

骨組膜構造およびテント倉庫に用いられる 鋼管トラス構造の構造設計手法に関する基礎的研究

中島 肇^{*1} 塩原 登^{*2}
 髙島 凌^{*3} 石鍋雄一郎^{*4}

梗 概

骨組膜構造およびテント倉庫では、骨組に鋼管トラス構造を採用したラーメン構造とすることが一般的である。これらの構造計算ではトラス構造を線材に置換したフレームモデルとして応力解析がされ、得られた骨組の断面力をトラス部材の軸力に換算して部材の安全性を確認している。一方、実際に採用される鋼管トラス構造には節点に偏心が見られる場合や外力が膜材から分布荷重としてトラス弦材に載荷される場合もある。本研究では、まず単純梁構造に対して変位あるいは応力などを比較・検討し、構造設計資料を提示すると共に、フレームモデルを使用した構造設計法を提案することを目的とする。

1. はじめに

骨組膜構造およびテント倉庫では、骨組に鋼管トラス構造を採用したラーメン構造とすることが一般的である。¹⁾これらの構造計算ではトラス構造を曲げ剛性を有する線材に置換したフレームモデルとして応力解析がされ、得られたフレームモデルの断面力をトラス部材の軸力に換算して部材の安全性を確認している。

具体的には、フレームモデルの軸力 N と曲げモーメント M を、トラス梁成を h としてトラス部材の軸力 \bar{N} に式(1)により換算している。

$$\bar{N} = \frac{N}{2} \pm \frac{M}{h} \quad (1)$$

一方、実際に採用されている鋼管トラス構造には、トラス弦材に対する横補剛材の納まりなどが原因で、ラチス材が弦材の節点に納まらずに偏心が生じている場合も見られ(図1)、トラス弦材に二次的な応力が発生する。

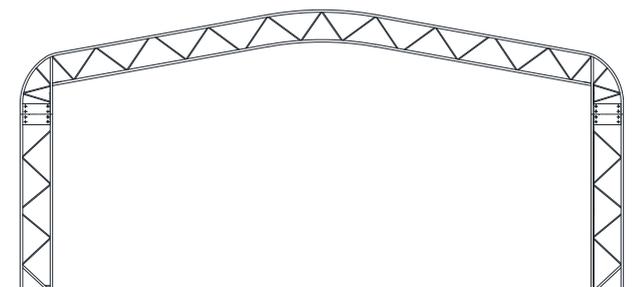


図1 倉庫テントの例

また、膜材料と骨組との定着は、膜材料に接合したハトメ布または抱き込み掛り布に、あるいは直接膜材料に、ハトメを設けた孔を空けて合成繊維ロープをこの孔に通して編み合わせる事により骨組に定着させている(図2)。膜材料を、直接トラス弦材に定着する場合(図3 a)、あるいはラッピング・パイプ(R.P.)やラッピング・バー(R.B.)などの二次部材に合成繊維ロープを編み合わせてから接合用プレートや高力ボルトなどを介してトラス弦材に接合する場合がある(図3 b)、c)。膜材料、二次部材からの自重あるいは外力の伝達が、トラス弦材の節点で確実に行われる場合と(図3 b)、トラス節点や弦材長さに関係なく等間隔にトラス弦材の中間部で行われる場合がある(図3 c)。図3 a)および b)の場合では、二次的な応力がトラス部材に発生する。

本研究では、まず単純梁構造を対象として、線材に置換したフレームモデルおよびトラスモデルに対して構造解析を行い、構造モデルの変位および個材曲げを含んだトラス部材の応力などを比較・検討し、構造設計資料を提示すると共に、フレームモデルを使用した構造設計法について得られた知見や課題を示すことを目的とする。

