

海底の傾きと深さを考慮した津波解析用の自動要素分割

岡山大学大学院

学生員 ○黒原敏孝

岡山大学環境理工学部

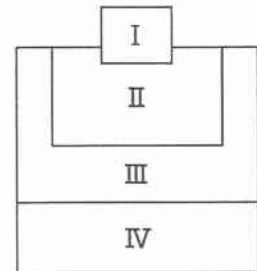
正員 谷口健男

(1)はじめに

本研究では、EWS、小型PCといった小型計算機による津波解析用自動要素分割の方法を提案する。具体的には全体領域をいくつかのブロック領域に分け、各々について三角形分割を行い、目的にあったメッシュサイズ、及び形状の良好なメッシュ群を高速に生成することが目的である。このため分津法として修正デローニー三角分割法を用い、要素形状の方法として境界上の点の置き直し、内部点の追加を提案する。

(2)津波解析用自動要素分割法

文献Ⅰで示された津波解析用自動要素分割法では、津波現象を精度よく解析することの必要な湾岸部、それにつながる沿岸部、さらにその外部に位置する部分領域（緩和部と呼ぶ）と津波入力の行われる遠方部の4つの部分に分割し、それぞれに対して別個の要素分割の目的を設定して、それぞれに合った要素生成を行う。なお、これらの4つの部分領域に対する要素生成の目的は次のように設定している。



領域Ⅰ（湾岸部）：一樣な細かい三角形要素配置

領域Ⅱ（沿岸部）：深さに応じた要素寸法を持った三角形要素配置

領域Ⅲ（緩和部）：沿岸部と遠方部での要素を滑らかに接続させる三角形要素配置

領域Ⅳ（遠方部）：一樣な粗い三角形要素配置

しかしながらこの手法では、与えられた領域の深さのみしか考慮できていない。そのためコンター線が著しく接近しているような個所（海底勾配が急な個所）で要素形状の悪い三角形要素が生成され易い。そこでその様な要素の改良法を提案する。

(3)深さと傾きを考慮した三角形要素分割

・海底勾配が急な部分

(i) 近似コンター線間の距離の算出

領域Ⅱ（沿岸部）を構成している部分領域について、内部点を追加していない段階で、デローニー三角形分割法を適用させ、メッシュを発生させる。発生した三角形の2本の斜辺は隣り合う近似コンター線を結んでいる。そこでこの斜辺のうち短い方を近似コンター線間の距離とする。

(ii) パラメータ α の再指定

領域内部に節点が追加されない段階で生成した三角形要素の形状が悪い時は、本手法の特性上節点を追加することができない。このような場合、近似コンター線上の点間隔をより短く設置し直す必要が生じてくる。

実際のプログラムでは、算出された最短斜辺の長さ $d_{\min}$ と底辺の長さ l （近似コンター線上の点間隔）が次の条件式を満たせば節点間隔の見直しを行わず、条件式を満たさない場合、節点の再設置をパラメータ α の再指定により行うことにした。尚、パラメータ α は近似コンター線を作成する時に

$$(\text{条件式}) \quad \frac{d_{\min}}{l} > 1.0$$

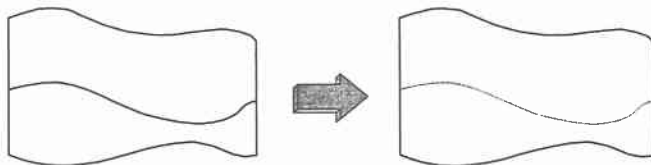
上の条件式を満たさない場合、与えられているパラメータ α に代えて新しいパラメータ β を下

のように決定する。

$$\beta = \frac{k d_{\min}}{\sqrt{h}} \quad (k < 1.0)$$

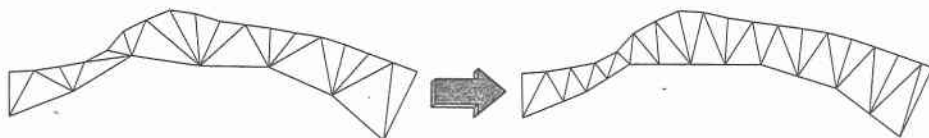
ここでhはコンター線の深さである。

ここで新しく設定したパラメータ β の大きさは、近似コンター線の節点間隔が、与えられた最短斜辺長 $d_{\min}$ の k (< 1)倍になるように決定した。これは数値解析上における数値安定の条件である。そこでパラメータ β が1よりも小さくなる時は、そのコンター線を本手法では数値解析には不適切であると判断して削除し、新たに近傍の浅い方のコンター線を用いて部分領域の境界を作成し直す。なお k はユーザーが経験によって決めるパラメータで今回は0.8を採用している。



(iii) 節点再設置における注意点

パラメータ β を用いて生成された近似コンター線の点間隔が深度の浅い方の近似コンター線の点間隔よりも短くなる場合がある。そのような場合は深度の浅い方の近似コンター線を削除し、更に浅い近似コンター線を用いて部分領域を再生成し、その新しく生成された領域に同じ操作を繰り返す必要がある。また、隣り合う2つの近似コンター線間の距離が限られた部分でのみ近い場合は、新しく指定するパラメータ β で一定間隔に点を発生させるのではなく、前述の距離が近い部分にのみパラメータ β の再指定を行い、徐々に点間隔を広げる緩衝域を設けて、最終的にパラメータ α で設定した点間隔になるように節点を発生させて近似コンター線を生成させる。



(4) 終わりに

本研究では津波解析用の要素自動分割を行う手法を提案した。本手法を用いることによって、要素分割の目的に応じた形状の良い要素を生成することが可能になった。特に要素形状の改良手法は二次元領域では非常に有効な手法であると考えられる。さらに、本手法はユーザーとの対話形式によって進んでいくため、要素分割にユーザーの意図が反映できるという利点がある。また、本手法は得られた地理情報を加工することによって要素分割を行っていくため、その地形如何によって要素形状が変わってくる。例えば(3)にも述べたが等深度線の幅が極端に狭い箇所ではそれに即した要素分割を行わなければならない。と同様に等深度線が途中で途切れているような場合についても、それに対応した要素分割を行う必要がある。今後はそのような特殊な地形にも対応したプログラムを作成する必要がある。

参考文献 I : 谷口、佐野、千葉、小澤、野沢、"有限要素法による津波解析現象のための自動要素生成法"、土木情報システム論文集 vol.6 pp104 - 110, 土木学会、1997