

# 機械設計者がCAEで失敗しない 8つの重要ポイント

サイバネットシステム 栗崎 彰\*

\*くりさき あきら：CAE事業本部 メカニカルCAE事業部 シニア・スペシャリスト

## はじめに

この記事は解析を使う設計者に向けて執筆した。解析の中級者以上にとってはすべて当り前のことである。

解析は設計者が使うツールとして定着しつつある。日刊工業新聞社刊『機械設計』が2013年に行ったアンケートでは、6年前のその時点で実に85%の企業がCAEを導入している。今やCAEはCADと並ぶ重要な基幹ツールとなっている。

解析を設計の道具として使う設計者は、解析の詳細な技術やコツを修得している時間はない。一方でソフトウェアは進化し操作は簡単になり、とりあえず結果を出してしまう。この簡便さが時に

解析合否判断不在の図式を作ってしまう。解析が間違いだとその影響は下流工程に及ぶ。そしてそれは利益損失までつながる。設計者は自身の解析にチェック・ポイントを設けるべきだ。ちょっとした確認を行うことで解析ミスは低減させられる。

できるだけ間違わないように設計者が解析を行うために知っておきたい、必要最低限のチェック・ポイントを8つにまとめた。設計者が材料力学や有限要素法の基礎知識を持っていることを前提としている。

## ポイント①

### 線形静解析の意味を理解する(図1)

設計者が行う構造解析のほとんどは線形静解析だ。線形静解析は応力と歪みの関係が無限に線形という仮定で、荷重と変形・応力も線形に比例する。載荷重が10倍になれば変形もまた10倍となる。解析の世界では長さ300mmの片持ち梁が1mたわむこともある。現実では折れたり、ひびが入ったり、曲がったりするが線形解析の世界ではそれは起こらない。かけた荷重の分だけ変形し、応力が発生する。線形静解析の荷重は1N(ニュートン)な

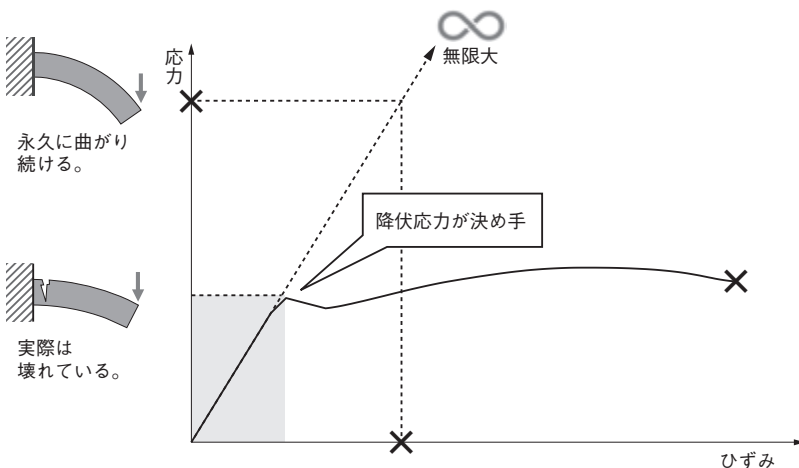


図1 線形静解析の意味を理解する

どの単位荷重にすると便利だ。荷重と変形・応力は線形なので、1N 載荷時の変形や応力を荷重倍すれば載荷重の変形・応力となる。これを利用すれば、降伏応力を超えない臨界荷重を逆算することができる。

解析結果を評価する線引きをするのが降伏応力だ。解析結果のミーゼス応力が降伏応力を超えていたら、形状を変更してミーゼス応力を下げるか、ミーゼス応力を上回る降伏応力を持つ材料に変えるなどの変更が必要となる。

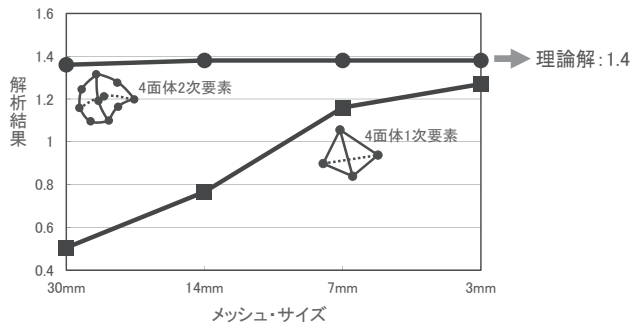


図2 要素は2次を使う

ポイント②  
要素は2次を使う(図2)

設計者は手作業でメッシュ分割をしている時間はない。3次元CADの形状をベースに自動でメッシュ分割を行うのが設計者解析の通例だ。自動では4面体の要素しか生成できない。要素には、形状の頂点のみに節点がある1次要素、要素の辺上に中間節点がある2次要素がある。4面体の1次要素は精度が悪い。メッシュ・サイズによって結果が大きく変わる。必ず2次要素を使うこと。3次元CADに実装されている解析ツールではデフォルトが1次に設定されていることもある。自動で生成される要素の次数は常に意識すること。

自動メッシュ分割がエラーを起こす場合がある。設計者の解析はそこでストップだ。自動メッシュ分割ができるソフトウェアを複数用意しておくことで回避できる場合がある。自動メッシュ分割のエラーは3次元の形状の不具合によって生じる。3次元CADモデルの完成度チェックのために自動メッシュ分割を使うと3次元モデルのクオリティが上がる。

ポイント③  
ミーゼス応力と主応力(図3)

応力図という概念はあるが、応力図という図は実在しない。必ず〇〇応力図となる。応力には成分がある。その成分を統合して工学的に利用でき

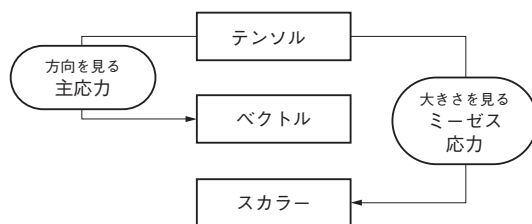


図3 ミーゼス応力と主応力

るようにしたのが、ミーゼス応力と主応力だ。ミーゼス応力は大きさしか持たないスカラー値で材料の降伏応力と大きさを比較し、構造として壊れるか否かの判断ができる。主応力は大きさと方向を持つベクトル値で壊れようとする方向がわかる。壊れようとする方向がわかれば対策に役立つ。ミーゼス応力で大きさを、主応力で方向を知ることが結果考察の第一歩だ。

応力図はソフトウェアのデフォルトでもよいが、表示しようとする値の属性と描画方式は区別して意識しておくといよい。たとえばベクトル値はコンターで描くより、矢印線図で描くほうが情報量が多い。振動解析ではなくても結果図をアニメーション表示すると細かな変形部位がわかる。自分が何を強調して伝えたいかで応力図の表示方法も変わる。応力図は「デザインする」と考える。