

四面体自動メッシュ分割モデル精度向上のための 表層五面体要素追加技術の開発

Development New Technique to add Pentahedron Element for Accuracy Improvement of Tetra Mesh Model

正 安藤剛廣 (構造計算テクノロジー)

Takehiro Ando, Calculation Technology for Structure Co.

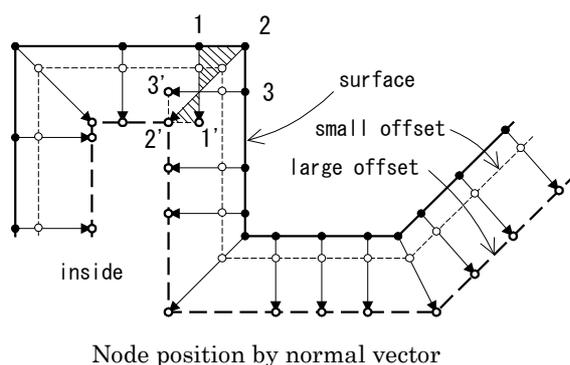
2323-15,Shimotaruki,Kakegawa-city,Shizuoka,Jupan

1. 緒言

近年のハード・ソフトの目覚ましい性能向上を背景として、構造解析などで四面体自動メッシュ分割モデルが盛んに利用されている。しかし比較的精度の悪い四面体自動メッシュ分割モデルで応力を精度よく求めるためには要素サイズを十分に小さくする必要があるが、モデル規模が非常に大きくなって計算時間の増大を招き実質的に解析が困難となることが良くある。その場合には精度を犠牲にしても要素サイズを大きくせざるを得なくなる。

そこで、予め表面を三角形メッシュで分割しておき、その法線ベクトルから精度が良いとされる五面体要素を生成した後に、内部空間を四面体自動メッシュ分割する方法も提案されている。

今回開発した技術は表層部に五面体要素を配置する一手法で、先に四面体自動メッシュ分割しておき、その領域内部方向に均一に弾性収縮させることで、表層部に五面体要素を後から追加するものである。



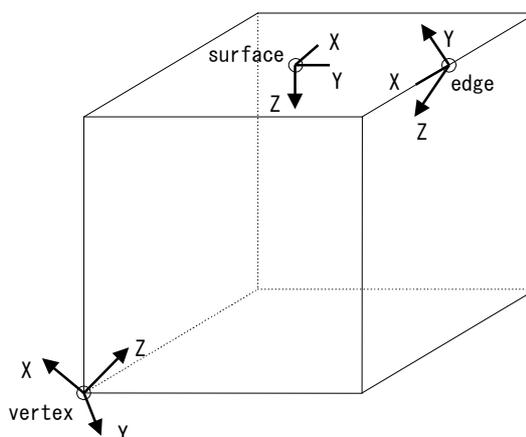
2. 自動メッシュモデルへの表層要素追加方法

①オリジナルモデルの表面節点に以下の強制変位の条件を生成する。

面上の節点→ 面垂直方向のみの強制変位 (面内方向は自由に移動可能)

稜線上の節点→ 稜線垂直方向の強制変位 (稜線方向は自由に移動可能)

