

FEMtools オグデン材料特性パラメータの識別

オグデン材料特性モデル

オグデン材料特性モデルは非線形構造の振る舞いをシミュレートする有限要素プログラムで頻繁に使用されます。それは捻転エネルギーをサポートする次の表現に基づきます。

$$W = \sum_{n=1}^N \frac{\mu_n}{\alpha_n} J^{\frac{\alpha_n}{3}} (\lambda_1^{\alpha_n} + \lambda_2^{\alpha_n} + \lambda_3^{\alpha_n}) + 4.5K \left(J^{\frac{1}{3}} - 1 \right)^2$$

W が捻転エネルギーサポートする場合、 J はボリウム・レシオの合計であり、 λ_1 、 λ_2 または λ_3 が主要な伸張コンポーネントです。 K は体積弾性率、 μ_n と α_n はヤング係数および力材料特性パラメータです。係数 N は材料特性モデルのパラメータ数を決定します。パラメータ数が高いほど、高い旋律と関係する極端な非線形と一致する能力はよい。 N が 1 と同等の場合、オグデン・モデルは 3 つの材料特性パラメータ k 、 μ_1 、 α_1 を要求します。

パラメータ識別

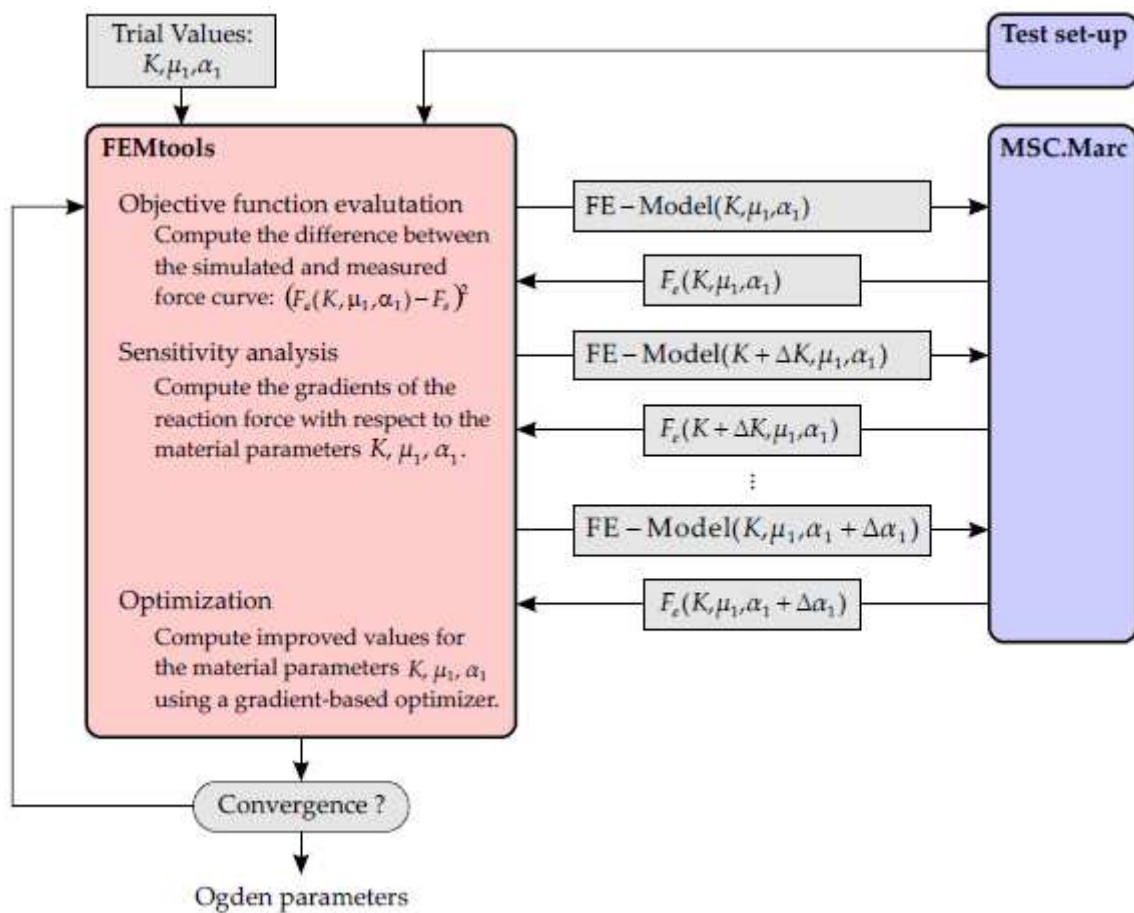
オグデン・モデルの材料特性パラメータの値は高度に材料特性です、依存する有限要素シミュレーションの中でオグデン・モデルを使用すること中の主な挑戦は、オグデン材料特性パラメータの値のための信頼できる評価を見つけることです。

