非扇形曲りトラスの応力解析について.

九州大学　正員　村上　　正
〃　　　正員　会田忠義

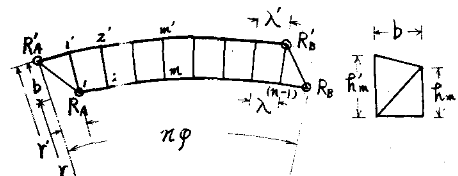
§1　概説

この報文はさきに発表した「立体曲線トラスの応力解析」[(1)(2)]に続くもので，平面形が扇形でなく図－3に示すように外側主トラス又は内側主トラスの端へ1パネルを余分に附け加えた形の曲りトラスの応力解析方法を考察する．　対象とするトラスは扇形の場合と同様，静定で一横構を有し，対傾構が半径方向に存在する曲りトラスとする．　解析に当っての仮定およびその順序も扇形の場と同じである．

曲りトラスが非扇形になると基本式

$$\Delta Q_{m-1} - 2\cos\varphi\,\Delta Q_m + \Delta Q_{m+1} = B_m \quad \cdots\cdots \quad (1)$$

$$\Delta Q'_{m-1} - 2\cos\varphi\,\Delta Q'_m + \Delta Q'_{m+1} = B'_m \quad \cdots\cdots \quad (2)$$



図－1

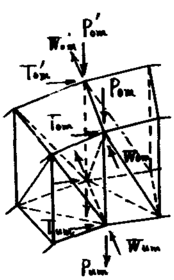
ここに，$B_m = -P_{m-1} + 2P_m - P_{m+1} - (P_m + P'_m)\frac{\lambda\lambda'}{br} + \tan\gamma_0 (k_{m-1}\overline{W}_{om-1} - 2k_m\overline{W}_{om} + k_{m+1}\overline{W}_{om+1}) - \tan\gamma_0 \tan\frac{1}{2}\varphi (k_{m-1}T_{om-1} - k_{m+1}T_{om+1})$

$$B'_m = -P'_{m-1} + 2P'_m - P'_{m+1} + (P_m + P'_m)\frac{\lambda\lambda'}{br'} - \tan\gamma_0 (k_{m-1}\overline{W}_{om-1} - 2k_m\overline{W}_{om} + k_{m+1}\overline{W}_{om+1}) - \tan\gamma_0 \tan\frac{1}{2}\varphi (k_{m-1}T_{om-1} - k_{m+1}T_{om+1}),$$

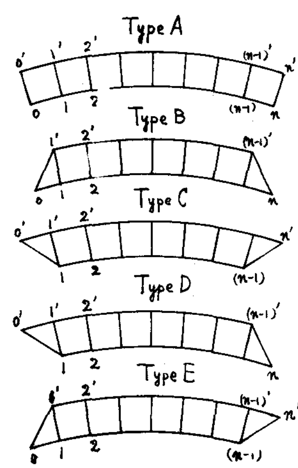
の中で $m=1$ および $m=n-1$（境界の格点）とおいた式の右辺の荷重項 B_m, B'_m に未知の反力に関係する項が附加される．このために ΔQ_m, $\Delta Q'_m$, に関する連立方程式を従来のように簡単に解くことができなくなる．

しかし，扇形の曲りトラスの解を用い逐次近似計算を行うと ΔQ_m, $\Delta Q'_m$ の解をすっきりした級数で表わすことが可能になる．反力，せん断力および曲げモーメントも同様に処理されて，実際の計算に非常に便利な解が得られる．

