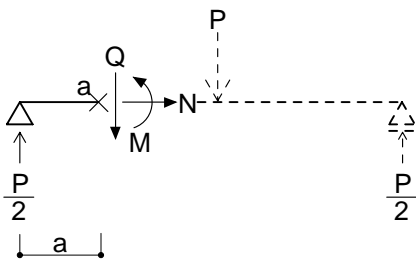
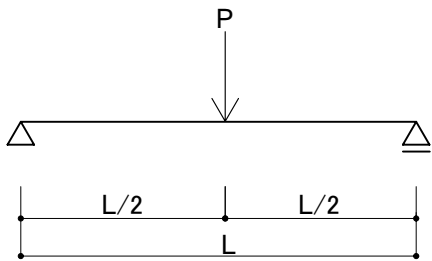


学科Ⅳ 構造科目

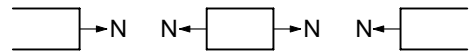
01. 静定構造物

(重要ポイント説明)

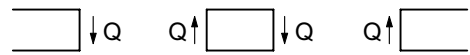
モーメント図・せん断力図・軸力図の描き方



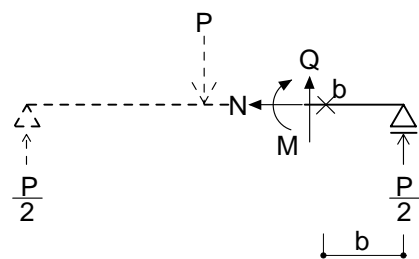
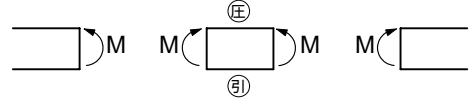
・軸力Nの正の向き



・せん断力Qの正の向き



・モーメントMの正の向き



右向き・上向きを正

・ X方向
 $+ N = 0 \quad \longrightarrow \quad N = 0$

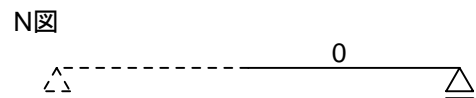
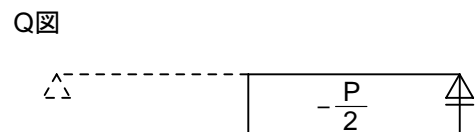
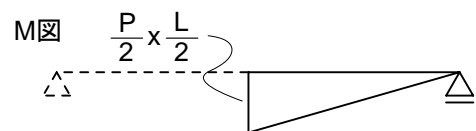
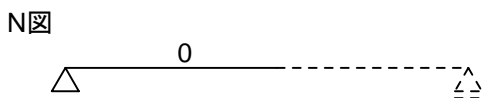
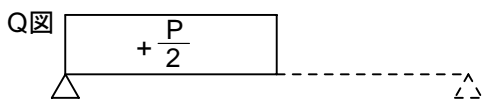
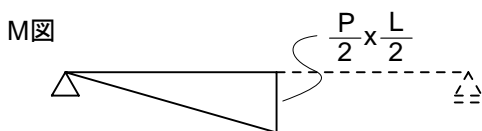
・ Y方向
 $+\frac{P}{2} - Q = 0 \quad \longrightarrow \quad Q = \frac{P}{2}$

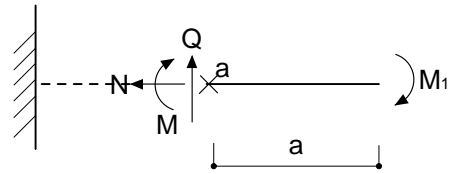
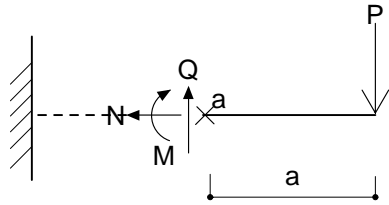
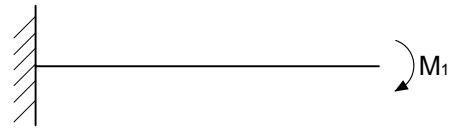
・ a点でのM ($0 \leq a \leq \frac{L}{2}$)
 $+\frac{P}{2} \times a - M = 0 \quad \longrightarrow \quad M = \frac{P \times a}{2}$