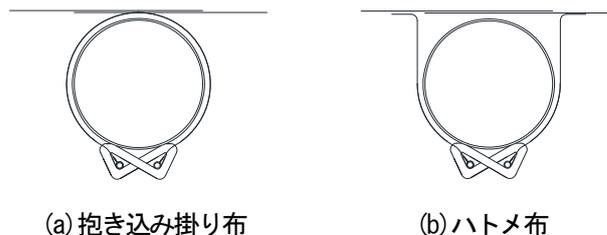


図2 膜材料の骨組への定着例

*1 日本大学理工学部建築学科 教授 博士(工学)
 *2 日本大学理工学部建築学科
 *3 日本大学大学院理工学研究科 大学院生

*4 日本大学短期大学部建築・生活デザイン学科 准教授 博士(工学)

2. 構造解析概要

スパン10mの単純梁構造を想定し、a)フレームモデル、b)トラスモデルおよびc)偏心トラスモデルを設定する(図4)。

設定した構造モデルおよび荷重モデルに対して、二次元の弾性構造解析を行い、変位および軸力、曲げモーメントについて比較、検討をする。

a)フレームモデルは、構造設計で実際に計算されている構造モデルであり、弦材の断面積と断面二次モーメントから、等価断面積 A_e と等価断面二次モーメント I_e に置換して軸剛性と曲げ剛性を有する線材にモデル化している(表1)。一般にせん断変形が小さいものとして、せん断変形を無視した部材剛性を仮定している。

b)トラスモデルは、実際に建築物に使用される構造モデルである。本研究では、弦材の部材端部条件を剛接合として弦材を梁要素とし、ラチス材と束材の部材端部条件をピン接合としてモデル化している。トラス部材の断面を表1に示している。

c)偏心トラスモデルは、b)トラスモデルの一部の節点において、ラチス材の部材芯が弦材の部材芯と一点に接合されていない偏心部を有する構造モデルである。偏心距離 e として、100mmと200mmの2ケースを設定する。弦材、ラチス材、束材の部材端部条件およびトラス部材の断面は b)トラスモデルと同様である。

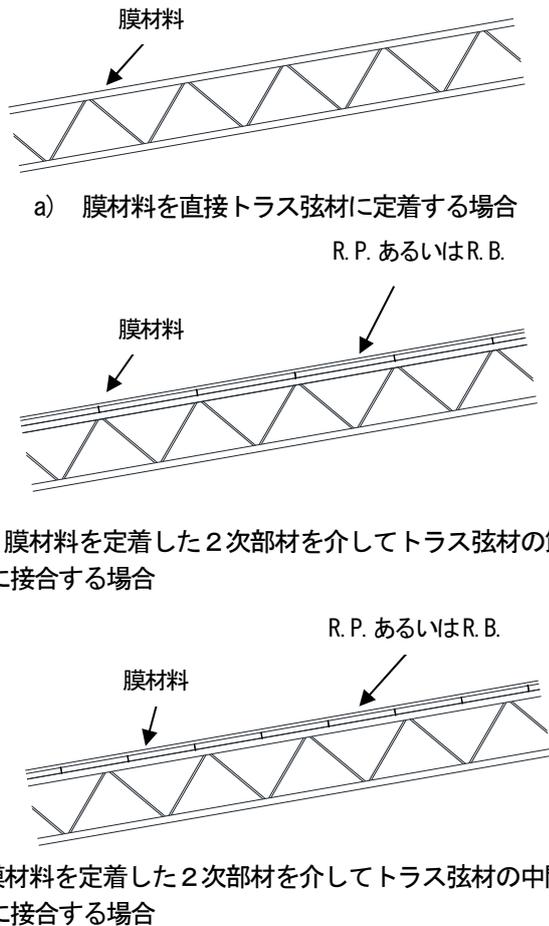


図3 膜材料と骨組との接合例

(R.P. : ラッピングパイプ、R.B. : ラッピングバー)

荷重モデルは鉛直荷重を想定し、さらに図3の膜材料と骨組の接合例を参照して表2に示すように設定した。下記の荷重モデル1)等分布荷重 $w=1kN/m$ を基本として、1)から3)の荷重モデルの総荷重を10kNで同一としている。