図－1に示す諸元をもつ曲りトラスが図－2の荷重状態にあるとき各タイプの基本式とその解は次のようになる．



図－2



図－3

§2　基本式

基本式を格点に適用し，これを連立方程式として表わした結果は次の通りである．

(a) Type A（扇形）

$$\begin{bmatrix} -2\cos\varphi & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & -2\cos\varphi & 1 & \cdots & & 0 \\ 0 & 1 & -2\cos\varphi & \cdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & \vdots & \\ 0 & & \cdots & & -2\cos\varphi & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & & 1 & -2\cos\varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Q_1, & \Delta Q_1' \\ \Delta Q_2, & \Delta Q_2' \\ \vdots & \vdots \\ \Delta Q_{n-2}, & \Delta Q_{n-2}' \\ \Delta Q_{n-1}, & \Delta Q_{n-1}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1, & B_1' \\ B_2, & B_2' \\ \vdots & \vdots \\ B_{n-2}, & B_{n-2}' \\ B_{n-1}, & B_{n-1}' \end{bmatrix}$$

以下上の方程式の係数行列をXとおくと，

(b) Type B

$$X \begin{bmatrix} \Delta Q_1', & \Delta Q_1' \\ \Delta Q_2, & \Delta Q_2' \\ \vdots & \vdots \\ \Delta Q_{n-2}, & \Delta Q_{n-2}' \\ \Delta Q_{n-1}, & \Delta Q_{n-1}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 + \frac{\lambda\lambda'}{br}R_A', & B_1' - \frac{\lambda\lambda'}{br}R_A' \\ B_2, & B_2' \\ \vdots & \vdots \\ B_{n-2}, & B_{n-2}' \\ B_{n-1} + \frac{\lambda\lambda'}{br}R_B', & B_{n-1}' - \frac{\lambda\lambda'}{br}R_B' \end{bmatrix}$$

(c) Type C

$$X \begin{bmatrix} \Delta Q_1, & \Delta Q_1' \\ \Delta Q_2, & \Delta Q_2' \\ \vdots & \vdots \\ \Delta Q_{n-2}, & \partial_{n-2}' \\ \Delta Q_{n-1}, & \Delta Q_{n-1}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 + \frac{\lambda\lambda'}{br}R_A, & B_1 - \frac{\lambda\lambda'}{br}R_A \\ B_2, & B_2 \\ \vdots & \vdots \\ B_{n-2}, & B_{n-2} \\ B_{n-1} + \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_B, & B_{n-1} - \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_B \end{bmatrix}$$

(d) Type D

$$X \begin{bmatrix} \Delta Q_1, & \Delta Q_1' \\ \Delta Q_2, & \Delta Q_2' \\ \vdots & \vdots \\ \Delta Q_{n-2}, & \Delta Q_{n-2}' \\ \Delta Q_{n-1}, & \Delta Q_{n-1}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 + \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_A, & B_1 - \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_A \\ B_2, & B_2 \\ \vdots & \vdots \\ B_{n-2}, & B_{n-2} \\ B_{n-1} + \frac{\lambda\lambda'}{br}R_B' & B_{n-1} - \frac{\lambda\lambda'}{br}R_c \end{bmatrix}$$

(e) Type E

$$X \begin{bmatrix} \Delta Q_1, & \Delta Q_1' \\ \Delta Q_2, & \Delta Q_2' \\ \vdots & \vdots \\ \Delta Q_{n-2}, & \Delta Q_{n-2}' \\ \Delta Q_{n-1}, & \Delta Q_{n-1}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 + \frac{\lambda\lambda}{br}R_A', & B_1' - \frac{\lambda\lambda'}{br}R_A' \\ B_2, & B_2' \\ \vdots & \vdots \\ B_{n-2}, & B_{n-2}' \\ B_{n-1} + \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_B, & B_{n-1}' - \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_B' \end{bmatrix}$$

