

# RESP-F3T 概要

2022年6月

構造計画研究所

建築構造工学部

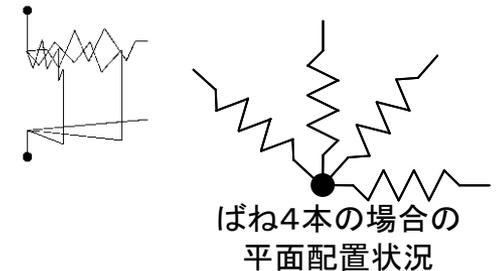
# 基本仕様（節点・境界条件）

- 立体モデル
  - 1節点あたり9自由度（並進：3、回転：3、仕口パネル：3）
    - 仕口パネルは、柱梁接合部のせん断変形に対応する
  - 振動自由度を限定可能
    - X方向・Y方向・水平・鉛直・全自由度
- 境界条件
  - 自由度毎に固定・自由を指定
  - ばね支持、ダッシュポット支持の指定
- 従属関係（多重指定に対応）
  - 剛体結合（リジッドリンク）
  - 剛床結合（多剛床・部分剛床に対応）
  - 同一変位指定

# 基本仕様(要素)

## ばね要素

- 2節点間相対ばね(非線形指定可能)
- 2節点間せん断ばね(非線形指定可能)
- 支持ばね(非線形指定可能)
- マルチ・シア・スプリング(せん断型)
- JEAC浮き上がり非線形・誘発上下動ばね
- 摩擦ばね(変動垂直抗力を考慮)
- 日鉄エンジ球面摩擦ばね(専用ばね要素)



## トラス要素

- 通常非線形特性以外に、引張破断/圧縮座屈の指定が可能
- UpdateLagrange法による大移動に対応し、ケーブルの自重による釣り合い(カタナリー曲線)を求めることが可能

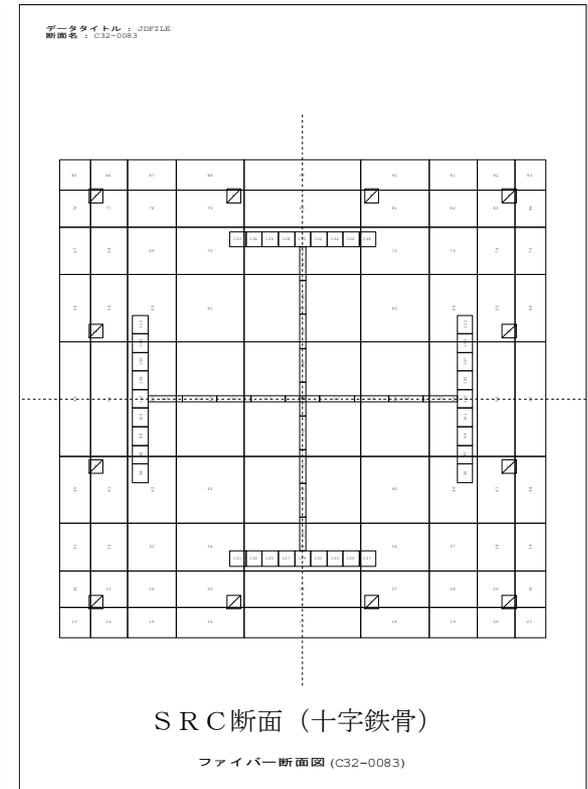
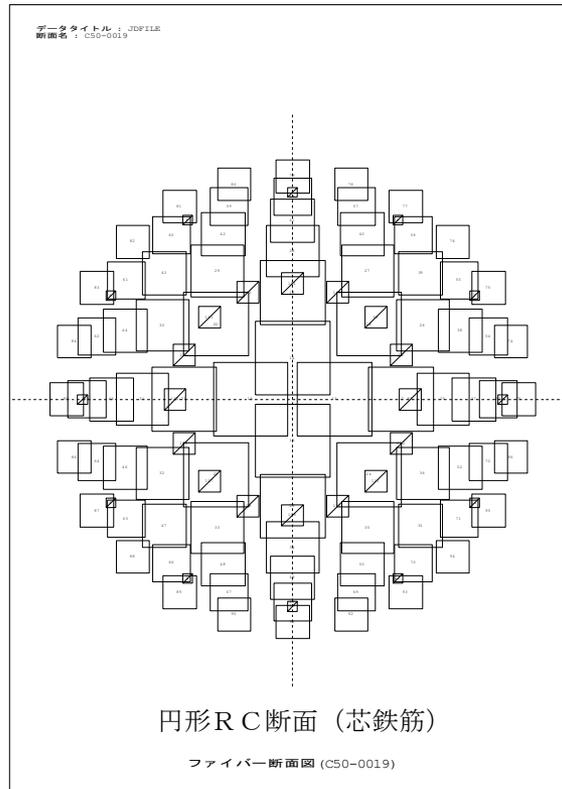
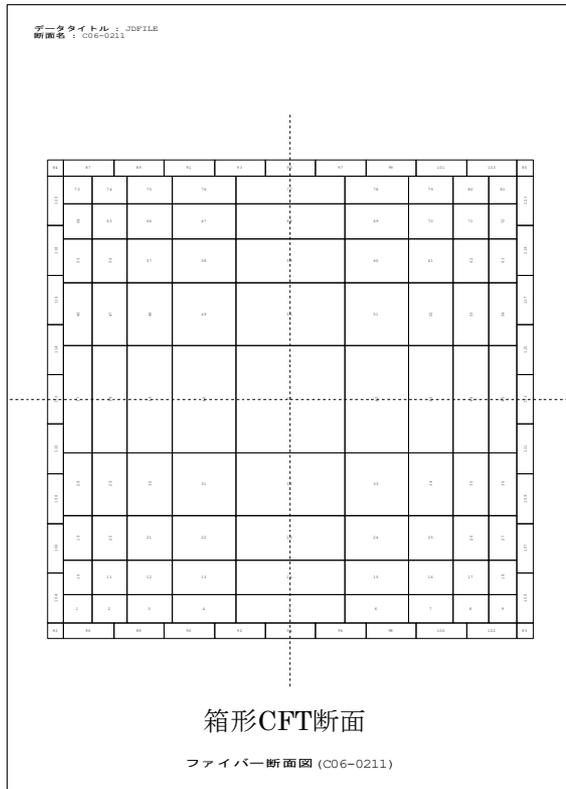
## 壁エレメント

- せん断(各種非線形指定可能)
- 軸・曲げ(ファイバー断面に対応)

# 基本仕様(要素)

- 梁要素
  - M- $\theta$ 型
    - 材端剛塑性バネ法(剛域+可とう部+危険断面位置)
    - 材長方向に断面性能を3分割して中央部にせん断非線形を設定可能なタイプ(間柱型ダンパーに対応)
  - M- $\varphi$ 型
    - 端部のM- $\varphi$ 関係を評価し、材長方向に曲げ剛性(EI)が直線分布すると仮定
  - 全断面ファイバー
    - 一軸構成則からなるセグメントを任意の平面位置に配置可能
    - 材長のどの位置で曲げモーメントを評価するかを指定可能
    - 材長に渡って曲げ剛性EIは一定
  - 両端ファイバー
    - 両端部にファイバー断面領域を持ち、中間部は線形領域

# ファイバ断面の表示例



# 基本仕様(要素)

- 面要素
  - 三角形平面応力(F3のスラブからの自動変換)
  - 四角形平面応力(F3のスラブからの自動変換)
  - 三角形・四角形シアパネル(せん断成分非線形)
  - 三角形・四角形の厚板曲げ要素(線形要素:面外曲げ・せん断変形)
- ソリッド要素(対応検討中)
- 串団子モデル専用(曲げせん断棒)要素
  - 計算の高速化(通常の梁要素に対して2倍以上)
  - せん断成分に複数の復元力特性タイプを適用可能

# 基本仕様（非線形特性・多折線型）

- 逆行（多折線、非対称型）
- 標準型（対称マルチ、非対称バイリニア・非対称トリリニア）
- 原点指向型（非対称マルチリニア）
- 最大点指向型（非対称マルチリニア）
- スリップ型（非対称マルチリニア）
- 武田型（非対称3折線以上、ひび割れ後の履歴面積縮小指定可能）
- 深田型（対称型3折線以上）
- 武田スリップ型（スリップ・繰返し劣化型）、斉藤スリップ劣化型
- 修正Crough型（非対称2折線以上）
- JEAC4601（原子力発電所耐震設計技術指針）曲げ非線形型
- 電共研免震スリップB（星野・山本らの提案モデル）
- 正負両側任意多折線型

# 基本仕様（非線形特性：構造種別毎）

- コンクリート
  - e関数法
  - New RC式（建築研究所共同研究：崎野式）
  - Fafitis-Shah式
  - ModifiedAhmad／修正アーマッドモデル
- 鉄筋・鋼材
  - 専用R-Oモデル（マルチリニア、除荷時：R-O）
  - Menegotto Pintoモデル
  - 「鋼構造制振設計指針」付4 修正Menegotto Pintoモデル（静的・動的）
  - 辻モデル（山田・辻らによる研究成果）
  - 若林座屈モデル／修正若林モデル（座屈・破断・繰り返し劣化考慮）
- 木造
  - Folzモデル

# 基本仕様（非線形特性：構造種別毎）

- 制震（ヒステリシスダンパー）
  - 日鉄エンジニアリング ユニットゴムダンパー（簡易版：変位依存性のみ考慮）
  - 日鉄エンジニアリング 鋼棒ダンパー用高次関数モデル
  - JFEスチール 低降伏点鋼ダンパー用ひずみ依存トリリニア
- 地盤
  - R-Oモデル（地盤用）
  - 修正H-D（双曲線）モデル
  - 石原吉田H-Dモデル
  - 基礎指針式6.6.3による水平地盤ばね（1cmまで非線形）
- その他
  - JEAC4601（原子力発電所耐震設計技術指針）浮き上り非線形型
  - 上記に関する誘発上下動の考慮

