

I - 312

ボロノイ多角形による3次元有限要素自動メッシュ生成法

愛媛県庁

長岡技術科学大学

長岡技術科学大学

正会員

建設系

建設系

正会員

学生員

正会員

渡邊 桂

杉田 尚男

鳥居 邦夫

現在、有限要素法プログラムを使用した構造物の解析においては、その解析対象が大型化、複雑化しており、入力データの増加によるデータ作成ミスの増加や、データの作成に人手や時間がかかることが問題となっている。また、今後コンピューターとFEMプログラムの普及とともに、専門知識に乏しい者であっても、これを利用して解析を行う機会が増加することが考えられる。

以上のようなことから、要素分割を自動化することでデータ入力の手間を簡便化を行うことが要求される。

現在、データ入力の労力やデータ入力に要する時間を低減する手段として、自動要素分割が用いられているが、応力集中部におけるメッシュ分割においては、そのみでは対処しきれていない。そのため従来の要素自動生成の方法と、ある種の要素生成手法を組み合わせることで、従来の手法と比較して、より合理的な要素自動分割の手法を開発することが必要であると言える。

そこで本論文では、3次元空間における、ボロノイ理論による自己修正型自動メッシュ生成法を提案する。一般に、3次元空間において応力解析を行う場合、3次元の構造物を2次元でモデル化し、解析を行うことがあるが、3次元空間内の構造物については3次元の解析を行うことが望ましいと考えられる。

本論文は、有限要素解析において応力集中部分を再分割する現象と、この餌による動物の縄張りの再編成のアナロジに注目するものである。すなわち、

餌となる応力値を基に要素を再配置し、再び解析するという収束計算を通じて、要素のより良い配置法について検討し、この収束型の自動メッシュ生成手法を用いることで、従来の経験的に要素分割していたものに対して、効率的な要素分割が可能であることを報告するものである。

Voronoi領域は、Euclid空間内に配置された母点に関して、その母点に最も近い点の集合で表すことができる。

本研究では、図1のフローチャートに従い、要素を分割していく。Voronoi理論を用いて解析対象領域を多角体に分割し、それを解析用要素に再分割、FEM解析で得られた解析結果をもとに配置母点の移動を行い、再度Voronoi領域の確保、解析用要素へ分割、FEM解析による応力値に算出というループを実行している。

図2に解析対象に対する荷重状態を示す。

図3に、解析対象に対する母点の配置図を示し、図4に、解析対象表面における母点配置状態を示す。

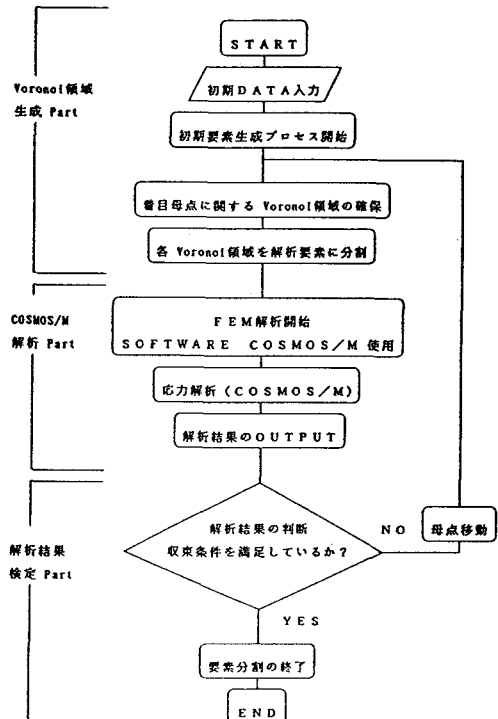


図1 自動メッシュ生成フローチャート

右に示すものが、図2解析対象载荷状態である。図中の着色面上に存在するVoronoi母点及び解析要素節点は全て固定点としている。図3において黒丸で示しているものが、配置したVoronoi母点である。配置状態を理解しやすいように、解析対象物上に母点配置用の補助線を示してある。図4の解析対象表面にみるVoronoi母点配置状態図においても同様である。図5に解析対象における全要素の初期状態を、図6に解析対象表面にみる要素初期状態を示す。図7に母点移動終了後の全要素を、図8に母点移動終了後の解析対象表面における要素の状態を示す。

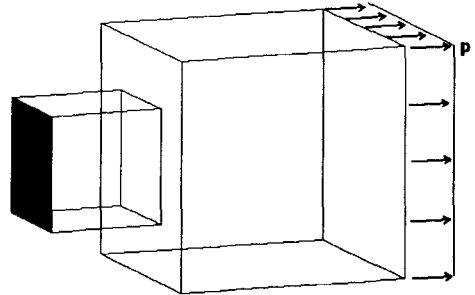


図 2 解析対象载荷状態

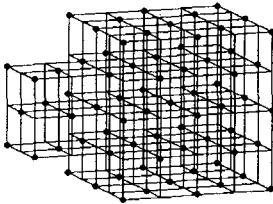


図 3 解析対象母点配置状態

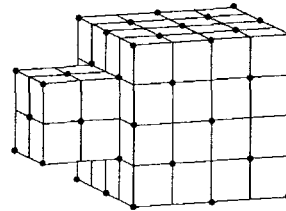


図 4 解析対象表面母点配置

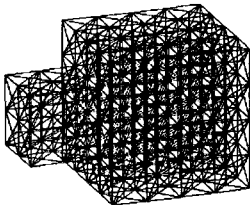


図 5 全要素初期状態

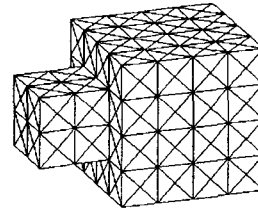


図 6 要素初期状態（表面）

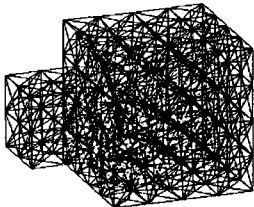


図 7 母点移動終了後全要素

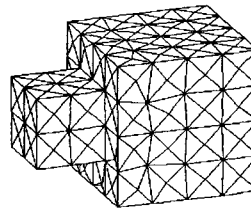


図 8 母点移動後（表面）

ボロノイ理論を用いた要素生成法は、その母点の持つ領域形状が凸型の多面体であることなどから良好な解析要素形状を得やすい。また従来の自動要素分割法との大きな違いとして、要素を解析対象物の応力集中部分に移動させ要素の配置効率を向上させることに重点を置いたことで、従来のように経験的にメッシュ分割を行う手法と比べ、入力データ数を極力最小限化することができ、応力集中部分の要素配置を密にすることが可能となった。