

2. 2 切断法

問1 図1のような荷重を受けるトラスの部材 A-B、B-C、C-D 材に生じる軸方向力を求めよ。

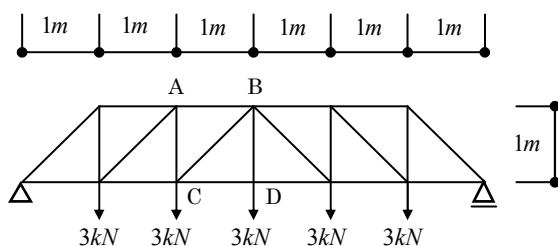


図1

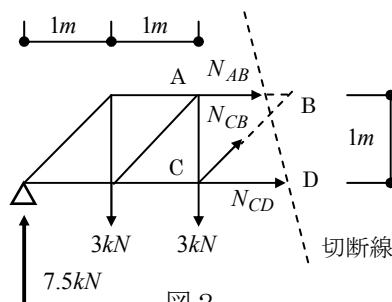


図2

解) 反力は図2に示すように容易に分かる。図2を切断法で N_{AB} を求める場合、 N_{CB} と N_{CD} の交点 C について曲げモーメントのつり合い式を作ればよい。

$$\Sigma M_C = 7.5kN \times 2m - 3kN \times 1m + N_{AB} \times 1m = 0, \quad N_{AB} = -12kN \text{ で圧縮材である。}$$

同様に

$$\Sigma M_B = 7.5kN \times 3m - 3kN \times 2 - 3kN \times 1m - N_{CD} \times 1m = 0, \quad N_{CD} = -13.5kN \text{ で圧縮材である。}$$

N_{CB} 材の値は平行弦トラスの特徴をいかして次のように解く。図2で Y 方向の応力のつり合い式から、

$$\Sigma Y = 7.5kN - 3kN - 3kN + N_{CB} \cos 45 = 0, \quad N_{CB} = -1.5\sqrt{2}kN \text{ の圧縮である。}$$

問2 図1のような荷重を受けるトラスの部材 A-C 材に生じる軸方向力を求めよ。

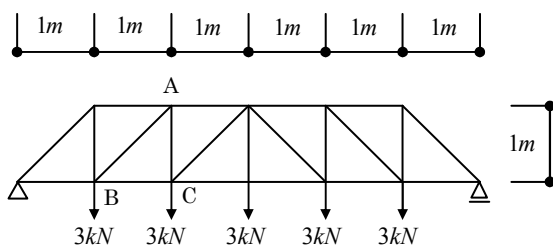


図1

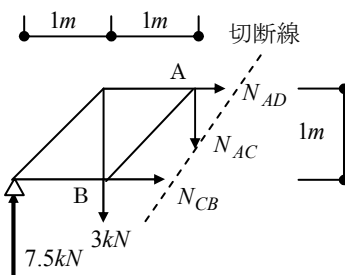


図2

解) 反力は図2に示すように容易に分かる。図2を切断法で N_{AC} を求める場合、平行弦トラスを利用する。切断面に対する y 方向の釣合い式より

$$\Sigma Y = 7.5kN - 3kN - N_{AC} = 0, \quad N_{AC} = 4.5kN \text{ で引張材である。}$$

問3 図1のような荷重を受けるトラスにおいて、A-B 材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「-」とする。但し、 $P = 8t$ 、 $l = 4m$ とする。

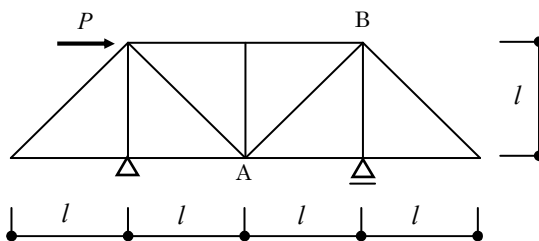


図1

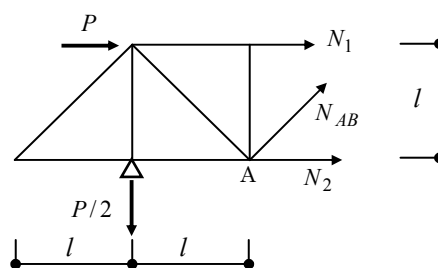


図2

(解) 反力は右支持点ローラーの点に関する曲げモーメントの釣り合い式から、

$$\Sigma M = P \times l - V \times 2l = 0 \text{ より左支持点の反力は、下向きに } V = P/2 \text{ となる。}$$

図2に示すようになる。平行弦トラスであることを利用すると

$$\Sigma Y = -P/2 + N_{AB} \sin \theta = 0 \text{ から } N_{AB} = \sqrt{2}P/2 = 4\sqrt{2}t \text{ で引張応力である。}$$

問4 図1のような荷重を受けるトラスにおいて、部材A-B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。

