

# JSCA東北支部 技術発表会

「省力化に繋がる『SS7』の機能アップ内容、オプション機能のご紹介について」

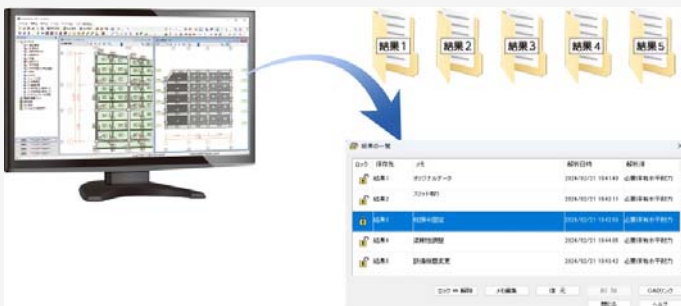
ユニオンシステム株式会社

営業部 東京支店 宮崎 一嘉

## 省力化に繋がる主な機能アップやオプション対応

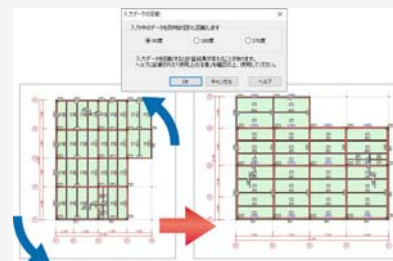
### 省力化に繋がる『SS7』の機能

•1つの物件で計算結果（入力データ）を5つまで保存、復元が可能

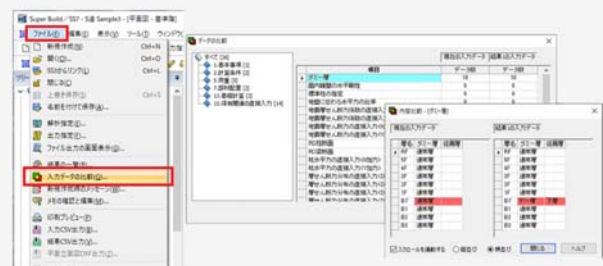


•計算結果を誤って上書きしないようにロックする機能を追加  
(Ver.1.1.1.11)

•建物形状の回転機能 (Ver.1.1.1.12)



•入力データの比較機能 (Ver.1.1.1.12)



## 省力化に繋がる主な機能アップやオプション対応

### ゾーン形式入力により視覚化された部材の確認と入力情報の軽減

『Op.ゾーン入力サポート』リリース (Ver.1.1.1.15)

・ゾーン形式の入力において、節点や部材の範囲指定を平面図・立面図上で可視化できます。



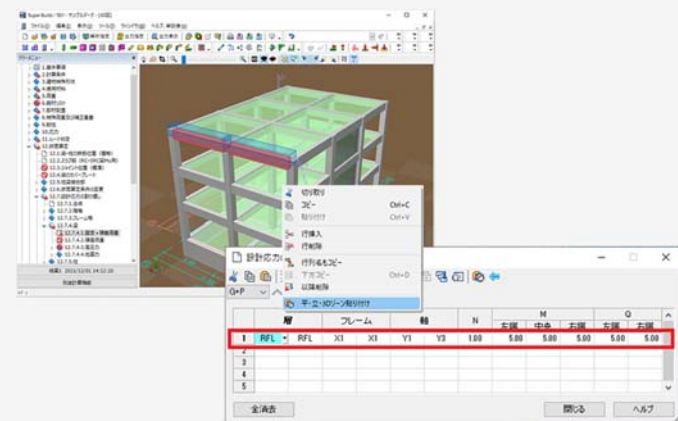
・平面図・立面図で選択した範囲から、ゾーン形式の入力データを生成できます



### ゾーン形式入力の3D図対応

・3D図において、ゾーン形式入力の参照表示、参照貼り付けに対応しました。

・3D図で選択した範囲から、ゾーン形式の入力データを生成できるようにしました。(Ver.1.1.1.17)



3

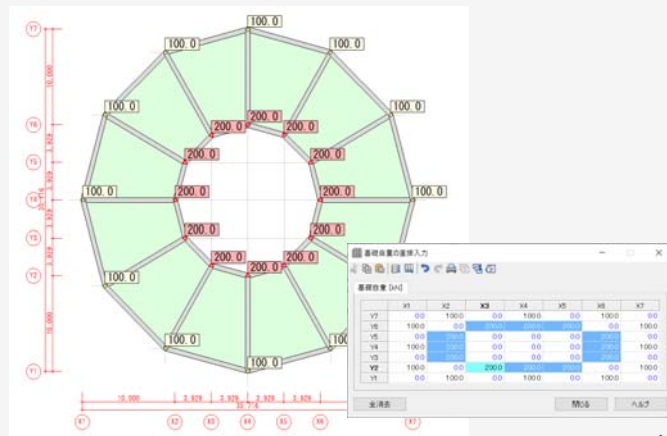
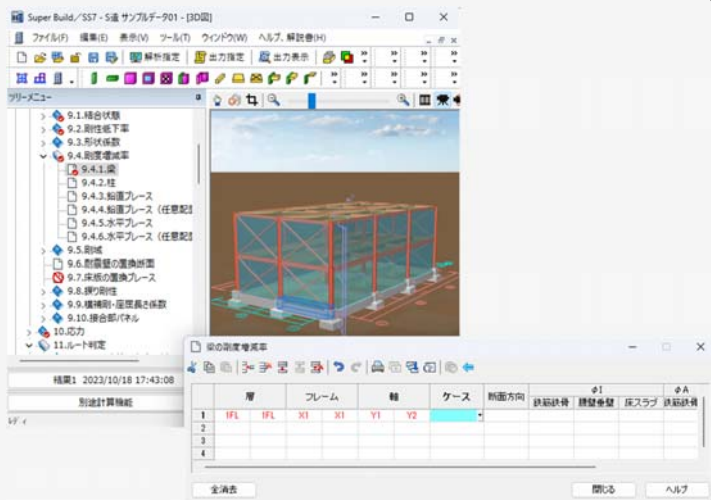
## 省力化に繋がる主な機能アップやオプション対応

