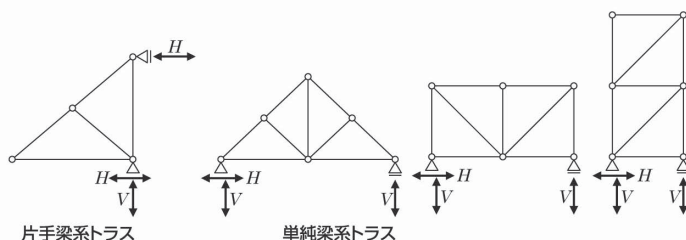


第5節 静定トラス

1. トラス構造

トラス構造とは、節点がピンで部材を三角形に組み立てた構造骨組みをいい、片持ち梁系トラスと単純梁系トラスがある。トラス構造は、三角形に組み立てることで、軽量でもしっかりした骨組みを作ることができ、一般に屋根の小屋組みや、支点間距離の大きな梁を構成するのに用いられる。

また反力計算は、トラス骨組みを単一の部材（一つの剛体）として、単純梁又は静定ラーメンと同様に求めればよい。



2. トラスの応力

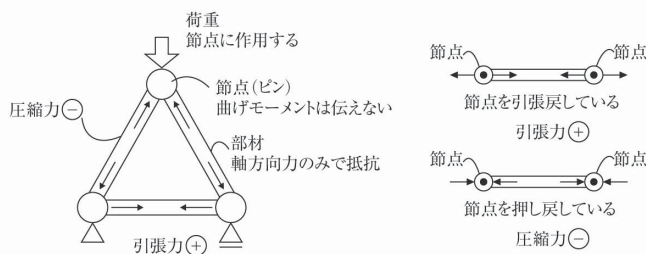
部材に生じる力（応力）を求める（トラスを解く）場合には、次の仮定を前提とする。

- 静定トラスの仮定
- ① 三角形からなる節点がピンの骨組みである。
 - ② 外力は、節点に作用する。
 - ③ 部材は直線で、座屈はしないものとする。

以上の仮定から、トラスの部材に生じる力は、引張力か圧縮力の軸方向力のみとなる。せん断力と曲げモーメントは生じない。

- 静定トラスの応力
- ① 部材に生ずる力は、軸方向力（引張力か圧縮力）のみ
 - ② 節点に集まる力は、つり合っている

軸方向力の表示は、図のように、部材両端の節点に作用する一対の力で表示する。引張力か圧縮力であるかは、節点を基準として考えて、節点を引張戻している場合が引張力（+）、節点を押し戻している場合が圧縮力（-）とする。



トラス部材の応力表示法

トラス部材に生じる応力は、節点に作用する力と同一なので、節点に作用する一対の力で表現している。

通常の応力の表示



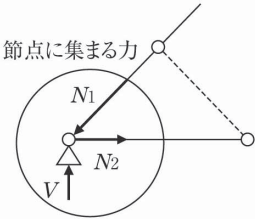
3. トラス部材の節点の性質

1 節点のつり合い

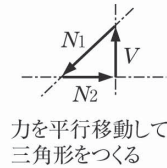
静定トラスの各節点に集まる力、つまり、外力（荷重・反力）、節点に作用する部材応力はつり合う。

したがって、図のような支点反力 V と部材応力 N_1 、 N_2 の3力が作用する節点の場合、図式解法では、3力のつり合う条件として、力の三角形が閉じる。

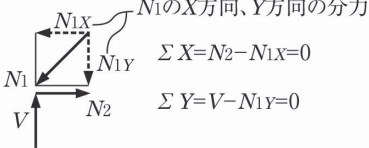
また、算式解法では、 N_1 の X 方向、 Y 方向の分力と反力 V 、 N_2 の4力について、 $\Sigma X = 0$ 、 $\Sigma Y = 0$ の関係が成立する。



図式解法(示力図が閉じる)

