

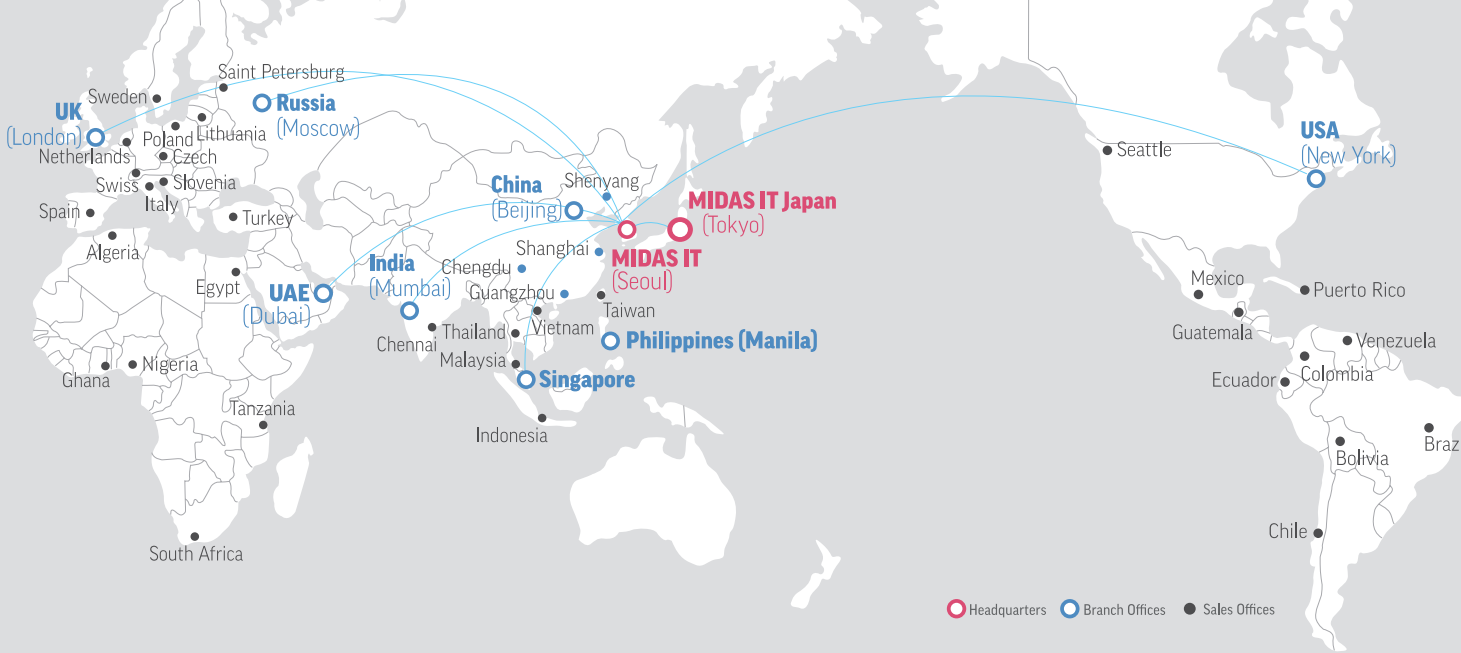
# 2017 MIDAS FEM TECHNICAL EDUCATION SEMINAR

—  
上下水道・橋梁



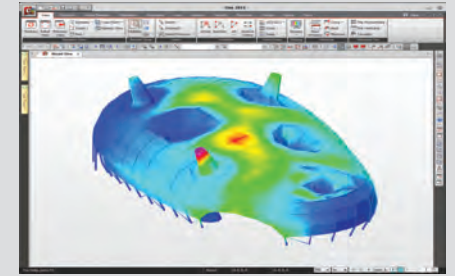
Global Leader in Providing Engineering Solutions & Services

# MIDAS ITは世界の技術者を支援します。

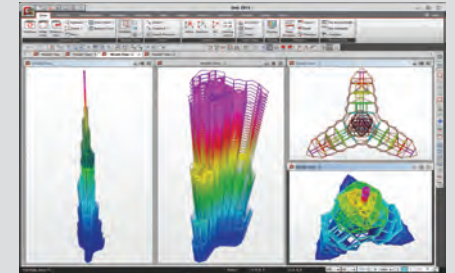


**世界** 構造解析分野市場占有率1位(midas Gen/iGen)  
**韓国** 建築分野/土木分野/地盤分野CAEソフト占有率 1位  
**中国** 土木/地盤構造解析分野市場占有率 1位 (midas Civil, midas GTS)