§3 基本式の解と反力および断面力の計算

各Typeの解析は全く同一の方法で行なわれるので Type Dを例として説明する．初めに$\Delta Q_1, \Delta Q_2, \cdots \Delta Q_{n-1}$を求め，$\Delta Q_m + \Delta Q_m' = -(P_m + P_m')$の関係を利用して$\Delta Q_1' \Delta Q_2' \cdots \Delta Q_{n-1}'$を求める．かくすれば連立方程式

$$X \begin{bmatrix} \Delta Q_1 \\ \Delta Q_2 \\ \vdots \\ \Delta Q_{n-2} \\ \Delta Q_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 + \frac{\lambda\lambda'}{br'}R_A \\ B_2 \\ B_3 \\ B_{n-2} \\ B_{n-1} + \frac{\lambda\lambda'}{br}R_B' \end{bmatrix}$$

のみを解けばよいこととなる．それにはまず右辺の荷重項中$B_1, B_2, \cdots B_{n-1}$のみを考慮した解を求める，これを$\Delta\bar{Q}_m$とし，そのときの外側主トラスの格点力を$\Delta\bar{Q}_m'$とする．これは扇形の曲りトラスの解そのままである． 次に，荷重項$\frac{\lambda\lambda'}{br'}R_A, 0, \cdots 0, \frac{\lambda\lambda'}{br}R_B'$のみを考慮した解を求める．$R_A$，$R_B'$は一般に$\Delta Q_1 \Delta Q_2 \cdots \Delta Q_{n-1}$，$\Delta Q_1' \Delta Q_2' \cdots \Delta Q_{n-1}'$によって表わされるが，これらが未知であるため第一近似として$\Delta\bar{Q}_1, \Delta\bar{Q}_2, \cdots \Delta\bar{Q}_{n-1}$，$\Delta\bar{Q}_1' \Delta\bar{Q}_2' \cdots \Delta\bar{Q}_{n-1}'$による反力$R_A''$，$R_B''$を求め荷重項が$\frac{\lambda\lambda'}{br'}R_A''$，$0, \cdots 0, \frac{\lambda\lambda'}{br}R_B''$であるときの格点力$\Delta Q_m''$，$\Delta Q_m''{}'$を定める．次に$\Delta Q_1''$，

$\Delta Q_2^{(1)}, \cdots \Delta Q_{n-1}^{(1)}, \Delta Q_1^{(1)'}, \Delta Q_2^{(1)'}, \cdots \Delta Q_{n-1}^{(1)'}$ による反力 $R_A^{(2)}, R_B^{(2)'}$ を求めそれより第2近似 $\Delta Q_m^{(2)}$ $\Delta Q_m^{(2)'}$ を求める 以下同様にして $R_A^{(p)}, R_B^{(p)'}$ を $\Delta Q_1^{(p-1)}, \Delta Q_2^{(p-1)}, \cdots \Delta Q_{n-1}^{(p-1)}, \Delta Q_1^{(p-1)'} \Delta Q_2^{(p-1)'} \cdots \Delta Q_{n-1}^{(p-1)'}$ より求め $R_A^{(p)}, R_B^{(p)'}$ より第P近似 $\Delta Q_m^{(p)'}$ $\Delta Q_m^{(p)}$ を求める．このように進めば目的の R_A, R_B' $\Delta Q_m, \Delta Q_m'$ は

$$\Delta Q_m = \Delta \bar{Q}_m + \Delta Q_m^{(1)} + \Delta Q_m^{(2)} + \cdots\cdots + \Delta Q_m^{(p)} + \cdots \qquad \cdots\cdots (3)$$

$$\Delta Q_m' = \Delta \bar{Q}_m' + \Delta Q_m^{(1)'} + \Delta Q_m^{(2)'} + \cdots\cdots + \Delta Q_m^{(p)'} + \cdots \qquad \cdots\cdots (4)$$

$$R_A = R_A^{(1)} + R_A^{(2)} + \cdots\cdots + R_A^{(p)} + \cdots \qquad \cdots\cdots (5)$$

$$R_B' = R_B^{(1)'} + R_B^{(2)'} + \cdots\cdots + R_B^{(p)'} + \cdots \qquad \cdots\cdots (6)$$

