

任意2次元領域の四辺形分割

岡山大学大学院 学生員 O 福岡康文
岡山大学工学部 正 員 谷口健男

1. まえがき 有限要素解析を行う場合、対象とする系の形状が大型化、複雑化してくると、その前処理として要素分割が重要となってくる。本研究では、分割された要素の形状、要素数、計算時間などを考慮し、任意2次元領域に対するデラウニー三角分割法を基に四辺形分割法と、その前の作業である領域内部への節点配置法を提案する。

2. 要素分割法 デラウニー法を基本とした、次のような四辺形要素分割を提案する。

(1). 境界の生成とその内部のブロック分割 入力データにおいて任意2次元領域に対するデラウニー三角分割をおこなう。(図1(a))

(2). 領域内部の節点配置 領域内部に格子状に節点を配置する。

(3). デラウニー三角分割 発生した節点についてデラウニー三角分割を行う。デラウニー三角分割には、分布された節点集合について、より正三角形に近い三角形を生成しようとする特徴がある。つまり、(2)で格子状に点配置を行っているので、この段階で存在している三角形は等辺が単位長さの直角三角形と任意形状の三角形である。但し、ここでは(1)で形成した境界を壊さないという条件のもとで行う。(図1(b))

(4). 不用三角形の消去 ここでは任意2次元領域を扱っているため、(3)の作業の後、領域外部(内部領域が存在する場合は、内部領域の内部もこれに含める)に不用な三角形が残っている。ここでは、その不用な三角形を除去する。

(5). 領域内部発生点について四辺形生成 (3)で発生した直角二等辺三角形について、隣接する2つの直角三角形で1つの正方形にできるものを探し、1つの正方形要素に作り直す。(図1(c))

(6). 中点・重心の発生 この段階で存在する要素は、(5)で生成された正方形要素と三角形要素である。三角形要素には3つの中点と1つの重心、四辺形要素については4つの中点と1つの重心を新しい節点として発生させる。但し、ここでいう中点とは三角形要素及び四辺形要素の各辺の中点のことであり、重心とは3中点又は4中点の重心の点である。

(7). 四辺形要素の作成 (6)で新しく発生させた中点、重心と元からの節点を使い三角形要素については3つの四辺形要素に、四辺形要素については4つの四辺形要素に分割する。(図1(d))

(8). ラブラシアン法による節点の移動 非常に偏平した四辺形要素が存在する場合、内部発生点を移動し全体的に修正された要素集合とする。(図1(e))

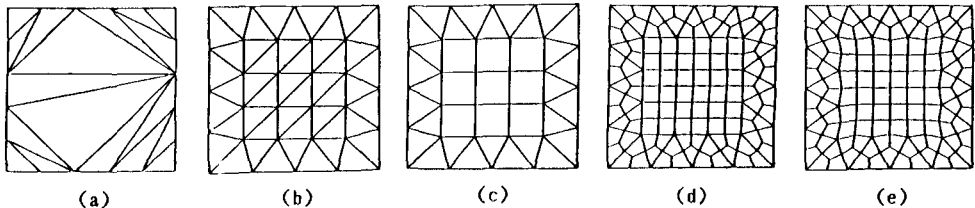


図 1 正方形領域の四辺形分割

3. 適用例および考察 上で示した四辺形分割法を、内部境界を有する任意領域と琵琶湖に適用する(図2、図3)。この四辺形要素の形状は、格子間隔や境界からの節点との距離、つまり領域内部の節点配置によって大きく変化する。境界の近傍点を発生させると、棒要素や点要素といった不適当な要素分割をしてし

まう。今、4つの節点配置法を考える。

(I)格子の上に領域をのせて、領域内部に位置する格子点を発生させる。

(II)領域を形成している各線文とX軸に平行な直線から交点を求め、交点間に内部点を発生させる。

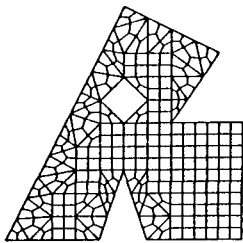
(III)(II)の方法をX,Y両軸について行い、共通点を発生させる。

(IV)対話型処理。(III)の方法の後、ディスプレイに表示し近傍点を消去する。

これらには次のような問題点がある。(I)点発生に時間がかかる。(II)近傍点を発生する危険性がある。

(III)可能性は減るが、近傍点を発生する。(IV)非常に時間がかかる。このような問題点と境界形状、節点数を考慮して使い分けるのが好ましい。

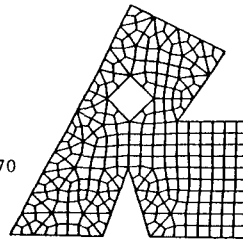
4.あとがき ここで提案した四辺形要素分割法は、中心部に発生する四辺形要素の大きさが一様であるため、境界上の節点配置により要素数、要素形状が変化する。そのため、境界上の節点が少なく配置が均等であるときは有効であるが、節点が多いときは無意味に要素を増やしたり、配置が不均等であるときは偏平した四辺形要素をつくってしまうなど、任意2次元領域すべてに適しているとは言い難い。今後、あらゆる任意領域に対応できる形状のより良い四辺形分割法が望まれる。



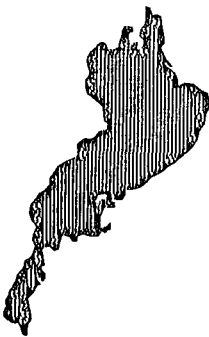
number of nodes 314

number of elements 270

図2 内部境界を有する任意形状領域の四辺形分割例



ラプラシアン適用例



number of nodes 2118

number of elements 1932

図3 琵琶湖の四辺形分割例



ラプラシアン適用例

《参考文献》

- 1).川井忠彦 監訳, "応用有限要素解析", 丸善
- 2).S.W.SALON, "A fast algorithm for computing Delaunay triangulations in the plan", Advances in Engineering Software, Vol.9, No1, pp.34-55, 1987
- 3).谷口健男、太田親, "直線辺で構成される任意2次元領域へのデラウニー三角分割の適用", 土木学会論文集(投稿中)
- 4).Haber, R, etc, "A general two-dimensional graphical finite element preprocessor utilizing discrete trans-finite mapping", Int. J. Num. Meth. Eng, Vol17, pp.1015-1044, 1981