

有限要素法による解析支援システムについて

4R-7

福田順子

九州共立大学

1. はじめに

有限要素法は1950年代に航空機の構造解析の手段として開発されたことに端を発し、電子計算機の大型化および高速化に伴ってその有用性が評価されるようになり、現在では固体力学のほか、流体、電熱および電磁気学における解析等の広い分野において盛んに応用されている。しかし有限要素法を実用分野で応用する場合、解析対象を多くの有限要素に分割し、各要素を構成している節点の番号およびそれらの座標等の解析に必要な膨大な入力データを作成しなければならない。さらに解析結果の高精度化をはかるには、解析の対象をできるだけ細かい要素に分割する必要があり、入力データの量は益々増加する。また入力データ量の膨大化に伴ってデータの入力ミスの危険性も極めて高くなる。

従ってその実際の応用に当っては、それらの入力データの作成にかかる手数をできるだけ軽減する必要がある。そのためには解析対象の形状、領域内の節点の分布密度など要素分割を行うのに必要で最小限の数の入力データから高精度の解を得ることができ要素を自動的に生成し、これより有限要素法の計算に必要なデータを得て解析を実行することにより有限要素法の有用性を大幅に向上させることができる。また必要に応じてメッシュ分割の結果をパーソナルコンピュータのCRT上に表示し、自動分割パターンのチェック、目視によるパターンの修正および生成を対話形式で行うことによって解析に必要な多量の入力データを常時、迅速で正確に作成する

ことができ入力データの作成にかかる労力と時間を大幅に削減できる。

本報告ではこの操作を可能にするために開発した自動要素分割システムの概要について述べる。

2. 自動分割システムの要点

自動分割システムは有限要素法への応用を目的として作成したもので開発に当たりその解析の精度と実用性の向上を図るため下記の諸項目について考慮した。

- 1) 複雑な形状の平面領域に対する自動要素分割が可能なること。
- 2) できるだけ少ない入力データを使って領域全体に三角形要素を生成できること。
- 3) 領域内で三角形要素の分布密度を自由に制御できること。
- 4) 領域全体で三角形要素の分布が漸次に変化できること。
- 5) 単純な形状の領域内では簡単な幾何学的方法によって三角形要素を生成し所用時間の短縮を図ること。
- 6) 目視により分割パターンを確認しながら対話形式でメッシュを部分的に修正できること。
- 7) 自動分割の結果をそのままサブストラクチャ法のデータとして利用できるようにすること。

形状の複雑な二次元領域を要素分割する場合、まず領域を適当な数のブロックに分割し、これらの各ブロックを自由に選択できる自動分割の手法により三角形要素に分割する。この分割の手法には数種の幾何学的パターンを基本とした要素分割法が用意され、それらはユーザの判断により自由に選択することができる。またブロックの形状および境界上に割

A support System for Finite Element Analysis
Junko Fukuda
Kyushu Kyoritsu University
1-8 Jiyugaoka, Yahata-Nishiku, Kitakyushu 807,
Japan

り当てられた節点の配置パターンなどにより適切な要素分割法をシステムに自動的に判断させることもできる。このほか複雑な形状の境界に順応すると共に、特に高精度の解を要する箇所の付近では要素を細かくすることもできる分割法、すなわち要素の分布密度を自由に制御するために乱数を利用した自動要素分割法を選択することもできる。なおこの際生成された要素の中に極端な鋭角を含むものがあると解析の精度を低下させる原因になるので、このような要素が生成されないような考慮を払っている。

またこの要素分割システムは解析計算の途中で領域形状の変化に追従することができるため有限変形問題や諸種の形状最適化問題にも適用可能である。

3. 入力データ自動作成システム

有限要素法は複雑な任意形状の対象についても適応できるがこの形状情報を人が図面より読み取って準備することは非常に労力を要する。しかし形状を部分的に関数近似し、数式で表現できれば少ない入力データにより必要な任意の位置の座標をコンピュータ処理によって求めることができる。入力データ自動作成システム (Input Generator) は前述の自動要素分割システムに必要な入力データをパソコン上でマウスを使用して画面と対話をしながら作成するプリプロセッサである。

4. メッシュパターンの修正システム

自動要素分割システム (Mesh Generator) により平面領域のメッシュ分割を行った後、必要に応じてメッシュパターンの修正システム (Mesh Modifier) によりメッシュパターンの修正を行う。このシステムを作動すると種々の処理を行うためのコマンドのメニューおよび指示が CRT 上に順次表示されるのでその指示に従って、マウスによりコマンドを選択し対話形式で要素パターンの修正を行う。Fig. 1 (a) は領域内を 4 つのブロックに分割し、Mesh Generator を用いて要素分割をした結果を示している。Mesh Modifier をパソコンで作動し、この分割結果を CRT 上に表示し、メッシュパターンの修正を必

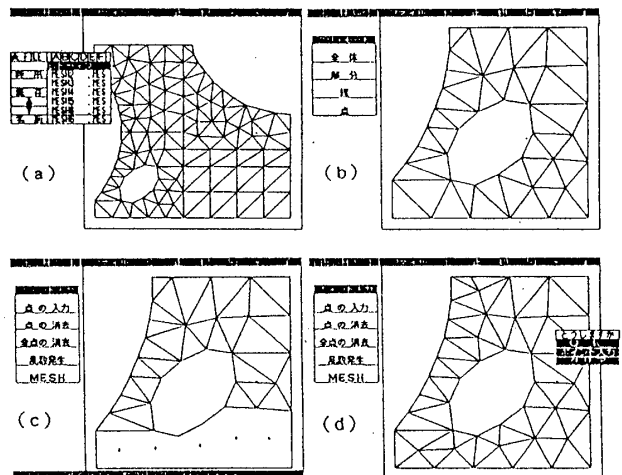


Fig. 1 Process of modifying mesh pattern

要とするブロックを指定 (この例では左下のブロック) するとそのブロックのメッシュパターンを表示する (Fig. 1 (b) 参照)。修正領域をマウスにより指定するとその領域内の要素を消去し節点のみを表示するので節点の位置を目視により確認しながら節点の追加および消去を行い修正領域内に節点を配置する (Fig. 1 (c) 参照)。領域内の節点の生成法にはマウスによる節点の位置を指定する方法とメッシュサイズを入力し乱数を用いて節点の座標を計算する方法がある。次にこれらの点より修正領域内のすべての要素の形状ができるかぎり正三角形になるような点を選び三角形要素を生成する (Fig. 1 (d) 参照)。

5. おわりに

本報告では、任意形状の領域に対しできる限り少ない数の入力データによって要素の大きさおよび分布密度を自由に制御し、自動的に要素分割を行うことのできる要素分割システムとパソコンによる対話形式のメッシュパターンの修正システムの機能について述べた。この自動要素分割システムを用いることによって有限要素法を用いた解析において入力データの量が大幅に減少できる。またこの分割法は有限変形問題や形状最適化問題において計算の途中で形状の変化に追従した自動的要素分割が可能であることから最適形状の自動的決定にも応用が可能である。