

(I-31) GISを用いた都市における洪水氾濫解析のためのモデリング手法の構築

中央大学 学員 ○白井 健
中央大学大学院 学員 清水 仁
中央大学 正員 檜山 和男

1. はじめに

近年の計算機性能の飛躍的な向上により、洪水氾濫予測において数値シミュレーションの役割が重要度を増してきている。しかし、建物形状が複雑な都市における洪水氾濫を解析する場合には、いかに迅速にかつ正確に建物及び地形形状を考慮したモデリングを行うかが問題となる。

本報告は、近年普及が著しい GIS を入力データとした CAD 技術に基づく洪水氾濫解析のためのモデリングシステムを提案するものである。

2. モデリングの流れ

本システムの処理の流れは図-1 に示す通りである。

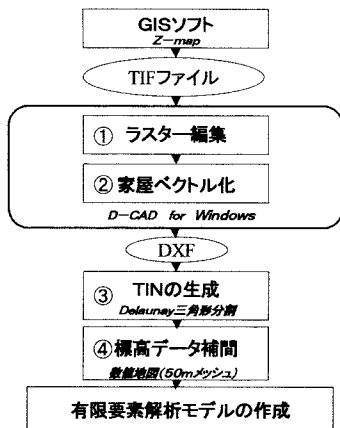


図-1：処理フロー

本システムでは入力データとして GIS を用いる。GIS ソフトは各種データが属性情報別にレイヤー分け¹⁾されているため、必要な情報のみを容易に取り出すことができる。建物形状の入力データとしては ZENRIN 社の「Z-map」を使用している。「Z-map」は建物データがベクトルデータとして納められているが、Binary 形式で保存されているため読み取る事が困難である。したがって、ここでは建物形状をラスターイメージより獲得し、次いでベクトル化を行なう手法を用いた。また、標高地形の入力データとしては建設省国土地理院の発行する数値地図 50 m メッシュを用いた。

以下に処理フロー（図-1）に従って、例題を用いて本システム内容について述べる。

① ラスター編集

適用対象領域として東京都杉並区和田の神田川と善福寺川の合流地付近をとり上げる。この地域は、台風に伴う

大雨の際に度々氾濫していることで有名な所である。まず対象とする領域の建物情報を獲得する。本システムでは、ZENRIN の「Z-map」から建物画像のみを選択して、図-2 に示すラスターイメージを獲得する。この時、適切な精度のイメージを得るために領域を複数に分けてデータ化する。その後、重複部分を削除し接合、四点補正などのラスター編集を行い一つの解析領域にし、ベクトル化を行いやすくする。

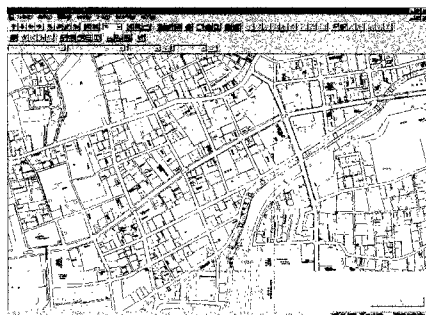


図-2：ラスターイメージ

② 家屋ベクトル化

本システムでは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。得られたラスターデータの建物を、D-CAD 上の家屋追跡機能を利用し、コンピュータと対話しながら半自動でベクトル化を行う。建物データをベクトル化する際、建物内部の線は無視し、外周のみのベクトル化を行う。建物のベクトル化の後、解析領域の外領域を設定する。図-3 がベクトル化された建物形状図である。また、家屋追跡のパラメータを変えることで、デジタイザによる入力と同様に形状の精度、解析領域の大きさ等、必要に応じて獲得するデータ量を自由に調節できる。

そして、ベクトル化されたデータを DXF (Drawing Interchange Format) 形式²⁾のファイルに書き出す。DXF は異なる CAD 間でのデータ交換用の中間ファイルとして広く用いられているファイル形式であり、また Ascii タイプのデータなので、任意に読み書きを行うことができる。ベクトル化された建物形状データは複数の直線で表されている。折れ線部には頂点に、曲線部は短い直線の連続として考え同様に節点が定められる。DXF からその節点を取り出し Delaunay 三角形分割法³⁾⁴⁾により有限要素分割を行う。

③ TIN の生成

Delaunay 三角形分割法を適用する際、建物内部に TIN を発生させないために内部境界と外部境界を区別する必要がある。本システムでは、内部境界となる建物形状データ

