

3次元鍛造シミュレーション GRADE/Forge

キーワード：鍛造、有限要素シミュレーション、動的陽解法、GRADE/Forge、FEM

はじめに

近年、鍛造加工の分野においてもコンピュータシミュレーションが盛んに行われるようになり、不具合の予測や生産条件の最適化などに効果を上げ始めています。

ソフトウェアメカ各社は、鍛造加工に特化したデータ入出力ソフトを開発し、各種の解析プログラムと組み合わせて鍛造解析ソフトウェアとして販売しています。

当所には、平成10年度の中小企業総合事業団「ものづくり試作開発支援センター整備事業」によりコンピュータシミュレーション装置が設置され、その中の3次元鍛造解析ソフトウェアとして「GRADE/Forge」が導入されましたので、解析事例とともに紹介します。

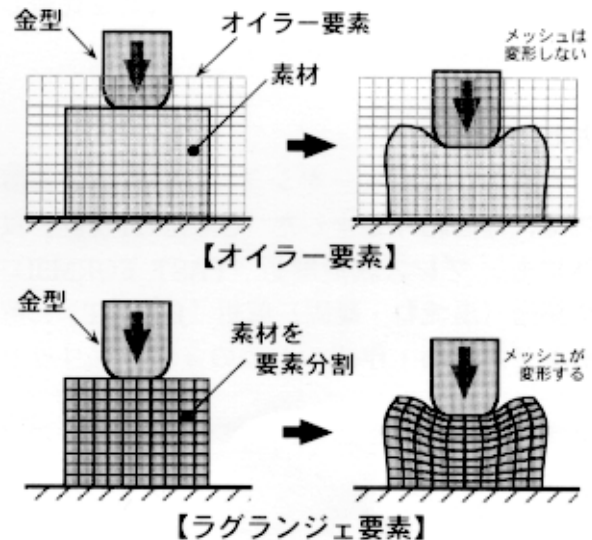


図1 オイラー要素とラグランジェ要素

GRADE/Forge とは？

GRADE/Forge (日立造船情報システム株)は、鍛造過程を3次元でシミュレーションするための有限要素法プログラムです。変形後の素材表面の形状や内部のメタルフロー、塑性ひずみや応力分布等が得られ、欠肉やまくれ込みなどの欠陥の発生や製品の品質を予測することができます。また、潰し～荒打ち～仕上げ打ちといった複数工程の解析や、熱間鍛造の解析に必要な熱連成解析も可能です。

本プログラムには、収束演算が不要な動的陽解法と呼ばれる解法が採用されると共に、素材部分には、変形領域のリメッシュ(要素の再分割)の必要のないオイラー要素が使用されています。オイラー要素は、図1に示すような空間に固定された要素として定義されるもので、この要素の形状は変化することなく、素材がその空間内を移動します。鍛造のような非常に大きな変形をシミュレートする場合、ラグランジェ要素ではリメッシュが必要になりますが、オイラー要素ではその必要がなく、安定した解を得ることができます。

解析の手順

金型/素材形状の読み込みから計算条件設定、計算実行、結果表示まで、すべてメニュー表示に従って進められるようになっています。

読み込み可能な解析モデルは、STL形式またはNASTRAN形式のファイルです。モデルを読み込んだ後、形状チェック、素材定義、金型位置修正を行います。変形領域の空間にオイラー要素を定義した後、加工速度およびストローク、金型-素材間の摩擦、材料定数などの解析条件を設定し、計算を実行します。

解析結果表示と解析例

各種の応力やひずみの分布などの解析結果は、コンター表示やベクトル表示によってわかりやすく表示されます。これらの表示は、素材外表面だけでなく内部の状態についても可能であるほか、比較のためのマルチ画面表示、変形のアニメーション表示も可能です。また、加工荷重線図を描くこともできます。以下に解析結果表示の例を示します。