断面力に関しては，$\Delta \bar{Q}_m, \Delta Q_m^{(p)}$ によるせん断力および曲げモーメントをそれぞれ $\bar{Q}_m, \bar{M}_m$, $Q_m^{(p)}$ $M_m^{(p)}$ とし，$\Delta \bar{Q}_m', \Delta Q_m^{(p)'}$ によるせん断力および曲げモーメントをそれぞれ $\bar{Q}_m'$ $\bar{M}_m'$, $Q_m^{(p)'}$ $M_m^{(p)'}$ とすると，

$$Q_m = \bar{Q}_m + Q_m^{(1)} + Q_m^{(2)} + \cdots\cdots + Q_m^{(p)} + \cdots \qquad \cdots\cdots (7)$$

$$Q_m' = \bar{Q}_m' + Q_m^{(1)'} + Q_m^{(2)'} + \cdots\cdots + Q_m^{(p)'} + \cdots \qquad \cdots\cdots (8)$$

$$M_m = \bar{M}_m + M_m^{(1)} + M_m^{(2)} + \cdots\cdots + M_m^{(p)} + \cdots \qquad \cdots\cdots (9)$$

$$M_m' = \bar{M}_m' + M_m^{(1)'} + M_m^{(2)'} + \cdots\cdots + M_m^{(p)'} + \cdots \qquad \cdots\cdots (10)$$

となる．

今，格点 k および k' に荷重 P_{0k}, P_{0k}'（合力の位置が r_0）W_{0k}, W_{0k}', T_{0k}, T_{0k}' が作用したとき Type D の反力および断面力を求めた結果を次に記す．

（反力）

$$R_A^{(1)} = \frac{P_{0k} r'}{b}\frac{n-k}{n-1} - \frac{P_{0k} r_0}{b}\frac{n}{n-1}\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} - \frac{n}{n-1} k_R \bar{W}_{0k} \tan\gamma_0 \frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} - \frac{h_k r' + h_{0k} r' - h_k r_0}{h_0 r}\frac{\bar{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)\sin\varphi} + k_R \bar{T}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{n}{n-1} \times \frac{\cos(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}$$

$$R_B^{(1)'} = -\frac{P_{0k} r'}{b}\frac{k}{n-1} + \frac{P_{0k} r_0}{b}\frac{n}{n-1}\frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi} + \frac{n}{n-1} k_R \bar{W}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi} - \frac{h_{0k} r' + h_k' r - h_k' r_0}{h_0 r}\frac{\bar{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)\sin\varphi} + k_R \bar{T}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{n}{n-1}\frac{\cos k\varphi}{\sin n\varphi}$$

$$R_A^{(2)} = \frac{r}{b}\left\{\frac{n\sin(n-1)\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - 1\right\} R_A^{(1)} + \frac{r'}{b}\left\{\frac{n\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - \frac{1}{n-1}\right\} R_B^{(1)'}, \quad R_A^{(p)} = \frac{r}{b}\left\{\frac{n\sin(n-1)\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - 1\right\} R_A^{(p-1)} + \frac{r'}{b}\left\{\frac{n\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - \frac{1}{n-1}\right\} R_B^{(p-1)'}$$

$$R_B^{(2)'} = -\frac{r'}{b}\left\{\frac{n\sin(n-1)\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - 1\right\} R_B^{(1)'} - \frac{r}{b}\left\{\frac{n\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - \frac{1}{n-1}\right\} R_A^{(1)}, \quad R_B^{(p)'} = -\frac{r'}{b}\left\{\frac{n\sin(n-1)\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - 1\right\} R_B^{(p-1)'} - \frac{r}{b}\left\{\frac{n\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - \frac{1}{n-1}\right\} R_A^{(p-1)}$$

