

I-39 選点法を応用した平板構造の影響面の解析

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(株) 正員 石川一美

1. まえがき：昨年度、筆者は、板要素の節線に任意の支持条件、補剛条件のほか、任意のスリットを与えることができる大形平板要素の剛性マトリックスを用いて、平板構造に拡張された、Müller - Breslau の原理を応用した影響面の解析手法を提案した。そこで、基本的な検証例として、単一板の影響面、さらに、有梁板の内力の影響面を作成し、良好な結果を得た。今回は、曲げと面内力を受ける2方向板要素の剛性マトリックスを用いて、梁との偏心合成を考慮した、有梁板の内力の影響面の作成を試みたので報告する。

2. 影響面解析の方法：図-1に示す、曲げと面内力を受ける大形の平板要素、ならびに梁要素は、今回の解析に用いたもので、板要素の4辺（ i, j, l, m ）に任意の材端力（曲げモーメント M_x, M_y 、横算せん断力 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 α_x, α_y 、軸方向変位 u, v ）を級数解法と選点法によって与えている。また、剛性マトリックスの作成方法は文献3)に示している。次に、図-2に示すように、板要素と梁要素の各選点間での結合に直接剛性法を用いると、Müller - Breslau の原理に対応するスリットが着目選点上で容易に与えられ、図-3に示す単位モーメント（ m_n ）または力（ V_n ）を用さすれば次式により影響面が求まる。

$$\left. \begin{aligned} M_{n,k} &= \frac{w_k}{\int_a (Q_{nI} - Q_{nII}) dy} \\ V_{n,k} &= \frac{w_k}{\int_a (w_{nI} - w_{nII}) dy} \end{aligned} \right\} (1)$$

ここで、 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。

3. 計算例：図-4, 5に示すモデルは、曲げ、ならびに面内力を受ける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1～5に対し、相互に単位荷重を作用させ、仮想仕事の積分によって相反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、有効数字5桁の精度を保有している。図-6

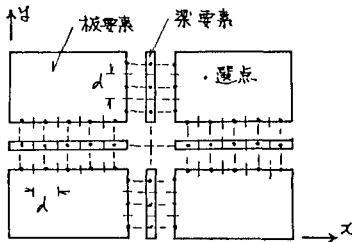
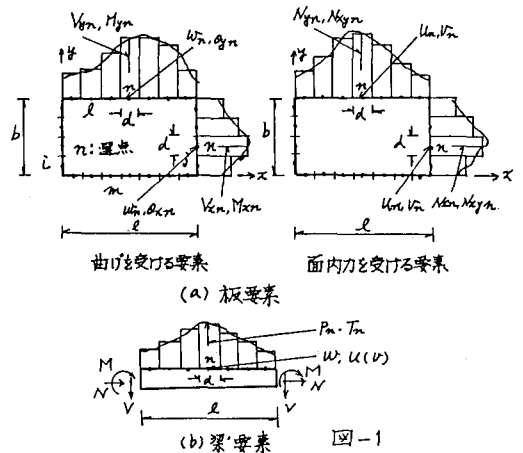


図-2

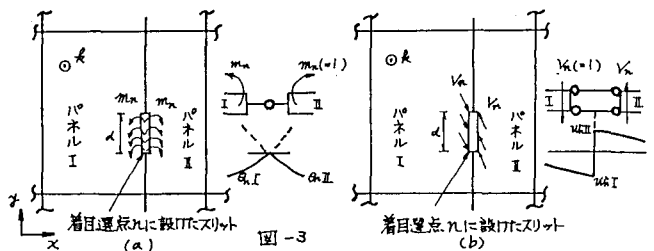
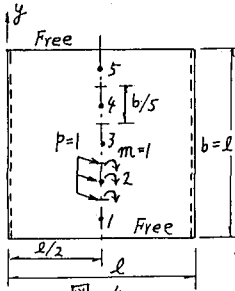


図-3

1) 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、1984.2) 岡村・石川・佐光：選点法を応用した平板構造の影響面の解析、年次大会、1985.3) 岡村・石川：応力分解法による多径間平板構造の立体解析、年次大会、1982.

