

2. 1 トラス

問1 図1のような、3個の力がO点に働いて釣り合っている。 N を既知として、 N_{OB} と N_{OC} を求めよ。

x 方向の力の釣り合いから

$$\Sigma X = N \cos 30^\circ - N_{OB} \cos 45^\circ - N_{OC} \cos 60^\circ = 0$$

y 方向の力の釣り合いから

$$\Sigma Y = N \sin 30^\circ + N_{OB} \sin 45^\circ - N_{OC} \sin 60^\circ = 0$$

よって $\sqrt{2}N_{OB} + N_{OC} = \sqrt{3}N$ 、 $-\sqrt{2}N_{OB} + \sqrt{3}N_{OC} = N$

$$N_{OC} = N, \quad N_{OB} = \frac{\sqrt{2}}{2}(\sqrt{3}-1)N$$

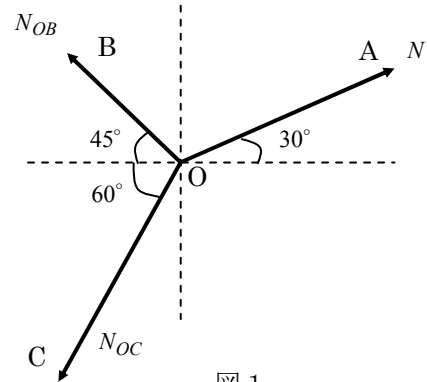


図1

問2 図1のような、反力が $4P$ のトラスの一部分がある。部材A-BとA-Cの応力を求めよ。引張を「+」、圧縮を「-」とする。

(解)

$$\Sigma Y = 4P + N_{AB} \sin 30^\circ = 0, \quad N_{AB} = -8P \text{ (圧縮)}$$

$$\Sigma X = -8P \cos 30^\circ + N_{AC} = 0, \quad N_{AC} = +4\sqrt{3}P \text{ (引張)}$$

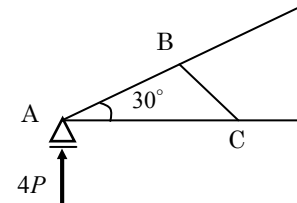


図1

問3 図2のA-B材、B-C材、A-C材、C-D材とD-E材の引張材か圧縮材かを検証せよ。

A-B材は零

B-C材は圧縮

A-C材は引張

C-D材は圧縮

D-E材は引張

(解) 図1のような反力になる。

E点の示力図は図2のようになりD-E材は引張応力である。D点の示力図はD-F材の応力は零であるから、図3のようになり

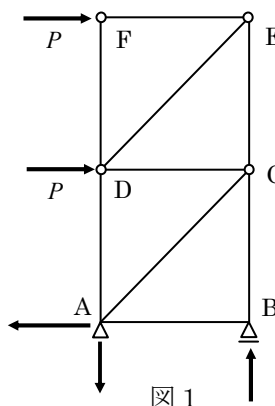


図1

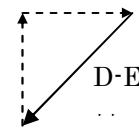


図2

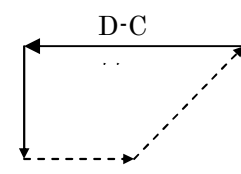


図3

D-C材は圧縮応力である。B点の釣り合いからA-B材の応力は零でB-C材の応力は圧縮応力である。A点のX方向の釣り合いを考えるとA-C材の応力は引張応力である。

問4 図に示すトラスで A、B 材が引っ張り応力か圧縮応力か判定せよ。

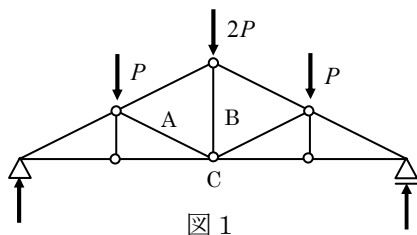


図 1

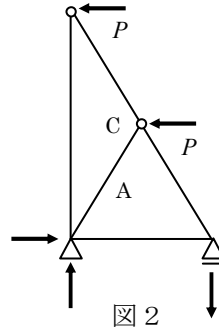


図 2

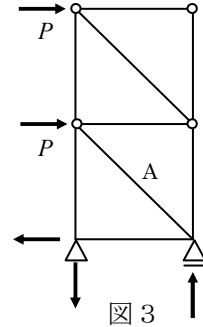


図 3

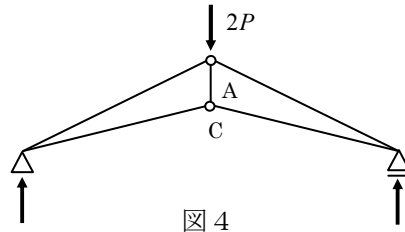


図 4

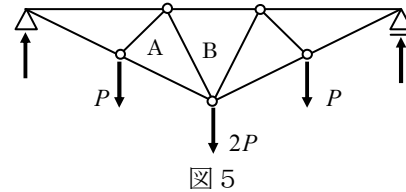


図 5

(解) 図 6 のように切断し A 点の曲げモーメントの釣り合いを考えると外力、 P は時計回りに回転を起こすから残りの A 材の N は反時計回りの応力でなければならない。よって A 材は圧縮応力である。図 7 から C 点の Y 方向の釣り合いを考えると N_A は圧縮応力であるから B 材は引張応力となる。

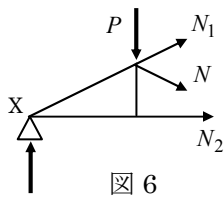


図 6

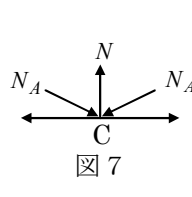


図 7

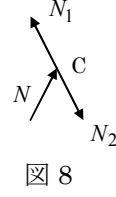


図 8

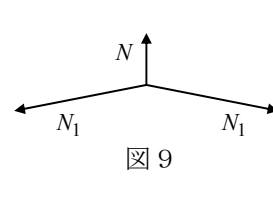


図 9

図 8 で N_1 と N_2 は何れも引張応力であるが、 N_2 の方が外力の影響が大きいため、大となる。よって A 材は圧縮応力となる。図 3 は明らかに圧縮応力となる。図 9 の C 点の釣り合いから N_1 は引張応力であるから N は引張応力である。

