

(I-32) CAD情報を用いた三次元任意形状に対する自動要素分割手法の構築

中央大学 学員 ○富永 新一
中央大学大学院 学員 清水 仁
中央大学 正員 樫山 和男

1. はじめに

三次元任意形状に対する要素分割法として、物体形状を微小な立方体のセルで表現するボクセル¹⁾(VOXEL = Volume pixel)要素を用いた方法が近年注目されている。この方法はコンピュータのメモリーを多く使用するなどの問題点があるが、解析対象物の複雑化、大規模化に関係なく容易にかつ迅速にモデルを生成することができる。

本報告では、このボクセル要素に基づく自動要素分割法に着目して、CAD情報を用いて複雑対象領域に対して、正確かつ迅速にモデル化を行う方法について提案する。本手法の有効性を検討するために複雑地形上に存在する橋梁周りの要素分割に適用した。

2. システム概要

本システムの流れは図-1に示す通りである。

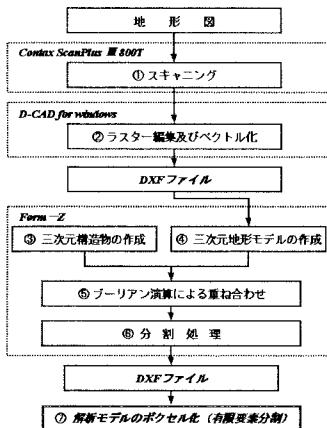


図-1: 処理フロー

2.1. 二次元地形モデルの作成

2.1.1. スキャンニング(フロー①部分)

地形データには、既存の地形図を用いる。対象となる地域の地形図をスキャナで読み取り、ラスター・イメージを獲得する。

2.1.2. ラスター編集及びベクトル化(フロー②部分)

本システムではラスター編集及びベクトル化ソフトとして、新日鐵社の「NSXPRES」上で稼働する「D-CAD for Windows」を使用している。スキャンニングにより得られたラスターデータに対して、D-CAD上の等高線追跡機能を利用し、等高線をベクトル化する(詳細は参考文献²⁾参考)。そして、ここでベクトル化されたデータをDXF³⁾

(Drawing Interchange Format)に書き出す。DXFは異なるCAD間の共通のフォーマットとして広く用いられており、ASCIIタイプのデータであるので、その内容から、点や線分等の情報を容易に獲得することができる。

2.2. 構造物を含む地形モデルの作成

2.2.1. 三次元構造物の作成(フロー③部分)

三次元モデルの作成においては米国 auto・des・sys社が開発した3D-CADである「form-Z」⁴⁾を使用した。本報告においては図-2のような簡単な橋梁モデルをモデラー機能により作成したが、地形モデルと同様に設計図をスキミング及びベクトル化し、それを「form-Z」に取り込み寸法通り三次元に立ち上げることも可能である。

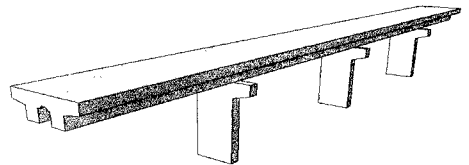


図-2: 橋梁モデル

2.2.2. 三次元地形モデルの作成(フロー④部分)

三次元地形モデルは、ベクトル化を行った二次元地形データを「form-Z」に取り込み、「地形図作成」機能を用いて作成する。

2.2.3. 地形と構造物の重ね合わせ(フロー⑤部分)

「form-Z」上で作成した地形モデルと橋梁モデルを統合することで構造物を含む三次元地形モデルを作成する(図-3)。この作成には「form-Z」上でお互いの三次元オブジェクトを自由に足し引きしできる「ブーリアン演算」機能を用いる。

次に地形・構造物周りの流れ解析用のメッシュを作成するために、「ブーリアン演算」機能を用いて大気空間のモデルを作成する。

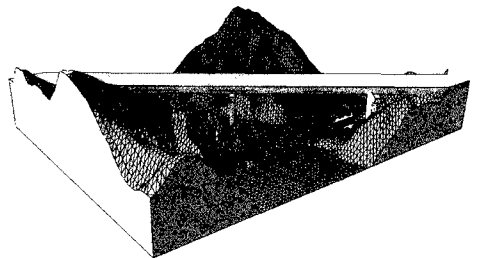


図-3: 構造物を含んだ地形モデル

2.3. 二次元ピクセル要素の作成(フロー⑥部分)

作成した大気空間の三次元解析モデルに対し「form-Z」

KeyWords: 自動要素分割, FEM, CAD
〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27
Tel: 03(3817)1815, Fax: 03(3817)1803

上の「分割処理」を用いることで、二次元のスライス面を作成する(図-4)。この平面には各位置における解析モデルの断面形状が表示され、これにより三次元モデルのデータは複数の二次元スライス面に変換されたことになる。また、ここで定めるスライス幅はボクセルの一辺の長さとなるため、解析モデルとボクセルの最小メッシュ幅を考慮して決定する必要がある。