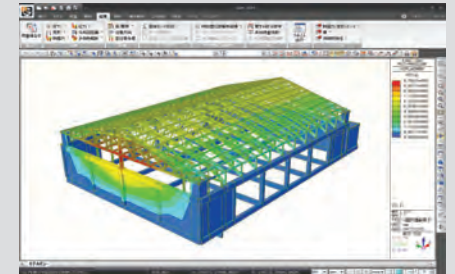
建設業界	<b>No.1</b>	現地法人	<b>9</b>
海外代理店	<b>35</b>	使用国	<b>110</b>



Japan Pavilion (Shanghai EXPO)



Burj Khalifa (UAE)



Wooden Gymnasium (Japan)

## About MIDAS IT

MIDAS ITは、工学技術用ソフトウェア開発および普及、そして構造分野のエンジニアリングサービスとウェブビジネス統合ソリューションを提供する会社です。

2000年9月に設立、現在は約600名のグローバル専門技術者が在籍し、日本、アメリカ、中国、インド、ロシア、イギリス、ドバイ、シンガポールの現地法人や35ヶ国の代理店など、全世界ネットワークを通し、110ヶ国に工学技術用ソフトウェアを販売する世界的な企業として成長しました。

また、技術者の皆様の技術力向上のために各分野別に技術講座を実施しており、今後もこのような技術講座を定期的に行いたいと考えております。

このようなセミナーに是非ともご参加頂けますようお願い申し上げます。

# AGENDA

## Session 1

---

### midas Civil 機能紹介、適用事例紹介

- midas Civilの特長「Why midas Civil」※ 体験形式

## Session 2

---

### アーチ橋事例の解析モデル作成

- 幾何形状・メッシュ・荷重設定・解析・結果確認 ※ 体験形式

## Session 3

---

### 上下水道施設事例の解析モデル作成

- 幾何形状・メッシュ・荷重設定・解析・結果確認 ※ 体験形式

Session 1

---

## midas Civil 機能紹介、適用事例紹介

- midas Civilの特長「Why midas Civil」※ 体験形式



# Why midas Civil ?

1. 最新のインターフェイスを備えた快適なモデリング環境
2. JIS規格の材料・断面データベースおよび不定形断面性能自動計算ツール
3. 多様で簡便な荷重設定機能
4. 豊富な要素タイプと高度な解析機能
5. ビジュアルで多様な結果出力

# 1. 最新のインターフェイスを備えた快適なモデリング環境

1. マルチウィンドウによる直観的な操作

2. ツリーメニューによるモデル情報一元管理

3. 多彩なモデル化サポート機能

4. 複数モデルのマージ機能

5. 高自由度モデル空間

## 2. JIS規格の材料・断面データベースおよび 不定形断面性能自動計算ツール

1. JIS規格材料・断面データを網羅
2. 多様な規格材の組合せ断面自動設定機能
3. テーパー断面設定機能
4. モデル形状の忠実なグラフィック表示
5. CADから作成した任意形状断面の  
断面性能自動計算およびグラフィック処理



## 3. 多様で簡便な荷重設定機能

1. 直観的で容易な荷重設定
2. 節点位置に左右されない荷重設定
3. 床荷重、仕上げ荷重、曲線荷重の簡易設定
4. 静的荷重を質量に変換機能
5. 解析終了後に荷重の組み合わせを自由に設定可能

## 4. 豊富な要素タイプと高度な解析機能

### 1. 豊富な要素タイプとこれらを組合せた自由度の高いモデル化が可能

- ・ トラス要素、梁要素(テーパー断面梁要素)、ファイバー断面要素
- ・ 軸対象要素、平面応力要素、平面歪要素、板要素
- ・ ソリッド要素、圧縮専用要素、引張専用要素、ケーブル要素



自由に組み合わせてモデル化

### 2. 単純なフレーム解析から高度な非線形解析まで対応可能

- ・ 静的解析：静的線形解析、プッシュオーバー解析
- ・ 座屈固有値解析：臨界座屈荷重、座屈モード
- ・ 動的解析：固有値解析、応答スペクトル解析、時刻歴応答解析
- ・ 非線形解析：材料非線形解析、幾何非線形解析、複合非線形解析
- ・ その他：施工段階解析、温度応力解析