・ゾーン形式の入力において、節点や部材の範囲指定を3D図でも可視化できるようにしました。(Ver.1.1.1.17)

### マウス入力：グリッド形式入力の平面図操作

表形式（建物グリッド）入力を平面図上で操作できるようにします。ダイアログのセルと平面図の該当位置の選択状態が連動します。

(Ver.1.1.1.19)

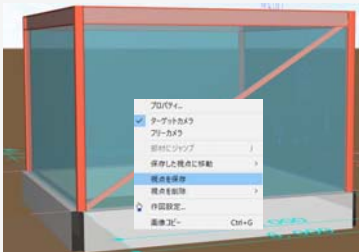


4

# 省力化に繋がる主な機能アップやオプション対応

## 3D図の改善 (Ver.1.1.1.19)

・視点を保存する機能



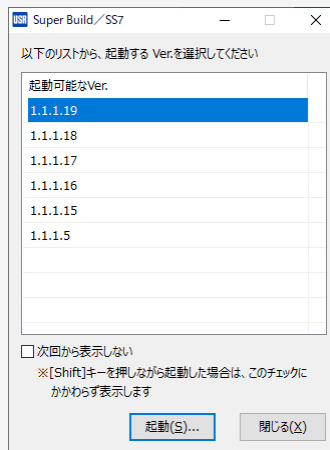
・「計算メッセージの指定位置を表示」機能



## バージョン選択 (Ver.1.1.1.19で標準機能)

『Op.バージョン選択』リリース (Ver.1.1.1.16)

・過去にセットアップしたバージョンに切り替えて起動することができます。



# 『Op.コマンド実行』・『Op.Python実行』

## 『Op.コマンド実行』 (Ver1.1.1.14)

※2024年06月30日まで無料(ASP申し込み)

『SS7』の機能を「コマンド」と呼ばれる構文で実行するオプションソフトウェアです。コマンド実行により何度も行う作業の命令や、『SS7』を汎用最適化支援ツール (例: 『modeFRONTIER』) と連携することで、最適化配置など構造計算における作業の軽減・省力化が見込めます。

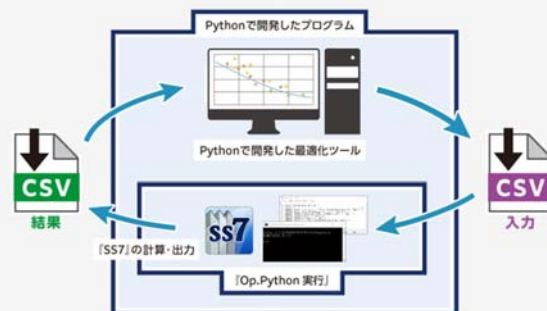


## 『Op.Python実行』 (Ver1.1.1.19)

※2024年09月30日まで無料(ASP申し込み)