・ X方向
 $- N = 0 \quad \longrightarrow \quad N = 0$

・ Y方向
 $+ Q + \frac{P}{2} = 0 \quad \longrightarrow \quad Q = -\frac{P}{2}$

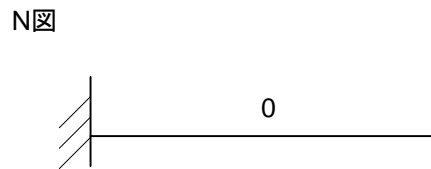
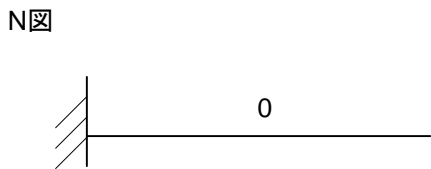
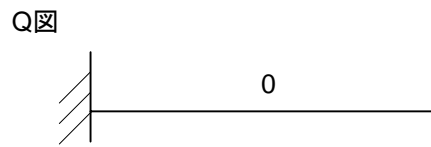
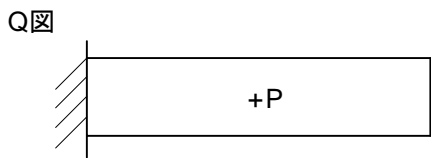
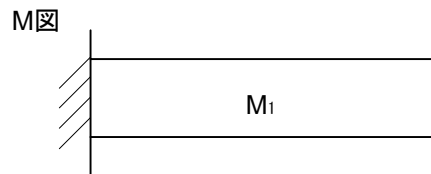
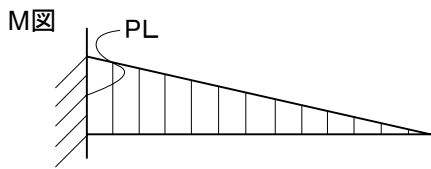
・ b点でのM ($0 \leq b \leq \frac{L}{2}$)
 $+ M - \frac{P}{2} \times b = 0 \quad \longrightarrow \quad M = \frac{P \times b}{2}$





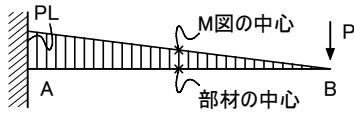
- X方向
 $-N = 0 \quad \longrightarrow \quad N = 0$
- Y方向
 $+Q - P = 0 \quad \longrightarrow \quad Q = +P$
- a点でのM ($0 \leq a \leq L$)
 $+M + Pa = 0 \quad \longrightarrow \quad M = -Pa$

- X方向
 $-N = 0 \quad \longrightarrow \quad N = 0$
- Y方向
 $+Q = 0$
- a点でのM ($0 \leq a \leq L$)
 $+M + M_1 = 0 \quad \longrightarrow \quad M = -M_1$

