

二分除法による要素生成法の実用化と応用例

熊本工業大学 正 員 結城皓曠

熊本工業大学 学生員 ◇ 西山隆也

1. はじめに

有限要素法解析を行うに際して、自動分割による要素生成のプログラムは不可欠の道具である。自動分割の方法についてこれまで多くの研究があり、種々な手法が提案されてきた。二分除法¹⁾はその原理が簡潔でプログラム化が容易であることに加え、解析しようとする領域の周辺境界線の点列を与えるだけで領域内部が自動的に分割できる、という特長がある。本報では、二分除法の実用性を高めるために実施した研究成果、および非構造分野への適用例について報告する。

二分除法の原理は次のとおりである。

- ・ 閉領域を二つの領域に分割する
- ・ 分割された二つの領域をそれぞれ、さらに二つの領域に分割する
- ・ この操作を再帰的にくり返し、これ以上分割できなくなるまで繰り返す

この原理はプログラムのには再帰呼び出しの機能を適用すれば、比較的簡単なプログラムで実現できる。

しかしながらこの方法を実用化するためにはいくつかの問題点を解決しなければならない。その第1は領域の周辺境界データを簡単生成したり、内部に孔があるときも分割できること、第2は自動生成した要素の形状をさらに修正・改良できること、である。この問題解決のために自動分割の前後に処理プログラムを作成した。

2. 前処理プログラム

主な機能は次のとおりである。

- ・ 領域境界上のすべてのノードを与える必要はない
- ・ キーノードとそれらを結ぶ線を定義する
- ・ 境界線は直線のほか円弧を与えることができる
- ・ キーノードに要素サイズを与えると境界線を自動分割してノードを発生する
- ・ 領域内にホールを定義すると、周辺境界線とホールを結んだ新しい閉領域が自動的に生成する
- ・ ホールは多角形のほか円形ホールが定義可能
- ・ 一平面に限らず、複数の平面板で構成される立体板構造も可能
- ・ 非平面の形状も可能

このような機能を持った前処理プログラムによって閉領域境界線上のノード列のデータが作成され、このデータから二分除法によって領域内が三辺形要素に分割される。

3. 後処理プログラム

主に次の二つの機能を持っている。

- ・ 要素形状の定量的評価

三辺形要素の形状は、正3角形に近いほど解析精度が高く、偏平になるほど精度が低下するといわれている。そこで生成された要素の縦と横（高さ）の比を求め5段階で表示することにした。そして評価結果を図形表示させる。

- ・ 要素形状の改良

二分除法で生成された要素の形状は、必ずしも良好な三辺形とは限らない。そこで、スムージング

の方法でノードを移動させ形状を改良する。すなわち、領域内部に生成された任意のノードについて、その周りに直接結合している全ノードの中心（座標値の平均値）に移動させる。この操作を生成された全ノードについて行うことで偏平な3辺形の形状が改良される。

4. 適用例

・構造解析の例

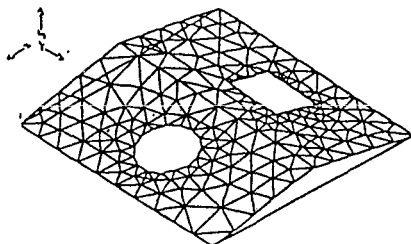


図 1 - a

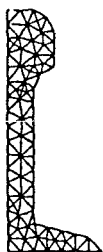


図 1 - b

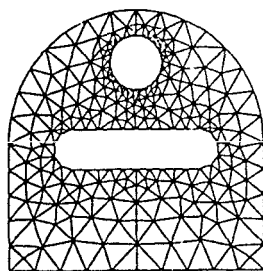


図 1 - c

・要素形状の改良

判定値	改良前	改良後
5	2	3
4	36	118
3	203	276
2	399	279
1	74	38
個数	714	714

表 1

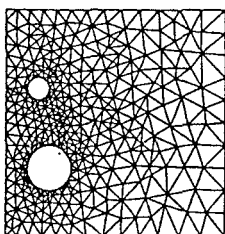


図 2 - a

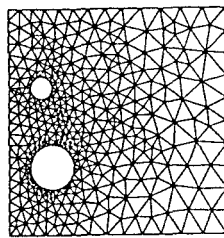


図 2 - b

・立体地形図への適用

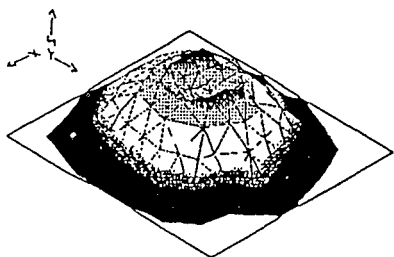


図 3 - a



図 3 - b

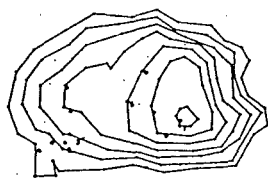


図 3 - c

5. まとめ

単純な原理でプログラム化できる2分割法によって、多様な形状の領域内部を自動分割する方法を提案した。この方法を有限要素法解析や地形図表示に利用するために、いくつかのアイデアをプログラム化し実用化することができた。

参考文献

- 1) 結城：再帰的二分割法による要素自動生成 土木学会第46回学術講演会講演概要集 1991年
- 2) 結城ほか：RC-98計算固体力学の高度化とその応用に関する研究分科会研究成果報告書（第4章） 日本機械学会 1992年