

I-95

曲げを受ける1つの円弧辺を有する大形任意多角形板要素の剛性方程式

日本構研情報(株)	正員 佐藤 知明
大阪工業大学	正員 岡村 宏一
RADコンストラクション	正員 石川 一美
大阪工業大学大学院	学生員 山登 博史

1. まえがき: 著者らは、薄肉箱構造の全体系と局所系が同時に捕らえられる精密な立体解析を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、扇形平板要素¹⁾、円筒シェル要素、円弧辺を有する任意四辺形板要素²⁾、任意多角形板要素³⁾の剛性マトリックスを作成し、多格間平板構造、薄肉箱構造の立体解析を行い良好な結果を得た。今回は、文献1)で示される扇形平板要素と文献3)で示される任意多角形板要素を組み合わせ、円弧辺を有する大形任意多角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。

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

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

まず、節線(1, 2, ..., i, ..., N)とした大形任意多角形板要素の剛性マトリックスの作成は、すでに、文献3)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(1, 2, ..., i, ..., m, ..., N)とし、その節線m(円弧辺)

に自由の条件を与えた図-2に示す剛性マトリックスが作成できる。また節線を(1, 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(1, 2, ..., i, ..., m, ..., N)とし、そ

の節線(1, 2, ..., i, ..., N)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及び図-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1辺に円弧辺を有

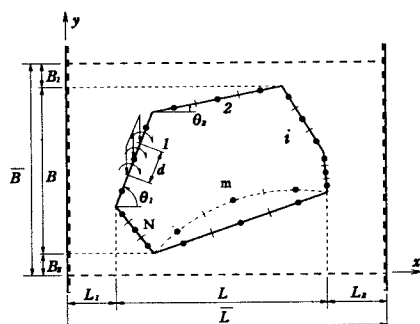


図-1 ●: 選点

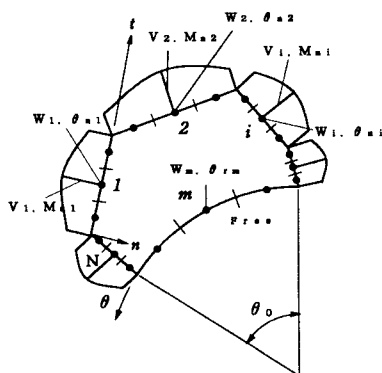


図-2

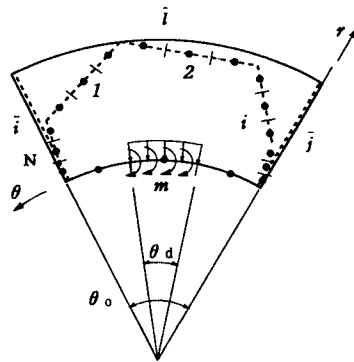


図-3

する大形任意多角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。従って図-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。

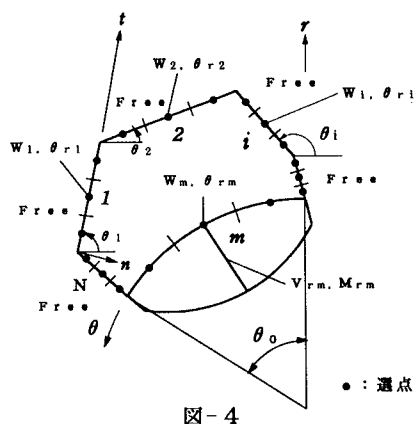


図-4

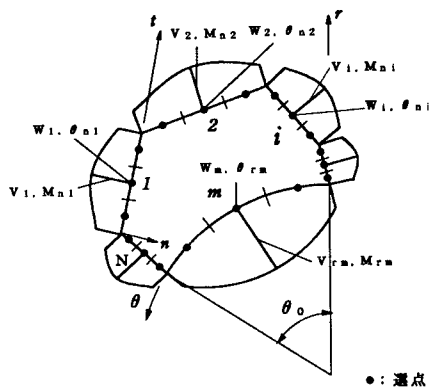


図-5

3. 計算例：ここでは円弧辺を有する任意多角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、円弧辺を有する任意多角形板要素(①, ②, ③, ④)を直接剛性法を用いて接続した4辺単純支持の有孔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5分割とした。図-7は、有孔板の半径(R)を変化させた時の円周上のたわみ(w)を文献4)で示される別解法の値と比較したものである。計算結果より比較的良好一致が見られる。

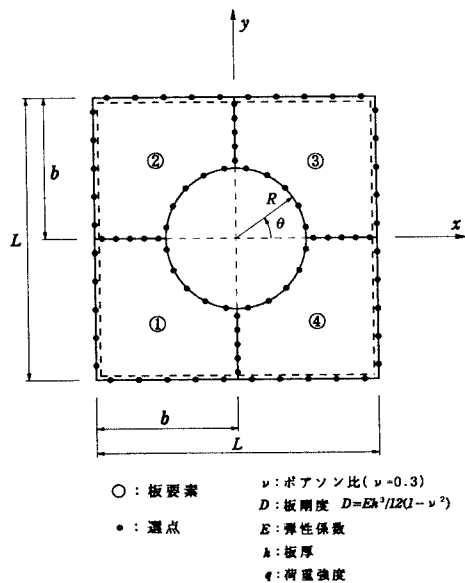


図-6

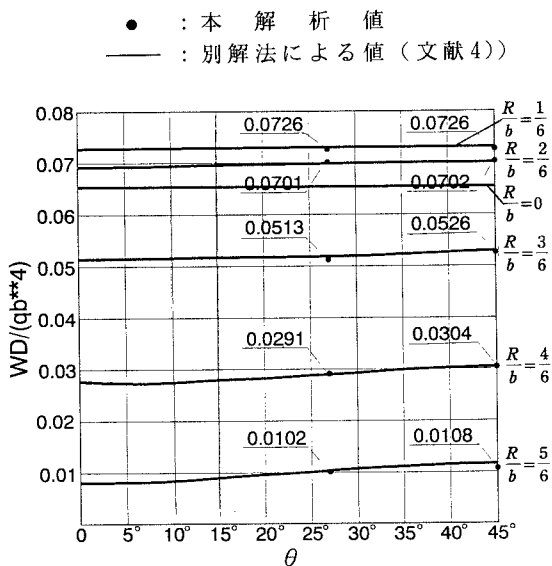


図-7

【参考文献】

- 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: 1つの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, 年次大会, 1992年
- 3) 岡村, 石川, 佐藤: 曲げを受ける任意多角形大形板要素の剛性方程式, 年次大会, 1994年
- 4) Lo, C.C. and Leissa, A.W.: Bending of Plates With Circular Holes, Acta Mech., Vol. 4, No. 1, 1967