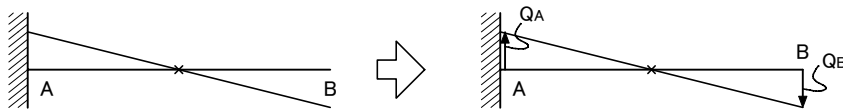


Q図変換

「M図のイメージの仕方」については前回解説しました。今回は M図 から Q図をイメージできるようになりましょう。

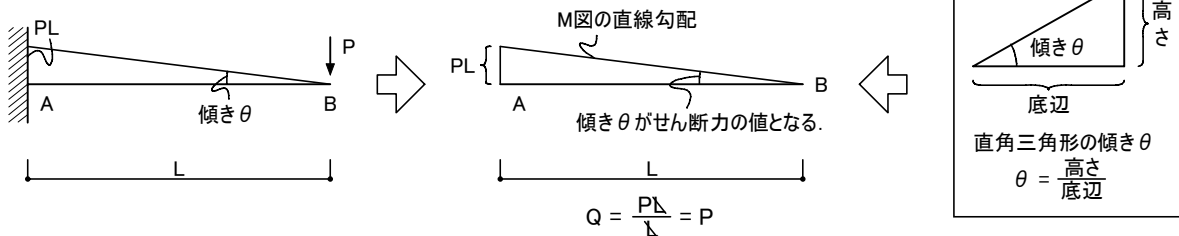


先程の片持ばりの M図 に対し、Q図 がどのように発生するか考える場合、下図のように「M図 の中心」と「部材の中心」とを重ね合わせます。

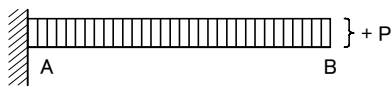


次に右図のように材端から M図 へと力 Q_A , Q_B を描きます。この Q_A , Q_B は、部材 AB を時計回りに回転させようとしています。その場合、部材 AB に発生するせん断力 Q の応力符号は、「+ (プラス)」となります。(逆に部材を反時計回りに回転させるようにする場合、応力符号は、「- (マイナス)」となる。)

また、M図の直線勾配が一定である部材間のせん断力は一定となり、その値は M図の傾きとなります。(下図参照)

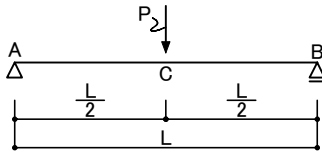


右図のように M図 の傾き $= \frac{PL}{L} = P$ となり、AB間に発生するせん断力は Q の値は、 $Q = P$ とわかる。

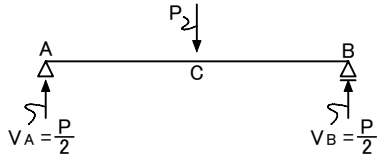


よって、Q図 は上図のようになる。これは先程の「外力系・内力系の釣り合い」から求めた Q図 と等しい。この M図 から Q図 を求める方法を、ここでは、「Q図変換」と呼びます。

例題. 1

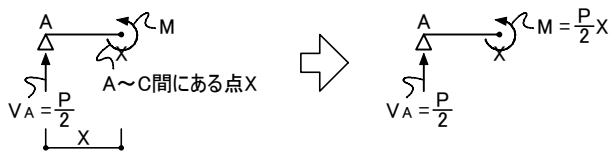


上図のような単純ばりについて、M図、Q図を求めよ。



外力系の釣り合いを解くと上図のようになる。

「曲げ応力」について考えると、A～C間において、「内力系の釣り合い」に作用する外力系は $V_A = \frac{P}{2}$ によるモーメント外力、 $M_A = +\frac{P}{2} \times X$ のみであるため、A～C間の各点において発生する曲げ応力には一定の法則がある。



