇒ E点の曲げモーメントは0ですね



5) C点をクルクルドン ⇒ 上に飛ばされます



ってことで…M図は以下となります

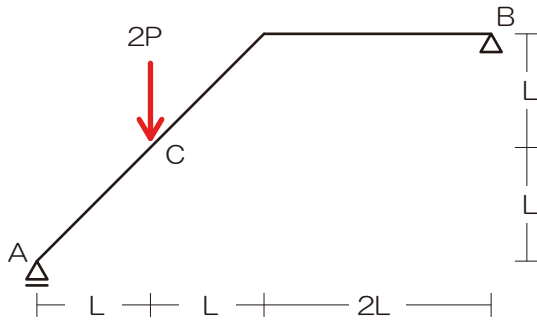


1-4-3 力（応力）計算の手順

➤ もちろん、教科書の解法手順は正しいのですが…試験対策に特化した手順を紹介したいと思います

『過去問 05』 梁の応力

図のような荷重を受ける架構における、C 点の曲げモーメントを求めよ。【H19（1 級）】



『解法手順 05』 梁の応力

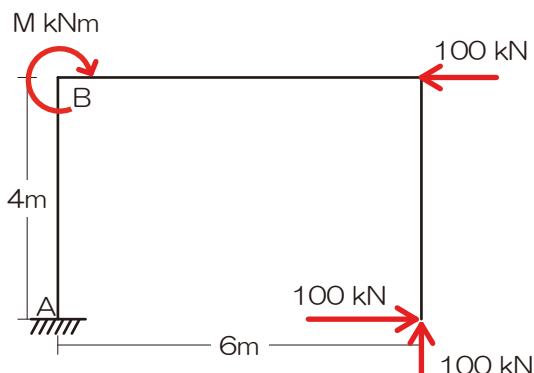
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断！】
- 3) 計算対象を【選択！】
- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める
- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

解答：3PL/2

1-5 静定ラーメンに生ずる力

『過去問 06』 ラーメンの応力

図のような荷重を受けるラーメンにおいて、A 点に曲げモーメントが生じない場合の、B 点に作用するモーメントの値 M を求めよ。【H13（1 級）】



『解法手順 06』 ラーメンの応力

- 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、未知力を求める
- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

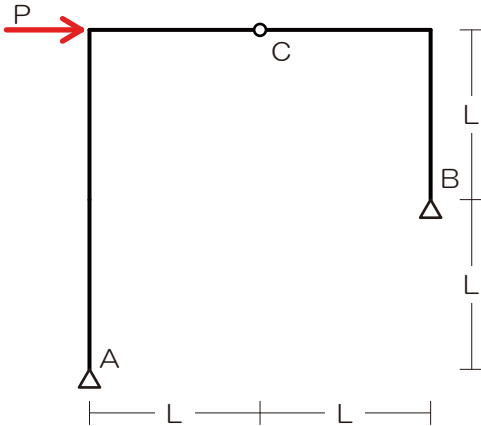
解答：1000[kNm]



■ 3 ヒンジラーメン

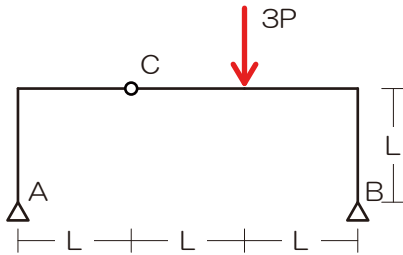
- 3 ヒンジラーメンとは：ピン支点×2、ピン節点×1 で構成されるラーメン、反力が 4 つあるので力のつり合いのみでは反力算定不可…
- 「ヒンジでは曲げモーメントが 0 になる」を利用 ← ヒンジで構造体を切断、片側の力による曲げモーメントは 0

以下の構造物の A 支点の鉛直反力を求めてみましょう



『過去問 07』 3 ヒンジラーメンの反力/応力

図のような荷重が作用する 3 ヒンジラーメンにおいて、A 点における水平反力の大きさを求めよ。【H24 (1 級)】



『解法手順 07』 3 ヒンジラーメンの反力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) ヒンジ点でのモーメント 0 より反力の 1 つを消去
- 3) 以降は力のつり合いより未知力を求める

