

CAD/GIS を用いた高精度都市・地域モデリングシステムの構築

中央大学	学生員	○ 高田	知学
中央大学大学院	学生員	大川	博史
中央大学	正会員	田中	聖三
中央大学	正会員	櫻山	和男

1. はじめに

大気環境を定量的に把握することは、都市・地域計画を行う際に重要である。近年、計算機性能の飛躍的向上により、これらを数値シミュレーションにより把握することが可能となっている。これらの数値シミュレーションにおいて、現象を定量的に把握するためには、解析対象を正確に再現する必要があり、著者らは、これらを行うために、CAD/GIS データを用いた都市・地域モデリング手法¹⁾を提案している。しかしながら、従来の手法では、曲面の取り扱いが困難であることや数値シミュレーションを可視化した際の構造物の臨場感という点に関して課題があった。

そこで、本論文では、任意形状を考慮可能な高精度都市・地域モデリングシステムの構築を行った。構造物のモデリングに際しては、三次元 CAD ソフトとして任意形状の表現に優れ、かつ、高品質なレンダリングが可能な form・Z(auto・des・sys 社)を使用した。モデリング例として、曲面形状を有した構造物を取り上げた。

2. 都市モデリング

本研究で行う都市モデリングシステムは、構造物の平面形状から、その三次元幾何形状を作成し、その各面に対し表面メッシュを生成する。それにより得られた表面メッシュデータを入力データとし、三次元気流解析などに使用する三次元有限要素を生成するものである。図 - 1 に示す都市モデリングの工程に従い、各工程を説明する。

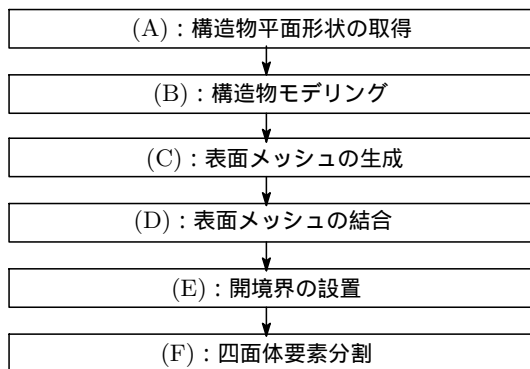


図 - 1 都市モデリングの工程

(1) 構造物平面形状の取得 (フロー A)

都市部において構造物をモデリングするには、二次元住宅地図データより平面形状を取得することが可能であるが、GIS データがまだ未整備な地域も存在する。本研究では、そのような場合を想定して平面形状の取得を試みた。そこで GoogleEarth(Google 社)の画像から平面形状をク

リッピングし、CAD に取り込むことにより平面形状を取得した。GoogleEarth の画像を図 - 2 に、クリッピングすることにより得られた平面形状を図 - 3 に示す。



図 - 2 GoogleEarth から得られた画像

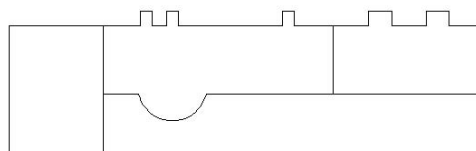


図 - 3 クリッピングで得られた平面形状

(2) 構造物モデリング (フロー B)

構造物の三次元幾何形状を獲得するには三次元 GIS データの利用が考えられる。しかし、実際には三次元 GIS データは一部の都市しか整備されていないため一般に利用することは難しい。そこで、本研究では、フロー A で取得した平面形状をもとに form・Z のモデリング機能^{2) 3)}を使用し、主にソリッドにより三次元形状を表現した。ソリッドで形状を表現する利点として、平面形状を生かした三次元幾何形状の表現、ブーリアン演算が可能なことから、様々な形状を表現しやすいという点がある。

レンダリングに関しては、VR という観点から、高品質なレンダリングを行うことで臨場感を出ることができる。そのため、レンダリング方法としてレイトレーシング法を、レンダラーとしてレンダーゾーンを採用した。また、モデル空間のライトの設定、オブジェクトの質感の設定を調節することにより高品質なレンダリングが行えた。図 - 4 にモデル図を示す。

(3) 表面メッシュ生成 (フロー C)

フロー B で作成した三次元幾何形状に対し、各面にメッシュを生成する。ソリッドモデルに対し各面の表面にメッシュを生成した。内部境界を持たない面、球体に対しては、form・Z のメッシュ生成機能により構造格子のメッシュを生成した。特に、球体に対する表面メッシュ生成として、幾

KeyWords： CAD, GIS, 都市モデリング, 有限要素分割

連絡先： 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 E-mail: tomosato@civil.chuo-u.ac.jp

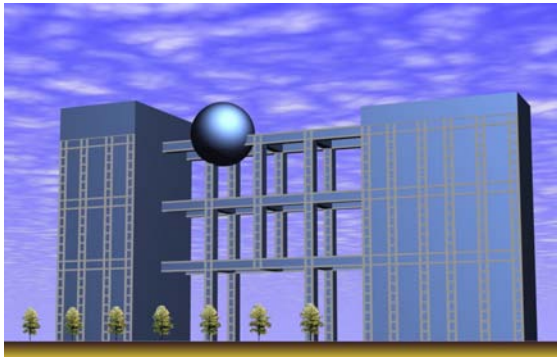


図-4 モデル図

何形状からメッシュを生成しているのではなく、直接、メッシュにより球体形状を表現している。また、内部境界を持つ面(図-5、図-6の赤の側面、底面)に対しては、他の部分とは別にメッシュ生成を行った。本研究では Delaunay 法⁴⁾を用いたメッシュ生成を行った。