# 基本仕様(非線形特性:免震向け)

## • 免震支承

- 各社共通LRB型(ひずみ依存バイリニア型)\*
- オイレス工業LRBひずみ依存トリリニア型\*、修正H-D型
- ブリヂストンHDR汎用型\*・e-RB(ひずみ依存バイリニア型)
- 昭和電線デバイステクノロジー・住友鉱山シポレックス・免制震デバイス  
錫プラグ入り積層ゴム(SnRB)型
- 東洋ゴム工業HRB型
- 変位べき乗型

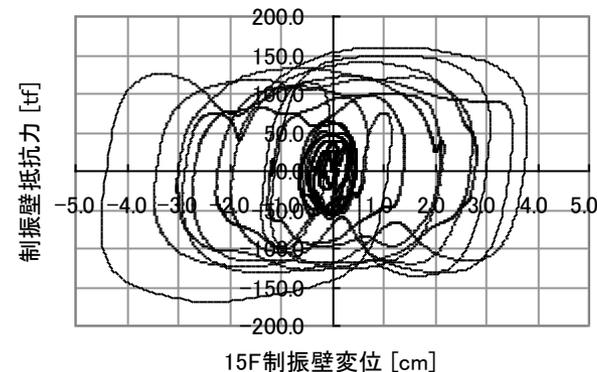
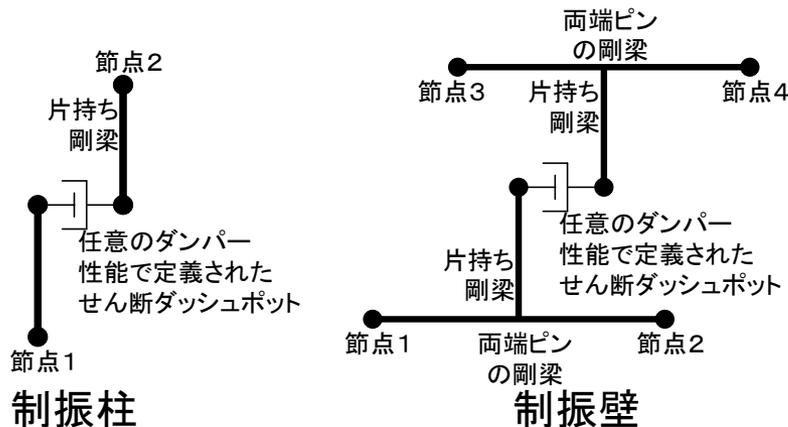
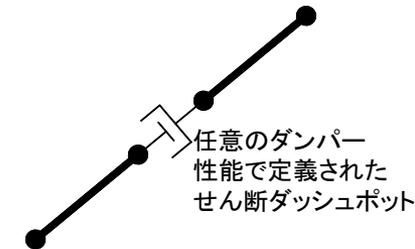
\*:繰り返し依存性に対応

## • すべり支承

- 変動軸力×摩擦係数の抵抗力を発揮するばね
- 新日鉄SSB(球面摩擦支承)は、専用ばね要素として対応し、メーカー提案式およびFP-Model(摩擦振り子モデル)に対応
- 日本ピラー工業傾斜すべり支承

# 基本仕様(粘性制振関連)

- 非線形特性(速度依存型)
  - ダッシュポット(非線形:フォークトモデル)
  - マックスウェル モデル
  - リリーフ付きオイルダンパー(1要素マックスウェル型)
  - ビンガム粘性流体(ばね直列の速度べき乗型)
  - 粘性制振壁(オレス工業VWD・免制震デバイスVDW)
  - 住友理工TRCダンパー(粘弾性)
  - 新日鉄エンジニアリング:ユニットゴムダンパー(粘弾性)
  - 住友ゴム粘弾性ダンパー(GRAST-GR400, GR100)
  - RDT・iRDT(減衰こま・慣性こま:免制震デバイス、高精度モデル)



# 基本仕様

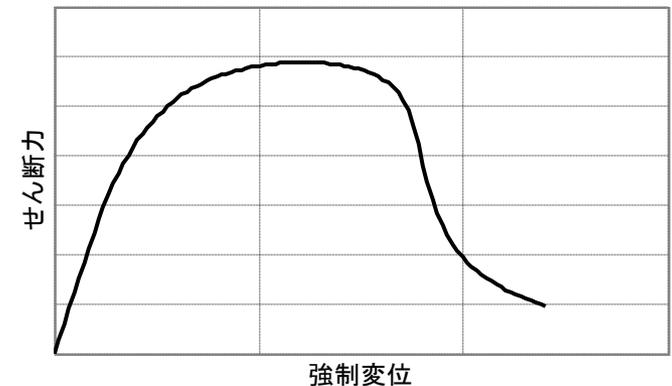
- 単位系
  - 力(N, kN, t, kG, lbf, kip)、および、長さ(m, cm, mm, ft, in)に対応
- 基本解析方法
  - 静的非線形:ニュートン法による反復収束計算
  - 動的非線形:ニューマークβ法
  - 固有値解析:静的縮合+ヤコビ法・サブスペース法
  - 複素固有値解析:Fossの解法+QR法
- 方程式解法
  - 並列スカイライン法(改良RCMリオーダーリング付き)
  - スパース法(Up-Looking型改訂コレスキー並列分解法)
  - Intel-Pardiso疎行列ソルバーに対応(32bit版/64bit版)
  - SPOOLES疎行列ソルバーに対応(64bit版のみ)
- 要素数・節点数の制限
  - 無制限(32bit版では10000節点程度、64bit版では100000節点程度)
- マルチスレッド(並列計算)対応
  - 要素剛性の変更・全体剛性行列の組み立て
  - 並列化スカイライン法・並列化スパース法

# 静的線形解析

- 荷重の種別
  - 節点荷重(6自由度)
  - 部材荷重(対応予定)
  - 強制変位(6自由度)
- 複数荷重ケースの連続解析
- 不安定自由度の自動拘束機能
- 最大層間変形角、剛性率、偏心率の計算

# 静的非線形解析

- 解析方法
  - 荷重増分解析
    - 節点荷重、部材荷重
  - 変位増分解析
    - 強制変位指定
  - 荷重増分 + 変位増分解析
  - 変位制御型荷重増分解析 (対応検討中)
  - 施工段階解析 (部材・荷重の生成・消滅に対応)
- 複数荷重ケースの連続解析
- 不安定自由度の自動拘束機能



# 固有値解析

- 固有値・固有モード・有効質量を計算(小規模～大規模モデル)
- 静的非線形解析直後の割線剛性に対応
- 複数質量ケースの連続解析

# 座屈固有値解析

- 長期荷重＋地震荷重を考慮した解析
- サブスペース法を採用(大規模モデル・高次)
- ビーム要素とトラス要素の幾何剛性に対応

# 複素固有値解析

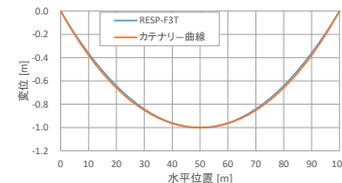
- 剛性比例減衰＋制震ダンパー(付加減衰)に対応
- 固有周期および等価減衰定数を算出

# 動的非線形解析

- 地震外力(単一波形、または、同時多点入力)
  - 同時多点入力では、任意の強制変位・強制速度・強制加速度入力に対応
- 加振力(風外力等の同時複数波形に対応)
- 粘性減衰
  - 部位別指定型の剛性比例減衰・質量比例減衰・レーリー減衰
  - 瞬間剛性比例減衰(累積・非累積型・ $h1$ 一定・ $\alpha1$ 一定)
  - モード別減衰(ひずみエネルギー比例型・直接モード減衰指定型)
  - 水平上下独立減衰法
- 振動自由度の強制指定
  - X方向・Y方向・水平方向
  - 鉛直のみ・全自由度
- 柱梁部材への初期応力の導入(応力シフト)に対応
- 各種成分でのエネルギー計算に対応
  - 運動E・内部粘性E・粘性制振E・履歴制振E・部材ひずみE・入力E

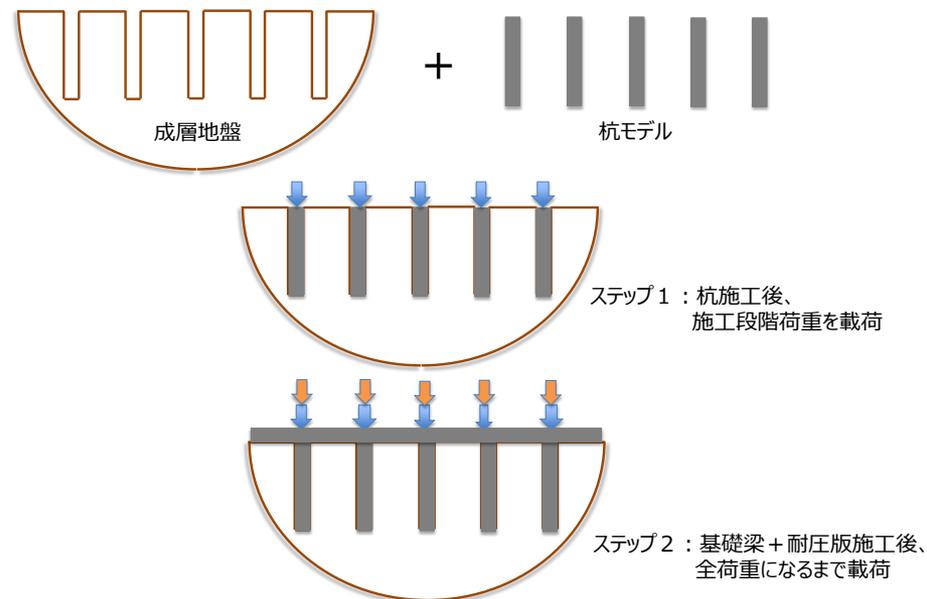
# 幾何剛性を考慮した非線形解析

- 幾何剛性の考慮
  - ビーム要素
  - トラス要素 (UpdateLagrange法により大移動に対応)
  - マルチシアスプリング
    - 積層ゴム支承を想定した三山モデルに対応  
(三山剛史「積層ゴムの上下面に回転角を与えた場合の力学性状に関する研究」日本建築学会構造系論文集、2002年6月、No.556)
- 解析種別
  - 静的荷重増分解析 (静的非線形解析)、および、動的非線形解析
  - 座屈固有値解析
- 解析例
  - 免震支承の変形時におけるP- $\delta$ 効果による付加モーメントの考慮
  - ケーブル構造 (支線式鉄塔など) のケーブル安定位置の解析



