○全ての部材の軸力を切断法で解く場合
→ 計算を5回行う必要がある

力学４（トラスの過去問題）

・ADCで切断（上側）

$\Sigma_F M=0$より　$N_A=+3P$．

$\Sigma_G M=0$より　$N_D=-P$．

$\Sigma_H M=0$より　$N_C=-\sqrt{3}P$．

・BCで切断（上側）

$\Sigma_F M=0$より　$N_B=+2P$

・AEで切断（左側又は右側）

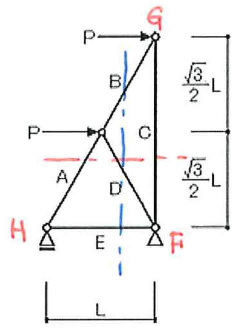
$\Sigma_G M=0$より　$N_E=-\frac{3}{2}P$

（各計算の詳細は，アプリ内の解説を参照）

１シリーズ（切断法　ΣM=0）

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

時間短縮のテクニック

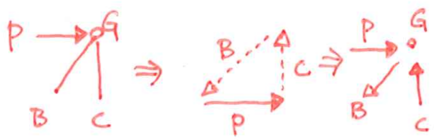
○節点法のポイント

・端の3角形の部分（多くは，2部材＋外力（又は反力））は，節点法が簡単．

○端以外は切断法を使う．

→節点法と切断法を上手に使い分ける！

① G点について節点法



B材：節点を引張るので引張材

C材：節点を押すので圧縮材

→4択で1or2に絞られる．

② D点を含む切断法

N_A, N_D, N_Cのうち欲しいのはN_D．

N_AとN_Cの交点Gで$\Sigma M=0$．

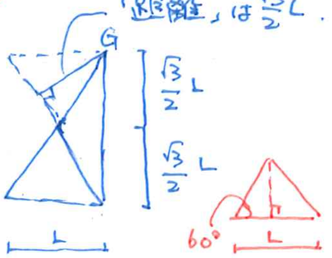
$\Sigma_G M=0$の計算．

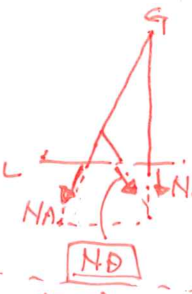
$-P\times\frac{\sqrt{3}}{2}L-N_D\times$「距離」$=0$

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

$N_D=-P$（圧縮材）

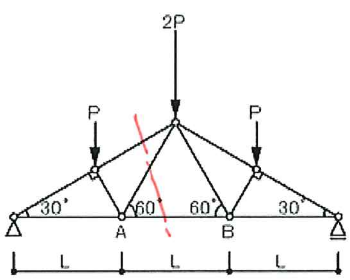
「距離」は$\frac{\sqrt{3}}{2}L$．





問題コード 28051

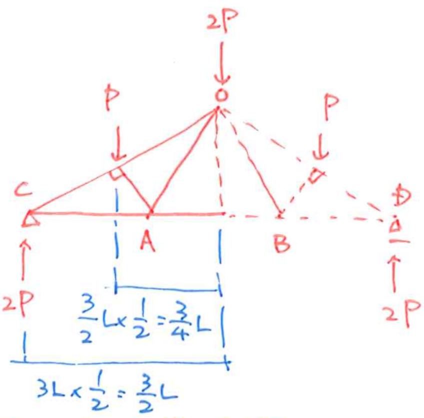
図のような鉛直荷重が作用するトラスにおいて，部材ABに生じる軸方向力を求めよ．ただし，軸方向力の符号は，引張力を「＋」とする．



・AB材を含む材で切断する

・鉛直反力は上向きに2P．

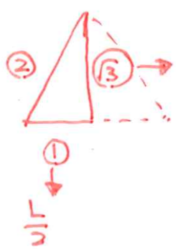
・三角形OABは，正三角形．



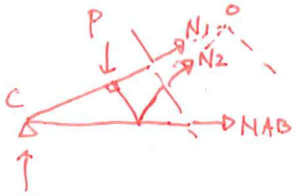
$\frac{3}{2}L\times\frac{1}{2}=\frac{3}{4}L$