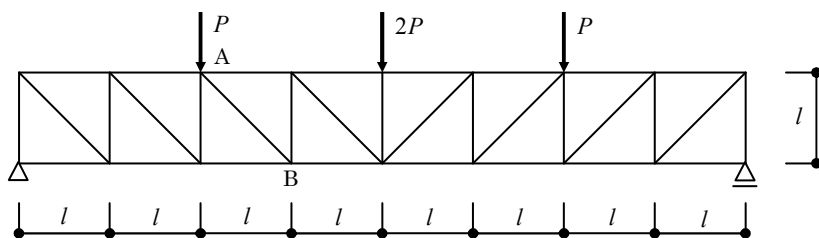


図1

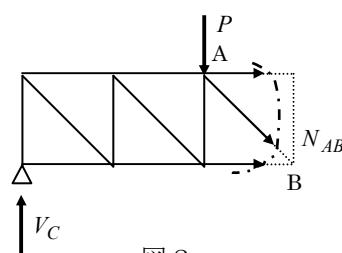


図2

(解) まず、反力 V_C を求める。トラスは対称系であるから、 $V_C = 2P$ となる。図2のように切断する。平行弦トラスであるから、図2を自由体と考えるとY方向の釣り合いにより

$$\Sigma Y = V_C - P - N_{AB} \cos \theta = 0 \text{ で } \cos \theta = 1/\sqrt{2} \text{ だから、 } N_{AB} = +\sqrt{2}P \text{ が得られる。}$$

問5 図1のような荷重を受けるトラスにおいて、部材A-B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。

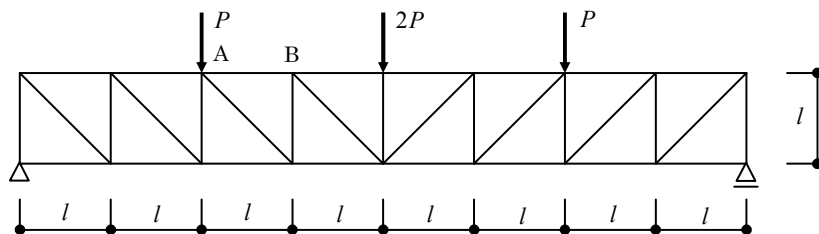


図1

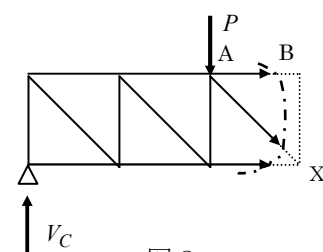


図2

(解) まず、反力 V_C を求める。トラスは対称系であるから、 $V_C = 2P$ となる。図2のように切断する。図2を自由体と考えるとx点での曲げモーメントの釣り合いから

$$\Sigma M_x = V_C \times 3l - P \times l + N_{AB} \times i = 0, \quad N_{AB} = -5P \text{ が得られる。よって引張応力となる。}$$

問6 図1のような荷重を受けるトラスの部材 A-B に生じる軸方向力 N_{AB} 、 N_{AC} 、 N_{CD} を求めよ。ただし、引張りを (+)、圧縮を (-) とする。

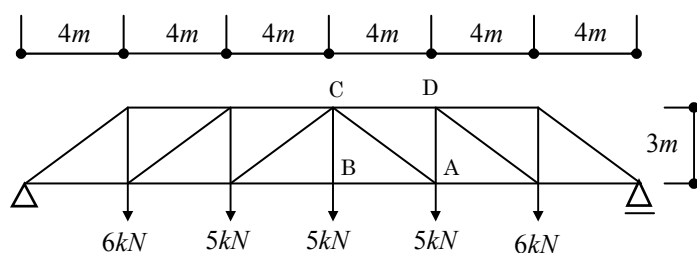


図1

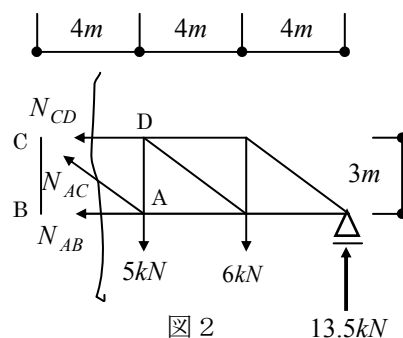


図2

(解) 図2からA点に関する曲げモーメントの釣り合いから、

$$\Sigma M_A = 6kN \times 4m - 13.5kN \times 8m - N_{CD} \times 3m = 0, \quad N_{CD} = -28.0kN$$

C点に関する曲げモーメントの釣り合いから、

$$\Sigma M_C = 5kN \times 4m + 6kN \times 8m - 13.5kN \times 12m + N_{AB} \times 3m = 0, \quad N_{AB} = +31.3kN$$

切断面におけるy方向の釣り合いから、

$$\Sigma Y = -5kN - 6kN + 13.5kN + N_{AC} \sin \theta = 0, \quad N_{AC} = -4.166kN$$

問7 図1のトラスで、部材 A-B の応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。引張りを「+」、圧縮を「-」とする。

(解)

