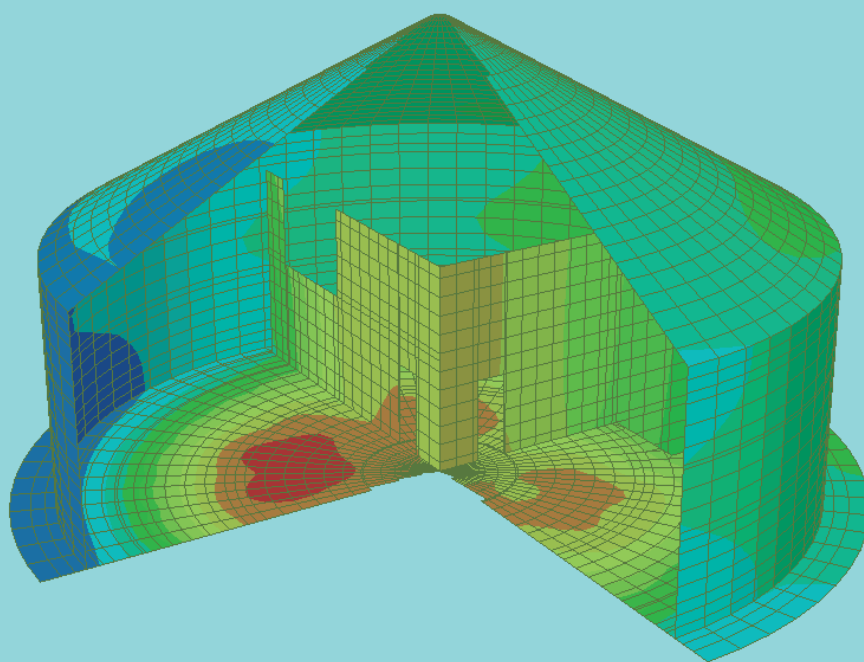


# MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

上下水道施設



# MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

## 上下水道施設

---

- 01. midas Civil機能紹介2018
  - 02. Tutorial - 揚水機/排水機場の耐震検討
  - 03. midas Civil 解析ギャラリー
    - 水処理施設の耐震診断
    - 貯水PCタンクの地震応答解析
    - 三次元地震応答解析による浄水施設の耐震診断
  - 04. 震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討
  - 05. 震度法およびプッシュオーバー解析による配水施設の耐震照査
  - 06. 昭和30年代に建設された沈砂池の耐震性能照査
  - 07. 清見配水池耐震診断  
RBオリジナルコンサルタント株式会社
  - 08. 豊田配水池耐震診断  
RBオリジナルコンサルタント株式会社
  - 09. PCタンクの耐震診断  
日中コンサルタント株式会社
-

# MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

上下水道施設

01.

midas Civil 機能紹介2018



midas Civil 機能概要

- あらゆる土木構造物のモデリングと解析が可能  
→ 静的解析から高度な解析まで、あらゆる解析に対応

### 1 多様な解析機能

- **Standard**  
静的線形解析、格子解析  
座屈・固有値解析
- **動的解析**  
線形動的（応答スペクトル/時刻歴）  
非線形動的（ $M-\phi$ ）、ファイバー解析
- **静的非線形フレーム解析**  
プッシュオーバー解析
- **段階施工解析**  
クリープ・乾燥収縮、段階施工
- **幾何非線形解析**
- **材料非線形**  
静的材料非線形
- **熱応力解析**  
熱伝導、水和熱解析

橋梁	港湾・河川構造物	上下水道施設
プラント施設	トンネル	ダム



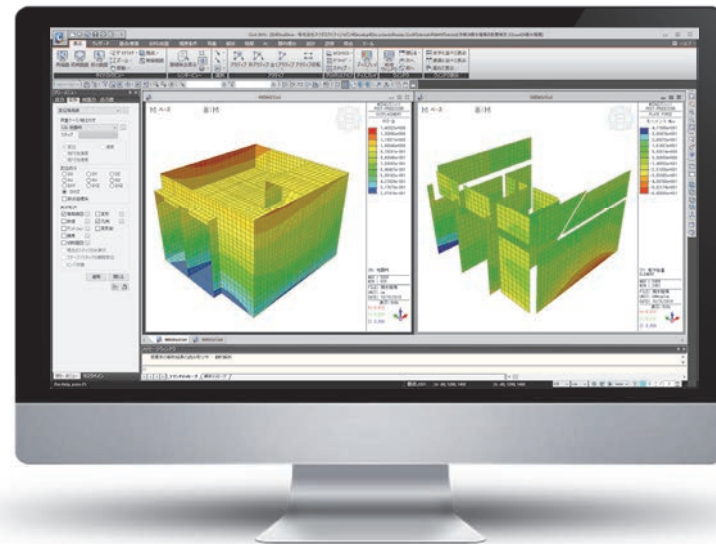
## midas Civil 機能概要

- 最新インターフェイスを用いた便利なモデリングと簡単なデータの検討と修正

### 2 直観的なUI環境

- ワークツリーによるモデルや作業内容確認
- 他人が作業したモデルでも一目でわかる。
- 段階施工データの簡単な確認  
施工段階単位のデータ管理  
段階施工アニメーション
- モデル自動チェック機能  
重複要素、フリーエッジ、フリーフェイス、要素座標系の不具合
- マルチウィンドウ制御による作業効率性Up  
同モデルに対する結果成分別の比較

マルチウィンドウ制御の作業効率性の向上



3

## midas Civil 機能概要

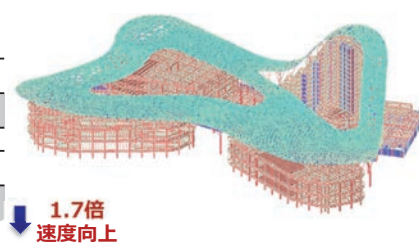
- 64ビット対応の優れた計算性能  
→ プリポスト、ソルバー共に64ビット対応

### 3 優れた計算性能

- 64ビット対応のプリポストとソルバー  
GPUソルバー対応
- 使用できるメモリの制限がない。  
大規模モデルの解析や結果データ量の大きい動的解析で有効

比較-1

要素	56,634
解析タイプ	静的解析
システム環境	
Civil 32-bit	2641.57 秒
Civil 64-bit	1590.49 秒

1.7倍  
速度向上

比較-2

要素	116,586
節点	158,256
解析タイプ	材料非線形解析
システム環境	
Civil 32-bit	Out of Memory
Civil 64-bit	13663.80 秒



解析可能

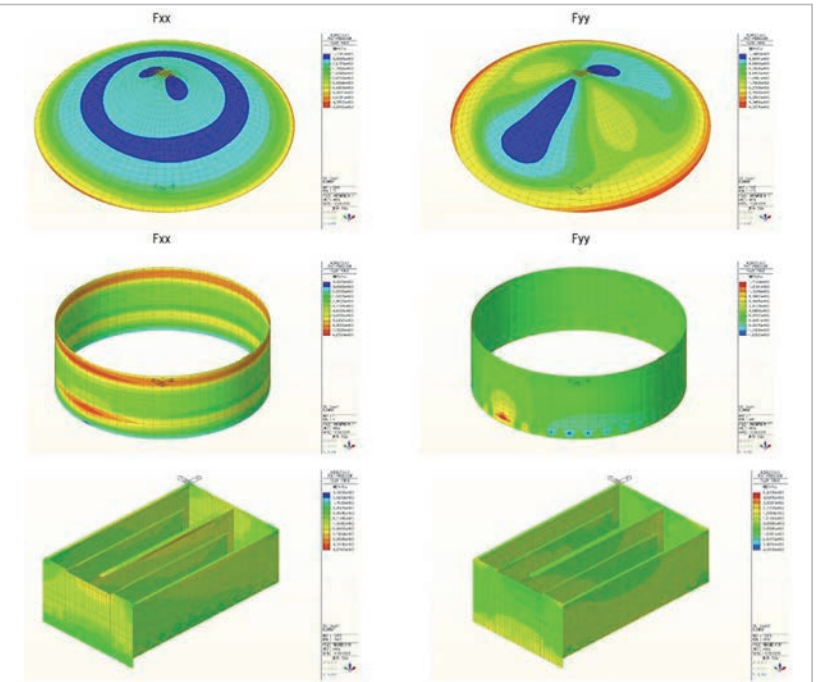
4

## midas Civil 機能概要

- 多彩な結果表示  
→ ビジュアル表示だけでなく、EXCELやWordと連動して結果分析をサポート

### 4 多彩な結果表示

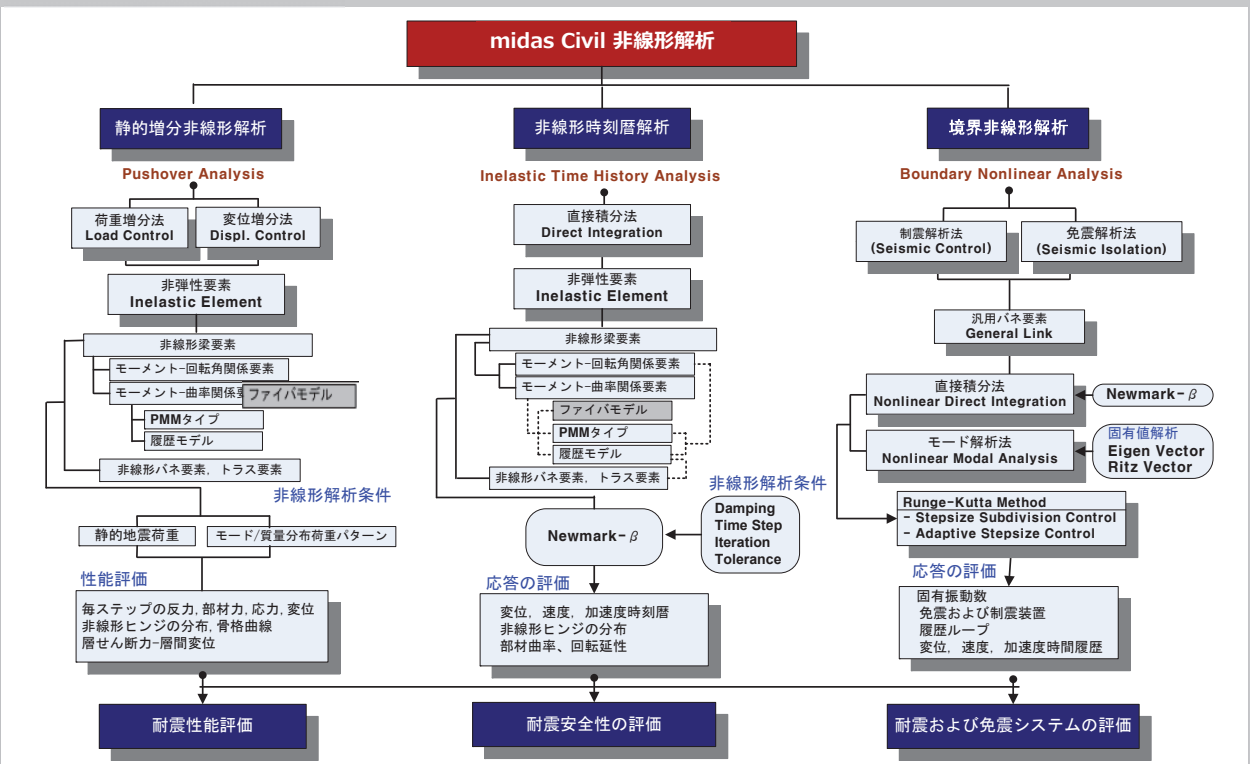
- 変形図、分布図、コンター表示  
フレーム、シェル要素、ソリッド要素の断面力・応力度のコンター/分布図表示
- 結果アニメーション  
アニメーション再生、AVIファイルに保存
- 多彩な時刻歴結果表示  
非線形梁部材の断面力履歴  
ファイバー断面のセル別の非線形形状  
履歴グラフのEXCEL形式へ書き出し
- Word形式の解析計算書  
解析条件変更による再解析後に  
既作成計算書の自動更新



5

## midas Civil 解析機能

### 非線形解析一覧

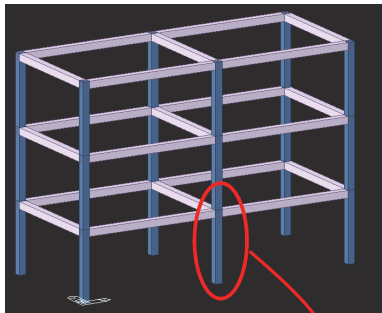


6

## midas Civil 解析機能

### フレーム非線形 – ヒンジとファイバーモデル

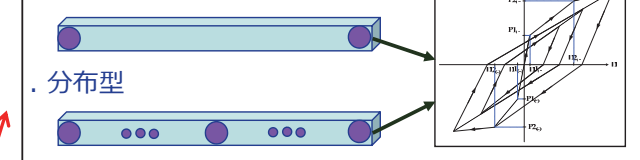
#### ■ 構造部材レベル



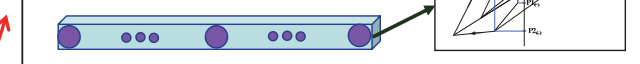
#### ■ 断面レベル

##### ■ ヒンジモデル

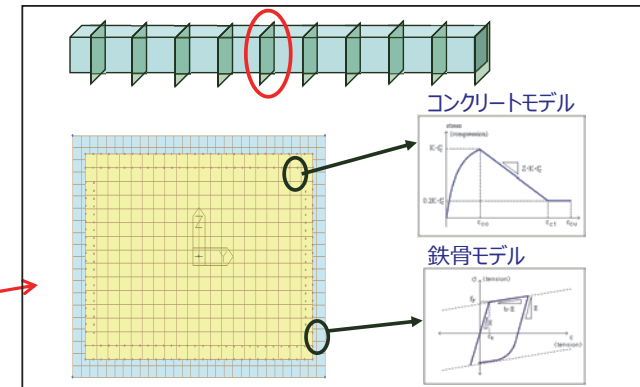
###### ・ 集中型



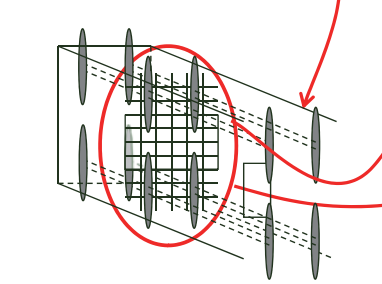
###### ・ 分布型



##### ■ ファイバーモデル



#### ■ 要素レベル

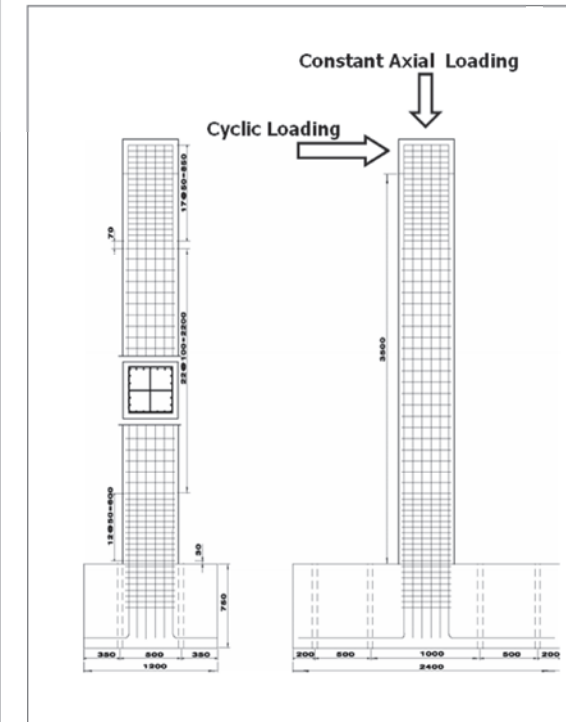


7

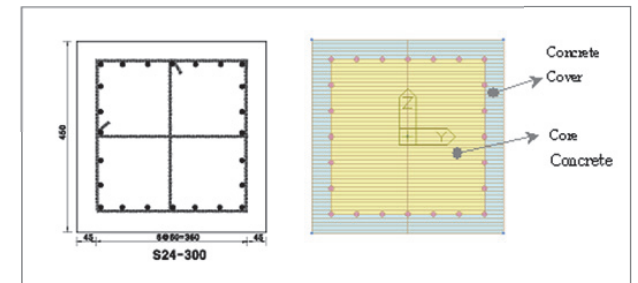
## midas Civil 解析機能

### ファイバーモデルの検証

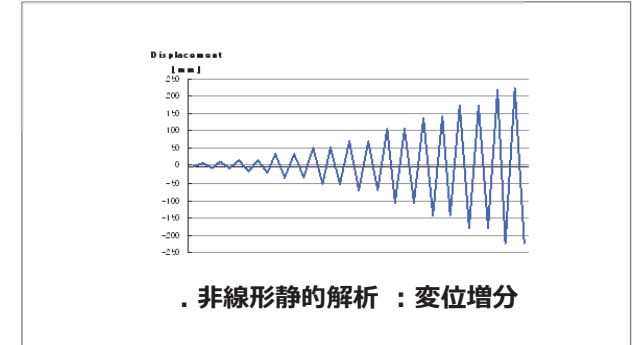
#### ■ 実験および解析モデル



#### ■ ファイバ断面分割



#### ■ 荷重条件



9

## midas Civil 解析機能

### 多様な減衰モデル

#### ■ 構造減衰

##### ■ モード減衰

###### ■ ひずみエネルギー比例減衰

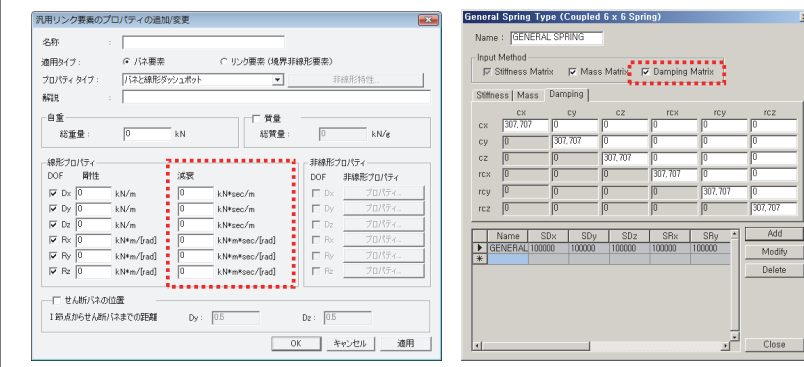
###### ■ レーリー減衰

###### ■ グループレーリー減衰

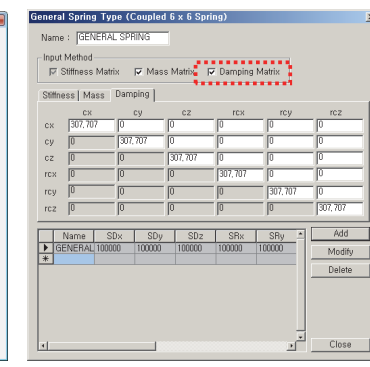
- 直接積分法のみ

#### ■ その他の減衰

##### ■ 汎用リンクの等価減衰



##### ■ 支持バネの減衰



#### ■ 減衰の更新：非線形直接積分法のみ

##### ■ レーリー減衰

$$C = \alpha M + \beta \sum_{n=1}^N (K_n^{Cmt})$$

: 剛性マトリックスの更新

##### ■ グループレーリー減衰

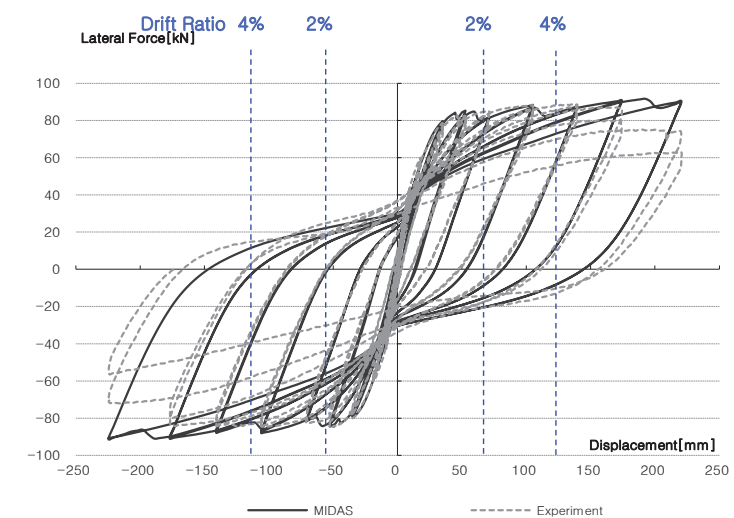
$$C = \sum_{n=1}^N (\alpha_n M_n + \beta_n K_n^{Cmt})$$

→ 瞬間剛性比例型

8

## midas Civil 解析機能

### ファイバーモデルの検証



	MIDAS	Experiment	Error[%]
Max. Lateral Force [kN]	88.5124	89	0.55
Min. Lateral Force [kN]	-88.6498	-84.8	4.54

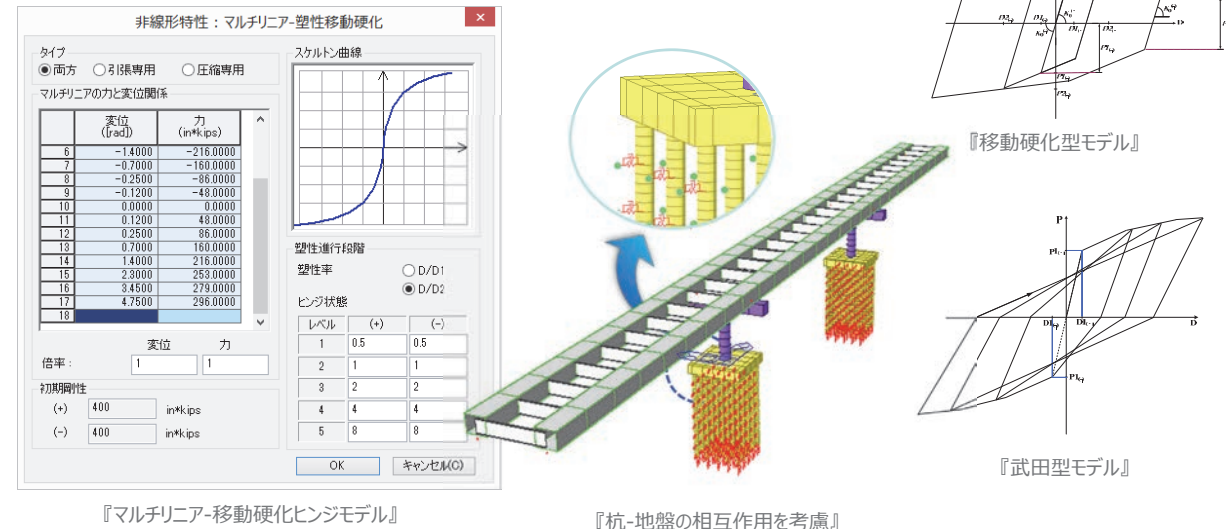
10



# midas Civil 解析機能

## 地盤バネ - 多様なバネタイプ

- **線形リンク**：1節点バネ、2節点バネ、面分布バネ
- **汎用リンク**：非線形タイプ
  - 弾塑性モデル：非線形梁と同じ履歴特性が使用可能
  - マルチリニア型：**弾性 / 移動硬化 / 武田型 / Pivot型**

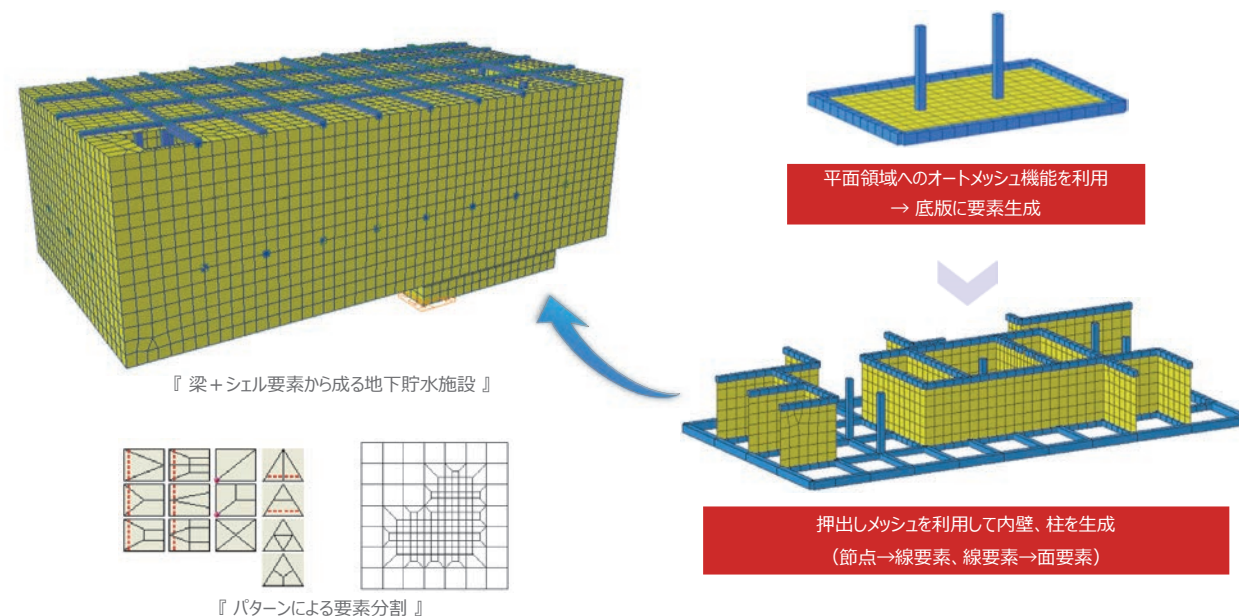


11

## 活用例 - 地中構造物の耐震解析

 midas Civil  
 Total Engineering Solution


### 1. シェル要素と梁要素の併用

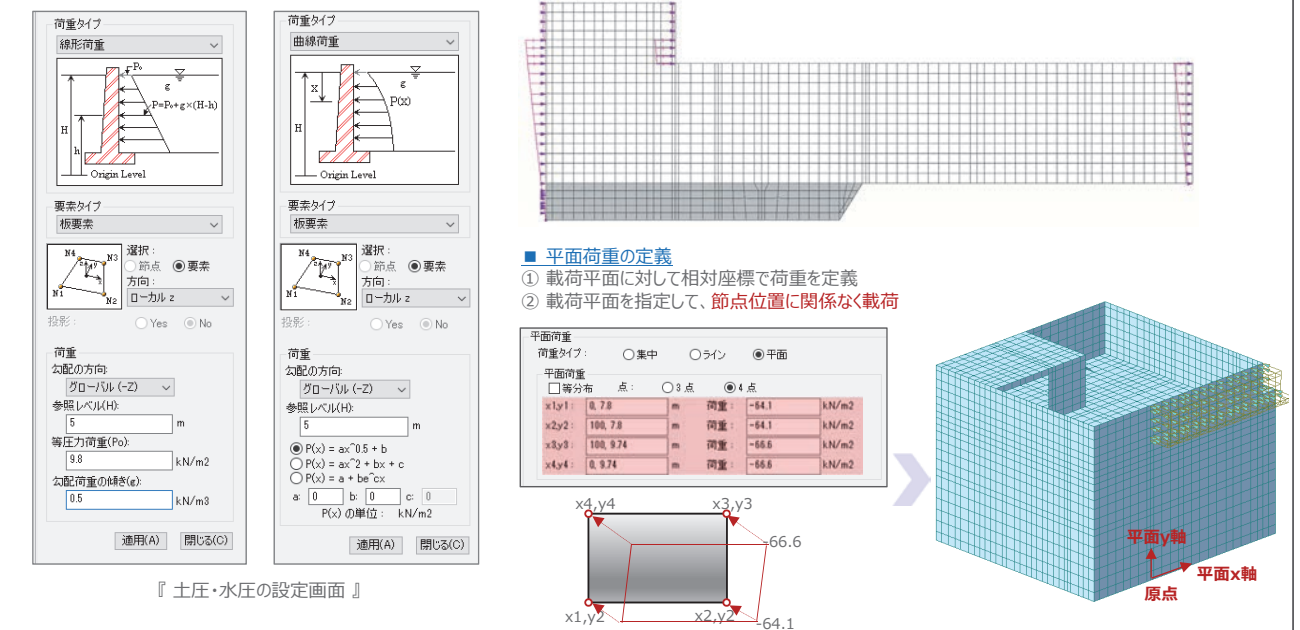


- 多様なメッシュ生成機能を利用して、シェル要素を生成
- オートメッシュ：平面領域、または複数節点を選択して領域指定
- 押し出しメッシュ：“節点→線要素”、“線要素→面要素” など簡単にシェル要素を生成
- パターンによる要素分割：パターン指定から粗密領域のメッシュを簡単に作成

## 活用例 - 地中構造物の耐震解析

 midas Civil  
 Total Engineering Solution


### 2. 静水圧、平面荷重を利用した水圧、土圧の载荷

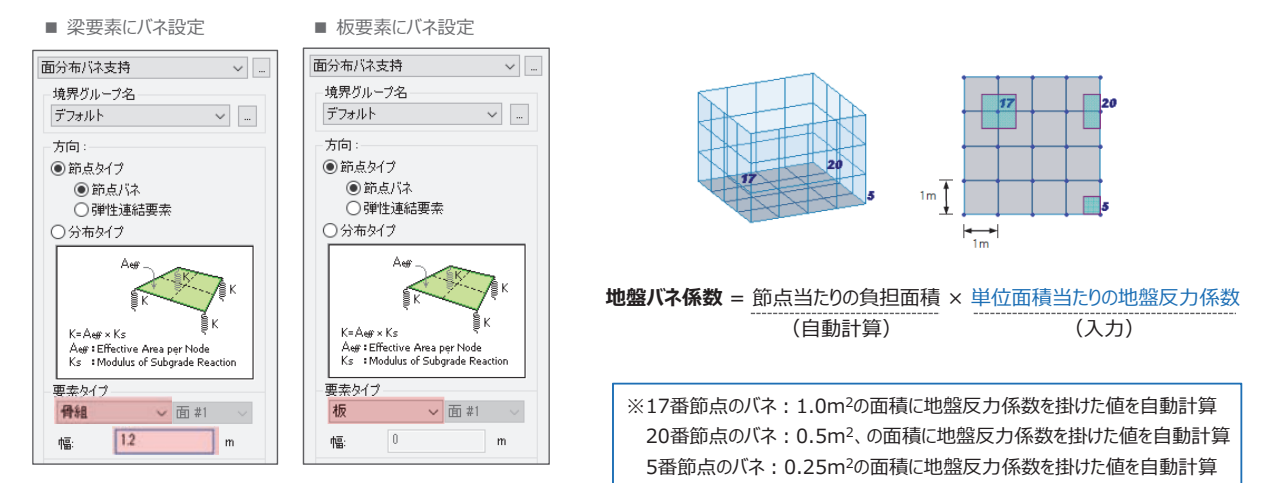


- 土圧・水圧の荷重を簡単に定義
- 線形荷重：“静水圧”の簡単定義
- 曲線荷重：“静止土圧”、“地震時主働土圧”、“地震時動水圧”の簡単定義
- 任意位置における圧力荷重：“平面荷重”を利用して要素の分割位置(節点位置)に関係なく、荷重を定義可能

## 活用例 - 地中構造物の耐震解析

 midas Civil  
 Total Engineering Solution


### 3. 簡単な地盤バネ設定 - 面分布支持バネ



- 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、節点あたりの負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 - 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/組合わせ

CB 地震時

ステップ

ステップ

許容誤差

0.0001

座標入力

位置

-19.25, 12, -9.98833

[-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]

☐ z ベクトル

合力位置

計算

全荷重ケース/組合わせ

結果出力

at X=-6.4513587 Y=6.0914032 Z=4.94  
Fx=-3.8142e+003 Mx=-2.2919e+002  
Fy=-1.9807e+003 My=2.4075e+003  
Fz=-3.7801e+003 Mz=-4.8519e+002

名称

追加

修正

削除

任意方向の断面力合計

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

切断ダイアログ

切断線/切断面の指定

☐ 切断線 ☒ 切断面

切断面で使用する登録平面

☐ 現 UCS の x-y 平面  
☐ 現 UCS の x-z 平面  
☒ 現 UCS の y-z 平面

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 ☒ 最大値

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  
CONSTRUCTION  
TECHNICAL  
DOCUMENT  
COLLECTION  
上下水道施設

02.  
midas Civil Tutorial  
揚水機/排水機場の耐震検討

14 上下水道施設

概要

● 解析モデル

- 床版・壁：板要素  
(線形の弾性材料)

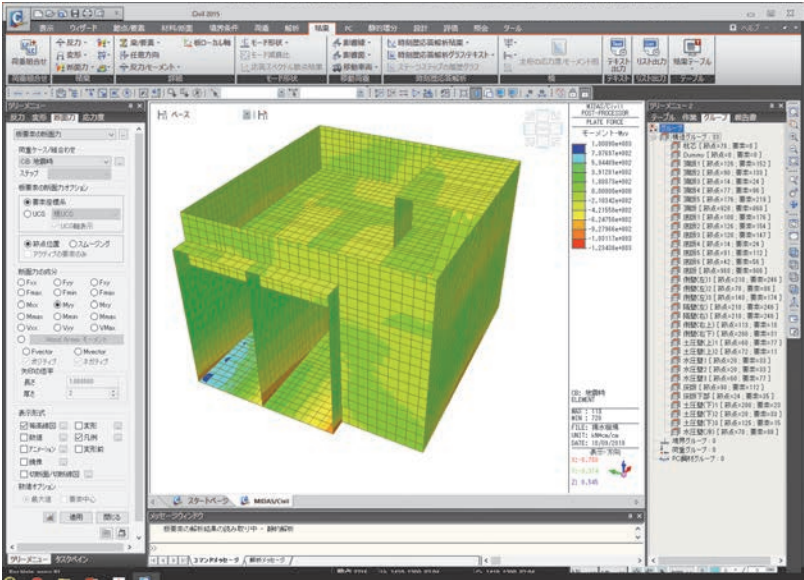
● 荷重及び境界条件

- 常時：死荷重、静止土圧、  
地下水圧・揚圧力、内水圧・水重
- 地震時荷重：慣性力、  
地震時動水圧、応答変位荷重
- 支持条件  
① 杭支持：杭頭部の線形バネ

● 結果評価

- 変位、反力
- 配筋計画による部材グループ別の  
単位幅当たりの断面力 (曲げ・せん断)

# 揚水機・排水機場下部工 の耐震解析



1

## 画面構成と操作方法

メインメニュー  
(リボンメニュー)

ツリーメニュー  
(プリ/ポスト)

選択 方法

作業画面

ズーム

ダイナミック  
ビュー

ビュー  
ポイント

メッセージウィンドウ

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

2



## 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 |  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$

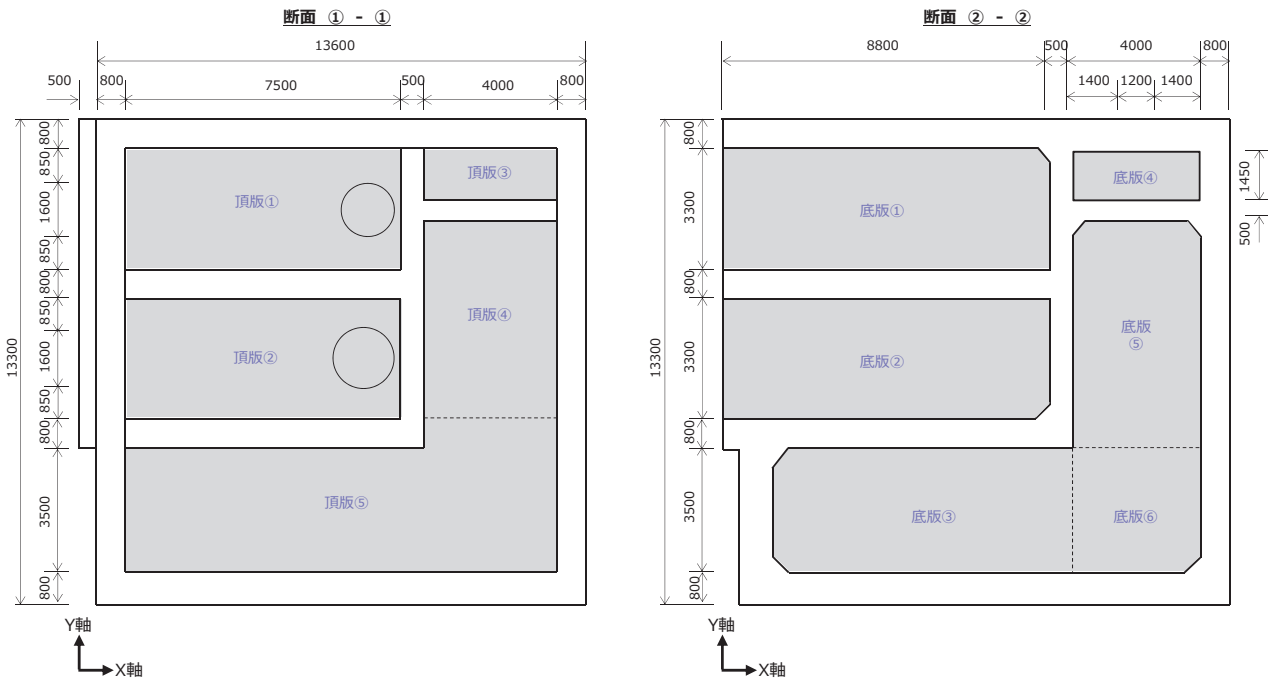
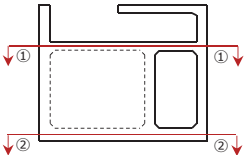
弾性係数 |  $E_c = 2.35 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

3

## 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

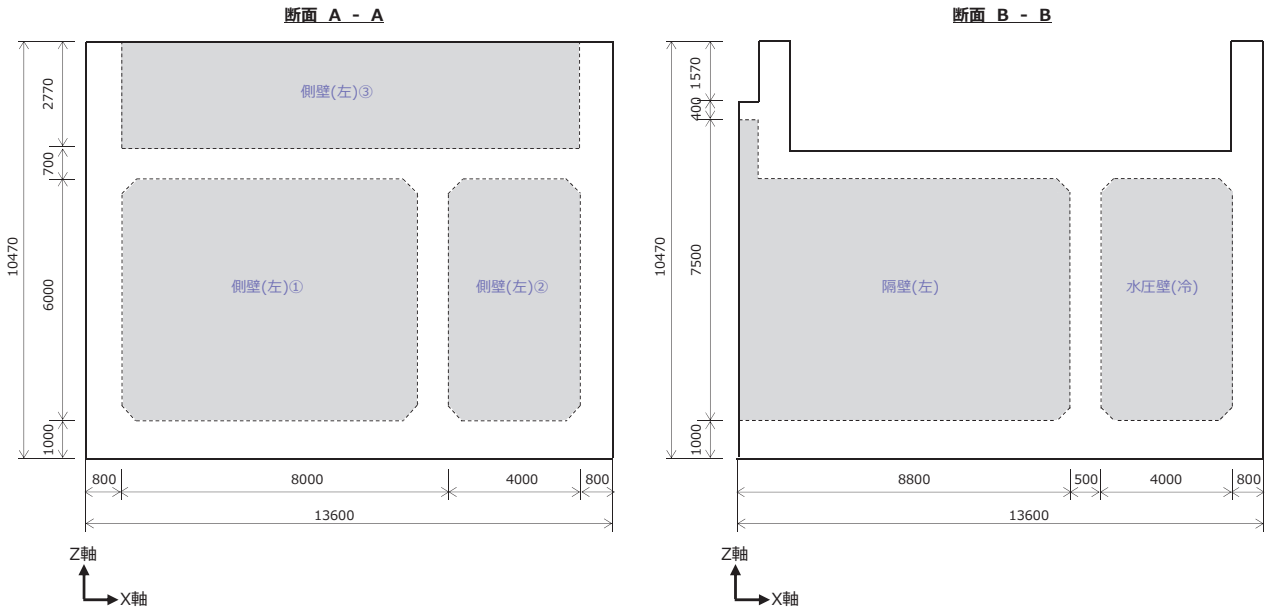
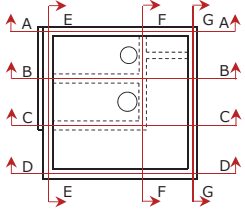