$3L\times\frac{1}{2}=\frac{3}{2}L$

アプリ内の計算を参照



$\frac{L}{2}\times\sqrt{3}=\frac{\sqrt{3}}{2}L$



$\Sigma_O M=0$

$+2P\times\frac{3}{2}L-P\times\frac{3}{4}L-N_{AB}\times\frac{\sqrt{3}}{2}L=0$

$\frac{\sqrt{3}}{2}L\times N_{AB}=+3PL-\frac{3}{4}PL$

$=\frac{12PL-3PL}{4}$

$\frac{\sqrt{3}}{2}L\times N_{AB}=\frac{9PL}{4}$

$N_{AB}=\frac{9P\cancel{L}}{\cancel{4}_2}\times\frac{\cancel{2}}{\sqrt{3}\cancel{L}}$

$=\frac{9P}{2\sqrt{3}}$

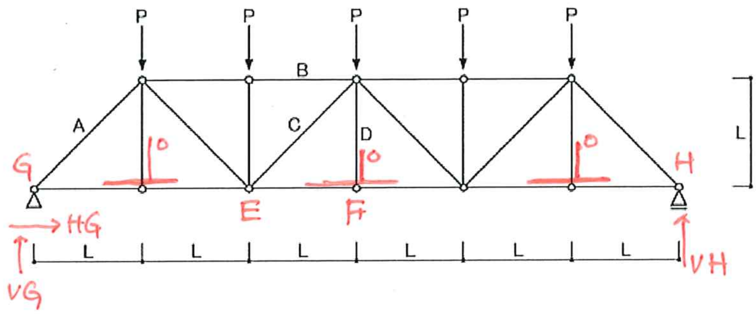
$\frac{9P}{2\sqrt{3}}\times\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}=\frac{\overset{3}{\cancel{9}}\sqrt{3}P}{2\times\cancel{3}_1}=\frac{3\sqrt{3}}{2}P$

有理化．

2 シリーズ（切断法　$\Sigma Y=0$）

問題コード 02051

図のような荷重が作用するトラスにおいて，部材A，B，C及びにDに生じる軸方向力をそれぞれN_A，N_B，N_C及びN_Dとするとき，それらの値として，誤っているものは，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．



1. $N_A = -\dfrac{5\sqrt{2}}{2}P$
2. $N_B = -5P$
3. $N_C = -\dfrac{\sqrt{2}}{2}P$
4. $N_D = 0$

1. 支点反力の計算

・外力がすべて上下方向であるので $HG=0$.

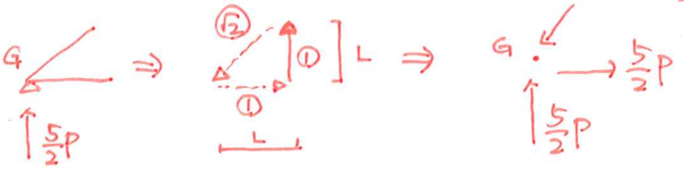
・架構，外力とも左右対称であるので. $VG=VH=\frac{5}{2}P$（上向き）

2. ゼロ部材を探す

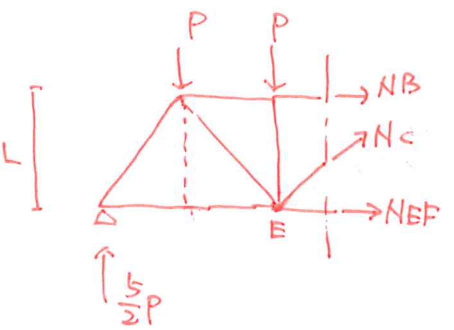
→ $N_D=0$（肢4）

3. G点について節点法

$NA = -\frac{5}{2}P\times\sqrt{2} = -\frac{5\sqrt{2}}{2}P$（圧縮）（肢1）



4. B材，C材を含む切断法.（左側）



・NBを求めたいので. NcとNEFの交点Eについて$\Sigma M=0$.

