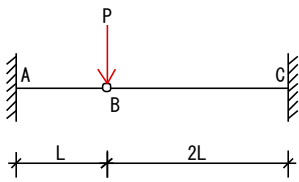


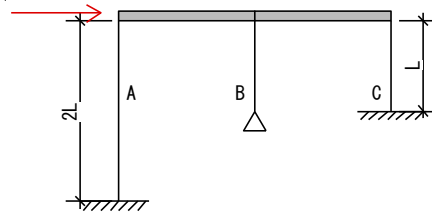
たわみ（たわみを用いて反力算定）

【過去問 69】 図のような梁において、梁のヒンジ点であるB点に鉛直荷重Pが作用した場合、A、C点の鉛直反力の絶対値として、正しいものは次のうちどれか。ただし、梁は等質等断面とする。（H5）

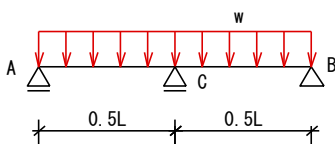
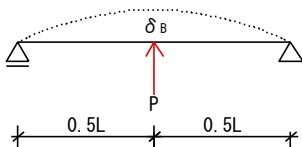
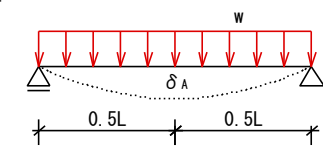


水平力の分配（頂部水平変位）

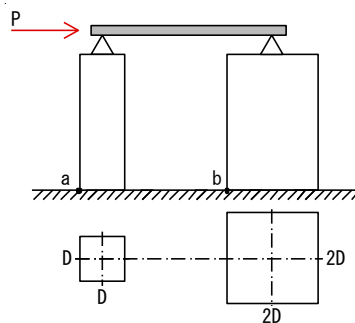
【過去問 71】 図のような水平力が作用する骨組みにおいて、柱A、B、Cの水平力の分担比として正しいものは次のうちどれか。ただし、三本の柱は等質等断面で、梁とは剛体とし、柱および梁の応力は弾性範囲にあるものとする。（H3）



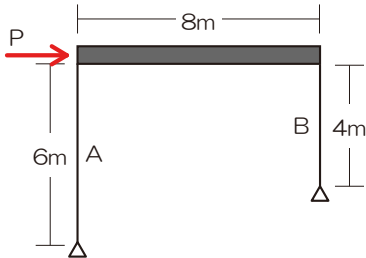
【過去問 70】 同じ単純梁が等分布荷重 w および集中荷重 P を受ける場合の梁の中央の鉛直変位が $\delta_A = \frac{5wL^4}{384EI}$ 、 $\delta_B = \frac{PL^3}{48EI}$ のように与えられている。三者の梁が等質等断面だった場合の支点A、B、Cの反力を求めよ。（H6）



【過去問 72】 図のように柱脚を固定した2本の柱A、Bがあり、それらの柱頭の図心はピン接合した剛な棒で連結されている。剛な棒の端部に水平荷重 P が作用する場合、柱脚の a、b 点における曲げ応力の比を求めよ。（H12）

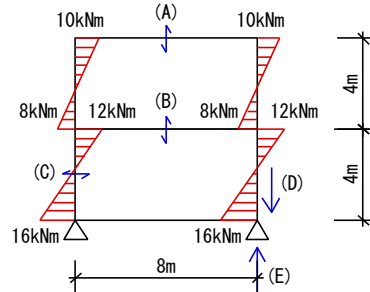


【過去問 73】 図のような荷重 P を受けるラーメンにおいて、柱 A ・ B に生じるせん断力をそれぞれ Q_A ・ Q_B としたとき、それらの比 (Q_A : Q_B) として正しいものは次のうちどれか。ただし、柱 A ・ B は等質等断面であり、梁は剛体とし、柱 A ・ B および梁の応力は弾性範囲に内あるものとする。(H15)

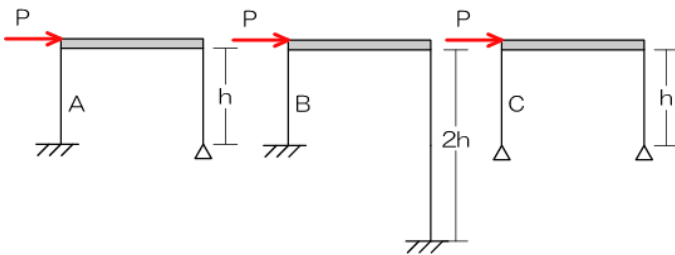


M図より応力算定

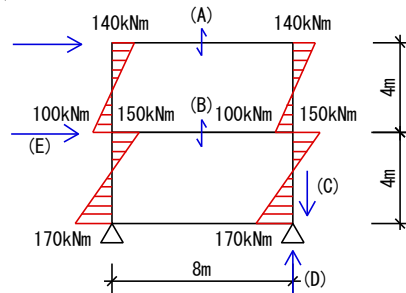
【過去問 75】 図は二層構造物の各階に水平荷重が作用した時の柱の曲げモーメントを示したものである。以下の記述の内、誤っているものを選べ。追記：せん断力 (A)～(C)、軸方向力 (D)、反力 (E) を求めよ。(H5)



【過去問 74】 図のようなラーメンに水平荷重 P が作用する場合、柱 A 、 B 、 C に生じるせん断力の大小関係として正しいものは次のうちどれか。ただし、それぞれの柱は等質等断面の弾性部材とし、梁は剛体とする。(H16)

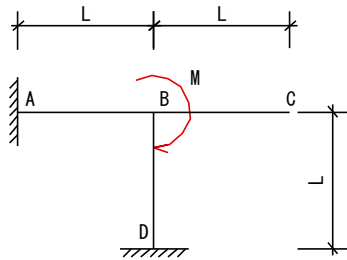


【過去問 76】 図は二層構造物の各階に水平荷重が作用した時の柱の曲げモーメントを示したものである。以下の記述の内、誤っているものを選べ。追記：せん断力 (A)～(B)、軸方向力 (C)、反力 (D)、水平荷重 (E) を求めよ。(H12)