# 薄層要素法計算（追加オプション）

- 成層地盤を対象にして、薄層要素法による静的地盤ばね（複素剛性）を求めます（加振振動数は1つのみ指定可能）。パイルド・ラフト等の複雑な構造物の沈下解析に用いることができます。
- Super FLUSH/3DS（構造計画研究所・地盤工学研究所）が出力するインピーダンス・マトリクスファイルと互換性のあるバイナリーファイルを出力できます。
- 要素の生成・消滅のスケジューリング機能と合わせて、逆打ち工法の施工段階解析を行うことが可能です。
- 本機能は、追加オプションとなります。



# その他の解析

- 応答スペクトル解析

- 地震波形に対して線形応答スペクトルを計算
- 1回の実行にて複数波形を連続的に大量処理可能
- 完全バイリニア形の耐カスペクトルとSa-Sd曲線の交点計算
- 非線形応答スペクトルの計算に対応

- 高速フーリエ変換

- 地震波に対して高速フーリエ変換を行う
- 時間軸→周波数軸変換、および、逆変換に対応

- トリファナック積分法 (CALTECH法)

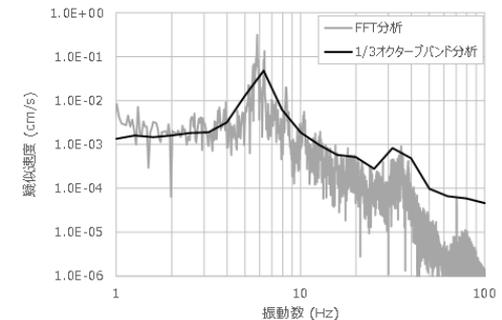
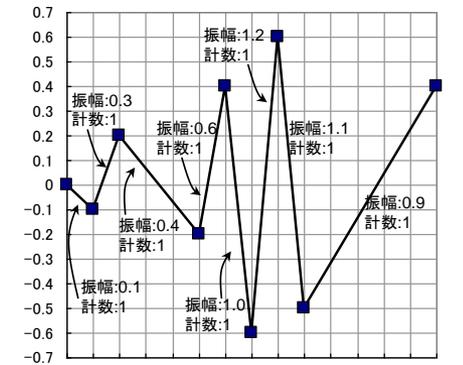
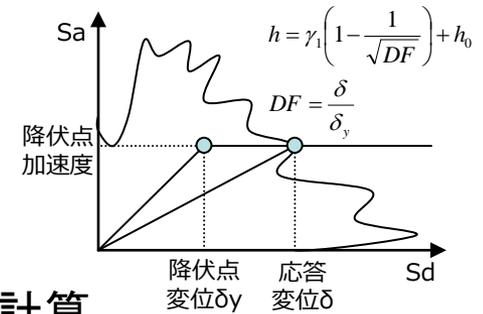
- 地震波の積分(速度・変位の計算)

- M-Nインタラクションカーブの計算

- ファイバーモデルによる部材の耐力曲線の計算

- レインフロー法による波数カウント計算

- 1/3オクターブバンド分析



# 任意の連続解析機能

①初期剛性による固有値解析



②鉛直荷重による増分解析



③水平荷重による増分解析、  
または、地震動による非線形解析



④割線剛性による固有値解析

# データ入力

- F3T用入力データ(テキスト形式)
  - 自由書式で汎用解析ソフトとしての入力
  - 実数入力箇所には、式での入力が可能(例:10.0/9.81)
- F3からのデータ変換機能
  - F3解析結果ファイルからモデル形状を読み込み
  - F3T形式にてテキスト形式データを作成
  - 連層コア壁に関する部位は、今後良い変換方法などを検討していく
- STAN/3Dからのデータ変換機能(目的限定)

# 入力データ例(ファイバー断面)

```
. Title "ファイバー断面のサンプル"
. InputUnit kN mm
. <
. Node Z01 0.0 0.0 0.0
. Node Z02 0.0 0.0 300.0
. Node Z03 0.0 0.0 1080.0/2
. Node Z04 0.0 0.0 1080.0-300.0
. Node Z05 0.0 0.0 1080.0
. <
. Boundary Z01 FIX FIX FIX FIX FIX FIX
. Boundary Z05 FIX
. <
. Material STEEL E 205 G 79.4
. Material Fc60 E 33.50*((60.0/60.0)^(1/3)),
. G 33.50*((66.0/60.0)^(1/3))/2.4
. NonLinearProperty Fc60 NewRcModel Strength 0.600 ,
. Strain 0.002607579 A 1.5077334 D 0.4721261
. <
. < 鉄筋(SD490-D16)
. NonLinearProperty SD490-D16 Online Skeleton 543/1000 0.001
. Section D16 Numerical STEEL AX 199
. SegmentProperty D16 D16 SD490-D16
. <
. Section Column Rectangle Fc60 B 300 H 300
. SegmentProperty Concrete Column Fc60
. FiberSection Column
. RebarRect D16 NY 4 NZ 4 WY 300*0.8 WZ 300*0.8
. DivideEqu Concrete NY 100 NZ 10
. <
. < 柱断面
. BeamProperty ColumnBot Column FiberSection Column Eval -0.5
. BeamProperty ColumnTop Column FiberSection Column Eval 0.5
```

```
<=====
. < ファイバー梁の配置
. Beam C01 ColumnBot Z01 Z02
. Beam C02 ColumnBot Z02 Z03
. Beam C03 ColumnTop Z03 Z04
. Beam C04 ColumnTop Z04 Z05
. <=====
. < 鉛直荷重
. LoadCase LoadCaseV
. LoadNode Z05 0 0 -1000.0
. <
. <=====
. < 水平荷重
. LoadCase LoadCaseH
. LoadBind Z05 UX 1080/100
. <
. <=====
. OutputAllNode
. Story ZS01 Lower Z01 Upper Z05 ELelement C01
. OutputAllStory
. <
. <=====
. Analysis PushOver # 鉛直増分解析
. LoadCase LoadCaseV 1.0
. LoadFactor 1.0 100
. <
. <=====
. Analysis PushOver Continue # 強制変形増分解析
. OutputLoadFactor All
. LoadCase LoadCaseH 1.5
. LoadFactor 1.0 2000
. END
```

# 入力データコマンド一覧

| 分類                      | コマンド   | 内容                                 | 備考  |
|-------------------------|--|------------------------------------|-----|
| 一般事項                    | Title/表題   | 表題の定義                              |     |
|                         | InputUnit/入力単位系                                    | 入力単位系の定義                           |     |
|                         | OutputUnit/出力単位系                                   | 出力単位系の定義                           |     |
| 節点                      | Node/節点  | 節点の定義                              |     |
|                         | RNode/相対節点   | 相対座標による節点の定義                       |     |
|                         | NodeInterpolation/節点補間                             | 座標の補間による節点の定義                      |     |
|                         | TransferNode/節点移動                                  | 全節点の並行移動                           | 特殊  |
| 自由度拘束                   | Boundary/境界条件                                      | 境界条件の定義                            |     |
|                         | Constraint/変位拘束                                    | 自由度の拘束 (同一変位) の定義                  |     |
|                         | FloorDiaphragm/剛床                                  | 剛床の定義                              |     |
| 性能                      | RigidBody/剛体                                       | 剛体拘束の定義                            |     |
|                         | Material/材料性能                                      | 材料性能の定義                            |     |
|                         | Section/断面性能                                       | 断面性能の定義                            |     |
|                         | NonlinearProperty/非線形性能                            | 非線形性能の定義                           | 表10 |
|                         | MN-Interaction/MN相関                                | MN相関の定義                            |     |
| ばね要素                    | SpringProperty/ばね性能                                | ばね性能の定義                            |     |
|                         | Support/ばね支持                                       | ばね支持の定義                            |     |
|                         | RelativeSupport/相対ばね支持                             | 2点間相対ばね支持の定義                       | 研究用 |
|                         | Spring/ばね  | 2点間ばねの定義                           |     |
|                         | JeagNonLinearRockingSupport/<br>J E A G 浮き上がり非線形支持 | JEAG 浮き上がり非線形ばね支持・誘発上下動<br>ばね支持の定義 | 原子力 |
|                         | 2AxialShearSpring/2軸せん断ばね                          | 2軸せん断ばねの定義                         | 特殊  |
|                         | MultiShearSpring/MSS/MSS                           | マルチ・シア・スプリングの定義                    |     |
|                         | MSSwithBreak/<br>破断考慮マルチシアスプリング                    | 免震装置の破断の考慮した研究的なマルチ<br>シア・スプリングの定義 | 研究用 |
|                         | FrictionSpringProperty/摩擦ばね性能                      | 摩擦ばね性能の定義                          |     |
|                         | FrictionSpring/摩擦ばね                                | 摩擦ばねの定義                            |     |
|                         | JointProperty/ジョイント性能                              | ジョイント性能の定義                         | 原子力 |
| Joint2/ジョイント2           | 2節点ジョイント要素の定義                                      | 原子力                                |     |
| トラス要素                   | TrussProperty/トラス性能                                | トラス性能の定義                           |     |
|                         | Truss/トラス  | トラスの定義                             |     |
| 曲げせん断棒                  | FlexureProperty/曲げせん断棒性能                           | 曲げせん断棒の性能の定義                       |     |
|                         | Flexure/曲げせん断棒                                     | 曲げせん断棒の定義                          |     |
| ファイバー                   | SegmentProperty/セグメント性能                            | セグメント性能 (ファイバー分割用) の定義             |     |
|                         | FiberSection/ファイバー断面                               | ファイバー断面の定義                         |     |
| 梁要素・<br>接合部パネル          | BeamProperty/梁性能                                   | 梁要素性能の定義                           |     |
|                         | Beam/梁   | 梁要素の定義                             |     |
|                         | BeamEnd/梁材端条件                                      | 梁要素の材端条件定義                         |     |
|                         | JointPanelProperty/接合部パネル性能                        | 接合部パネル性能の定義                        |     |
| JointPanel/接合部パネル       | 接合部パネルの定義  |                                    |     |
| 壁要素                     | WallProperty/壁性能                                   | 壁性能の定義                             |     |
|                         | Wall/壁   | 壁の定義                               |     |
| 平面要素                    | PlaneProperty/平面要素性能                               | 平面要素性能の定義                          |     |
|                         | Plane/平面応力   | 3角形平面応力要素の定義                       |     |
|                         | Plane4/四角形平面応力                                     | 4角形平面応力要素の定義                       |     |
| 板要素                     | PlateProperty/板要素性能                                | 板要素性能の定義                           |     |
|                         | PlateRectangle/長方形板                                | 長方形板要素の定義                          |     |
| PlateNodeSpring/板節点回転ばね | 板要素の材端回転ばね定義                                       |                                    |     |

