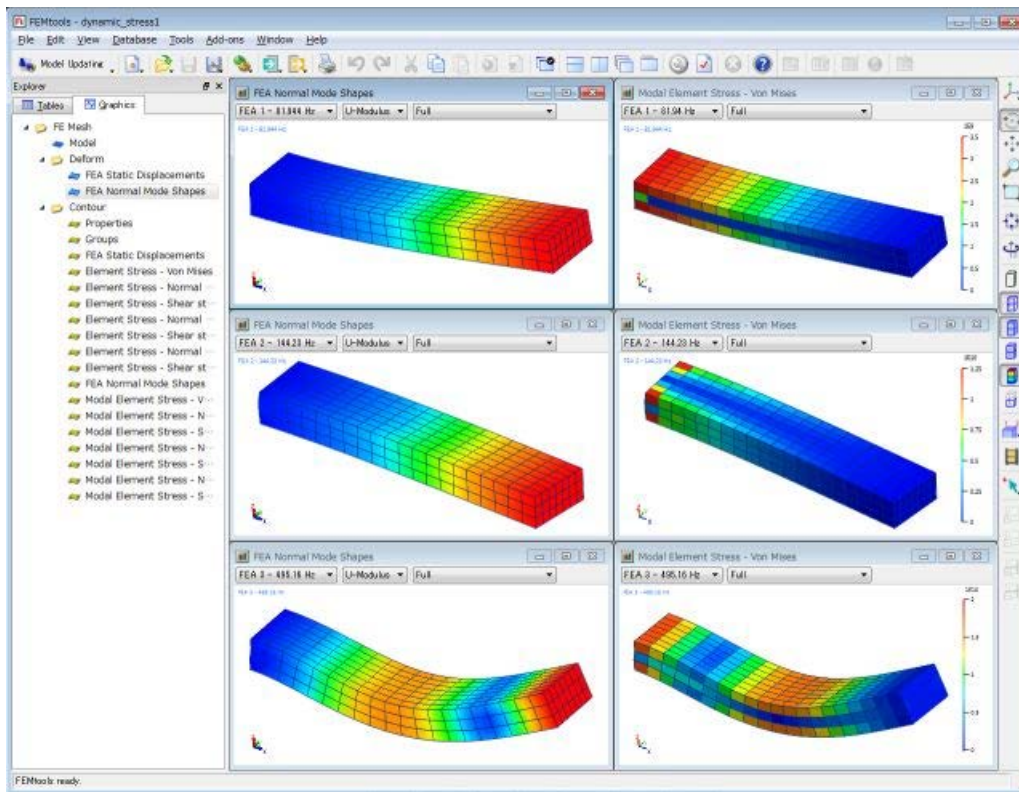


解説

外力同定と応力解析

FEMtools3.x



Structural Science

目次

外力同定と応力解析	1
概説	1
外力同定アップデート	1
間接的同定法	2
外力同定の方法 (Using Force Identification)	3
Force Identification ダイアログボックス	4
動的応力の計算 (Computing Dynamic Stresses)	5
モーダル応力の計算 (Computing Modal Stress)	6
例題	7
モーダル応力例	8
コマンドリファレンス	9
FTUNE コマンド	9
DEFINE MASK コマンド	10
DEFINE DISPLACEMENT コマンド	10
EXTRACT DISPLACEMENT コマンド	12
DEFINE EXCITATION コマンド	12
EXTRACT EXCITATION コマンド	13
DEFINE FORCE コマンド	14
EXTRACT FORCE コマンド	15
DEFINE PRESSURE コマンド	15
EXTRACT PRESSURE コマンド	17
DEFINE LOAD コマンド	17
EXTRACT LOAD コマンド	18
NORMALIZE コマンド	19
CONVERT コマンド	20
COPY コマンド	20
OUTPUT コマンド	22

外力同定と応力解析

概説

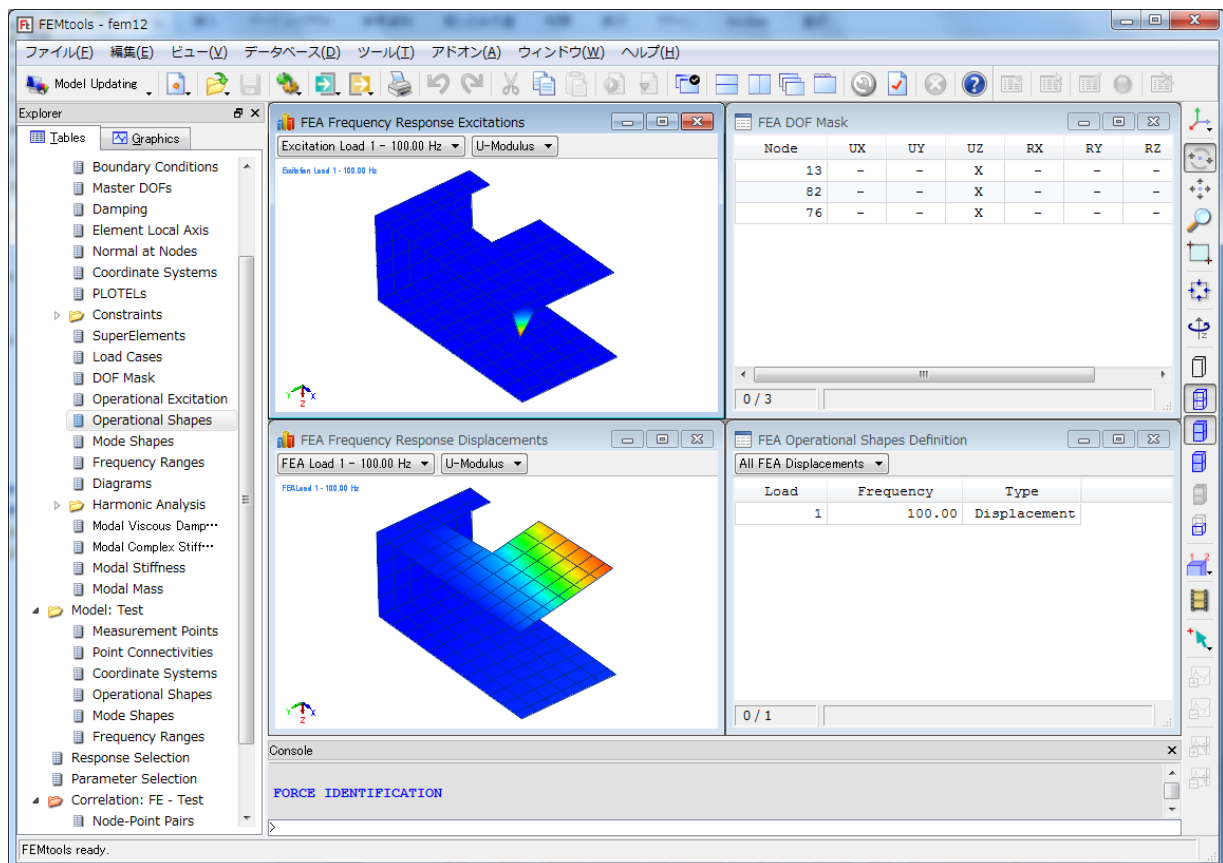
実稼働時の荷重を推定するには、適切な運転条件での機械構造の動的応答をシミュレートする必要があります。その対象問題が強度、耐久性あるいは雑音などと関係する振動や音響の応答を得るために適切な加振力に基づく構造物の動特性を求めなければなりません。