KeyWords: CAD, GIS, 有限要素, 洪水氾濫
〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27
Tel:03(3817)1815, Fax:03(3817)1803

に対しては時計周りに、外部境界は半時計周りに節点をあ
たえることで対処している。図-4は作成された TIN であ
る。なお、節点発生間隔は4mとした。

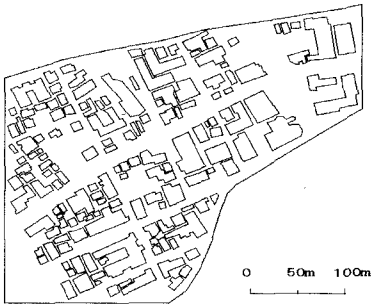


図-3：ベクトル化された建物形状図



図-4：TIN

④ 標高データ補間

次に、生成された TIN を構成する各節点の標高値を求
める。標高値の獲得には建設省国土地理院が刊行している
数値地図 50 mメッシュ（標高データ）⁵⁾を用いる。数値
地図は対象とする領域を直交格子で分割しており、各格子
の重心位置に標高値が与えられている。本研究では、各格
子の重心位置を節点とした標高補間用の三角形メッシュを
作成する。この補間用メッシュと TIN を重ねあわせ TIN
節点（図-5中の点 P）を含む補間用メッシュの三角形の
頂点の標高値を用いて、次の補間式⁶⁾より節点 P の標高値
 h_p を求める（図-5）。

$$h_p = \Phi_1 h_1 + \Phi_2 h_2 + \Phi_3 h_3$$

h_1, h_2, h_3 は TIN 節点を包含する三角形の頂点におけ
る標高値を表し、補関関数 Φ_1, Φ_2, Φ_3 は次のように定義さ
れる。

$$\Phi_\alpha = a_\alpha + b_\alpha x + c_\alpha y \quad (\alpha = 1, 2, 3)$$

ここで、

$$\begin{aligned} a_\alpha &= \frac{1}{2\Delta} (x_\beta y_\gamma - x_\gamma y_\beta) \\ b_\alpha &= \frac{1}{2\Delta} (y_\beta - y_\gamma) \\ c_\alpha &= \frac{1}{2\Delta} (x_\gamma - x_\beta) \end{aligned}$$

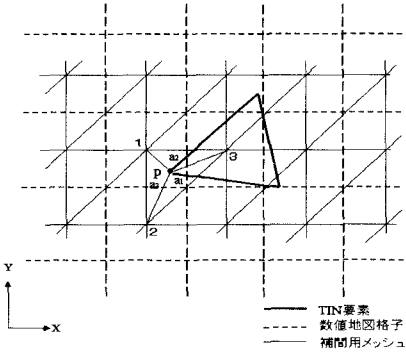


図-5：標高データ補間

(x_α, y_β) は節点 P を包含する三角形の頂点の座標値、 Δ は
その三角形の面積を表す。以上により、補間された結果と
して等高線図を示す（図-6）。



図-6：等高線図

3. おわりに

本報告では、都市における洪水氾濫解析のためのモデリ
ング手法として、近年整備が著しい GIS を入力データと
した CAD 技術に基づくシステムを構築した。本システム
の特徴は以下の通りである。

- (1) 複雑な形状の建物を有する平面領域に対して、CAD
上の半自動ベクトル化機能を用いることで、迅速かつ正確
なモデリングが可能となった。
- (2) 数値地図を用いることで迅速に標高値を与えること
が可能となった。

今後は河川域を含めた複合領域のモデリングや、構造
物の高さ情報を考慮した三次元モデリングを行う予定で
ある。

参考文献

- 1) 秋山 実, "地理情報の処理", 山海堂, 1996
- 2) 落合 重紀"新・DXF リファレンスガイド"
- 3) 樫山和男, 岡田毅, "水面波動解析のための最適自動要素分割シ
ステムの開発", 土木情報システム論文集 1992 年度, pp57-64, 1992
- 4) 谷口健男, "FEM のための要素自動分割", 森北出版, 1992
- 5) 数値地図ユーザズガイド, (財) 日本地図センター
- 6) K. Kashiya, M. Kawahara, "Input data of water depth in
FE analysis of shallow water flow", Eng. Comput., Vol. 2,
pp266-270, 1985