

# シミュレーション工学 第5回 動的問題の演習

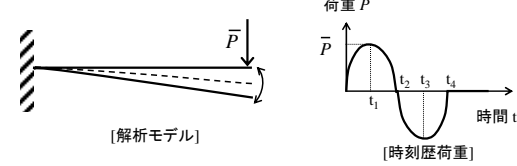
東京大学  
新領域創成科学研究科  
鈴木克幸

1

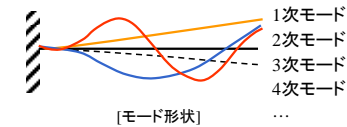
## 動的解析の種類

### ▶ 片持ち梁の動的解析

#### ① 過渡応答(ステップ応答)解析



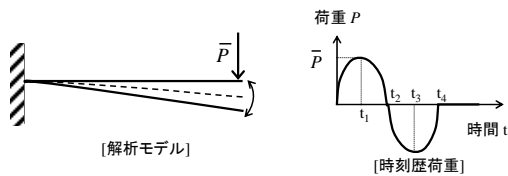
#### ② モード解析



2

## 過渡応答解析(1)

### ▶ 片持ち梁の時刻歴応答解析



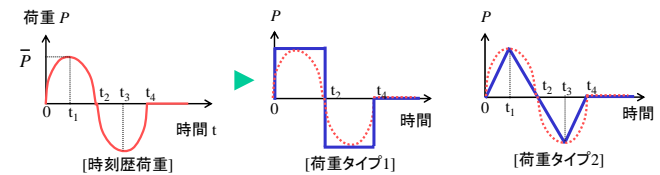
- ▶ 解析モデル: 前回の演習で使用したの片持ち梁モデルを利用.
- ▶ 時刻歴荷重: 荷重  $P$  を時間的に変化させる.
- ▶ 時刻歴応答解析に必要なパラメータ:
  - ・密度定義
  - ・減衰係数(質量減衰, 構造減衰)
- ▶ 検討項目:
  - ・時刻歴荷重, 時間積分間隔

3

## 過渡応答解析(2)

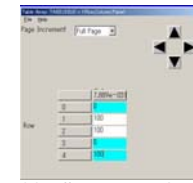
### ▶ 検討項目

#### ▶ 荷重時刻歴



#### ▶ ANSYSによる荷重時刻歴の設定

- 「Main Menu」→「Solution」→「Define Load」
- 「Apply」→「Structural」→「Force/Moment」
- 「On node」→「New Table」
- 配列変数名と行数を設定
- 時刻と荷重の関係を設定.

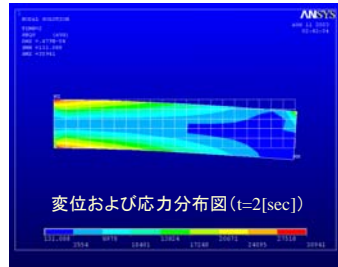


[時刻と荷重Tableの設定画面]

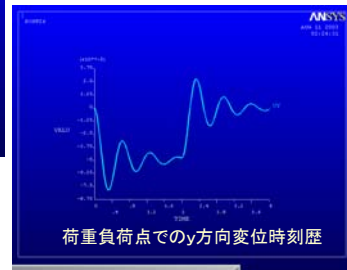
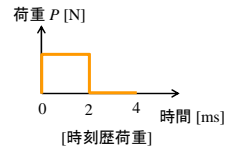
4

## 過渡応答解析(3)

### ▶ 結果の表示

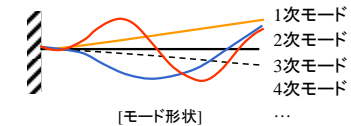


- ▶ ANSYSによる結果の時刻歴表示  
「Main Menu」→「TimeHist Postpro」  
→「Define Variables」→「Graph Variables」



