

要 旨

トラスド・ランガー桁橋の各部材の軸力の影響線は、ランガー桁橋よりもむしろ曲弦トラスのそれに類似している。この報告は、この点に注目して、トラスド・ランガー桁橋を“斜吊材をもったランガー桁橋”とみなす従来の考え方を改めて、“曲げ剛性を有する下弦材をもった曲弦トラス橋”と解釈して、この観点に立った一解析法と部材断面の設計法とを提案したものである。この方法によれば、主構の部材力が比較的能率よく計算でき、また従来より、より合理的な設計計算が可能である。

1 解析法の概要

図-1のような、拋物線状の上弦材を有する、スパン $l = n\lambda$ 、拱矢 $f = l/m$ の等パネルのトラスド・ランガー桁を対象とする。

図のように腹材がすべてワレントラス状に組まれた形式では、不静定次数は $(n-1)$ 次である。

したがって、適当に静定基本系を選んで弾性方程式を立てれば、一般に $(n-1)$ 元連立方程式を得るが、これの係数行列は 0 要素を含まないのが通常である。筆者は、上述の観点から下弦格梁にヒンジを挿入した図-2の

ような曲弦トラスを静定基本系に選ぶことによって、弾性方程式の係数行列が三項行列の形にまとめ得ることを知ったので、以下にその概要を紹介する。

a) 不静定モーメント M_i による部材力

図-2のような静定基本系に、 M_i のみか作用する場合には、格梁 i の両隣のパネルに図-3に示す部材のみに部材力が生じ、他の部材には生じない。いま、図-1の記号を用いて、 $M_i = 1$ が作用した場合の S_i を示せば式-1のようである。

$$L_i = -mn/2\lambda(2i-1)(2n-2i+1)$$

$$L_{i+1} = -mn/2\lambda(2i+1)(2n-2i-1)$$

$$U_i = \sqrt{16(n-2i)^2 + m^2 n^2} / \lambda \{4i(n-i) - 1\}$$

$$D_{i2} = \sqrt{4(2i-1)^2(2n-2i+1)^2 + m^2 n^2} / 2\lambda(2i-1)(2n-2i+1)$$

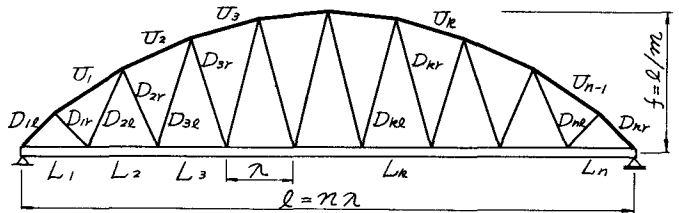


図-1 骨線と記号

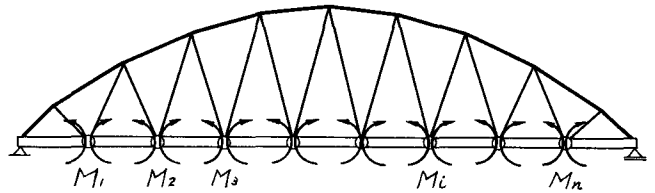


図-2 静定基本系と不静定モーメント

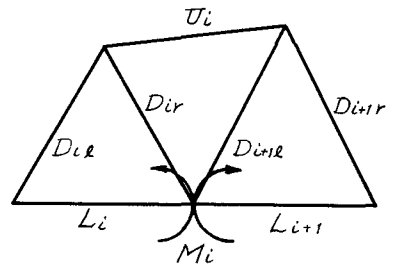


図-3 M_i によって
部材力の生じる部材

$$\begin{aligned}
 D_{i+1, l} &= -\{4(i+1)(n-i-1)+3\} \sqrt{4(2i+1)^2(2n-2i-1)^2+m^2n^2} / 2\lambda(2i+1)(2n-2i-1) \{4i(n-i)-1\} \\
 D_{i, r} &= -\{4(i-1)(n-i+1)+3\} \sqrt{4(2i-1)^2(2n-2i+1)^2+m^2n^2} / 2\lambda(2i-1)(2n-2i+1) \{4i(n-i)-1\} \\
 D_{i+1, r} &= \sqrt{4(2i+1)^2(2n-2i-1)^2+m^2n^2} / 2\lambda(2i+1)(2n-2i-1)
 \end{aligned}$$