4

## 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)

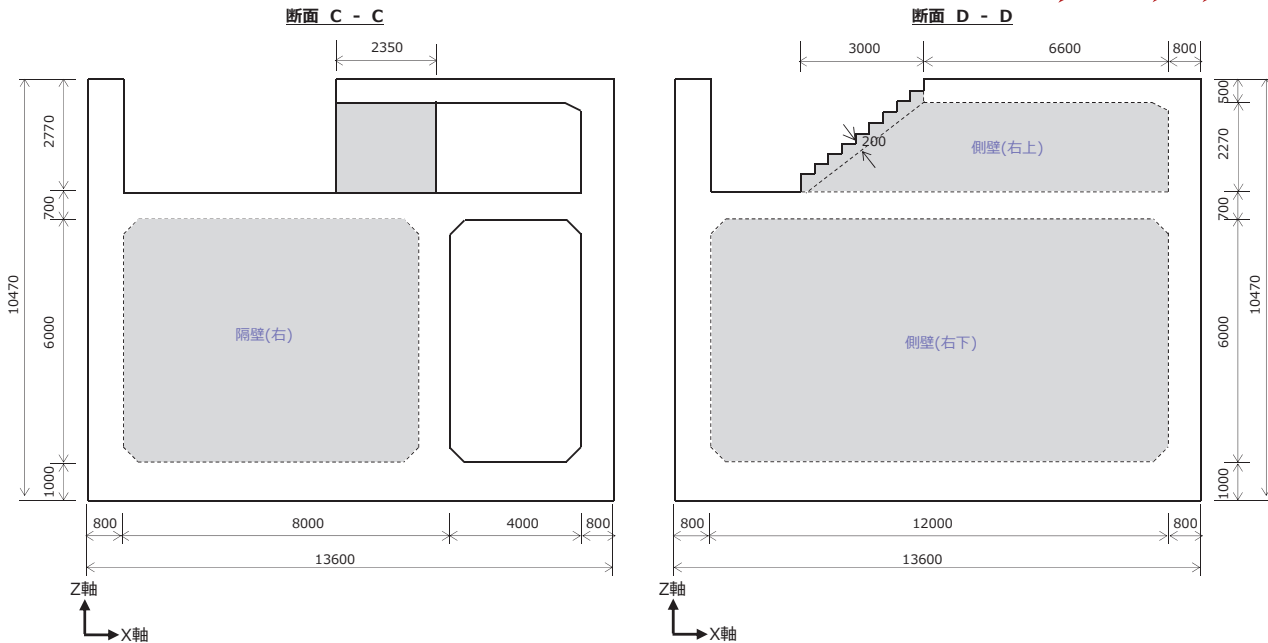
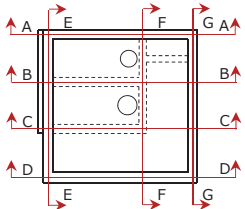


5

## 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

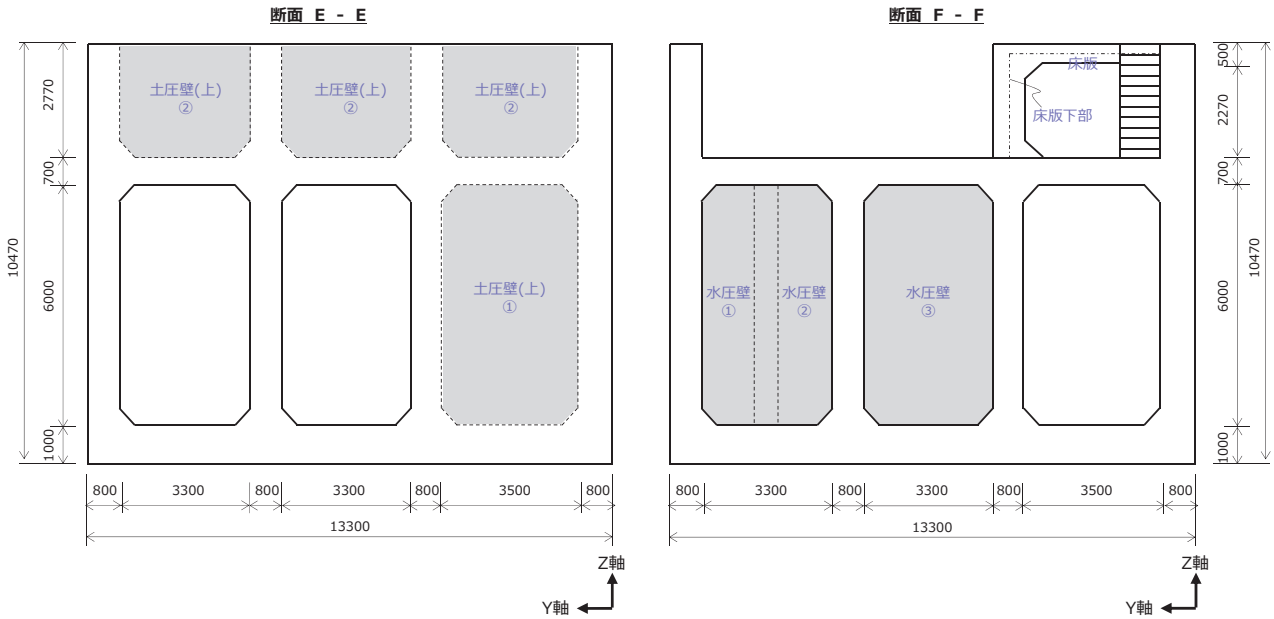
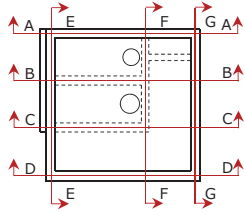
- ・側壁の部材グループ：隔壁(右)、側壁(右上)、側壁(右下)



6

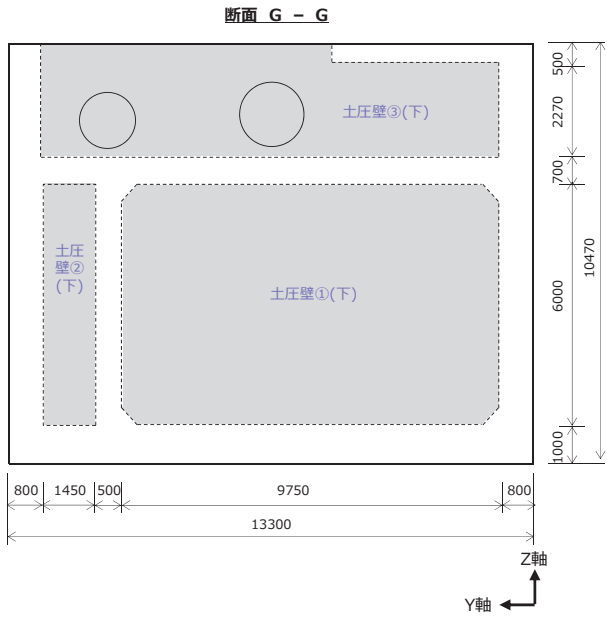
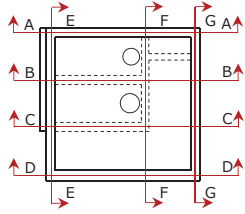
モデルの基本情報

- ◆ 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、水压壁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



モデルの基本情報

- ◆ 荷重の組合せ

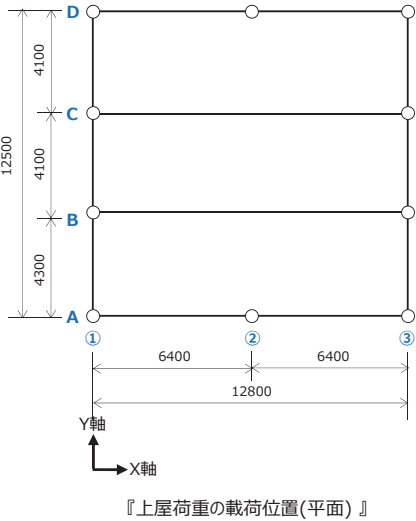
荷重の種類と組合せを下表に示します。

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		静水压
地震時	地下水圧、揚圧力		静水压
	内水圧、水重		平面荷重
	躯体慣性力		自重
	建屋水平力		節点荷重
	機器慣性力		物体力
	地震時動水压		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。

モデルの基本情報

- ◆ 作用荷重 - 常時
  1. 躯体の自重
    - ：構造野断面と材質を考慮してプログラム内部で自動計算
  2. 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。



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。

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

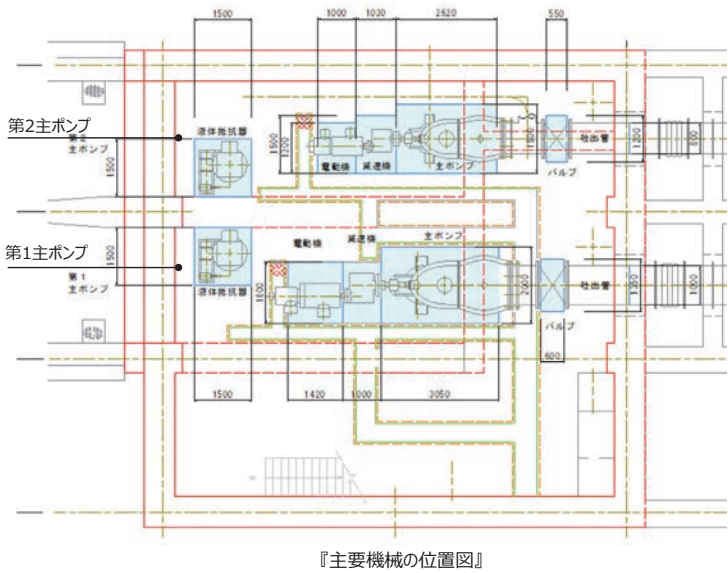
※ 荷重の符号はモデルの全体座標系に従います。

モデルの基本情報

◆ 作用荷重 – 常時

3. 機器荷重

(1) 主要な機器荷重



◇ 主要機器の重量

	単位 : kN/m <sup>2</sup>	
	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

※ 吐口管は壁線上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。

モデルの基本情報

◆ 作用荷重 – 常時

4. 静止土圧

(a) 土圧の基本式

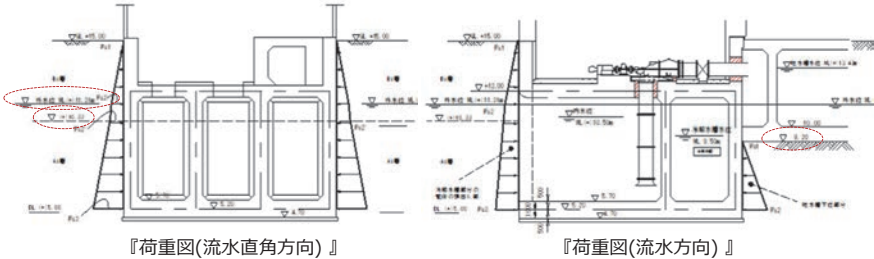
$$Pa = Kc \cdot (q + \gamma \cdot H)$$

ここで、Pa : 常時の静止土圧強度(kN/m<sup>2</sup>)

Kc: 静止土圧係数 (=0.5)

q : 地表面載荷荷重(kN/m<sup>2</sup>)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

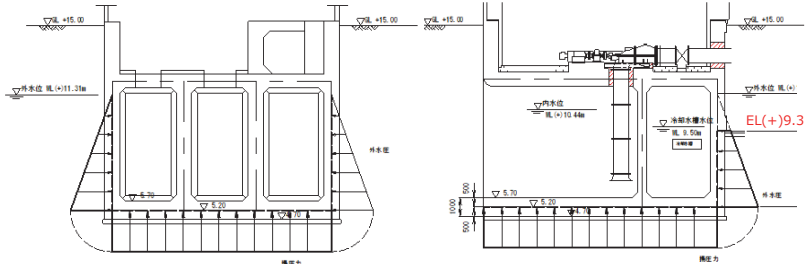


(b) 静止土圧

- 地表面(Ps1) : 0.0
- 地下水位(Ps2)\_流水 :  $0.5 \times (0.0 + 17.0 \times 3.69) = 31.37 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- 層変化(Ps2') :  $31.37 + 0.5 \times (0.0 + 8.0 \times 0.98) = 35.29 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- 底板軸(Ps3) :  $35.29 + 0.5 \times (0.0 + 7.8 \times 5.13) = 55.30 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- 地下水位(Ps2)\_流水直角 :  $0.5 \times (0.0 + 8.0 \times 4.0) = 16.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

5. 地下水位及び揚圧力

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



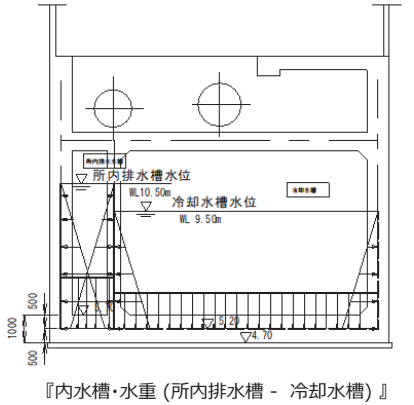
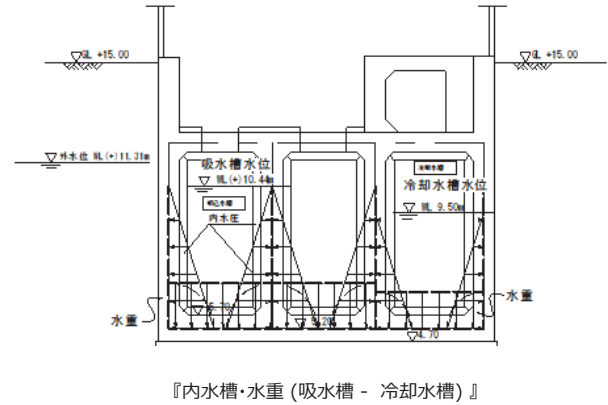
モデルの基本情報

◆ 作用荷重 – 常時

6. 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。

載荷位置	内水位 (m)	底板EL (m)	深さ (m)	水の単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	内水圧 (kN/m <sup>2</sup> )	水重 (kN/m <sup>2</sup> )
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



モデルの基本情報

◆ 作用荷重 – 地震時

1. 躯体の慣性力

: 自重に設計水平震度(kh=0.32)を掛けて載荷

※ 建屋荷重の慣性力は「2. 建屋荷重」の“地震時”を参照

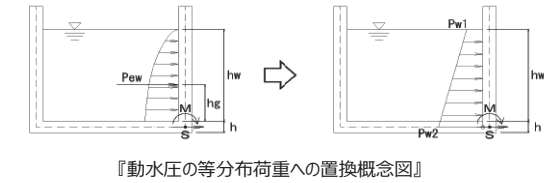
2. 機器荷重の慣性力

: 機器荷重を質量に変換してそれに設計水平震度(kh=0.32)を掛けて載荷

3. 地震時動水圧

(1) 動水圧の算定方法

: 地震時の動水圧はウェスタガード法により、台形等分布荷重に変換します。



$$Pew = 7/12 \cdot kh \cdot \gamma_w \cdot b \cdot h^2$$

$$hg = 2h/5$$

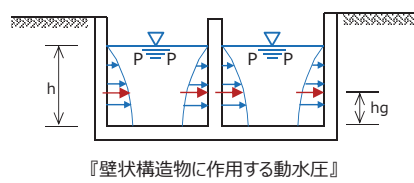
ここで、Pew : 単位幅当たりの壁面(1面)に作用する動水圧(kN/m<sup>2</sup>)

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。

γw : 水の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>) = 9.8に於て算出

b : 水槽幅(m) = 1.0m 幅にて算出

h : 各壁面別の水位深さ(m)







## 01 新規プロジェクトの開始

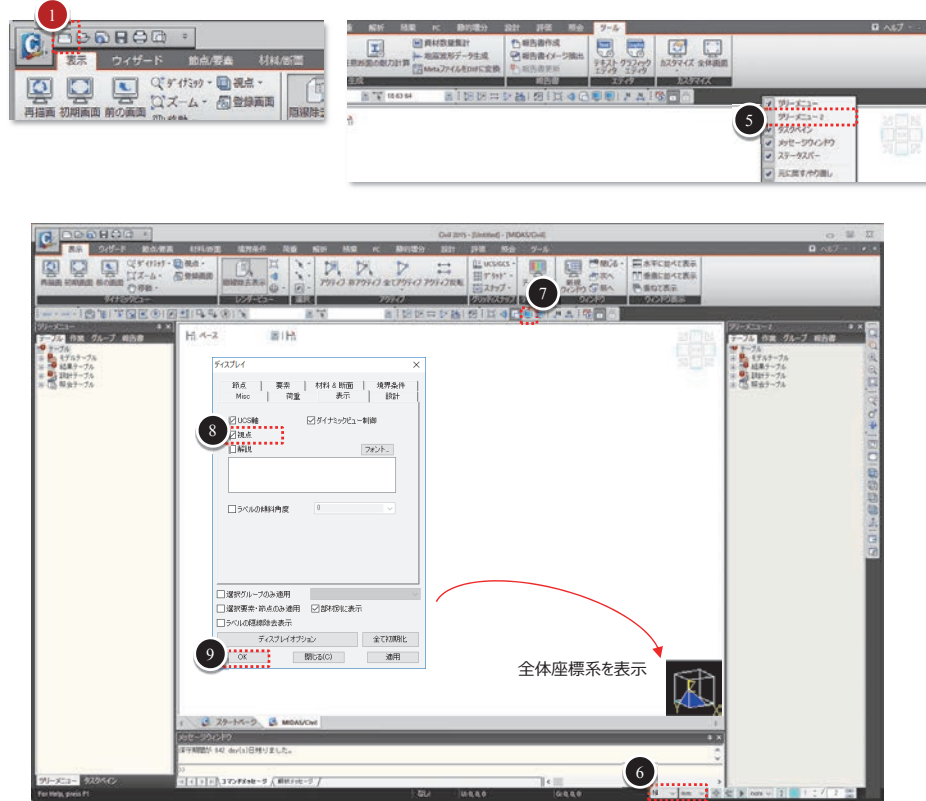
### 手順

#### 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: [揚水機場.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



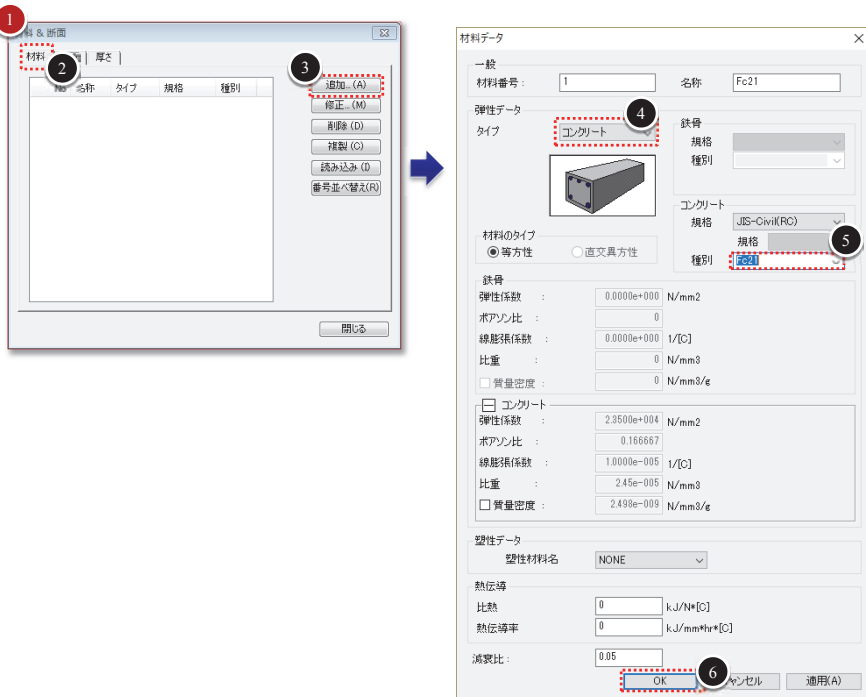
19

## 02 材料の定義

部材の材料データを入力します。

### 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



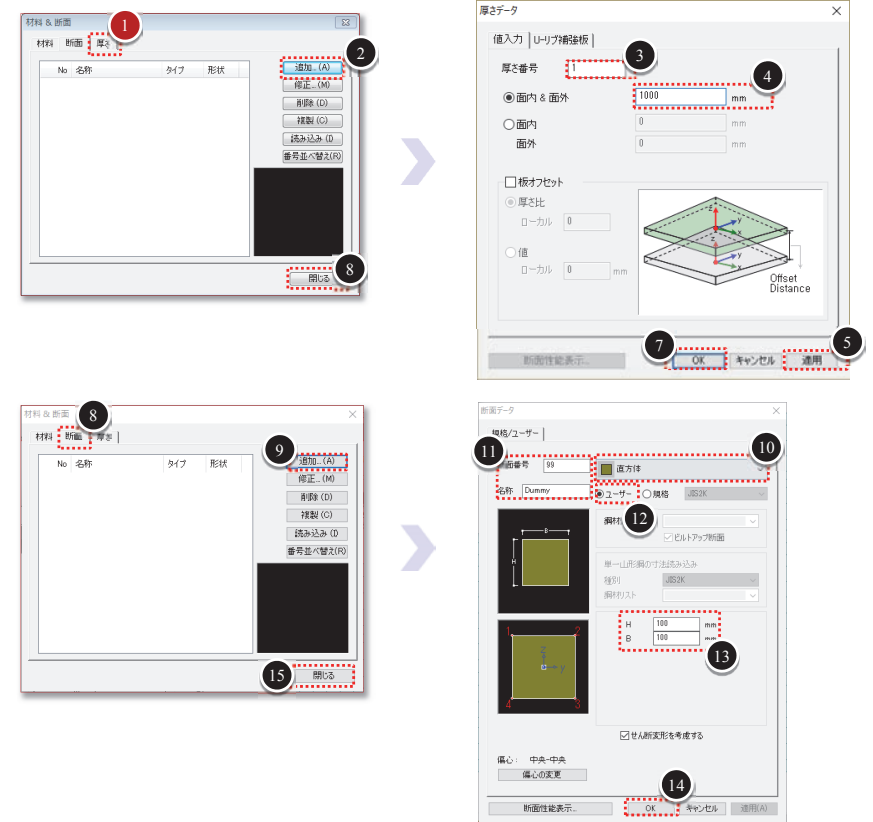
20

## 03 断面の定義

壁と床版の厚さデータを入力します。

### 手順

- 1 [厚さ] タブを選択
  - 2 [追加] クリック
  - 3 厚さ番号: “1”
  - 4 面内 & 面外: “1000”
  - 5 [適用] ボタンをクリック
  - 6 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    |
- 7 [OK] ボタンをクリック
  - 8 [断面] タブを選択
  - 9 [追加] クリック
  - 10 断面タイプ: “直方体”
  - 11 断面番号: “99”、名称: “Dummy”
  - 12 “ユーザー” チェックオン
  - 13 H: “100”、B: “100”
  - 14 [OK] ボタンをクリック
  - 15 [閉じる] ボタンをクリック

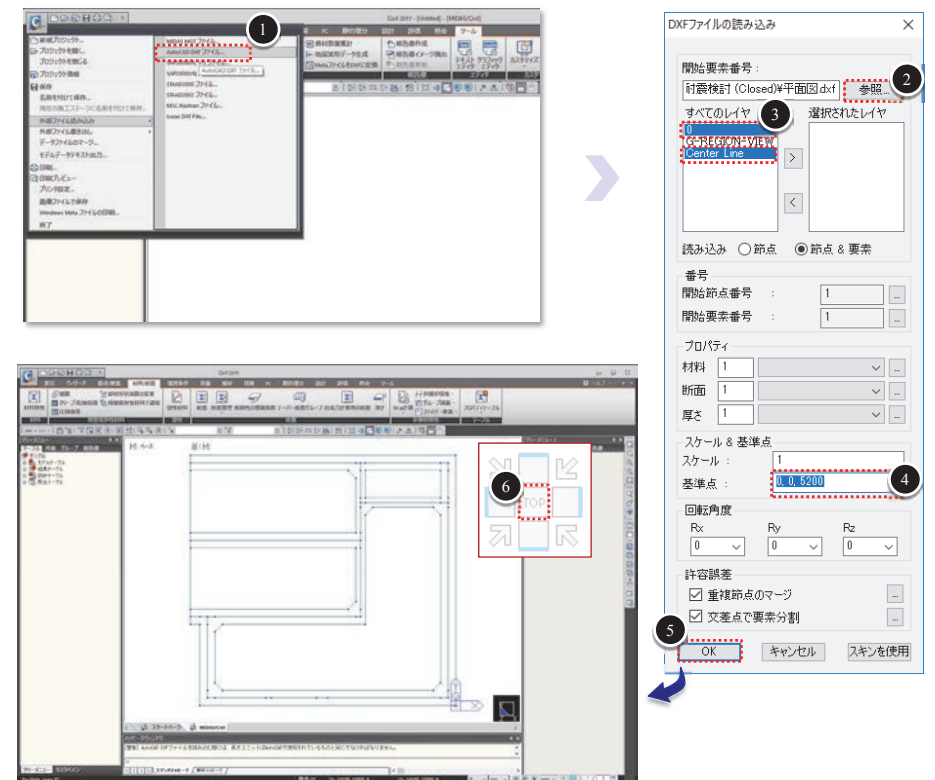


21

## 04 平面の読み込み

### 手順

- 1 アイコンメニュー[外部ファイル読み込み] > [AutoCAD DXFファイル...] をクリック
- 2 [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
- 3 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
- 4 基準点: “0,0,5200”
- 5 [OK] ボタンをクリック
- 6 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



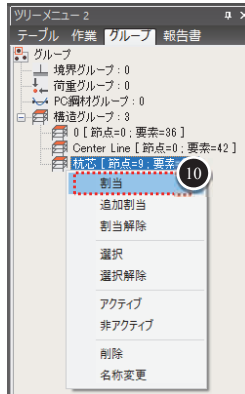
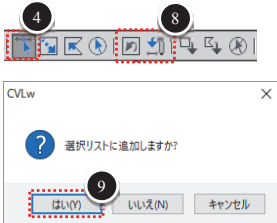
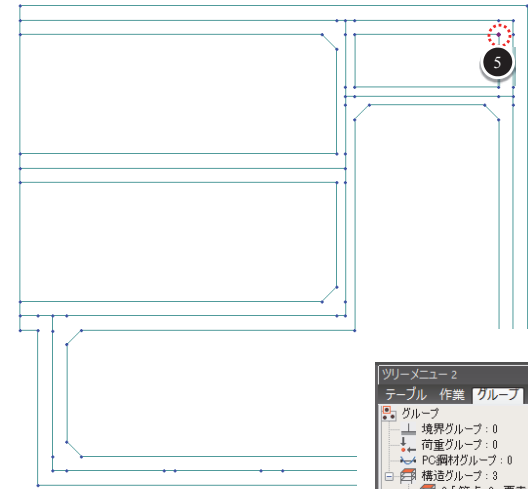
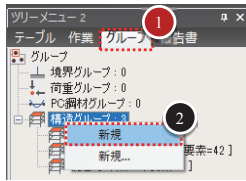
22

## 05 杭芯の節点生成-1

杭基礎の杭頭中心に地盤パネを設定するために杭芯位置に節点を生成します。

### 手順

- ツリーメニュー2[グループ] タブをクリック
- “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
- リボンメニュー [節点/要素]>[節点]>[複製/移動]
- アイコンサンプラーの “単一” をクリック
- 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
- 等間隔>dx,dy,dz : “-1600,0,0”  
回数 : “8”
- [適用] ボタンをクリック
- アイコンサンプラーの “前の選択”、“最新のエンティティを選択” クリック
- “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
- 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。

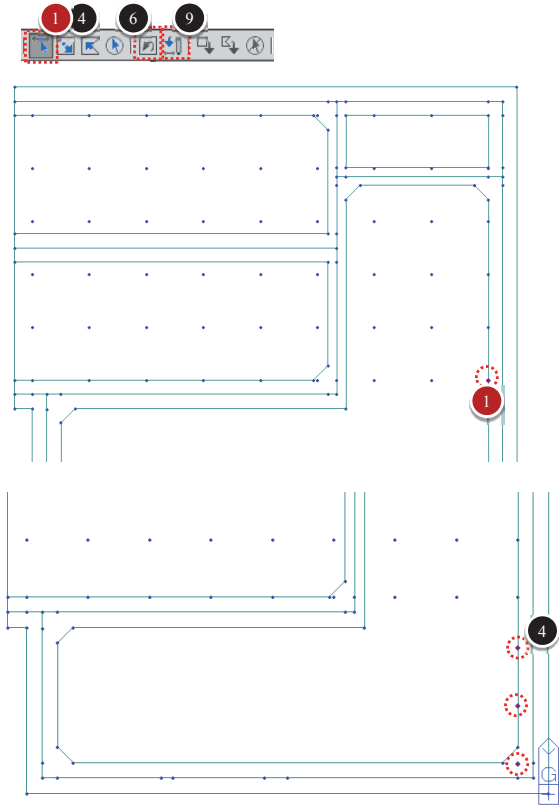
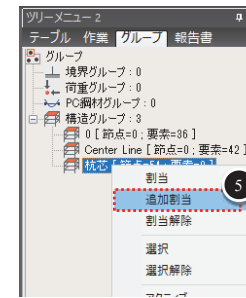
23

## 07 杭芯の節点生成-3

杭基礎の杭頭部に地盤パネを設定するために杭芯位置に節点を生成します。

### 手順

- “単一” をクリックし、右図の節点選択
- [節点複製/移動] 入力ダイアログより、  
任意間隔>y : “-1300,2@-1500
- [適用] ボタンをクリック
- “単一” をオンにし、3個の節点選択
- 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” 選択
- “前の選択” をクリック
- [節点複製/移動] 入力ダイアログより、  
等間隔>dx,dy,dz : “-1714.3,0,0”  
回数 : “7”
- [適用] ボタンをクリック
- アイコンサンプラーの “前の選択”、“最新のエンティティを選択” クリック
- “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
- 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” 選択



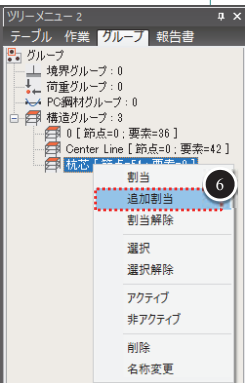
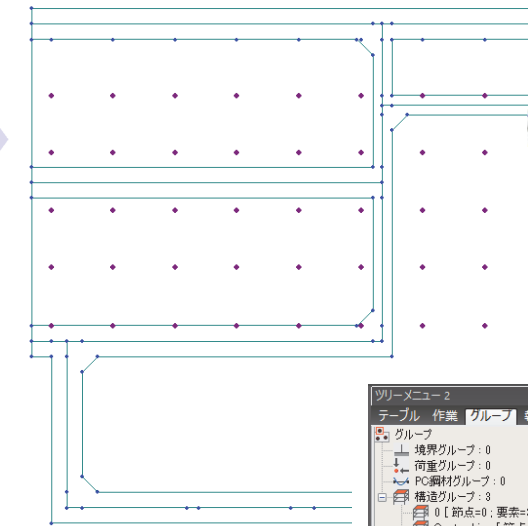
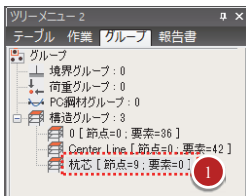
25

## 06 杭芯の節点生成-2

杭基礎の杭頭中心に地盤パネを設定するために杭芯位置に節点を生成します。

### 手順

- 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
- [節点複製/移動] 入力ダイアログより、  
任意間隔>y : “-1450,3@-1480,-1510”
- [適用] ボタンをクリック
- アイコンサンプラーの “最新のエンティティを選択” クリック
- “単一” をクリックし、右図の節点を追加で選択
- 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” 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、その間でとても小さい要素が出来てしまいます。従って、ここでは杭の間隔を水圧壁の位置に合わせるために、距離を1450mmとします。

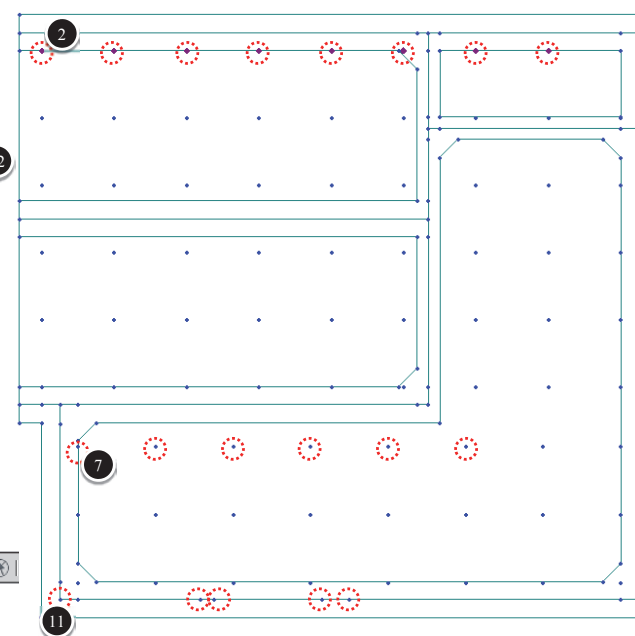
24

## 08 分割位置へ節点コピー

板要素を生成する前に押出し元の線要素に分割位置の節点をコピーします。

### 手順

- アイコンサンプラーの “単一” をクリック
- 作業画面から8個の杭芯の節点を選択
- [節点複製/移動] 入力ダイアログより、  
等間隔>dx,dy,dz : “0,400,0”  
回数 : “1”
- “交差点で要素分割” チェックオン
- [適用] ボタンをクリック
- アイコンサンプラーの “単一” をクリック
- 作業画面から6個の杭芯の節点を選択
- [節点複製/移動] 入力ダイアログより、  
等間隔>dx,dy,dz : “0,9100,0”  
回数 : “1”
- [適用] ボタンをクリック
- アイコンサンプラーの “単一” をクリック
- 作業画面から5個の節点を選択
- [節点複製/移動] 入力ダイアログより、  
等間隔>dx,dy,dz : “0,12500,0”  
回数 : “1”
- [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。

26

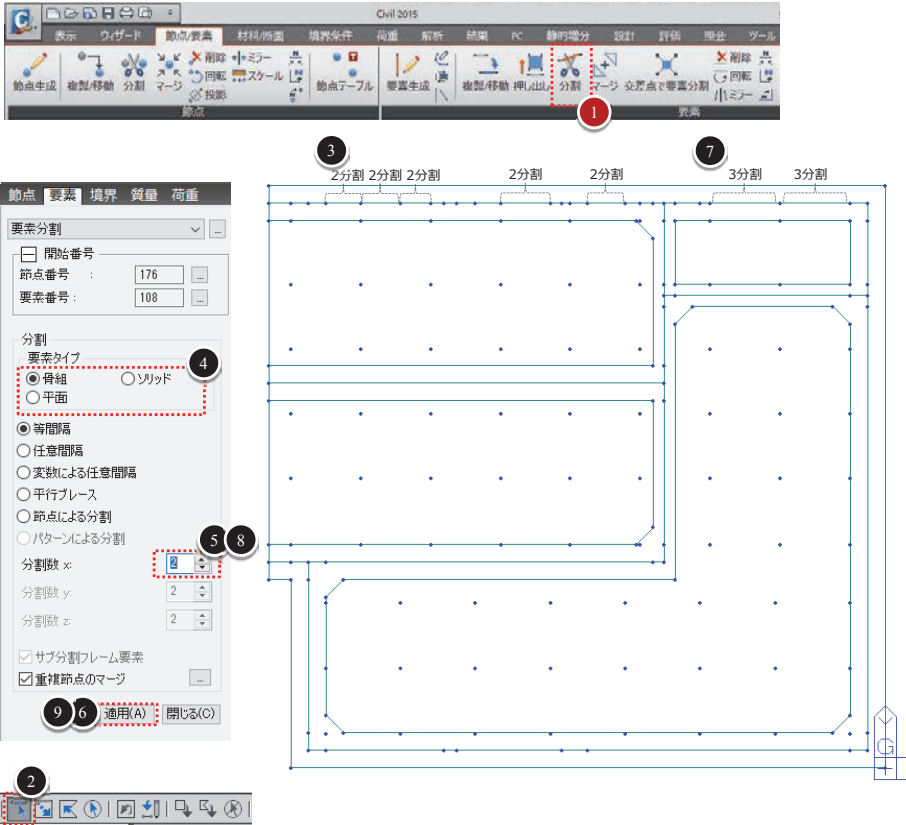


# 09 要素の分割

板要素を生成する前に押出し元の線要素を分割します。

## 手順

- 1 リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[分割]
- 2 アイコンツールバーの “**単一**” をクリック
- 3 作業画面で2分割する5個の要素選択
- 4 分割>要素タイプ: “**骨組**”
- 5 分割数x: “**2**”
- 6 [適用] ボタンをクリック
- 7 作業画面で3分割する2個の要素選択
- 8 分割数x: “**3**”
- 9 [適用] ボタンをクリック

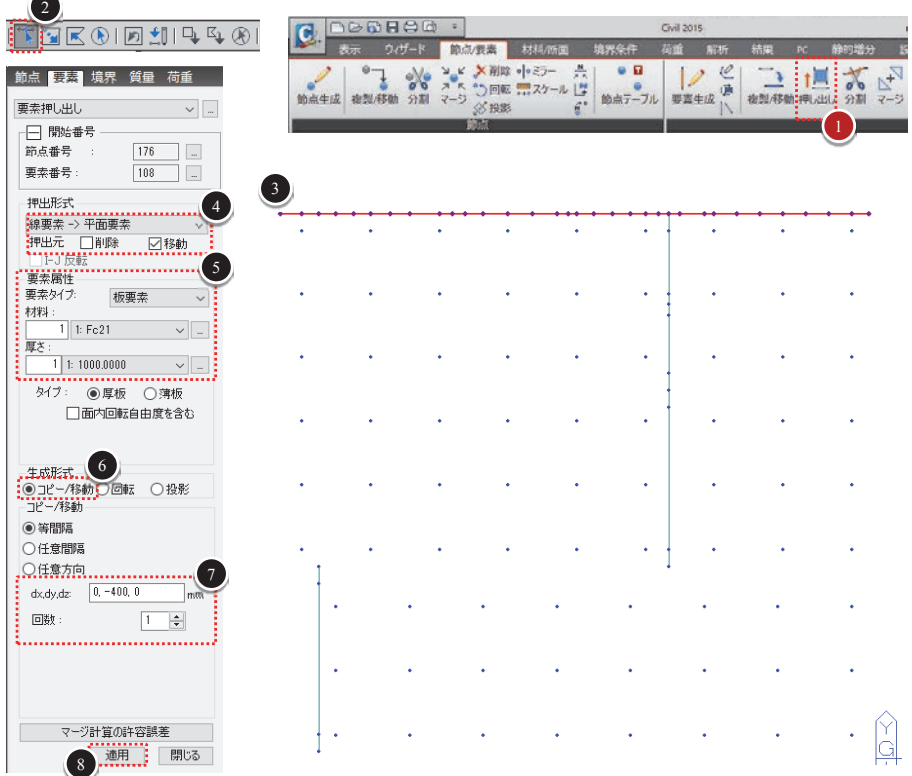


# 11 底版生成-要素押出し

線要素を押出して板要素を生成します。

## 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**”
- 5 要素タイプ: “**板要素**”
- 6 生成形式: “**コピー/移動**”
- 7 dx,dy,dz: “**0,-400,0**”
- 8 [適用] ボタンをクリック



