

有限要素法のための要素自動分割法の開発

岡山大学工学部

正員 〇谷口健男

西部技術コンサルタント

横谷英司

1. まえがき

有限要素法を利用する場合、要求される入力データ量は膨大となり、その作成および入力を入りにたまった場合、必然的にミスと誤差の信頼性が低下するとともに、コスト高を引きおこす。従って、今日よりデータの自動発生プログラムの開発が急務に行なわれるようになり、また、本研究が提案しようとする要素自動分割法は、系の形状が非常に複雑である場合に対するものであり、従って、①、対象系の全体形状が与えられた時、②、それを利用者の意図に添う有限要素メッシュに分割し、③、FEM解析に必要なデータを発生させるものである。なお、対象を2次元以下に限定する。

2. 要素自動分割法の設計

要素自動分割法において要求される条件は次のような項目であり、それらを設計条件と設定する。

- (i) 汎用性（二次元領域の応力解析のための有限要素モデルが作成可能なこと）
- (ii) 結果の判定の容易さ（作成されたメッシュが満足できるものであることを速に判断できること）
- (iii) データの入力・訂正の容易さ（入力ミスの訂正、結果の修正が容易なこと）
- (iv) 入力データの簡素化・統一化（構造形式の違い、構造要素の違いに無関係に入りデータを統一される）
- (v) 出力データの統一（FEM解析で必要とされる全てのデータを規格化・統一化する）

上記5つの設計条件を考慮しながら、オートメッシュの流れ①、②、③の各ステップの概略設計を行う。①の全体形状の入力は系の境界を認識させることである。境界は直線、曲線の連なりであり、線分はその両端点の座標位置と線分の性質（直線か、曲線か）で定義可能であることと考慮し、節点座標と線分の性質の入力により境界を作成し、これにより設計条件(i)に満足させる。更に入力ミス等を防ぐために、入力結果を直ちに図形で表現し、誤りがあれば修正できるようにする。これは対話型処理を意味し、ここではこの方法を採用し、これにより条件(i)、(ii)に満足させる。対話型処理は②の分割結果の判断において最も有効となる。なぜならば、利用者が分割メッシュを自分の眼で確認でき、もし不十分なメッシュがあれば即座に再分割、修正が可能となり、これにより条件(iii)、(iv)を充実にする。STEP①により画かれた全体図形を見ながら、STEP②において実際の分割を行うが、ここでは2段階の分割法を採用する。即ち、全体系をまず適当な三角形、四角形の部分系に分割し、次いで各部分系を順次三角要素に再分割する。複雑な形状を対象として利用者の意図に合った分割を自動的に与えることはほとんど不可能であるが、三角形もしくは四角形の自動分割は容易であることより、上述手法を採用し、設計条件(i)、(iii)、(iv)に満足させる。全体系の部分系への分割において、STEP①で入力した節点だけでは不十分であり、従ってSTEP③においても、任意の位置に節点配置を行なえるようにして部分系に対して容易ならしめる。これが終了した時点において、全体系は曲、直線、三角形、四角形の集合体に変換されたことになる。この部分系分割の為に、本設計では以下の様な分割パターンを準備する。三角形に対しては ① 全ての辺をN分割、② 2辺をN分割、残りの辺を2N分割、四角形領域に対しては ③ 相隣る2辺をN、M分割、④ 1つの辺をN分割、その隣辺をM分割することにより、残りの辺をN+M分割する。なお④は分割パターンを変化させる領域に対して設計したものであり、これにより、分割の自由度が大幅に増す。これは全2サブルーチンとし、部分系番号と呼び出し、サブルーチン名、分割数N、Mを入力することによりメッシュが自動発生し、それを画面上に画かれる。もし結果が不満足なものであれば、直ちに再分割、修正が行えるようにプログラムで設計する。また、この再分割の段階は、1つの小領域を2つ、4つ、8つの部分系に変換するようにプログラムで構築する。以上述べた様々な項目は、設計条件(i)～(v)、特に(iii)に注目して記述したものである。

以上述べた STEP 1, 2 が要求される入力データをまとめることになる。

- ・スケール (解析対象のメッシュの方向の最大寸法)
- ・解析対象の境界と構成する辺-頂点関係と頂点の座標、(辺が円弧の場合は、その中心座標と角度も同様に入力)
- ・部令系間の共通辺上の辺-頂点関係と頂点座標(辺が円弧の場合、上と同じ)
- ・辺の分割数

