

II-51

津波数値計算などにおける前後処理方法に関する検討

(株)東北開発コンサルタント 正 員 〇石川 敬悦
 (株)東北開発コンサルタント 正 員 高 飛
 (株)東北開発コンサルタント 正 員 藤本美樹子
 東 北 大 学 工 学 部 正 員 今村 文彦
 東 北 大 学 工 学 部 正 員 首藤 伸夫

1. はじめに

津波、海浜流あるいは河川氾濫などの数値シミュレーションにおいて、運動・連続式などの方程式を解くことだけでなく、計算前後の処理方法也非常に大事な部分と考えられる。計算前のデータ準備は、データ作成手法によって数値シミュレーションの進捗と結果の精度を左右し、また、計算結果の処理も表現方法により人々の理解やイメージが異なる。本文は、この地形データ作成と結果表現方法について検討したものである。

2. 地形データの作成

数値シミュレーションを行う際、計算領域における地図、海図など地形資料は一般的に国土数値情報、海上保安庁などの情報源から入手できる。しかしながら、これらの図面から数値データに変換しないと計算できない。現在は、津波発生を予測するために日本周辺のある一部地形データが公開され、無料で使えるようになっているものの、これは極めて希なケースである。一般的には自分で地形データを作成する必要がある。

従来は計算される領域を計算メッシュで分割して、メッシュ交点の水深或いは地盤高さを読みとり、計算機に入力して地形データを作る方法であった。その方法は、シミュレーションが一つのケースのみ、すなわち一種のメッシュ間隔、一定の領域で特に比較・検討計算を行わない場合であれば、経済的であるものの、通常の計算精度・着目地点の拡大など様々な案を比較する計算を行う場合には上述の方法は不経済となる。そこで、ここではディジタイザによるデータ作成方法と手順を述べる。

ディジタル・データの作成 パソコン、ディジタイザ及びデータ変換用プログラムを用いてディジタル・データを作ることができる。図面をディジタイザのタブレット上に固定し、コンタに沿ってカーソルを移動しながらコンタの位置をデータファイルへ記録でき、メッセージファンクションを利用して高さの入力もできる。陸地の高さの入力は省略される場合には、時計回り順で岸線に沿って陸地領域を封閉する曲線データを作る。後述する地形補間プログラムがこれを自動的に認識して陸域と水域を分けることができる。

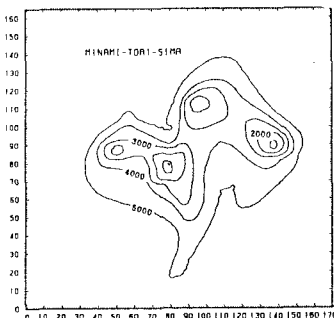
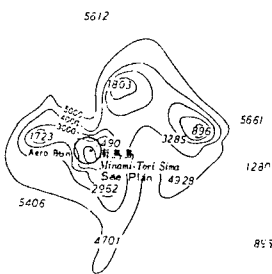


図-1 原図(上)と作成した図(下)との比較

メッシュ交点データ 上述方法で作成したデータは2次元面内で不規則に分布しているものである。データを予じめ規則正しい格子点にわりふっておくことが解析のために必要となる。このような目的のためのメッシュ交点データの補間法は、多項式法、あるいは距離に応じた重みつき平均法など幾つ方法があるが、ここではスプライン2次元補間法を推薦する。まず、簡単のため正方形格子を考え、各格子点 (X_k, Y_k) のデータ Z_k を計算する式は次の差分方程式である¹⁾。式中の D は格子間隔で、 σ は補間される曲面の滑らかさを調整するパラメータである。

$$(Z_{i-1,j} + Z_{i+1,j} + Z_{i,j-1} + Z_{i,j+1} - 4Z_{i,j}) / D^2 = P_{i,j} \quad (1)$$

$$(P_{i-1,j} + P_{i+1,j} + P_{i,j-1} + P_{i,j+1} - 4P_{i,j}) / D^2 = \sigma \cdot P_{i,j} \quad (2)$$

ただし、格子点 (X_k, Y_k) を中心とし、 $D \times D$ の域がデータ点を含む場合には、上の式は曲面がデータ点を通ることをあらわす別の式で置き換えられる。

補間プログラムの実行 上述方法により、さらに水域と陸域を分けられるために計算プログラムを作成した。図-1 はオリジン海図と作成した地形データより描いた図面との比較したものである。オリジン図面を十分に再現したことが分かった。

この方法を用いるのは次の利点を挙げられる。①計算領域が作成したデータの領域の中にあれば、メッシュ・領域の範囲と位置を自由に

3. シミュレーション結果の表現

次元或いは3次元の図・表で表現している。例えば、図-2には北海道南西沖地震津波奥尻島西南部に襲っている流れの様子を示している。ただし、この方法ではすべて各時刻の流れあるいは波高を表現するのは困難であり、また、人に与えるイメージもあまり良くない。

最近では計算技術の進歩に伴って、計算結果をCGで表現できるようになり、津波シミュレーションにおいても、各時刻の結果を画像データに変換して、より現実に近い動画で津波が来襲する様子を表現できるようになった²⁾。CG方法の良さとしては、まず目で直接見え、一般の人でも一目で津波の伝播過程

```

graph TD
    LVD[LASER VIDEO DISC RECORDER]
    E[R]
    VCR[VIDEO CASSETTE RECORDER]
    SIG[SILICON IMAGE GEAR]
    SGM[SILICON GRAPHICS MONITOR]
    PC[PERSONAL PC/XT]

    LVD --> E
    LVD --> SIG
    LVD --> SGM
    VCR --> E
    SIG --> SGM
    SGM --> PC
  
```

【例】-3 コンピューター・グラフィックス・システムの構成

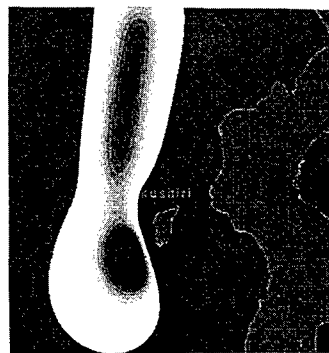


図-4 津波発生30秒後海面の様子

4. おわりに

計算の前処理における地形データ作成は、数値シミュレーション結果の精度を左右する重要な項目である。データの入力またはデジタル化処理の後、精度の高い補間法によりメッシュデータに変換またはメッシュサイズを小さくしても、地形データの情報が増加する訳ではなく、元の分解能により決まることに注意をしたい。現在、シミュレーションに用いる地形データをどのくらいのメッシュサイズで作成したらよいかという基準が確立されておらず経験的に決められている。合理的な判断基準の確率が求められている。

CG表現システムは、より数値計算結果を現実写真に写実し、簡単に正しく現象理解を深めることに有効であるが、
 今後は、数値では表現できない、印象的なものあるいは通常では可視化できないものの表現等が課題となる。

謝 辞：本研究では東北大学工学部付属災害制御研究センター高橋智幸助手と院生の皆さんの協力をい

ただいた。記して謝意を表する。

参考文献：1)大西行雄(1975):スプライン法を用いた2次元補間について,Journal of the Oceanographical Society of Japan, Vol. 31, pp. 259-264
2)酒井浩二ら(1995):コンピューター・グラフィックスによる新しい津波表示システム, 海岸工学論文集, Vol. 42, pp. 1231-1235