

B-61

骨組膜構造に用いられる鋼管トラス構造の設計手法に関する基礎的研究  
 Fundamental Study on Design Method of Steel Pipe Truss Structure Used in Skeleton Membrane Structure

○塩原登<sup>1</sup>, 石鍋雄一郎<sup>2</sup>, 中島肇<sup>3</sup>

\*Noboru Shiobara<sup>1</sup>, Yuichiro Ishinabe<sup>2</sup>, Hajime Nakajima<sup>3</sup>

Abstract: In this research, we aim to reevaluate the member stress and reexamine the design guidelines in steel tube truss structure with eccentricity. In designing a truss structure using a K-type branch joint of a steel pipe structure, basically the center of gravity axis of each individual member is designed to meet one point at the node of the main pipe and the branch pipe. At present, the stress analysis of the truss structure is carried out by converting the bending moment into the axial force as a model with wire substitution. In calculating the cross section, the bending moment and the axial force are borne by the upper chord member and the lower chord member, and the shear force is borne by the lattice material. The truss with eccentricity at the joint also performs section calculation by the same method. For this reason, there is no specific provision concerning the method of designing the joint portion at present.

1. はじめに

鋼管構造の K 型分岐接手を用いたトラス構造の設計では、基本的に主管と支管の節点において各個材の重心軸が一点に会するように設計している。もし一点に会さない場合においては、偏心の影響を考慮する必要がある。現行ではトラス構造の応力解析は組立材の柱芯および梁芯で線材置換したフレームモデルに対して行い、曲げモーメントを軸力に換算して行う場合が多い。また、断面算定においては、曲げモーメントおよび軸力を上弦材と下弦材に負担させ、せん断力をラチス材に負担させている。また、トラスおよび上下弦材とラチス材の接合部に偏心が生じているトラスに対しても同じ方法で断面算定を行っている。また、弦材に直接荷重が分布されている場合もある。

本研究では、トラス構造に対して荷重の分布および接合部の偏心がどのように影響するのかを分析し、フレームモデルで設計する場合の設計資料を提示することを目的とする。

2. 解析概要

本報では、(a)フレームモデルおよび(b)トラスモデル、(c)偏心トラスモデルを対象に鉛直荷重に対する変位、応力について調査をする(Figure1)。

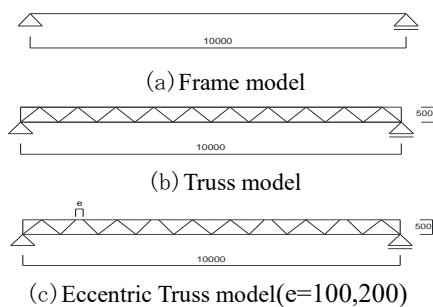


Figure1. Analysis model

Table1 にはフレームモデル、トラスモデル、偏心トラスモデルの設計荷重について示した。本報ではこの入力荷重に従って解析をしていく。また Table1 の I と IV と VII は等分布荷重をかけたもの、II と V は節点に荷重をかけたもので、III と VI は節点と節点の中心に荷重をかけたものである。Table2 にはトラス材とフレームモデルの等価剛性について示した。

Table1. Design load

モデルタイプ	No.	荷重モデル	入力荷重
フレームモデル	I		$\omega = 1 \text{ kN/m}$
	II		$P_1=0.25\text{kN}$ $P_2=0.75\text{kN}$ $P_3=1\text{kN}$
トラスモデル	III		$P_1=0.25\text{kN}$ $P_4=0.5\text{kN}$
	IV		$\omega = 1 \text{ kN/m}$
	V		$P_1=0.25\text{kN}$ $P_2=0.75\text{kN}$ $P_3=1\text{kN}$
偏心トラスモデル	VI		$P_1=0.25\text{kN}$ $P_4=0.5\text{kN}$
	VII		$\omega = 1 \text{ kN/m}$

1 : 日大理工・学部・建築 2 : 日大短大・教員・建築 3 : 日大理工・教員・建築

Table2. Equivalent stiffness

トラス材 (トラス材 =500mm)	弦材	P-48.6φ×2.3t (STK400), A=334.5 (mm <sup>2</sup> )
	ラチス材	P-21.7φ×1.9t (STK400), A=118.2 (mm <sup>2</sup> )
フレーム モデル	断面積A <sub>e</sub>	669.0 (mm <sup>2</sup> )=2×334.5
	断面2次モーメントI <sub>e</sub>	4199.2 (mm <sup>4</sup> )=2×334.5×(500/2)× +2×8.99×10 <sup>4</sup>

