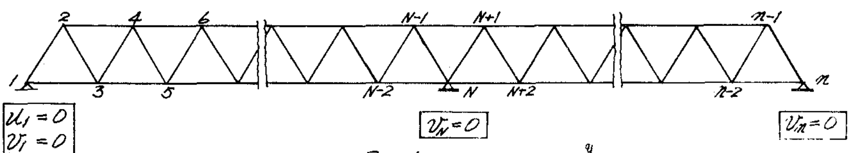
I-62 平行弦連続ワーレントラスの一計算法

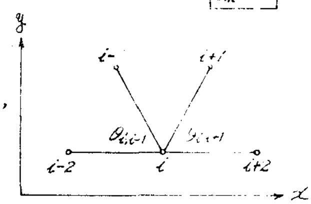
三菱重工業株式会社　正員° 熊野哲幹
名古屋大学工学部　正員 成岡昌夫

この研究はトラスを Reduktion 法を用いて解析することを目的とする。すなわち，左端の初期値を右端の条件により決定し，この初期値を用いて，各節点の変位量，および，各部材力を決定するものである。

いま，平行弦連続ワーレントラス（図－1）について考える。



図－1



図－2

座標を図－2のように定め，x，y 方向の変位量を，それぞれ，u，v として，各部材力を節点の変位量によって表わすと，次のようである。

$$S_{i,i-2}=K_{i,i-2}(u_i-u_{i-2})$$
$$S_{i,i-1}=K_{i,i-1}\{(u_i-u_{i-1})\cos\theta_{i,i-1}+(v_{i-1}-v_i)\sin\theta_{i,i-1}\}$$
$$S_{i,i+1}=K_{i,i+1}\{(u_{i+1}-u_i)\cos\theta_{i,i+1}+(v_{i+1}-v_i)\sin\theta_{i,i+1}\}$$
$$S_{i,i+2}=K_{i,i+2}(u_i-u_{i+2})$$

ただし，i が上弦材節点であるか，下弦材節点であるかによって，符号は多少異なる。

つぎに任意の節点での釣合を考え，$B_{ij}=K_{ij}\cos^2\theta_{ij}$，$C_{ij}=K_{ij}\sin\theta_{ij}\cos\theta_{ij}$，$D_{ij}=K_{ij}\sin^2\theta_{ij}$ として整理すると，次のようになる。

$$\left.\begin{aligned}v_{i+1}&=\frac{1}{D_{i,i+1}}\{C_{i,i-1}u_{i-1}-(C_{i,i-1}-C_{i,i+1})u_i-C_{i,i+1}u_{i+1}-D_{i,i-1}v_{i-1}+(D_{i,i-1}+D_{i,i+1})v_i+W_i\}\\u_{i+2}&=\frac{1}{K_{i,i+2}}\{-K_{i,i-2}u_{i-2}-B_{i,i-1}u_{i-1}+(K_{i,i-2}+B_{i,i-1}+B_{i,i+1}+K_{i,i+1})u_i-B_{i,i+1}u_{i+1}\\&\qquad+C_{i,i-1}v_{i-1}-(C_{i,i-1}-C_{i,i+1})v_i-C_{i,i+1}v_{i+1}\}\end{aligned}\right\}\quad(1)$$

ここで式（1）を初期値 u_2，u_3，v_2 によって表わすと，

$$\left.\begin{aligned}v_{i+1}&=\alpha_{i+1,1}u_2+\alpha_{i+1,2}u_3+\alpha_{i+1,3}v_2+\alpha_{i+1,4}\\u_{i+2}&=\beta_{i+2,1}u_2+\beta_{i+2,2}u_3+\beta_{i+2,3}v_2+\beta_{i+2,4}\end{aligned}\right\}\quad(2)$$