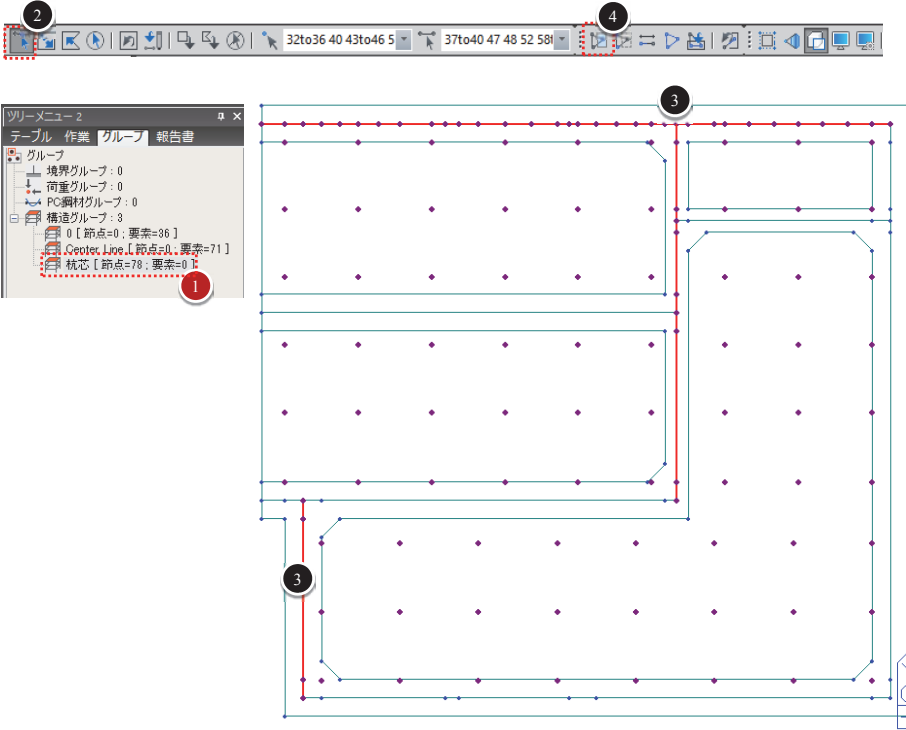
\*1 移動距離を入力する際に、“dx,dy,dz”入力欄を一度クリックすれば入力欄に緑色になるので、その状態で作業画面から2点をクリックして2点間の距離を自動入力できます。

# 10 要素押出し元の整理

要素押出しに必要な最小限のデータだけを表示します。

## 手順

- 1 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
- 2 アイコンツールバーの “**単一**” をクリック
- 3 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
- 4 アイコンツールバーの “**アクティブ**” をクリック

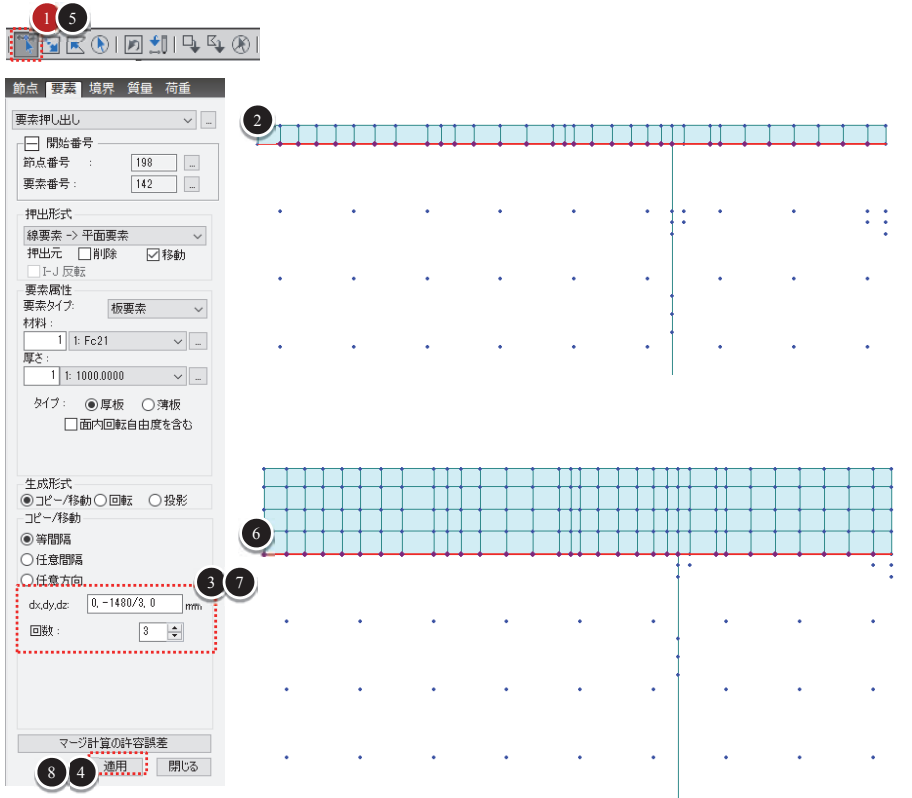


# 12 底版生成-要素押出し

線要素を押出して板要素を生成します。

## 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**”
- 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**”
- 8 [適用] ボタンをクリック



## 13 底版生成-要素の押出し

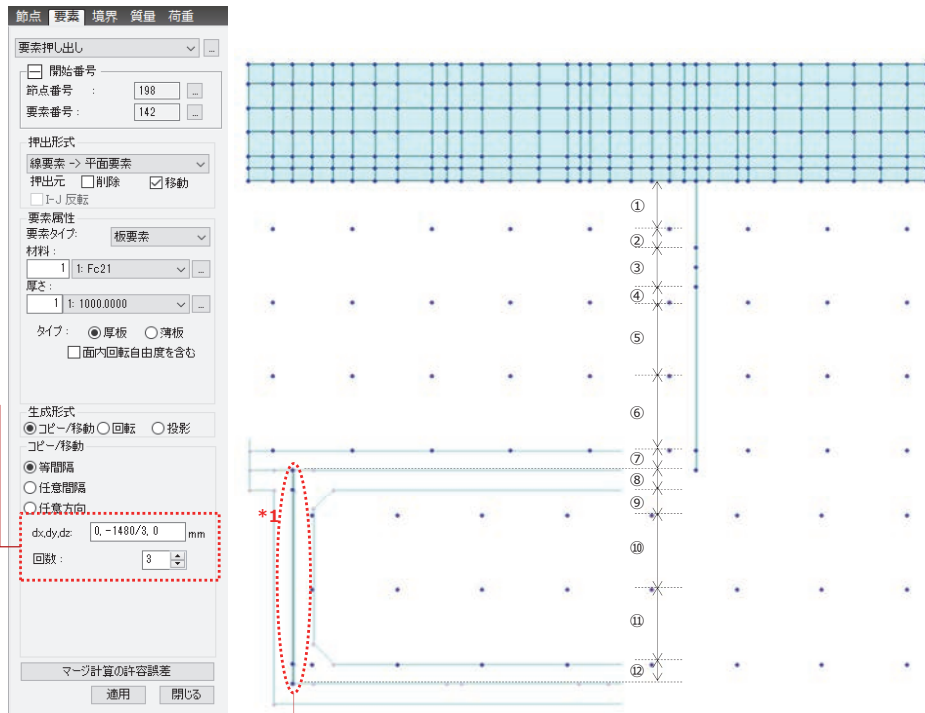
線要素を押出して板要素を生成します。

### 手順

- 前頁の作業内容を参考にして、残りの部分に対して線要素を押出して、板用を生成します。

押出し距離及び回数は下表の通りです。

区間	dx,dy,dz	回数
①	0,-980/2,0	2
②	0,-370,0	1
③	0,-800/2,0	2
④	0,-310,0	1
⑤	0,-1480/3,0	3
⑥	0,-1510/3,0	3
⑦	0,-400,0	1
⑧	0,-400,0	1
⑨	0,-500,0	1
⑩	0,-1500/3,0	3
⑪	0,-1500/3,0	3
⑫	0,-400,0	1



\*1 区間⑧～⑫において、押出元の線要素の左端は上图の赤点線で囲んだ壁軸線となりますので、注意してください。

\*2 最後の区間⑫で押出しをする際は、押出元を削除して下さい。

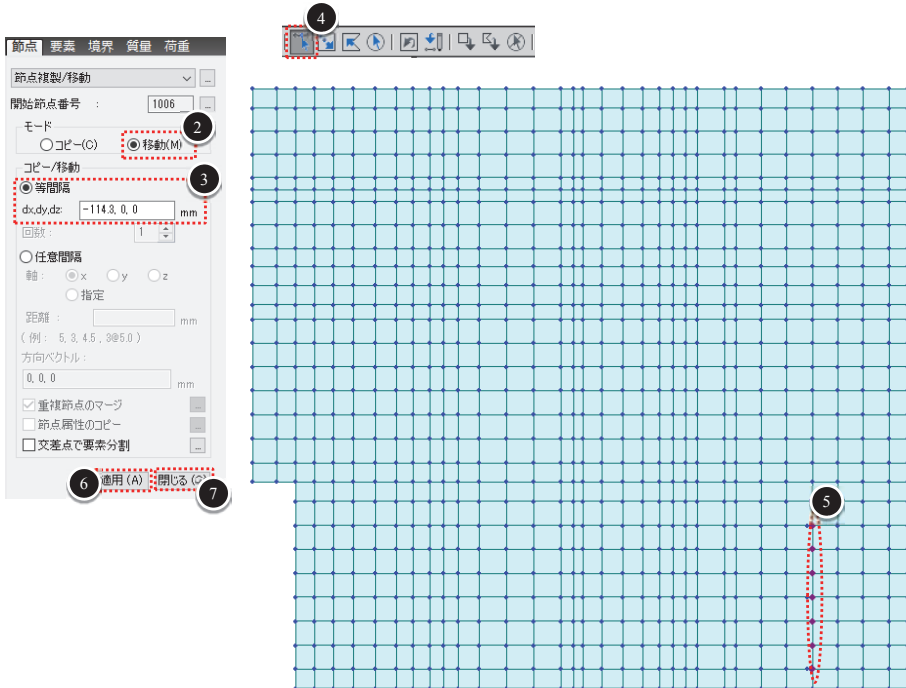
31

## 14 節点の移動・マージ

杭位置で節点を含わせるために、底版上の節点を杭位置に移動してマージします。

### 手順

- リボンメニュー **[節点/要素]>[節点]>[複製/移動]**
- モード：“移動”
- 等間隔>dx,dy,dz：“-114.3, 0,0”  
回数：“1”
- アイコンサルの“**単一**”をクリック
- 右図を参照して、7個の節点を選択
- [適用]** ボタンをクリック
- [閉じる]** ボタンをクリック



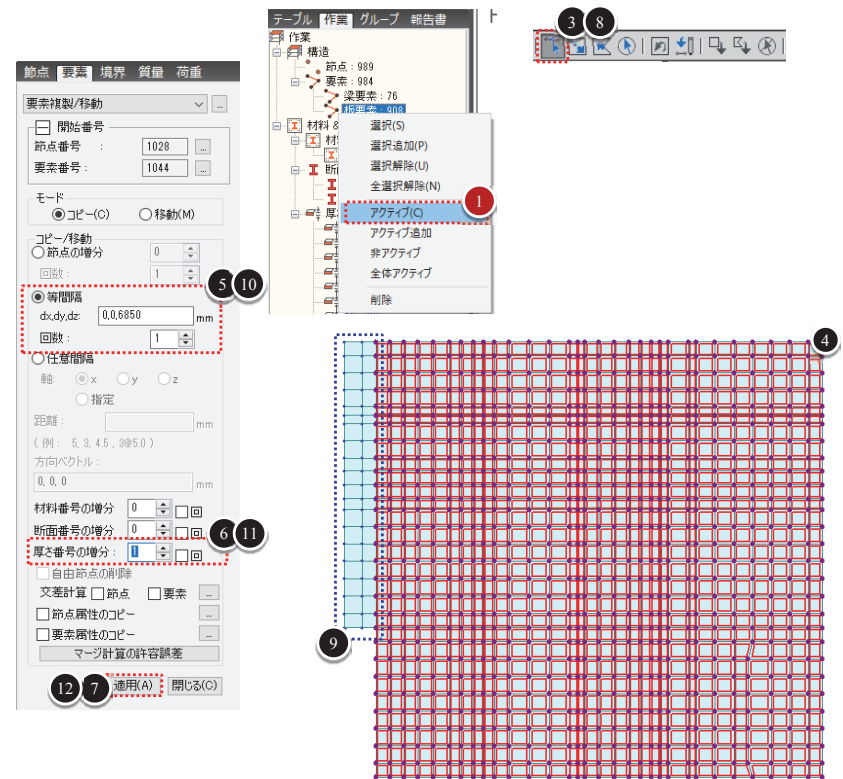
32

## 15 頂版生成-要素のコピー

底版をコピーして頂版を生成します。

### 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**”選択
- リボンメニュー **[節点/要素]>[要素]>[複製/移動]**
- アイコンサルの“**単一**”をクリック
- 右図を参照して、底版の要素を選択
- 等間隔>dx,dy,dz：“0,0,6850”  
回数：“1”
- 厚さ番号の増分：“1”
- [適用]** ボタンをクリック
- アイコンサルの“**単一**”をクリック
- 右図を参照して、残りの部分を選択
- 等間隔>dx,dy,dz：“0,0,8200”  
回数：“1”
- 厚さ番号の増分：“3”
- [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。

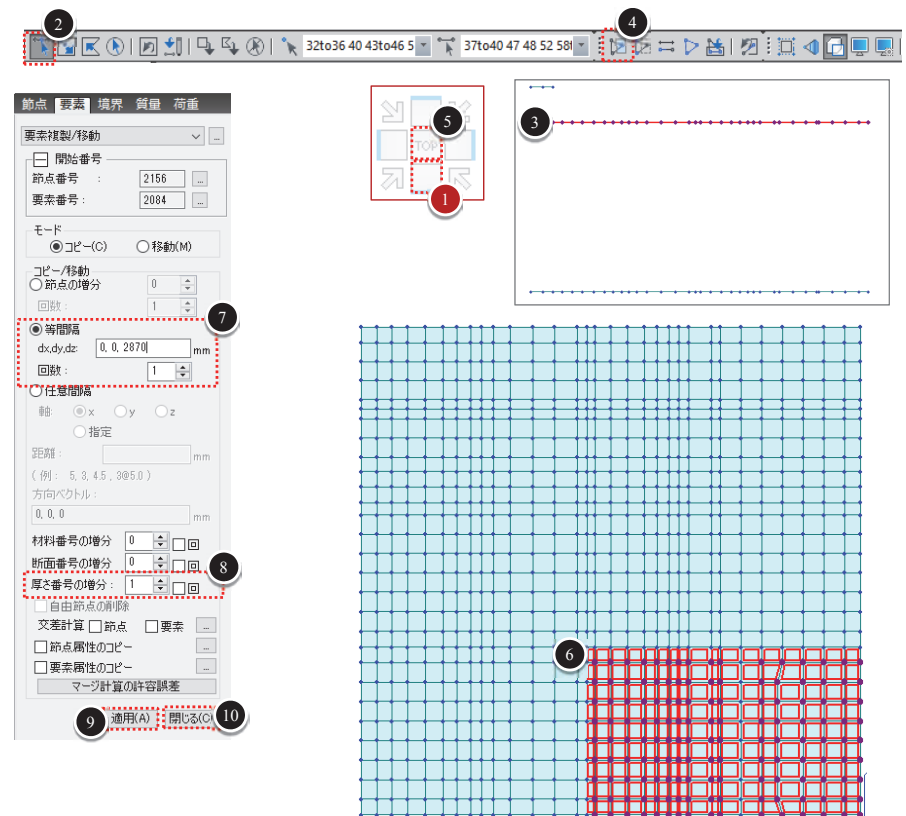
33

## 16 床版生成-要素のコピー

底版をコピーして頂版を生成します。

### 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
- アイコンサルの“**単一**”をクリック
- 頂版の板要素を全部選択
- アイコンサルの“**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。

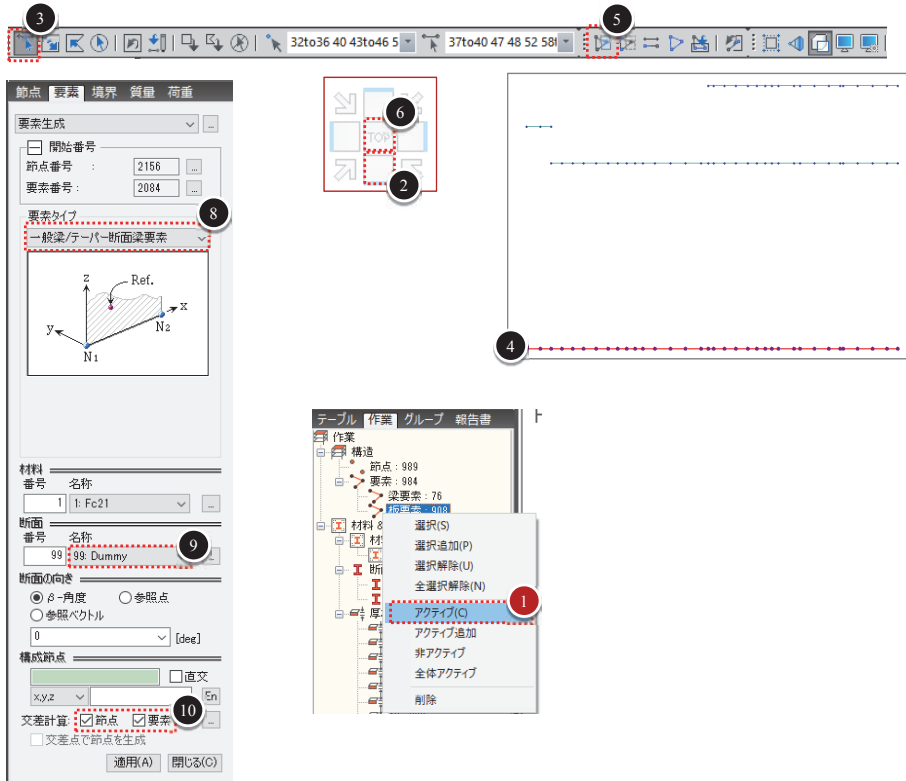
34

## 17 ダミーの線要素生成-1

壁-板要素の押出元となるダミーの線要素を生成します。

### 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”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”



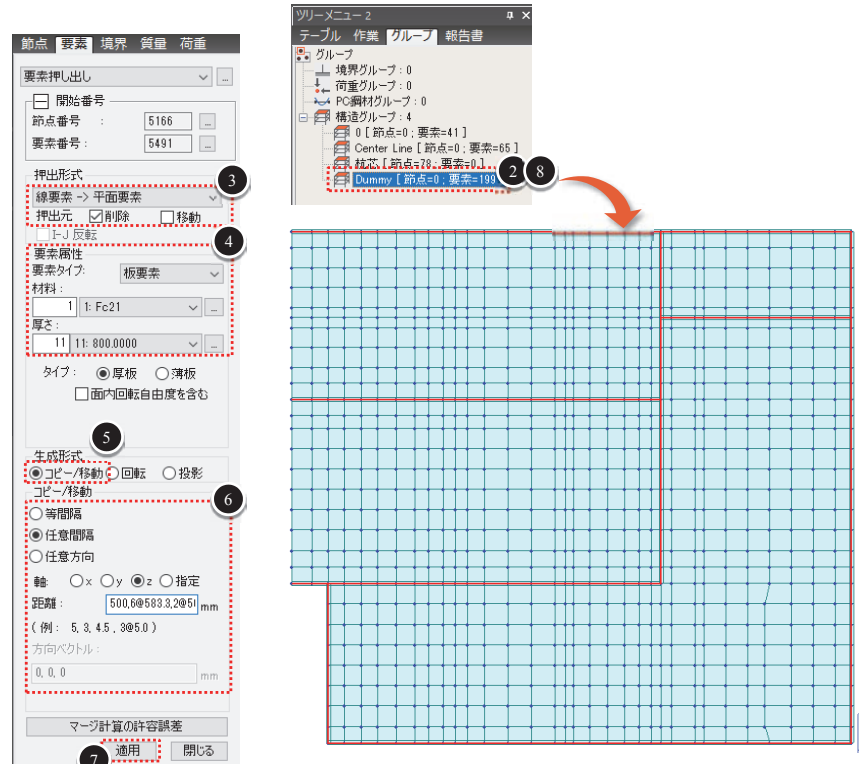
35

## 19 壁生成-要素押出し-1

線要素を押出して壁-板要素を生成します。

### 手順

- リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[押し出し]
- 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
- 押出形式：“線要素->平面要素”
- 押出元：“移動”
- 要素タイプ：“板要素”
- 材料：“1: Fc21”
- 厚さ：“11: 800.0000”
- 生成形式：“コピー/移動”
- “任意間隔”チェックオン
- 軸：“z”
- 距離：“500,6@583.3,2@565,2@490,390,350”
- [適用] ボタンをクリック



\*1 壁の押出し長さを“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、土層区分位置“EL(+ )0.33”、地下水位“EL(+ )1.31”に節点を生成します。

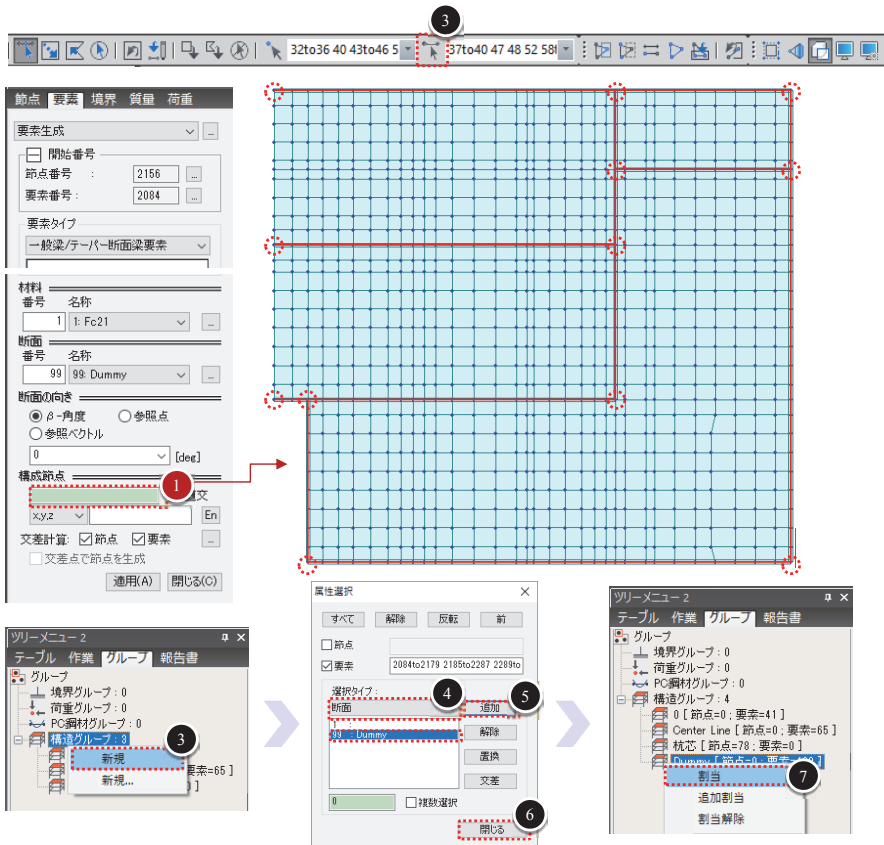
37

## 18 ダミーの線要素生成-2

壁-板要素の押出元となるダミーの線要素を生成します。

### 手順

- 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
- 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、名称を“Dummy”と入力
- アイコンツールバーの“ 属性”をクリック
- 選択タイプ：“断面”
- “99:Dummy”を選択して、[追加] ボタンをクリック
- [閉じる] ボタンをクリック
- 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



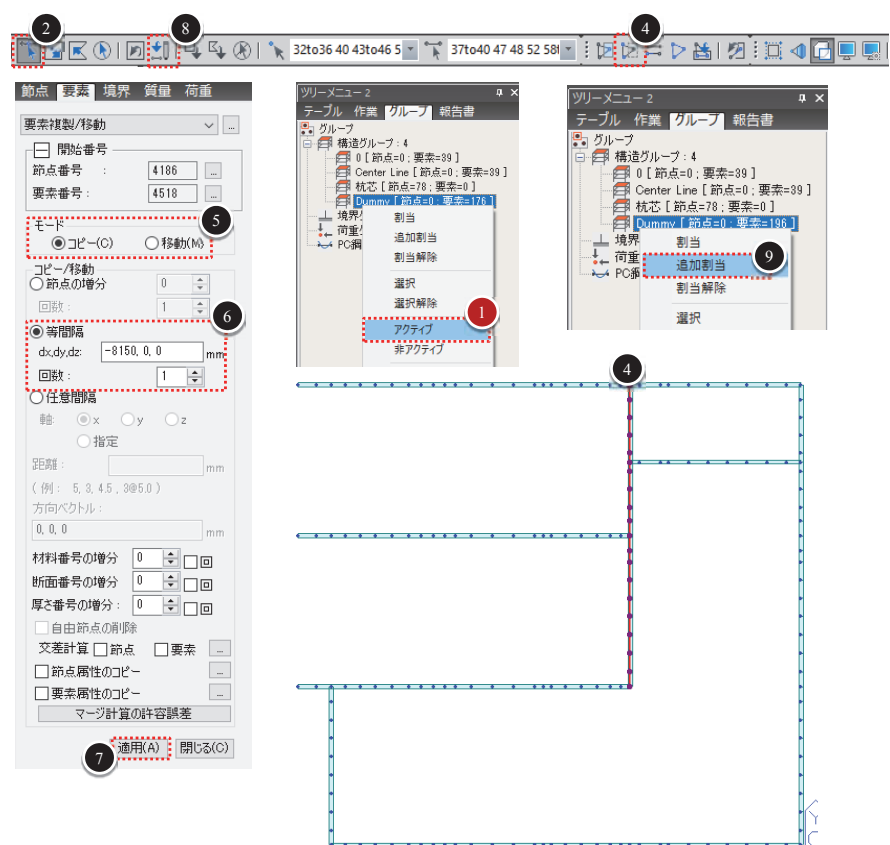
36

## 20 ダミーの線要素コピー

線要素を押出して壁-板要素を生成します。

### 手順

- ツリーメニュー2の“構造グループ”で、“Dummy”を右クリックして、“アクティブ”選択
- アイコンツールバーの“ 単一”をクリック
- リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[複製/移動]
- 右図を参照して、内壁の線要素を選択
- モード：“コピー”
- 等間隔>dx,dy,dz：“-8150,0,0”
- 回数：“1”
- [適用] ボタンをクリック
- 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
- ツリーメニュー2の“構造グループ”で、“Dummy”を右クリックし、“追加割当”選択



38

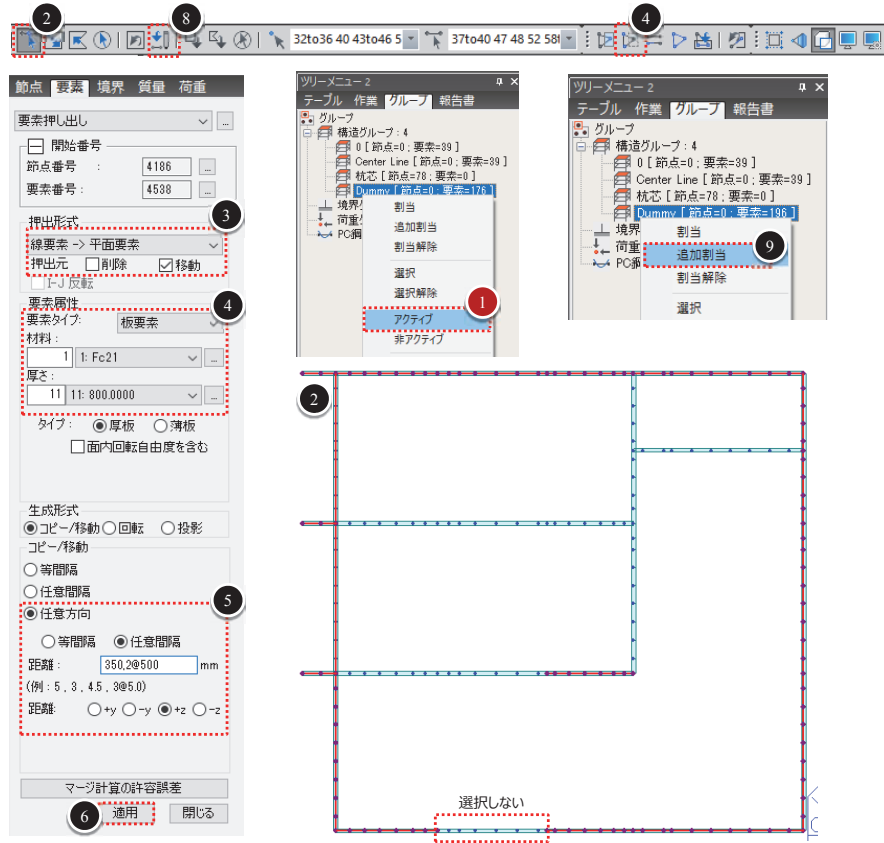


## 21 壁生成-要素押出し-2

線要素を押出して壁-板要素を生成します。

### 手順

- ① リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[押出し]
- ② 右図を参照して、外壁の線要素を選択
- ③ 押出形式：“線要素->平面要素”  
押出元：“移動”
- ④ 要素タイプ：“板要素”  
材料：“1:Fc21”  
厚さ：“11:800.0000”
- ⑤ コピー/移動：“任意方向；任意間隔”  
距離：“350,2@500”  
方向：“+z”
- ⑥ [適用] ボタンをクリック



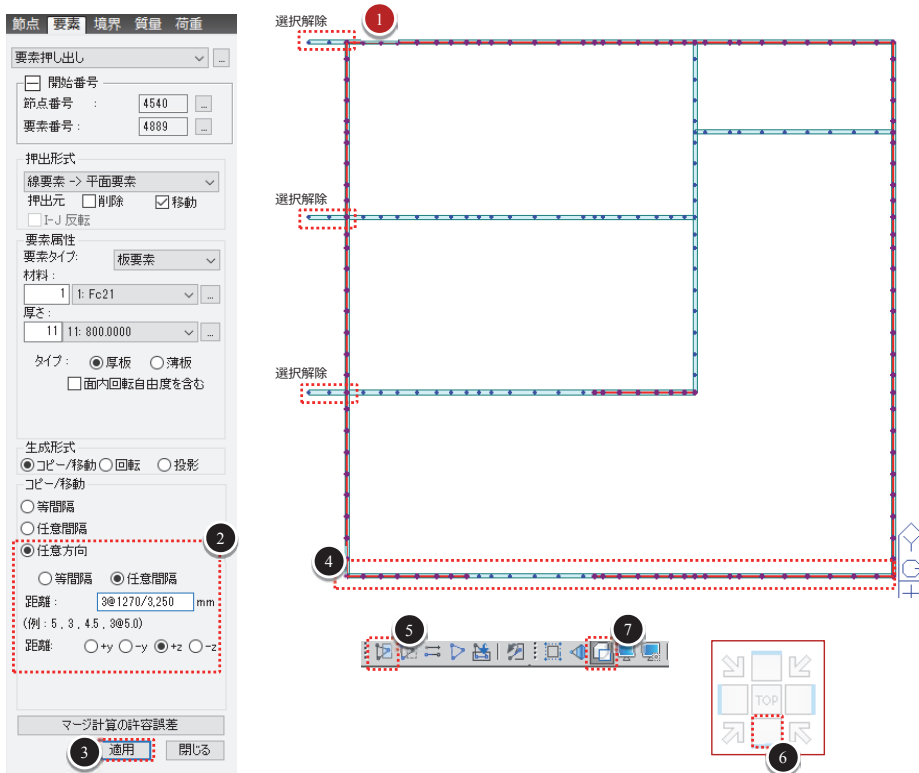
39

## 22 壁生成-要素押出し-3

線要素を押出して壁-板要素を生成します。

### 手順

- ① 右図を参照して、外壁の線要素を選択 (※隔壁は選択解除)
- ② コピー/移動：“任意方向；任意間隔”  
距離：“3@1270/3,250”  
方向：“+z”
- ③ [適用] ボタンをクリック
- ④ 右図を参照して、外壁の線要素を選択
- ⑤ アイコンバーの “アクティブ” クリック
- ⑥ 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
- ⑦ アイコンバーの “陰線除去表示” オフ



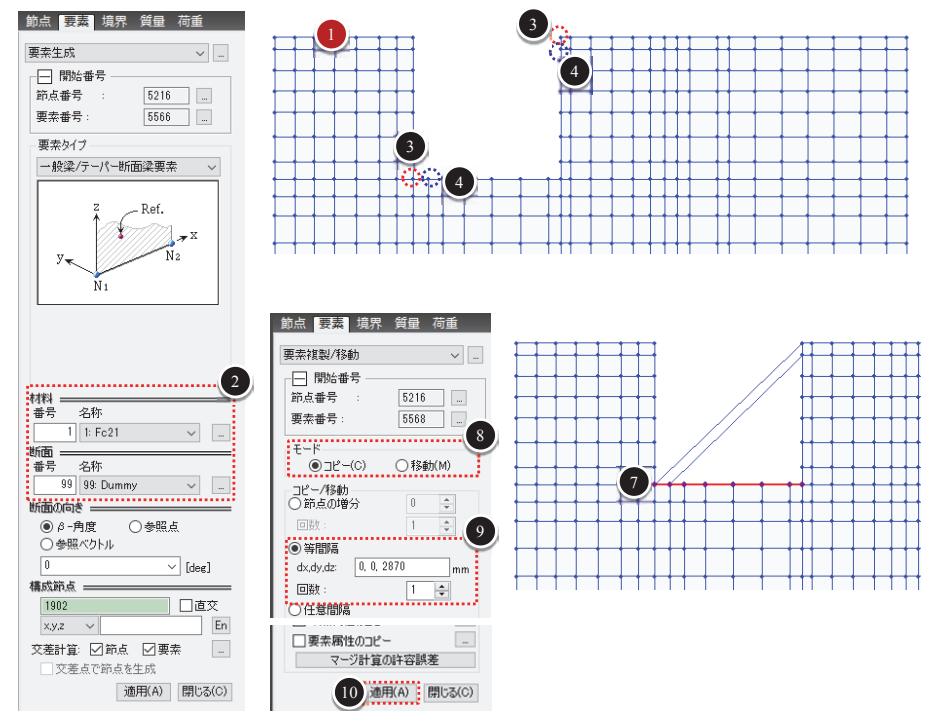
40

## 23 ダミー要素生成

オートメッシュを利用して板要素を生成するために、領域境界上にダミー要素を生成します。

### 手順

- ① リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[要素生成]
- ② 断面：“99:Dummy”  
交差計算：“節点”、“要素”
- ③ 右図を参照して、赤丸の2点を順に選択
- ④ 右図を参照して、青丸の2点を順に選択
- ⑤ リボンメニュー [節点/要素]>[要素]>[複製/移動]
- ⑥ アイコンバーの “単一” をクリック
- ⑦ 右図を参照して、内壁の線要素を選択
- ⑧ モード：“コピー”
- ⑨ 等間隔>dx,dy,dz：“0,0,2870”  
回数：“1”
- ⑩ [適用] ボタンをクリック



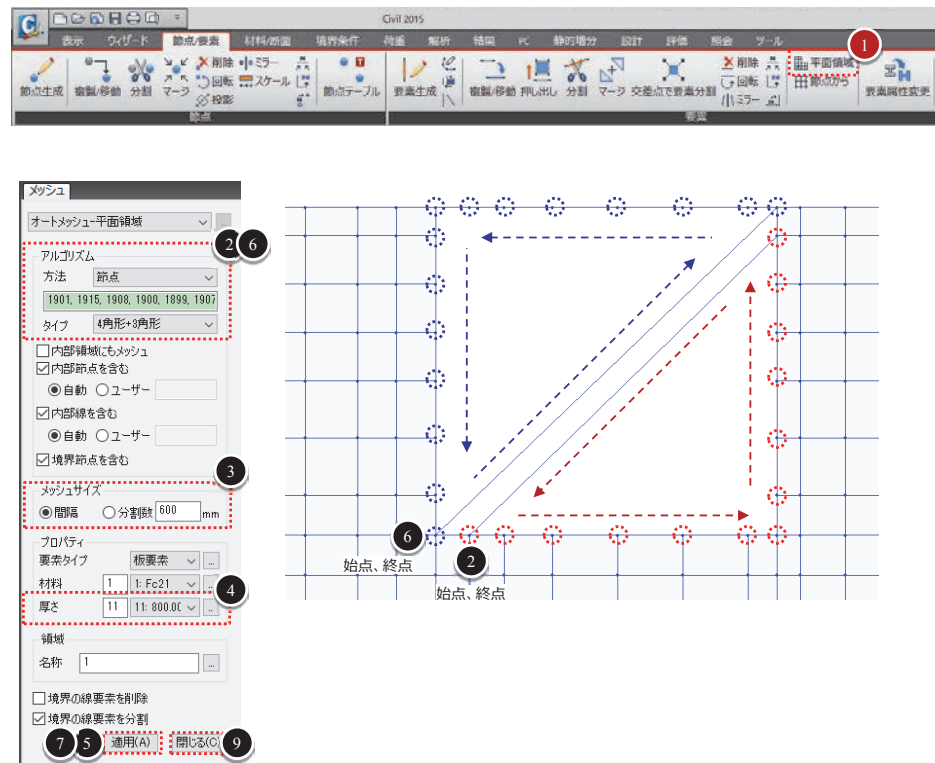
41

## 24 オートメッシュ生成

階段の側壁にオートメッシュを生成します。

### 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。

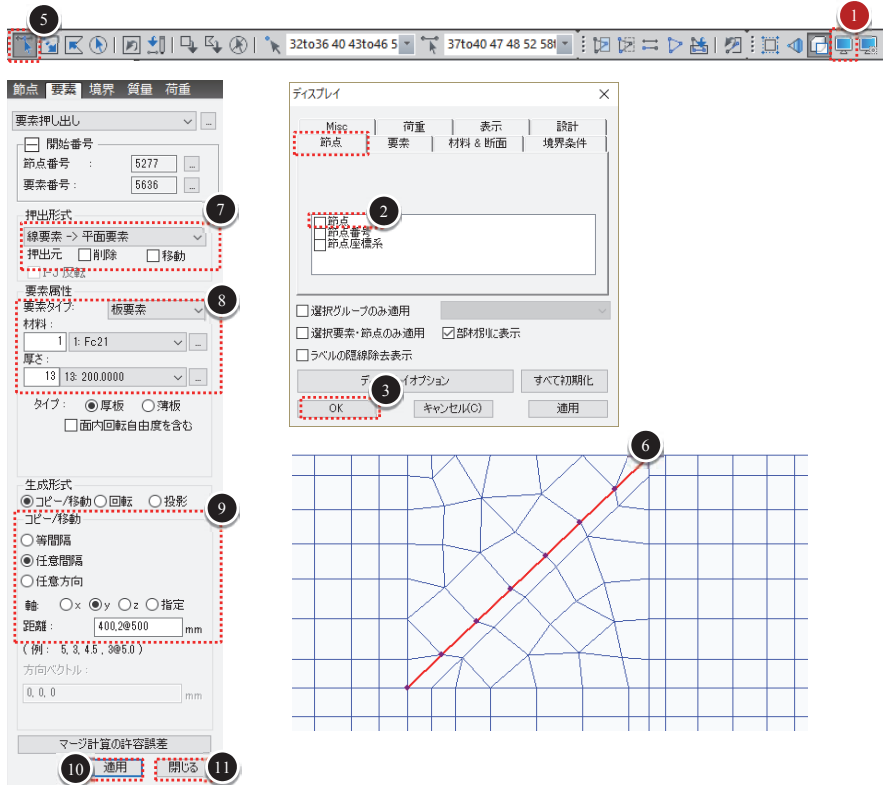
42

## 25 階段の生成

階段の側壁にオートメッシュを生成します。

### 手順

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



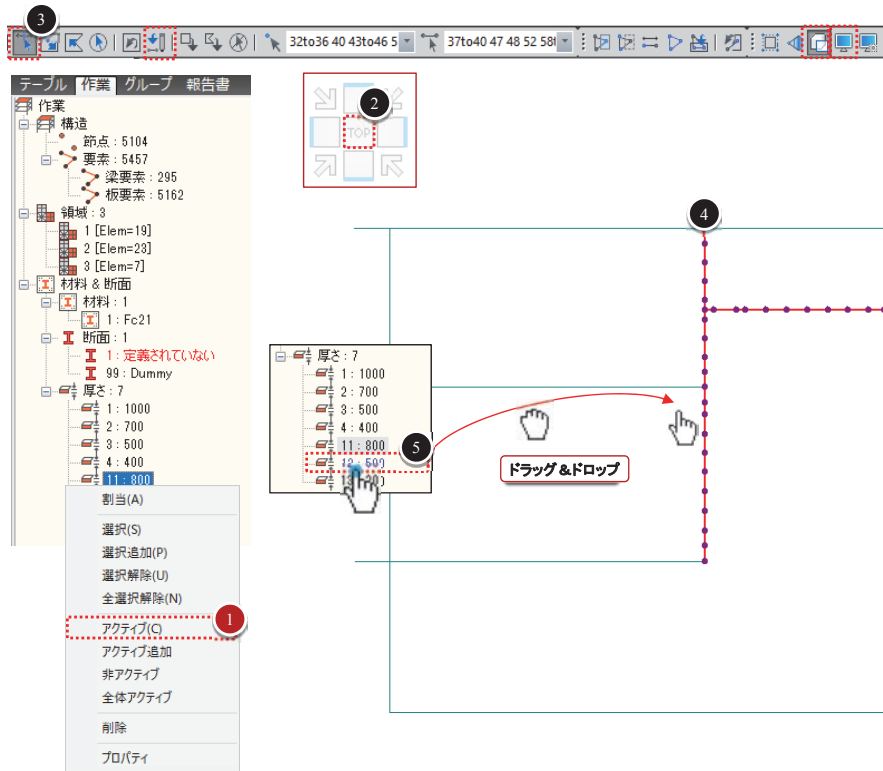
43

## 26 壁厚の変更

水圧壁の厚さを500mmに変更します。

### 手順

- 作業ツリーの“**材料&断面>厚さ>11: 800**”を右クリックし、“**アクティブ**”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
- アイコンツールバーの“**単一**”チェック
- 右図を参照し、水圧壁の線要素を選択
- 作業ツリーの“**材料&断面>厚さ>12: 500**”をクリックしたまま、マウスを作業画面の上に持っていて放す
- 作業画面の厚さをダブルクリックして、床や壁の厚さが正しく設定されているかを確認