1)等分布荷重 w は、膜材料を直接トラス弦材に定着する場合(図3 a))をモデル化したもので、フレームモデルではそのまま線材に载荷している。トラスモデルでは、上弦材に分布させている。

2)節点集中荷重 P は、膜材料および二次部材からの自重あるいは外力の伝達が、トラス弦材の節点で確実に行われる場合(図3 b))をモデル化したもので、上弦材の節点に集中荷重を载荷している。

3)節点部材集中荷重 P は、膜材料および二次部材からの自重あるいは外力の伝達が、トラス節点や弦材長さに関係なく等間隔にトラス弦材の中間部で行われる場合(図3 c))をモデル化して、上弦材の節点と部材中間に集中荷重を载荷している。

3. 構造解析結果

各構造モデルと荷重モデルに対する変位、軸力分布および曲げモーメント分布の解析結果を表3に示す。表中の数値は、主要部分の値を示している。また、[]内数値は $w\ell^2$ に対する倍率を、< >内数値は $P\ell$ に対する倍率を示している。ここで、 ℓ は弦材の節点間距離を示している。

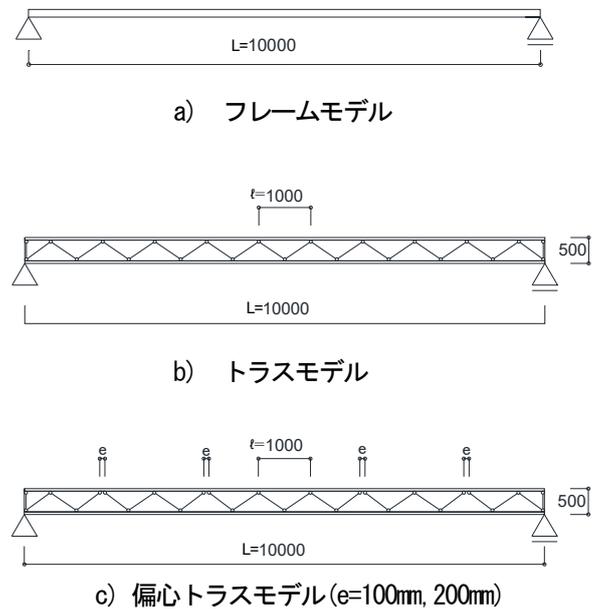


図4 解析モデル

表1 等価剛性および部材断面

	断面積 A_e	669.0 (mm ²) = 2 × 334.5
フレームモデル	断面二次モーメント I_e	4199.2 × 10 ⁴ (mm ⁴) = 2 × 334.5 × (500/2) ² + 2 × 8.99 × 10 ⁴
	弦材	P-48.6φ × 2.3t (STK400), A=334.5 (mm ²)
トラスモデル (トラス成=500mm)	ラチス材	P-21.7φ × 1.9t (STK400), A=118.2 (mm ²)

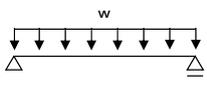
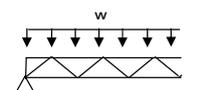
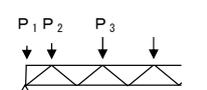
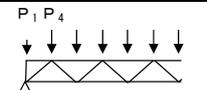
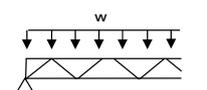
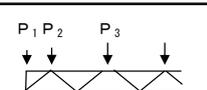
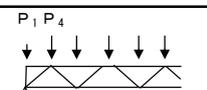
3.1 中央鉛直変位

フレームモデルの中央鉛直変位は15.1mmであった。これが梁理論の計算式($\delta = 5/384 \times wL^4 / (EI_e)$)から得られた値と同じであることを確認した。トラスモデルの中央鉛直変位は、荷重モデル1)から3)に対してそれぞれ16.6mm、16.3mm、16.4mmであった。健全な荷重モデルである2)節点集中荷重の場合に変位が最小となることがわかる。また、フレームモデルの変位は、トラスモデルの変位に対してそれぞれ-9.0%、-7.3%、-8.6%となり、1割程度の過小評価となっている。トラスモデルのせん断剛性を、ラチス部材の断面積と弦材との取り合い角度から線材の等価せん断断面積に置換した²⁾フレームモデルの解析結果の中央鉛直変位は16.6mmとなった(表3中の()内数値)。この変位はトラスモデルの変位に対して、0~+1.8%とほぼ近似した値となっている。