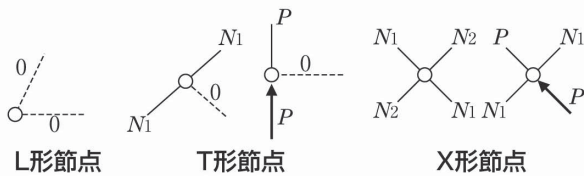


算式解法



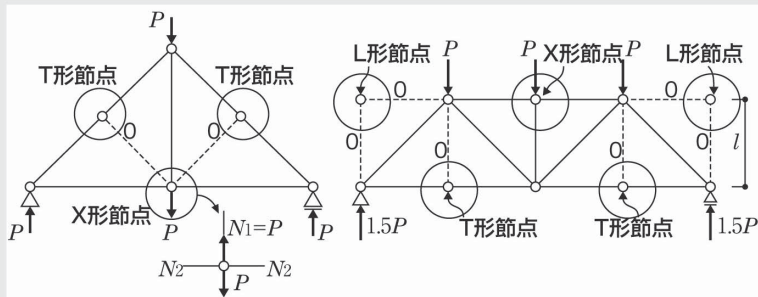
2 節点の性質

節点における力がつり合うことから、部材及び外力の集まる形状で、次のことがわかる。



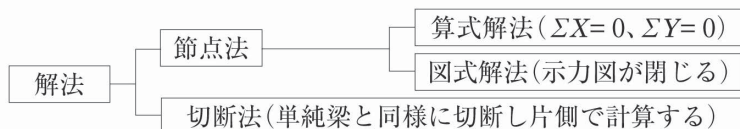
- ① L形節点：節点に2つの力（部材）のみが作用する場合（一直線は除く）は、2つの力とも零になる（ゼロ部材又はゼロメンバーという）。
- ② T形節点：節点に3つの力（部材）が作用し、2つの力が一直線の場合、他の力は零になる（ゼロ部材又はゼロメンバーという）。
- ③ X形節点：節点に4つの力（部材）がそれぞれ一直線で接合している場合、一直線どうしがそれぞれつり合っている。

Check Point
節点の形状から、応力がわかる。0メンバーの見付け方



4. トラスの解法

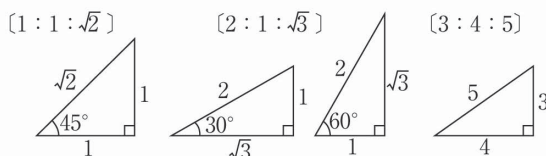
トラス部材の軸方向力を求める方法に、節点法と切断法がある。



一般に、全体の複数部材の応力を求める場合は、節点法を用い、トラス骨組みの一部の応力を求める場合は、切断法を用いることが多い。

また、試験に出題されるトラス骨組みの寸法は、直角三角形の辺の比に合わせて作成されているので、解答において、下記の比は絶対覚えておかなければならない。

〔直角三角形の辺の比〕



1 節点法

次の片持ち梁系トラスで解説する。

節点法は、各節点に集まる力が釣り合っていることを利用する解法である。各部材の応力を $N_A \sim N_I$ 、各節点を $\text{イ} \sim \text{ハ}$ として、各節点ごとに力を解明していく。

① 反力を求める

$$\Sigma Y = 0 \text{ より、 } V_{\text{ホ}} - P - P = 0$$

$$\therefore V_{\text{ホ}} = 2P \text{ (上向き)}$$

$$\Sigma M_{\text{ハ}} = 0 \text{ より、 } 2Pl + Pl - H_{\text{ホ}}l = 0$$

$$\therefore H_{\text{ホ}} = 3P \text{ (仮定どおり左向き)}$$

$$\Sigma X = 0 \text{ より、 } H_{\text{ハ}} - H_{\text{ホ}} = 0 \text{ より、}$$

$$H_{\text{ハ}} = 3P \text{ (仮定どおり右向き)}$$

モーメントに対して、 $H_{\text{ハ}}$ 、 $H_{\text{ホ}}$ の偶力が作用している。

② ゼロ部材を見つける

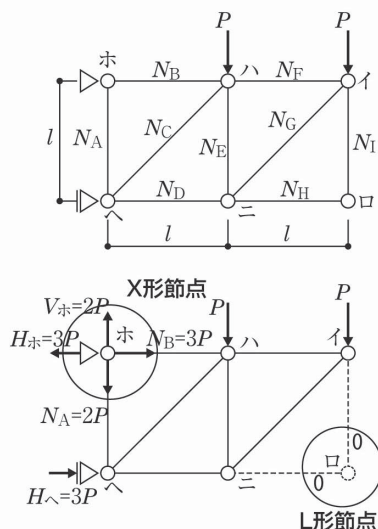
節点の外力と部材の形状で、L形節点、又はT形節点を見つけることで、応力が0となる部材を見つけることができる。

節点ロがL形節点であり、 $N_H = N_I = 0$

また、節点ホがX形節点なので、

$N_B = H_{\text{ホ}} = 3P$ (節点を引張戻しているので引張力)

$N_A = V_{\text{ホ}} = 2P$ (節点を引張戻しているので引張力)



