

日本交通技術株式会社

“ 〇 鳥井信一

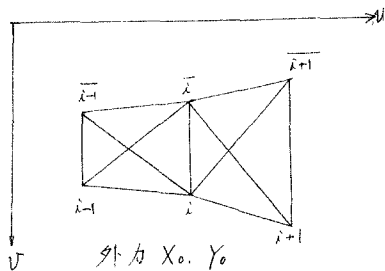
平面トラス構造を *Reduction Method* によって解く一方法である。この解法は弦材2本の場合に適用され、腹材が K に組まれている場合は解けない。この解法によると、ブレストアーチ、連続トラス、トラス構造のバランストアーチなどにも適用できる。

右図の様に座標をとり、 x 点の水平方向の変位を δx 、鉛直方向の変位を δy とする。

変形法により、 u 方向、 v 方向の分力を X_i Y_i で表すと次のようになる。

$$(1) \quad X_{ij}^* = a_{ij}(x_j - x_i) + c_{ij}(y_j - y_i) - EA_{ij}d_{ij}\epsilon^T$$

$$(2) \quad Y_{ij} = C_{ij}(x_j - x_i) + b_{ij}(y_j - y_i) - EA_{ij}\beta_{ij}\epsilon$$



$$\therefore \kappa \quad \alpha_{ij} = \frac{u_j - u_i}{l_{ij}}$$

$$\beta_{ij} = \frac{V_j - V_i}{L_{ij}}$$

$$a_{ij} = \frac{EA_{ij}d_{ij}^2}{L_{ij}}$$

$$b_{ij} = \frac{EA_{ij} \beta_{ij}^2}{L_{ij}}$$

$$C_{ij} = \frac{EA_{ij} d_{ij}^3 \beta_{ij}^3}{L_{ij}}$$

i 点, j 点の力の釣合をとり, x_{i+1} , x_{i+1} , y_{i+1} , y_{i+1} について整理する。

$$(3) \begin{cases} a_{111}x_{111} + a_{112}x_{112} + c_{111}y_{111} + c_{112}y_{112} = \sum_i a_{ij}x_i + \sum_j c_{ij}y_j - \sum_i (a_{ij}x_j) - \sum_j (c_{ij}y_i) + Est \sum_i (A_{ij}d_{ij}) + X_i \\ c_{121}x_{121} + c_{122}x_{122} + b_{121}y_{121} + b_{122}y_{122} = \sum c_{ij}x_i + \sum b_{ij}y_i - \sum (c_{ij}x_j) - \sum (b_{ij}y_i) + Est \sum (A_{ij}\beta_{ij}) + Y_{1i} \\ a_{211}x_{211} + a_{212}x_{212} + c_{211}y_{211} + c_{212}y_{212} = \sum_i^* a_{ik}x_k + \sum_k^* c_{ik}y_k - \sum (a_{ik}x_k) - \sum (c_{ik}y_k) + Est \sum (A_{ik}d_{ik}) + X_i^* \\ c_{211}x_{211} + c_{212}x_{212} + b_{211}y_{211} + b_{212}y_{212} = \sum c_{ik}x_k + \sum b_{ik}y_k - \sum (c_{ik}x_k) - \sum (b_{ik}y_k) + Est \sum (A_{ik}\beta_{ik}) + Y_{2i}^* \end{cases}$$

(3) 式は $x_{21}, x_{22}, y_{21}, y_{22}$ の 4 元一次連立方程式であり、これらについて、解いて Zトログスの形にまとめると次のようになる。

$$(4) \quad \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \\ y_i \\ x_{i+1} \\ y_{i+1} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ A_{51} & A_{52} & A_{53} & A_{54} & A_{55} & A_{56} & A_{57} & A_{58} & A_{59} \\ A_{61} & A_{62} & A_{63} & A_{64} & A_{65} & A_{66} & A_{67} & A_{68} & A_{69} \\ A_{71} & A_{72} & A_{73} & A_{74} & A_{75} & A_{76} & A_{77} & A_{78} & A_{79} \\ A_{81} & A_{82} & A_{83} & A_{84} & A_{85} & A_{86} & A_{87} & A_{88} & A_{89} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{i+1} \\ y_{i+1} \\ z_{i+1} \\ y_{i+1} \\ x_{i+2} \\ y_{i+2} \\ 1 \end{pmatrix}$$