式(5)，(6)より R_A, R_B' が算定される R_A' については R_A, R_B' が求められれば 次式により計算される

$$R_A' = -\frac{P_{0k} r'}{b}\frac{n-k-1}{n-1} - \frac{P_{0k} r_0}{b}\frac{\sin k\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} + \frac{P_{0k} r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} + k_R \bar{W}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} + \frac{1}{n-1} k_R \bar{W}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi} + \frac{k_R \bar{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)}\frac{\cos k\varphi}{\sin n\varphi}$$

$$\frac{h_{0k} r' + h_k' r - h_k' r_0}{h_0 r'}\frac{\bar{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)\sin\varphi} - k_R \bar{T}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{\cos(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} - \frac{r}{b}\left\{\frac{\sin(n-1)\varphi}{\sin n\varphi} - \frac{\sin\varphi}{\sin\varphi\,(n-1)} - \frac{n-2}{n-1}\right\} R_A - \frac{r'}{b}\left\{\frac{\sin(n-1)\varphi}{\sin n\varphi} - \frac{\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi}\right\} R_B'$$

（せん断力） $m < k$ のとき，

$$Q_m = \frac{P_{0k} r'}{b}\frac{n-k}{n-1} - \frac{P_{0k} r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi}{(n-1)\sin n\varphi} - \frac{P_{0k} r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi\cos\frac{1}{2}(2m-1)\varphi}{\sin n\varphi \cos\frac{1}{2}\varphi} - \frac{k_R \bar{W}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)}\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} - k_R \bar{W}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}$$

$$\times \frac{\cos\frac{1}{2}(2m-1)\varphi}{\cos\frac{1}{2}\varphi} - \frac{h_k r' + h_{0k} r - h_k r_0}{h_0 r}\frac{\bar{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)\sin\varphi} + \frac{k_R \bar{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)}\frac{\cos(n-k)\varphi}{\sin n\varphi} + k_R \bar{T}_{0k}\tan\gamma_0 \frac{\cos(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}\frac{\cos\frac{1}{2}(2m-1)\varphi}{\cos\frac{1}{2}\varphi}$$

$$+\frac{r}{b}\frac{\sin(n-1)\varphi}{(n-1)\sin n\varphi}R_A+\frac{r'}{b}\left\{\frac{\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi}-\frac{1}{n-1}\right\}R_B'-\frac{r}{b\sin n\varphi}\left\{\sin(n-m-1)\varphi-\sin(n-m)\varphi\right\}R_A-\frac{r'}{b\sin n\varphi}\left\{\sin(m-1)\varphi-\sin m\varphi\right\}R_B'$$

$$Q_m'=-\frac{P_{0k}r'}{b}\frac{n-k-1}{n-1}-\frac{P_{0k}r_0}{b(n-1)}\frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi}+\frac{P_{0k}r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}+\frac{P_{0k}r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi\cos\frac{1}{2}(2m-1)\varphi}{\sin n\varphi\cos\frac{1}{2}\varphi}+\frac{1}{n-1}k_k\overline{W}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi}+k_k\overline{W}\tan\gamma_0$$

$$\times\frac{\sin(n-k)\varphi\cos\frac{1}{2}(2m-1)\varphi}{\sin n\varphi\cos\frac{1}{2}\varphi}+\frac{h_{0k}r'^2+h_k'r-h_kr_0}{h_0r'}\frac{\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)\sin\varphi}+\frac{k_k\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0}{(n-1)}\frac{\cos k\varphi}{\sin n\varphi}-k_k\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\cos(n-k)\varphi\cos\frac{1}{2}(2m-1)\varphi}{\sin n\varphi\cos\frac{1}{2}\varphi}$$

$$+\frac{r}{b}\left\{\frac{\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi}-\frac{1}{n-1}\right\}R_A-\frac{r'}{b(n-1)}\left\{\frac{\sin(n-1)\varphi}{\sin n\varphi}-\frac{n\sin\varphi}{\sin n\varphi}\right\}R_B'+\frac{rR_A}{b\sin n\varphi}\left\{\sin(n-m+1)\varphi-\sin(n-m)\varphi\right\}+\frac{r'R_B'}{b\sin n\varphi}\left\{\sin(n-m)\varphi\right.$$

