

熊本大学 工学部	正 員	三 池 亮 次
同 上	学生員	松 本 弘 一
同 上	学生員	○ 榊 勝 美

1. まえがき 剛節トラスの二次応力が、部材の構面内の高さ h と部材長さ l の比、 $\frac{h}{l}$ に比例することは、すでに定説となっており、各国の橋梁示方書に取り入れられているが、筆者らは、さきに、立体骨組構造解析の基礎式の無次元化を試み、標題の第1,2報において、骨組構造の力学的性状を支配する主要な無次元積が細長比であること、および、剛節トラスの二次応力の大きさを決定する主要因は、 $\frac{h}{l}$ よりは、むしろ細長比であることを指摘した。また、変位、断面力、応力など変形の無次元積を、細長比など、形状無次元積の関数として表示する変形法基礎式の誘導を試みた。

第2報では、特に矩形断面を用いた剛節トラス部材の細長比その他の形状パラメーターが、変位、断面力および応力の無次元積に及ぼす効果について検討した。

本文第3報では、各種の部材断面形状を有するトラスの二次応力を決定する主要因として、無次元断面係数 G を誘導するとともに、矩形以外の断面をもつトラス部材の細長比その他の形状パラメーターが、変位、断面力、応力の無次元積が及ぼす効果の検討結果を紹介するものである。

2. 形状および変形の無次元積

(a) 形状に関する無次元積

$k_A = \frac{A}{A_0}$: 部材断面積 A と基準部材断面積 A_0 の比; すなわち断面積比

$k_l = \frac{l}{l_0}$: 部材長さ l と基準部材長さ l_0 の比; すなわち部材長比

$K = \frac{EI}{EI_0}$: 基準部材に対する剛比, I は部材断面二次モーメント

$G = \frac{r}{r_0}$: 縁距離 r の回転半径 $r (= \sqrt{\frac{I}{A}})$ に対する比; すなわち二次応力に関する断面係数

λ_0 : 基準部材の細長比

なお、任意部材の細長比は、 $\lambda^2 = (k_A k_l \frac{1}{K}) \lambda_0^2$ によって求めることができる。

(b) 材料に関する無次元積

$k_E = \frac{E}{E_0}$: 部材弾性係数 E の基準部材弾性係数 E_0 に対する比

ν : ポアソン比

(c) 荷重に関する無次元積

$P^0 = \frac{P}{P_0}$: 基準集中荷重 P_0 に対する任意点にかかる集中荷重の比; すなわち荷重比

$M^0 = \frac{M}{P_0 l_0}$: モーメント荷重比

(d) 変形に関する無次元積

$\frac{E_0 A_0}{P_0} \frac{u}{l_0}$: 変位 u の無次元積

$\frac{E_0 A_0}{P_0} \phi$: 回転変位 ϕ の無次元積

$\frac{r}{P_0} = \bar{r}$: セン断力

$\frac{M}{P_0 l_0} = \bar{M}^0$: モーメントの無次元積

$\frac{\sigma A_0}{P_0} = \sigma^0$: 応力の無次元積

$\frac{e E_0 A_0}{P_0}$: ひずみの無次元積

3. 二次応力に関する無次元断面係数

二次応力の無次元積 σ_m^0 は

$$\sigma_m^0 = \frac{A_0}{P_0} \sigma_m = \frac{1}{k_A} \cdot \frac{1}{k_L} \cdot \lambda \cdot \bar{M} \cdot \frac{Z}{l}$$

しかるに

$$\frac{Z}{l} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{Z}{r} = \frac{1}{\lambda} C_F$$

であるから

$$\sigma_m^0 = \frac{1}{k_A} \cdot \frac{1}{k_L} \cdot \lambda \cdot \bar{M} \cdot C_F \quad (1)$$

を得る。断面係数 C_F は、部材断面係数固有の値であり、 C_F が小さいものほど、部材二次応力は小さくなる。表-1 に数個の断面についての C_F 、およびその計算例を示す。

4. 適用計算例と考察

図-1 に示す骨組形状、部材断面と表-2 の無次元積をもつトラスに、図示の外力比が載荷する場合を考える。ただし、形状および外力は、トラス中心線に対して対称であり、左半分のみを記入した。

面積比、剛比を一定とし、細長比 λ_0 をパラメータとして、無次元曲げモーメントを計算すると、図-2 のような結果が得られる。無次元せん断力についても同様であり、この図より、全部材が一樣に細長くなると曲げモーメント、せん断力が小さくなることあかる。

同一の条件の下で、軸力、変位は、ほとんど変化しない。したがって、二次応力は(1)式のとおりであり、曲げモーメント $\bar{M}$ は、細長比 λ_0 の二乗に逆比例するから、曲げモーメントに基づく二次応力は、 λ_0 に逆比例するのである。

参考文献

- 1) 福井武弘, 三池亮次, 右田泰弘: “トラス部材の細長比に関する研究” 第23回土木学会年次学術講演会, 昭.43.10
- 2) 三池亮次, 松本弘一: “トラス部材の細長比に関する研究(第2報)” 第26回土木学会年次学術講演会, 昭.46.10

表-1 断面形状と断面係数

断面形状	断面係数
矩形断面	$C_F = 1.73$
H形断面	$C_F = 1.22 \sqrt{2 + (A_1/A_2)}$ $A_1 = bt, A_2 = kt'$
箱形断面 (1)	$C_F = 1.73 \sqrt{\frac{1 + (A_2/A_1) + 2(A_2/A_1)}{3 + 3(A_2/A_1) + 2(A_2/A_1)}}$ $A_1 = bt, A_2 = b't', A_3 = kt'$
箱形断面 (2)	$C_F = 1.73 \sqrt{\frac{1 + (A_2/A_1)}{3 + (A_2/A_1)}}$ $A_1 = bt, A_2 = kt'$

表-2 トラスの諸無次元積

部材	1-2	2-3	3-4	4-5	1-3	2-4	3-5	4-6
部材長比(k_L)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
細長比(λ)	83.68	156	118	191	195	83.68	194.4	82.0
断面積比(k_A)	1.0	0.6190	0.9778	0.5556	0.5714	1.0	0.7143	1.2798
剛比(K)	1.0	0.1447	0.3159	0.08577	0.08577	1.0	0.1073	1.3278

注. 1-2 部材の細長比が基準細長比である。

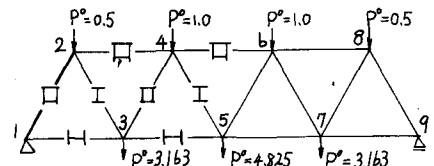


図-1 トラスの骨組形状・断面形状と外力

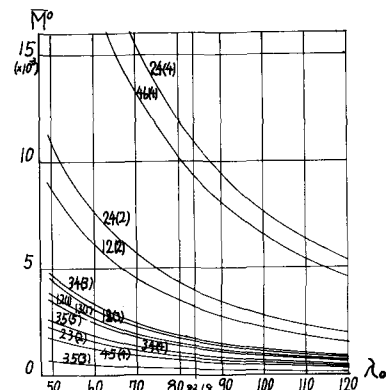


図-2 基準細長比-曲げモーメント図

注. 12(2) は 1-2 部材の 2 節点における値を意味する。