

円弧辺を有する大形任意四辺形板要素の剛性マトリックス

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: 著者らは、任意の支持条件を持つような多格間平板構造、あるいは薄肉箱構造の全体系と局所系を同時に解析する場合の離散化の手段として、大形の平板要素の剛性マトリックスを作成し、その接続に際してリラクセーション法に属する1種の分配法を併用する方法を提案した。これまでに、長方形平板要素³⁾、扇形平板要素¹⁾、円筒シェル要素²⁾、任意四辺形板要素⁴⁾の剛性マトリックスを作成し、多径間平板構造、薄肉箱構造の解析を行い良好な結果を得た。今回は、扇形平板要素と任意四辺形板要素を組み合わせ、円弧辺を有する大形任意四辺形板要素の剛性マトリックスを作成し、基本的な精度について検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 剛性マトリックスの作成: 本解析では、式(1)、(2)に示される、等方性矩形板、等方性扇形板の基礎方程式の解を級数解法によって与え、その解を基本解としている。

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = 0 \quad w: \text{たわみ} \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) = 0 \quad (2)$$

まず、節線*i, j, l, m*とした大形任意四辺形板要素の剛性マトリックスの作成は、すでに、文献4)で示したように図-1に示す外力の重ね合わせによって作成される。この剛性マトリックス作成の過程で節線を*i, j, l, m*とし、その節線*m*に自由の条件を与えた図-2に

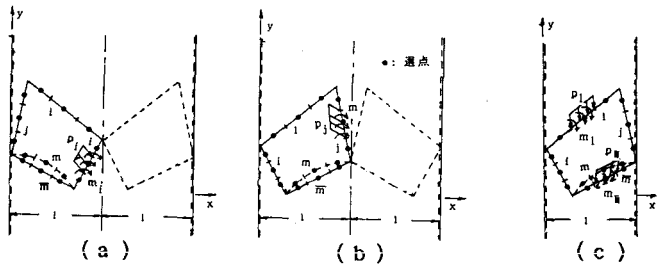


図-1

示す剛性マトリックスが作成できる。また、節線を*i, j, l, m*とした扇形板要素の剛性マトリックスの作成は、文献1)で示すように、図-3に示す外力の重ね合わせによって作成され、その過程の中で、節線を*i, j, l, m*とし、その節線*i, j, l*に自由の条件を与えた図-4に示す剛性マトリックスが作成される。そこで、図-2および図-4に示す2つの剛性マトリックスを重ね合わせることによって、図-5に示すような一辺に円弧辺を有する大形任意四辺形板要素の剛性マトリックスが作成される。ここで示される材端力、材端変位は、任意方向の断面に対するもので、図-2、図-4に示す剛性マトリックスを作成する過程の中でそれぞれ座標変換を行って求められている。したがって、図-5に示される材端力の分布は節線上で分割された選点の材端変位と関係づけられている。

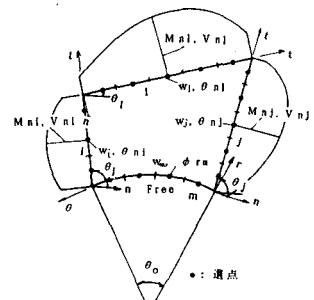


図-2

3. 計算例: ここでは円弧辺を有する任意四辺形板要素の剛性マトリックスの精度を検討するための基本的な例題を示す。図-6の解析モデルは、2種類の円弧辺を有する任意四辺形板要素(①, ②, ③, ④)

- 1) 岡村, 石川: 曲げを受ける大形扇形板要素の剛性マトリックスの作成, 年次大会, 1987年
- 2) 岡村, 石川, 林: 大形薄肉円筒シェル要素の剛性マトリックスの作成, 年次大会, 1989年
- 3) 岡村, 石川, 古市: 多径間平板構造の一般法, 土木学会論文集 第416号/1-13, 1990年4月
- 4) 岡村, 石川, 河田, 赤松: 曲げを受ける大形任意四辺形板要素の剛性マトリックスの作成, 年次大会, 1990年

Hirokazu OKAMURA, Kazumi ISHIKAWA

を直接剛性法を用いて接続した扇形板に全面等分布荷重(q)を満載させたもので、節線上の小区間の分割は等3分割、等5分割、等7分割とした。図-7、A-A断面、B-B断面における各選点の変位と曲げモーメントの値を示し、モデルを単一扇形板として計算した級数解法と比較している。計算結果より、