Python言語から、『Op.コマンド実行』で『SS7』を制御しているコマンドを呼び出すことができるようになります。

『Op.Python実行』により、Python言語一本で、『SS7』を外から実行するプログラムを作成できるようになります。



# 『Op.コマンド実行』の一例

## 連続解析の一例

ライセンスの空いている時間（夜間など）に3物件連続で解析をさせる場合の一例です。

※ライセンスの保持期間(1日~90日)に注意



テキストエディターでコマンドを入力し、  
拡張子を「.scmd」で保存

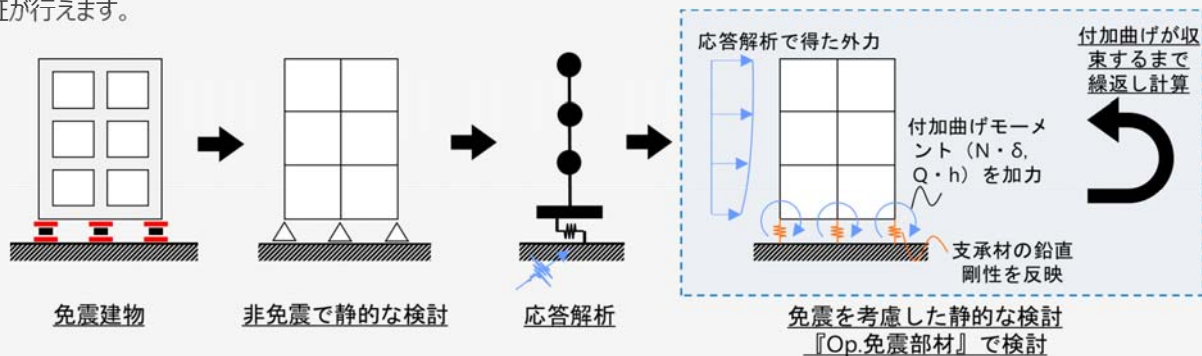
```
1 Start( "1.1.1.19" )↓
2 ↓
3 var string bukken1 = "C:\USRDATA\SS7Data\S造 Sample1.ikn"↓
4 var string bukken2 = "C:\USRDATA\SS7Data\S造 Sample2.ikn"↓
5 var string bukken3 = "C:\USRDATA\SS7Data\S造 Sample3.ikn"↓
6 ↓
7 # データ1↓
8 var Ss7Data data1 = Open( bukken1, 1, 2 )↓
9 if ( IsNull( data1 ) == false )↓
10 {↓
11     data1.Calculate( "結果1", "必要保有水平耐力" )↓
12     data1.Close( 1 )↓
13 }↓
14 ↓
15 # データ2↓
16 var Ss7Data data2 = Open( bukken2, 1, 2 )↓
17 if ( IsNull( data2 ) == false )↓
18 {↓
19     data2.Calculate( "結果1", "必要保有水平耐力" )↓
20     data2.Close( 1 )↓
21 }↓
22 ↓
23 # データ3↓
24 var Ss7Data data3 = Open( bukken3, 1, 2 )↓
25 if ( IsNull( data3 ) == false )↓
26 {↓
27     data3.Calculate( "結果1", "必要保有水平耐力" )↓
28     data3.Close( 1 )↓
29 }↓
30 End( 1 )↓
31 [EOF]
```

# 『Super Build® / SS7 Op.免震部材』

## 『Super Build® / SS7 Op.免震部材』 (Ver1.1.1.19)

### 特徴

『Op. 免震部材』は、『SS7』で免震部材を配置し、時刻歴応答解析などにより得られた免震層の変位や層せん断力分布、免震層せん断力をもとに、静的な検証を行うオプションソフトウェアです。免震部材の付加曲げモーメントや鉛直剛性を自動考慮、支承材の軸力変動による付加曲げモーメントやせん断力の変動は、収束するまで自動計算します。検証対象とする免震層の変位を指定できます。レベル1、レベル2 や余裕度の検討に対する免震層の変位を指定することで、それらの設計クライテリアに対する免震層や上部構造の静的な検証が行えます。



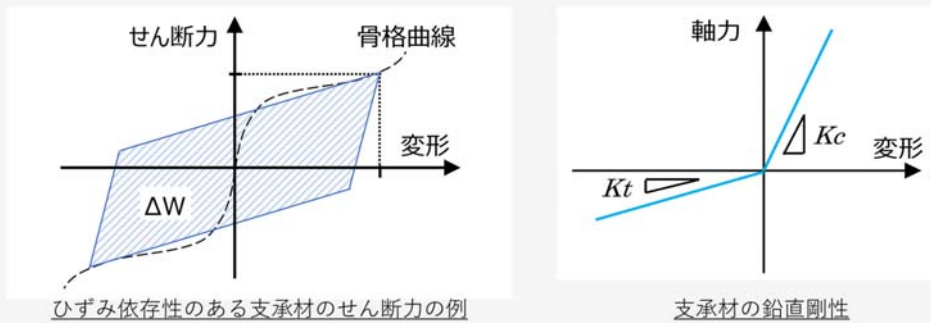
# 『Super Build® / SS7 Op.免震部材』

## 計算

免震部材の製造ばらつき、経年劣化、温度依存性などによる特性のばらつきを考慮できます。

一部の積層ゴム系支承材が保有するひずみ依存性や、すべり系支承材が保有する面圧依存性や速度依存性を考慮できます。

支承材の鉛直剛性は圧縮側と引張側それぞれに対して定義が可能です。引張側の剛性はマウス入力時にも簡単に指定できるため、さまざまな引張剛性に対する検討が容易に行えます。

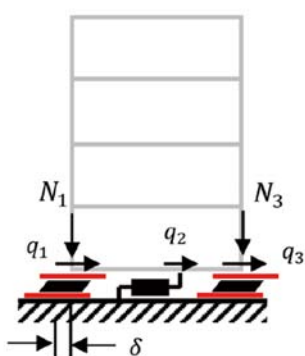


ひずみ依存性のある支承材のせん断力の例

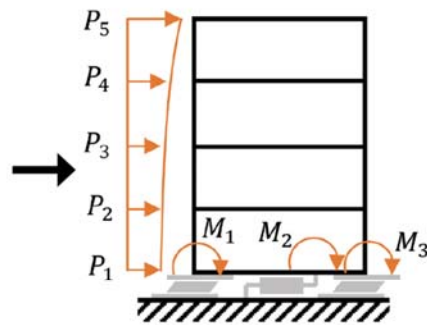
支承材の鉛直剛性

# 『Super Build® / SS7 Op.免震部材』

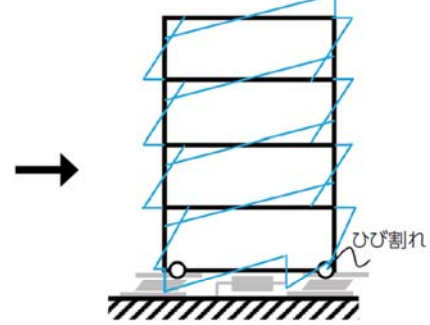
## 計算



指定の免震層変位  $\delta$  および支承材軸力（上部構造の支点鉛直反力） $N_i$  をもとに、各免震部材の応力  $q_i$  を計算します。



外力分布形状と免震部材応力より求めるベースシア  $Q_0$  から各階の外力  $P_i$  を計算し、 $P_i$  および付加曲げモーメント  $M_i$  を上部構造に載荷します。



