

ボルト締結のFEモデル化テクニック例 (①-熱応力解析の利用)

アプリケーション : *Simulation*
 タスク : *Master Modeler, Meshing, Boundary Conditions, Model Solution, Post Processing*
 バージョン : *MS6*
 マシン : *All*

【質問】

ボルト締結のFEモデル化に関するテクニック例を紹介して下さい。

【回答】

ボルト締結の表現方法として代表的なものには、熱応力解析を用いる方法と接触解析を用いる方法の2つが挙げられます。

熱応力解析を用いる方法では、ボルトの締め付けを、両端を固定したビーム要素の温度差と線膨張係数による収縮によって生じる軸方向の力=“軸力”で表現します。

接触解析を用いる方法では、接触セットのオフセット機能を用いて“締め付け量”を表現します。今回は、熱応力解析によって締め付け力を表現する方法をご紹介しますのでご参考にして下さい。(接触解析を用いる方法については、次回ご紹介致します。)

■主な使用テクニック

- ・ボルト座面の節点位置を決めるためにパーティションを使用 → **ステップ1**
- ・ボルト(ビーム要素)座面と本体(ソリッド要素)の連結にはリジッド要素を使用 → **ステップ2**
- ・ボルトの締め付け力を温度差によるボルト(ビーム要素)の熱収縮で表現 → **ステップ3**
- ・ Try & Errorによる要求締め付け力の合わせ込み → **ステップ5、6**

■紹介モデルに使用した解析条件(参考)

ボルト径(ビーム要素) : $d = 12.7\text{mm}$
 材料 : 全てデフォルトの鉄(GENERIC_ISOTROPIC_STEEL)を使用
 物理特性 : デフォルトの物性値を使用
 初期温度条件 : 参照温度: 22°C、ボルトに対する温度拘束: -100°C
 要求軸力 : $1\text{e}+07(\text{mN})$
 (締め付け管理をトルク法で行っていると仮定し、 $T_f = K F_f d$ より軸力を算出。ここで T_f : トルク(本例では $1.9\text{e}+07\text{mN}\cdot\text{mm}$ と仮定),
 d : ボルト径, F_f : 軸力, K : トルク係数(本例では0.15と仮定))

ボルト締結のFEモデル化テクニック例 (②—接触解析の利用)

アプリケーション	: Simulation
タスク	: Master Modeler, Meshing, Boundary Conditions, Model Solution, Post Processing
バージョン	: MS6
マシン	: All

【質問】

ボルト締結のFEモデル化に関するテクニック例を紹介して下さい。

【回答】

ボルト締結の表現方法として今回は、熱応力解析を用いる方法をご紹介しましたが、今回は軸方向の“締め付け量”を扱う接触解析を用いた方法をご紹介しますので参考にして下さい。

具体的には、エンジンのコネクティングロッド (以降コンロッド) 部品を題材に、I-DEASの接触モデリング機能である「接触セット (Contact Set)」を使用、ジオメトリのサーフェスを直接利用した接触要素を作成、同じくオプション機能「サーフェスオフセット (Surface Offset)」を用いて強制的に指定の厚さの剛体ワッシャーを挟むイメージで“締め付け量”を表現します。

また本例では、「データサーフェス (Data Surface)」機能を利用して合わせ面に生じている応力合計の正負をチェックすることにより、必要な締め付け量が得られているかを検証しています。

合わせて、「接触セット (Contact Set)」使用のためのベースジオメトリ (サーフェス) の基本修正テクニックもご紹介します。

■主な使用テクニック

- ・接触面となるボルトとコンロッドキャップのサーフェスペア間で、接触要素が確実かつ、必要な部分にのみ生成される様なサーフェス分割を実施 → ステップ1
- ・データサーフェス作成のためにパーティションを使用 → ステップ1
- ・ボルトの締め付け量を接触セットのオフセット機能で表現 → ステップ2
- ・データサーフェスの合計チェック機能を利用して発生応力の向き評価 → ステップ3
- ・Try & Errorによる締め付け量の合わせ込み → ステップ4

今回はデータサーフェス機能の利用により、合わせ面であるコンロッド本体とコンロッドキャップ間の接触は省略しておりますが、コンロッド本体×キャップ間にも接触セットを使用した解析結果例をご参考までに末尾 (9ページ) にご紹介しています。

なお、今回ご紹介した題材は、弊社より販売致しております自習書「How to use I-DEAS」の中からの抜粋です。巻末にインフォメーションとしまして「How to use I-DEAS」のご紹介を致しております。そちらもご参照下さい。