

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: 筆者はこれまで、小型計算機を用いることを前提として、比較的大形の板要素の剛性マトリックスを級数解と選点法を用いて作成し、さらに、要素の接続にリラクセーション法を導入する手法を提案して、主として1方向の多径間、多格間の平板構造、折板構造などの解析例を示した。^{1,2,3)}ところで、縦横の多数の梁によって構成されるような2方向の多格間平板構造の全体系と局所系の挙動を同時に解析しようとする場合、FEM等による解析では、大きな自由度が必要となり数値計算の精度等の問題も生ずる。ここで提案する解法は、この種の多格間構造の解析に導入する節線に、任意の支持条件や補剛の条件を与え、1方向に設けた帯要素の接続には直接剛性法を用い、他の方向の接続には、リラクセーション法に属する分配法を用いる一種の混合解法であって、比較的少ない自由度で構造全体ならびに局所の挙動を同時に解析することを可能にすると考えている。今回は、本解法の実用性を検討するために求めた基本的なデータについて報告する。

2. 板要素の剛性マトリックス: 図-1に示す比較的大形の板要素は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)と隅角点を含めた任意の材端変位(たわみ w , たわみ角 θ_x, θ_y)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2)に示している。また図-1に示す梁要素についても簡単に剛性マトリックスを与えることができる。

3. 解析方法: 図-2に解析方法の手順を示す。まず一つ方向、たとえば y 方向に接続される板要素と梁要素は、節線 $i_2 \sim i_5$ の力の釣合い(V_y, M_y)と変位(w, θ_y)の連続条件ならびに i_1, i_6 の境界条件を導入して直接剛性法によって接続する。その結果として、節線 i_1, i_2 の材端力を材端変位を未知量とした1方向の帯要素の剛性マトリックスが作成される。次にこのような帯要素の他の方向(x 方向)の接続には、リラクセーション法に属する一種の分配法を用いる。¹⁾すなわち、節線 $i_1 \sim i_6$ 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合い条件と変位の連続条件によって反復修正する。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節点 i 上の選点数のみとなり、解析に必要な自由度は著しく減少する。

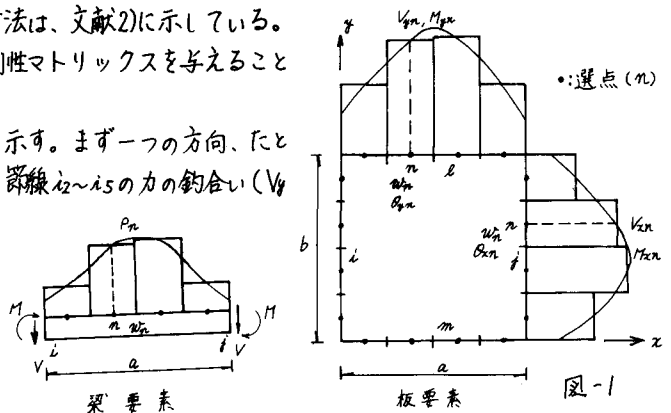


図-1

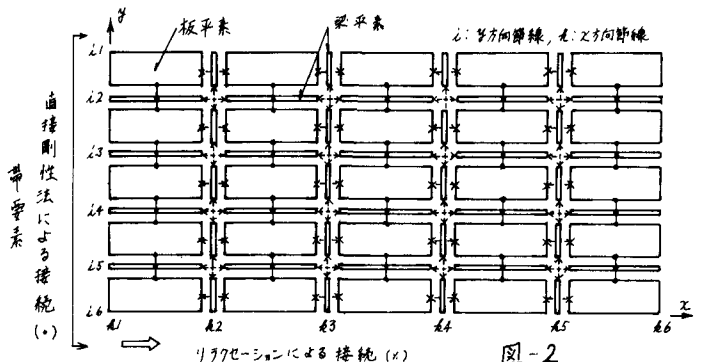


図-2

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主体解析, 年次大会1982. 3) 岡村石川・兼盛: 応力分配法による多径間折板構造の解析, 年次大会1984

