

数値格子生成システムの開発

1H-1

岡村 真貴子*, 小林 孝雄**, 馬場 敦子*

* (株)東芝 総合情報システム部 ** 東芝CAEシステムズ(株)

1. はじめに

差分法で任意の曲線境界を有する領域を解析する場合、精度の良い解を得るための手段の一つとして、境界に適合した一般曲線座標系 (Body-Fitted Coordinate System) を定義する方法が有効である。実空間(x, y)と写像空間(ξ, η)との間の変換に数値的方法を用いることによって、任意の境界形状を取扱うことができる。

本システムは、特に図1のような翼列まわりの流れ解析の精度向上をはかるため、境界での直交性を考慮した一般曲線座標系メッシュを、簡単な操作で作成できるようにしたものである。

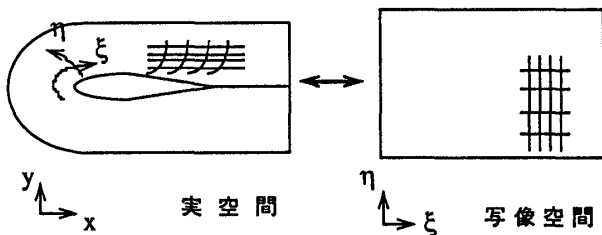


図1. 実空間(x, y)と写像空間(ξ, η)

2. 格子生成法

2.1 ポアソン方程式による格子生成

実空間を(x, y), 写像空間を(ξ, η)とし、ここでは楕円型方程式を用いる方法、つまり ξ, η を関数とするラプラス方程式を写像空間で解き x, y 座標を得る。しかし、意図する格子を得るためには格子の制御 (格子角度と格子間隔の制御) が必要であり、ラプラス方程式の右辺に非同次項を付加したポアソン方程式を用いる。

2.2 格子制御

格子制御のための非同次項には指数関数を用いるが、ここでは次の2方法を採用している。

- (i) ユーザが非同次項の係数の値を直接与える方法⁽²⁾
- (ii) 領域境界において格子角度と格子間隔を与え、繰り返し計算の中で係数を変更していく方法⁽³⁾

翼列まわりの格子を考えた場合、翼表面、周期境界、カット境界上で直交することが望ましい。後者の方法は、このための有効な手段である。

3. システム概要

本システムは図2に示す4つのプロセスから構成され、EWS上で作動する。各プロセスは図3のように一つの親プロセスにより管理され、この親プロセスの下で平行して実行可能である。

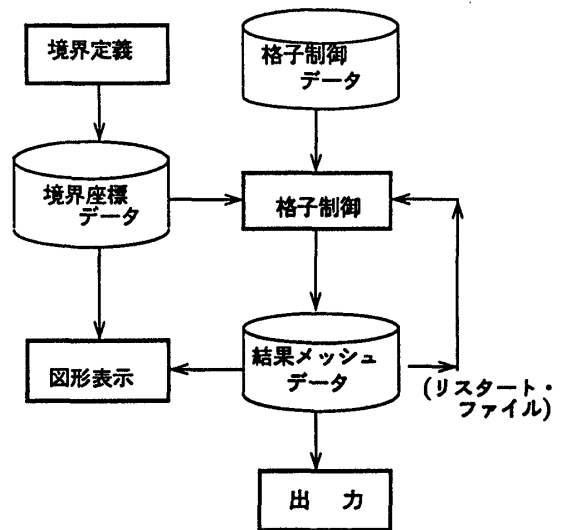


図2. 入出力図

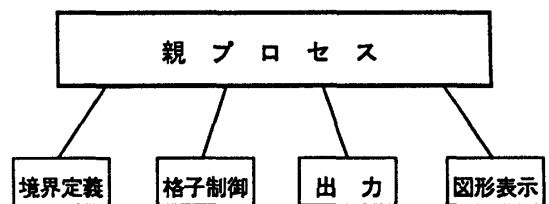


図3. プロセス関連図

本システムでは、これらの機能を使用するために特別なコマンドを修得しなくて済むよう、日本語メニュー・パネルを用意し、マウスによるピックあるいはキーボードからの最低限のデータ入力でもメッシュ作成できるようにした。

Development of Numerical Grid Generation System

Makiko Okamura*, Takao Kobayashi**, Atsuko Baba*

* Toshiba Corp., ** Toshiba CAE Systems Inc.

