

九州大学 正員 村上 正
 " 正員 〇会田 忠義

一横構を有し、対傾構が半径方向に存在する立体曲線トラスを対象として、節々の鉛直たわみを求めるための弾性荷重を考察したものである。すなわち、直線バリのモールの定理に相当する関係式を曲りバリに就いて見出し、これを仮想仕事の原理を用いて立体曲線トラスに適用し、目的の弾性荷重を求めることができた。

曲りバリ(EI_y, GI_T)の断面力(M_r, M_y, Q)と外力(P)との関係式、および曲げモーメント(M_y)、ネジリモーメント(M_r)、鉛直たわみ(W)、ネジリ角(φ)、の間の関係式は次の通りである。

$$\left. \begin{aligned} \frac{dQ}{r_0 d\theta} &= -P \\ M_y - \frac{dM_r}{d\theta} &= 0 \\ \frac{dM_y}{d\theta} + M_r &= Qr_0 \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 W}{r_0^2 d\theta^2} - \frac{\varphi}{r_0} &= -\frac{M_y}{EI_y} \\ \frac{dW}{r_0^2 d\theta} + \frac{d\varphi}{r_0 d\theta} &= \frac{M_r}{GI_T} \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

上式より

$$\frac{d^2 M_y}{d\theta^2} + M_y = -r_0^2 P \dots (3)$$

$$\frac{d^2 W}{d\theta^2} + W = -r_0^2 \left(\frac{M_y}{EI_y} - \frac{1}{r_0} \int_0^\theta \frac{M_r}{GI_T} r_0 d\theta \right) \dots (4)$$

式(3)(4)において M_y, W の境界条件は単純曲りバリにおいてほぼ一致し、片持曲りバリにおいては互いに違ってくる、すなわち曲線バリでも直線バリにおけるモールの定理と同じ関係が成立するのであって、この場合には弾性荷重として $\left(\frac{M_y}{EI_y} - \frac{1}{r_0} \int_0^\theta \frac{M_r}{GI_T} r_0 d\theta \right)$ を用いるべきことが知れる。

以上の関係は図-1の立体曲線トラスに適用できるのである。いま式(5)および(6)で表わされる仮想荷重を、それぞれ図-2および図-3のように偏らせて見る。

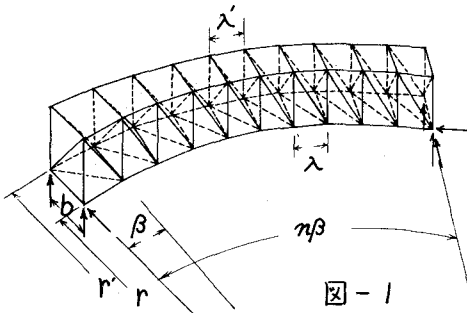


図-1

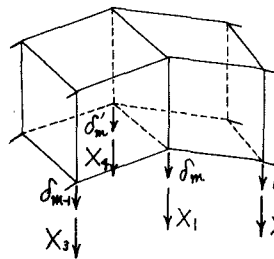


図-2

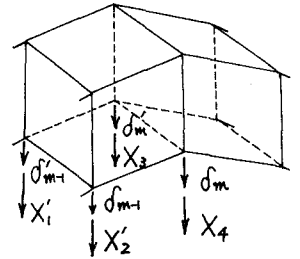


図-3

$$X_1 = -\frac{2}{\lambda} - \frac{\beta}{b}, \quad X_2 = X_3 = \frac{1}{\lambda}, \quad X_4 = \frac{\beta}{b} \dots (5)$$

$$X_1' = \frac{1}{b\lambda} + \frac{1}{r\lambda}, \quad X_2' = -\left(\frac{1}{b\lambda} + \frac{1}{r\lambda}\right), \quad X_3' = -\frac{1}{b\lambda}, \quad X_4' = \frac{1}{b\lambda} \dots (6)$$