偏心トラスモデル(e=100mm)の中央鉛直変位は、荷重モデル1)から3)に対してそれぞれ17.1mm、16.9mm、17.0mmとなった。トラスモデルの変位に対して、3~4%程度変位が大きい。フレームモデルの変位は偏心トラスモデルの変位に対してそれぞれ12~13%程度の過小評価となっている。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変位は、-2~3%の過小評価になっている。

偏心トラスモデル(e=200mm)の中央鉛直変位は、荷重モデル1)から3)に対してそれぞれ18.3mm、18.2mm、18.3mmとなった。トラスモデルの変位に対して、1割程度変位が大きい。

表2 設計荷重

解析モデル (荷重分布)	荷重モデル	入力荷重
a) フレームモデル		
1) 等分布荷重		w=1kN/m
b) トラスモデル		
1) 等分布荷重		w=1kN/m
2) 節点集中荷重		P ₁ =0.25kN P ₂ =0.75kN P ₃ =1kN
3) 節点部材集中荷重		P ₁ =0.25kN P ₄ =0.5kN
c) 偏心トラスモデル		
1) 等分布荷重		w=1kN/m
2) 節点集中荷重		P ₁ =0.25kN P ₂ =0.75kN P ₃ =1kN
3) 節点部材集中荷重		P ₁ =0.25kN P ₄ =0.5kN

フレームモデルの変位は偏心トラスモデルの変位に対してそれぞれ-17.0~-17.5%となり、2割程度の過小評価となっている。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変位は、-2~-5%の過小評価になっている。

本検討範囲では、せん断変形を無視したフレームモデルの場合には、トラスモデルの変位に対して1割程度の過小評価になることが把握され、大規模建築では等価せん断剛性を考慮することを検討する必要があると考える。

特に、偏心トラスモデルでは、フレームモデルやトラスモデルの変位と比べ大きいことから、偏心の影響が大きいことが分かる。また、等価せん断剛性を考慮して解析したフレームモデルの変位より大きい値をとることも分かった。したがって、偏心トラスモデルでは、フレームモデルに置換した場合に変位を適切に評価できるかが課題である。

3.2 軸力

フレームモデルの軸力を式(1)により換算すると、中央部材で最大値となり±25.0kNとなる。上弦材が圧縮軸力で、下弦材が引張軸力である。

トラスモデルの最大軸力は中央部材で発生して、荷重モデル1)から3)ともに上弦材がそれぞれ圧縮軸力-24.8kN、-24.6kN、-24.7kN、下弦材がそれぞれ引張軸力+24.8kN、+24.6kN、+24.7kNと同じ値を示し、荷重モデルの違いによる軸力の相違はほとんどないことが分かった。フレームモデルの換算軸力とほぼ同じであった。

偏心トラスモデル(e=100mm)の最大軸力も中央部材で発生して、荷重モデル1)から3)ともに上弦材がそれぞれ圧縮軸力-24.8kN、-24.7kN、-24.8kN、下弦材がそれぞれ引張軸力+24.9kN、+24.7kN、+24.8kNとほぼ同じ値を示した。また、偏心トラスモデル(e=200mm)の最大軸力も中央部材で発生して、荷重モデル1)から3)ともに上弦材がそれぞれ圧縮軸力-24.9kN、-24.7kN、-24.8kN、下弦材がそれぞれ引張軸力+24.8kN、+24.7kN、+24.8kNとほぼ同じ値を示した。トラスモデルと同様に、荷重モデルの違いによる軸力の相違は見られないことが分かった。また、偏心トラスモデルの軸力は、フレームモデルよりは小さく、トラスモデルよりは大きいのが、それらはほぼ同じ値であった。

