

解析のための四角形要素自動発生アルゴリズム

5Q-10

小堀研一,小野修一郎,西岡郁夫
シャープ(株)コンピュータシステム研究所

1 はじめに

筆者らは、歪みの少ない四角形要素を発生するアルゴリズムを開発したので、その手法について報告する。これは、直線,円弧,楕円,自由曲線(以下エンティティという)などで構成された平面上にある閉じた領域を分割するもので、四辺で囲まれた領域を要素分割する際、互いに向かい合った辺上の分割数に制約をもたない、自動メッシュ生成を可能にするものである。

2 要素の自動発生

基本的には、最初に境界上に節点を発生し、それを利用して境界に沿って要素を生成するベルト領域法¹⁾²⁾を応用している。さらに、要素の発生後ラプラシアンスムージング³⁾をおこなう。

2.1 境界上の節点発生

各エンティティ上に発生する節点はユーザが指定した間隔で設定する。ただし、境界上の節点の合計が奇数になると、三角形ができる可能性があるので、節点を一つ増減させて偶数個にする。生成された節点を用いて形状を多角形で表現する。

2.2 要素の発生

要素の発生は次に示す二つの処理(1),(2)から成る。

(1)四角形要素を構成すべく四つの節点のなかで、境界上から隣り合った三節点を選ぶ。その三節点の中央の節点Cに対して隣接する節点を左右それぞれL,Rとする。さらにLの左側をLL,Rの右側をRRとする。要素を発生するために $\angle LCR$ の大きさによって次の三つの場合(i)(ii)(iii)に分けて処理を行い、要素の構成や変更が行われた時、境界は順次変更され、(i)(ii)(iii)の処理は境界が無くなるか、または要素が構成されなくなるまで繰り返し実行される。

(i) $\angle LCR$ が 0° に近い場合

図1aに示すように、LとRを一つにして境界をLL-L-C-R-RRからLL-R-RRに変更する。

(ii) $\angle LCR$ が 180° に近い場合

$CO=(CL+CR)/2$ かつ $\angle LCO=\angle OCR$ となるような節点Oを発生する。その時、境界はL-C-RからL-C-O-C-Rに変更される。さらにL-C-OまたはO-C-Rに着目して、節点O'を発生させ、要素LCOO'あるいは要素CRO'Oを構成することを試みる。もし、どちらかに要素ができれば境界をL-C-O-C-RからL-O'-O-C-RまたはL-C-O-O'-Rにそれぞれ変更する。(図1b)要素ができなければ、節点Oを消去し境界を元のL-C-Rにもどし、節点の位置Cを $BC'=BC/2$ となるような位置にずらして要素の構成を試みる。

An algorithm for the automatically generating quadrilateral elements

Ken'ichi Kobori, Shuichirou Ono, Ikuo Nishioka

SHARP CORPORATION

(iii) その他。ただし、 $\angle LCR > 180^\circ$ の時を含まない。

$\angle LOR = \pi/2$ かつ $LO:OR = CR:LC$ となるような節点 O を発生する。その節点 O を使って、要素 $LCRO$ を構成する。(図1c) 要素ができれば境界を $L \cdot C \cdot R$ から $L \cdot O \cdot R$ に変更する。

(2)上記のプロセス(i)(ii)(iii)において、節点 O が内部に発生されなかった場合、 $LL \cdot L \cdot C \cdot R$ または $L \cdot C \cdot R \cdot RR$ で構成される四角形が凸であればそれを要素とする。その時、境界は $LL \cdot L \cdot C \cdot R$ から $LL \cdot R$ もしくは $L \cdot C \cdot R \cdot RR$ から $L \cdot RR$ へ変更される(図1d)。

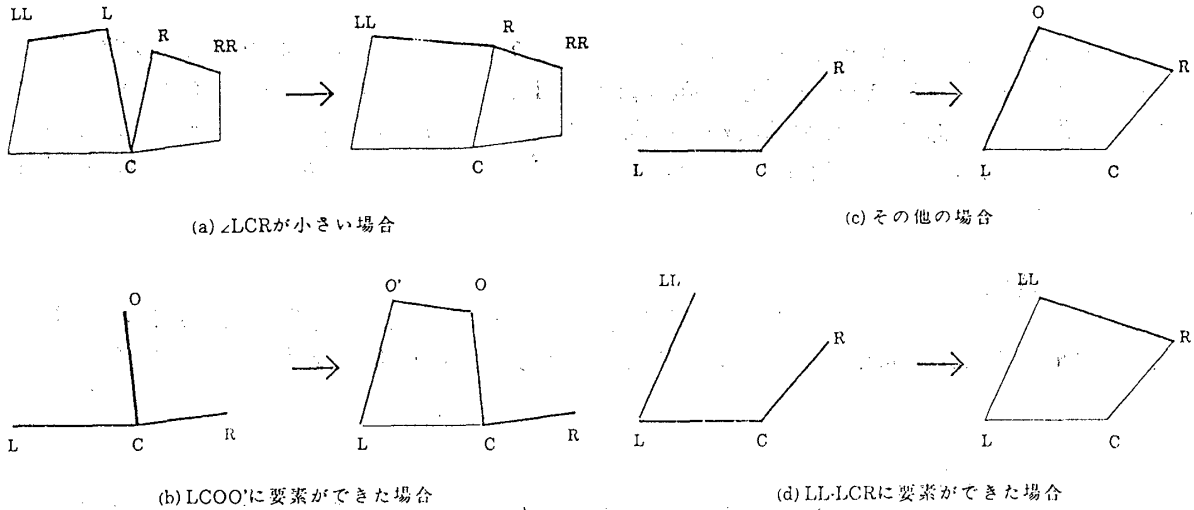


図1 要素の構成

3 おわりに

互いに向かい合った辺上の節点の個数が異なっている場合、従来三角形要素を用いて調節していたが、本アルゴリズムを利用することにより全ての要素を四角形にすることが容易にできるようになった。(図2) より完全な要素生成を実現するために形状の領域分割をする必要があると考える。

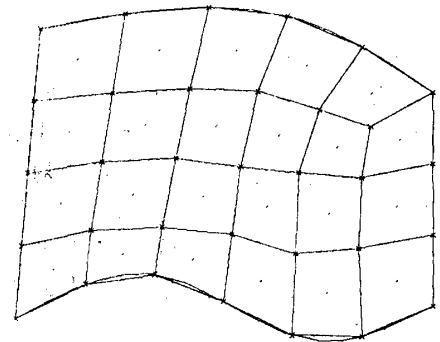


図2 メッシュ発生例

参考文献

[1]E.A.Sadek :“A SCHEME FOR THE AUTOMATIC GENERATION OF TRIANGULAR FINITE ELEMENTS”,Int. J. num. Meth. Engng, 15, pp1813-1822, (1980).
 [2]横山 :“有限要素解析のための自動要素分割技法”,精密機械, 48, 12, pp1664-1671, (1982).
 [3]A.Denayer :“AUTOMATIC GENERATION OF FINITE ELEMENT MESHES”,Comp. Struct.,9,pp359-364, (1978).