前川 慎太朗

和男

樫山

津波解析のためのメッシュ作成システムの構築

1. はじめに

東日本大震災による津波被害により,津波シミュレーションの重要さが改めて認識され,その高度化が求められている.津波シミュレーションを高精度かつ迅速に行うためには実地形及び構造物の形状等を正確かつ迅速にモデル化する必要がある.

そこで本論文では,修正 Delaunay 法¹⁾を用いて,海域は クーラン数が一定となるメッシュ分割²⁾,陸域については 構造物を正確に考慮したメッシュ分割を行う手法の構築を 行う

2. 津波解析用メッシュデータの作成

津波は水深変化に応じて波長が変化するため,津波解析に おいてはクーラン数一定に分割されたメッシュを用いるこ とで解の精度が向上する.また建物の影響を考慮すること で,構造物の被害の評価も可能となる.

本論文では地形および建物データを GIS を用いて,海域 では水深に応じたメッシュ生成,陸側では建物の形状を正 確に考慮したメッシュ生成をそれぞれ行うこととする.ま た津波による構造物の破壊を考慮³⁾するため構造物内部に もメッシュ生成を行う.なお,GIS ソフトウェアについて は ESRI 社の ArcGIS10 を用いている.以下では岩手県山 田町のモデル化を例として津波解析用メッシュ生成手順を 図-1 に示す.

(1) 標高,建物,河川境界,海岸線データの取得

今回標高点データは岩手県の航空測量により計測した データを利用し,建物,河川境界,海岸線データは国土地理 院 HP の基盤地図情報ダウンロードサービスから入手した. 各データは ArcMap に読み込ませるが,建物,河川境界, 海岸線データは国土地理院 HP が配布しているコンバータ ソフトを用いて変換し読み込む.

(2) 標高サーフェスの作成

ArcGIS に取り込んだ標高点データは 10m 間隔の観測点 データのため,標高補間機能により連続データとなる標高 サーフェス(図-2)を作成する.補間方法は 3D Analyst ツールのスプライン補間により行う.

(3) 解析対象領域の抽出

入手した各データから山田町の解析対象領域のデータを 抽出する.まずポリゴンデータを ArcCatalog で新規に作 成し, ArcMap のエディタ機能で領域 1km × 1km の形状 を作成する.その後クリップ機能で標高点,建物,河川境 界,海岸線データを,作成したポリゴンデータの形状で切 り取る.



学生員

正会員

中央大学

中央大学

図-1 メッシュ生成の手順



図-2 標高サーフェスと入力データ

(4) 属性情報の取得

建物,河川境界,海岸線の属性情報(ライン ID,ポイント ID,座標値,標高値)はそれぞれのデータから節点を発生 させることで得る.河川境界,海岸線はポリラインデータ であり変換機能で発生間隔を任意に設定し,節点を発生さ せる.建物はポリゴンデータであるため,建物の境界から ポリラインを発生させてから同様の手順を行う.また1km × 1km ポリゴンの境界からも同様に節点を発生させ,こ れを外部境界の節点データ(図-2)とする.また標高値は ArcScene に全体の外部境界,建物,河川境界,海岸線のポ イントレイヤと標高サーフェスレイヤを読み込み,各ポイン トレイヤを標高サーフェスのデータを基に3Dフィーチャ に変換することで与えられる.

(5) 陸域メッシュ生成

陸地に存在する建物の形状を考慮するため,建物を内部 境界として設定して,修正 Delaunay 法で分割を行う.

a) 外部境界の作成

全体の外部境界の陸域の節点データを取り出し,水際線 (河川境界,海岸線)の節点データと結合する.これを陸域 外部境界の節点とする.





図-4 建物内部のメッシュ

b) 標高点データのクリップ

ArcGIS の変換ツールを用いて、作成した陸域外部境界の 形状をしたポリゴンデータを作成する.次にクリップ機能 を用いてそのポリゴンデータの領域の標高点データを抽出 する.この抽出した標高点データを陸域の内部点とする.

c) 修正 Delaunay 法によるメッシュ生成

得られた各節点の属性情報を出力し,これを入力データ として修正 Delaunay 分割を行う.外部境界の節点データ を右回りに,内部境界の節点データを左回りに入力してい くことで内外判定をし,建物外部のメッシュを生成する. メッシュ幅 5m としてメッシュ生成を行った.(図-3参照) (6) 建物内部のメッシュ生成

建物の境界に発生させたポイントデータを入力データと してメッシュを生成する.メッシュ幅 3m としてメッシュ 生成を行った.(図-4 参照)

(7) 海域のメッシュ生成

海域メッシュはクーラン数を領域全体で一定にしてメッシュ分割を行う.細かいメッシュを切る際に内部点が不足する場合,仮想の新節点を発生させて分割する.

a) 外部境界の作成

全体の外部境界から海域の節点データを取り出し,それ を水際線(河川境界,海岸線)の節点と結合する.これを海 域外部境界の節点とする.

b) 内部点の発生

新規に ArcCatalog からポイントレイヤを作成し,エディ タ機能を用いて節点を手動で発生させる.発生させた点を 海域の内部点とする.

c) 修正 Delaunay 法によるメッシュ生成

海域はクーラン数を一定にするため,解析に用いる △t を 設定(本システムは波の周期と1波長の分割数を入力する



図-6 解析用メッシュ

ことも可能である)し,水深変化に応じたメッシュ生成を行う.外部領域と内部点を入力し, Δt=20.0mの条件でメッシュを生成を行った.(図-5参照)

(8) AutoCAD によるメッシュの結合

修正 Delaunay 法によって得られた,個別の海域メッシュ,建物領域のメッシュ,陸域メッシュを AutoCAD 上で結合させる.建物領域のメッシュをすべて選択し切り取り,同一位置による貼り付けを行うことで各メッシュの結合ができる.結合したメッシュを図-6 に示す.

(9) リナンバリング

AutoCAD 上でメッシュデータを結合させたため,解析 を行うためには,再度要素,節点番号を振り直すリナンバ リングを行う.リナンバリングに関しては fortran で作成 したプログラムにて行う.

3. おわりに

本論文では,津波解析用のメッシュ生成システムとして, 修正 Delaunay 法を用いて,海域はクーラン数が一定とな るメッシュ分割,陸域については構造物形状を正確に考慮 したメッシュ分割を行う手法の構築を行なった.

今後は,本システムの有効性について検討する.

参考文献

- 1) 谷口健男: FEM のための要素自動分割, (1992)
- 2) K.Kashiyama and T.okada : Automatic mesh generation method for shallow water flow, Int. J. Num. Meth. Fluids, 15, pp.1037-1057, (1992)
- 利根川大介、樫山和男:安定化有限要素法による津波遡上および流体力の解析手法の構築,応用力学論文集,Vol.12,pp.127-134,(2009)