

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、浅水長波流れの解析法として、任意形状への適合性に優れている有限要素法が多く用いられているようになってきている。しかし、この方法の特徴を生かして、迅速にかつ精度よく解析を行うためには、複雑な陸岸境界や水深変化に適合した要素分割を自動的に行う必要がある。これまで、多くの自動要素生成法が提案されているが、これらの多くは構造解析を目的としたものであり、水深データを必要とする浅水長波流れ解析を目的とした方法は僅かしかない¹⁾。このため、通常、要素生成を行った後に、水深データを別途入力するという二段構えの作業が必要となり、実際問題の解析を行う場合などにはデータ作成に要する労力は相当のものになっている。

本報告は、上記の問題点を解決するために、水深の変化の影響を考慮しつつ要素分割と水深データを同時に作成する自動要素生成法を提案するものである。なお、要素としては、任意形状への適合性に優れ、解析における取扱も簡単な三節点の三角形要素を用いた。

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説明を行うことにする。

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(ステップ①)。

次に、これらの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。図-2に示すような境界辺ABを考え、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。そして、辺ABの垂直二等分線を軸とする $\xi-\eta$ 座標系を定義し、 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をCとする(ステップ②)。

この仮要素を使って新節点を発生させる(ステップ③)。次に、この新節点をP点とし、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、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⁾。

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

ここに、 L_α は面積座標であり、 h_α は仮要素の節点の水深である(ステップ④)。

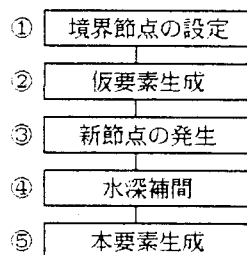


図-1 フローチャート

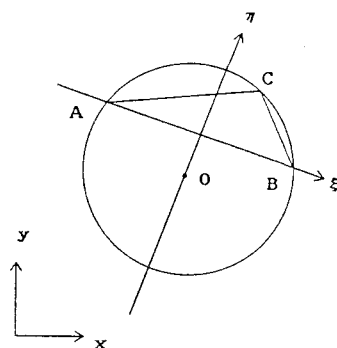


図-2 要素生成の方法

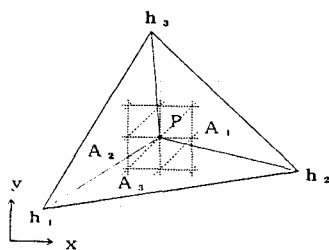


図-3 水深補間の方法

そして最後に新節点を用いて、実際の解析に用いる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じである（ステップ⑤）。

図-5及び、図-6に清水港に対する本要素の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、浅水長波流れ解析のための自動要素生成法を提案した。本手法を用いることにより、複雑な形状を有する解析領域に対して、要素分割のみならず、水深データをも同時に作成することが可能となった。今後、節点制御を含めた最適な要素分割を行う機能を付加する予定である。なお、例題では、デジタイザーを用いて海図から陸岸境界及び等水深線の節点座標と水深を入力し、パーソナルコンピュータにより自動要素生成を行ったことを付記する。

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.

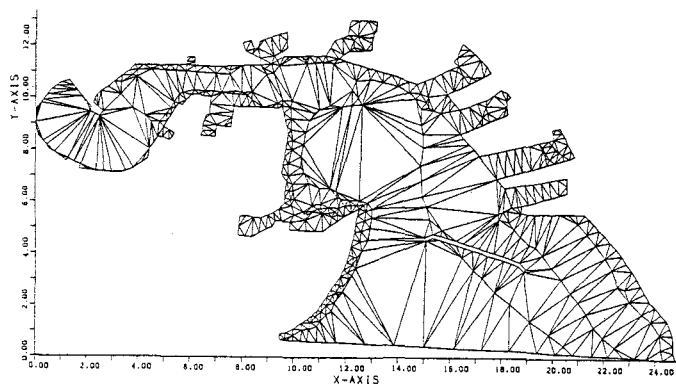


図-4 仮要素生成分割図

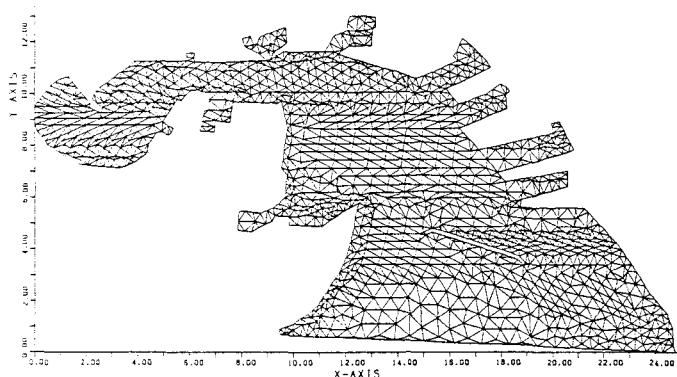


図-5 本要素生成分割図

