

I-A 134

任意3次元領域に対する新しい六面体分割

○岡山大学大学院

学生員 郷田智章

石川島播磨重工業(株)

片桐弘樹

岡山大学環境理工学部

正員 谷口健男

1. はじめに

近年における電子計算機の急速な発達により、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。この数値解析に要求される解析モデルは一般に形状のよい六面体要素が望ましい。そこで本研究ではこの3次元FEM解析のための全く新しい自動六面体要素分割法を提案する。これは、3次元領域を、まず部分領域に分割して、その後各部分領域を六面体有限要素に分割していくという手法をとるものである。なお、この手法をBDM(Block Degeneration Method)と呼ぶことにする。

2. 領域分割

BDMによる要素分割において、まず領域分割の方法を示す。本方法は最終的に3次元領域を六面体要素に分割することを目的とするため、用いる部分領域の形状を図1のような六面体、三角柱、四面体の集合に限定する。

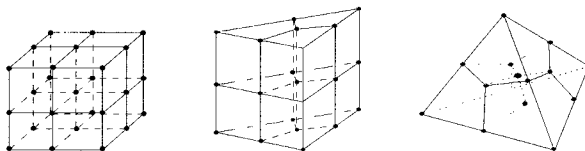


図1 六面体分割可能な形状

まず基本的なBDMの考え方を示す(図2参照)。なお、図2では対象領域を球として表している。まず、(a)のように経線、緯線を計6点で交差するように設定し、これらに幅を持たせ(b)のようにする。次に領域内部に六面体形状の核を設置する。この核の6面と図3で示すAの部分と結んで六面体部分系を6個作る。同様に、核の12本の稜線と図3のBの部分、核の8個の頂点と図3のCの部分とそれぞれつないで三角柱部分系12個、四面体部分系8個を作る。こうすることで、対象領域は内核1個も含めて全部で27個の部分系に分割されることになる。ユーザーは、領域表面上の節点及び線分(稜線)と、内部に設定する内核の大きさ・位置及び帯の幅・位置を入力データとして用意する。

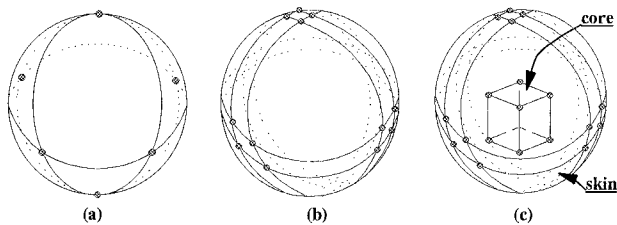


図2 基本的領域分割の考え方

3. 要素分割

前述の方法により対象領域を4種類の部分系に分割した後、図1の方法でさらに六面体要素に細分割する。この際、三角柱部分系の三角形面には2D-Delaunay Triangulation^{*1}、四面体部分系には3D-Delaunay Triangulation^{*2}

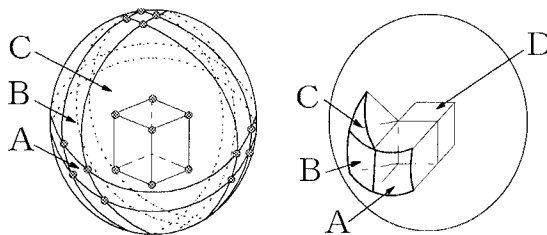


図3 領域表面と内核の接続

をそれぞれ適用し、要素分割を行う。内核や六面体部分系においては、できる限り良好な要素が得られ

るようにユーザー側が分割数を指定する。このようにして要素分割した結果を図4に示す。

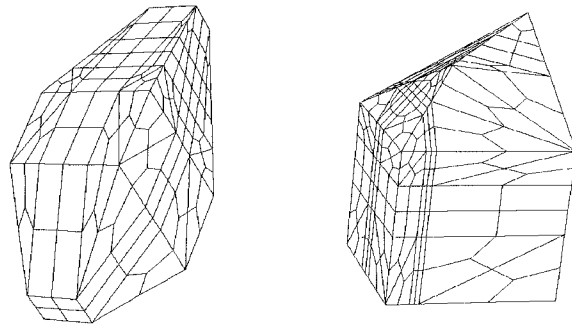


図4 BDMの適用例

4. BDMの展開

BDMの基本形を基にして、内核、六面体部分系、三角柱部分系、四面体部分系の組み合わせを変更することで、柔軟さを持たせ、任意の3次元領域に対して、全く異なった要素分割をすることが可能となる。ここでは、その中で2種類の方法を示す。

(1)核の変更

領域の中心に設置する核を六面体1個に制約せず、核形状を変更することによってその周囲に配置する部分領域を組み替えることができる。これにより、さらに良好な六面体要素分割が可能になると思われる。

(2)多層BDM

前述した27個の部分領域をまとめて内核として扱い、元の領域をさらに細かな部分領域へ分割し、より複雑な形状の領域へも対応させようとするものである。

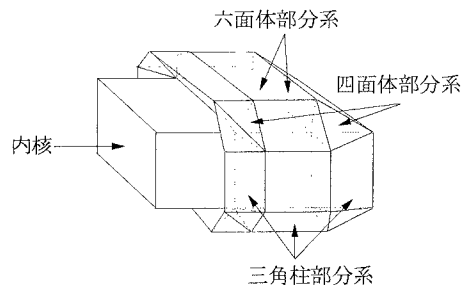


図5 核の変更

5. おわりに

BDMは対象領域を六面体、三角柱、四面体の集合に分けることですべてを六面体要素に分割することが可能である。その上、部分領域への分割方法を変更することで非常に多くの要素分割パターンを得ることができる。今後は、さらにこの柔軟性を追求し、拡張することによって、より多くのニーズに対応させることが必要となるだろう。

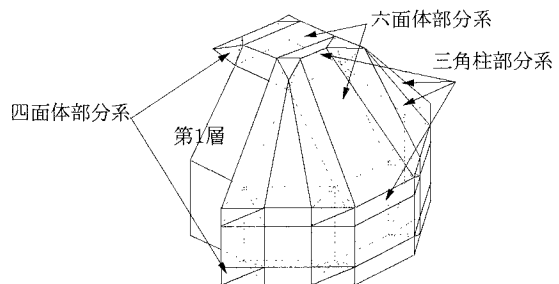


図6 多層BDM

[参考文献]

- *1 谷口健男, "FEMのための要素自動分割", 1992. 2
- *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No432/I-16 pp. 137-144, 1991. 7