となり，この中で，α，β は次のように表わされる。

$$\left.\begin{aligned}\alpha_{i+1,j}&=\frac{1}{D_{i,i+1}}\{C_{i,i-1}\beta_{i-1,j}-(C_{i,i-1}-C_{i,i+1})\beta_{i,j}-C_{i,i+1}\beta_{i+1,j}-D_{i,i-1}\alpha_{i-1,j}+(D_{i,i-1}+D_{i,i+1})\alpha_{i,j}\}\\&(1\leqq j\leqq 3)\\\alpha_{i+1,4}&=\frac{1}{D_{i,i+1}}\{C_{i,i-1}\beta_{i-1,4}-(C_{i,i-1}-C_{i,i+1})\beta_{i,4}-C_{i,i+1}\beta_{i+1,4}-D_{i,i-1}\alpha_{i-1,4}+(D_{i,i-1}+D_{i,i+1})\alpha_{i,4}\}\end{aligned}\right\}\quad(3)$$

$$\beta_{i+2,j}=\frac{1}{K_{i,i+2}}\left\{-K_{i,i-2}\beta_{i-2,j}-B_{i,i-1}\beta_{i-1,j}+(K_{i,i-2}+B_{i,i-1}+B_{i,i+1}+K_{i,i+2})\beta_{i,j}-B_{i,i+1}\beta_{i+1,j}-C_{i,i-1}\alpha_{i-1,j}\right.$$
$$(1\leqq j\leqq 4)\qquad \left.-(C_{i,i-1}-C_{i,i+1})\alpha_{i,j}-C_{i,i+1}\alpha_{i+1,j}\right\}$$

ただし，$\beta_{2,1}=1$，$\beta_{2,2}=\beta_{2,3}=\beta_{2,4}=0$，$\alpha_{2,1}=1$，$\alpha_{2,2}=\alpha_{2,3}=\alpha_{2,4}=0$，$\beta_{3,2}=1$，$\beta_{3,1}=\beta_{3,3}=\beta_{3,4}=0$，である。また，外力によって生ずる中間支点反力を$R_N$として，支点での$z$方向の釣合を考えると，式(3)のうちの$\alpha_{N+1,4}$だけが，次のようになる。

$$\alpha_{N+1,4}=\frac{1}{D_{N,N+1}}\left\{C_{N,N-1}\beta_{N-1,4}-(C_{N,N-1}-C_{N,N+1})\beta_{N,4}-C_{N,N+1}\beta_{N+1,4}-D_{N,N-1}\alpha_{N-1,4}+(D_{N,N-1}+D_{N,N+1})\alpha_{N,4}+\overline{W}_N-R_N\right\}$$

ここでR_Nは未知量であるので，$v_N=0$を考慮して，イテラチオン法により計算を進める。以上によりすべての節点の変位は初期値u_2, u_3, v_2と外力とによって表わされることになる。

つぎに，初期値u_2, u_3, v_2は，つぎの3つの釣合方程式により決定できる。

$$\Sigma F_{n-1,z}=0\ ;\ -C_{n-1,n-2}u_{n-2}+(C_{n-1,n-2}-C_{n-1,n})u_{n-1}+C_{n-1,n}u_n-D_{n-1,n-2}v_{n-2}+(D_{n-1,n-2}+D_{n-1,n})v_{n-1}=0$$

$$\Sigma F_{n-1,x}=0\ ;\ K_{n-1,n-3}u_{n-3}+B_{n-1,n-2}u_{n-2}-(K_{n-1,n-3}+B_{n-1,n-2}+B_{n-1,n})u_{n-1}+B_{n-1,n}u_n$$
$$+C_{n-1,n-2}v_{n-2}-(C_{n-1,n-2}-C_{n-1,n})v_{n-1}=0$$

$$\Sigma F_{n,x}=0\ ;\ K_{n,n-2}u_{n-2}+B_{n,n-1}u_{n-1}-(K_{n,n-2}+B_{n,n-2})u_n-C_{n,n-1}v_{n-1}=0$$

すなわち，これらの3つの方程式を初期値u_2, u_3, v_2によって表わし，その後，これらを連立方程式として解けば，初期値u_2, u_3, v_2が決定される。次いで，すべての変位が求められる。従って，すべての部材応力が求められるわけである

なお，この方法をN径間連続の場合に対して，IBM7090に対してプログラムした。

そのフローチャートを次に示す。