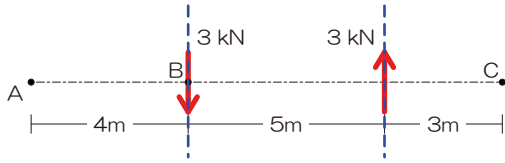
解答： $H_A = P$



【解答】

『過去問 01』 モーメント

図のような平行な二つの力による A、B、C の各点におけるモーメント M_A 、 M_B 、 M_C の値を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。【H18 改】



『過去問解法手順 01』 任意の点のモーメント

- 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（力⇒距離⇒符号の順番で3ステップで計算しましょう）
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

$$M_A = +3 \times 4 - 3 \times (4 + 5) = -15 [kNm]$$

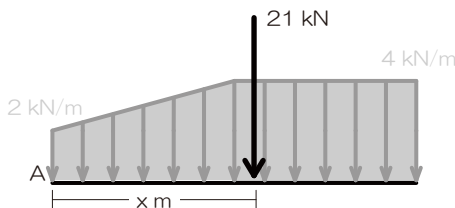
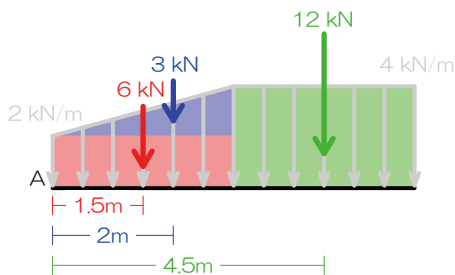
$$M_B = 3 \times 0 - 3 \times 5 = -15 [kNm]$$

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

解答： $M_A = M_B = M_C = -15 [kNm]$

『過去問 02』 力の合成（バリニオンの定理）

図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。【H23 改】



『過去問解法手順 02』 力の合成（バリニオンの定理）

- 1) 分布荷重を単純図形に分割、それぞれを集中荷重へ
⇒ 左図
- 2) 基準となる点を指定（今回は A 点指定）
- 3) 上記点における合成前のモーメント算定
 $M_A = +6 \times 1.5 + 3 \times 2 + 12 \times 4.5$
- 4) 合成後の力の大きさを算定 $P = +6 + 3 + 12 = 21 [kN]$
- 5) 合成後の力の位置を仮定 ⇒ 左図
- 6) 合成後の力による 1) の点におけるモーメント算定
 $M_A = +21 \times x$
- 7) 3) のモーメント=6) のモーメントより x を算定

$$+21 \times x = +6 \times 1.5 + 3 \times 2 + 12 \times 4.5$$

$$x = \frac{+6 \times 1.5 + 3 \times 2 + 12 \times 4.5}{21}$$

$$x = \frac{+2 \times 1.5 + 1 \times 2 + 4 \times 4.5}{7}$$

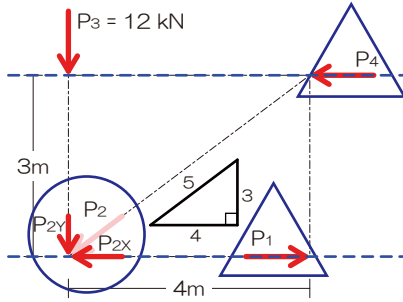
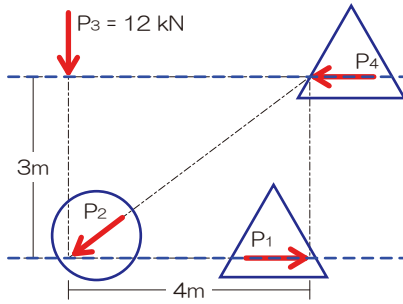
$$x = 3.3 [m]$$

解答： A 点から右 3.3 m



『過去問 03』 未知力算定 (力のつり合い)

図のような4つの力 $P_1 \sim P_4$ がつり合っているとき、 P_2 の値を求めよ。【H20 改】



『過去問解法手順 03』 未知力算定 (力のつり合い)

- 1) 求めたい未知力 (ターゲット) を○チェック
- 2) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 3) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 4) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目