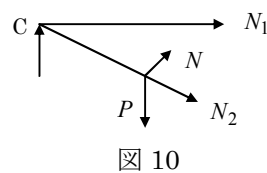


図 10

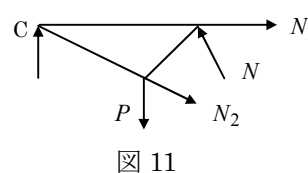


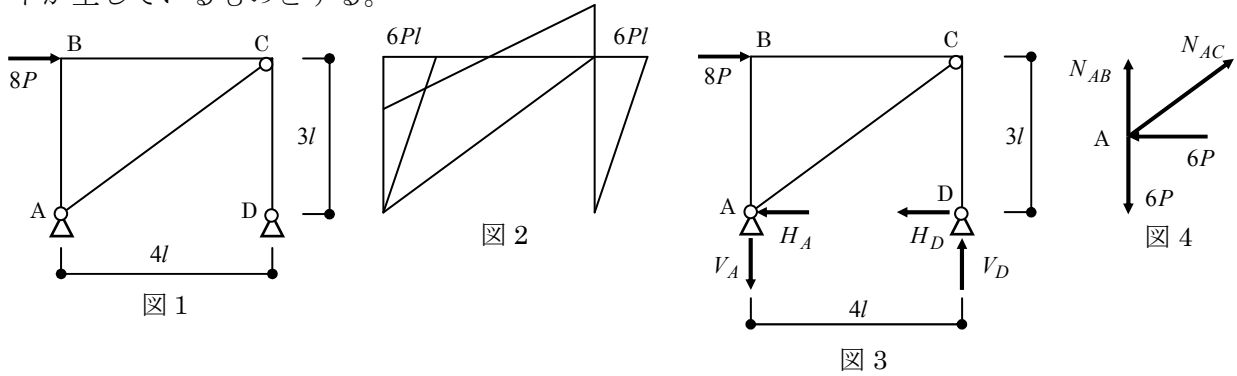
図 11

図 10 のように自由体を取り C 点に関する曲げモーメントの釣り合いを考えると、外力 P は時計回りに回転を起こすから、残りの A 材の N は反時計回りの応力でなければならない。よって A 材は引張応力である。図 11 のように自由体を取り C 点に関する曲げモーメントの釣り合いを考えると、外力 P は時計回りに回転を起こすから、残りの B 材の N は反時計回りの応力でなければならない。よって B 材は圧縮応力である。

(解答) 図 2 のように線分 X で切断し自由体の釣り合いを考える。A 点の反力はあきらかに上向きの $3P$ である。よって A 点に関する曲げモーメントの釣り合いを考えると

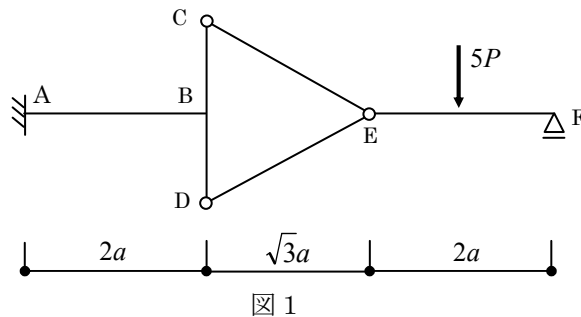
$$\Sigma M_A = 4P + N_C \times 4\sqrt{2} = 0 \text{ から、 } N_C = -P/\sqrt{2} \text{ となり圧縮応力である。}$$

問5 図1の合成骨組みで斜材A-Cの応力を求めよ。なお条件として、図2に示すような曲げモーメントが生じているものとする。



(解) 図3より反力を求めると、 $M_C = H_D \times 3l = 6Pl$ であるから、 $H_D = 2P$ となる。全体の釣り合いから、 $\Sigma X = 8P - 2P - H_A = 0$ であり、 $H_A = 6P$ となる。A点に関して曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_A = 8P \times 3l - V_D \times 4l = 0$ となり、これを解くと $V_D = 6P$ となり、 $\Sigma Y = -V_A + 6P = 0$ 、 $V_A = 6P$ となる。図4で N_{AC} の X 方向の成分は、 $N_X = N_{AC} \times (4/5)$ である。B 点の曲げモーメントの釣り合いを考えると、 $\Sigma M_B = +6P \times 3l - 3l \times 4N_{AC}/5 = 6Pl$ から $N_{AC} = 5P$ となる。A-B 材の軸応力は、 $\Sigma Y = N_{AB} - 6P + 5P \times (3/5) = 0$ から $N_{AB} = 3P$

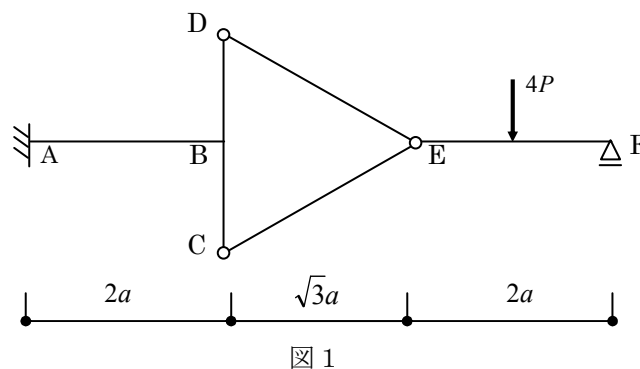
問6 1本の長さが $2a$ の部材を使って図1のような合成梁を作成した。C・D・E は正三角形で B 点が剛接合の時、A 点と B 点の曲げモーメントの絶対値を求めよ。



E 点には鉛直で下向きの荷重 $2.5P$ が作用している。

$$M_B = 2.5P \times \sqrt{3}a = 2.5\sqrt{3}Pa, \quad M_A = 2.5P \times (2a + \sqrt{3}a) = 5Pa + 2.5\sqrt{3}Pa$$

問7 1本の長さが $2a$ の部材を使って図1のような合成梁を作成した。C・D・E は正三角形で B 点が剛接合の時、A 点と B 点の曲げモーメントの絶対値を求めよ。



E 点には鉛直で下向きの荷重 $2P$ が作用している。

$$M_B = 2P \times \sqrt{3}a = 2\sqrt{3}Pa, \quad M_A = 2P \times (2a + \sqrt{3}a) = 4Pa + 2\sqrt{3}Pa$$

問8 図1のD点の水平変位を求めよ。右向きの変位に(+)、左向きの変位に(-)の符号を付けよ。すべての部材の断面積は A 、ヤング係数は E とし、節点はピン接合である。

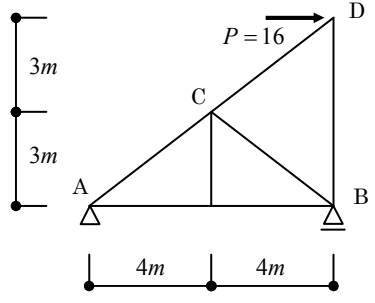


図1

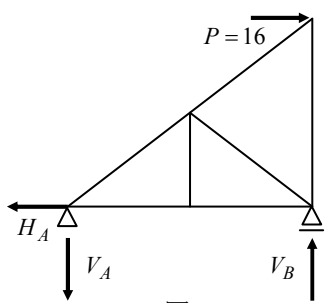


図2

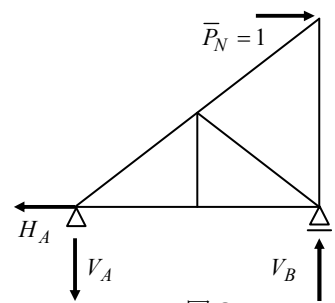


図3

反力は $V_B = V_A = 12$ で $H_A = 16$ となる。部材 A-E 材、E-B 材、E-C 材と C-B 材の応力はゼロである。

A 点の釣り合いから、 $N_{AC} = N_{CD} = +20$ 、B 点の釣り合いから、 $N_{BD} = -12$ 、D 点の水平変位を求め

るために仮想荷重、 $\bar{P}_N = 1$

そのときの反力は

る。A 点の釣り合いから、
釣り合いから、 $\delta = \frac{304}{AE}$ と

を図2のように作用させる。
 $\bar{V}_A = \bar{V}_B = 3/4$ 、 $\bar{H}_A = 1$ とな
 $\bar{N}_{AC} = \bar{N}_{CD} = 5/4$ B 点の
なる。

