

3 次元体の形状入力と要素分割

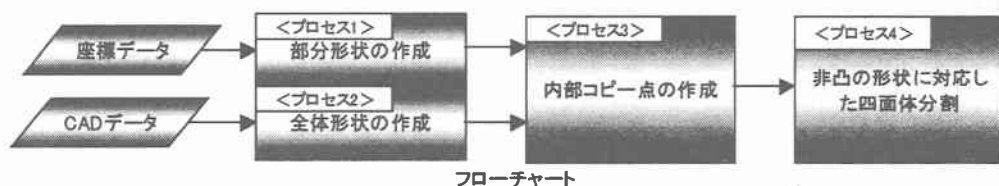
岡山大学大学院	○学生員	山下 優耶
大林組		宇野 真太郎
岡山県		黒原 敏孝
岡山大学環境理工学部	正員	谷口 健男

末えがき：

地形や構造物を対象とする 3 次元有限要素解析については、それらの形状を電算機に入力することが困難である。そこで、入力におけるユーザビリティの向上を図るために、2 種類の入力方法を提案し、さらに入力された非凸の 3 次元体から四面体有限要素モデルを作成する手法を提案する。

方法とその概要：

基本的に凸の形状に対してのみ適用可能なデローニー要素分割法を、非凸の対象に展開する。表面上の点から領域内部にコピー点を作成し(プロセス 3)、表面上の点と内部コピー点に対してデローニー要素分割法による四面体分割を行う。作成された四面体要素群の中から、表面上の点のみで構成された四面体を削除することで、非凸の対象を四面体分割することが可能となる(プロセス 4)。プロセス 1・2 では内部コピー点を作成するために必要な表面形状を作成する。



＜プロセス1＞

概要:現在、任意 3 次元領域での要素分割は、入力データに表面三角形の要素節点関係を加える必要がある。そのデータは膨大で、作成に労力と時間を要する。プロセス 1 では、より少ない入力データで表面形状(部分形状)を計算機に認識させる手法を提案する。表面形状はプロセス 3 で必要となる情報である。

前提条件: ①表面上の近傍点間隔は他の点間隔より小さい。(図 1.1・1.2)

- ③急折部が存在する場合、その情報が必要。(条件②を行っても条件①を満たすことができない)

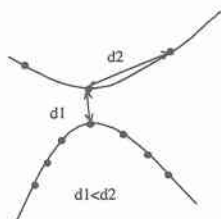


図 1.1 不適切な点配置

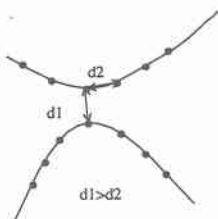


図 1.2 適切な点配置

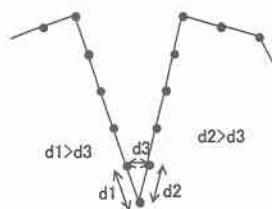


図 1.3 急な折れ曲がり部(急折部)

手法：①選択した節点から距離が近い順に他の節点(近傍節点)を格納する。(現在は20点)

②近傍節点の一部を用いて選択した節点の周りに三角形を作成する。

問題：○特殊な形状部分(急折部)のデータを別途作成する必要がある。

○近傍節点の採用する個数により、作成される部分表面三角形が全く異なる。

<プロセス 2>

概要：3次元モデルの作成が比較的容易な CAD を用いることでユーザビリティの向上を図る。CAD データ (DXF ファイル：バージョン R12J 以前) から要素分割に必要な表面データを取り出し、また要素分割により有利なデータに再構成する手法を提案する。

手法：①CAD データから全節点数とその座標値、モデルのフレーム（面）情報を取り出す。

②取り出された節点とフレーム情報から、表面三角形の要素節点関係を作成する。

③表面三角形を要素分割に有利な形状に再構成する。(点の追加：図 2)

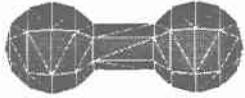


図 2.1 初期データ



図 2.2 境界辺上に点追加

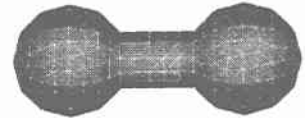


図 2.3 メッシュサイズの変更

問題：○表面三角形の再構成の段階(図 2)で、様々なパラメータが必要。(ユーザーの経験による)

<プロセス 3>

手法：①節点 i を含む各三角形の内向き法線ベクトルの和を、節点 i の内向きベクトルとする。

②そのベクトルを用いて領域内部に節点 i のコピー点を作成する。

問題：○ある点の内向きベクトルを一つ与える必要がある。(ユーザー入力)

<プロセス 4>

手法：①プロセス 3 によるコピー点と初期節点に対して、3次元デローニー要素分割を行う。

②初期節点のみで構成される四面体要素を取り除く。(図 3.1)

問題：○特にない。

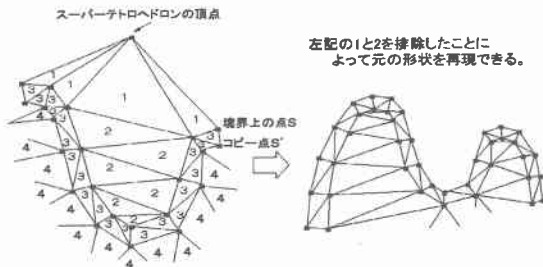


図 3.1 不要四面体削除

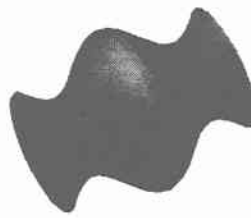


図 3.2 適用事例

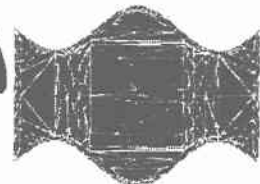


図 3.3 断面図

あとがき：

プロセス 1 の作成する入力データの削減、またプロセス 2 における任意 3 次元体の作成が比較的容易な CAD によるデータ作成、これらの入力パターンは、大規模かつ複雑な任意 3 次元モデルにおいて、ユーザビリティの向上に大きく貢献するものと思われる。また、プロセス 4 の任意形状に対応した四面体分割法は内部コピー点が確実に生成されれば、非常に有効な手法である。

今後は、プロセス 4 の手法を生かすために、プロセス 1・2・3 で述べた問題を解消し、更なるユーザビリティの向上を目指すために、プロセス 1 の部分形状の作成、プロセス 3 における内部コピー点の作成方法の改良を行う。さらに少ない情報(節点座標のみ)で、任意 3 次元体を四面体に分割するには、全く新しいアルゴリズムの開発が必要となる可能性もある。このことも視野に入れ、今後の研究を進める。