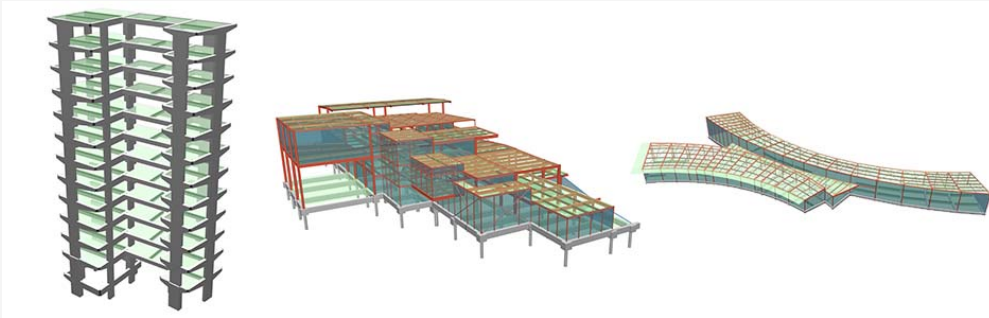
部材応力を計算します。弾塑性解析によりひび割れや降伏を考慮できます。

軸力  $N_i$  の変動により、付加曲げモーメント  $M_i$  や面圧依存性のある免震部材のせん断力が変動するため、収束するまで計算を繰り返します。

## SS7 Premiumとは

### 構造設計の多様性を実現する新しい一貫構造計算ソフトウェア

『Super Build/SS7 Premium』は、構造設計の多様性を取り込んだ一貫構造計算ソフトウェアです。リアルを追求する構造設計の要望に対して『SS7』をさらに進化させることで、構造設計業務の未来を支えています。



『SS7 Premium』では、いくつかの便利な機能を利用することができます。より効率的に設計業務を行いたい場合や、より詳細な構造計算が求められた場合には、Premium機能をぜひご利用ください。

11

## SS7 Premiumライセンス

### ライセンス構成

『SS7』通常版とは別のライセンス、『SS7 Premium』を新しく用意しています。  
『SS7 Premium』のライセンスを取得することで、『SS7 Premium』限定の機能が使用できます。

AP名	有効期限	現状	取返
SS7-RC+S		-	<input type="checkbox"/>
SS7-RC+SRC		-	<input type="checkbox"/>
...			
SS7 Premium-RC		-	<input type="checkbox"/>
SS7 Premium-S		-	<input type="checkbox"/>
SS7 Premium-SRC		-	<input type="checkbox"/>
SS7 Premium-RC+S		-	<input type="checkbox"/>
SS7 Premium-RC+SRC		-	<input type="checkbox"/>
SS7 Premium-RC+S+SRC		●	<input checked="" type="checkbox"/>
SS7 Premium-S 制限版		-	<input type="checkbox"/>
SS7 Premium-SRC 制限版		-	<input type="checkbox"/>

取り扱う構造種別ごとにライセンスが分かれています

制限版：6階以下の建物を扱うライセンス

12

# SS7 Premiumの機能

## SS7 Premiumライセンスで使用できる機能

- ・300スパン
  - ・MSモデル
  - ・上部下部一体解析
  - ・杭応答変位法
  - ・固有値解析
  - ・P-Δ効果
  - ・複数起動
- Ver.1.1.1.19で追加した機能
- Ver.1.1.1.19からSS7 Premiumが必要  
※Ver.1.1.1.18までは別途オプションライセンスが必要な機能

## 標準となる機能

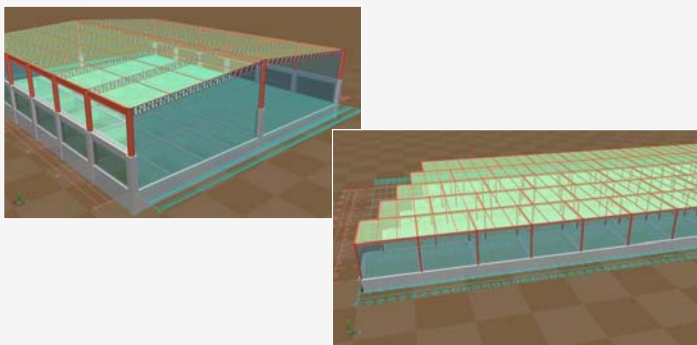
- ・床版ブレース置換 (Op.床版ブレース置換が不要になる)
- ・バージョン選択 (Op.バージョン選択が不要になる)