部材記号	材長	N	\bar{N}	A	$N\bar{N}l/AE$
AC	5 m	20	5/4	A	125/AE
CD	5 m	20	5/4	A	125/AE
DB	6 m	-12	-3/4	A	54/AE
AE	4 m	0	0	A	0
EC	3 m	0	0	A	0
EB	4 m	0	0	A	0
CB	5 m	0	0	A	0
合計					304/AE

問9 図1のトラスにおいてA点の水平変位 δ_A を求めよ。但し部材断面は一様で断面積 A 、ヤング係数 E とする。

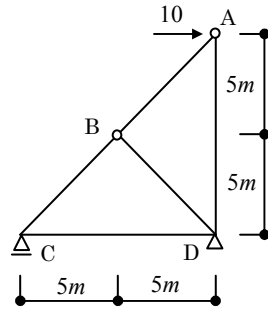


図1

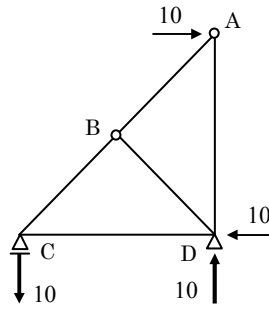


図2

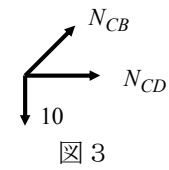


図3

(解) C点とD点の反力は図2のようになる。図3からC点の力の釣合いを求めると

$$N_{CB} = 10\sqrt{2}, \quad N_{CD} = -10, \quad N_{BA} = 10\sqrt{2}, \quad N_{BD} = 0, \quad N_{AD} = -10$$

ここでA点に仮想荷重 $\bar{P}_h = 1$ を右向きにかけると

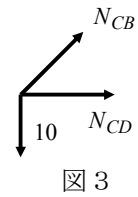
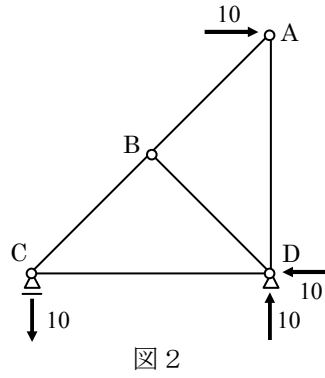
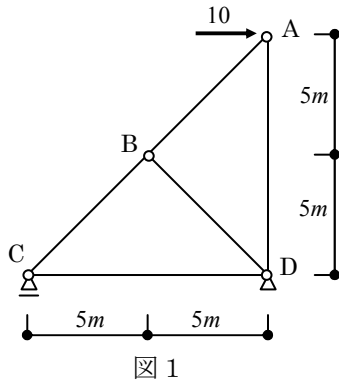
$$\bar{N}_{CB} = \sqrt{2}, \quad \bar{N}_{CD} = -1, \quad \bar{N}_{BA} = \sqrt{2}, \quad \bar{N}_{BD} = 0, \quad \bar{N}_{AD} = -1$$

である。表1をつくると

となる。ゆえにA点の水平変位は $\delta_A = \frac{200}{AE}(1 + \sqrt{2})$ である。

	材長	N_0	\bar{N}	A	$N_0 \bar{N} l / AE$
A-B	$5\sqrt{2}$	$10\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	A	$100\sqrt{2} / AE$
B-C	$5\sqrt{2}$		$\sqrt{2}$	A	$100\sqrt{2} / AE$
C-D	10	-10	-1	A	$100 / AE$
B-D	$5\sqrt{2}$	0	0	A	0
A-D	10	-10	-1	A	$100 / AE$
合計					$200(1 + \sqrt{2}) / AE$

問 10 図のトラスにおいて A 点の水平変位 δ_A を求めよ。但し部材断面は一樣で断面積 A 、ヤング係数 E とする。



(解) C 点と D 点の反力は図のようになる。図 2 から C 点の力の釣合いを求めると

$$N_{CB} = 10\sqrt{2}, \quad N_{CD} = -10, \quad N_{BA} = 10\sqrt{2}, \quad N_{BD} = 0, \quad N_{AD} = -10$$

ここで A 点に仮想荷重 $\bar{P}_n = 1$ を右向きにかけると

$$\bar{N}_{CB} = \sqrt{2}, \quad \bar{N}_{CD} = -1, \quad \bar{N}_{BA} = \sqrt{2}, \quad \bar{N}_{BD} = 0, \quad \bar{N}_{AD} = -1$$

となる。表 1 をつくと

表 1					
	材長	N_0	\bar{N}	A	$N_0 \bar{N} l / AE$
A-B	$5\sqrt{2}$	$10\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	A	$100\sqrt{2}/AE$
B-C	$5\sqrt{2}$	$10\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	A	$100\sqrt{2}/AE$
C-D	10	-10	-1	A	$100/AE$
B-D	$5\sqrt{2}$	0	0	A	0
A-D	10	-10	-1	A	$100/AE$
					$200(1+\sqrt{2})/AE$

となる。ゆえに A 点の水平変位は $\delta_A = \frac{200}{AE}(1+\sqrt{2})$ となる。

問 11 図 1 の A-B 材、B-C 材、A-C 材よ C-D 材の引張材か圧縮材かを検証せよ。

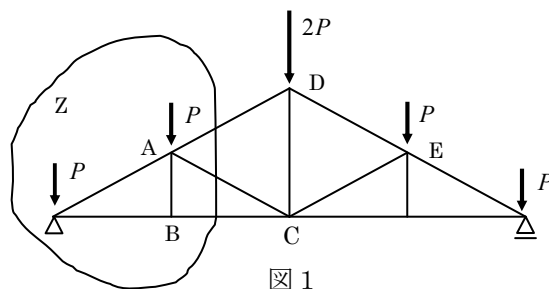
A-B 材は零

B-C 材は引張

A-C 材は圧縮

C-D 材は引張

D-E 材は圧縮



(解)

A-B 材の応力は零、B-C 材は引張応力、D-E 材は圧縮応力であることは明らかである。A 点での釣合いを考えてみると図 2 の示力図から A-C 材は圧縮材である。また図 1 の自由体 Z で左ピンに関する

曲げモーメントの釣り合いを考えても容易に分かる。

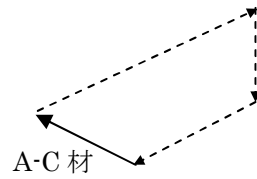


図 2

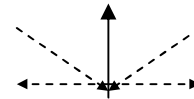


図 3

C 点での釣り合いを考えてみると、図 3 から Y 方向の釣り合いから C-D 材は引張材である。

問 12 B 点の水平変位を求めよ。右向きの変位に (+)、左向きの変位に (-) の符号を付けよ。すべての部材の断面積は A 、ヤング係数は E とし、節点はピン接合である。

