

力学5 (崩壊荷重の過去問題)

1 シリーズ (3 ヒンジで崩壊 (梁タイプ))

問題コード 18021

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  $P_u$  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。

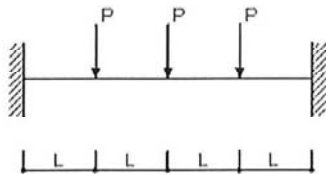


図-1

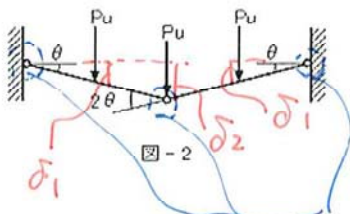
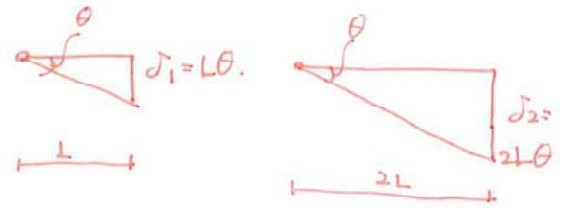


図-2

「新たに発生したヒンジは3ヶ所」

- ①  $\frac{M_p}{L}$
- ②  $\frac{4M_p}{3L}$
- ③  $\frac{2M_p}{L}$
- ④  $\frac{8M_p}{3L}$
- ⑤  $\frac{4M_p}{L}$



「外力=δの仕事」 = 「力」 × 「移動距離」  
 $= P \times L\theta + P \times 2L\theta + P \times L\theta$   
 $= 4PL\theta$

「内力=δの仕事」 = 「部分全塑性モーメント」 × 「回転角」  
 $= M_p \times \theta + M_p \times 2\theta + M_p \times \theta$   
 $= 4M_p\theta$

~~$4PL\theta = 4M_p\theta$~~

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

2 シリーズ (4 ヒンジで崩壊 (ラーメンタイプ))

問題コード 28041

図-1 のような鉛直荷重 100 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、荷重  $P_u$  で塑性崩壊に至り、図-2 のような崩壊機構を示した。  $P_u$  の値を求めよ。ただし、柱、梁の全塑性モーメント  $M_p$  の値をそれぞれ 300 kN・m、200 kN・m とする。

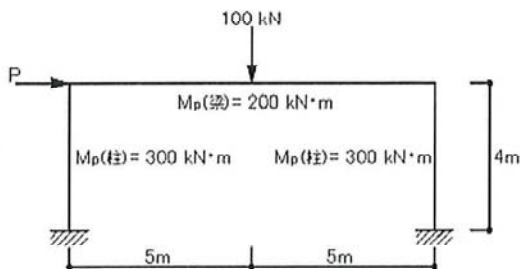


図-1

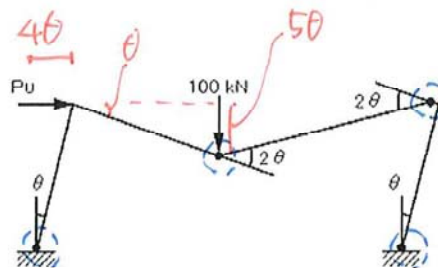


図-2

④  $P_u \times 4\theta + 100 \times 5\theta$   
 $= 4P_u\theta + 500\theta$

⑤  $\theta \times 300 + 2\theta \times 200 + 2\theta \times 200 \times \theta \times 300$   
 $= 1400\theta$

~~$4P_u\theta + 500\theta = 1400\theta$~~

~~$4P_u = 1400 - 500$~~

~~$4P_u = 900$~~

~~$P_u = 225$~~

2'シリーズ (4 ヒンジで崩壊 (ラーメンタイプ, 水平外力のみ))

問題コード 14041

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 $P_u$ の値を求めよ。ただし、柱、はりの全塑性モーメント $M_p$ の値をそれぞれ  $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 、 $200\text{kN}\cdot\text{m}$  とし、部材に作用する軸力及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。