3. 解析結果および考察 (Table3)

解析結果を Table3 に示す。フレームモデルは変位とモーメント、トラスモデルと偏心トラスモデルは変位とモーメント、軸力を示す。

等価せん断剛性を考慮したフレームモデルの解析ではたわみは 16.6mm になった。しかしせん断変形を無視して、せん断断面積を 1000 倍にすると、たわみの値は手計算と同じ 15.1mm となることが分かった。このことから大規模建築では等価せん断剛性を考慮することが大切だと考える。またトラスモデルの II, III, IV のたわみはそれぞれ, 16.3, 16.5, 16.6mm と、等価せん断剛性を考慮して解析を行ったフレームモデルのたわみの値に近い値をとることが分かった。また、トラスモデルの II から IV の最大曲げモーメントの値はどちらも 0.03~0.04kN・m であり、個材曲げモーメントがわずかに生じている。

トラスモデルの軸力は II, III, IV の3つとも 25kN と同じ値を示し、今回行った荷重の違いでは軸力には相違がみられないことが分かった。

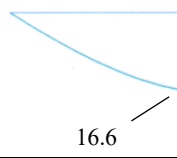
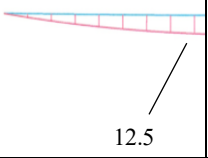
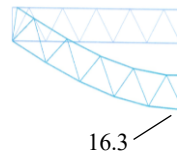
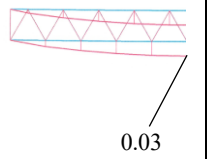
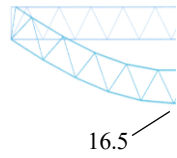
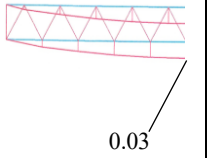
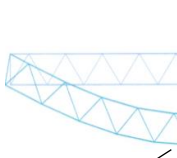
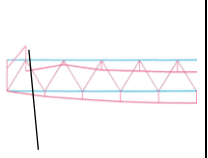
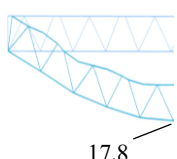
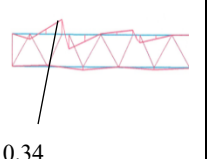
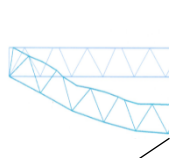
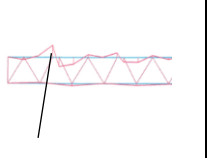
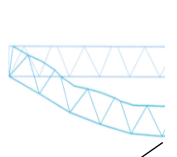
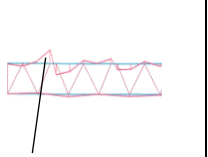
また偏心トラスモデルの V, VI, VII のたわみはそれぞれ 17.8, 18.2, 18.3mm となり、等価せん断剛性を考慮して解析を行ったフレームモデルのたわみの値より大きい値をとることが分かった。フレームモデルやトラスモデルのたわみと比べ大きいことから偏心すると変位が大きくなることが予想される。V, VI, VII の最大曲げモーメントはそれぞれ 0.34, 0.38, 0.37kN・m であり、個材曲げモーメントが大きいことがわかる。次に、偏心トラスモデルの軸力は V, VI, VII の3つとも 24kN と同じ値を示し。またトラスモデルの II, III の軸力の値と近い値をとった。これもトラスモデルと同様に今回の用いた荷重の違いでは軸力にあまり変化がみられないことが分かった。

4. まとめ

今回の解析で単純ばりの変位、応力について比較することでより理解を深めることができた。

今後は既存構造物を線材置換してフレーム架構とした線材タイプ、既存構造物をそのままモデル化したトラスタイプのような全体モデルについて解析および検討を行う。また接合部の偏心の影響に関する検討を行う予定である。

Table3 Analysis result

	フレームモデル		
	変位 (mm)	モーメント (kN・m)	軸力 (kN)
I	 16.6	 12.5	$\bar{N} = \pm \frac{M}{h}$ = ±25
	トラスモデル		
II	 16.3	 0.03	25
III	 16.5	 0.03	25
IV	 16.6	 0.04	25
	偏心トラスモデル		
V	 17.8	 0.34	24
VI	 18.2	 0.38	24
VII	 18.3	 0.37	24