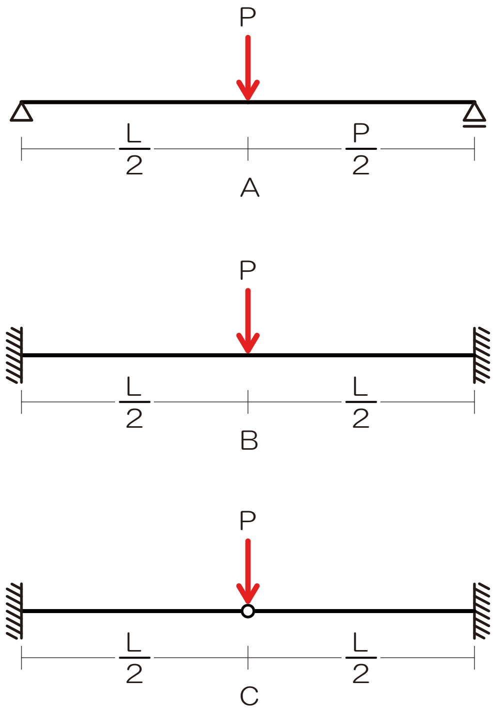
『解法 14』不静定構造の反力　@本講座サブテキ P46

【過去問 53】図のような梁 A・B・C にそれぞれ荷重 P が作用している場合、はり A・B・C に生じる最大曲げモーメント、および荷重点のたわみを求めよ。【H15（改)】

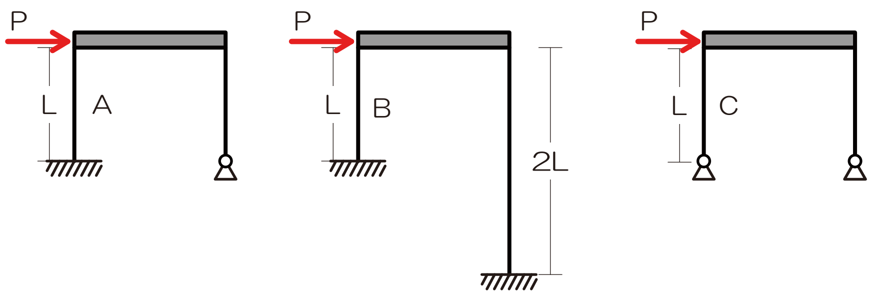


解答：$M_A = PL/4$、$M_B = PL/8$、$M_A = PL/4$、$\delta_A = PL^3/48EI$、$\delta_B = PL^3/192EI$、$\delta_C = PL^3/48EI$

注：上記問題は、反力を求めない限り応力・たわみともに求められないことから「解法 14　不静定構造の反力」に分類しました

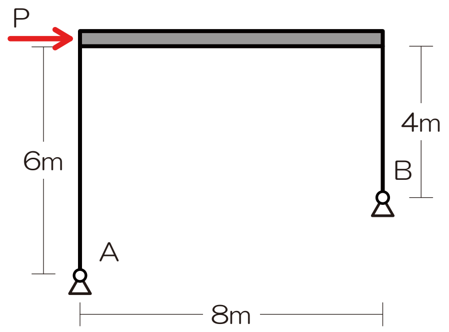
『解法 15』水平荷重分配　@本講座サブテキ P46

【過去問 54】図のようなラーメンに水平力 P が作用する場合、柱 A・B・C に生じるせん断力をそれぞれ Q_A・Q_B・Q_C としたとき、それらの大小関係を求めよ。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】



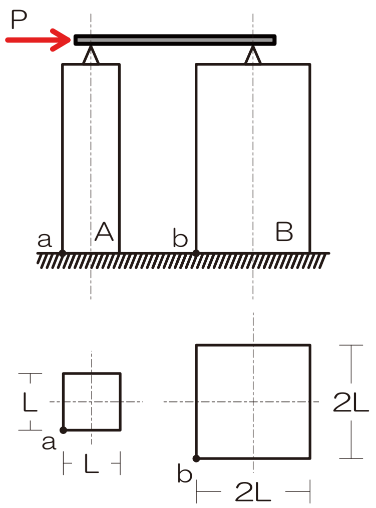
解答：$Q_B > Q_A > Q_C$

【過去問 55】図のようなラーメンに水平力 P が作用する場合、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）を求めよ。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内にあるものとする。【H15】



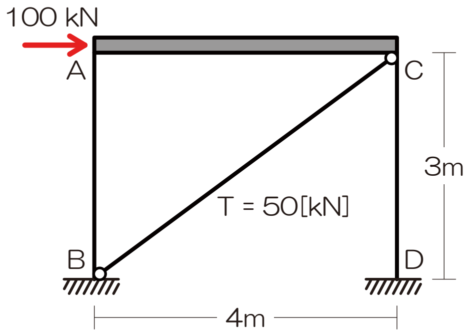
解答：Q_A：Q_B=8：27

【過去問 56】図のように柱脚を固定した 2 本の柱 A・B があり、それらの柱脚の図心は、ピン接合した剛な棒で連結している。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度 σ_A、σ_B の比を求めよ。ただし、柱 A・B はヤング係数が等しく、応力は弾性範囲内にあるものとし、剛な棒の厚さとピンの高さは無視するものとする。【H12】



解答：σ_A：σ_B=1：2

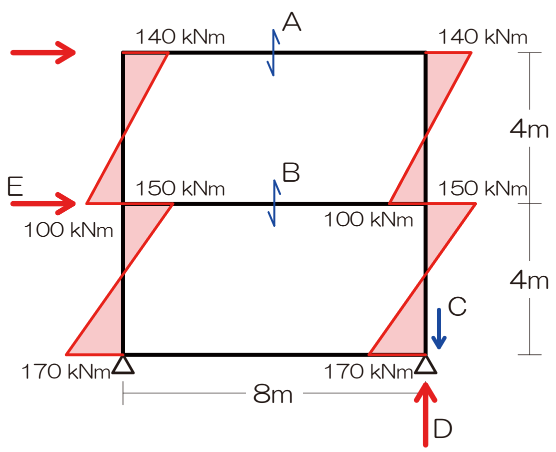
【過去問 57】図のような骨組に水平荷重 100[kN]が作用したとき、部材 BC の引張力 T は 50[kN]であった。このとき、柱 AB の A 点における曲げモーメントの絶対値を求めよ。ただし、梁は剛体とし、柱 AB および CD は等質等断面で伸縮はないものとする。【H20】



解答：45[kNm]

注：上記問題は本来合成ラーメンに分類したいのですが…「水平荷重分配」「不静定の応力」の知識を用いるのでこちらで掲載

【過去問 58】図は、ある二層構造物の各階に水平荷重が作用したときのラーメンの応力の内、柱の曲げモーメントを示したものである。このとき、図中の A~E のそれぞれの値として、誤っているものは次のうちどれか。【H12】

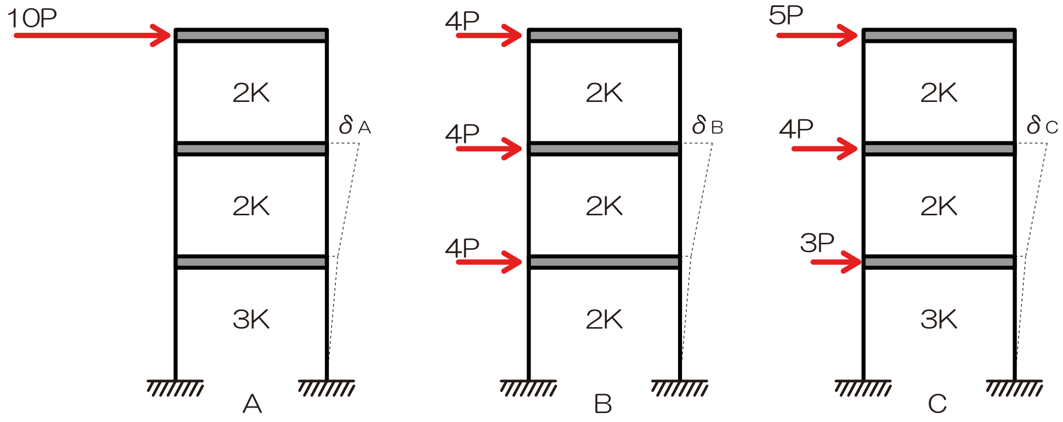


1．　梁のせん断力 A は、35[kN]
2．　梁のせん断力重 B は、62.5 [kN]
3．　柱の軸方向 C は、97.5[kN]
4．　支点の反力 D は、140[kN]
5．　2 階床レベルの水平荷重 E は、160 [kN]

解答：5.

