

大阪工業大学大学院 学生員 佐光浩継
 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：実際構造物に見られる多径間、多格間の平板構造の内点における内力の影響面を容易に与えることができれば、設計者にとって便利である。一方、この種の構造物の影響面をFEMなどの手法を用いて解析する場合には、大きな自由度が必要となり、計算機の容量、ならびに計算精度、時間等、実用上の問題が残る。筆者はこれまで、任意の材端力と、隅角点を含めた任意の材端変位を有する1方向、2方向の大形平板要素の剛性マトリックスを、級数解法と選点法の併用によって作成し、それらが多径間、多格間の平板構造の解析に有用であることを示した。^(1,2,3) また、本解法は、大形平板要素の剛性マトリックスを選点法で与えているので、要素の節線に、任意の支持条件、補間条件のほか、任意のスリットを与えることもできる。したがって、平板構造に拡張された、Müller-Breslauの原理を応用すれば、前述の立体構造物の内力の影響面を容易に解析することが可能となる。すでに、基本的な検証例として、1方向板要素の剛性マトリックスを用いた、単一板の影響面の作成を行ない、良好な結果を得ている。⁴⁾ 今回は、さらに実用的な例として、2方向板要素の剛性マトリックスを用いて、有梁板の内力の影響面の作成を試みた結果について報告する。

2. 影響面解析の方法：図-1に示す大形の平板要素、ならびに梁要素は今回の検証データを得るために用いたもので、板要素の4辺(す、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)を級数解法と選点法によって与えており、その剛性マトリックスは文献2)に示されている。梁要素についても同様の手法で簡単に剛性マトリックスが与えられる。図-2は、板要素と梁要素の結合が各選点間で行なわれることを示している。図-3(a)には、着目選点 n の曲げモーメントの影響面を求めるために、Müller-Breslauの原理に対応して設けた幅 d のスリットと、そこに作用させた単位のもーメント m_n を示している。図のように、スリットではパネルI, IIのたわみ角 θ_{nx}, θ_{ny} が不連続となる。図-3(b)は同様に n 点の換算せん断力の影響面を求めるために設けたスリットと、そこに作用させる単位力 V_n を示している。ここでは、パネルI, IIのたわみ w_{nx}, w_{ny} が不連続となる。このようなスリットの条件は選点法によって容易に与えられ、それぞれの影響面は次式によって作成できる。

$$M_{n,l} = \frac{w_k}{\int d} \int d (\theta_{nx} - \theta_{ny}) dy, \quad V_{n,l} = \frac{w_k}{\int d} \int d (w_{nx} - w_{ny}) dy \quad (1)$$

式中、 w_k は図-3のそれぞれのモデルにおける単位荷重の載荷点に対応する任意点 k のたわみである。

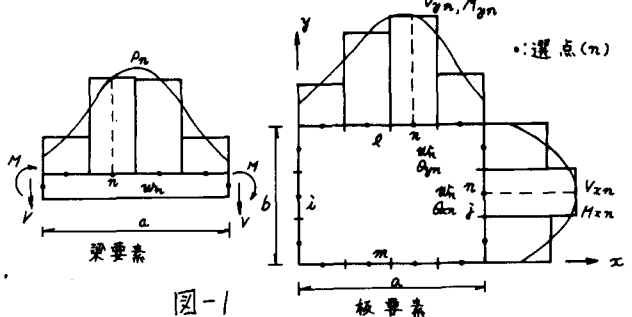


図-1

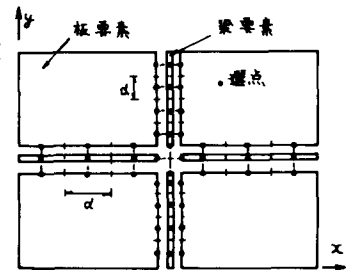


図-2

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，110, 244, 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・飯田・上野：各種長方形大形平板要素の剛性マトリックスの作成，関西建築学会（1985）4) 岡村・石川・益田：選点法を応用した平板構造の影響面の解析について，年次大会，1984

3. 計算例:

図-4に、有梁板の内力の影響面の作成を試みた基本的な解析モデルを示す。ここでは、2方向の梁によって支えられる4辺単純支持板を、梁で区切られる4パネルの板要素に分割し、梁との結合边上に節線を導入した時の選点AおよびB点の曲げモーメント(M_x 、