反力は両端共に $V = 3P$ である。

$$\Sigma M_C = -4Pm + 16Pm - 6mN_{AB} = 0$$

$$N_{AB} = 2P \quad (\text{引張})$$

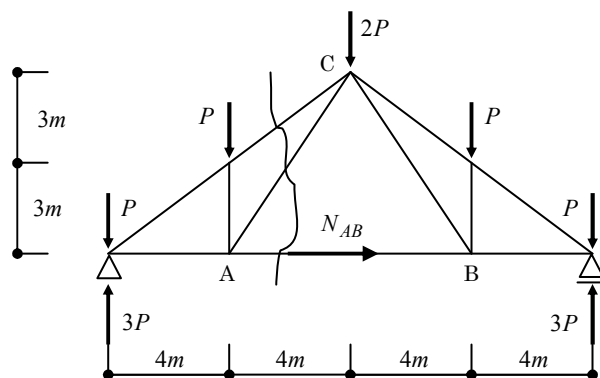


図1

問8 図1のトラスで、部材 C-G の応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。引張りを「+」、圧縮を「-」とする。

(解) 反力は図1のようになる。左側の自由体を考え、平行弦トラスだから、Y方向の釣り合い式より

$$\Sigma Y = -P - 2P + 4P + N_{GC} \sin 45^\circ = 0$$

$$N_{GC} = -\sqrt{2}P \quad (\text{圧縮})$$

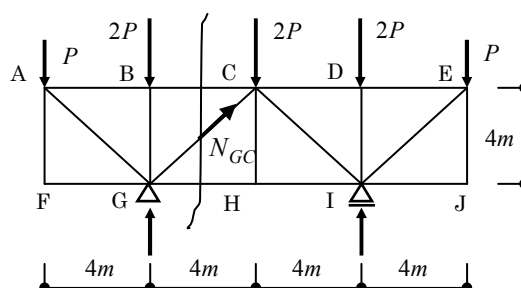


図1

問9 図1のトラスで、部材C-Gの応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。引張を「+」、圧縮を「-」とする。

(解) 反力は図1のようにになる。右側の自由体を考え、平行弦トラスだから、Y方向の釣り合い式より

$$\Sigma Y = +P + N_{GC} \sin 45^\circ = 0$$

$$N_{GC} = -\sqrt{2}P \text{ (圧縮)}$$

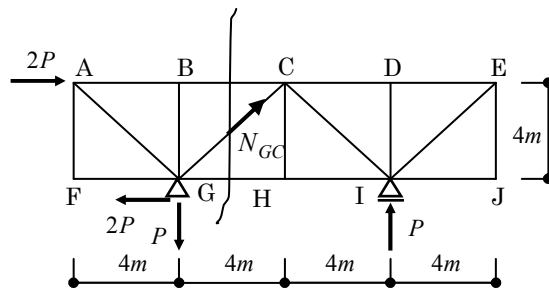


図1

問10 図1のトラスで、部材F-Gの応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。

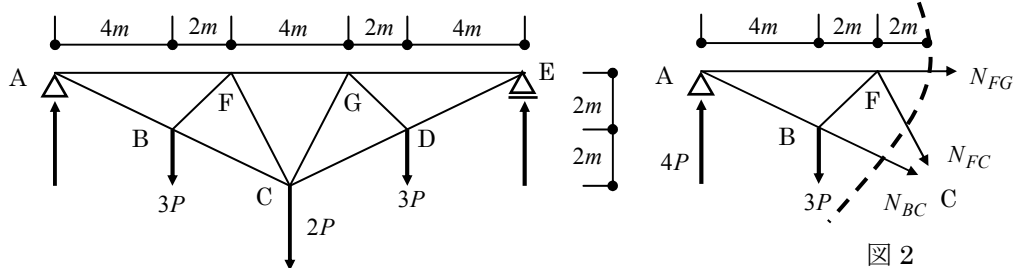


図1

図2

(解) 図2のように切断した自由体のC点に関する曲げモーメントの釣り合いを考えると

$$\Sigma M_C = 4P \times 8m - 3P \times 4m + N_{FG} \times 4m = 0$$

よって、 $N_{FG} = -5P$ で圧縮応力である。

問11 図1のトラスで、部材C-Gの応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面で直方体と筋かいで構成されている。

