I-2　　任意平面構造物の初期値を考慮した有限変位の1考察

信州大学　正員 谷本勉之助
正員 夏目正太郎
○学生員 稲葉輝雄

1. まえがき

吊橋、ランガー・ガーダータイプ等の骨組構造物が有限変位理論で扱われなければならないことは、よく知られている。 この論文での考え方を少し述べよう。

各部材の弾性挙動は、通常の線形理論に従うが、骨組の各節点での変位は、全体座標系で大きな動きをすることにより変形前後で部材軸が一致しない剛体変位と剛体回転を伴なうであろう。

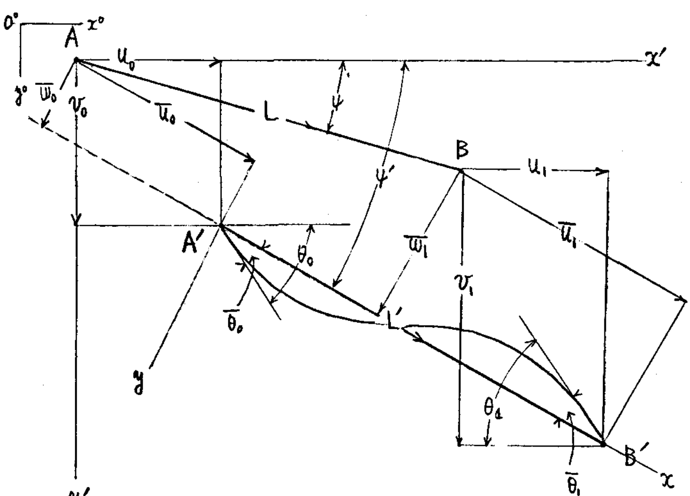
これらにより基本式は、非線形方程式となり解を得るには、反復計算が必要になる。

非線形故に"重ね合わせ"が、出来なくなり活荷重が作用する際には、すでに各部材には、死荷重による応力（この論文では、初期値という）が、生じているだろう。 この応力を考慮して活荷重を作用させ、各部材力を求める1つの解析例を示す。

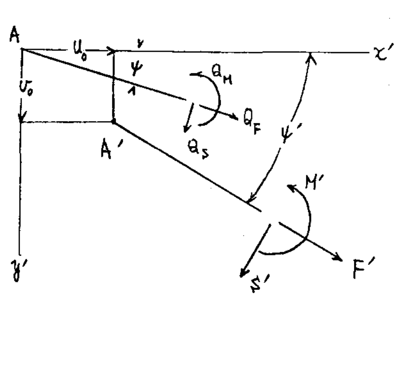
2. 基本式の誘導

図−1. における変位成分（$\bar{u}$, $\bar{w}$, $\bar{\theta}$）と部材力（F, M, S）との関係式は、次式である。

$$\begin{bmatrix} \bar{u} \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ EA\frac{d}{dx} \end{bmatrix} \bar{u}, \qquad \begin{bmatrix} \bar{w} \\ \bar{\theta} \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{d}{dx} \\ -EI\frac{d^2}{dx^2} \\ -EI\frac{d^3}{dx^3} \end{bmatrix} \bar{w} \qquad (1)$$



図−1.



図−2.

$(x,\ y)$ 座標系での部材端の変位成分と力成分を、$\overline{\mathbb{U}}$, $\overline{\mathbb{V}}$,
$(x',\ y')$ 座標系での、節点の変位成分と力成分を、$\mathbb{U}$, $\mathbb{V}$ とする。
即ち

$$\overline{\mathbb{U}}_i = \begin{bmatrix} \bar{u} \\ \bar{w} \\ \bar{\theta} \end{bmatrix}, \quad \overline{\mathbb{V}}_i = \begin{bmatrix} F \\ S \\ M \end{bmatrix}, \quad \mathbb{U}_i = \begin{bmatrix} u \\ v \\ \theta \end{bmatrix}, \quad \mathbb{V}_i = \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \\ m \end{bmatrix}. \quad (i = 0,\ 1) \qquad (2)$$

たゞし　$\theta_i = \bar{\theta}_i + (\psi' - \psi)$.　添字 i は、それぞれ図−1. の A, B 端を示す。

射影子を用いて、(1), (2) 式を整理すると、全体座標系 $(0';\ x',\ y')$ での次の基本式を得る。

$$\begin{bmatrix} \mathbb{V}_0 \\ -\mathbb{V}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\lambda, & \mu \\ \lambda', & -\mu' \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbb{U}_0 \\ \mathbb{U}_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \nu \\ \nu' \end{bmatrix} \mathbb{K}. \qquad (3)$$

たゞし　係数 $(\lambda,\ \lambda',\ \mu,\ \mu',\ \nu,\ \nu')$ は、非線形項を含む。
$\mathbb{K}$ は、荷重項である。

3. 初期値を考慮した基本式.

まず、荷重項 $\mathbb{K}$ が、死荷重の下で (3) 式を反復計算して、初期値が求まったとしょう。
求まった初期値を考慮して活荷重を作用させる。

初期値のみが作用している部材力状態と、その上に、活荷重が作用した後の最終部材力状態が、図−2. に示される。ここで、部材力は、初期値 $\overline{\mathbb{Q}} = \{Q_F,\ Q_S,\ Q_M\}$ の下で、$\overline{\mathbb{V}} = \{F,\ S,\ M\}$ 部材力増加し、最終部材力 $\overline{\mathbb{V}}' = \{F',\ S',\ M'\}$ になるだろう。
即ち、

$$\overline{\mathbb{V}}' = \overline{\mathbb{V}} + \overline{\mathbb{Q}}$$

射影子を用いて、この式を全体座標系で表わすと、求めるべき基本式となる。
即ち.

$$\begin{bmatrix} \mathbb{V}_0 \\ -\mathbb{V}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\lambda, & \mu \\ \lambda', & -\mu' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbb{U}_0 \\ \mathbb{U}_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \nu \\ \nu' \end{bmatrix} \mathbb{K} + \begin{bmatrix} \mathbb{Q}_0 \\ \mathbb{Q}_1 \end{bmatrix} \qquad (4)$$

この (4) 式を用いて、各節点での力釣り合い式を書き上げると、三軸マトリックスになる。