## 5. ビジュアルで多様な結果出力

1. 視点の自由な移動（軽快なハンドリング）
2. シンプルでわかりやすい断面力図、応力図最大値等の表示
3. 多様なコンター図とアニメーション機能
4. 切断面における断面力図出力
5. ウォークスルーを用いた内部応力チェック
6. 解析結果のテーブル出力とエクセルとの連携
7. 結果確認にも使える資材数量集計

## ★快適な利用環境の提供

1. ネットを利用したライセンス認証方式
  - ➡ プロテクトキー紛失の恐れがありません。
  - ➡ 支店・現場・出張先など、どこでも使用可能です。
2. 便利なオンラインヘルプ
  - ➡ オンラインでいつでも最新版のヘルプが参照できます。
3. 起動画面の便利な機能
  - ➡ ダイレクト技術サポートへ簡単アクセスできます。
  - ➡ 使用状況の確認、ソフトウェアキーの発行ができます。
  - ➡ 最新版のダウンロード、バグレポートが確認できます。
  - ➡ 理論マニュアル、チュートリアル、技術資料等のダウンロードができます。

# ★ 便利なスタート画面

**midas Civil** 3次元構造解析トータルシステム

大滝健 様 ようこそ。

クラス **P platinum**  
お名前 クレアテック

個人情報の変更 My 情報

MIDAS IT Certification Center  
MIDAS IT 使用認証ページ

**ダイレクト技術サポート**

ダイレクト技術問い合わせ

**不具合レポート**

**バグレポート**

- 1 一度連続で?
- 2 熱連続で?
- 3 静的非線形問題を解析ができない
- 4 時刻依存解析で非線形特性を...
- 5 施工段階解析の結果をテキスト...

**News & Events**

- 06.01 GTS NX Ver.210 をリリースしました。
- 05.25 SoilWorks for FLIP V350 リリース
- 01.15 GTS NX Ver.200 をリリースしました。

**プログラムダウンロード**

**最新情報**

最新バージョン：780  
リリース日付：2010. 06. 03

正式バージョン

**マニュアル/チュートリアル**

**理論マニュアル**

**チュートリアル** 【初級】オートメッシュ機能を用いた水処理施設...

本例題では、複雑な水処理施設のモデル링手法と荷重の入力方法を紹介します。(オートメッシュ機能は保守契約ユーザーのみ使用できる機能です。)

**マニュアル** Analysis & Design Manual(理論マニュアル)

理論マニュアルの目次は次のようになります。**1. Civilの数値解析モデル** 数値解析モデル 座標系と節点 要素タイプ 要素入力時の注意 要素の剛性データ 境界条件 **2. Civilの**

**プログラム使用現況**

使用本数 0 契約本数 6  
現在Ver. 8450 最新Ver. 8451

ID	使用者名
<b>使用状況</b>	
使用者がいません。	

**ソフトウェアキー**

midas Civil Software Key  
緊急用/出張用キーID申請

**技術資料/FAQ**

**技術資料**

**FAQ** 3D 地中構造物解析C...

3D 地中構造物を解析する際に注意しなければならない内容をまとめました。板要素の扱い、結果の見方に対する

**FAQ** 面分布バネの分布タイ...

Civil 2010に追加された面分布バネの分布タイプ(Winkler Spring)の計算アルゴリズムを説明します。

**FAQ** Windows Vistaからス...

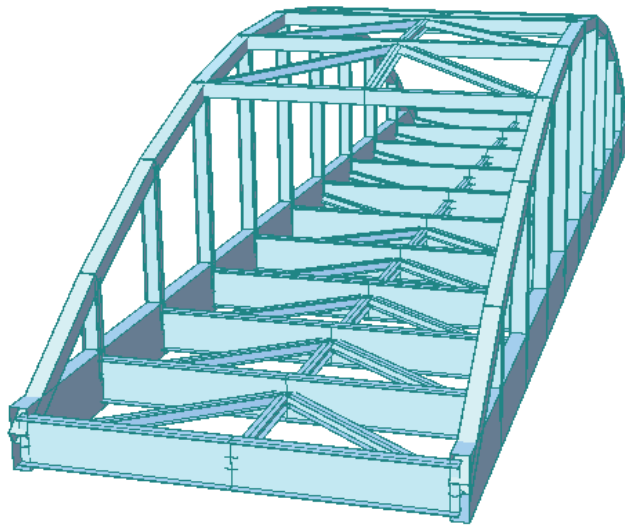
Windows Vistaでプログラムを実行した後でスタートページを通じて建築分野ホームページが連結できない場合

