

CAD/GIS を用いた大規模な都市の形状モデリング手法の構築

中央大学 学生員 ○ 桜井 紘己
中央大学大学院 学生員 浜田 秀敬
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

ビル風等の都市の環境シミュレーションを行う上では、地形と構造物をいかに正確かつ迅速にモデル化するかということが問題となる。モデル化を行う上での入力データとしては、近年航空写真測量を元に作成された二次元 GIS データや、都市部ではレーザ測量を元に作成された三次元 GIS データが用いられている。しかし、これらの GIS データには、高架橋等の土木構造物が考慮されていないという問題点がある。

本研究では CAD と GIS を用いて、地形と構造物を正確に表現した形状モデリング手法の構築を行った。本論文では二次元 GIS と CAD による形状モデリング手法と、三次元 GIS と CAD による形状モデリング手法について述べる。

2. 二次元 GIS を用いた形状モデリング手法

図-1 に本モデリング手法のフローチャートを示す。以下にその手法について詳しく述べる。

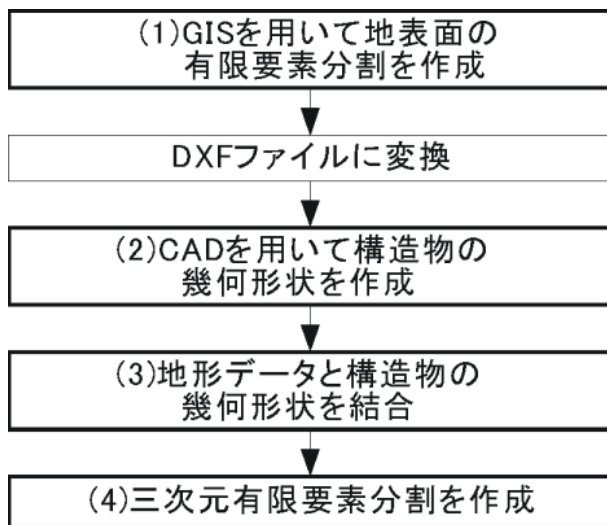


図-1 フローチャート

(1) 地形データの作成手法

国土地理院発行の数値地図 50m メッシュと、昭文社発行の二次元平面の住宅地図情報 MAPPLE2500 のデータを GIS に読み込むことにより、標高値と建物情報を考慮した地形の有限要素分割を作成する。この時、高速道路のような地面と接していない高架構造物は考慮していない。有限要素分割には修正 Delaunay 法¹⁾を用いた。MAPPLE2500 のデータを図-2 に、地表面の有限要素分割図を図-3 に示す。なお、GIS ソフトとしては ArcView3.1 を用いた。



図-2 東京都庁周辺の住宅地図情報 MAPPLE2500

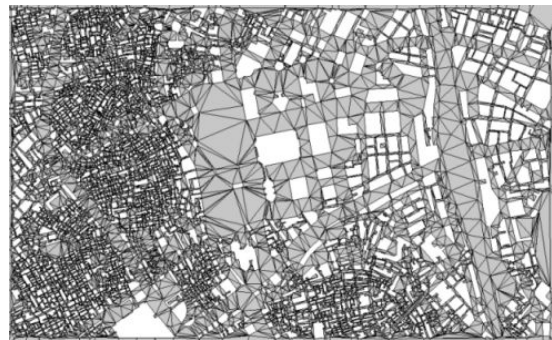


図-3 地表面の有限要素分割図

(2) 構造物の作成手法

GIS によって作成されたデータは直接 CAD に読み込むことができないため、CAD システムに共通な図面フォーマットである DXF への変換を行う。データ変換は、C++ 言語によって作成した変換ツールを用いた。そして、DXF に変換した地表面の有限要素分割を CAD で読み込み、構造物の幾何形状を作成する。なお、CAD ソフトとしては AutoCAD2004 を用いた。

建築構造物の三次元モデルの作成は、複雑な幾何形状を持たないものについては、二次元 GIS データにある最上階データを用いて行った。一方複雑な幾何形状を持つ構造物については、実際の構造物の写真や一般に公開されているデータを元に CAD 上で形状モデリングを行った。作成例として、図-4 に東京都庁の形状モデルを示す。

首都高速道路のように地面と接していない構造物の場合は、地形データから幾何形状を作成することができない。そこで Mapple2500 より構造物の形と位置情報を取得し、それを元に幾何形状を作成する。構造物の詳しい作成手法については参考文献²⁾を参照されたい。

KeyWords: CAD, GIS, 大規模都市モデリング

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

(3) 地形データと構造物の結合

地表面の有限要素分割と構造物の幾何形状を結合することで、地形と構造物を考慮した形状モデリングが完成する。地形データ、構造物データ共に DXF 同士であるため、CAD 上で簡単に結合することができる。東京都庁周辺の形状モデリング完成図を図-5 に示す。