実稼働荷重としては機械的な力あるいは環境的（流体、ガスフローなど）の影響があります。その機械的外力の推定や測定は比較的容易かもしれませんが、一方で環境的な外力は、一般に推計学的な不規則性を持っています。また、その流体構造の相互作用は構造上の振る舞いに依存する外力になるかもしれません。通常、そのような実稼働上の加振力の直接的な測定は困難です。いくつかの直接的な測定技術の利用（ロードセル、歪みゲージ、圧力計、...の使用）も可能ですが、その設置方法や温度条件に伴う問題によって、不正確な測定につながってしまいます。例えば、部分的に閉じた孔構造のマフラー（消音機）の解析では、高温の高圧ガス・フローの外力測定のような実験アプローチは困難です。その単純化した実験では、排気孔の付近で測定が可能かもしれません。そのため間接的な外力同定あるいは実稼働外力を近似的に推定し、アップデートすることがより実際的な選択肢になります。

外力同定アップデート

外力同定（Force Identification）アップデートは、推定された外力と最適化された有限要素モデルによって始められる反復手続きです。各反復ループで得られた値と測定振動応答間の残余誤差が最小化されるまで、推定外力がアップデートされます。その手続きは、感度ベースの有限要素モデルをモデルアップデート法と類似しています。ただし、現行のFEMtoolsでは、外力同定アップデート法はサポートされていません。

このタイプのアップデートは、外力数が参照レスポンス数を超えて定義された場合、この種のアップデートが有用になります。また、一般的アプリケーションでは、外力をより少数の等価外力に置き換えられるか、多くの変数が定義された外力モデルを利用することができます。そのような間接的な同定方法はより効率的なアプローチにもなります。



例題：実験変位データによる外力同定

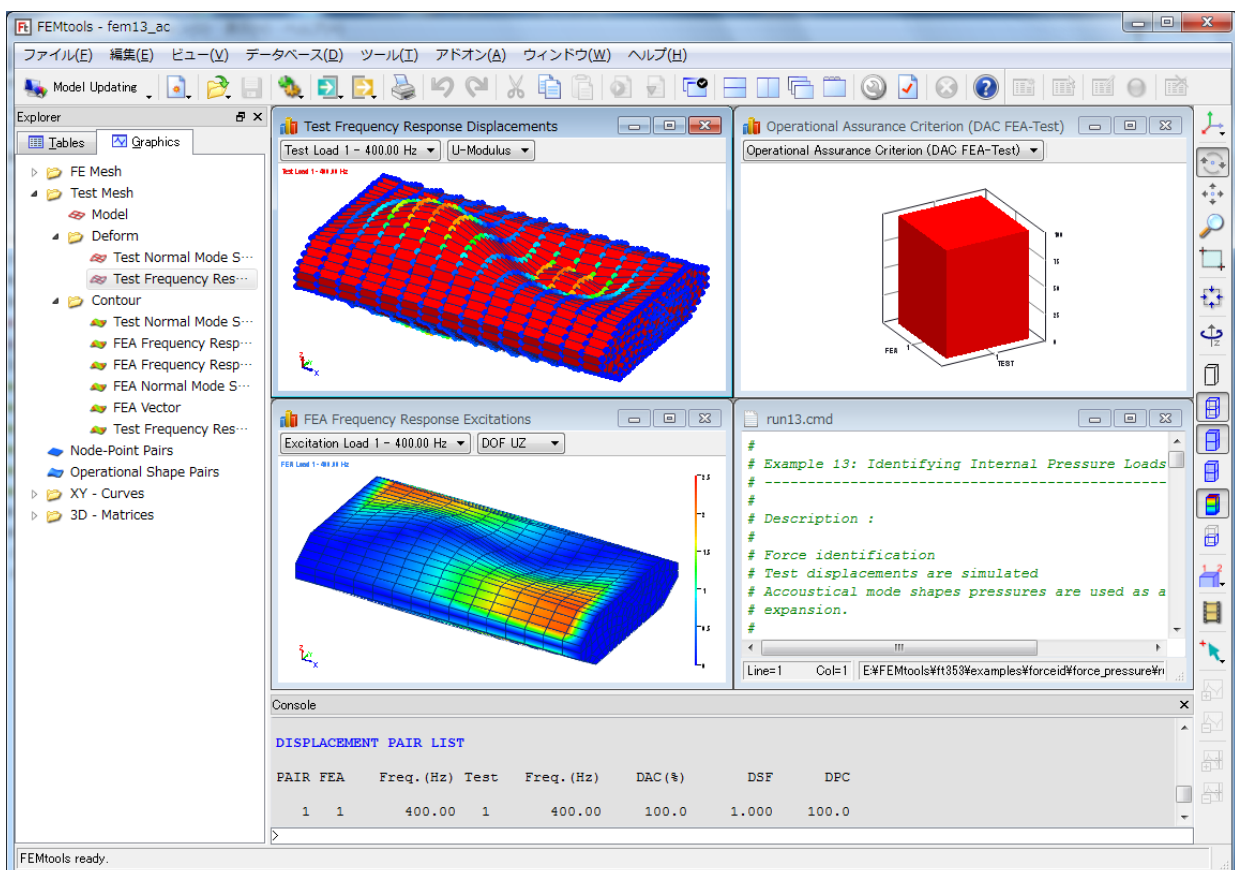
間接的同定法

間接的同定は、対象の周波数応答関数と振動応答をすべて含むシステム・マトリックスのソリューションに基づきます。それらの周波数応答関数は構造物の実際に加振値とは限りません。それらは解析的加振による有限要素モデルからも得ることができます。

解析的なレスポンス・マトリックスに基づいた外力の間接的同定とそのアップデートされた反復外力は有限要素モデルの精度に依存します。その後、剛性、質量および減衰のモデリングによる実験と解析のレスポンス間の相違は除去することができます。そのパラメータとしては、外力位置、方向、データ値（振幅）です。ただし、これは、FEモデルとモーダル・シェープと動的応答シェープが実験データと関連付けられることが必要です。その十分な相関性がなく、剛性、質量、減衰などをモデル化は適切にアップデートされるに違いありません。

間接的同定法の対象外力の数はレスポンス数によって制限されます。この数は、未知の外力の数より大きいに違いありません。また、そのレスポンス位置は、構造物の全体に分散されるべきです。

環境的影響力は、構造物の全表面に作用し、ローカルな外力は対象レスポンス数未滿に縮小することはできません。その代替アプローチとして、さらに最小自乗法を使用した推定外力から始める外力アップデートを実行するか、外力モデルを定義することです。一般に、そのようなモデルは、同定手続きでの未知のものを見なすことができる変数の制限された数の関数になります。例えば、分布した孔構造モデルにおける乱流ガス・フロー、不均一、孔内部表面上の圧力荷重問題などです。流動性構造の相互作用力および構造加振力を無視できると仮定して、内部圧力外力は、孔音響モード関数と評されます。この関数の未知の変数は、対象周波数レンジ中の音響モードの刺激係数です。レスポンスが測定される加振周波数については、これらの刺激係数はインバース法を使用して得ることができます。



例題：圧力モードシェープによる外力同定

関連項目

外力同定の方法（Using Force Identification）

動的応力の計算（Computing Dynamic Stresses）

外力同定の方法 (Using Force Identification)

外力同定は、以下の場合に実行可能です。

- 解析データベース・セクションに、FEモデルを含んでいる。
- ダンピング（減衰）が定義されている。モーダル・ダンピングや非モーダル・ダンピング（粘性減衰、構造材料減衰）がサポートされている。
- 実験データベース・セクションにハーモニック実稼働レスポンス・データ（複素実稼働の変位、速度、加速度など）を含んでいる。
- FEモデル上の外力が作用するDOFとテストモデル上の実稼働レスポンス測定DOFを関連づける節点／ポイント・ペアテーブルが定義されている。