4. 計算例: 本解法の適用性を検討するために、基本的な解析モデルによる計算を行なった。図-3(a)は、1方向の梁によつて支持した有梁板を3分割した15パネルの接続モデルを示したものである。x方向のリラクゼーションを行なう時に節線△△に導入した概算値は、重ね梁による解を用いた。図-3(b)には、節線上の分割選点 B_1, B_2 での曲げモーメントと換算せん断力のリラクゼーションによる収束の様子を示している。6度程度の反復によって3桁程度の収束を見た。図-3(c)には、3桁程度の収束によるA-A断面でのたわみと、曲げモーメント(M_x)の分布を示す。図中の実線は板を分割しない有梁板を選点法を用いた別解法で求めた値で、本解析値と比較した。この結果、誤差は3%程度となっている。図-4は、さらに解析モデルを拡張したもので、2方向を梁によって区切られる50パネルの板を接続した場合の解析モデル(a)と断面力(b)(c)を示している。この場合も概算値として重ね梁の解を用いて、反復6回によって3桁の収束を見た。

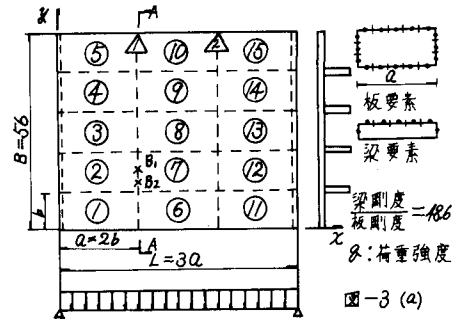


図-3(a)

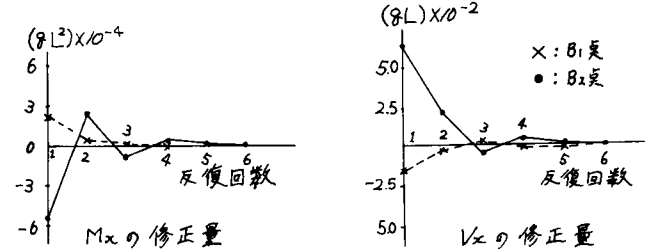
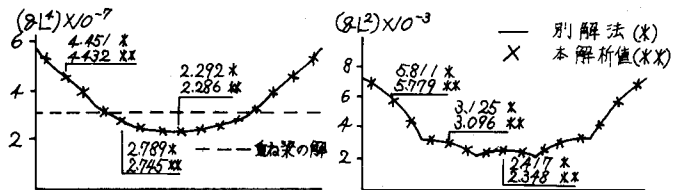


図-3(b)



たわみ(w)の分布(A-A断面) 図-3(c) 曲げモーメント(M_x)の分布(A-A断面)

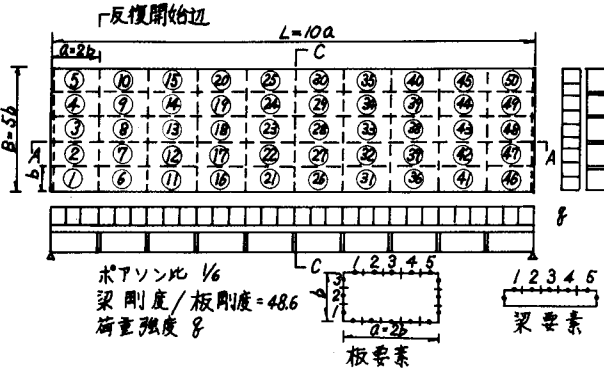


図-4(a)

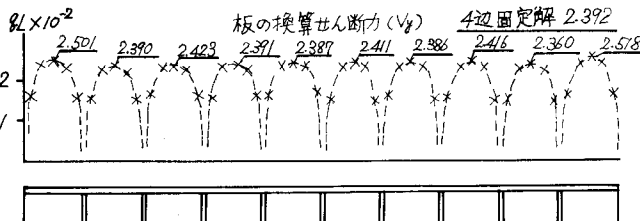


図-4(b) A-A断面の断面力の分布

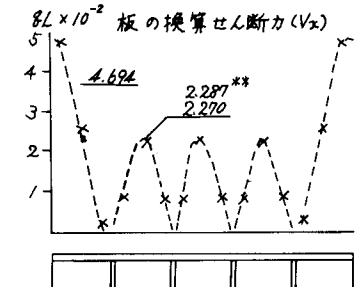
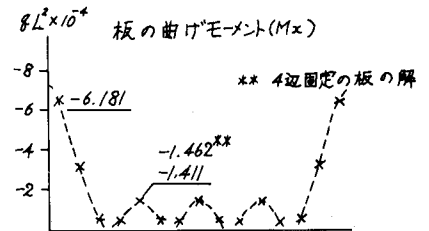


図-4(c) C-C断面の断面力の分布