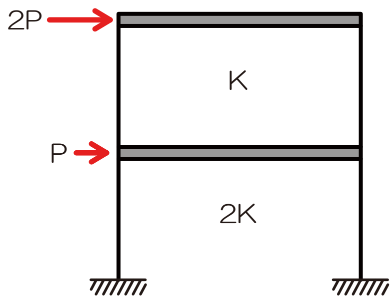
『解法 18』層間変形　@本講座サブテキ P46

【過去問 59】図のような水平力が作用する 3 階建の建築物 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」に対する水平変位を δ_A・δ_B・δ_C とした場合、それらの大小関係を求めよ。ただし、各建築物に作用する水平力および各階の水平剛性は、図中に示すとおりであり、また、梁は剛体とし、柱の伸縮はないものとする。【H13】



解答：$\delta_B > \delta_C > \delta_A$

【過去問 60】図のような水平力が作用する二層構造物（一層水平剛性 2K、二層水平剛性 K）において、一層の層間変位 δ_1 と二層の層間変位 δ_2 との比を求めよ。ただし、梁は剛とし、柱の伸縮はないものとする。【H11】



解答：$\delta_1 : \delta_1 = 3 : 4$

『解法 19』全塑性モーメント　@本講座サブテキ P46

【過去問 61】図-1 のような底部で固定された矩形断面材の頂部の図心 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 のような全塑性状態に達している場合の P と Q を求めよ。ただし、矩形断面材は等質等断面とし、降伏応力度は σ_y とする。【H24】

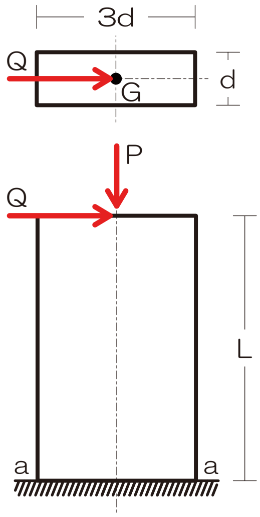


図 - 1

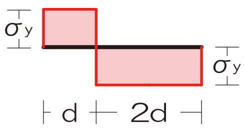
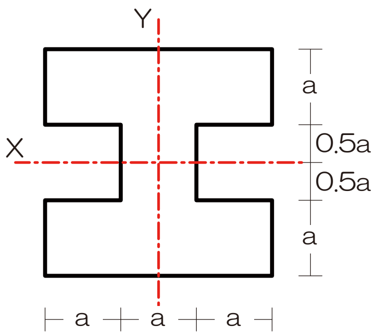


図 - 2

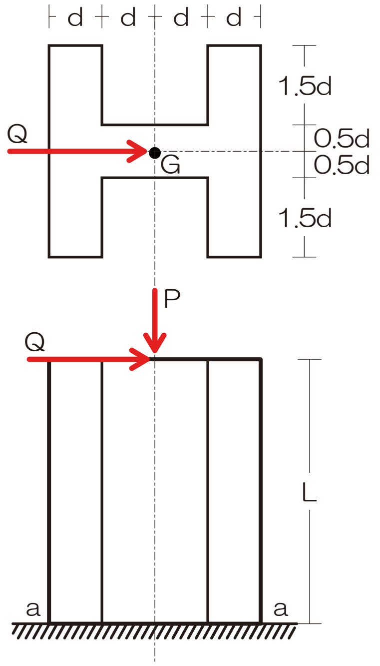
解答：$P = d^2\sigma_y$、$Q = 2d^3\sigma_y/L$

【過去問 62】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} との比を求めよ。ただし、断面に作用する軸力は 0 とする。【H23】

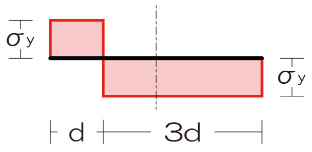


解答：M_{PX}：M_{PY} ＝25：19

【過去問 63】図-1 のような底部で固定された H 型断面材の頂部の図心 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 のような全塑性状態に達している場合の P と Q を求めよ。ただし、H 型断面材は等質等断面とし、降伏応力度はσ_yとする。【H22】



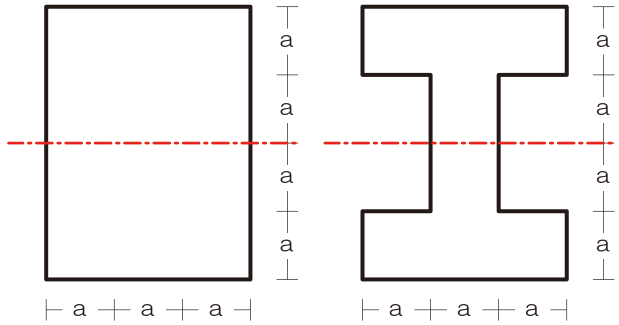
図－1

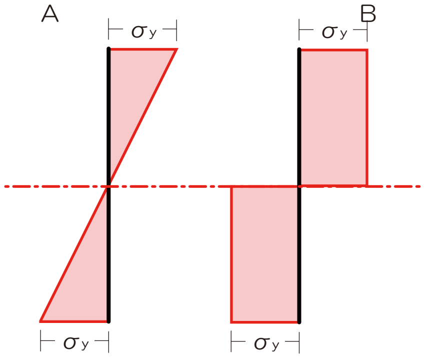


図－2

解答：$P = 2d^2\sigma_y$、$Q = 12d^3\sigma_y/L$

【過去問 64】図-1 のような断面で同一部材からなる梁 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、断面内の応力度分布が図-2 に示す状態にある。梁 A および B における M_y と M_p の比 $\alpha = M_p / M_y$ をそれぞれ α_A、α_B とするとき、それらならびに 1 を含めた大小関係（例えば $1 > \alpha_A > \alpha_B$ 等）を示せ。ただし、降伏応力度はσ_yとする。【H21】

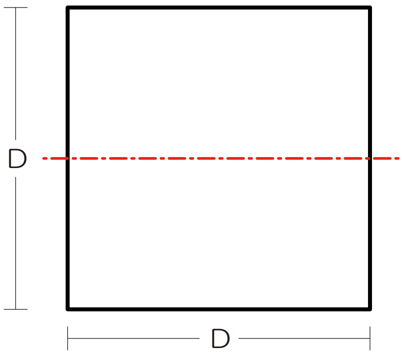


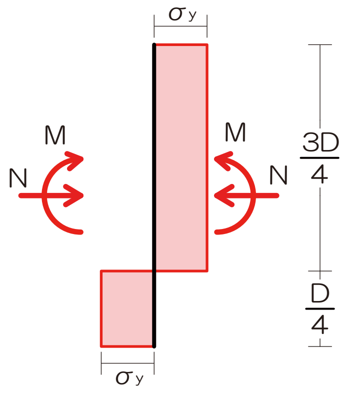


図－2

解答：$\alpha_A > \alpha_B > 1$

【過去問 65】図-1 のような等質で一辺の長さ D の正方形断面において、垂直応力度分布が図-2 に示す全塑性状態にある場合、断面の図心に作用する軸方向力 N と曲げモーメント M をそれぞれ求めよ。ただし、降伏応力度をσ_yとする。【H13】