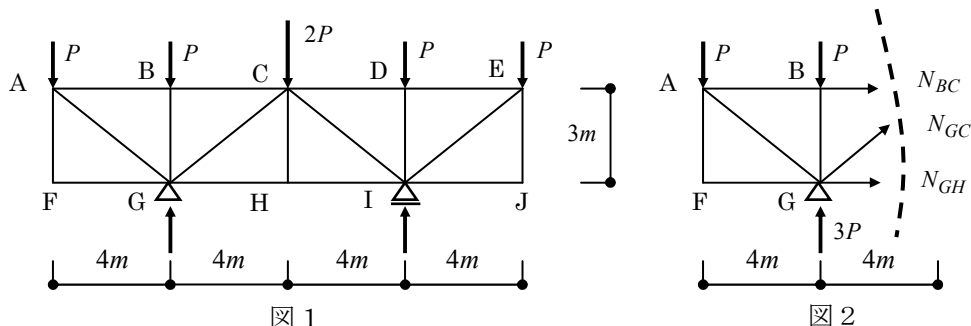


図1

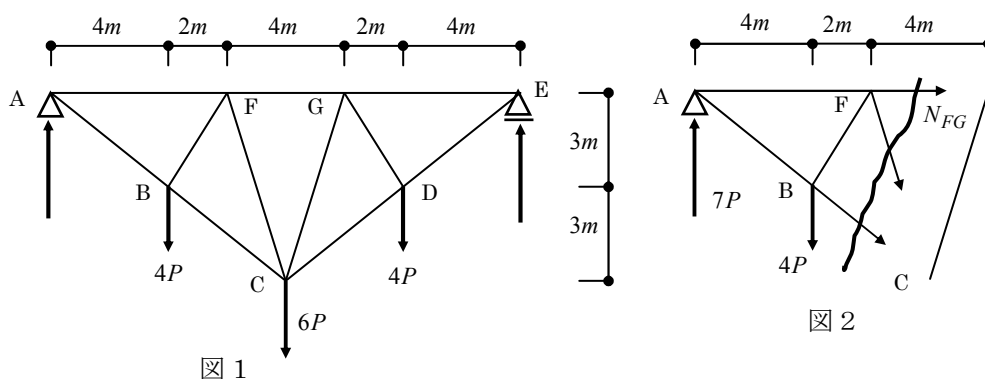
図2

(解) 図2のように切断した自由体を考える。平行弦トラスであるから鉛直方向に関する力の釣り合いを考えると

$$\Sigma Y = 3P - P - P + N_{GC} \times 3/5 = 0$$

よって、 $N_{GC} = -5P/3$ で圧縮応力である。

問 12 図 1 のトラスで、部材 F-G の応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。

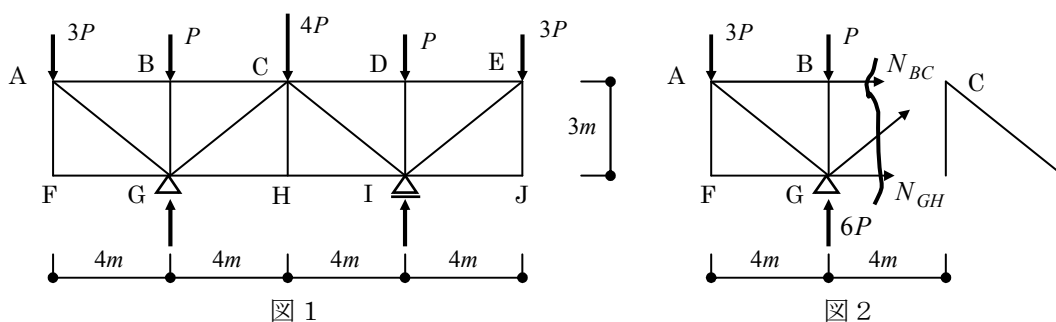


(解) 図 2 のように切断して、C 点に関する曲げモーメントの釣り合いを求めると

$$\Sigma M_C = 7P \times 8m - 4P \times 4m + N_{FG} \times 6m = 0$$

から、 $N_{FG} = -20P/3$ となる。よって部材応力は圧縮応力である。

問 13 図 1 のトラスで、部材 G-H と B-C の応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面で直方体と筋かいで構成されている。



(解) 図 2 のように切断して、C 点に関する曲げモーメントの釣り合いを求めると

$$\Sigma M_C = 6P \times 4m - 3P \times 8m - P \times 4m - N_{GH} \times 3m = 0$$

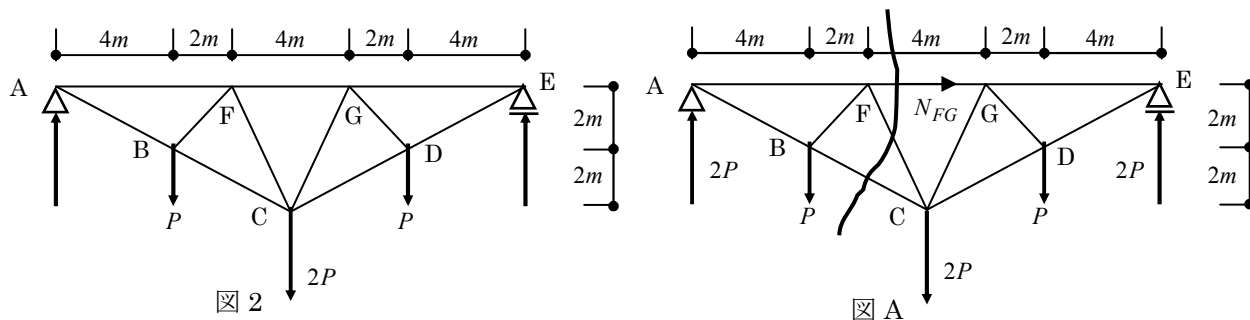
から、 $N_{GH} = -4P/3$ となる。よって部材応力は圧縮応力である。