仮想仕事の原理より次の関係が導かれる。

$$\frac{\delta m_{i+1} - \delta m_i}{\lambda} - \frac{\delta m_i - \delta m_{i-1}}{\lambda} - \frac{\lambda}{r} p_m = \lambda F_m(M_0) \quad \dots (7)$$

$$\frac{1}{r} (\delta m_i - \delta m_{i-1}) + (p_m - p_{m-1}) = \lambda k_m(M_0) \quad \dots (8)$$

ただし(記号 $F_m(M_0)$, $k_m(M_0)$, は仮想内力仕事を表わす, $p_m = \frac{1}{b} (\delta m_i - \delta m_{i-1})$ である。

式(7), (8), より結局,

$$\frac{\delta m_{i+1} - \delta m_i}{\lambda} - \frac{\delta m_i - \delta m_{i-1}}{\lambda} + \frac{\lambda}{r^2} \delta m_i = \lambda \left\{ F_m(M_0) + \frac{\lambda}{r} \sum_{i=1}^m k_i(M_0) \right\} \quad \dots (9)$$

式(7), (8), (9) と式(2), (4) と比較して $-\lambda \left\{ F_m(M_0) + \frac{\lambda}{r} \sum_{i=1}^m k_i(M_0) \right\}$ を弾性荷重として採用してよいことがわかる。これを半径 r , 中心角 α/β , の内側主ゲタトラスと同一方法の「変位曲リケツ」に集中荷重として作用させ曲げモーメントを求めることはより容易に求められるのである。

また, 外側主ゲタトラスのたわみについては仮想荷重

$$X_1 = -\frac{Z}{\lambda} + \frac{\beta}{b}, \quad X_2 = X_3 = \frac{1}{\lambda}, \quad X_4 = -\frac{\beta}{b} \quad \dots (10)$$

$$X'_1 = \frac{1}{r\lambda} - \frac{1}{b\lambda}, \quad X'_2 = -\frac{1}{r\lambda} + \frac{1}{b\lambda}, \quad X'_3 = \frac{1}{b\lambda}, \quad X'_4 = -\frac{1}{b\lambda} \quad \dots (11)$$

を考へ, 同様の手續によつて弾性荷重が求められ, これを半径 r , 中心角 α/β の「変位曲リケツ」に作用させ曲げモーメントを求めればよいことは上と同じである。

図-1 のような 10 パネルのトラスを考へる。主ゲタの曲率半径は内側 50 m, 外側 53 m, 中心角は $34^\circ 22' 19''$, ゲタ高さ 4 m, パネル長内側 3 m, 外側 3.18 m, である。

このトラスの下節具④に単位荷重が作用したとき, たわみと弾性荷重により求め, これを, 仮想仕事の原理による厳密解と比較して, 図-4 のような結果を得た。

両者は完全な一致はしなかったが, 荷重載荷具において最大で約 6% の誤差を生じ他の具においては 2% 程度であった。

これは計算過程において多少の近似を行つたことと, 2.2 の節に述べた曲げネジリの影響を考慮しなかったことによることを考へる。

又, 弾性荷重は曲げモーメントの項とネジ

リの項よりなるから, 2.2 の節によるたわみが算定できる。

本研究に對して文部省科学研究費が付与されたことと, 〓〓〓断記する。

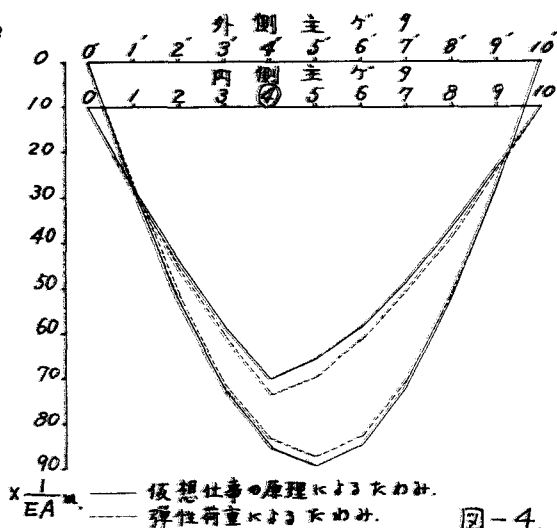


図-4.