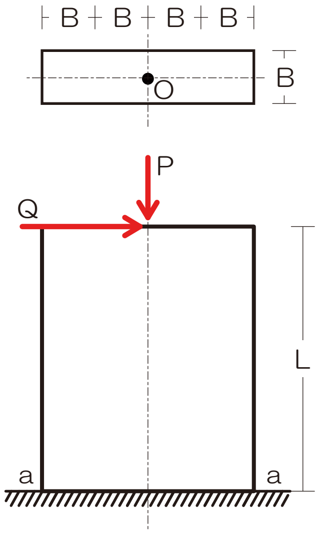




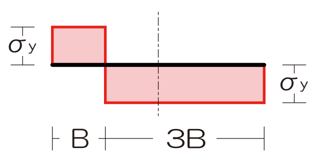
図－2

解答：N ＝ (1/2)D $^2\sigma_y$、Q ＝ (3/16)D$^3\sigma_y$

【過去問 66】図-1 のような底部で固定された矩形断面材の頂部の図心 O に鉛直荷重 $P=2d^{B}\sigma_y$（σ_y：降伏応力度）および水平荷重 Q が作用している。Q が増大し、底部 a-a 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 の値を求めよ。ただし、矩形断面材は等質等断面で、自重はないものとする。【H11】



図－1

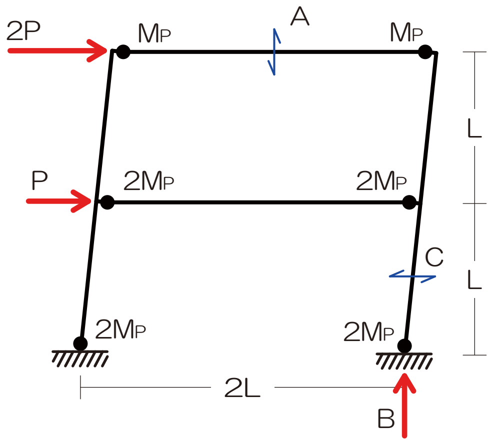


図－2

解答： Q ＝ 3B$^3\sigma_y$/L

『解法 20』崩壊荷重　@本講座サブテキ P46

【過去問 67】図は二層の骨組に水平力 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 階柱の全塑性モーメントは $2M_p$ とする。【H23】

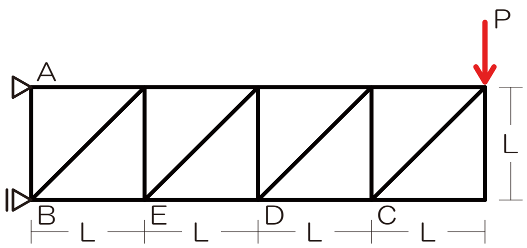


1． 梁のせん断力 A は、M_p/L である
2． 支点の反力 B は、$3M_p/L$ である
3． 柱のせん断力 C は、$3M_p/L$ である
4． 水平力 P は、$4M_p/L$ である

解答：4.

注：過去問 67 は「解法 16　不静定構造の応力」に相当する問題ですが、問題文中に「崩壊」なんて書いてあるのでこちらに分類してみました、全塑性モーメントの値はそのままその点の曲げモーメントとして計算を進めて下さい

【過去問 68】静定トラスは一部材が降伏すると塑性崩壊する。図のような先端集中荷重 P を受けるトラスの塑性崩壊荷重を求めよ。ただし、各部材は断面積を A、材料の降伏応力度を σ_y とし、断面二次モーメントは十分に大きく、座屈は考慮しないものとする。【H22】



解答：$A\sigma_y$ /4

注：こちらの問題も実はただの応力度の問題だったりします…

【過去問 69】図-1 のようなラーメンに作用する水平荷重 P を増大させたとき、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 P_u を求めよ。ただし、柱・梁の全塑性モーメントはそれぞれ $3M_p$、$2M_p$ とする。【H20】

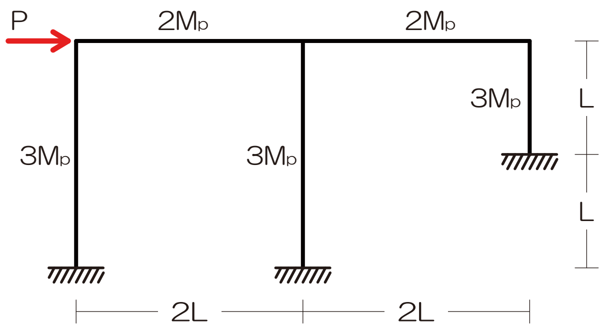


図 - 1

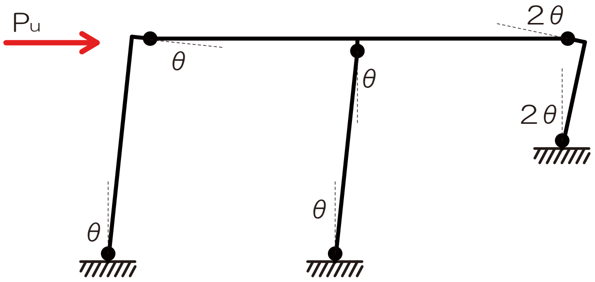


図 - 2

解答：$21M_p/(2L)$

【過去問 70】図-1 のような荷重を受ける梁において、荷重 P を増大させたとき、その梁は図-2 のような崩壊メカニズムを示した。梁の崩壊荷重 P_u を求めよ。ただし、梁の全塑性モーメントを M_p とする。【H18】

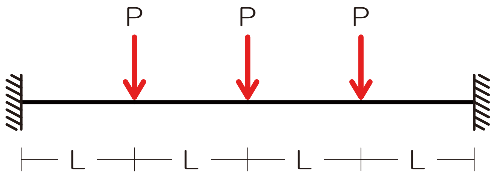


図 - 1

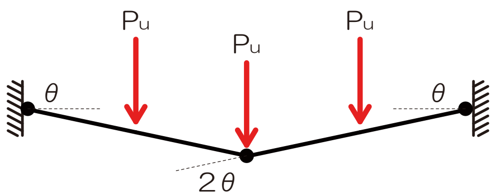


図 - 2

解答： M_p/L

【過去問 71】図-1 のようなラーメンに作用する水平荷重 P を増大させたとき、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 P_u を求めよ。ただし、柱・梁の全塑性モーメント M_p の値はそれぞれ 400[kNm]、200[kNm]とし、部材に作用する軸力およびせん断力による部材の曲げ耐力の低下は無視するものとする。【H14】

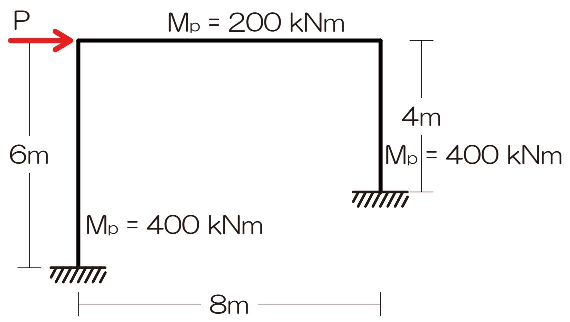


図 - 1

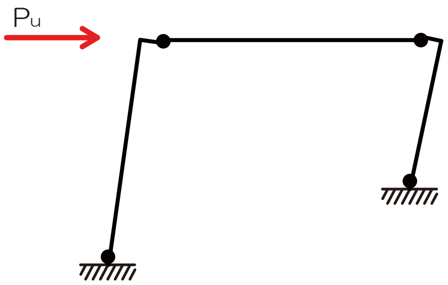


図 - 2

解答：250[kN]

