

東洋技研コンサルタント	正員	石川一美
大阪工業大学	正員	岡村宏一
協和電設		益田 敬

1. まえがき：筆者はすでに、任意の材端力、ならびに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、析板構造などの解析に有用であることを示した。¹⁾²⁾³⁾ 本解法は、この種の構造物の解析に導入する節線に、任意の支持条件や、補剛の条件を与えることができる。一方、この種の構造物の内点における、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ことは言うまでもない。従来、多くの研究者によって、単一板や連続板の影響面が解析されているが、与えられた条件は限定されている。また、FEMなどによる解析では、大きな自由度が必要である。ところで、本解法は選点法を用いているので、前述のように、解析上導入される節線に、任意の支持条件を与えられるばかりでなく、任意のスリットを与えることもできる。したがって、Müller-Breslauの原理を応用すれば、複雑な条件下で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。今回は、このような選点法を応用した平板構造の影響面の作成に関する基本的な検証データを得たので、それらの若干のものについて報告する。

2. 影響面解析の方法：図-1に示す大形の扇形板要素は今回の検証データを得るために用いたもので、相対する節線(i, j)に任意の材端力(曲げモーメント m , 換算せん断力 V)と隅角点を含めた任意の材端変位(たわみ w , たわみ角 θ)を有し、他の2辺が自由な1方向の曲げ要素で、その剛性マトリックスは本学会の別文で報告しているが、基本解は級数解法で求めた。材端力の分布は、図のように節線上で分割された小区域の選点における平均量の重ね合わせで表わされ、選点法により各選点の材端変位と関係づけられている。長方形板の要素についても、¹⁾²⁾同様の手法で、1方向、2方向のものの剛性マトリックスを報告している。図-2は、このようなパネルの結合が各選点間で行われることを示している。図-3には、着目点 k の曲げモーメント M_k 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、そこに作用させる単位のモーメント m_k を示している。図のように、ここではパネルI, IIのたわみ角 $\theta_{kI}, \theta_{kII}$ が不連続となる。図-4は同様に k 点の換算せん断力 V_k の影響面を求めるために設けたスリットと、そこに作用される単位の力 V_k を示している。ここでは、パネルI, IIのたわみ w_{kI}, w_{kII} 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解析できる。

$$m_{k,n} = \frac{w_n}{\int_d (\theta_{kI} - \theta_{kII}) dr}, \quad V_{k,n} = \frac{w_n}{\int_d (w_{kI} - w_{kII}) dr} \quad (1)$$

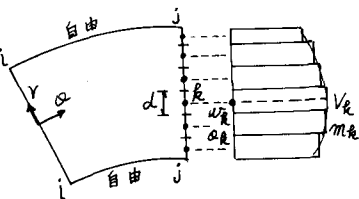


図-1

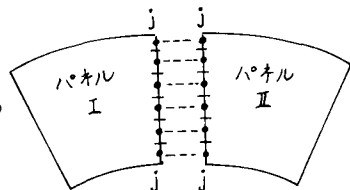


図-2

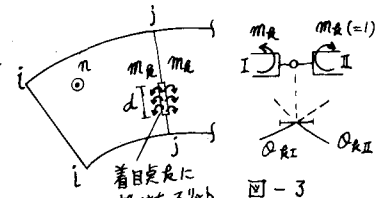


図-3

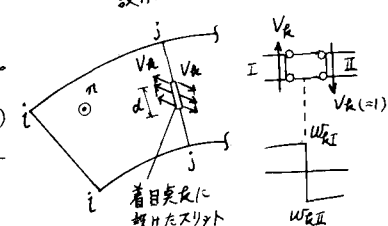
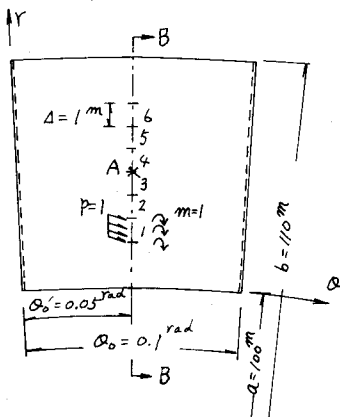


図-4

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) 本学会に提出の別文

式中, W_n は図-3, 4 のそれぞれのモデルにおける載荷点に対応する任意点 n のたわみである。

3. 検証データ: 図-5 に示すモデルは, 図-1 の扇形板要素の基本解が相互作用の原理を満足する精度を調べるために用いたもので, 図中の点 1 ~ 6 に対し, 相互に単位線荷重 P , 単位線モーメント M を作用させた。仮想仕事の積分によって相対作用の精度を検証した結果を表-1, 2 に示す。これらによれば, 基本解は有効数字 4 ~ 5 桁の精度を保有していることがわかる。図-6, 7 は, 図-5 のモデルと同寸法であるが, 断面 $B-B$ に節線を導入し, 2 つのパネルの接合によって表-1 部分線荷重 (P) に対応する相対作用 (たわみ) によって中央点 A の M_0 , V_0 の影響面を解析した。節線を 5, 7, 9 分割して, 式(1)によって解析した値と, 図-5 のモデルで単位荷重を移動させて求めた値 (厳密解) を比較しているが, 7 分割で, 有効数字 3 桁の範囲で実用上十分と思われる安定した解が得られている。



板厚 1.0 mm
ポアソン比 0.3
弾性係数 $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

図-5

荷重 着目	1	2	3	4	5	6
6	0.16171	0.18777	0.21991	0.25743	0.29849	—
5	0.17983	0.20345	0.23129	0.26088	—	0.29848
4	0.20290	0.22264	0.24361	—	0.26089	0.25745
3	0.23018	0.24287	—	0.24362	0.23130	0.21990
2	0.25977	—	0.24285	0.22264	0.20345	0.18777
1	—	0.25976	0.23019	0.20289	0.17983	0.16170

表-2 部分線モーメント (m) に対応する相対作用 (たわみ角)
 $\times 10^{-7}$

荷重 着目	1	2	3	4	5	6
6	0.18881	0.30349	0.49568	0.82689	1.5171	—
5	0.29508	0.47181	0.78200	1.4407	—	1.5173
4	0.47507	0.77075	1.4136	—	1.4408	0.82676
3	0.78915	1.4157	—	1.4136	0.78199	0.49569
2	1.4593	—	1.4158	0.77074	0.47181	0.30348
1	—	1.4595	0.78780	0.47507	0.29509	0.18881

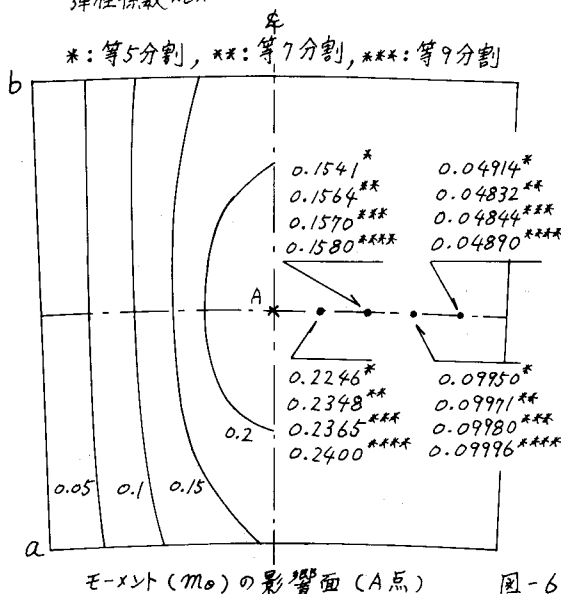


図-6