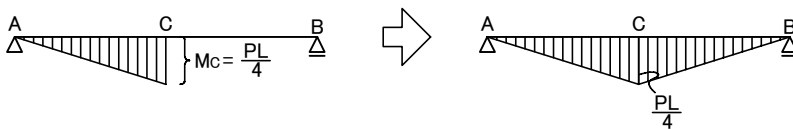
上図の点Xにおける「曲げ応力の内力系の釣り合い」を解くと、

$$\sum M_x = +\frac{P}{2} \times X - M = 0 \text{ より}$$

$$M = +\frac{P}{2} X \text{ とわかる. (右図参照)}$$

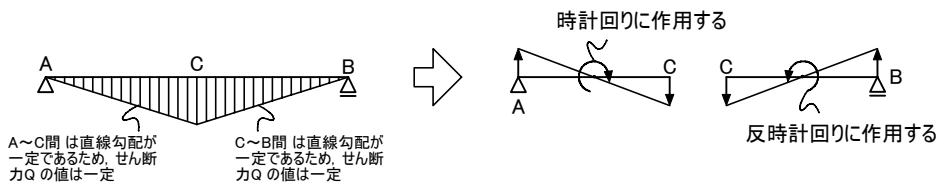
C点の曲げ応力を M_c とすると、

$$M_c = \frac{P}{2} \times \frac{L}{2} = \frac{PL}{4}$$

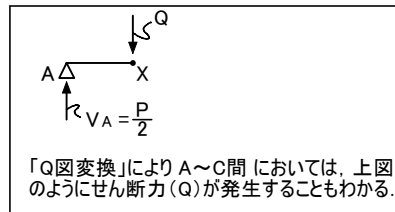


B点の曲げ応力 M_B は M_A 同様、0 であるため、M図は右図のようになります。

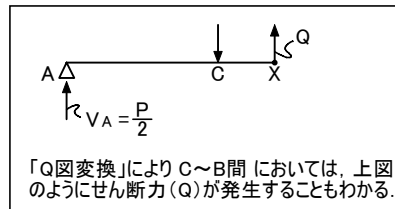
次にQ図について考える。



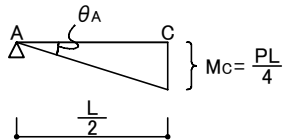
Q図変換すると右図のようになる。A～C間は部材を時計回りに回転させるように作用するため、応力符号は「+ (プラス)」となる。



C～B間は部材を反時計回りに回転させるように作用するため、応力符号は「- (マイナス)」となる。



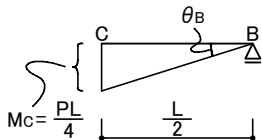
次にQの値を求める。



A～C間におけるM図の傾き θ_A は

$$\theta_A = \frac{PL}{4} \times \frac{2}{L} = \frac{P}{2} \quad (\text{上図参照})$$

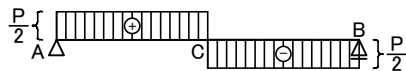
∴ A～C間に発生するせん断力Qは $Q = \frac{P}{2}$



C～B間におけるM図の傾き θ_B は

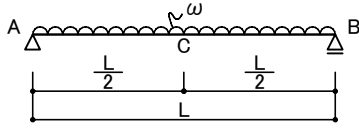
$$\theta_B = \frac{PL}{4} \times \frac{2}{L} = \frac{P}{2} \quad (\text{上図参照})$$

∴ C～B間に発生するせん断力Qは $Q = \frac{P}{2}$

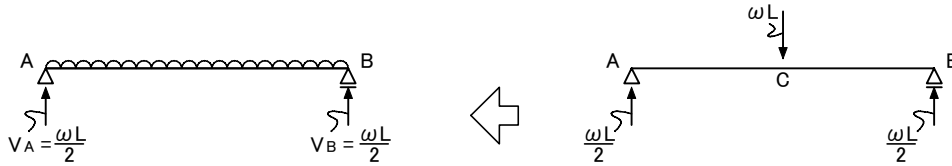


Q図は上図のようになる。

例題. 2



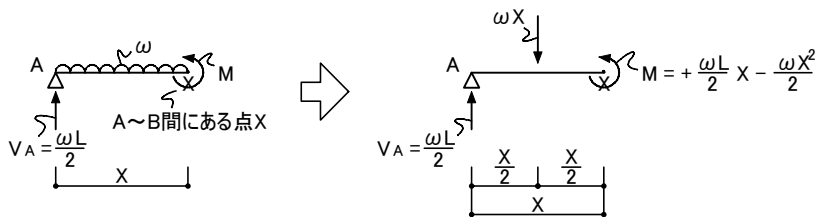
上図のような単純ばりについて、M図、Q図を求めよ。



外力系の釣り合いを解くと上図のようになる。

上図のように置き換えて考える。

「曲げ応力」について考えると、A～B間にある任意の点Xにおいて、「内力系の釣り合い」に作用する外力系は $V_A = \frac{\omega L}{2}$ によるモーメント外力、 $M_X = +\frac{\omega L}{2} \times X$ と、等分布荷重 ωX によるモーメント外力 $M_X = -\omega X \times \frac{\omega L}{2}$ のみであるため、A～B間の各点において発生する曲げ応力には一定の法則がある。(下図参照)