【過去問 72】図-1 のような鉛直荷重 200[kN]、水平荷重 P を受けるラーメンにおいて、水平荷重 P を増大させたとき、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 P_u を求めよ。ただし、柱・梁の全塑性モーメント M_p の値はそれぞれ 600[kNm]、400[kNm]とし、部材に作用する軸力およびせん断力による部材の曲げ耐力の低下は無視するものとする。【H12】

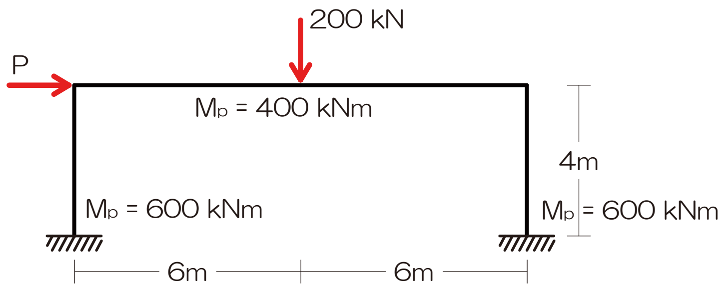


図 - 1

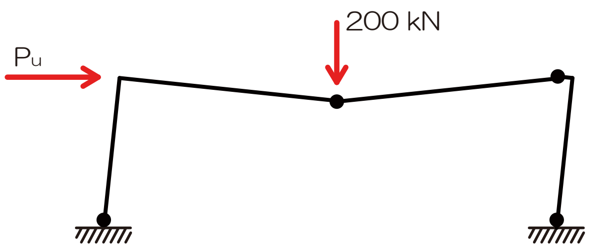


図 - 2

解答：400[kN]

【【解答】】

【過去問 53】

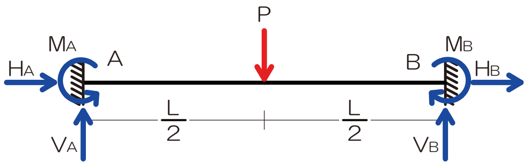
多くの教材では「公式ですよ、笑」で済ませてしまうのですが、それも気持ち悪いのでちゃんと各値を求めてみますね

紙面構成の都合上、梁Ｂから解いてみます

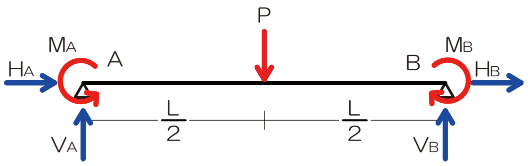
※　梁Ｂについて

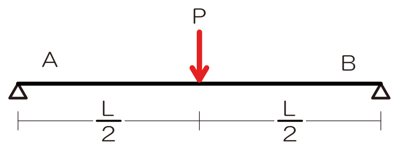
⇒　反力を求めないとどうにもならないので…

⇒　反力を図示



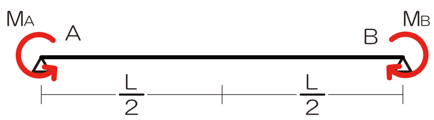
⇒　反力の内、モーメント反力を荷重とみなす（固定支点→ピン支点へ）





⇒　荷重ＰによるＡ点のたわみ角は、公式より

$$\theta_A = \frac{PL^2}{16EI}$$



⇒　M_A、M_B（元反力）により生じるＡ点のたわみ角は

$$\theta_A = \frac{M_A L}{3EI} + \frac{M_B L}{6EI}$$

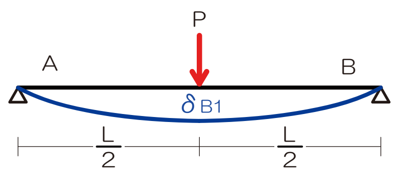
⇒　Ａ支点は元々は固定支点であったことより、荷重Ｐと荷重 M_A、M_B（元反力）により生じる Ａ 点のたわみ角は０となる筈（また、線対称なので「M_A=M_B」ね）

$$\frac{PL^2}{16EI} = \frac{M_A L}{3EI} + \frac{M_A L}{6EI}$$

$$M_A = \frac{PL}{8}$$

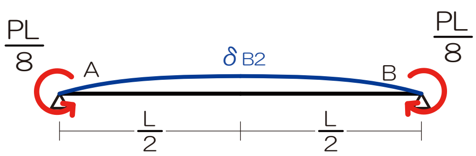
⇒　最大の曲げモーメントはそのままＡ支点のＭ反力

$$M_{\max} = \frac{PL}{8}$$



⇒　中央部のたわみは、荷重Ｐ反力Ｍによるたわみの計

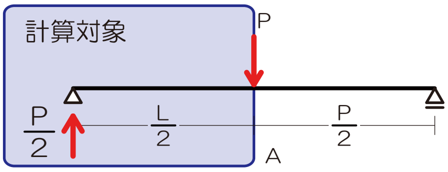
$$\delta_{B1} = \frac{PL^3}{48EI}、\quad \delta_{B2} = \frac{PL}{8} \times \frac{L^2}{16EI} \times 2$$



$$\delta_B = \frac{PL^3}{48EI} - \frac{PL}{8} \times \frac{L^2}{16EI} \times 2$$

$$\delta_B = \frac{PL^3}{192EI}$$

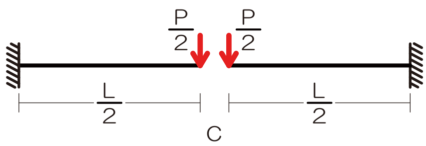
【過去問 53】続き

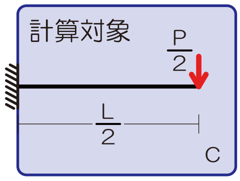


※　梁 A について

⇒　左の図より $M_A = +\frac{P}{2}\times\frac{L}{2}=\frac{PL}{4}$

⇒　たわみは、公式より $\frac{PL^3}{48EI}$





※　梁 C について

⇒　ピン節点は回転可→自由端相当として扱う

⇒　左図のように２つの片持梁から構成されていると想定

⇒　最大の曲げモーメントは

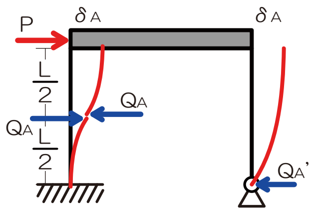
$$M_{max}=\frac{PL}{4}$$

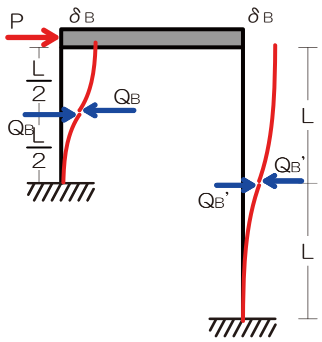
⇒　たわみは、片持梁先端集中荷重の公式より（材長注意）

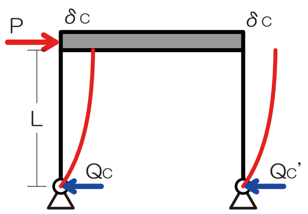
$$\delta_C=\frac{P/2\times\left(L/2\right)^2}{3EI}$$

$$\delta_C=\frac{PL^2}{48EI}$$

【過去問 54】







『解法 15』水平荷重分配

1）　各柱の頂部が水平方向に移動した際の各柱の変形を図示

⇒　左図

2）　分配された荷重を仮定し、各柱の頂部の水平変位を算定

3）　頂部水平変位が等しいことより荷重の分配比を算定

$$\delta_A=\frac{Q_A\times L/2\times L/2\times L/2}{3EI}\times 2=\frac{Q_A'\times L\times L\times L}{3EI}$$