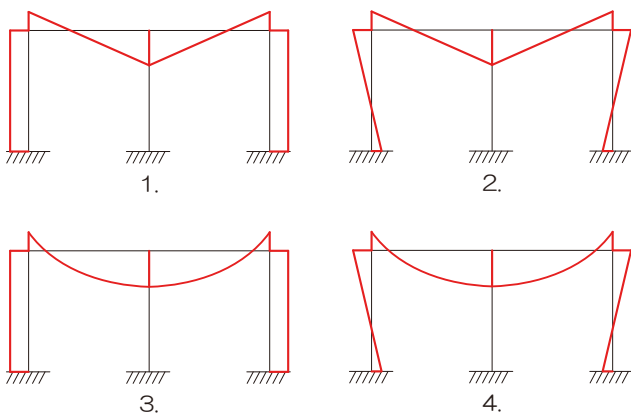
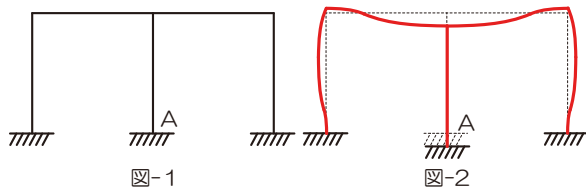


固定モーメント法

【過去問 77】 図のようにB点に集中モーメントを受ける骨組みの曲げモーメント図、せん断力図として正しいものは次のうちどれか。ただし、全ての部材の曲げ剛性は等しいものとする。(H6)

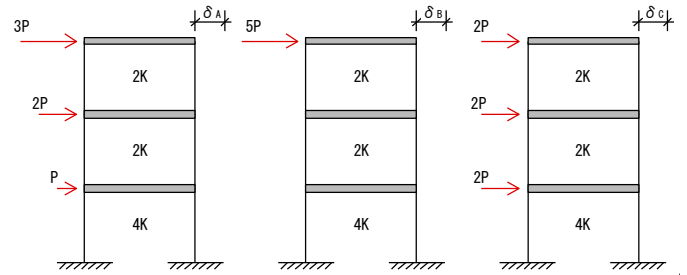


【過去問 78】 図-1のようなラーメンにおいて、A 点が鉛直下向きに沈下したとき、ラーメンは図-2のような変形を示した。このときの曲げモーメント図として、正しいものは次のうちどれか。ただし、柱・梁は等質等断面とし、曲げ変形のみを考慮する。また、曲げモーメント図は材の引張側に描くものとする。(H22)

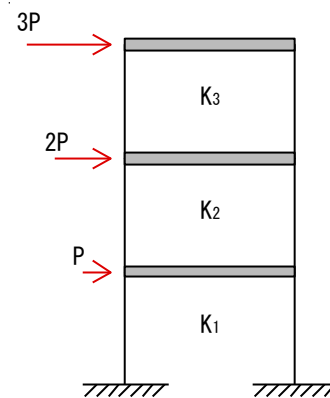


層間変形

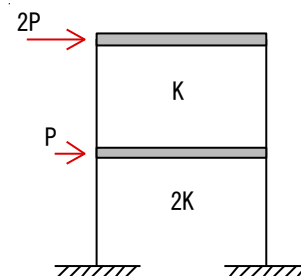
【過去問 79】 図のような水平力が作用する三層構造（剛性をあわせて示す）A、B、Cの頂部変位の大小関係として正しいものは次のうちどれか。(H3)



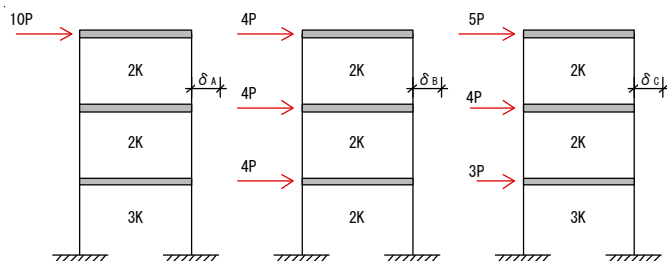
【過去問 80】 図のような水平力が作用する三層構造において、各層の層間変形が等しくなるときの各層の水平剛性の比として正しいものは次のうちどれか。(H7)



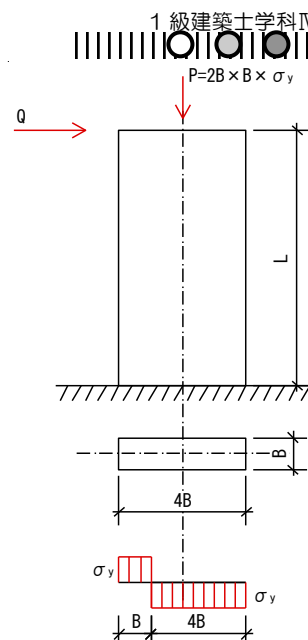
【過去問 81】 図のような水平力が作用する二層建築物（一層の水平剛性 2K、二層の水平剛性 K）において、一層の層間変位と二層の層間変位の比として正しいものを選び。(H11)



【過去問 82】 図のような水平力が作用する 3 階建ての建築物 A、B、C において、それぞれの「3 階床レベル」の「1 階床レベル」に対する水平変位 δ_A 、 δ_B 、 δ_C 、とした場合、それらの大小関係として正しいものは次のうちどれか。(H13)

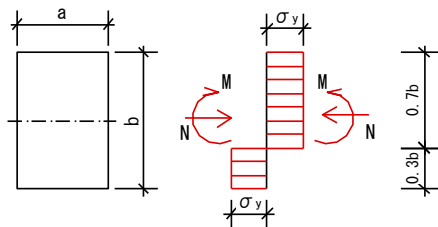


【過去問 84】 底部が固定された矩形断面の頂部の図心に鉛直荷重 $P=2B^2\sigma_y$ (σ_y 降伏応力度) と水平荷重 Q が作用している。 Q が増大し底部断面における垂直応力度分布が図-2 のような全塑性状態に達する場合の Q の値として、最も適当なものを選び。(H11)

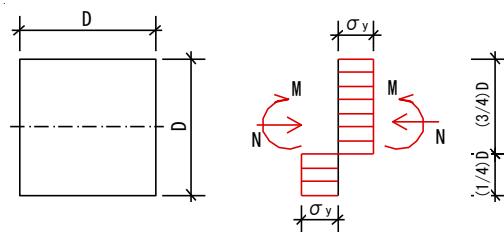


全塑性モーメント

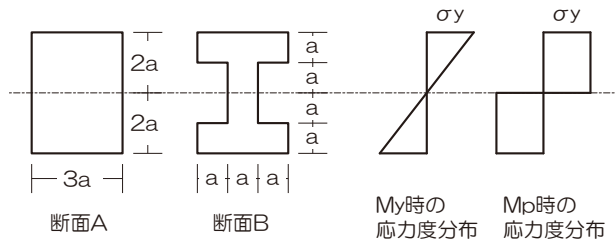
【過去問 83】 図のような等質で、幅が a 、せいが b である矩形断面の図心に、軸圧縮力 N 及び曲げモーメント M が作用している。この断面の降伏応力度を σ_y とし、 $N=0.4ab\sigma_y$ のとき、この断面の「軸圧縮力を考慮した全塑性モーメント」として、正しいものは次のうちどれか。(H4)



