

I-93

大形平板要素による箱形断面折板構造の立体解析

大阪工業大学大学院 学生員 古市 亨  
大阪工業大学 正員 岡村宏一  
東洋技研コンサルタント 正員 石川一美

1. まえがき

現在、鋼床版箱桁橋などに見られるような、ダイヤフラム等の中間補剛材を持つ薄肉断面の折板構造の立体解析には、有限要素法などが多く用いられる傾向にある。しかしこれらの方法では、一般に大容量の計算が必要で精度上の問題も生ずる。しかし、筆者がこれまでに提案した、曲げ、ならびに面内力を受ける大形かつ高精度の板要素の剛性マトリックス<sup>1)</sup>を採択し、さらにその接続に、直接剛性法とリラクゼーション法に属する分配法<sup>2)</sup>を併用すれば、比較的少ない自由度で折板構造の全体系と局所系の挙動を同時に解析することが可能になると考えられる。今回は、このような観点より、最も基本的な解析例として、箱形断面の折板構造を取り上げ、簡単なはり理論による値を概算値としたリラクゼーション法による解析を行なったので報告する。

2. 板要素の剛性マトリックス

図-1に示す大形の板要素は4辺(i, j, l, m)に任意の材端力(曲げモーメント  $M_x, M_y$ , 換算せん断力  $V_x, V_y$ , 軸力  $N_x, N_y$ , せん断力  $N_{xy}$ )と隅角点を含めた任意の材端変位(たわみ  $w$ , たわみ角  $\theta_x, \theta_y$ , 軸方向変位  $u, v$ )を与えたもので、その剛性マトリックスの作成方法は、文献1), 2)に示している。また、梁要素についても偏心合成を考慮できる剛性マトリックスを与えている。

3. 解析方法

図-2に解析方法の手順を示す。まず、図-1に示す部材座標系( $x, y, z$ 座標)での板要素の剛性マトリックスを座標変換マトリックスを用いて全体座標系( $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ 座標)のものに置き換え、幅の方向に直接剛性法を用いて要素を接続する。その結果として、例えば、節

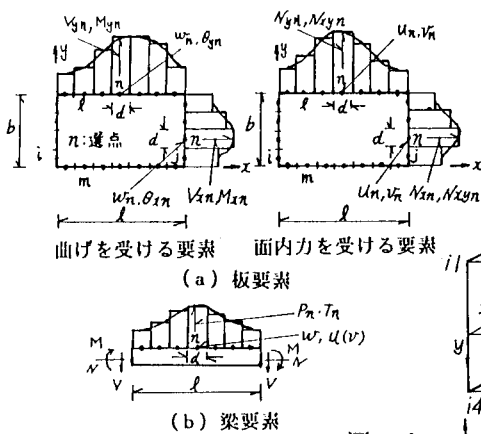


図-1

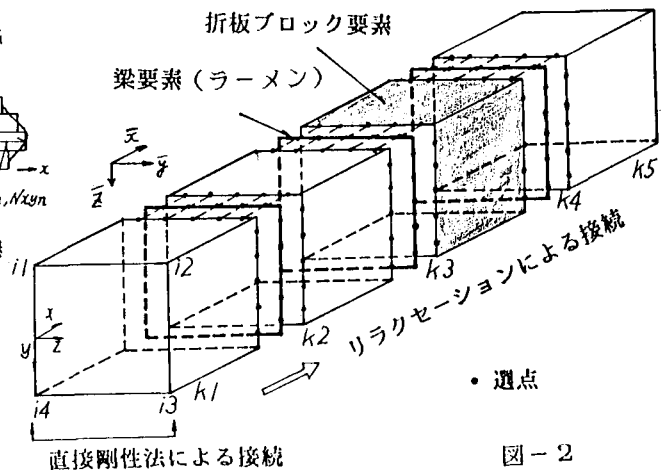


図-2

- 1) 岡村, 石川: 小型計算機による多径間平板構造の解析、土木学会論文集、No.344, 1984
- 2) 岡村, 石川: 応力分配法による多径間平板構造の立体解析、年次大会、1982
- 3) 岡村, 石川, 古市: 多径間平板構造の立体解析におけるリラクゼーション法の応用、年次大会、1986

