

第1復建

大阪工業大学

東洋技研コンサルタント

正員 茅澄清治

正員 岡村宏一

正員 石川一美

1. まえがき: すでに、パソコン・ミニコンのような手元における小型計算機を用いて、多径間の平板構造、あるいは立体構造を解析するために、応力分配法を利用する手法について発表した¹⁾。この際、多径間の平板構造を解析するには、比較的大形の板要素を用いるのが有利であると考え、長方形板要素を対象とした場合の各種の適用例を示した。ここでは、その成果をさらに折板構造の解析に発展させるために、文献¹⁾で発表した大形の板要素、シャイベ要素の剛性マトリックスを折板構造に適用できる剛性マトリックスに変換し、応力分配法を用いた若干の解析を行ったのでその結果について報告する。

2. 要素の剛性マトリックスの作成: 本解析では、長方形要素を対象として級数解によって要素の基本解を求めた。部材座標系(x, y, z 座標, 図-2)における節線(i, j)に隅角点を含む任意の材端力と材端変位をもつ板、ならびにシャイベ要素の剛性マトリックスは、文献¹⁾で発表した手法と同様に、図-1に示すような、辺長($2\ell, b$)の板要素(I, II), およびシャイベ要素(I, II)を重ね合わせ、選点法によって作成する。材端力の分布は節線 i, j 上の分割された小区間の選点における平均量の重ね合わせで近似され、各選点における材端変位と結ばれる。部材座標における材端力と材端変位の関係は

$$\begin{Bmatrix} f_i \\ f_j \end{Bmatrix} = [K] \begin{Bmatrix} \delta_i \\ \delta_j \end{Bmatrix} \quad \text{-----(1)}$$

となる。ここで、 f_i, f_j は材端力(N_x : x 方向の換算せん断力, M_x : x 方向の曲げモーメント, N_x : x 方向の軸力, N_{xz} :せん断力), δ_i, δ_j は材端変位(w :たわみ, θ_x : x 方向のたわみ角, u : x 方向の変位

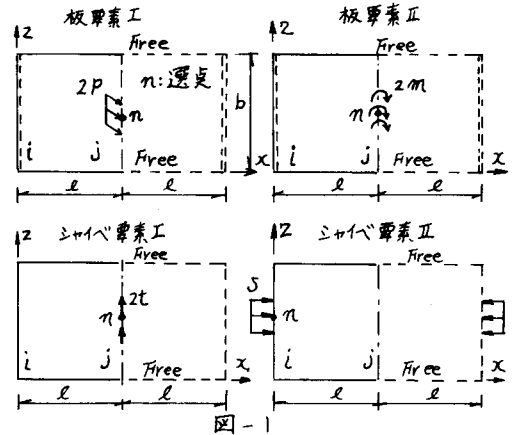


図-1

U : z 方向の変位)を表わし、 K は部材座標系での剛性マトリックスである。いま、座標変換マトリックスを $[C]$ とすれば全体座標系($\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ 座標, 図-2)における材端力と材端変位の関係は

$$\begin{Bmatrix} \bar{f}_i \\ \bar{f}_j \end{Bmatrix} = [C][K][C'] \begin{Bmatrix} \bar{\delta}_i \\ \bar{\delta}_j \end{Bmatrix} = [\bar{K}] \begin{Bmatrix} \bar{\delta}_i \\ \bar{\delta}_j \end{Bmatrix} \quad \text{-----(2)}$$

となり、式中の $\bar{K}$ が全体座標系での剛性マトリックスである。

3. 材端力の分配: 図-2に示すように、接合辺 j に隣接する i, k 辺を固定し、接合辺 j におけるパネル間の不平衡力を変位の連続条件と力のつり合い条件によって反復修正すれば、全体座標系における材端力と材端変位を逐次求めることができる。

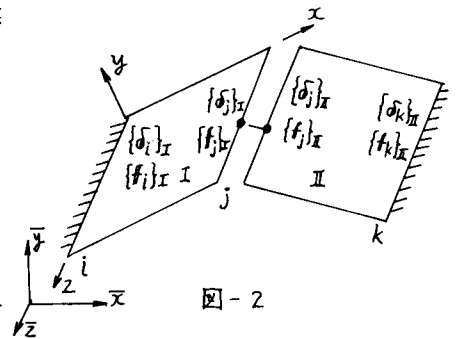


図-2

4. 例題: 図-3は、基本的な例題として、3パネルで構成される折板構造を応力分配法によって解析したものである。分配時に初期値として、荷重を幅方向に平均化したラーメンの解を導入した。図-3(a)に示す解析モデルは、辺長 ℓ の正方形板を3パネル接続したもので、頂板に面積 $(0.2\ell \times 0.2\ell)$ の部分等分布荷重を偏心載

