

第0章:CAE 入門

本章では、操作編に入るまえに CAE(Computer Aided Engineering)の基本的な事柄を説明します。

1. はじめに
2. 力のはたらき
3. CAE の基礎知識
4. CAE の実施手順
5. モデル化手法
6. まとめ

1. はじめに

①CAE とは

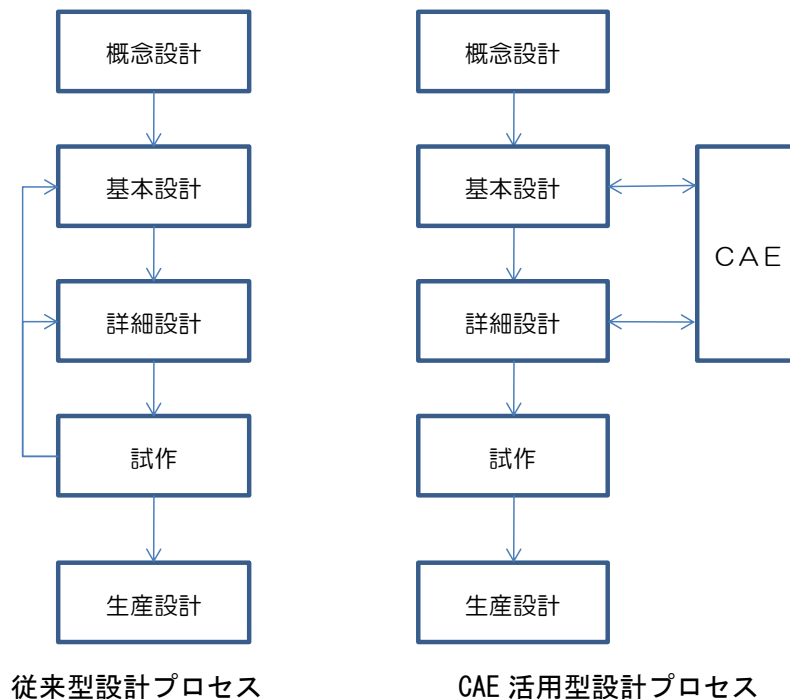
CAEとは Computer Aided Engineering の略で「物理現象を方程式に置き換えて、コンピュータを用いて高速に解を求める」手法です。CAEの進歩はコンピュータの進歩と共に、ますます発展してきており、現在ではCAEプログラムの内部がどのような仕組みであるかを細かく知りたいという人は少なく、産業用の「ツール」として活用されていることが現状でしょう。しかしながら、CAEをうまく活用するためには「どうやって計算しているのか」「何が計算できるのか」「なにを与えれば、なにが解として得られるのか」といったことについて理解しておくことは非常に重要です。

本章では Simulation の基本操作の説明を開始する前に、力学的な知識も数学的な知識もあまり自信がない、という方々を対象に「CAE がやっていること」「CAE のしくみ」を理解するための説明をします。

②CAE と設計

製品設計の現場で最も問題になるのは、設計した製品がユーザーに届けられた後に「壊れないか」ということです。製品の機能が損なわれる「壊れる」ということもあるでしょうし、「破断する」「変形する」ということもあり得ます。想定された力が加わる範囲内で製品が壊れてしまうようでは実用に耐えません。そこで製造者は開発の段階で製品を試作し、さまざまな試験を繰り返し十分な強度が確保されていることや、想定内の不具合がないかなどを検討することになります。従来型設計プロセスでは、試作品に基づく試験結果から詳細設計へのフィードバックが欠かせず、試作・手戻りのコストは見逃すことはできません。また新規の製品開発であれば、試験データの積み重ねも少なく概念設計から生産設計にまで至る期間も長くなりがちです。

ここでCAEに注目します。CAEは実際の試作品がなくても、コンピュータ上で未知の現象を再現することができるので、CAEと設計段階のCADモデルを使用してテストを行うことができます。このため設計の初期段階から検証が可能となり、試作や実験の回数を抑えることができるようになります。



またさらに、CAE でおこなった結果は具体的数値で表されますから、仕様の検討は より明確な基準のもとで実施されることとなります。熟練した設計者の勘と経験に依存していた設計プロセス部分を CAE によって数値化することで、熟練者に依存していた負担を軽減し、工程上のボトルネックがおこりにくくなるとともに、知識の共有・蓄積により、会社やチームとしての設計品質を向上させる効果を持ちます。

このように、CAE の活用で製造業における設計工程にさまざまな効果をもたらすことが可能です。またすでに導入している現場でも、このような効果が出せるように、常に意識して活用継続することが重要です。