5

## モード解析(1)



- ▶ 解析モデル:  
構造解析の片持ち梁モデルを利用.
- ▶ モード解析に必要なパラメーター: 密度定義
- ▶ ANSYSによるモード解析.
  - ・解析モデルの作成までは構造解析(1),(2)と共通.
  - ・密度の定義
  - ・解析タイプ [Modal] の選択.
  - ・モーダル解析オプション(抽出モード数etc.)の設定.  
「Main Menu」→「Solution」→「Analysis Type」→「Analysis Options」

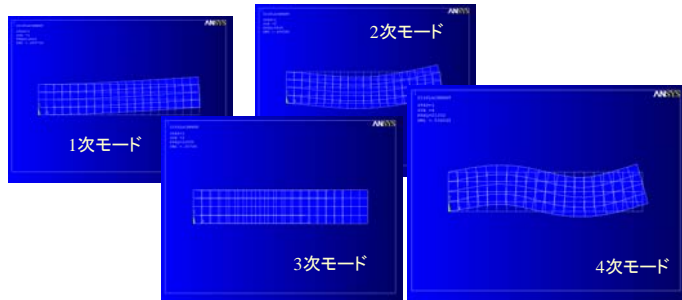
6

## モード解析(2)

### ▶ 結果の表示

#### ▶ ANSYSによる結果の表示

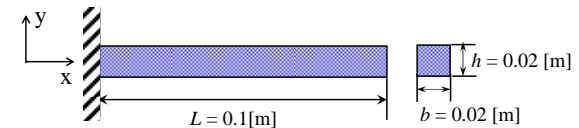
- 「Main Menu」→「General Postpro」→「Read Results」→「First Set」
- 「Main Menu」→「General Postpro」→「Plot Results」→「Deformed Shape」
- 「Main Menu」→「General Postpro」→「Read Results」→「Next Set」→



7

## 解析モデル

### ▶ 片持ち梁のモデル



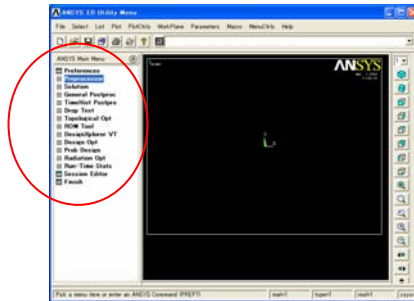
- ▶ 形状: 長さ  $L = 0.1$  m, 高さ  $h = 0.02$  m, 厚さ  $b = 0.02$  m
- ▶ 材料: 弾性係数  $E = 2.1 \times 10^{11}$  Pa, ポアソン比  $\nu = 0.3$  (鋼材)
- ▶ 密度:  $7860 \text{ kg/m}^3$  (鋼材)  
境界条件: 左端固定  
※今回はメートル単位系です!

8

## 動的解析の手順

片持ち梁の解析を例にとり、解析方法を示します。

\* 操作は、ANSYS MAIN MENUにて行います。



注意: ANSYSは容易に固まるので操作はゆっくりと。  
固まったら、現状でセーブし、ANSYSを再起動させること。

9

## 過渡応答解析の手順(1)

### 1. Preprocessing (前処理)

\* 以下は「Preprocessor」メニューを使用します。(※改行は別ウィンドウの意)

#### 1. 1 要素の指定

- Element type → Add/Edit/Delete
  - Add
    - Solid → Quad 4node 42 →OK
  - Options
    - K3 → Plane strs w/thk (2次元平板を使用)

#### 1. 2 板厚の指定

- Real Constants → Add/Edit/Delete
  - Add →OK
  - THK = 奥行きを代入

#### 1. 3 材料の指定

- Material Props → Material Models
  - 構造 → 線形 → 弾性 → EXに弾性係数, PRXYにポアソン比代入
  - 密度 → DENSに密度代入

#### 1. 4 メッシュを切るための領域の指定

- Modeling → Create → Areas → Rectangle → By 2 corners
  - 原点と長さ, 幅を代入

10

## 過渡応答解析の手順(2)

### 1. 5 メッシュを切る

- Meshing → Meshing tool
  - 全体は全体でのメッシュの大きさの指定, ラインはその線の分割数の指定
  - 形状はtriで3角形のメッシュ, quadで4角形のメッシュとなる。