本検討範囲では、フレームモデルの換算軸力は、トラスモデルと偏心トラスモデルの軸力とほぼ同じであり、同等のものとして評価可能であると考えられる。

3.3 曲げモーメント

トラスモデルの最大曲げモーメントは中央部材で発生して、荷重モデル1)から3)に対してそれぞれ0.09kN・m、0.03kN・m、0.09kN・mであり、個材曲げモーメントがわずかに生じている。荷重モデル1)および3)の荷重が載荷されている上弦材の個材曲げモーメントは、それぞれ0.09×wℓ²、0.18×Pℓと評価できる。また、支点近くの上弦材の個材曲げモーメントは、部材中央と節点で、荷重モデル1)ではそれぞれ0.06kN・m、0.07kN・mが発生し、連続梁の曲げモーメントとしてそれぞれ0.06×wℓ²、

0.07×wℓ²と評価できる。荷重モデル3)ではそれぞれ 0.08 kN・m、0.05 kN・m が発生し、連続梁の曲げモーメントとしてそれぞれ 0.16×Pl、0.10×Pl と評価できる。荷重モデル2)の曲げモーメントは弦材を梁要素としているためにトラス梁の変位に伴い節点にたわみが生じたものと思われる。

偏心トラスモデル(e=100mm)では、荷重が載荷されている上弦材に個材曲げモーメントが生じている。最大曲げモーメントは、支点近くの偏心部で発生して、荷重モデル1)から3)に対してそれぞれ 0.23kN・m、0.17kN・m、0.22kN・m であり、トラスモデルに対して2～6倍程度の大きな個材曲げモーメントが生じている。荷重モデル2)節点集中荷重においても、トラス上弦材の部材中間に荷重を載荷していないにも拘らず、他の荷重モデルの8割程度の個材曲げモーメントが発生し、偏心部上弦材の両節点に同程度の個材曲げモーメントが生じている。荷重モデル1)および3)の偏心部上弦材の両端部の個材曲げモーメントは、トラス梁のせん断力が大きい支点側の方が大きく6.5割程度生じ、他端は3.5割程度となっている。

偏心トラスモデル(e=200mm)も同様に上弦材の最大曲げモーメントは、支点近くの偏心部で発生して、荷重モデル1)から3)に対してそれぞれ0.38kN・m、0.34kN・m、0.38kN・m であり、トラスモデルに対して約4～11倍程度の大きな個材曲げモーメントが生じている。荷重モデル2)節点集中荷重において、他の荷重モデルの9割程度の個材曲げモーメントが発生し、偏心部上弦材の両節点に同一の個材曲げモーメントが生じている。荷重モデル1)および3)の偏心部上弦材の両端部の個材曲げモーメントは、支点側に6割程度生じ、他端は4割程度となった。

荷重モデル1)および3)の個材曲げモーメントは、偏心距離 e=100mm で 0.23×wℓ²、0.24×Pl～0.44×Pl、e=200mm で 0.38×wℓ²、0.58×Pl～0.76×Pl となるが、トラスモデルのように連続梁の曲げモーメントとしては評価できない。

また、圧縮材や柱材を対象として偏心部の軸力の差と偏心から算定している文献3)による付加曲げモーメント M_e を式(2)により求める。

$$M_e = \frac{a}{2} \cdot \frac{e}{a-e} \cdot Q \quad (2)$$

フレームモデルの解析結果から得られた偏心部のせん断力 $Q=3.5\text{kN}$ である。偏心距離 $e=100\text{mm}$ の場合、偏心部分の節点間長さ $a=950\text{mm}$ となり、付加曲げモーメント $M_e=0.20\text{kN}\cdot\text{m}$ となる。本検討による偏心部分の個材曲げモーメントと近い値となる。偏心距離 $e=200\text{mm}$ の場合、偏心部分の節点間長さ $a=900\text{mm}$ となり、付加曲げモーメント $M_e=0.45\text{kN}\cdot\text{m}$ となる。本検討による偏心部分の個材曲げモーメントの1.2～1.3倍程度の値となり、式(2)では個材曲げモーメントを評価できないと思われる。