# SS7 Premium

## 300スパン

通常の『SS7』であればスパン数の上限は99スパンですが、300スパンまでに拡張します。

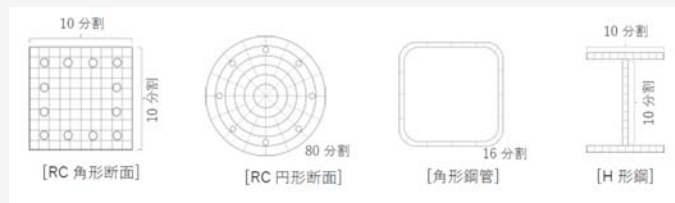
- ・99スパンを超える大規模建物でも、1つの物件データで設計可能
- ・小梁、間柱、ラチス梁、方杖等のモデル化に有効



## MSモデル

2次設計時の応力解析モデルをマルチスプリングモデル (MSモデル) で解析できるようにします。

- ・MSモデルとする部材は、柱、耐震壁
- ・部材断面を自動で要素分割し、材料特性に応じた軸バネを設定
- ・要素の軸バネごとに降伏判定、剛性低下を考慮

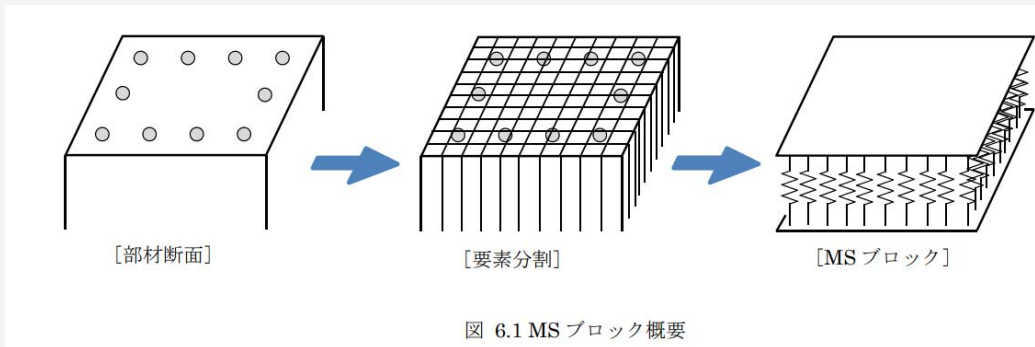


# MSモデル

## MSブロック

MSブロックとは、柱の柱頭・柱脚（柱脚部、木造は除く）、耐震壁の壁脚部の部材断面を自動で要素分割し、各要素の材料特性に応じた軸バネを設定した軸バネ群を指します。

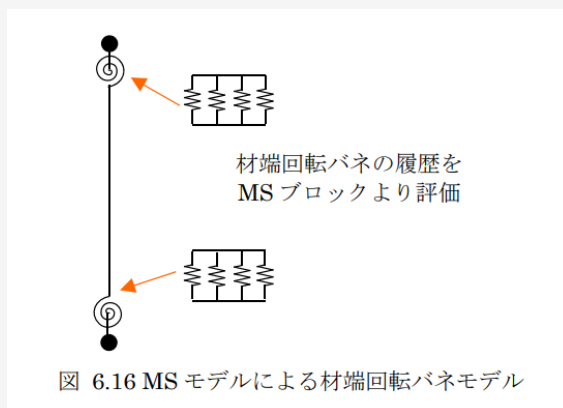
- ・RC柱（角形、円形、袖壁付き）、S柱（角形鋼管、円形鋼管、H形鋼）、SRC柱、CFT柱、RC・SRC耐震壁が対象
- ・回転剛性は、材軸方向ごとにバネの降伏状態を考慮して計算



# MSモデル

## 荷重増分解析

- ・MSブロックを回転バネに置換し、置換した回転バネを用いて、既往の材端回転バネモデルで解析します。そのため、MSブロックによる曲げ降伏判定、回転剛性低下率の算出以外の解析については、これまでの増分解析と同じです。
- ・増分解析方法は Newton-Raphson法とします。（弧長法ではMSモデルを用いることができません）



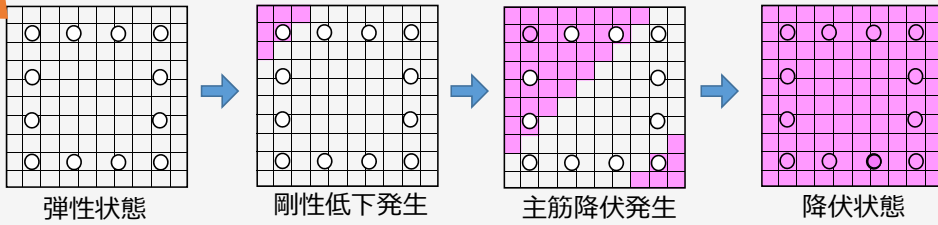


# MSモデル

## 曲げ降伏判定

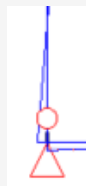
荷重増分解析時応力によって MSブロックを断面解析し、曲げ降伏となった際にMSブロックが負担していた曲げモーメントを終局曲げ耐力Muとして採用します。徐々にコンクリートや鉄筋が降伏していく挙動を評価することができます。特に、45度加力の場合には、軸バネが隅部分から順に降伏していく様子が分かります。

45度加力



1. 終局耐力条件

コンクリート	
降伏割合 [%]	100.0
降伏応力度に考慮する係数	0.85
剛性低下率	1 / 1000
鉄筋・鉄骨	
降伏割合 [%]	100.0
剛性低下率	1 / 1000
中立軸付近の降伏判定に含めない範囲 [%]	5.0



