



MIDAS CONSTRUCCION TECHNICAL EDUCATION SEMINAR

上下水道施設下部工の耐震解析



2018 MIDAS Civil Technical Education Seminar

AGENDA

上下水道施設下部工の耐震解析

session.1

板要素を使った床版・壁のモデリング

session.2

杭頭部のバネ境界

session.3

常時と地震時の荷重設定

session.4

結果確認(バネ反力、単位幅当たりの断面力)

株式会社マイダスアイティジャパン

〒101-0021東京都千代田区外神田5-3-1秋葉原OSビル7階

TEL 03-5817-0787 FAX 03-5817-0784 E-mail g.support@midasit.com

MIDAS CONSTRUCCION TECHNICAL EDUCATION SEMINAR

上下水道施設下部工の耐震解析



MIDAS CONSTRUCCION TECHNICAL EDUCATION SEMINAR

上下水道施設下部工の耐震解析



AGENDA

1. 板要素を使った床版・壁のモデリング
2. 杭頭部のバネ境界
3. 常時と地震時の荷重設定
4. 結果確認(バネ反力、単位幅当たりの断面力)

モデルの基本情報

◆ 検討概要

- 対象 | 揚水機場
- 重要度区分 | 重要度区分A
- 要求性能 | レベル2地震動に対して以下の性能を確保する。
施設の崩壊を防止し、営農の継続のための揚水機能を保持する。
- 対象地震動 | レベル2地震動(流水直角方向)
 - 躯体に起因する $k_{hc}=0.32$ (部材のじん性が見込める場合)
 - $k_{hc}=0.70$ (部材のじん性が見込めない場合)
 - 土に起因する $k_{hg}=0.70$
- 耐震診断法 | 解析方法：3次元弾性解析による応答変位法
部材モデル：板要素(壁、床)
- 安全性の評価 | 曲げ・せん断耐力照査
(本資料では耐力照査は行わず、照査用の断面力の抽出作業までを紹介します。)

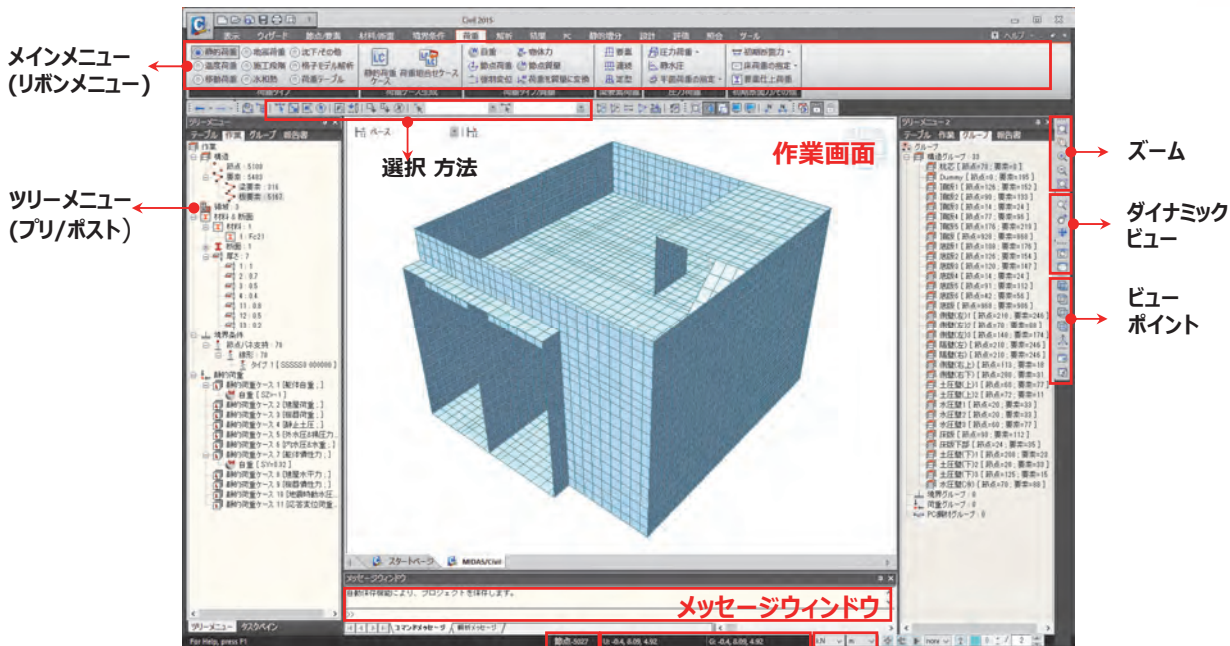
◆ 使用材料及び許容応力度

◇ コンクリート

設計規準強度 $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$

弾性係数 $E_c = 2.35 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

画面構成と操作方法



節点、要素番号 座標系(GCS, WCS) 単位系

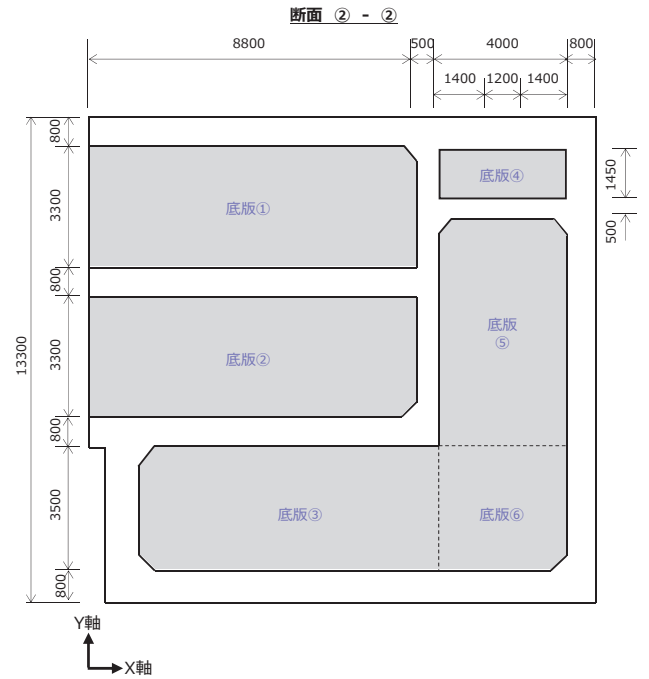
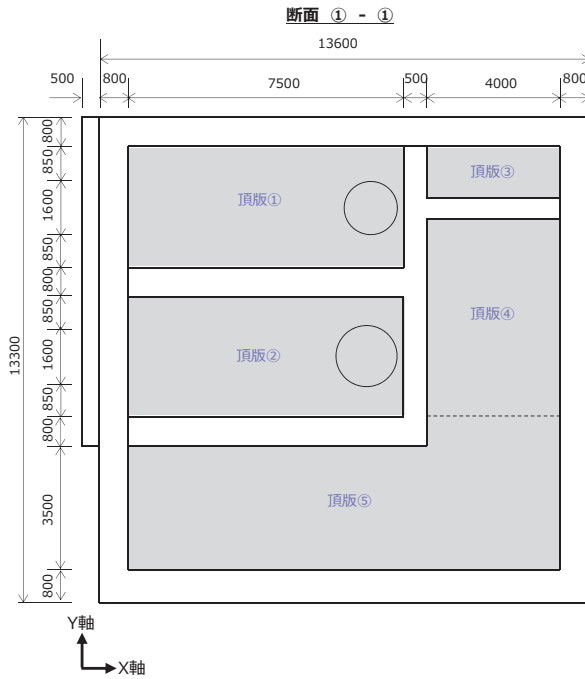
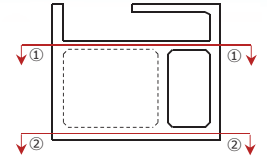
- 中ボタン : モデル移動
- 中ボタンスクロール : モデル拡大、縮小
- Ctrl + 中ボタン : モデル回転

- Ctrl+A : ウィンドウフィット
- Ctrl+Y : やり直し
- Ctrl+Z : 元に戻す
- [Esc]キー : 閉じる
- [Enter]キー : 適用

モデルの基本情報

◆ 配筋計画による部材グループ - 平面

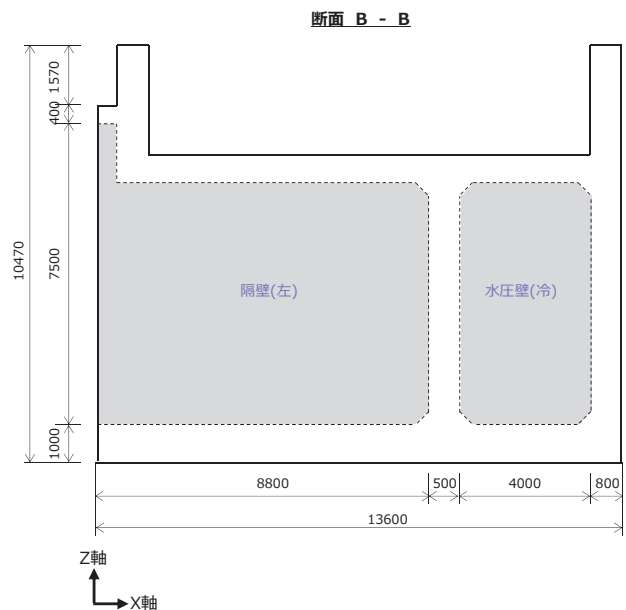
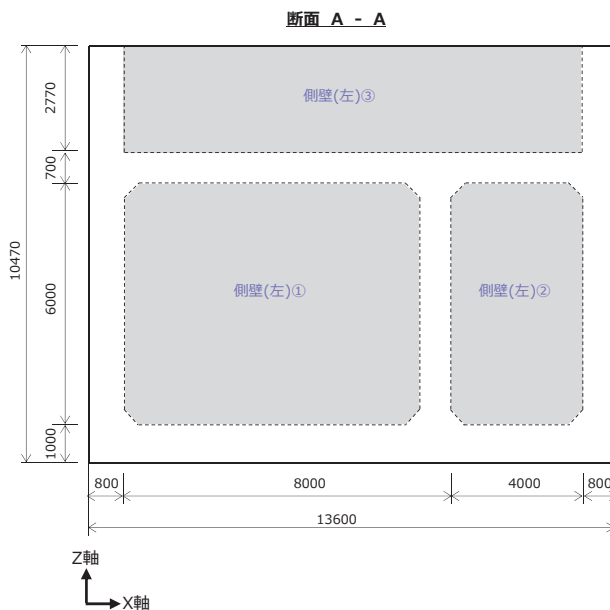
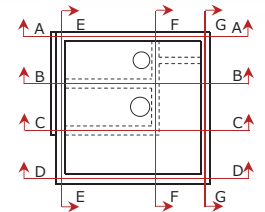
- ・頂版の部材グループ：頂版①～⑤
- ・底版の部材グループ：底版①～⑥



モデルの基本情報

◆ 配筋計画による部材グループ - 流水方向

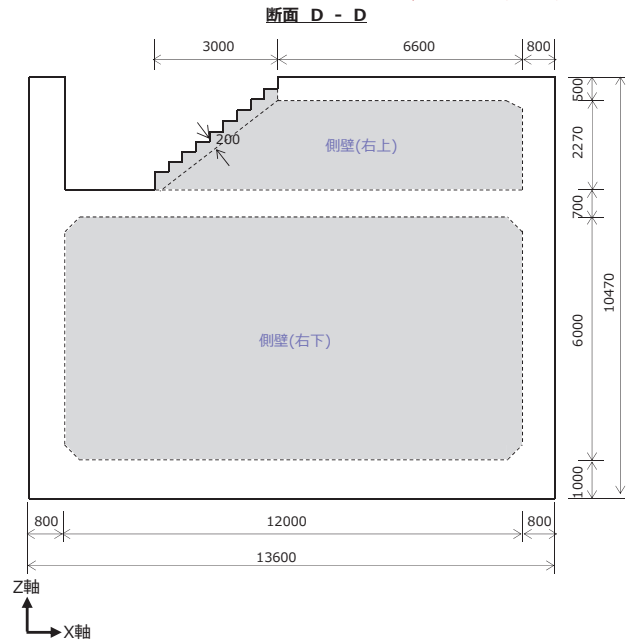
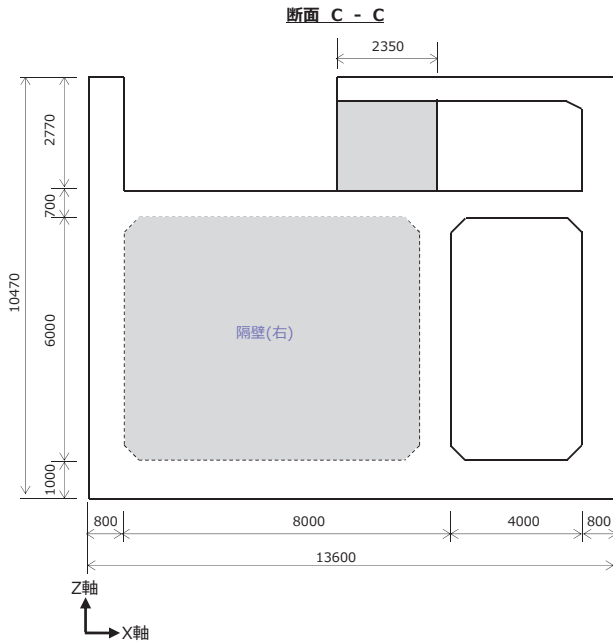
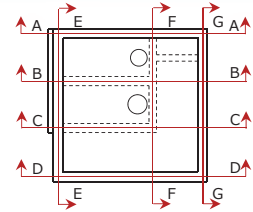
- ・側壁の部材グループ：側壁(左)①～③、隔壁(左)、水圧壁(冷)



モデルの基本情報

◆ 配筋計画による部材グループ - 流水方向

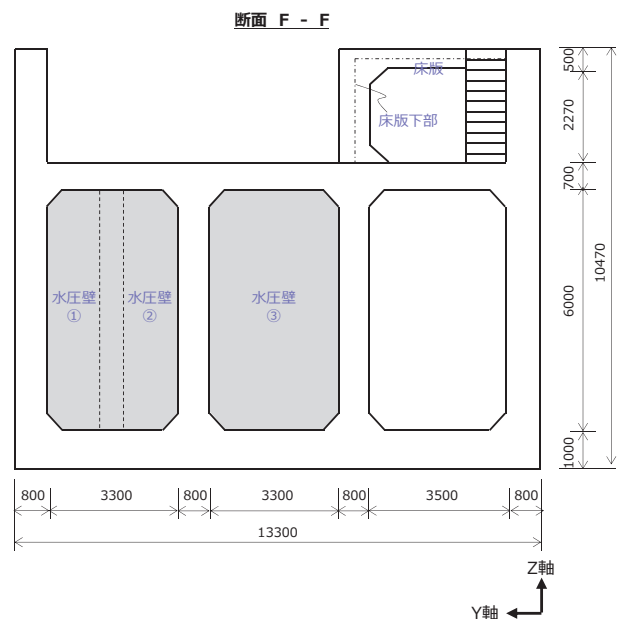
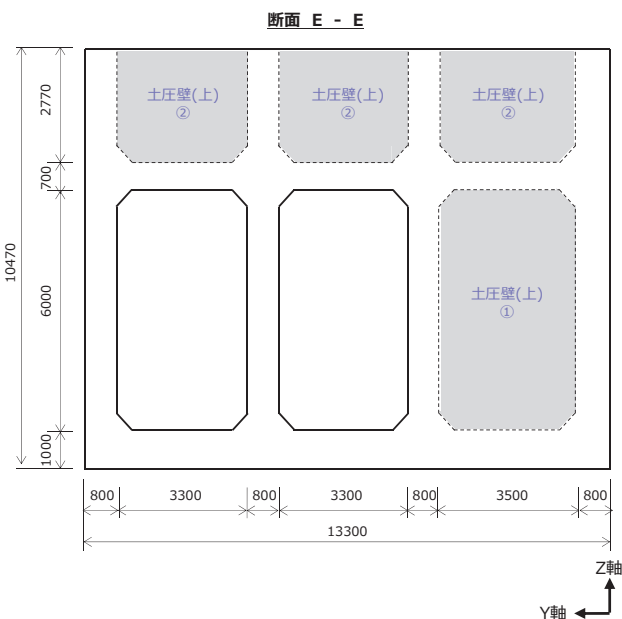
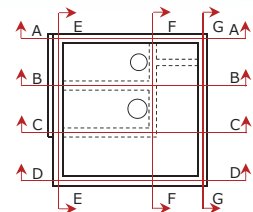
・側壁の部材グループ：隔壁(右)、側壁(右上)、側壁(右下)



モデルの基本情報

◆ 配筋計画による部材グループ - 流水直角方向

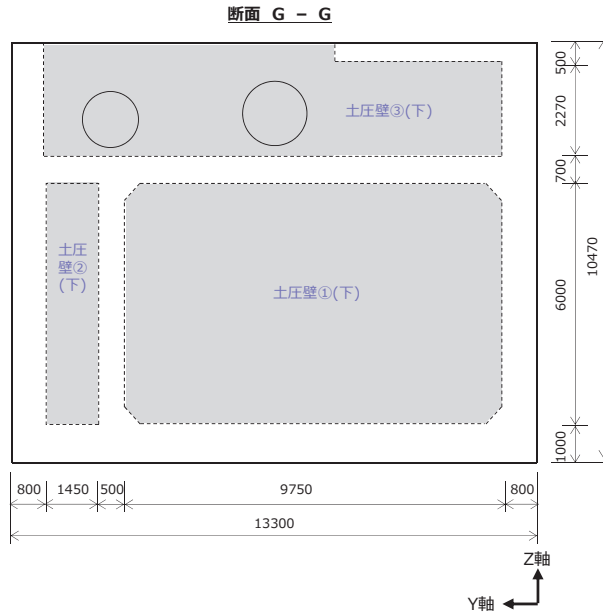
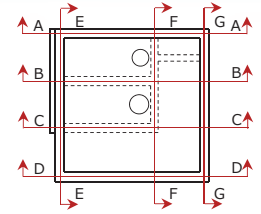
・側壁の部材グループ：土圧壁(上)①~②、水圧壁①~③、床板、床板下部



モデルの基本情報

◆ 配筋計画による部材グループ - 流水直角方向

・側壁の部材グループ: 土圧壁(下)①~③



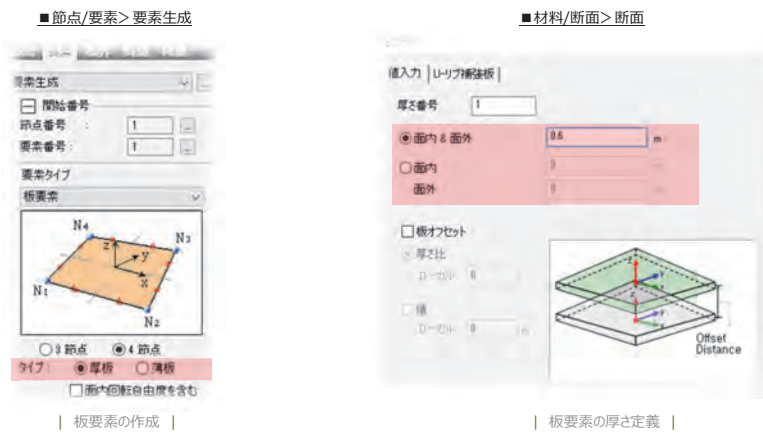
板要素の作成について

■ 板要素の種類: 薄板と厚板

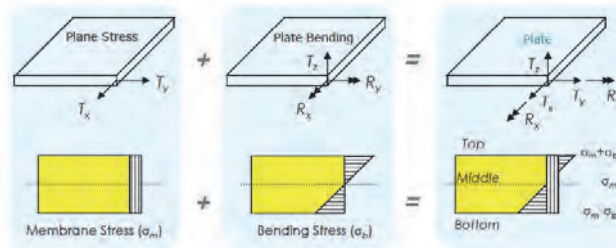
板要素は板厚方向のせん断変形を考慮するかの可否で、薄板と厚板に分類できます。

通常は面内挙動と面外挙動の両方を考慮できる厚板を使用し、薄板にするか、厚板にするかは要素生成時に選択できます。

一方、板要素の厚さを定義する際に、面内剛性と面外剛性用に区分して入力することもできます。



そして、板要素では、『面内の引張り/圧縮力』、『面内のせん断力』、『面外方向の曲げモーメント』や『面外せん断力』が考慮できます。



01 新規プロジェクトの開始

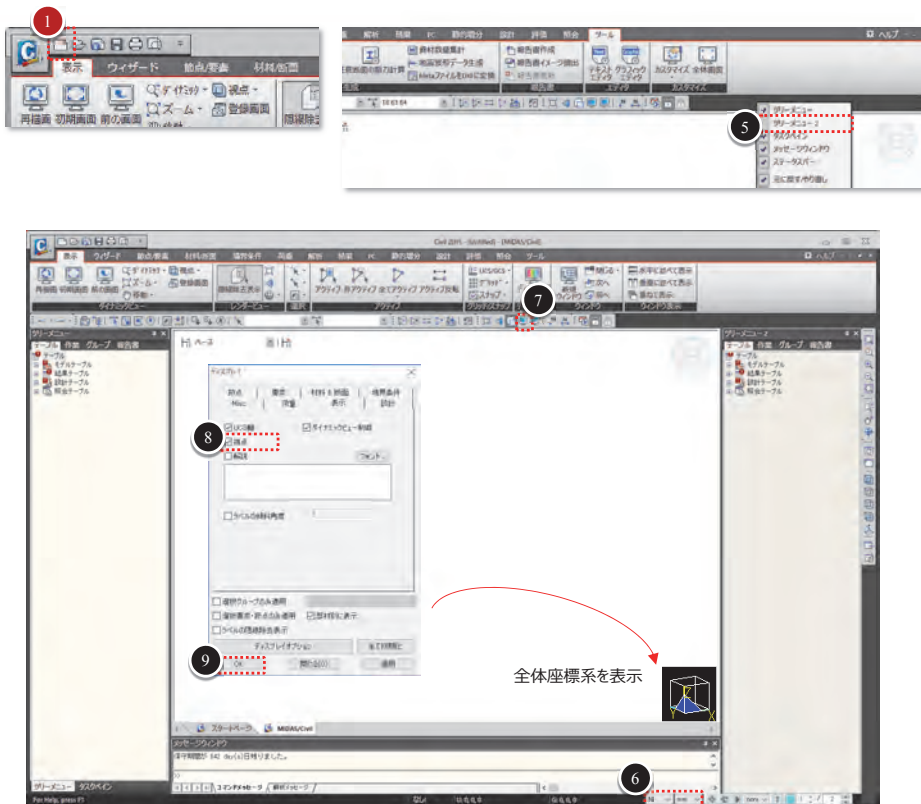
手順

ファイルの保存

- 1 新規プロジェクト をクリック
- 2 ファイル > [保存]
- 3 ファイル名: [排水施設.mcb]
- 4 [OK] ボタンをクリック

単位系及びスナップの設定

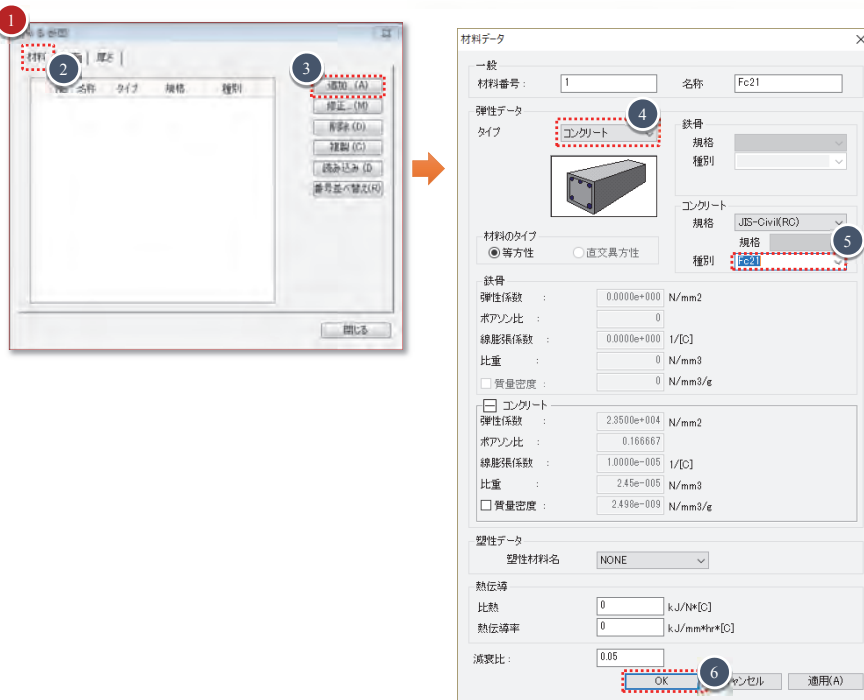
- 5 ツールバーをマウスで右クリックして、「**ツリーメニュー 2**」をクリック
- 6 単位系: **N, mm**
「ツール > セッティング > 単位系」で設定することも可能です。
- 7 アイコンツールバー [**ディスプレイ**]
- 8 表示 > 視点 チェックオン
- 9 [OK] ボタンをクリック