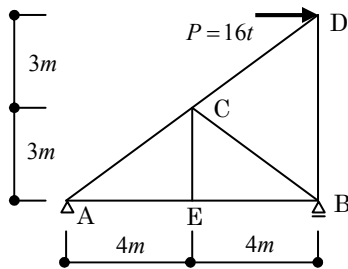


図 1

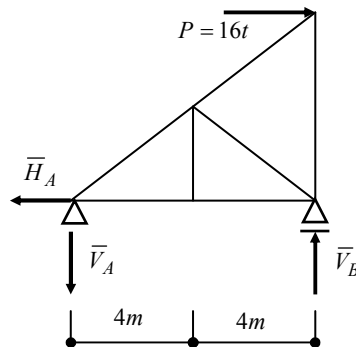


図 2

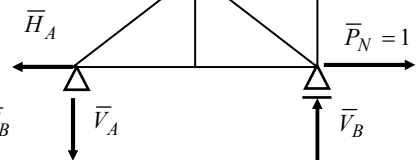


図 3

反力は $V_B = V_A = 12$ で $H_A = 16$ となる。部材 A-E 材、E-B 材、E-C 材と C-B 材の応力はゼロである。

A 点の釣り合いから、 $N_{AC} = N_{CD} = +20$

B 点の釣り合いから、 $N_{BD} = -12$

D 点の水平変位を求めるために仮想荷重 $\bar{P}_N = 1$ を図 2 のように作用させる。

そのときの反力は $\bar{V}_A = \bar{V}_B = 0$ 、 $\bar{H}_A = 1$ となる。

B 点の釣り合いから、 $\bar{N}_{BE} = 1$ 、A 点の釣り合いから、 $\bar{N}_{AE} = 1$ 、他の部材の応力はゼロである。ゆえに、 $\delta = 0$ となる。

問 15 図 1 に示すトラス構造で反力と X 部材の応力を求めよ。引っ張りを (+)、圧縮を (-) の符号を付けよ。すべての部材の断面積は A 、ヤング係数は E とし、節点はピン接合である。

(解)

$$\Sigma M_C = -6P \times 8m + H_E \times 6m = 0 \text{ から、 } H_E = 8P$$

$$\Sigma X = H_C - H_E = 0 \text{ から、 } H_C = 8P$$

$$\Sigma Y = V_C - P = 0 \text{ から、 } V_C = 6P$$

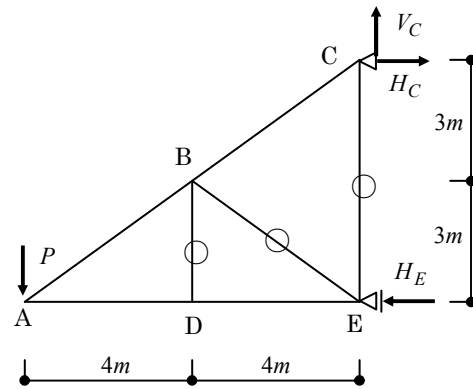


図 1

問 16 図 1 はトラス構造の一部である。A 点の垂直変位を求めよ。部材のヤング係数、断面積をそれぞれ E 、 A とする。

(解) A 点の釣り合いから $\Sigma X = N_{AD} + 4N_{AC}/5 = 0$

$$\Sigma Y = 3N_{AC}/5 - 6P = 0, \quad N_{AC} = 10P, \quad N_{AD} = -8P$$

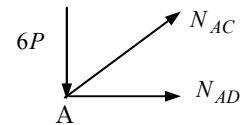


図 1

A 点に仮想荷重 $\bar{P}_n = 1$ を下向きにかけると $\bar{N}_{AC} = 10/6$ 、 $\bar{N}_{AD} = -8/6$

ゆえに A 点の垂直変位は下方に $\delta_A = 756P/3AE$

問 17 図 1 のトラス構造で C-E 材、B-E 材、B-F 材の応力を求めよ。(切断法も有り)

但し、部材断面は等質等断面で、 $P_1 = 10kN$ 、 $P_2 = 16kN$ とする。

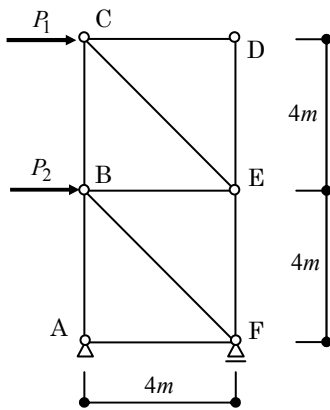


図 1

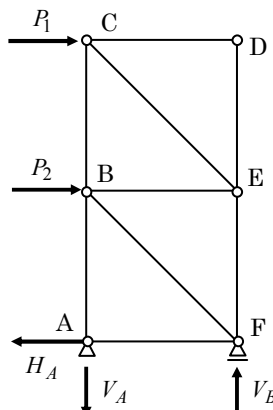


図 2

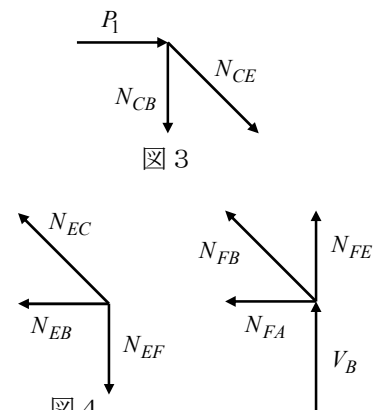


図 3

図 4

図 5

(解) 反力を求めると、 $\Sigma X = P_1 + P_2 - H_A = 0$ から、 $H_A = 26kN$

A 点の曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_A = P_1 \times 8m + P_2 \times 4m - V_B \times 4m = 0$ から、 $V_B = 36kN$

$\Sigma Y = -V_A + V_B = 0$ から、 $V_A = 36kN$ となる。

トラスの特徴で C-D 材と D-E 材の応力はゼロとなる。

図 3 の C 点の釣り合い式より、

$$\Sigma X = P_1 + N_{CE} \sin 45^\circ = 0 \text{ から、 } N_{CE} = -10\sqrt{2}kN, \quad \Sigma Y = -N_{CB} - N_{CE} \cos 45^\circ = 0 \text{ から、 } N_{CB} = 10kN$$

図4のE点の釣り合い式より、 $N_{CE} = N_{EC}$ を考慮して

$$\Sigma X = -N_{EC} \cos 45^\circ - N_{EB} = 0 \text{ から、 } N_{EB} = 10kN、\Sigma Y = N_{EC} \sin 45^\circ - N_{EF} = 0 \text{ から、 } N_{EF} = 10kN$$

図5のF点の釣り合い式より、 $N_{FE} = N_{EF}$ を考慮して

$$\Sigma Y = N_{FB} \sin 45^\circ + N_{FE} + V_B = 0 \text{ から、 } N_{FB} = -46\sqrt{2}kN、\Sigma X = -N_{FB} \cos 45^\circ - N_{FA} = 0 \text{ から、 } N_{FA} = 46kN、$$

問18 図1のトラス構造でB-C材、C-E材、A-E材の応力を求めよ。(切断法も有り)

但し、部材断面は等質等断面で、 $P_1 = 10kN$ 、 $P_2 = 16kN$ とする。

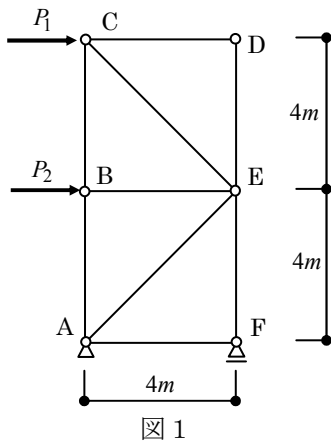


図1

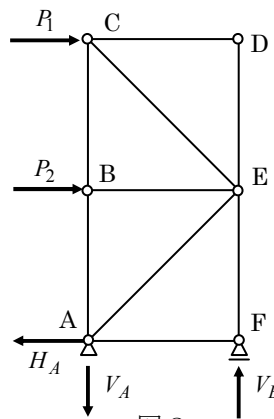


図2

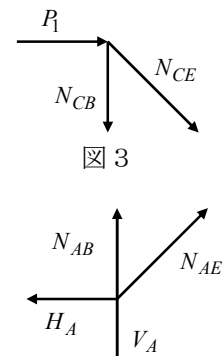


図3

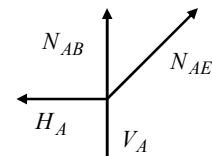


図4

(解) 反力を求めると、 $\Sigma X = P_1 + P_2 - H_A = 0$ から、 $H_A = 26kN$

A点の曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_A = P_1 \times 8m + P_2 \times 4m - V_B \times 4m = 0$ から、 $V_B = 36kN$

