

つくる情熱を、支える情熱。

CYBERNET

「FEM 実験室」Ver.1 理論と実験と解析の融合セミナー

サンプルテキストについて

- 各講師が「講義の内容が伝わりやすいページ」を選びました。
- テキストのページは必ずしも連続していません。一部を抜粋しています。

見本

はじめに: 実験と解析 (CAE) はあうのか?

実験=真実, 解析=バーチャル?

□ 実験

- 「いまそこにある」状況に対する「真実」: **実験結果**
 - 試験装置を含めた载荷 (境界) 条件
 - 測定装置の精度・信頼性
- 人間が変更できないものがほとんど
 - 载荷条件や試験片寸法程度か?
 - 実験のたびに結果が変わることもある (ばらつき, 神様の仕業?)

□ 解析 (FEM, CAE)

- 「普遍的な」状況に対する「法則」: **物理モデル**
 - 数多くの実験や経験に基づいて構築されたもの
 - 微分方程式で記述することが一般的 → 近似的に解く (CAE, FEM)
- 人間が変更できるものばかり
 - パラメータ (材料モデル, メッシュ分割) ← 疑いの余地?

見本

解析結果に自信を持つためのチェックポイント

I. 物理現象を正しくモデル化していますか？

Validation (バリデーション, 使い道に関する確認)

- どのような仮定のもとで構築された物理モデルなのか？
- 「見たいもの(現象)」を表現するために十分か？

II. ソフトウェアを正しく使用していますか？

Verification (ベリフィケーション, 使い方に関する確認)

- 解析オプションの設定など
- 解析結果の表示, 理解

III. 解析メッシュは適切ですか？

Verification (ベリフィケーション, 使い方に関する確認)

- 「有限要素法のノウハウ」
- 適切な要素選択, メッシュ分割ですか？

見本

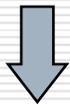
連続体，シエルの有限要素法

□ 節点

- 仮想的な変位評価点： どこに配置してもよい
- 要素内変位を記述するための代表点

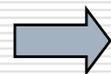
□ 要素

- 仮想的な小領域： どのように分割してもよい
(形状，大きさ．．．)
- 剛性方程式を評価する基本単位



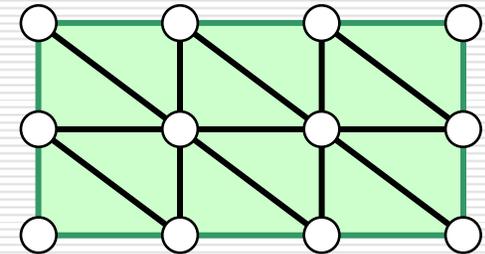
□ 剛性方程式の導出

- 要素内の変位場を仮定
- 仮想仕事の原理に基づく近似解



仮想的に配置した節点値に関する要素剛性方程式

「要素分割」には任意，感性のおもむくまま．．．
(だから，近似解がメッシュに依存する)



見本

FEM実験室の目的

汎用FEMソフトが保証してくれないこと（Verification & Validation）という観点から

- 解析結果に自信を持つためのチェックポイントを説明します
 - 「見たいもの（現象）」に対する解析ですか？ Validation
 - 汎用FEMソフトを「正しく」使用していますか？ Verification
 - 作成した解析モデルは適切ですか？ Verification

- 実験その1 ～ はりの曲げ実験 v.s. FEM ～
 - 単純な曲げ実験による材料定数（ヤング率）の同定
 - 解析担当者のVerification
 - はり・ソリッド・シェル？ 線形・非線形解析？
 - 解析モデルの妥当性を主張するには？

- 実験その2 ～ 両端完全固定の曲げ問題 ～
 - 拘束条件を変えただけで、ここまで問題が変わってしまう！
 - Verificationを経て Validationへ

見本

FEM解析結果 v.s. 実験結果 (ステンレス)