Session 2

---

## アーチ橋事例の解析モデル作成

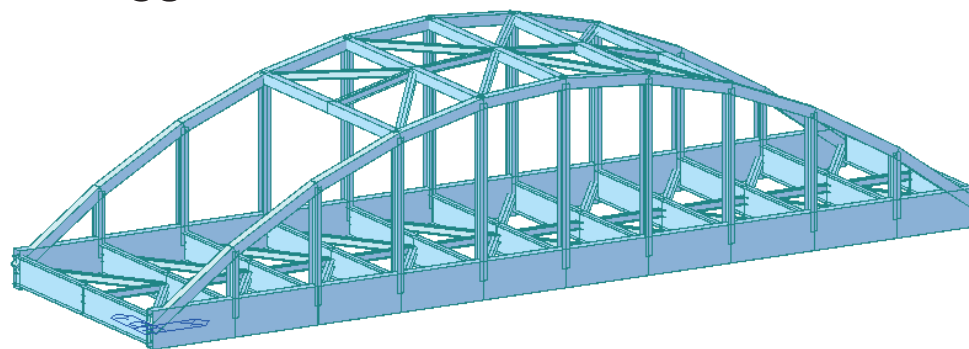
- 幾何形状・メッシュ・荷重設定・解析・結果確認 ※ 体験形式



# Civil基礎トレーニング1

- ・骨組み編(単径間アーチ橋)

1.	概要	16
2.	Civilの画面構成	17
3.	プロジェクトの設定	18
4.	材料と断面	20
5.	モデリング	23
6.	境界条件	32
7.	荷重条件	35
8.	解析の実行	37
9.	解析結果の処理	38

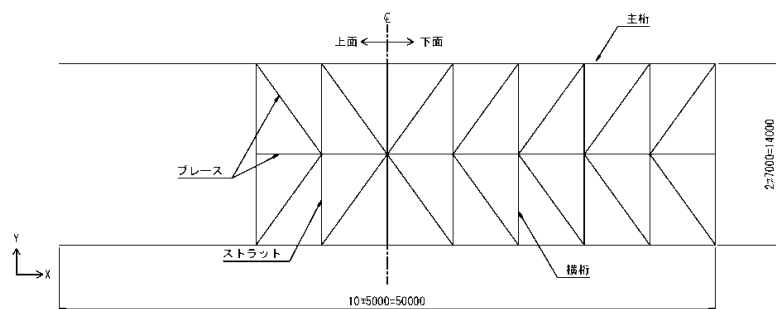
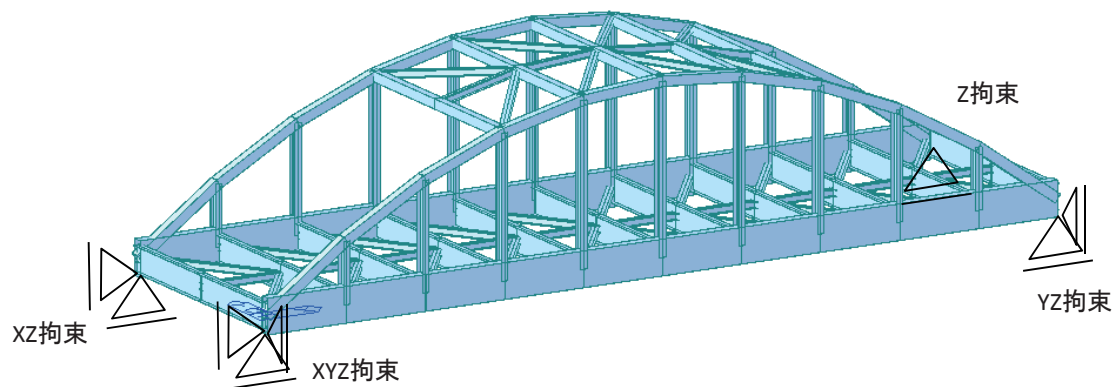