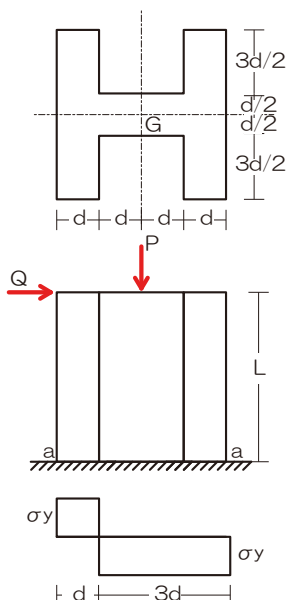
【過去問 85】 図のような等質で一辺の長さ D の正方形断面において、垂直応力度分布が右図に示す全塑性状態にある場合、断面の図心に作用する軸圧縮力 N と曲げモーメント M の組み合わせとして、正しいものは次のうちどれか。(H13)



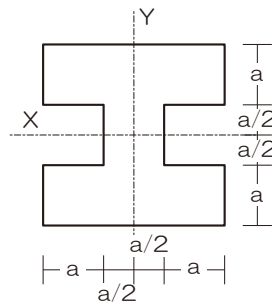
【過去問 86】 図-1 のような断面で同一材質からなる梁 A および B に、一点鎖線を中立軸とする曲げモーメントのみが作用している。これらの断面の降伏開始曲げモーメントを M_y 、全塑性モーメントを M_p とするとき、断面内の応力度の分布が図-2 に示す状態である。梁 A および梁 B における M_y と M_p の比 α (M_p / M_y) をそれぞれ α_A 、 α_B とするとき、その大小関係として、正しいものは次のうちどれか。ただし、降伏応力度は σ_y とする。(H21)



【過去問 87】 図-1 のような底部で固定された H 形断面材の頂部の重心 G に鉛直荷重 P および水平荷重 Q が作用している。底部 a-a 断面における垂直応力度分布が図-2 のような弾性状態に達している場合の P と Q の組み合わせとして、正しいものは次のうちどれか。ただし、H 形断面材は等質等断面とし、降伏応力度を σ_y とする。(H22)

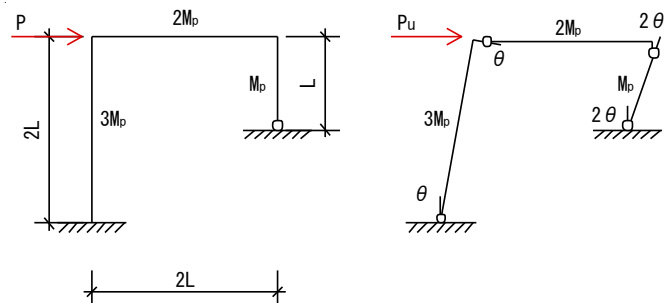


【過去問 88】 図のような断面において、X 軸まわりの全塑性モーメントを M_{px} 、Y 軸まわりの全塑性モーメントを M_{py} としたとき、全塑性モーメント M_{px} と M_{py} との比として、正しいものは次のうちどれか。ただし、断面に作用する軸力は 0 とする。(H23)

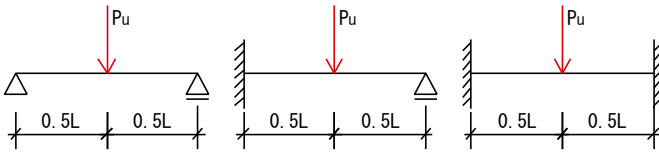


崩壊荷重

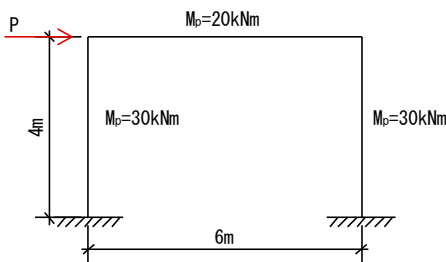
【過去問 89】 図のラーメンに作用する水平荷重 P を増大させたとき、右図のような崩壊機構を示した。ラーメンの崩壊荷重 P_u の値として正しいものは次のうちどれか。図中に各部材の全塑性モーメントを示す。(H5)



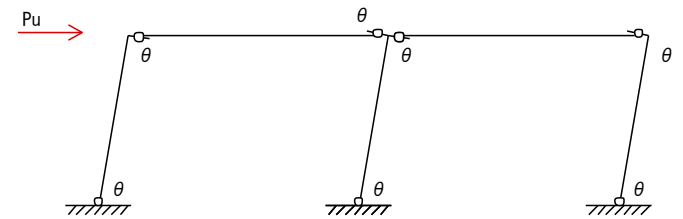
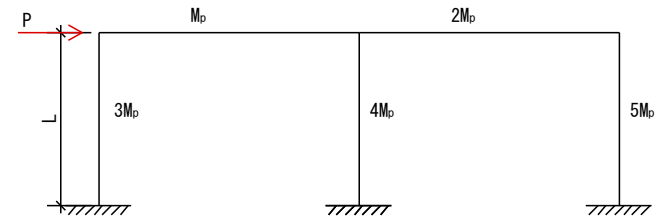
【過去問 90】 図のような梁 A、B、C の崩壊荷重が等しいとき、梁 A、B、C それぞれの全塑性モーメント M_p 、 M_p 、 M_p の大小関係として正しいものは次のうちどれか。(H7)



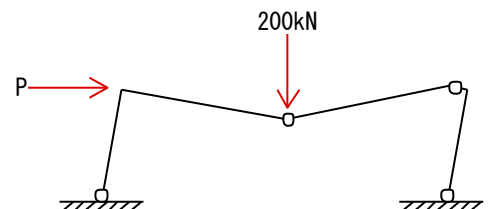
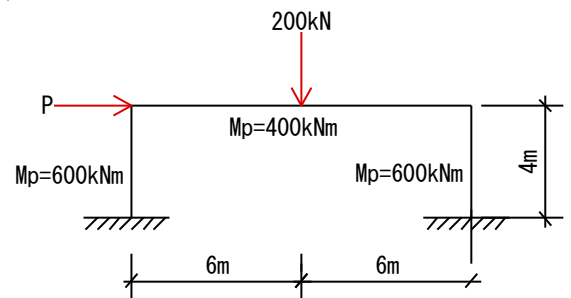
【過去問 91】 図のようなラーメンに作用する荷重 P を増大させたとき、ラーメンの崩壊荷重の値として正しいものは次のうちどれか。(H8)