02 材料の定義

手順

- 1 メインメニュー [材料 & 断面] > [材料] > 材料特性]
- 2 [材料] タブを選択
- 3 [追加] クリック
- 4 タイプ: “コンクリート”
- 5 種別: “Fc21”
- 6 [OK] ボタンをクリック



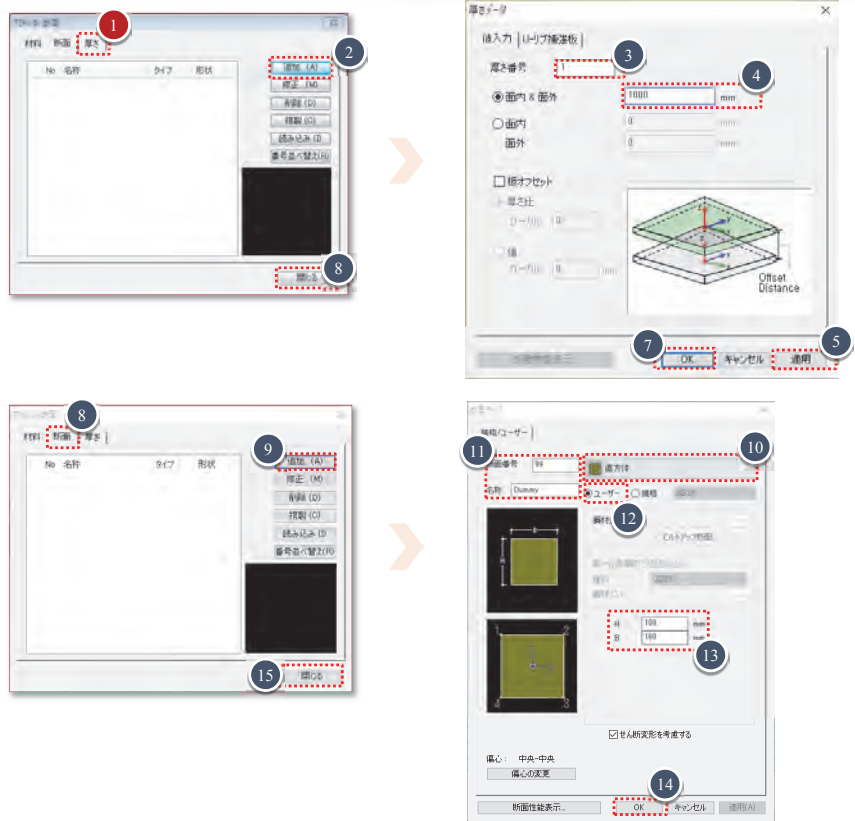
03 断面の定義

手順

- [厚さ]タブを選択
- [追加] クリック
- 厚さ番号: "1"
- 面内 & 面外: "1000"
- [適用] ボタンクリック
- 上記の③~⑤を繰り返して下表のように追加の厚さを定義

番号	厚さ(mm)
2	700
3	500
4	400
11	800
12	500
13	200

- [OK] ボタンクリック
- [断面]タブを選択
- [追加] クリック
- 断面タイプ: "直方体"
- 断面番号: "99"、名称: "Dummy"
- "ユーザー" チェックオン
- H: "100"、B: "100"
- [OK] ボタンをクリック
- [閉じる] ボタンクリック



04 平面の読み込み

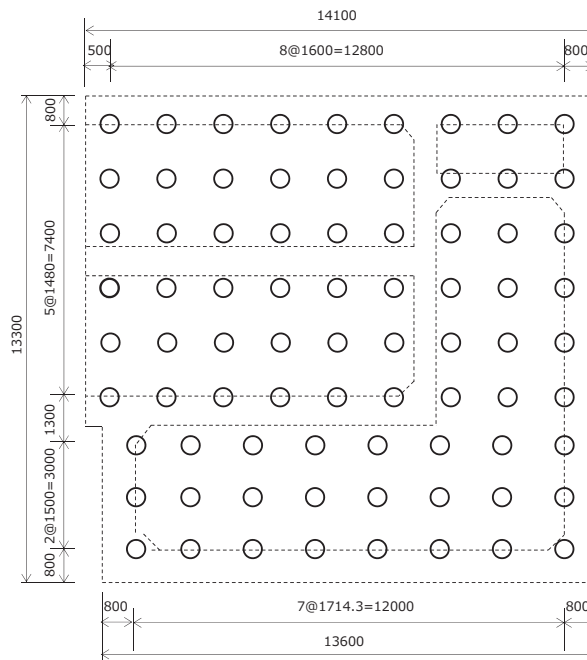
手順

- アイコンメニュー [外部ファイル読み込み] > [AutoCAD DXFファイル...]
- [参照...] ボタンをクリックして、本資料が入っているチュートリアルフォルダの"平面図.dxf"を開く
- 全てのレイヤ から"0","Center Line"をCtrlキーを押しながら選択し、> をクリックして、"選択されたレイヤ"に移動
- 基準点: "0,0,5200"
- [OK]ボタンをクリック
- 作業画面右上にある"視点変更"ボタンの"TOP"ボタンをクリック



杭基礎の配置

■ 杭基礎の配置図



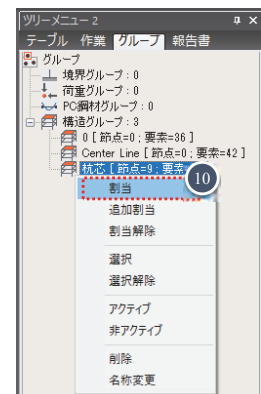
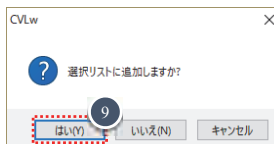
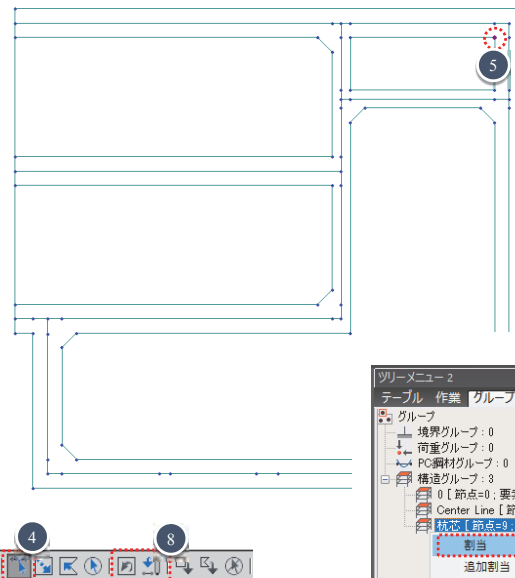
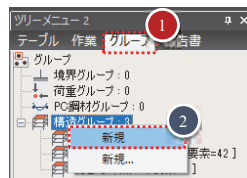
※ 基礎バネ値

- 水平2方向バネ : 100,000 (kN/m)
- 鉛直方向バネ : 150,000 (kN/m)
- 水平軸回りの回転バネ : 120,000 (kN・m/rad)

05 杭芯の節点生成-1

手順

- 1 ツリーメニュー2[グループ] タブをクリック
- 2 “構造グループ” をマウスで右クリックして、“新規” クリックし、名称を“杭芯”と入力
- 3 リボンメニュー [節点/要素]>[節点]>[コピー/移動]
- 4 アイコンツールバーの “単一” をクリック
- 5 作業画面から平面の右上隅部にあるコピー元の節点を選択
- 6 等間隔 > dx,dy,dz : “-1600,0,0”
回数 : “8”
- 7 [適用] ボタンをクリック
- 8 アイコンツールバーの “前の選択”、“最新のエンティティを選択”をクリック
- 9 “選択リストに追加しますか?” ウィンドウで、[はい(Y)] ボタンをクリック
コピー元とコピー先の節点を選択される
- 10 ツリーメニュー2の “構造グループ” で、“杭芯” をマウスで右クリックして、“割当” をクリック

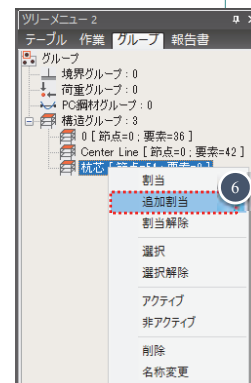
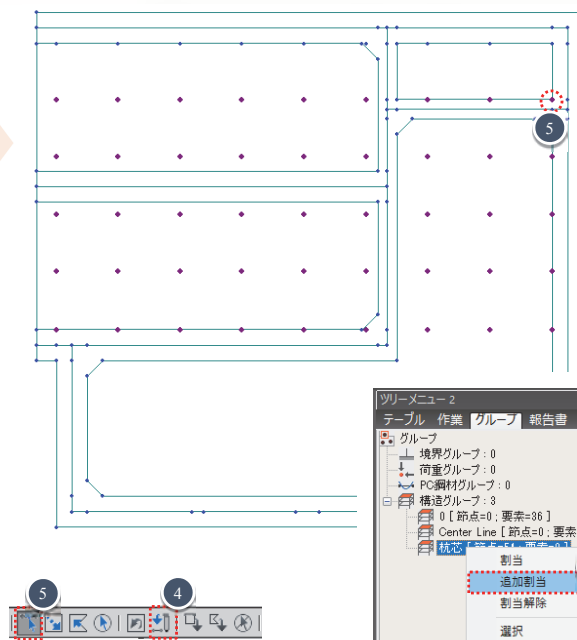
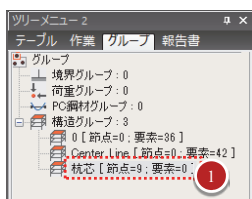


*1 杭芯の位置については、本資料の「モデルの基本情報>境界条件>杭基礎の配置図」をご参照ください。

06 杭芯の節点生成-2

手順

- 1 ツリーメニュー-2の“構造グループ”で、“杭芯”をマウスでダブルクリック
- 2 [節点コピー/移動] 入力ダイアログより、任意間隔>y: “-1450,3@-1480,-1510”
- 3 [適用] ボタンをクリック
- 4 アイコンツールバーの“最新のエンティティを選択”をクリック
- 5 “単一”をクリックし、右図の節点を追加で選択
- 6 ツリーメニュー-2の“構造グループ”で、“杭芯”を右クリックし、“追加割当”を選択

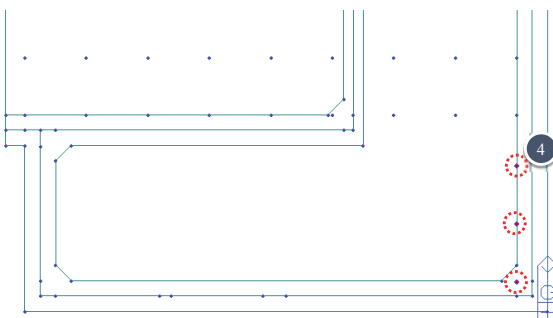
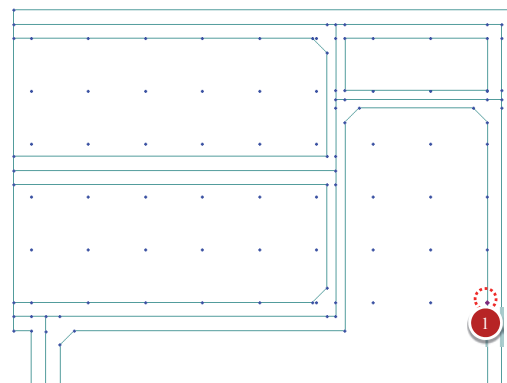
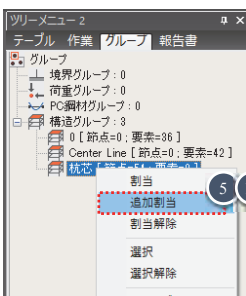


*1 底版①~②に位置する杭のY方向間隔は本来1480mmですが、そうすると水圧壁との間隔が30mmになり、その間でも小さい要素が出てしまいます。従って、ここでは杭の間隔を水圧壁の位置に合わせて、距離を1450mmとします。

07 杭芯の節点生成-3

手順

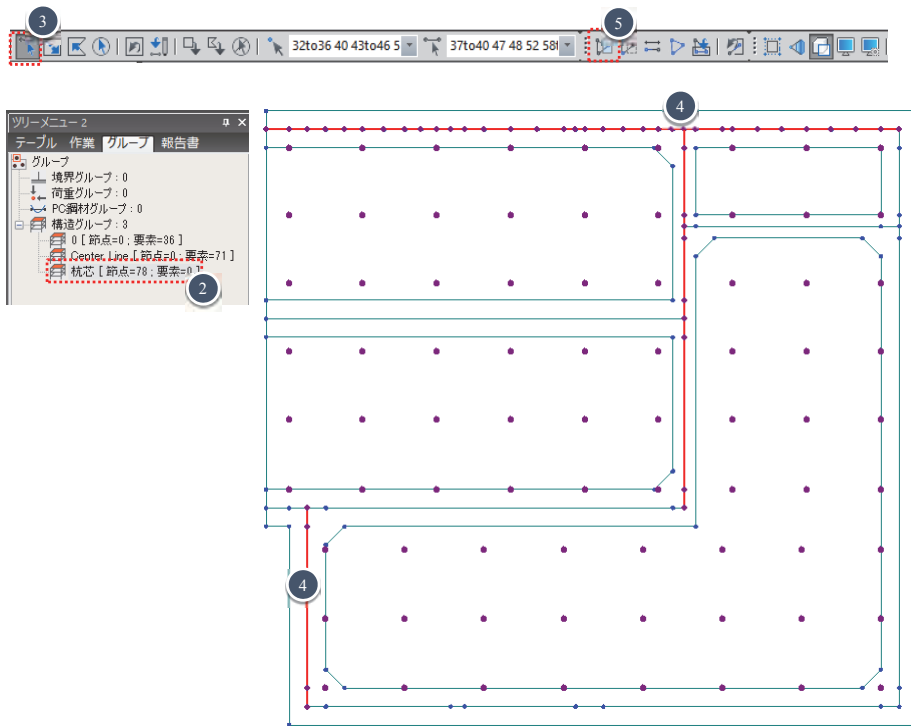
- 1 “単一”をクリックし、右図の節点選択
- 2 [節点コピー/移動] 入力ダイアログより、任意間隔>y: “-1300,2@-1500”
- 3 [適用] ボタンをクリック
- 4 “単一”をオンにし、3個の節点選択
- 5 ツリーメニュー-2の“構造グループ”で、“杭芯”を右クリックし、“追加割当”を選択
- 6 “前の選択”をクリック
- 7 [節点コピー/移動] 入力ダイアログより、等間隔>dx,dy,dz: “-1714,3,0,0” 回数: “7”
- 8 [適用] ボタンをクリック
- 9 アイコンツールバーの“前の選択”、“最新のエンティティを選択”をクリック
- 10 “選択リストに追加しますか?” ウィンドウで、[はい(Y)] ボタンをクリック
コピー元とコピー先の節点が選択される
- 11 ツリーメニュー-2の“構造グループ”で、“杭芯”を右クリックし、“追加割当”を選択



08 要素押し出し元の整理

手順

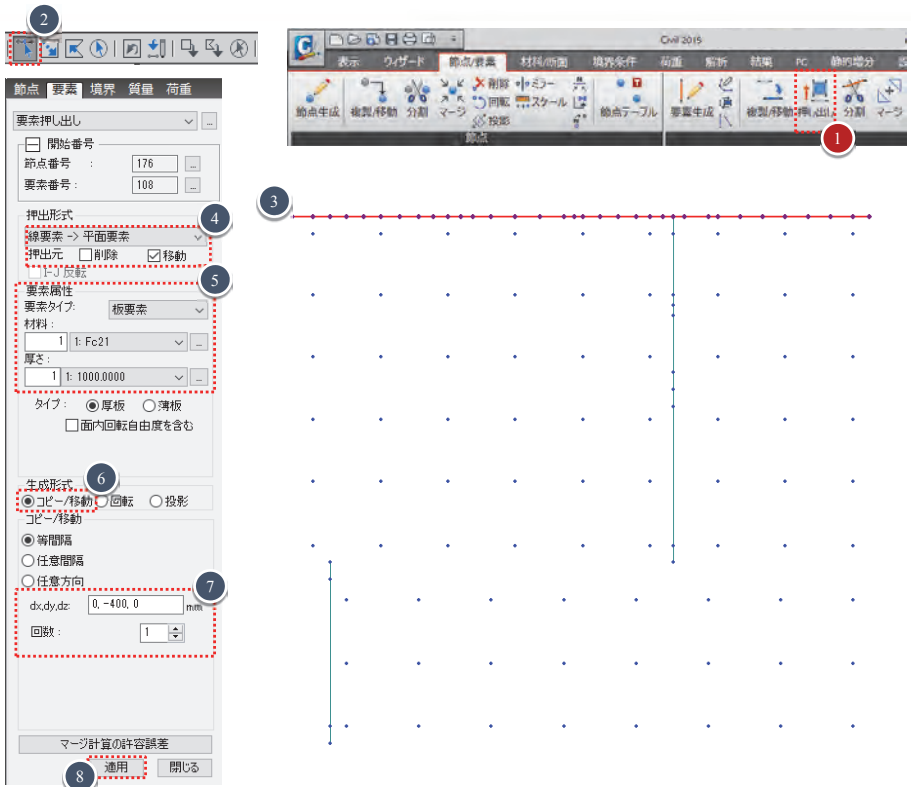
- 1 本資料の入っているフォルダから [Pile Node.mcb] を開く
- 2 ツリーメニュー2の“構造グループ”の“杭芯”をマウスでダブルクリックして選択
- 3 アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 4 右図を参照して赤色になっている壁の軸線上の線要素を選択
- 5 アイコンツールバーの“アクティブ”をクリック



09 底版生成-要素押し出し-1

手順



- 1 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[押し出し]
- 2 アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 3 作業画面から押出元の線要素を選択
- 4 押出形式：“線要素->平面要素”
押出元：“移動”
- 5 要素タイプ：“板要素”
材料：“1 : Fc21”
厚さ：“1 : 1000.0000”
- 6 生成形式：“コピー/移動”
- 7 dx,dy,dz：“0,-400,0”
回数：“1”
- 8 [適用] ボタンをクリック

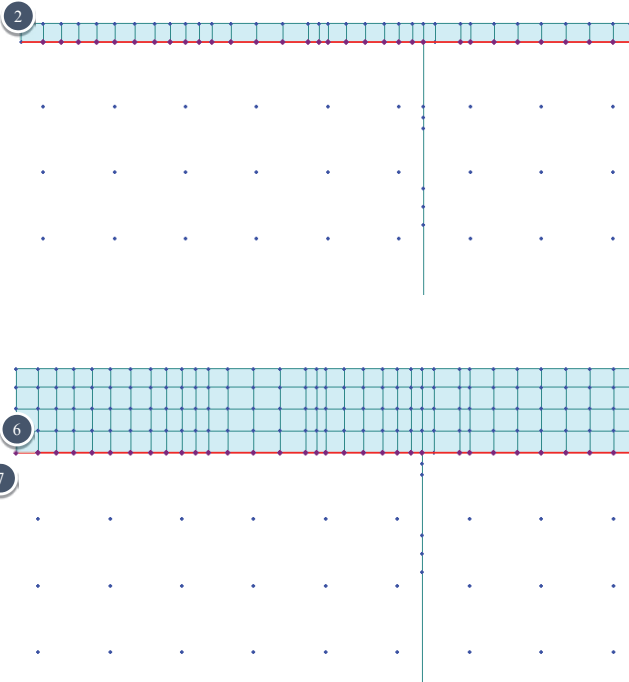
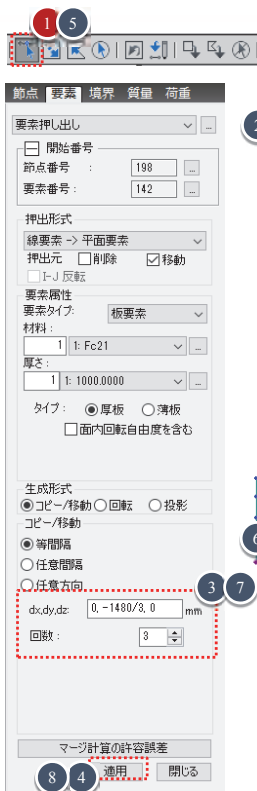


*1 移動距離を入力する際に、“dx,dy,dz”入力欄を一度クリックすれば入力欄に緑色になるので、その状態で作業画面から2点をクリックして2点間の距離を自動入力できます。

10 底版生成-要素押し出し-2

手順

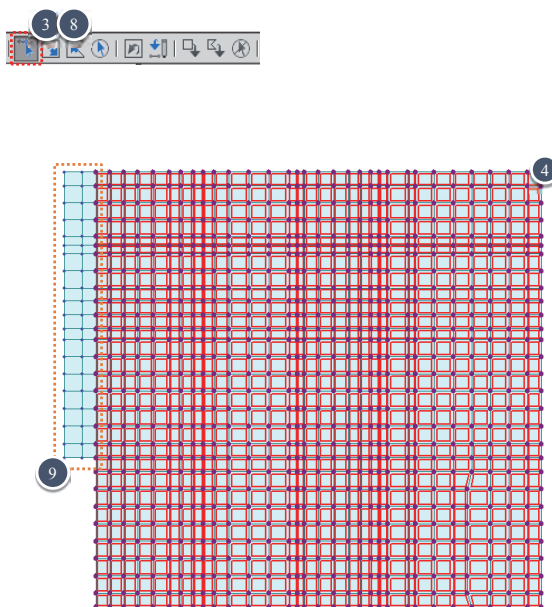
- 1 アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 2 作業画面から移動された押出元の線要素を選択
- 3 dx,dy,dz : “0,-1450/3,0”
回数 : “3”
- 4 [適用] ボタンをクリック
- 5 アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 6 作業画面から移動された押出元の線要素を選択
- 7 dx,dy,dz : “0,-500/2,0”
回数 : “2”
- 8 [適用] ボタンをクリック



11 頂版生成-要素のコピー

手順

- 1 本資料の入っているフォルダから [Base Plate.mcb] を開く
- 2 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[複製/移動]
- 3 アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 4 右図を参照して、底版の要素を選択
- 5 等間隔>dx,dy,dz : “0,0,6850”
回数 : “1”
- 6 厚さ番号の増分 : “1”
- 7 [適用] ボタンをクリック
- 8 アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 9 右図を参照して、残りの部分を選択
- 10 等間隔>dx,dy,dz : “0,0,8200”
回数 : “1”
- 11 厚さ番号の増分 : “3”
- 12 [適用] ボタンをクリック



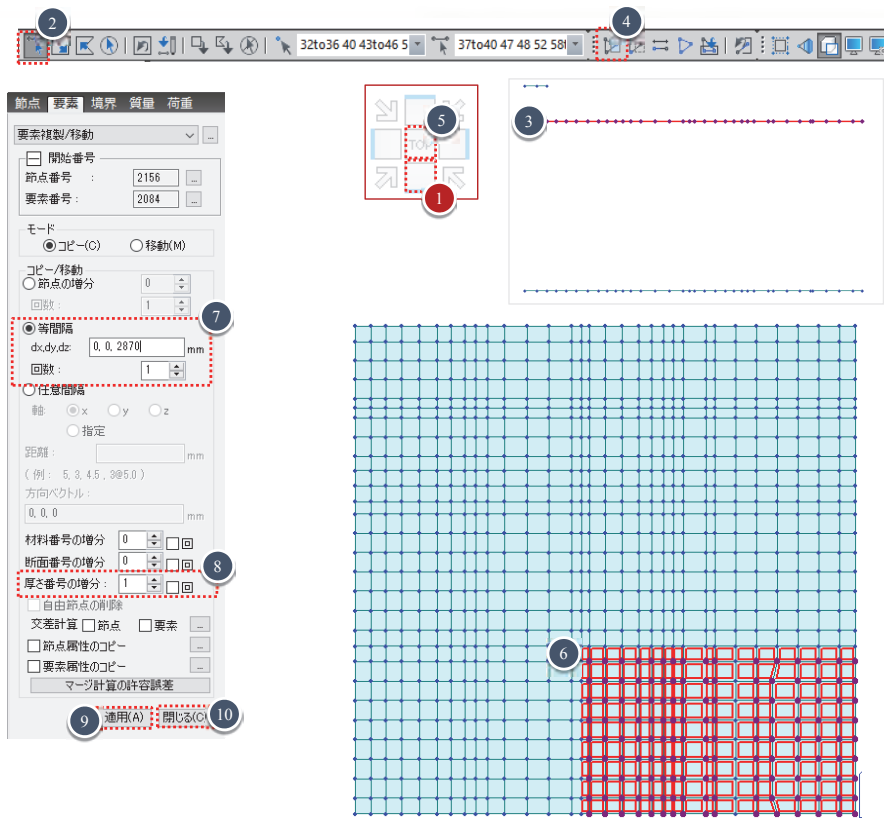
*1 頂版は厚さ700mmで、厚さ番号が“2”です。したがって、厚さ番号の増分を利用して、コピーされる板要素の厚さ番号を“コピー元の厚さ番号+1=2”に指定します。

