



基礎 49 話 No.5 片持ち梁型トラスその 2

付 12 話参照
ex45_5

今回は、図 19 に示す片持ち形式のトラスを、節点法と切断法を適宜併用することにより応力解析する。ここでも、各部材の応力状態は、片持ち梁の応力状態を参考にあらかじめ予測すると良い。特に、圧縮か引張か、あるいは大きさはどの程度か、などである。

まず、トラス構造での切断法について復習しよう。切断法の基本的な考え方は、まず図 20 のように任意位置で部材を切断し、閉曲線で囲む。さらに、この閉曲線の中で 3 つの独立な力の釣合式を設定し、未知軸力を求める方法である。釣合式の設定法によって、次の 2 種の方法が提案されている。

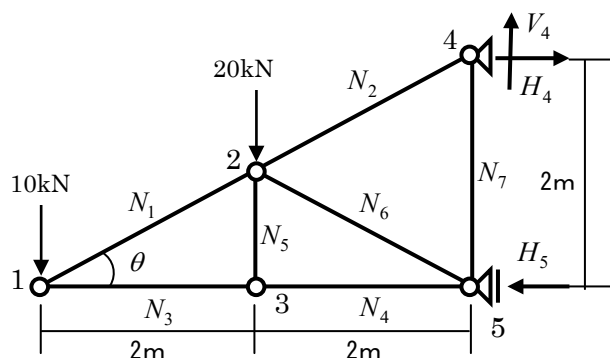


図 19 片持ち梁型トラス

R31 : 切断法の特徴と利用法

切断法には 2 つの方法、カルマン法とリッター法がある。カルマン法は、閉曲線内で、外力、反力、及び切断された部材に加わる仮想の力(断面力(軸力)に等しい)との水平方向と鉛直方向の力の釣合、任意点におけるモーメントの釣合を用いる方法であり、リッター法は、閉曲線内で外力と反力及び切断された部材に加わる仮想の力に関する 3 つの独立なモーメントの釣合を用いる方法である。その際、モーメントの中心位置を一直線上に設定すると、独立なモーメントの釣合が得られない。

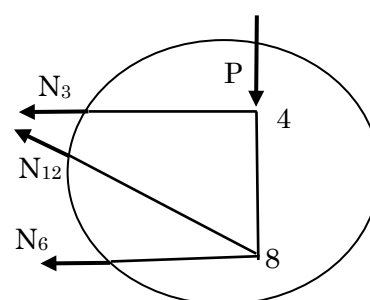


図 20 閉曲線内の断面力と外力

切断法は上記 2 つの方法にこだわる必要はない。計算し易い方法で、適宜釣合式を選択すること、さらに 3 つの未定軸力が連立にならないように釣合式を求めることが、この方法を使いこなすコツである。

5) 片持ち梁型トラス 2 の応力解析

トラスの形状から、 $\cos\theta = 2/\sqrt{5}$; $\sin\theta = 1/\sqrt{5}$ である。最初に、反力を求めよう。反力は、図 19 より、次のように外力と反力に関する 2 方向の力の釣合と節点 4 でのモーメントの釣合より

$$\sum X = 0: H_4 - H_5 = 0; \quad \sum Y = 0: -V_4 + 10 + 20 = 0$$

$$M_4 = 0: H_5 \cdot 2 - 10 \cdot 4 - 20 \cdot 2 = 0$$

上式より、各反力が以下のように求められる。

$$H_4 = 40\text{kN}; \quad V_4 = 30\text{kN}; \quad H_5 = 40\text{kN}$$

次に、節点 1 で節点法を用いて、 N_1 と N_3 部材の軸力

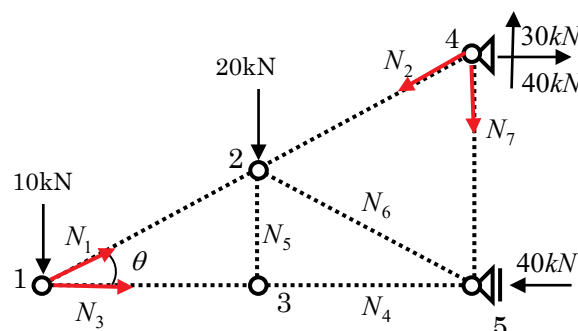


図 21 節点法による軸力の仮定

を求める。図 21 を参考にすると、両方向の力の釣合は次式で与えられ、軸力 N_1 が求められる。

$$\begin{aligned} \sum X = 0 : N_3 + N_1 \cos \theta &= 0 \\ \sum Y = 0 : 10 - N_1 \sin \theta &= 0 \rightarrow N_1 = 10\sqrt{5} \end{aligned}$$

