

大阪工業大学

正員 岡村宏一

東洋技研コンサルタント(株)

正員 石川一美

中央南発(株)

正員 立花 猛

/, まえがき

最近, 設計の分野においてもパソコンのような小型計算機が普及してきた。筆者はすでに, このような小型計算機を用いて, 長大な平板構造を解析し得る方法として, 級数解を導入した比較的大形の平板要素を用い, 応力分配法を併用する解析法を提案した。¹⁾²⁾ また, その実際的な応用例として, 最近問題視されるようになった多径間連続スラブ橋の温度応力に関する解析を行い, その全体系と局所系の挙動について報告した。³⁾ 前回の報告では, スラブを等方性のモデルによって解析したが, 今回は中空断面のスラブにも適用できる直交異方性平板モデルを導入して解析した結果について報告する。本解析のような長大な多径間構造を扱う場合には, 比較的大形の平板要素を用いるのが有利であると考えられ, また, その剛性マトリックスの精度が問題である。すでに等方性の長方形板要素に関しては, 級数解を導入して剛性マトリックスを作成したが, 今回は直交異方性の大型の板要素に関して同様に剛性マトリックスを作成し, 応力分配法を適用することを試みた。

2. 直交異方性シャイベの基礎式と解

図-1に示すような, 中空断面のスラブを考えフランジ部分をシャイベ, 腹部をはり部材とすると, 直交異方性シャイベの基礎式として次式が得られる。

$$D_x \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + 2T \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0$$

----- (1)

ここで, $D_x = 1/(1-\nu^2)A_x$, $D_y = 1/(1-\nu^2)A_y$

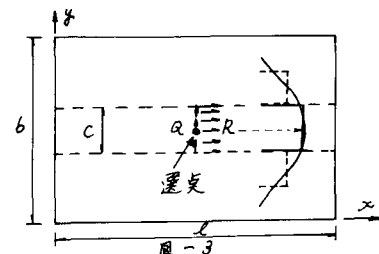
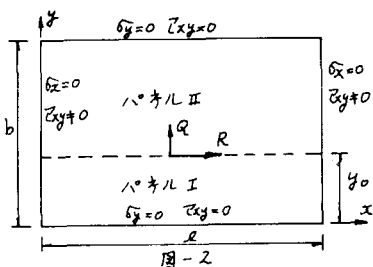
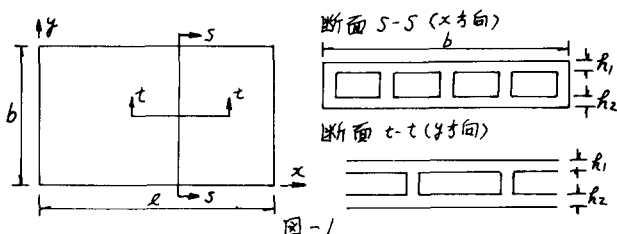
$$T = \frac{1}{1-\nu} (D_x D_y - \nu), \quad a_x = A_x / k b, \quad a_y = A_y / k l, \quad A_x, A_y$$

はそれぞれ, x, y 各方向の腹部絶断面積, $k = k_1 + k_2$ はフランジ部の総厚, ν はポアソン比である。ここで式(1)の一般解は次の形に与えられる。

$$\phi = \sum_m \left(A_m \sinh p_1 \frac{m\pi}{l} y + B_m \cosh p_1 \frac{m\pi}{l} y + C_m \sinh p_2 \frac{m\pi}{l} y + D_m \cosh p_2 \frac{m\pi}{l} y \right) \sin \frac{m\pi}{l} x \quad (2)$$

ここで, $p_1 = \left[\frac{T}{D_y} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{D_y}{D_x}} \right) \right]^{1/2}$, $p_2 = \left[\frac{T}{D_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{D_y}{D_x}} \right) \right]^{1/2}$, $\psi^2 = \frac{T^2}{D_x D_y}$
 A_m, B_m, C_m, D_m は未定定数である。

次に, 4辺に自由な変位を与える板要素の剛性マトリックスを級数解と変置法の併用によって求める。また本例では, 相対2辺 ($y=0, y=b$) は自由辺としている。材端力を与える力の分布を図-3に示すように, ある変置を含む分割区間で等分布する形に近似する。このような



1)2) 応力分配法による多径間平板構造の解析 (昭和66年度土木学会関西支部 年次)

3) 多径間平板構造の温度応力の解析 (昭和66年度土木学会関西支部)

力による変位，断面力の影響係数を単級数の形で計算するために，図-2に示すような任意点に集中力を受ける場合の解を，式(2)の解を2つのパネルで接合する形で求め，さらに図-3の分布幅Cについて積分し，それらを重ね合わせるによって求める。

3，シャイベ要素の剛性マトリックス
節線(i, j)に任意の材端変位と材端力を持つシャイベ要素(l, b)の剛性マトリックスを，図-4に示すような辺長(2l, b)のシャイベを重ね合わせ，選算法によって作成する。材端力の分布は，前述のように分割された区間の選算における平均値で近似され選算における材端変位と結ばれる。