1) 岡村・石川: 小型計算機による多径間平板構造の解析, 土木学会論文報告集, No.344, 1984

荷している。また、各節線上の分割は不等7分割とした。図-3(b)は、構造全体の変形の模様の拡大図で、各要素の隅角点が移動した立体的なねじりを表わしている。図-3(c)は、節線A-A, B-Bにおけるたわみ角と曲げモーメントの分布を示している。図中の解析値は、8回の反復計算によって3桁の収束値を得たもので、初期値として導入したラーメンの解を修正した結果となっている。図-4(a)に、本法の多径間折板構造への適用を試みた10径間のモデルを示す。これは、皿長(l, l)と($l, l/2$)の2種類の要素を31パネル連続したもので、頂板の荷重は全面等分布荷重とした。また、各節線上の分割は不等7分割である。図-4(b)に、幅の中央線以上の曲げモーメントの分布と、ラーメン解との比較を示す。この値も5回の反復による3桁の収束値である。

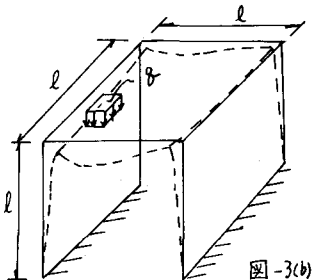


図-3(b)

なお、本研究に際し、当時の大阪工業大学卒業生の山本佳永、沼浪浩光両君の協力を得たことを記して、謝意を表する。

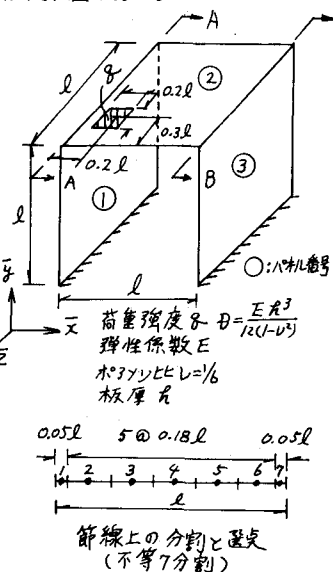


図-3(a)

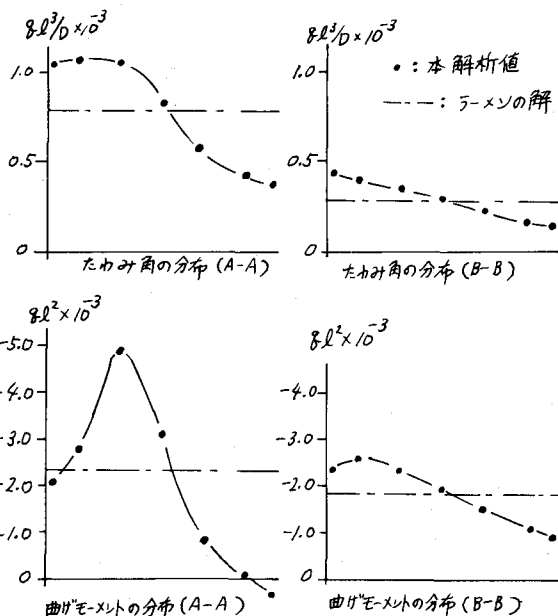


図-3(c)

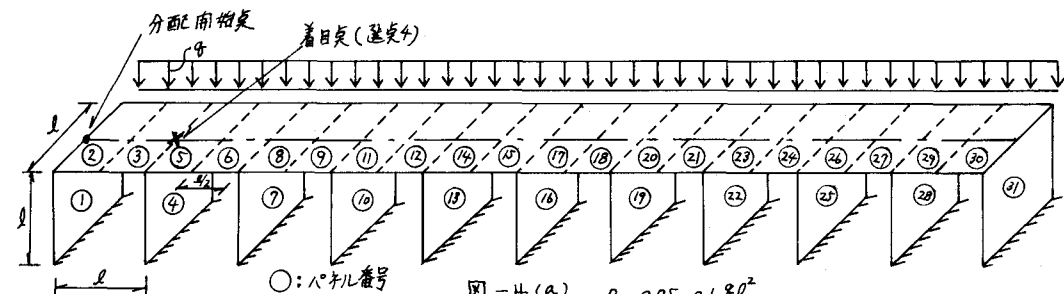


図-4(a)

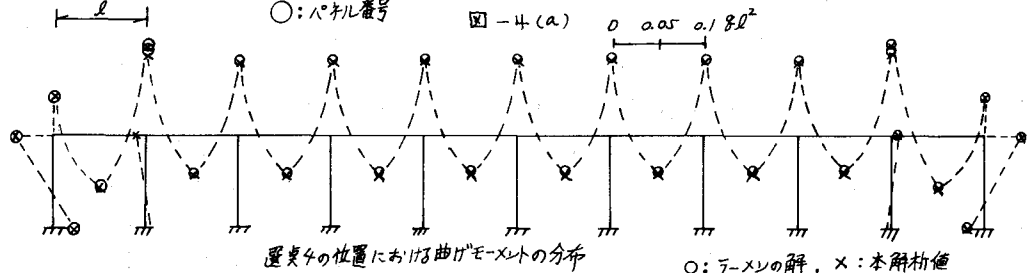


図-4(b)