上図の点Xにおける「曲げ応力の内力系の釣り合い」を解くと、

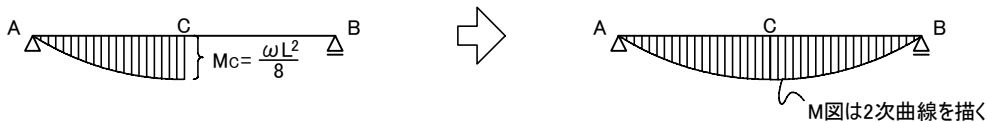
$$\sum M_x = +\frac{\omega L}{2} \times X - \omega X \times \frac{X}{2} - M = 0 \text{ より}$$

$$M = +\frac{\omega L}{2} X - \frac{\omega X^2}{2} \text{ とわかる。 (右図参照)}$$

C点の曲げ応力を M_C とすると、 $X = \frac{L}{2}$ より、

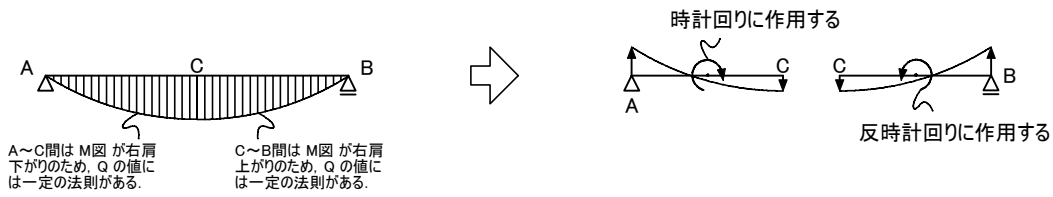
$$M_C = +\frac{\omega L^2}{4} - \frac{\omega L^2}{8} = +\frac{\omega L^2}{8}$$

符号は「+(プラス)」となり、仮定した向き(反時計回り: 上図参照)に、曲げ応力は作用するため部材は下側が引張となる。



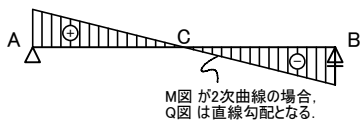
B点の曲げ応力 M_B は、 M_A 同様、0 であるため、M図は右図のようになります。

次に Q 図について考える。



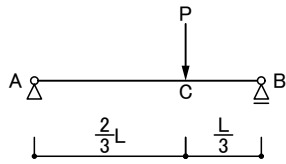
Q 図 変換すると右図のようになる。A~C間は部材を時計回りに回転させるように作用するため、応力符号は「+ (プラス)」となる。

C~B間は部材を反時計回りに回転させるように作用するため、応力符号は「- (マイナス)」となる。

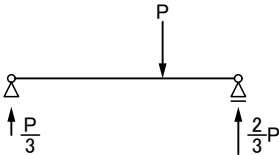


Q 図は上図のようになる。

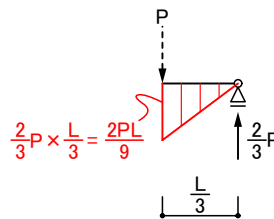
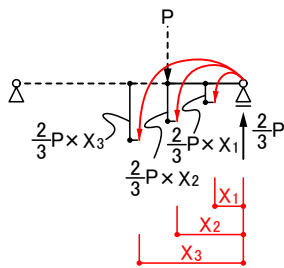
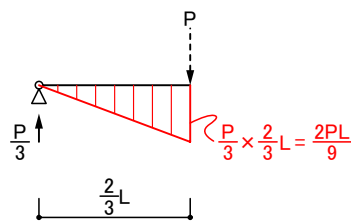
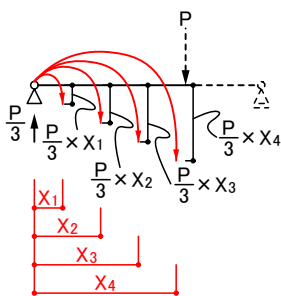
□ 曲げモーメント図の描き方(単純梁)