12 床版生成-要素のコピー

手順

- 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“正面”ボタンをクリック
- アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 頂版の板要素を全部選択
- アイコンツールバーの“アクティブ”をクリック
- 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“TOP”ボタンをクリック
- 右図を参照して、頂版の要素を選択
- 等間隔>dx,dy,dz : “0,0,2870”
回数：“1”
- 厚さ番号の増分：“1”
- [適用] ボタンをクリック
- [閉じる] ボタンをクリック

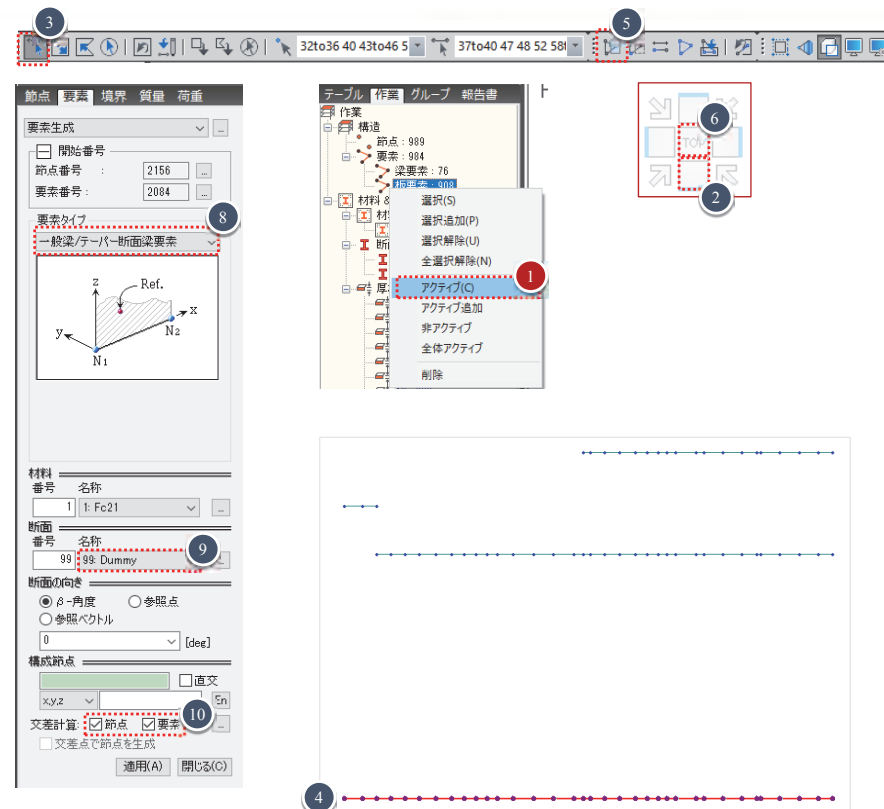
*1 床版は厚さ500mmで、厚さ番号が“3”です。したがって、厚さ番号の増分を利用して、コピーされる板要素の厚さ番号を“コピー元の厚さ番号+1=3”に指定します。



13 ダミーの線要素生成-1

手順

- 作業ツリーの“要素>板要素”を右クリックして、“アクティブ”を選択
- 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“正面”ボタンをクリック
- アイコンツールバーの“単一”をクリック
- 作業画面から底版の板要素を選択
- アイコンツールバーの“アクティブ”をクリック
- 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“TOP”ボタンをクリック
- リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[要素生成]
- 要素タイプ：“一般梁/テーパー梁要素”
- 断面：“99:Dummy”
- 交差計算：“節点”、“要素”

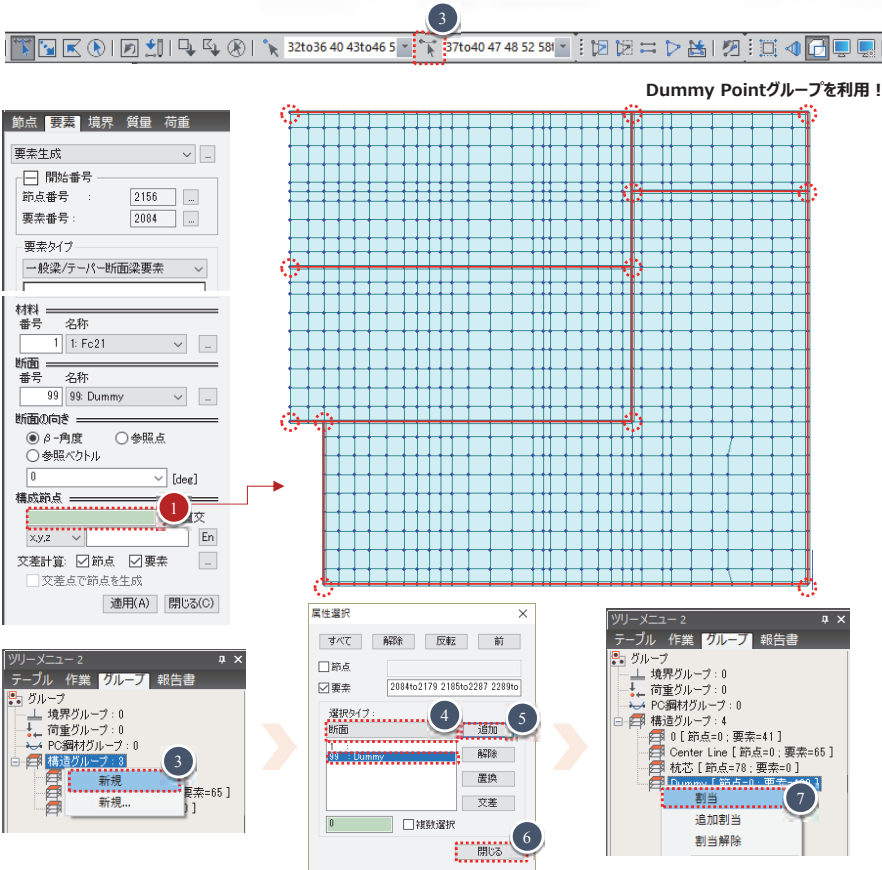


14 ダミーの線要素生成-2

手順

- 1 構成節点の入力欄を一度クリックして、緑色に変わったら、右図に示すように壁の軸線(赤色)の両端点をクリックして、ダミーの線要素を生成
- 2 ツリーメニュー-2の“グループ>構造グループ”をマウスで右クリックして、“新規”をクリックし、名称を“Dummy”と入力
- 3 アイコンツリー-の“属性”をクリック
- 4 選択タイプ：“断面”
- 5 “99:Dummy”を選択して、[追加]ボタンをクリック
- 6 [閉じる] ボタンをクリック
- 7 ツリーメニュー-2の“構造グループ”より、“Dummy”を右クリックし、“割当”選択

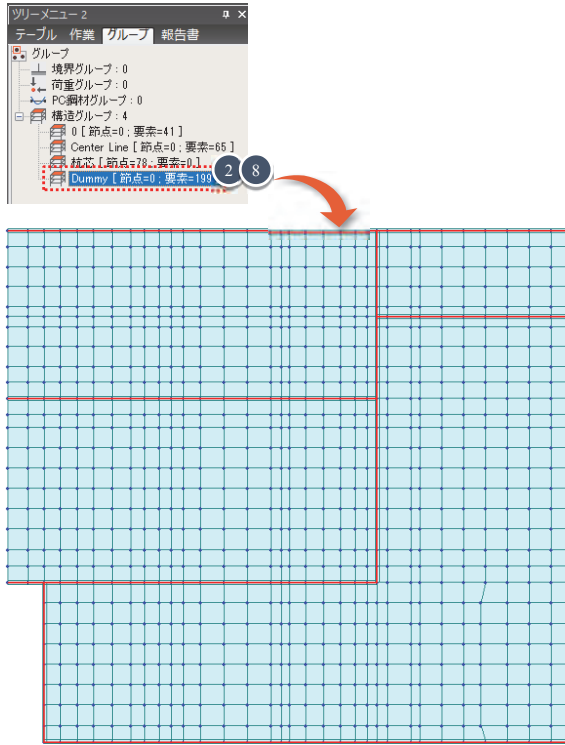
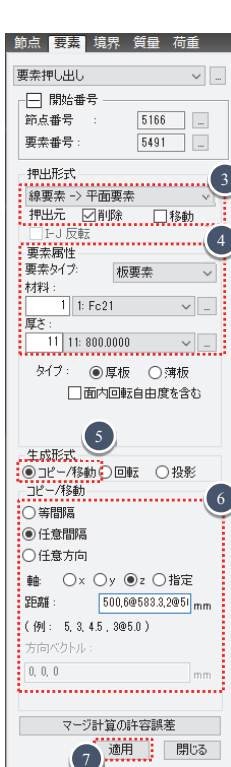
*1 “ディスプレイオプション”メニューを利用して、「描画」タブの“要素の色相>表示色の選択”より、“要素種別の色”を設定すれば、板要素と梁要素を異なる色に表示することができ、識別しやすくなります。



15 壁生成-要素押し出し

手順

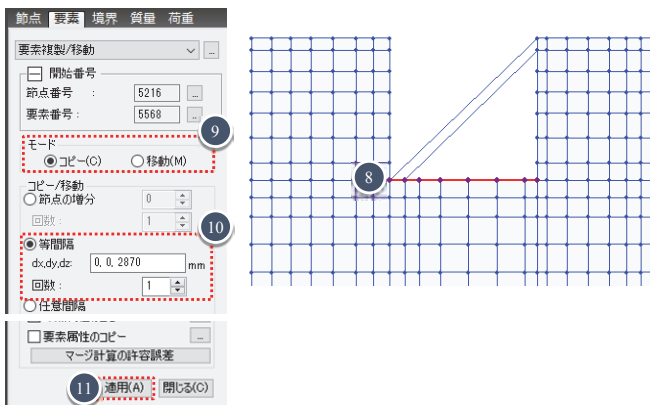
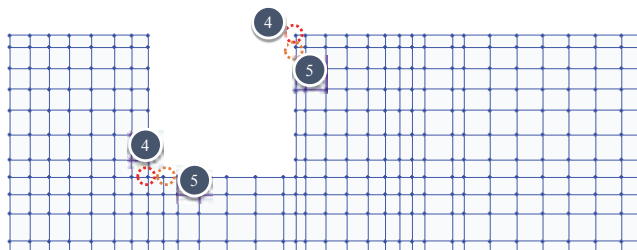
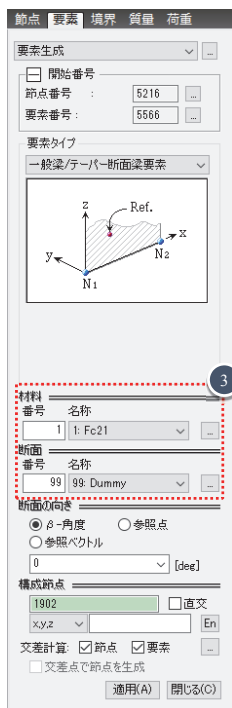
- 1 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[押し出し]
- 2 ツリーメニュー-2の“構造グループ”より、“Dummy”をマウスでダブルクリック
- 3 押し出し形式：“線要素->平面要素”
押し元：“移動”
- 4 要素タイプ：“板要素”
材料：“1:Fc21”
厚さ：“11:800.0000”
- 5 生成形式：“コピー/移動”
- 6 “任意間隔”チェックオン
軸：“z”
距離：“500,6@583.3,2@565,2@490,390,350”
- 7 [適用] ボタンをクリック



*1 壁の押し出し長さを“6@583.3,2@565,2@490”にすることで、流水方向の土圧開始位置“EL(-)0.80”や、土層区位置“EL(+0.33”、地下水位“EL(+1.31”に節点を生成します。

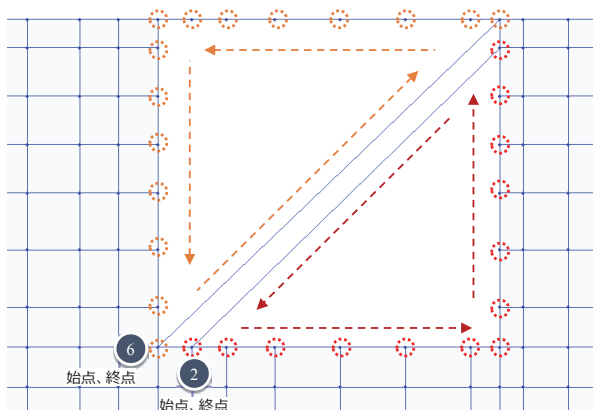
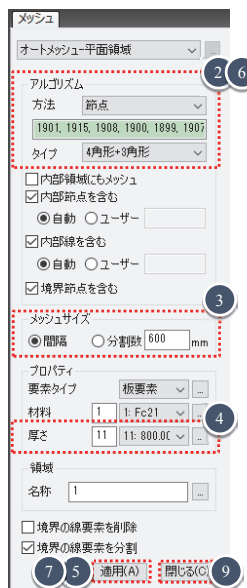
16 ダミー要素生成

- 手順**
- 1 本資料の入っているフォルダから [Wall Mesh.mcb] を開く
 - 2 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[要素生成]
 - 3 断面：“99:Dummy”
 - 4 右図を参照して、赤丸の2点を順に選択
 - 5 右図を参照して、青丸の2点を順に選択
 - 6 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[コピー/移動]
 - 7 アイコンパネルの “単一” をクリック
 - 8 右図を参照して、内壁の線要素を選択
 - 9 モード：“コピー”
 - 10 等間隔 > dx,dy,dz：“0,0,2870”
回数：“1”
 - 11 [適用] ボタンをクリック



17 オートメッシュ生成

- 手順**
- 1 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[平面領域]
 - 2 アルゴリズム>方法：“節点”
右図を参照して、板要素を生成する領域の境界にある節点(赤丸)を順番にクリック
タイプ：“4角形+3角形”
 - 3 メッシュサイズ>間隔：“600”
 - 4 プロパティ>厚さ：“11:800.00”
 - 5 [適用] ボタンをクリック
 - 6 節点の入力欄を一度クリックして、右図を参照して、板要素を生成する領域の境界にある節点(青丸)を順番にクリック
 - 7 [適用] ボタンをクリック
 - 8 手順⑥～⑦を参考にして、残りの部分(対角部)に対して板要素を生成
 - 9 [閉じる] ボタンをクリック

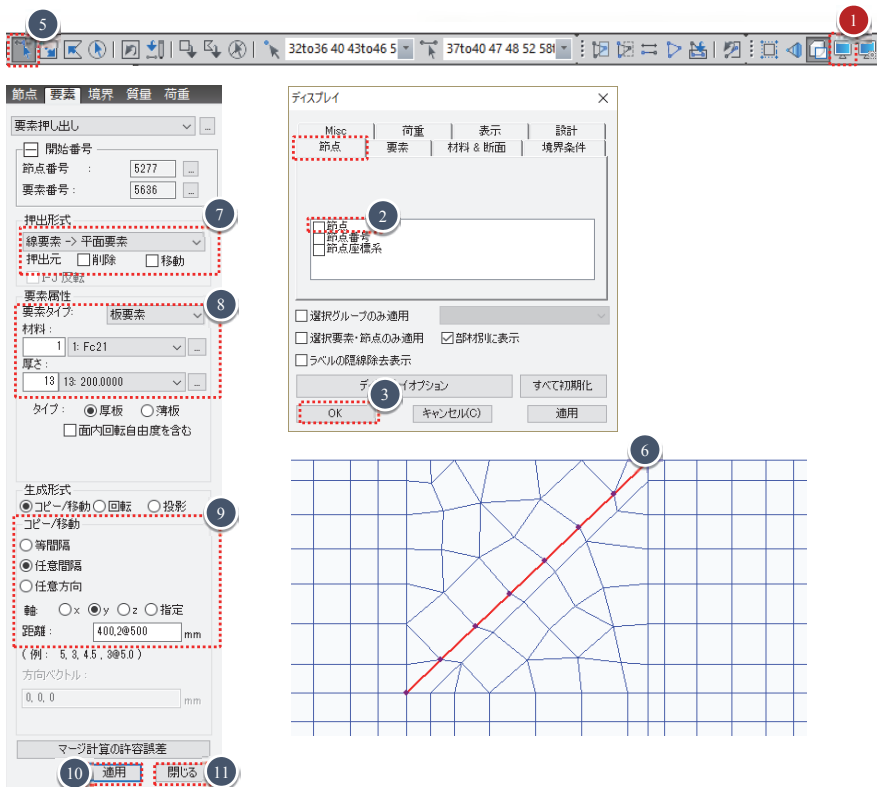


*1 節点群でオートメッシュの領域を指定する場合は、始点と終点は必ず同じ点である必要があります。したがって、節点群をクリックする際に最後に始点をもう一度クリックしてください。

18 階段の生成

手順

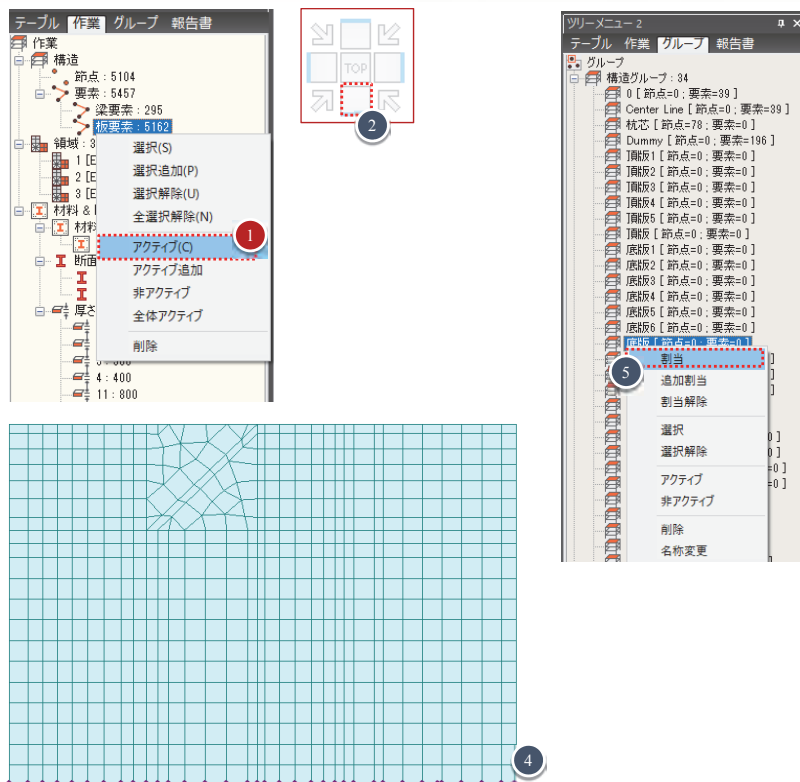
- 1 アイコンツールの“**ディスプレイ**”チェック
- 2 節点タブの“**節点**”チェック
- 3 [OK] ボタンをクリック
- 4 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[押し出し]
- 5 アイコンツールの“**単一**”チェック
- 6 右図を参照して、階段の線要素を選択
- 7 押出形式：“**線要素->平面要素**”
- 8 要素タイプ：“**板要素**”
材料：“**1 : Fc21**”
厚さ：“**13 : 200.0000**”
- 9 コピー/移動：“**任意間隔**”
軸：“**y**”
距離：“**400,2@500**”
- 10 [適用] ボタンをクリック
- 11 [閉じる] ボタンをクリック



19 要素グループの定義

手順

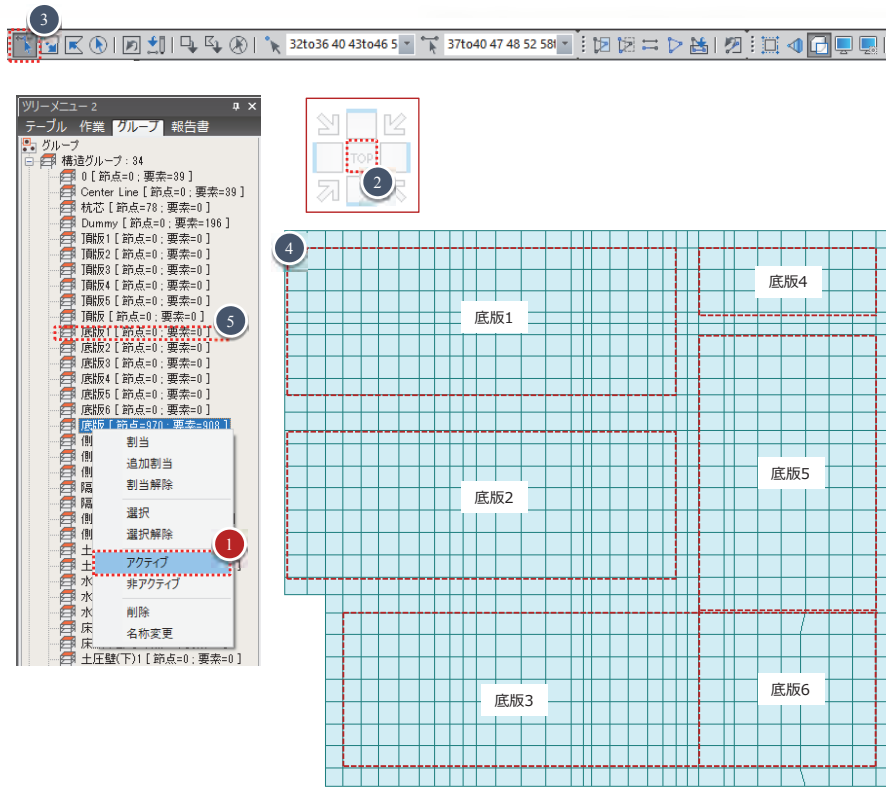
- 1 作業ツリーの“**構造>要素>板要素**”を右クリックし、“**アクティブ**”選択
- 2 作業画面右上にある“**視点変更**”ボタンの“**正面**”ボタンをクリック
- 3 アイコンツールの“**単一**”チェック
- 4 右図を参照し、底面の板要素を選択
- 5 ツリーメニュー2の“**構造グループ>底版**”を右クリックし、“**割当**”を選択



*1 配筋計画によって該当位置別の断面力を簡単に取り出すために、要素をグループ分けします。

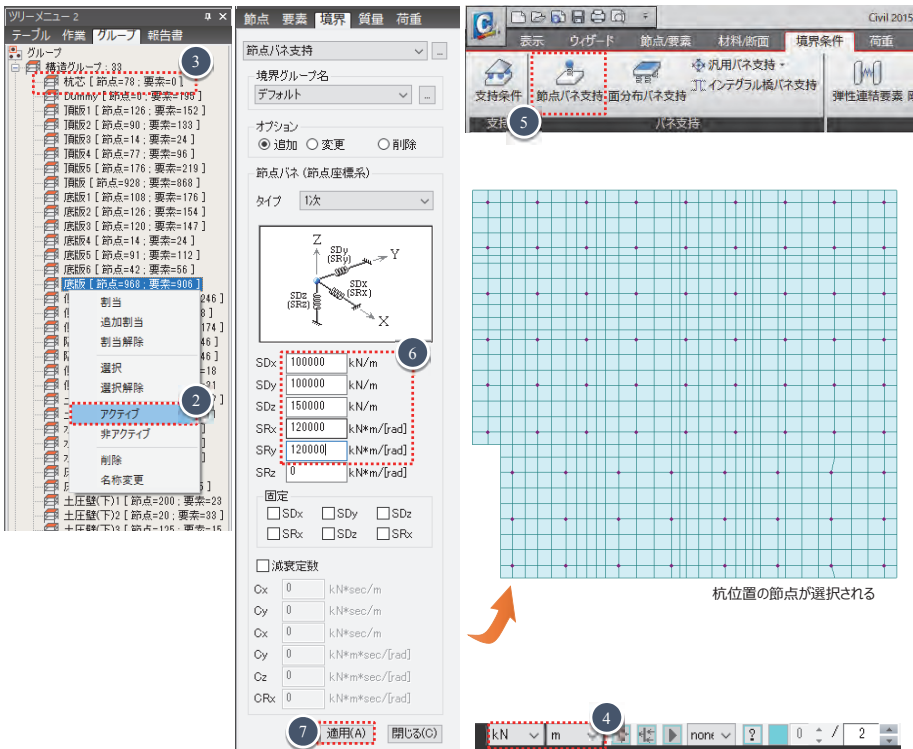
20 要素グループの登録

- 手順**
- 1 ツリーメニュー-2の“構造グループ>底版”を右クリックし、“アクティブ”選択
 - 2 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“TOP”ボタンをクリック
 - 3 アイコンバーの“単一”チェック
 - 4 右図を参照し、底版1の要素グループに入る要素を選択
 - 5 ツリーメニュー-2の“構造グループ”より“底版1”グループを右クリックし、“割当”を選択
 - 6 同様な方法で底版2~6の要素グループを登録
- *1 配筋計画によって該当位置別の断面力を簡単に取り出すために、要素をグループ分けします。