|                  |                                      |  |     |
|------------------|--------------------------------------|--|-----|
| 速度依存型<br>ダンパー要素  | DamperProperty/ダンパー性能                | 速度依存ダンパー性能の定義                              | 表11 |
|                  | DamperSupport/ダンパー支持                 | 速度依存ダンパーによる支持の定義                           |     |
|                  | Damper/ダンパー                          | 2点間の速度依存ダンパーの定義                            |     |
| 波形・荷重            | DamperColumn/制振柱                     | 2節点柱型の速度依存ダンパーの定義                          |     |
|                  | DamperWall/制振壁                       | 4節点壁型の速度依存ダンパーの定義                          |     |
|                  | Wave/波形                              | 波形データの読み込み定義                               |     |
|                  | SinWave/波形                           | 正弦波データの定義                                  |     |
| 要素個別指定           | LoadCase/荷重ケース                       | 荷重ケースの定義                                   | 表8  |
|                  | ElementGroup/要素グループ                  | 要素グループの定義                                  |     |
|                  | IndividualDamping/個別減衰               | 要素個別減衰の定義                                  |     |
| ステップファ<br>イルへの出力 | GeometricalStiffness                 | 要素個別幾何剛性の有効指定                              |     |
|                  | OutputNode/出力節点                      | 節点に関するステップ出力定義                             |     |
|                  | OutputAllNode/出力全節点                  | 節点に関するステップ強制出力指定                           |     |
|                  | OutputElement/出力要素                   | 要素に関するステップ出力定義                             |     |
|                  | OutputAllElement/出力全要素               | 要素に関するステップ強制出力指定                           |     |
| 階・層に関する<br>集計指定  | OutputAllStory/出力全層                  | 階に関するステップ強制出力指定                            |     |
|                  | Story/階                              | 階に関する出力指定                                  |     |
|                  | Otm/転倒モーメント                          | 転倒モーメントに関する出力指定                            |     |
| 時系列出力<br>指定      | StoryShearForceComponent/<br>層せん断力成分 | 層せん断力が最大となる瞬間の他の階の層<br>せん断力の出力指定           |     |
|                  | OutputHistory/履歴出力                   | 履歴出力に関する出力定義                               | 表9  |
| 初期応力定義           | OutputPovray                         | Povray シーンファイルの連番出力指定                      |     |
|                  | OutputInitialStress/初期応力出力           | 荷重増分解析の最終ステップ時の要素応力を<br>荷重ケース定義としてファイル出力する |     |
| 集計指定             | HysteresisDamper/履歴ダンパー              | 履歴ダンパーのエネルギーの集計指定                          |     |
| 内部計算方法           | MatrixSolver/マトリクス解法                 | マトリクス解法の指定                                 |     |
| 特殊指定             | PseudoDynamicTest/疑似動的試験             | 疑似動的試験の指定                                  | 特殊  |
| 解析指定             | Analysis/解析                          | 解析実行指定                                     | 表7  |
| 読み込み指定           | Import/外部ファイル読み込み                    | 外部の入力データファイルの読み込み指定                        |     |
|                  | End                                  | 入力データの終了の指定                                |     |

| 種別         | Analusis/解析コマンドのパラメータ       | 内容                            |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 静的解析       | StaticLinear/静的線形           | 静的線形解析                        |
|            | PushOver/荷重増分               | 荷重増分解析                        |
| 固有値解析      | Eigen/固有値                   | 固有値解析                         |
|            | ComplexEigen/複素固有値          | 複素固有値解析 (Ver.1.6.4の時点では研究用)   |
|            | BucklingEigen/座屈固有値         | 座屈固有値解析                       |
| 動的解析       | DynamicLinear/動的線形          | 線形動的解析                        |
|            | DynamicNonLinear/動的非線形      | 非線形動的解析                       |
| その他        | EccentricityRatio/偏心率       | 偏心率の計算                        |
|            | FiberSection/ファイバー断面        | ファイバー断面の M-N 相関耐力曲線           |
|            | TriFuncMethod/トリファンク法       | トリファンク (TriFunc) 法による地震波の積分計算 |
|            | ResponseSpectrum/応答スペクトル    | 応答スペクトル Sa-Sd 応答スペクトルの計算      |
|            | FFT/高速フーリエ変換                | フーリエ・スペクトルの計算                 |
|            | OctaveBand/オクターブバンド分析       | 1/3 オクターブバンド分析法による計算          |
|            | RainFlowMethod/レインフロー法      | レインフロー法による波数カウント計算            |
| TELM/薄層要素法 | 薄層要素法による連成地盤ばねの計算 (オプション機能) |                               |

# 入力データ非線形特性一覧

| 種別                          | Non linearProperty / 非線形性能<br>コマンドのパラメータ  | 内容   |
|-----------------------------|---|--|
| 線形                          | Linear / 線形                               | 線形   |
|                             | EigenAnalysisOnly / 固有値解析用剛性              | 固有値解析のみに有効な剛性  |
| 多折線                         | Online / 逆行                               | 逆行型  |
|                             | OriginOrienting / 原点指向                    | 原点指向型  |
|                             | MaxOrienting / 最大点指向                      | 最大点指向型   |
|                             | Normal / 標準                               | 標準型  |
|                             | Slip / スリップ                               | スリップ型  |
|                             | ZeroSlip / ゼロスリップ                         | スリップ型 (RESP-M/II 互換)   |
|                             | DoubleMultiLinear / 両側多折線                 | 両側多折線型   |
|                             | ModifiedClough / 修正クラフ                    | 修正クラフ型   |
|                             | Fukada / 深田                               | 深田型  |
|                             | Takeda / 武田                               | 武田型  |
|                             | TakedaSlip / 武田スリップ                       | スリップを考慮した武田型   |
|                             | TakedaDegradation / 武田劣化型                 | 繰り返し劣化を考慮した武田型   |
|                             | SaitoSlipDegradation / 斎藤スリップ劣化           | 斎藤による提案モデル   |
|                             | JEAG-Bending / J E A G 曲げ                 | JEAG に示される RC 造の曲げ向けモデル                                      |
| IsolatorSlipB / 電共研免震スリップ B | 星野・山本らによる提案モデル                            |  |
| 連続関数                        | OnlineBreakable / 破断考慮逆行型                 | 破断が考慮できる逆行型 (研究用モデル)   |
|                             | R-0-Model / R - O                         | Ramberg Osgood モデル   |
|                             | Soil-R-0 / 地盤 R - O                       | 地盤向けの指定方法による Ramberg Osgood モデル                              |
|                             | Steel-R-0 / 鋼 R - O                       | 鋼材向けの除荷時 Ramberg Osgood モデル                                  |
|                             | MenegottoPinto                            | Menegotto Pinto モデル  |
|                             | OpenSteelDamper / 公開鋼材ダンパー                | 「鋼構造制振設計指針」付 4 に示される Menegotto Pinto モデルベースの応力-ひずみ関係 (静的モデル) |
|                             | H-D-Hyperbolic / H - D 双曲線                | 双曲線型 Hardin Drnevich モデル                                     |
|                             | H-D-IshiharaYoshida / H - D 石原吉田          | 石原・吉田型 Hardin Drnevich モデル                                   |
|                             | SoilHorizontal663 / 水平地盤基礎指針 6 6 3        | 建築基礎構造設計指針による水平地盤ばね  |
|                             | JEAG-NonLinearRocking / J E A G 浮き上がり非線形  | JEAG に示される浮き上がり非線形モデル  |
| 一軸<br>応力-ひずみ<br>モデル         | ExpFunction / e 関数法                       | 梅村らによるコンクリートの一軸応力-ひずみモデル                                     |
|                             | NewRCModel / N e w R C モデル                | 崎野らによるコンクリートの一軸応力-ひずみモデル                                     |
|                             | FafitsShah                                | Fafits Shah によるコンクリートの一軸応力-ひずみモデル                            |
|                             | Wakabayashi / 若林型                         | 柴田・若林らによる屈座を考慮した鉄骨筋造の一軸応力-変形モデル                              |
|                             | ModifiedWakabayashi / 修正若林型               | 若林型に対し、繰返し載荷による初期屈座以降の耐力低下を考慮する改訂を行ったモデル                     |
|                             | Tsuji / 辻モデル                              | 辻らによる鋼材の一軸応力-ひずみモデル  |
| 積層ゴム系                       | Folz / フォルツモデル                            | 木造用スリップ考慮繰り返しモデル   |
|                             | PowerLaw / 変位べき乗                          | 三山による天然ゴム積層免震装置の水平方向モデル                                      |
|                             | LRB-Standard / L R B 標準                   | 複数メーカーによる統一仕様の LRB の特性                                       |
|                             | LRB-OilesTriLinear / L R B オイレスひずみ依存トリリニア | オイレス工業による LRB 向けトリリニア曲線モデル                                   |
|                             | LRB-ModifiedH-D / L R B 修正 H-D 型          | オイレス工業による LRB 向け修正 H-D モデル                                   |
|                             | MRB-Generis / M R B 汎用                    | 高減衰ゴム積層免震装置向けの汎用高次モデル  |