2. 力のはたらき

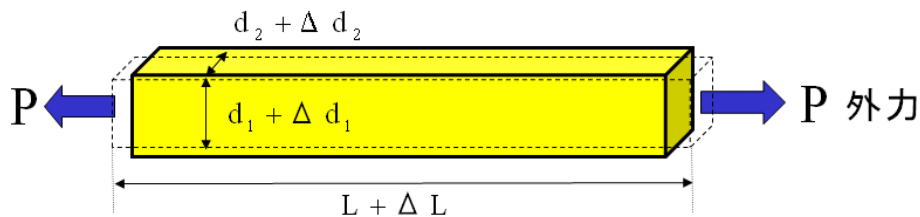
①力学と CAE

CAE を実行するために、設計者が持っていなければならない知識として、CAD に関する知識や、製品・材料に関する知識といった、基本的知識のほかに CAE を実行するためのコンピュータに関する知識、物理現象に関する知識、数値解析に関する知識などがあります。

なかでもとりわけ大切なのが物理現象に関する知識です。これがないと条件の設定や結果の評価ができません。そこで、構造解析を行うということが、どのような力学現象を対象としていて、それをどのような言葉で表しているか、について説明します。

②応力・ひずみ・ポアソン比

図に示すような長さ L の物体の断面に垂直な力 P を加えたときのこの物体の変形を考えます。



このとき物体の任意断面(断面積を S とします)を考えれば、この断面には左右から等しく P の力が断面に垂直に作用しています。これを作用—反作用の法則といいます。構造物が外から力を受けて釣り合っているとき、内部にはこのような「応力」(物体に外から力が加わるとき、その物体内部に生じる単位面積あたりの力。上図の例では P/S で表されます)が生じています。

一方、このような力を受けた構造物は変形します。図は長さ L の物体を P で引っ張った場合に長さが ΔL だけ伸びた様子を示しています。もとの長さ L からどのくらいの割合で伸びたかをあらわす量を「ひずみ」($\Delta L/L$ で表されます)とよびます。

さらに、伸びた方向と垂直な方向では反対に厚みが薄くなるような変形をしています。力 P の方向の変形とそれに垂直な方向の変形の比を「ポアソン比」という用語で表しています。

物体の変形は『「応力」—「ひずみ」の対応関係』と「ポアソン比」によって表現することができます。CAE によって物の変形を求める事は、この 3 つの物理量(「応力」「ひずみ」「ポアソン比」)の間に成り立つ関係を明らかにする作業と云うこともできそうです。

追補4. 数値解析のしくみについて

数値計算のしくみ

実在の構造物そのままの形状で解析することは現在のところ不可能とされています。

Simulationでは、「有限要素法」と呼ばれる1950年代に確立された手法で数値解析を行います。

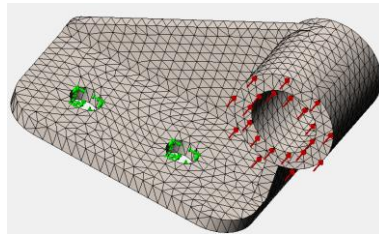
数値計算のしくみを模式図で、以下に説明します。

下図のように2つの連結された伸び方の異なるバネを考えます。フックの法則を使って、

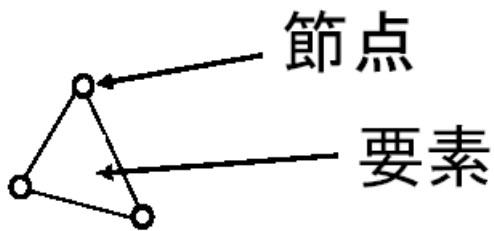


ステップ(1) 1つ1つのバネに分けて 釣り合いを考える。
ステップ(2) バネを組み合わせて考える。

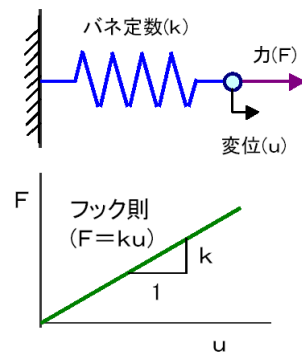
という2つのステップに分けると、結果としてバネ各部の伸びが求められる、というしくみになります。力の向き、バネの伸び方向は矢印方向のみを考えます。また、矢印の向きを正(+)の向きと仮定しています。



メッシュモデル (別名 FEM モデル)



メッシュモデルの構成(節点と要素)