M_y)と換算せん断力(V_x 、 V_y)の影響面を求めている。ここで、板要素ならびに梁要素の節線上の分割は、x、y方向とも等5分割とし、設けられたスリットの長さは、その分割幅に等しい。図-5に本解法による解析結果を示す。図中比較に用いている別解法による値は、スリットを設けず、板と梁を級数解を用いた選点法で結合し、実際に単位荷重を移動させて求めたものである。両者の値を比較してみると、有効数字2〜3桁の範囲で一致しており、本解法の有用性を示している。また、式(1)で示されるたわみの積分によって与えられる換算せん断力の影響値の方が、曲げモーメントのそれよりも精度が向上していることがわかる。

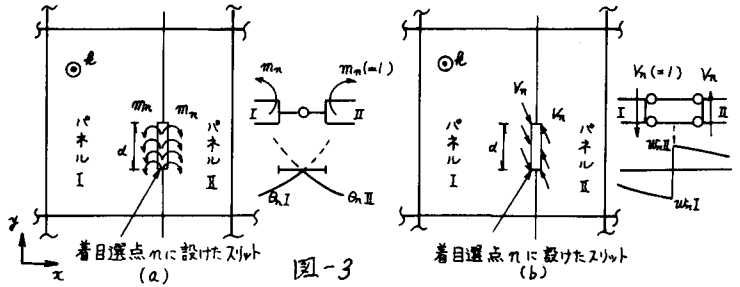


図-3

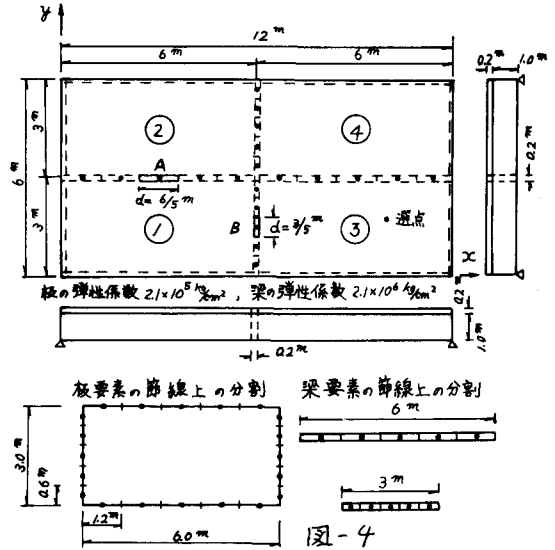
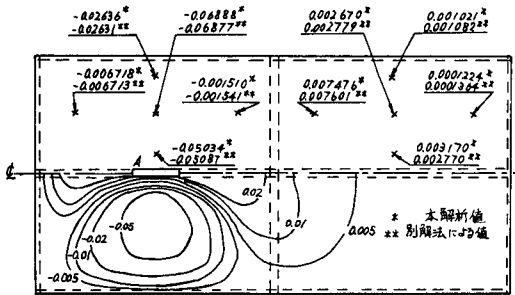
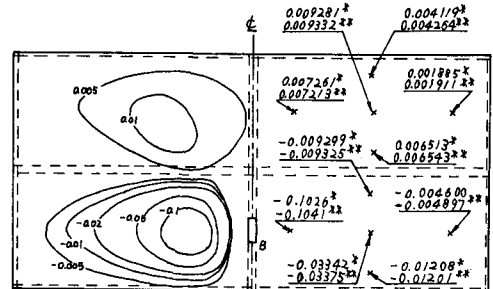


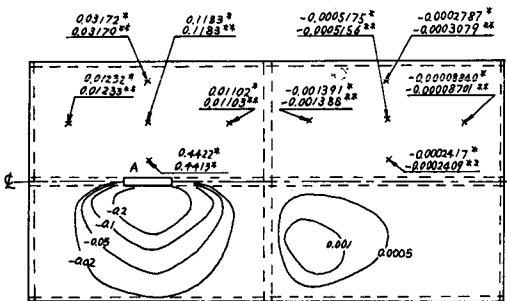
図-4



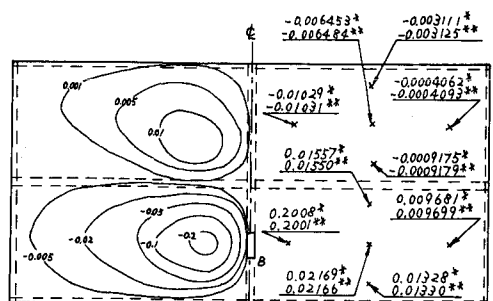
曲げモーメント (M_x) の影響面 (A点)



曲げモーメント (M_x) の影響面 (B点)



換算せん断力 (V_x) の影響面 (A点)



換算せん断力 (V_x) の影響面 (B点)

図-5