

[別紙 1]

## 論文の内容の要旨

論文題目    Finite Cover Method in Contact Problems  
(接触問題における有限被覆法)

氏            名    ベル, ホーバル

本論文では非線形有限被覆法の接触問題への拡張を行った。

有限被覆法は、解析を行う物理領域と関数を定義する数学被覆とを独立に定義することにより、物理形状によらないメッシュ分割を可能にし、物理形状に合わせてメッシュ分割をしなければならない有限要素法に対してモデル生成に要する手間を大きく削減する手法である。また、この物理形状に独立にメッシュ分割を行うという特徴により、有限要素法による大変形解析に現れる、大変形時のメッシュのゆがみにより解析が行えなくなる問題を解決し、さらに接触問題に対しても、接触判定をメッシュとは独立に定義された形状のポリゴンモデルで行うことによりより少ない手間で、容易に行うことができるというメリットがある。特に、3次元ソリッドの解析に対して有効な手法である。

変形の定式化としては、物体固定の Lagrange の定式化と空間固定の Euler の定式化が考えられる。空間固定の Euler の定式化を用いると、境界荷重のポリゴンモデルからボクセルモデルへの変換が面倒になるため、Lagrange の定式化を用いている。Lagrange の定式化では物体の変形に伴いメッシュもゆがみ、精度低下、ロッキングが発生するが、もともとが立方体のメッシュであるためゆがみには強く、さらにある程度ゆがみが生じた場合にはメッシュを切り直すという手法を提案している。変形後の形状を定義するポリゴンモデルから、ボクセルモデルのメッシュを生成するのは、通常形状適合の有限要素メッシュを生成するのに比べると遙かに短時間に、確実に行える。この論文では、そのリメッシングを行うクライテリアを、Aspect 比、Skew、Taper の 3 つの指標を用いて定義している。

接触はペナルティ法を用いて行なっている。接触条件を含むすべての境界条件は幾何モデルに直接適用し、解析中に効果的な方法を用いてアイソパラメトリック変換によって数学モデルに適用される。

また、メッシュに対する物体領域が空間領域に対して少ない場合には解析精度が悪くなる問題に対し、空間上の節点に対して仮想バネを導入することで回の精度の悪化を防止することができることを示した。例題を通じて、仮想バネのバネ定数を決定するための指針が示されている。

幾つかの数値解析例によって、有限被覆法で接触問題を問題なく扱え、リメッシュすることで有限被覆法が接触問題において複雑なモデル形状や接触状況に対してすばらしい柔軟性を発揮することを示した。2次元および3次元の Signorini 問題において、有限被覆法による解との解析解との比較により、この手法が十分な精度で解析を行えることを示した。また、2次元および3次元のパンチのネジへの貫入問題により複雑なソリッド問題に対する有効性を示した。複雑な3次元ソリッド形状に対しては、これまで有限要素法ではリメッシングの問題などによりこのような大変形、接触問題の解析は行えなかった。この例題により、有限被覆法の3次元ソリッドの大変形、接触問題に対する有効性が示されたと考えられる。(下図)