同定外力は集中荷重（節点）あるいは圧力荷重（分布）のいずれかです。必要とされる追加データは同定荷重のタイプに依存します。

未知の外力が集中荷重である場合、FEモデルのモードシェープがデータベースに存在しなければなりません。また、DOFマスクも定義されていなければなりません。これは作用する節点力の自由度の選択に必要です。

DOFマスクを定義するには、次のいずれかを実行します。

- エクスプローラ・ウィンドウから、**Tables > Model: FE Model > DOF Mask**を選択する。
- コマンドモードでは、**DEFINE MASK**コマンドを使用する。

未知の外力が分布荷重の場合、モードシェープ、変位シェープあるいはベクトル・セットの線形結合として、それらがモデル化されていなければなりません。この参照ベースは外力同定を始めるに先立ってインポートされていなければなりません。

外力を同定するには、次のいずれかを実行します。

- Force Identification ダイアログボックスをオープンするために、**Tools > Harmonic Force Identification**を選択します。
- コマンドモードでは、**FTUNE**コマンドを使用します。

推定外力は、テーブルにリストされるか、**EXTRACT EXCITATION**コマンドでリストアップすることができます。外力は参照データが変位、速度、加速などのタイプに依存し、適切にスケーリングされます。

次例のように、それらの外力はベクトル表示やメッシュ・カラー表示で視覚化することができます。

節点力の表示コマンド

```
MESH MARK NODE VECTOR DISP 1 MAP EXCITATION 1 UZ ANGLE 90 FEM
```

分布力の表示コマンド

```
DISP 1 MAP EXCITATION 1 UZ MODI 0.5 FEM
```

外力の同定後に、その外力を適用し、実稼働上のレスポンスを解析的に計算することが可能です。また、それらを実験の参照値とすることができます。これは外力の検証にも有効です。これらのステップのより詳細に関しては、ハーモニック・レスポンス解析 (Harmonic Response Analysis) と グローバル・シェープ相関 (Global Shape Correlation) を参照してください。

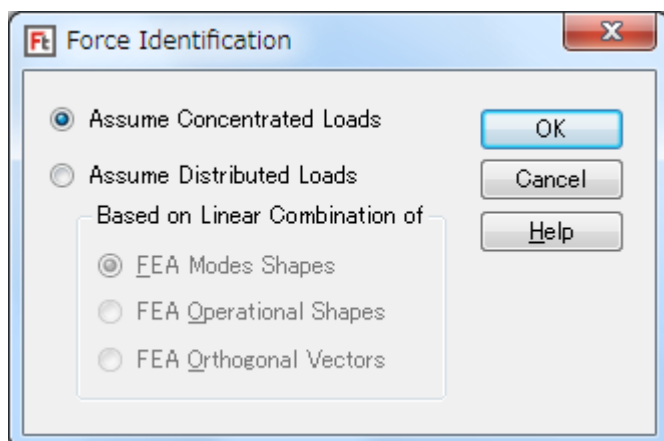
関連項目

DEFINE MASK

FTUNE

EXTRACT EXCITATION

Force Identification ダイアログボックス



目的

Force Identification (外力同定) ダイアログボックスは、実稼動テストデータから調和（ハーモニック）外力を同定するために使用されます。

解説

外力同定は、未知の外力としてモードシェープ、変位シェープあるいは任意の直交ベクトル・ベースの線形結合として表現されるすべてのFE自由度に作用する複数の集中荷重あるいは分布荷重と仮定されます。

以下の場合に外力同定が可能です。

- 解析データベース・セクションにFEモデルが格納されている。
- ダンピングが定義されている。
- 実験データベース・セクションには調和実稼動レスポンス・データ（実稼動複素データの変位、速度、加速度）が格納されている。
- FEモデルのDOF（外力が作用する）およびテストモデルのDOF（実稼動レスポンスの測定点）を関連付ける節点／ポイント・ペアテーブル

その他の追加データは、識別する外力のタイプに依存します。

- 未知の外力が集中荷重の場合、FEモデルのモードシェープがデータベースに存在し、また、DOFマスクが定義されなければなりません。それには節点外力が作用する自由度を選択します。
- 未知の外力が分布荷重の場合、モードシェープや変位シェープあるいは指定のベクトル・セットの線形結合としてモデル化されます。この参照ベースは外力同定を始めるに先立ってインポートされていなければなりません。

関連項目

FTUNE

動的応力の計算（Computing Dynamic Stresses）

実稼働のレスポンス測定データから動的加振応力を計算することが可能です。実験において、実稼働変位（複素データ）がいくつかの位置で測定されたならば、これがFEプログラム中で行われると必ず、最初にFEMtools中の動的外力を同定し、次に、その複素変位シェープを計算します。動的応力を得るには、次の2とおり手続きが可能です。

- FEMtools（コマンドFTUNE）で同定されたハーモニック外力をエクスポートし、動的応力の計算が可能な外部FEAプログラム中においてそれらを使用する。
- FEMtoolsで得られた実稼働変位シェープ（変位データ）をエクスポートし、それらを荷重として外部FEAプログラムの静解析の応力計算で使用します。

外部のFEAプログラムによって識別可能なフォーマットのハーモニック外力をエクスポートするには、FEMtoolsスクリプト・プログラムを書かなければならないかもしれません。あるいは、その外力をファイルに抽出（コマンドEXTRACT EXCITATION）し、外部ユーティリティによって他のフォーマットで変換することが可能です。

FEMtoolsによって得られた変位の実稼働変位シェープをエクスポートするには、OUTPUT MODEコマンドを使用します。これは変位としてモードシェープをエクスポートします。現状では、このコマンドは、NASTRANフォーマット（SPCカード）とANSYSフォーマット（Dカード）をサポートします。次にその手続きを例証します。

```
FTUNE DIST MODE #IDENTIFY HARMONIC FORCES
DISPLACEMENT #COMPUTE OPERATIONAL DISPLACEMENT SHAPES
CONVERT FEM DISPLACEMENT TO FEM MODE
CLEAR TEST
COPY FEM
NORMALIZE TEST REAL
CLEAR FEM
COPY TEST
OUTPUT MODE FORMAT NASTRAN FILE SPCDATA.NAS
```

注意：現状では、実シェープのみをエクスポートすることができる可能性があります。これは、複素シェープの正規化（コマンドNORMALIZE）結果と同様であることを意味し、複素的シェープデータでない（微小比例減衰）場合には、有効な近似手法です。ただし、複素的シェープデータ（高比例減衰）の場合には、複素変形シェープと実変形シェープ間の差が問題となり、応力計算の精度は劣化します。

複素シェープの正規化は、複素実験モードシェープに対して実行することができます。そのため、FE変位は、CONVERTコマンドによって、モードシェープ・テーブルに変換しなければなりません。さらに、そのテーブルは、COPYコマンドによって、テスト・データベース・セクションにコピーされます。

その他のタイプのデータの出力を考慮することも可能です。例えば、FEM変位シェープのそれらのタイプのデータをそれぞれフォーマットおよびフィルタにより、直接的に出力することができます。それに関連して、FEMtoolsは典型的な内蔵のコマンド（OUTPUT）を提供しています。ユーザーの必要に応じて、FEMtools APIを利用し、それぞれのデータベースへアクセスするためのFEMtoolsスクリプトを書くことを推奨します。