21 支持条件の設定

- 手順**
- 1 本資料の入っているフォルダから [Mesh Final.mcb] を開く
 - 2 ツリーメニュー-2の“構造グループ>底版”を右クリックし、“アクティブ”選択
 - 3 ツリーメニュー-2の“構造グループ>杭芯”をダブルクリック
 - 4 単位系：“N,mm” → “kN,m”
 - 5 メインメニュー [境界条件] > [バネ支持] > [節点バネ条件] クリック
 - 6 SDx：“100000”
SDy：“100000”
SDz：“150000”
SRx：“120000”
SRy：“120000”
 - 7 [適用] ボタンをクリック



荷重条件

◆ 荷重の組合せ

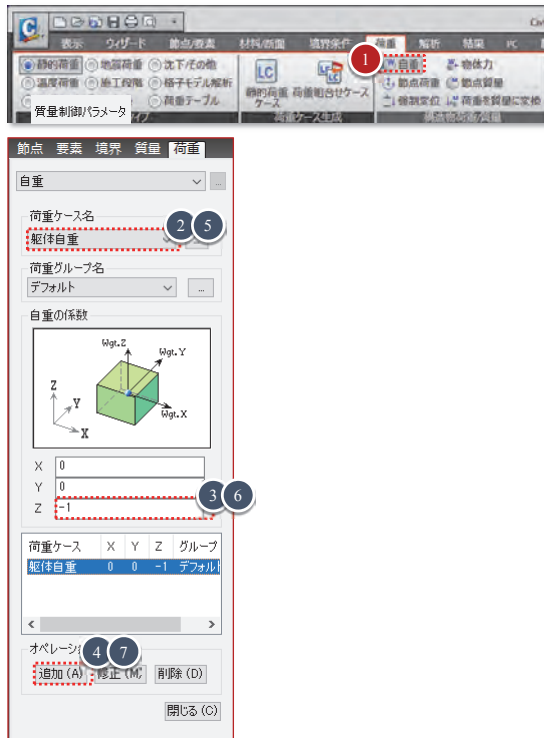
荷重の種類と組合せを下表に示します。

区分	荷重の種類	入力タイプ【“荷重>静的荷重”メニュー】	
常時	死荷重	躯体自重	自重
		建屋荷重	節点荷重
		ポンプ設備主荷重	平面荷重
		群集荷重(その他機器荷重)	圧力荷重
	静止土圧	静水圧	
	地下水圧、揚圧力	静水圧	
	内水圧、水重	平面荷重	
地震時	躯体慣性力	自重	
	建屋水平力	節点荷重	
	機器慣性力	物体力	
	地震時動水圧	平面荷重	
	応答変位荷重	平面荷重	

※ 地震時の地震動の方向は流水直角方向『モデリング時の全体座標系の(+)Y方向』とします。

22 躯体の自重・慣性力の載荷

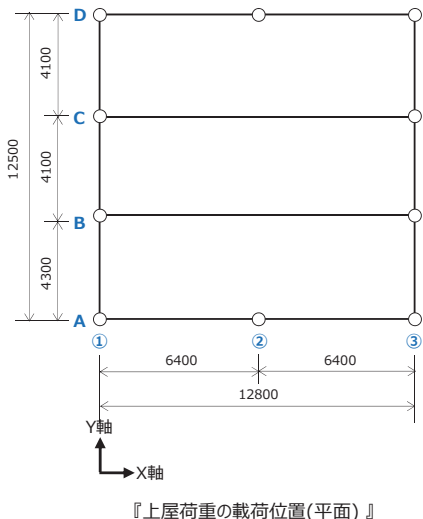
- 手順**
- ① メインメニュー【荷重】 > 【構造物荷重/質量】 > 【自重】 クリック
 - ② 荷重ケース名：“躯体自重”
 - ③ 自重の係数：“Z:-1”
 - ④ 【追加】 ボタンをクリック
 - ⑤ 荷重ケース名：“躯体慣性力”
 - ⑥ 自重の係数：“Y:0.32”
 - ⑦ 【追加】 ボタンをクリック



*1 自重は「材料で設定した単位体積重量×部材の断面や形状から計算した体積×自重の係数」より算定します。
地震時の躯体慣性力は、『モデルの基本情報』の「検討概要」より、流水直角方向(+Y方向)に0.32の震度係数を適用します。

■ 建屋荷重

: 上屋から下部構造に作用する荷重は以下の通りです。



◇ 常時

単位 : kN

	1通り	2通り	3通り
D通り	-320	-340	-250
C通り	-400		-400
B通り	-380		-420
A通り	-300	-350	-230

※ 荷重の符号はモデルの全体座標系に従います。従った、上表の常時荷重は鉛直上向きを(+)とします。

◇ 地震時

単位 : kN

	軸力の変動			水平力(+Y方向)		
	1通り	2通り	3通り	1通り	2通り	3通り
D通り	-250	-10	-60	570	350	310
C通り	-40		10	440		390
B通り	70		5	310		415
A通り	250	-30	60	50	380	170

※ 荷重の符号はモデルの全体座標系に従います。

23 建屋荷重の載荷

手順

- 作業ツリーの“構造>要素>板要素”を右クリックし、“アクティブ”を選択
- 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“TOP”ボタンをクリック
- アイコンツリーの“透視図”チェック
- メインメニュー[荷重] > [構造物荷重/質量] > [節点荷重] クリック
- 荷重ケース名：“建屋荷重”
- アイコンツリーの“単一”チェックし、右図と右表を参照して、“D-①通り”の節点を選択
- FZ：“-320”
- [適用] ボタンをクリック

右の表と載荷図を参照しながら、作業⑥~⑧を繰り返して、残りの節点に対して建屋荷重を適用

■ 常時の建屋荷重表 単位 : kN

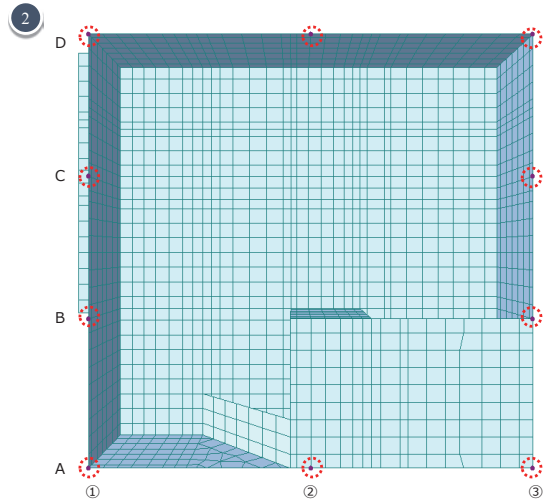
	1通り	2通り	3通り
D通り	-320	-340	-250
C通り	-400		-400
B通り	-380		-420
A通り	-300	-350	-230

*1 載荷節点を間違って選択した場合は、アイコンツリーの“全選択解除”ボタンを押すか、選択した節点をもう一度クリックして選択を解除します。

24 建屋水平力の載荷

手順

- ① 荷重ケース名：“建屋水平力”
- ② 右図と右表を参照して、“D-①通り”の節点を選択
- ③ FY：“570”、FZ：“-250”
- ④ [適用] ボタンをクリック
- ⑤ 右の表と載荷図を参照しながら、作業②～④を繰り返して、残りの節点に対して建屋水平力を適用



■ 地震時の建屋荷重表

単位：kN

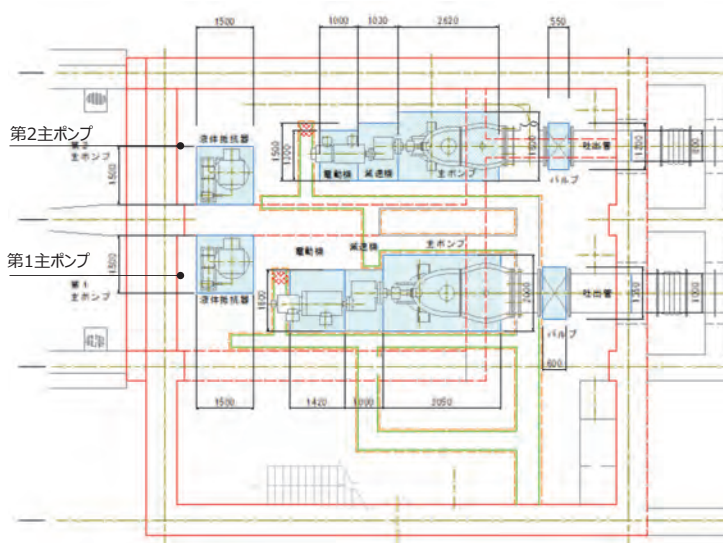
	軸力の変動			水平力(+Y方向)		
	1通り	2通り	3通り	1通り	2通り	3通り
D通り	-250	-10	-60	570	350	310
C通り	-40		10	440		390
B通り	70		5	310		415
A通り	250	-30	60	50	380	170

*1 載荷節点を間違えて選択した場合は、アイコンツールバーの [全選択解除] ボタンを押すか、選択した節点をもう一度クリックして選択を解除します。

荷重条件

■ 機器荷重

(1) 主要な機器荷重



『主要機械の位置図』

◇ 主要機器の重量

単位：kN/m²

	第1ポンプ	第2ポンプ
電動機	16.1	18.0
減速機	15.0	8.0
主ポンプ	37.0	30.0
バルブ	78.0	68.1
吐口管 ※	25.5	22.5
液体抵抗器	7.0	7.0

※ 吐口管は壁線に掛かる分布荷重で、ライン荷重タイプで与え、荷重単位はkN/mになります。

荷重条件

■ 平面荷重

：平面的に荷重の大きさが変化する荷重(土圧、動水圧など)を入力するときに有用です。

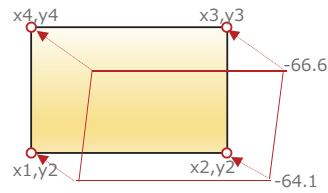
① 荷重を載荷する荷重の形を定義

荷重 > 静的荷重 > 平面荷重形式の設定

平面荷重
 荷重タイプ: 集中 ライン 平面

平面荷重
 等分布 点: 3点 4点

x1,y1:	0, 7.8	m	荷重:	-64.1	kN/m ²
x2,y2:	100, 7.8	m	荷重:	-64.1	kN/m ²
x3,y3:	100, 9.74	m	荷重:	-66.6	kN/m ²
x4,y4:	0, 9.74	m	荷重:	-66.6	kN/m ²



上図でx1,y1~x4,y4の載荷領域は実際に荷重を載荷する平面に対する相対座標です。
 (※ 載荷領域に要素がないと自動的に荷重は載荷されません。)

② 上記で“平面荷重形式の設定”で定義した荷重をどの位置に載荷するかを定義

“平面荷重”は載荷位置に節点が無くても近くの節点位置で荷重値が自動補間されます。

荷重 > 静的荷重 > 平面荷重の指定

平面荷重の形式
 荷重タイプ: 応答変位(+3) ...
 要素タイプ: 板要素

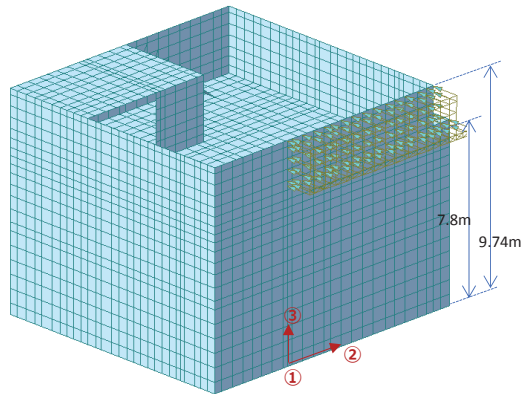
荷重載荷平面
 1点目(原点):
 ① -4.7, 12, -4.8 m

2点目(x軸上):
 ② -7.45, 12, -4.8 m

3点目(x-y平面上):
 ③ -4.7, 12, -1.806667 m

許容誤差: 0.001 m

自動セッティング



※ 載荷領域は必ず平面でなければなりません。曲面には載荷できません。

25 機器荷重の定義

手順

- ① ツリメニュー-2の“構造グループ>頂版”を右クリックし、“アクティブ”選択
- ② 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“TOP”ボタンをクリック
- ③ メインメニュー [荷重] > [平面荷重の指定] > [平面荷重形式の設定] クリック
- ④ 名称: “No1_電動機”
- ⑤ 荷重タイプ: “平面”
- ⑥ “等分布”、“4点” チェックオン
 x1,y1: “2.43,0”
 x2,y2: “3.85,0”
 x3,y3: “3.85,1.6”
 x4,y3: “2.43,1.6”
 荷重: “-16.1”
- ⑦ [追加] ボタンをクリック
 残りの第1ポンプの機器荷重は右表を参照してください。

平面荷重の形式

平面荷重の形式 & 解説
 名称: No1_電動機
 解説:

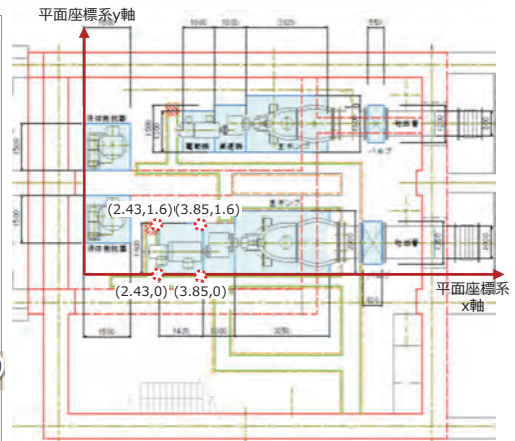
平面荷重
 荷重タイプ: 集中 ライン 平面

平面荷重
 等分布 点: 3点 4点

x1,y1:	2.43, 0	m	荷重:	-16.1	kN/m ²
x2,y2:	3.85, 0	m	荷重:	0	kN/m ²
x3,y3:	3.85, 1.6	m	荷重:	0	kN/m ²
x4,y4:	2.43, 1.6	m	荷重:	0	kN/m ²

x-方向離製: m
 y-方向離製: m
 (例: 5, 3, 4.5, 3@5.0)

名称	荷重タイプ	解説
* No1_電動機	平面	



< 機器荷重の載荷領域図 >

◇ 主要機器の重量(第1ポンプ)

荷重単位: kN/m², kN/m

名称	No1_電動機	No1_減速機	No1_主ポンプ	No1_バルブ	No1_吐口管	No1_液体抵抗器
x1,y1	2.43,0	3.85,0	4.85,0	9.39,0.33	12.0,0.5	0,1.0
x2,y2	3.85,0	4.85,0	7.9,0	9.99,0.33	12.0,1.5	1.5,1.0
x3,y3	3.85,1.6	4.85,1.6	7.9,2	9.99,1.68	-	1.5,2.5
x4,y4	2.43,1.6	3.85,1.6	4.85,2	9.39,1.68	-	0,2.5
荷重値	-16.1	-15.0	-37.0	-78.0	-25.5	-7.0

*1 平面荷重では載荷する平面の原点を決めてそこからの相対位置で載荷領域を定義します。また、載荷位置に節点が無くても載荷領域内の節点に荷重の負担分を自動計算して載荷してくれます。

26 機器荷重の載荷

- ### 手順
- ① メインメニュー[荷重] > [平面荷重の指定] > [平面荷重の指定] クリック
 - ② 荷重ケース名：“機器荷重”
 - ③ 荷重タイプ：“No1_電動機”
 - ④ 1点目(原点)、2点目(x軸上)、3点目(x-y平面上)：入力欄を一度クリックして緑色になったら、右図を参照して作業画面から該当の節点をクリック
 - ⑤ “荷重載荷平面上の要素” 選択
 - ⑥ 荷重方向：“グローバルZ”
 - ⑦ [適用] ボタンをクリック
 - ⑧ 手順③で荷重タイプを変えながら“適用”ボタンを押して、残りの荷重を順次載荷

節点 要素 境界 質量 荷重

平面荷重の指定

荷重ケース名: 機器荷重

荷重グループ名: デフォルト

平面荷重の形式

荷重タイプ: No1_電動機

要素タイプ: 板要素

荷重載荷平面

1点目(原点): -12.40005, 5.609338, 12.05 m

2点目(x軸上): -0.4, 5.609338, 12.05 m

3点目(x-y平面上): -0.4, 12.8, 12.05 m

許容誤差: 0.001 m

自動セッティング

UCS: 登録平面

要素の選択

荷重載荷平面上の要素

グループ名: 杭芯

面番号: 面 #1

荷重方向 投影

荷重方向: グローバルZ

投影: なし

解決

載荷領域を指定する節点:

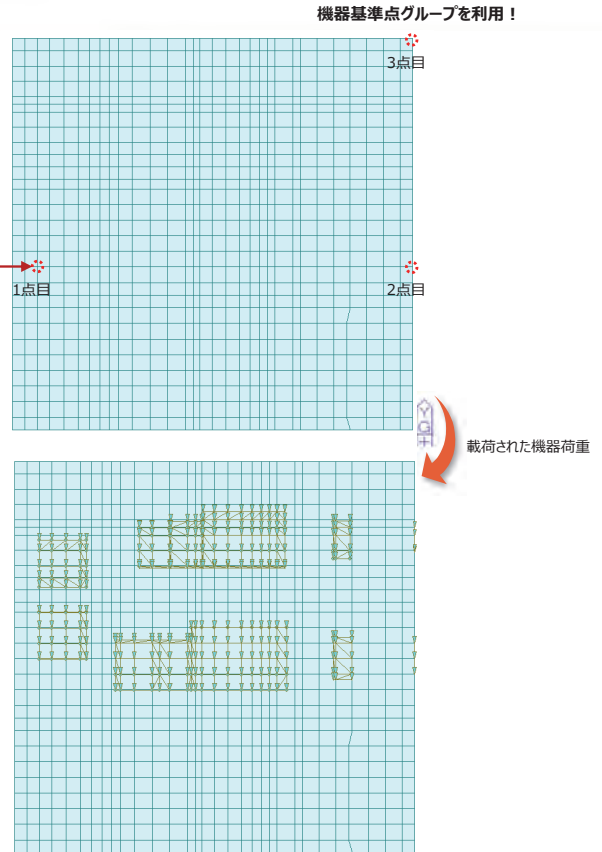
平面荷重のコピー

軸: x y z

距離: 0 m

(例: 5, 3, 4.5, 3005.0)

適用(A) 閉じる(C)



27 機器荷重の慣性力

- ### 手順
- ① メインメニュー[荷重] > [荷重タイプ/質量] > [荷重を質量に変換] クリック
 - ② 質量方向：“X,Y,Z”
 - ③ “変換する荷重の種類” 全て選択
 - ④ 荷重ケース：“機器荷重”
 - ⑤ [追加] ボタンをクリック
 - ⑥ [OK] ボタンをクリック
 - ⑦ メインメニュー[荷重] > [荷重タイプ/質量] > [物体力] クリック
 - ⑧ 荷重ケース名：“機器慣性力”
 - ⑨ 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“正面”ボタンをクリック
 - ⑩ “節点リスト”：右図を参照して頂版の節点を全て選択
 - ⑪ “荷重を質量に変換” にチェック
 - ⑫ 物体力の係数：“Y:0.32”
 - ⑬ [追加] ボタンをクリック

Civil 2015

表示 ウェアラート 節点/要素 材料/断面 境界条件 荷重 解析 結果 PC 動的増分 設計 評価 照会

静的荷重 地震荷重 沈下/その他 自重 物体力 要素 圧力荷重

温度荷重 施工段階 格子モデル解析 静点荷重 節点質量 動的増分 連続

移動荷重 水和熱 荷重テーブル 強制変位 荷重を質量に変換 風定型 平面荷重の指定

荷重タイプ 荷重ケース生成 荷重タイプ/質量 梁要素荷重 圧力荷重

荷重を質量に変換

質量方向

X Y Z

X,Y,Z

変換する荷重の種類

節点荷重

梁要素荷重

床荷重

圧力荷重 (静水圧)

重力加速度: 9.806 m/sec²

荷重ケース / 係数

荷重ケース: 機器荷重

増減係数: 1

追加

修正

削除

質量データを削除

OK キャンセル

物体力

荷重ケース名: 機器慣性力

物体力を与える節点

要素グループの使用

杭芯

節点リスト:

990no1917

置換する質量成分

節点質量

荷重を質量に変換

構造質量

格子質量

物体力の係数

X: 0

Y: 0.32

Z: 0

荷重ケース

荷重ケース	X	Y	Z
機器慣性力	0	0.32	0

オブレーション

追加(A) 修正(M) 削除(D)

閉じる(C)

*1 選択した節点群の中から質量が与えられている節点に対して慣性力が与えられます。

荷重条件

■ 静止土圧

(a) 土圧の基本式

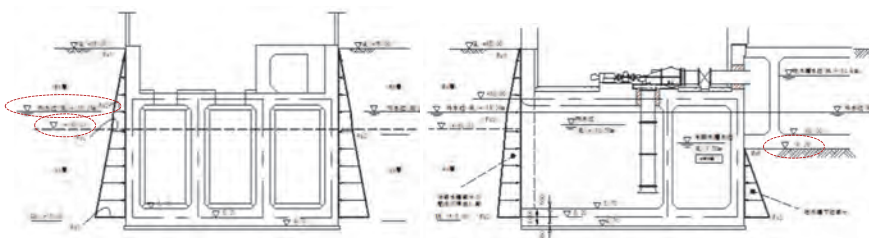
$$Pa = Kc \cdot (q + \gamma \cdot H)$$

ここで、Pa：常時の静止土圧強度(kN/m²)

Kc: 静止土圧係数 (=0.5)

q：地表面載荷荷重(kN/m²)

γ：土の単位体積重量(kN/m³)

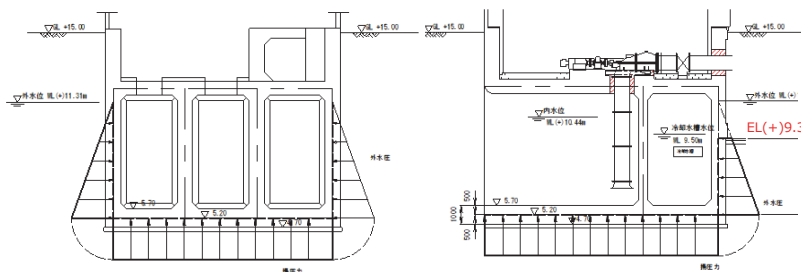


(b) 静止土圧

- 地表面(Ps1) : 0.0
- 地下水位(Ps2)_流水 : 0.5×(0.0+17.0×3.69) = 31.37 (kN/m²)
- 層変化(Ps2') : 31.37+0.5×(0.0+8.0×0.98) = 35.29 (kN/m²)
- 底板軸(Ps3) : 35.29+0.5×(0.0+7.8×5.13) = 55.30 (kN/m²)
- 地下水位(Ps2)_流水直角 : 0.5×(0.0+8.0×4.0) = 16.00 (kN/m²)

■ 地下水圧及び揚圧力

外水位(m)	11.31
底板EL(m)	5.2
水の単位体積重量(kN/m ³)	9.80
深さ(m)	6.11
外水圧(kN/m ²)	59.88
揚圧力(kN/m ²)	59.88

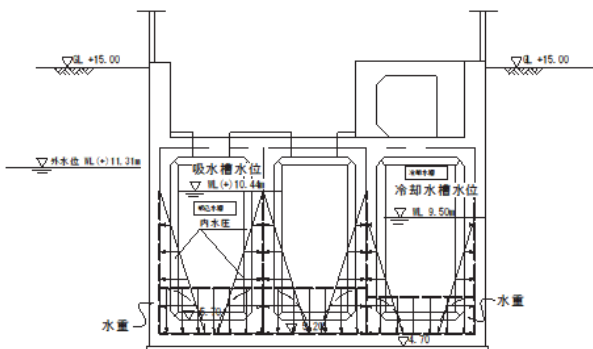


荷重条件

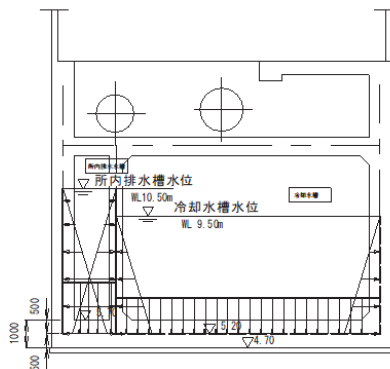
■ 内水圧及び水重

- ・ 内水重は内水位高×水の単位体積重量を底板に面分布荷重として与えます。
- ・ 内水圧は内水重を側壁に面分布荷重として与えます。
- ・ 中間隔壁に作用する内水圧は相殺されるため考慮しません。

载荷位置	内水位 (m)	底板EL (m)	深さ (m)	水の単位体積重量 (kN/m ³)	内水圧 (kN/m ²)	水重 (kN/m ²)
吸水水槽	10.44	5.20	5.24	9.80	51.35	51.35
冷却水槽	9.50	5.20	4.30	9.80	42.14	42.14
所内排水層	10.50	5.20	5.30	9.80	51.94	51.94



