

3S-3

3次元有限要素解析のための
会話形式による空間分割法

宮本賢一、 金田和文、 山下英生、 中前栄八郎
広島大学工学部

1. はじめに 3次元有限要素解析においては、解析対象空間を要素(ここでは四面体要素を取り扱う)に分割する必要がある。このデータ作成を人間が行う場合は、多大な労力と時間を要し、データミスも発生しやすい。したがって、できるだけ少ない人力データを与えて望ましい形状の要素分割を計算機に自動作成させることは、重要な問題である。この問題を解決するための一手法として、筆者らは、解析空間を幾つかの凸多角柱(ブロック)に粗分割したデータを与え、各ブロックごとに要素の分布の粗密を考慮して分割数を入力すると、四面体要素が自動作成される方法を、開発している。しかし、この手法の難点は、3次元空間をブロックに分割する際に、データ作成者が、頭の中に3次元空間を想像しながらブロックデータを作成しなければならない点である。本稿では、この作業におけるデータ作成ミスを軽減する目的で、マイクロコンピュータを用いて三面図、透視図を利用して、物体、ブロックの形状を視覚的に確認しながら会話形式によりブロック入力を行うシステムについて報告する。

2. 定義 XYZ直交座標系で与えられる3次元空間を考え、次の定義を与える。
(図1参照)

ブロック: 要素分布の粗密を与えやすくするために、空間を幾つかの多角柱群に分割する。この多角柱の上下面はx-y平面に平行な四辺形以上の多角形面とする。その側面はx-y平面に垂直な面から成る。これをブロックと定義する。

基本節点と形状変化点: ブロックを構成する基本節点として上下面にそれぞれ4節点を与え、その他の節点を形状変化点と定義する。上下面の基本節点、形状変化点は、それぞれ対をなしており、同じXY座標値を持つ。

接合点: ブロック側面上にある他ブロックの基本節点または形状変化点を、接合点と定義する。

ブロック辺: ブロック上面において基本節点間を結ぶ折れ線をブロック辺と定義する。ブロック辺は4個あり、ブロック上面は位相幾何学的に四辺形となる。この四辺形の隣接する2辺に、要素分割のための分割数を与える。なお、Z軸方向には、一つの分割数を与える。

副平面ブロックと平面ブロック: ブロックの上面が、他のブロックにより二つ以上の多角形面に分割されるとき、この一単位を副平面ブロックと定義する。また、副平面ブロックと副平面ブロックを持たないブロックの上面を合わせて、平面ブロックと呼ぶ。

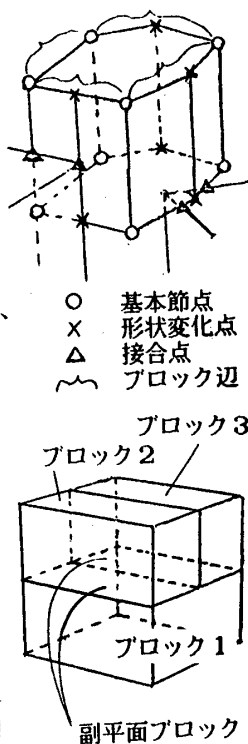


図1 定義

An Interactive Method of Space Division for 3-D
Finite Element Analysis
Kenichi MIYAMOTO, Kazufumi KANEDA, Hideo YAMASHITA,
and Eihachiro NAKAMAE
HIROSHIMA Univ.

