

実験の必要性

近年、工業製品の開発プロセスにおいて、効率化を目的として、CAE(Computer Aided Engineering)が多用される傾向にある。CAEは計算機援用工学と訳され、多岐にわたる業種、技術分野において、商用ソフトウェアとして実際に使用されている。そして直近の傾向としては、効率化、開発費削減のため、試作品の作成を極力少なくしてCAEで代用する、更には試作を行わない、いわゆる試作レスで開発プロセスを終えようという試みも行われている。

この試みは、ある程度実績を挙げており、機種マイナーチェンジにおいては有効である可能性はある。しかし、全くの新機種に対して、CAEによる解析のみで全ての特性について有効な解を予測するのは簡単ではないと考えられる。

1. 非線形な現象

CAEソフトウェアは、基本的に対象物が線形性を持つ事を前提として、プログラムが組まれている。しかし実際の構造物は、実は非線形な要素が多く存在する。非線形性に関して、CAEベンダーは次の3種類に対しては、対応するモジュールを提供している。

・材料非線形性

構造に外力が加わると、構造は変形する。その際、加えられた外力による変形が弾性域内であれば、外力が除去された場合には形状は元に戻る。しかし、より大きな外力が加わり、構造に塑性変形が生じた場合、構造の形状は元に戻らなくなる。前者の場合、加えられた外力に対して変形量は線形な特性を示すが、後者の場合の変形量は非線形な特性を示す。

・幾何学的な非線形性

構造が外力により大変形を生ずる場合、外力の自由度が変化する可能性があるが、線形解析

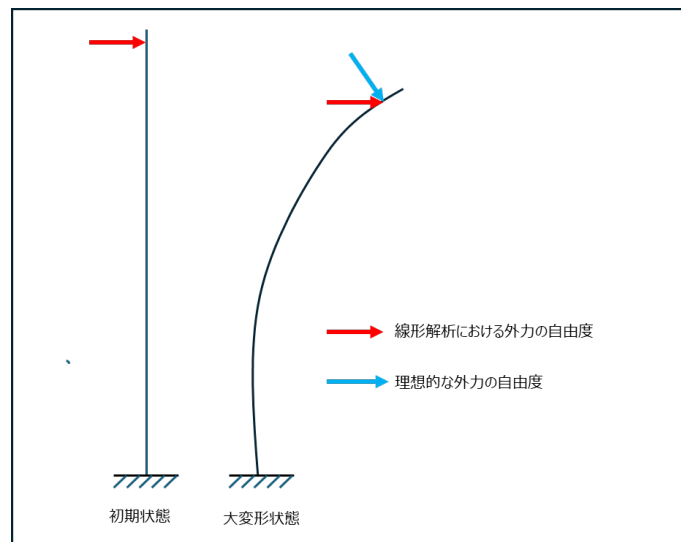


図1. 幾何学的非線形

では外力の自由度の変化は考慮出来ず、考慮出来るのは外力の方向を固定しても結果に誤差を生じない、微小変形の範囲までである。

大変形解析においては、図1中の青矢印の様に、構造の変形に応じて外力の自由度をモデル化する必要がある。

・境界非線形性

荷重により境界条件が変化する事により非線形性を指す。図2に境界非線形が生ずる例

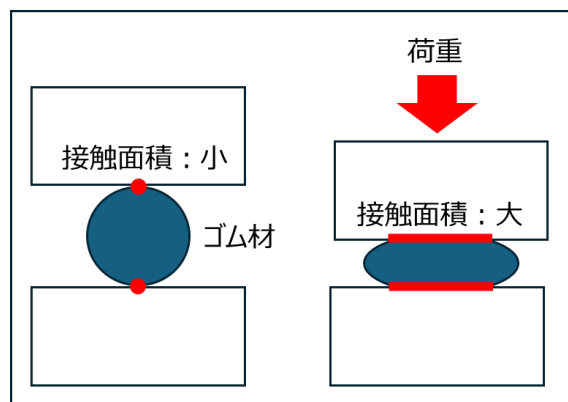


図2. 境界非線形

を示す。荷重がない場合は接触面積は非常に小さいが、荷重が大きくなるに連れて、接触面積は大きくなる事となる。この現象は、線形解析では考慮する事は出来ず、非線形解析が必要となる。

これら3つの非線形性に対しては、前述した対応するモジュールを使用する事により、問題を解決できる可能性はあるが、精度良い解を得るには相当なノウハウが必要となる。

また、それらのモジュールでは対応出来ない、ラトル(ガタつき)、ダフィング等も存在し、よほど簡単な構造ではない限り、全くの新しい構造に対して、精度良い解をCAEによって得るのは、非常に難しいと考える。

2. 非線形以外の誤差

実物の非線形性以外の誤差には、CAE特有の誤差要因が存在する事は知られているが、ここでは詳述しない。

- ・適切ではないメッシュ分割
- ・拘束条件が不適切
- ・荷重条件が不適切

は、構造解析における代表的な誤差要因である。

3. 実験の必要性

機械構造物の開発プロセスの中で、効率的に問題点を予測するためには、次の方法を採用するのが良いと考える。

- ・自動車と言えば同じプラットフォームを用いたマイナーチェンジの構造に対しては、新機種時に得られたノウハウを用いて、試作なしで CAE のみにより各特性の予測を行う。
- ・全くの新しい構造に対しては、実験試作と CAE による予測モデルの双方を作成し、双方の結果の乖離とその原因を把握する。

4. まとめ

開発プロセスにおける必要なコストの低減、及び開発期間の短縮を主目的として、極力実験を行わず、CAE で必要な特性を予測するという要望は一見リーズナブルである様に考えられるが、機械構造物には、予測不能な非線形成分が存在するため、初回の解析で正解を得るのは、相当難易度が高い。

機械構造物に対して初回の CAE 解析を行う際は、実験も並行して行い、その構造特有の非線形成分の寄与度を特定する。その構造物のマイナーチェンジ版を作成する際には、初回の解析で得られた非線形成分の寄与度を、解析において活用する事により、精度良い解を得る事が出来る。