44

## 27 要素グループの定義

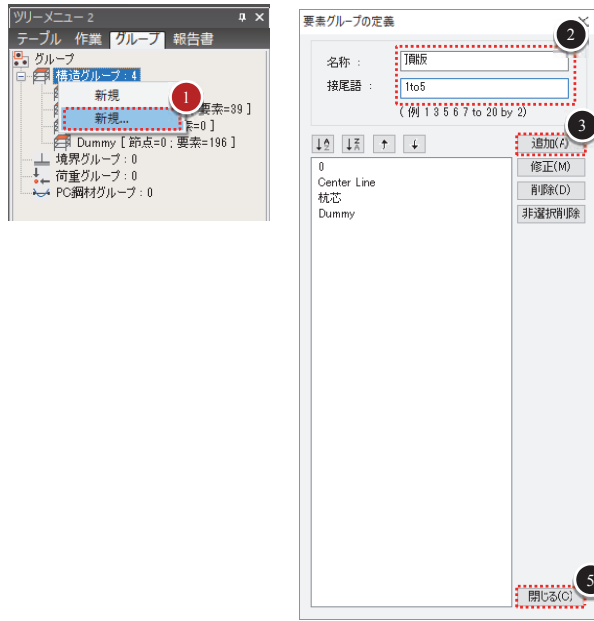
### 手順

- ツリーメニュー2の“**構造グループ**”を右クリックし、“**新規...**”選択
- 名称：“**頂版**”  
接尾語：“**1to5**”
- [追加] ボタンをクリック
- 下表を参照して、作業手順②～③を繰り返す

名称	接尾語
頂版	
底板	1to6
側壁(左)	1to3
隔壁(左)	
水圧壁(冷)	
隔壁(右)	
側壁(右上)	
側壁(右下)	
土圧壁(上)	1to2
水圧壁	1to3
床版	
床版下部	
土圧壁(下)	1to3

- [閉じる] ボタンをクリック

\*1 上表で接尾語が灰色になっている部分は接尾語を空欄のままにします。

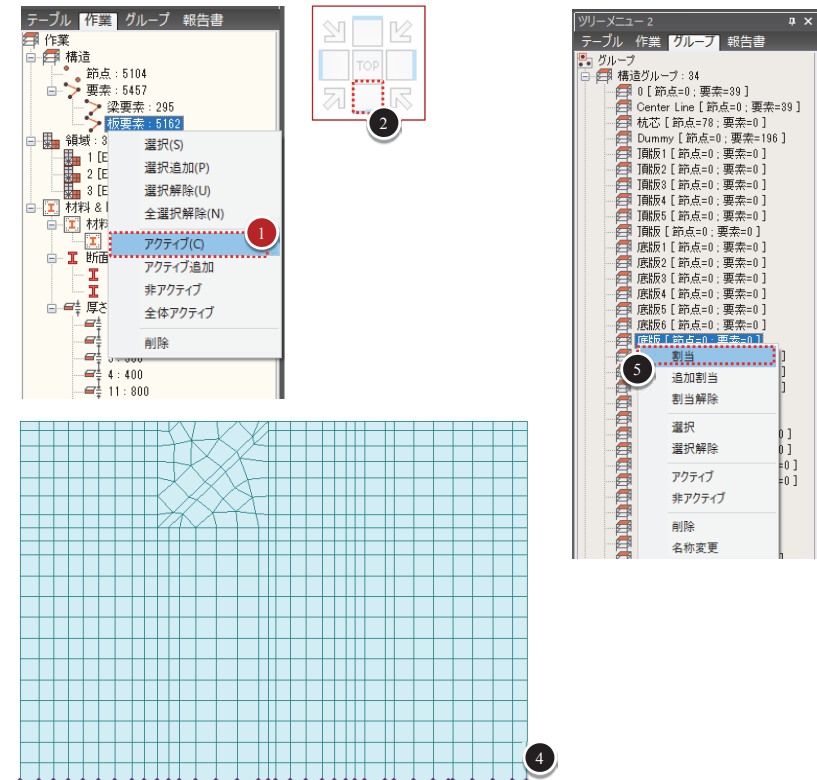


45

## 28 要素グループの定義

### 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**”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**”チェック
- 右図を参照し、底面の板要素を選択
- ツリーメニュー2の“**構造グループ>底板**”を右クリックし、“**割当**”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。

46



## 29 要素グループの登録-1

**手順**

- 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
- アイコンバーの“**アクティブ**”チェック
- 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
- アイコンバーの“**単一**”チェック
- 右図を参照し、底版1の要素グループに入る要素を選択
- 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  
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。

47

## 30 要素グループの登録-2

**手順**

- 頂版と床版の要素グループ範囲を右図に示します。右図を参照して、前頁の方法と同様に要素グループを登録してください。

※壁につきましては、本資料の前半にある「モデルの基本情報>配筋計画による部材グループ」を参考に、グループ分けしてください。

## 31 支持条件の設定

杭の支持バネ条件を設定します。

**手順**

- 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
- 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
- 単位系：“N,mm”→“kN,m”
- メインメニュー[境界条件]>[バネ支持]>[節点バネ条件]をクリック
- SDx：“100000”  
SDy：“100000”  
SDz：“150000”  
SRx：“120000”  
SRy：“120000”
- [適用] ボタンをクリック

杭位置の節点を選択される

49

## 32 荷重ケースの定義

常時と地震時の荷重ケースを定義します。

**手順**

- メインメニュー[荷重]>[荷重ケース生成]>[静的荷重ケース]をクリック
- 名称：“躯体自重”
- タイプ：“死荷重(D)”
- [追加] ボタンをクリック
- 下表を参照して、残りの荷重ケースを入力
- [閉じる] ボタンをクリック

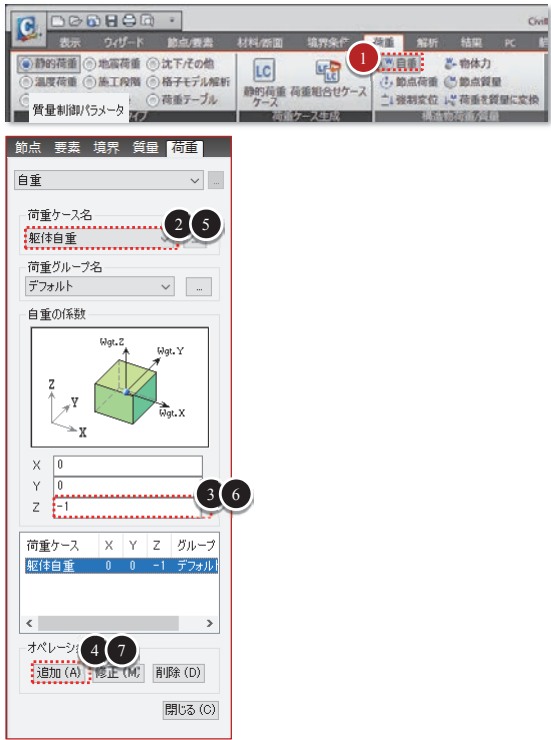
名称	タイプ
建屋荷重	死荷重(D)
機器荷重	上載活荷重(LS)
静止土圧	土圧(EP)
外水圧&揚圧力	地下水圧(WP)
内水圧&水重	流体圧(FP)
躯体慣性力	地震荷重(E)
建屋水平力	地震荷重(E)
機器慣性力	地震荷重(E)
地震時動水圧	地震荷重(E)
応答変位荷重	地震荷重(E)

\*1 “荷重タイプ”は荷重組合せを自動生成する際に使用します。手動で荷重ケースを組合せる場合には荷重タイプは影響を与えません。

## 33 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。

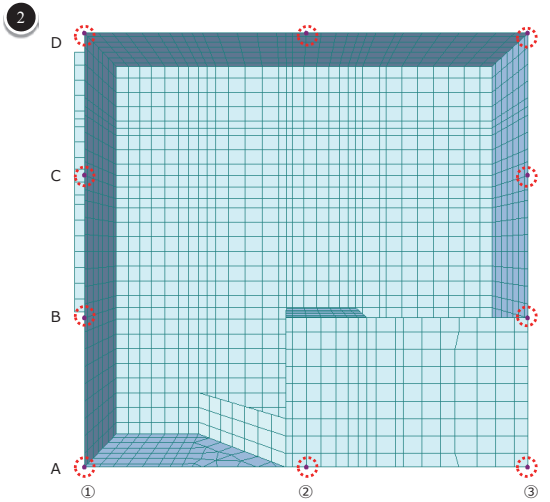
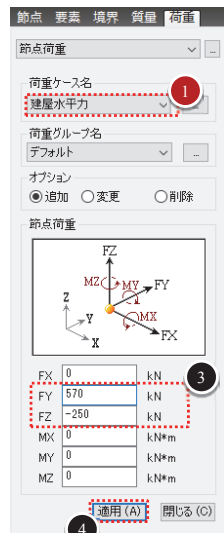
51

## 35 建屋水平力の載荷

地震時の建屋荷重による水平力を定義します。

### 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。

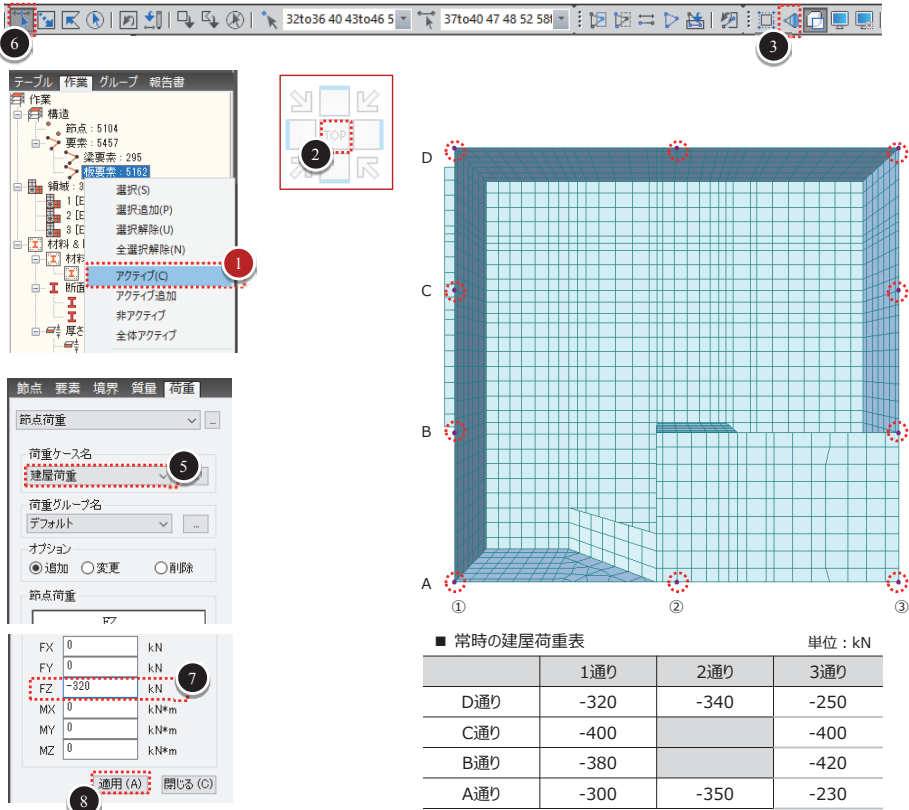
53

## 34 建屋荷重の載荷

上部の建屋荷重を定義します。

### 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“TOP”ボタンをクリック
  - ③ アイコンツールバーの“透視図”チェック
  - ④ メインメニュー[荷重] > [構造物荷重/質量] > [節点荷重] クリック
  - ⑤ 荷重ケース名：“建屋荷重”
  - ⑥ アイコンツールバーの“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
  - ⑦ FZ：“-320”
  - ⑧ [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。

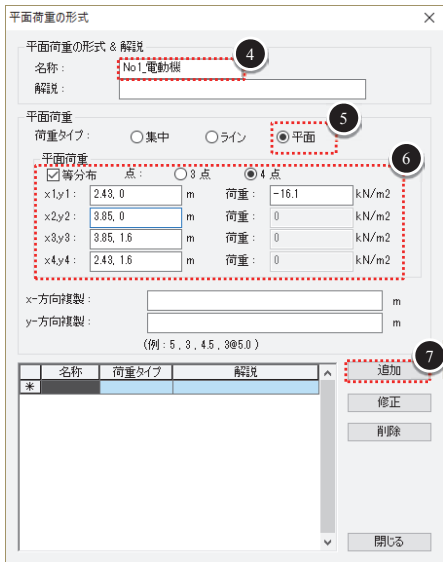
52

## 36 機器荷重の定義-1

頂版に機器荷重を定義します。

### 手順

- ① ツリーメニュー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ポンプの機器荷重を右表を参照して追加。  
但し、“吐口管”は線荷重であり、手順⑤では荷重タイプ：“ライン”にし、手順⑥では“等分布”、“カ” オンにします。



◇ 主要機器の重量(第1ポンプ)

荷重単位：kN/m<sup>2</sup>, 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。

54



## 37 機器荷重の定義-2

頂版に機器荷重を定義します。

### 手順

- ① 名称：“No2\_電動機”
- ② 荷重タイプ：“平面”
- ③ “等分布”、“4点” チェックオン  
x1,y1：“3.2,3.9”  
x2,y2：“4.2,3.9”  
x3,y3：“4.2,5.2”  
x4,y3：“3.2,5.2”  
荷重：“-18”
- ④ [追加] ボタンをクリック
- ⑤ 残りの第2ポンプの機器荷重を右表を参照して追加。  
但し、“吐口管”は線荷重であり、手順②では荷重タイプ：“ライン”にし、手順③では“等分布”、“カ” オンにします。
- ⑥ [追加] ボタンをクリック

平面荷重の形式

平面荷重の形式 & 解説

名称: No2\_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: 3.2, 3.9 m 荷重: -18 kN/m2

x2,y2: 4.2, 3.9 m 荷重: 0 kN/m2

x3,y3: 4.2, 5.2 m 荷重: 0 kN/m2

x4,y4: 3.2, 5.2 m 荷重: 0 kN/m2

x-方向複製: m

y-方向複製: m

(例: 5, 3, 4.5, 3@5.0)

追加 修正 削除 閉じる

平面座標系y軸

平面座標系x軸

< 機器荷重の載荷領域図 >

◇ 主要機器の重量(第2ポンプ) 荷重単位: kN/m<sup>2</sup>, kN/m

名称	No2_電動機	No2_減速機	No2_主ポンプ	No2_バルブ	No2_吐口管	No2_液体抵抗器
x1,y1	3.2,3.9	4.2,3.9	5.23,3.9	9.39,4.2	12.0,4.4	0,3.3
x2,y2	4.2,3.9	5.23,3.9	7.85,3.9	9.94,4.2	12.0,5.2	1.5,3.3
x3,y3	4.2,5.2	5.23,5.4	7.85,5.7	9.94,5.4	-	1.5,4.8
x4,y4	3.2,5.2	4.2,5.4	5.23,5.7	9.39,5.4	-	0,4.8
荷重値	-18.0	-8.0	-30.0	-68.1	-22.5	-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。

55

## 38 機器荷重の載荷

頂版に機器荷重を載荷します。

### 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

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

平面荷重

1点目(原点): 12.40005, 5.600333, 12.05 m

2点目(x軸上): -0.4, 5.600333, 12.05 m

3点目(x-y平面上): -0.4, 12.9, 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: 軌道

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

解説

☐ 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, 3@5.0)

適用 閉じる

1点目

2点目

3点目

載荷された機器荷重

56

## 39 機器荷重の慣性力

頂版に機器荷重の慣性力を載荷します。

### 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 “置換する質量成分” 全て選択
- 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 ウィザード 節点/要素 材料/断面 境界条件 荷重 解析 結果 PC 静的増分 設計 評価 照会

静的荷重 地震荷重 沈下/その他 温度荷重 施工段階 格子モデル解析 移動荷重 水和熱 荷重テーブル 静的荷重 荷重組合せケース 荷重タイプ/質量 荷重ケース生成

自重 節点荷重 移動変位 強制変位 物体力 節点質量 荷重タイプ/質量 要素 連続 定型 平面荷重の指定 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

節点 要素 境界 質量 荷重

物体力

荷重ケース名: 機器慣性力

物体力を与える節点

軌道

節点リスト: 990to1917 4240to4245

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 X Y Z

機器慣性力 0 0.32 0

オペレーション

追加(A) 修正(M) 削除(D) 閉じる(C)

9

10

11

12

13

\*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。

57

## 40 静止土圧の載荷-1

側壁に静止土圧を載荷します。

### 手順

- ① 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
- ② メインメニュー[荷重]>[圧力荷重]>[静水圧] クリック
- ③ 荷重ケース名：“静止土圧”
- ④ 荷重タイプ：“線形荷重”
- ⑤ 要素タイプ：“板要素”
- ⑥ 方向：“ローカルZ”
- ⑦ 勾配の方向：“グローバル(-Z)”
- ⑧ アイコンバーの“☒ 単一”チェックし、右図を参照して、要素を選択
- ⑨ [適用] ボタンをクリック
- ⑩ 参照レベル(H)：“15”
- ⑪ 右図を参照して、右壁の要素を選択
- ⑫ [適用] ボタンをクリック

静水圧

荷重ケース名: 静止土圧

荷重グループ名: デフォルト

オプション

☒ 追加 ☐ 変更 ☐ 削除

荷重タイプ

線形荷重

要素タイプ

板要素

方向

選択: ☒ 節点 ☐ 要素

投影: ☐ Yes ☒ No

荷重

勾配の方向

グローバル(-Z)

参照レベル(H): 15 m

等圧力荷重(Po): 0 kN/m2

勾配荷重の傾き(g): 8.5 kN/m3

適用 閉じる

1

8

11

12

9

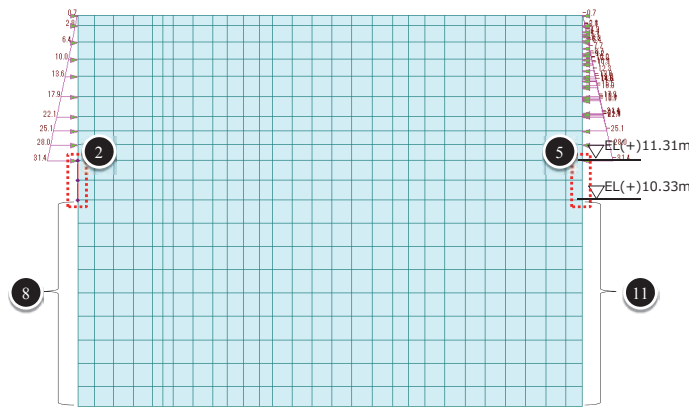
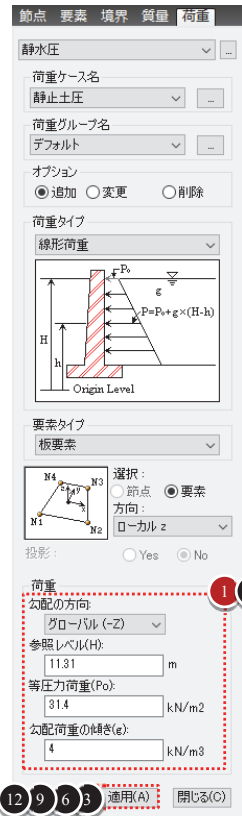
58

## 41 静止土圧の載荷-2

側壁に静止土圧を載荷します。

### 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



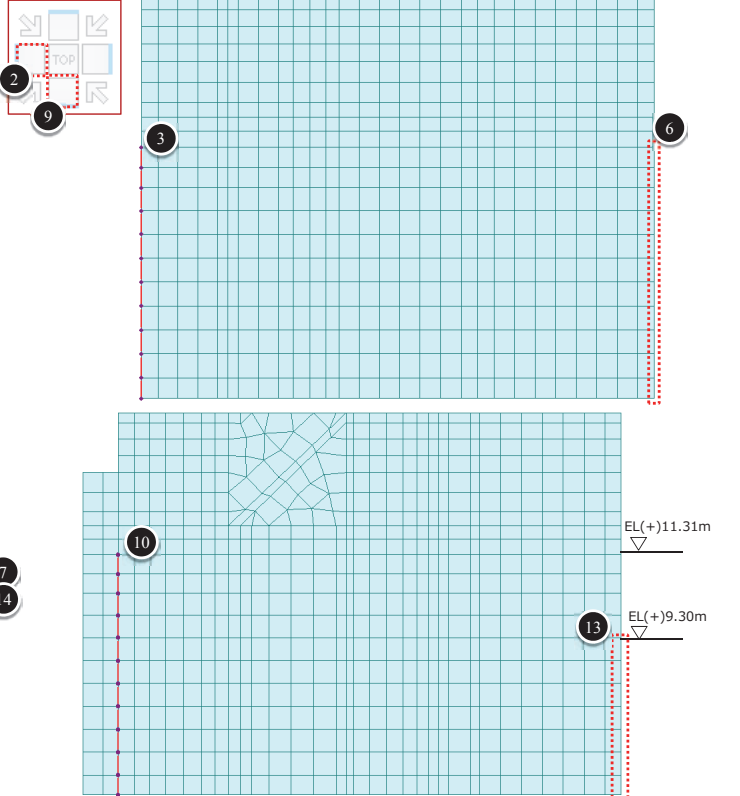
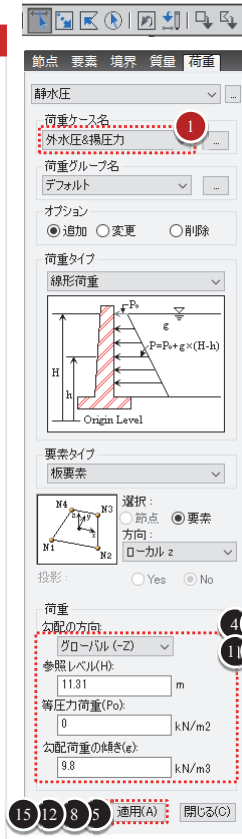
59

## 43 外水圧・揚圧力の載荷-1

側壁と底板にそれぞれ外水圧と揚圧力を載荷します。

### 手順

- 荷重ケース名：“外水圧&揚圧力”
- “視点変更”ボタンの“左”をクリック
- 右図を参照して、左壁の要素を選択
- 参照レベル(H)：“11.31”  
等圧力荷重(Po)：“0”  
勾配荷重の傾き(g)：“9.8”
- [適用] ボタンをクリック
- 右図を参照して、要素を選択
- 参照レベル(H)：“11.31”  
等圧力荷重(Po)：“0”  
勾配荷重の傾き(g)：“-9.8”
- [適用] ボタンをクリック
- “視点変更”ボタンの“正面”をクリック
- 右図を参照して、該当の要素を選択
- 参照レベル(H)：“11.31”  
等圧力荷重(Po)：“0”  
勾配荷重の傾き(g)：“-9.8”
- [適用] ボタンをクリック
- 右図を参照して、要素を選択
- 参照レベル(H)：“11.31”  
等圧力荷重(Po)：“0”  
勾配荷重の傾き(g)：“9.8”
- [適用] ボタンをクリック



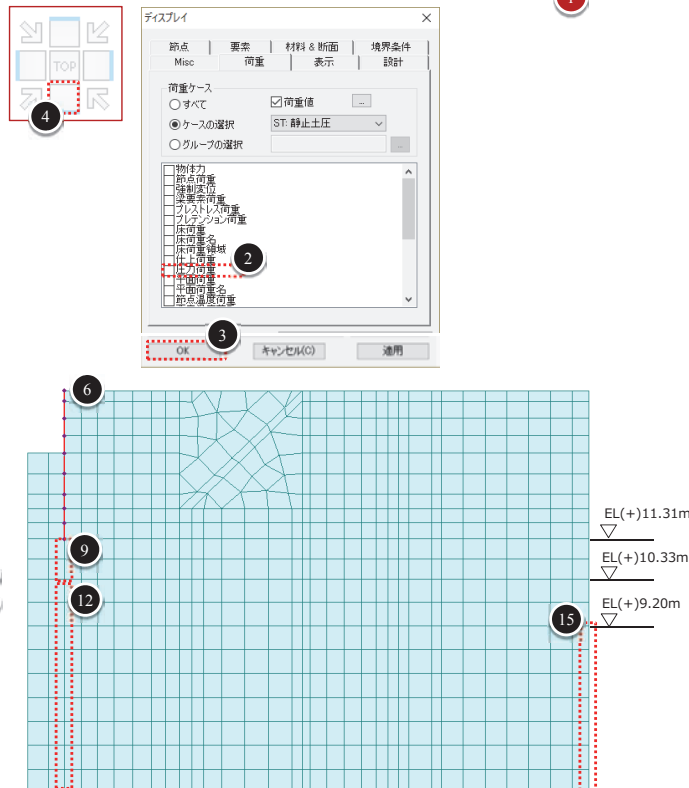
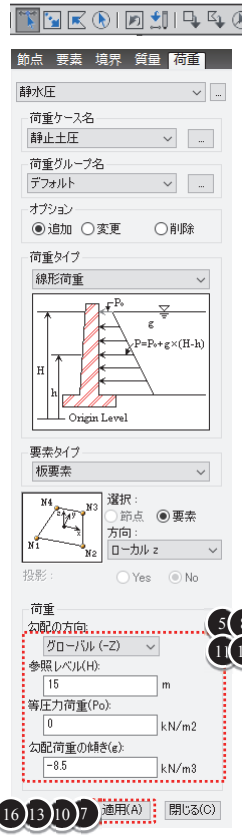
61

## 42 静止土圧の載荷-3

側壁に静止土圧を載荷します。

### 手順

- アイコンバーの“ディスプレイ”チェック
- “荷重>圧力荷重”チェックオフ
- [OK] ボタンをクリック
- “視点変更”ボタンの“正面”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、左壁の要素を選択
- [適用] ボタンをクリック
- 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
- 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)：“9.2”  
等圧力荷重(Po)：“0”  
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



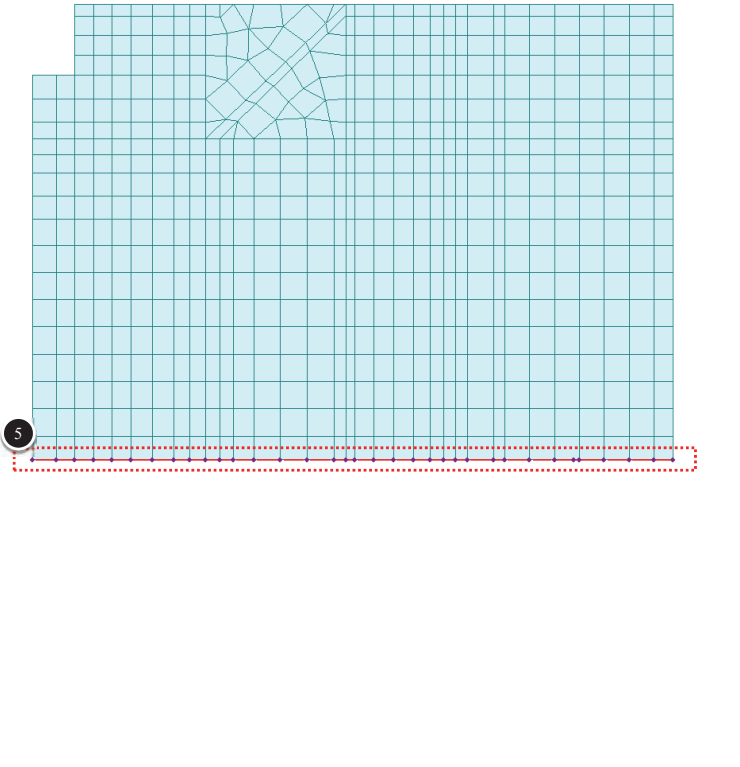
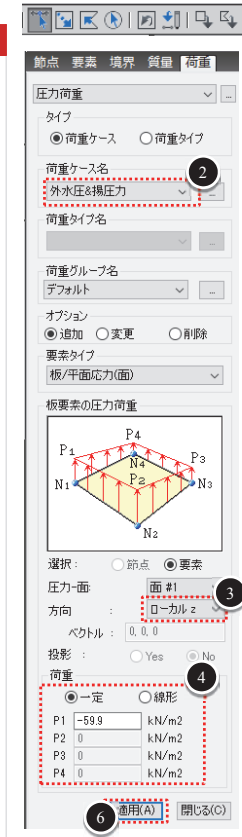
60

## 44 外水圧・揚圧力の載荷-2

側壁と底板にそれぞれ外水圧と揚圧力を載荷します。

### 手順

- メインメニュー[荷重]>[圧力荷重]>[圧力荷重の割当] クリック
- 荷重ケース名：“外水圧&揚圧力”
- 方向：“ローカル z”
- 一定>P1：“-59.9”
- 右図を参照して、要素を選択
- [適用] ボタンをクリック



62

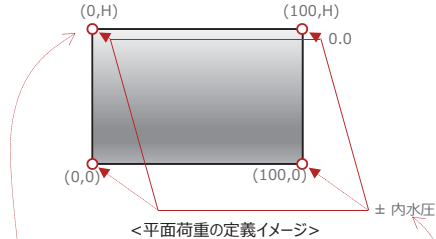


## 45 内水圧・水重の定義

内水圧と水重を定義します。

### 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 右表と右図を参照しながら、“冷却水槽(+)”、“冷却水槽(-)”、“所内排水槽(+)”、“所内排水槽(-)”についても平面荷重を定義
- ⑩ [閉じる] ボタンをクリック



◇ 内水圧と水重

荷重位置	内水位 (m)	底板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

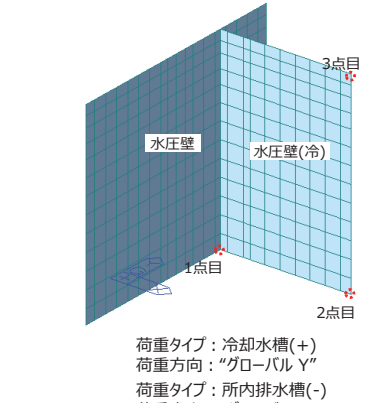
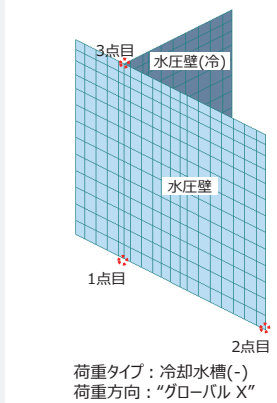
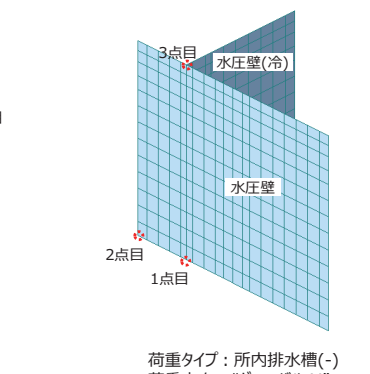
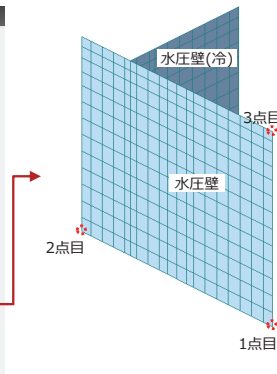
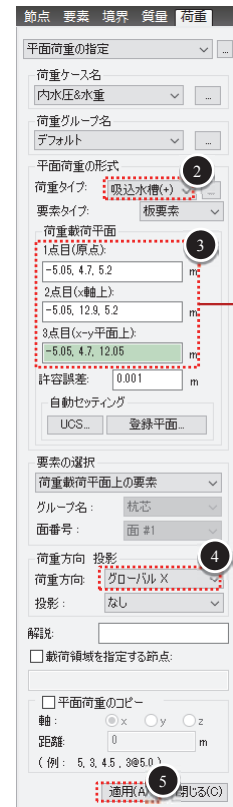
63

## 47 内水圧・水重の载荷-2

壁と底板にそれぞれ内水圧と水重を载荷します。

### 手順

- ① 構造内部で設定しづらい壁は該当の部分だけをアクティブして、载荷します。  
以下は水圧壁と水圧壁(冷)に関する設定です。
- ② 荷重タイプ：“吸込水槽(+)”
- ③ “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
- ④ 荷重方向：“グローバル X”
- ⑤ [適用] ボタンをクリック



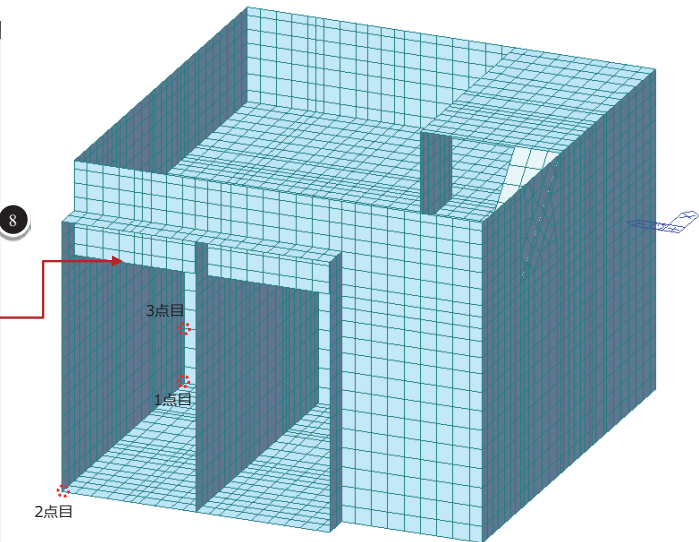
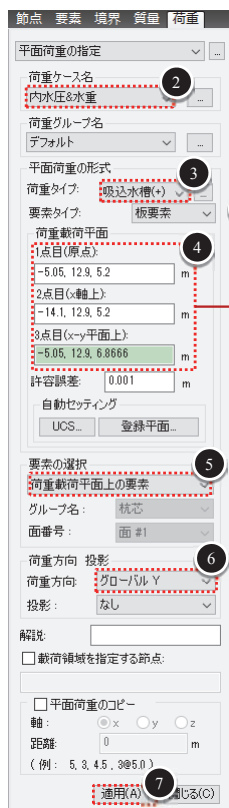
65

## 46 内水圧・水重の载荷-1

壁と底板にそれぞれ内水圧と水重を载荷します。

### 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 荷重载荷平面  
“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：“荷重载荷平面上の要素”
- 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、残りの内水圧を载荷



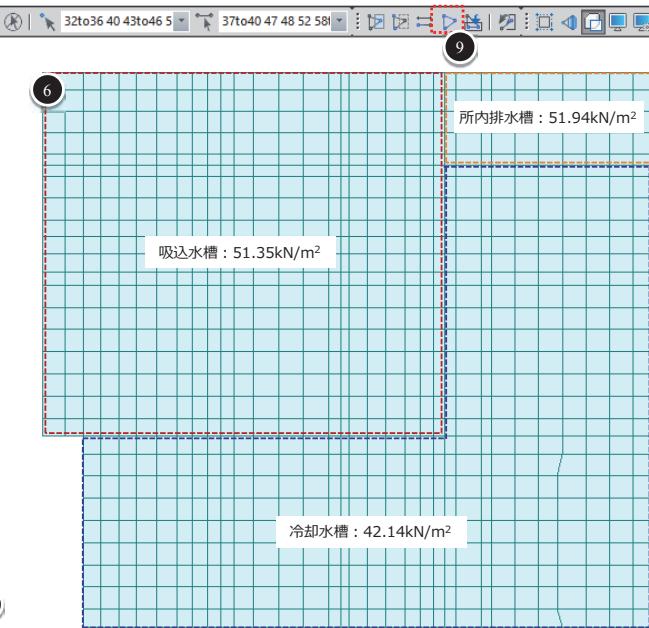
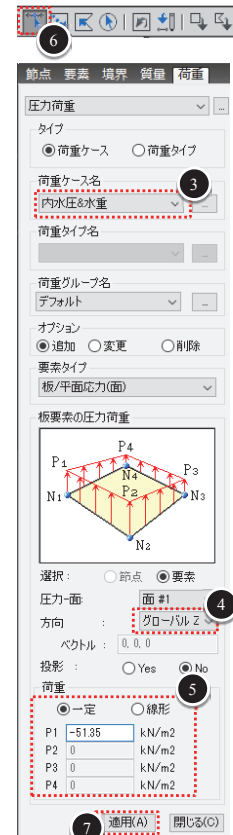
64

## 48 内水圧・水重の载荷-3

底板に水重载荷します。

### 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] 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 アイコンバーの“単一”チェックし、右図を参照し、吸込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 アイコンバーの“全てアクティブ”オン



66

動水圧を定義します。

## 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 (動水+)”
- 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: “43.4”  
x2,y2: “100,0”、荷重: “43.4”  
x3,y3: “100,4.74”、荷重: “10.8”  
x4,y3: “0,4.74”、荷重: “10.8”
- ⑤ [追加] ボタンをクリック
- ⑥ 名称: “冷却水槽 (動水+)”
- ⑦ 平面荷重: “4点” チェックオン  
x1,y1: “0,0”、荷重: “34.8”  
x2,y2: “100,0”、荷重: “34.8”  
x3,y3: “100,3.8”、荷重: “8.7”  
x4,y3: “0,3.8”、荷重: “8.7”
- ⑧ [追加] ボタンをクリック
- ⑨ 右表と右図を参照しながら、“所内排水槽 (動水+)”についても平面荷重を定義
- ⑩ [閉じる] ボタンをクリック

平面荷重の形式と解説

名称:

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

x1y1:  m 荷重:  kN/m<sup>2</sup>

x2y2:  m 荷重:  kN/m<sup>2</sup>

x3y3:  m 荷重:  kN/m<sup>2</sup>

x4y4:  m 荷重:  kN/m<sup>2</sup>

x-方向荷重:  m

y-方向荷重:  m

(例: 5.3, 4.5, 3005.0)