弾性でなくなった時点（軸バネ降伏）で、ひび割れマークを応力図に出力します。



入力で指定した降伏割合に達した時点で、曲げ降伏と判定し、曲げヒンジを出力します。

# MSモデル

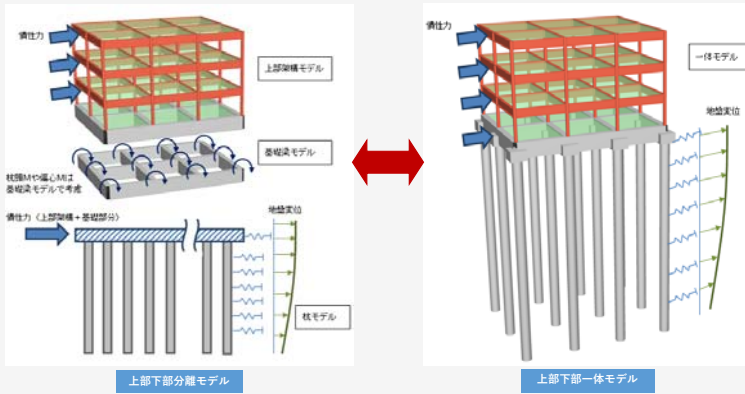
## RC柱、袖壁付柱、直交壁付柱

柱	断面	剛性	応力	変位	耐力
ひび割れ耐力	降伏	ひび割れ	降伏 (MSEアル)	降伏 (MSEアル)	降伏 (MSEアル)
DSX+					
降伏割合	コンクリート: 100.00 %	鉄筋・鉄骨: 77.77 %			
降伏割合	コンクリート: 100.00 %	鉄筋・鉄骨: 99.99 %			
降伏割合	コンクリート: 99.92 %	鉄筋・鉄骨: 1.99 %			
降伏割合	コンクリート: 92.38 %	鉄筋・鉄骨: 0.00 %			

# 上部下部一体解析

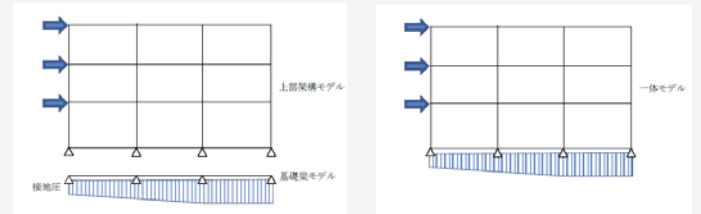
## 上部下部一体モデル

上部構造と下部構造を一体でモデル化し、解析できます。  
 直接基礎で一体モデルとすると、上部架構モデルに基礎の偏心や接地圧を考慮します。



## 応力解析モデル

- ・直接基礎の場合、上部架構の解析に基礎の偏心や接地圧の影響を考慮します。
- ・応力解析（二次）では、基礎による応力の変化（増分）を考慮できます。



# 上部下部一体解析

## 応力解析モデル（杭基礎）

- ・上部架構に杭を付加したモデルにより解析します。
- ・杭に作用する水平力は、最下層部分に地震力を作用させて求めます。
- ・杭の応力は、杭を複数の線材要素に分割し、分割して設けた節点に水平地盤バネを配置して求めます。
- ・杭の変形は、曲げ変形を常に考慮し、指定により軸変形、せん断変形（場所打ち杭のみ）を考慮します。
- ・杭の塑性化を考慮します。
- ・杭の応力解析は、長期時、積雪時、暴風時、地震時、Ds算定時、保有水平耐力時を対象とします。  
Ds算定時、保有水平耐力時にレベル2荷重時の地盤変位を考慮できます。



上部下部一体モデル

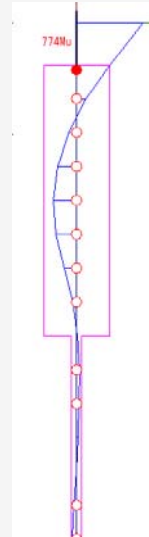
# 上部下部一体解析

## 応力解析結果

- 弾塑性解析の結果では、杭の塑性化も確認できます。
- Mu図と杭のM図を同時に表示すれば、曲げ降伏に対する余裕度を視覚的に確認できます。
- 分割された各区間の詳細結果を確認することもできます。

耐力	ひび割れ耐力		降伏	ひび割れ	
杭基礎	基礎断面	杭断面	剛性	応力	変位
DSX+ (初期含む)					
杭応力 (杭本数倍)					
	MX [kNm]	MY [kNm]	QX [kN]	QY [kN]	N [kN]
上部	773.1	38.5	636.4	30.1	-593.7
下部	212.3	12.1	483.2	24.2	-593.7
杭周囲の地盤反力 (杭本数倍)					
	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]		
上部	-73.6	-3.6	0.0		
下部	-147.3	-3.8	0.0		

