

4.4

全体剛性方程式

(1) 全体系と要素系の関係 図 4-1 の 3 要素について、以下の 3 つの要素剛性方程式ができます。

$$[K]^{(1)}[u]^{(1)} = [f]^{(1)}, \quad [K]^{(2)}[u]^{(2)} = [f]^{(2)}, \quad [K]^{(3)}[u]^{(3)} = [f]^{(3)}$$

さらに、要素 1, 2, 3 について

$$u_1^{(1)} = U_1, \quad u_2^{(1)} = U_2, \quad u_1^{(2)} = U_2, \quad u_2^{(2)} = U_3, \quad u_1^{(3)} = U_3, \quad u_2^{(3)} = U_4$$

が成立します。ここで、上付き添え字は要素番号を示しています。以上を考慮すると、次のように書き下すことができます。

$$\text{【要素 1】} \quad \begin{bmatrix} K_{11}^{(1)} & K_{12}^{(1)} \\ K_{21}^{(1)} & K_{22}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1^{(1)} \\ f_2^{(1)} \end{bmatrix} \quad (4.39)$$

$$\text{【要素 2】} \quad \begin{bmatrix} K_{11}^{(2)} & K_{12}^{(2)} \\ K_{21}^{(2)} & K_{22}^{(2)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_2 \\ U_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1^{(2)} \\ f_2^{(2)} \end{bmatrix} \quad (4.40)$$

$$\text{【要素 3】} \quad \begin{bmatrix} K_{11}^{(3)} & K_{12}^{(3)} \\ K_{21}^{(3)} & K_{22}^{(3)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1^{(3)} \\ f_2^{(3)} \end{bmatrix} \quad (4.41)$$

(2) 節点力の釣り合い その点に外力が加わっていない限り、要素の接続点で節点に働く力は、作用-反作用の関係でお互いに釣り合っています。たとえば、要素 1 の節点 2 に働く力 $f_2^{(1)}$ と、要素 2 の節点 1 に働く力 $f_1^{(2)}$ は大きさが等しく向きが反対でなければなりません。したがって、

$$f_2^{(1)} + f_1^{(2)} = 0 \quad (4.42)$$

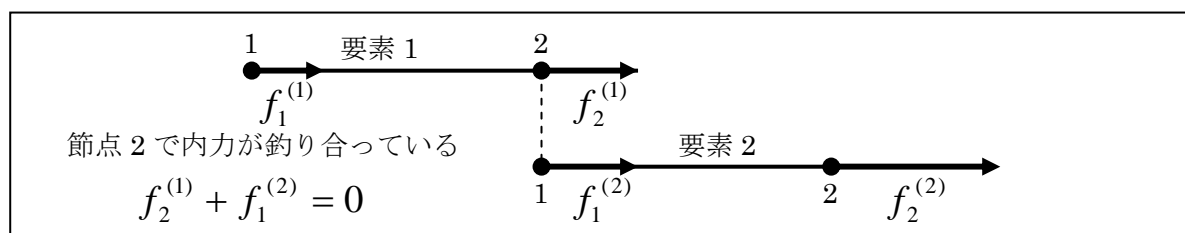


図 4-5 節点力の釣り合い