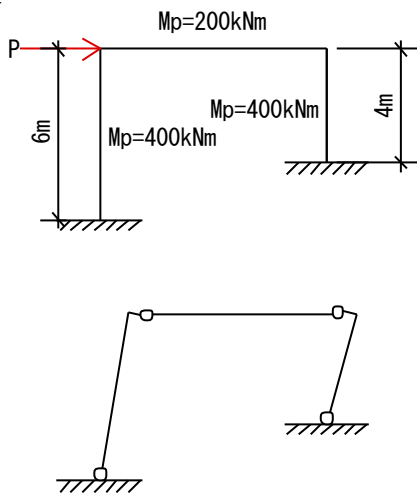
【過去問 92】 図 1 のような水平荷重 P を受けるラーメンにおいて、水平荷重 P を増大させた時、そのラーメンは図 2 のような崩壊機構を示した。ラーメンの崩壊荷重として、正しいものは次のうちどれか。(H10)



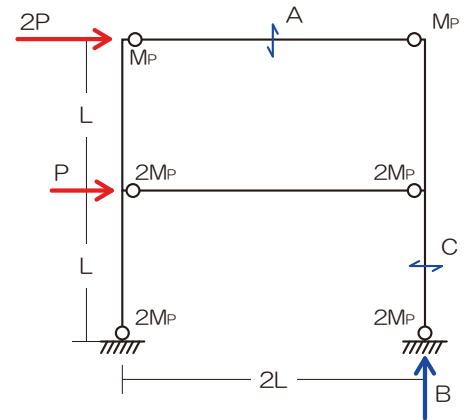
【過去問 93】 図 1 のような水平荷重 P を受けるラーメンにおいて、水平荷重 P を増大させた時、そのラーメンは図 2 のような崩壊機構を示した。ラーメンの崩壊荷重として、正しいものは次のうちどれか。(H12)



【過去問 94】 図 1 のような水平荷重 P を受けるラーメンにおいて、水平荷重 P を増大させた時、そのラーメンは図 2 のような崩壊機構を示した。ラーメンの崩壊荷重として、正しいものは次のうちどれか。(H14)

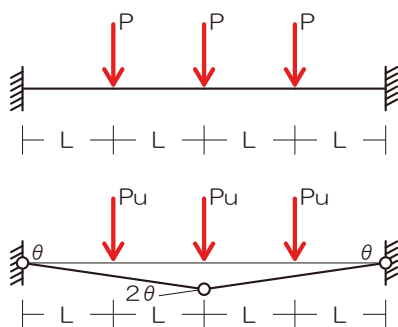


【過去問 96】 図は二層の骨組みに水平力 P および $2P$ が作用したときの崩壊メカニズムを示したものである。次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。ただし、梁の全塑性モーメントは M_p または $2M_p$ とし、1 階柱脚の全塑性モーメントは $2M_p$ とする。



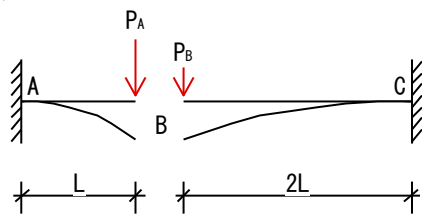
1. 梁のせん断力 A は、 M_p/L である
2. 支点反力 B は、 $3M_p/L$ である
3. 柱のせん断力 C は、 $3M_p/L$ である
4. 水平力 P は、 $4M_p/L$ である

【過去問 95】 図 1 のような水平荷重 P を受けるラーメンにおいて、水平荷重 P を増大させた時、そのラーメンは図 2 のような崩壊機構を示した。ラーメンの崩壊荷重として、正しいものは次のうちどれか。ただし、梁の全塑性モーメントを M_p とする (H18)



たわみ（たわみを用いて反力算定）

【過去問 69 解】 この問題も分解して考えます…。以下の図において注目する条件は 1) 荷重 P を P_A 、 P_B に分配（ $P = P_A + P_B$ ）、切断部分は元タピン（接合されていた）だったのでたわみは等しい（ $\delta_A = \delta_B$ ）。



上記のように分割したと仮定して両片持ち梁の材端部分のたわみをもとめる

$$\delta_A = \frac{P_A l^3}{3EI}$$

$$\delta_B = \frac{P_B (2l)^3}{3EI}$$

両たわみは等しいので

$$\delta_A = \delta_B$$

$$\frac{P_A l^3}{3EI} = \frac{P_B (2l)^3}{3EI}$$

$$P_A = 8P_B$$

上記荷重はそれぞれ片持ち梁の支点の鉛直反力に等しいので

$$P_A = 8P_B$$

$$V_A = 8V_B$$

$$V_A : V_B = 8 : 1$$

【過去問 70 解】 この問題も厄介ですね…。中央部分のピン支点を一旦無視してみます…。そのままだと分布荷重により中央部分がたわんでしまいますね。そこで！中央部分のピン支点復活！分布荷重のたわみを支点反力により抑える（逆に上方へたわませてキャンセル）。一回解いてしまえば簡単な問題なのですが、初めてみたらちょっと引くね…。

中央部分の支点を無視し、分布荷重によるたわみを求める

$$\delta_1 = \frac{5wl^4}{384EI}$$

上記たわみを支点Cの反力でキャンセルさせるために、支点Cの反力による上方へのたわみを求める

$$\delta_2 = \frac{V_C l^3}{48EI}$$

両たわみが等しくなれば中央部のたわみを抑えることができるので

$$\delta_A = \delta_B$$

$$\frac{5wl^4}{384EI} = \frac{V_C l^3}{48EI} \quad \text{式 (1)}$$

$$V_C = \frac{5}{8} wl$$

鉛直方向の力の釣り合いより

$$\sum y = -wl + V_A + V_B + V_C = 0$$

また、構造体は線対称なのでA、B点の反力は等しいので

$$-wl + V_A + V_A + V_C = 0$$

$$-wl + 2V_A + V_C = 0$$

上記に式 (1) を代入

$$-wl + 2V_A + \frac{5}{8} wl = 0$$

$$V_A = \frac{3}{16} wl = V_B$$

水平力の分配（頂部水平変位）

【過去問 71 解】 上下ともに固定支点である柱A、Cは「片持ち梁が2本より構成」、固定+ピンである柱Bに関しては「片持ち梁1本で構成」って想定して解いていきます。