$\Sigma Y = -V_A + V_B = 0$ から、 $V_A = 36kN$ となる。

トラスの特徴でC-D材、D-E材とA-F材の応力はゼロとなる。

図3のC点の釣り合い式より、

$$\Sigma X = P_1 + N_{CE} \sin 45^\circ = 0 \text{ から } N_{CE} = -10\sqrt{2}kN、\Sigma Y = -N_{CB} - N_{CE} \cos 45^\circ = 0 \text{ から } N_{CB} = 10kN$$

図4のA点の釣り合い式より、

$$\Sigma X = -H_A + N_{AE} \cos 45^\circ = 0 \text{ から } N_{AE} = 26\sqrt{2}kN、\Sigma Y = -V_A + N_{AB} + N_{AE} \sin 45^\circ = 0 \text{ から } N_{AB} = 10kN$$

問 19 図 1 のような等質等断面のトラスがあり、外力、反力共に図 1 のような大きさと方向を持っている。

- (1) B-D 材の応力を求めよ。
- (2) D-E 材に $13kN$ の圧縮力が生じているとき、外力 X の大きさを求めよ。
- (3) A-D 材に生じる引張力が、他のどの引張部材よりも大きくなるときの、 X の条件を求めよ。

(解) 一応反力を求めておく。

$$\Sigma M_A = 9kN \times 10\sqrt{3} + xkN \times 5\sqrt{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}R \times 20 = 0$$

$$\Sigma X = -H + 9kN + xkN - \frac{1}{2}R = 0, \quad \Sigma Y = -V + \frac{\sqrt{3}}{2}R = 0 \text{ から}$$

$$H = \frac{18+3x}{4}, \quad V = \frac{\sqrt{3} \cdot (18+x)}{4}, \quad R = \frac{18+x}{2} \text{ を得る。}$$

- (1) B 点のトラスの性質から、 $N_{BD}=0$ となる。
- (2) D-E 材に $13kN$ の圧縮力が働いていることは、反力 R も $13kN$ の圧縮力が働いていることになる。よって、 $R=(18+x)/2$ から、 $x=8kN$ となる。
- (3) A-D 材以外で引張力が生じる材は B-C 材と A-B 材で (1) から共に等しい。図 2 の C 点の釣り合い式から、 $\Sigma X = -N_{BC} \cos 60^\circ - N_{CD} \cos 60^\circ + 9kN = 0$ より $N_{BC} = 9kN$ である。
図 3 の A 点の釣り合い式から、 $\Sigma X = N_{AB} \cos 60^\circ + N_{AD} \cos 30^\circ - H = 0$ より $N_{AD} = \sqrt{3}x/2$ となる。
 $N_{AD} > N_{BC}$ の条件を満たすには、 $\frac{\sqrt{3}}{2}x > 9$ である。よって、 $x > 6\sqrt{3}$ を得る。

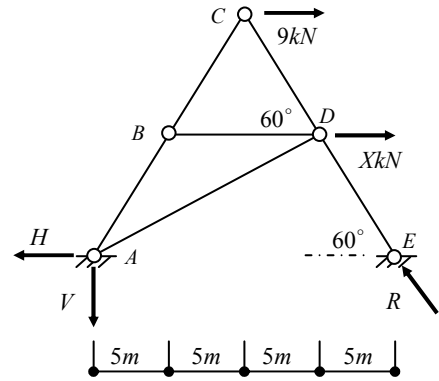


図 1

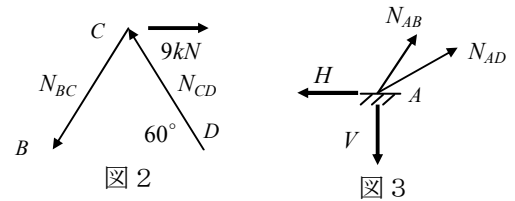


図 2

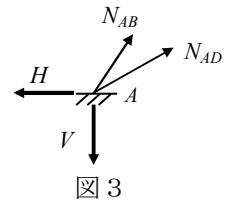


図 3

問 20 梁 A-C と C-D は長さ l 、重さ W の均質等断面である。D-E は鋼の糸で張力 T する。そのとき梁 A-B と B-C が水平を保つには B 点のローラーの位置 x 、反力 R_B と張力 T を求めよ。(20 点)

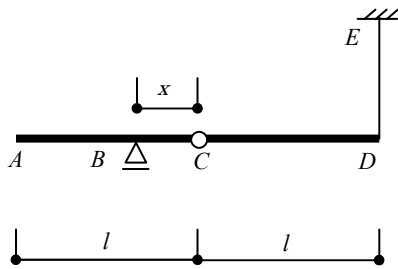


図 1

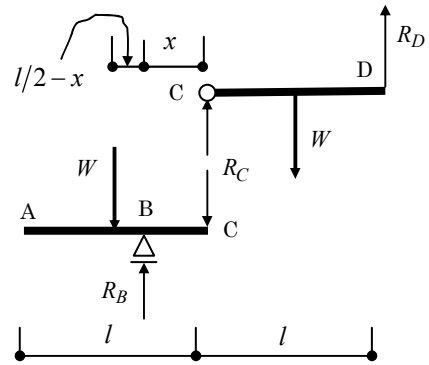


図 2

(解) (解) ゲルバー梁の一種だから、図 2 のように分割して考えるとよい。C-D 材の釣り合いから、容易に $R_D = T = R_C = W/2$ を得る。その反力 R_C は A-C 材には逆向きに作用している。A-C 材は平衡を保っているので、B 点に作用する曲げモーメントは釣り合っている。よって、 $W \times (l/2 - x) = R_C \times x$ となり $x = l/3$ を得る。y 方向の釣り合いから $\Sigma Y = R_B - W - R_C = 0$ から $R_B = 3W/2$ となる。

問 21 梁 A-C と C-D は長さ $1.2l$ 、 l 重さ $1.2W$ 、 W の均質等断面である。D-E は鋼の糸で張力 T する。そのとき梁 A-B と B-C が水平を保つには B 点のローラーの位置 x 、反力 R_B と張力 T を求めよ。(20 点)