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

$$\delta_B=\frac{Q_B\times L/2\times L/2\times L/2}{3EI}\times 2=\frac{Q_B'\times L\times L\times L}{3EI}\times 2$$

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

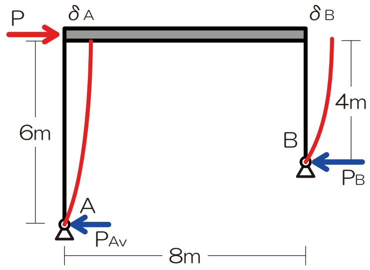
$$\delta_C=\frac{Q_C\times L\times L\times L}{3EI}=\frac{Q_C'\times L\times L\times L}{3EI}$$

$$Q_C=Q_C'$$

ゆえに

$$Q_B>Q_A>Q_C$$

【過去問 55】



『解法 15』水平荷重分配

1） 各柱の頂部が水平方向に移動した際の各柱の変形を図示

⇒ 左図

2） 分配された荷重を仮定し、各柱の頂部の水平変位を算定

⇒ 柱 A　$\delta_A = \dfrac{Q_A \times 6 \times 6 \times 6}{3EI}$

⇒ 柱 B　$\delta_B = \dfrac{Q_B \times 4 \times 4 \times 4}{3EI}$

3） 頂部水平変位が等しいことより荷重の分配比を算定

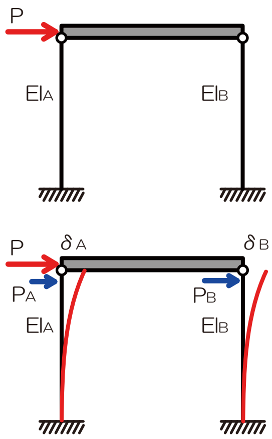
$$\delta_A = \delta_B$$

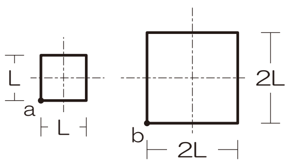
$$\frac{Q_A \times 6 \times 6 \times 6}{3EI} = \frac{Q_B \times 4 \times 4 \times 4}{3EI}$$

$$27Q_A = 8Q_B$$

ゆえに $Q_A : 8Q_B = 8 : 27$

【過去問 56】





『解法 15』水平荷重分配

1） 各柱の頂部が水平方向に移動した際の各柱の変形を図示

⇒ 面倒なカタチをしていますが、単純化すると左図

2） 分配された荷重を仮定し、各柱の頂部の水平変位を算定

⇒ 事前に断面二次モーメントを求めておく

$$I_A = \frac{L \times L \times L \times L}{12}、\quad I_B = \frac{2L \times 2L \times 2L \times 2L}{12}$$

⇒ 両柱の水平変位を求める（柱長さを h とする）

$$\delta_A = \frac{Q_A \times h \times h \times h}{3EI_A}、\quad \delta_B = \frac{Q_B \times h \times h \times h}{3EI_B}$$

$$\delta_A = \frac{Q_A \times h^3}{3E} \times \frac{12}{L^3} \quad \delta_B = \frac{Q_B \times h^3}{3E} \times \frac{12}{16L^3}$$

3） 頂部水平変位が等しいことより荷重の分配比を算定

$$\frac{Q_A \times h^3}{3E} \times \frac{12}{L^3} = \frac{Q_B \times h^3}{3E} \times \frac{12}{16L^3} \quad \Rightarrow \quad Q_A = \frac{Q_B}{16}$$

さらに底部の曲げ応力度をそれぞれ求めると

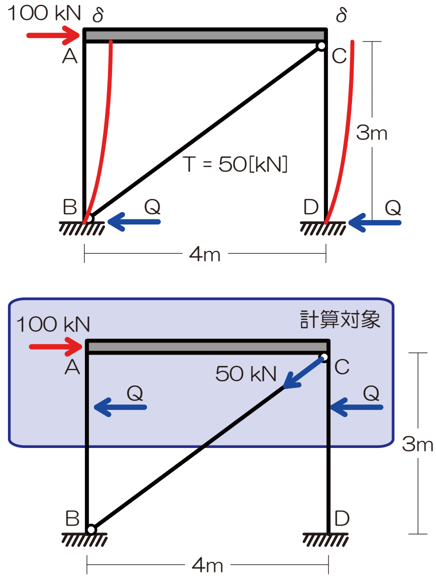
$$\delta_A = \frac{Q_A}{L^3/6}、\quad \delta_B = \frac{Q_B}{(2L)^3/6}$$