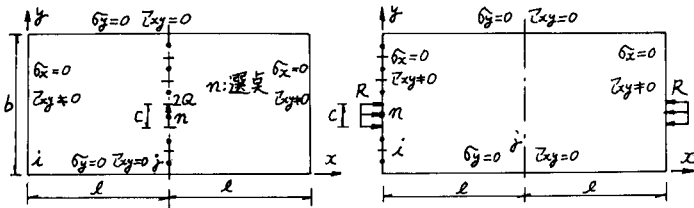


図-4

4，材端力の分配

図-5に示すように，各選算間において支承条件等を導入し，Kanai法を2次元に拡張した形で，各段階における不平衡力を，釣合いならびに，変位の連続条件によって反復修正する。

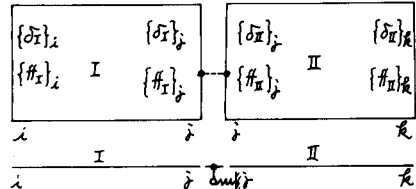


図-5

5，解析例

図-6に，今回の解析に用いた20径間の連続中空スラブ橋のモデルを示す。なお支承部付近の充実断面部分は，等方性板，径間中の中空断面部分は異方性板とし30パネルの接続を行った。応力分配にあたり，初期値(概算値)として変断面のはりの解を導入し，8回の反復修正によって3桁程度の収束値を得た。図-7に異方性板モデルと等方性板モデルとを比較しているが，本解析法を異方性板モデルに適用した場合にも，等方性板の場合と同様に，全体的な挙動と，ピアによる部分的なバネ支持による局所的な挙動が，同時にとうえられていることがわかる。解析値の詳細については紙面の都合で講演時に説明する。

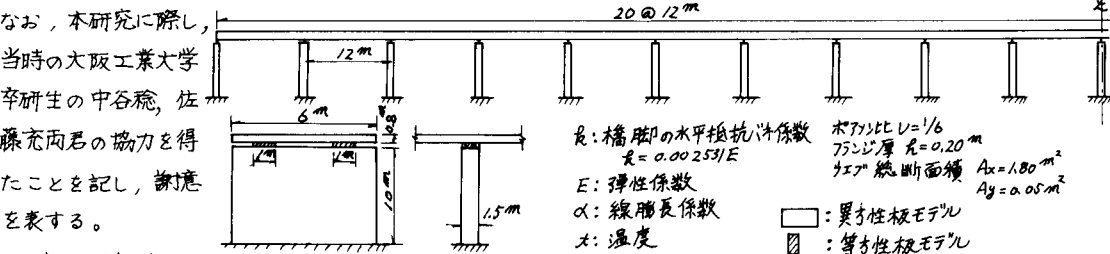


表-1 バネ反力

パネル番号	異方性板モデル	等方性板モデル
1	0.111 (0.061)	0.132 (0.069)
2	0.158 (0.052)	0.178 (0.060)
3	0.132 (0.044)	0.155 (0.052)
4	0.112 (0.037)	0.131 (0.045)
5	0.093 (0.030)	0.107 (0.037)
6	0.075 (0.024)	0.087 (0.030)
7	0.058 (0.019)	0.070 (0.023)
8	0.043 (0.014)	0.051 (0.017)
9	0.029 (0.007)	0.033 (0.011)
10	0.014 (0.004)	0.016 (0.006)

単位: m x EN/m
()内ははりの解

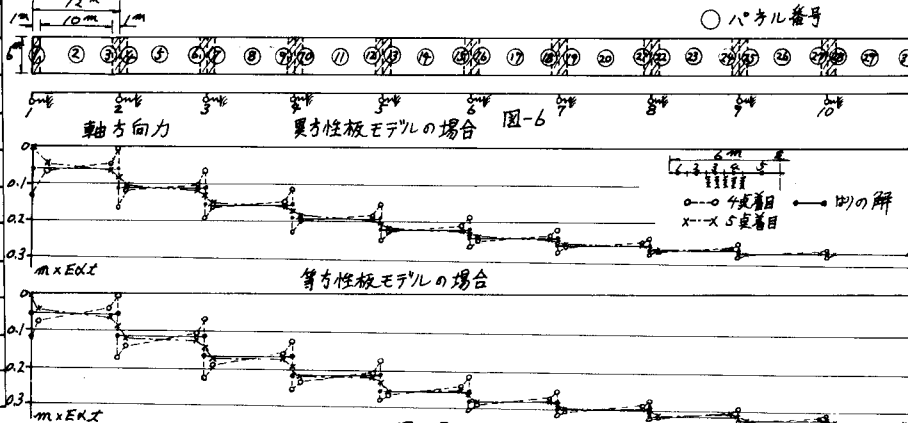


図-7