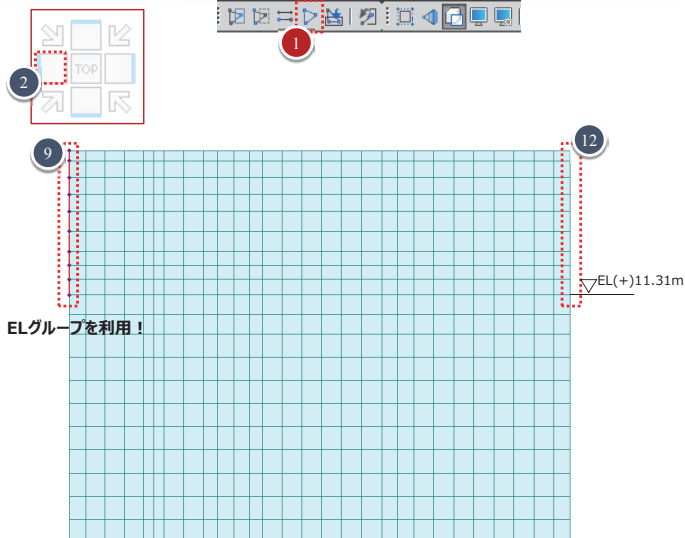
『内水槽・水重 (吸水槽 - 冷却水槽)』



『内水槽・水重 (所内排水槽 - 冷却水槽)』

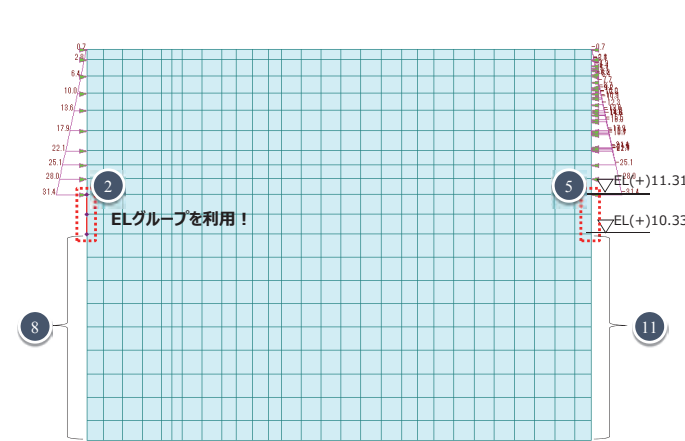
28 静止土圧の載荷-1

- 手順**
- アイコンパネルの“**全てアクティブ**”オン
 - 作業画面右上にある“視点変更”ボタンの“**左**”ボタンをクリック
 - メインメニュー[荷重]>[圧力荷重]>[静水圧]をクリック
 - 荷重ケース名：“**静止土圧**”
 - 荷重タイプ：“**線形荷重**”
 - 要素タイプ：“**板要素**”
 - 方向：“**ローカルz**”
 - 勾配の方向：“**グローバル(-Z)**”
参照レベル(H)：“**15**”
等圧力荷重(Po)：“**0**”
勾配荷重の傾き(g)：“**8.5**”
 - アイコンパネルの“**単一**”チェックし、右図を参照して、要素を選択
 - [適用] ボタンをクリック
 - 参照レベル(H)：“**15**”
等圧力荷重(Po)：“**0**”
勾配荷重の傾き(g)：“**-8.5**”
 - 右図を参照して、右壁の要素を選択
 - [適用] ボタンをクリック



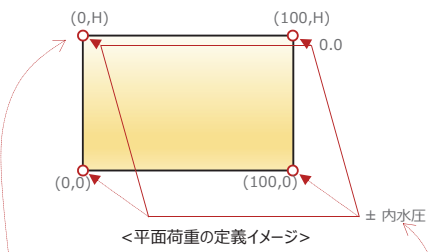
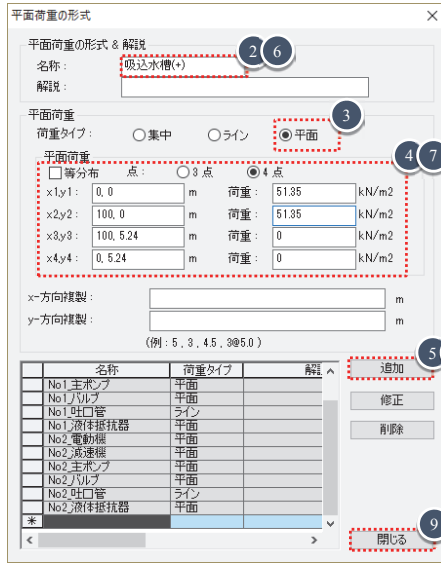
29 静止土圧の載荷-2

- 手順**
- 参照レベル(H)：“**11.31**”
等圧力荷重(Po)：“**31.4**”
勾配荷重の傾き(g)：“**4**”
 - 右図を参照して、要素を選択
 - [適用] ボタンをクリック
 - 等圧力荷重(Po)：“**-31.4**”
勾配荷重の傾き(g)：“**-4**”
 - 右図を参照して、右壁の要素を選択
 - [適用] ボタンをクリック
 - 参照レベル(H)：“**10.33**”
等圧力荷重(Po)：“**35.3**”
勾配荷重の傾き(g)：“**3.9**”
 - 右図を参照して、要素を選択
 - [適用] ボタンをクリック
 - 参照レベル(H)：“**10.33**”
等圧力荷重(Po)：“**-35.3**”
勾配荷重の傾き(g)：“**-3.9**”
 - 右図を参照して、要素を選択
 - [適用] ボタンをクリック



30 内水圧・水重の定義

- 手順**
- ① メインメニュー-[荷重] > [平面荷重の指定] > [平面荷重形式の設定] クリック
 - ② 名称：“吸込水槽(+)”
 - ③ 荷重タイプ：“平面”
 - ④ 平面荷重：“4点” チェックオン
 x1,y1：“0,0”、荷重：“51.35”
 x2,y2：“100,0”、荷重：“51.35”
 x3,y3：“100,5.24”、荷重：“0”
 x4,y3：“0,5.24”、荷重：“0”
 - ⑤ [追加] ボタンをクリック
 - ⑥ 名称：“吸込水槽(-)”
 - ⑦ 平面荷重：“4点” チェックオン
 x1,y1：“0,0”、荷重：“-51.35”
 x2,y2：“100,0”、荷重：“-51.35”
 x3,y3：“100,5.24”、荷重：“0”
 x4,y3：“0,5.24”、荷重：“0”
 - ⑧ [追加] ボタンをクリック
 - ⑨ [閉じる] ボタンをクリック
 残りの荷重は右表を参照してください。

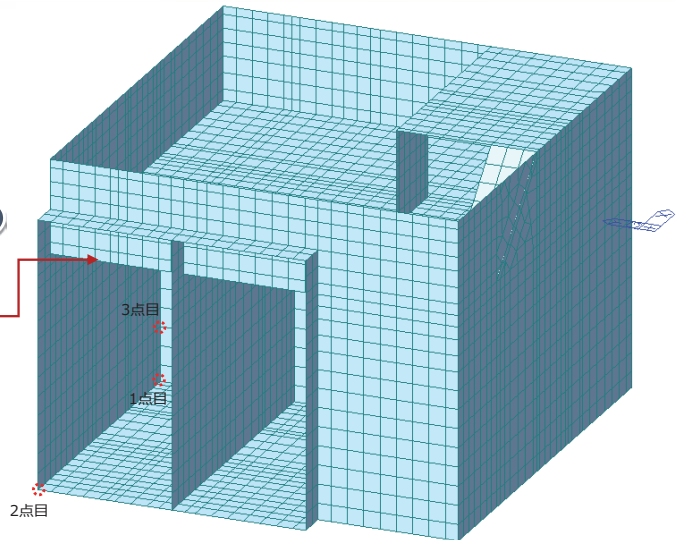
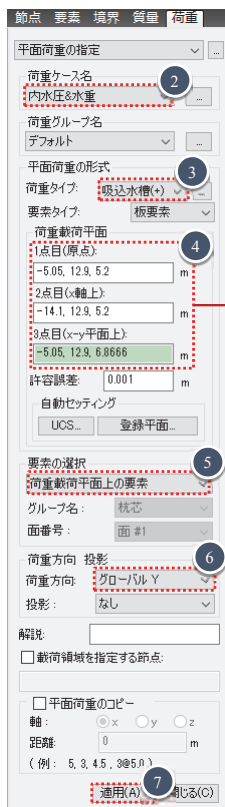


◇ 内水圧と水重

載荷位置	内水位 (m)	底版EL (m)	H (m)	水の単位体積重量 (kN/m³)	内水圧 (kN/m²)	水重 (kN/m²)
吸込水槽	10.44	5.20	5.24	9.80	51.35	51.35
冷却水槽	9.50	5.20	4.30	9.80	42.14	42.14
所内排水層	10.50	5.20	5.30	9.80	51.94	51.94

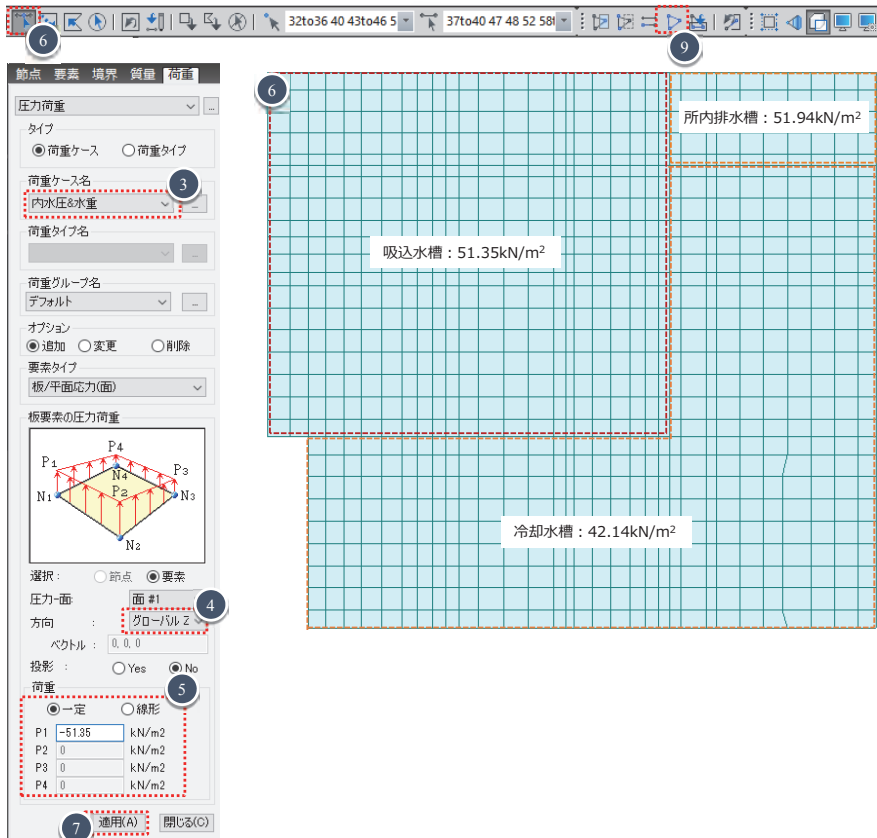
31 内水圧・水重の載荷-1

- 手順**
- ① メインメニュー-[荷重] > [平面荷重の指定] > [平面荷重の指定] クリック
 - ② 荷重ケース名：“内水圧&水重”
 - ③ 荷重タイプ：“吸込水槽(+)”
 - ④ 荷重載荷平面
 “1点目(原点)、2点目(x軸上)、3点目(x-y平面上)”：入力欄を一度クリックして緑色になったら、右図を参照して作業画面から該当の節点をクリック
 - ⑤ 要素選択：“荷重載荷平面上の要素”
 - ⑥ 荷重方向：“グローバルY”
 - ⑦ [適用] ボタンをクリック
 - ⑧ 本資料の13頁の“モデルの基本情報> 6. 内水圧及び水重”を参照して、残りの内水圧を載荷



32 内水圧・水重の载荷-2

- ### 手順
- ① ツリーメニュー-2の“構造グループ>底板”を右クリックし、“アクティブ”選択
 - ② メインメニュー[荷重]>[圧力荷重]>[圧力荷重の割当]をクリック
 - ③ 荷重ケース名：“内水圧&水重”
 - ④ 方向：“グローバルZ”
 - ⑤ 一定>P1：“-51.35”
 - ⑥ アイコンツリー-の“単一”チェックし、右図を参照し、吸入水槽内の要素を選択
 - ⑦ [適用] ボタンをクリック
 - ⑧ 残りの“所内排水層”、“冷却水槽”に対しても同様に载荷
 - ⑨ アイコンツリー-の“全てアクティブ”オン

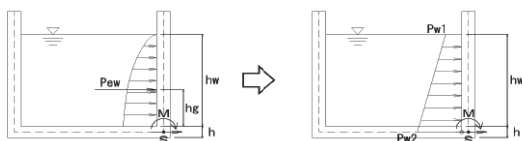


荷重条件

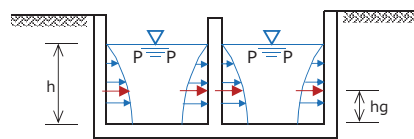
■ 地震時動水圧

(1) 動水圧の算定方法

：地震時の動水圧はウエスタガード法により、台形等分布荷重に変換します。



『動水圧の等分布荷重への置換概念図』



『壁状構造物に作用する動水圧』

$$P_{ew} = 7/12 \cdot kh \cdot \gamma_w \cdot b \cdot h^2$$

$$hg = 2h/5$$

ここで、 P_{ew} ：単位幅当たりの壁面(1面)に作用する動水圧(kN/m²)

kh ：水平震度 =1.0 にて算出し、荷重組合せの際に設計水平震度の値を組み合わせます。

γ_w ：水の単位体積重量(kN/m³) =9.8にして算出

b ：水槽幅(m) =1.0m 幅にて算出

h ：各壁面別の水位深さ(m)

表 - 台形分布形式に換算した動水圧

	吸入水槽	冷却水槽	所内排水層
内水位(m)	10.44	9.50	10.50
底板EL(m)		5.70	
H(m)	4.74	3.80	4.80
Pew(kN)	128.4	82.5	131.7
Hw1(kn/m ²)	10.8	8.7	11.0
Hw2(kn/m ²)	43.4	34.8	43.9

荷重条件

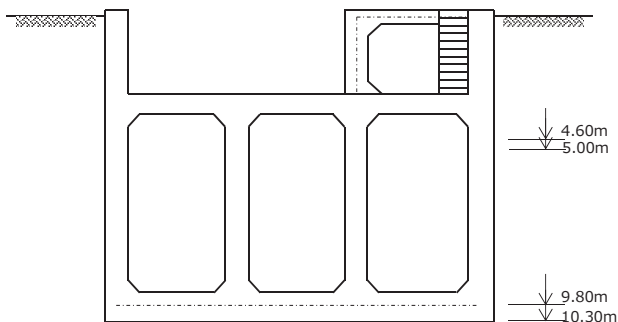
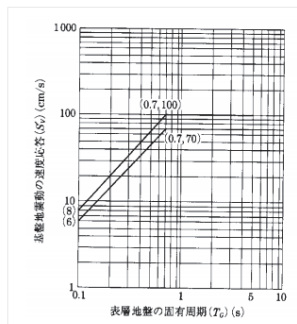
■ 応答変位法に用いる作用荷重

(1) 地盤の水平変位振幅

: 地盤の水平変位振幅は次式により求めます。

$$U_b(z) = \frac{2}{\pi} S_v T_G \cos \frac{\pi z}{2H}$$

- ここに、 $U_b(z)$: 地表面からの深さ z (m) における地盤の水平変位振幅 (m)
- z : 地表面からの深さ (m)
- S_v : 基盤地震動の速度応答スペクトル (m/s)
- T_G : 表層地盤の特性値 (s)
- H : 表層地盤の厚さ (m)



『躯体形状』

表 - 変位応答変位振幅

土層区分	z(m)	cos(nz/2H)	Uh(z)(m)
B	0.00	1.000	0.2128
	1.00	0.999	0.2126
	2.00	0.997	0.2121
	3.00	0.993	0.2113
	4.60	0.984	0.2093
Ac	5.00	0.981	0.2087
As	6.00	0.972	0.2069
	7.00	0.962	0.2048
	8.00	0.951	0.2024
	9.00	0.938	0.1996
	9.80	0.927	0.1972
	10.30	0.919	0.1956

荷重条件

(2) 地震時水平荷重

: 応答変位法における、地震時の水平方向の作用荷重を下表に示します。

$$P(z) = k_H \cdot [U(z) - U(z_B)] \dots \dots \dots (5, 6, 8)$$

- ここに、 $P(z)$: 深さ z での
- k_H : 単位面積当たりの地盤ばね定数 (kN/m³)
- $U(z)$: 深さ z の点における地盤の水平方向変位振幅 (m)
- $U(z_B)$: 深さ z_B (m) における地盤の水平方向変位振幅 (m)
- z_B : 地表面から躯体底面までの深さ (m)

表 - 変位応答変位振幅

土層区分	深度EL(m)	z(m)	地盤の相対変位 Uz(m)	地盤の相対変位 Uz-Uzb(m)	地震時水平荷重 P(z)(kN/m ²)
B	+5.0	9.8	0.2128	0.0172	97.7
	+0.4	5.2	0.2093	0.0137	78.0
Ac	+0.0	4.8	0.2087	0.0131	46.5
As	-1.0	3.8	0.2069	0.0113	214.2
	-4.8	0.0	0.1972	0.0016	30.5

(3) 地震時周面せん断力

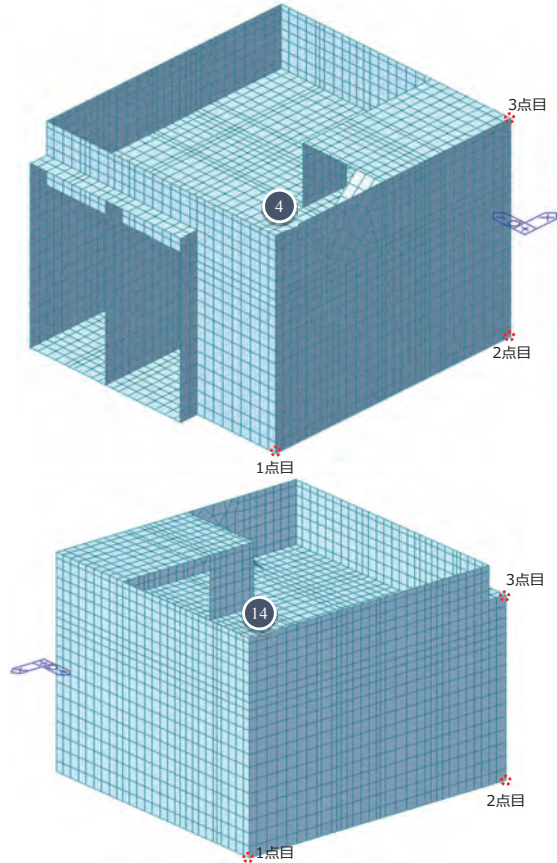
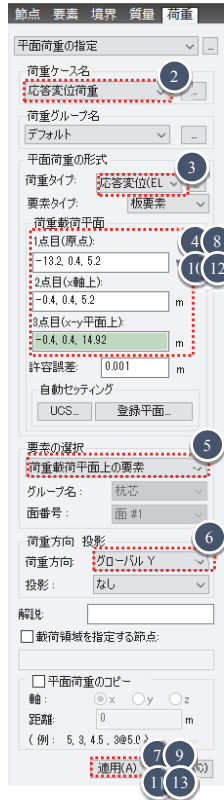
$$\tau_b = \frac{G_D}{\pi \cdot H} \cdot S_v \cdot T_G \cdot \sin \frac{\pi \cdot z_b}{2H}$$

$$\tau_s = \frac{\tau_b + \tau_b}{2}$$

- τ_b : 底版に作用する地震時周面せん断力 = 148.6 (kN/m²)
- τ_s : 側壁に作用する地震時周面せん断力 = 65.3 (kN/m²)

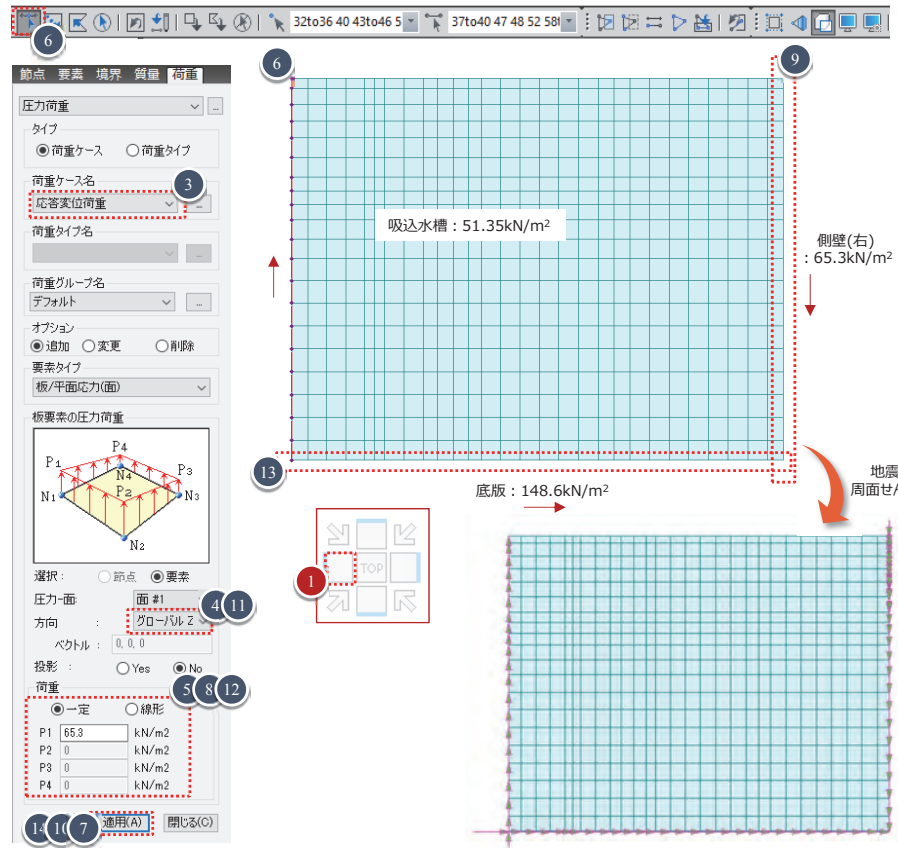
33 応答変位荷重の载荷-1

- 手順**
- ① メインメニュー[荷重] > [平面荷重の指定] > [平面荷重の指定] クリック
 - ② 荷重ケース名: “応答変位荷重”
 - ③ 荷重タイプ: “応答変位(EL+0.4)”
 - ④ 荷重載荷平面
“1点目(原点)、2点目(x軸上)、3点目(x-y平面上)” : 入力欄を一度クリックして緑色になったら、右図を参照して作業画面から該当の節点をクリック
 - ⑤ 要素選択: “荷重載荷平面上の要素”
 - ⑥ 荷重方向: “グローバルY”
 - ⑦ [適用] ボタンをクリック
 - ⑧ 荷重タイプ: “応答変位(EL+0.0)”
 - ⑨ [適用] ボタンをクリック
 - ⑩ 荷重タイプ: “応答変位(EL-1.0)”
 - ⑪ [適用] ボタンをクリック
 - ⑫ 荷重タイプ: “応答変位(EL-4.8)”
 - ⑬ [適用] ボタンをクリック
 - ⑭ 反対側の壁に対しても作業手順③~⑬を繰り返して適用