G 点に関する曲げモーメントの釣り合いを求めると

$$\Sigma M_G = -3P \times 4m + N_{BC} \times 3m = 0$$

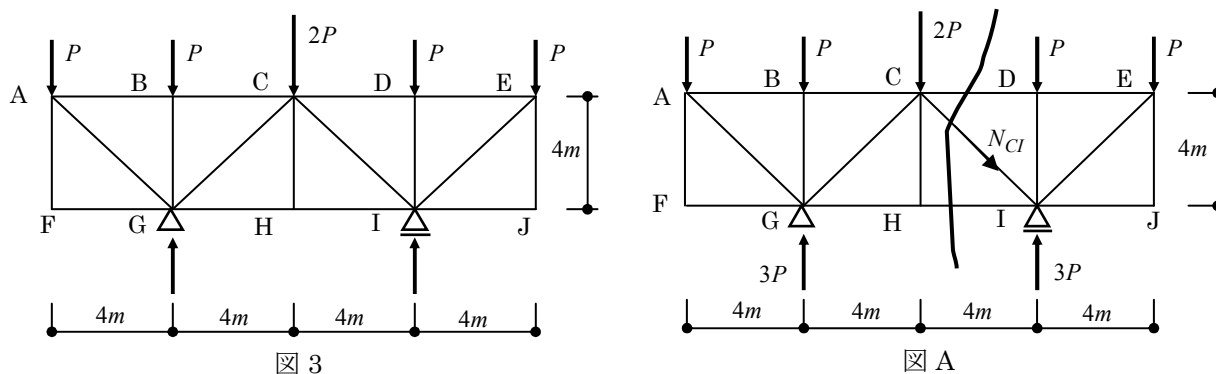
から、 $N_{BC} = +4P$ となる。よって部材応力は引張応力である。

問 14 図 2 のトラスで、部材 F-G の応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。



(解) 図 A で切断した、左側を自由体として C 点に関する曲げモーメントの釣り合いを求めると
 $\Sigma M_C = N_{FG} \times 4m + 2P \times 8m - P \times 4m = 0$ 、 $N_{FG} = -3P$ となり圧縮応力である。

問 15 図 3 のトラスで、部材 C-I の応力を切断法で求めよ。ただし、部材断面はすべて等質等断面とする。



(解) 図 A で切断し左側を自由体とし、平行弦トラスであるから Y 方向の釣り合いを求めると
 $\Sigma Y = -P - P - 2P + 3P - \frac{N_{CI}}{\sqrt{2}} = 0$ から $N_{CI} = -\sqrt{2}P$ となり圧縮応力である。

問 16 図 1 のようなトラス構造物がある。節点はすべてピン接合であり、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。部材応力がゼロの部材に○を付けよ。反力を求めて X 部材の応力を求めよ。

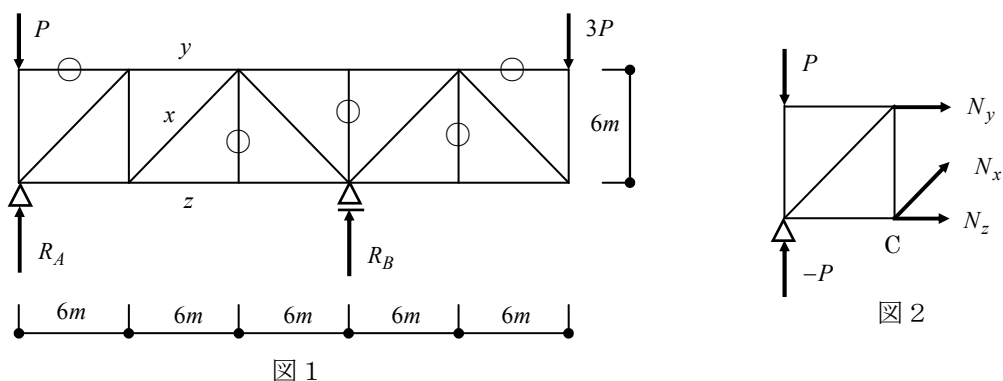


図 2 から A 点の曲げモーメントの釣り合いは、 $\Sigma M_A = 3P \times 30m - R_B \times 18 = 0$ 、 $R_B = 5P$

Y 方向の釣り合いから、 $\Sigma Y = -P - 3P + 5P + R_A = 0$ 、 $R_A = -P$

C 点の曲げモーメントの釣り合いから、 $\Sigma M_C = -P \times 6m - P \times 6m + N_Y \times 6m = 0$ 、 $N_Y = 2P$

平行弦トラスであるから Y 方向の釣り合いを利用して、 $\Sigma Y = -P - P + N_X \sin \pi/4 = 0$ 、 $N_X = 2\sqrt{2}P$

X 方向の釣り合いから、 $\Sigma X = +2P + 2P + N_Z = 0$ 、 $N_Z = -4P$

問 17 図 1 のようなトラス構造物がある。節点はすべてピン接合であり、すべての部材の断面積は A 、ヤング係数は E とし、部材応力がゼロの部材に○を付けよ。反力を求めて X 部材の応力を求めよ。