各柱の頂部水平変位（たわみに相当）を求める

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI} \text{ より}$$

$$\delta_A = \frac{P_A l^3}{3EI} \times 2$$

$$\delta_B = \frac{P_B l^3}{3EI}$$

$$\delta_C = \frac{P_C (l/2)^3}{3EI} \times 2 = \frac{P_C l^3}{12EI}$$

三者は頂部を剛体の梁でさせているので $\delta_A = \delta_B = \delta_C$

$$\frac{P_A l^3}{3EI} \times 2 = \frac{P_B l^3}{3EI} = \frac{P_C l^3}{12EI}$$

$$P_A : P_B : P_C = 1 : 2 : 8$$

【過去問 72 解】 頂部が剛な梁で接合されていることより、両柱の水平変位は等しくなります。そこで、先ずは頂部水平変位が等しくなるように水平荷重を分配してみましょう。

柱 A、B のたわみはそれぞれ

$$\delta_A = \frac{P_A L^3}{3EI_A} = \frac{P_A L^3}{3E(D^4/12)} = \frac{4P_A L^3}{ED^4}$$

$$\delta_B = \frac{P_B L^3}{3EI_B} = \frac{P_B L^3}{3E((2D)^4/12)} = \frac{4P_B L^3}{16ED^4}$$

また、頂部のたわみは等しいので

$$\delta_A = \delta_B$$

$$\frac{4P_A L^3}{ED^4} = \frac{4P_B L^3}{16ED^4}$$

$$16P_A = P_B$$

次に底部の曲げモーメントはそれぞれ

$$\sigma_a = \frac{M_A}{Z_A} = \frac{P_A \times L}{D^3/6} = 6P_A \times \frac{L}{D^3}$$

$$\sigma_b = \frac{M_B}{Z_B} = \frac{P_B \times L}{(2D)^3/6} = \frac{6P_B}{8} \times \frac{L}{D^3}$$

したがって、曲げモーメントの比は

$$\sigma_a : \sigma_b = 6P_A \times \frac{L}{D^3} : \frac{6P_B}{8} \times \frac{L}{D^3} = P_A : \frac{P_B}{8}$$

$16P_A = P_B$ を代入すると

$$\sigma_a : \sigma_b = P_A : \frac{16P_A}{8} = 1 : 2$$

【過去問 73 解】 上下ともに固定支点である柱 A、B は以下の図のように「片持ち梁が 2 本より構成」って想定して解いていきます。

各柱の頂部水平変位（たわみに相当）を求める

柱 A のせん断力を Q_A 、柱 B を Q_B

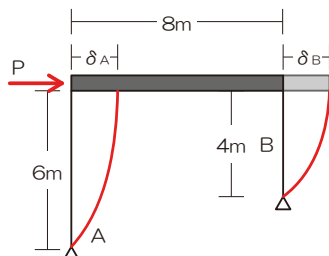
とする

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI} \text{ より}$$

柱 A の頂部水平変位は

$$\delta_A = \frac{Q_A \times 6^3}{3EI}$$

同様に柱 B の水平変位は



$$\delta_B = \frac{Q_B \times 4^3}{3EI}$$

また、両者は等しいので

$$\delta_A = \delta_B$$

$$\frac{Q_A \times 6^3}{3EI} = \frac{Q_B \times 4^3}{3EI}$$

$$27Q_A = 8Q_B$$

したがって

$$Q_A : Q_B = 8 : 27$$

【過去問 74 解】 A の柱は固定+固定：固定+ピン、B の柱は固定+固定同士ですが長さが違う…、C の柱は両者共通なので仲良く半分ずつ分担します。

柱 A の分担比（せん断力比）を求める（ただし右の柱を A' とする）

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI} \times 2 \text{ より}$$

$$\delta_A = \frac{Q_A (h/2)^3}{3EI} \times 2$$

$$\delta_{A'} = \frac{Q_{A'} (h)^3}{3EI}$$

頂部の水平変位は等しいので

$$\delta_A = \delta_{A'}$$

$$\frac{Q_A (h/2)^3}{3EI} \times 2 = \frac{Q_{A'} (h)^3}{3EI}$$

$$\frac{Q_A}{4} = Q_{A'}$$

⇒左の柱（A）は右の柱の 4 倍受け持ちますよ、って意味ですね

続いて柱 B

$$\delta_B = \frac{Q_B (h/2)^3}{3EI} \times 2$$

$$\delta_{B'} = \frac{Q_{B'} (h)^3}{3EI} \times 2$$

$$\delta_B = \delta_{B'}$$

$$\frac{Q_B (h/2)^3}{3EI} \times 2 = \frac{Q_{B'} (h)^3}{3EI} \times 2$$

$$\frac{Q_B}{8} = Q_{B'}$$

⇒左の柱は右の柱の 8 倍受け持ちます

C の柱は両柱仲良く半分ずつ

したがって、 $Q_B > Q_A > Q_C$

M図より応力算定

【過去問 75 解】 一つずつ潰して行くしかないですね…。柱の軸方向力は対象とする柱よりも上方の梁のせん断力に相当しますね。また、支点の反力は柱の軸方向力の合計になります。

