

本研究において仮定した支点条件は、表-1、2に示す。

3.1 TYPE 1

剛体変形後の要素座標系 ω' において静定な支点条件を表-1のように設定した場合、独立な要素力ベクトルは節点力を U_i, V_i, W_i , 節点モーメントを X_i, Y_i, Z_i とすれば

$$S = [X_0^T U_1 X_1^T U_2 V_2 X_2^T U_3 X_3^T \dots U_i^T X_i^T \dots U_n^T X_n^T]^T \quad (6)$$

$$\text{ここに, } U_i = [U_i V_i W_i]^T; X_i = [X_i Y_i Z_i]^T \quad (7)$$

となる。また独立な要素変形は、要素力ベクトルに対応し

$$\Delta s = [\Delta \theta_0^T \Delta b \Delta \theta_1^T \Delta c \Delta a \Delta \theta_2^T \dots \Delta a_i^T \Delta \theta_i^T \dots \Delta a_n^T \Delta \theta_n^T] \quad (8)$$

ここに、 $\Delta \theta_i = [\Delta \theta_{xi} \Delta \theta_{yi} \Delta \theta_{zi}]^T$: 節点 i の回転ベクトル

$$\Delta a_i = [\Delta c_i \Delta a_i \Delta f_i]^T$$

: 節点 i の変位ベクトルとなり、剛体変位後の座標系 ω' において、原点から変形後の各節点へのベクトルを

$$a_i + \Delta a_i = [c_i + \Delta c_i \ a_i + \Delta a_i \ f_i + \Delta f_i]^T \quad (9)$$

とし、基準座標系からの各節点変位 Δu_{i0} , 座標系 ω' を基準座標系 ω へ変換する座標変換マトリックス α' とすれば

$$\Delta a_i = \alpha'^T (u_{i0} + \Delta u_{i0}) - a_i \quad (10)$$

が成立つ。一方、 $\omega = \alpha \omega'$ であるから i 節点の ω から変形後の要素座標系 ω_i^* への回転軸ベクトルを Δx_i とすれば

$$\omega_i^* = \Phi(\Delta x_i) \omega : \omega_i^* = \Phi(\Delta \theta_i) \omega' \quad (\Phi: \text{座標変換マトリックス}) \quad (11)$$

$$\therefore \Delta \theta_i = \Phi^{-1} \{ \Phi(\Delta x_i) \alpha \} \quad (12)$$

が成立ち、以上の式(10)(12)より $\Delta a_i, \Delta \theta_i$ について節点変位の2次の項まで展開表示し、要素変形増分 Δs により蓄えられるポテンシャルエネルギーは

$$\Lambda = \sum (U_i \Delta a_i + X_i \Delta \theta_i) \quad (13)$$

となり、上式を式(2)に代入すれば接線幾何剛性係数が得られる。

3.2 TYPE 2

静定な支点条件を表-2のように設定した場合、独立な要素力ベクトルは次式で表わされる。

$$S = [U_1^T X_1^T U_2^T X_2^T \dots U_i^T X_i^T \dots U_n^T X_n^T]^T \quad (14)$$

これに対応する要素変形ベクトルは

$$\Delta s = [\Delta a_1^T \Delta \theta_1^T \Delta a_2^T \Delta \theta_2^T \dots \Delta a_i^T \Delta \theta_i^T \dots \Delta a_n^T \Delta \theta_n^T] \quad (15)$$

剛体変位後の節点0から i へのベクトルを u_{i0}' とすれば、変位ベクトルは

$$\Delta a_i = \alpha'^T (u_{i0} + \Delta u_{i0}) - u_{i0}' \quad (16)$$

となる。また、 ω と ω' の関係より3.1と同様にして次式が成立つ。

$$\Delta \theta_i = \Phi^{-1} \{ \Phi(\Delta x_i) \alpha \} \quad (17)$$

以上の式(16)(17)より $\Delta a_i, \Delta \theta_i$ については3.1と同様に展開表示し、ポテンシャルエネルギーは

$$\Lambda = \sum (U_i \Delta a_i + X_i \Delta \theta_i) \quad (18)$$

となり、これを式(2)に代入すれば

接線幾何剛性係数が得られる。

なお、数値計算例については、講演時に発表する。

参考文献：後藤茂男 土木学会論文報告集 No.335,1983,

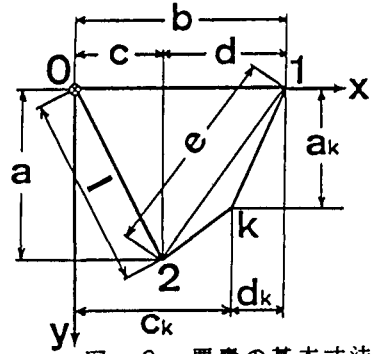


図-2 要素の基本寸法

節点	x方向		y方向		z方向	
	変位	回転	変位	回転	変位	回転
0	拘束	可動	拘束	可動	拘束	可動
1	可動	可動	拘束	可動	拘束	可動
2	可動	可動	可動	可動	拘束	可動
k=3-n	可動	可動	可動	可動	可動	可動

表-1 TYPE 1

節点	x方向		y方向		z方向	
	変位	回転	変位	回転	変位	回転
0	拘束	拘束	拘束	拘束	拘束	拘束
k=1-n	可動	可動	可動	可動	可動	可動

表-2 TYPE 2