「バネ」モデルの概念図

第2章：アセンブリ静解析

本章では、アセンブリモデルに対する接触を考慮した静解析の操作を習得します。

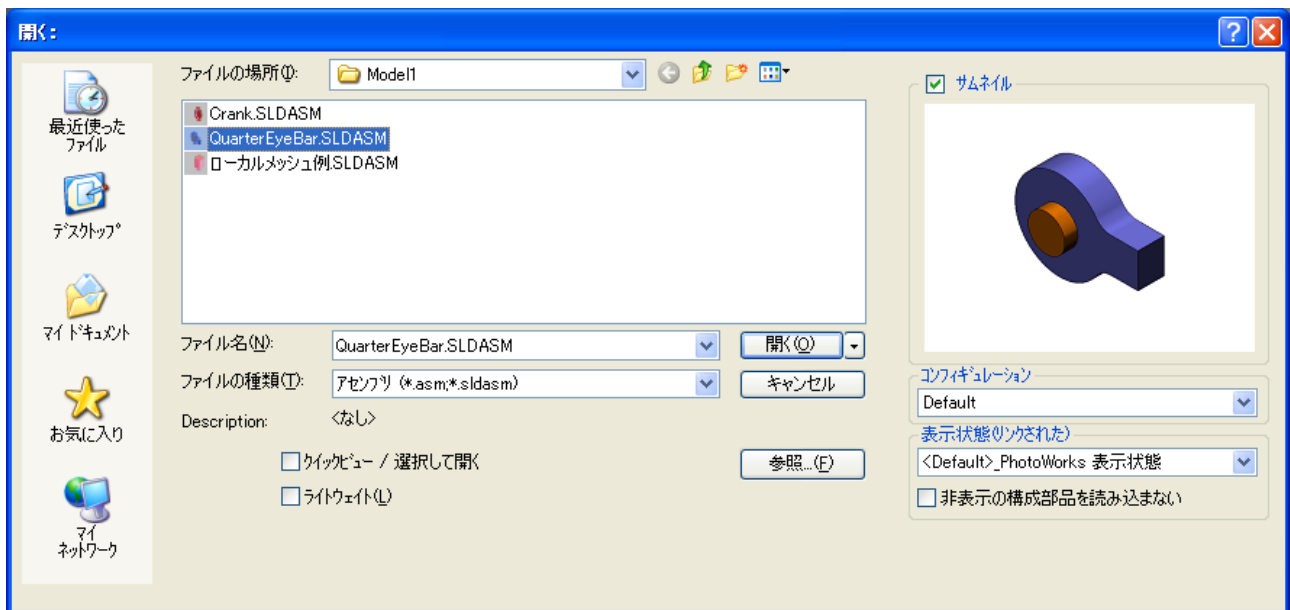
具体的には、同一モデルに対し、ボンド結合解析、接触解析の両方を行い、結果を比較します。

7. 接触モデルを用いたアセンブリ解析
8. 材料特性値の設定
9. 拘束条件の設定
10. 荷重条件の設定
11. ボンド結合解析
12. 接触/ギャップ解析
13. ボンド解析結果と接触/ギャップ解析結果との比較
14. 接触力の表示

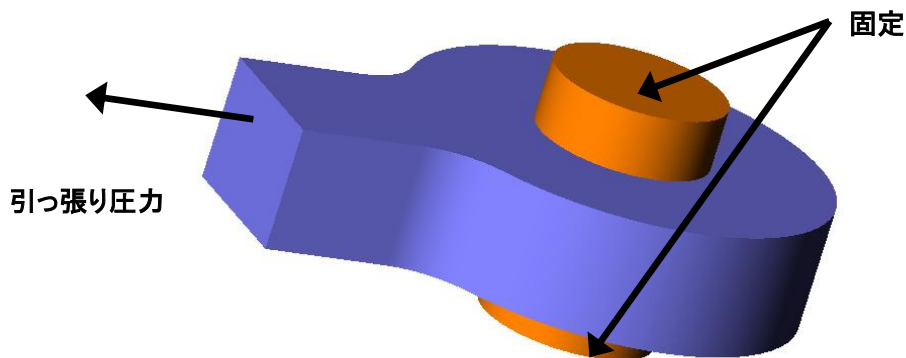
1.接触モデルを用いたアセンブリ解析

①アセンブリファイルの読み込み

1. SolidWorks アセンブリファイル「QuarterEyeBar.SLDASM」を開いて下さい。



②解析モデルの説明

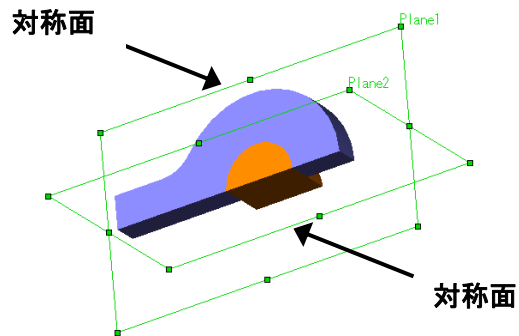


このモデルは、図のように両端が固定されたボルト (Bolt) とアイバー (Eyebars) で構成されており、アイバーの面に引張り圧力を与えたときに全体がどのような影響を受けるかを評価するためのものです。この解析モデルについては以下の条件が成り立っています。

- 1/4 カットモデルにおいて、カット面に対して、幾何学的に対称になっている。
- 1/4 カットモデルにおいて、カット面に対して、ボルトの固定条件とアイバーの荷重条件においても力の釣り合いから対称性を保っている。

このようなモデルでは、カットした面に対称境界条件を設定することで、全体モデルで解析した場合と同じ結果が得られます。

- 全体モデルではメッシュ数が大きくなる場合、1/4 カットモデルを用いるとメッシュ数を低減し、結果的に解析実行時間を短縮することが可能です。
- 全体モデルで境界条件が設定しにくい場合、1/4 カットモデルを用いて対称境界条件を利用すると、解析モデルを安定させることができる場合があります。



対称面では選択面に垂直な方向には動きませんので注意して下さい。



上記の手法は円筒内圧問題、両端引張り問題などでも利用できます。下図に両端引張り問題の例を示します。