上記で求めた荷重の比を代入し、水平変位の比を求める

$$\delta_A : \delta_B = \frac{Q_B/16}{L^3/6} : \frac{Q_B}{(2L)^3/6}$$

$$\delta_A : \delta_B = 2 : 1$$

【過去問 57】



『解法 15』水平荷重分配

1） 各柱の頂部が水平方向に移動した際の各柱の変形を図示

2） 分配された荷重を仮定し、各柱の頂部の水平変位を算定

3） 頂部水平変位が等しいことより荷重の分配比を算定

⇒　両柱の条件は等しいので、負担するせん断力は等しい

⇒　左下図で切断し、各部材に生じる応力の水平方向成分のつり合いに着目すると

$$\sum X = +100 - Q \times 2 - 50 \times \frac{4}{5} = 0$$

$$Q = 30[kN]$$

⇒　また柱の上下端の条件も等しいので、両端の曲げモーメントも等しくなることより

$$Q = \frac{2M}{3}$$

$$30 = \frac{2M}{3}$$

$$M = 45[kNm]$$

【過去問 58】

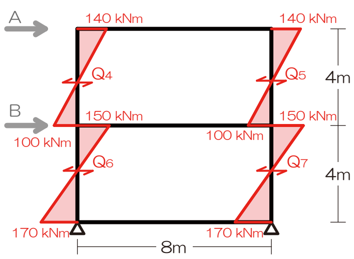


図 - 1

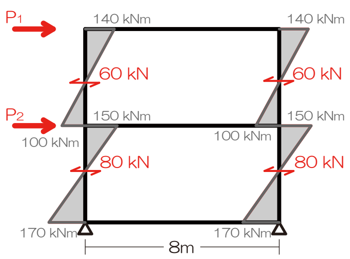


図 - 2

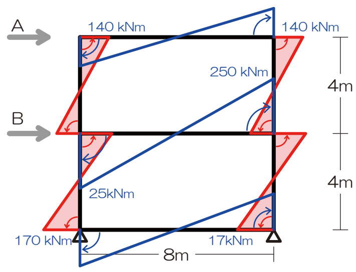


図 - 3

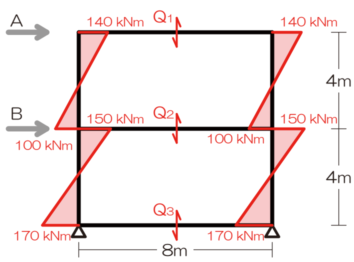


図 - 4

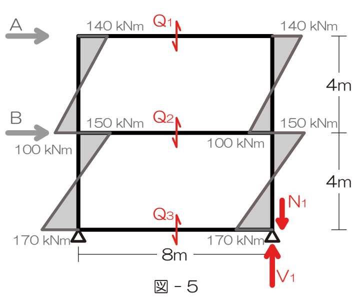


図 - 5

『解法 16』不静定の応力

1） 柱の曲げモーメント　⇒　柱のせん断力（図 1）

$$Q_1 = Q_2 = \frac{140+100}{4} = 60[kN]$$

$$Q_3 = Q_4 = \frac{150+170}{4} = 80[kN]$$

2） 柱のせん断力　⇒　水平荷重（図 2）

$$P_1 = 60 + 60 = 120[kN]$$

$$P_1 + P_2 = 80 + 80$$

$$P_2 = 40[kN]$$

3） 柱の曲げ M　⇒　梁の曲げ M（図 3）

4） 梁の曲げモーメント　⇒　梁のせん断力（図 4）

$$Q_5 = \frac{140+140}{10} = 28[kN]$$

$$Q_6 = \frac{250+250}{10} = 50[kN]$$

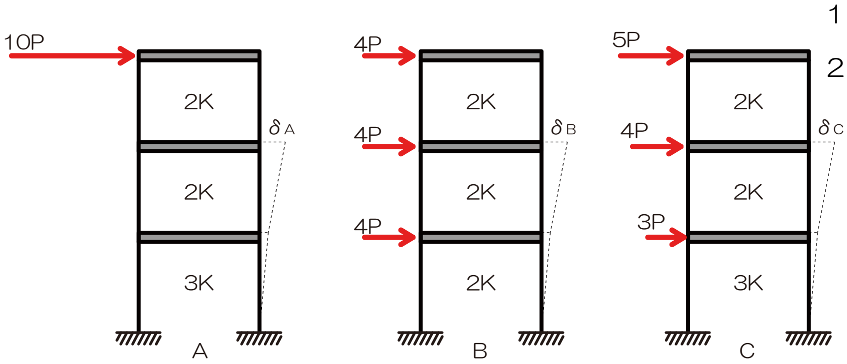
$$Q_7 = \frac{170+170}{10} = 34[kN]$$

5） 梁の Q　⇒　柱の軸方向力、鉛直反力（図 5）

$$N_1 = 35 + 62.5 = 97.5[kN]$$

$$V_1 = 35 + 62.5 + 42.5 = 140[kN]$$

【過去問 59】



『解法 18』層間変形

1） 各フロアに作用する水平力を確認

2） 公式に代入…

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

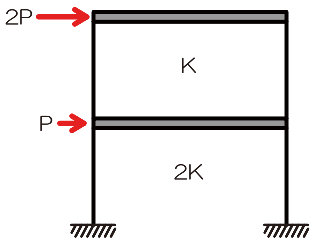
$$\delta_B = \frac{4P+4P+4P}{2K} + \frac{4P+4P}{2K} = \frac{20P}{2K} = \frac{60P}{6K}$$

$$\delta_C = \frac{5P+4P+3P}{3K} + \frac{5P+4P}{2K} = \frac{51P}{6K}$$

ゆえに

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

【過去問 60】



『解法 18』層間変形

1） 各フロアに作用する水平力を確認

2） 公式に代入…

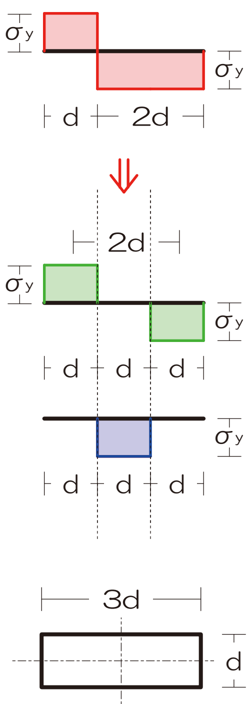
$$\delta_1 = \frac{2P+P}{2K} = \frac{3P}{2K}$$

$$\delta_2 = \frac{2P}{K} = \frac{4P}{2K}$$

ゆえに

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

【過去問 61】



『解法 19』全塑性モーメント

1） 応力度分布図を「Nによる「Mによる」に分類

2） 軸方向力はブロック体積

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

$$P = d^2 \sigma_y$$

3） 曲げモーメントは片側ブロックの体積×中心間距離

$$M = d \times d \times \sigma_y \times 2d$$

$$M = 2d^3 \sigma_y$$

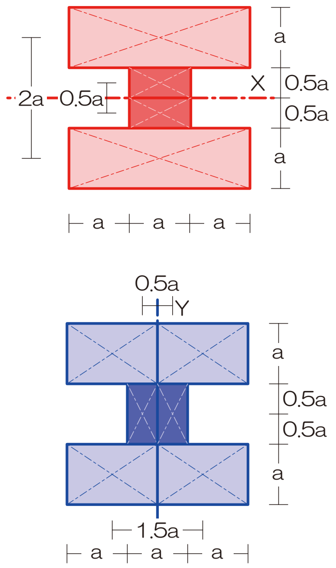
ゆえに

$$M = PL$$

$$P = \frac{M}{L}$$

$$P = \frac{2d^3 \sigma_y}{L}$$

【過去問 62】



『解法 19』全塑性モーメント

1） 応力度分布図を「Nによる「Mによる」に分類

2） 軸方向力はブロック体積 ⇒ 不要

3） 曲げモーメントは片側ブロックの体積×中心間距離

まずはＸ軸に関して

$$M_X = a \times 3a \times \sigma_y \times 2a + \frac{a}{2} \times a \times \sigma_y \times \frac{a}{2}$$

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

次にＹ軸に関して

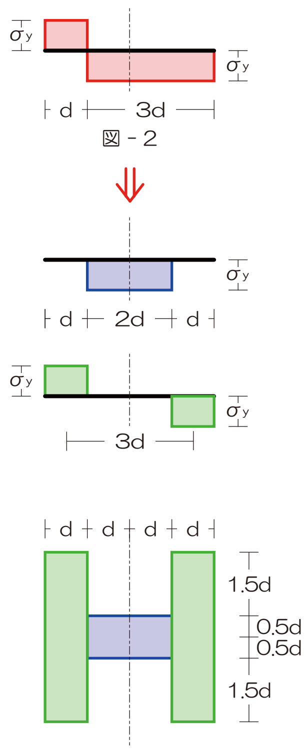
$$M_Y = a \times \frac{3a}{2} \times \sigma_y \times \frac{3a}{2} \times 2 + a \times \frac{a}{2} \times \sigma_y \times \frac{a}{2}$$

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

ゆえに両者の比は

$$M_X : M_Y = 25 : 19$$

【過去問 63】



『解法 19』全塑性モーメント

1） 応力度分布図を「Nによる「Mによる」に分類

2） 軸方向力はブロック体積

$$N = d \times 2d \times \sigma_y$$

$$N = 2d^2\sigma_y$$

3） 曲げモーメントは片側ブロックの体積×中心間距離

$$M = 4d \times d \times \sigma_y \times 3d$$

$$M = 12d^3\sigma_y$$

ゆえに

$$M = PL$$

$$P = \frac{M}{L}$$

$$P = \frac{2d^3\sigma_y}{L}$$

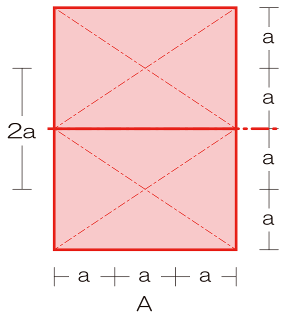
『解法 19』全塑性モーメント

1） 応力度分布図を「Nによる「Mによる」に分類

2） 軸方向力はブロック体積 ⇒ 不要

3） 曲げモーメントは片側ブロックの体積×中心間距離

※なお、降伏応力度は $\sigma = \dfrac{M}{Z}$ より求める



断面 A の全塑性モーメント

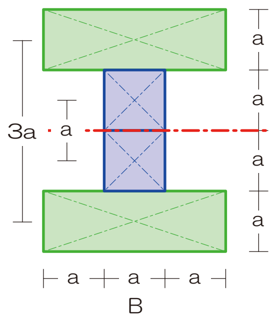
$$M_{PA} = 2a \times 3a \times \sigma_y \times 2a$$
$$M_{PA} = 12a^3\sigma_y$$