一方、トラス弦材の生じる個材せん断力による個材曲げモーメント M_Q を考える。本検討範囲の偏心距離では、偏心部分直下の下弦材長さに対して、偏心距離が小さいので、フレームモデルから得られたせん断力は全て上弦材が負担すると仮定する。

上弦材のせん断力を Q_u として、これにより発生する個材曲げモーメントが、荷重モデル2)では偏心部材両節点へ0.5ずつ分配され、荷重モデル1)および3)では0.6と0.4に分配されると仮定する。荷重ケースに応じた最大分配率を α とすると、偏心距離を e として、個材曲げモーメント M_Q は式(3)のように表せる。

$$M_Q = \alpha \cdot Q_u \cdot e \quad (3)$$

ここで、 α :偏心部材両節点への最大分配率
荷重モデル2)節点集中荷重で $\alpha=0.5$ 、
荷重モデル1)弦材に等分布荷重および荷重モデル3)節点部材集中荷重で $\alpha=0.6$

フレームモデルの偏心部のせん断力 $Q_u=3.5\text{kN}$ とする。偏心距離が $e=100\text{mm}$ の場合、荷重モデル2)を想定して $\alpha=0.5$ とした場合には $M_Q=0.18\text{kN}\cdot\text{m}$ 、荷重モデル2)の偏心部最大曲げモーメントを評価している。また、荷重モデル1)および荷重モデル3)を想定して $\alpha=0.6$ とした場合には $M_Q=0.21\text{kN}\cdot\text{m}$ となり、荷重モデル1)および3)の偏心部最大曲げモーメントを概ね評価している。

偏心距離が $e=200\text{mm}$ の場合、荷重モデル2)で $\alpha=0.5$ として $M_Q=0.35\text{kN}\cdot\text{m}$ 、荷重モデル2)の偏心部最大曲げモーメントを評価している。また、荷重モデル1)および荷重モデル3)で $\alpha=0.6$ として $M_Q=0.42\text{kN}\cdot\text{m}$ となり、荷重モデル1)および3)の偏心部最大曲げモーメントより1割程度大きめの評価をしている。

本検討範囲では、トラスモデルの個材曲げモーメントは、連続梁の曲げモーメントとして評価できるように思われる。一方、偏心トラスモデルにおける個材曲げモーメントは式(3)による個材曲げモーメント M_Q により概ね評価できると考えられる。

3.4 応力度

各構造モデルと荷重モデルに対する最大断面力および最大応力度を表4に示す。

フレームモデルでは、個材曲げモーメントは計算されずにトラス部材の軸力のみ換算されるので、最大軸応力度は 74.7N/mm^2 となる。

トラスモデルは、健全な荷重モデルである2)節点集中荷重においてもわずかに曲げモーメントが生じて、最大曲げ応力度は 8.1N/mm^2 となり、最大軸応力度の1割程度となる。荷重モデル1)および3)の最大曲げ応力度は、個材曲げモーメントとして共に 24.3N/mm^2 が発生して最大軸応力度の3.3割程度である。

偏心トラスモデル(e=100mm)では、荷重モデル1)から3)の最大曲げ応力度は、個材曲げモーメントとして $50\sim60\text{N/mm}^2$ 程度発生して、最大軸応力度の6～8割程度に相当する。偏心トラスモデル(e=200mm)では、同様に最大曲げ応力度は、個材曲げモーメントとして $90\sim100\text{N/mm}^2$ 程度発生して、最大軸応力度より大きく1.2～1.4倍程度である。