⇒ 平行ゆえに、直交する縦の力のつり合いに着目

$$\sum Y = -12 - P_y = 0$$

⇒ ただし、斜めの力が計算対象なので分力

$$P_y = P_2 \times \frac{3}{5}$$

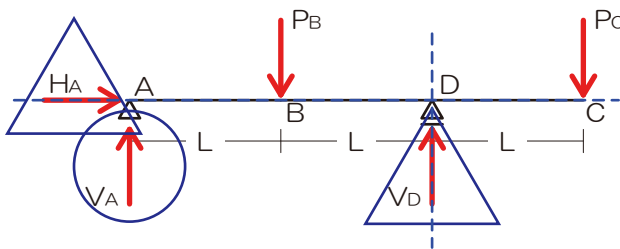
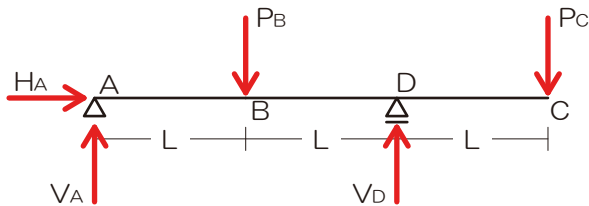
$$\sum Y = -12 - P_2 \times \frac{3}{5} = 0$$

$$P_2 = -20[\text{kN}]$$

解答: $P_2 = -20[\text{kN}]$

『過去問 04』 支点の反力

図のような架構において、A 点に鉛直反力が生じない場合の P_B と P_C の比 ($P_B : P_C$) を求めよ。【H24 (1 級)】



『過去問解法手順 04』 支点の反力

- 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
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメント、交差しなければ⇒直行する軸のつり合い

⇒ V_A を求める (交点 D のモーメントに着目)

$$M_D = +V_A \times 2L - P_B \times L + P_C \times 0 = 0$$

$$V_A = \frac{P_B - P_C}{2}$$

⇒ V_A が 0 であることより

$$V_A = \frac{P_B - P_C}{2} = 0$$

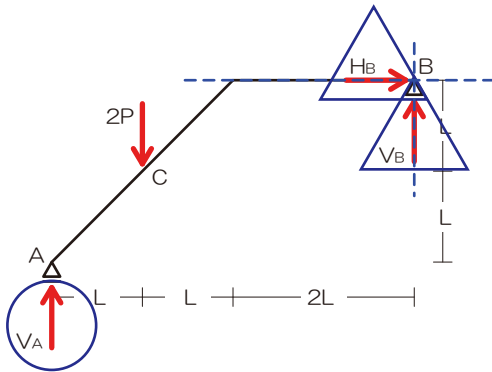
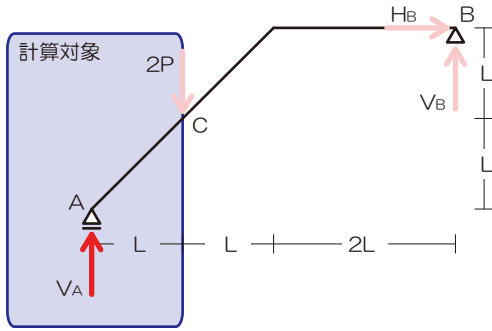
$$P_B = P_C$$

解答: $P_B : P_C = 1 : 1$



『過去問 05』 梁の応力

図のような荷重を受ける架構における、C 点の曲げモーメントを求めよ。【H19（1 級）】



『解法手順 05』 梁の応力

- 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

⇒ 計算対象を左とする

- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

⇒ 反力 VA を求める

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

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

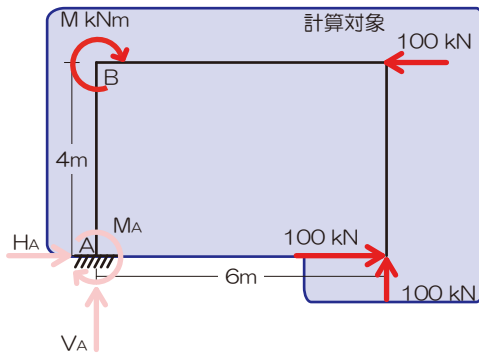
- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_C = +\frac{3P}{2} \times L = \frac{3PL}{2}$$