断面 A の降伏応力度は

$$\sigma_y = \frac{M_{yA}}{\dfrac{3a \times 4a \times 4a}{6}}$$
$$M_{yA} = 8a^3\sigma_y$$

両者の比は

$$\frac{M_{PA}}{M_{yA}} = \frac{12a^3\sigma_y}{8a^3\sigma_y}$$
$$\frac{M_{PA}}{M_{yA}} = \frac{3}{2}$$



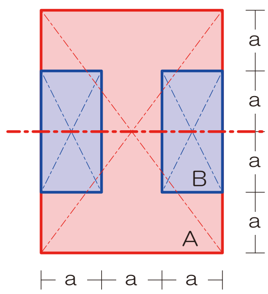
断面 B の全塑性モーメント

$$M_{PB} = a \times 3a \times \sigma_y \times 3a + a \times a \times \sigma_y \times a$$
$$M_{PB} = 10a^3\sigma_y$$

断面 B の降伏応力度を求める

その前に…断面係数を求める（怒）

$$Z = \frac{I}{h/2}$$
$$Z = \left(\frac{3a \times 4a \times 4a \times 4a}{12} - \frac{a \times 2a \times 2a \times 2a}{12} \times 2\right) \times \frac{1}{2a}$$
$$Z = \frac{22a^3}{3}$$

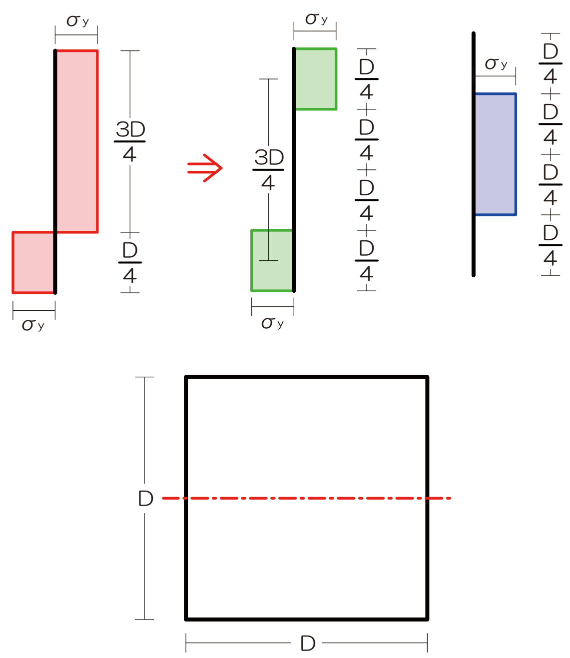


$$\sigma_y = \frac{M_{yB}}{\dfrac{22a^3}{3}}$$
$$M_{yB} = \frac{22a^3}{3}\sigma_y$$

両者の比は

$$\frac{M_{PB}}{M_{yB}} = 10a^3\sigma_y \times \frac{3}{22a^3}$$
$$\frac{M_{PA}}{M_{yA}} = \frac{30}{22}$$