34 応答変位荷重の载荷-2

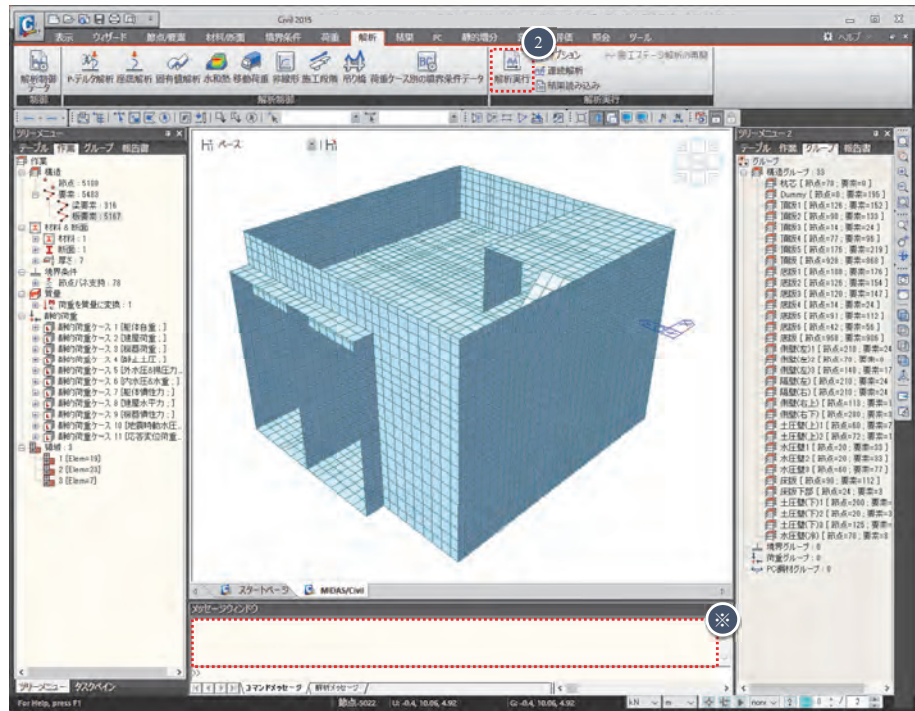
- 手順**
- ① “視点変更”ボタンの“左”をクリック
 - ② メインメニュー[荷重]>[圧力荷重]> [圧力荷重の割当] クリック
 - ③ 荷重ケース名: “応答変位荷重”
 - ④ 方向: “グローバルZ”
 - ⑤ 一定>P1: “65.3”
 - ⑥ アイコンツリー-の“単一”チェックし、右図を参照し、側壁(左)の要素を選択
 - ⑦ [適用] ボタンをクリック
 - ⑧ 一定>P1: “-65.3”
 - ⑨ 右図を参照し、側壁(右)の要素を選択
 - ⑩ [適用] ボタンをクリック
 - ⑪ 方向: “グローバルY”
 - ⑫ 一定>P1: “-148.6”
 - ⑬ 右図を参照し、側壁(右)の要素を選択
 - ⑭ [適用] ボタンをクリック



35 構造解析実行

手順

- 1 本資料の入っているフォルダから [Ansys.mcb] を開く
- 2 メインメニュー[解析] > [解析実行] > [解析実行]をクリック



- ◆ 構造解析実行中は画面中央に構造解析が実行されていることを知らせるダイアログボックスが表示されます。
- ◆ モデルビューの下の(図中の※)のメッセージウィンドウに要素剛性行列の構成と組合せ過程などのすべての解析過程が表示されます。
- ◆ 解析作業が完了すると、全ての解析所要時間がメッセージウィンドウに表示され、画面中央のウィンドウは閉じます。

36 反力確認

モデルの支点の反力を確認します。

手順

- 1 作業ウィンドウの“グループ>構造グループ” > “底版” を右クリックし、“アクティブ”を選択
- 2 アクティブをクリック (トグルオン)
- 3 “視点変更”ボタンの“TOP”をクリック
- 4 メインメニュー[結果] > [結果] > [反力] > [反力/モーメント]
- 5 荷重ケース/組合わせ: “CB: 地震時”
- 6 反力成分: “FY”
- 7 表示形式: “数値”、“凡例”^{*1}
- 8 [適用]をクリック
- 9 反力成分: “FZ”
- 10 [適用]をクリック

反力の確認結果

Y=883	Y=179.9	Y=180.0	Y=203.8	Y=213.7	Y=230.2	Y=246.2	Y=267.5
Y=187.7	Y=179.4	Y=189.5	Y=200.2	Y=213.1	Y=228.6	Y=245.9	Y=268.5
Y=170.3	Y=181.6	Y=190.9	Y=200.6	Y=213.0	Y=228.1	Y=245.2	Y=269.3
Y=175.5	Y=185.7	Y=193.1	Y=201.4	Y=212.5	Y=228.0	Y=244.2	Y=259.4
Y=183.3	Y=191.8	Y=195.8	Y=207.7	Y=211.3	Y=228.0	Y=244.2	Y=258.9
Y=195.8	Y=201.5	Y=199.4	Y=202.5	Y=210.4	Y=228.3	Y=241.4	Y=257.9
Y=215.4	Y=203.3	Y=209.7	Y=207.1	Y=217.4	Y=227.7	Y=238.5	Y=257.1
Y=204.1	Y=206.9	Y=205.5	Y=207.6	Y=216.8	Y=227.0	Y=238.5	Y=256.2
Y=227.9	Y=210.6	Y=207.1	Y=211.2	Y=219.4	Y=229.5	Y=241.4	Y=255.7

*1 表示形式の数値右側にある ボタンをクリックすると画面に出力される反力の桁数を調節することができます。赤色で表現された部分が最大反力が発生する支点です。

モデルの変形を確認します。

手順

- 1 全てアクティブをクリック(トグルオン)
- 2 単位系: "m → cm"
- 3 "視点変更"ボタンの"左"をクリック
- 4 メインメニュー[結果] > [結果] > [変形] > [変位等高線]
- 5 荷重ケース/組み合わせ: "CB:地震時"
- 6 成分: "DXYZ"*1
- 7 表示成分: "凡例"チェック
- 8 [適用]をクリック

*1 $DXYZ = \sqrt{DX^2 + DY^2 + DZ^2}$

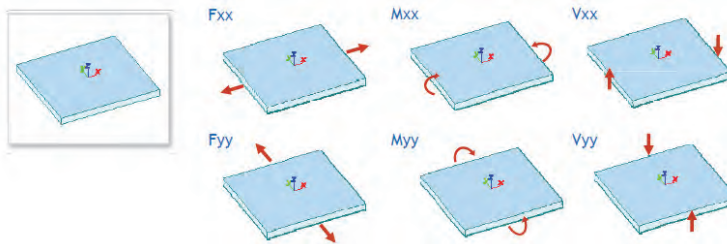
変形をコンター図で確認

解析の実行及び結果検討

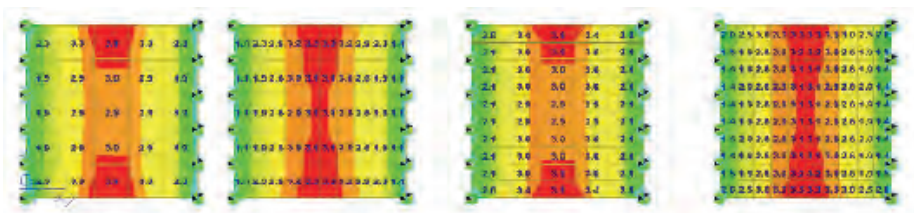
板要素の断面力成分

梁要素は部材の断面が決まっています要素毎に断面力を算定できますが、板要素はどの領域までを同じ断面と見なして断面力を算出するかが明確ではありません。したがって、板要素では断面力を単位幅(1m)を基準に算定します。板要素の単位長さ当たりの部材力Mxxは要素座標系x軸の単位長さ当たり曲げモーメントで、要素座標系x軸と平衡に鉄筋を配筋する際の断面力として使用することができます。

● 板要素の断面力成分





コンター図で出力される部材力は単位幅(1m)を基準に算定されたものであり、板要素の大きさを変えても同様の結果が出ます。

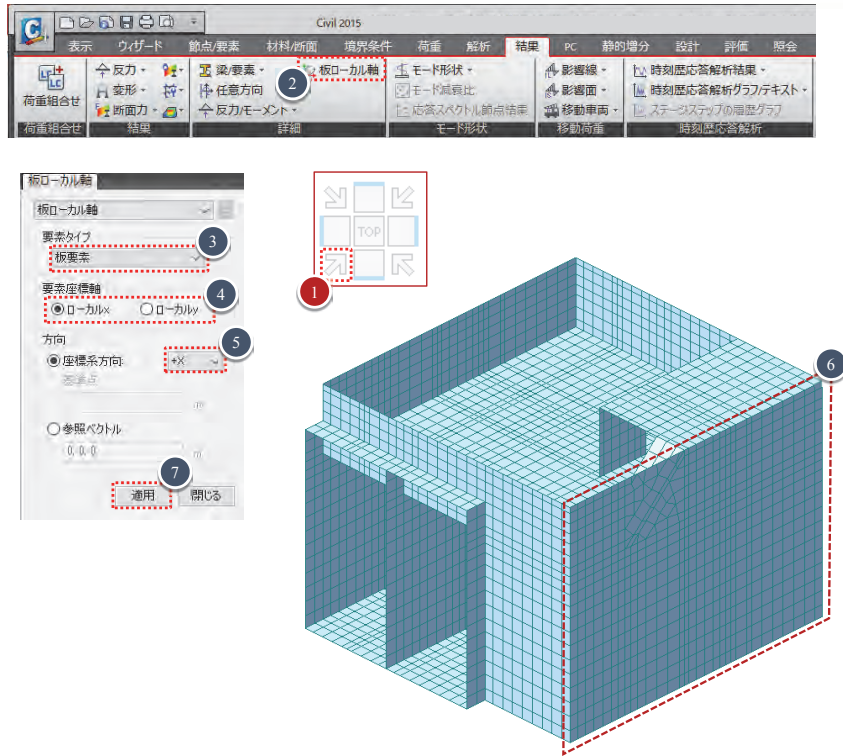


38 板要素の座標系変更

手順

- 1 “視点変更”ボタンの“”をクリック
- 2 メインメニュー[結果] > [詳細] > [板ローカル軸] をクリック
- 3 要素タイプ: “板要素”
- 4 要素座標軸: “ローカルx”
- 5 方向>座標系方向: “+X”
- 6 アイコンツールの“”チェックし、右図を参照しながら、右壁の要素を全て選択
- 7 [適用]をクリック

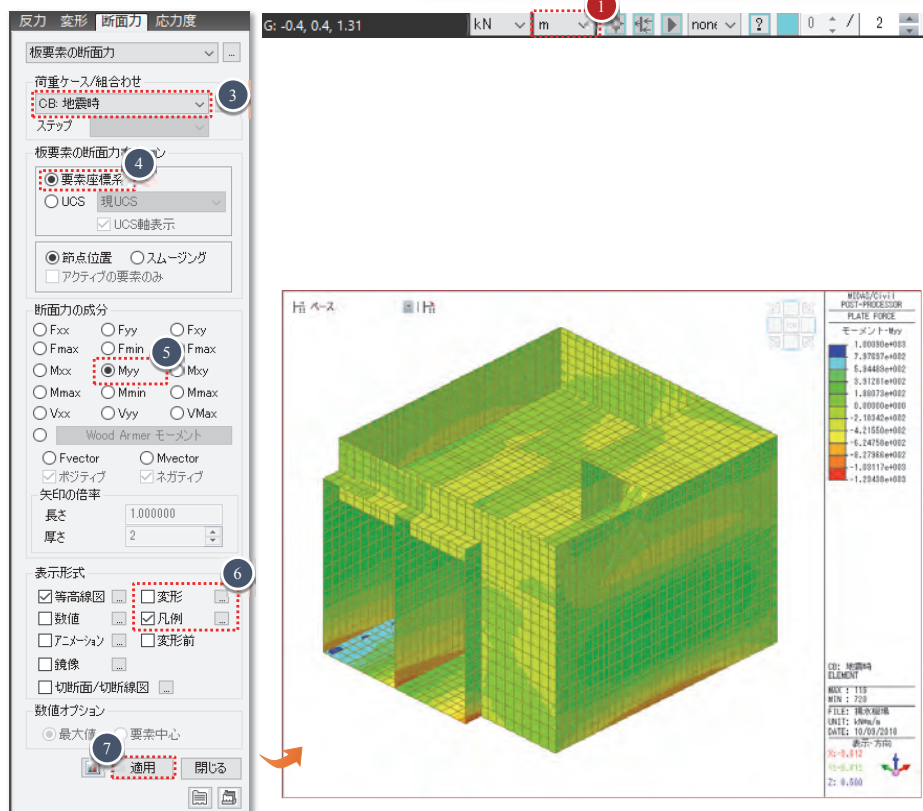
*1 要素座標系はアイコンツールの“ディスプレイ>要素>要素座標軸”をチェックして確認できます。壁や床版の要素座標系が配筋方向と平行になっていない箇所は“結果>詳細>板ローカル軸”を用いて要素座標系を修正します。



39 地震時の断面力の確認-1

手順

- 1 単位系: “cm → m”
- 2 メインメニュー[結果]>[結果] > [断面力▼] > [板要素の断面力]
- 3 荷重ケース/組み合わせ: “CB: 地震時”
- 4 “要素座標系” チェックオン
- 5 断面力の成分: “Myy”
- 6 表示形式: “変形” オフ, “凡例” オン
- 7 [適用] ボタンクリック



手順

1. メインメニュー-[結果]>[テーブル]>
[結果テーブル▼]>[板要素▶]
> [断面力(単位長さ)]
2. [なし] ボタンをクリック
3. 選択タイプ: “要素グループ”
“頂版1” 選択
4. [追加] ボタンをクリック
5. 荷重ケース/組合わせの選択: “地震時 (CB)”
6. 節点の選択: “中央”、“節点”
7. [OK] ボタンをクリック

要素	荷重	節点	Fxx (kN/m)	Fyy (kN/m)	Fxy (kN/m)	Fmax (kN/m)	Fmin (kN/m)	角度 (deg)	Mxx (kN/m/m)	Myy (kN/m/m)	Mxy (kN/m/m)
1061	地震時	中央	-39.008	390581	166.824	412.253	-100.681	69.712	-0.717	123.787	-9.753
1051	地震時	1101	-81.904	333.859	166.824	392.063	-145.008	70.797	28.390	181.227	-45.617
1051	地震時	983	-86.904	367.204	166.824	421.901	-141.601	71.847	-12.356	163.673	-5.548
1051	地震時	1055	8.885	367.204	166.824	432.847	-56.758	68.551	-30.962	65.201	-14.041
1051	地震時	1064	8.885	333.859	166.824	404.335	-61.481	67.127	12.061	85.048	-13.710
1052	地震時	中央	64.814	406.379	92.247	414.279	57.014	81.508	39.743	160.593	-19.363
1052	地震時	1105	57.797	419.410	92.247	426.807	50.400	81.341	43.331	132.938	-201.98
1052	地震時	1014	57.797	394.548	92.247	402.468	49.877	81.381	42.601	134.651	-18.466
1052	地震時	1065	71.831	394.548	92.247	402.796	63.583	81.029	34.972	124.790	-18.860
1052	地震時	1066	71.831	419.410	92.247	427.033	64.147	81.634	38.070	128.598	-20.532
1053	地震時	中央	79.948	461.892	-63.315	473.114	69.725	-80.828	36.975	160.460	-32.252
1053	地震時	1108	85.322	464.063	-63.315	474.357	75.018	-80.756	39.016	174.153	-34.236
1053	地震時	1018	85.322	469.730	-63.315	470.148	74.905	-80.657	40.645	181.940	-32.470
1053	地震時	1067	74.573	469.730	-63.315	469.872	64.432	-80.800	36.656	125.810	-30.192
1053	地震時	1068	74.573	464.063	-63.315	474.087	64.539	-80.895	31.674	119.939	-31.967
1054	地震時	中央	22.803	414.893	-118.045	447.589	-3.953	-74.473	32.920	127.081	-407.03
1054	地震時	1123	30.320	408.173	-118.045	440.172	-3.678	-75.933	36.292	161.261	-42.517
1054	地震時	1022	30.320	423.613	-118.045	456.323	-2.390	-74.512	36.278	155.809	-41.961
1054	地震時	1069	15.286	423.613	-118.045	455.283	-1.6383	-74.982	32.483	103.488	-38.762
1054	地震時	1070	15.286	406.173	-118.045	439.055	-1.7596	-74.434	26.628	97.766	-39.307
1055	地震時	中央	-42.654	227.835	-62.341	241.511	-65.360	-77.628	19.543	36.937	-41.838
1055	地震時	1027	-30.074	185.367	-62.341	202.656	-46.772	-75.005	22.925	121.584	-43.413
1055	地震時	1026	-30.074	269.703	-62.341	282.151	-42.521	-78.708	29.439	131.514	-44.546
1055	地震時	1071	-55.295	269.703	-62.341	281.251	-66.843	-79.506	22.474	74.944	-39.776
1055	地震時	1072	-55.295	185.367	-62.341	201.124	-70.482	-76.338	3.934	69.946	-38.643
1057	地震時	中央	37.974	327.140	132.328	392.300	-60.038	70.079	22.414	138.976	-9.617



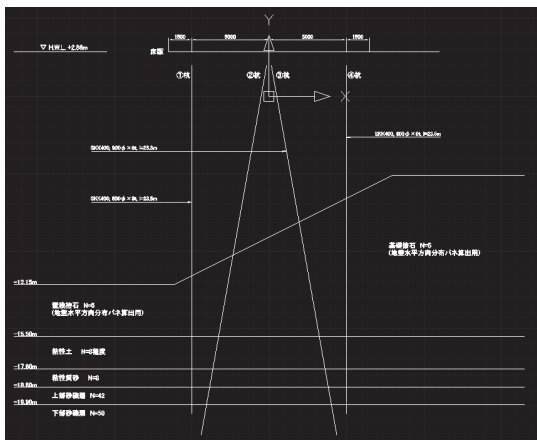
*1 配筋計画に基づいてグループ化した要素別の断面力結果を取り出します。
*2 結果テーブルの値はコピーしてEXCELへ貼り付けることができます。

Applications

01. 港湾分野(棧橋の耐震照査)
02. ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析
03. 橋梁施工時の安全性検討
04. 地中構造物の耐震解析

活用例① - 港湾分野(栈橋の耐震照査)

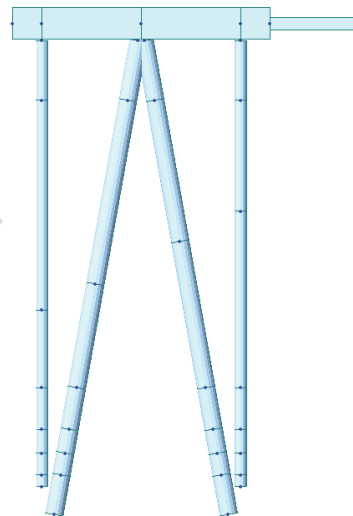
1. CADデータの活用



『 CADデータ 』



『 読み込みダイアログ 』

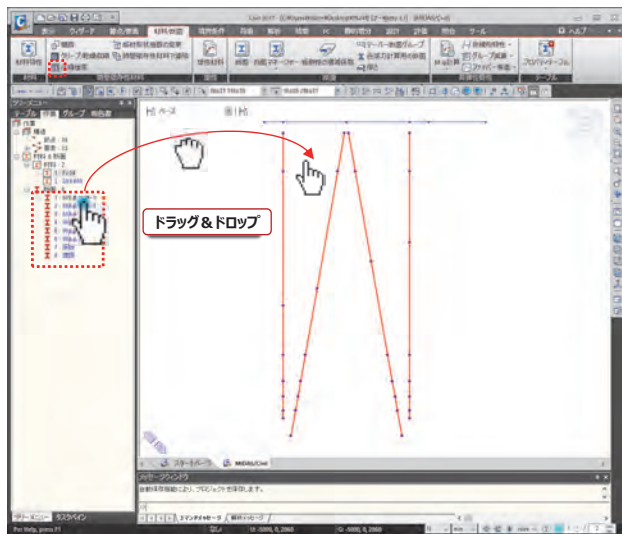


『 読み込んだ形状-梁要素 』

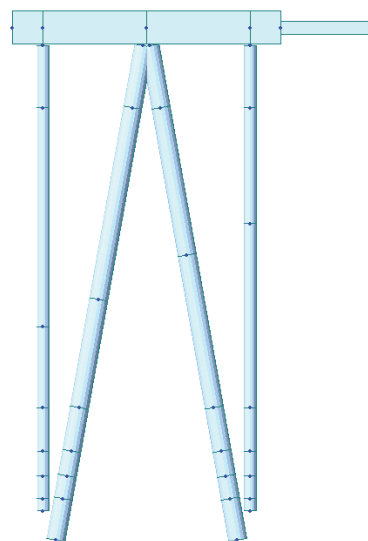
- DXFのラインデータの読み込み：読み込むレイヤを選択
- CADの線が自動的に梁要素に置換
 - ✓ 梁要素の材料、断面を指定
- 要素の配置や形状のスケールも可能

活用例① - 港湾分野(栈橋の耐震照査)

2. ドラッグ&ドロップによるデータ変更



『 断面データをドラッグ&ドロップによって部材に割当る 』



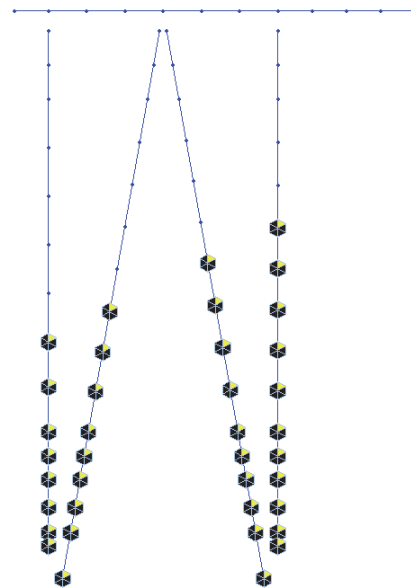
- 作業ツリー上のデータを作業画面で選択した節点・要素にドラッグ&ドロップするだけで適用・変更
 - ✓ 要素タイプの変更：例) 梁要素→トラス要素
 - ✓ 材料、断面の割当・変更
 - ✓ 境界条件の変更：支持条件、部材の結合条件 など

活用例① - 港湾分野(棧橋の耐震照査)

3. 面分布支持バネ



『斜杭直角方向の設定』

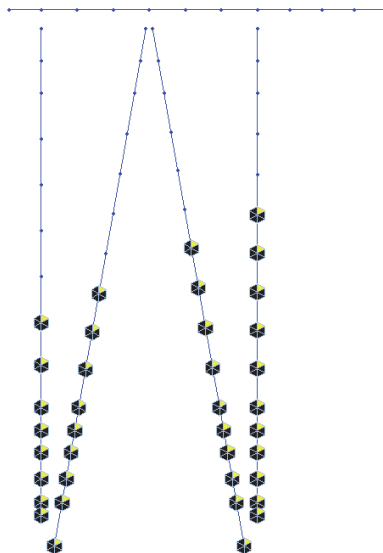
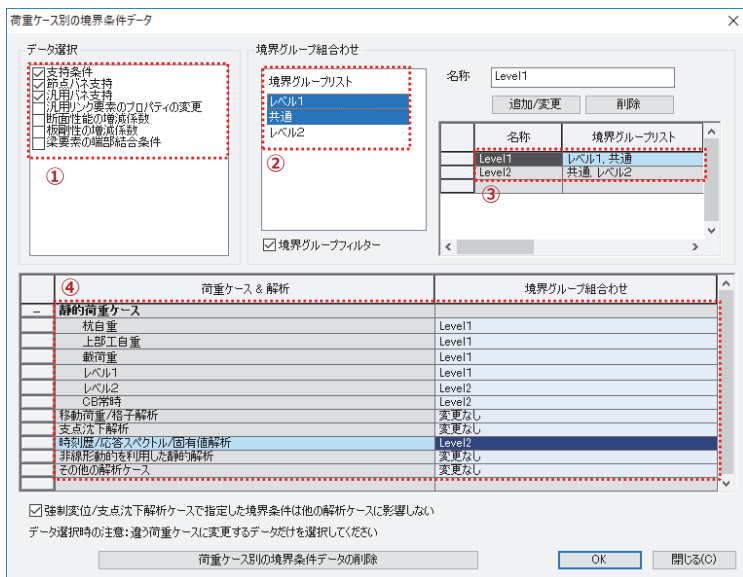


『面分布地盤バネの設定』

- 斜杭の部材軸に沿った節点座標系の設定
 - ✓ 斜杭の2点を画面でクリックするだけで、斜杭の部材軸と直角方向の座標系を簡単設定
- 地盤反力係数と部材幅の指定による地盤バネの設定
 - ✓ 斜杭の各節点が負担する要素長さを自動計算してバネ剛性を自動計算

活用例① - 港湾分野(棧橋の耐震照査)

4. 荷重ケース別の境界条件



Level 1 : 線形バネ
Level 2 : 非線形バネ

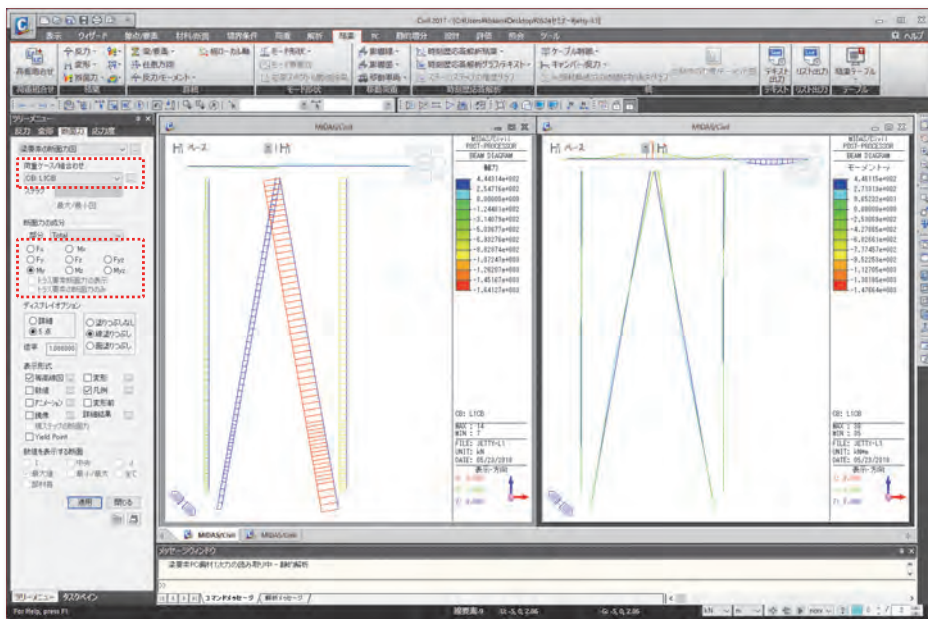
- ① 荷重条件別に変更する境界条件タイプを指定
- ② 荷重条件別に変更する境界グループを指定
- ③ “②” で指定した複数の境界グループを組み合わせる
- ④ 荷重ケースに境界グループ組合せを適用 : 境界条件を変更したい荷重ケースで選択して、“境界グループ組合せ”で境界グループを指定

