

(Ⅱ-41) 流域地形のモデル化のための自動要素分割法

中央大学 学生員 山下 智也
中央大学 学生員 藤本 耕司
中央大学 正会員 桒山 和男

1. はじめに

水環境における流れ解析において、高精度の計算結果を得るためには、波長の変化に応じた適切な要素分割データを作成し、用いることが要求される。これまでに、著者ら^[1-3]は複雑な水深形状を有する領域に対して、上記の要求を満足する自動要素分割を提案してきた。しかし、領域形状の複雑さは十分に考慮されていなかった。そこで、本報告では、領域形状の複雑さを考慮した自動要素分割法を提案する。さらに、山地流域のモデル化に適用し得るため、谷線、尾根線などの地性線は必ず要素境界辺で構成されるように改良している。なお、本報告では、要素としては三節点三角形要素を用い、要素分割法には改良デラウニー法^[4,5]を用いている。

2. 自動要素分割法

本手法のフローチャートは、図-1に示すとおりである。以下に、今回提案する内部節点の発生法及び複雑な平面形状を考慮した要素分割法、さらに、山地流域における地性線の生成法について述べる。その他の項目については、文献[1~3]に詳しいので省略する。

2.1 内部節点の発生法

内部節点は、河川・海岸域のモデル化では、波長要素幅比 m が一定になるように発生を行う。そこで、次のような要素サイズ関数 f を定義する。

$$f = L / m \quad (1)$$

ここに、 m は1波長に対する分割数であり、 L は波長である。

内部節点の発生の検討は、各要素ごとに正方格子状に下方から δ 間隔で行う(図-2参照)。そして、発生された節点 p における要素サイズ関数 f_p が、点 p から最も近い既存節点との距離 d よりも小さい場合に、その節点を新たな内部節点として認める。すなわち、次の関係式が成立する場合、その節点を新たな内部節点として認める。

$$f_p < d \quad (2)$$

ここで、点 p の要素サイズ関数 f_p は、点 p が仮要素のどの要素内に存在するかを判定し、その仮要素の節点における要素サイズ関数値を用いて線形補間される値を用いる。なお、山地流域のモデル化では、一定の δ 間隔で節点の発生を行う。

2.2 複雑な領域形状を考慮した要素分割法

河川・海岸域のモデル化では、流況や波高分布に大きな変化が生じる凸部付近に節点が自動的に多く発生するように考慮する必要がある。そこで、本手法では、境界の内角が 270° 以上(内部境界の場合 90° 以下)の角を持つ要素を判定し、その要素には他の要素より密な節点を発生させる。具体的に本報告では、(2)式において、 f_p を $1/2$ に小さくして節点発生の検討を行っている。このことにより、複雑な境界形状を考慮した要素分割を行うことができる。

2.3 山地流域における地性線の生成法

山地流域のモデル化では、谷線、尾根線及び傾斜変換線などの地性線を正確に再生する必要がある。そこで、本手法では、データ入力の際に地性線を入力できるようにして、地性線に”領域内における線境界”という概念をもたせるようにした。詳細については、文献[5]を参照されたい。このことにより、山地流域のモデル化において、地性線を忠実に表現した要素分割を行うことができる。

