

# I-132 演算子法による多部材任意ラーメンの解析

信州大学 学生員 〇小宮 晃

正 員 夏目正太郎

正 員 谷本勉之助

1 本論文に於いて、新化変形法により任意平面ラーメンを扱っています。構造物の全節点における変形量を未知数ととり、それらを集約して剛性マトリクスとなし、結果的に三軸マトリクスを形成するようになります。構造物の形状は節点の直角座標値により決定されるものであり、よって全体の姿としては全く任意形状となる。本論文に於いては、一節点に4本部材が交差すると仮定し、実際に於いてはこれでも十分であります。これを単に拡張することでもって多部材となします。この論文は演算子法に於ける任意平面構造物（ラーメン、トラズ、その複合構造物）を思考してへの一ステップであることでもって、ここに於いては、結論とすであります。

## 2 出発式 (Approach Equation)

構造物の一般部材の挙動として6個のベクトルを考へることにより、その完全な力学的挙動とします。これは解析としては一種の厳密解と云えるであります。

よって出発式は

$$\begin{bmatrix} W(\rho) \\ \nabla(\rho) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P(\rho) \\ Q(\rho) \end{bmatrix} [X + \langle K \rangle] \quad (1)$$

$\rho$ ; 無次元座標座標

$$W(\rho) = \begin{bmatrix} u \\ w \\ \theta \end{bmatrix}_\rho, \quad \nabla(\rho) = \begin{bmatrix} F \\ S \\ M \end{bmatrix}, \quad X = \{A, B, C, D, E, F\}; \quad K; \text{荷重項}$$

## 3 基礎式 (Key Equation)

式(1)を、部材端力を、部材変位で表わして基礎式が得られます。

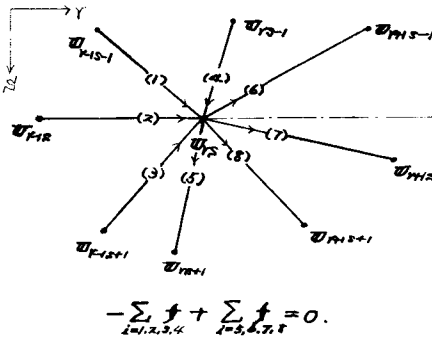
$$\begin{bmatrix} \nabla(0) \\ \nabla(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ \alpha' & \beta' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W(0) \\ W(1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma \\ \gamma' \end{bmatrix} K \quad (2)$$

又、式(2)は、梁などに於いての基礎式そのものでもあります。

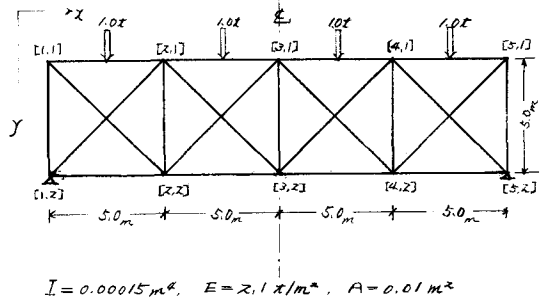
前述の如く、構造物の形状はその直角座標軸でもって与えられるものであり、ゆえに、その基礎式 (Key Equation) としては、新しい換算子を使うことにより、式(2)は次の様に書き換えられるであろう。

$$\begin{bmatrix} \nabla \\ \nabla' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda, \mu \\ \lambda', \mu' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ w' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v \\ v' \end{bmatrix} K \quad (3)$$

#### 4. カッパ回 (Force Equilibrium)



#### 解例例1.



式(3)でもって、各節点に於ける変位適合性と力平衡性を系統的に整理した後、全体としては次の剛性マトリクスを作ることになります。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ w' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ \vdots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ w' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \\ \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ w' \end{bmatrix} + P_{rA} = 0. \quad (4)$$

$$LA, B, C, \begin{bmatrix} w_{r-1} \\ w_r \\ w_{r+1} \end{bmatrix} = 0. \quad (5)$$

#### 5 解析結果

|             | U            | V            | \theta       | F            | S            | M            |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| [1,1]-[2,1] | +5.120796-05 | +2.039708-05 | +2.86817-05  | -5.353567-01 | +4.757989-01 | -4.73749-01  |
| [1,1]-[2,2] | +3.045610-05 | +1.034906-04 | +1.171782-05 | -5.240011-01 | -6.107545-01 | +1.494622-01 |
| [1,1]-[3,2] | +2.043372-05 | +2.178777-05 | +2.08817-05  | +5.675231-01 | -2.916268-02 | -5.474917-02 |
| [1,1]-[4,2] | +2.039708-05 | -5.120796-05 | +2.86817-05  | -2.566774-01 | -1.136360-01 | +3.442868-01 |
| [1,1]-[5,2] | 0.0          | 0.0          | +1.434291-05 | -2.238931-01 | -2.238931-01 | -2.238931-01 |
| [1,2]-[2,1] | +5.022725-05 | +1.046158-04 | +1.171782-05 | -1.491672-00 | +8.871113-03 | -2.357295-02 |
| [1,2]-[2,2] | 0.0          | 0.0          | +1.434291-05 | -2.238931-01 | -2.238931-01 | -2.238931-01 |
| [1,2]-[3,2] | +1.073225-05 | +1.036447-04 | +1.171782-05 | -4.507545-01 | +8.227251-02 | +2.110424-01 |
| [1,2]-[4,2] | +1.074906-04 | -3.845861-05 | +1.434291-05 | -5.308800-03 | -2.577527-02 | +5.874075-02 |
| [1,2]-[5,2] | +1.073225-04 | +1.073225-04 | +1.171782-05 | -5.308800-03 | -2.577527-02 | -7.012852-02 |

※ 値はすべて断のものとあり。

U; x軸方向変位  
V; y軸方向変位  
 $\theta$ ; 回転角  
F; 軸力  
S; 剪断力  
M; モーメント

#### 6. あとがき

解例例1は全く簡単なものですが、精度に関しては十分なるものと確信します。