

II-342

浅水長波流れ解析における自動要素生成法について

広島工業大学 学生員 ○岡田 毅
 広島工業大学 正会員 榎山 和男

1. はじめに

近年、浅水長波流れや水面波動の解析に差分法や有限要素法などによる数値解析が多く用いられるようになってきている。これらの解析は、計画・設計段階に多く用いられるため、通常幾つかの異なった境界形状や水深形状のデータが用いられ検討される。したがって、解析を精度良くかつ迅速に行うためには、複雑な境界形状や水深形状をモデル化した要素分割を自動的に作成する必要がある。これまで多くの自動要素分割法が提案されているが、その殆どは構造解析用のもので、上記の問題解析に必要な水深データを同時に作成する方法は僅かしかない¹⁾。このため、実際の解析を行う場合にはデータ作成に多大の労力が払われている。

本報告は、上記の問題点を解決するために、デジタイザーとパーソナルコンピュータを用いて要素分割と水深データを同時にかつ簡便に生成する自動要素分割法を提案するものである。

2. 自動要素生成法

本自動要素生成法のフローチャートを図-1に示す。そして、本手法を清水港の要素分割に適用した例を用いながら、各項の説明を行うことにする。

①境界節点の設定：まず、解析領域の境界を設定する。その際に外部境界は反時計回り、内部境界は時計回りに節点番号を連続して付ける。既存内部節点は等水深線に沿って設定する。

②仮要素生成：境界節点を用いて仮要素生成を行う。仮要素生成の方法は幸野、依光²⁾らによって提案された方法を用いる。この方法は、最初に図-2に示すような辺ABを定義し、その辺が三角形要素を構成する節点Cを捜す。いま、点A、B、Cを通る外接円を考え、その円の中心点をO点とする。その次に、辺ABの垂直二等分線を軸とする $\xi-\eta$ 座標系を定義する。そして、点Cは η の座標値が正でかつ、点Oの η の座標値が最小となる節点とする。

③新節点の発生：仮要素を使って新節点を発生させる。

④水深補間：まず、新節点をP点とし、次にその新節点が仮要素のどの位置にあるかを判定する(図-3参照)。この判定は次式によって行う。

$$A_1 > 0, A_2 > 0, A_3 > 0 \quad (1)$$

ここに、例えば A_1 は次式で表せる。

$$A_1 = \frac{1}{2} \{ X_P (Y_2 - Y_3) + X_2 (Y_3 - Y_P) + X_3 (Y_P - Y_2) \} \quad (2)$$

そして、最後に新節点の水深は、その仮要素の各頂点の水深とP点の面積座標を用いて、次式によって線形補間して求める³⁾。

$$h_P = L_\alpha \cdot h_\alpha \quad (\alpha = 1, 2, 3) \quad (3)$$

ここに、 L_α は面積座標であり、 h_α は仮要素内の新節点の水深である。

⑤本要素生成：境界節点及び新節点を用いて本要素の生成を行う。本要素の生成の方法は、仮要素生成の方法と同一である。

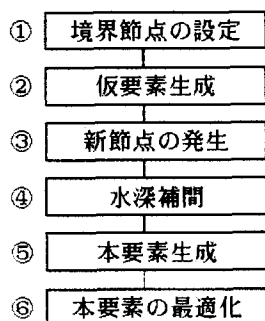


図-1 フローチャート

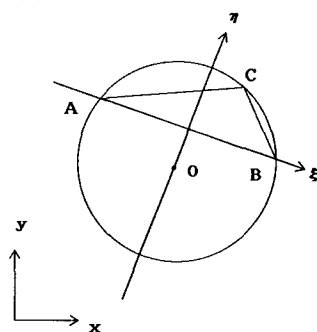


図-2 要素生成の方法

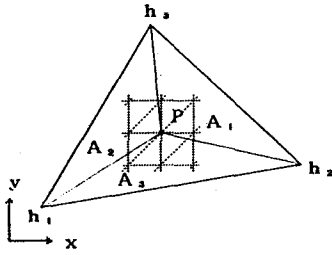


図-3 水深補間の方法

⑥本要素生成の最適化：適応型計算法⁴⁾のr-法の考え方をを用いる。これは、非定常解析を行う場合の Δt が一定になるように節点を移動させ、要素分割の最適化を行うものである。すなわち、次の量が各要素で一定値になるように節点を移動させる。