### 2. Solve (解析)

\* 以下は「Solution」メニューを使用します。

#### 2. 1 解析条件の指定

- Analysis Type → Sol'n Controls
  - Basic → Analysis Optionを過渡応答微小変形
  - Time Control → Time at end of load stepに解析終了時刻
    - Time incrementにチェック
    - Time step size = 0.00004
    - Minimum Time step = 0
    - Maximum Time step = 0.001
  - Write Items to Result file → Frequency → 全サブステップで書込
- Transient → Full Transient Options → Ramped loading
  - Stiffness matrix multiplier = 0.00003

11

## 過渡応答解析の手順(3)

### 2. 2 荷重の指定

- Define Loads → Apply → Structural → Force/Moment → On Nodes
  - 節点をピック&OK
    - FY → New table
      - 適当な名前を入力
      - Iに荷重ステップの入力数を入力
        - 時間と荷重の対応表を入力

### 2. 3 拘束条件の指定

- Define Loads → Apply → Structural → Displacement → On Lines
  - 線をピック&OK
    - All DOF &OK

### 2. 4 解析

- Solve → Current LS

### 3. Post processing (後処理)

\* 以下は「TimeHist Postproc」メニューを使用します。

#### 3. 1 変位の時間履歴の表示

- 出てきたウィンドウ → +マーク
  - Nodal Solution → DOF Solution → Y-Component of displacement
  - 荷重をかけた節点をピック&OK

12

## モード解析の手順(1)

### 1. Preprocessing (前処理)

\* 以下は「Preprocessor」メニューを使用します。(※改行は別ウインドウの意)

1. 1 ~1. 5まで同様

#### 1. 6 拘束条件の指定

Loads → Define Loads → Apply → Structural → Displacement → On Lines  
→ 線をピック&OK  
→ All DOF &OK

### 2. Solve (解析)

\* 以下は「Solution」メニューを使用します。

#### 2. 1 解析条件の指定

Analysis Type → New Analysis  
→ Modal (モード解析)  
Analysis Options → No. of modes to extract = 10, NMDE No. of modes to expand = 10  
→ FREQE END Frequency = 100000

#### 2. 2 解析

Solve → Current LS

13

## モード解析の手順(2)

### 3. Post processing (後処理)

\* 以下は「General Postproc」メニューを使用します。

#### 3. 1 1次モードの読み込み

Read Results → First Set

#### 3. 2 変形の表示

Plot Results → Deformed Shape  
→ Def + un deformed

#### 3. 3 ミーゼス応力の表示

Plot Results → Contour Plot → Nodal solu  
→ Nodal solution → Stress → von Mises Stress → additional options → コーナー + 中間点  
※ウインドウのFREQが固有振動数です。

#### 3. 4 2次モード以降の読み込み

Read Results → Next Set  
以降, 3. 2~3. 4を繰り返す。

14

## レポート課題(1)

### 1. 過渡応答解析に関して

以下の2種類の強制荷重を加えたときの荷重負荷点でのY方向変位時刻履歴図を示せ。

| (時刻)  | ここは<br>そのまま |
|-------|-------------|
| 0     | -100        |
| 0.002 | -100        |
| 0.002 | 0           |
| 0.004 | 0           |

2. モード解析に関して、以下の状況での1次から4次までの固有振動数と、1次変形図を示せ。

- ① 8枚目の片持ち梁モデル
- ② ①のモデルの2倍の高さと厚さのモデル
- ③ ①のモデルの2倍の長さのモデル

15

## レポート課題(2)

3. 現在あなたが設計している製品には、課題2の①の片持ち梁が付随している。

今回、製品のテストを行ったところ、製品使用時に片持ち梁の1次モードの固有振動数を有する振動が発生することがわかった。この事態に対して、設計者としてどのように対処すべきか、理由を付けて答えよ。

ただし、片持ち梁の現時点で仕様は、満たすべき規格(JIS規格など)の最小の高さと厚さで設計されたものとする。

16