線K3, K4の材端力と材端変位を未知量とした一方向の折板ブロック要素の剛性マトリックスが導入される。つぎに、このような要素の長手方向の接続に、リラクセーション法に属する一種の分配法を用いる。すなわち、節線K1~K5……の板と梁の間に設けられた選点において、導入された初期概算値による不平衡力を釣り合い条件と変位の連続条件によって反覆修正する。以上の操作を行なった場合、計算の過程における自由度は1つの節線k上の選点のもののみとなり、解析に必要な自由度は著しく減少する。したがって、長大な薄肉箱構造の全体系、ならびに局所系の挙動を同時に解析することが可能になる。

#### 4. 計算例

図-4に、本解法の適用性を検討するための基本的な解析モデルを示す。モデルは、ダイヤフラムを想定した骨組の梁要素と16パネルの板で構成され、節線△と△を単純支持している。なお、 $\bar{x}$ 方向のリラクセーションを行なう際に、節線△~△に導入した初期値は、初等的なはりの解である。図-5に選点3での収束の様子を示している。7回程度の反覆によって3桁の収束を見た。図-5, 6に $\bar{x}$ 方向ならびに各断面の変位の分布を示しているが、折板構造の全体系ならびに局所系の挙動が同時に捉えられていることがわかる。

なお、本研究を行なうにあたって、当時的大阪工業大学卒研究生の中野晴之、村上修君の協力を得たことを記し、謝意を表する。

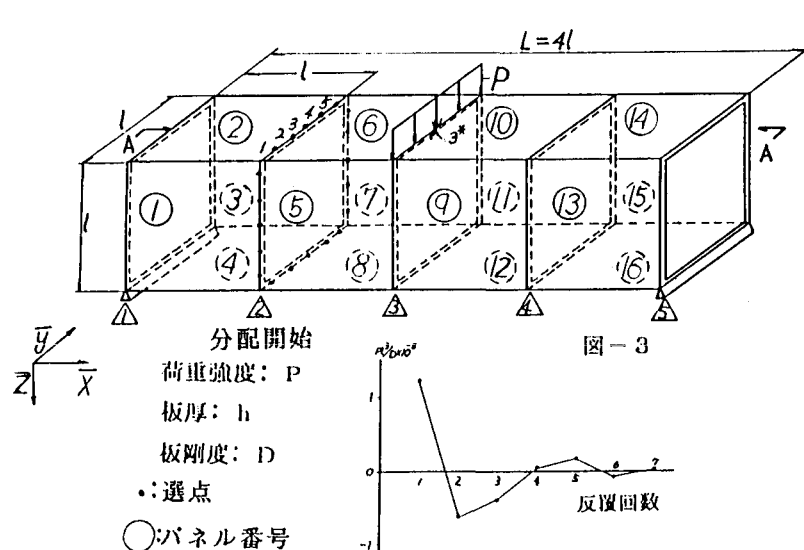


図-3

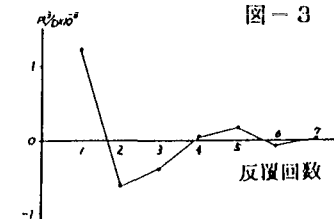


図-4 たわみ (w) の修正量 (選点3\*)

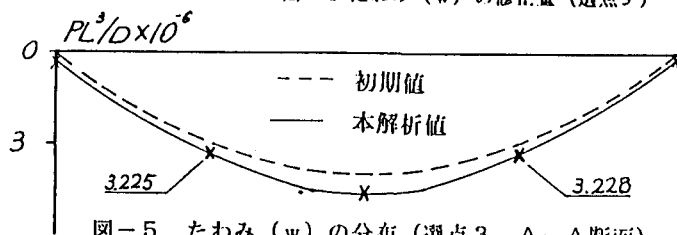
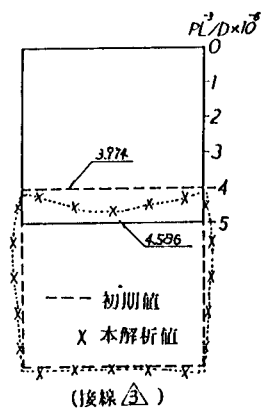
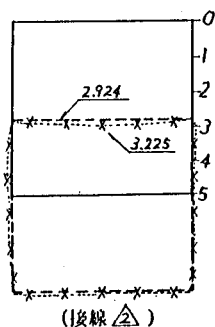


図-5 たわみ (w) の分布 (選点3, A-A断面)



(接線△)



(接線△)

図-6 変位の分布