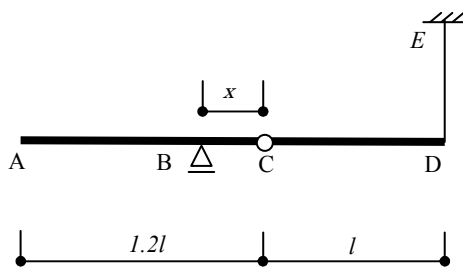


図 1

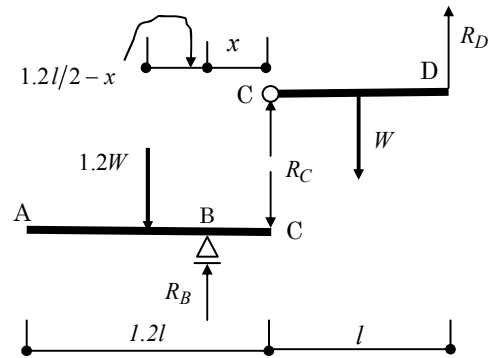


図 2

(解) (解) ゲルバー梁の一種だから、図 2 のように分割して考えるとよい。C-D 材の釣り合いから、容易に $R_D = T = R_C = W/2$ を得る。その反力 R_C は A-C 材には逆向きに作用している。A-C 材は平衡を保っているので、B 点に作用する曲げモーメントは釣り合っている。よって、 $1.2W \times (1.2l/2 - x) = R_C \times x$ となり $x = 36l/85$ を得る。y 方向の釣り合いから $\Sigma Y = R_B - 1.2W - R_C = 0$ から $R_B = 17W/10$ となる。

問 22 図 1 のトラスで A 点の鉛直変位と反力を求めよ。ただし、部材の断面積とヤング係数は A 、 E である。また、 $\angle ADB = \angle DEC$ は直角である。

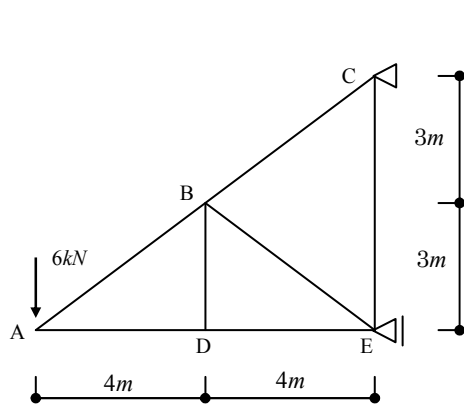


図 1

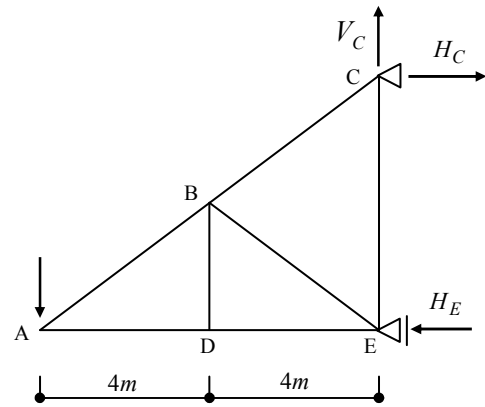


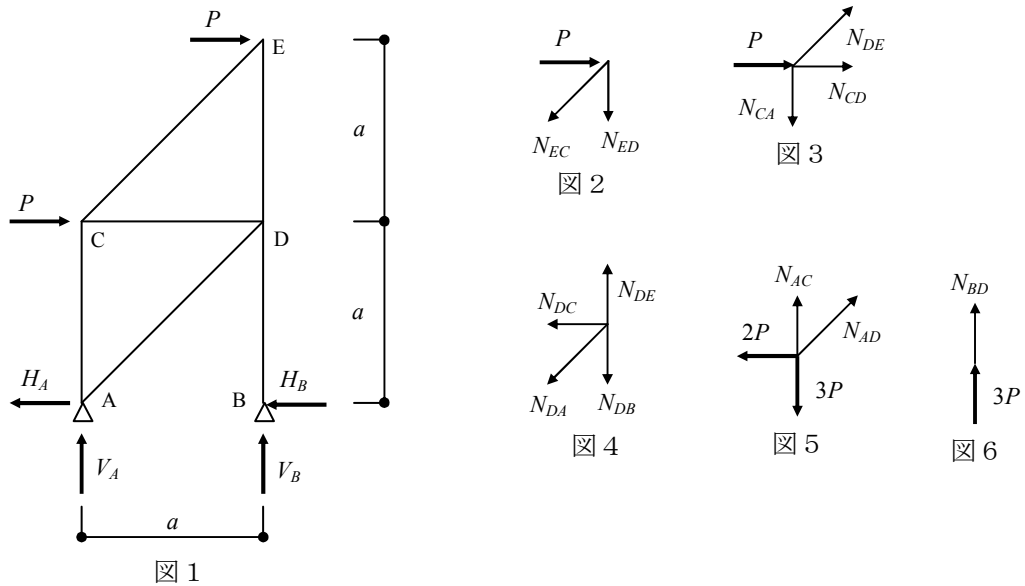
図 2

(解) E 点の水平反力は、 $\Sigma M_C = -6kN \times 8m + H_E \times 6m = 0$ から

$$H_E = 8kN, \quad H_C = 8kN, \quad V_C = 6kN$$

部材名	部材長 l	N_0	\bar{N}	断面積	$N_0 \bar{N} \cdot l / AE$
A-B	5m	+10kN	+5/3	A	250/3AE
B-C	5m	+10kN	+5/3	A	250/3AE
A-D	4m	-8kN	-4/3	A	128/3AE
D-E	4m	-8kN	-4/3	A	128/3AE
B-D	3m	0	0	A	0
B-E	5m	0	0	A	0
C-E	6m	0	0	A	0
合計					252/AE

問 23 図1のトラスで各部材の軸力を求めよ。引張応力を(+)、圧縮応力を(-)とする。尚、支
点の反力は図示した方向を正とする。



(解) トラス構造だから、B 点の水平反力 H_B はゼロとなる。

$$\Sigma M_A = P \times a + P \times 2a - V_B \times a = 0, \quad \Sigma X = P + P - H_A = 0, \quad \Sigma Y = V_A + V_B = 0 \text{ から}$$

$$H_A = 2P, \quad V_A = -3P, \quad V_B = 3P \text{ を得る。}$$

$$\text{E 点の釣り合いの図2から、} \Sigma X = P - N_{EC} \cos 45^\circ = 0, \quad \Sigma Y = -N_{EC} \sin 45^\circ - N_{ED} = 0$$

$$\text{C 点の釣り合いの図3から、} \Sigma X = P + N_{CE} \cos 45^\circ + N_{CD} = 0, \quad \Sigma Y = N_{CE} \sin 45^\circ - N_{CA} = 0$$

$$\text{D 点の釣り合いの図4から、} \Sigma X = -N_{DC} - N_{DA} \cos 45^\circ = 0, \quad \Sigma Y = N_{DE} - N_{DA} \sin 45^\circ - N_{DB} = 0$$

$$\text{A 点の釣り合いの図5から、} \Sigma X = -2P + N_{AD} \cos 45^\circ = 0, \quad \Sigma Y = N_{AC} + N_{AD} \sin 45^\circ - 3P = 0$$

$$\text{B 点の釣り合いの図6から、} \Sigma Y = N_{BD} + 3P = 0 \text{ となりこれらを解くと}$$

$$N_{EC} = +\sqrt{2}P, \quad N_{ED} = -P, \quad N_{CD} = -2P, \quad N_{DA} = +2\sqrt{2}P, \quad N_{AC} = +P, \quad N_{BD} = -2P$$

問 24 図1は A 点と B 点がピン支持の静定トラスである。小文字のアルファベットの部材の応力を求めよ。引張応力を正、圧縮応力を負とする。また、部材 a の断面積を 100mm^2 、降伏応力度は 235N/mm^2 としたとき部材 a が降伏応力度に達するときの P を求めよ。