$\Sigma_E M=0$

$+\frac{5}{2}P\times 2\cancel{L} - P\times\cancel{L} + N_B\times\cancel{L}=0$

$N_B = +P-5P = -4P$（圧縮）（肢2）

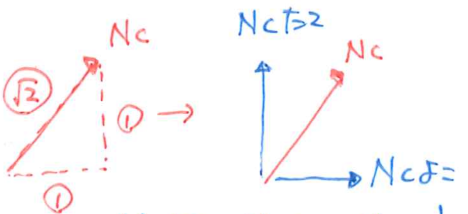
・$\Sigma Y=0$（計算は上向きをプラス）

$+\frac{5}{2}P - P - P + N_{Cたて} = 0$

$+\frac{5}{2}P - P - P + \frac{N_C}{\sqrt{2}} = 0$

$\frac{N_C}{\sqrt{2}} = P + P - \frac{5}{2}P = -\frac{P}{2}$

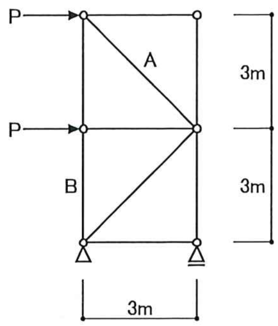
$N_C = -\frac{\sqrt{2}}{2}P$（圧縮）（肢3）



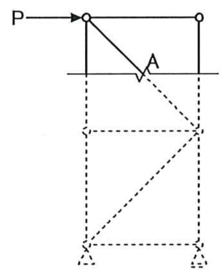
$N_{Cたて} = N_{Cよこ} = N_C\times\frac{1}{\sqrt{2}}$

問題コード　30051

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．



解説：



図−a

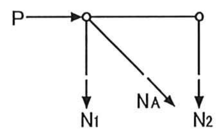
○切断法で解く．

図−c より，N_A よこ成分は $\frac{N_A}{\sqrt{2}}$ となる．

X方向の「内力系の力の釣り合い」を考えると，

$$\Sigma X = +P + \frac{N_A}{\sqrt{2}} = 0$$

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



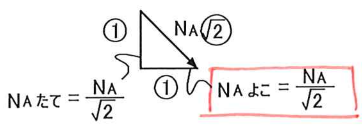
図−b

図−d より，C点まわりのモーメントの釣り合いより

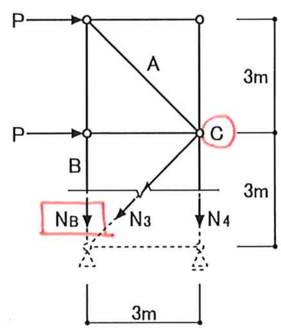
$$\Sigma M_C = 0$$

$$+P \times 3 - N_B \times 3 = 0$$

$$N_B = +P$$



図−c



図−d

解答：　$N_A = -\sqrt{2}P$，$N_B = +P$

別解：

○節点法で解く．

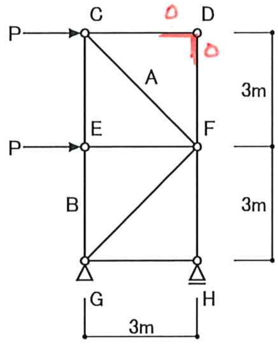
図－ａ のように節点に名前を付ける．

・節点Dについて考えると，
材C−Dと材D−Fは直交しており，他に外力等もないため，
材C−D及び材D−Fには軸力が生じていないことがわかる．

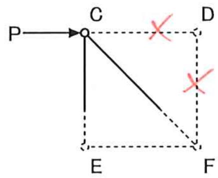
・節点Cについて考えると， A材
右向き外力Pと，材C−D及び材C−Eで力は釣り合ってい
ることより，材C−Fは圧縮材で大きさは$\sqrt{2}$P，材C−Eは
引張材で大きさはPであることがわかる（図－ｃ より）．

・節点Eについて考えると，
材E−Fは，右向きPの外力と釣り合うために左向きPで
あることがわかる．よって材E−Fは圧縮材で大きさは
はPであることがわかる． B材
材E−Gは，下向きPであることがわかる．
よって，材E−Gは引張材で大きさはPであることがわかる（図－ｄ より）．

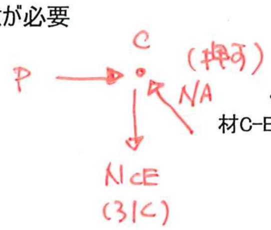
なお，全体の軸力は，図－ｅ のようになる．
また，節点法の場合は，圧縮材と引張材の向きに注意が必要
である．