|        |   |  |
|--------|---|--|
| 専用モデル  | BS-StrainDependedBilinear / BS - SDB / B S ひずみ依存バイリニア       | ブリヂストンによる e-RB 向けひずみ依存バイリニア曲線モデル             |
|        | SnRB / 錫プラグ入り積層ゴム   | 2 社共通錫プラグ入り積層ゴム免震装置のモデル                      |
|        | SnRB-TriLinear / 錫プラグ入り積層ゴムひずみ依存トリリニア                       | 2 社共通錫プラグ入り積層ゴム免震装置のモデルをひずみ依存トリリニア型に拡張したモデル  |
|        | ToyoRubberHRB / 東洋ゴム H R B 型 / ToyoRubberHDR / 東洋ゴム H D R 型 | 東洋ゴム工業による高減衰積層ゴム向け高次モデル                      |
| 専用モデル  | UnitRubberDamper-Simple / ユニットゴムダンパー簡易                      | 新日鉄住金エンジニアリングによるユニットゴムダンパー向けの簡易 (修正 H-D) モデル |
|        | UseSteelFunction / 新日鉄関数近似型                                 | 新日鉄住金エンジニアリングによる鋼棒ダンパーおよび U 型ダンパー向けの高次関数モデル  |
|        | JFE-LowStrengthSteel / J F E 低降伏点鋼                          | JFE スチールによる低降伏点鋼向けのモデル                       |
| 研究用モデル | FrictionSlopedBearing / 傾斜すべり支承                             | 日本ビラー工業による傾斜すべり支承のモデル                        |
|        | T20110210   | スリップ付繰り返しモデル                                 |
|        | OnlineDownStep / 逆行下り階段                                     | 階段状に劣化するモデル                                  |
|        | MudWall / 土壁  | 土壁用研究モデル                                     |

| 種別      | DamperProperty / ダンパー性能<br>コマンドのパラメータ         | 内容   |
|---------|---|--|
| 汎用モデル   | Linear / 線形                                   | 線形ダッシュポット  |
|         | Online / 逆行                                   | 逆行型ダッシュポット   |
|         | Zener / ゴットモデル                                | Zener (フォークモデルに直列ばね付き) モデル                                     |
|         | Oil / オイル                                     | リリーフ付きオイルダンパー用 Maxwell モデル                                     |
|         | MaxwellMultiLinear / マックスウェル多折線               | リリーフ付きオイルダンパーの拡張モデル  |
|         | PowerLaw / べき乗                                | 直列ばね付き速度べき乗モデル   |
| 専用モデル   | OpenSteelDamper / 公開鋼材ダンパー                    | 「鋼構造制振設計指針」付 4 に示される Menegotto Pinto モデルベースの応力-ひずみ関係 (速度依存モデル) |
|         | Oiles-VWD / オイレス制振壁                           | オイレス工業による制振壁向けモデル  |
|         | ADC-VDW / 免制震デバイス制振壁                          | 免制震デバイスによる制振壁向けモデル   |
|         | RDT-HighAccuracy / 減衰ごま高精度 / R D T 高精度        | 免制震デバイスによる RDT 向けモデル   |
|         | iRDT / 慣性ごま                                   | 免制震デバイスによる iRDT 向けモデル  |
|         | UnitRubberDamper-Simple / ユニットゴムダンパー簡易        | 新日鉄住金エンジニアリングによるユニットゴム向け簡易 (修正 H-D) モデル                        |
|         | UnitRubberDamper-HighAccuracy / ユニットゴムダンパー高精度 | 新日鉄住金エンジニアリングによるユニットゴム向け高精度 (Menegotto Pinto + 分数微分 + 非線形) モデル |
|         | TRC-Damper / T R C ダンパー                       | 住友理工 (旧東海ゴム工業) による TRC ダンパーモデル                                 |
|         | GRAST-GR400 / SRI-GR4                         | 住友ゴム工業による粘弾性 (GR400 材) ダンパーモデル                                 |
|         | GRAST-GR100 / SRI-VE3                         | 住友ゴム工業による粘弾性ダンパーモデル  |
| セミアクティブ | OilControlMinMax / M i n M a x 制御オイル          | リリーフ付オイルダンパーを基本とし、第二・第三象限での特性切り替えと制御遅れ時間に対応したモデル               |
|         | OilControlTrigger / トリガ制御オイル                  | リリーフ付オイルダンパーを基本とし、変位・速度の閾値による特性の切り替えと制御遅れに対応したモデル              |

# 結果出力(テキスト形式)

- 結果ファイル(csv形式)
  - ステップ解析結果
  - 最大値出力
  - 部材履歴出力・エネルギー履歴出力
  - 層に関する応答値の出力機能
  - 最大層間変形角・剛性率・偏心率
- 結果整表リスト(対応検討中)
  - 入力値の整理出力
  - 計算条件
  - 最大値

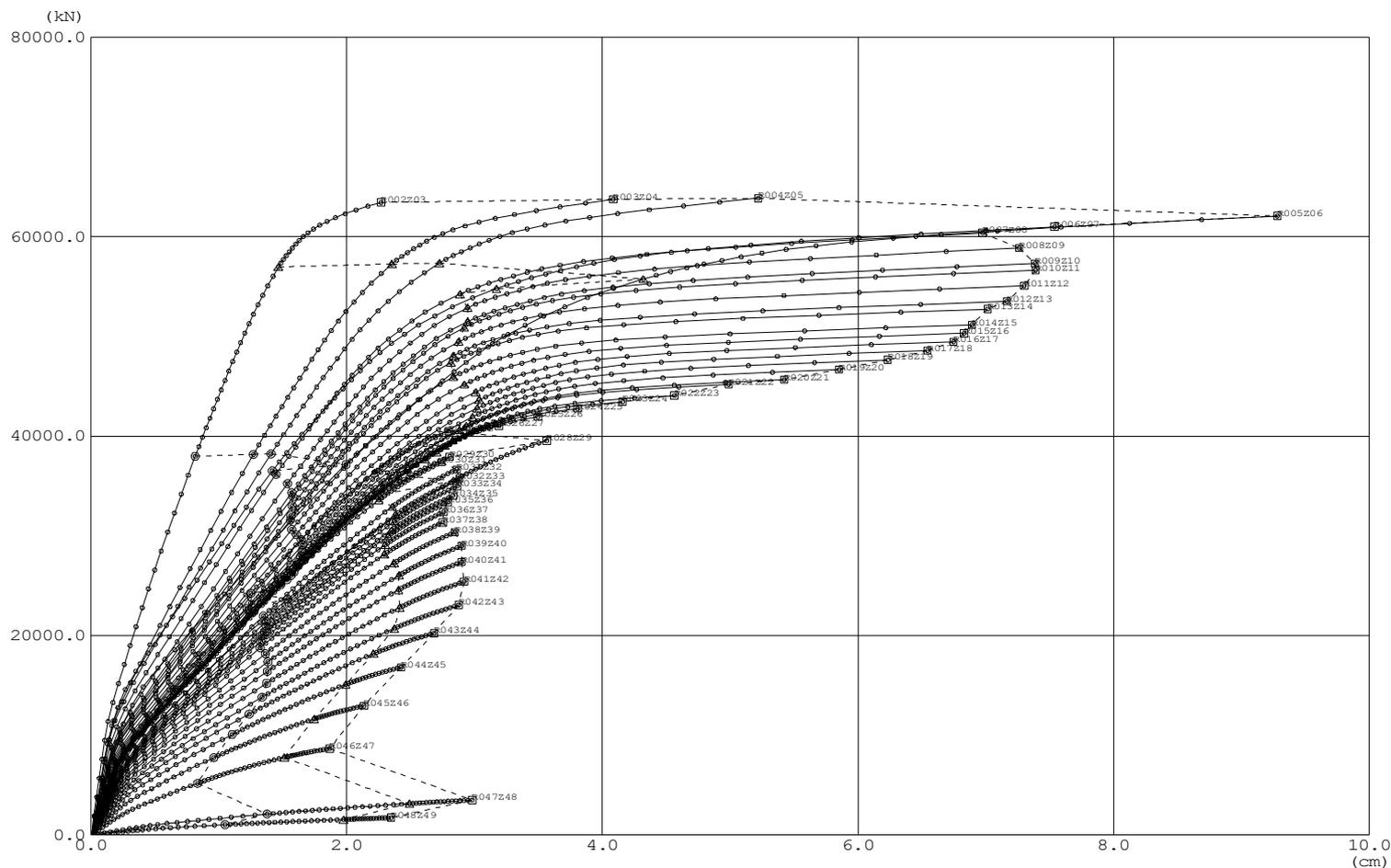
# 結果出力(図形式)

- 対応済み項目
  - モデル形状図(軸図形式・伏図形式)
  - 応答値図(変位・速度・加速度・M/II結果との比較)
  - フレーム応力図(軸力・せん断・曲げモーメント)
  - ヒンジ図(塑性率・最大塑性率・部材変形角)
  - ファイバ断面図(セグメント番号表示)
  - 層の最大応答値図(縦軸階—横軸最大応答値)
  - 層せん断力—層間変位関係図(Q—Dグラフ)
- 今後の対応(現在はcsv形式出力のみ)
  - 部材履歴図、エネルギー履歴図