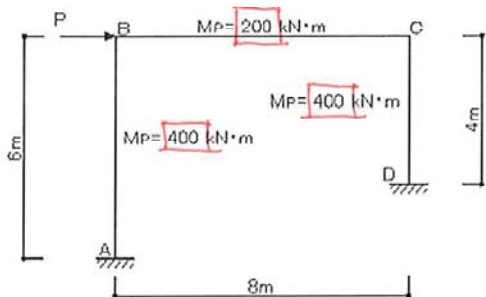


図-1

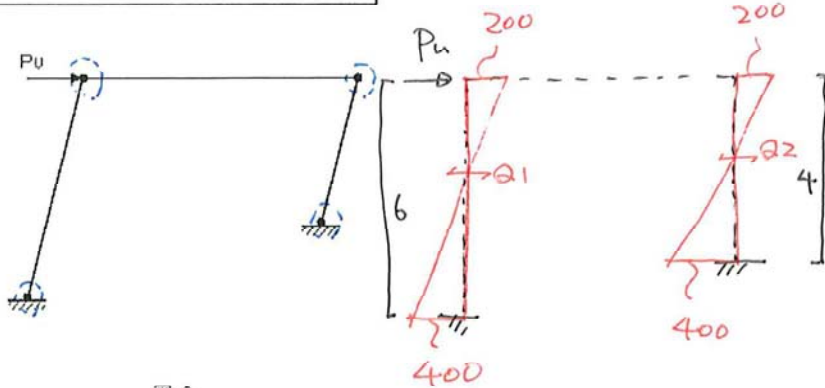


図-2

$$Q_1 = \frac{400 + 200}{6} = \frac{600}{6} = 100$$

$$Q_2 = \frac{400 + 200}{4} = \frac{600}{4} = 150$$

$$P_u = Q_1 + Q_2 = 100 + 150 = 250$$

演習問題としてやってみよう♪

問題コード 20041

図-1 のようなラーメンに作用する荷重Pを増大させたとき、そのラーメンは図-2 のような崩壊メカニズムを示した。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をそれぞれ  $3M_p$ 、 $2M_p$  とする。

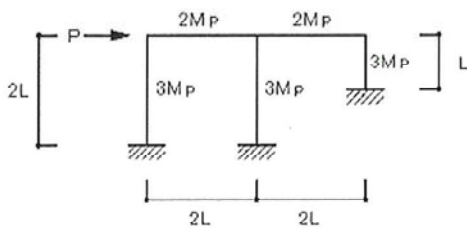


図-1

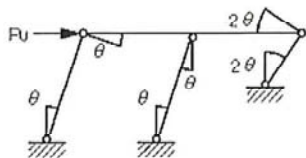


図-2

問題コード 20041

図-1のようなラーメンに作用する荷重Pを増大させたとき、そのラーメンは図-2のような崩壊メカニズムを示した。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をそれぞれ $3M_p$ 、 $2M_p$ とする。

$$\begin{aligned}
 P_u &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\
 &= \frac{3M_p + 2M_p}{2L} + \frac{3M_p + 3M_p}{2L} \\
 &\quad + \frac{3M_p + 2M_p}{L} \\
 &= \frac{5M_p + 6M_p + 10M_p}{2L} \\
 &= \frac{21M_p}{2L}
 \end{aligned}$$

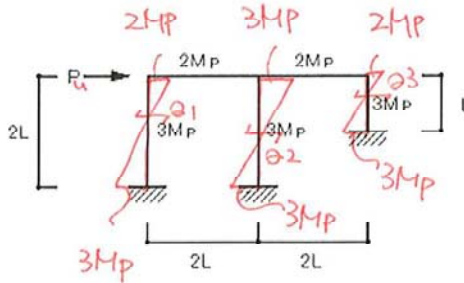


図-1

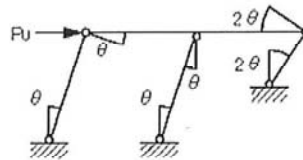
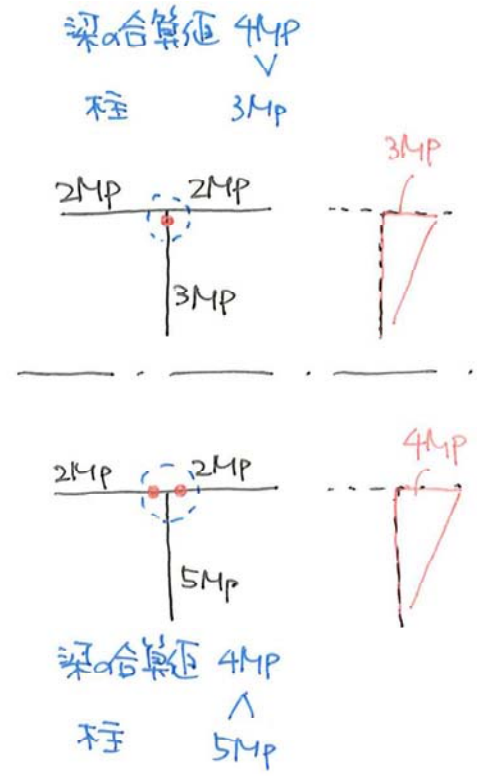