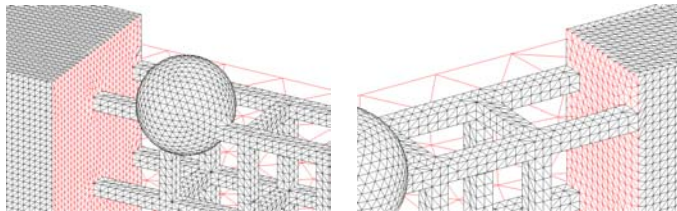


図-5 ビル左側

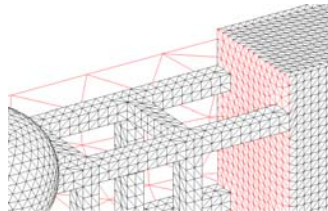


図-6 ビル右側

(4) 表面メッシュの結合(フロー D)

フロー C において、内部境界を持つ面に対して生成した表面メッシュは X-Y 平面で生成しているの、CAD 上で三次元回転をさせ元の位置に配置する。図-7 に有限要素分割図(表面メッシュ)を示す。この図より、線形形状だけではなく、球体部分に対しての表面メッシュを生成できていることが確認できる。

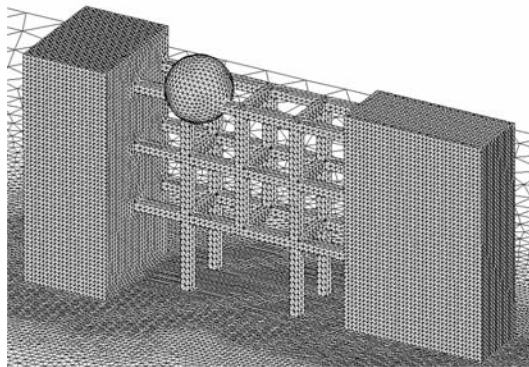


図-7 有限要素分割図(表面メッシュ)

(5) 開境界の設置(フロー E)

フロー D で作成した有限要素モデルに対し、開境界を設置する。開境界を設置することにより、三次元 Delaunay 法の入力データとなる領域表面の表面メッシュが完成する。図-8 に開境界からみた表面メッシュを示す。

(6) 四面体要素分割(フロー F)

フロー E で生成された表面メッシュをリナンバリングすることで得られた表面メッシュデータを入力データとして、

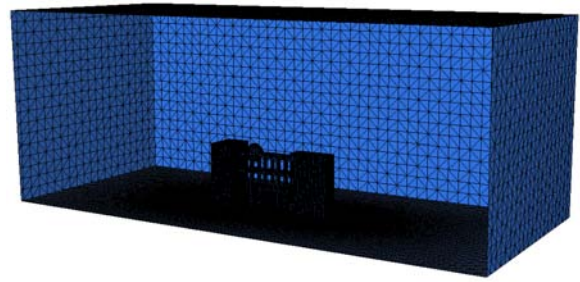


図-8 開境界からみた表面メッシュ

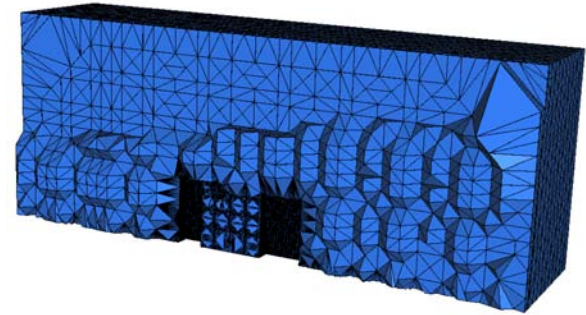


図-9 三次元有限要素分割図

三次元 Delaunay 法⁵⁾により四面体要素分割を行った。三次元 Delaunay 法は生成された四面体要素の外接球の内部に他の節点が含まれないような分割法である。図-9 に三次元有限要素分割図を示す。この図より、気流解析のための三次元メッシュを生成できたことが確認できる。

3. おわりに

本研究では、任意形状を考慮可能な高精度都市・地域モデリングシステムの構築を行い、以下の結論を得た。

- 三次元 CAD を用いることにより、三次元幾何形状を高精度に表現することができた。
- 線形形状に対してだけでなく、任意形状に対して表面メッシュ、三次元メッシュの生成が行えた。

今後の課題として、数値解析を行うことにより、三次元有限要素モデルの有効性の検証、また本論文の高精度都市モデリングシステムと GIS を用いた地形を考慮した地域モデリングシステムを統合し、高精度都市・地域モデリングを行うことなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 浜田秀敬, 桜井紘己, 高瀬慎介, 櫻山和男, 谷口健男: CAD/GIS を用いた自動要素生成法による三次元都市モデリング, 日本計算工学会論文集, Vol.8, pp845-848, 2003.
- 2) 鳥谷部真: 徹底解説 form・Z 4 (第二版), エクスナレッジ出版, 2004.
- 3) 鳥谷部真: form・Z「新」学習帳, エクスナレッジ出版, 2006.
- 4) 谷口健男: FEM のための要素自動分割, 森北出版株式会社, 1992.
- 5) 浜田秀敬, 大川博史, 櫻山和男, 谷口健男: 三次元 Delaunay 分割法における形状生成と要素の細分割, 日本計算工学会論文集, Vol.10, pp821-824, 2005.