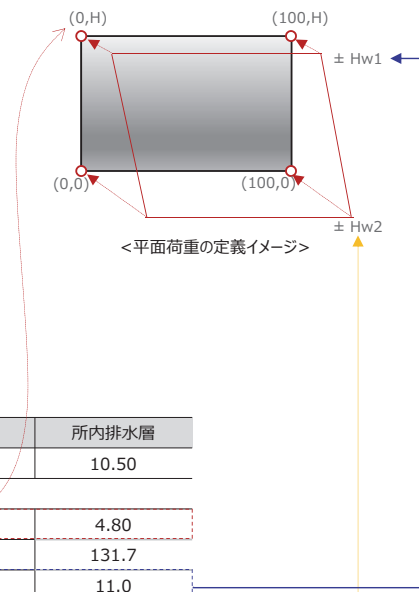
名称	荷重タイプ	解説
No1.電動機	平面	
No1.流注機	平面	
No1.主ポンプ	平面	
No1.バルブ	平面	
No1.2号管	ライン	
No1.液圧振振器	平面	
No2.電動機	平面	
No2.流注機	平面	
No2.主ポンプ	平面	
No2.バルブ	平面	
No2.2号管	ライン	

追加

修正

削除

◇ 地震時の動水圧			
	吸水水槽	冷却水槽	所内排水層
内水位(m)	10.44	9.50	10.50
底板EL(m)	5.7		
H(m)	4.74	3.80	4.80
Pew(kN)	128.4	82.5	131.7
Hw1(kN/m <sup>2</sup> )	10.8	8.7	11.0
Hw2(kN/m <sup>2</sup> )	43.4	34.8	43.9



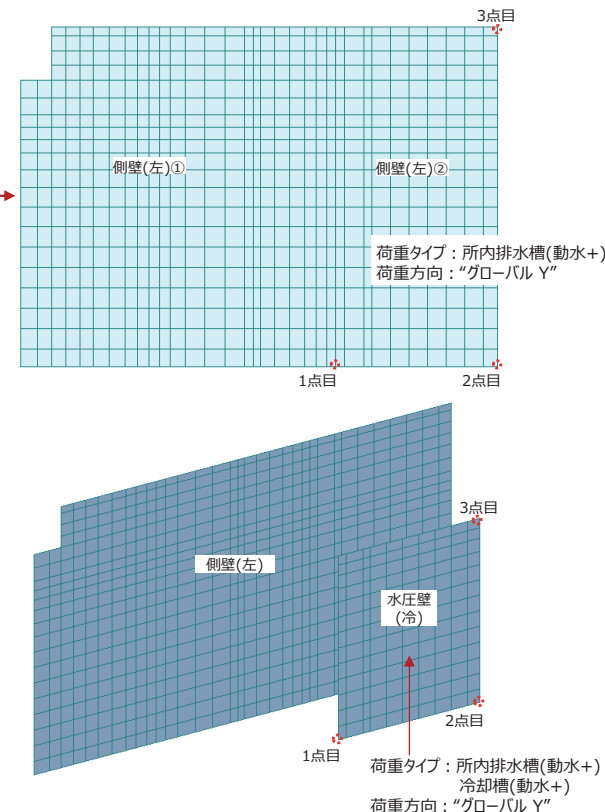
67

壁にY方向に作用する動水圧を載荷します。

## 手順

- ① 構造内部で設定しづらい壁は該当の部分だけをアクティブして、載荷します。  
以下は側壁(左)と水圧壁(冷)に関する設定です。
- ② 荷重タイプ: “吸込水槽(動水+)”
- ③ “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
- ④ 荷重方向: “グローバルY”
- ⑤ [適用] ボタンをクリック

平面荷重の指定  
 荷重ケース名  
 地震時動水圧  
 荷重グループ名  
 デフォルト  
 平面荷重の形式  
 荷重タイプ: 吸込水槽(動水) 2  
 要素タイプ: 板要素  
 荷重載荷平面  
 1点目(原点)  
 -5.05, 12.9, 5.2 m 3  
 2点目(軸上)  
 -0.4, 12.9, 5.2 m  
 3点目(×y平面上)  
 0.4, 12.9, 14.92 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: 枕元  
 面番号: 面 #1  
 荷重方向 投影 4  
 荷重方向 グローバリー Y  
 荷重方向 なし  
 解沢  
☐ 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, 0.050) 5  
☒ 適用 ☐ 閉じる(O)



\*1 “隔壁(左)”、“隔壁(右)”、“水压壁(冷)”は、壁の左右から動水压が作用することに注意してください。

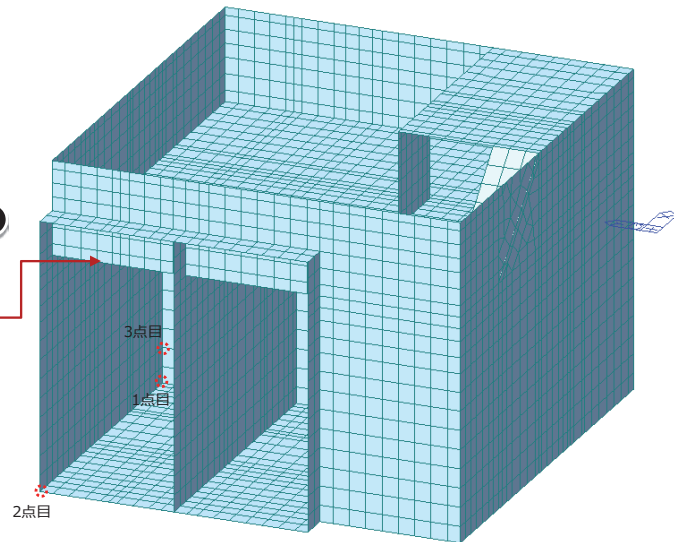
69

壁にY方向に作用する動水圧を載荷します。

## 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: **“地震時動水圧”**
- ③ 荷重タイプ: **“吸込水槽(動水+)”**
- 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15頁の**“モデルの基本情報>(2)動水圧の算定”**を参照して、残りの内水圧を載荷

1 平面荷重の指定  
 2 荷重ケース名  
 3 拡張時動水圧  
 4 荷重グループ名  
 5 デフォルト  
 6 平面荷重の形式  
 7 荷重タイプ: 吸込水側(動)  
 8 要素タイプ: 板要素  
 9 荷重載荷平面  
 10 1点目(原点): -5.05, 12.9, 5.2 m  
 11 2点目(X軸上): -14.1, 12.9, 5.2  
 12 3点目(X-Y平面上): -5.05, 12.9, 6.8666 m  
 13 許容誤差: 0.001 m  
 14 自動セッティング  
 15 UCS... 登録平面...  
 16 要素の選択  
 17 荷重載荷平面上の要素  
 18 グループ名: 枕元  
 19 面番号: 面 #1  
 20 荷重方向 投影  
 21 荷重方向: グローバル Y  
 22 投影: なし  
 23 解説:  
 24 ☐ 載荷領域を指定する点:  
 25 ☐ 平面荷重のコピー  
 26 軸: ☐ x ☐ y ☐ z  
 27 距離: 0 m  
 28 (例: 5, 3.45, 3.85.0)  
 29 適用(7) 月/日/時(0)



平面荷重の形式、& 解説

名称: 応答変位 (EL+0.4)

解説:

平面荷重

☐ 集中
 ☐ ライン
 ☒ 平面

☐ 等分布
 ☐ 点
 ☒ 点

座標	荷重	単位
x1:y1: 0.52	78	kN/m <sup>2</sup>
x2:y2: 100.52	78	kN/m <sup>2</sup>
x3:y3: 100.98	97.7	kN/m <sup>2</sup>
x4:y4: 0.98	97.7	kN/m <sup>2</sup>

x-方向補正:  m

y-方向補正:  m

(例: 5, 3, 4.5, 305.0)

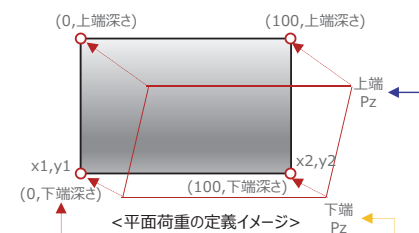
名称	荷重タイプ	解説
応込水槽(+)	平面	
応込水槽(-)	平面	
浄排水槽(+)	平面	
浄排水槽(-)	平面	
所内排水水(+)	平面	
所内排水水(-)	平面	
応込排水槽(動水+)	平面	
浄排水槽(動水+)	平面	
所内排水槽(動水+)	平面	
応答変位 (EL+0.4)	平面	
応答変位 (EL+0.0)	平面	

追加

修正

削除

開る



◇ 地震時の動水圧					
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 <sup>2</sup> )
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

68

動水圧を定義します。

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: **“応答変位(EL+0.4)”**
- ③ 荷重タイプ: **“平面”**
- ④ 平面荷重: **“4点”** チェックオン  
x1,y1: **“0,5.2”**、荷重: **“78”**  
x2,y2: **“100,5.2”**、荷重: **“78”**  
x3,y3: **“100,9.8”**、荷重: **“97.7”**  
x4,y3: **“0,9.8”**、荷重: **“97.7”**
- ⑤ **[追加]** ボタンをクリック
- ⑥ 名称: **“応答変位(EL+0.0)”**
- ⑦ 平面荷重: **“4点”** チェックオン  
x1,y1: **“0,4.8”**、荷重: **“46.5”**  
x2,y2: **“100,4.8”**、荷重: **“46.5”**  
x3,y3: **“100,5.2”**、荷重: **“78”**  
x4,y3: **“0,5.2”**、荷重: **“78”**
- ⑧ **[追加]** ボタンをクリック
- ⑨ 右表と右図を参照しながら、“応答変位(EL-1.0)”、“応答変位(EL-4.8)”についても平面荷重を定義
- ⑩ **[閉じる]** ボタンをクリック

平面荷重の形式、& 解説

名称: 応答変位 (EL+0.4)

解説:

平面荷重

☐ 集中
 ☐ ライン
 ☒ 平面

☐ 等分布
 ☐ 点
 ☒ 点

座標	荷重	単位
x1:y1: 0.52	78	kN/m <sup>2</sup>
x2:y2: 100.52	78	kN/m <sup>2</sup>
x3:y3: 100.98	97.7	kN/m <sup>2</sup>
x4:y4: 0.98	97.7	kN/m <sup>2</sup>

x-方向補正:  m

y-方向補正:  m

(例: 5, 3, 4.5, 305.0)

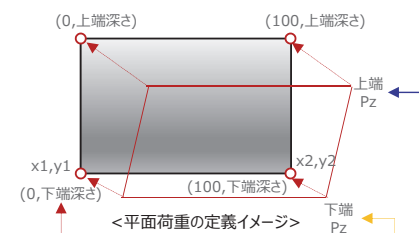
名称	荷重タイプ	解説
応込水槽(+)	平面	
応込水槽(-)	平面	
浄排水槽(+)	平面	
浄排水槽(-)	平面	
所内排水水(+)	平面	
所内排水水(-)	平面	
応込排水槽(動水+)	平面	
浄排水槽(動水+)	平面	
所内排水槽(動水+)	平面	
応答変位 (EL+0.4)	平面	
応答変位 (EL+0.0)	平面	

追加

修正

削除

開る



70

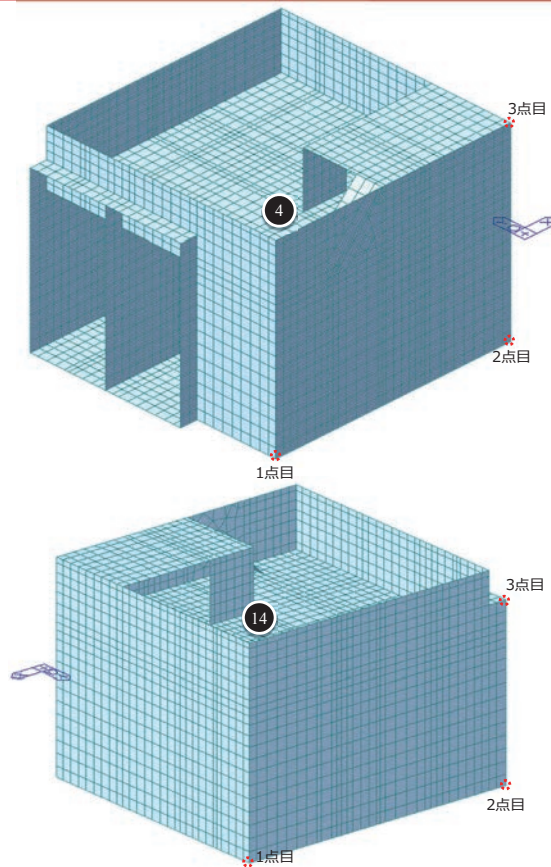
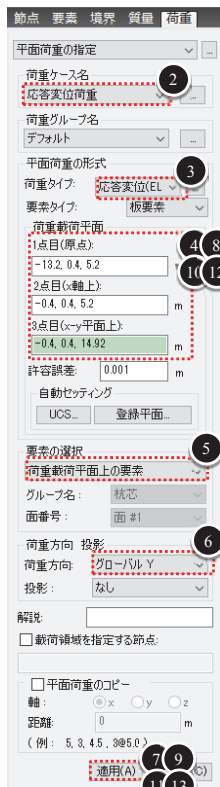


## 53 応答変位荷重の載荷-1

壁にY方向に作用する応答変位荷重を載荷します。

### 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



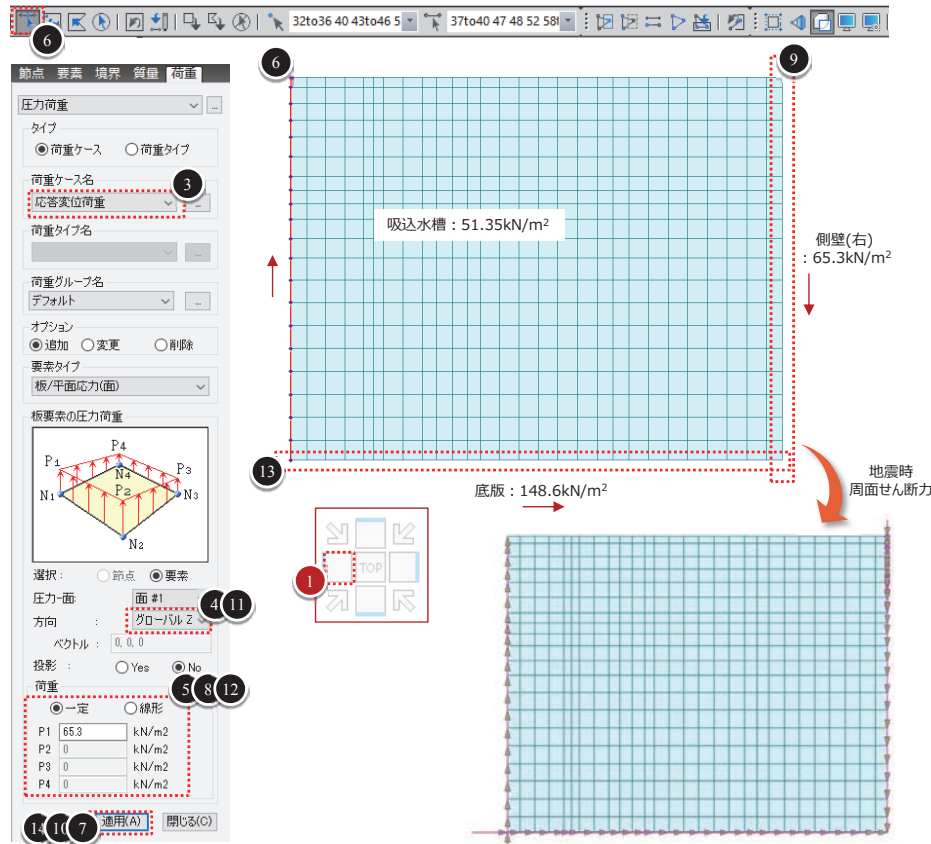
71

## 54 応答変位荷重の載荷-2

側壁と底面に地震時の周面せん断力を載荷します。

### 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 アイコンバーの“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

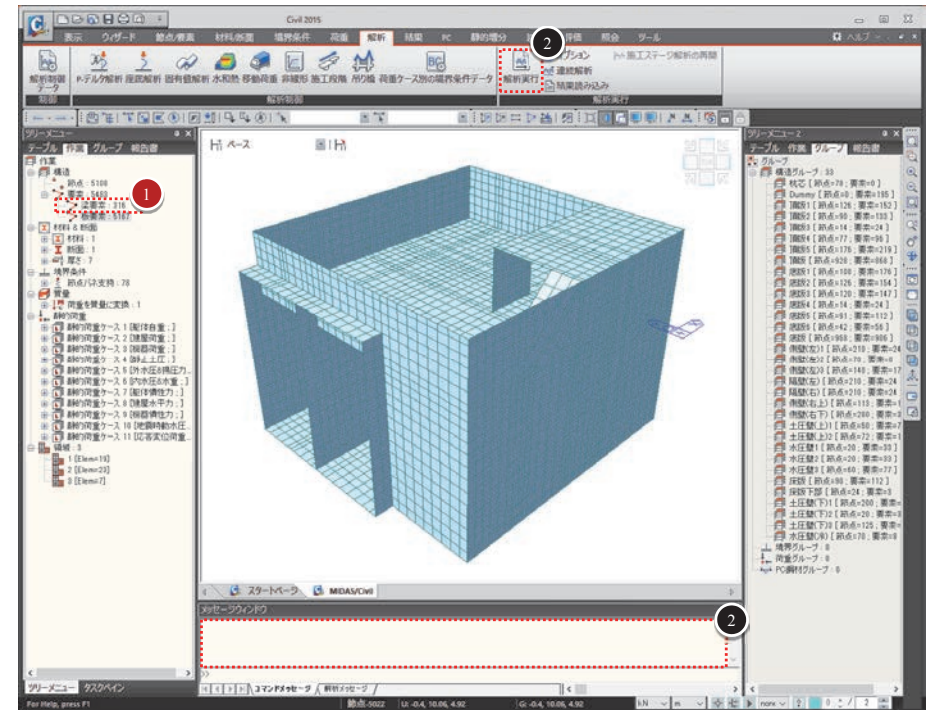


72

## 55 構造解析実行

### 手順

- ① “作業ツリー>構造>要素>梁要素”をマウスで右クリックし、deleteキーで削除
- 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方(図中の②)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。

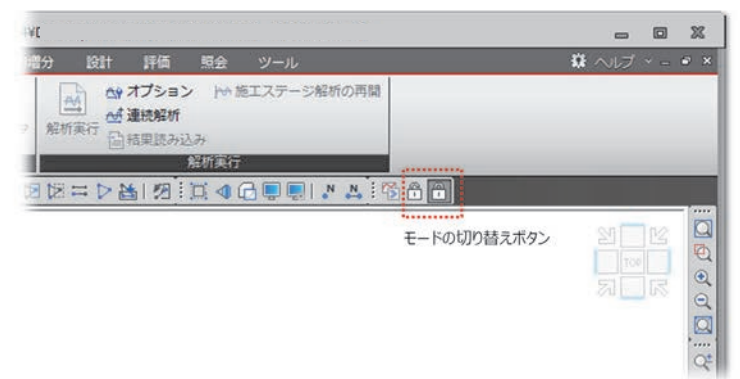
73

## 解析結果の検討

### 手順

#### モード

- ◆ midas Civilはプログラムの効率性とユーザーの利便性のために、プログラム環境が解析前処理モードと解析後処理モードに区別されています。
- ◆ モデリング作業に付随する全ての入力作業は、解析前処理モードで可能で、反力・変位・断面力・応力度など解析結果に対する検討作業は解析後処理モードで行われるように設定されています。
- ◆ 解析作業が完了した後、解析後処理モードから解析前処理モードに切り替えて入力事項を修正します。変更すると既に解析された内容が削除されるので注意が必要です。
- ◆ 解析がエラーなしに完了した後、モード環境が解析前処理モードから解析後処理モードに自動転換されます。
- ◆ モデリング作業で入力された項目の再確認、一部データの修正、変更などのために解析後処理モードから処理モードを切り替える場合はツールバーのモードの切り替えボタンをクリックします。






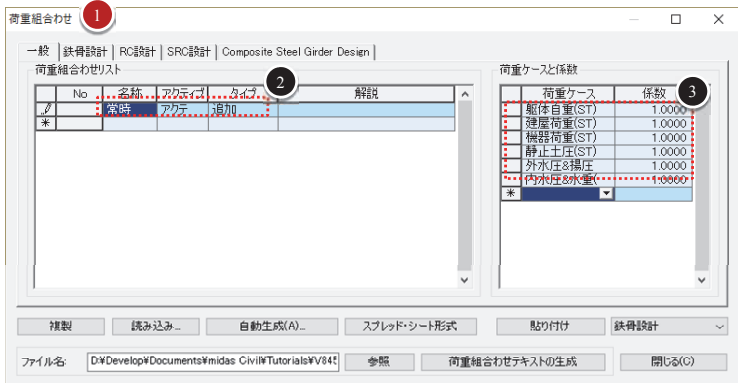
74

## 56 荷重組合わせ条件の設定

解析が完了した後、常時と地震時の荷重ケースを線形重ね合わせの手順について説明します。

## 手順

- ① メインメニュー[結果] > [荷重組合わせ]  
> [  荷重組合わせ ] をクリック
- ② 名称: “常時”  
アクティブ: “アクティブ”  
タイプ: “追加”
- ③ 荷重ケースと係数ボックスで荷重ケースの入力ボックスをクリックすると  が表示されます。 をクリックして以下の荷重ケースを順に選択
- ④ 名称: “地震時”  
アクティブ: “アクティブ”  
タイプ: “追加”
- ⑤ 右下図のように地震時の荷重を組合せる  
※“地震時動水圧”は係数が0.7  
※編集を完了するには、他のセルをクリック
- ⑥ [閉じる]をクリック



\*1 組み合わせた荷重ケース(CB)をさらに組み合わせることができ、“地震時”には“常時”の組合せケースと地震時の荷重ケースを組み合わせています。

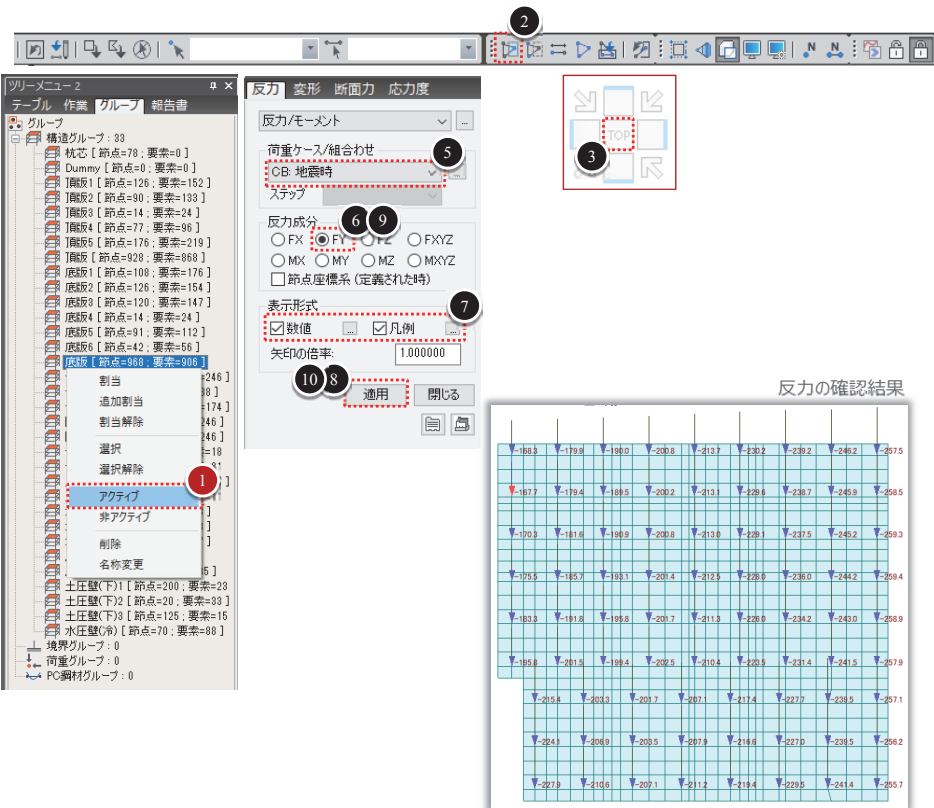
75

## 57 反力確認

モデルの支点の反力を確認します。

## 手順

- ① 作業ツリー-2の“グループ>構造グループ”>“底板”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/組合せ: “CB: 地震時”
- ⑥ 反力成分: “FY”
- ⑦ 表示形式: “数値”、“凡例”<sup>\*1</sup>
- ⑧ [適用]をクリック
- ⑨ 反力成分: “FZ”
- ⑩ [適用]をクリック





\*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。

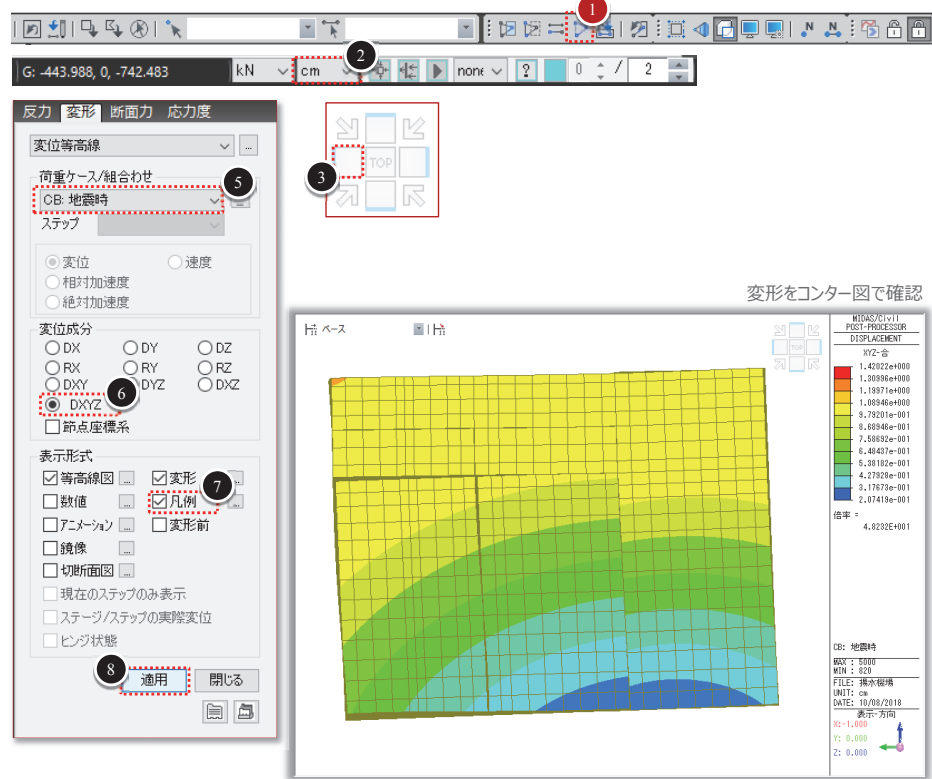
76

## 58 変形確認

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/組合せ: “CB:地震時”
- ⑥ 成分: “DXYZ”<sup>\*1</sup>
- ⑦ 表示成分: “凡例”チェック
- ⑧ [適用]をクリック




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

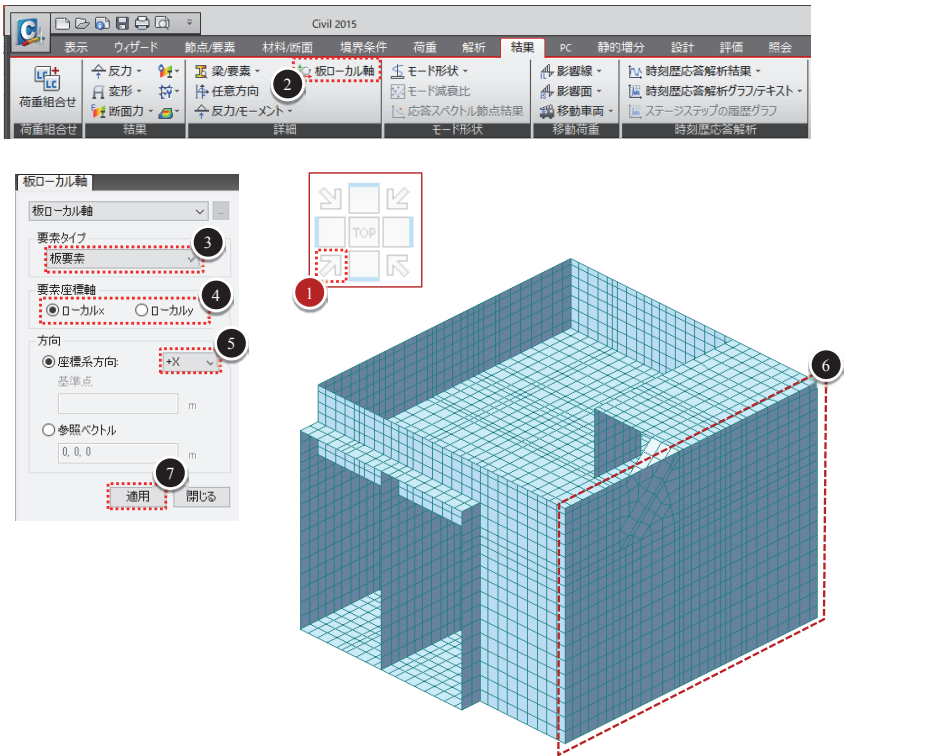
解析の実行及び結果検討 77

## 59 板要素の座標系変更

オートメッシュで生成した右壁の要素座標系を壁の配筋方向に並行するように揃えます。

## 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 アイコンツールバーの“ 単一”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バーの“ディスプレイ&gt;要素&gt;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&gt;詳細&gt;板ローカル軸”を用いて要素座標系を修正します。

78



## 60 地震時の断面力の確認-1

地震時の曲げモーメントを確認します。

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/組合せ：“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

反力 変形 断面力 応力度

板要素の断面力

荷重ケース/組合せ  
CB 地震時

要素座標系  
入力

断面力の成分  
Myy

表示形式  
変形

適用

3Dモデル

断面力成分

結果表示

79

### ※ 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と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りの部材力Mxxは要素座標系x軸の単位長さ当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。

80

02. midas Civil Tutorial -揚水機/排水機場の耐震検討

## 61 地震時の断面力の確認-2

地震時の断面力の結果数値で確認します。

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] ボタンクリック
- ③ 選択タイプ：“要素グループ”
- ④ [追加] ボタンクリック
- ⑤ 荷重ケース/組合せの選択：“地震時 (CB)”
- ⑥ 節点の選択：“中央”、“節点”
- ⑦ [OK] ボタンクリック

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)
1051	地震時	中央	-39.009	350.581	166.824	412.253	-100.581	69.712	-0.717	123.787	-9.753
1051	地震時	1011	-86.304	333.359	166.824	392.063	-145.009	70.797	26.390	181.227	-6.617
1051	地震時	993	-86.304	367.204	166.824	421.901	-141.601	71.847	-12.356	163.673	-5.949
1051	地震時	1055	8.885	367.204	166.824	422.847	-56.758	68.521	-30.362	65.201	-14.041
1051	地震時	1064	8.885	333.359	166.824	404.335	-61.491	67.127	12.061	85.045	-13.710
1052	地震時	中央	64.814	406.375	52.247	414.775	57.014	81.508	39.743	160.255	-19.363
1052	地震時	1015	57.797	419.410	52.247	426.607	50.400	81.341	42.331	192.989	-20.129
1052	地震時	1014	57.797	394.548	52.247	402.468	49.377	81.261	42.601	134.651	-18.455
1052	地震時	1065	71.831	394.548	52.247	402.796	63.583	81.029	34.972	124.790	-18.850
1052	地震時	1066	71.831	419.410	52.247	427.083	64.147	81.634	36.070	128.588	-20.532
1053	地震時	中央	79.348	461.892	-63.315	472.114	69.725	-80.929	36.375	150.460	-32.262
1053	地震時	1018	85.222	464.063	-63.315	474.287	75.018	-80.766	39.016	174.153	-34.235
1053	地震時	1016	85.222	489.730	-63.315	470.148	74.305	-80.657	40.645	181.340	-32.470
1053	地震時	1067	74.573	489.730	-63.315	469.872	64.422	-80.300	36.565	125.810	-30.192
1053	地震時	1068	74.573	464.063	-63.315	474.087	64.639	-80.395	31.874	119.339	-31.367
1054	地震時	中央	22.803	414.893	-118.045	447.639	-2.593	-74.472	32.920	127.081	-40.703
1054	地震時	1023	30.320	406.173	-118.045	440.172	-3.679	-73.333	36.292	151.261	-42.517
1054	地震時	1022	30.320	423.613	-118.045	466.323	-2.390	-74.512	36.278	155.809	-41.361
1054	地震時	1069	15.286	423.613	-118.045	455.263	-16.263	-74.385	32.483	105.489	-38.762
1054	地震時	1070	15.286	406.173	-118.045	439.065	-17.596	-74.434	26.625	97.765	-38.207
1055	地震時	中央	-42.684	227.835	-62.341	241.511	-56.360	-77.628	15.543	86.897	-41.838
1055	地震時	1027	-30.074	185.867	-62.341	202.666	-46.772	-75.006	22.325	121.584	-43.413
1055	地震時	1026	-30.074	269.203	-62.341	282.151	-42.821	-75.706	28.438	131.514	-44.546
1055	地震時	1071	-55.235	269.203	-62.341	281.251	-66.843	-75.506	22.474	74.844	-39.775
1055	地震時	1072	-55.235	185.867	-62.341	201.124	-70.452	-76.335	2.324	59.546	-38.643
1057	地震時	中央	-7.874	337.140	143.538	339.203	-60.038	70.079	22.414	138.976	-9.617

フィルタリングダイアログ

節点/要素

すべて

選択タイプ

要素グループ

追加

削除

変更

文差

平均節点結果

荷重ケース/組合せの選択

節点の選択

中央

節点

OK

キャンセル

- \*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。

81

# midas Civil

#### 【謝辞】

本資料の作成に当たり、対象構造物である揚水機・排水機場の形状選定や解析条件・検討方法などに多大なご協力及びご助言をいただきました、株式会社三祐コンサルティングの堀 治啓様にはご感謝を申し上げます。

・ 作成日	2018.10.12
・ 製品バージョン	midas Civil Ver.845
・ 作成者	株式会社マイダスアイティジャパン

56 上下水道施設

http://jp.midasuser.com/civil 57

MIDAS  
CONSTRUCTION  
TECHNICAL  
DOCUMENT  
COLLECTION

上下水道施設

03.  
midas Civil 解析ギャラリー

- 水処理施設の耐震診断
- 貯水PCタンクの地震応答解析
- 三次元地震応答解析による浄水施設の耐震診断

【対象構造物】  
下水処理場ポンプ棟  
地上3階：建築構造物  
地下3階：土木構造物

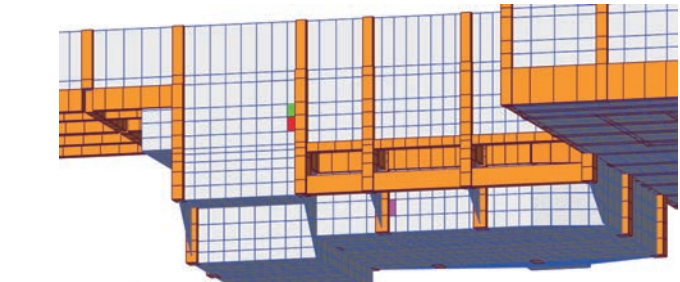
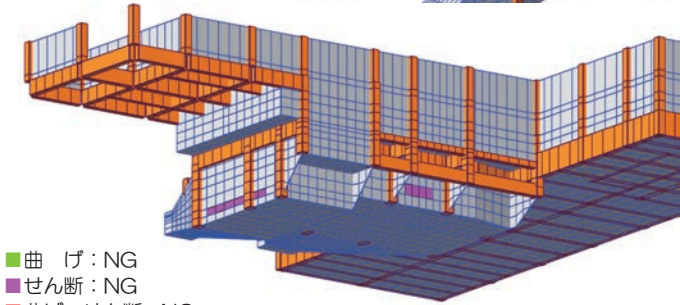
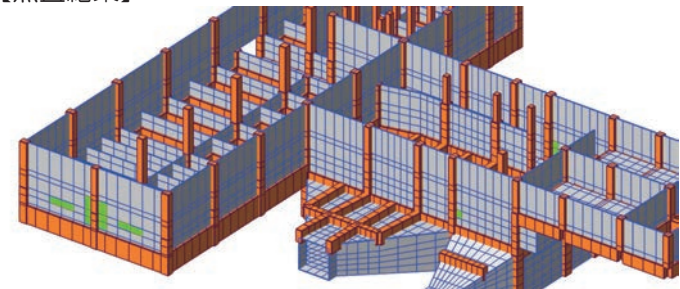
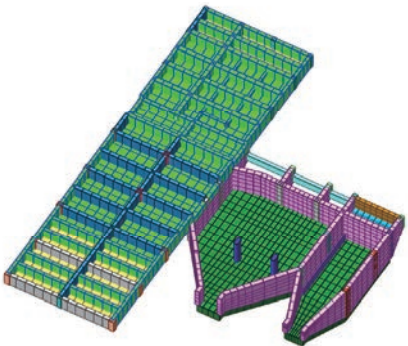
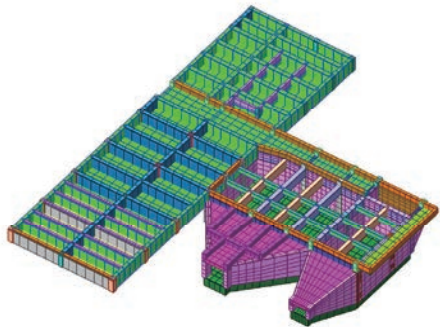
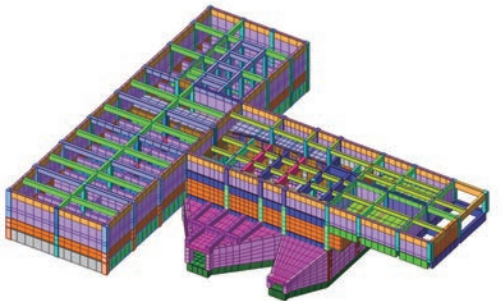
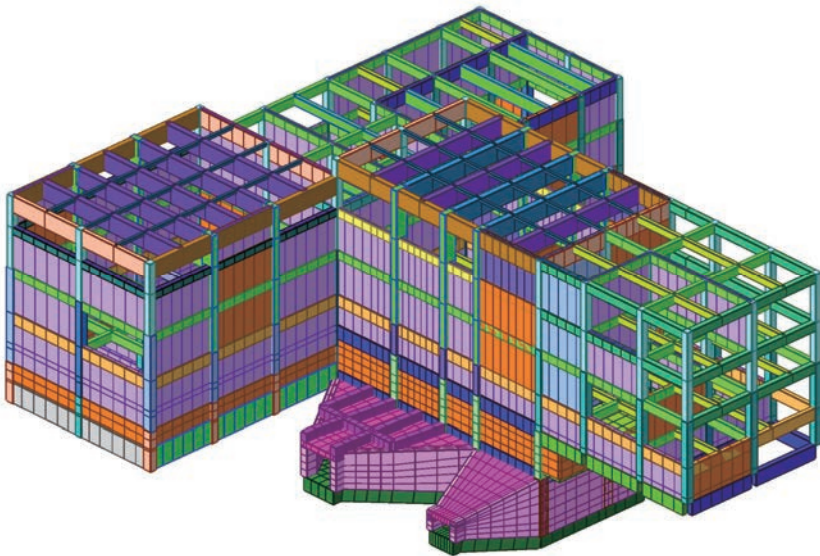
【解析モデル】  
3次元FEMモデル  
柱・梁：梁要素  
外壁・底板・スラブ：板要素  
地盤：線形ばね要素