図-2



解説:

図-2の崩壊機構より

外力による仕事( $W_e$ ) = 「力×移動距離」の総称  
 $= P_u \times \delta$   
 $= P_u \times 2L\theta$

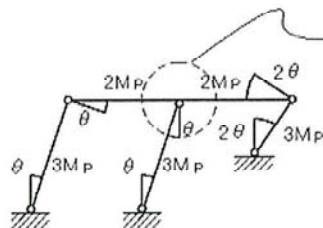
内力による仕事( $W_i$ ) = 「モーメント×回転角」の総称  
 左柱脚 左梁の左端 中柱脚 中柱頭 右梁の右端 右柱脚  
 $= 3M_p \times \theta + 2M_p \times \theta + 3M_p \times \theta + 3M_p \times \theta + 2M_p \times 2\theta + 3M_p \times 2\theta$   
 $= 21M_p\theta$

外力による仕事( $W_e$ ) = 内力による仕事( $W_i$ )より

$$P_u \times 2L\theta = 21M_p\theta$$

$$P_u = \frac{21M_p}{2L}$$

解答:  $P_u = \frac{21M_p}{2L}$



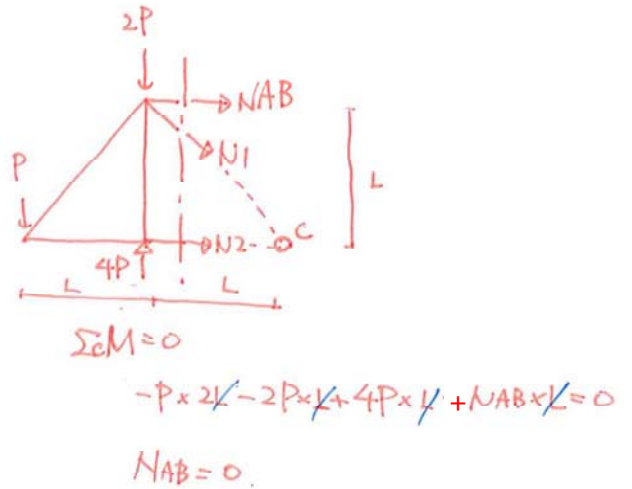
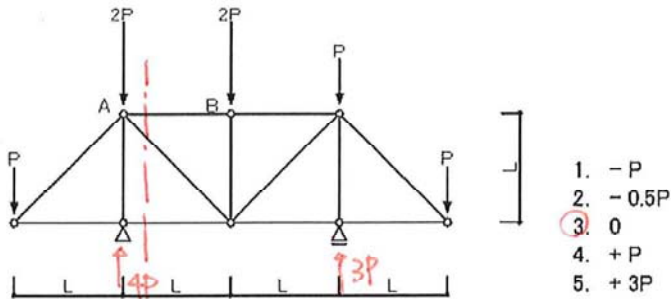
柱の両側に梁がある場合、  
梁の全塑性モーメントの合計  
( $2M_p + 2M_p = 4M_p$ )と  
柱の全塑性モーメント $3M_p$ の  
小さい方に塑性ヒンジは発生する

力学6 (トラスの過去問題)

1 シリーズ (切断法  $\Sigma M=0$ )