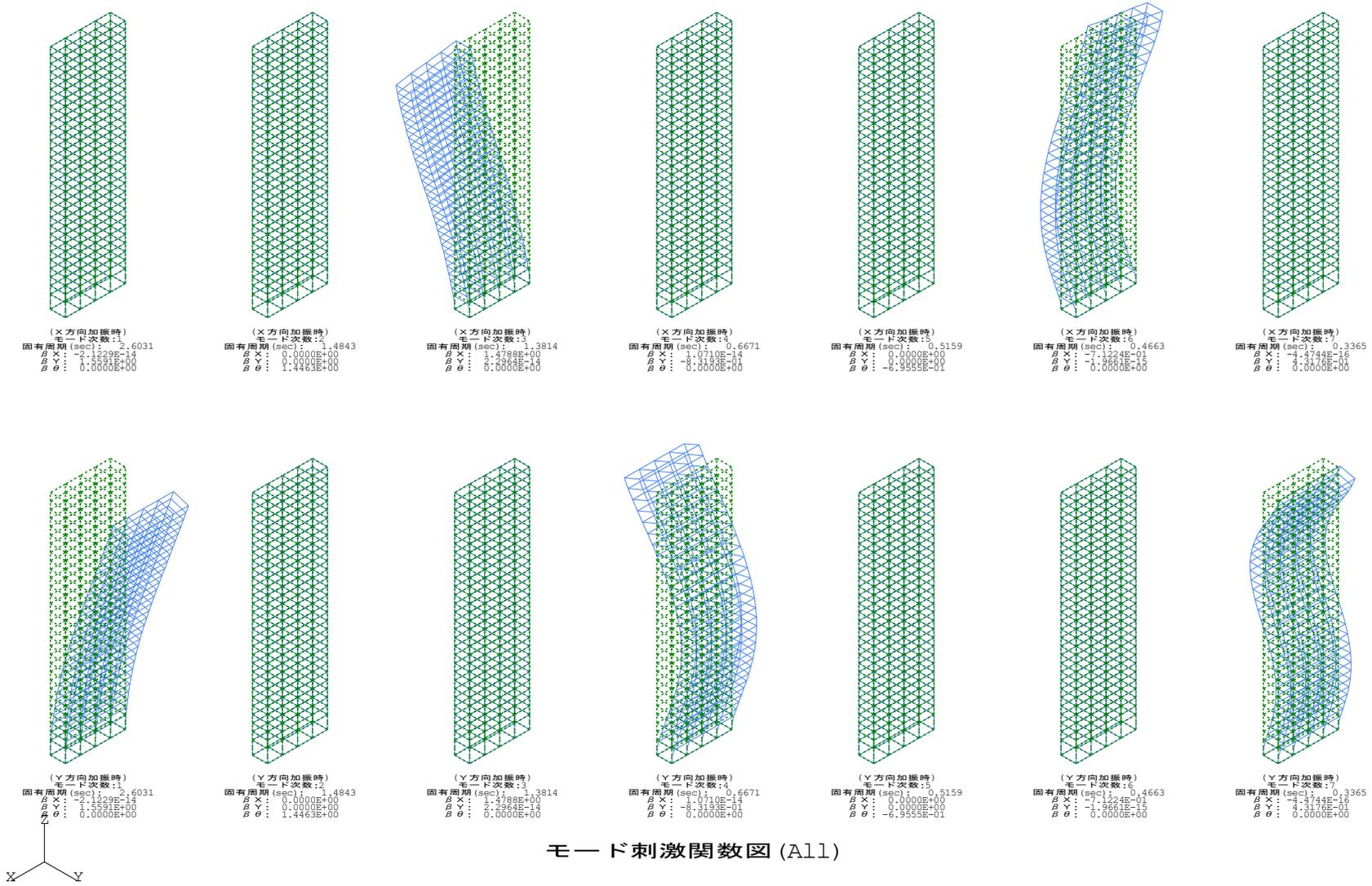
データタイトル : JDFILE  
 解析ケース番号 : 3 (DesignShearForce)

○-----○ 設計用せん断力時  
 △-----△ 最大層間変形角1/100時  
 □-----□ 最大層間変形角1/50時



層せん断力－層間変位図（+X方向）

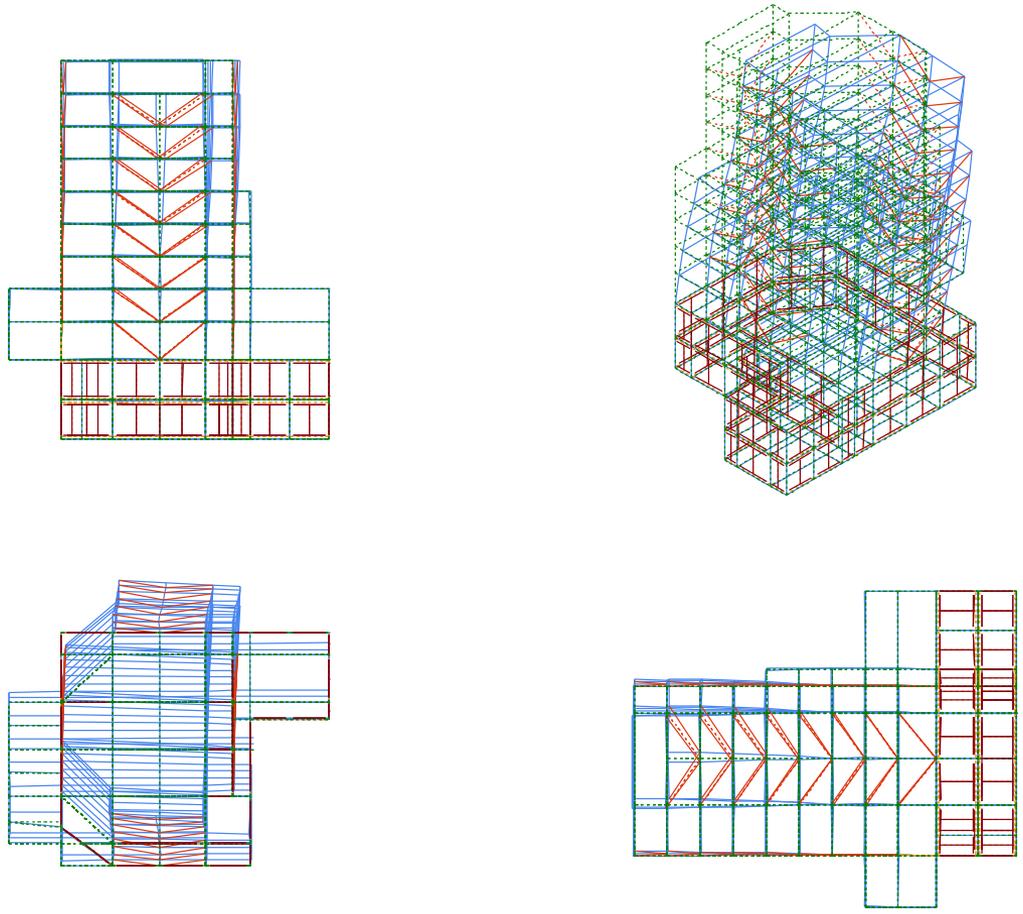
データタイトル : JDFILE  
 解析ケース番号 : 1 ( )



毛一卜刺激関数図 (All)

データタイトル : KKE新館描画用-20130921  
解析ケース番号 : 1  
モード次数 : 1

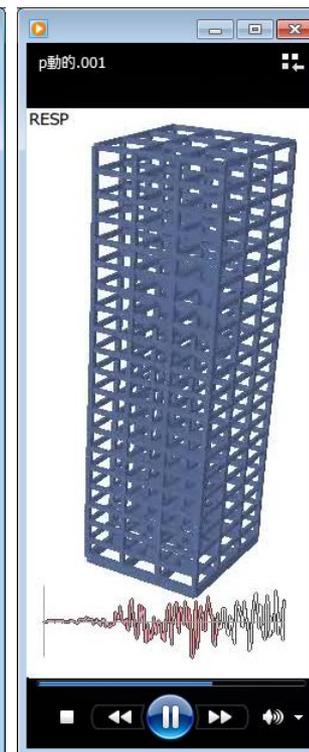
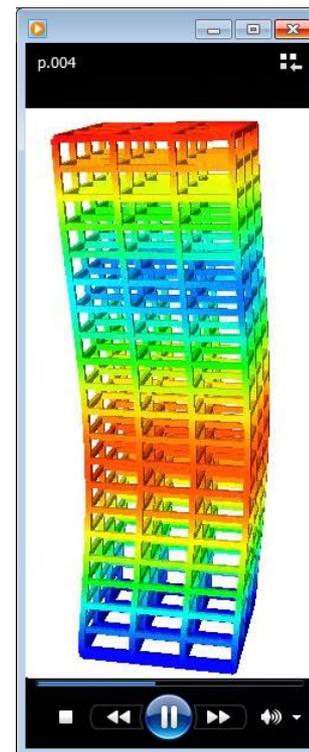
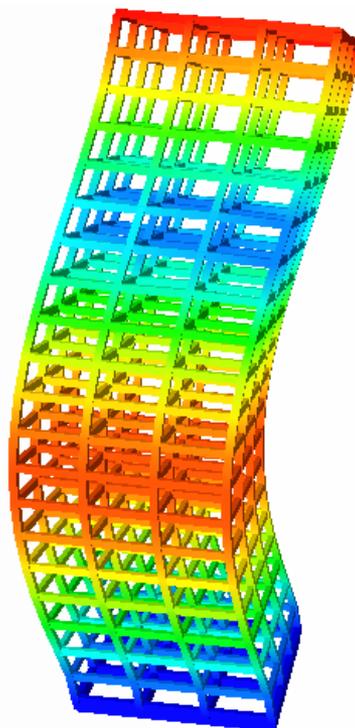
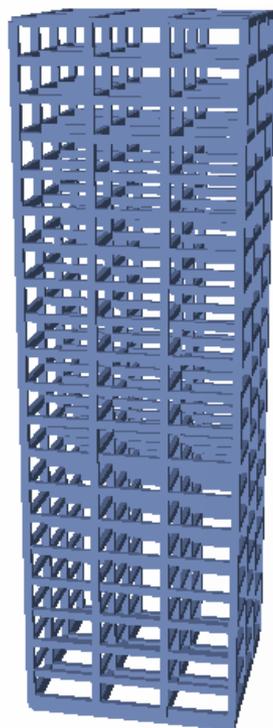
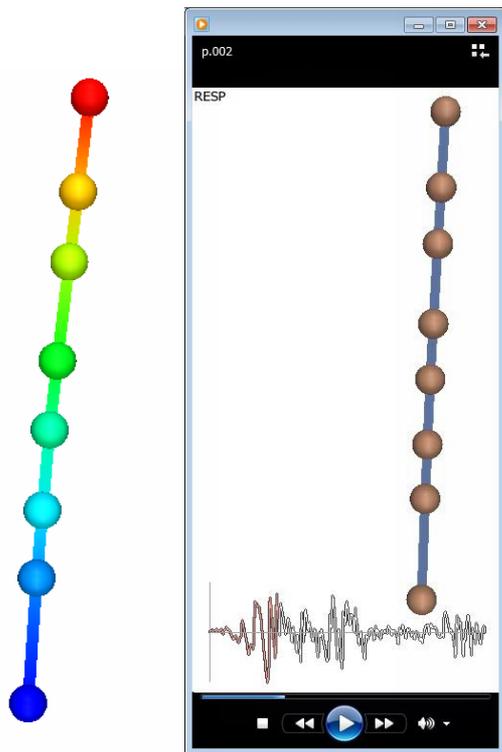
固有周期 (sec) : 0.9138  
X 方向 : 5.91141E-02 ( 0.076%)  
Y 方向 : 1.38208E+00 ( 41.758%)  
Z 方向 : 1.03690E-03 ( 0.000%)  
Z 回転 : -8.82015E-01 ( 0.100%)  
刺激係数 (有効質量)