関連項目

Force Identification

Computing Modal Stress

FTUNE

EXTRACT EXCITATION

NORMALIZE

CONVERT

COPY

OUTPUT

モーダル応力の計算（Computing Modal Stress）

モード解析は、構造物の動特性に係る振動特性（固有周波数およびモードシェープ）を決定するために使用されます。またモードの重ね合せ技術（FRFシンセシス、調和応答）などのモードシェープ・ベースの関数を使用し、加振周波数に対する共振周波数を確認することができます。さらに固有周波数の応力、歪みおよび変形結果を得ることが可能です。これは構造物の追加や削除による周波数推移のコントロールや重量の最適化にも役立ちます。モードシェープの性質により、応力または変形の絶対的な数値を得ることはできませんが、その相対的な分布情報は構造物の固有周波数付近での最大／最小の応力領域を決定するのに有効です。

FEMtoolsは、直接的なモーダル応力を計算しませんが、共振周波数の感度解析に使用することができます。それらの周波数はモーダル応力と関係し、それぞれのタイプの物理的要素特性に関する感動として計算することができます。より詳細については、FEMtools感度解析（Sensitivity Analysis）セクションを参照してください。

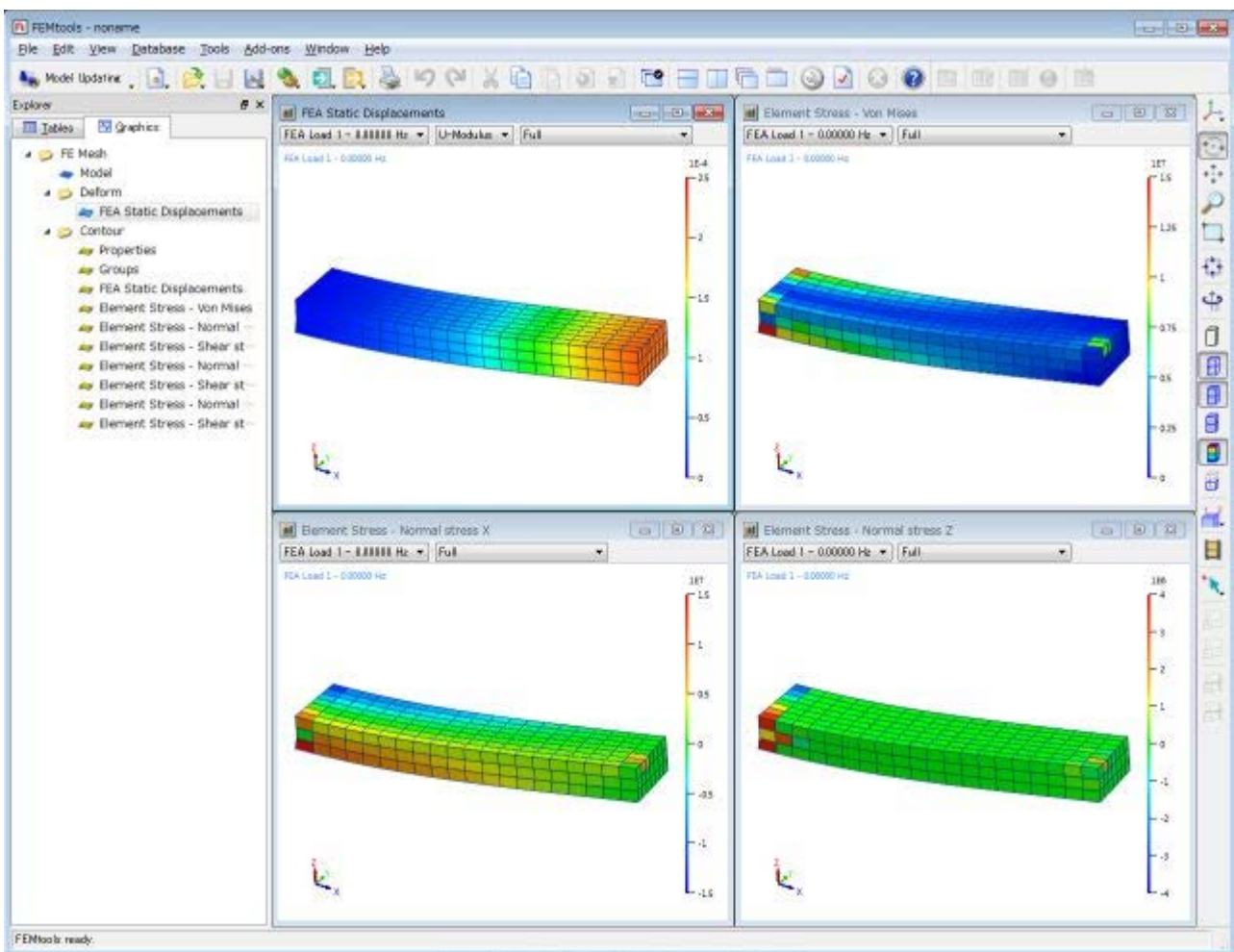
関連項目

動的応力の計算（Computing Dynamic Stresses）

例題

例題フォルダー： ../examples/fea/static_stress の応力フィールドの計算方法を参照してください。

```
# Linear static stress analysis
# =====
# Initialization
clear all
# Generate FE-model
dspace xsize 1 ysize 0.2 zsize 0.1 xmesh 20 ymesh 7 zmesh 3 graphics off
define material 1 type isotropic rho 7800 e 210e9 nu 0.34
define set 100 node 1 22 43 64 85 106 127 148 505 526 547 568 589 610 631 652
define boundary node set 100 ux on uy on uz on
define load 1 'Static Load'
define force load 1 node 567 fx 10000 fy 5000 fz 2000
# Linear static analysis
compute stiffness
static
# Stress analysis
stress type static normalstress on shearstress on vonmises on
# Show stress maps
mesh map fea.displ.stress.vm 1 fem
# End-of-File
```