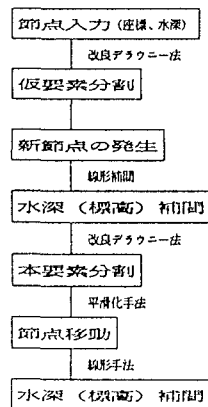


図-1 フローチャート

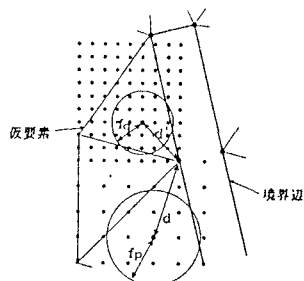


図-2 内部節点の発生

3. 適用例

本手法の有用性を示すために、解析領域の形状が複雑な大原港と筑波山西側傾面のモデル化に適用した。図-3と図-4に、大原港に対する入力節点図と最終的に得られる要素分割図を示す。入力データとしては、波の周期 $T=60$ 秒、波長要素幅比 $m=20$ 、節点の発生間隔 $\delta=50$ mを用いている。図より、境界形状および水深に応じた要素分割が実現されていることがわかる。図-5と図-6に、筑波山に対する入力節点図と要素分割図を示す。図-5中、実線は地性線を表し、地性線上の節点は線境界として連続に入力されている。なお、節点の発生間隔は $\delta=100$ mとした。図-6より、地性線は境界辺で構成されて分割が行われていることがわかる。

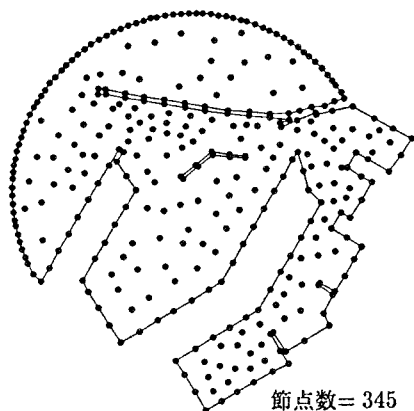


図-3 大原港 入力データ図

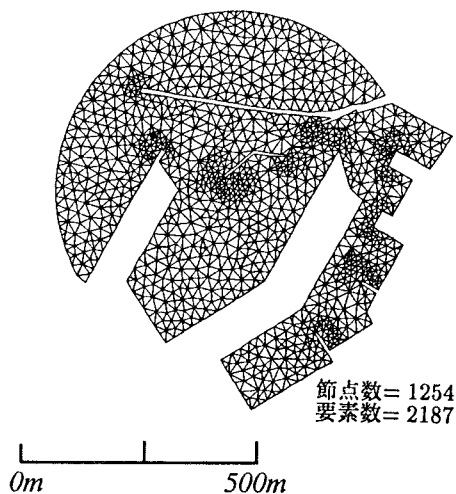


図-4 大原港 本要素分割図

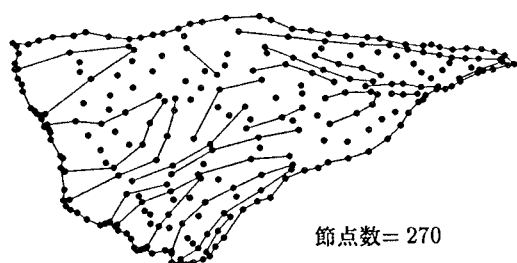


図-5 筑波山 入力データ図

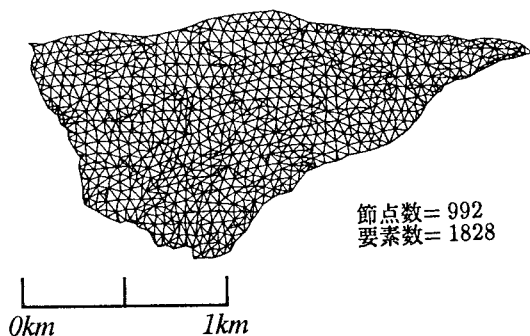


図-6 筑波山 本要素分割図

4. おわりに

本報告において、複雑な平面形状を有する流域地形のモデル化のための自動要素分割を提案した。本手法により、複雑な領域形状に適応した要素分割を、迅速にかつ自動的に作成する事が可能となった。

参考文献

- [1] 榎山和男、岡田毅、第3回数値流体力学シンポジウム講演論文集、pp.555-558 (1989)
- [2] 榎山和男、岡田毅、第4回数値流体力学シンポジウム講演論文集、pp.299-302 (1990)
- [3] 樋口誠、榎山和男、第19回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.102-103 (1992)
- [4] Sloan, S.W., Advance in Eng., Vol.9, No1, pp.34-55 (1987)
- [5] 榎山和男、水工学論文集、第37巻 (1993)