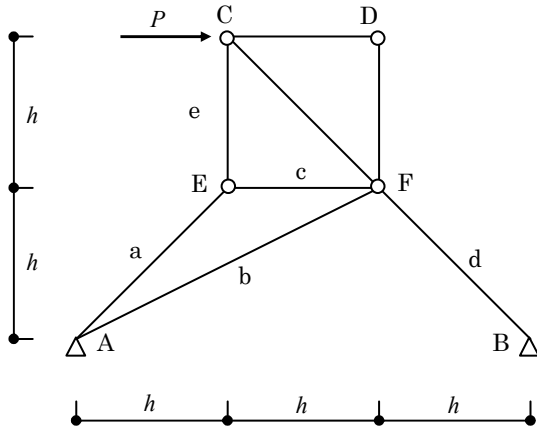


図 1

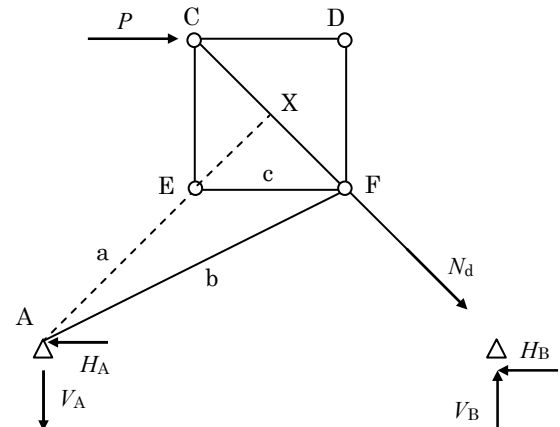


図 2

(解) 図2から A 点より直線 C-F に下ろした垂線の長さは、 $l=3\sqrt{2}h/2$ となり、B-F 材の途中で切断しその応力を N_d とする。A 点に関する曲げモーメントの釣り合いから

$$\Sigma M_A = 2Ph + N_d \times \frac{3\sqrt{2}h}{2} = 0 \text{ から、 } N_d = -\frac{2\sqrt{2}P}{3} \text{ で圧縮力である。}$$

または、図2のように B 点の反力を仮定し、A 点に関する曲げモーメントの釣り合いから

$$\Sigma M_A = 2Ph - V_B \times 3h = 0 \text{ から、 } V_B = 2P/3 \text{ である。トラスの形状から } H_B = 2P/3 \text{ となる。}$$

x 方向の釣り合いから、 $\Sigma X = P - 2P/3 - H_A = 0$ より、 $H_A = P/3$

y 方向の釣り合いから、 $\Sigma Y = V_B - V_A = 0$ より、 $V_A = 2P/3$ (方向は図2)

図2の A 点の釣り合いから、

$$(\cos \alpha = 1/\sqrt{2}, \sin \alpha = 1/\sqrt{2}, \cos \beta = 2/\sqrt{5}, \sin \beta = 1/\sqrt{5})$$

$$\Sigma X = N_a \cos \alpha + N_b \cos \beta - H_A = \frac{N_a}{\sqrt{2}} + \frac{2N_b}{\sqrt{5}} - \frac{P}{3} = 0$$

$$\Sigma Y = N_a \sin \alpha + N_b \sin \beta - V_A = \frac{N_a}{\sqrt{2}} + \frac{N_b}{\sqrt{5}} - \frac{2P}{3} = 0$$

$$\text{両式から、 } N_a = \sqrt{2}P \text{ (引張)、 } N_b = -\sqrt{5}P/3 \text{ (圧縮)}$$

図4の E 点の釣り合いから、

$$\Sigma X = -N_a \cos \alpha + N_c = 0 \text{ より } N_c = N_a \cos \alpha = P$$

$$\Sigma Y = -N_a \sin \alpha + N_e = 0 \text{ より } N_e = N_a \sin \alpha = P$$

部材の応力と降伏応力は等しいから

$$N_a = \sqrt{2}P = 100\text{mm}^2 \times 235\text{N/mm}^2 = 23.5\text{kN} \text{ となり、}$$

$$P = 23.5\text{kN} / \sqrt{2} = 16.61\text{kN}$$

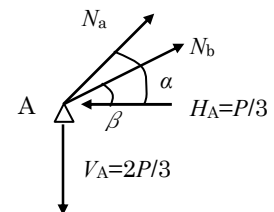


図 3

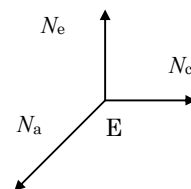


図 4

問 25 図 1 のトラスの応力を求めよ。但し節点は全てピンとする。(横国院)

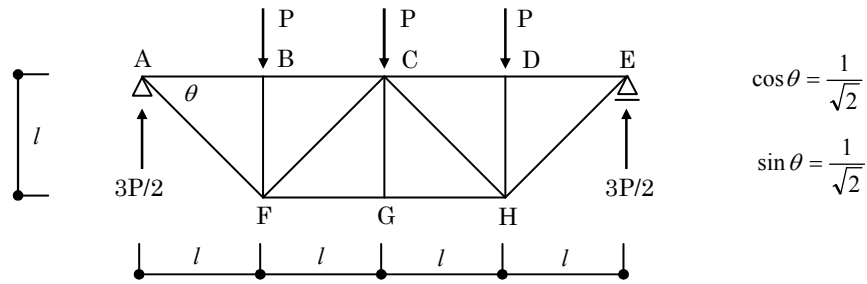


図 1

(解) 上弦材は圧縮応力で下弦材は引張応力である。また、C-G 材の応力はゼロとなる。左右対称であるから左半分だけ解く。反力は図 1 に示すが A 点の水平反力は無い。トラスの問題はこのような前提になっている場合が多い。数式解法が適切である。未知の応力は全て引張応力と仮定する。

A 点の釣り合いは

$$\Sigma X = N_{AB} + N_{AF} \cos \theta = 0, \quad \Sigma Y = 3P/2 - N_{AF} \sin \theta = 0 \text{ から}$$

$$N_{AF} = \frac{3\sqrt{2}}{2}P \text{ (引張応力)}, \quad N_{AB} = -\frac{3}{2}P \text{ (圧縮応力)}。$$

$$N_{BC} = N_{AB} = -\frac{3}{2}P \text{ (圧縮応力)}, \quad N_{BF} = -P \text{ (圧縮応力)} \text{ で明白。}$$

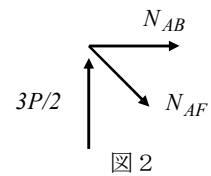


図 2

F 点の釣り合いは

$$\Sigma X = -\frac{3\sqrt{2}}{2}P \cos \theta + N_{FG} + N_{FC} \cos \theta = 0$$

$$\Sigma Y = \frac{3\sqrt{2}}{2}P \sin \theta - P + N_{FC} \sin \theta = 0 \text{ から}, \quad N_{FC} = -\frac{\sqrt{2}}{2}P \text{ (圧縮応力)}$$

$$N_{FG} = 2P \text{ (引張応力)}$$

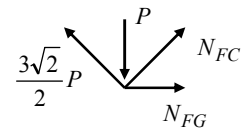


図 3

問 26 図 1 のトラスの応力を求めよ。但し節点は全てピンとする。(横国院)