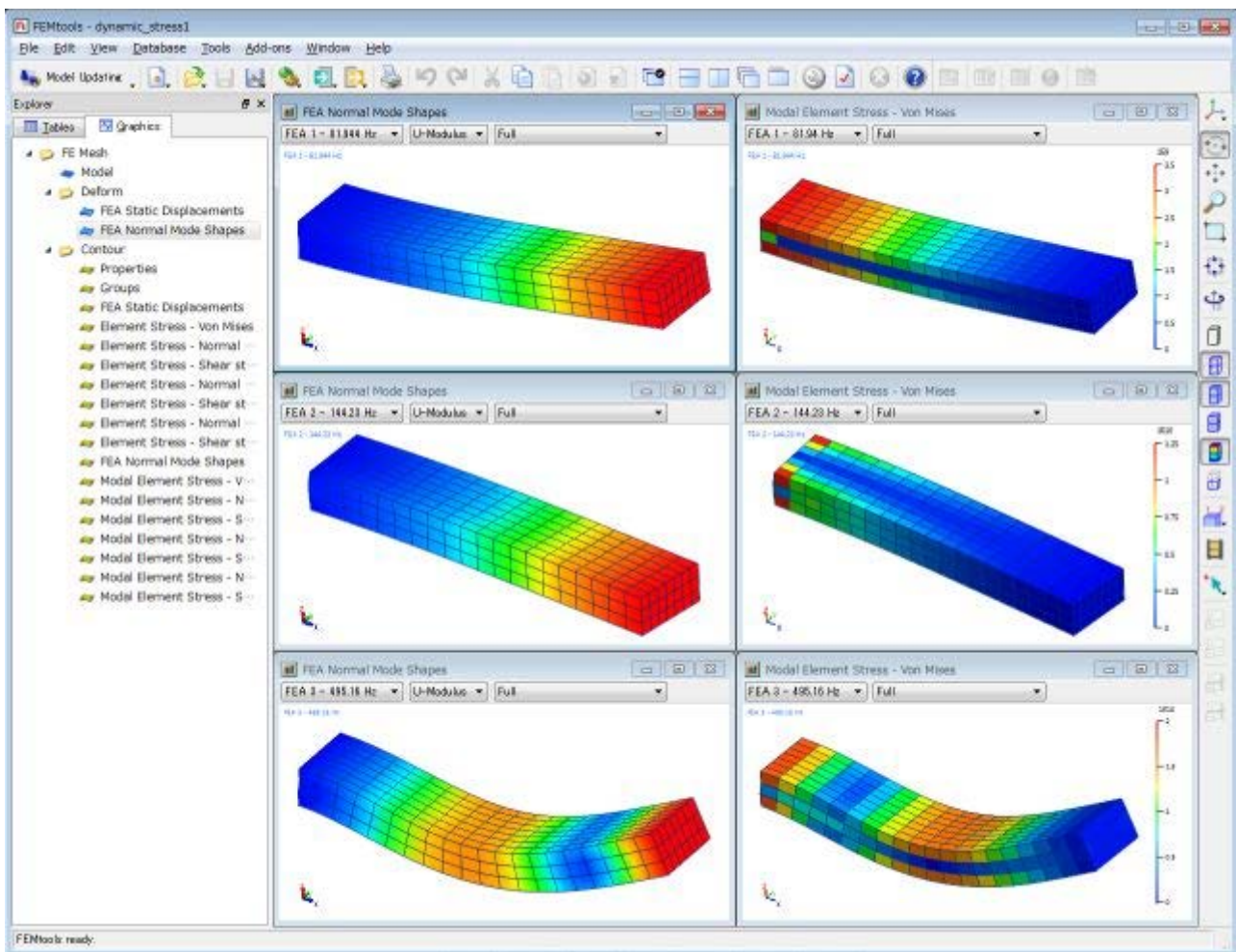
集中荷重静解析の応力フィールド表示

モーダル応力例

モーダル応力は、次の手続きにより例証することができます。

```
# Dynamic analysis  
set dynamic method 1  
dynamic vector 10
```

```
# Stress analysis  
stress type dynamic normalstress on shearstress on vonmises on  
extract shape  
# Show Mode & stress maps  
WINDOW 1  
mesh anim map mode 1 um shape FEA.Mode 1 fem  
WINDOW 2  
mesh anim map mode 2 um shape FEA.Mode 2 fem  
WINDOW 3  
mesh anim map mode 3 um shape FEA.Mode 3 fem  
WINDOW 4  
mesh anim map FEA.Mode.Stress.VM 1 shape FEA.Mode 1 fem  
WINDOW 5  
mesh anim map FEA.Mode.Stress.VM 2 shape FEA.Mode 2 fem  
WINDOW 6  
mesh anim map FEA.Mode.Stress.VM 3 shape FEA.Mode 3 fem  
#  
tile  
# End-of-File
```



モーダル応力アニメーション表示

コマンドリファレンス

FTUNE コマンド

FTUNEコマンドは外力同定を開始するために使用されます。

シンタックス

FTUNE {DISTRIBUTED [MODE | DISPLACEMENT | VECTOR] | CONCENTRATED}

補語

CONCENTRATED	節点外力 (FORCE) を同定するために指定します。(デフォルト)
DISPLACEMENT	分布外力は、FE変位シェープの線形結合であることを明示します。
DISTRIBUTED	分布外力 (EXCITATION) を同定するために指定します。
MODE	分布外力はFEモードシェープの線形結合であることを明示します。
VECTOR	分布外力はベクトルの線形結合であることを明示します。(デフォルト)

備考

- 次のデータが外力同定のために必要とされます。
 - 正規 (Normal) FEモード (節点外力同定)
 - 正規FEモード、FE変位シェープあるいはベクトル (分布外力同定) の任意セット
 - 減衰 (Damping)
 - 参照テスト複素データ (実稼動の変位、速度、加速)
 - DOFマスク (集中外力同定)
 - FEモデルのDOF (外力作用点) とテストモデルDOF (実稼動応答測定点) を関連づける節点/ポイント・ペアテーブル
- FE DOFマスクは外力の作用点としての自由度をアクティブにするために定義されます。
- それには、DEFINE MASKを使用して定義します。デフォルトでは、すべての自由度は非アクティブです。
- 分布外力は、モードシェープ、変位シェープあるいはベクトルの任意のセットの線形結合とされます。
- 同定された外力は、参照データが変位、速度、加速度のいずれかとして、適切にスケーリングされます。

例

- FEモデルのモードシェープの線形結合として、加振力を識別します。

```
FTUNE DISTRIBUTED MODE
```

メニュー・パス

Tools > Harmonic Force Identification

関連項目

DEFINE MASK

Force Identification

DEFINE MASK コマンド

DEFINE MASKコマンドは、自由度（DOF:Degrees-Of-Freedom）フィルタ・マスクを定義するために使用されます。

シンタックス

```
DEFINE MASK <NODE node_sel, DOF DOF_sel> [OFF, ON]
```

補語

DOF	自由度の選択を指定します。
NODE	節点の選択を指定します。
OFF	選択された自由度を非アクティブに設定されます。
ON	選択された自由度をアクティブに設定されます。

備考

- このコマンドは外力同定問題のために使用されます。（FTUNEを参照）
- デフォルトでは、すべての自由度において非アクティブに設定されます。

例

- セット10の節点のすべての回転自由度にマスクを設定します。

```
DEFINE MASK NODE SET 10 DOF RX RY RZ ON
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、 Tables > Model: FE > DOF Mask を選択する。

関連項目

Selecting Nodes

DOF_sel

FTUNE

DEFINE DISPLACEMENT コマンド

DEFINE DISPLACEMENTコマンドは変位シェープ（FE）を定義するために使用されます。

シンタックス

```
DEFINE {FEM | TEST} DISPLACEMENT COMPLEX
```

```
DEFINE {FEM | TEST} DISPLACEMENT int_val FREQUENCY real_val
```

```
DEFINE {FEM | TEST} DISPLACEMENT int_val LOAD int_val
```

```
DEFINE {FEM | TEST} DISPLACEMENT int_val {NODE | POINT} int_val {REAL | IMAG} {UX | UY | UZ | RX | RY | RZ} real_val}}
```

補語

COMPLEX	シェープが複素データであることを明示します。デフォルトでは、変位シェープ形は実数データであると考えられます。
FEM	FEMデータベースにシェープを格納するために指定します。
FREQUENCY	対象シェープの周波数[Hz]を指定します。
IMAG	変位モードシェープの虚数部コンポーネントを指定します。

LOAD	シェープが参照する荷重ケース識別番号を指定します。
NODE	節点の外部識別番号を指定します。
POINT	ポイントの外部識別番号を指定します。
REAL	変位モードシェープの実数部を指定します。
Rx, RY, RZ	変位モードシェープの回転コンポーネントを指定します。
TEST	テスト・データベースにシェープを格納するために指定します。
UX, UY, UZ	変位モードシェープの並進コンポーネントを指定します。

備考

- このコマンドは解析データベース・セクションに静的あるいは外力応答変位シェープを定義するために使用されます。静的変位シェープの振動周波数は、0Hzです。

例

- 静的荷重および変位シェープの定義

```

DEFINE DIMENSION 2
DEFINE DOF UX UY RZ
DEFINE NODE 1 0
DEFINE NODE 2 2.5
DEFINE NODE 3 5
DEFINE ELEMENT 1 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 1 2
DEFINE ELEMENT 2 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 2 3
DEFINE LOAD 10 "First Deflection Shape"
DEFINE LOAD 20 "Second Deflection Shape"
DEFINE FORCE LOAD 10 NODE 3 FY 1
DEFINE FORCE LOAD 20 NODE 2 FY 1
DEFINE DISPLACEMENT 1 LOAD 10
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 2 RE UY 0.3
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 3 RE UY 1
DEFINE DISPLACEMENT 2 LOAD 20
DEFINE DISPLACEMENT 2 NODE 2 RE UY 1

```

- 複素変位シェープの定義:

```

DEFINE DISPLACEMENT COMPLEX
DEFINE DISPLACEMENT 1 LOAD 10
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 2 RE UY 0.3
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 2 IM UY 0.05
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 3 RE UY 1
DEFINE DISPLACEMENT 2 LOAD 20
DEFINE DISPLACEMENT 2 NODE 2 RE UY 1

```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Operational Shapes を選択する。

関連項目

int_val

EXTRACT DISPLACEMENT コマンド

EXTRACT DISPLACEMENTコマンドは、変位シェープ (FE) をリストするために使用されます。

シンタックス

EXTRACT [{FEM | TEST}] DISPLACEMENT [disp_sel] [NODE [node_sel]]

補語

DISPLACEMENT	変位シェープの選択を指定します。デフォルトは、ALLです。
FEM	FEM変位を抽出するために指定します。
NODE	節点の選択を指定します。デフォルトは、ALLです。
TEST	テスト変位を抽出するために指定します。

備考

リストには荷重識別番号、また適用されているなら加振周波数が示されます。

例

- シェープ1のすべてのサーフェイスの節点変位をリストする。

```
EXTRACT DISPLACEMENT 1 NODE SURFACE
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Operational Shapes or Tables > Model: Test > Operational Shapes を選択する。

関連項目

Selecting Operational Shapes
 Selecting Nodes
 DEFINE DISPLACEMENT

DEFINE EXCITATION コマンド

DEFINE EXCITATIONコマンドは、動的加振力を定義するために使用されます。

シンタックス

DEFINE EXCITATION {COMBINE <VECTOR int_val {RE | IM} real_val> | COMPLEX | int_val {FREQUENCY real_val | LOAD int_val | NODE int_val {RE | IM} {FX | FY | FZ | CX | CY | CZ} real_val}}

補語

COMBINE	ベクトル・フィールドの組み合わせとして分布荷重を指定します。
COMPLEX	データが複素データとして格納されていることを明示するオプション・ラベル。デフォルトでは、実データであると予想されます。
FREQUENCY	加振周波数(Hz)
LOAD	シェープが参照する荷重ケース識別番号を指定します。
NODE	節点の加振データを指定します。1つのコマンドライン当たり1つの値は指定することができます。

各コマンドラインは節点識別番号、データタイプ (RE:実部データ、IM:虚数部データ)、DOFラベルおよび加振値を指定します。

備考

- ジェネリック・ベクトル・フィールドはコマンドCONVERTで得られます。

例

- 節点に調和励振力を定義する。

```
DEFINE DIMENSION 2
DEFINE DOF UX UY RZ
DEFINE NODE 1 0
DEFINE NODE 2 2.5
DEFINE NODE 3 5
DEFINE ELEMENT 1 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 1 2
DEFINE ELEMENT 2 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 2 3
DEFINE LOAD 10 "First Operation Deflection Shape"
DEFINE LOAD 20 "Second Operation Deflection Shape"
DEFINE EXCITATION 1 LOAD 10
DEFINE EXCITATION 1 FREQUENCY 5
DEFINE EXCITATION 1 NODE 3 FY 1
DEFINE EXCITATION 2 LOAD 20
DEFINE EXCITATION 2 FREQUENCY 30
DEFINE EXCITATION 2 NODE 2 FY 1

- 2つのベクトルの線形結合としての分布調和加振力を定義する。



```
CONVERT TEST MODE TO FEM VECTOR
DEFINE EXCITATION COMPLEX
DEFINE EXCITATION 1 FREQUENCY 400
DEFINE EXCITATION 1 COMBINE VECTOR 2 RE 0.5 VECTOR 3 RE 0.5
```


```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、 Tables > Model: FE > Operational Excitation を選択する。

関連項目

int_val

CONVERT | DEFINE LOAD

EXTRACT EXCITATION コマンド

EXTRACT EXCITATIONコマンドは、動的加振力をリストするために使用します。

シンタックス

```
EXTRACT EXCITATION [int_sel] [NODE [node_sel]]
```

補語

Int_sel 動的加振力を選択指定します。デフォルトはALLです。

node_sel 節点を選択指定します。デフォルトはALLです。

例

- すべてのサーフェイス節点の加振1をリストする。

```
EXTRACT EXCITATION 1 NODE SURFACE
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Operational Excitation を選択する。

関連項目

Selecting Nodes

int_sel

DEFINE EXCITATION

DEFINE FORCE コマンド

DEFINE FORCEコマンドは、静的な外力やモーメントを定義するために使用されます。

シンタックス

```
DEFINE FORCE <NODE node_sel, LOAD int_val, FX real_val, FY real_val, FZ real_val, CX real_val, CY real_val, CZ real_val>
```

補語

FX、FY、FZ、CX、CY、CZ

節点の外力やモーメントのコンポーネントを指定します。

LOAD シェープが参照する荷重ケース識別番号を指定します。

NODE 静的な外力が適用される場合、選択節点(NODE)を指定します。

例

- 静的荷重の定義

```
DEFINE DIMENSION 2
```

```
DEFINE DOF UX UY RZ
```

```
DEFINE NODE 1 0
```

```
DEFINE NODE 2 2.5
```

```
DEFINE NODE 3 5
```

```
DEFINE ELEMENT 1 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 1 2
```

```
DEFINE ELEMENT 2 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 2 3
```

```
DEFINE LOAD 10 "First Deflection Shape"
```

```
DEFINE LOAD 20 "Second Deflection Shape"
```

```
DEFINE FORCE LOAD 10 NODE 3 FX 2000 FY 1000
```

```
DEFINE FORCE LOAD 20 NODE 2 FY 1500
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Nodal Loads を選択する。

関連項目

int_val

Selecting Nodes

DEFINE LOAD

EXTRACT FORCE コマンド

EXTRACT FORCEコマンドは、静的節点外力をリストするために使用します。

シンタックス

EXTRACT FORCE [int_sel]