梁のせん断力 A は

$$Q_A = \frac{10 + 10}{8} = 2.5kN$$

梁のせん断力 B は

$$Q_B = \frac{8 + 12 + 8 + 12}{8} = 5kN$$

柱のせん断力 C は

$$Q_C = \frac{12 + 16}{4} = 7kN$$

柱の軸方向力 D は

$$N_D = 2.5 + 5 = 7.5kN$$

支点の反力 E は

$$V_E = 2.5 + 5 + \frac{16 + 16}{8} = 11.5kN$$

【過去問 76 解】 この問題も一つずつ潰して行くしかないですね…。

梁のせん断力 A は

$$Q_A = \frac{140 + 140}{8} = 35kN$$

梁のせん断力 B は

$$Q_B = \frac{100 + 150 + 100 + 150}{8} = 62.5kN$$

柱の軸方向力 C は

$$N_C = 35 + 62.5 = 97.5kN$$

支点の反力 D は

$$V_D = 97.5 + \frac{170 + 170}{8} = 140kN$$

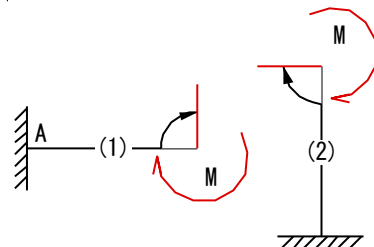
水平荷重 E は

$$P_E = 2 \times \frac{150 + 170}{4} - 2 \times \frac{140 + 100}{4} = 40kN$$

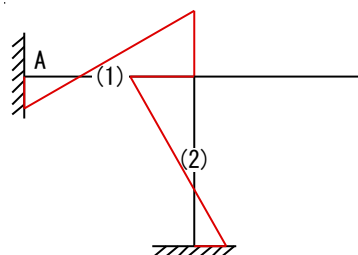
固定モーメント法

【過去問 77 解】 この問題ややコシイ…。

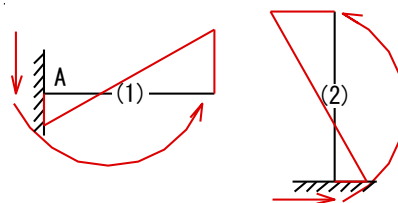
- 1) 部材(1)と部材(2)は等しいのでモーメントを等分割、部材(3)は片持ち梁なのでモーメントの負担は無し
- 2) M図をどちらに? クルクル回って立ち上がる方へ書きましょう。



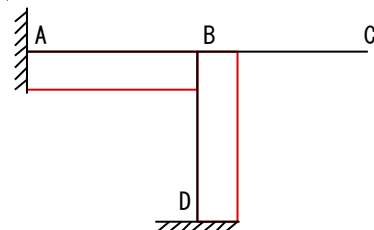
- 3) 材端の半分のモーメントが他端へ到達 (以下にM図を示す)



- 4) 次はQ図、モーメントって元々は材に直行する荷重なので、クルドンの法則より



- 5) まとめて (以下にQ図を示す)



講義でちゃんと (…) 説明しますよー。

【過去問 78 解】 消去法で…

1. 3. は固定支点へ半分おすぞ分けの法則が成立していないので不適
2. と 4. は梁の曲げモーメントが異なります
問題より沈み込んだ支点は A 支点のみであることから、荷重は集中荷重であることが予想できる
M 図が曲線になるのは分布荷重の場合のみなので 4. は不適
ゆえに、正解は 3. !

層間変形

【過去問 79 解】 各層ごとの層間変形を求め、最終的に合算する方向で…。また、各層への水平荷重ですが「対象階以上の水平荷重の全て」が作用するので注意ね!

骨組みAの3階部分の水平変位は $\delta_{A3} = \frac{3P}{2K}$

骨組みAの2階部分の水平変位は $\delta_{A2} = \frac{3P+2P}{2K} = \frac{5P}{2K}$

骨組みAの1階部分の水平変位は $\delta_{A1} = \frac{3P+2P+P}{4K} = \frac{3P}{2K}$

したがって、上記各層の水平変位を合算すると

$$\delta_A = \frac{3P}{2K} + \frac{5P}{2K} + \frac{3P}{2K} = \frac{11P}{2K}$$

同様に骨組みBでは

$$\delta_B = \frac{5P}{2K} + \frac{5P}{2K} + \frac{5P}{4K} = \frac{25P}{4K}$$

同様に骨組みCでは

$$\delta_C = \frac{2P}{2K} + \frac{4P}{2K} + \frac{6P}{4K} = \frac{18P}{4K}$$

したがって、

$$\delta_B > \delta_A > \delta_C$$

【過去問 80 解】 上の問題と同じですね。注意点は「各層への水平荷重は対象階以上の水平荷重の全て」が作用する、ってことのみ。順番に各層の層間変形を求めていきましょう。

1 層部分の水平変位は

$$\delta_1 = \frac{3P+2P+P}{K_1} = \frac{6P}{K_1}$$

2 層部分の水平変位は

$$\delta_2 = \frac{3P+2P}{K_2} = \frac{5P}{K_2}$$

3 層部分の水平変位は

$$\delta_3 = \frac{3P}{K_3} = \frac{3P}{K_3}$$

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 \text{ より}$$

$$\frac{6P}{K_1} = \frac{5P}{K_2} = \frac{3P}{K_3}$$

↑全ての値をPにするためには $K_1 = 6, K_2 = 5, K_3 = 3$

したがって

$$K_1 : K_2 : K_3 = 6 : 5 : 3$$

【過去問 81 解】 以下同文（笑）!

1 層部分の水平変位は

$$\delta_1 = \frac{2P+P}{2K} = \frac{3P}{2K}$$

2 層部分の水平変位は

$$\delta_2 = \frac{2P}{K}$$

したがって

$$\delta_1 : \delta_2 = \frac{3P}{2K} : \frac{2P}{K}$$

$$\delta_1 : \delta_2 = \frac{3}{2} : 2$$

$$\delta_1 : \delta_2 = 3 : 4$$

【過去問 82 解】 これも!

「3 階床レベル」の「1 階床レベル」に対する水平変位は 1 階部分の層間変位と 2 階部分の層間変位の和であるから

$$\delta_A = \frac{10P}{3K} + \frac{10P}{2K} = \frac{50P}{6K}$$

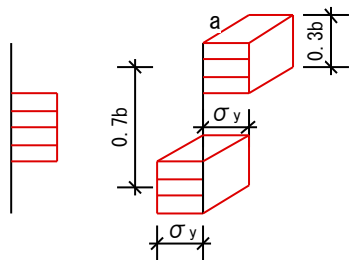
$$\delta_B = \frac{12P}{2K} + \frac{8P}{2K} = \frac{20P}{2K} = \frac{60P}{6K}$$

$$\delta_C = \frac{12P}{3K} + \frac{9P}{2K} = \frac{51P}{6K}$$

$$\therefore \delta_B > \delta_C > \delta_A$$

全塑性モーメント

【過去問 83 解】 ブロック解法ですね。まずは曲げモーメントによる垂直応力度と軸方向力による垂直応力度に分解。全塑性モーメントは曲げモーメントのブロックの体積×中心間距離です。正確にブロックを書いてしまえば楽勝では…？



左がNによるブロック、右がM

$$M_p = (\sigma_y \times a \times 0.3b) \times 0.7b$$

$$M_p = 0.21ab^2 \sigma_y$$

【過去問 84 解】 ブロックは正確に！横着したらダメですよ！

応力度の分布は右図のようになるので

全塑性時の曲げモーメントは

$$M_p = (\sigma_y \times B \times B) \times 3B$$

$$M_p = 3B^3 \sigma_y$$

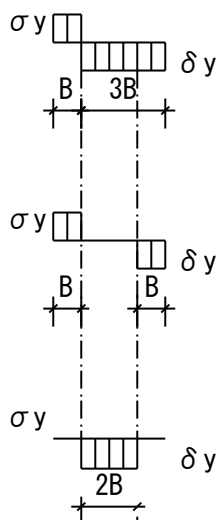
また、底部の曲げモーメントは

$$M = Q \times L$$

$$M_p = M$$

$$3B^3 \sigma_y = QL$$

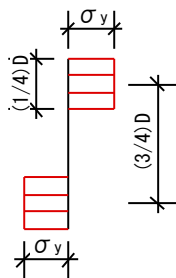
$$\therefore Q = \frac{3B^3 \sigma_y}{L}$$