【荷重条件】  
常時荷重：自重、積載荷重、土圧  
地震時荷重：慣性力  
(L1, L2) 地震時土圧  
地震時動水圧

【解析条件】  
線形静的解析

【照査結果】

■ 曲げ：NG  
■ せん断：NG  
■ 曲げ・せん断：NG





【対象構造物】

円筒形高架水槽球形ドーム屋根 PC タンク  
内 径：28.5m  
有効水深：4.0m  
有効容量：2500m<sup>3</sup>

【解析モデル】

3次元FEMモデル  
PC タンク：板要素  
架台スラブ：板要素  
R C 脚：非線形梁要素  
フーチング：板要素  
杭 基 礎：等価ばね要素

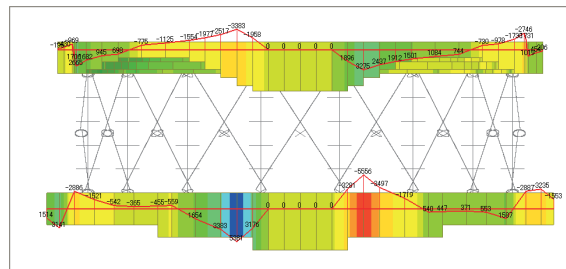
【荷重条件】

常 時：  
自重、プレストレス荷重、静水圧  
地震時：L1 地震動、L2 地震動  
慣性力、動水圧（質点置換）

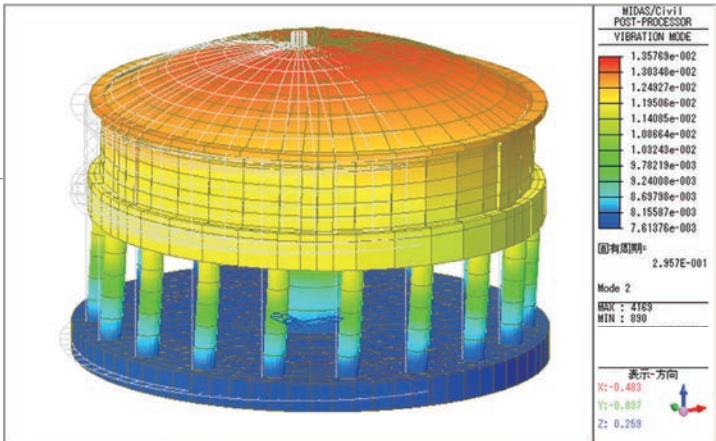
【解析条件】

非線形時刻歴応答解析

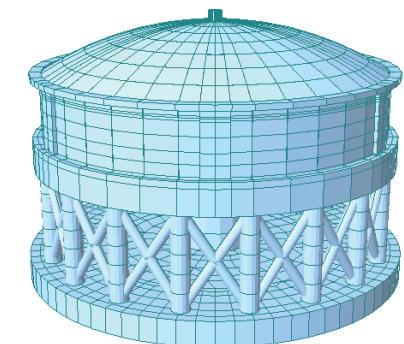
【解析結果】



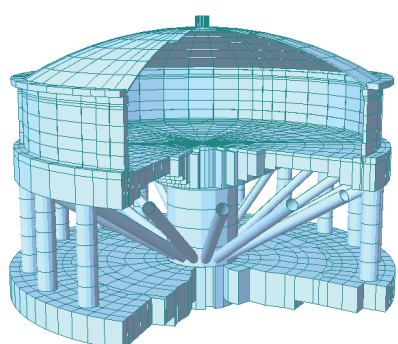
せん断力図



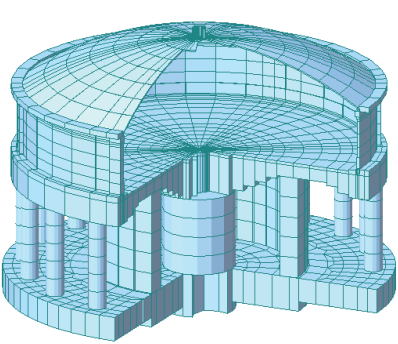
固有値解析



外側鋼管ブレース補強



内側鋼管ブレース補強



円筒耐震壁増設

【対象構造物】

浄水場  
土木構造物：RC造、半地下、直接基礎  
16m×40m×3~8m  
建築構造物：RC造、地上3階、地下2階  
直接基礎

【解析モデル】

3次元FEMモデル  
節点数：3万5千節点  
要素数：4万要素  
柱・梁：梁要素  
底板・頂版：板要素  
道流壁・壁：板要素  
地 盤：線形ばね要素

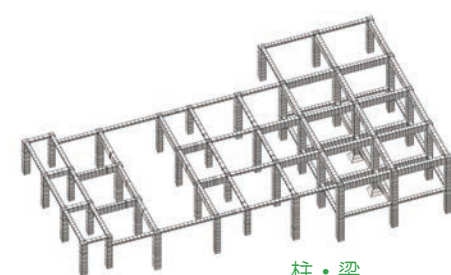
【荷重条件】

常時荷重：自重、積載荷重、常時土圧  
静水圧  
地震時荷重：L1 地震動、L2 地震動  
慣性力、地震時土圧（質点置換）  
地震時動水圧（質点置換）

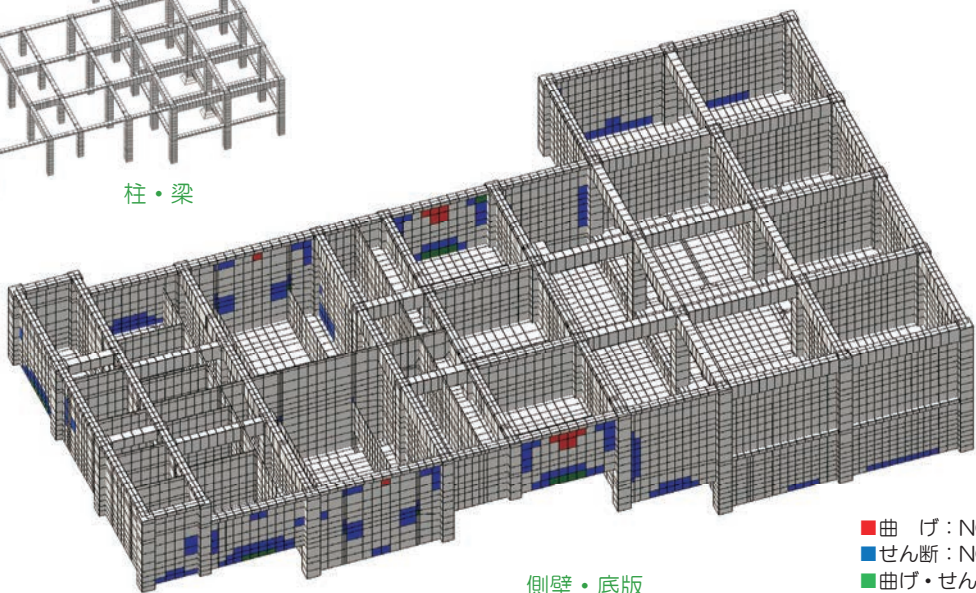
【解析方法】

3次元線形時刻歴応答解析

【照査結果】

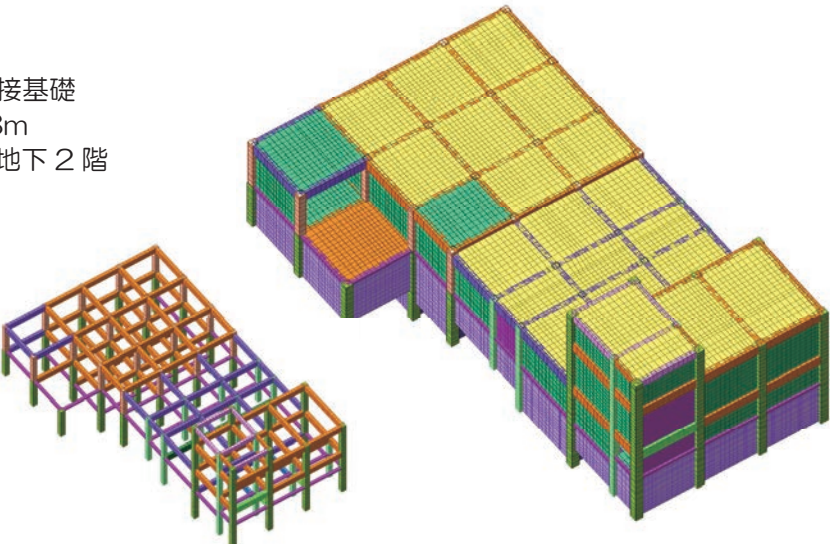


柱・梁

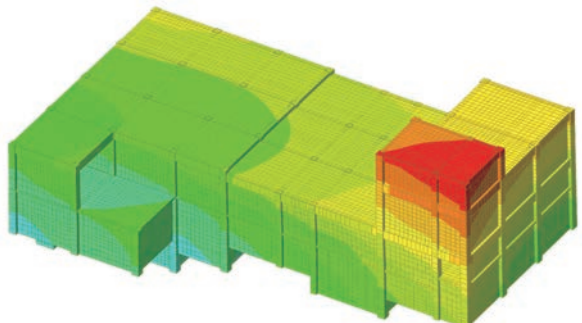


側壁・底板

■ 曲 げ：NG  
■ せん断：NG  
■ 曲げ・せん断：NG



解析モデル（柱・梁）



解析モデル（全体）

振動モード（1次モード）

MIDAS  
CONSTRUCTION  
TECHNICAL  
DOCUMENT  
COLLECTION

上下水道施設

04.  
震度法による  
配水施設の耐震性能照査及び補強検討

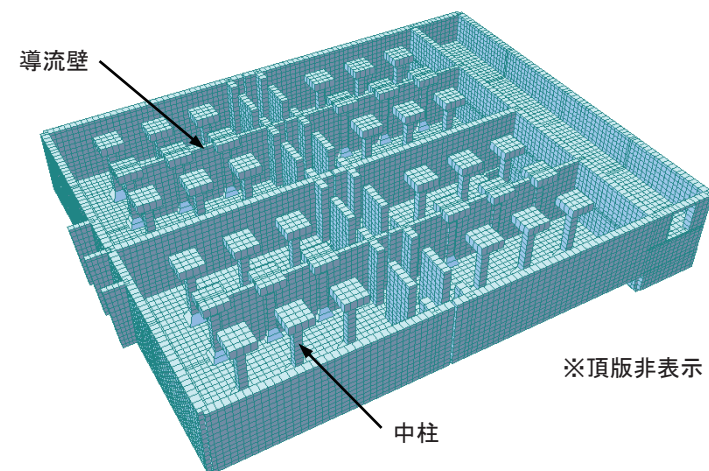
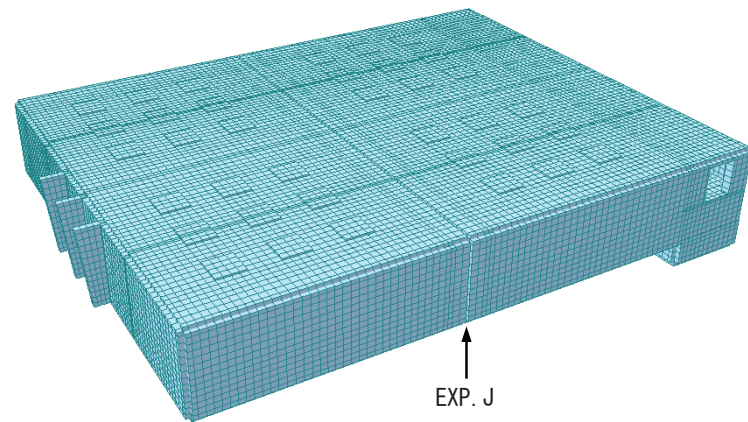


震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討	
解析種別	3次元静的線形解析
キーワード	配水池、震度法、構造物特性係数、耐震照査
解析の目的	地表面近傍に建設された池状構造物（ランクA1）について、震度法によりL1地震時およびL2地震時における要求性能を満足するかを照査し、満足しない場合には適切な耐震補強方法を検討する。
解析の概要	<div>・常時荷重および地震時の主働土圧、内容水による静水圧および動水圧、慣性力を長辺方向および短辺方向に載荷した際の断面力を算出し、部位、部材ごとに抽出する。</div> <div>・L1では許容応力度照査を行い、L2では曲げ耐力およびせん断耐力による照査を行う。</div> <div>・照査の結果、要求性能を満足しない部位の補強を検討する。</div>
検討の流れ	<div><div><div>構造諸元（寸法、配筋等）の整理</div><div>↓</div><div>解析モデルの作成</div><div>↓</div><div>常時荷重の設定</div><div>↓</div><div>L1地震時荷重の設定</div><div>↓</div><div>構造解析の実施</div><div>↓</div><div>断面力の抽出・整理</div><div>↓</div><div>許容応力度照査</div></div><div><div>L2地震時荷重の設定</div><div>↓</div><div>構造解析の実施</div><div>↓</div><div>断面力の抽出・整理</div><div>↓</div><div>部材耐力照査</div><div>↓</div><div>ジョイント部変形量照査</div></div><div><div>構造特性係数の設定</div><div>←</div><div>↓</div></div><div><div>↓</div><div>NG箇所の補強検討</div></div></div>
関連資料	<div>・水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 社団法人日本水道協会</div>
担当者の所見	<div>・L2地震時には部材の非線形変形性を考慮した構造物特性係数により設計水平震度を低減するため、ジョイント部の変形量照査時には注意が必要である。</div> <div>・構造物特性係数は既定値を用いる場合と2次元非線形静的解析（プッシュオーバー解析）により設定する場合がある。</div> <div>・壁要素では応力集中により局所的に断面力が大きくなる場合があるが、照査時には壁部材として工学的に判断する。</div> <div>・頂版、底板、側壁等の板部材は、厚さが一様であっても位置により配筋が異なるため、同じ配筋を有するブロックに分け、ブロックごとに照査すると作業の効率化が図れる。</div> <div>・形状が対称でない場合、満水、空水のパターンや加震方向により荷重ケースが多くなる。</div>

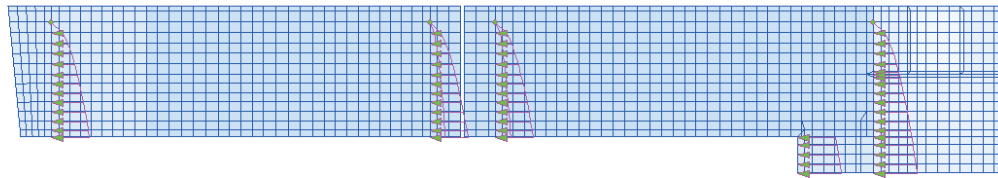
## 震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討

## 検討モデル

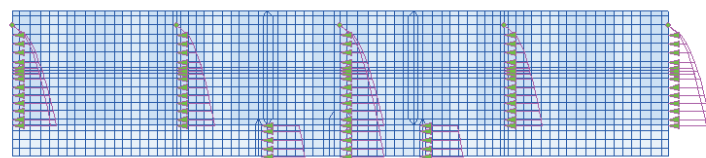
- ・配水池容積：約 12000m<sup>3</sup>
- ・底面及び受働側に地盤ばねを設定
- ・圧縮専用要素によるエクспанションジョイントの設定
- ・自由液面を有する矩形水槽のためウェスターガードの補正式による動水圧を設定



## X 方向動水圧

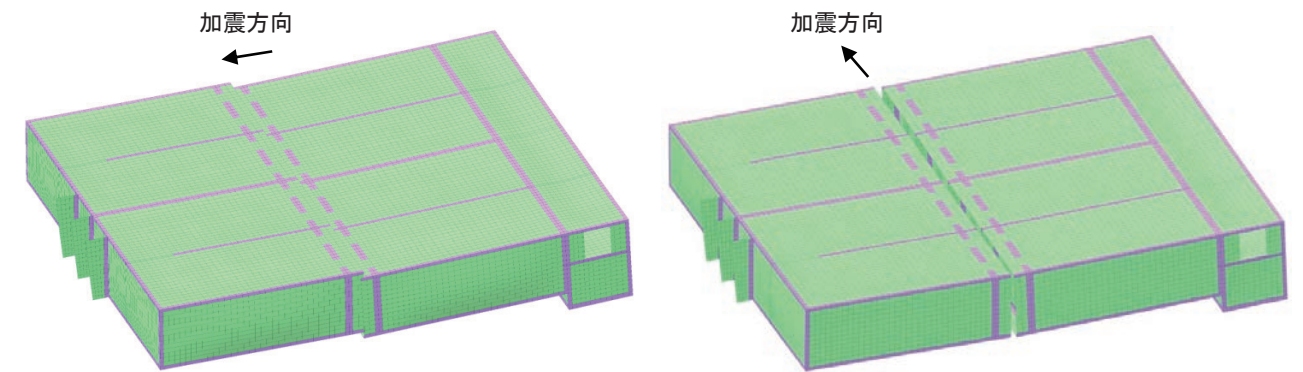


## Y 方向動水圧

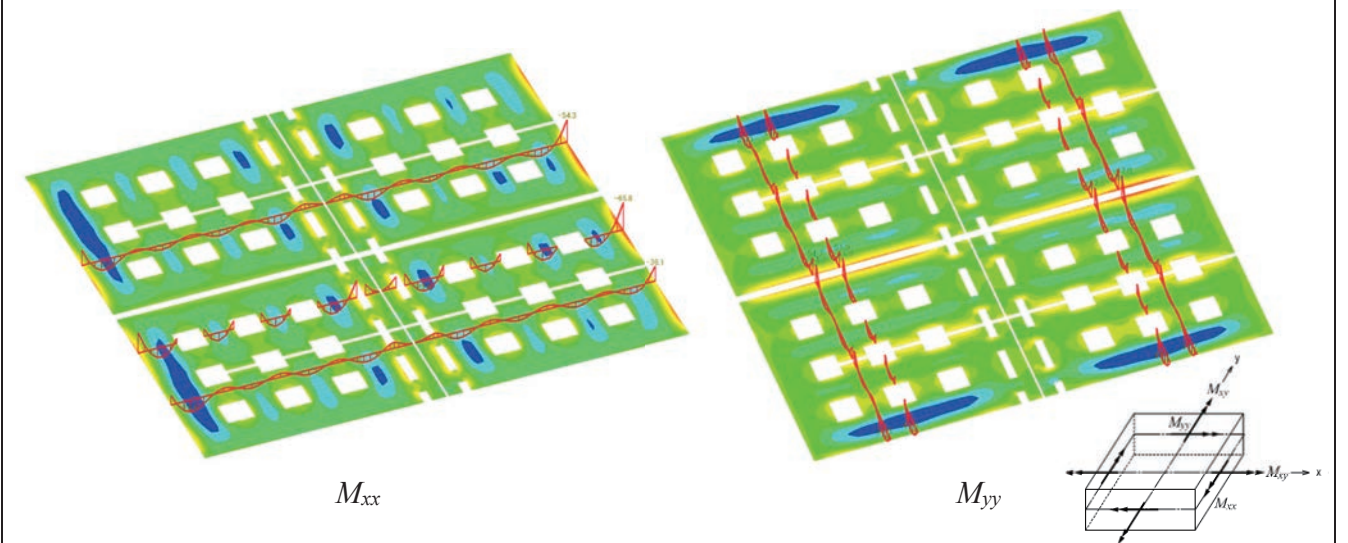


載荷荷重例

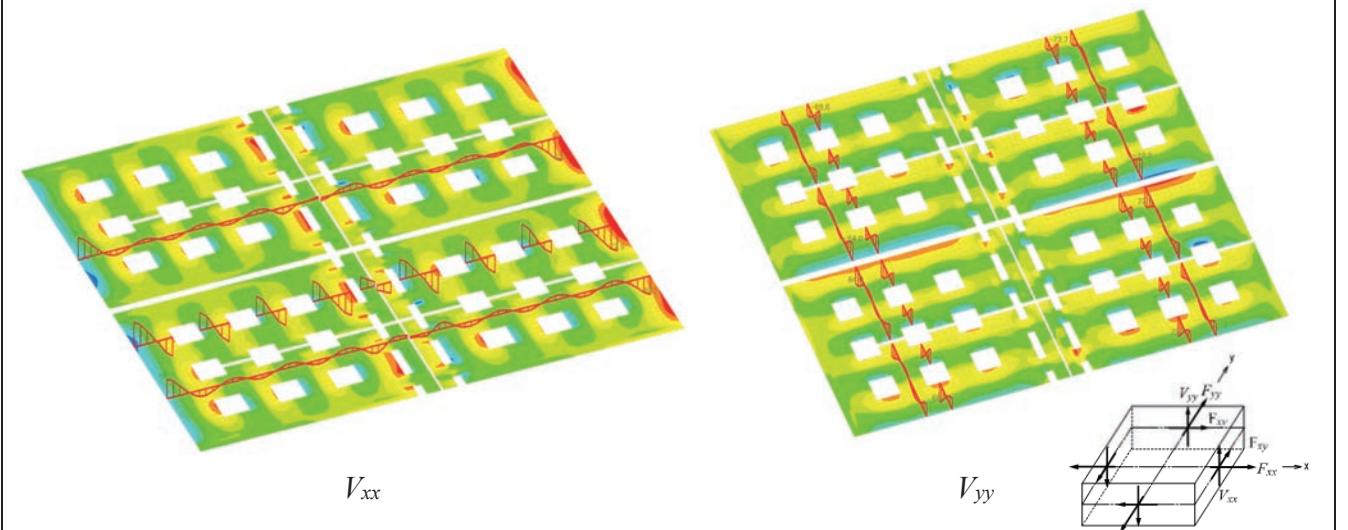
## 震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討



変形出力例



頂版モーメント(コンターおよび切断面におけるモーメント図)



頂版せん断力(コンターおよび切断面におけるせん断力図)



震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討

部材の L1 地震時応力度照査出力例

				レベル1				発生断面力			発生応力度			許容応力度判定			応力比			
				+XL1	-XL1	+YL1	最大	軸力 (kN)	せん断 (kN)	曲げ (kN*m)	$\sigma_c$ (N/mm2)	$\sigma_s$ (N/mm2)	$\tau_m$ (N/mm2)	$\sigma_{ca}=12$	$\sigma_{sa}=240$	$\tau_s=0.6375$	$\sigma_c/\sigma_{ca}$	$\sigma_s/\sigma_{sa}$	$\tau/\tau_s$	
頂板	長辺	柱列	M(kN/m)	正側(下側引張)	26.1	25.8	26.0	26.1	0.00	0.00	26.10	0.74	20.13	0.000	○	○	-	0.06	0.08	-
				負側(上側引張)	-63.8	-65.8	-64.2	-65.8	0.00	0.00	-65.80	2.24	57.05	0.000	○	○	-	0.19	0.24	-
		V(kN/m)		正側	70.9	72.5	71.5	72.5	0.00	72.50	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27	
				負側	-66.2	-67.3	-72.2	-72.2	0.00	-72.20	0.00	0.00	0.170	-	-	○	-	-	0.27	
		柱間	M(kN/m)	正側(下側引張)	22.9	28.6	30.8	30.8	0.00	0.00	30.80	0.97	31.61	0.000	○	○	-	0.08	0.13	-
				負側(上側引張)	-53.8	-54.3	-54.5	-54.5	0.00	0.00	-54.50	2.06	62.85	0.000	○	○	-	0.17	0.26	-
	短辺	柱列	M(kN/m)	正側	63.1	63.7	64.2	64.2	0.00	64.20	0.00	0.00	0.151	-	-	○	-	-	0.24	
				負側	-57.4	-58.2	-54.9	-58.2	0.00	-58.20	0.00	0.00	0.137	-	-	○	-	-	0.21	
		V(kN/m)		正側(下側引張)	43.1	42.1	34.3	43.1	0.00	0.00	43.10	1.22	33.23	0.000	○	○	-	0.10	0.14	-
				負側(上側引張)	-58.3	-52.5	-61.2	-61.2	0.00	0.00	-61.20	2.09	53.06	0.000	○	○	-	0.17	0.22	-
		柱間	M(kN/m)	正側	70.1	72.6	66.5	72.6	0.00	72.60	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27	
				負側	-70.1	-72.7	-69.8	-72.7	0.00	-72.70	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27	
底板	長辺	柱列	M(kN/m)	正側(下側引張)	38.9	37.7	31.1	38.9	0.00	0.00	38.90	1.22	39.92	0.000	○	○	-	0.10	0.17	-
				負側(上側引張)	-68.5	-67.0	-71.2	-71.2	0.00	0.00	-71.20	2.69	82.11	0.000	○	○	-	0.22	0.34	-
		V(kN/m)		正側	72.6	72.2	74.4	74.4	0.00	74.40	0.00	0.00	0.175	-	-	○	-	-	0.27	
				負側	-72.6	-72.2	-70.9	-72.6	0.00	-72.60	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27	
		柱間	M(kN/m)	正側(下側引張)	105.5	124.3	110.6	124.3	0.00	0.00	124.30	2.04	55.64	0.000	○	○	-	0.17	0.23	-
				負側(上側引張)	-55.5	-57.4	-45.8	-57.4	0.00	0.00	-57.40	0.94	25.69	0.000	○	○	-	0.08	0.11	-
	短辺	柱列	M(kN/m)	正側	131.7	127.6	116.6	131.7	0.00	131.70	0.00	0.00	0.211	-	-	○	-	-	0.33	
				負側	-129.9	-142.9	-131.7	-142.9	0.00	-142.90	0.00	0.00	0.229	-	-	○	-	-	0.36	
		柱間	M(kN/m)	正側(下側引張)	70.0	37.8	45.7	70.0	0.00	0.00	70.00	1.26	40.46	0.000	○	○	-	0.10	0.17	-
				負側(上側引張)	-38.0	-58.5	-50.7	-58.5	0.00	0.00	-58.50	1.05	33.81	0.000	○	○	-	0.09	0.14	-
		V(kN/m)		正側	72.7	79.6	83.5	83.5	0.00	83.50	0.00	0.00	0.134	-	-	○	-	-	0.21	
				負側	-56.4	-49.5	-54.8	-56.4	0.00	-56.40	0.00	0.00	0.090	-	-	○	-	-	0.14	
短辺	柱列	M(kN/m)	正側(下側引張)	139.8	118.0	156.2	156.2	0.00	0.00	156.20	2.56	69.91	0.000	○	○	-	0.21	0.29	-	
			負側(上側引張)	-71.3	-75.7	-74.6	-75.7	0.00	0.00	-75.70	1.24	33.88	0.000	○	○	-	0.10	0.14	-	
	柱間	M(kN/m)	正側	161.2	133.9	164.0	164.0	0.00	164.00	0.00	0.00	0.262	-	-	○	-	-	0.41		
			負側	-161.2	-134.0	-123.5	-161.2	0.00	-161.20	0.00	0.00	0.258	-	-	○	-	-	0.40		
	柱間	M(kN/m)	正側(下側引張)	131.7	109.0	148.2	148.2	0.00	0.00	148.20	2.67	85.66	0.000	○	○	-	0.22	0.36	-	
			負側(上側引張)	-68.6	-66.6	-70.0	-70.0	0.00	0.00	-70.00	1.26	40.46	0.000	○	○	-	0.10	0.17	-	
短辺	柱列	M(kN/m)	正側	123.3	107.9	123.1	123.3	0.00	123.30	0.00	0.00	0.197	-	-	○	-	-	0.31		
			負側	-123.3	-107.9	-103.6	-123.3	0.00	-123.30	0.00	0.00	0.197	-	-	○	-	-	0.31		

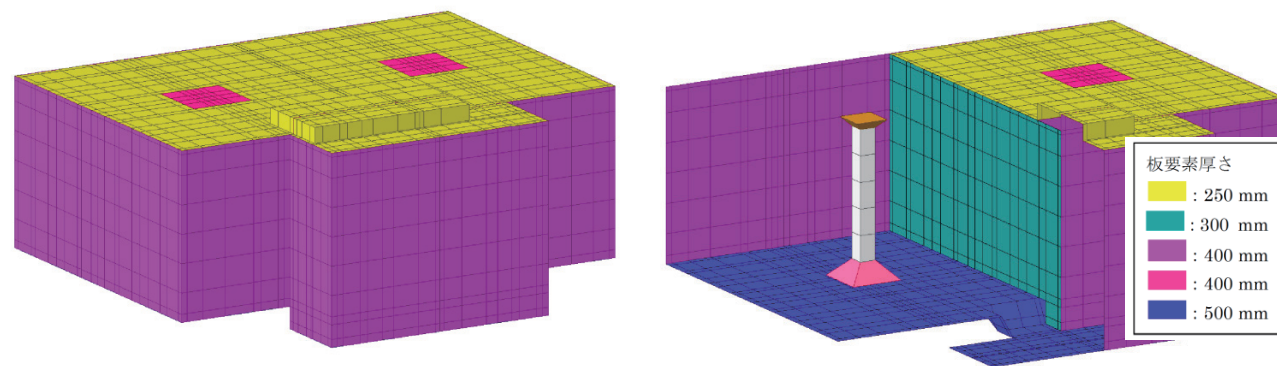


震度法およびプッシュオーバー解析による配水施設の耐震照査	
解析種別	3次元静的線形解析、2次元静的非線形解析
キーワード	配水池、震度法、固有値解析、プッシュオーバー解析、静的線形解析、耐震照査
解析の目的	半地下構造物の配水池施設について、レベル1地震時およびレベル2地震時の耐震照査を行う。
解析の概要	<div>・柱部材を梁要素、床版および壁部材を板要素として3次元FEMモデルを作成する。</div> <div>・地盤種別および構造物の固有周期より設計水平震度を設定する。</div> <div>・施設重要度がランクA1（レベル2地震動に対して耐震性能2を確保）の場合、2次元プッシュオーバー解析により構造物特性係数を算出する。</div> <div>・算定された設計水平震度に基づき、地震時作用荷重（動水圧、地震時土圧、慣性力等）を設定する。</div> <div>・常時荷重および地震時荷重に対する3次元静的線形解析を行い、耐震性能1の場合は、許容応力度照査、耐震性能2の場合耐力照査をそれぞれ行う。</div>
検討の流れ	<div><div>構造・地盤諸元の整理</div><div>↓</div><div>解析モデルの作成</div><div>↓</div><div>構造物固有周期算定</div><div>↓</div><div>地震動レベル</div><div>↓ レベル1</div><div>設計水平震度の算定</div><div>↓</div><div>地震時荷重の算定</div><div>↓</div><div>3次元静的線形解析</div><div>↓</div><div>構造部材の照査</div><div>↓ レベル2</div><div>2次元プッシュオーバー解析</div><div>↓</div><div>構造物特性係数の算定</div><div>↓</div><div>設計水平震度の算定</div><div>↑</div><div>常時荷重の算定</div></div>
関連資料	<div>・水道施設耐震工法指針・解説（2009年版） 日本水道協会</div> <div>・道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震性能編（平成24年3月） 日本道路協会</div>
担当者の所見	<div>・施設構造物の種類（地下・半地下・地上）により、地盤変位による影響が異なるため、解析手法が異なる（震度法、応答変位法）ことに留意する。</div> <div>・震度法を適用した線形解析で耐震性能2に対する照査を行う場合、必要により2次元プッシュオーバー解析によって構造物特性係数を算出する。</div>

## 震度法およびプッシュオーバー解析による配水施設の耐震照査

## 対象構造物

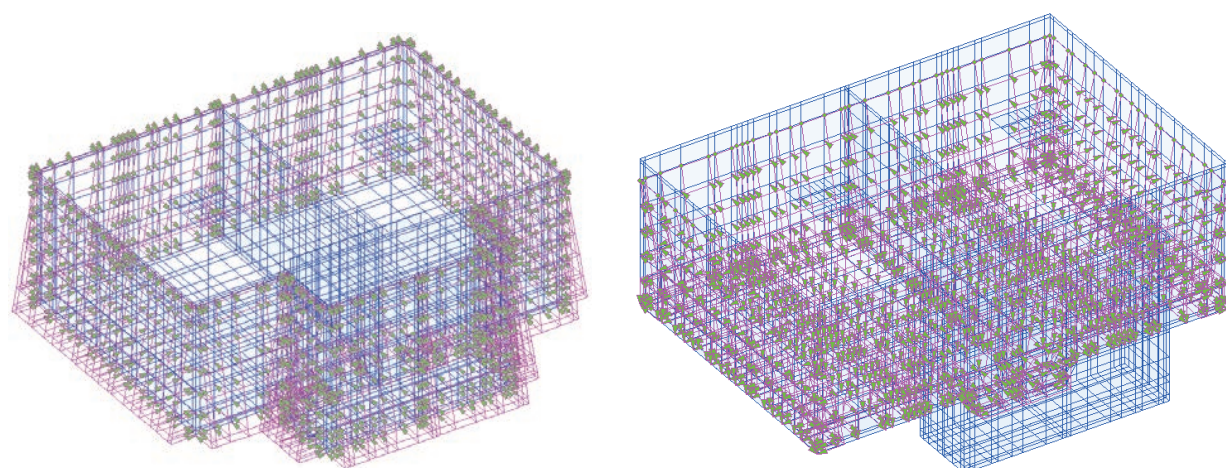
- ・配水池容量：約 270m<sup>3</sup>×2 池
- ・施設重要度：ランク A1



全体図

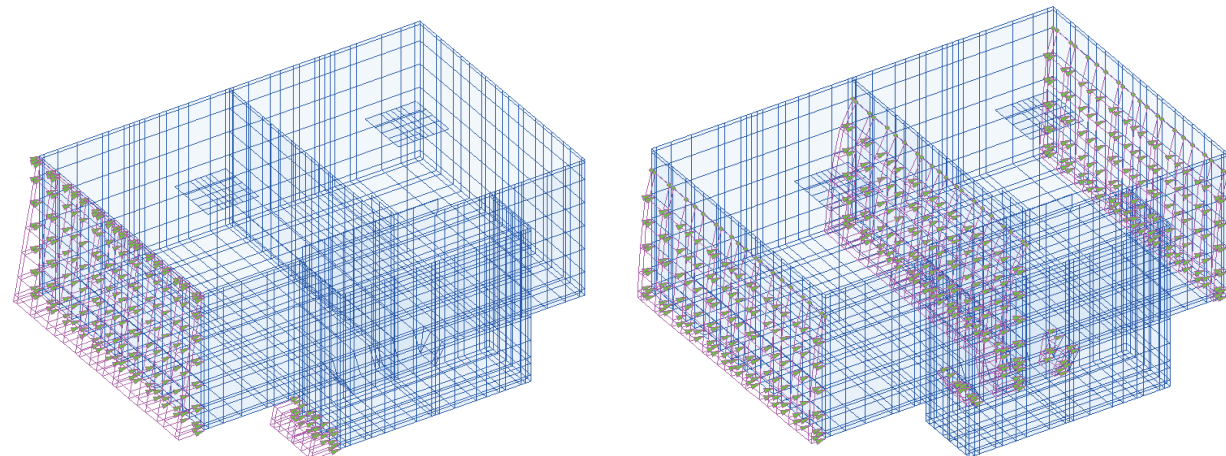
側壁、上床板片側非表示

解析モデル



常時静止土圧

静水圧(満水時)



地震時主働土圧

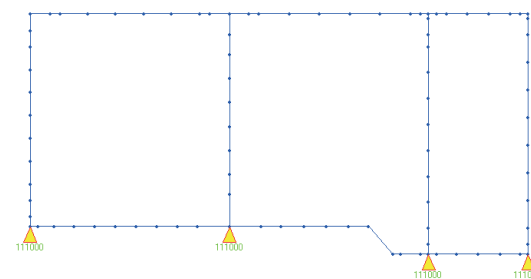
地震時動水圧

載荷荷重例

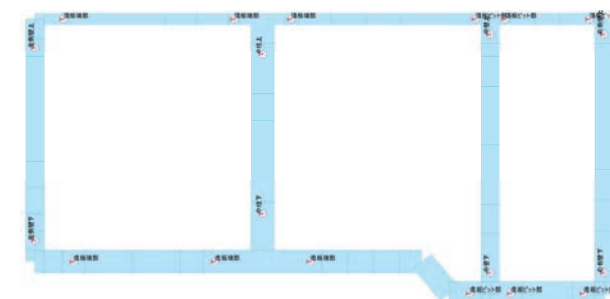
## 震度法およびプッシュオーバー解析による配水施設の耐震照査

## 2次元プッシュオーバー解析

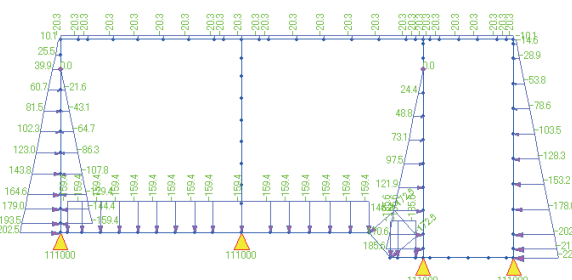
- ・奥行き幅：柱間隔により設定。
- ・境界条件：杭位置にてピン支持。側面の地盤ばねは考慮しない。
- ・接合部に剛域、部材端に塑性ヒンジを設定。



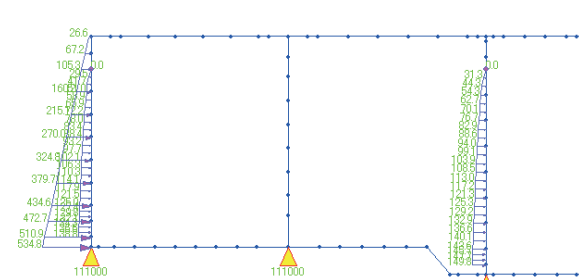
解析モデル



塑性ヒンジの設定

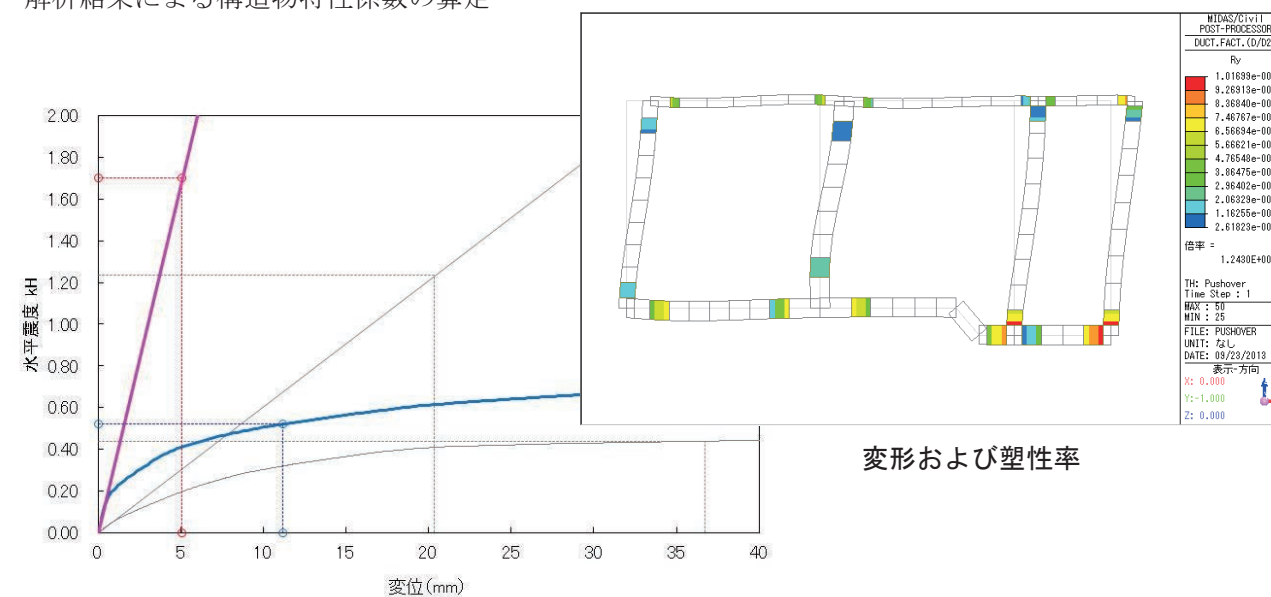


常時荷重  
(自重+静水圧+土圧+上載荷重)



地震時荷重  
(躯体慣性力+地震時土圧+地震時動水圧)