補語

Int_sel 節点外力を選択指定します。デフォルトは、ALLです

例

- 最初の外力をリストする。

```
EXTRACT FORCE 1
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Nodal Loads を選択する。

関連項目

CLEAR FORCE | DEFINE FORCE

DEFINE PRESSURE コマンド

DEFINE PRESSUREコマンドは、一定の静的圧力荷重を定義するために使用されます。

シンタックス

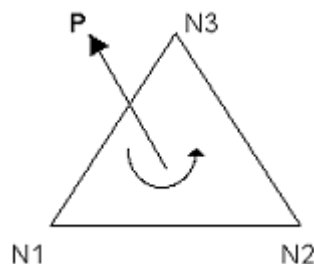
```
DEFINE PRESSURE ELEMENT elem_sel [FACE int_val] [GLOBAL | LOCAL] LOAD int_val [NX real_val] [NY real_val] [NZ real_val]
```

補語

ELEMENT	圧力荷重を作用する選択要素を指定します。
FACE	圧力が作用する要素面番号を指定します。これは3D要素にのみ指定します。
GLOBAL	圧力値はグローバル座標系で定義されることを明示します。
LOAD	作用する圧力の荷重ケース識別番号を明示します。
LOCAL	ローカル要素軸（2D要素）あるいはローカル要素軸面（3D要素）に圧力値が定義されることを明示します。
NX、NY、NZ	3つの方向（単位表面積の荷重）へ適用される一様な圧力値を指定します。その値が定義されない場合、0が設定されます。

備考

- それらの補語は任意順に指定することができます。
- 圧力Pの方向は、2D要素あるいは3D要素面を形成する節点のN1、N2、N3の順番を使用し、右手系の規則に基づきます。（図を参照）四辺形要素も同様の規則が適用されます。



- 静的解析における圧力荷重の表面上の総負荷は、接する節点に適用される節点荷重に変換されなければなりません。
- NX、NY、NZのマイナス記号は、荷重の逆方向を意味します。
- 要素面は以下のように定義されます。

<u>Element type</u>	<u>Face Number</u>	<u>Node Connectivity</u>
LINE2	1	1, 2
LINE3	1	1, 2, 3
TRIA3	1	1, 2, 3
TRIA6	1	1, 2, 3, 4, 5, 6
QUAD4	1	1, 2, 3, 4
QUAD8	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
TETR4	1	1, 3, 2
	2	1, 2, 4
	3	2, 3, 4
	4	3, 1, 4
TET10	1	1, 6, 5, 4, 3, 2
	2	2, 3, 8, 10, 7
	3	3, 4, 5, 9, 10, 8
	4	5, 6, 1, 7, 10, 9
HEXA8	1	1, 4, 3, 2
	2	6, 7, 8, 5
	3	1, 2, 6, 5
	4	2, 3, 7, 6
	5	8, 7, 3, 4
	6	5, 8, 4, 1
HEX20	1	1, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2
	2	15, 16, 17, 18, 19, 20, 13, 14
	3	1, 2, 3, 10, 15, 14, 13, 9
	4	3, 4, 5, 11, 17, 16, 15, 10
	5	19, 18, 17, 11, 5, 6, 7, 12
	6	13, 20, 19, 12, 7, 8, 1, 9
PENT6	1	1, 3, 2
	2	4, 5, 6
	3	1, 2, 5, 4
	4	2, 3, 6, 5
	5	3, 1, 4, 6
PEN15	1	1, 6, 5, 4, 3, 2
	2	10, 11, 12, 13, 14, 15
	3	1, 2, 3, 8, 12, 11, 10, 7
	4	3, 4, 5, 9, 14, 13, 12, 8
	5	5, 6, 1, 7, 10, 15, 14, 9

例

- メッシュのすべての四辺形要素の平面に垂直に、一様な圧力値1500を作用させます。

```
DEFINE PRESSURE ELEMENT TYPE QUAD4 NZ 1500 LOAD 10 LOCAL
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Pressure Loads を選択する。

関連項目

int_val

Selecting Elements

EXTRACT PRESSURE

EXTRACT PRESSURE コマンド

EXTRACT PRESSUREコマンドは、圧力荷重をリストするために使用されます。

シンタックス

```
EXTRACT PRESSURE [int_sel]
```

補語

Int_sel 圧力荷重を選択指定します。デフォルトは、ALLです。

例

- 最初の5つの圧力荷重をリストする。

```
EXTRACT PRESSURE 1 TO 5
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Pressure Loads を選択する。

関連項目

CLEAR PRESSURE | DEFINE PRESSURE

DEFINE LOAD コマンド

DEFINE LOADコマンドは、静的/動的な荷重ケースを定義するために使用されます。

シンタックス

```
DEFINE LOAD int_val char_val
```

補語

Int_val 荷重ケース識別番号

char_val 荷重ケース・タイトル

例

- 静的な荷重と変位シェープの定義

```
DEFINE DIMENSION 2
```

```
DEFINE DOF UX UY RZ
```

```
DEFINE NODE 1 0
```

```
DEFINE NODE 2 2.5
```

```
DEFINE NODE 3 5
DEFINE ELEMENT 1 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 1 2
DEFINE ELEMENT 2 T LINE2 M 1 G 1 O Y 1 C 2 3
DEFINE LOAD 10 "First Deflection Shape"
DEFINE LOAD 20 "Second Deflection Shape"
DEFINE FORCE LOAD 10 NODE 3 FY 1
DEFINE FORCE LOAD 20 NODE 2 FY 1
DEFINE DISPLACEMENT 1 LOAD 10
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 2 RE UY 0.3
DEFINE DISPLACEMENT 1 NODE 3 RE UY 1
DEFINE DISPLACEMENT 2 LOAD 20
DEFINE DISPLACEMENT 2 NODE 2 RE UY 1
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Load Cases を選択する。

関連項目

```
int_val
DEFINE DISPLACEMENT
DEFINE EXCITATION
DEFINE FORCE
DEFINE PRESSURE
EXTRACT LOAD
```

EXTRACT LOAD コマンド

EXTRACT LOAD コマンドは、荷重ケースの情報をリストするために使用されます。

シンタックス

```
EXTRACT LOAD [INTERNAL | EXTERNAL] [int_sel]
```

補語

Int_sel 荷重ケースを選択指定します。デフォルトは、ALLです。

例

- 荷重ケースをすべてリストする。

```
EXTRACT LOAD ALL
```

メニュー・パス

エクスプローラ・ウィンドウから、Tables > Model: FE > Load Cases を選択する。

関連項目

```
CLEAR LOAD | DEFINE LOAD
```


NORMALIZE コマンド

NORMALIZE コマンドは、テストモード、解析モードあるいは感度係数を正規化するために使用します。

シンタックス

NORMALIZE TEST MAXIMUM

NORMALIZE [MASS | MAXIMUM | STIFFNESS]

NORMALIZE SENSITIVITY {DENSITY | NORMALIZED | RELATIVE}

補語

MASS	解析モードが質量マトリックスに関して正規化されることを明示します。これはデフォルト・オプションです。
MAXIMUM	モードが最大=1にスケールされることを明示します。このオプションはテストモードと解析モードに適用可能です。
SENSITIVITY	感度マトリックスが正規化されることを明示します。 DENSITY=密度感度係数による正規化 NORMALIZED=相関正規感度係数による正規化（デフォルト） RELATIVE=相関感度係数による正規化
STIFFNESS	解析モードが剛性マトリックスに関して正規化されることを明示します。
TEST	実験モードが正規化されることを明示します。

備考

- 解析がFEMtools正規モード解析ソルバー（DYNAMIC）で計算される場合、解析モードの正規化は終わっています。そのデフォルトは質量マトリックスに於ける正規化です。
- FEMtoolsが解析モードをインポートする場合、それらは質量マトリックスに関して正規化されていると仮定されます。それはFEMtools感度解析に必要な正規化のタイプです。その後、NORMALIZEコマンドを適切な正規化を得るために使用することができます。
- 解析モードとのペアリングにおいて、テストモードを正規化するには、SCALEを使用してください。
- 複素テストモードを実数モードに変換するには、REALIZEを使用してください。
- 絶対感度（Absolute Sensitivities）が外部ソースからインポートされる場合、感度の正規化が必要です。例えば、それは外部の静的FEソルバーによって計算された絶対静的変位感度をインポートした後で使用されます。

例

- 質量マトリックスに関する解析モードシェープをすべて正規化する。

```
NORMALIZE MASS
```

```
NORMALIZE
```

メニュー・パス

Database > Normalize/Scale > Normalize FEA Data

Database > Normalize/Scale > Normalize Test Data

NORMALIZE SENSITIVITY はコマンド言語によって利用可能です。

関連項目

DYNAMIC

REALIZE

SCALE

CONVERT コマンド

CONVERTコマンドは、それぞれのタイプのベクトル・データ間の変換に使用されます。

シンタックス

```
CONVERT [FEM | TEST] {DISPLACEMENT | EXCITATION | MODE | VECTOR} TO [FEM | TEST]
{DISPLACEMENT | EXCITATION | MODE | VECTOR}
```