三面固有モードベクトル図 ( )

# 出力例（静止画・動画）

PowerPointとの親和性の高い出力フォーマットとして、  
静止画:背景透明PNG形式、動画:WMV8/MP4形式を採用。



振動モード 地震応答動画  
質点系振動モデル

モデル画像

振動モード画像

振動モード動画

地震応答動画

立体振動モデル

# 実行制御画面(基本)

The image displays two windows from the RESP-F3T software. The left window, titled 'RESP-F3T', is the main execution control interface. It features a menu bar with '解析実行', '連続解析', 'F3→F3T変換', 'STAN/3D→F3T変換', '設定', and 'ヘルプ'. The main area is divided into two sections for file specification. The first section, 'RESP-F3T入力ファイルの指定', has a dropdown menu showing 'C:\Projects\Development\F3T\_TEST\STATIC\30階ラーメン\F3TX.ftc' and buttons for 'ファイル指定' and 'ファイル編集'. Below this are input fields for 'リスト出力ファイル' (F3TX.lst), 'ログ出力ファイル' (F3TX.log), 'エラー出力ファイル' (F3TX.err), and 'モデル出力ファイル' (F3TX.model.csv), each with a corresponding '表示' button. The second section, 'RESP-F3T図化入力ファイルの指定', has a dropdown menu showing 'C:\Projects\Development\F3T\_TEST\STATIC\30階ラーメン\p.ftd' and buttons for 'ファイル指定' and 'ファイル編集'. Below this are input fields for 'エラー出力ファイル' (p.err) and '図化出力ファイル' (p.par), each with a '表示' button. At the bottom of this section is a '並列化(スレッド)数' dropdown set to '4' and three buttons: '解析実行', '図化実行', and '強制終了'. A status bar at the bottom of the window shows '(株)構造計画研究所 RESP-F3T 2017/07/24 実行終了'. The right window, titled 'PVW - [1] C:\Projects\Development\...', is a 3D model viewer. It has a menu bar with 'ファイル(E)', '編集(E)', '表示(V)', and 'ヘルプ(H)'. The main area shows a 3D model of a building frame with a blue background and green wireframe lines. The status bar at the bottom of this window shows '全6ページ 第3ページ A3縦 フレーム分担せん断力'.

# 実行制御画面(連続実行)

The screenshot displays the software interface for structural analysis. The main window on the left shows a 3D model of a stepped structure with a grid of green lines and red diagonal lines, representing the analysis mesh. The title bar indicates the file path: PVW - [1] C:\Projects\Development\F3T\_TEST\DYNAMIC\トル\\*.par. The menu bar includes File (F), Edit (E), View (V), and Help (H). The toolbar contains icons for file operations and a color selection tool. The data title is "データタイトル : アウターフレーム制震補強". The model is labeled "架構図 (制震架構)".

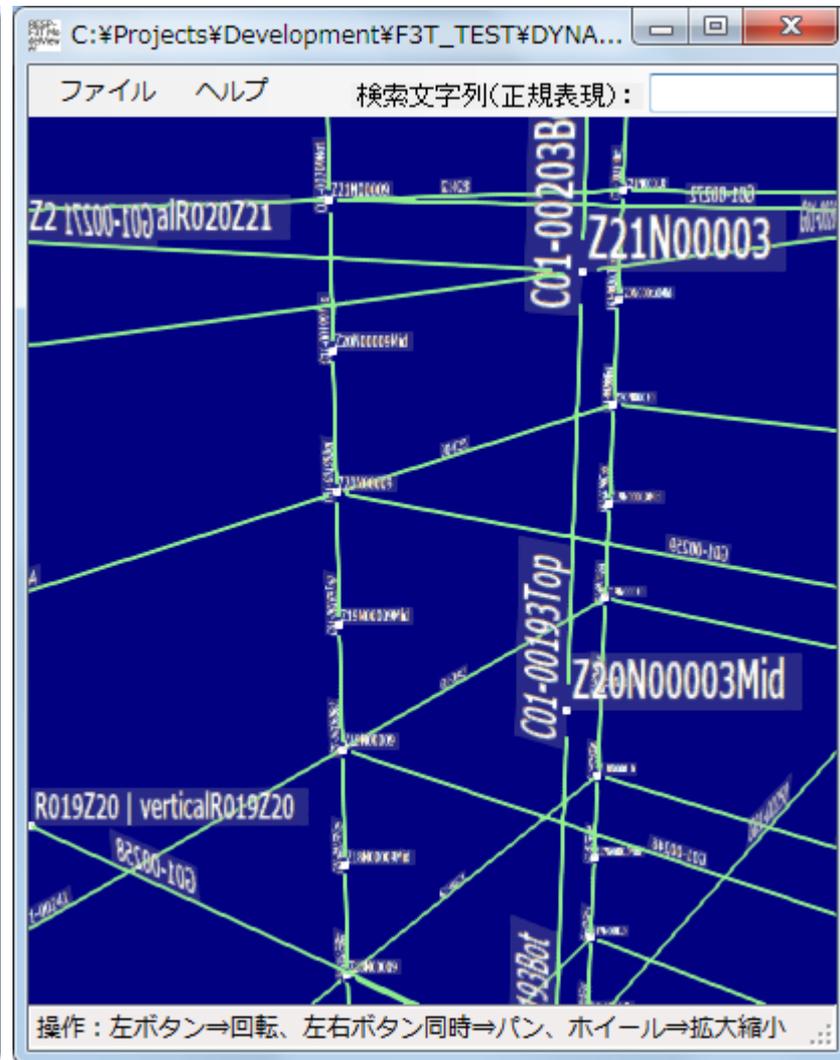
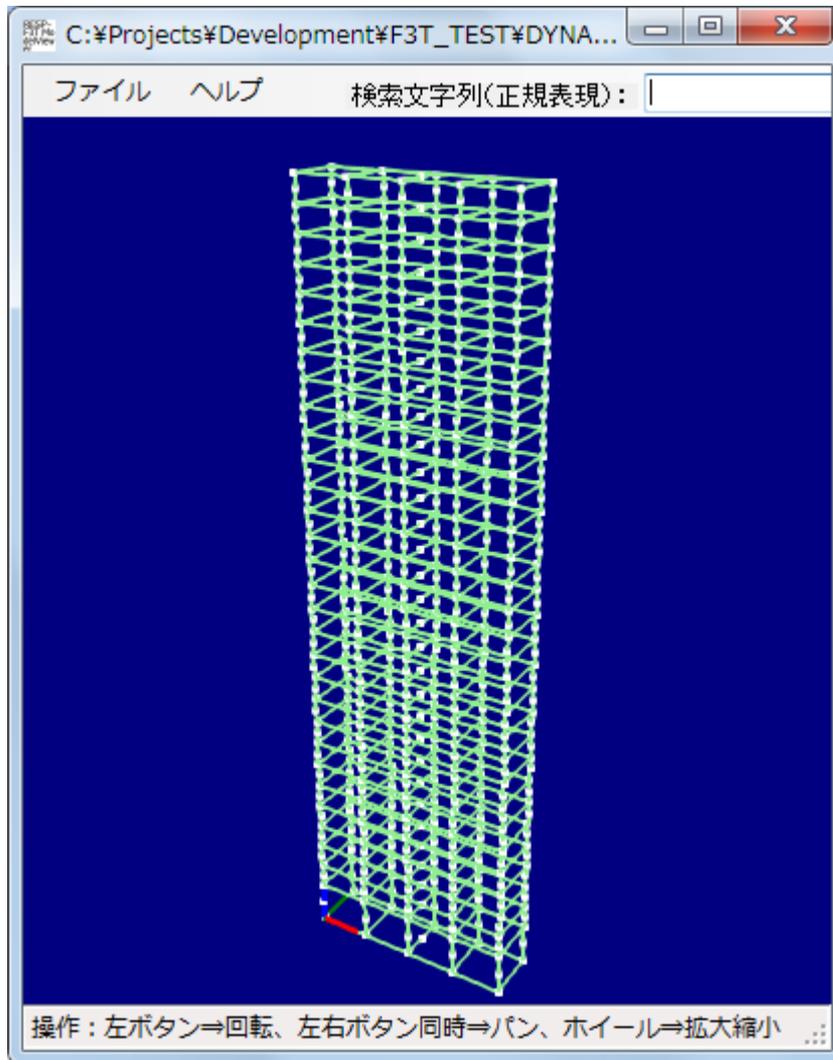
The right-hand side of the interface is a control panel titled "RESP-F3T". It features a "解析実行" (Execute Analysis) button and a "連続解析" (Continuous Analysis) mode. The panel lists the input files for the analysis:

- C:\Projects\Development\F3T\_TEST\DYNAMIC\DamperWall\testDamperWallX.ftc
- C:\Projects\Development\F3T\_TEST\DYNAMIC\DamperWall\testDamperWall.ftc
- C:\Projects\Development\F3T\_TEST\DYNAMIC\DamperWall\testDamperWallY.ftc

Below the file list, there is a button "[Del] キー : 選択項目を削除" (Delete key: Delete selected items). The panel also includes "解析実行" (Execute Analysis) and "強制終了" (Force End) buttons.

The bottom status bar shows the execution path: C:\Projects\Development\F3TV\F3Tc.exe -japanese. The version information is: F3Tc.exe (解析部) Version 2.0.6(2019/10/15) (C) KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc. 2006. The status bar also indicates: (株)構造計画研究所 RESP-F3T 2019/07/10 実行終了 Webライセンス: ライセンス取得成功.