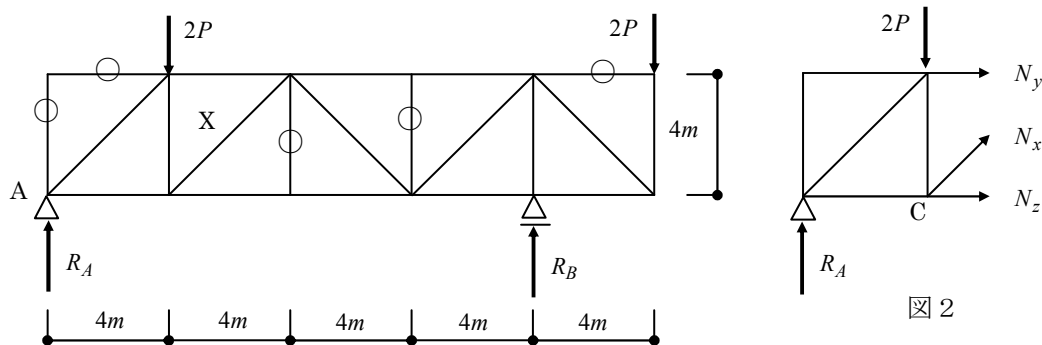


図 1

図 2

$$\Sigma M_A = 2P \times 4m - R_B \times 16m + 2P \times 20m = 0, R_B = 3P, \Sigma Y = R_A - 2P + 3P - 2P = 0, R_A = P$$

切断法により部材 X の応力を求めると平行弦トラスであるから、図 2 より

$$\Sigma Y = R_A - 2P + N_x / \sqrt{2} = 0, N_x = \sqrt{2}P$$

問 18 図 1 のようなトラス構造物がある。節点はピン接合であり、すべての部材の断面積は A 、ヤング係数は E とし、A-B、B-C、C-D 材の応力を切断法で求めよ。

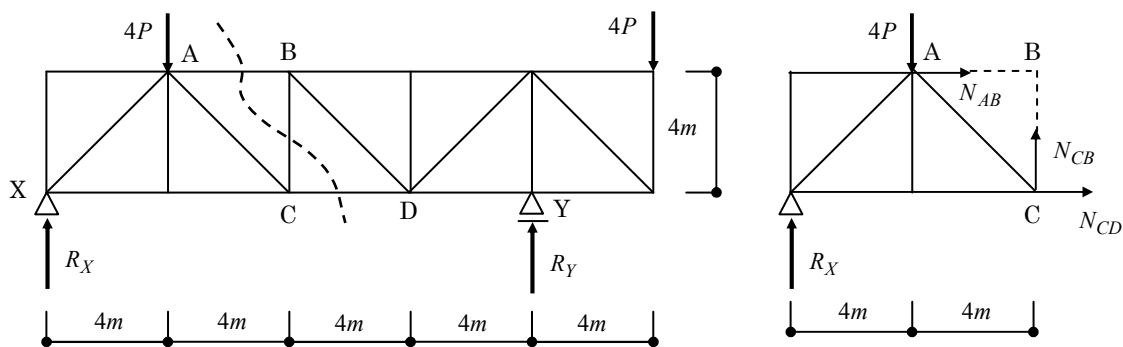


図 1

図 2

(解) 反力は X 点の曲げモーメントの釣り合いより次式となる。

$$\Sigma M_X = 4P \times 4m - R_Y \times 16m + 4P \times 20m = 0, R_Y = 6P, \Sigma Y = R_X - 4P + 6P - 4P = 0, R_X = 2P$$

切断面を図 2 のように考えると C 点の曲げモーメントの釣り合いから

$$\Sigma M_C = 2P \times 8m - 4P \times 4m + N_{AB} \times 4m = 0 \text{ である。}$$

平行弦トラスであるから、X 方向の釣合より、 $\Sigma X = N_{AB} + N_{CD} = 0$ 、

Y 方向の釣合より、 $\Sigma Y = 2P - 4P + N_{CB} = 0$ となる。よって、 $N_{AB} = 0$ 、 $N_{CD} = 0$ 、 $N_{CB} = 2P$ である。

問 19 図 1 のようなトラスで C 材の応力を切断法で求めよ。

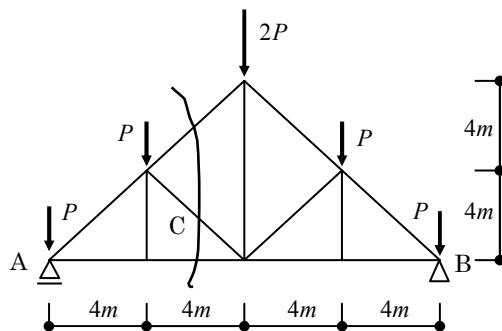


図 1

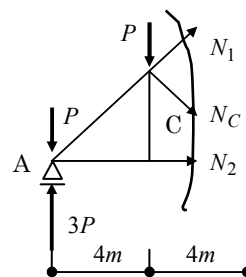


図 2

(解) 図 2 から A 点に関する曲げモーメントの釣り合い式を求めると

$$\Sigma M_A = P \times 4m + N_C \times 4\sqrt{2} = 0 \text{ から、 } N_C = -P/\sqrt{2}$$

問 20 図 1 のトラス構造で C-E 材、B-E 材、B-F 材の応力を切断法で求めよ。(数式解法もあり)