解答：3PL/2

『過去問 06』 ラーメンの応力

図のような荷重を受けるラーメンにおいて、A 点に曲げモーメントが生じない場合の、B 点に作用するモーメントの値 M を求めよ。【H13（1 級）】



『解法手順 06』 ラーメンの応力

- 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

⇒ 計算対象を右とする

- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

⇒ 無し

- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_A = +M - 100 \times 4 + 100 \times 0 - 100 \times 6$$

また、A 点の曲げモーメントが 0 であることより

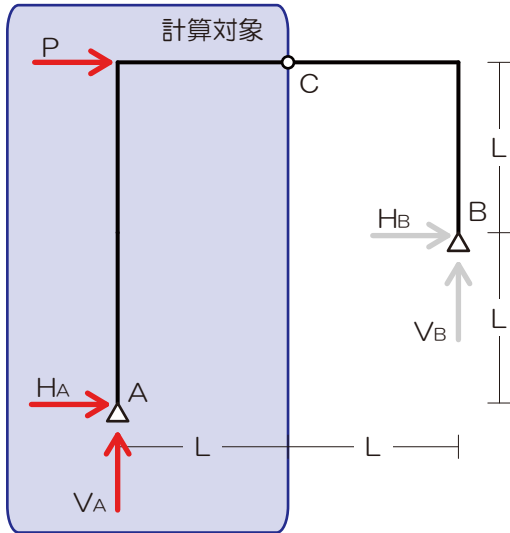
$$M_A = +M - 100 \times 4 + 100 \times 0 - 100 \times 6 = 0$$

$$M = 1000[kNm]$$

解答：1000[kNm]



以下の構造物の A 支点の鉛直反力を求めてみましょう



- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) ヒンジ点でのモーメント0より反力の1つを消去
- 3) 以降は力のつり合いより未知力を求める

⇒ O 点の曲げモーメントが0になることより H_A を消去

$$M_O = +V_A \times L - H_A \times 2L = 0$$

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

⇒ H_B と V_B の交点 B のモーメントに着目

$$M_B = +V_A \times 2L - \frac{V_A}{2} \times L + P \times L = 0$$

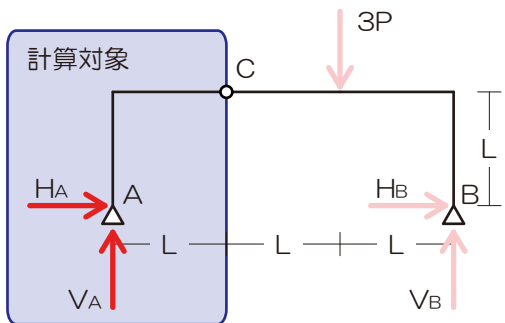
$$\frac{3V_A L}{2} + PL = 0$$

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

解答： $V_A = -2P/3$

『過去問 07』 3 ヒンジラーメンの反力/応力

図のような荷重が作用する 3 ヒンジラーメンにおいて、A 点における水平反力の大きさを求めよ。【H24 (1 級)】



『解法手順 07』 3 ヒンジラーメンの反力

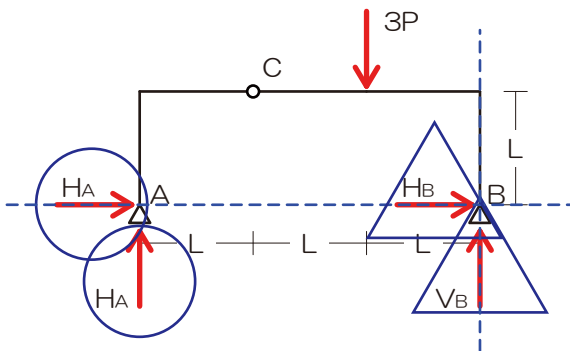
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) ヒンジ点でのモーメント0より反力の1つを消去

⇒ C 点の曲げモーメントに着目

$$M_C = +V_A - H_A = 0$$

$$V_A = H_A$$

⇒ V_A を H_A に変換 (V_A を消去)



- 3) 以降は力のつり合いより未知力を求める

⇒ ターゲットを H_A 系とすると、ターゲット以外の未知力は B 点で交差、B 点のモーメントに着目

$$M_B = +H_A \times 3L - 3P \times L = 0$$

$$H_A = P$$

解答： $H_A = P$