# 3Dビューワ画面(モデル確認)



# 動作環境

- Windows OS
  - 7 Professional、8.1 Pro、10 Pro
  - 32bit版(メモリ4GBまで利用可能)、64bit版(メモリ32GBまで利用可能検証済)
  - Open GL Version 3.0以上(3Dビューワのため)
- メモリー
  - 高層RC造50階の解析に500MB前後必要になるため、快適に運用するには、RESP-F3Tの計算のために割り当てられるメモリが2GB以上必要
- プロセッサー
  - マルチコア型(マルチスレッド対応)、インテル製(Core i7以上)を推奨
- ライセンス管理(コピープロテクト)
  - スタンドアロンタイプ(センチネルUSBキー:32bit版のみ)
  - ウェブライセンスタイプ(インターネット経由で弊社ライセンスサーバーに接続:32bit・64bit版に対応)
- アカウント
  - インストール時:Administratorグループ
  - 運用時:PowerUserグループ以上
- その他
  - インターネット接続環境(ウェブライセンス認証、Eメールによる保守、最新版ダウンロードのため)

# 実務での利用(2007年)

- 断面解析
  - 高層RC煙突(工作物評定):ファイバー断面モデル
  - 高層連層コア壁構造のファイバ解析(技術開発対応)
- 串団子モデル
  - 高層RC煙突(工作物評定): $M-\phi$ 非線形
  - 曲げ成分にのみ効くダンパーの考慮(高層評定数件)
- 部分弾塑性の立体モデル
  - 高層本体と立体駐車場の衝突解析(高層評定数件)
  - 化学プラントの荷重増分解析による保有水平耐力算定

# 実務での利用(2008年)

- 立体弾塑性応答解析

- 独立した外付フレームの斜めオイルダンパ補強解析(技術評定、8階)
- 高層コア壁構造の立体地震応答解析(技術評定向けの研究会、30階)
- 非剛床・多剛床ビルの立体地震応答解析(高層評定対応、45階)
- 超高層ビルの位相遅れ多点入力解析(高層評定対応、45階)
- 長大免震ビルの位相遅れ多点入力解析(免震評定対応、8階)
- 工場建築物の多点入力解析の検証(原子力関連、2階)
- 鋼製煙突の多点入力解析の検証と補強解析(原子力関連、2階)

- その他

- 長期・水平荷重を考慮した座屈固有値解析(受託研究)
- 高層RC煙突ファイバー断面モデルによる地震応答解析(工作物評定)
- 低層の剛性偏心建物における保耐割り増し係数 $F_e$ の検証(受託研究)

# 実務での利用(2009年)

## • 立体弾塑性応答解析

- 非剛床・多剛床ビルの立体地震応答解析(高層評定対応、22階)
- 超高層ビルの位相遅れ多点入力解析(高層評定対応、22階)
- 梁中央に設置された制振壁の検討(高層評定対応、塔状20階)
- 地盤-杭-建物の荷重増分解析(技術開発、杭33分割+建物8・14階)
- 超高層中間層免震ビルの立体地震応答解析(高層評定対応、28階)
- 超高層RC造の立体地震応答解析(基本検討、塔状比約6、45階)
- 発電所ボイラー建屋のオイルダンパー制振改修解析(実施設計)
- 某研究用原子炉建屋地震応答解析(耐震安全性評価クロスチェック)

## • その他

- トグル制震補強(外付け架構形式)の平面解析(基本検討、14階)
- 製鋼所のアンボンドブレース制振改修解析(実施設計、平面架構)
- 地盤-杭-建物ペンゼン系連成モデル解析(高層評定対応、17階)
- 高炉櫓の立体地震応答解析(基本・実施、高さ60m超)

# 実務での利用(2010年)

- 立体弾塑性応答解析
  - RC造立体地震応答解析(高層評定対応、24階)
  - 某研究用原子炉建屋地震応答解析(耐震安全性評価バックフィット)
  - 外付け制振オイルダンパー補強架構の検討(基本検討、RC造14階)
  - 耐震補強建物の非剛床解析(技術開発、RC造11階)
  - 地盤-杭-建物の一体荷重増分解析(技術開発、RC造5階・8階・14階)
  - ごみ焼却施設の煙突の地震応答解析(実施設計、RC造高さ50m)
  - 電力施設鋼製煙突の制振補強解析(基本検討、高さ120m)
- その他
  - 施工段階解析(実験準備解析、高層RC造43階)
  - 内蔵立体駐車場と本体建物の衝突解析(追加検討、高層免震RC造)
  - 低層偏心建物における各種偏心率計算方法の検証(受託研究)

# 実務での利用(2011年)

- 立体弾塑性応答解析
  - 風外力によるねじれ振動解析(実施設計、高層免震RC造50階)
  - 取壊し予定駅舎の沈下時安全性評価(施工時検討、RC造10階)
  - 曲げに作用する垂直設置型ダンパーの評価(基本検討、RC造58階)
  - ブレース座屈を考慮した火力煙突の振動解析(基本検討、高さ180m)
  - 超高層免震棟を含むツインタワー振動解析(実施設計、制振S造)
  - 連層コア壁構造振動解析(技術開発、制振RC造45階)
  - ごみ焼却施設の煙突の地震応答解析(実施設計、RC造高さ98m)
- その他
  - 免震データセンターの耐震性能のアピール用アニメーション作成解析(広告制作)
  - 東日本大震災に関わる荷崩れシミュレーション解析(自動倉庫の改修設計)
  - 超高層免震住宅のアピール用アニメーション作成解析(モデルルーム展示用、RC造48階)
  - 超高層免震住宅の施工段階解析(評定対応 追加検討、RC造24階)

# 実務での利用(2012年)

- 立体弾塑性応答解析
  - 直接基礎の浮き上がりによるロッキングシステム応答解析(受託研究)
  - 超高層免震住宅の上下動・水平動の同時入力による免震装置引き抜き検討(水平上下独立減衰の採用:評定対応)
  - 低層部を共有する超高層ツインタワー(事務棟:制震、住宅棟:免震)の位相差入力解析(評定対応)
  - 大型免震倉庫の疑似立体モデルによる位相差入力解析(評定対応)
  - 某研究用原子炉建屋の震災シミュレーション解析(受託解析)
  - 大型海洋構造物の上載構造物も含めたフル立体解析による耐震安全性評価(受託解析)
- その他
  - 自動倉庫の耐震・免震・制振オプションの提案アニメーション用解析(ショールーム展示用)
  - 超高層免震住宅の施工段階解析(実測を伴う技術開発、RC造38階)
  - 長周期地震動に対応した制震部材の開発支援(技術開発、受託研究)
  - 既設電力施設(大型タービン建屋)の耐震性能評価、および、制震補強検討(ブレース座屈を考慮した時刻歴応答解析、受託解析)
  - 免震層の擁壁への衝突を考慮した地震応答解析(受託研究)

# 実務での利用(2013年)

- 立体弾塑性応答解析
  - Midas/Genからデータ変換した免震建物の捩じれ検討(評定対応)
  - 超高層免震の上下動入力による免震装置の引き抜き検討(評定対応)
  - 地下を共有する超高層ツインタワーの伝達スラブの検討(評定対応)
  - 築53年のRC造事務所ビルの耐震性能評価およびプレゼンテーション用の地震応答アニメ作成(受託解析)
  - 電力施設(免震重要棟)の耐震安全性評価(受託解析)
  - 築60年以上のRC造サイロの耐震性能評価およびプレゼンテーション用の地震応答アニメ作成(受託解析)
  - オイルダンパー付き外付け架構による制震補強建物(中層RC造共同住宅)の耐震安全性評価(受託解析)
  - 60階建RC造集合住宅の基本検討(受託解析)
- その他
  - 制震自動ラックの振動台実験のための地震応答シミュレーション解析(受託解析)
  - 大型工場内の設備架台および後付通路の地震応答解析(受託解析)

# 実務での利用(2014~2015年)

## • 立体弾塑性応答解析

- 超高層免震住宅の上下動・水平動の同時入力による免震装置引き抜き検討(水平上下独立減衰の採用:評定対応)
- ブレース座屈を考慮した火力発電所タービン建屋の振動解析(基本検討、2階、長辺90m)
- 研究用原子炉建屋の地盤-建屋二次元連成解析(深さ100m、幅350m、建屋径38m、耐震バックチェックの補足検討)
- 30階RC造集合住宅のL3地震波による制震検討(検討会)
- 築45年のS造大型工場(長辺:200m、短辺:160m、1階建て)のブレース座屈を考慮した立体解析による耐震性能評価およびオイルダンパー制震補強検討(受託解析)
- 高さ98mRC造焼却場煙突の地震応答解析(構造性能評価)
- 高さ80mRC造発電用煙突の地震応答解析(構造性能評価)

## • その他

- 原子力施設の浮き上がり非線形および誘発上下動を考慮した地震応答解析(受託解析)
- 既存中層RC造集合住宅の段階的耐力喪失解析(研究目的)

# 実務での利用(2016年～)

## • 立体弾塑性応答解析

- ブレースの座屈を考慮した制震補強解析(築40年S造大型工場、RDTダンパー、オイルダンパー、座屈拘束ブレース)
- 杭の応答変位法検討(地盤は指針ばね、杭はファイバ断面)
- 高さ100mRC造焼却場煙突、および、高さ30mS造発電所煙突の地震応答解析(構造性能評価)
- 某火力発電所タービン建屋の地震応答解析(在来補強と制震補強の組み合わせ、構造性能評価)
- 高さ30mS造サイロの耐震性能評価
- 高さ160m超の超高層免震マンションの風応答解析(免震装置の疲労検討)

## • その他

- 積層ゴム免震装置についてP- $\delta$ 効果の評価(三山モデルによる)を取り入れた静的・動的解析

# ブラインド解析コンテストにおける受賞

- 粘性ダンパー付き実大5階建鉄骨骨組の振動台実験の最大応答予測 (E-ディフェンス、2009年)
  - 制震骨組み解析のカテゴリーにて最優秀
- 典型的な既存7階建RC造建物の振動台実験の最大応答予測 (台湾NCREE、2019年)
  - KKEと台湾国立成功大学との共同チームが最優秀