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

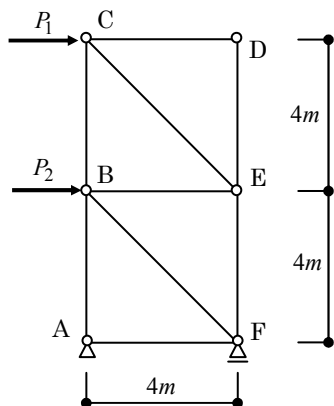


図 1

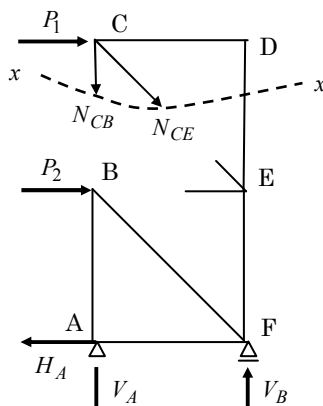


図 2

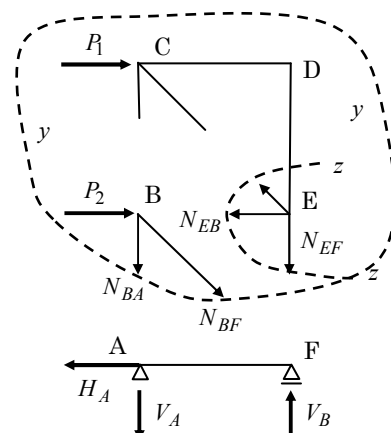


図 3

(解) トラスの解の特性から、 $N_{mi} = N_{im}$ で C-D 材と D-E 材の応力はゼロである。

図 2 の xx 線の自由体で切断すると C 点についての応力は、平行弦トラスであるから、

X 方向の釣り合い式より、 $\Sigma X = P_1 + N_{CE} \cos 45^\circ = 0$ から、 $N_{CE} = -10\sqrt{2}kN$

Y 方向の釣り合い式より、 $\Sigma Y = -N_{CB} - N_{CE} \sin 45^\circ = -N_{CB} - (-10\sqrt{2} \times 1/\sqrt{2}) = 0$ から、 $N_{CB} = 10kN$

図 3 の yy 線の自由体で切断すると、

X 方向の釣り合い式より、 $\Sigma X = P_1 + P_2 + N_{BF} \cos 45^\circ = 0$ から、 $N_{BF} = -26\sqrt{2}kN$

Y 方向の釣り合い式より、 $\Sigma Y = -N_{BA} - N_{BF} \sin 45^\circ = -N_{BA} - (-26\sqrt{2} \times 1/\sqrt{2}) = 0$ から、 $N_{BA} = 26kN$

図 3 の zz 線の自由体で切断すると、

X 方向の釣り合い式より、 $\Sigma X = -N_{EB} - N_{EC} \cos 45^\circ = 0$ から、 $N_{EB} = 10kN$

Y 方向の釣り合い式より、 $\Sigma Y = -N_{EF} + N_{EC} \sin 45^\circ = -N_{EF} - 10\sqrt{2} \times 1/\sqrt{2} = 0$ から、 $N_{EF} = -10kN$

問 21 図 1 のトラス構造で B-C 材、C-E 材、A-E 材の応力を切断法で求めよ。(数式解法も有り)
但し、部材断面は等質等断面で、 $P_1=10kN$ 、 $P_2=16kN$ とする。

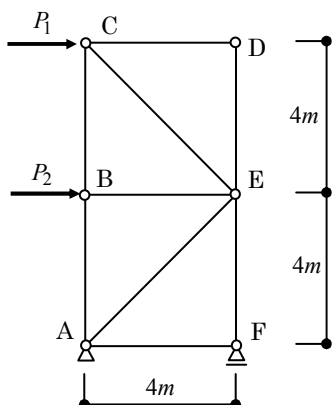


図 1

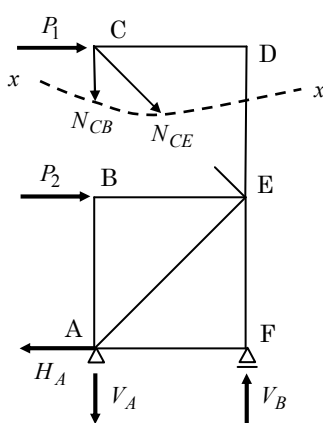


図 2

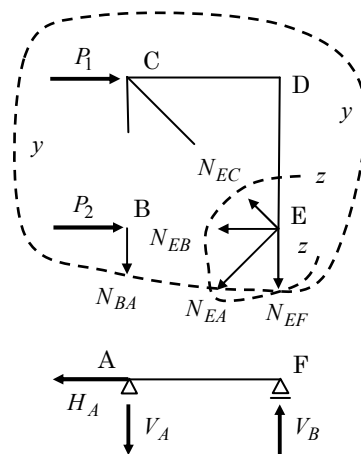


図 3

(解) トラスの解の特性から、 $N_{mi} = N_{im}$ で A-F 材、C-D 材と D-E 材の応力はゼロである。

図 2 の xx 線の自由体で切断すると C 点についての応力は、平行弦トラスであるから、

X 方向の釣り合い式より、 $\Sigma X = P_1 + N_{CE} \cos 45^\circ = 0$ から、 $N_{CE} = -10\sqrt{2}kN$

Y 方向の釣り合い式より、 $\Sigma Y = -N_{CB} - N_{CE} \sin 45^\circ = -N_{CB} - (-10\sqrt{2} \times 1/\sqrt{2}) = 0$ から、 $N_{CB} = 10kN$