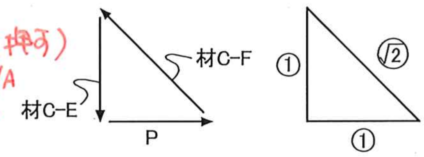


図－ａ

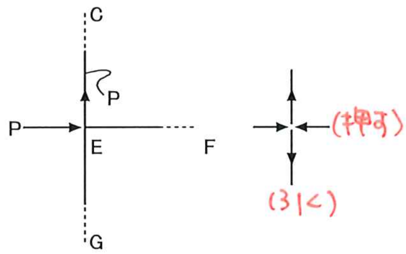


図－ｂ

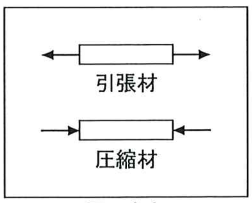




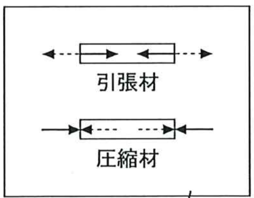
図－ｃ



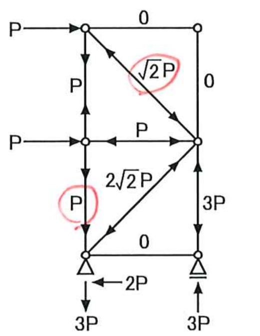
図－ｄ



図−外力



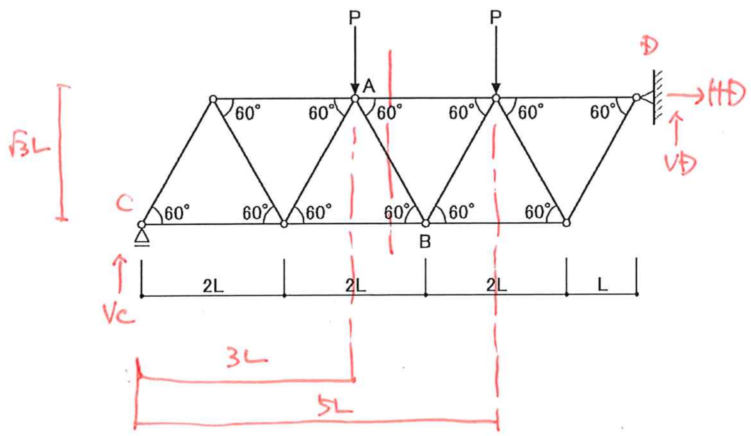
図−内力　節点法はこちら側の内力となる．



図－ｅ

問題コード 01051

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．

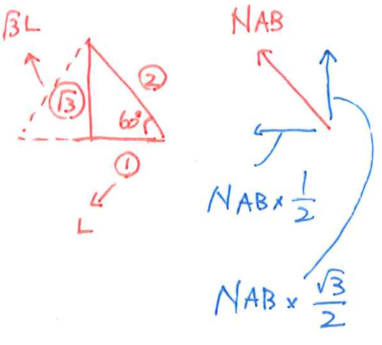


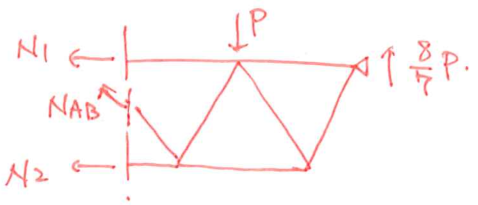
1. $-\dfrac{12}{7\sqrt{3}}P$
2. $-\dfrac{2}{7\sqrt{3}}P$
3. $+\dfrac{2}{7\sqrt{3}}P$
4. $+\dfrac{12}{7\sqrt{3}}P$

$\boxed{\text{切断法}}$

・AB材を含む切断.

・アフリでは切断面より左側。
よって右側で計算してみる.





支点反力の計算.

$\Sigma_C M=0$

$+P\times3\cancel{L}+P\times5\cancel{L}+HD\times\sqrt{3}\cancel{L}-VD\times7\cancel{L}=0$