【過去問 85 解】 ブロックは正確に！

$$M_p = (\sigma_y \times B \times \frac{B}{4}) \times \frac{3B}{4}$$

$$M_p = \frac{3B^3 \sigma_y}{16}$$



【過去問 86 解】 順番に！冷静に！！

梁 A について、 M_{yA} を求める

$$\sigma_y = \frac{M_{yA}}{Z_A}$$

$$M_{yA} = \sigma_y \times Z_A$$

$$\left(Z_A = \frac{3a \times 4a \times 4a}{6} \right)$$

$$M_{yA} = \sigma_y \times \frac{3a \times 4a \times 4a}{6}$$

$$M_{yA} = 8a^3 \sigma_y$$

次に M_{pA} をブロック解法にて求める

$$M_{pA} = (2a \times 3a \times \sigma_y) \times 2a$$

$$M_{pA} = 12a^3 \sigma_y$$

したがって

$$\alpha_A = \frac{M_{pA}}{M_{yA}}$$

$$\alpha_A = \frac{12a^3 \sigma_y}{8a^3 \sigma_y}$$

$$\alpha_A = \frac{3}{2}$$

次に梁 B について、 M_{yB} を求める

$$\sigma_y = \frac{M_{yB}}{Z_B}$$

$$M_{yB} = \sigma_y \times Z_B$$

$$\left(Z_B = \frac{I_B}{2a} \right)$$

$$Z_B = \left(\frac{3a \times 4a \times 4a \times 4a}{12} - \frac{a \times 2a \times 2a \times 2a}{12} \times 2 \right) \div 2a$$

$$Z_B = \frac{22a^3}{3}$$

$$M_{yB} = \frac{22a^3 \sigma_y}{3}$$

次に M_{pB} をブロック解法にて求める

$$M_{pB} = (3a \times a \times \sigma_y) \times 3a + (a \times a \times \sigma_y) \times a$$

$$M_{pB} = 10a^3 \sigma_y$$

したがって

$$\alpha_B = \frac{M_{pB}}{M_{yB}}$$

$$\alpha_B = \frac{10a^3 \sigma_y}{1} \times \frac{3}{22a^3 \sigma_y}$$

$$\alpha_B = \frac{30}{22}$$

ゆえに

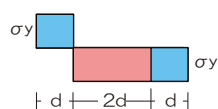
$$\alpha_A > \alpha_B > 1$$

【過去問 87 解】 ややこしい断面ですが、ブロック解放の定理は絶対です

軸方向力のブロックは右図赤部分

$$P = 2d \times d \times \sigma_y$$

$$P = 2d^2 \sigma_y$$



全塑性モーメントは青部分

$$M_p = (d \times 4d \times \sigma_y) \times 3d$$

また、モーメントは荷重 Q により生じるので

$$M = Q \times L$$

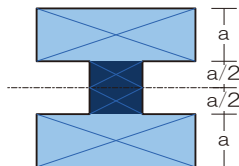
ゆえに

$$Q \times L = (d \times 4d \times \sigma_y) \times 3d$$

$$Q = \frac{12d^3 \sigma_y}{L}$$

【過去問 88 解】 補助線等をしっかり記入しておきましょう

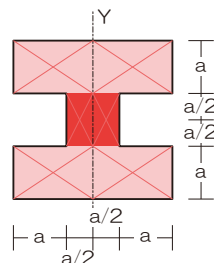
M_{yX} を求める



$$M_{yX} = (a \times 3a \times \sigma_y) \times 2a + \left(\frac{a}{2} \times a \times \sigma_y \right) \times \frac{a}{2}$$

$$M_{yX} = \frac{25a^3 \sigma_y}{4}$$

M_{yY} を求める



$$M_{yY} = \left(\frac{3a}{2} \times a \times \sigma_y \right) \times \frac{3a}{2} \times 2 + \left(\frac{a}{2} \times a \times \sigma_y \right) \times \frac{a}{2}$$

$$M_{yY} = \frac{19a^3 \sigma_y}{4}$$

両者の比は

$$M_{yX} : M_{yY} = \frac{25a^3 \sigma_y}{4} : \frac{19a^3 \sigma_y}{4}$$

$$M_{yX} : M_{yY} = 25 : 19$$

崩壊荷重

【過去問 89 解】 仕事量保存の法則です。「外力のなす仕事（荷重 × 移動距離）」＝「内力のなす仕事（全塑性モーメント × ヒンジ回転角）」ですね。内力は全てのヒンジ点の合計ですよー！見落としの無いように注意です！あつ、移動距離は微小角タンジェントの法則を用いましょう（角度 × 材長）。

外力のなす仕事を求める

$$\sum P\delta = P_u \times (\theta \times 2L)$$

内力のなす仕事を求める（ヒンジが柱・梁のどちらに生じているか注意すること。また、右側の柱はピン支点なので内力には含まれません）

$$\sum M\theta = 3M_p \times \theta + 2M_p \times \theta + M_p \times 2\theta$$

$$\sum M\theta = 7M_p \times \theta$$

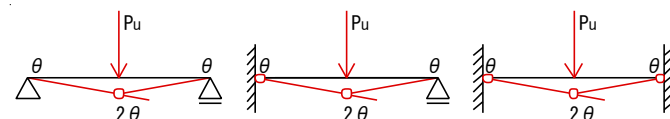
したがって

$$\sum P\delta = \sum M\theta$$

$$2P_u L \theta = 7M_p \theta$$

$$P_u = \frac{7M_p}{2L}$$

【過去問 90 解】 崩壊後の図がないので、崩壊の様子を予想する必要がありますね…。以下になります。赤丸が崩壊ヒンジですよー。



外力のなす仕事を求める（全て同じ）

$$\sum P\delta = P_u \times \left(\theta \times \frac{L}{2} \right) = \frac{P_u \theta L}{2}$$