③ 節点法で、応力を求める

各節点ごとに、次の手順で応力を求めていく。

【節点法の解法手順】

- ① 力の少ない3力の節点から、順番に求め進めていく。
- ② 3力～4力の節点は、図式解法（示力図）により、「力の三角形」又は「力の四角形」を閉じて、直角三角形の辺の比を用いて求めるのが効率的。
- ③ 4力～5力の多くの力が集まる節点では、算式解法により、一点に作用する力のつり合い条件式（ $\Sigma X = 0$ 、 $\Sigma Y = 0$ ）から求めるのが効率的。

(1) 節点イのつり合い

節点イに作用する荷重 P 、 N_F 、 N_G の3力はつり合っている。

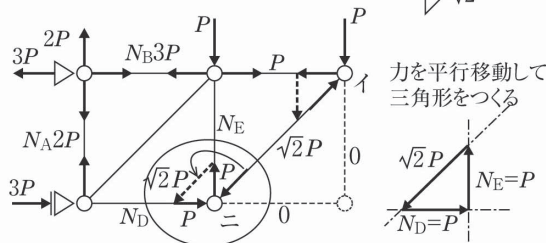
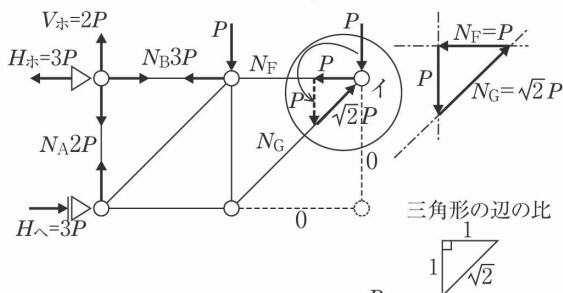
力を平行移動して、力の三角形（示力図）を閉じる。
図のように、骨組み部材をそのまま利用して、描くのが効率的である。

骨組みの寸法から、力の三角形の辺の比が $1 : \sqrt{2}$ であることから、

$N_F = P$ （節点を引張戻しているので、引張力）

$N_G = \sqrt{2} P$ （節点を押し戻しているので、圧縮力）であることがわかる。

また、 N_F 、 N_G は両端の節点に作用する一対の力であるから、図のように、節点ハ、節点ニにも作用する。



(2) 節点ニのつり合い

次に、3力の作用する節点ニで、 N_G 、 N_D 、 N_E の3力で示力図を描く。

この場合も、骨組みを使うと効率が良い。同じく三角形の辺の比から、

$N_D = P$ （節点ニを押し戻しているので、圧縮力）

$N_E = P$ （節点ニを引張戻しているので、引張力）

(3) 節点ハのつり合い

節点ハにおいて、荷重 P 及び、 $N_F = P$ 、 $N_E = P$ 、 N_C 、 $N_B = 3P$ の5力のつり合いを考える。このように力の数が多い場合は、算式解法が適している。

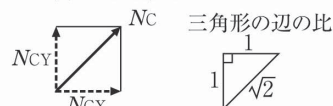
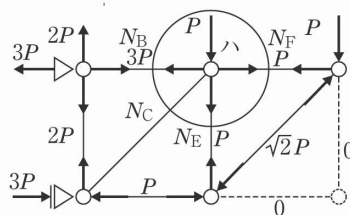
【算式解法】

節点ハにおいて、 N_C を図のように X 方向・ Y 方向の分力、 N_{Cx} ・ N_{Cy} に分ける。節点ハにおける力のつり合いから、

$\Sigma Y = 0$ より、

$$-P - N_E + N_{Cy} = 0$$

$$-P - P + N_{Cy} = 0 \quad \therefore N_{Cy} = 2P \text{ (仮定のとおり上向き)}$$



したがって、 N_C の分力が $2P$ であれば、三角形の辺の比から、
 $N_C = \sqrt{2} \times N_{CY} = 2\sqrt{2}P$ (節点ハを押し戻している圧縮力)

〔図式解法〕

5 力のうち、4 力は大きさ、向きがわかっているので、図式解法でも簡単に示力図を描くことができる。図のように明らかな力から右回りの順に、平行移動していき、示力図を閉じる。

後は、三角形の辺の比から、求めることになる。

$N_C = 2\sqrt{2}P$ (節点を押し戻しているので、圧縮力)

なお、すべての部材応力を示した図は、右のようになる。

図式解法では、明らかな力から、平行移動して、多角形の始点と終点を一致させる
 ・力を右回りに順に並べていくとかける。
 ・多角形の形にこだわる必要はない。