$\Sigma X=0$より $HD=0$

$+3P+5P+0-7VD=0$

$7VD=8P$

$VD=\frac{8}{7}P.$

$\Sigma Y=0$より（計算は上向きをプラス）

$+N_{AB}\times\frac{\sqrt{3}}{2}-P+\frac{8}{7}P=0$

$N_{AB}\times\frac{\sqrt{3}}{2}=+P-\frac{8}{7}P$

$=-\frac{P}{7}$

$N_{AB}=-\frac{P}{7}\times\frac{2}{\sqrt{3}}$

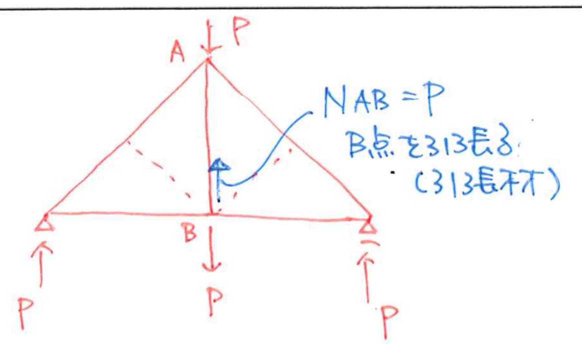
$=-\frac{2P}{7\sqrt{3}}$

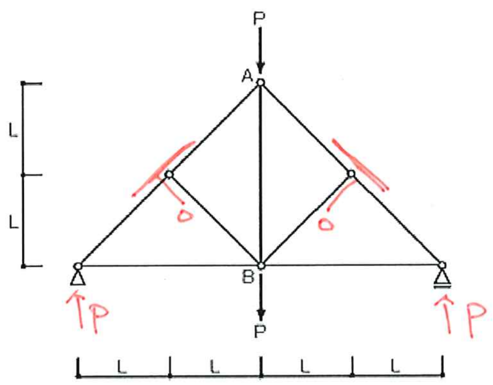
$\left(-\frac{2P}{7\sqrt{3}}\times\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}=-\frac{2\sqrt{3}P}{7\times3}=-\frac{2\sqrt{3}P}{21}\right)$

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．

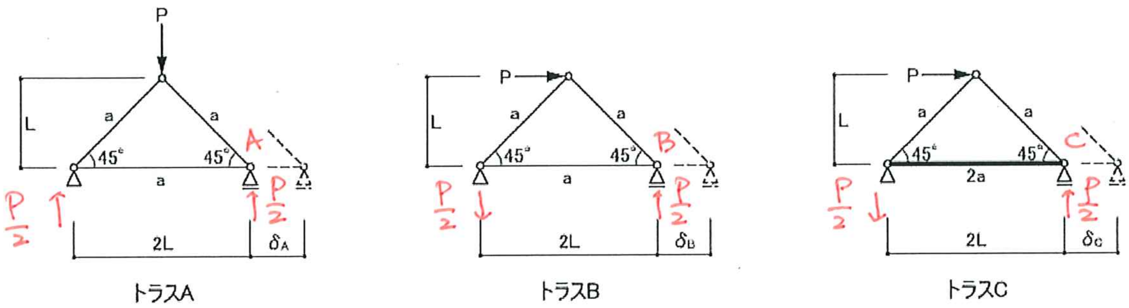




4 シリーズ（軸力による伸び量）

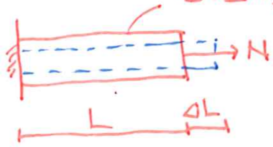
問題コード 03051

図のような集中荷重Pを受けるトラスA，トラスB及びトラスCにおいて，それぞれのローラー支持点の水平変位 δ_A，δ_B 及び δ_C の大小関係として，正しいものは，次のうちどれか．ただし，各部材は同一材質の弾性部材とし，斜材の断面積はいずれもa，水平材の断面積はトラスA及びトラスBがa，トラスCが2aとする．



1. $\delta_A = \delta_C < \delta_B$
2. $\delta_A < \delta_C < \delta_B$
3. $\delta_C < \delta_A = \delta_B$
4. $\delta_C < \delta_A < \delta_B$

断面積A，ヤング係数E



1. 水平材の伸び量がδ

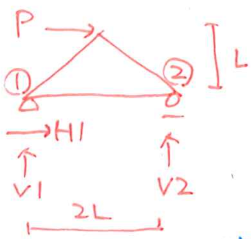
2. トラスA～トラスCの水平材の軸力がわかれば $\Delta L(\delta) = \frac{NL}{EA}$ より計算できる．