と置く、 $\Delta \neq 0$ のとき、マトリクスの各要素 A_{ij} は次のようである。

以下同樣は傾向にある。

(4)式によって、 A_{i+1} の変位は、 A_i の変位で表される。これは $[X_i] = [A_i][X_{i-1}]$ で表され、同様にして、 $[X_n] = [A_n][A_{n-1}][X_{n-1}] = [A_n][A_{n-1}] \cdots [A_1][X_0]$ で表される。即ち i 変の変位は $[X_0]$ で表される。中間変数に於て次のような変換をやる。

$$\begin{aligned}
 (6) \quad & \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \\ x_{n+1} \\ y_{n+1} \\ x_{n+2} \\ y_{n+2} \\ x_{n+3} \\ y_{n+3} \\ x_{n+4} \\ y_{n+4} \\ x_{n+5} \\ y_{n+5} \\ x_{n+6} \\ y_{n+6} \\ x_{n+7} \\ y_{n+7} \\ x_{n+8} \\ y_{n+8} \\ x_{n+9} \\ y_{n+9} \\ x_{n+10} \\ y_{n+10} \\ x_{n+11} \\ y_{n+11} \\ x_{n+12} \\ y_{n+12} \\ x_{n+13} \\ y_{n+13} \\ x_{n+14} \\ y_{n+14} \\ x_{n+15} \\ y_{n+15} \\ x_{n+16} \\ y_{n+16} \\ x_{n+17} \\ y_{n+17} \\ x_{n+18} \\ y_{n+18} \\ x_{n+19} \\ y_{n+19} \\ x_{n+20} \\ y_{n+20} \\ x_{n+21} \\ y_{n+21} \\ x_{n+22} \\ y_{n+22} \\ x_{n+23} \\ y_{n+23} \\ x_{n+24} \\ y_{n+24} \\ x_{n+25} \\ y_{n+25} \\ x_{n+26} \\ y_{n+26} \\ x_{n+27} \\ y_{n+27} \\ x_{n+28} \\ y_{n+28} \\ x_{n+29} \\ y_{n+29} \\ x_{n+30} \\ y_{n+30} \\ x_{n+31} \\ y_{n+31} \\ x_{n+32} \\ y_{n+32} \\ x_{n+33} \\ y_{n+33} \\ x_{n+34} \\ y_{n+34} \\ x_{n+35} \\ y_{n+35} \\ x_{n+36} \\ y_{n+36} \\ x_{n+37} \\ y_{n+37} \\ x_{n+38} \\ y_{n+38} \\ x_{n+39} \\ y_{n+39} \\ x_{n+40} \\ y_{n+40} \\ x_{n+41} \\ y_{n+41} \\ x_{n+42} \\ y_{n+42} \\ x_{n+43} \\ y_{n+43} \\ x_{n+44} \\ y_{n+44} \\ x_{n+45} \\ y_{n+45} \\ x_{n+46} \\ y_{n+46} \\ x_{n+47} \\ y_{n+47} \\ x_{n+48} \\ y_{n+48} \\ x_{n+49} \\ y_{n+49} \\ x_{n+50} \\ y_{n+50} \\ x_{n+51} \\ y_{n+51} \\ x_{n+52} \\ y_{n+52} \\ x_{n+53} \\ y_{n+53} \\ x_{n+54} \\ y_{n+54} \\ x_{n+55} \\ y_{n+55} \\ x_{n+56} \\ y_{n+56} \\ x_{n+57} \\ y_{n+57} \\ x_{n+58} \\ y_{n+58} \\ x_{n+59} \\ y_{n+59} \\ x_{n+60} \\ y_{n+60} \\ x_{n+61} \\ y_{n+61} \\ x_{n+62} \\ y_{n+62} \\ x_{n+63} \\ y_{n+63} \\ x_{n+64} \\ y_{n+64} \\ x_{n+65} \\ y_{n+65} \\ x_{n+66} \\ y_{n+66} \\ x_{n+67} \\ y_{n+67} \\ x_{n+68} \\ y_{n+68} \\ x_{n+69} \\ y_{n+69} \\ x_{n+70} \\ y_{n+70} \\ x_{n+71} \\ y_{n+71} \\ x_{n+72} \\ y_{n+72} \\ x_{n+73} \\ y_{n+73} \\ x_{n+74} \\ y_{n+74} \\ x_{n+75} \\ y_{n+75} \\ x_{n+76} \\ y_{n+76} \\ x_{n+77} \\ y_{n+77} \\ x_{n+78} \\ y_{n+78} \\ x_{n+79} \\ y_{n+79} \\ x_{n+80} \\ y_{n+80} \\ x_{n+81} \\ y_{n+81} \\ x_{n+82} \\ y_{n+82} \\ x_{n+83} \\ y_{n+83} \\ x_{n+84} \\ y_{n+84} \\ x_{n+85} \\ y_{n+85} \\ x_{n+86} \\ y_{n+86} \\ x_{n+87} \\ y_{n+87} \\ x_{n+88} \\ y_{n+88} \\ x_{n+89} \\ y_{n+89} \\ x_{n+90} \\ y_{n+90} \\ x_{n+91} \\ y_{n+91} \\ x_{n+92} \\ y_{n+92} \\ x_{n+93} \\ y_{n+93} \\ x_{n+94} \\ y_{n+94} \\ x_{n+95} \\ y_{n+95} \\ x_{n+96} \\ y_{n+96} \\ x_{n+97} \\ y_{n+97} \\ x_{n+98} \\ y_{n+98} \\ x_{n+99} \\ y_{n+99} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{11} - \frac{R_{10}R_{01}}{R_{00}}, R_{12} - \frac{R_{10}R_{02}}{R_{00}}, R_{13} - \frac{R_{10}R_{03}}{R_{00}}, R_{14} - \frac{R_{10}R_{04}}{R_{00}}, R_{15} - \frac{R_{10}R_{05}}{R_{00}}, R_{16} - \frac{R_{10}R_{06}}{R_{00}}, R_{17} - \frac{R_{10}R_{07}}{R_{00}}, 0, R_{19} - \frac{R_{10}R_{09}}{R_{00}}, \\ R_{21} - \frac{R_{01}R_{01}}{R_{00}}, R_{22} - \frac{R_{01}R_{02}}{R_{00}}, \dots, 0, R_{29} - \frac{R_{01}R_{09}}{R_{00}}, \\ \text{以下同様の傾向} \\ R_{11} - \frac{R_{10}R_{01}}{R_{00}}, R_{12} - \dots, \\ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0 \\ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \\ x_3 \\ y_3 \\ x_4 \\ y_4 \\ x_5 \\ y_5 \\ x_6 \\ y_6 \\ x_7 \\ y_7 \\ x_8 \\ y_8 \\ x_9 \\ y_9 \\ x_{10} \\ y_{10} \\ x_{11} \\ y_{11} \\ x_{12} \\ y_{12} \\ x_{13} \\ y_{13} \\ x_{14} \\ y_{14} \\ x_{15} \\ y_{15} \\ x_{16} \\ y_{16} \\ x_{17} \\ y_{17} \\ x_{18} \\ y_{18} \\ x_{19} \\ y_{19} \\ x_{20} \\ y_{20} \\ x_{21} \\ y_{21} \\ x_{22} \\ y_{22} \\ x_{23} \\ y_{23} \\ x_{24} \\ y_{24} \\ x_{25} \\ y_{25} \\ x_{26} \\ y_{26} \\ x_{27} \\ y_{27} \\ x_{28} \\ y_{28} \\ x_{29} \\ y_{29} \\ x_{30} \\ y_{30} \\ x_{31} \\ y_{31} \\ x_{32} \\ y_{32} \\ x_{33} \\ y_{33} \\ x_{34} \\ y_{34} \\ x_{35} \\ y_{35} \\ x_{36} \\ y_{36} \\ x_{37} \\ y_{37} \\ x_{38} \\ y_{38} \\ x_{39} \\ y_{39} \\ x_{40} \\ y_{40} \\ x_{41} \\ y_{41} \\ x_{42} \\ y_{42} \\ x_{43} \\ y_{43} \\ x_{44} \\ y_{44} \\ x_{45} \\ y_{45} \\ x_{46} \\ y_{46} \\ x_{47} \\ y_{47} \\ x_{48} \\ y_{48} \\ x_{49} \\ y_{49} \\ x_{50} \\ y_{50} \\ x_{51} \\ y_{51} \\ x_{52} \\ y_{52} \\ x_{53} \\ y_{53} \\ x_{54} \\ y_{54} \\ x_{55} \\ y_{55} \\ x_{56} \\ y_{56} \\ x_{57} \\ y_{57} \\ x_{58} \\ y_{58} \\ x_{59} \\ y_{59} \\ x_{60} \\ y_{60} \\ x_{61} \\ y_{61} \\ x_{62} \\ y_{62} \\ x_{63} \\ y_{63} \\ x_{64} \\ y_{64} \\ x_{65} \\ y_{65} \\ x_{66} \\ y_{66} \\ x_{67} \\ y_{67} \\ x_{68} \\ y_{68} \\ x_{69} \\ y_{69} \\ x_{70} \\ y_{70} \\ x_{71} \\ y_{71} \\ x_{72} \\ y_{72} \\ x_{73} \\ y_{73} \\ x_{74} \\ y_{74} \\ x_{75} \\ y_{75} \\ x_{76} \\ y_{76} \\ x_{77} \\ y_{77} \\ x_{78} \\ y_{78} \\ x_{79} \\ y_{79} \\ x_{80} \\ y_{80} \\ x_{81} \\ y_{81} \\ x_{82} \\ y_{82} \\ x_{83} \\ y_{83} \\ x_{84} \\ y_{84} \\ x_{85} \\ y_{85} \\ x_{86} \\ y_{86} \\ x_{87} \\ y_{87} \\ x_{88} \\ y_{88} \\ x_{89} \\ y_{89} \\ x_{90} \\ y_{90} \\ x_{91} \\ y_{91} \\ x_{92} \\ y_{92} \\ x_{93} \\ y_{93} \\ x_{94} \\ y_{94} \\ x_{95} \\ y_{95} \\ x_{96} \\ y_{96} \\ x_{97} \\ y_{97} \\ x_{98} \\ y_{98} \\ x_{99} \\ y_{99} \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Ex.

門孝操

$$x_r = y_r = 0$$

$$\sum X_F = \sum Y_F = 0$$

 x_1, y_1, x_2, y_2
$$X_{\bar{2}}, Y_{\bar{2}}, X_{p+1}, Y_{p+1}$$

117-2