(1) 素材表面形状表示

図2に摩擦係数の測定に用いられるリング圧縮試験の解析例を示します。摩擦による内径変化の違いがシミュレートされています。

(2) 相当ひずみ分布と速度ベクトル表示

図3は軸付きカップの前後方押し出しの解析例です。マルチ画面表示によって、加工の進行に伴うひずみの変化や素材の流動を比較しながら見ることができます。

CUBE」などのソフトウェアが導入されています。詳細につきましては当所までお問い合わせ下さい。

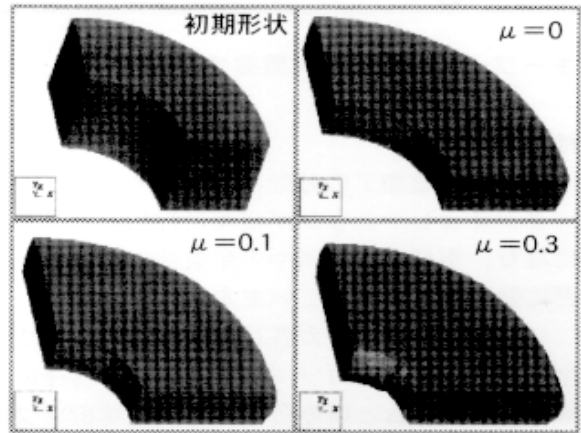


図2 リング圧縮試験の解析例

おわりに

当所のコンピュータシミュレーション装置には、今回紹介しました「GRADE/Forge」以外にも、プレス成形解析「FAST_FORM3D」や鋳造(湯流れ・凝固)解析「JSCAST」、解析モデル描画・作成のための3次元ソリッドモデラー「GRADE/

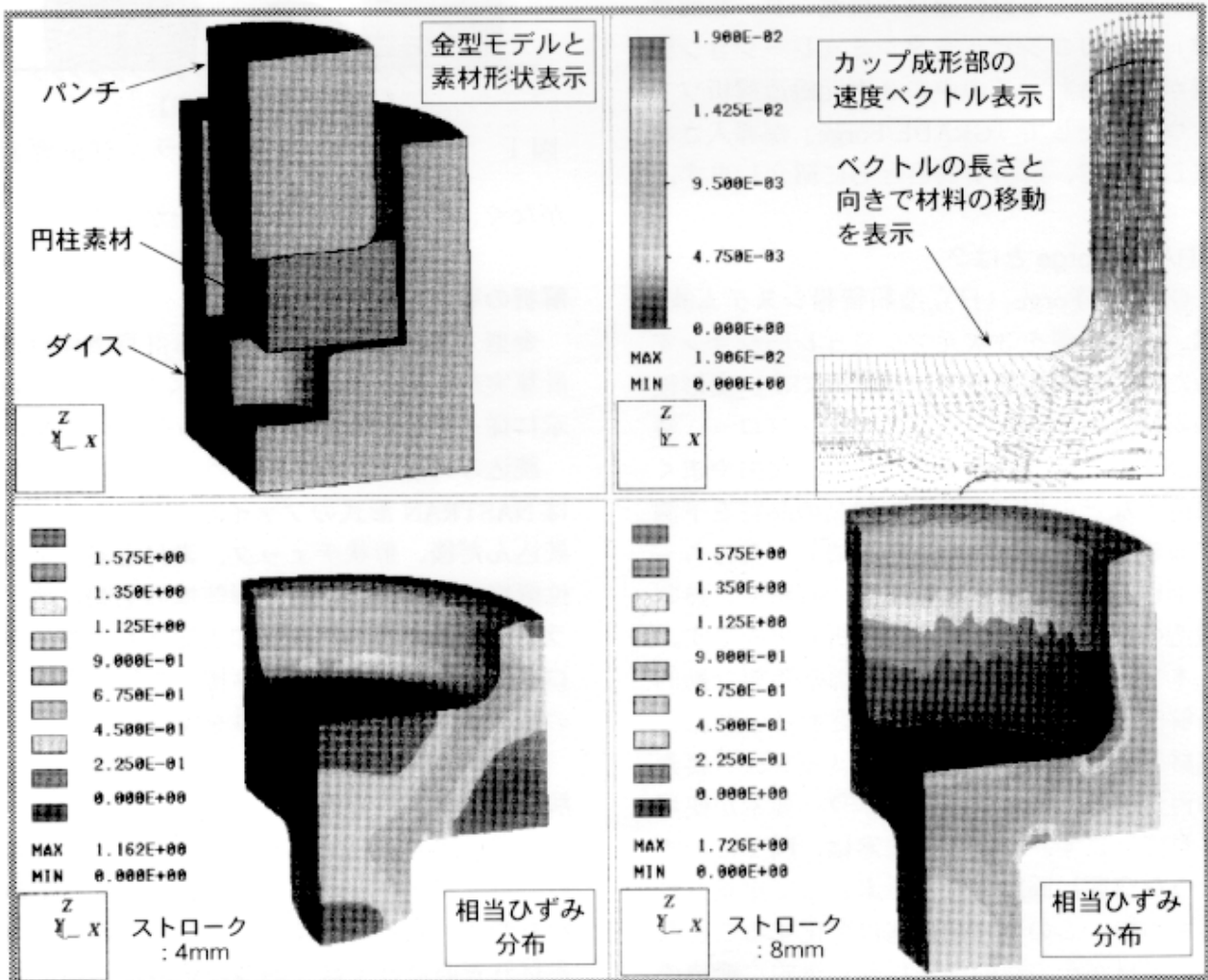


図3 軸付きカップの前後方押し出し成形の解析例