

## ノンリニア・ストラクチャル・アナリシス (ANL)

### ジェネレーティブ・パート・ストラクチャル・アナリシス 2(GPS) の機能を拡張し、ベーシックな非線形解析を実施

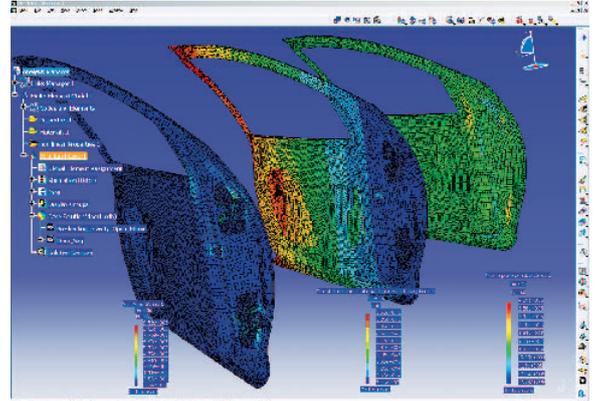
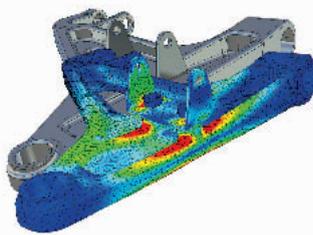
ノンリニア・ストラクチャル・アナリシス (ANL) は GPS の機能を拡張し、大変形、材料非線形といった非線形効果を含む高度な解析を扱います。典型的な金属の塑性やゴムのような超弾性は材料非線形としてモデル化します。ANL では更に接触サーフェスを自動検出し生成するという高度な接触機能も提供します。

ANL で設計者やエンジニアはゴムのような非線形挙動を示す材料でできたコンポーネントのパフォーマンスを把握できます。このようなシナリオにおいて、製品は変形しやすく、大変形を起こしますが、大きな荷重に対しては、永久変形を起こしながらも持ちこたえつつ、破壊は回避しなければいけません。

#### 主な特長

- 大変形効果を考慮
- 材料の塑性変形をモデル化
- ゴムやその他超弾性材料の非線形弾性をモデル化
- マルチステップ解析で複合荷重が連続してかかる場合の効果を解析
- 接触の自動検出といった高度な接触機能を提供
- ATH と併用して熱応力解析を実施

非線形、マルチ・ステップ応力解析は、例えば右図のようなコントロール・アーム・サスペンション・アセンブリの設計が妥当なものかどうか、または新たな設計変更が必要かどうかを判断するのに重要な役割を果たします。



ドア・サグの静解析。ドアが大きく変形するため、設計には、幾何非線形を考慮することが欠かせません。

ジェネレーティブ・パート・ストラクチャル・アナリシス 2(GPS) が提供する機能やメリットに加え、ノンリニア・ストラクチャル・アナリシス (ANL) では以下の機能を提供します。

#### ベーシックな非線形構造解析

GPS と GAS では線形挙動を想定しているため、材料は線形弾性で、微小変位であり、接触におけるサーフェスのすべり特性も小さいことを想定しています。ANL ではこうした制約がありません。大変形のような幾何学的非線形の効果を考慮でき、金属の降伏やゴムのような非線形弾性材料をモデル化することができます。また GAS よりも高度な接触解析機能を有しており、接触サーフェスの有限すべりもモデル化可能です。

#### 非線形材料

ANL では等方性および直交異方性弾性に加え、ゴムのような非線形超弾性材料がモデリングできます。Mooney-Rivlin、neo-Hookean、Ogden といった様々な数学モデルが、必要な精度および利用可能な材料のテスト・データ量に応じて使用できます。金属の塑性をモデル化でき、一般的に使用される等方硬化や低サイクル疲労検証用の移動硬化といった多くの硬化モデルが利用できます。サーマル・アナリシス (ATH) と併用して熱応力解析を行う際、これらの材料特性に温度依存性を考慮することが可能です。

#### マルチステップ解析

ANL では荷重や拘束、接触条件等がステップによって異なる場合、複数のステップの効果を考慮できます。この強力な技術により、複雑な複合荷重をモデル化できます。例えば圧力容器のように、最初のステップでボルトによる締め付けを受け、その後内部加圧、最後に熱

荷重にさらされるといったシミュレーションで非常に有効です。

#### 振動解析

ANL は非線形静解析に加え、固有周波数とモード形状を計算します。マルチ・ステップ解析において、構造の周波数やモードを計算するステップは荷重順序のどこにでも入れられます。構造物は荷重、境界条件、温度、接触条件などの変化により、変形時の固有周波数が著しく変わる可能性があるため、予荷重を考慮することも重要になります。

#### 荷重

ポイントに集中荷重やモーメントを、サーフェスに圧力を、ボリュームに重力を定義可能です。計算中、「振幅」を参照しながら荷重を変化させ、解析対象物の動きに従いながら、大きな変位や回転を計算します。

#### 高度な接触解析

ANL は GAS よりさらに高度な接触機能を提供します。「Find Interactions (インタラクション検出)」ウィザードで、解析中に接触する可能性が高いサーフェスのペアが自動的に検出されるため、アセンブリの接触解析を実施しやすくなります。パーツ接触に摩擦効果を含む、有限すべりを考慮することができます。これにはパーツが大きく変形しすぎ、自己接触を起こすケースも含まれます。複雑な接触解析をサポートする多くのオプションがあり、より精度の高い結果を得やすくなります。これには、接触安定化、自動サーフェス調整、「柔らかい」接触関係定義、接触アルゴリズムの変更機能 (Lagrange、Augmented Lagrange、または penalty 法)、およびサーフェス間の初期クリアランスを適切に特定できる機能などが含まれます。

#### 結合

ボルト、ばね、溶接といった様々な結合モデルに対応しています。ボルトのモデリング機能では、簡単な操作でボルト荷重をシミュレーションできます。またスポット、シーム、サーフェス溶接モデリングツールでは、多くの弾性体または剛体ファスナーを最小限の操作でモデリングできます。その他、剛体結合、仮想パーツ、非線形ばねなどの結合タイプも用意されています。

#### ロバストで効率的なソルバー

ANL では最先端のスパース・ソルバーを使い、消費メモリを最小限に抑えながら、結果を素早く計算します。64ビットコンピュータによる追加メモリをフル活用し、大容量モデルの解析を可能にします。必要に応じて、非対称解が自動採用されます。モードと周波数は高性能のランチョスソルバーで計算されます。非線形構造解析では非常にロバストな反復技術を使用するため、ユーザー操作はほとんど必要ありません。荷重の増加と収束は自動かつアダプティブに実施され、精度の高い結果を出力します。インタラクティブな診断機能によってモデルの問題を素早く把握し、修正を行うことができます。

#### 結果評価

ANL では塑性変形を含む結果表示が可能で、破壊評価に使用できます。データは Excel にエクスポートでき、例えばある点での変位、応力、ひずみが解析中にどのように変化するかを検証できます。