内力のなす仕事を求める

$$\sum M\theta_A = M_p \times 2\theta = 2M_p \theta$$

$$\sum M\theta_B = M_p \times \theta + M_p \times 2\theta = 3M_p \theta$$

$$\sum M\theta_C = M_p \times \theta + M_p \times 2\theta + M_p \times \theta = 4M_p \theta$$

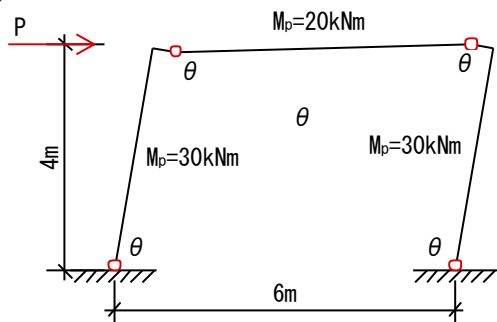
崩壊荷重が等しいことから

$$\sum M\theta_A = \sum M\theta_B = \sum M\theta_C$$

$$2M_p \theta = 3M_p \theta = 4M_p \theta$$

$$M_p \theta > M_p \theta > M_p \theta$$

【過去問 91 解】 これも崩壊後の図がないですね…。予想しましよ
う。柱・梁の接合部では全塑性モーメントの小さいほうが崩壊します
よ。



外力のなす仕事を求める

$$\sum P\delta = P_u \times (\theta \times 4) = 4P_u\theta$$

内力のなす仕事を求める

$$\sum M\theta = 30 \times \theta + 20 \times \theta + 20 \times \theta + 30 \times \theta = 100\theta$$

したがって

$$\sum P\delta = \sum M\theta$$

$$4P_u\theta = 100\theta$$

$$P_u = 25$$

【過去問 92 解】 これは崩壊の図があるので楽ですね♪

外力のなす仕事を求める

$$\sum P\delta = P_u \times (\theta \times L) = P_u L\theta$$

内力のなす仕事を求める

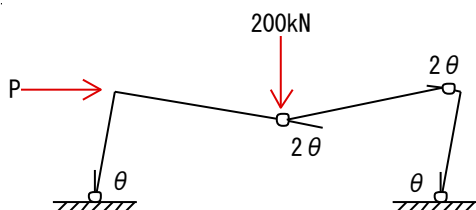
$$\sum M\theta = 3M_p \times \theta + M_p \times \theta \times 2 + 4M_p \times \theta + 2M_p \times \theta \times 2 + 5M_p \times \theta = 18M_p\theta$$

したがって

$$P_u L\theta = 18M_p\theta$$

$$P_u = \frac{18M_p}{L}$$

【過去問 93 解】 これは崩壊後の図中の角度表記がないですね。正
確に書くとそれぞれの角度が分かるのですが…。如何でしょうか？ま
た、今回の問題では外力の仕事が鉛直・水平の 2 方向になるので注意！



外力のなす仕事を求める

$$\sum P\delta = P_u \times (\theta \times 4) + 200 \times (\theta \times 6) = 4P_u\theta + 1200\theta$$

内力のなす仕事を求める

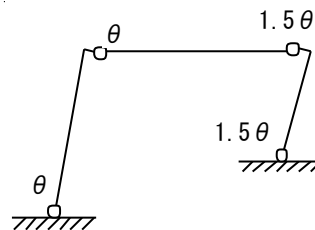
$$\sum M\theta = 600 \times \theta + 400 \times 2\theta + 400 \times 2\theta + 600 \times \theta = 2800\theta$$

したがって

$$4P_u\theta + 1200\theta = 2800\theta$$

$$P_u = 400$$

【過去問 94 解】 これも崩壊角の予想からですね…。



外力のなす仕事を求める

$$\sum P\delta = P_u \times (\theta \times 6) = 6P_u\theta$$

内力のなす仕事を求める

$$\sum M\theta = 400 \times \theta + 200 \times \theta + 200 \times 1.5\theta + 400 \times 1.5\theta = 1500\theta$$

したがって

$$6P_u\theta = 1500\theta$$

$$P_u = 250$$

【過去問 95 解】 荷重が複数ある場合は、それぞれがオンゴトをす
るので留意です。

外力のなす仕事を求める

$$\sum P\delta = P_u \times \theta \times L + P_u \times \theta \times 2L + P_u \times \theta L$$

$$\sum P\delta = 4P_u\theta L$$

内力のなす仕事を求める

$$\sum M\theta = M_p \times \theta + M_p \times 2\theta + M_p \times \theta$$

$$\sum M\theta = 4M_p\theta$$

両者は等しいので

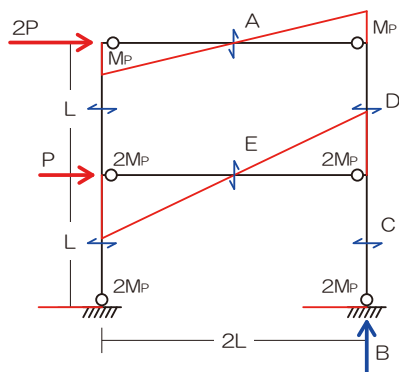
$$4P_u\theta L = 4M_p\theta$$

$$P_u = \frac{M_p}{L}$$

【過去問 96 解】 この問題はちょっと厄介です…。崩壊なんて言っ

ておきながら解法 16 不静定の応力の知識を用います

まずは、図に示された全塑性モーメントをもとに応力図を示す



材両端の曲げモーメントと材長より各部材のせん断力を求める

せん断力 A は

$$Q_A = \frac{M_P + M_P}{2L} = \frac{M_P}{L} \Rightarrow 1. \text{ 適}$$

せん断力 E は

$$Q_E = \frac{2M_P + 2M_P}{2L} = \frac{2M_P}{L}$$

両せん断力より反力 B は

$$V_B = \frac{M_P}{L} + \frac{2M_P}{L} = \frac{3M_P}{L} \Rightarrow 2. \text{ 適}$$

また、崩壊荷重の仕事と塑性ヒンジの仕事の保存則より

$$\sum P_u \theta = 2P \times 2L\theta + P \times L\theta = 5PL\theta$$

$$\sum M_p \theta = M_p \times \theta \times 2 + 2M_p \times \theta \times 4 = 10M_p \theta$$

両者は等しいので

$$5PL\theta = 10M_p\theta$$

$$P = \frac{2M_P}{L} \Rightarrow 4. \text{ 不適}$$

P に上記の値を代入し、せん断力 C を求める

$$Q_c \times 2 = 2P + P$$

$$Q_C \times 2 = \frac{6M_P}{L} \Rightarrow 3. \text{ 適}$$

$$Q_C = \frac{3M_P}{L}$$