表-1 曲げを受ける板



(a) 部分線荷重(P)に対応する相対作用(たわみ)

荷重 位置	1	2	3	4	5
1	—	5.4458	3.8124	2.7107	2.0438
2	5.4458	—	4.2417	3.3327	2.7106
3	3.8124	4.2417	—	4.2417	3.8124
4	2.7107	3.3327	4.2417	—	5.4458
5	2.0438	2.7106	3.8124	5.4458	—

(b) 部分線荷重(m)に対応する相対作用(たわみ角)

荷重 位置	1	2	3	4	5
1	—	1.8873	0.66802	0.24876	0.10265
2	1.8873	—	1.4885	0.55766	0.28780
3	0.66802	1.4885	—	1.4885	0.66802
4	0.24876	0.55766	1.4885	—	1.8873
5	0.10265	0.28780	0.66802	1.8873	—

板剛度

表-2 面内力を受ける板

(a) 部分線荷重(S)に対応する相対作用(変位u)

荷重 位置	1	2	3	4	5
1	—	1.2211	0.30730	-0.068716	-0.40441
2	1.2211	—	0.94434	0.27584	-0.068715
3	0.30730	0.94434	—	0.94434	0.30730
4	-0.068715	0.27584	0.94434	—	1.2211
5	-0.40441	-0.068715	0.30730	1.2211	—

(b) 部分線荷重(t)に対応する相対作用(変位v)

荷重 位置	1	2	3	4	5
1	—	2.1269	1.4893	1.1903	1.0652
2	2.1269	—	1.7394	1.3372	1.1929
3	1.4893	1.7394	—	1.7394	1.4893
4	1.1903	1.3372	1.7394	—	2.1269
5	1.0652	1.1929	1.4893	2.1269	—

E: 弾性係数, l: 板厚

$l^3/Eh^2 \times 10^{-1}$

$l^3/Eh^2 \times 10^{-1}$

に、合成桁橋の内力の影響面の作成を試みた解析モデルを示す。ここでは、選点Aの曲げモーメント(M_x)と選点Bの曲げモーメント(M_y)の影響面を求めた。選点Aの場合は、床版を不等分割した16パネルの板要素を接続した。また、選点Bの場合は、20パネルの分割とした。分割された各板要素の節線上の選点は、y方向に等3分割、x方向に等5分割とした。

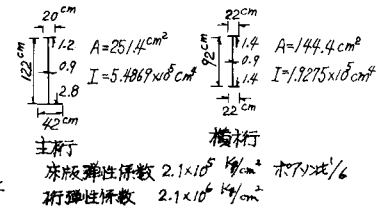
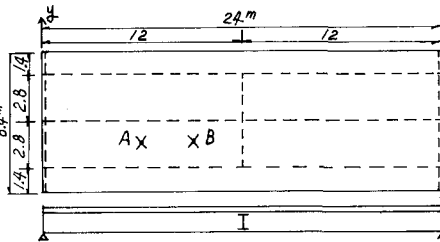


図-6

*: 本解析値 ** 別解法による値

○: パネル番号

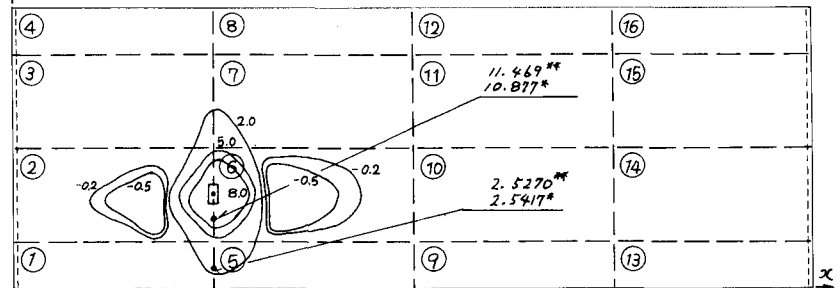


図-7(a) A点の曲げモーメント(M_x)の影響面 ($\times 10^{-2}$)

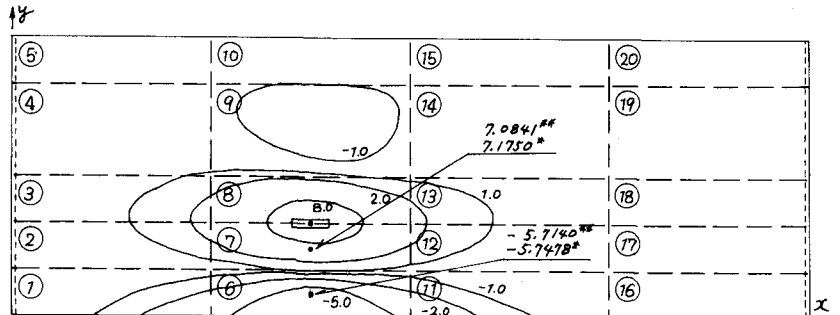


図-7(b) B点の曲げモーメント(M_y)の影響面 ($\times 10^{-2}$)