$$\left.-\sin m\varphi\right\}$$

（曲げモーメント）　$m<k$のとき，

$$M_m=m\lambda\frac{P_{0k}r'}{b}\frac{n-k}{n-1}-\frac{P_{0k}r_0}{b}\frac{m\lambda}{n-1}\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}-\lambda\frac{P_{0k}r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi\sin m\varphi}{\sin\varphi\sin n\varphi}-\frac{m\lambda}{(n-1)}k_k\overline{W}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}-\lambda k_k\overline{W}_{0k}$$

$$\times\tan\gamma_0\frac{\sin(n-k)\varphi\sin m\varphi}{\sin\varphi\sin n\varphi}-\frac{h_kr'+h_{0k}r-h_kr_0}{h_0r}\frac{m\lambda}{n-1}\frac{\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0}{\sin\varphi}+\frac{m\lambda}{n-1}k_k\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\cos(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}+\lambda k_k\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0$$

$$\times\frac{\cos(n-k)\varphi\sin m\varphi}{\sin\varphi\sin n\varphi}+\frac{r}{b}\left\{\frac{m\lambda}{n-1}\frac{\sin(n-1)\varphi}{\sin n\varphi}-\lambda\left(1-\frac{\sin(n-m)\varphi}{\sin n\varphi}\right)\right\}R_A+\frac{r'}{b}\left\{\frac{m\lambda}{n-1}\left(\frac{\sin\varphi}{\sin n\varphi}-1\right)+\lambda\frac{\sin m\varphi}{\sin n\varphi}\right\}R_B'$$

$$M_m'=-m\lambda'\frac{P_{0k}r}{b}\frac{n-k-1}{n-1}-m\lambda'\frac{P_{0k}r_0}{b(n-1)}\frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi}+m\lambda'\frac{P_{0k}r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi}{\sin n\varphi}+\lambda'\frac{P_{0k}r_0}{b}\frac{\sin(n-k)\varphi\sin m\varphi}{\sin\varphi\sin n\varphi}+\frac{m\lambda'}{(n-1)}k_k\overline{W}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\sin k\varphi}{\sin n\varphi}$$

$$+\lambda'k_k\overline{W}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\sin(n-k)\varphi\sin m\varphi}{\sin\varphi\sin n\varphi}+\frac{h_{0k}r'+h_kr-h_kr_0}{h_0r'}\frac{m\lambda'}{n-1}\frac{\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0}{\sin\varphi}+\frac{m\lambda'}{n-1}k_k\overline{T}_{0k}\tan\gamma_0\frac{\cos k\varphi}{\sin n\varphi}-\lambda'k_k\overline{T}_{0k}$$

$$\times\tan\gamma_0\frac{\cos(n-k)\varphi\sin m\varphi}{\sin\varphi\sin n\varphi}+\frac{r\lambda'}{b}\left[\frac{m}{n-1}\left\{\frac{\sin\varphi}{\sin n\varphi}-1\right\}-\left\{1-\frac{\sin(n-m)\varphi}{\sin n\varphi}\right\}\right]R_A-\frac{r'\lambda'}{b}\left[m\left\{\frac{\sin(n-1)\varphi}{\sin n\varphi}-\frac{n\sin\varphi}{(n-1)\sin n\varphi}\right\}\right.$$

$$\left.-\frac{\sin(n-m)\varphi}{\sin n\varphi}\right]R_B'$$

上の断面力を用いて，上弦，下弦およびポニーの各トラスの部材応力およびその影響線が計算される。

参考文献

(1) 村上，会田：立体曲線トラスの応力解析について，
昭和37年度土木学会西部支部研究発表文集
(2) 村上，会田：立体曲線トラスの応力解析について(2)
第18回土木学会年次学術講演会概要