I-203 トラス部材の細長比に関する一考察（第２報）

熊本大学工学部　正員　三池亮次
同上　学生員　○松本弘一

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ℓの比、$\frac{h}{\ell}$に比例することは、すでに定説となっており[1]、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報[2]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いさを決定する主な要因は、$\frac{h}{\ell}$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[3]。

本文第２報では、２、３の骨組形状をもつ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、電子計算した結果を紹介するものである。

一般に、剛節トラス部材に限らず、アーチ、ケーブルなど、軸力によって外力に抵抗する形式のはりにおいても、細長比が大きくなれば、曲げモーメントおよびせん断力の効果が小さくなるものと思われる。筆者は、弾性固定円弧アーチに等分布水圧荷重が作用する場合、アーチ厚さとアーチ曲率半径の比（中心角が一定であれば、細長比の逆数を意味する。）が小さくなれば、軸力が支配的となり、その結果、引張応力が発生し難くなること、およびその限界を求めて、すでに報告している[4]。

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

$k_\ell=\frac{\ell}{\ell_0}$ ：部材長ℓと基準部材長ℓ_0の比；すなわち部材長比

$K=\dfrac{\frac{I}{\ell}}{\frac{I_0}{\ell_0}}$ ：剛比，Iは部材断面二次モーメント

r_0 ：基準部材の細長比

$Z^0=\frac{Z}{\ell}$ ：縁距離Zの部材長ℓに対する比

なお、任意部材の細長比は、$r^2=(k_A\cdot k_\ell\cdot\frac{1}{K})r_0^2$によって、求めることができる。

(b)．材料に関する無次元積

ν ：ポアソン比

k_E ：部材弾性係数Eの基準部材弾性係数E_0に対する比

(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Pの比；すなわち荷重比

$M^0=\frac{M}{P_0\ell_0}$ ：モーメント荷重比

(d)．変形に関する無次元積

$\frac{E_0A_0}{P_0}\frac{u}{\ell_0}$ ：変位uの無次元積

$\frac{\bar{Y}}{P_0}=\bar{Y}^0$ ：せん断力

$\frac{\sigma A_0}{P_0}$ ：応力の無次元積

$\frac{E_0A_0}{P_0}\phi$ ：回転変位ϕの無次元積

$\frac{\bar{M}}{P_0\ell_0}=\bar{M}^0$ ：モーメントの無次元積

$\frac{eE_0A_0}{P_0}$ ：ひずみの無次元積

3．電子計算結果とその考察

図-1のようなトラスに適用し．外力比が図のようであり．また．基準部材を1-2とし．各部材の無次元積が以下に述べるように．スパン中心線に関して対称であるとする。

(1)．部材長比は、角度が60°であることより．1である。

(2)．細長比として．道路橋の最大細長比をとる。

形状は対称としたので．左半分の部材の無次元積を表-1に記し．断面力も左半分の部材のみを記入した。

面積比、剛比を一定にし．細長比をパラメーターとして．たとえば基準細長比を変化させると．図-2,3のような結果が得られる。この図より．全部材が一様に大きくなると．曲げモーメント．せん断力は小さくなる。同一条件のもとで．軸力はほとんど変化しない。すなわち．断面力は軸力が、曲げモーメントおよびせん断力に比して．卓越することとなる。同一条件のもとで．変位はほとんど変化しない。曲げモーメントによる二次応力は．$\frac{1}{k_A}\frac{1}{k_\ell}\cdot r^2 \cdot \zeta^\circ \cdot \frac{\overline{M}}{P_0 \ell_0}$ で表わされるが、く形断面のとき．$\frac{1}{k_A}\frac{1}{k_\ell}\cdot 1.73 \cdot r \cdot \frac{\overline{M}}{P_0 \ell_0}$ となり．同一条件のもとで．曲げモーメントによる二次応力は．小さくなる計算結果が得られる。よって．各部材の細長比を一様に大きくさせると．軸力による応力もまた卓越してきて．曲げによる二次応力は．小さくなる。

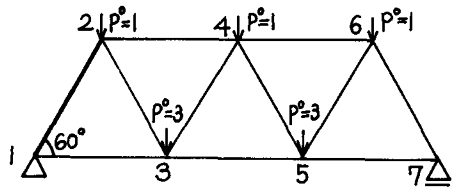


図-1　トラスの骨組形状と外力

表-1　トラスの諸無次元積

部　材	1-2	2-3	3-4	1-3	2-4	3-5
部材長比(k_ℓ)	1	1	1	1	1	1
細長比(r)	120	(200)	(120)	(200)	(120)	(200)
面積比(k_A)	1	0.5	0.7	0.6	1.5	0.8
剛　比(K)	1	0.18	0.70	0.216	1.50	0.29

注．1-2部材の細長比が基準細長比である。

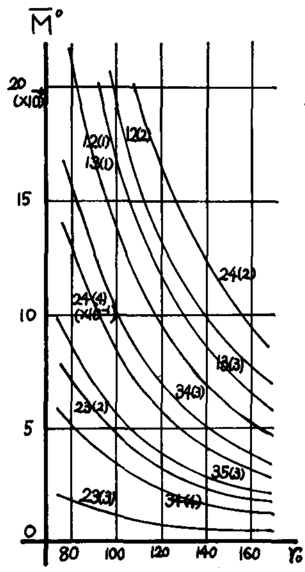
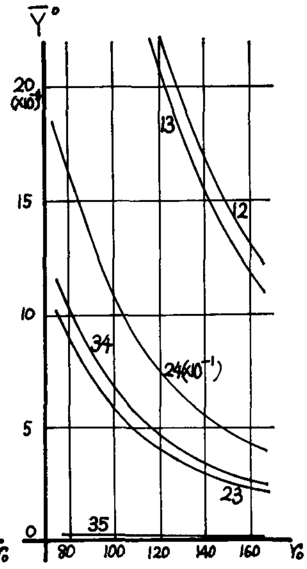


図-2

基準細長比－曲げモーメント図



図－3

基準細長比－せん断力図

注．12(2)は1-2部材の2節点における値を意味する。

参考文献

1) 友永和夫："二次応力について" 土木学会誌 Vol 55．11月．1970　P.67～P.73

2) 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.

3) 福井武弘、三池亮次、右田泰弘："立体骨組構造物の力学的相似条件について" 第25回土木学会学術講演会　昭45.10.

4) 三池亮次．福井武弘："弾性固定アーチにおける応力の挙動特性" 熊大研究報告15巻2号　昭41.10.