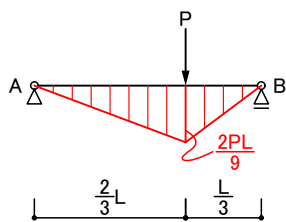
1. 支点反力を計算する.



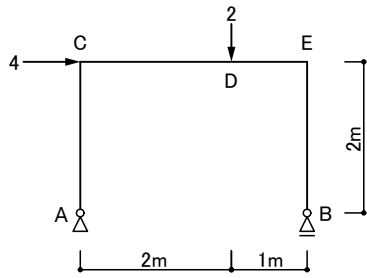
2. 支点反力と外力の生じている部分を考える.



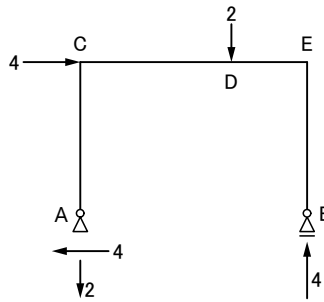
3. 左右を合わせると



□ 曲げモーメント図の描き方(門形ラーメン)

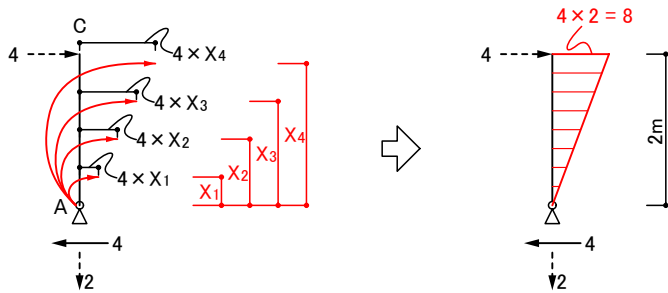


1. 支点反力を計算する.

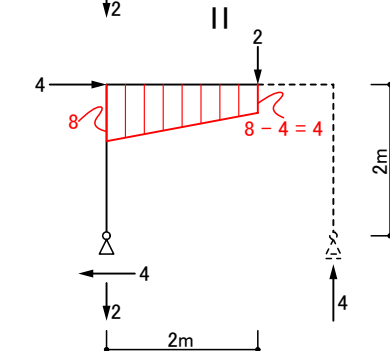
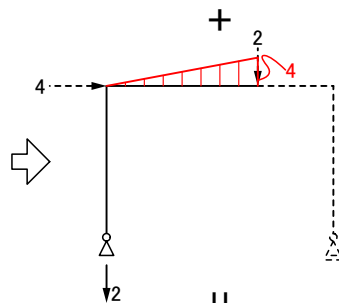
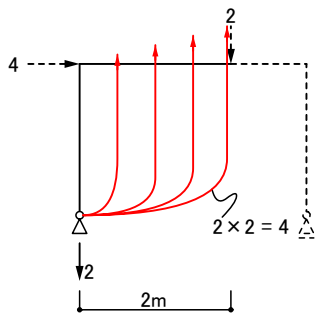
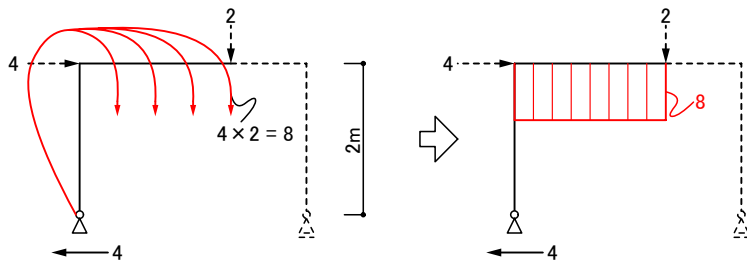


2. 支点反力と外力の生じている部分を考える.

