


「締結・接合・接着部の CAE 用モデリング及び評価技術の構築」

WG 1 勉強会資料

平成 18 年 7 月 27 日 (木)

資料

- 1、Ford の取り組みについて
- 2、ボルトの設計の練習問題
- 3、三次元接触・摩擦有限要素法解析によるボルトの剛性・ゆるみの評価
- 4、CAE の講義ノートより “ボルト・ナットのモデリング”

CONTACT ABAQUS | SITE MAP

[MY ABAQUS](#) | [PRODUCTS](#) | [SUPPORT & SERVICES](#) | [SOLUTIONS](#) | [ALLIANCES](#) | [NEWS & EVENTS](#)

Solutions:


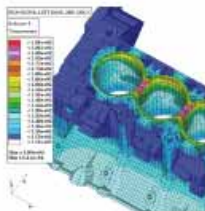
- Overview
- Industry Success**
 - Automotive**
 - Aerospace
 - Consumer/ Electronics
 - Machinery/ Manufacturing
 - Medical
 - Rubber/Sealing
 - Technology Briefs

Industry Successes:

- [Delphi](#)
- [Ford Motor Company](#)
- [GM Powertrain](#)
- [Honda](#)

Industry Success: Ford

At the 2002 ABAQUS Users' Conference, one of the keynote presenters was Michael DeJack from Ford Motor Company. In this presentation DeJack described how the use of durability CAE in engine engineering at Ford Motor Company has grown substantially over the past few years. During this time, ABAQUS use has grown at a comparable rate, as the number of users and the skill of users have significantly increased. ABAQUS has seen a wide variety of applications in helping to understand and solve difficult engineering problems.

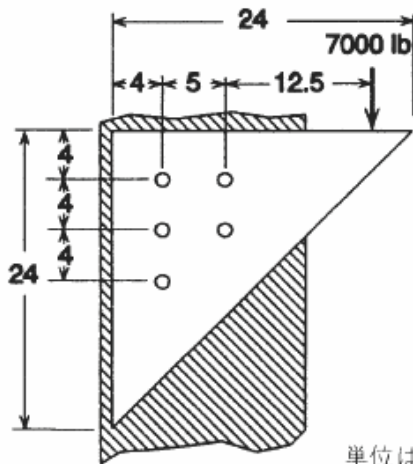


Several analyses are presented as case studies to illustrate the role played by ABAQUS in engine design: Engine Assembly (Cylinder Bore Distortion and Head Gasket Sealing), Cylinder Head Stress and Fatigue, Engine Bulkhead and Main Bearing Cap Stress and Fatigue, Block Assembly Crankshaft Bore Distortion, Exhaust Manifold Stress and Fatigue, and Cylinder Head Residual Stress from Casting Heat Treatment.

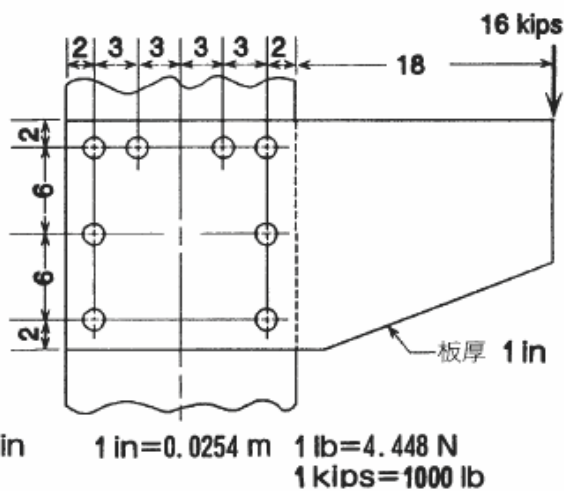
Some of the ABAQUS successes noted included:

- Improved gasket sealing and extended piston life
- Custom material model predicted TMF life within 30% of test
- Submodeling predicted the correct location of fatigue crack initiation in crank block threads

5.3 図P 5-3 に示すように、三角形板が、1/4 インチ直径のボルトで図示のようなパターンで部材にボルト止めされている。部材とボルトは板に比較して、非常に剛であるものとし、部材と板の間の摩擦は無視するものとするとき、ボルトに負荷される最大荷重を求めよ。偏心荷重を受けるボルト群についての従来の解析法と比較するにはどのようにしたらよいであろうか。単純な片持ばり解析から妥当な応力評価は可能か。もし、板がアルミニウムであるとき、それによってボルト荷重は変化するか。ただし、ボルト領域に過度のメッシュ細分化をすることなく、単に一つもしくは、少ない個数の節点の変形を考察することとせよ。これは、各ボルトについて直径を0にしたことを表している。これらの固定節点の反力がボルト荷重に相当する。しかし、板全体の応力分布の高精度の解を得るためには、十分なメッシュ細分割をせよ。



図P 5-3



図P 5-4

5.4 図P 5-4 のようにブラケットが1/2 in ボルトで止められているときに、問題5.3を繰り返し行え。

ボルトと非締結部の強度評価、ボルトのゆるみ評価のためには？

ボルトのモデリング

1. 変位の強制固定
 2. ボルト穴を開けて穴の内周の変位を強制固定
 3. 三次元問題として取り扱い、ビーム要素でつなぐ
 4. 三次元問題として取り扱い、トラス要素でつなぐ
 5. 三次元問題として取り扱い、ソリッド要素（接触要素）でリベットをモデリング
 6. 三次元問題として取り扱い、ソリッド要素でボルトねじ山をモデリング
- ・ 締結力の取り扱いは？
 - ・ ビーム要素・トラス要素の物性値は？
 - ・ ゆるみの判定は？