与えられた変位と生じる反応力の関係は、混合数の実験のアプローチを使用し、これらの材料特性パラメータを識別するために使用することができます。このアプローチでは、正確な反応力カーブ F_e に基づくシミュレート反応力カーブ $F_e(K, \mu_1, \alpha_1)$ に適合することです。計算上、それをする最も効率的な方法は勾配に基づいた最適化戦略の使用によります。

FEMtools 中のインプリメンテーション

識別ルーチンは FEMtools 最適化モジュールにインプリメントされ、反応力カーブを計算するために MSC.Marc を使用しました。

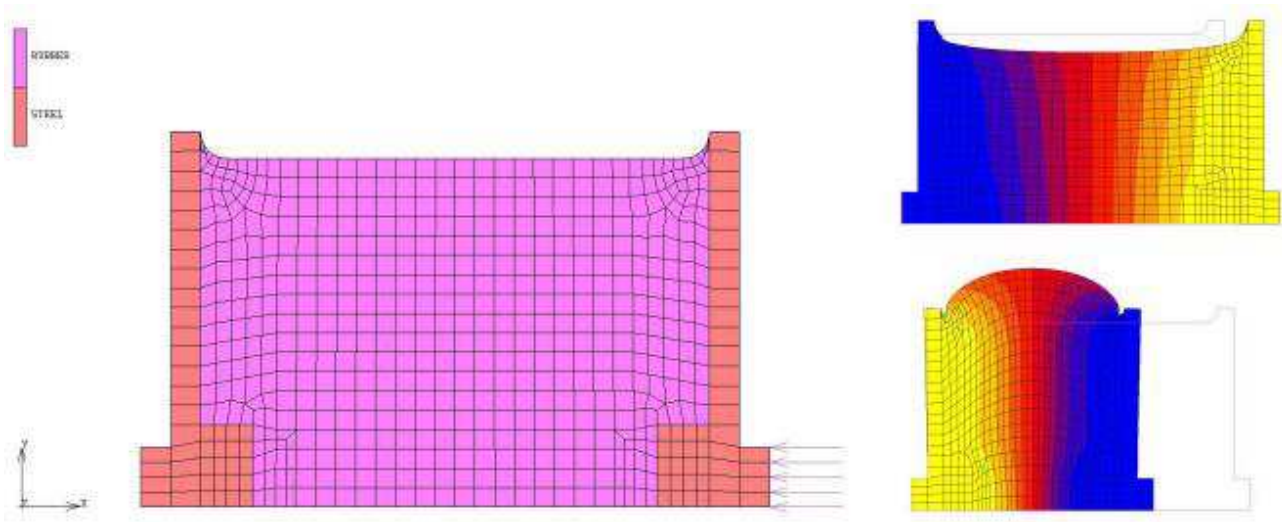
識別プロセスのフローチャートを次に示します。



それは実験の力カーブを読むことにより得られる FEMtools 手続きです。その後、オグデン・パラメータに対する 1 セットのトライアル値が FE モデルに挿入されました。また、修正済の FE モデルは反応力を計算するために MSC.Marc に送られました。次のステップでは、オグデン・パラメータは力カーブの勾配を計算するために一つずつ乱されました。最後に、力勾配は違いを間に最小限にすることにより最適のパラメータ修正を計算するために使用されました、シミュレートされた、また反応を測定した、FEMtools 最適化モジュールの一般的な非線形のオプティマイザーを使用して、カーブを強要します。改善された材料特性パラメータは、FE モデルに挿入されました。また、新しい反復サイクルが始められました。一旦、目的関数（2 本の力カーブ間の違い）の改良が収束基準より小さかったならば、オグデン・パラメータは集中すると考えられました。また、反復する手続きは異常終了しました。

実験との最適化

ゴムのブロックが 2 つの鋼鉄板間で変形された場合、記述された識別手続きが実際の試訴に適用されました。現状では次図のように、FE モデルの与えられた変位の最小（右上）値、最大（右下）値のためのゴムの変形と一緒に実験のセット・アップが示されます。



パラメータ識別プロセスは 5 反復ステップでオグデン・パラメータに対する安定した値に収束しました。シミュレートされ正確な反応力カーブ間の相関性における全面的な改良はオグデン材料特性パラメータの最適化により、下に示されます。最適化された FE モデルの反応力カーブ用の満足な相関性は、オグデン・パラメータが正確に識別されたことを示します。