$$E_e = \frac{\Delta x}{\sqrt{g h_e}} \quad (4)$$

ここに、 Δx は平均要素サイズ、 g は重力加速度、 h_e は平均要素水深である。

図-5及び、図-6に清水港に対する最適化した本要素分割図と計算された等水深線を示す。
3. おわりに

本報告によって、水深データを必要とする浅水長波流れ解析や水面波動問題の解析に対する自動要素分割法を提案した。本手法を用いることにより、複雑な境界形状や水深形状を有する解析領域に対する要素分割を簡便にかつ最適に作成することが可能となった。

参考文献

1)W.C.Thaker, A.Gonzalez, and G.E.Putland,J.:A method for automating the construction of irregular computational grids for storm surge forecast models, comp. physics 37, pp.371-387, 1980. 2)幸野淳一,依光直仁：複雑平面領域の三角形要素生成法, 第1回計算力学シンポジウム報文集, pp.7-12, 1987. 3)K.Kashiyama and M.Kawahara:Interpolation method for preparation of input data of water depth in finite element method analysis of shallow water flow, Eng. comput., vol.2,pp.266-270, 1985. 4)K.Kashiyama and K.Kawahara: Adaptive finite element method for linear water wave problems, Proc. JSCE., No.387/2, pp.115-124,1987.

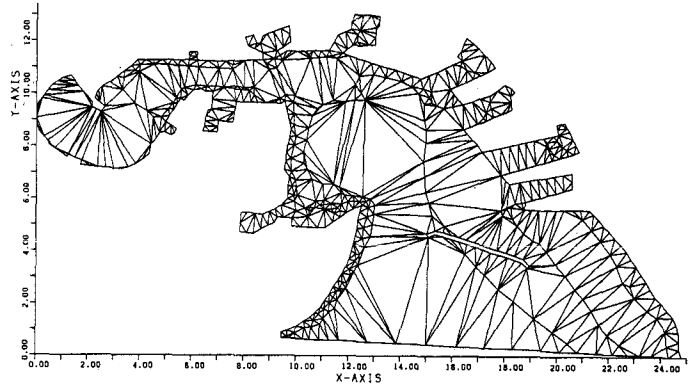


図-4 仮要素分割図

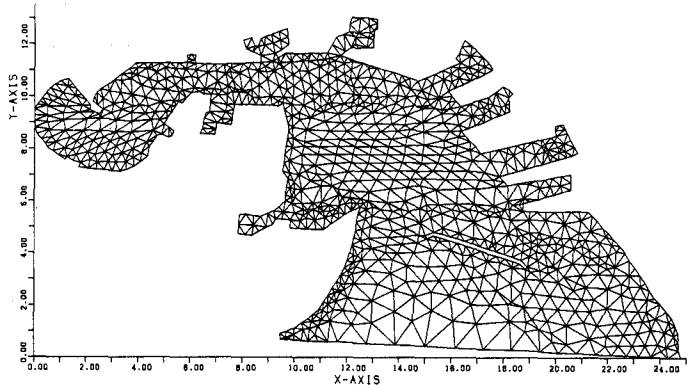


図-5 最適化した本要素分割図

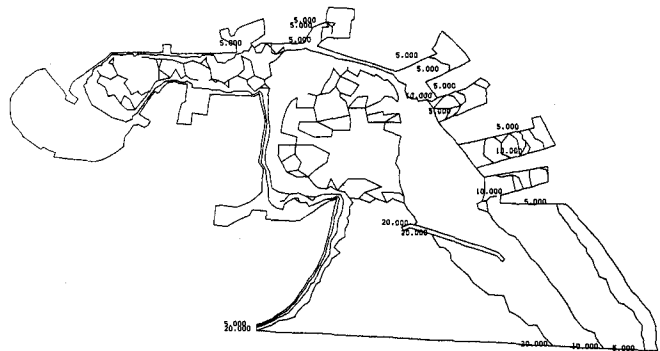


図-6 計算された等水深線図