C A F E の講義ノート

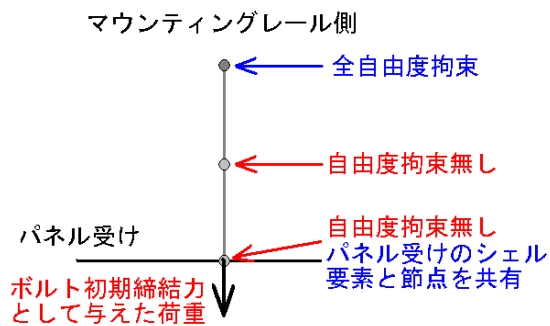
1-1 ボルト・ナットのモデル化（二次元平面でのモデル化）

二次元平面においてボルト締結部をモデル化するには、以下のようなモデルが考えられる。

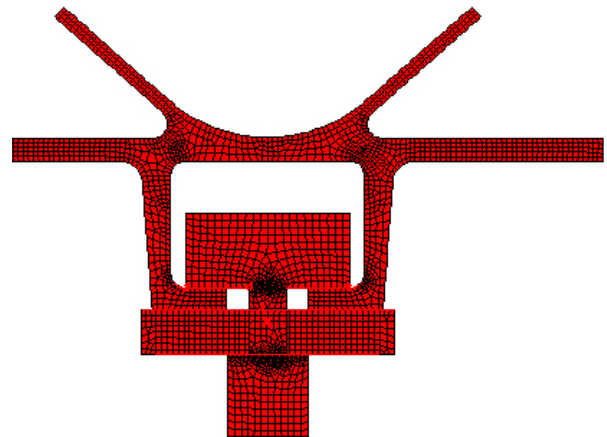
1. 点拘束でのモデル化
変位拘束が大きすぎる。固定される母材の剛性が十分に高い場合に有効
2. ボルト穴のモデル化
ボルト穴の変形がモデル化される。しかし締め付け部の変形拘束は非モデル化。母材との締結もモデル化されていない。
3. ボルト穴周上の節点の変位を拘束方程式によりモデル化して拘束。拘束自由度をボルト穴の初期の中心との間にばね要素を設定。
母材との締結をばね要素によって表現（要モデル化）。ボルト穴は締め付け力によって、ほとんど変形しないと仮定。

1-2 ボルト・ナットのモデル化（三次元でのモデル化）

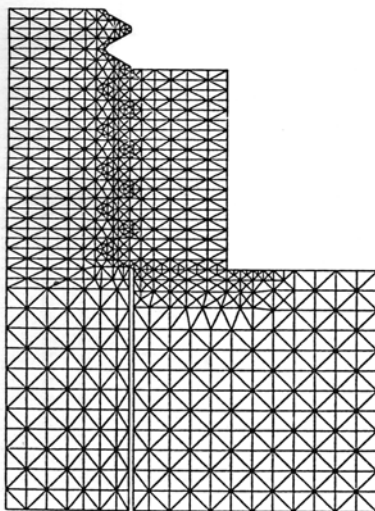
1. 点拘束でのモデル化
反力によりボルトにかかる荷重を概算。ボルト締結部が動かないのが問題
2. ビーム要素によるモデル化
ビーム要素で母材と接合させる。ボルト締結部の変形を考慮。
3. 軸対称簡易モデル（接触 + プリテンション要素）
ボルトをリベット構造でモデル化（ねじ山は非モデル化）。ボルト・ナット頭に接触要素をおき、プリテンション要素で締結力をモデル化。ボルト締結体の軸部の応力の評価は可能だが、簡易評価となる。しかしながら、ボルト締結体以外の領域への力学的な影響は、このモデルで十分であると考えられる。
4. 軸対称ねじ山モデル
ねじ山にかかる応力を評価する際に用いる。ねじ山の応力はらせん形状を無視してもほぼ評価可能なため、簡易的な軸対称要素 + 接触要素でのモデル化もできる。複数のボルトのモデリングは困難
5. 三次元らせんねじ山モデル
完全なねじ山のモデリング。締め付け解析、ゆるみ解析も可能。計算負荷大。複数のボルトのモデリングは困難



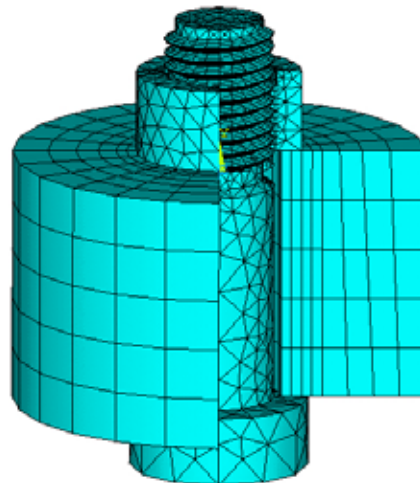
マウンティングレールとパネル受けのボルト締結のビーム要素による表現例



鉄道艀装レールの対称モデリング（ねじ山はモデリングせず、ボルトとナットの座面に接触要素をはり、プリテンション要素により、締結力を表現する



軸対称モデルによるねじ山の応力分布解析例



ねじ山らせん形状をモデリングした三次元フルモデリング、ねじ山、ボルト・ナット座面すべてに接触要素をはっている

ボルト締結部のモデリングの例