

I - 218

凸3次元体の六面体分割

岡山大学大学院
岡山大学大学院
岡山大学環境理工学部
ハノーバー大学

学生員 ○ 郷田智章
学生員 片桐弘樹
正員 谷口健男
H.Kasper

1. まえがき

電子計算機の発達により有限要素法を用いた3次元解析が多く行われるようになった。この解析に要求される解析モデルは四面体に分割されたものよりも、六面体に分割されたもののほうが望ましいといわれる。本研究では、凸3次元体領域を3種類の集合（四面体、三角柱、六面体）に分割し、さらにすべてを六面体要素に細分割するという方法を4種類提案する。このうち、3種類では細分割された六面体要素は境界近傍付近では1組の平行面を持っているので、地下水の流れ解析などに有利であると思われる。

2. 核部（コア）の利用について

本研究で提案する方法の特徴は、対象領域の重心位置にその領域を縮小した核部（コア）を置き、領域をコア部と、外皮部にまず分ける点にある（図1）。このコアの表面の三角分割を用いて、対象領域を前述した3種類の集合に分割する。その後、3種類の領域の重心や各辺の中点などに新節点を発生させると、四面体部は4個、三角柱部は6個、六面体ブロック部は2個というように、すべてを六面体要素に細分割することができる（図2）。

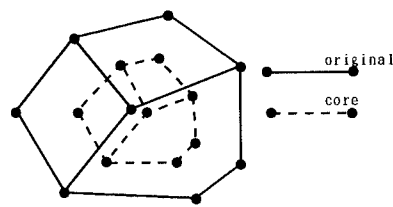


図1 コアの作成

3. 六面体分割⁽¹⁾

ここでは、本研究で提案する4種類の六面体要素分割の手順の概略を述べる。分かりやすくするために、これらの方法をそれぞれHEXGEN-1、HEXGEN-2、HEXGEN-3、HEXGEN-4と呼ぶことにする。なお、どの方法もDelaunay Triangulation⁽²⁾にもとづいている。

(1) 第1の方法・HEXGEN-1

この方法はまず、Delaunay Triangulationを用いて対象領域を四面体に分割する。そして、任意の四面体要素を取り出し重心位置にコアを作成した後、新たに節点を発生させて、六面体要素に細分割する。この手順により、1個の四面体要素が32個の六面体要素に細分割される。

(2) 第2の方法・HEXGEN-2

第2の方法は、対象とされる任意の凸3次元体領域をそのまま縮小して、対象領域と同じ形状のコアを作成するものである。

領域は外皮部と核部（コア）に分けられ、外皮部は三角柱で、核部はDelaunay Triangulationの適用により四面体に分割され、その後六面体要素に細分割される。扱う領域が常に四面体でなく任意の形状であるため、あらかじめ領域を構成する面の数と各面の形を調べる必要がある。外皮部を三角柱の集合に分割する際、領

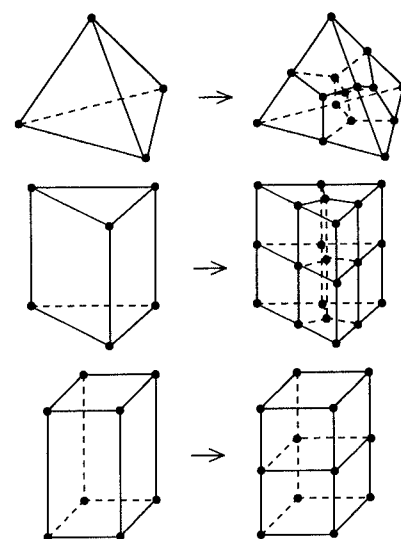


図2 六面体要素への細分割

域表面と対応するコアの表面とをつないで得られる多角柱を利用すると容易に分割することができる。

（３）第３の方法・・HEXGEN-3

この方法は、比較的HEXGEN-1と似た考えで、まずDelaunay Triangulationを用いて対象領域を四面体に分割する。そして、それぞれの四面体要素の重心位置にコアを置いた後、表面三角形とコアの表面三角形をつなぎ、三角柱を作成する。この結果、コア部は四面体、外皮部は三角柱に分割され、1個の四面体要素が28個の六面体要素に細分割される。

（４）第４の方法・・HEXGEN-4

これは、今回提案する４つの方法の中で最も粗い分割法で、Delaunay Triangulationの適用後、コアを作成せず任意の四面体要素を4個の六面体要素に細分割するものである。これは、図2の四面体部と同じ分割の仕方である。

以上のことをふまえて行われた任意の対象領域の六面体分割の結果を以下に示す。この図は、2枚の破断面の入ったもので、4つの部分領域に分かれている。隠線処理を行うと、HEXGEN-3とHEXGEN-4は全く同じ図になっている。図3(a)がHEXGEN-1による結果、図3(b)がHEXGEN-2による結果、そして図3(c)がHEXGEN-3とHEXGEN-4による結果である。

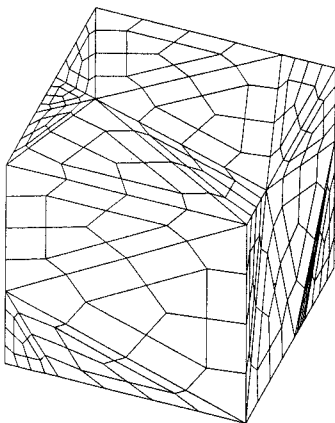


図3(a) HEXGEN-1

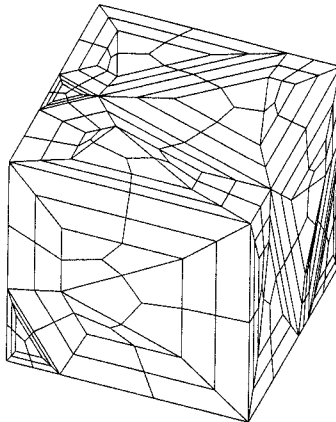


図3(b) HEXGEN-2

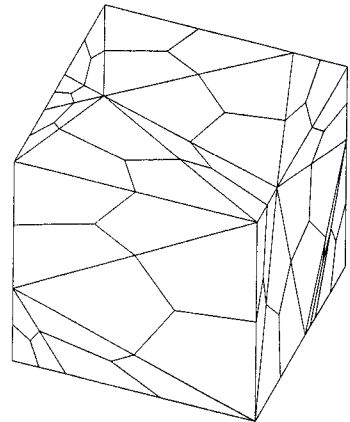


図3(c) HEXGEN-3
HEXGEN-4

4. あとがき

ここで提案した方法によって、対象領域はすべて六面体要素で細分割され、その中には1組の平行面を持った六面体要素が含まれている。1つの対象部分領域は、HEXGEN-1、HEXGEN-2においては、かなり細かい六面体要素に細分割されており、要素形状もかなり良好であると思われる。現段階では、HEXGEN-1、HEXGEN-2については、まだ実際に解析を行っていないので、今後、HEXGEN-3、HEXGEN-4との解析結果の比較、検討が必要となるだろう。

（参考文献）

- 1) Taniguchi et al., A Strategy for Generating Hexahedral Meshes in Arbitrary Domain Consisting of a Set of Convex Subdomains, 6th Int. Conf. on Computing in civil and Building Eng., July 1995
- 2) 谷口健男、太田親：三次元凸体の四面体有限要素自動分割、土木学会論文集、No. 432/I-16、1991. 7、pp. 137-144