活用例① - 港湾分野(栈橋の耐震照査)

5. マルチウィンドウによる複数結果の確認

荷重ケース指定

結果成分指定



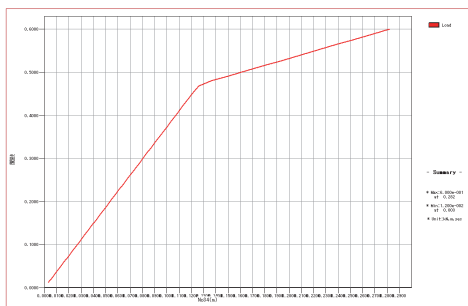
- 作業画面を分割表示して、異なる結果成分の比較検討が可能
 - ✓ 異なる結果成分 (例：抗軸力と曲げモーメント) の比較表示
- 作業画面を分割表示して、各荷重による影響を比較分析
 - ✓ ウィンドウ毎に異なる荷重ケースを指定して各荷重による影響を比較表示

活用例① - 港湾分野(栈橋の耐震照査)

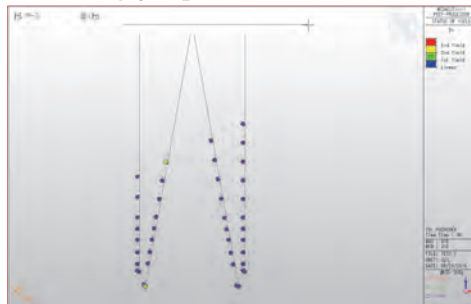
6. 一つのデータで線形と非線形の解析を実行



『増分解析』



『プッシュオーバー解析による水平力-水平変位結果』

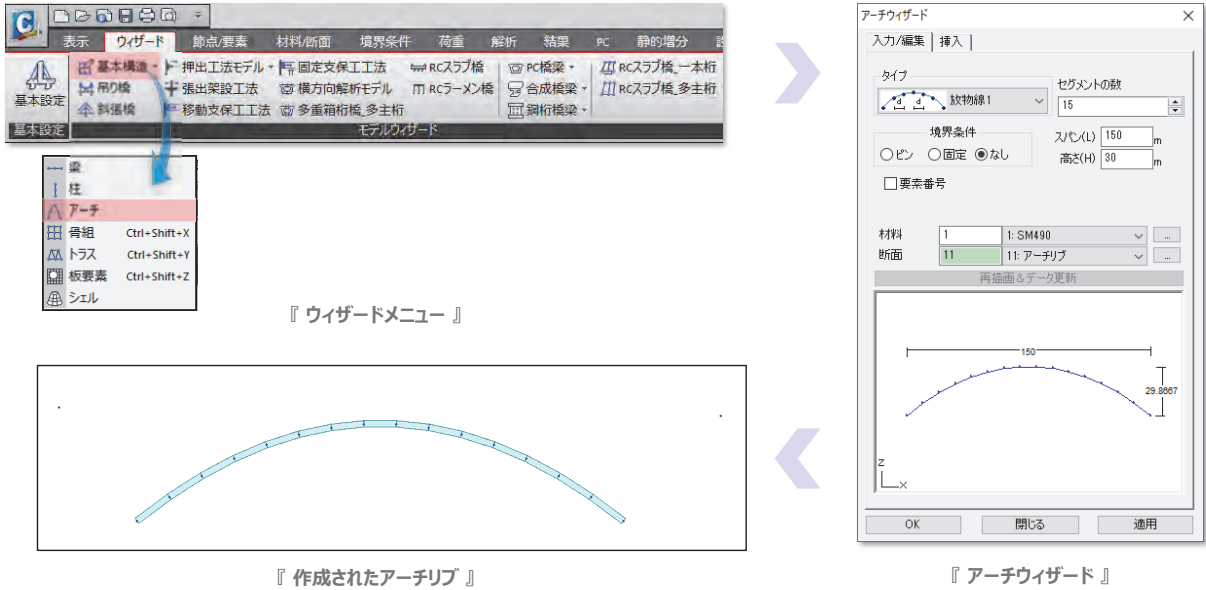


『地盤バネの降伏状態の表示』

- 1つのデータで線形解析や非線形解析などの複数の検討が可能
 - ✓ レベル1地震動に対する部材応力の検討
 - ✓ レベル2地震動に対する部材耐力の検討
- 構造全体の荷重-変位関係、部材の損傷状態の確認

活用例② - ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析

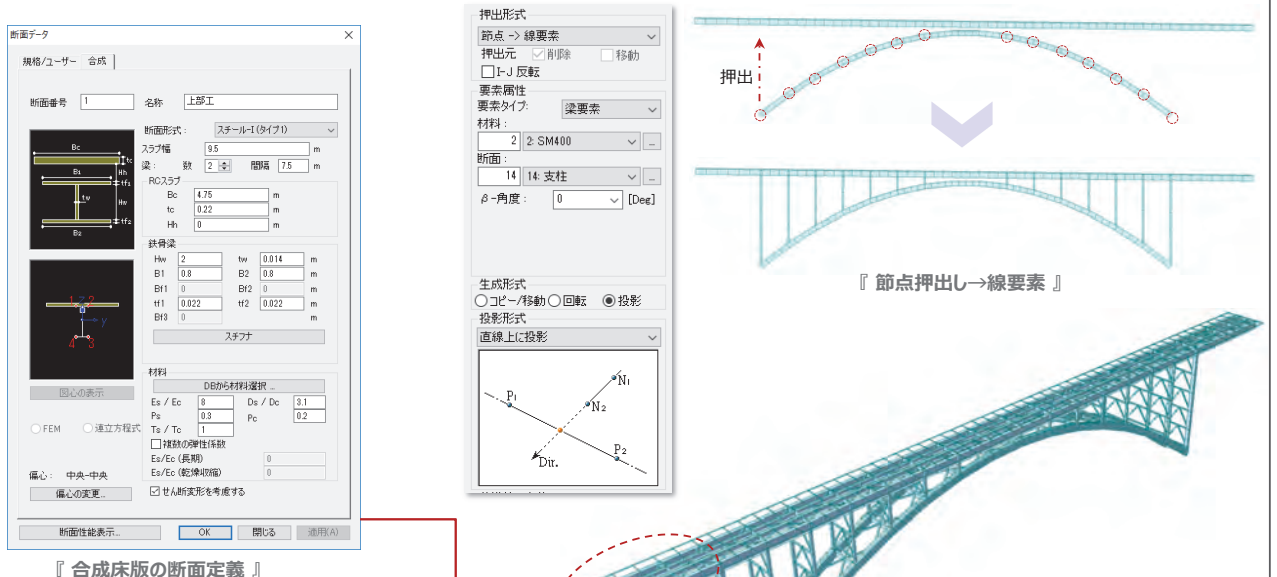
1. ウィザードを利用したアーチリブ作成



- ウィザードを利用して定型の構造形式を簡単作成
 - ✓ 基本構造：梁、柱、**アーチ**、骨組、トラスなど
 - ✓ 架設工法形式：押し出し、張出し、移動支保工、固定支保工
 - ✓ 構造形式：RC橋(多重箱桁橋、RCスラブ橋、RCラーメン橋)、PC橋、合成橋など

活用例② - ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析

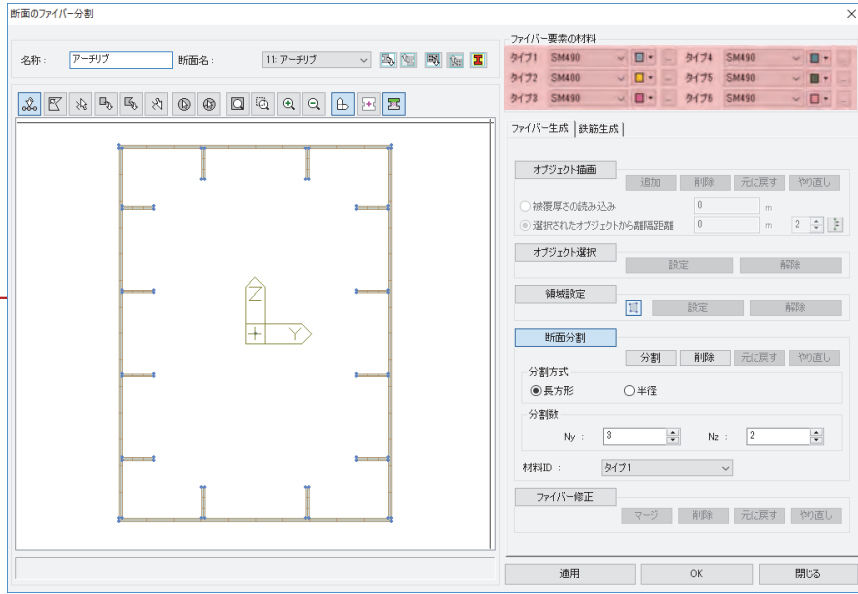
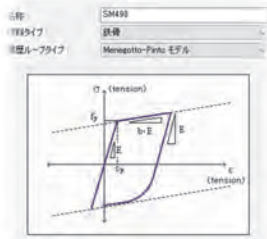
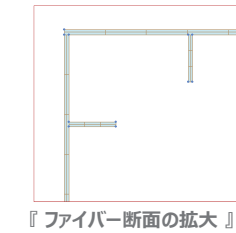
2. 多様なモデリング機能



- 多様なモデリング機能を利用して複雑な3次元橋梁を簡単に作成
 - ✓ 多様な断面タイプ：規格断面、**合成断面**、PC断面、テーバー断面など
 - ✓ 押し出し：**節点→線要素**、線要素→面要素、面要素→ソリッド要素
 - ✓ コピー：2次元フレームを奥行方向へコピー、対称コピー

活用例② - ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析

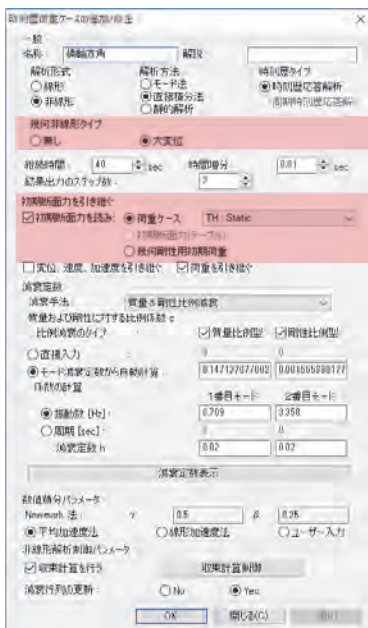
3. 断面のファイバー定義



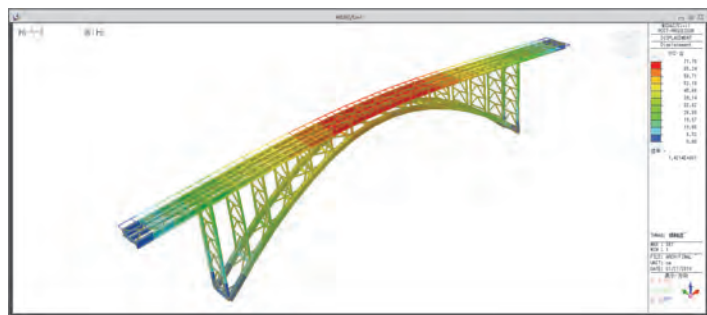
- 多様なファイバー材料の提供：一つの断面で6種類の材料が使用できる
 - ✓ コンクリート：道路橋示方書、コンクリート標準示方書、NEXCO中日本など
 - ✓ 鉄骨・鉄筋：修正Menegotto-pinto、バリリニア、トリリニアなど
- 領域設定によって分割粗さを変えて断面分割：応力集中のところは細かく、そうでないところは荒く分割可能

活用例② - ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析

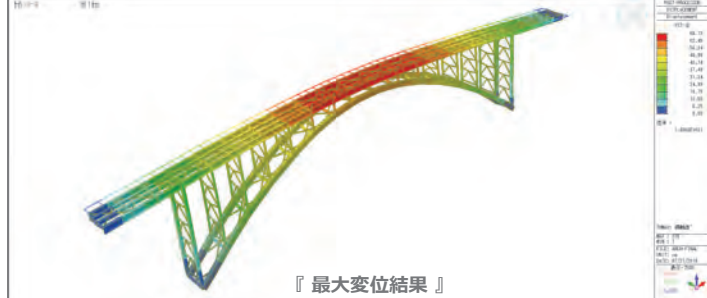
4. 大変形を考慮した耐震解析



大変形考慮あり
：変形や断面力
5-20%増大



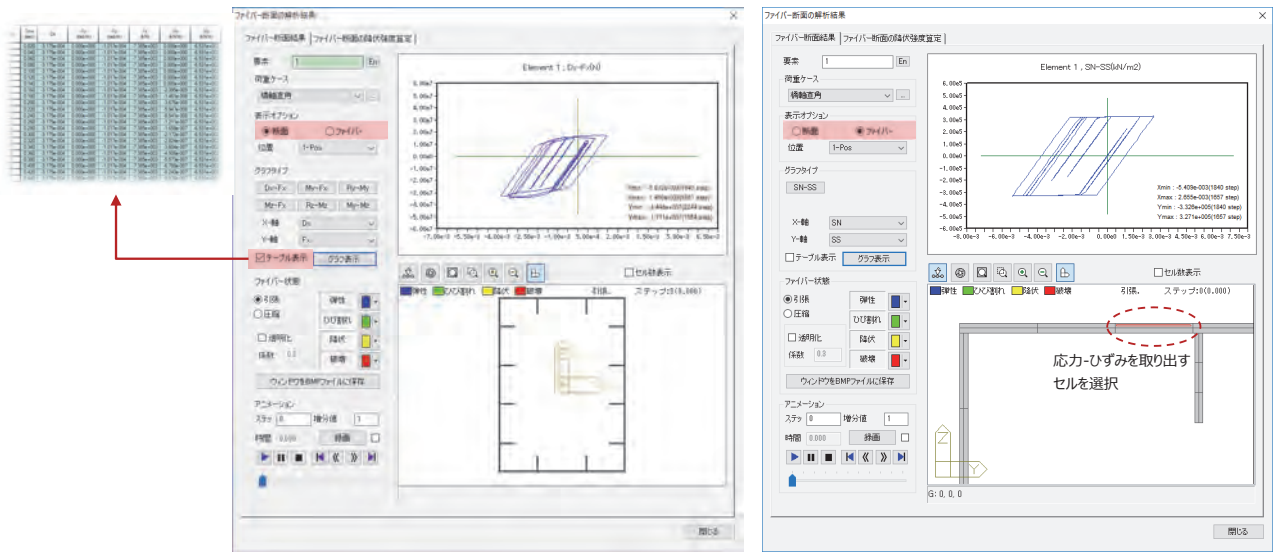
大変形考慮なし



- **大変形の考慮**：オプションのチェックだけで簡単考慮
 - ✓ 軸力変動による幾何剛性を考慮
- 大変形を考慮する場合と考慮しない場合の比較検討
 - ✓ 時刻歴荷重ケースを別々に設定して、一つのファイルで比較検討

活用例② - ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析

5. ファイバー断面の応力・断面力履歴の確認



『断面力の履歴結果』

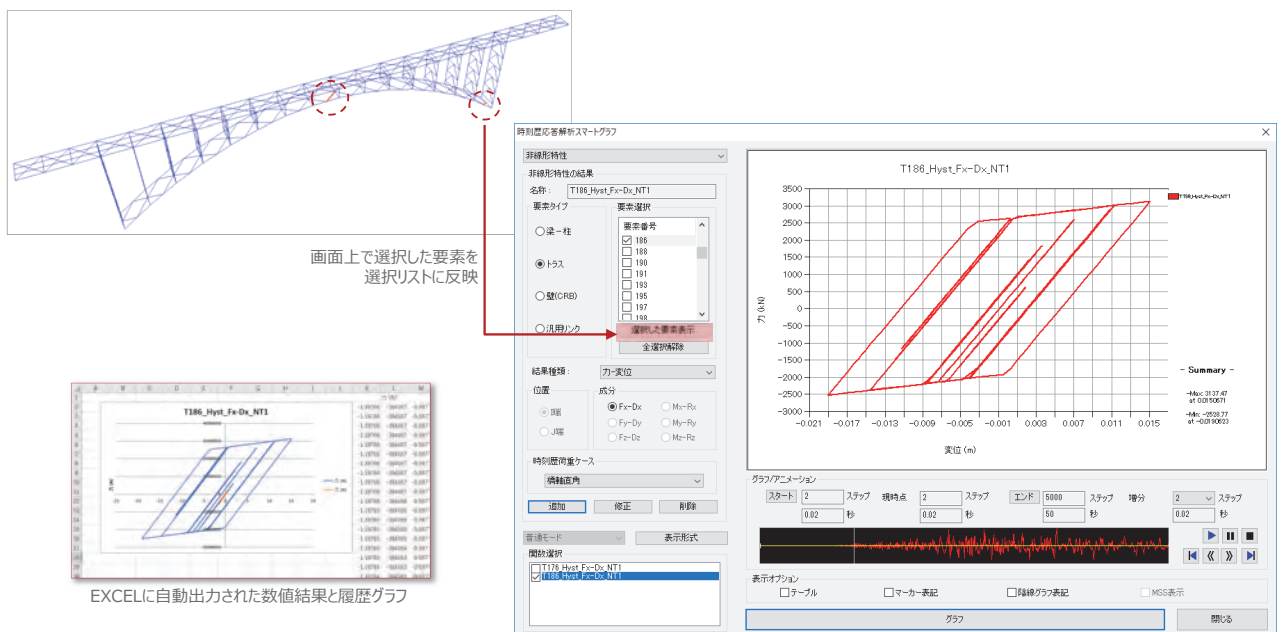
『セルの応力履歴結果』

- 断面全体の断面力履歴を確認
 - ✓ 軸力、曲げモーメントなど断面の合力である断面力を確認。**軸力と軸ひずみの数値結果を出力して、ひずみ照査に利用**
- 断面内の各ファイバー・セルの応力履歴を確認
 - ✓ セル毎の応力-ひずみ関係を確認

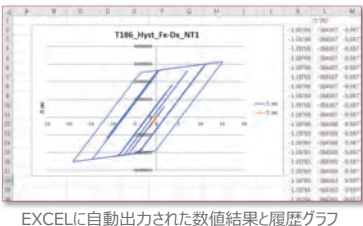
$$\frac{\epsilon_x}{\epsilon_y} = \frac{0.8(1 - N/N_y)^{0.94}}{(R_f \cdot \lambda_s)^{0.18} - 0.168} + 2.78(1 - N/N_y)^{0.68} \leq 20.0$$

活用例② - ファイバーを利用した鋼アーチ橋の耐震解析

6. スマートグラフを利用した時刻歴・履歴結果の確認



画面上で選択した要素を選択リストに反映



EXCELに自動出力された数値結果と履歴グラフ

- スマートグラフ機能を利用して非線形部材(M-φ)の履歴や時刻歴結果を簡単に確認
 - ✓ 選択方法：①作業画面から該当の要素をクリック、②要素番号で指定
 - ✓ 履歴結果をアニメーション表示
 - ✓ グラフ結果をEXCELに書き出す

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

1. 桁橋の多様なモデリング

The screenshot shows the midas Civil software interface with a menu on the left listing elements like 梁 (Beam), 柱 (Column), アーチ (Arch), 骨組 (Frame), トラス (Truss), 板要素 (Plate Element), and シェル (Shell). The main window displays a toolbar with various modeling wizards such as 架設工法 (Construction Method), 押し出し (Push-out), 張出 (Cantilever), 移動 (Moving), and 固定 (Fixed). On the right, there are buttons for 横方向解析モデル (Cross-section analysis model), RCスラブ橋 (RC Slab Bridge), and RCラーメン橋 (RC Frame Bridge). Below the toolbar, there are buttons for 架設工法 (Construction Method), 押し出し架設工法 (Push-out construction method), 張出架設工法 (Cantilever construction method), 移動支保工法 (Moving support construction method), and 固定支保工法 (Fixed support construction method). On the right side, there are buttons for PC桁橋 (PC Girder Bridge) and RCスラブ橋 (一本桁・多主桁モデル) (RC Slab Bridge (One-girder/Multi-girder model)). The background shows 3D models of a truss bridge and a suspension bridge, and a 3D model of a bridge deck with a stress distribution heatmap.

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

1. 桁橋の多様なモデリング

The diagrams illustrate three modeling methods for bridge girders:

- ① 格子梁モデル (Grid beam model): Shows a 3D model of a grid beam structure.
- ② シェル+梁モデル (Shell + beam model): Shows a 3D model of a shell structure supported by beams.
- ③ シェルモデル (Shell model): Shows a 3D model of a shell structure.