- ・解析結果による構造物特性係数の算定



荷重－変位曲線とCsの算定

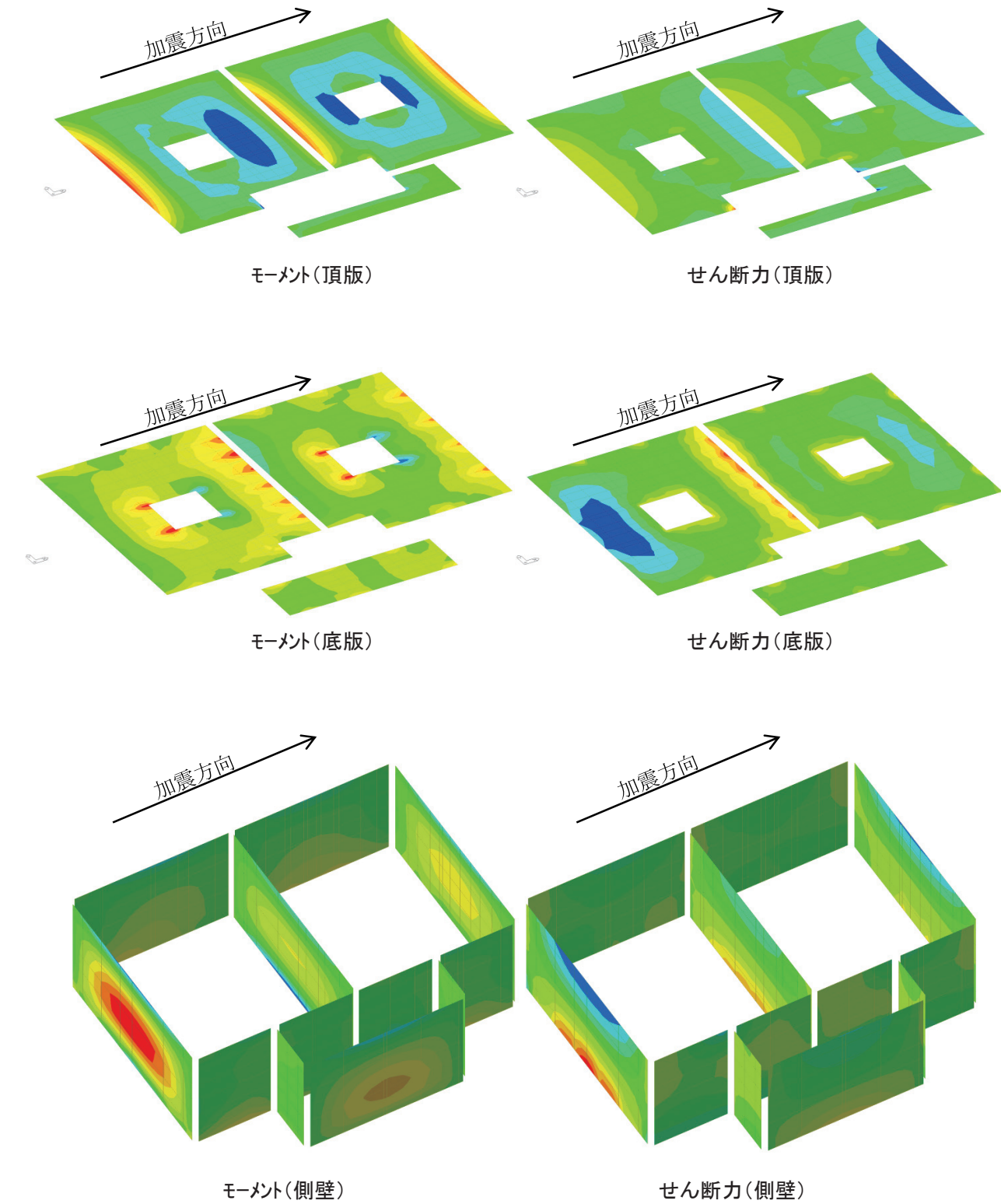
変形および塑性率



震度法およびプッシュオーバー解析による配水施設の耐震照査

3次元静的線形解析結果

・断面力コンター図



モーメント(側壁)

せん断力(側壁)

震度法およびプッシュオーバー解析による配水施設の耐震照査

照査結果例

・応力度照査(レベル1地震動)

照査箇所		発生断面力					発生応力度			許容応力度判定				応力比	
		+XL1	-XL1	+YL1	-YL1	最大	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{ca}=10.5$	$\sigma_{sa}=270$	$\tau_{sa}=0.33$	$\sigma_c/\sigma_{ca}$	$\sigma_s/\sigma_{sa}$	$\tau/\tau_{sa}$
頂版	長辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	7.5	7.8	7.0	6.9	7.8	1.16	27.53	-	○	0.11	0.10
				負側(上側引張)	-18.4	-18.6	-15.4	-15.4	18.6	2.59	54.98	-	○	0.25	0.20
		柱間帯	V(kN/m)	正側	21.1	21.3	19.7	19.6	21.3	-	-	0.107	-	-	0.32
				負側	-21.1	-20.9	-19.6	-19.6	21.1	-	-	0.108	-	-	0.32
	短辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	6.8	6.6	6.0	5.9	6.8	1.28	46.34	-	○	0.12	0.17
				負側(上側引張)	-17.8	-18.1	-14.8	-14.6	18.1	3.42	123.35	-	○	0.33	0.46
		柱間帯	V(kN/m)	正側	20.8	21.2	19.3	19.3	21.2	-	-	0.106	-	-	0.32
				負側	-20.9	-20.3	-19.3	-19.1	20.9	-	-	0.105	-	-	0.32
	管部	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	8.2	8.4	8.2	8.2	8.4	1.25	29.64	-	○	0.12	0.11
				負側(上側引張)	-16.1	-15.8	-16.6	-17.3	17.3	2.41	50.58	-	○	0.23	0.19
		柱間帯	V(kN/m)	正側	23.1	22.3	22.7	22.6	23.1	-	-	0.116	-	-	0.35
				負側	-23.4	-23.6	-22.5	-22.3	23.6	-	-	0.118	-	-	0.36
底版	長辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	5.6	5.7	5.2	5.2	5.7	1.08	38.85	-	○	0.10	0.14
				負側(上側引張)	-13.0	-12.8	-8.7	-9.1	13.0	2.70	112.52	-	○	0.26	0.42
		柱間帯	V(kN/m)	正側	15.8	15.7	15.1	15.3	15.8	-	-	0.079	-	-	0.24
				負側	-10.2	-9.2	-10.7	-10.8	10.8	-	-	0.054	-	-	0.16
	短辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	52.8	53.6	47.9	47.7	53.6	1.81	55.16	-	○	0.17	0.20
				負側(上側引張)	-74.1	-74.9	-59.9	-59.0	74.9	2.38	65.81	-	○	0.23	0.24
		柱間帯	V(kN/m)	正側	104.8	84.5	95.2	94.5	104.8	-	-	0.233	-	-	0.71
				負側	-82.5	-105.0	-95.6	-95.6	105.0	-	-	0.233	-	-	0.71
	管部	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	49.1	48.9	44.8	45.1	49.1	1.92	74.46	-	○	0.18	0.28
				負側(上側引張)	-69.8	-70.8	-61.1	-63.7	70.8	2.77	107.37	-	○	0.26	0.40
		柱間帯	V(kN/m)	正側	71.3	71.5	70.2	72.9	72.9	-	-	0.162	-	-	0.49
				負側	-70.8	-73.3	-72.0	-74.2	74.2	-	-	0.165	-	-	0.50
管部	頂版	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	58.0	57.8	58.3	59.0	59.0	1.99	60.72	-	○	0.19	0.22
				負側(上側引張)	-80.9	-77.7	-84.4	-84.4	84.4	2.68	74.16	-	○	0.26	0.27
		柱間帯	V(kN/m)	正側	122.4	122.7	123.0	124.0	124.0	-	-	0.276	-	-	0.84
				負側	-134.3	-133.3	-136.8	-136.8	136.8	-	-	0.304	-	-	0.92
	底版	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	39.1	36.7	36.2	38.8	39.1	1.53	59.30	-	○	0.15	0.22
				負側(上側引張)	-12.2	-12.8	-10.9	-13.5	13.5	0.53	20.47	-	○	0.05	0.08
		柱間帯	V(kN/m)	正側	51.0	51.3	44.8	40.9	51.3	-	-	0.114	-	-	0.35
				負側	-44.0	-44.3	-36.8	-41.0	44.3	-	-	0.098	-	-	0.30
	管部	X方向	M(kNm/m)	正側(下側引張)	0.9	3.1	1.4	1.5	3.1	0.15	7.50	-	○	0.01	0.03
				負側(上側引張)	-1.7	-2.0	-1.9	-1.7	2.0	0.09	4.84	-	○	0.01	0.02
		Y方向	V(kN/m)	正側	1.4	1.2	1.0	1.4	1.4	-	-	0.003	-	-	0.01
				負側	-2.0	-5.4	-3.3	-4.0	5.4	-	-	0.012	-	-	0.04
管部	底版	X方向	M(kNm/m)	正側(下側引張)	6.5	6.7	8.0	8.0	8.0	0.29	9.96	-	○	0.03	0.04
				負側(上側引張)	-19.0	-18.5	-21.0	-21.2	21.2	0.77	26.39	-	○	0.07	0.10
		Y方向	V(kN/m)	正側	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
				負側	-30.7	-30.3	-34.5	-34.8	34.8	-	-	0.077	-	-	0.23
	管部	X方向	M(kNm/m)	正側(下側引張)	16.7	16.7	18.2	17.1	18.2	0.87	45.79	-	○	0.08	0.17
				負側(上側引張)	-27.9	-28.0	-25.0	-26.8	28.0	1.34	70.44	-	○	0.13	0.26
		Y方向	V(kN/m)	正側	56.2	47.5	63.9	53.4	63.9	-	-	0.142	-	-	0.43
				負側	-47.8	-58.8	-67.9	-49.7	67.9	-	-	0.151	-	-	0.46
	管部	X方向	M(kNm/m)	正側(下側引張)	50.8	50.0	49.6	64.5	64.5	2.64	109.75	-	○	0.25	0.41
				負側(上側引張)	-9.2	-8.9	-9.5	-12.9	12.9	0.53	21.93	-	○	0.05	0.08
		Y方向	V(kN/m)	正側	55.8	55.1	52.6	65.0	65.0	-	-	0.144	-	-	-
				負側	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-

・耐力照査(レベル2地震動)

		照査箇所		発生断面力					設計耐力		耐力比		設計耐力		耐力比		
				+XL2	-XL2	+YL2	-YL2	最大	Mud(kN・m)	曲げ耐力判定	M/Mud	Vyvd(kN)	せん断耐力判定	M/Mu	V/Vyvd		
頂版	長辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	10.2	10.3	7.1	7.1	10.3	79.62	○	0.13	-	0.12	-		
			負側(上側引張)	-27.6	-27.9	-15.4	-15.7	27.9	95.16	○	0.29	-	0.27	-			
		柱間帯	V(kN/m)	正側	24.6	25.9	19.9	19.7	25.9	95.16	-	-	116.04	○	0.00	0.22	
			負側	-25.6	-23.9	-19.7	-20.0	25.6	95.16	-	-	116.04	○	0.00	0.22		
	短辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	8.3	8.4	6.5	6.5	8.4	41.71	○	0.20	-	0.18	-		
			負側(上側引張)	-25.0	-25.2	-14.7	-14.8	25.2	41.71	○	0.60	-	0.55	-			
		柱間帯	V(kN/m)	正側	23.4	25.0	20.2	20.0	25.0	25.92	-	-	73.10	○	0.00	0.34	
			負側	-24.8	-22.7	-19.3	-19.2	24.8	25.92	-	-	73.10	○	0.00	0.34		
	底板	長辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	8.2	8.4	8.3	8.1	8.4	120.73	○	0.07	-	0.06	-	
				負側(上側引張)	-16.2	-15.5	-20.2	-25.5	25.5	95.16	○	0.27	-	0.24	-		
			柱間帯	V(kN/m)	正側	24.3	23.2	22.5	24.9	24.9	50.42	-	-	92.10	○	0.00	0.27
				負側	-24.7	-24.6	-21.5	-19.6	24.7	95.16	-	-	116.04	○	0.00	0.21	
短辺		柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	6.1	6.2	5.5	3.4	6.2	41.71	○	0.15	-	0.14	-		
			負側(上側引張)	-14.6	-14.2	-11.4	-14.7	14.7	32.82	○	0.45	-	0.41	-			
		柱間帯	V(kN/m)	正側	17.2	17.0	16.7	18.6	18.6	25.92	-	-	73.10	○	0.00	0.25	
			負側	-8.2	-7.9	-13.3	-12.8	13.3	16.70	-	-	62.93	○	0.00	0.21		
管部頂版		X方向	M(kNm/m)	正側(下側引張)	74.6	74.8	48.2	48.3	74.8	275.77	○	0.27	-	0.25	-		
			負側(上側引張)	-100.1	-98.7	-60.2	-60.6	100.1	322.11	○	0.31	-	0.28	-			
		Y方向	V(kN/m)	正側	125.6	61.5	95.4	94.5	125.6	117.00	-	-	129.12	○	0.00	0.97	
			負側	-56.7	-123.0	-95.3	-96.9	123.0	228.31	-	-	162.68	○	0.00	0.76		
管部底板	長辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	60.6	60.6	43.4	44.7	60.6	187.43	○	0.32	-	0.29	-		
			負側(上側引張)	-117.1	-113.3	-80.8	-93.9	117.1	187.43	○	0.62	-	0.57	-			
		柱間帯	V(kN/m)	正側	146.2	84.9	116.7	127.1	146.2	187.43	-	-	151.86	○	0.00	0.96	
			負側	-81.8	-141.1	-114.3	-130.3	141.1	187.43	-	-	151.86	○	0.00	0.93		
	短辺	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	59.4	58.9	60.6	68.4	68.4	275.77	○	0.25	-	0.23	-		
			負側(上側引張)	-79.3	-77.6	-94.7	-96.6	96.6	322.11	○	0.30	-	0.27	-			
		柱間帯	V(kN/m)	正側	121.6	121.9	123.5	128.2	128.2	117.00	-	-	129.12	○	0.00	0.99	
			負側	-134.6	-133.0	-142.4	-147.6	147.6	228.31	-	-	162.68	○	0.00	0.91		
	管部頂版	X方向	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	42.2	41.6	36.0	39.6	42.2	187.43	○	0.23	-	0.20	-	
				負側(上側引張)	-23.3	-23.9	-28.7	-21.4	28.7	187.43	○	0.15	-	0.14	-		
			柱間帯	V(kN/m)	正側	63.5	61.6	40.9	18.2	63.5	78.55	-	-	112.76	○	0.00	0.56
				負側	-60.8	-60.3	-22.9	-53.6	60.8	50.40	-	-	97.07	○	0.00	0.63	
Y方向		柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	0.8	2.2	3.8	3.1	3.8	117.00	○	0.03	-	0.03	-		
			負側(上側引張)	-1.0	-2.4	-3.4	-2.6	3.4	117.00	○	0.03	-	0.03	-			
		柱間帯	V(kN/m)	正側	3.3	1.2	5.0	4.5	5.0	117.00	-	-	129.12	○	0.00	0.04	
			負側	-1.2	-4.5	-9.9	-9.3	9.9	117.00	-	-	129.12	○	0.00	0.08		
管部底板		X方向	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	8.3	5.7	10.1	11.1	11.1	228.31	○	0.05	-	0.04	-	
				負側(上側引張)	-18.9	-18.1	-31.6	-29.9	31.6	228.31	○	0.14	-	0.13	-		
		柱間帯	V(kN/m)	正側	-32.6	-28.8	-48.4	-47.6	48.4	228.31	-	-	162.68	○	0.00	0.30	
			負側	21.8	21.9	25.3	25.3	25.3	112.51	○	0.22	-	0.20	-			
管部頂版	X方向	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	-31.3	-31.2	-21.9	-30.1	31.3	112.51	○	0.28	-	0.25	-		
			負側(上側引張)	78.6	33.9	93.8	65.9	93.8	78.55	-	-	112.76	○	0.00	0.83		
	柱間帯	V(kN/m)	正側	-32.8	-80.8	-105.7	-60.2	105.7	78.55	-	-	112.76	○	0.00	0.94		
		負側	50.4	49.9	93.8	104.7	104.7	166.96	○	0.63	-	0.57	-				
管部底板	Y方向	柱列帯	M(kNm/m)	正側(下側引張)	-9.8	-10.6	-12.1	-29.7	29.7	166.96	○	0.18	-	0.16	-		
			負側(上側引張)	55.9	77.8	62.8	121.8	121.8	117.00	-	-	129.12	○	0.00	0.94		
	柱間帯	V(kN/m)	正側	-	-	-	-	-	75.30	-	-	111.16	○	0.00	0.04		
		負側	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

# MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

## 上下水道施設

06.  
昭和30年代に建設された沈砂池の  
耐震性能照査

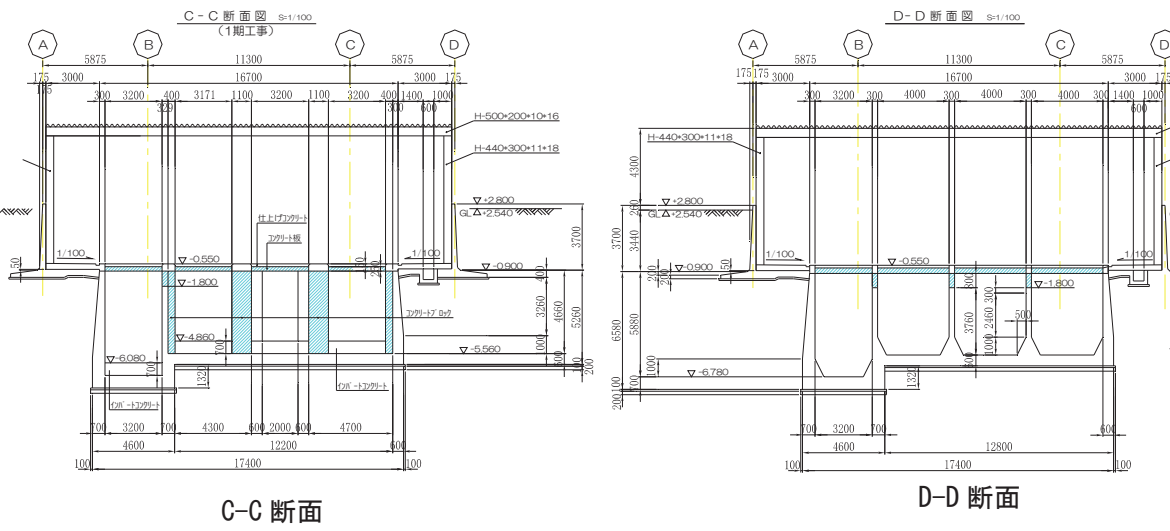
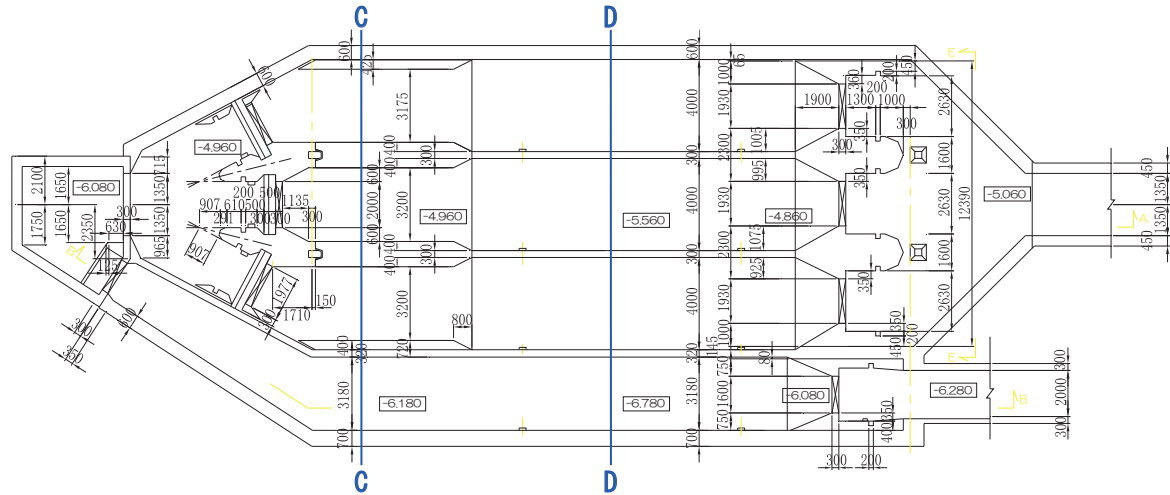


昭和 30 年代に建設された沈砂池の耐震性能照査	
解析種別	2次元静的線形解析
キーワード	沈砂池、震度法、限界状態設計法、耐震照査
解析の目的	昭和 30 年代に建設された原設計計算書が不明な沈砂池の耐震照査を行い、必要に応じて耐震補強対策を検討する。
解析の概要	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 構造物の短辺方向について代表断面を設定し、2次元フレームモデルを作成する。</li><li>・ 常時荷重および地震時土圧、地震時動水圧、地震慣性力等を載荷し、荷重の組合せに応じて部材断面力を算定する。</li><li>・ 部材照査は、常時、レベル1地震時については許容応力度法により、レベル2地震時については限界状態設計法により行う。</li><li>・ レベル2地震時については、主部材①は耐力照査とともに破壊形式の判定、主部材②については耐力照査のみを行う。</li></ul>
検討の流れ	<div><pre>graph TD     START([START]) --&gt; A[断面力の算定 Md, Nd, Vd]     A --&gt; B[断面耐力の算定 Mud, Vyd]     B --&gt; C{部材の判定}     C -- 主部材② --&gt; D[曲げ耐力に対する照査]     C -- 主部材① --&gt; E[破壊モードの確認]     E -- NO (せん断) --&gt; F{最小主鉄筋量?}     E -- YES (曲げ) --&gt; G[せん断耐力に対する照査]     F -- YES --&gt; G     F -- NO --&gt; H[せん断耐力に対する照査]     D -- NO --&gt; I[耐震補強]     D -- YES --&gt; G     G -- NO --&gt; J[等価せん断スパン法による照査]     G -- YES --&gt; K[END]     J -- YES --&gt; L[耐震補強]     J -- NO --&gt; K     I --&gt; A     L --&gt; A</pre></div> <p>レベル2地震動における主部材の限界状態設計法での照査手順</p>
関連資料	・ 水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 社団法人日本水道協会
担当者の所見	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 主部材、副部材の選定は構造部材の特性を把握し、適切に設定する必要がある。</li><li>・ 部材には竣工時及び改修時の部材が混在するため、それぞれの部材について評価できるように検討断面を選定した。</li><li>・ 代表断面においては、地下外周擁壁及び沈砂池は一体のモデルとして解析した。</li></ul>

昭和 30 年代に建設された沈砂池の耐震性能照査

＜構造物概要＞

- ・ 建築面積 900m<sup>2</sup>
- ・ 階 数 地下 2 階 地上 1 階
- ・ 構造・基礎 地上部 鉄骨造、地下部 RC 造、直接べた基礎



検討断面（一部省略）

本検討では、以下に示す構造物の主部材、副部材の定義および断面照査レベルに従って照査を行った。

部材	概 要	照査レベル
主部材①	構造物において地震外力を受け持つ主架構を構成する部材	レベル 2 照査かつ破壊モードの確認
主部材②	構造物において地震外力を主架構に伝達する部材	レベル 2 照査は行うが破壊モード判定は不要
副部材①	構造物の主架構でレベル 2 では損傷を受けるが修復が容易	レベル 1 設計まででよい
副部材②	構造物の主架構以外の部材で、地震力を受けない	常時の設計だけでよい

昭和 30 年代に建設された沈砂池の耐震性能照査

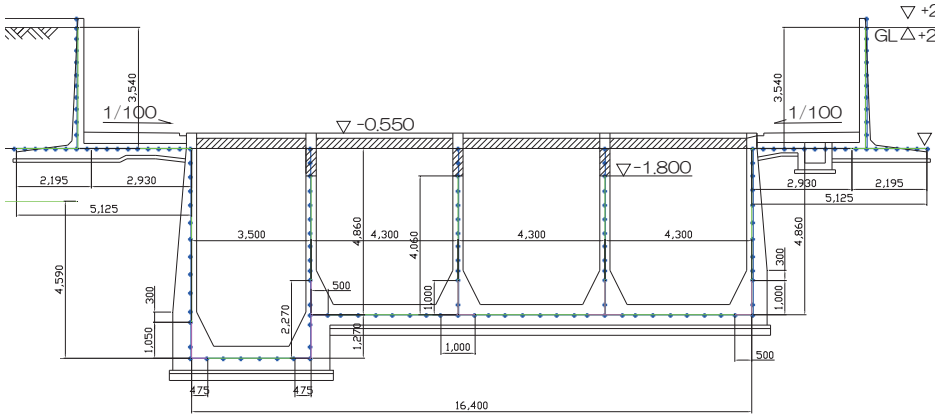
解析モデル

＜部材条件＞

- ・ 構造部材は、底板、外壁、隔壁、擁壁とする。
- ・ 構造部材の接合部には剛域を考慮し、剛域端は部材ハンチ端あるいはフェイス位置とする。
- ・ 長期・短期の荷重時の構造部材の剛性は、全断面有効として算定する。
- ・ 部材のモデル化は単位奥行きあたりの梁要素とする。
- ・ 建屋荷重は、擁壁基部に集中荷重として載荷する。
- ・ 覆蓋は重量のみを考慮し、集中荷重として載荷する。

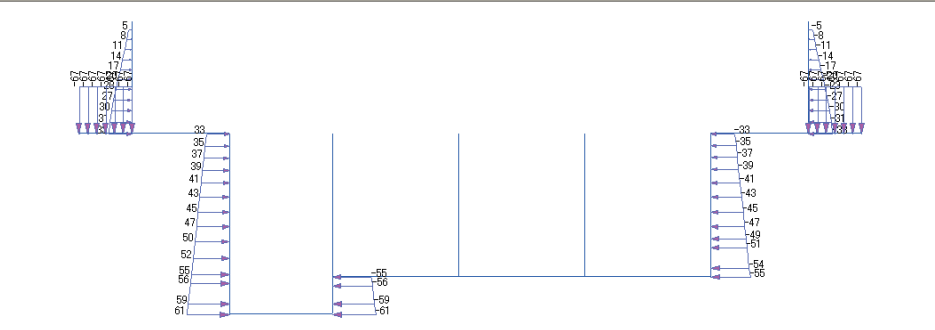
＜境界条件＞

- ・ 底板および外壁要素には地盤反力として要素面積に応じた地盤ばねを設定する。

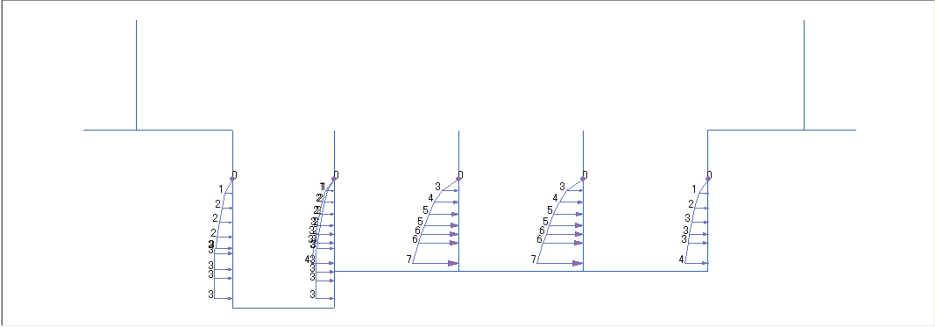


解析モデル

＜載荷荷重例＞



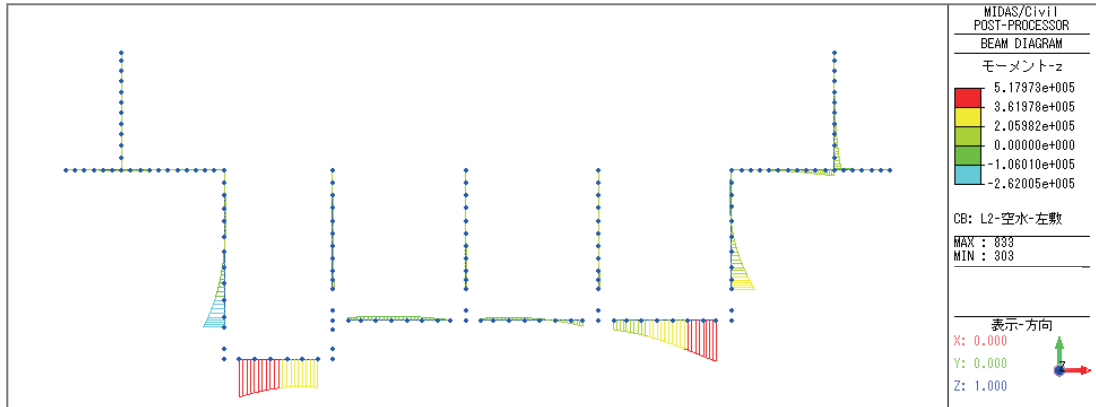
常時土圧



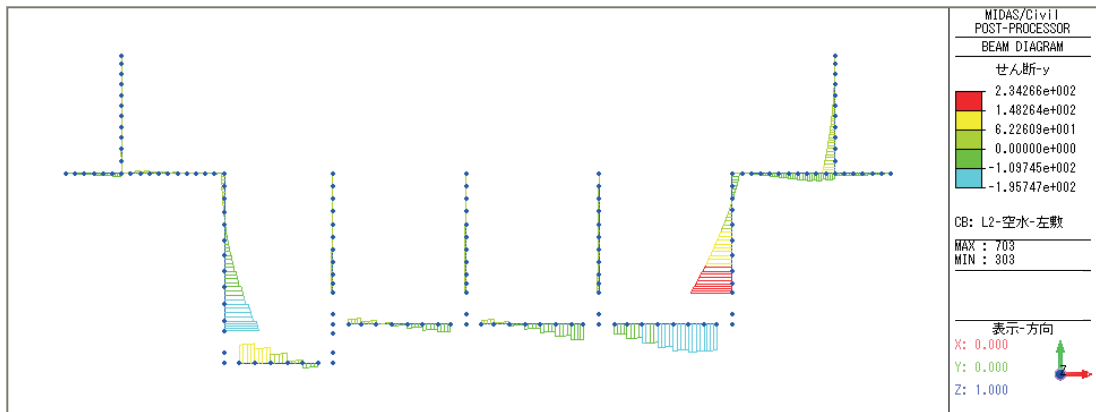
地震時動水圧

昭和 30 年代に建設された沈砂池の耐震性能照査

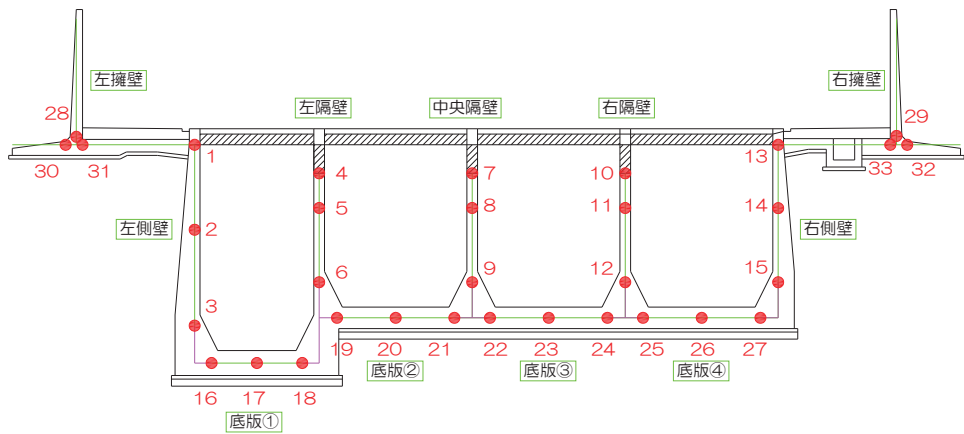
＜解析結果＞



曲げモーメント図



せん断力図  
断面力図（L2-空水時）



断面力照査位置

昭和 30 年代に建設された沈砂池の耐震性能照査

L1 地震時許容応力度照査出力例

許容応力度照査

CASE1-3		発生断面力			断面定数			許容応力度判定													
1.1_	部満水-左方向加力	M/d (kNm)	N/d (kN)	V/d (kN)	b (m)	h (m)	d (m)	z (m3)	σ c (N/mm2)	σ c / σ ca	σ ca=9.0 安全率	判定	σ s (N/mm2)	σ s / σ sa	σ sa=210 安全率	判定	τ m (N/mm2)	τ m / τ al	τ al=0.6 安全率	判定	
No.	照査箇所																				
1	左側壁	上端	0.0	10.2	13.0	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.0	0.00	-	○	-0.4	0.00	525.00	○	0.043	0.07	13.95	○
2		中央	-9.1	36.1	-30.1	1.000	0.300	0.450	0.0417	0.3	0.03	30.00	○	2.5	0.01	84.00	○	0.067	0.11	8.96	○
3		下端	-213.4	76.6	-129.4	1.000	0.700	0.650	0.0817	3.3	0.37	2.73	○	88.2	0.42	2.38	○	0.199	0.33	3.02	○
4	左隔壁	上端	0.4	48.8	1.2	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.2	0.02	45.00	○	-2.1	0.01	-	○	0.004	0.01	-	○
5		中央	3.1	59.3	1.8	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.4	0.04	22.50	○	-0.9	0.00	-	○	0.006	0.01	-	○
6		下端	-4.7	70.8	-15.7	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.5	0.06	18.00	○	-0.2	0.00	-	○	0.052	0.09	-	○
7	中央隔壁	上端	0.4	53.2	1.2	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.2	0.02	45.00	○	-2.3	0.01	-	○	0.004	0.01	-	○
8		中央	3.9	63.7	5.5	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.4	0.04	22.50	○	-0.5	0.00	-	○	0.018	0.03	-	○
9		下端	31.5	75.2	33.5	1.000	0.300	0.250	0.0150	4.3	0.48	2.09	○	150.3	0.72	-	○	0.134	0.22	-	○
10	右隔壁	上端	0.4	53.2	1.2	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.2	0.02	45.00	○	-2.3	0.01	-	○	0.004	0.01	-	○
11		中央	3.1	63.7	1.9	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.4	0.04	22.50	○	-1.1	0.01	-	○	0.006	0.01	-	○
12		下端	-4.0	75.2	-14.9	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.5	0.06	18.00	○	-1.1	0.01	-	○	0.050	0.08	-	○
13	沈砂池 右側壁	上端	0.0	34.5	-36.4	1.000	0.300	0.250	0.0150	0.1	0.01	90.00	○	-1.5	0.01	140.00	○	0.121	0.20	4.96	○
14		中央	-3.8	49.3	38.2	1.000	0.450	0.400	0.0338	0.2	0.02	45.00	○	-0.5	0.00	420.00	○	0.084	0.14	7.14	○
15		下端	246.3	76.8	198.9	1.000	0.600	0.550	0.0600	5.2	0.58	1.73	○	141.5	0.67	1.48	○	0.362	0.60	1.66	○
16	底版①	左端部	336.6	0.0	79.4	1.000	0.700	0.620	0.0817	5.2	0.58	1.73	○	160.7	0.77	1.31	○	0.128	0.21	4.69	○
17		中央部	241.2	0.0	48.9	1.000	0.700	0.620	0.0817	4.5	0.50	2.00	○	224.9	1.07	0.93	×	0.079	0.13	7.59	○
18		右端部	218.7	0.0	7.7	1.000	0.700	0.620	0.0817	3.4	0.38	2.65	○	104.5	0.50	2.01	○	0.012	0.02	50.00	○
19	底版②	左端部	-12.0	0.0	46.7	1.000	0.600	0.520	0.0600	0.3	0.03	30.00	○	17.9	0.09	11.73	○	0.090	0.15	6.67	○
20		中央部	-49.4	0.0	-9.1	1.000	0.600	0.520	0.0600	1.1	0.12	8.18	○	32.4	0.15	6.48	○	0.018	0.03	33.33	○
21		右端部	17.0	0.0	-63.3	1.000	0.600	0.520	0.0600	0.4	0.04	22.50	○	11.2	0.05	18.75	○	0.122	0.20	4.92	○
22	底版③	左端部	-23.8	0.0	-8.1	1.000	0.600	0.520	0.0600	0.7	0.08	12.86	○	35.5	0.17	5.92	○	0.015	0.03	40.00	○
23		中央部	-4.9	0.0	-26.2	1.000	0.600	0.520	0.0600	0.1	0.01	90.00	○	3.2	0.02	65.63	○	0.050	0.08	12.00	○
24		右端部	70.2	0.0	-55.1	1.000	0.600	0.520	0.0600	1.5	0.17	6.00	○	46.0	0.22	4.57	○	0.106	0.18	5.66	○
25	底版④	左端部	132.3	0.0	-23.2	1.000	0.600	0.520	0.0600	2.9	0.32	3.10	○	86.8	0.41	2.42	○	0.045	0.08	13.33	○
26		中央部	228.0	0.0	-101.6	1.000	0.600	0.520	0.0600	6.3	0.72	1.38	○	340.4	1.62	0.62	×	0.195	0.33	3.08	○
27		右端部	433.5	0.0	-130.0	1.000	0.600	0.520	0.0600	9.6	1.07	0.94	×	284.5	1.35	0.74	×	0.250	0.42	2.40	○
28	擁壁	左側下端	1.5	21.1	0.9	1.000	0.350	0.300	0.0204	0.1	0.01	90.00	○	-0.1	0.00	2100.00	○	0.002	0.00	300.00	○
29		右側下端	45.8	21.2	42.7	1.000	0.350	0.300	0.0204	4.7	0.52	1.91	○	233.5	1.11	0.90	×	0.142	0.24	4.23	○
30		左側床版土側	10.3	0.0	-18.2	1.000	0.400	0.350	0.0267	0.6	0.07	15.00	○	23.1	0.11	9.09	○	0.052	0.09	11.54	○
31	擁壁	左側床版池側	12.7	0.0	5.8	1.000	0.450	0.400	0.0338	0.5	0.06	18.00	○	23.2	0.11	9.05	○	0.044	0.02	42.86	○
32		右側床版土側	-6.4	0.0	-3.7	1.000	0.400	0.350	0.0267	0.4	0.04	22.50	○	14.3	0.07	14.69	○	0.010	0.02	60.00	○
33		右側床版池側	49.1	0.0	-29.2	1.000	0.450	0.400	0.0338	2.0	0.22	4.50	○	89.4	0.43	2.35	○	0.069	0.12	8.70	○