頂点上の節点→ 全方向の強制変位

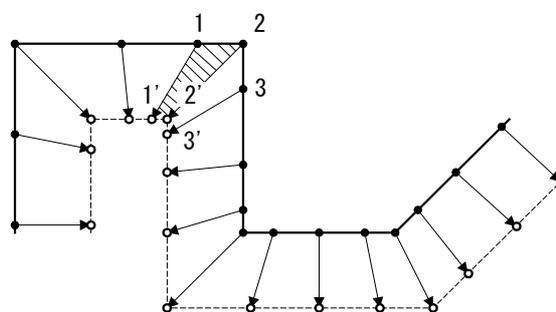


Enforced Condition

②オリジナルモデルを上記強制変位条件で計算し、領域内部方向に均一な弾性収縮をさせ、各節点座標を収縮後の値に置きかえる。

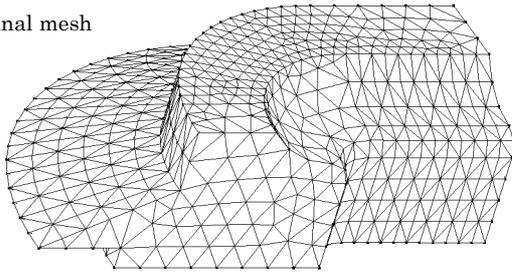
③弾性収縮空間に五面体要素を付加する。

収縮後の節点同士の位置関係はオリジナルの位置関係を保てるので五面体要素を容易に追加出来る。

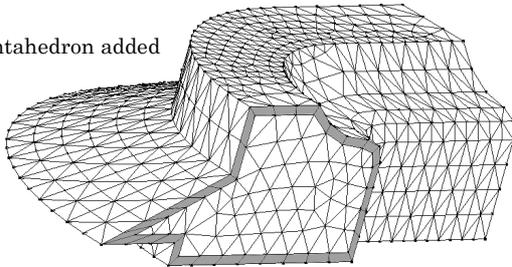


Node position by elastic shrink

original mesh

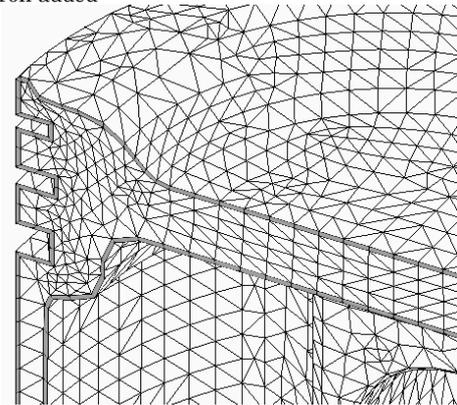


pentahedron added



Application < 1 >

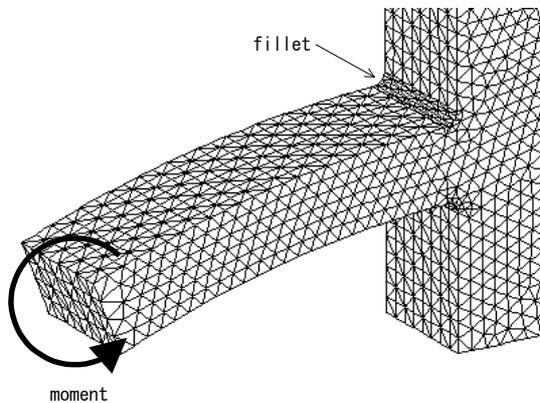
pentahedron added



Application < 2 >

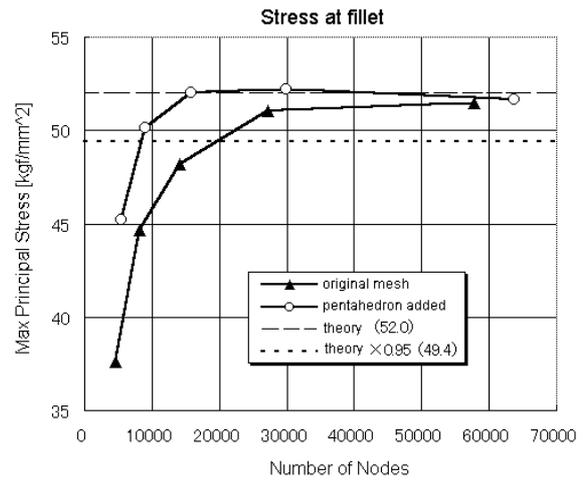
3. 精度の確認

先端に曲げモーメントを掛けた片もち梁の根元フィレット部の応力集中を求める問題に本技術を適用した。



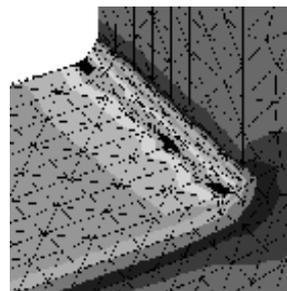
Cantilever model

メッシュサイズを変更した一連の四面体モデルで先ず応力を計算した後に、夫々に対応する五面体要素追加モデルで計算し、応力集中を考慮した理論値と比較した。面体要素追加により大幅な精度向上が見られる。仮に誤差5%を目標とするなら、五面体要素追加モデルは四面体モデルの1/2以下でも良いことになる。したがって計算時間としては線形静解析で約1/4程度に短縮できることが期待される。

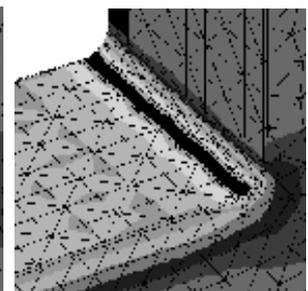


さらに下図はフィレット部の応力分布であるが、四面体自動メッシュ分割モデルの分布はマダラ模様になっているに対し、五面体要素を追加したモデルの応力は非常に滑らかになっており、改善効果が良く分かる。

original mesh



pentahedron added



Stress contours of neary equal size models

4. 結言

既存の四面体自動メッシュ分割モデルの表層部に五面体要素を後処理で付加して精度を向上させる技術を開発し、モデルの規模を1/2以下にできることを確認した。