3. 処理手順 以下に解析空間に存在する物体の三面図から、その空間をいくつかのブロックに分割するための処理手順を示す。(1) 解析空間を表す $x-y$ 平面図および $x-z$ 平面図をディジタイザで入力し、CRT上に表示する。(2) $x-y$ 平面図を用いて、ある一つのブロックの上面を構成する節点およびその $x-y$ 座標値を左回りに順にマウスで入力する。基本節点と形状変化点の区別をマウスのボタンにより入力する。(3) $x-z$ 平面図を用いて、そのブロックの上面と下面の z 座標値をマウスで入力する。(4) (2)、(3)で得た座標値からブロックを構成する節点が作成され、ブロックの上面および下面の節点並びが作成される。(5) CRT上に入力済みのブロックの透視図が表示され、接合点が自動的に求められる。(6) (2)~(5)を繰り返して、全空間をブロックに分割する。なお、このときブロックデータを変更する必要がある場合、その消去も可能である。(7) 各ブロックごとに副平面ブロックをマウスを使って入力する。(8) 各ブロックごとに下面に属する平面ブロックを入力する。(9) 各ブロックごとに要素分布の粗密を考慮して分割数を与える。(10) 分割プログラムにより四面体要素分割を行う。なお、(5)の透視図の表示において、指定したブロックを強調するために多色表示機能や回転表示、拡大表示機能も備えてある。これにより、入力データに誤りがないことを視覚的にチェックすることができる。

4. 適応例 柱状鉄心の周りにコイルを設けたモデル(図2参照)に、本手法を適用する。図2の $x-y$ 平面図、 $x-z$ 平面図からブロック分割した結果を図3に示す。これから四面体要素分割した結果を図4に示す。

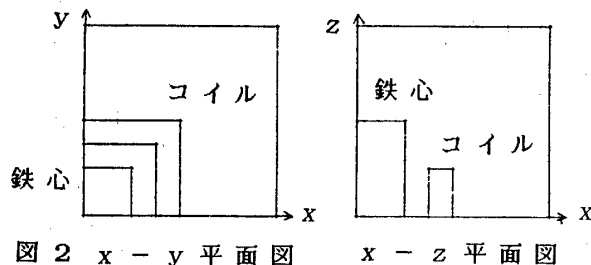


図2 $x-y$ 平面図 $x-z$ 平面図

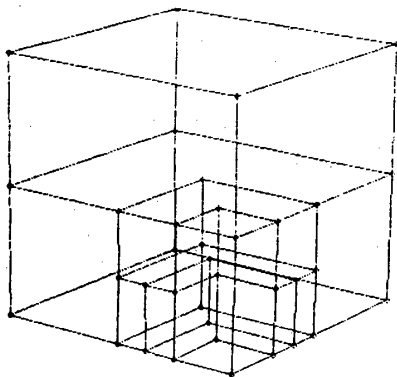


図3 ブロック分割図

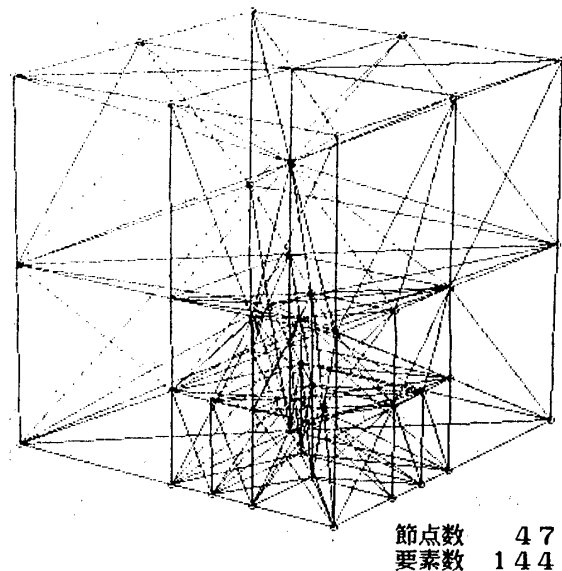


図4 四面体要素分割図

5. 結論 本手法の利点として次の点が挙げられる。(1) 節点番号を入力する必要がないので、ブロックを構成するために必要なデータを容易に作成できる。(2) 会話形式により、ブロックの形状を視覚的に確認しながら入力が行える。(3) 解析領域全体の要素分布の粗密を考慮できる。本手法の残された問題は、 $x-y$ 平面に平行でない上下面を持つブロックの作成を可能にすることである。