L2 地震時耐力照査出力例

耐力照査

CASE2-1		発生断面力				耐力判定							破壊モード判定								
1.2 空水-右方向加力		Md (kNm)	Nd (kN)	Vd (kN)	γi	Mud (kN・m)	γi・Md /Mud	安全率	曲げ 判定	Vyd (kN)	γi・Vd /Vyd	安全率	せん断 判定	ρ m1.2 (kN・m)	L (m)	Vmu (kN)	γi	γi・Vmu /Vyd	判定		
No.	照査箇所																				
1	左側壁	上端	0.0	37.1	63.1	1.0	50.11	0.00	○	86.00	0.73	1.36	○	56.48	3.065	18.43	1.0	0.21	曲げ破壊		
2		中央	6.5	61.0	84.4	1.0	383.33	0.02	59.25	○	201.40	0.42	2.39	○	453.16	3.065	147.85	1.0	0.73	曲げ破壊	
3		下端	-364.7	99.3	-361.6	1.0	-579.86	0.97	1.03	○	243.79	1.44	0.69	×	-686.51	3.065	-223.66	1.0	0.92	曲げ破壊	
4	左隔壁	上端	0.7	48.8	2.1	1.0	49.74	0.01	76.52	○	88.65	0.02	42.62	○	57.45	4.86	11.82	1.0	0.13	曲げ破壊	
5		中央	-5.8	59.3	-5.4	1.0	-51.06	0.11	8.86	○	89.66	0.06	16.51	○	-58.72	4.86	-12.08	1.0	0.13	曲げ破壊	
6		下端	-17.0	70.8	-8.3	1.0	-52.49	0.32	3.10	○	90.77	0.09	10.91	○	-60.07	4.86	-12.36	1.0	0.14	曲げ破壊	
7	中央隔壁	上端	0.7	53.2	2.1	1.0	50.29	0.01	77.37	○	89.07	0.02	42.82	○	57.99	4.86	11.93	1.0	0.13	曲げ破壊	
8		中央	-5.8	63.7	-5.4	1.0	-51.60	0.11	8.96	○	90.08	0.06	16.59	○	-59.26	4.86	-12.19	1.0	0.14	曲げ破壊	
9		下端	17.0	75.2	8.3	1.0	53.04	0.32	3.13	○	91.19	0.09	10.96	○	60.55	4.86	12.46	1.0	0.14	曲げ破壊	
10	右隔壁	上端	-0.7	53.2	-2.1	1.0	-50.29	0.01	77.37	○	89.07	0.02	42.82	○	-57.99	4.86	-11.93	1.0	0.13	曲げ破壊	
11		中央	-5.8	63.7	-5.4	1.0	-51.60	0.11	8.96	○	90.08	0.06	16.59	○	-59.26	4.86	-12.19	1.0	0.14	曲げ破壊	
12		下端	-17.0	75.2	-8.3	1.0	-53.04	0.32	3.13	○	91.19	0.09	10.96	○	-60.55	4.86	-12.46	1.0	0.14	曲げ破壊	
13	沈砂池	上端	0.0	20.7	-11.1	1.0	85.78	0.00	-	○	111.27	0.10	9.99	○	99.61	2.43	40.99	1.0	0.37	曲げ破壊	
14		中央	-3.0	38.8	13.3	1.0	-79.61	0.04	26.45	○	182.33	0.07	13.68	○	-90.63	2.43	-37.29	1.0	0.20	曲げ破壊	
15		下端	130.8	72.3	122.6	1.0	426.00	0.31	3.26	○	214.06	0.57	1.75	○	503.46	2.43	207.18	1.0	0.97	曲げ破壊	
16	底版①	左端部	928.9	0.0	193.1	1.0	528.10	1.76	0.57	×	219.28	0.88	1.14	○	625.59	3.5	178.74	1.0	0.82	曲げ破壊	
17		中央部	684.0	0.0	173.9	1.0	285.13	2.40	0.42	×	174.04	1.00	1.00	○	333.79	3.5	95.37	1.0	0.55	曲げ破壊	
18	底版②	右端部	527.1	0.0	89.1	1.0	528.10	1.00	1.00	○	219.28	0.41	2.46	○	625.59	3.5	178.74	1.0	0.82	曲げ破壊	
19		左端部	61.7	0.0	83.3	1.0	387.74	0.16	6.28	○	194.76	0.43	1.17	○	457.64	2.15	212.86	1.0	1.09	せん断破壊	
20	底版③	中央部	32.1	0.0	23.2	1.0	387.74	0.08	12.07	○	194.76	0.12	4.19	○	457.64	2.15	212.86	1.0	1.09	せん断破壊	
21		右端部	-24.3	0.0	-23.7	1.0	-189.60	0.13	7.81	○	146.69	0.16	6.20	○	-219.28	2.15	-101.99	1.0	0.70	曲げ破壊	
22	底版④	左端部	-0.7	0.0	33.6	1.0	-189.60	0.00	256.21	○	146.69	0.23	4.36	○	-219.28	2.15	-101.99	1.0	0.70	曲げ破壊	
23		中央部	29.0	0.0	6.4	1.0	387.74	0.07	13.36	○	194.76	0.03	15.17	○	457.64	2.15	212.86	1.0	1.09	せん断破壊	
24	擁壁	右端部	22.6	0.0	-49.6	1.0	387.74	0.06	17.13	○	194.76	0.25	1.96	○	457.64	2.15	212.86	1.0	1.09	せん断破壊	
25		底版⑤	左端部	75.2	0.0	0.6	1.0	387.74	0.19	5.16	○	194.76	0.00	309.15	○	457.64	4.3	106.43	1.0	0.55	曲げ破壊
26			中央部	114.1	0.0	-55.0	1.0	189.60	0.60	1.66	○	146.69	0.37	2.67	○	219.28	4.3	50.99	1.0	0.35	曲げ破壊
27			右端部	247.0	0.0	-95.2	1.0	387.74	0.64	1.57	○	194.76	0.49	2.05	○	457.64	4.3	106.43	1.0	0.55	曲げ破壊
28	擁壁	左側下端	62.2	21.2	57.3	1.0	54.57	1.14	0.88	×	92.75	0.62	1.62	○	63.96	3.7	17.29	1.0	0.19	曲げ破壊	
29		右側下端	-2.7	21.1	-2.1	1.0	-54.57	0.05	19.99	○	92.75	0.02	45.24	○	-63.96	3.7	-17.29	1.0	0.19	曲げ破壊	
30		左側床版土側	-12.5	0.0	11.4	1.0	-116.88	0.11	9.33	○	124.38	0.09	10.94	○	-137.15	1.8	-76.20	1.0	0.61	曲げ破壊	
31		左側床版池側	61.1	0.0	37.0	1.0	141.85	0.43	2.32	○	131.50	0.28	3.55	○	137.15	1.6625	82.50	1.0	0.63	曲げ破壊	
32		右側床版土側	11.1	0.0	19.1	1.0	116.88	0.10	10.52	○	124.38	0.15	6.52	○	137.15	1.8	76.20	1.0	0.61	曲げ破壊	
33		右側床版池側	12.4	0.0	-5.0	1.0	141.85	0.09	11.47	○	131.50	0.04	26.25	○	137.15	1.6625	82.50	1.0	0.63	曲げ破壊	



MIDAS  
CONSTRUCTION  
TECHNICAL  
DOCUMENT  
COLLECTION

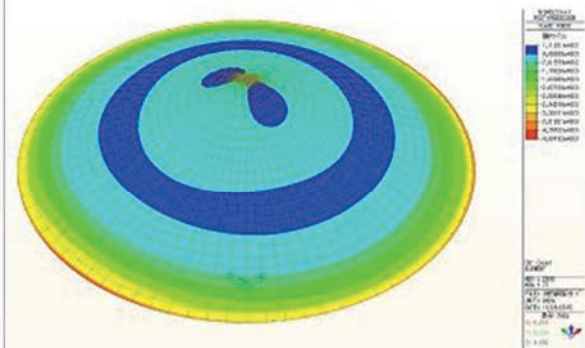
上下水道施設

07.  
清見配水池耐震診断  
RBオリジナルコンサルタント株式会社

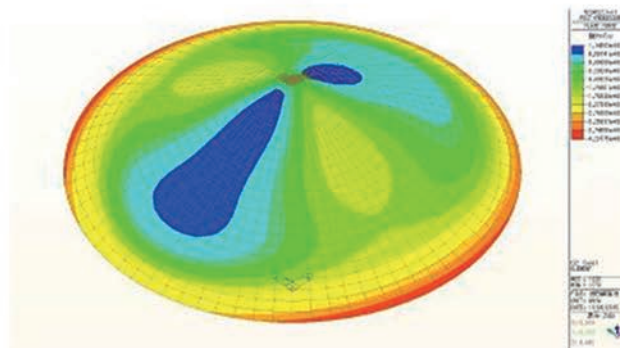
解析種別	3次元FEM解析
キーワード	配水池 耐震補強 FEM
解析目的	耐震補強の概略設計
解析概要	3次元FEM解析により、構造物全体の応力分布を調査し、各要素毎の作用断面力を用い、断面照査を行う。
解析流れ	<div><div><div>・3次元解析モデルの作成 ・作用荷重の設定 ・解析ケースの設定</div><div>FEM解析</div><div>解析結果を用いた断面照査</div><div><div>OK</div><div>補強無し</div></div><div><div>NG</div><div>・NG箇所の特定 ・補強計画の立案</div><div>断面照査</div><div><div>OK</div><div>業務完了</div></div><div><div>NG</div><div>補強変更</div></div></div></div></div>
関連資料	道路橋示方書Ⅴ（H24.3） 水道施設耐震工法指針・解説（2009） 水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針・解説（1998）
担当者の所見	断面照査にて超過箇所（NG）が発生した場合、本来は3次元モデルから修正するべきだが、今回はそれらを考慮せずに、断面照査の段階から修正を行った。



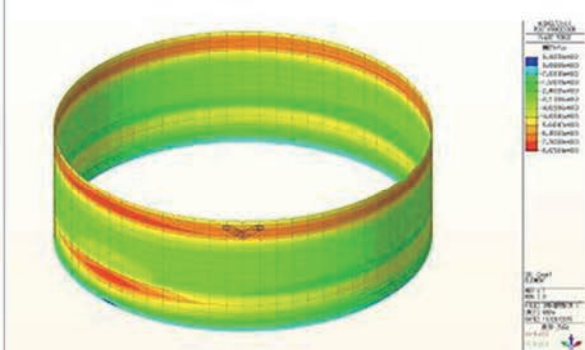


解析結果 軸力  
Fxx

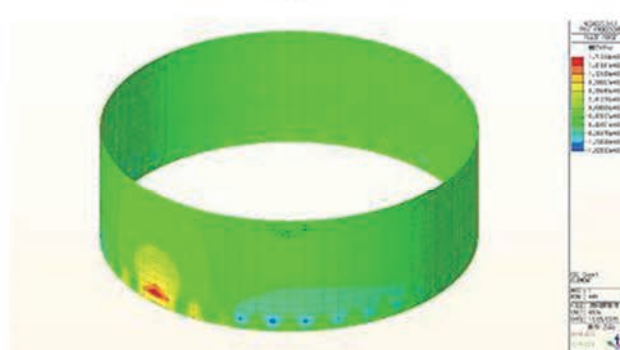
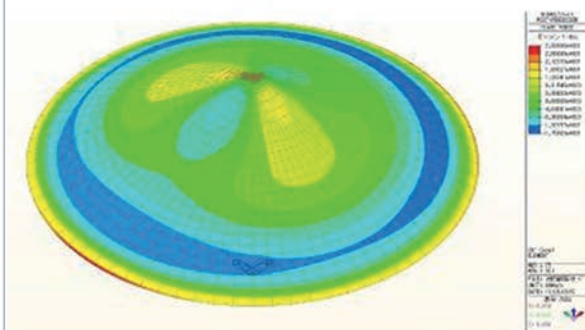
Fyy



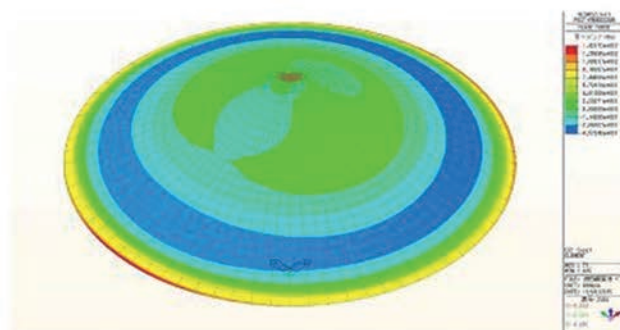
Fxx



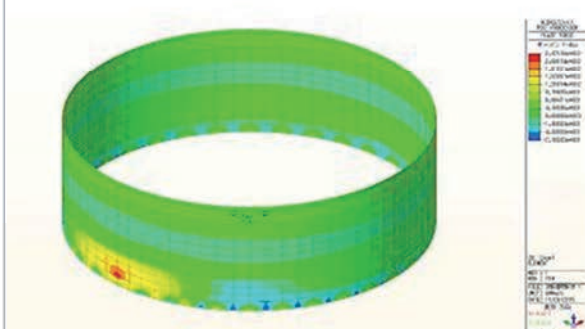
Fyy

解析結果 モーメント  
Mxx

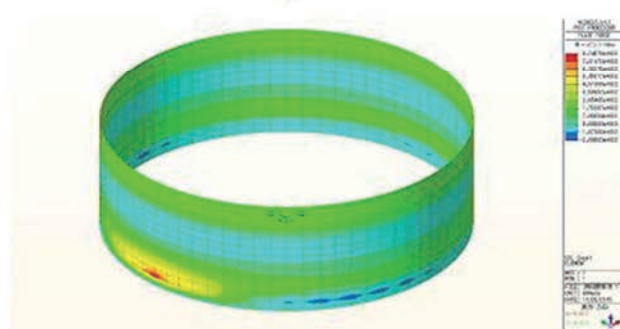
Myy



Mxx

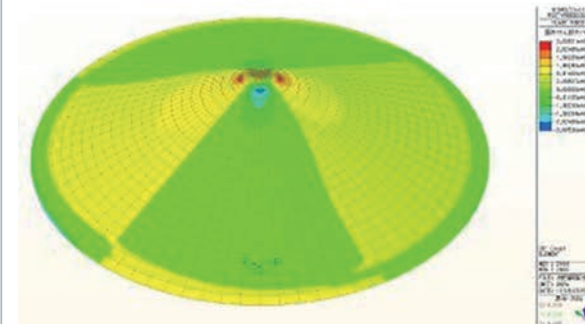


Myy

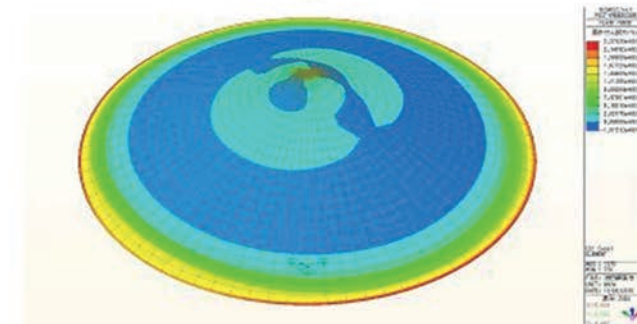


解析結果 せん断力

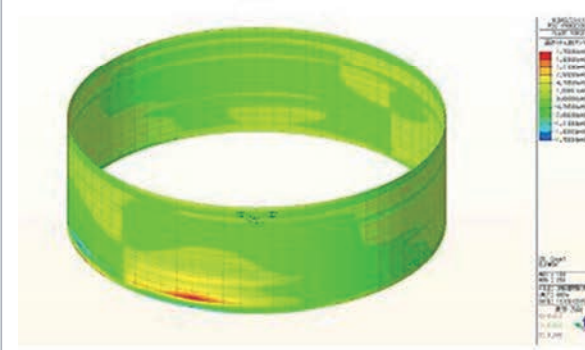
Vxx



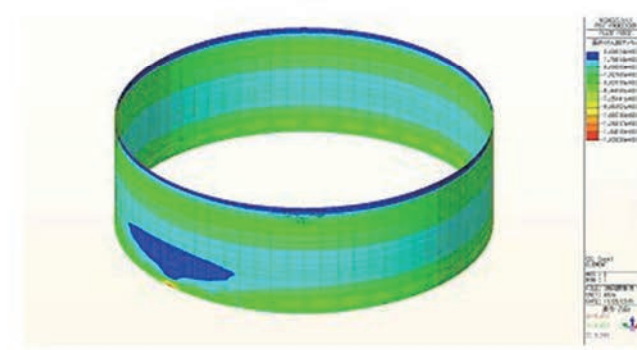
Vyy



Vxx



Vyy



MIDAS  
CONSTRUCTION  
TECHNICAL  
DOCUMENT  
COLLECTION

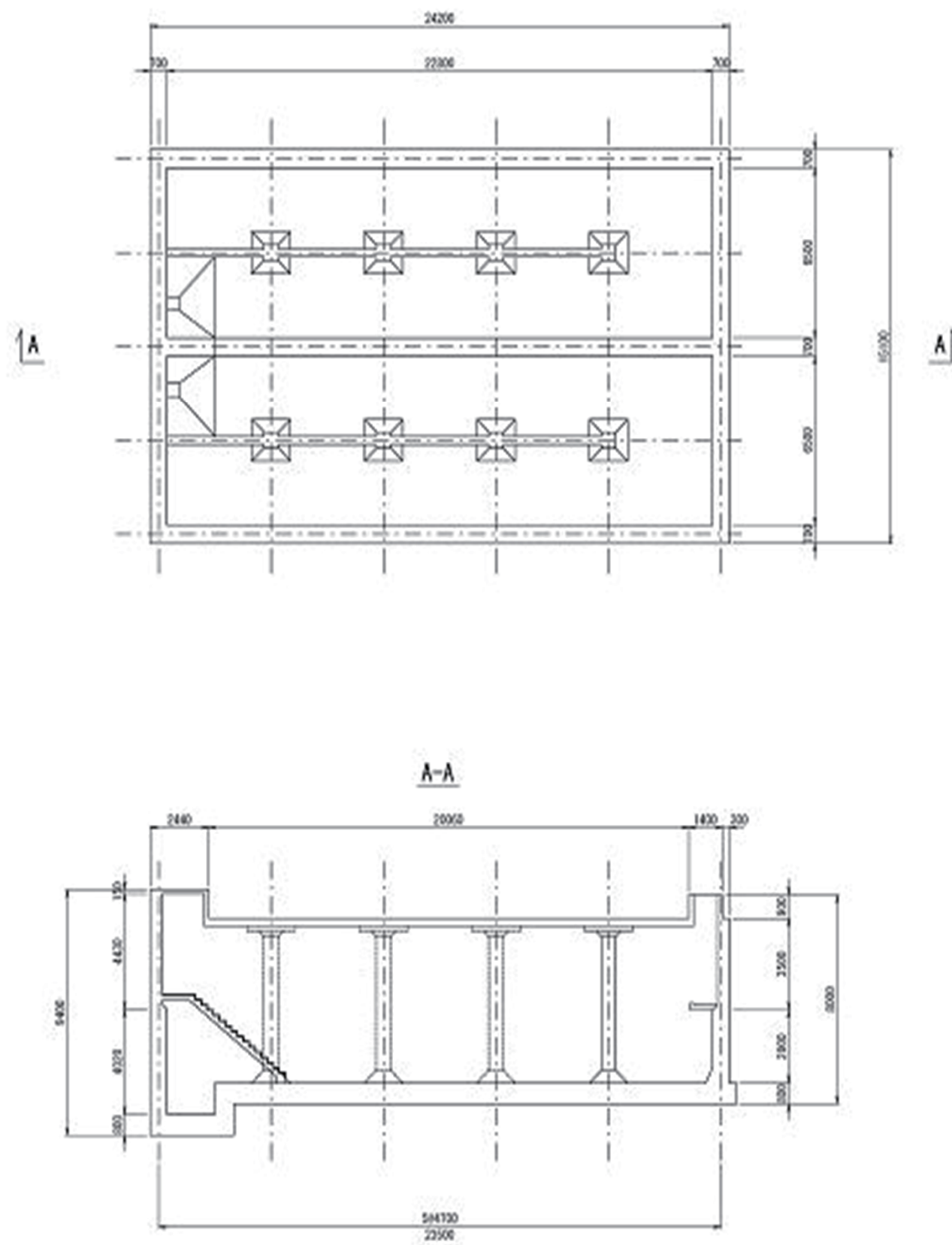
上下水道施設

08.  
豊田配水池耐震診断  
RBオリジナルコンサルタント株式会社

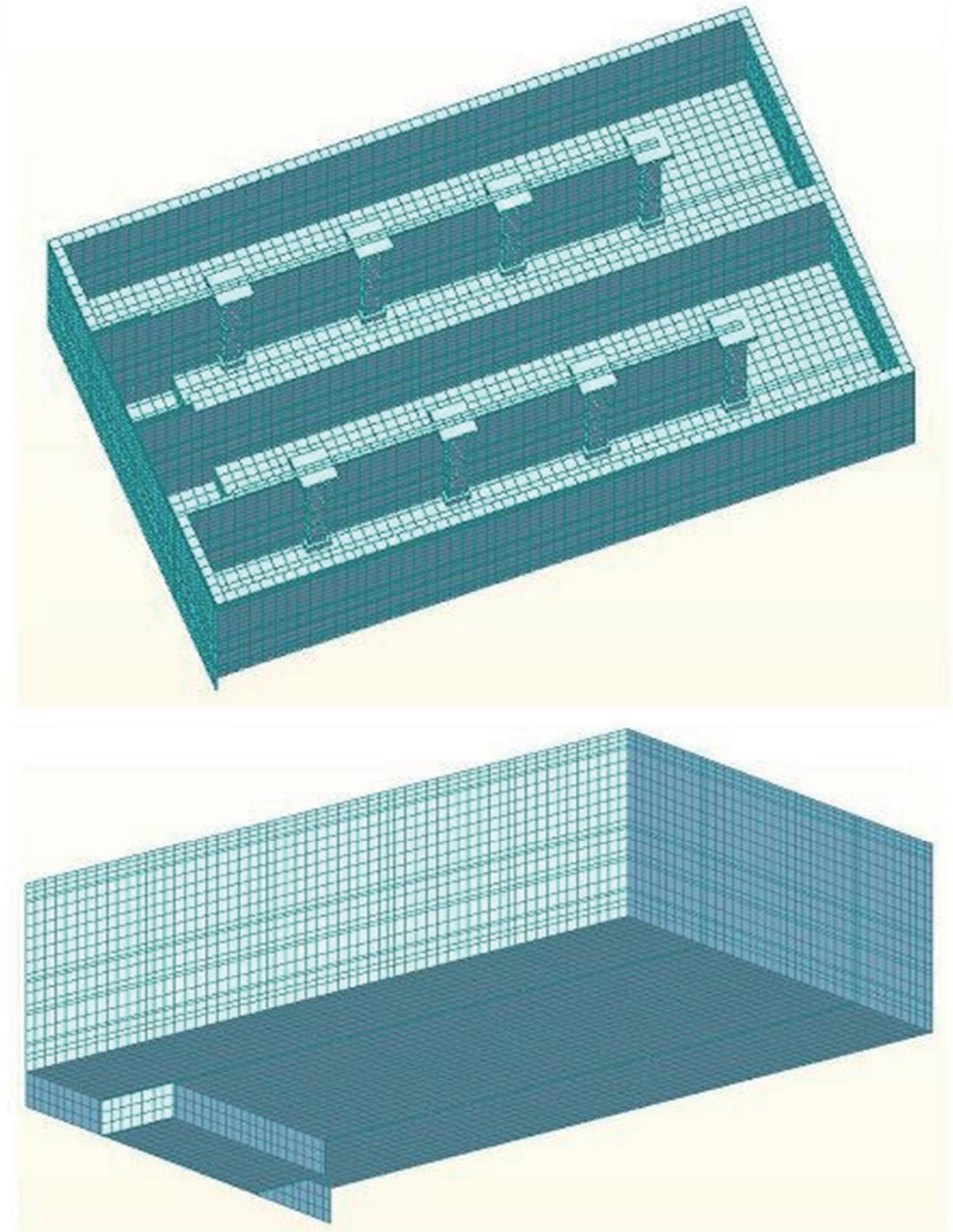
解析種別	3次元FEM解析
キーワード	配水池 耐震補強 FEM
解析目的	耐震補強の概略設計
解析概要	3次元FEM解析により、構造物全体の応力分布を調査し、各要素毎の作用断面力を用い、断面照査を行う。
解析流れ	<div><div><div>・3次元解析モデルの作成 ・作用荷重の設定 ・解析ケースの設定</div><div>FEM解析</div><div>解析結果を用いた断面照査</div><div><div>OK</div><div>補強無し</div></div><div><div>NG</div><div>・NG箇所の特 定 ・補強計画の立案</div><div>断面照査</div><div><div>OK</div><div>業務完了</div></div><div><div>補強変更</div></div></div></div></div>
関連資料	道路橋示方書Ⅴ（H24.3） 水道施設耐震工法指針・解説（2009）
担当者の所見	断面照査にて超過箇所（NG）が発生した場合、本来は3次元モデルから修正するべきだが、今回はそれらを考慮せずに、断面照査の段階から修正を行った。



解析対象構造物



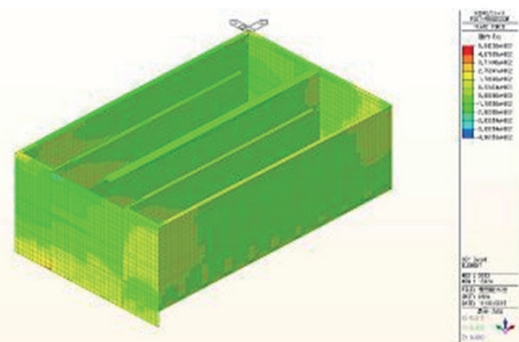
解析モデル



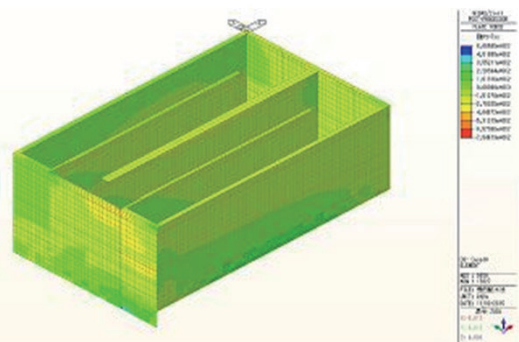


## 解析結果 軸力

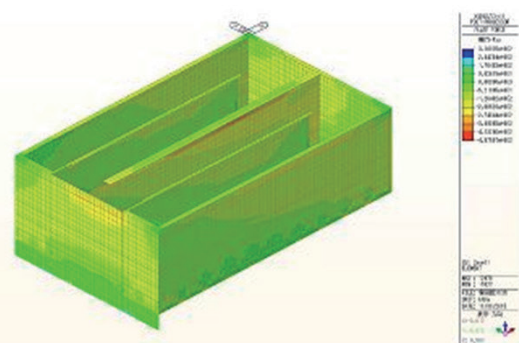
Fxx case9



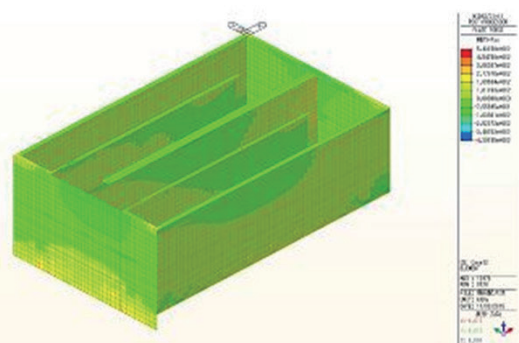
Fxx case10



Fxx case11

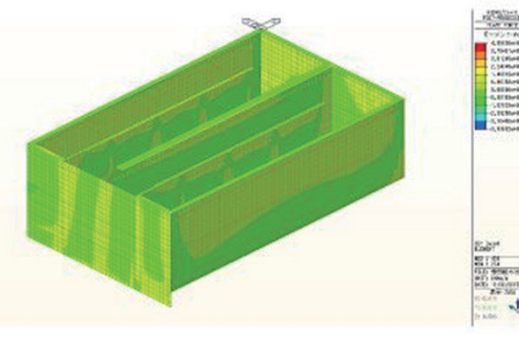


Fxx case12

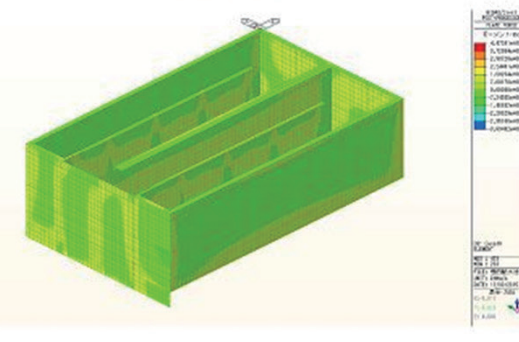


## 解析結果 モーメント

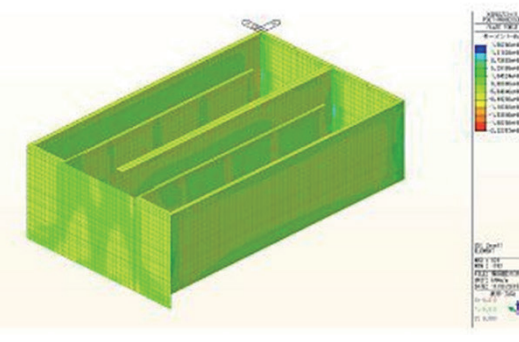
Mxx case9



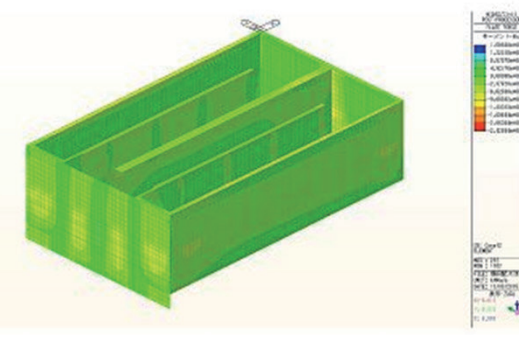
Mxx case10



Mxx case11

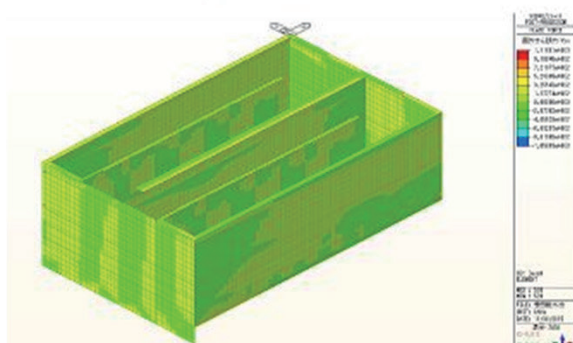


Mxx case12

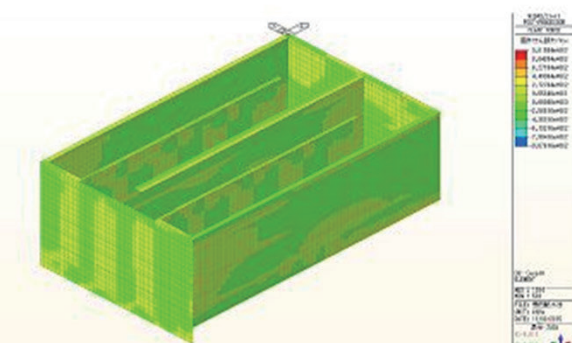


## 解析結果 せん断力

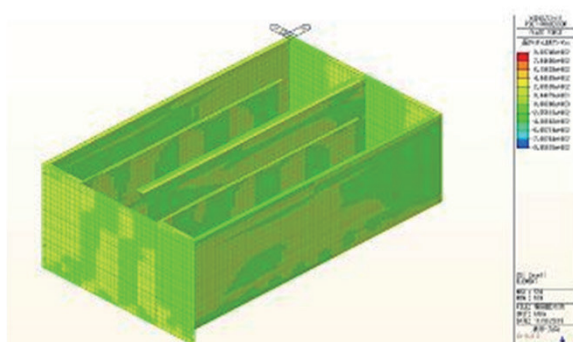
Vxx case9



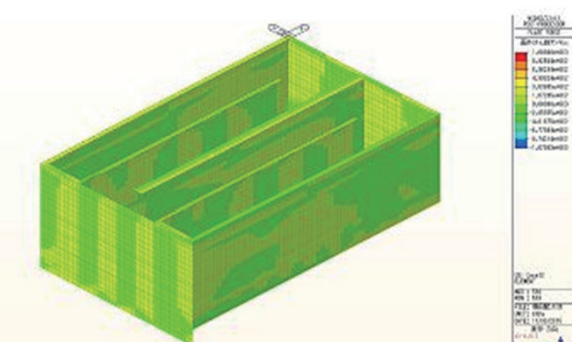
Vxx case10



Vxx case11



Vxx case12



MIDAS  
CONSTRUCTION  
TECHNICAL  
DOCUMENT  
COLLECTION

上下水道施設

09.  
PCタンクの耐震診断  
日中コンサルタント株式会社



解析種別	PCタンクの耐震診断
キーワード	PCタンク、耐震診断、静的解析、動的解析
解析目的	水道用プレストレストコンクリートタンクの耐震診断
解析概要	PCタンクの側壁、底版および屋根を一体として、3次元FEMにモデル化する。地盤に関して、水平方向、鉛直方向の線形バネによってモデル化する。
解析流れ	<div><div>START</div><div>↓</div><div>地質の条件整理、地盤種類の判定</div><div>↓</div><div>構造物諸元の条件整理 ・荷重関係 ・断面寸法 ・PC鋼材、鉄筋配置</div><div>↓</div><div>水平震度の算出</div><div>↓</div><div>荷重の算出 ・自重、積載荷重、静水圧 ・動水圧 ・慣性力</div><div>↓</div><div>地盤バネの計算</div><div>↓</div><div>解析モデルの作成</div><div>↓</div><div>構造解析の実施 ・震度法によるレベル1地震動 ・震度法によるレベル2地震動</div><div>↓</div><div>耐震照査 ・底版に対する照査 ・側壁に対する照査</div><div>OK</div><div>↓</div><div>補強案の検討</div><div>↓</div><div>終了</div></div>
関連資料	水道施設耐震工法指針・解説、2009年版、(社)日本水道協会 水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針・解説、1998年版、(社)日本水道協会 貯水用円筒形PCタンク設計施工規準、2005年版、(社)プレストレストコンクリート技術協会
担当者の所見	

## 1.概要

配水所2号池(水道用プレストレストコンクリートタンク)の耐震診断方法および診断結果に関して述べたものである。

## 2.解析モデル

PCタンクの側壁、底版および屋根を一体として、3次元FEMにモデル化する。地盤に関して、水平方向、鉛直方向の線形バネによってモデル化する。

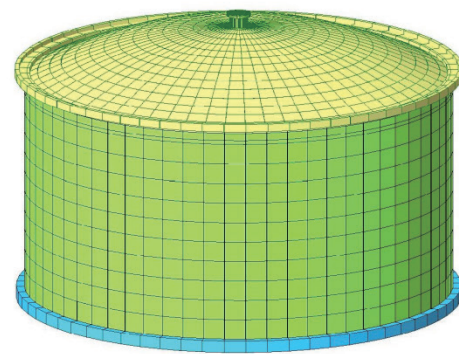


図 7.1 PC タンクの全体モデル

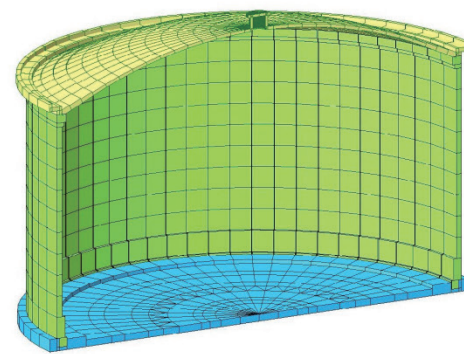


図 7.2 横から見た全体モデルの半分

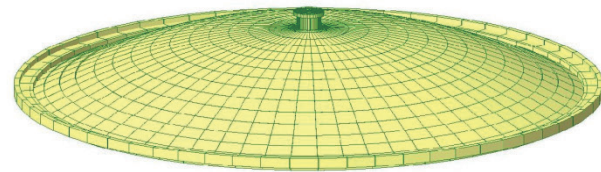


図 7.3 屋根のモデル

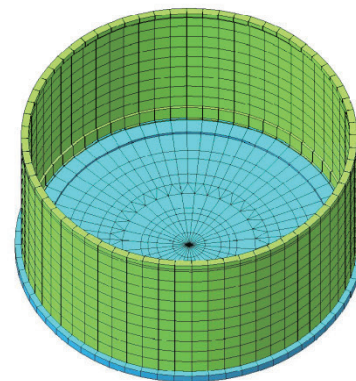


図 7.4 側壁と底版のモデル

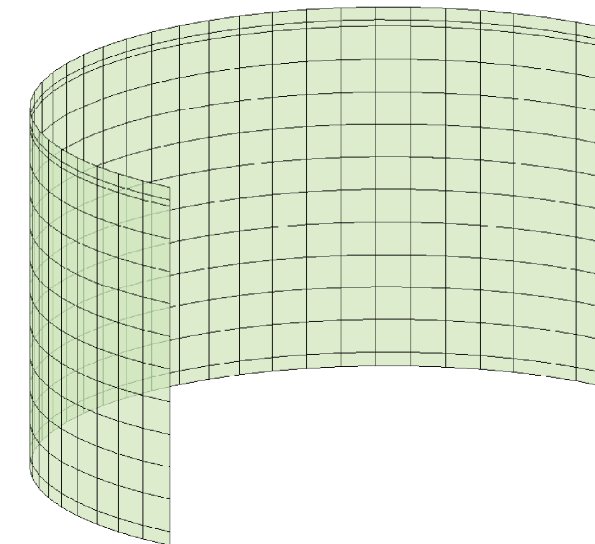
## 3.解析条件

タンクの耐震診断に用いられる設計水平震度は、「水道耐震指針より、方法4で算出する。  
方法4:「PCタンク指針」に基づき、地盤種類およびPCタンクの固有周期より算出する。

## 4.解析結果

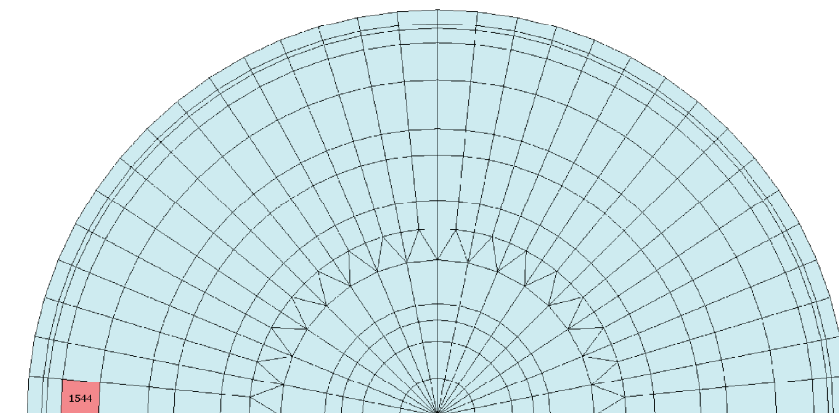
レベル1地震動時のNG箇所

PC タンク側壁



注：NG箇所は無し

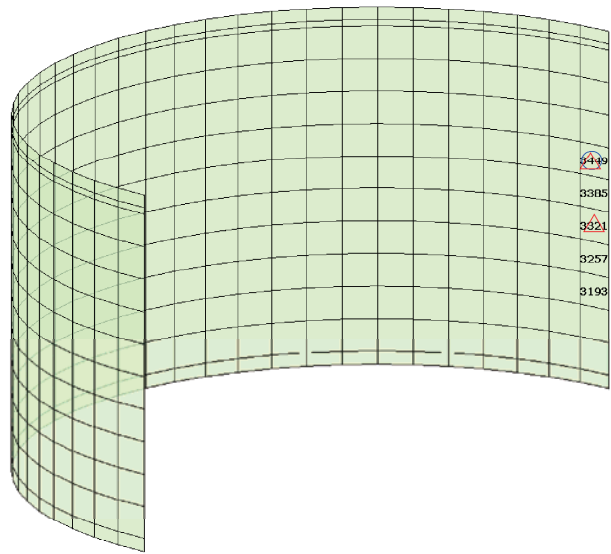
PC タンク底版



注：黒字で表示する要素は鉄筋曲げ応力度照査によるNG箇所

レベル1地震動時のNG箇所

PC タンク側壁

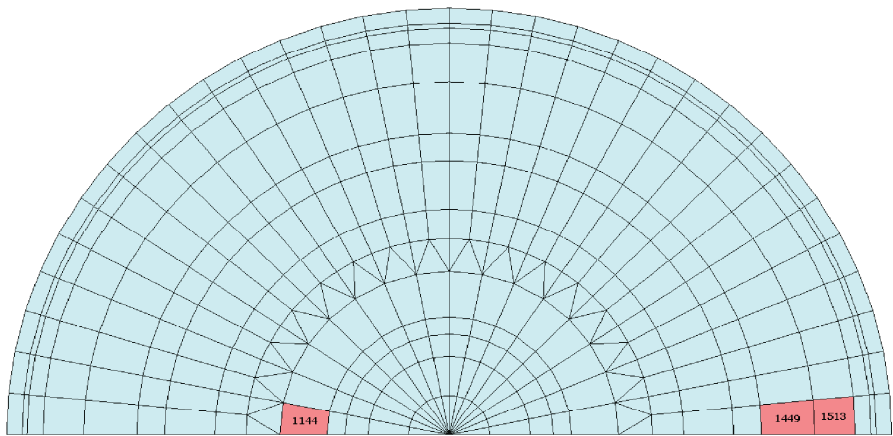


注： 黒字で表示する要素は円周方向軸引張力による NG 箇所

△ で表示する要素は終局曲げ耐力による NG 箇所

○ で表示する要素は円周方向応答ひずみによる NG 箇所

PC タンク底版



注： 黒字で表示する要素は終局曲げ耐力による NG 箇所