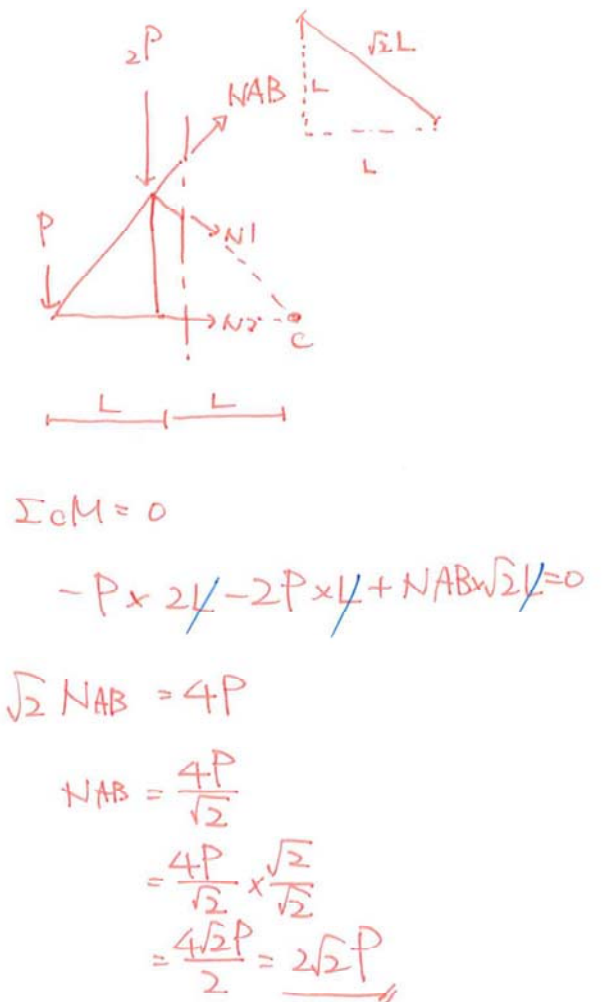
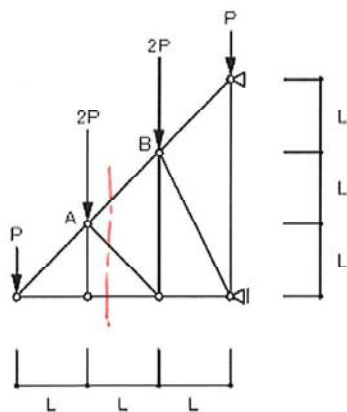
問題コード 17051

図のような荷重を受けるトラスにおいて、上弦材ABに生じる軸方向力として、正しいものは、次のうちどれか。ただし、軸方向力は、引張力を「+」、圧縮力を「-」とする。



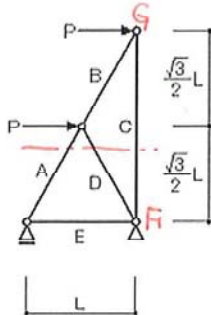
問題コード 20051

図のような荷重を受けるトラスにおいて、部材ABに生じる軸方向力を求めよ。ただし、軸方向力は、引張力を「+」、圧縮力を「-」とする。

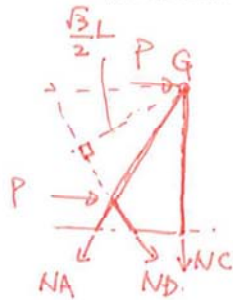
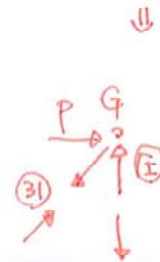


問題コード 26051

図のような水平荷重が作用するトラスにおいて、部材A~Eに生じる軸力の組合せとして、正しいものは、次のうちどれか。ただし、表中「引」は引張力、「圧」は圧縮力を示す。



	A	B	C	D	E
1.	引	引	圧	圧	圧
2.	引	引	圧	引	圧
3.	圧	圧	引	引	引
4.	圧	圧	引	圧	引



$$\Sigma GM = 0$$

$$-P \times \frac{\sqrt{3}}{2}L - ND \times \frac{\sqrt{3}}{2}L = 0$$

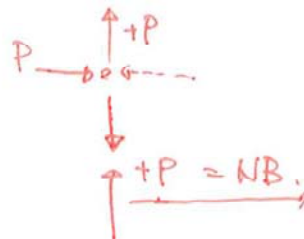
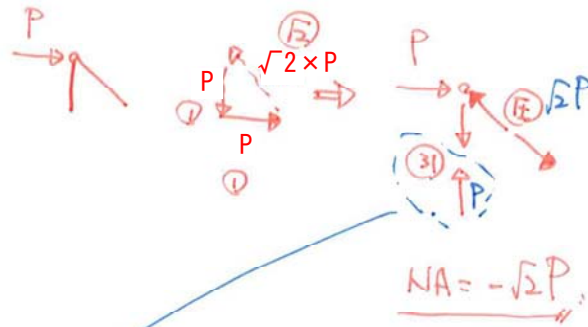
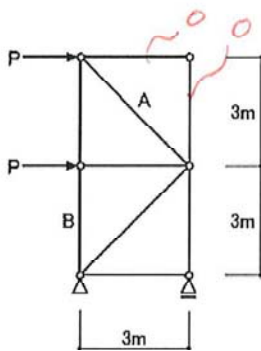
$$ND = -P$$

2 シリーズ (切断法  $\Sigma Y=0$ )