一方、STEP 3 で得られる出力データは設計条件(1)を考慮して次のようになる。

- ・総節点数 総要素数 要素節点関係 節点座標 境界節点

上記出力データ中、境界節点は系に載荷される荷重バクトルの為には作成している。以上述べた要素自動分割法の流れ図は図1に、またその適用例を図2に示す。

3. あとがき

ここに示した方法はいわゆるパーソナルコンピュータを対象として作成したものである。電算機が積極的に利用を考へて、試行錯誤の多い入力データ作成やパーソナルコンピュータに保存すべきであるを考へる。即ち パーソナルコンピュータで入力データを作成し、それを駆使し数値計算は大型機にまかせその最適を考へる。

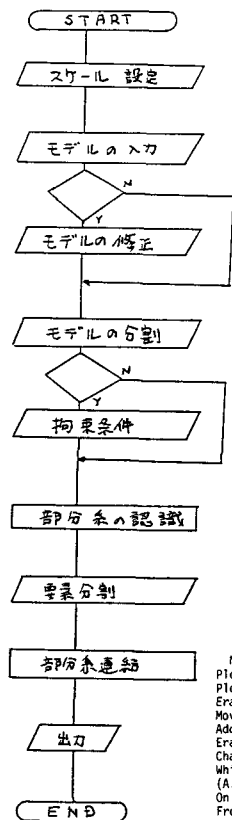


図1. 流れ図

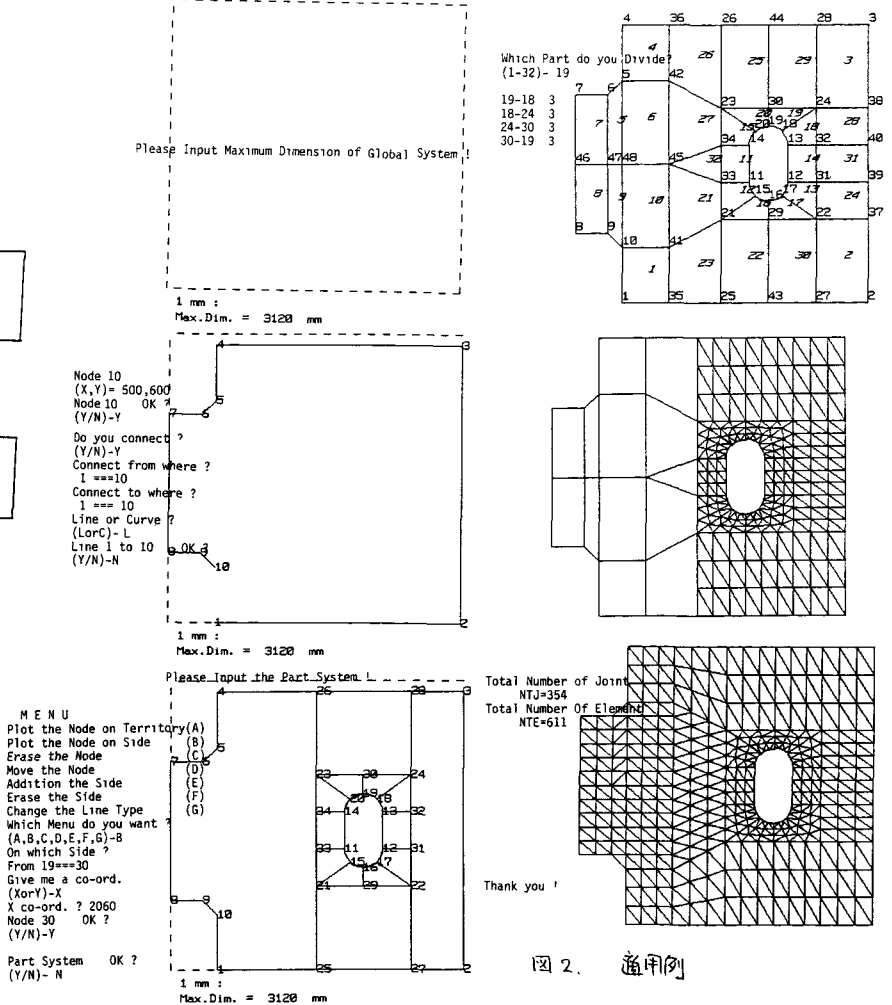


図2. 適用例