→ 格子梁と3次元シェル要素との組み合わせでモデル化：格子梁モデル、シェル+梁モデル、シェルモデル

→ 合成梁断面
✓ 施工段階用の合成断面

→ テーパー断面

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

1. 桁橋の多様なモデリング

『合力分布図』

Visual Beam	Load	Part	Axial (kgf)	Shear-Y (kgf)	Shear-Z (kgf)	Torsion (kgf/m)	Moment-Y (kgf/m)	Moment-Z (kgf/m)
2	SW of Girders	I	501.74	-245.82	-2219.74	14.80	2636.95	-243.32
2	SW of Girders	J	591.79	-245.82	-1879.91	22.75	5138.62	59.03
2	Wind	I	110.83	-188.07	-2874.51	-22.85	-88.46	-147.15
2	Wind	J	150.85	-188.07	-2222.68	-14.70	2837.74	95.71
2	Seasonal Temp	I	150.85	-188.07	-2574.51	-22.85	-88.46	-147.15
2	Seasonal Temp	J	100.65	-188.07	-2225.68	-14.70	2837.74	95.71
2	SPV (max)	I	1984.27	438.19	2968.28	237.18	19183.30	882.73
2	SPV (max)	J	1984.27	438.19	2955.28	237.18	20077.39	1286.91
2	SPV (min)	I	1936.69	-1247.51	-5770.18	-1250.31	10014.60	-859.83
2	SPV (min)	J	1936.69	-1247.51	-5770.18	-1250.31	10014.60	-859.83
2	SPV (max)	I	1936.69	1247.51	-5770.18	-1250.31	20682.70	1325.91
2	SPV (max)	J	1936.69	1247.51	-5770.18	-1250.31	20682.70	1325.91
2	SPV (min)	I	2814.98	582.31	3484.20	454.63	15118.86	588.75
2	SPV (min)	J	2814.98	582.31	3484.20	454.63	15118.86	588.75
2	STL ENV_STM(max)	I	3419.88	767.81	4529.65	580.63	17680.80	1159.76
2	STL ENV_STM(max)	J	3419.88	767.81	4529.65	580.63	18636.20	2194.91
2	STL ENV_STM(min)	I	3389.74	-1163.13	-15347.80	-2291.71	17024.80	-1561.28
2	STL ENV_STM(min)	J	3389.74	-1163.13	-15347.80	-2291.71	17024.80	-1561.28
2	STL ENV_STM(max)	I	3419.88	-2292.61	3564.79	-2291.71	17680.80	-4517.77
2	STL ENV_STM(max)	J	3419.88	-2292.61	3564.79	-2291.71	18636.20	-2284.01

『合力テーブル』

- **格子梁と3次元モデルの両方でモデル化**：板要素や梁要素からなる合成断面の合力(Fx, FY, Fzを、MX, Mz)をテーブルと断面力図で表示
- 合成梁断面
 - ✓ 施工段階用の合成断面
- テーパー断面

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

1. 桁橋の多様なモデリング

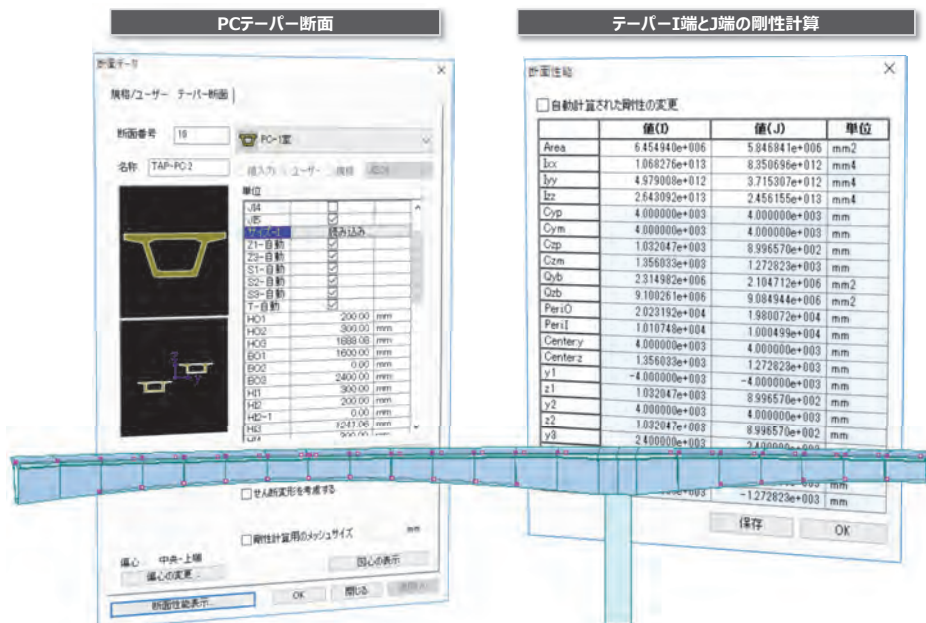
合成 I-桁

施工段階解析用の合成断面

- 格子梁と3次元モデルの両方でモデル化
- **合成梁断面**：合成断面の定義
 - ✓ **施工段階用の合成断面**：主桁と床版が合成されるステージを定義、合成断面プロパティで定義した剛性が使用される
- テーパー断面

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

1. 桁橋の多様なモデリング

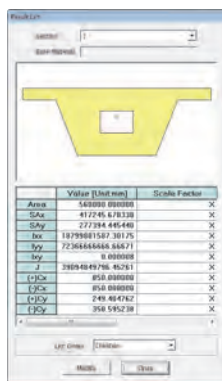
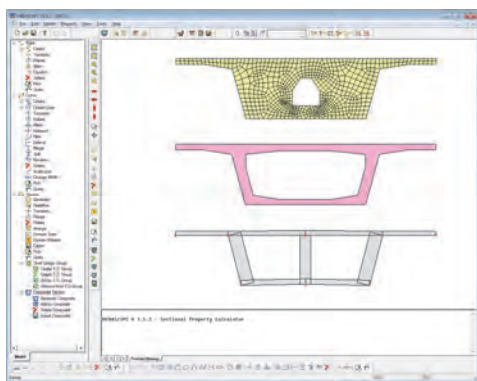


- 格子梁と3次元モデルの両方でモデル化可能
- 合成梁断面
 - ✓ 施工段階用の合成断面
- **テーパ-断面** : テーパ-付きの合成断面を定義

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

1. 桁橋の多様なモデリング

■ 任意形状の断面定義

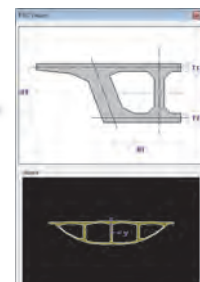
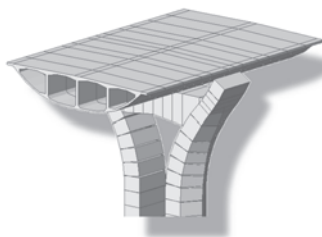
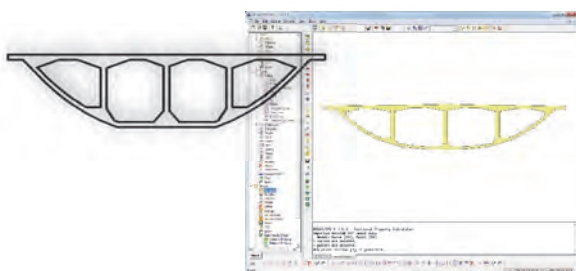


任意断面の断面特性を自動計算

既存CADで任意形状断面を作成

SPCでCADファイルを読み込む

断面形状や剛性の読み込み



活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

2. ウィザードを利用した架設データの作成

橋梁形状

テーパ断面

PC鋼材

材料 & 橋脚断面

橋梁形状 & セグメント分割数

各セグメントの施工期間

部材の初期材齢

→ 架設工法ウィザード

- ✓ 張出し架設工法(FCM) : ウィザード上で橋梁形状や施工段階、PCケーブル配置や損失条件などが定義可能
- ✓ 押し出し工法(ILM)
- ✓ 固定支保工式架設工法(FSM)、移動支保工式架設工法(MSS)

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

2. ウィザードを利用した架設データの作成

橋梁形状

床版内PC鋼材

ウェブ内PC鋼材

材料 & 橋脚断面

橋梁形状 & セグメント分割数

各セグメントの施工期間

部材の初期材齢

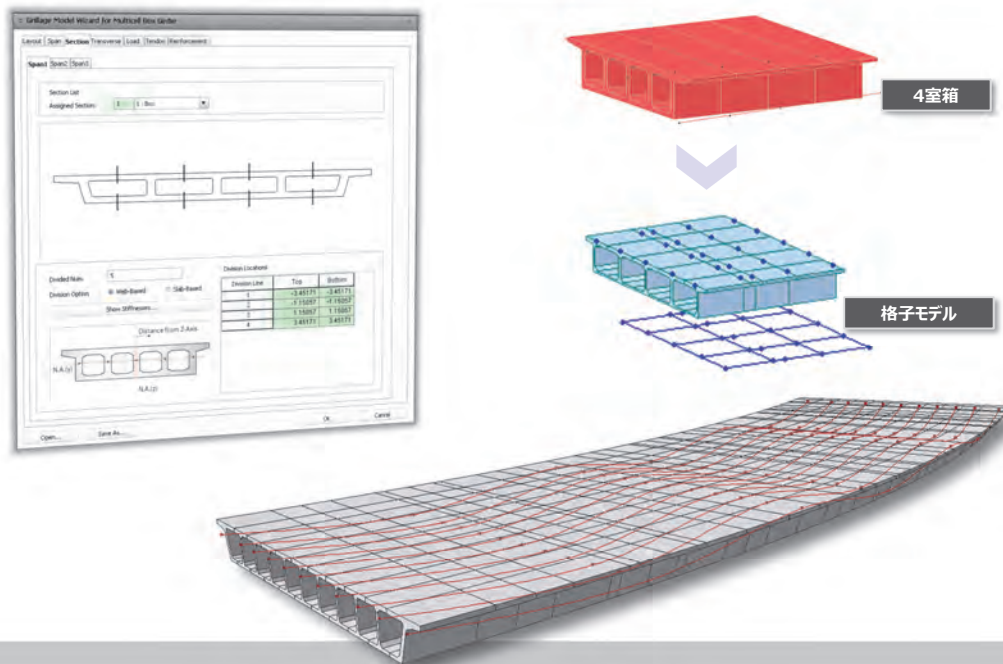
→ 架設工法ウィザード

- ✓ 張出し架設工法(FCM)
- ✓ 押し出し工法(ILM) : ウィザード上で橋梁形状や施工段階、PCケーブル配置や損失条件などが定義可能
- ✓ 固定支保工式架設工法(FSM)、移動支保工式架設工法(MSS)

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討



2. ウィザードを利用した架設データの作成

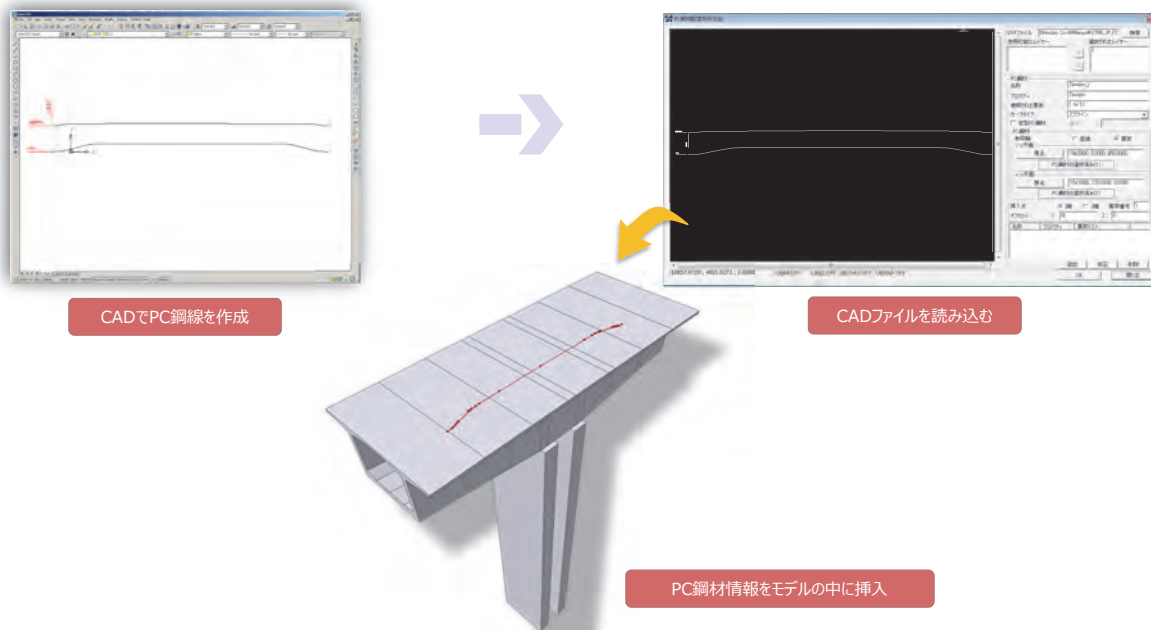


- 架設工法ウィザード
- 多重箱桁橋の格子モデルウィザード
 - ✓ 格子モデルの生成 : 多重箱桁橋を格子梁モデルに変換
 - ✓ 移動荷重解析 : ウィザードで死荷重や活荷重も定義

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討



2. ウィザードを利用した架設データの作成



- 架設工法ウィザード
- 多重箱桁橋の格子モデルウィザード
- 横方向解析モデルの生成
- CADデータを利用したPC鋼材生成 : dxfデータを利用して複雑なPCケーブルの形状や配置を簡単に配置

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

3. 架設工法の施工検討

The screenshot displays the 'Result (Tendon Loss (Tendon Group))' window. The table below shows the calculated tendon loss for various PC steel materials across different stages.

要素	位置	応力 (即時張力後) A (N/mm ²)	弾性変形損失量 B (N/mm ²)	比 (A+B)/A	リリーブ/総繰取損失量 (N/mm ²)	リリーブ/弾性損失量 (N/mm ²)	応力(最終張力後) / 応力(即時張力後)	有効本数
PC鋼材グループ (PSTG-P1-01) の損失量 (ステージ [CS8])								
PC鋼材グループ	PSTG-P1-01	ステージ	CS8	適用				
PC鋼材の座標		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PC鋼材の伸張量		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PC鋼材の配置		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
緊張力損失量		10693724	23191	1.0027	-27817	-442892	0.9597	1.0000
PC鋼材の重さ		10693724	23191	1.0025	-16240	-442892	0.9596	0.0000
		11123800	22872	1.0021	-31748	-483998	0.9593	2.0000
		11133500	23195	1.0021	-20620	-483998	0.9596	1.3333
		11375406	18617	1.0016	-37746	-513606	0.9630	3.0000
		11375406	18272	1.0016	-27101	-513606	0.9633	2.5000
		11303981	13339	1.0010	-40823	-528132	0.9607	3.8468
		11303981	13008	1.0010	-29436	-528132	0.9617	3.1873
		11202897	04068	1.0004	-37936	-528360	0.9601	5.0000
		11202897	04841	1.0004	-36784	-528360	0.9603	5.0000
		11184073	12364	1.0012	-31042	-533447	0.9605	5.0000
		11184073	00093	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000
		11157084	00022	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000
		11157084	00021	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000
		11123920	00014	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000
		11123920	13858	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000
		11098892	05976	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000
		11098892	05976	1.0000	0.0000	-533447	0.9621	5.0000

The graph shows 'Tendon Force (N)' on the y-axis (0 to 1,400,000) and 'Distance (m)' on the x-axis (0 to 5000). The force remains relatively constant around 1,200,000 N with minor fluctuations.

- 架設工法工事時の施工確認
- PCケーブルの張力損失：ステージ別のPC鋼材の緊張力の損失量を確認
- 張出し工法の上越し管理
- 押し出し工法の手延べ桁のたわみ

活用例③ - 橋梁施工時の安全性検討

3. 架設工法の施工検討

張出し工法の上越し計算

The image shows a 3D model of a bridge girder and a graph titled '上げ出し変位グラフ' (Jacking Deflection Graph). The graph plots deflection against distance, showing a series of peaks and troughs corresponding to the jacking process.

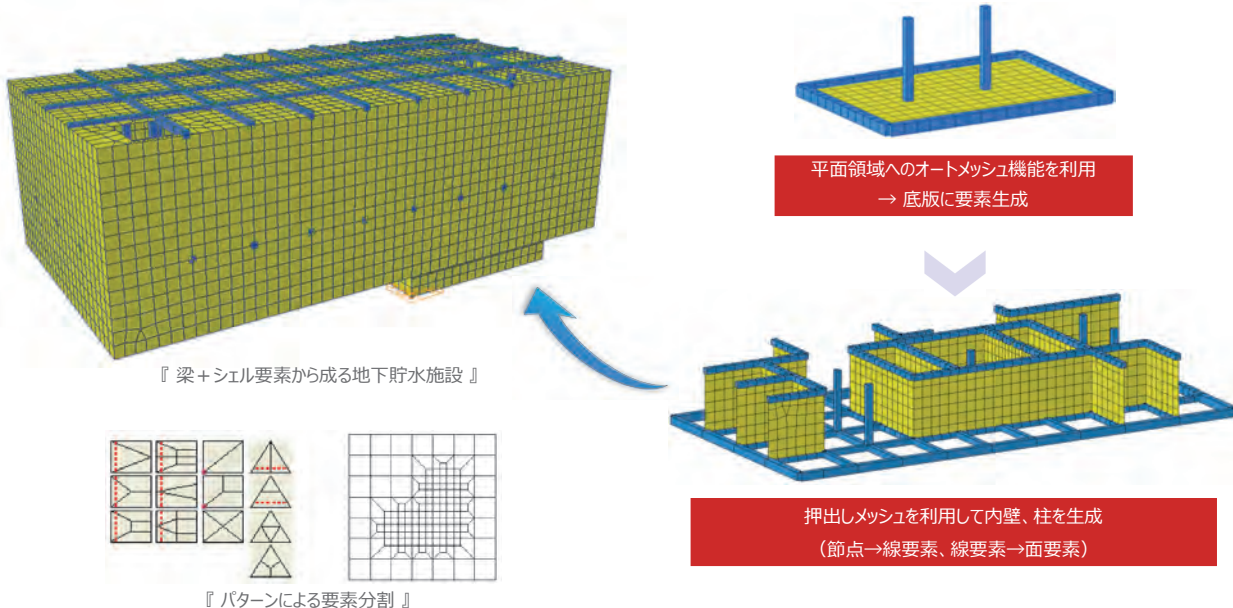
The table below shows the deflection values for various stages (DS1 to DS11) across different nodes (26 to 37).

ステージ	節点 26	節点 27	節点 28	節点 29	節点 30	節点 31	節点 32	節点 33	節点 34	節点 35	節点 36	節点 37
DS1								20.30	12.42	7.57	7.06	6.74
DS2							32.65	20.14	12.06	7.40	6.90	6.58
DS3						47.27	31.03	19.30	11.69	7.25	6.76	6.44
DS4					63.00	44.08	29.20	18.28	11.30	7.11	6.63	6.31
DS5				76.76	57.23	40.49	27.17	17.38	10.90	6.97	6.50	6.18
DS6			84.06	65.89	50.69	36.46	24.91	16.29	10.47	6.84	6.38	6.06
DS7		79.85	65.53	54.59	42.57	31.50	22.17	14.97	9.36	6.70	6.26	5.94
DS8		66.54	59.30	50.68	41.02	31.45	22.81	15.95	10.77	6.95	6.31	5.91
DS9		69.78	62.04	53.08	43.06	33.14	24.24	16.92	11.38	7.14	6.40	5.79
DS10	47.55	47.33	44.41	39.35	32.74	25.56	19.05	13.54	9.42	6.47	6.02	5.66
DS11	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

- 架設工法工事時の施工確認
- PCケーブルの張力損失
- 張出し工法の上越し管理：確認型枠を設置した時に考慮すべき上越し量と、コンクリートを打設して型枠を外した後に当該節点に発生する変位を表示
- 押し出し工法の手延べ桁のたわみ

活用例④ - 地中構造物の耐震解析

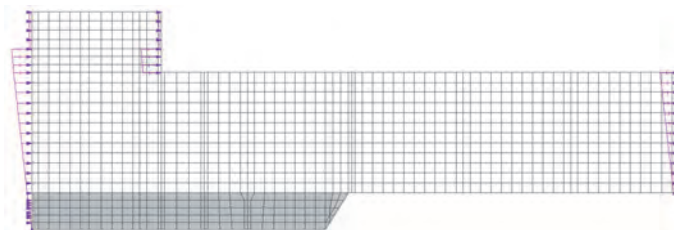
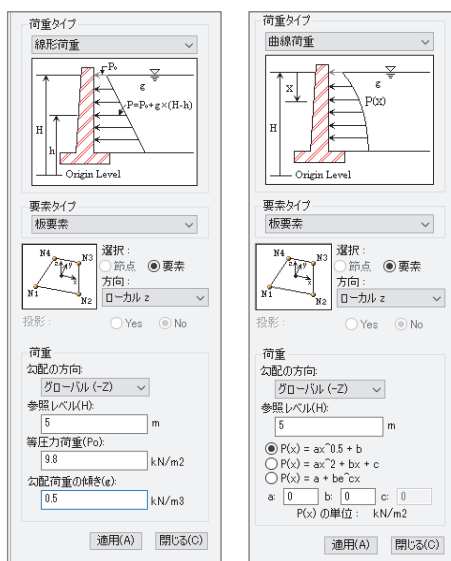
1. シェル要素と梁要素の併用



- 多様なメッシュ生成機能を利用して、シェル要素を生成
 - オートメッシュ：平面領域、または複数節点を選択して領域指定
 - 押し出しメッシュ：“節点→線要素”、“線要素→面要素” など簡単にシェル要素を生成
 - パターンによる要素分割：パターン指定から粗密領域のメッシュを簡単に作成

活用例④ - 地中構造物の耐震解析

2. 静水圧、平面荷重を利用した水圧、土圧の载荷



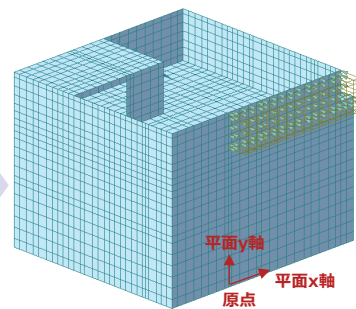
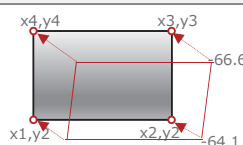
- 平面荷重の定義
- ① 载荷平面に対して相対座標で荷重を定義
 - ② 载荷平面を指定して、節点位置に関係なく载荷

平面荷重

平面荷重タイプ: 集中 ライン 平面

平面荷重

<input type="checkbox"/> 等分布	点: <input type="radio"/> 8点 <input checked="" type="radio"/> 4点
x1,y1	0.78 m 荷重: -64.1 kN/m2
x2,y2	100.78 m 荷重: -64.1 kN/m2
x3,y3	100.974 m 荷重: -66.6 kN/m2
x4,y4	0.974 m 荷重: -66.6 kN/m2



- 土圧・水圧の荷重を簡単に定義
 - 線形荷重：“静水圧”の簡単定義
 - 曲線荷重：“静止土圧”、“地震時主動土圧”、“地震時動水圧”の簡単定義
- 任意位置における圧力荷重：“平面荷重”を利用して要素の分割位置(節点位置)に関係なく、荷重を定義可能

活用例④ - 地中構造物の耐震解析

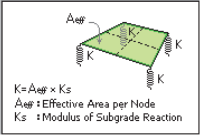
3. 簡単な地盤バネ設定 - 面分布支持バネ

■ 梁要素にバネ設定

面分布バネ支持

境界グループ名
デフォルト

方向:
 節点タイプ
 弾性連結要素
 分布タイプ



$K = A_{eff} \times K_s$
 A_{eff} : Effective Area per Node
 K_s : Modulus of Subgrade Reaction

要素タイプ
骨組

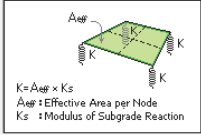
幅: 1.2 m

■ 板要素にバネ設定

面分布バネ支持

境界グループ名
デフォルト

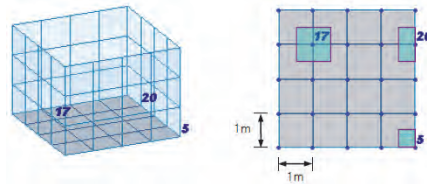
方向:
 節点タイプ
 弾性連結要素
 分布タイプ



$K = A_{eff} \times K_s$
 A_{eff} : Effective Area per Node
 K_s : Modulus of Subgrade Reaction

要素タイプ
板

幅: 0 m



$$\text{地盤バネ係数} = \frac{\text{節点当たりの負担面積}}{\text{(自動計算)}} \times \frac{\text{単位面積当たりの地盤反力係数}}{\text{(入力)}}$$

※17番節点のバネ: 1.0m²の面積に地盤反力係数を掛けた値を自動計算
 20番節点のバネ: 0.5m²の面積に地盤反力係数を掛けた値を自動計算
 5番節点のバネ: 0.25m²の面積に地盤反力係数を掛けた値を自動計算

→ 面分布支持バネ

- 単位面積当たりの地盤反力係数を入力するだけで、節点あたりの分担面積を自動計算して地盤バネを自動設定
- 線材(梁要素)と面材(板要素)の両方で使用できる
- 節点バネ(1節点バネ、2節点バネ)と分布バネタイプの両方が使用できる

活用例④ - 地中構造物の耐震解析

4. 多様な断面力の算出方法 - 板要素

任意方向の断面力の合計

モード: ポリゴンで選択

要素タイプ
 梁 板 ソリッド

荷重ケース/組み合わせ
 0B: 地震時
 ステップ

許容誤差: 0.0001 m

座標入力
 位置: -18.25, 12, -3.988333

[-12.6, 12, 4.94]
 [-12.6, 0.4, 4.94]
 [-0.4, 0.4, 4.94]
 [-0.4, 12, 4.94]
 [-12.6, 12, 4.94]

ベクトル

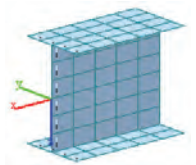
合力位置

計算 全荷重ケース/組み合わせ

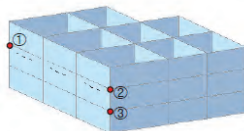
結果出力
 at X=-6.4513567 Y=6.0914032 Z=4.94
 Fx=-3.8142e+003 Mx=-2.2319e+002
 Fy=-1.8907e+003 My=2.4075e+003
 Fz=-3.7801e+003 Mz=-4.8519e+002

名称

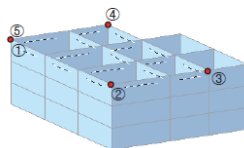
追加 修正 削除



断面力を算出する断面定義



ラインで選択



ポリゴンで選択

切断ダイアグラム

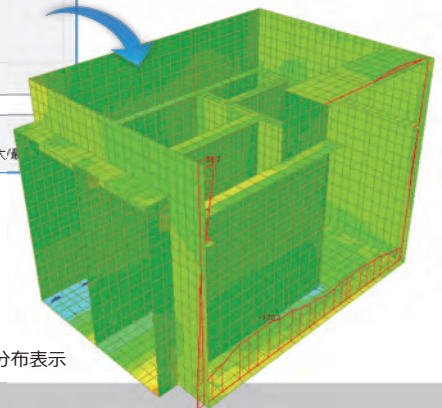
切断線/切断面の指定
 切断線 切断面

切断面で使用される登録平面
 現UCSのx-y平面
 現UCSのx-z平面
 Center

切断面の詳細
 要素面の法線方向
 切断面上
 連続線を描画

倍率: 1

反転
 値出力 最大/最小



断面力の分布表示

→ 任意方向の断面力合計

- 使用者が設定した断面の領域に対して、その領域内に存在する要素の節点力を出し合わせて断面力を計算

→ 切断面における単位幅当たりの断面力の分布図表示

- 使用者が指定した任意の平面(切断面)に対して、平面上に2次元の分布図を表示

MIDAS CONSTRUCCION TECHNICAL EDUCATION SEMINAR

上下水道施設下部工の耐震解析



**ご清聴、
ありがとうございました。**