(4) 三次元有限要素分割

先ほど作成した形状モデリングのデータを入力データとして、三次元有限要素分割を行う。なお、メッシュジェネレータとして ICEM CFD を用いた。今回は構造物近傍を流れるビル風の解析を行うため、構造物付近のメッシュを細かくするようにパラメータを設定した。実際にメッシュを生成したところ、総節点数は 2,868,335、総要素数は 15,871,126 となった。また、本手法の有効性を示すため、Navier-Stokes 方程式に基づく非圧縮性粘性流体解析³⁾を行った。解析の結果可視化図を図-6 に示す。

3. 三次元 GIS を用いた形状モデリング手法

次に、近年普及の著しい三次元 GIS を用いての形状モデリング手法について述べる。なお、三次元 GIS として MAP CUBE を用い、対象領域は恵比寿駅周辺を選んだ。

使用した三次元 GIS のデータは高さ方向 ± 15cm という高精度なモデル化が実現されているが、恵比寿駅周辺のデータには、実在する首都高速等の土木構造物がモデリングされていない。そこで二次元 GIS データ (MAPPLE2500) より首都高速の平面形状データを取得し、CAD を用いて三次元化することにより首都高速の幾何形状を作成した。そして三次元 GIS のデータと首都高速の幾何形状を CAD 上で結合させることにより形状モデルが完成する。首都高速追加後の形状モデルを図-7 に示す。この形状モデルを用いて、三次元有限要素分割が可能となる。

4. おわりに

本論文では、大規模な都市の形状モデルを作成するために、二次元 GIS と CAD、および三次元 GIS と CAD による形状モデリング手法を構築し、以下の結論を得た。

1. CAD および GIS を用いることで、地形および構造物を正確に表現した都市のモデル化が可能であることを示した。
2. 本手法により作成したモデルを用いての、都市の環境シミュレーションを行うことが可能となった。

今後は地表面の被覆条件や、植生等を考慮した、より正確な都市のモデリングを行っていく予定である。

参考文献

- 1) 谷口健男：FEM のための要素自動分割，森北出版，1992
- 2) 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，日本計算力学工学会論文集，Vol.8,2003
- 3) J.Matsumoto and M.Kawahara：Shape Identification for Fluid-Structure Interaction Problem Using Improved Bubble Element,IJCFD,2001,Vol.15,pp.33-45.

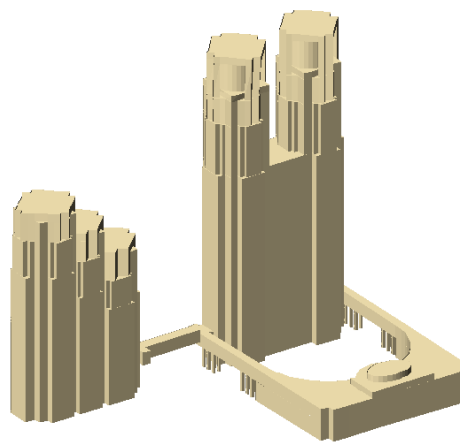


図-4 東京都庁の形状モデル

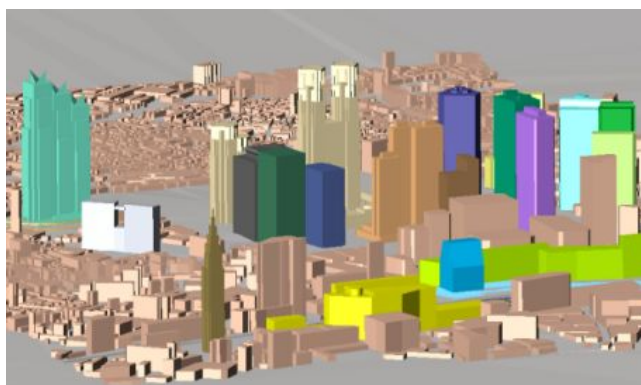


図-5 形状モデリング完成図

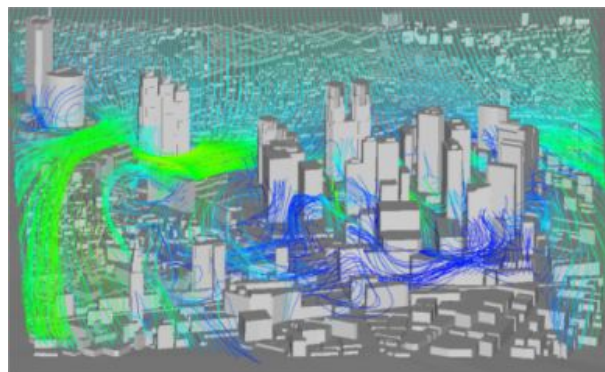


図-6 数値解析例



図-7 三次元 GIS を用いて作成した形状モデル