補語

DISPLACEMENT	ソースあるいはターゲットのベクトル・タイプとして変位を選択します。
TEST	ソースあるいはターゲットのデータベース・セクションとしてテストデータを選択します。
EXCITATION	ソースあるいはターゲットのベクトル・タイプとして分布加振を選択します。
FEM	ソースあるいはターゲットのデータベース・セクションとしてFEデータを選択します。
MODE	ソースあるいはターゲットのベクトル・タイプとしてモードシェープを選択します。
VECTOR	ソースあるいはターゲットのベクトル・タイプとして中間ベクトルを選択します。

備考

- ソースおよびターゲットのタイプは異なります。
- モードと変位の変換（CONVERT）はメニュー・インターフェイス（Database > Convert > Shapes）を介してアクセスできます。その他の変換はコマンド言語によって可能です。
- 変換ではソースデータがデータベースから消去されることはありません。消去するには、CLEARコマンドが使用してください。

例

- FEモードシェープをFE変位シェープに変換します。

```
CONVERT MODE TO DISPLACEMENTS
```

メニュー・パス

Database > Convert > Shapes

COPY コマンド

COPYコマンドは解析データベース・セクションと実験データ間のデータテーブルをコピーするために使用されます。

シンタックス

```
COPY {FEM [NODE [node_sel]] | TEST [POINT [point_sel]]} [DISPLACEMENT [disp_sel] | FRF [int_sel] | MESH |
MODE [mode_sel]]
```

補語

DISPLACEMENT	選択して変位テーブルをコピーする。デフォルトは、すべて（All）です。
FEM	FEデータベースをテスト・データベースにコピーする。
FRF	選択したFRFテーブルをコピーする。デフォルトは、すべて（All）です。
MESH	FEモデル定義テーブル（COPY FEMの場合）あるいはテストモデル定義テーブル（COPY TESTの場合）をコピーする。
MODE	選択したモードシェープ・テーブルをコピーする。デフォルトは、すべて（All）です。

NODE	選択した節点にデータをコピーする。デフォルトは、すべて (All) です。
POINT	選択したポイントにデータをコピーする。デフォルトは、すべて (All) です。
TEST	テスト・データベースからFEデータベースにテーブルをコピーする。

備考

- COPYコマンドは、ターゲット・データテーブルを空にして実行されます。ターゲット・データベース・テーブルが空でない場合はプログラムによって最初に初期化されます。ソースとターゲットのデータをマージするには、ターゲット・データベース・テーブルの初期化しないコマンドのEXPANDかTRUNCATEを使用してください。
- NODEとPOINTのラベルは、メッシュ、モードシェープおよび変位データテーブルへのフィルタの役割をします。例えば、コピーされるモードシェープ・コンポーネントをフィルタリングするために使用することができます。この種のフィルタリングはFRFテーブルには当てはまりません。
- デフォルトでは、すべてのモデル、すべての利用可能なシェープおよびFRFがコピーされます。COPYコマンドは、さらにFE節点やテスト・ポイントに参照付けられたOCS座標系をコピーします。
- COPY FEMコマンドは要素接続およびPLOTTEL要素をテストモデルのトレースラインに変換します。

例

- 実験のデータベース・セクションにFEデータベース全体 (モデルと結果) をコピーします。

COPY FEM

- 実験データベースにサーフェイスの節点をすべてコピーします。

COPY FEM NODE SURFACE

- 実験データベースに解析モードのサーフェイス縮小節点をすべてコピーします。

COPY FEM NODE SURFACE MODE ALL

- 解析データベースに選択した実験のFRFをコピーします。

COPY TEST FRF 1 3 5

メニュー・パス

Database > Copy > FEA to Test

Database > Copy > Test to FEA.

関連項目

Selecting Mode Shapes

Selecting Operational Shapes

Selecting Nodes

Selecting Test Points

int_sel

EXPAND | TRUNCATE

OUTPUT コマンド

OUTPUTコマンドはフォーマットされたデータファイルをエクスポートするためにインターフェイス・プログラムによって使用されます。

シンタックス

OUTPUT what_label [FORMAT {FEMTOOLS | SCRIPT | ANSYS | NASTRAN | UFF | MS | ABAQUS | MARC | ...}]
[FILE filename]

補語

what_label	書かれているデータタイプを指定します。選択できるデータタイプは使用されるインターフェイス・プログラムに依存します。その対応データタイプは次のとおりです。 DISPLACEMENT (静/動的変位) FEM (有限要素モデル) MODES (モードシェープ) MASS (要素質量マトリックス) STIFFNESS (要素剛性マトリックス) FRF [TEST FEM] (周波数応答関数) TEST (実験データ) SENSITIVITY (外部感度マトリックス) SETTINGS (構成セッティング) PROJECT (プロジェクト・データベース)
Filename	書かれているファイル名を指定します。
FORMAT	what_labelのデータタイプをエクスポートするために使用されるインターフェイス・プログラムを指定します。

備考

- 各OUTPUTコマンドで、データタイプを指定しなければなりません。フォーマット・ラベルおよびファイル名はオプションです。
- デフォルトは、SET FEM FORMATあるいはSET TEST FORMATのコマンドによって指定します。デフォルトが未定義で、FORMATラベルが省略される場合、FEMtoolsフォーマットが使用されます。(FEMTOOLS)
- フォーマットSCRIPTはデータタイプFEMでのみ利用可能です。それは、READコマンドでインポートすることが可能なFEMtoolsコマンド・スクリプトとしてFEモデルを保存します。また、現在、NODES、ELEMENTS、PLOTELS、COORDINATE SYSTEMS、BOUNDARY CONDITIONS、MASTER DOFS、MPC、RBAR、RBE2、RBE3、GEOMETRIES、MATERIALSをサポートしますが、LOAD CASES、FORCES、PRESSURES、DAMPING、FEA DOF MASK についてはサポートしていません。
- プロジェクト・ファイルをエクスポートする場合、ファイル名を省略することができます。そのデフォルト名としては、プロジェクト名に基づいて割り当てられます。プロジェクト名はコマンドSET PROJECTで指定することができます。
- それが個人あるいはグループ化された結果からOUTPUTにサポートされたデータタイプ以外のテーブルを省くためにカスタム・プログラム・スクリプトを使用するために推奨されます。そのスクリプト例として、 <installdir>%scripts%interfacesから参照してください。
- データファイルをインポートするには、SEARCHかINPUTのコマンドを使用してください。
- バイナリ・データファイルをエクスポートするには、SAVEコマンドを使用してください。
- SETTINGS (セッティング) のデフォルト・ファイル名は、FEMtoolsバージョン・コード (例えばバージョン3.2.0の320) のxxxを伴うfemtools_xxx.iniです。

- 実稼動変位として実稼動変位シェープをエクスポートするには、ラベルMODEを使用してください。これは実稼動変位としてのモードシェープをエクスポートします。
- 現在、このコマンドはNASTRANフォーマット（SPCカード）およびANSYSフォーマット（Dカード）をサポートします。
- インターフェイス・プログラムのライセンス契約状況を確認するには、
 - Help > License Information を実行してください。
 - インポートとエクスポートのダイアログボックスのタイプ・リストボックスのファイルには、許可されたインターフェイス・プログラムが示されます。
- インターフェイス・プログラムがすべてのデータタイプをサポートするとは限りません。インターフェイス・プログラムのより詳細については、FEMtoolsデータ・インターフェイス・リファレンスマニュアルを参照してください。

例

- ユニバーサル・ファイル・フォーマットによるテストデータ・ファイルを出力する。

OUTPUT TEST FORMAT UFF FILE TEST.UNV

メニュー・パス

File > Export

関連項目

INPUT | SAVE | SEARCH | SET PROJECT | SET FEM | SET TEST