————— (1)

b) 単位荷重による基本系の部材力

外荷重として単位集中荷重 $P=1$ を考え、これの作用する格点を j とすれば、基本系の軸力 S_0 は一般に式-2で計算される。

$$\begin{aligned}
 L_k &= m(n-j)/2(2n-2k+1), \quad (1 \leq k \leq j), \quad L_k = mj/2(2k-1) \quad (j+1 \leq k \leq n) \\
 U_k &= \begin{cases} -k(n-j) \sqrt{16(n-2k)^2+m^2n^2} / n \{4k(n-k)-1\}, & (1 \leq k \leq j) \\ -j(n-k) \sqrt{16(n-2k)^2+m^2n^2} / n \{4k(n-k)-1\}, & (j+1 \leq k \leq n-1) \end{cases} \\
 D_{k, l} &= \begin{cases} -(n-j)(2k-3) \sqrt{4(2k-1)^2(2n-2k+1)^2+m^2n^2} / 2n(2n-2k+1) \{4(k-1)(n-k+1)-1\}, & (1 \leq k \leq j) \\ j(2n-2k+3) \sqrt{4(2k-1)^2(2n-2k+1)^2+m^2n^2} / 2n(2k-1) \{4(k-1)(n-k+1)-1\}, & (j+1 \leq k \leq n) \end{cases} \\
 D_{k, r} &= \begin{cases} (n-j)(2k+1) \sqrt{4(2k-1)^2(2n-2k+1)^2+m^2n^2} / 2n(2n-2k+1) \{4k(n-k)-1\}, & (1 \leq k \leq j) \\ -j(2n-2k-1) \sqrt{4(2k-1)^2(2n-2k+1)^2+m^2n^2} / 2n(2k-1) \{4k(n-k)-1\}, & (j+1 \leq k \leq n) \end{cases}
 \end{aligned}$$

————— (2)

c) 弾性方程式

弾性方程式の係数、および、その荷重項は、温度変化の影響を無視すれば、剛滑節構造物に対しては一般に、 $\delta_{ik} = \delta_{ki} = \sum S_i S_k \rho + \int M_i M_k ds / EI$, $\delta_{i0} = \sum S_i S_0 \rho + \int M_i M_0 ds / EI$ であらわされるが、上述のような基本系を導くことによりこれらの計算が非常に能率的になる。すなわち、図-3に示した事実から、 δ_{ik} の計算は、 $\delta_{i, i-1}$, $\delta_{i, i}$, $\delta_{i, i+1}$ についてのみ計算すればよく、しかも、これらの計算が以下のように非常に簡単である。すなわち、 $\delta_{i, i-1}$ については、オ1項は図-3に示す $D_{i, l}$, $D_{i, r}$, L_i の3部材だけについての和を取ればよく、オ2項は $\lambda/6EIi$ と簡単に計算される。また、 $\delta_{i, i}$ のオ1項は、図-3の7部材だけについて和を取ればよく、オ2項は、 $\lambda/3EIi + \lambda/3EI_{i+1}$ で計算され、 $\delta_{i, i+1}$ のオ1項は、図-3の $D_{i+1, l}$, $D_{i+1, r}$, L_{i+1} の3部材だけについて和を取ればよく、オ2項は、 $\lambda/6EI_{i+1}$ となる。一方 δ_{i0} の計算も、図-3の事実から図に示した7部材だけについてオ1項を計算すればよく、オ2項は、 $M_0 = 0$ から値をもたなくなる。以上のことから、弾性方程式の一般形が式-3のような三項方程式となり、連立方程式は丁度、三連モーメントの定理を適用する場合と同様に端から順序よく機械的に立てることができる。

$$\delta_{i, i-1} M_{i-1} + \delta_{i, i} M_i + \delta_{i, i+1} M_{i+1} = -\delta_{i0}$$

————— (3)

ただし、

$$M_0 = M_n = 0, \quad 1 \leq i \leq n-1$$

式-3を全下弦格点について立てて解けば、補剛桁の曲げモーメントが直接得られるが、これを用いて各部材力を求めるには、 $S = S_0 + \sum S_i M_i$ によればよい。

2 部材断面の設計法

講演会当日報告する。