本検討範囲では、弦材の部材端部条件を剛接合として弦材を

表3 解析結果

解析モデル (荷重分布)	荷重モデル	入力荷重	変位 (mm)	軸力 (kN)	曲げモーメント (kN・m)
a) フレームモデル 1) 等分布荷重		w = 1kN/m	 15.1 (16.6)	$\bar{N} = \pm \frac{M}{h} = \pm 25$	 12.5
b) トラスモデル 1) 等分布荷重		w = 1kN/m	 16.6	 -24.8 24.8	 0.07 [0.07] 0.09 [0.09] 0.06 [0.06] 0.07 [0.07]
2) 節点集中荷重		P ₁ = 0.25kN P ₂ = 0.75kN P ₃ = 1kN	 16.3	 -24.6 24.6	 0.03 0.03
3) 節点部材集中荷重		P ₁ = 0.25kN P ₄ = 0.5kN	 16.4	 -24.7 24.7	 0.05 <0.10> 0.03 <0.06> 0.08 <0.16> 0.09 <0.18>
c) 偏心トラスモデル 1) 等分布荷重		w = 1kN/m	 17.1 18.3	 -24.8 -24.9 24.8 24.9	 0.23 [0.23] 0.38 [0.38] 0.10 [0.10] 0.15 [0.15] 0.12 [0.12] 0.29 [0.29] 0.05 [0.05] 0.14 [0.14]
2) 節点集中荷重		P ₁ = 0.25kN P ₂ = 0.75kN P ₃ = 1kN	 16.9 18.2	 -24.7 -24.7 24.7 24.7	 0.17 0.34 0.04 0.11 0.18 0.34 0.11 0.18
3) 節点部材集中荷重		P ₁ = 0.25kN P ₄ = 0.5kN	 17.0 18.2	 -24.8 -24.8 24.8 24.8	 0.22 <0.44> 0.38 <0.76> 0.09 <0.18> 0.15 <0.30> 0.12 <0.24> 0.29 <0.58> 0.06 <0.12> 0.14 <0.28>

()内数値は、等価せん断剛性を考慮した変位の値 []内数値は、 wl^2 に対する倍率 < >内数値は、 P_i に対する倍率
偏心トラスモデルは e=100 をゴシック体、e=200 を斜体で表す。

梁要素としているために、健全な荷重モデルである2)節点集中荷重においてもわずかに曲げモーメントが生じている。また、1)等分布荷重および3)節点部材集中荷重では、個材曲げモーメントによる曲げ応力度が最大軸応力度の3.5割程度発生しており、設計に考慮する必要があるように考える。一方、偏心トラスモデルは、大きな個材曲げモーメントに起因する大きな曲げ応力度が発生するので十分な検討が必要である。

表4 最大断面力と最大応力度

解析モデル	最大軸力 N_{max} (kN)	最大曲げ モーメント M_{max} (kN・m)	軸応力度 $\sigma_{c,t, Max}$ (N/mm ²)	曲げ応力度 $\sigma_{b,t, Max}$ (N/mm ²)
a) フレームモデル				
1) 等分布荷重	25.0	-	74.7	-
b) トラスモデル				
1) 等分布荷重	24.8	0.09	74.1	24.3
2) 節点集中荷重	24.6	0.03	73.5	8.1
3) 節点部材集中荷重	24.7	0.09	73.8	24.3
c) 偏心トラスモデル				
e=100mm				
1) 等分布荷重	24.8	0.23	74.1	62.2
2) 節点集中荷重	24.7	0.17	73.8	45.9
3) 節点部材集中荷重	24.8	0.22	74.1	59.5
e=200mm				
1) 等分布荷重	24.9	0.38	74.4	102.7
2) 節点集中荷重	24.7	0.34	73.8	91.9
3) 節点部材集中荷重	24.8	0.38	74.1	102.7

