

大形扇形平板要素の剛性マトリックスの作成

大阪工業大学大学院

学生員 ○公文高志

大阪工業大学

正員 岡村宏一

東洋技研コンサルタント 顧問

正員 石川一美

1. まえがき：筆者は、長大な多格間平板構造の全体系、局所系を同時に解析する方法として、大形の板要素の剛性マトリックスを導入し、リラクセーション法に属する一種の分配法を併用する方法を提案した¹⁾。そして、数十パネルの板要素と梁要素で構成される有梁板の解析を行ない良好な結果を得た。さらに、この種の方法の多径間曲線平板構造への適用を試みるため、一方向の大形の扇形板要素の剛性マトリックスを作成しその精度の検討を行なった^{2),3)}。今回は、多格間曲線構造の解析に拡張していく目的で、曲げを受ける二方向の大形の扇形板要素の剛性マトリックスを作成し、その精度についての検討を行なったので、その結果について報告する。

2. 扇形板の一般解：図-1に示すように、扇形板を外力 $p(\theta)$ 、 $m(\theta)$ が作用する $r=r_0$ の円弧で2分割し、それぞれのパネルについて、曲げの基礎方程式の同次解を、相対2辺単純支持、他の2辺が自由の境界条件、ならびに外力のつり合い条件と変位の連続条件のもとに、級数解法によって与える。次に、図-2に示すような θ 方向、 r 方向に分布幅を持った荷重を受ける場合については、図-1の荷重状態での解を分布幅 (d) で積分することによってその解を求め

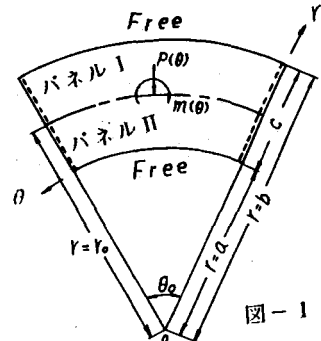


図-1

ることができる。

3. 剛性マトリックスの作成：

図-3に示す4辺 (i, j, l, m) に任意の材端力 (曲げモーメント M_r , M_θ , 換算せん断力 V_r , V_θ) と隅角点を含む任意の材端変位 (たわみ w , たわみ角 θ_r , θ_θ) を持つ扇形板要素 ($r \in [\theta_a, \theta_b]$, c) の剛性マトリックスを、図-2に

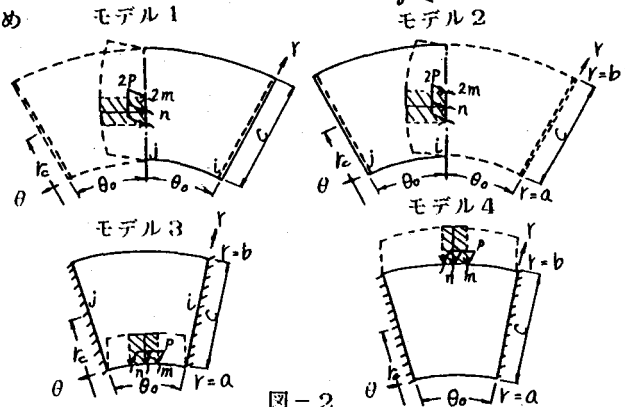
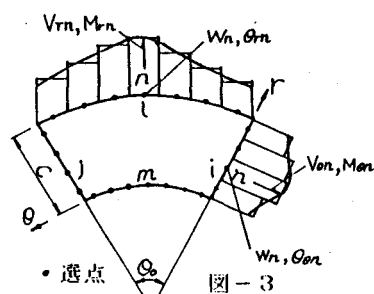


図-2

1)岡村, 石川, 古市：多格間平板構造の立体解析におけるリラクセーション法の応用、年次大会、1986, 2)岡村, 石川：多径間曲線平板構造の一解法、土木学会論文集、No.374、1986, 3)岡村, 石川, 竹内：面内力を受ける大形直交異方性扇形板要素の剛性マトリックスの作成について、年次大会、1986