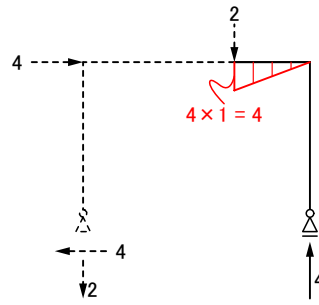
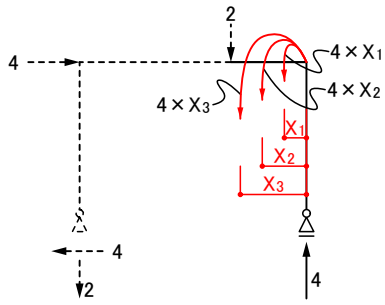
③ 柱



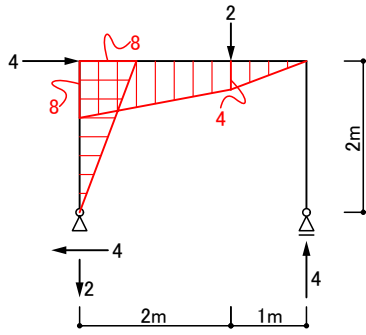
③ 梁左



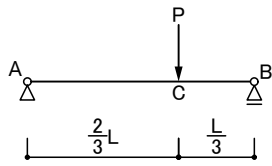
③ 梁 右



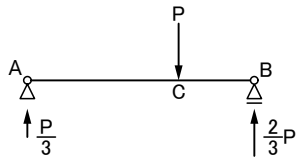
3. 全てを合わせると



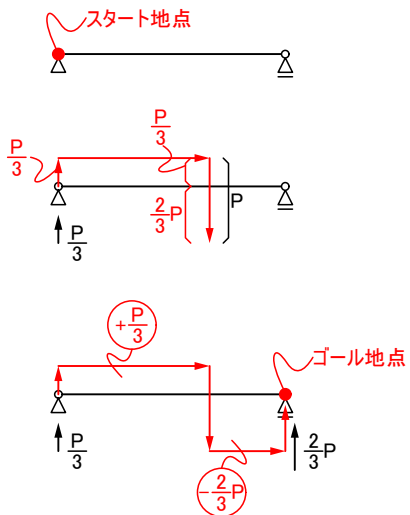
□ せん断力図の描き方(単純梁)



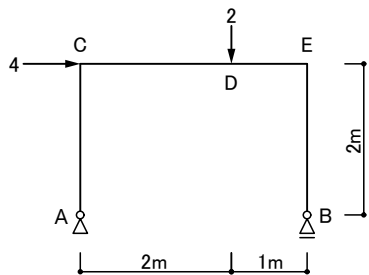
1. 支点反力を計算する.



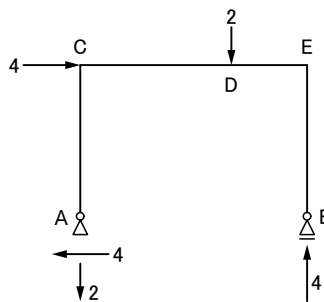
2. 左側から一筆描きをする.



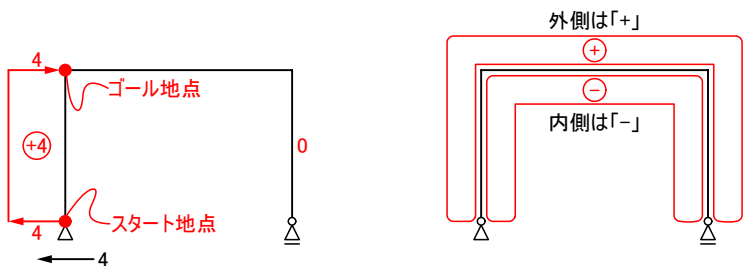
□ せん断力図の描き方(門形ラーメン)



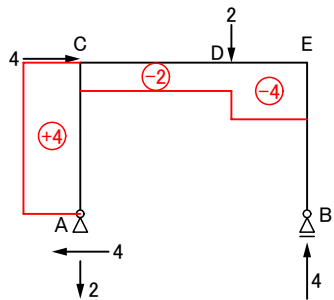
1. 支点反力を計算する.