部材のプロパティ



- 杭頭は曲げ降伏 (ヒンジ発生)
- 中間は余裕がある
- ここで杭断面が切り替わる

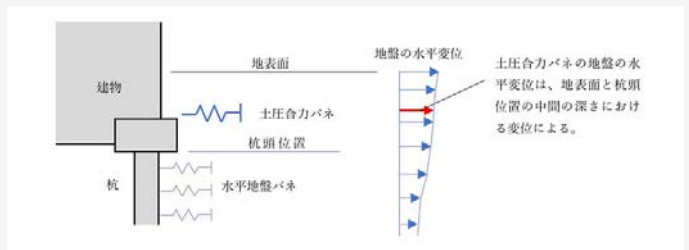
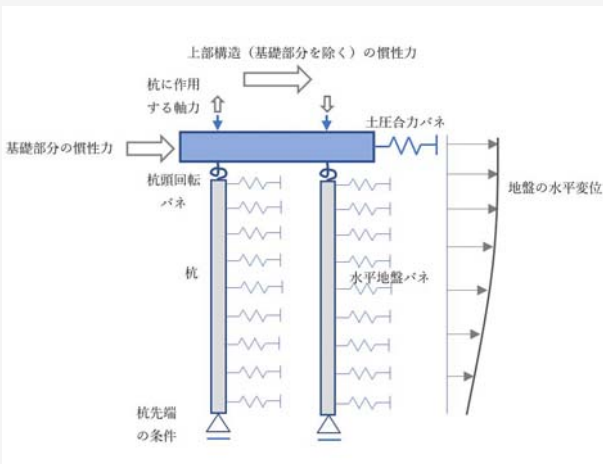
# 杭応答変位法

## 地盤の水平変位を考慮した杭の応力解析

- 地盤の水平変位を考慮した杭の応力解析を行います。
- 日本建築学会 建築基礎構造設計指針 (2019年) によって杭を設計する場合は、原則、地盤の水平変位を考慮した計算が必要です。

## 土圧合力バネ

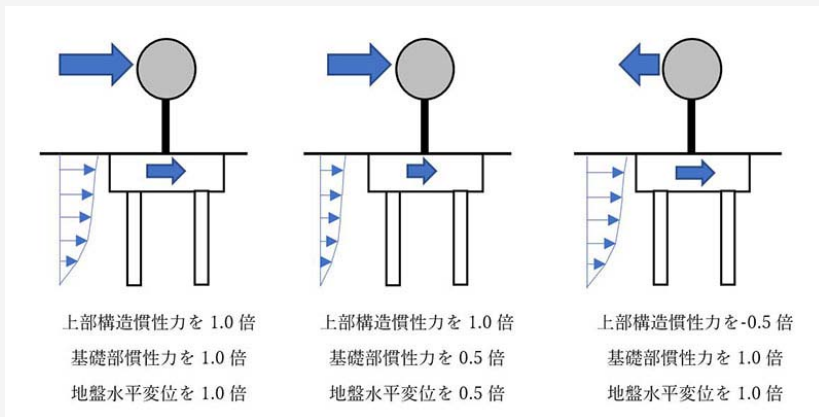
- 土圧合力バネに対しては、地表面と杭頭位置の中間の深さにおける地盤の水平変位を考慮します。



# 杭応答変位法

## 慣性力と地盤の水平変位の組み合わせ係数

- ・慣性力と地盤の水平変位は同時に杭に作用させます。
- ・組み合わせ係数をマイナス値で設定することで逆向きの荷重または変位を設定できます。
- ・組み合わせ係数を複数ケース検討する場合は、結果を複数保存する機能を用いて対応できます。



3. 慣性力と地盤の水平変位の組み合わせ係数

	X方向	Y方向
基礎部分を除く上部構造の慣性力	1.00	1.00
基礎部分の慣性力	1.00	1.00
地盤の水平変位	1.00	1.00

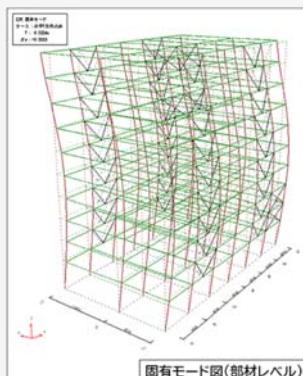
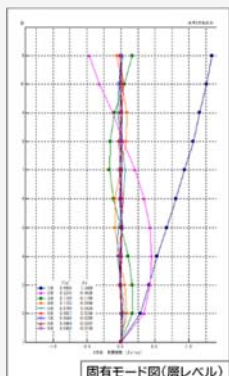
# 固有値解析

## 立体モデルによる固有値解析

- ・『SS7』の入力データおよび解析結果を利用し、部材レベルの立体モデルによる固有値解析を行います。
- ・固有値解析により得られた固有周期と刺激関数を用い、SRSS法によるAi分布の精算値を算出します。
- ・固有値解析手法として、ハウスホルダー法、ヤコビ法を扱います。
- ・解析結果は固有モード図で確認できます。