4. フレームモデルによる構造設計法について

トラスモデルと同じ曲げ剛性を有する線材に置換したフレームモデルを用いた構造設計に対して、本検討範囲内で得られた知見や課題について示す。

4.1 トラスモデルを対象とした場合

フレームモデルの変位は、せん断変形を無視した場合には1割程度の過小評価になる傾向がある。大規模建築では等価せん断剛性を考慮することを検討する。

フレームモデルの換算軸力は、トラスモデルの軸力とほぼ同じであり、評価可能であると考えられる。

フレームモデルでは、トラス弦材の中間に荷重が載荷された個材曲げモーメントを考慮できないが、曲げ応力度が最大軸応力度の3.5割程度発生することがある。この個材曲げモーメントは連続梁の曲げモーメントとして評価することもできる。本検討範囲の中で安全側に評価すると、弦材部材長(節点間距離)を l として、部材に等分布荷重 w の場合には $0.1 \times w l^2$ 、部材中央集中荷重 P の場合には $0.2 \times P l$ 程度である。

4.2 偏心トラスモデルを対象とした場合

フレームモデルでは変位に関して、偏心の影響を適切に考慮できず、等価せん断剛性を考慮しても過小評価となる。したがって、偏心トラスモデルでは、フレームモデルに置換した場合に変位を適切に評価できるかが課題である。

一方、フレームモデルの換算軸力は、偏心トラスモデルの軸力とほぼ同じであり、評価可能であると考えられる。偏心部分の個材曲げモーメントは式(3)により上弦部材に生じる個材せん断力から個材曲げモーメント M_Q を概ね評価できるのではないかとと思われる。しかし、本検討の範囲であるためにさらに詳細検討も必要と考える。

このように複雑な応力状態となることから、トラス部材の安全性検討においては、軸力、曲げモーメントおよびせん断力を対象として行うことになる。

ただし、節点に偏心を生じさせることは、健全な構造設計とは言えないので、可能な限り偏心のないトラス構造として設計をするべきだと考える。

5. まとめ

本研究では、まず単純梁構造を対象として、曲げ剛性を有する線材に置換したフレームモデルおよびトラスモデルに対して構造解析を行い、構造モデルの変位および個材曲げを含んだトラス部材の応力などを比較・検討した。また、構造設計資料を提示すると共に、フレームモデルを使用した構造設計法に関して本検討範囲内で把握できた知見および課題を示した。

今後はラーメンフレーム架構を対象として、同様の構造モデル、鉛直荷重および水平荷重モデルを設定して検討を行う予定である。なお、接合部の偏心の影響に関する分岐継手の耐力などの検討も必要であると考えられる。

謝辞

本研究の条件設定に際して、横浜国立大学大学院准教授 河端昌也博士および日本膜構造協会技術指導部長 石亀哲郎氏より貴重なコメントを頂きました。ここに厚く感謝致します。

参考文献

- 1) 日本膜構造協会、日本建築センター：膜構造の建築物・膜材料等の技術基準及び同解説、2003年8月
- 2) 斎藤公男：等価梁置換法によるスペースフレームの解析、その1 立体トラスユニットの有効剛性について、日本建築学会学術講演梗概集(九州)、pp.1193-1194、1981年9月
- 3) 日本建築学会：軽鋼構造設計施工指針・同解説、p.68、2002年9月

Fundamental Study on Structural Design Method of Steel Pipe Truss Structure for Framed Membrane Structures and Tent Warehouses

Nakajima Hajime ^{*1)}

Shiobara Noboru ^{*2)}

Nudeshima Ryo ^{*3)}

Ishinabe Yuichiro ^{*4)}

SYNOPSIS

Membrane structures and tent warehouses are commonly framed with a steel pipe truss structure. In the structural calculation of these structures, the frame model composed of linear elements converted from the truss structure is generally used. Section forces obtained by frame model is converted to the axial force of truss members, and safety is verified. On the other hand, actual steel pipe truss structures may have the eccentricity of lattice members or distributed forces on chord members. In this study, through the comparison and analysis of displacement and stress, a structural design method used frame models is proposed.

*1) Professor, College of Science and Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.

*2) Undergraduate Student, Nihon Univ.

*3) Graduate Student, Nihon Univ.

*4) Associate Professor, Junior College, Nihon Univ., Dr. Eng.