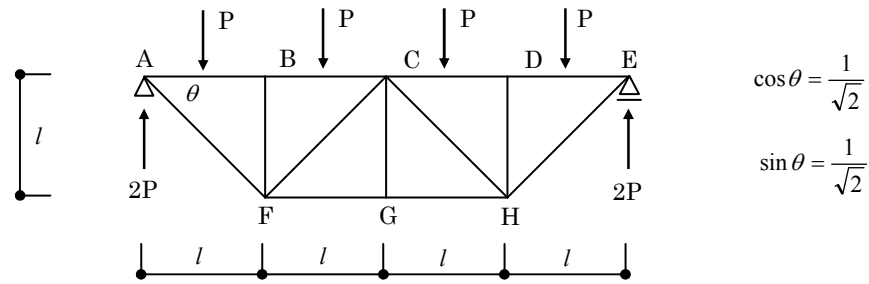


図 1

(解)

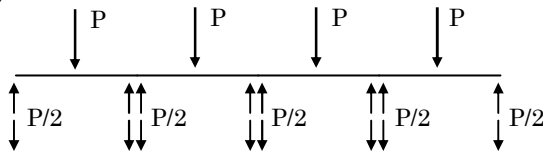


図 2

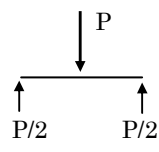


図 3

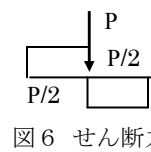


図 6 セン断力

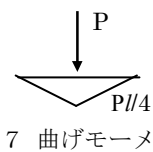


図 7 曲げモーメント

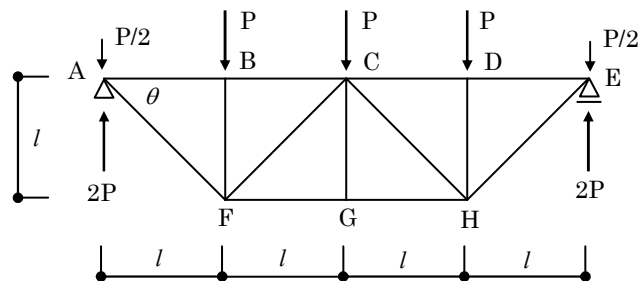


図 4

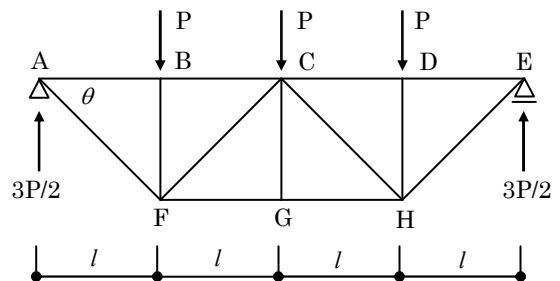


図 5

図 2 のように上弦材の外力を節点に分配すると図 4 のようになる。A 点と E 点の外力を加えれば図 5 のようになる。これは問 25 と全く同様となる。上弦の各部材の曲げモーメントとせん断力は図 3 から図 6、図 7 のようになる。

問 27 図 1 のような外力と反力がある。部材応力が表 1 であるとき P_1 、 P_2 、 V_1 、 V_2 を求めよ

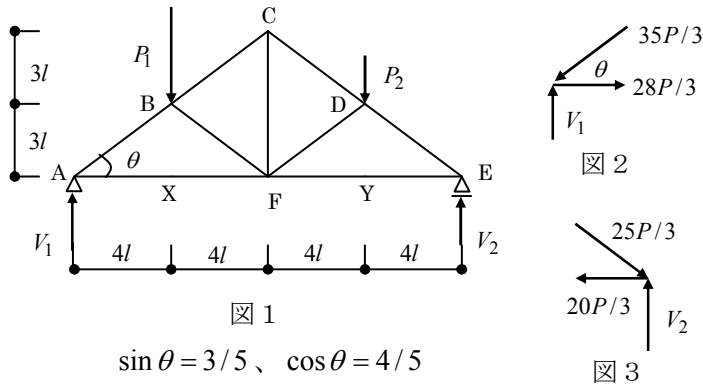


表 1			
部材	部材応力	部材	部材応力
A-B	$-35P/3$	A-F	$+28P/3$
B-C	$-5P$	B-F	$-20P/3$
C-F	$+6P$	C-D	$-5P$
D-F	$-10P/3$	D-E	$-25P/3$
E-F	$+20P/3$		

(解)

図 2 の A 点の釣り合いから $\Sigma Y = -35P/3 \cdot \sin \theta + V_1 = 0$ から、 $V_1 = 7P$

図 3 の E 点の釣り合いから $\Sigma Y = -25P/3 \cdot \sin \theta + V_2 = 0$ から、 $V_2 = 5P$

X 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_X = V_1 \times 4l + P_2 \times 8l - V_2 \times 12l = 0$ から $P_2 = 4P$

Y 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_Y = V_1 \times 12l - P_1 \times 8l - V_2 \times 4l = 0$ から $P_1 = 8P$

問 28 図 1 のような外力と反力がある。部材応力が表 1 であるとき P_1 、 P_2 、 P_3 、 H_1 、 V_1 、 V_2 を求めよ

ここで、 $\sin \theta = 3/5$ 、 $\cos \theta = 4/5$ である。

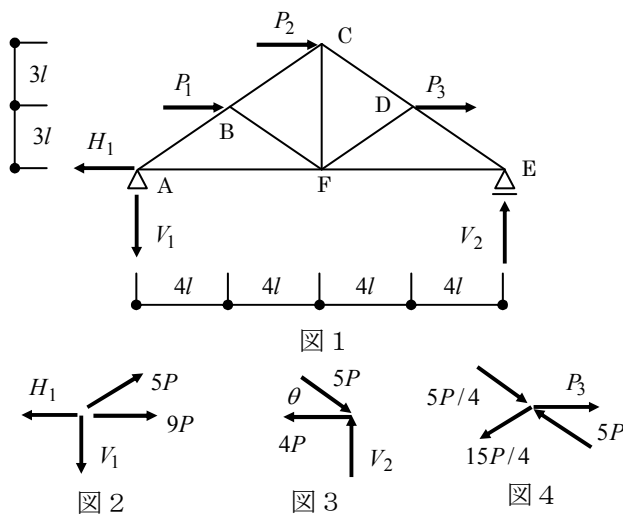


表 1			
部材	部材応力	部材	部材応力
A-B	$+5P$	A-F	$+9P$
B-C	$+5P/2$	B-F	$-5P/2$
C-F	$-3P/4$	C-D	$-5P/4$
D-F	$+15P/4$	D-E	$-5P$
E-F	$+4P$		

(解)

図 2 の A 点の釣り合いから $\Sigma X = -H_1 + 5P \cdot \cos \theta + 9P = 0$ 、 $\Sigma Y = 5P \cdot \sin \theta - V_1 = 0$ から $H_1 = 13P$ 、 $V_1 = 3P$

図 3 の E 点の釣り合いから $\Sigma Y = -5P \cdot \sin \theta + V_2 = 0$ から、 $V_2 = 3P$

図 4 の D 点の釣り合いから $\Sigma X = 5P/4 \cdot \cos \theta - 15P/4 \cdot \cos \theta - 5P \cos \theta + P_3 = 0$ 、から $P_3 = 6P$

B 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_B = P_2 \times 3l + H_1 \times 3l - V_1 \times 4l - V_2 \times 12l = 0$ から $P_2 = 3P$

水平方向の応力の釣り合いから、 $\Sigma X = -H_1 + P_1 + P_2 + P_3 = 0$ から $P_1 = 4P$