図 3 の yy 線の自由体で切断すると、

X 方向の釣り合い式より、 $\Sigma X = P_1 + P_2 - N_{EA} \cos 45^\circ = 0$ から、 $N_{EA} = 26\sqrt{2}kN$

図 3 の zz 線の自由体で切断すると、

X 方向の釣り合い式より、 $\Sigma X = -N_{EB} - N_{EC} \cos 45^\circ - N_{EA} \cos 45^\circ = 0$ から、 $N_{EB} = -16kN$

Y 方向の釣り合い式より、 $\Sigma Y = -N_{EF} - N_{EA} \sin 45^\circ + N_{EC} \sin 45^\circ = 0$ から、 $N_{EF} = -36kN$

問 22 図 1 のトラス構造で A、B、C 材の応力を切断法で求めよ。但し部材は等質等断面である。

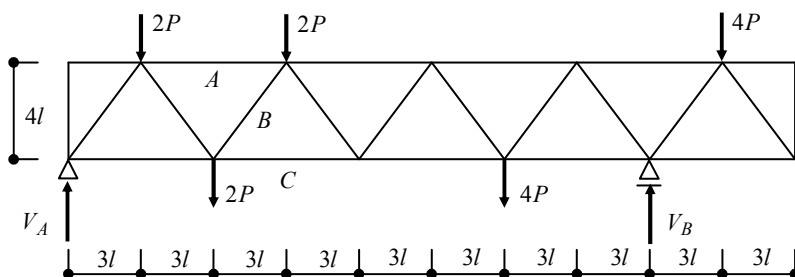


図 1

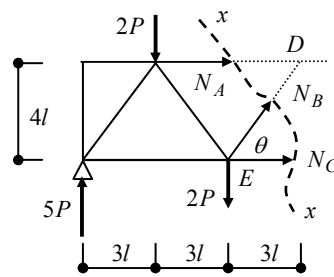


図 2

(解) まず、反力を求める。 $\Sigma M_B = V_A \times 24l - 2P \times 21l - 3P \times 18l - 2P \times 15l = 0$ から、 $V_A = 5P$ となる。

$\Sigma Y = V_A - 2P - 2P - 2P - 4P + V_B - 4P = 0$ から、 $V_B = 14P$ となる。

図 2 のように xx 断面で切断すると、平行弦トラスの特徴を生かし、

$\Sigma Y = 5P - 2P - 2P + N_B \sin \theta = 0$ から $N_B = -5P/4$ で圧縮応力となる。 $(\sin \theta = 4/5, \cos \theta = 3/5)$

次に、D 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、

$\Sigma M_D = 5P \times 9l - 2P \times 6l - 2P \times 3l - N_C \times 4l = 0$ から、 $N_C = 27P/4$ で引張応力となる。

E 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、

$\Sigma M_E = 5P \times 6l - 2P \times 3l + N_A \times 4l = 0$ から、 $N_A = -6P$ で圧縮応力となる。

問 23 図 1 のトラス構造で A、B、C 材の応力を切断法で求めよ。但し部材は等質等断面である。

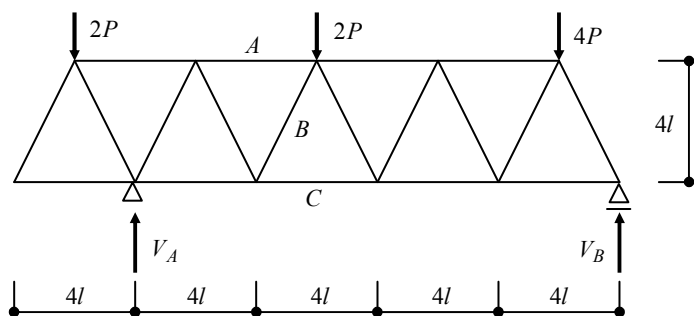


図 1

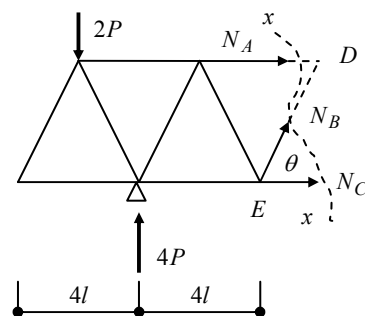


図 2

(解) まず、反力を求める。 $\Sigma M_B = V_A \times 16l - 2P \times 18l - 2P \times 10l - 4P \times 2l = 0$ から、 $V_A = 4P$ となる。

$\Sigma Y = V_A - 2P - 2P - 4P + V_B = 0$ から、 $V_B = 4P$ となる。

図 2 のように xx 断面で切断すると、平行弦トラスの特徴を生かし、

$\Sigma Y = 4P - 2P + N_B \sin \theta = 0$ から $N_B = -\sqrt{5}P$ で圧縮応力となる。 $(\sin \theta = 2\sqrt{5}/5)$

次に、D 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、

$\Sigma M_D = 4P \times 6l - 2P \times 8l - N_C \times 4l = 0$ から、 $N_C = 2P$ で引張応力となる。

E 点に関する曲げモーメントの釣り合いから、

$\Sigma M_E = 4P \times 4l - 2P \times 4l + N_A \times 4l = 0$ から、 $N_A = -2P$ で圧縮応力となる。