## Ai分布の精算

- ・固有値解析で得られた固有周期と刺激関数を用い、SRSS法によるAi分布の精算値を算出します。
- ・SRSS法は、「2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書」1)付録1-1.1 (Aiの精算方法等)の記載に基づきます。



$$A = \frac{A'}{A''}$$

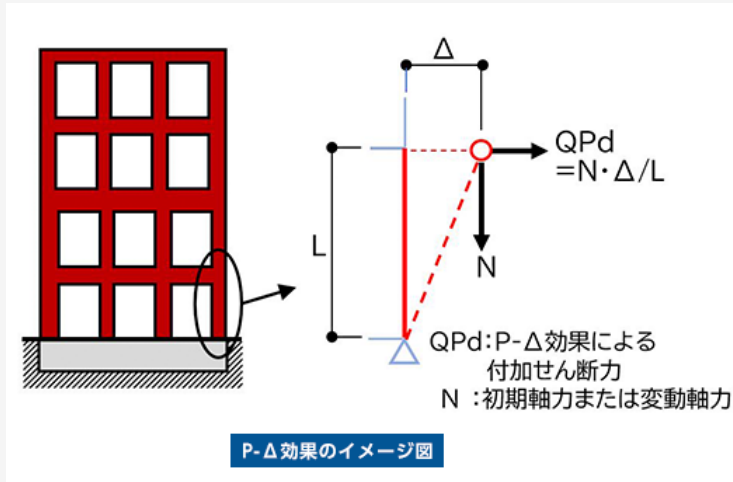
$$A' = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^n W_m \cdot \beta_j \cdot u_{mj} \cdot R(T_j)}{\sum_{m=1}^n W_m}}$$

$n$ : 建物の層数  
 $W_m$ : 第 $m$ 層の重量  
 $\beta_j \cdot u_{mj}$ : 第 $m$ 層の $j$ 次刺激関数  
 $R(T_j)$ : 周期 $T_j$ に対応する加速度応答ベクトルの値  
(令第88条第1項に与えられている振動特性 $R$ の $T_j$ に対する値)  
 $T_j$ :  $j$ 次の固有周期  
 $k$ : 考慮すべき最高次数で通常3以上とする

## P-Δ効果

### P-Δ効果による付加せん断力の計算

・部材剛性にP-Δ効果による幾何剛性を考慮し、付加せん断力QPdを計算します。



幾何剛性マトリクス :  $K_p$

$$\begin{Bmatrix} P_{zi} \\ M_{yi} \\ P_{zj} \\ M_{yj} \end{Bmatrix} = [T]^T \cdot ([K_{ij}] + \underline{[K_{p-ij}]}) \cdot [T] \cdot \begin{Bmatrix} \delta_{zi} \\ \theta_{yj} \\ \delta_{zj} \\ \theta_{yj} \end{Bmatrix}$$

$$[K_{p-ij}] = \begin{bmatrix} -N/L & 0 & N/L & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & -N/L & 0 \\ & 対称 & & 0 \end{bmatrix}$$

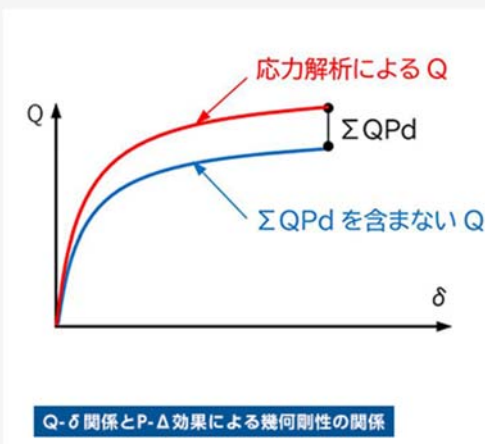
N :  $N_0$ または $N_0 + N_i$

25

## P-Δ効果

### Q-δ関係のQ

・Q-δ関係のQと保有水平耐力 $Q_u$ は、付加せん断力 $\Sigma QPd$ を含まない値となります。  
→「P-Δ効果を考慮することで、保有水平耐力が上がる」といったことがないようにしています。



※ただし、各部材の保証設計とクライテリアのチェックでは、付加せん断力を含んだ応力を用いて検討します。

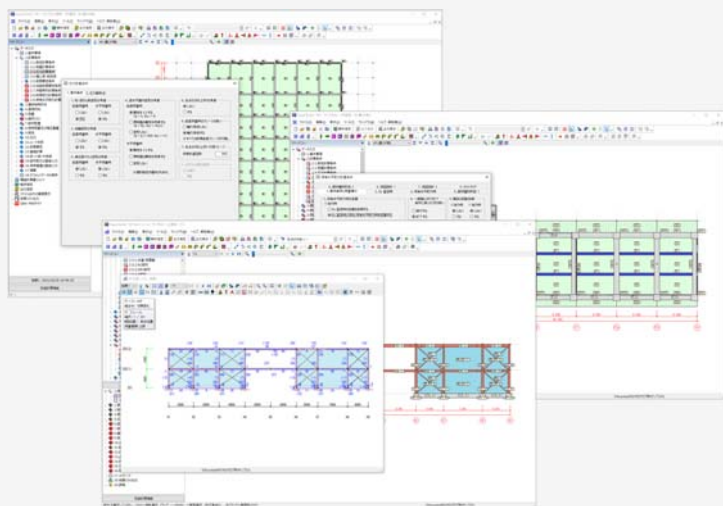
26

## 複数起動

---

### 『SS7』を3つまで同時に起動できる

データを並べて開くことで、データの比較や参照、再利用（データのコピペ等）が容易になります。  
複数のデータを同時に開けるため、計算中に過去のデータを見直すなど、効率化やストレス軽減が図れます。



27

## 最後に

---

### 今後について

今後も『SS7』、『SS7 Premium』に新しい機能を追加していく予定です。  
次のバージョンについては、時期が迫れば、弊社WEBサイトなどで案内させていただきます。

本日は、ご清聴ありがとうございました。

28