問題コード 30051

→ 節点法でも楽だよ。

図のような水平荷重Pが作用するトラスにおいて、部材A及びBに生じる軸力を求めよ。ただし、軸力は、引張力を「+」、圧縮力を「-」とする。

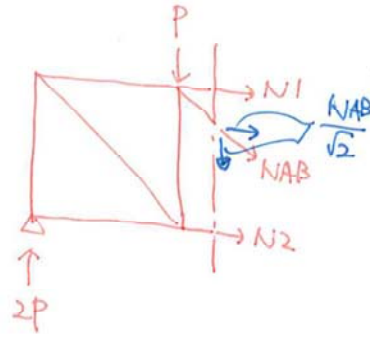
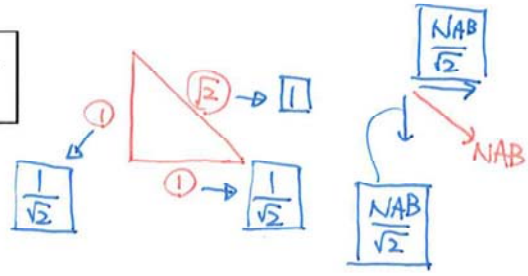
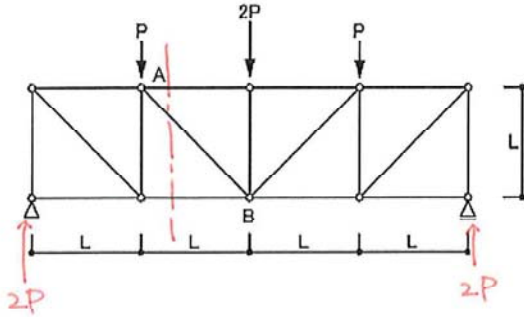


$$NA = -\sqrt{2}P$$

$$+P = NB$$

問題コード 29051

図のような荷重が作用するトラスにおいて、部材ABに生じる軸方向力を求めよ。  
ただし、軸方向力は、引張力を「+」、圧縮力を「-」とする。



3 シリーズ (ゼロ部材を探す)  
演習問題としてやってみよう♪

$$\sum Y = 0$$

$$+2P - P - \frac{N_{AB}}{\sqrt{2}} = 0$$

$$\frac{N_{AB}}{\sqrt{2}} = +P$$

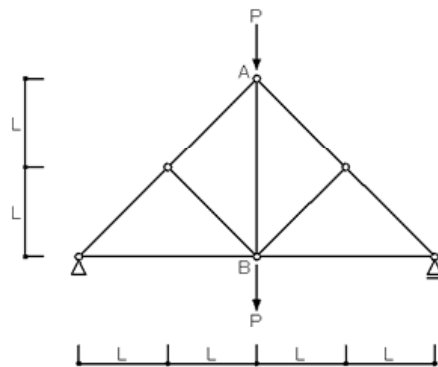
$$N_{AB} = +\sqrt{2}P$$

演習問題

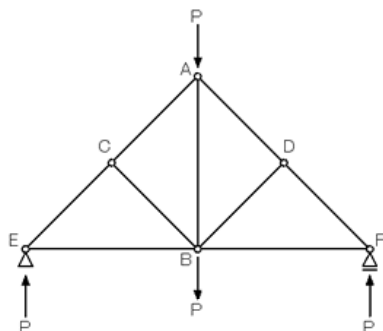
3 シリーズ (ゼロ部材を探す)

問題コード 19041

図のような荷重を受けるトラスにおいて、部材ABに生じる軸方向力はいくらか。ただし、軸方向力は、引張力を「+」、圧縮力を「-」とする。

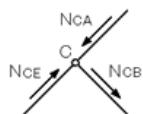


解説:



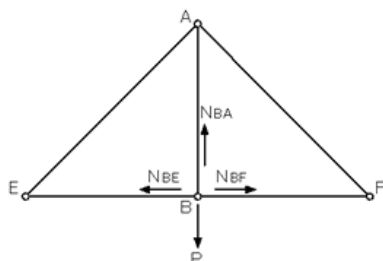
問題文のトラスは「対称系」であるため、反力は上図のように発生する。

C点について考えると、



$N_{CE} = N_{CA}$ となり、 $N_{CB} = 0$ とわかる。

よって、



垂直方向の「外力系の釣り合い」より

$N_{BA} = +P$  (引張材) とわかる。

よって、

$N_{BA} = +P$

解答:  $N_{BA} = +P$