上式上より、部材 N_3 の軸力は次となる。

$$N_3 = -N_1 \cos \theta \rightarrow N_3 = -10\sqrt{5} \cdot 2 / \sqrt{5} = -20$$

次に、節点 4 で節点法を用いて N_2 と N_7 部材の軸力を得る。図 21 を参考にすると、両方向の力の釣合は次式で与えられ、軸力 N_2 が得られる。

$$\begin{aligned} \sum X = 0 : -N_2 \cos \theta + 40 &= 0 \rightarrow N_2 = 40 / \cos \theta = 20\sqrt{5} \\ \sum Y = 0 : N_2 \sin \theta + N_7 - 30 &= 0 \end{aligned}$$

上式下より、

$$N_7 = -N_2 \sin \theta + 30 = -20\sqrt{5} \cdot 1 / \sqrt{5} + 30 = 10$$

残り部材の軸力を、図 22 に示される 2 つの閉曲線を用いた切断法で求める。最初に、青色の閉曲線内で、外力及び切断された部材の軸力 N_1, N_5, N_4 を求める。まず、節点 2 を中心とするモーメントの釣合より、軸力 N_4 を求める。

$$M_2 = 0 : -N_4 \cdot 1 - 10 \cdot 2 = 0 \rightarrow N_4 = -20$$

鉛直方向の力の釣合より、軸力 N_5 は以下のである。

$$\sum Y = 0 : 10 - N_1 \sin \theta + N_5 = 0 \rightarrow N_5 = -10 + 10\sqrt{5} \cdot 1 / \sqrt{5} = 0$$

次に、水平方向の釣合が満たされているか検証する。

$$\sum X = N_1 \cos \theta + N_4 = 10\sqrt{5} \cdot 2 / \sqrt{5} - 20 \rightarrow 0$$

続いて、赤色の閉曲線内で、外力及び切断された部材の軸力 N_2, N_4, N_6 を求める。既に、軸力 N_2, N_4 は求められており、ここでは、鉛直方向の力の釣合より、軸力 N_6 を得る。

$$\sum Y = 0 : 10 + 20 - N_2 \sin \theta + N_6 \sin \theta = 0 \rightarrow N_6 = (-30 + N_2 \sin \theta) / \sin \theta = -30\sqrt{5} + 20\sqrt{5} = -10\sqrt{5}$$

最後に、水平方向の釣合が満たされているか検証する。

$$\sum X = N_2 \cos \theta + N_6 \cos \theta + N_4 = 20\sqrt{5} - 10\sqrt{5} - 20 \cdot \sqrt{5} / 2 \rightarrow 0$$

表 5 片持ち梁型トラスの軸力

部材断面名	断面力	部材断面名	断面力	部材断面名	断面力
N_1	$10\sqrt{5}kN$	N_2	$20\sqrt{5}kN$	N_3	$-20kN$
N_4	$-20kN$	N_5	$0kN$	N_6	$-10\sqrt{5}kN$
N_7	$10kN$				

全ての断面力と反力を表 5 にまとめる。

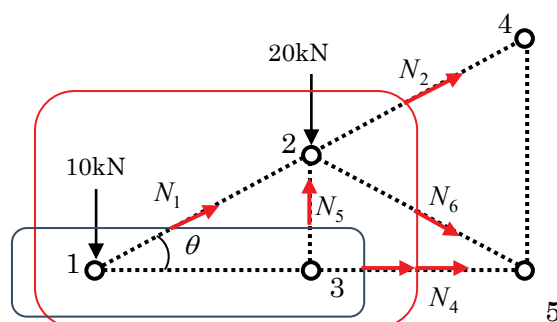


図 22 切断法による閉曲線が切断する軸力の仮定