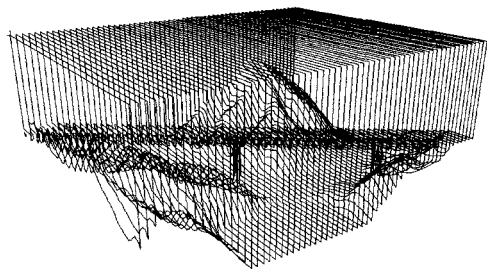


図-4：分割処理後の地形モデルデータ

そして、分割処理後のデータをDXFファイルに変換し、さらに、各スライス面における断面形状データを抽出する。各平面の形状データの抽出後、分割処理を行った分割幅でそれらの平面において格子を生成する。そして、断面形状内に含まれる格子を抽出⁵⁾(図-5)することで二次元のピクセル要素を生成する。

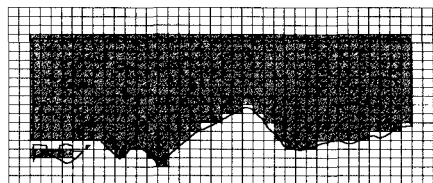


図-5：スライス面での格子の抽出

格子の抽出には領域外部に任意のO点(Observation Point)を設け、O点と領域の節点を結び三角形を生成する。そして、各格子において重心点Gを算出し、そのG点を含む三角形を抽出する(図-6)。

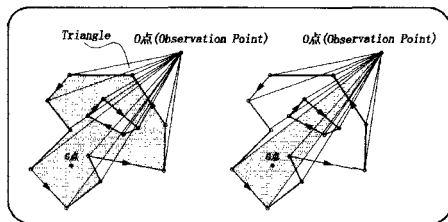


図-6：O点の設定とG点を含む三角形の抽出

そして、その三角形における節点番号が右回りふられている場合は+1.0、線分上にあるものには+0.5、逆に三角形の節点番号が左回りにふられているものに含まれる場合は-1.0、線分上にあるものには-0.5を与えるといった加算規則(図-7)を用いる。その加算規則による和が0の場合は領域外、0以外の場合は領域内という判定法を用い

ることで、G点の存在領域が決定する。メッシュを生成させたい領域に存在するG点、つまり、G点を含む格子を抽出することで二次元ピクセル要素の生成が可能となる。

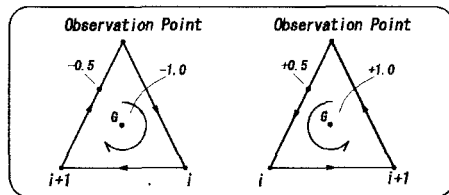
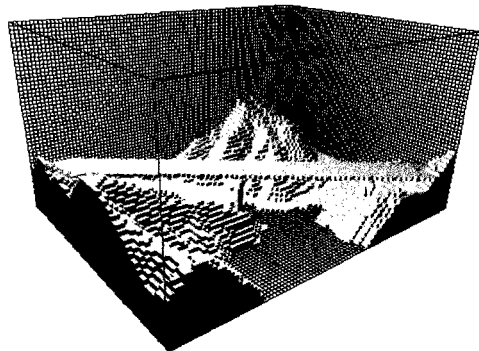


図-7：加算規則

2.4. 解析モデルの作成(フロー⑦部分)

加算規則により生成した各平面におけるピクセル要素の端点を隣接する平面間において、結合することでボクセル要素による構造物周りの要素分割が実現できる(図-8)。



節点数：283,953 要素数：281,886

図-8：構造物を含んだ大規模地形モデル

3. おわりに

本報告では、複雑領域に対する自動要素分割法としてボクセル要素を用いた方法を提案し、構造物を含む地形モデルに適応させることで、本手法の有効性を検討した。

本手法のアルゴリズムは他の要素分割法と比べて至って単純である。そのため、解析モデルの複雑化、大規模化に関係なく短時間で確実な有限要素分割を行うことができる。ただし、要素数が多大となり、現状では計算の大規模化は避けられないので、この点の改善は今後必要となる。

参考文献

- 1) 鈴木克幸, 寺田賢二郎, 大坪英臣, 米里直樹:「ボクセル情報を用いたソリッド構造の解析法」, 日本造船学会論文集, 第182号, pp.595-600(1997)
- 2) 清水仁, 檜山和男:「地形風数値解析のための三次元地形モデリング手法の構築」, 計算工学講演会論文集, Vol.3, pp.419-422(1998)
- 3) 落合重紀:「新・DXFリファレンスガイド」, 日経BP社(1997)
- 4) 鳥谷部 真:「徹底解説 form-Z Render Zone」, 建築知識(1997)
- 5) 手塚 明:「逐次・格子法による三次元有限要素分割」, 計算工学講演会論文集, Vol.2, pp.587-588(1997)