3. 水平材の軸力は，節点A～Cにおける節点法．

4. 支点反力を求めたい．

・トラスAは対称なので ↑$\frac{P}{2}$ ↑$\frac{P}{2}$

・トラスBとトラスC



$\Sigma M_① = 0$

$+P\cancel{L} - V2 \times 2\cancel{L} = 0$

$V2 = \frac{P}{2}$（上向き）．

or

外力Pにより時計回りに PL ↷

支点反力V1により反時計回り ↶ としたい

$PL = V \times 2L$

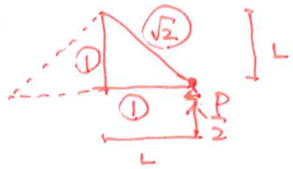
$V = \frac{P}{2}$

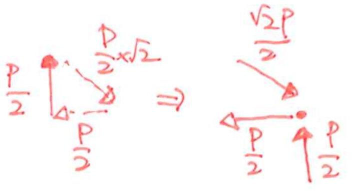
$\sigma = E \cdot \varepsilon$

$\frac{N}{A} = E \cdot \frac{\Delta L}{L}$

$\Delta L = \frac{NL}{EA}$

5.





$N_A = N_B = N_C = \frac{P}{2}$（引張）

6. $\delta_A = \delta_B = \frac{\frac{P}{2} \times 2L}{E \cdot a} = \frac{PL}{E \cdot a}$

$\delta_C = \frac{\frac{P}{2} \times 2L}{E \cdot 2a} = \frac{PL}{2Ea}$

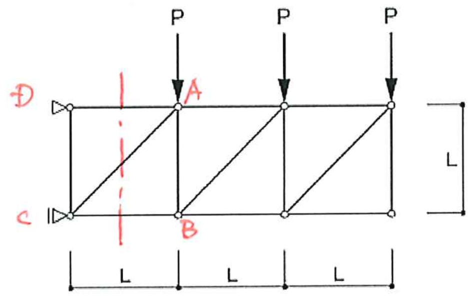
$\delta_A = \delta_B > \delta_C$

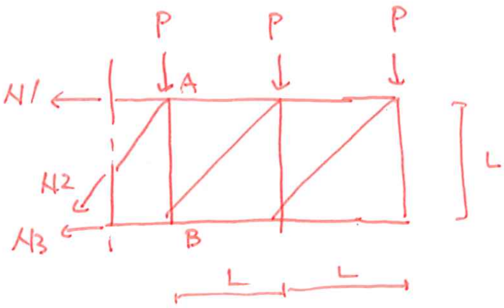
5シリーズ（軸力による軸降伏）

問題コード 05051

静定トラスは，一つの部材が降伏すると塑性崩壊する．図のような集中荷重Pを受けるトラスの塑性崩壊荷重として，正しいものは，次のうちどれか．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．また，全ての部材の自重は無視する．

1. $\dfrac{A\sigma_y}{3}$
2. $\dfrac{A\sigma_y}{3\sqrt{2}}$
3. $\dfrac{A\sigma_y}{6}$
4. $\dfrac{A\sigma_y}{6\sqrt{2}}$





・$\Sigma_A M=0$より)

$+N_3\times \cancel{L} + P\cancel{L} + P\times 2\cancel{L} = 0$

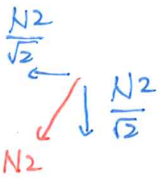
$N_3 = -P-2P = -3P$ (圧縮材)

・$\Sigma_C M=0$より)

$-N_1\times \cancel{L} + P\cdot \cancel{L} + P\times 2\cancel{L} + P\times 3\cancel{L} = 0$

$N_1 = P+2P+3P = 6P$ (引張材)

① → $\dfrac{N_2}{\sqrt{2}}\left(=\dfrac{N_2\sqrt{2}}{2}\right)$ ⇒



$\Sigma Y=0$より (計算は上向きプラス)

$-\dfrac{N_2}{\sqrt{2}} - P - P - P = 0$

$\dfrac{N_2}{\sqrt{2}} = 3P$

$N_2 = 3\sqrt{2}P$

$= 3\times 1.41\times P$

$= 4.23P$ (引張材)

AD材、AC材、BC材のうち最も大きな軸力が生じるのはAD材で6Pの引張力である。問題文より、最も大きい軸力が生じるAD材が降伏する時の塑性崩壊荷重P_uは、断面積A、降伏応力度がσ_yであるので

$6P_u = A\times\sigma_y$

$P_u = \dfrac{A\cdot\sigma_y}{6}$