図4に初期メニューを、また図5に図形表示パネルの例を示す。図形表示プロセスは常に作動中で、ユーザは初期メッシュあるいは実行結果のメッシュを見ながら、図6(格子制御入力パネルの一例)のように次の制御データの設定などを行うことができる。

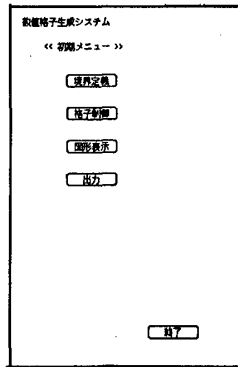


図4. 初期メニュー

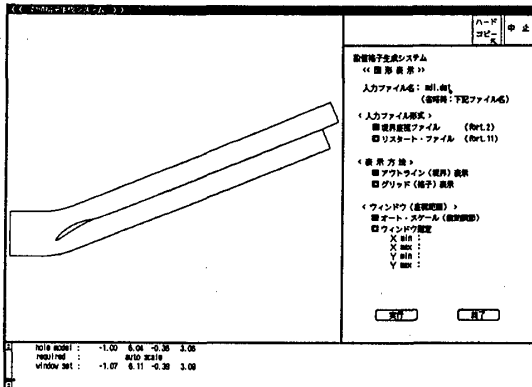


図5. 図形表示パネルの例

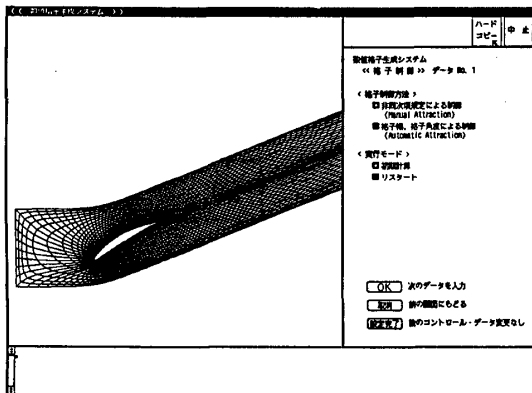


図6. 格子制御入力パネルの一例

4. 適用例 —— 翼列まわりの格子生成

図7は初期メッシュ、図8は前述 (i) の方法で非同次項の係数を直接与え、格子制御を行った例である。この場合、意図するメッシュを得るには、かなりの試行錯誤が必要となる。

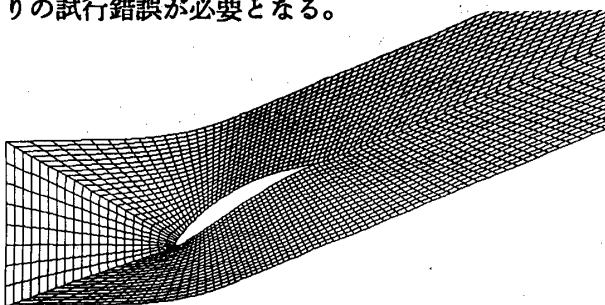


図7. 初期メッシュ

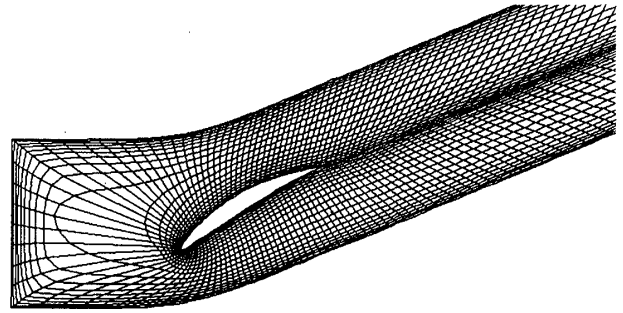


図8. 係数指定によるメッシュ

図9は (ii) の方法で、境界での格子間隔、角度を与え、格子制御を行ったもので、境界上で直交するようなメッシュが作成されたことがわかる。

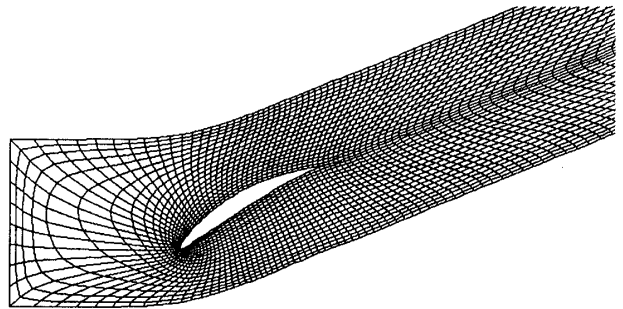


図9. 境界上の角度、間隔指定によるメッシュ

5. おわりに

今回、格子制御、特に境界での直交性を考慮した一般曲線座標系メッシュをEWS上で作成するシステムを開発し、簡単な操作で格子生成を行うことを可能とした。

本システムは今後、流れ解析に有効利用していくが、差分法のための一般曲線座標系定義に限らず、有限体積法や有限要素法などのメッシュ生成法としても有効である。

6. 文献

- (1) J. F. Thompson, F. C. Thames, and C. W. Mastin, Automatic Numerical Generation of Body-Fitted Curvilinear Coordinate System for Field Containing Any Number of Arbitrary Two-Dimensional Bodies, J. Comp. Phys. 15, 1974, 299.
- (2) J. F. Thompson, F. C. Thames, and C. W. Mastin, Boundary-Fitted Curvilinear Coordinate Systems for Solution of Partial Differential Equations on Fields Containing Any Number of Arbitrary Two-Dimensional Bodies, NASA CR-2729, 1977.
- (3) R. L. Sorenson, and J. L. Steger, Numerical Generation of Two-Dimensional Grids by the Use of Poisson Equations with Grid Control at Boundaries, NASA CP-2166, 1980, 449-461.