【過去問 65】



『解法 19』全塑性モーメント

1） 応力度分布図を「Nによる「Mによる」に分類

2） 軸方向力はブロック体積

$$P = D \times \frac{D}{2} \times \sigma_y$$

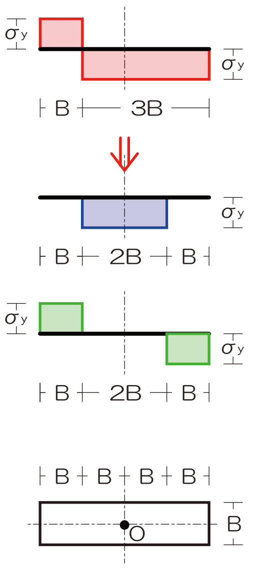
$$P = \frac{D^2 \sigma_y}{2}$$

3） 曲げモーメントは片側ブロックの体積×中心間距離

$$M = D \times \frac{D}{4} \times \frac{3D}{4} \times \sigma_y$$

$$M = \frac{3D^3 \sigma_y}{16}$$

【過去問 66】



『解法 19』全塑性モーメント

1） 応力度分布図を「Nによる「Mによる」に分類

2） 軸方向力はブロック体積 ⇒ 不要

3） 曲げモーメントは片側ブロックの体積×中心間距離

$$M = B \times B \times 3B \times \sigma_y$$

$$M = 3B^3 \sigma_y$$

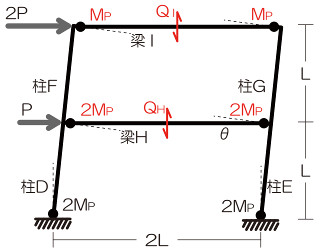
ゆえに

$$M = PL$$

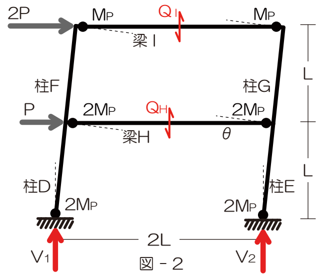
$$P = \frac{M}{L}$$

$$P = \frac{3B^3 \sigma_y}{L}$$

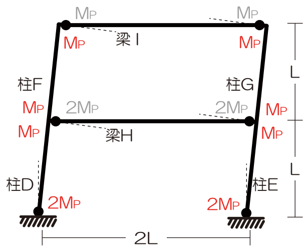
【過去問 67】



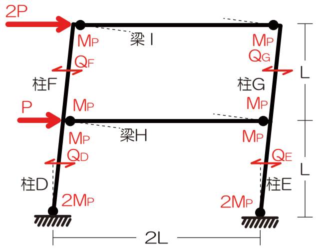
図－1



図－2



図－3



図－4

『解法 16』不静定の応力

1） 梁の曲げモーメント ⇒ 梁のせん断力（図 1）

$$Q_I = \frac{M_P + M_P}{2L} = \frac{M_P}{L} = (A)$$

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

2） 梁のQ ⇒ 柱の軸方向力、鉛直反力（図 2）

$$V_2 = Q_I + Q_H$$

$$V_2 = \frac{M_P}{L} + \frac{2M_P}{L}$$

$$V_2 = \frac{3M_P}{L} = (B)$$

3） 梁の曲げ M ⇒ 柱の曲げ M（図 3）

⇒ 梁 H の両端の曲げモーメント M_P は上下階の柱に仲良く半分ずつ分配されます（小さな風車の法則より）

4） 柱の曲げモーメント ⇒ 柱のせん断力（図 4）

$$Q_F = \frac{M_P + M_P}{L} = \frac{2M_P}{L} = Q_G$$

$$Q_D = \frac{M_P + 2M_P}{L} = \frac{3M_P}{L} = Q_E = (C)$$

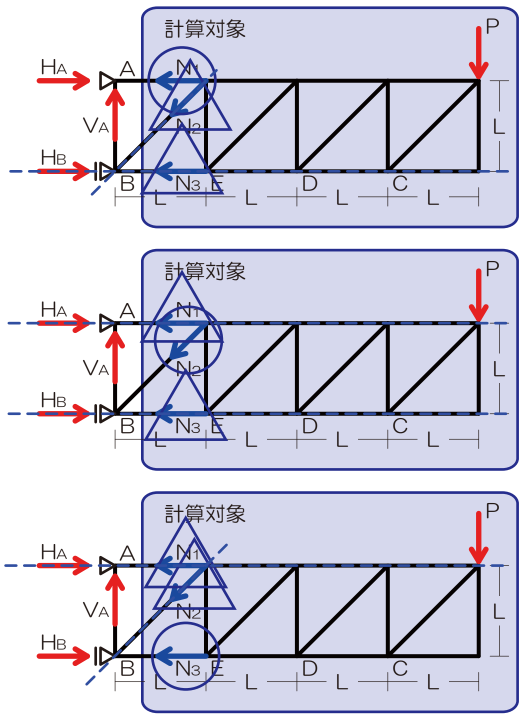
5） 柱のせん断力 ⇒ 水平荷重（図 4）

$$2P = Q_F + Q_G$$

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

$$P = \frac{2M_P}{L}$$

【過去問 68】



荷重から最も遠い位置で応力が最も大きくなる可能性…

⇒　N_1 を求める

$$M_B = -N_1 \times L + P \times 4L = 0$$
$$N_1 = 4P$$

⇒　N_2 を求める

$$M_O = +N_3 \times L + P \times 3L = 0$$
$$N_3 = -3P$$

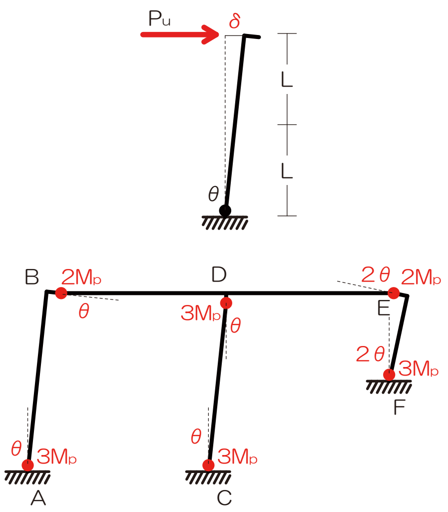
⇒　N_3 を求める

$$\sum Y = -N_{2Y} - P = 0$$
$$-N_2 \times \frac{1}{\sqrt{2}} - P = 0$$
$$N_2 = -\sqrt{2}P$$

N_1 の際の荷重は

$$\sigma_y = \frac{4P}{A}$$
$$P = \frac{A\sigma_y}{4}$$

【過去問 69】



『解法 20』崩壊荷重

1）崩壊の図（崩壊メカニズム）を確認

2）　外力による仕事を求める

$$W_o = P_u \times \theta \times 2L$$

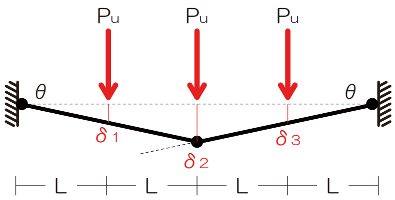
3）　内力による仕事を求める

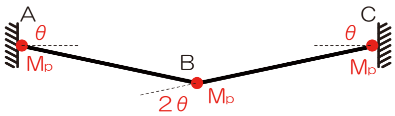
$$W_i = W_{iA} + W_{iB} + W_{iC} + W_{iD} + W_{iE} + W_{iF}$$
$$W_i = 3M_P\theta + 2M_P\theta + 3M_P\theta + 3M_P\theta + 4M_P\theta + 6M_P\theta$$
$$W_i = 21M_P\theta$$

4）　両者のつり合いより崩壊荷重を求める

$$W_o = W_i$$
$$2P_u\theta L = 21M_P\theta$$
$$P_u = \frac{21M_P}{2L}$$

【過去問 70】





『解法 20』崩壊荷重

1） 崩壊の図（崩壊メカニズム）を確認

2） 外力による仕事を求める

$$W_o = P_u \times \delta_1 + P_u \times \delta_2 + P_u \times \delta_3$$
$$W_o = P_u \times \theta L + P_u \times 2\theta L + P_u \times \theta L$$
$$W_o = 4P_u \theta L$$

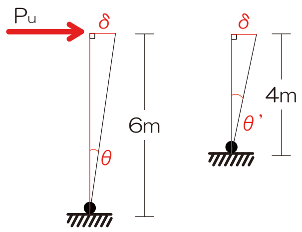
3） 内力による仕事を求める

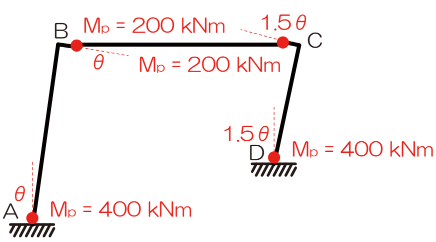
$$W_i = W_{iA} + W_{iB} + W_{iC}$$
$$W_i = M_P\theta + 2M_P\theta + M_P\theta$$
$$W_i = 4M_P\theta$$

4） 両者のつり合いより崩壊荷重を求める

$$W_o = W_i$$
$$4P_u\theta L = 4M_P\theta$$
$$P_u = \frac{M_P}{L}$$

【過去問 71】





『解法 20』崩壊荷重

1） 崩壊の図（崩壊メカニズム）を確認

⇒ 材長が６：４であることから、右の柱下端の傾きは左の柱の傾きの 1.5 倍

⇒ 頂部の水平変位からも求められますよ

$$\delta_L = \theta \times 6 、 \delta_R = \theta' \times 4$$

$$\delta_L = \delta_R$$
$$6\theta = 4\theta'$$
$$\theta' = 1.5\theta$$

2） 外力による仕事を求める

$$W_o = P_u \times \theta \times 6$$

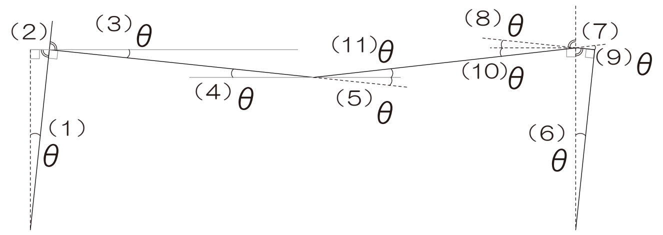
3） 内力による仕事を求める

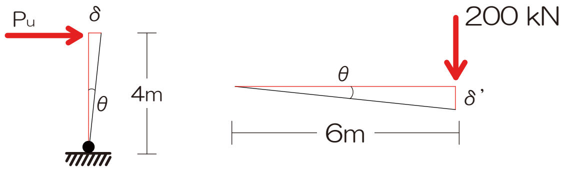
$$W_i = W_{iA} + W_{iB} + W_{iC} + W_{iD}$$
$$W_i = 400\theta + 200\theta + 200 \times 1.5\theta + 400 \times 1.5\theta$$
$$W_i = 1500\theta$$

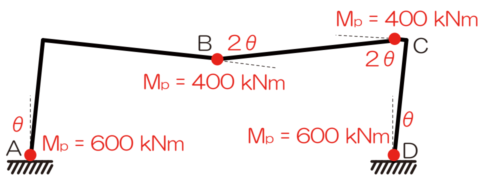
4） 両者のつり合いより崩壊荷重を求める

$$W_o = W_i$$
$$6P_u\theta = 1500\theta$$
$$P_u = 250[kN]$$

【過去問 72】







『解法 20』崩壊荷重

1）崩壊の図（崩壊メカニズム）を確認

⇒　左図、左柱の傾きをθとして研鑚を始めます

⇒　向かい合う角は等しい、平行に直交する直線のなす角は等しい等を用いて（1）から順番に角度を求めます

2）　外力による仕事を求める

$$W_o = P_u \times \theta \times 4 + 200 \times \theta \times 6$$

3）　内力による仕事を求める

$$W_i = W_{iA} + W_{iB} + W_{iC} + W_{iD}$$
$$W_i = 600\theta + 400 \times 2\theta + 400 \times 2\theta + 600\theta$$
$$W_i = 2800\theta$$

4）　両者のつり合いより崩壊荷重を求める

$$W_o = W_i$$
$$4P_u\theta + 1200\theta = 2800\theta$$
$$P_u = 400[kN]$$