等5, 7分割で、級数解との差異は0.5%以内となっている。

なお、本研究を行うにあたって、当時の大阪工業大学卒研究生 鎌谷太郎君、北島孝哉君、岸本安弘君、新藤一美君の協力を得たことを記し、謝意を表する。

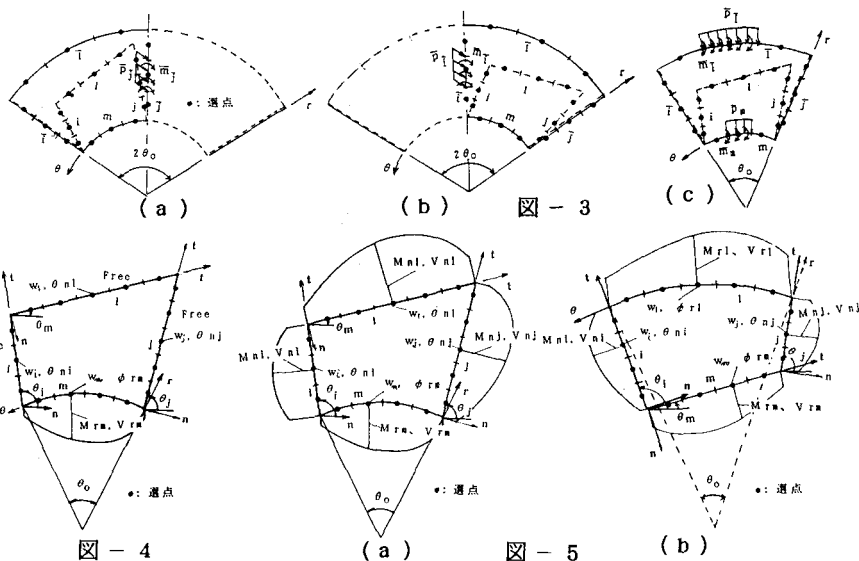


図 - 4

(a)

図 - 5

(b)

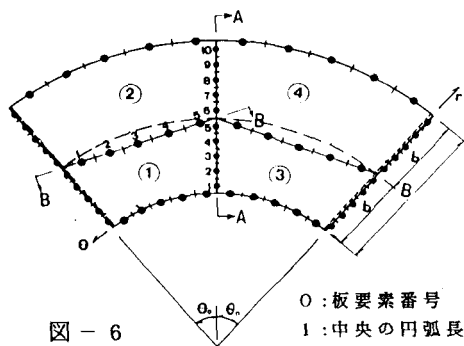
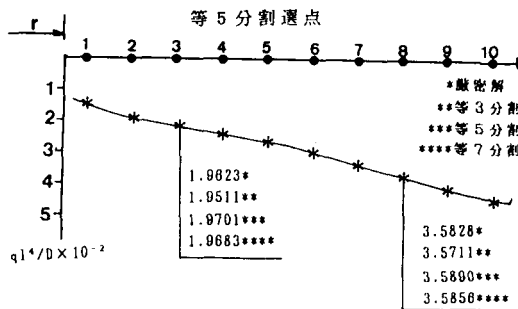
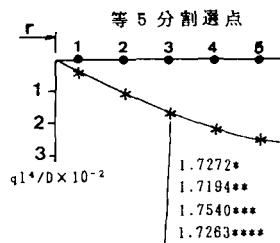


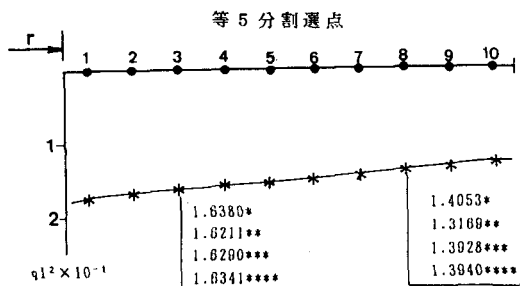
図 - 6



たわみ w の分布 (A-A 断面)



たわみ w の分布 (B-B 断面)



曲げモーメント M_n の分布 (A-A 断面)

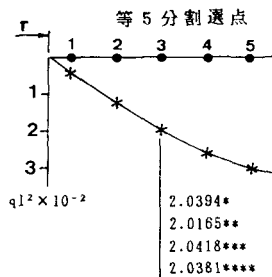


図 - 7

曲げモーメント M_n の分布 (B-B 断面)