

徳島大学工学部 正員 ○ 児嶋弘行

名古屋大学工学部 正員 成岡昌夫

要 旨

トラス・ランガー桁橋の静力学的な性状は、これと同一の骨組線をもつ曲弦トラス橋の性状に類似しており、その相違点は、補剛桁に生じる曲げモーメントと、これが各部材の軸力に与える影響分とに限定される。静定構造物である曲弦トラスの部材力は部材断面の影響は受けないから、したがって、この相違は、補剛桁に曲げモーメントを生ぜしめる直接原因である補剛桁の曲げ剛さに起因しているといえる。この報告は、これらの点を明らかにするための理論式を誘導し、これを用いて若干の数値計算を行ない、補剛桁の曲げ剛さが各部材力に与える影響について考察したものである。

1) 補剛桁の曲げモーメントと各部材の軸力との関係

いま、図-1に示すような等バネのトラス・ランガー桁を考え、上弦材の軸力は折線をなすものとし、その格点の座標は拋物線上にあるものとする。補剛桁の任意の格点の曲げモーメントを M_i で表わし、図中の記号を用いて、各部材力との関係を示せば、式-(1)のようになる。

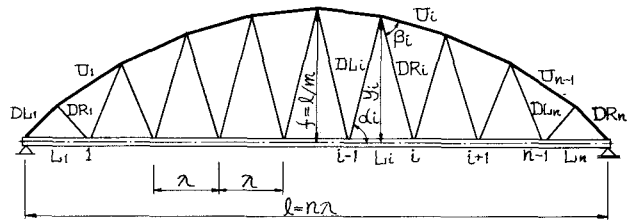


図-1 骨組線と記号

$$\left. \begin{aligned} U_i &= -2 \cos \alpha_i \Delta M_i / \lambda \sin \beta_i, & DL_i &= -(\Delta M_i - \eta_i \Delta M_{i-1} / \xi_{i-1}) / \lambda \sin \alpha_i \\ Li &= \cos \alpha_i (\Delta M_i + \Delta M_{i-1}) / \lambda \sin \alpha_i, & DR_i &= (\eta_i \Delta M_i / \xi_i - \Delta M_{i-1}) / \lambda \sin \alpha_i \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ただし、 $\sin \alpha_i = y_i / \Delta p_i$, $\cos \alpha_i = \lambda / 2 \Delta p_i$, $\sin \beta_i = \lambda (y_i + y_{i+1}) / 2 \Delta p_i \Delta o_i$, $\Delta p_i = (4 y_i^2 + \lambda^2)^{1/2} / 2$, $\Delta o_i = \{(y_{i+1} - y_i)^2 + \lambda^2\}^{1/2}$, $y_i = \lambda (2i-1)(2n-2i+1) / mn$, $\xi_i = 4i(n-i)-1$, $\eta_i = 4i(n-i)+3$, $\Delta M_i = M_{o,i} - M_i$, であり、 $M_{o,i}$ は、外荷重による、格点 i の単純梁としての曲げモーメントを意味する。式-(1)は、 $M_i = 0$ 、したがって、 $\Delta M_i = M_{o,i}$ の場合には、曲弦トラスとしての部材力を表わし、 $M_i = M_{o,i}$ 、すなわち、補剛桁の曲げモーメントが単純梁のそれと一致する場合には0となり、これから、補剛桁の曲げモーメントが各部材力におよぼす影響の程度を知ることができる。すなわち、補剛桁の曲げモーメントが単純梁のそれの何%に相当するかを知れば、各部材の軸力が曲弦トラスのそれの何%になるかを、式-(1)から知ることができる。

2) 補剛桁の曲げモーメント間の関係

補剛桁の任意の格点 i と、この両隣の格点 $i-1$, $i+1$, における曲げモーメントの間には、三連モーメントの定理式に類似した、式-(2)のような関係がある。

$$(a_{i-1} + S'_i)M_{i-1} + \{a_{ii} + 2(S'_i + S'_{i+1})\}M_i + (a_{i+1} + S'_{i+1})M_{i+1} = a_{i-1}M_{0i-1} + a_{ii}M_{0i} + a_{i+1}M_{0i+1} \quad (2)$$

