CADシステムを用いた地形と構造物周りの自動要素生成法

1	1+	* 1	ж	ı —
1.	ы	υ	رە	L

近年,計算機のハードウエア及び数値解析技術に代表 されるソフトウエアの進歩に伴い,現実問題の解析を 行う要求が強まり,モデリングの重要性が増している. 土木工学における数値解析を考えた場合,地形と構造 物の両方を考慮したモデリングが必要となる場合が多い.

本研究は, CADシステムを用いて地形と構造物の両 方を考慮した自動四面体要素生成法を開発するもので ある.地形と構造物データの獲得手法としてはCADシ ステムを利用した地形データ・スキャニングシステム¹⁾ を用い,要素分割手法としては,多重ボクセルに基づ く四面体要素分割法²⁾を用いた.本システムの有効性を 検討するために,複雑対象領域に対して本システムを 適用し,その結果作成された解析モデルを非圧縮性粘 性流体解析に適用した.

2. システムの概要

本システムは図-1に示すように,形状データ作成部 と有限要素分割部から成る.本研究では,形状データ 作成部において,CADソフトであるD-CAD for Windowsと3D-CAD form・Zを用い,有限要素分割部では, Fortran言語を用いて,自動要素生成システムの構築を 行った.本システムの概要について,静岡県熱海市丹 那付近に設置された架空の高架橋周りの要素分割を例 に述べる.

- (1) 地形データと構造物のCADデータの獲得、ス キャニング・ベクトル化(フローA,B,Cの部分) 地形データとしては,地形図(国土地理院発行または 工事毎に作成される大縮尺の地形図)または数値地図 50m(国土地理院発行)を用いる.地形図を用いる場合に は,地形図を大型スキャナで読みとり,地形図のラスタ ー・イメージを獲得する.次にD-CAD for Windowsを使 用し,ラスター・イメージから等高線情報のみベクトル化 を行う.そして,異なるCAD間でのデータ交換のため, ベクトル化されたデータをDXF(Drawing Interchange Format)形式に書き出す¹⁾.
- (2) 地形と構造物両方を考慮した3次元モデルの作成 (フローD,E,F,G,Hの部分)

(1)で得られた DXF ファイルを form・Z に取り込み, 地形図作成機能を用いて三次元に立ち上げる.構造物 モデルは架空の高架橋を直接作成した.また,作成さ れた地形モデルと構造物モデルを同一の座標空間上に 配置する.構造物周りの三次元メッシュを作成するの に必要となるのは,オブジェクトの外側のデータであ り,内部のデータ(重なっている部分)は不要であるの

中央大学	学生員	高和	¥ 賢
日本工営	正会員	桜庭	雅明
中央大学	正会員	樫山	和男

で,ブーリアン演算(合体)により全てを1つにまとめる.そして,重複する部分を削除し,対象領域全体の 境界形状のみのデータを得る(図-2参照).次に,解析領 域を作成するため,開境界を設定し,その開境界から対 象領域全体の境界形状のみをプーリアン演算(引き算) で抜き出し,残った部分の内部である解析領域(図-2中 の領域)を作成する(図-3参照).



図-1 本システムの流れ



図-2 対象領域全体の境界形状



三角形分割

KeyWords: CAD,地形と構造物周り,自動要素生成 〒112-8551 東京都文京区春日 1−13−27 TEL. 03−3817−1815 ,FAX. 03−3817−1803

- (3) 三次元形状の入力データ(フローIの部分) 図-3に示す作成された解析領域から,1)有限要素分割のための節点情報,2)三次元形状モデルを構成する 線分情報,3)三次元形状の内外を認識するための表面 三角形情報(図-4)をDXF形式で獲得する.
- (4) ボクセル要素の生成 (フローJの部分)

DXF ファイルより得られた節点情報を用いて,解析 領域を全て包括する1つの立方体を生成する.そして, 立方体を任意の大きさのボクセルで細分割し,ボクセ ル群を生成する.

(5) 形状内外の判定(フローK部分)

DXF ファイルより得られた表面三角形情報を用い て,生成されたボクセル要素から得られる各節点の 内外判定を,加算規則に基づくアルゴリズム²⁾を用 いて判断する.内外判定後の地形と構造物表面のボ クセルを図-5 に示す. 図より,この処理段階では解 析域形状は正確に表現されていないことがわかる.



図-5 地形と構造物表面のボクセル図

(6) 物体形状付近のボクセルを細分割(フローL部分) 物体(地表面と構造物)形状をより正確に表現す るために,図-7に示すように物体形状付近のボク セルのみを抽出しさらに細分割する.図中,グレ ーの領域が解析領域である.本手法では,サイ ズの異なるボクセルを用いることにより要素の粗 密付けを可能にする多重ボクセル手法²⁾を用いた.





図-8 (7)の後 り の結合状態

(7) ボクセル要素の細分割(フローM部分)

図-5,6,7のようにボクセルを表示する際に生じてし まう単位格子の凹凸を滑らかな面で表現するため,さ らにマーチングキューブズ法²⁾を用いてボクセル要素 の細分割を行う(図-8).図-9に,本手法により生成され た有限要素分割図を示す.節点数は56621で要素数は 300210である.図-10に地形及び構造物表面の形状を示 す.図-5と比べ,,地形と構造物形状がより正確に表現 されていることがわかる.



図-10 地形及び構造物表面の形状

3. 数值解析例

本手法の妥当性と有効性を検討するために生成した メッシュを,Navier-Stokes方程式に基づく非圧縮性粘 性流体解析に適用した.本解析では,大規模計算に対応 するため,領域分割法に基づく並列計算手法を行い,並 列計算機には中央大学が所有するIBM RS/6000SPを 使用した.図11に解析結果の一例を示す.図より,本 手法により,複雑な構造物周りの流れ解析のための計 算可能なメッシュ生成が行えることがわかる.



図-11 構造物周りの流速ベクトル図(Re=100)

4. おわりに

本報告では,地形を考慮した構造物周りの自動要素 生成法として多重ボクセルに基づく手法の提案を行った.そして,本手法により生成されたメッシュを用いて 非圧縮性粘性流体解析を行い本手法の有効性を示した.

今後の課題は,物体形状のより正確な近似と高レイ ノルズ数流れに適用可能な自動要素生成を行う予定で ある.

参考文献

- 清水 仁,樫山和男,"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",計算工学講演論文集, no.2, vol.3, pp.419-422,1998.
- 2) 須江克章, 桜庭雅明, 樫山和男, "三次元任意形状に対 する多重ボクセル法に基づく四面体要素の自動生成法", 計算工学講演会論文集, no.1, vol.6, pp.39-42, 2001.