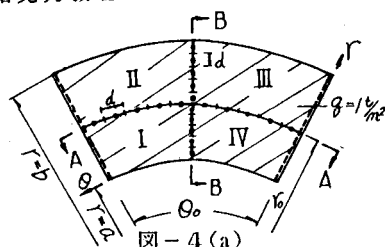
Takashi KUMON, Hirokazu OKAMURA, Kazumi ISHIKAWA

示すような辺長 ($2rc\theta_0$, c) の扇形板の中央に線荷重と線モーメントを作用させたモデル I, II と、辺長 ($rc\theta_0$, c) の扇形板の自由辺上に線荷重と線モーメントを作用させたモデル III, IV を重ね合わせ、選点法によって作成する。材端力の分布は節線上で分割された小区間の選点における平均量の重ね合わせによって近似され、それぞれの選点の材端変位と関係づけられる。



4. 計算例：ここでは、扇形板要素の剛性マトリックスの精度を検証するための基本的な例題を示す。図-4 (a) の解析モデルは、板幅 10m, 半径 (rc) 110m とした 4 パネル接続の曲線板に等分布荷重 ($1t/m^2$) を満載させたもので、節線上の小区間の分割は等 5 分割 ($d=10m/5$) とした。図-4 (b) には、A-A ならびに、B-B 断面での変位と断面力の分布を示し、モデルを単一板として計算した級数解と比較している。この結果より級数解との差は 1% 程度となっている。また、図-5 は、図-4 と同様のモデルに、部分等分布荷重 ($1t/m^2$) を偏心荷载させたもので、この場合も、単一板として計算した級数解と比較した結果、その誤差は 1% 程度に留まっている。

なお、本研究を行なうにあたって、当時の大阪工業大学卒研究生の中井学、用害新也、相見秀毅君の協力を得たことを記し、謝意を表する。



a	100 ^m
b	120 ^m
r	110 ^m
θ₀	0.2 ^{rad}
V	0.1667
H	1.0 ^m
E	2.1×10 ⁴ kg/cm²

* 木解 (x)
** 級数解 (—)

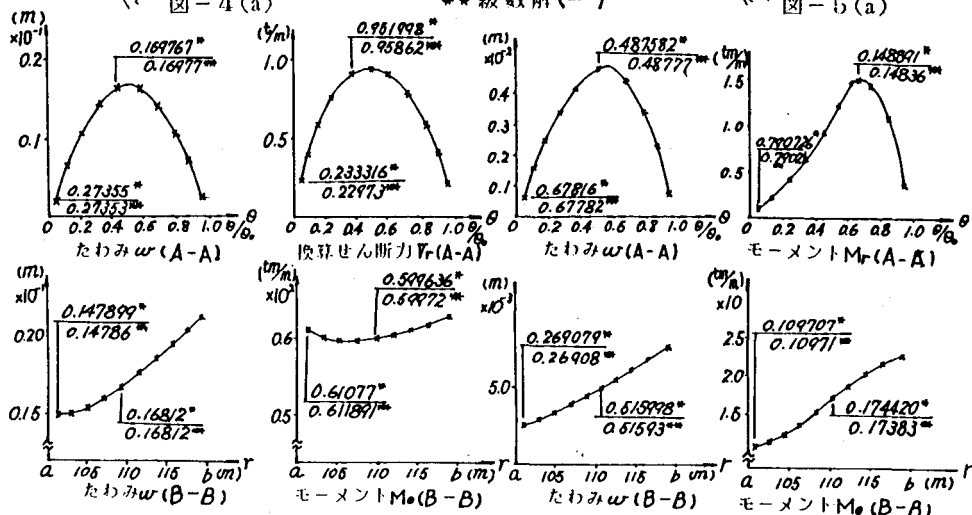
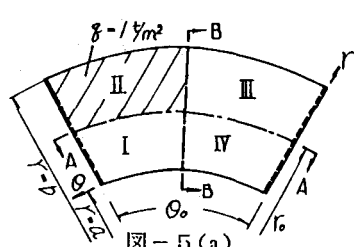


図-4 (b)

図-5 (b)