ただし、式-(2)において、 $a_{i-1} = 6(S_{Li} \cdot \cos^2 \alpha_i - \eta_i \cdot S_{DLi} / \xi_{i-1} - \eta_{i-1} \cdot S_{DRi} / \xi_i) / \sin^2 \alpha_i$,
 $a_{ii} = 6\{(S_{Li} \cdot \cos^2 \alpha_i + S_{DLi} + \eta_{i-1} \cdot S_{DRi} / \xi_i) / \sin^2 \alpha_i + (S_{Li+1} \cdot \cos^2 \alpha_{i+1} + \eta_{i+1} \cdot S_{DLi+1} / \xi_{i+1} + S_{DRi+1}) / \sin^2 \alpha_{i+1} + 4 \cdot S_{Di} \cdot \cos^2 \alpha_i / \sin^2 \beta_i\}$,
 $a_{i+1} = 6(S_{Li+1} \cdot \cos^2 \alpha_{i+1} - \eta_{i+1} \cdot S_{DLi+1} / \xi_{i+1} - \eta_i \cdot S_{DRi+1} / \xi_{i+1}) / \sin^2 \alpha_{i+1}$,
 $S_i = \Delta_i / EF_i$,
 $S'_i = \lambda^3 / EI_i$ である。

式-(2)を補剛桁の各格点においてたてれば、 $(n-1)$ 元連立方程式が得られ、これを解けば、トラス・ランガー桁の補剛桁の曲げモーメントが得られる。

3) 補剛桁の曲げ剛さの影響

式-(2)において、係数 a は各部材の断面積に關係した項であり、 S' は補剛桁の曲げ剛さに關係した項である。いま、 $EI=0$ と仮定すれば、式-(2)は、 $M_{i-1} + M_i + M_{i+1} = 0$ となり、曲げモーメントはすべて0となるから、式-(1)より、各部材の軸力は曲弦トラスのそれと一致し、 $EI=\infty$ とすれば、 $a_{i-1}(M_{i-1} - M_{0i-1}) + a_{ii}(M_i - M_{0i}) + a_{i+1}(M_{i+1} - M_{0i+1}) = 0$ となり、曲げモーメントは、部材の断面積に無關係に単純梁のそれと一致するから、式-(1)より、各部材の軸力はすべて0となる。

このように、補剛桁の曲げ剛さは、各部材の断面積よりも直接的にトラス・ランガー桁の部材力に影響を与える。したがって、部材構成の如何によるトラス・ランガー桁の性状の如何を把握するためには、補剛桁の曲げ剛さをパラメーターにとるのbaumつとも近道であると考えられる。

実在するトラス・ランガー桁の補剛桁の曲げ剛さは、これを同一スパンの単純梁として設計した場合に必要な曲げ剛さと、同一骨組線をもつ曲弦トラスとして設計した場合の下弦材のもつ曲げ剛さとを両極端として、その中間の値をもつ。筆者らは、前者を EI_{max} 、後者を EI_{min} として、この中間において EI の値を種々変化させた場合について若干の計算を行ない、曲げ剛さが各部材力に与える影響について検討してみた。いま、その一例として、 $\lambda = 11.0m$ 、 $m = 6$ 、 $n = 9$ 、のトラス・ランガー桁について、各部材の断面積を曲弦トラスとして設計した場合に一致させて、 EI_{min} にした場合を示せば、表-1、2のようである。表は、各部材力の影響線から死活荷重に対する影響値を求め、それぞれ、対応する曲

弦トラスの軸力、および、単純梁の曲げモーメントの影響値に対する百分率を示したものである。これらの説明、ならびに、他の計算結果をもあ

表-1 (0/0)

部材	U_1	U_2	U_3	U_4	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
dead	99.70	99.99	99.97	99.98	99.70	99.89	99.98	99.98	99.98
live(+)	—	—	—	—	99.56	99.85	99.95	99.96	99.96
live(-)	99.56	99.90	99.90	99.91	—	—	—	—	—
部材	DR_1	DR_2	DR_3	DR_4	DL_1	DL_2	DL_3	DL_4	DL_5
dead	99.70	102.55	99.70	100.19	99.70	96.38	100.30	99.76	99.98
live(+)	99.57	99.74	98.93	99.03	—	98.16	99.18	99.05	99.05
live(-)	—	97.54	98.80	98.58	99.56	100.07	97.60	98.29	98.51

わせた總括的な考察については、講演会の当日補足するが、現在までに得た結論を簡単に列挙すると、以下のようである。

表-2 (0/0)

部材	M_1	M_2	M_3	M_4
dead	0.30	0.01	0.03	0.02
live	0.44	0.15	0.13	0.12

1) 補剛桁の曲げモーメントは各部材の軸力を減少させる。

2) ゆえに、曲げ剛さは大きいほど効果的である。3) 曲弦トラスの鋼重を超過しない範囲でこの効果を期待するには、補剛桁の I/F を大きくし、腹材をニールセン形式にすることが有効である。