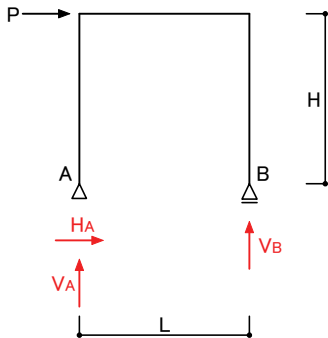
2. 左下から柱と梁とを分けて一筆描きする.



3. 全てを合わせると



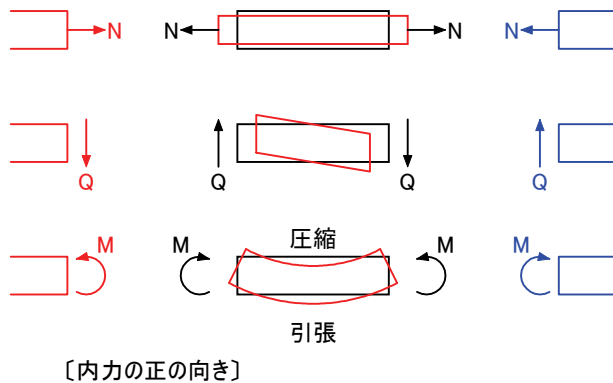
○ 外力系の力の釣り合い



- ・横方向に移動しない ($\sum X = 0$)
 $+ P + H_A = 0$
- ・縦方向に移動しない ($\sum Y = 0$)
 $+ V_A + V_B = 0$
- ・ある点に注目して回転しない ($\sum M = 0$)
 A点に注目する場合は,
 $\sum A M = + P H - V_B L = 0$

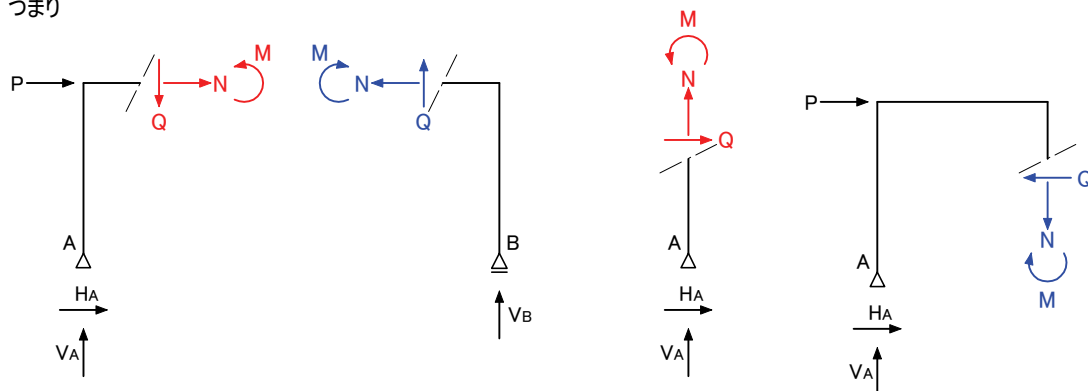
- ① 支点反力の向き
 右向き, 上向きを「正の向き」とする.
- ② 実際の計算式において
 右向き, 上向き, 時計まわりを「正の向き」とする.

○ 内力系の力の釣り合い



- ① 内力の向き
 下記の4パターンの中の1つが「内力の正の向き」となる。
 II
 常に右向き, 上向き, 時計まわりが正であるわけではない.
- ② 実際の計算式において
 右向き, 上向き, 時計まわりを「正の向き」とする.

つまり



が内力の正の向きとなる.