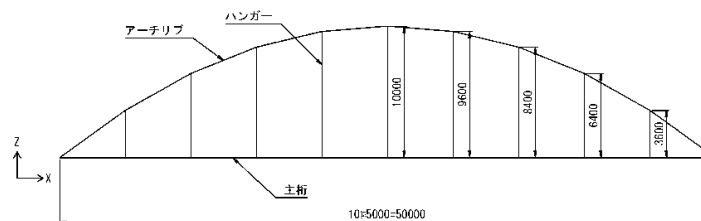
# 1. 概要

本セミナーでは基本的な骨組み解析を行うことでmidasCivilの操作法の基礎を学びます。

- 橋梁形式: アーチ橋
- スパン: 50m
- 橋梁の幅: 14m
- 荷重: 死荷重、歩道荷重

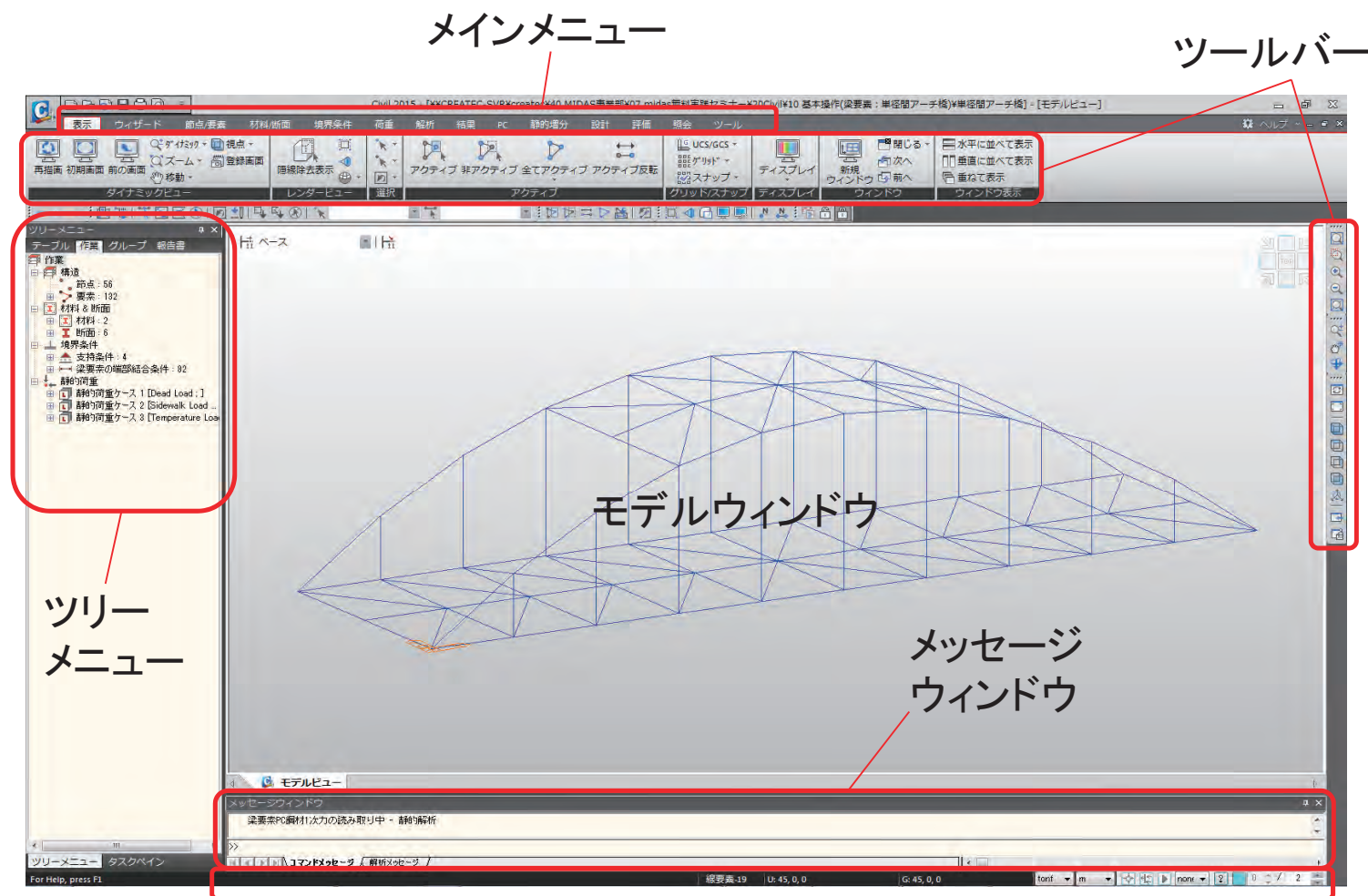


平面図



立面図

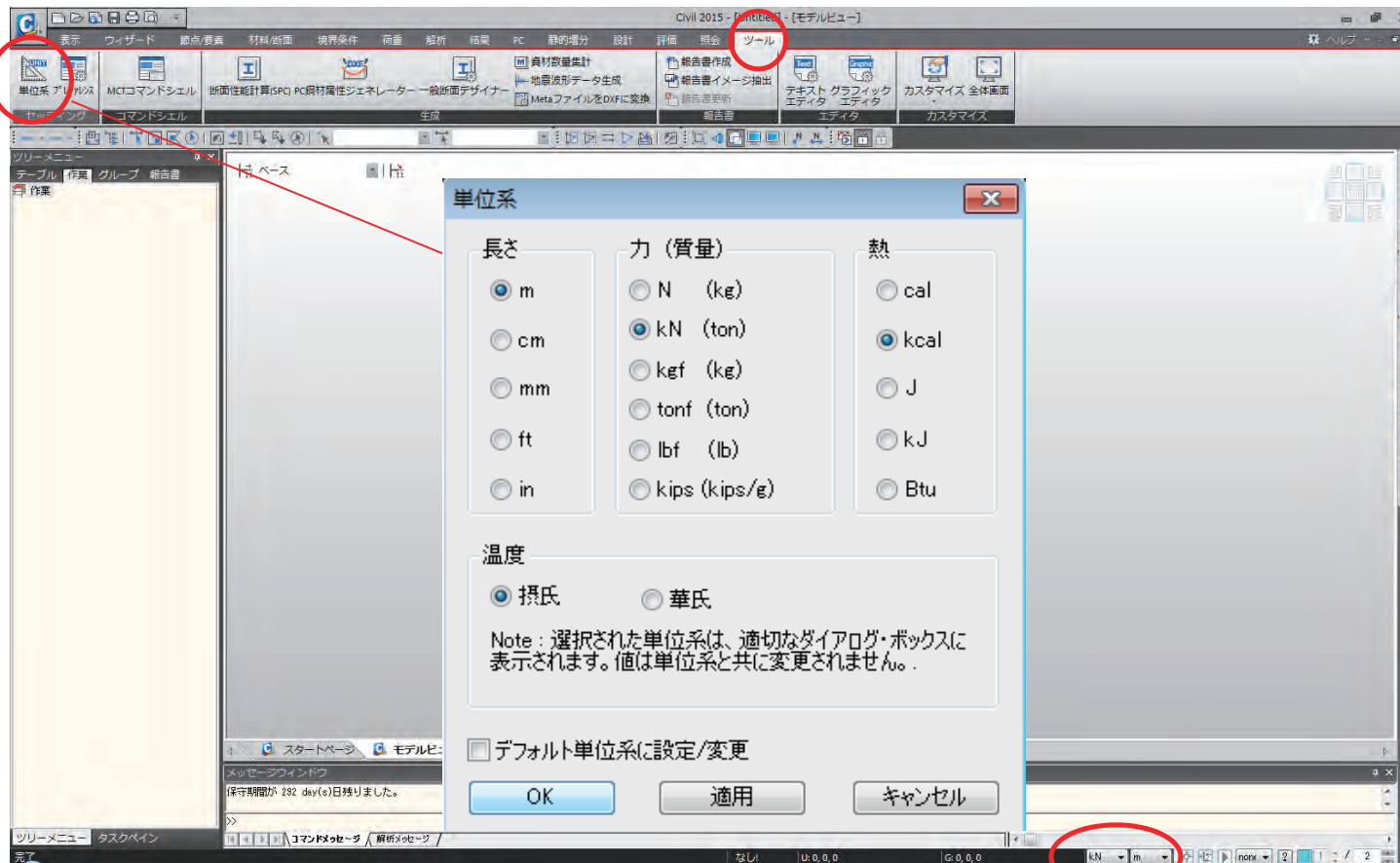
## 2. Civilの画面構成



ステータスバー

### 3. プロジェクトの設定

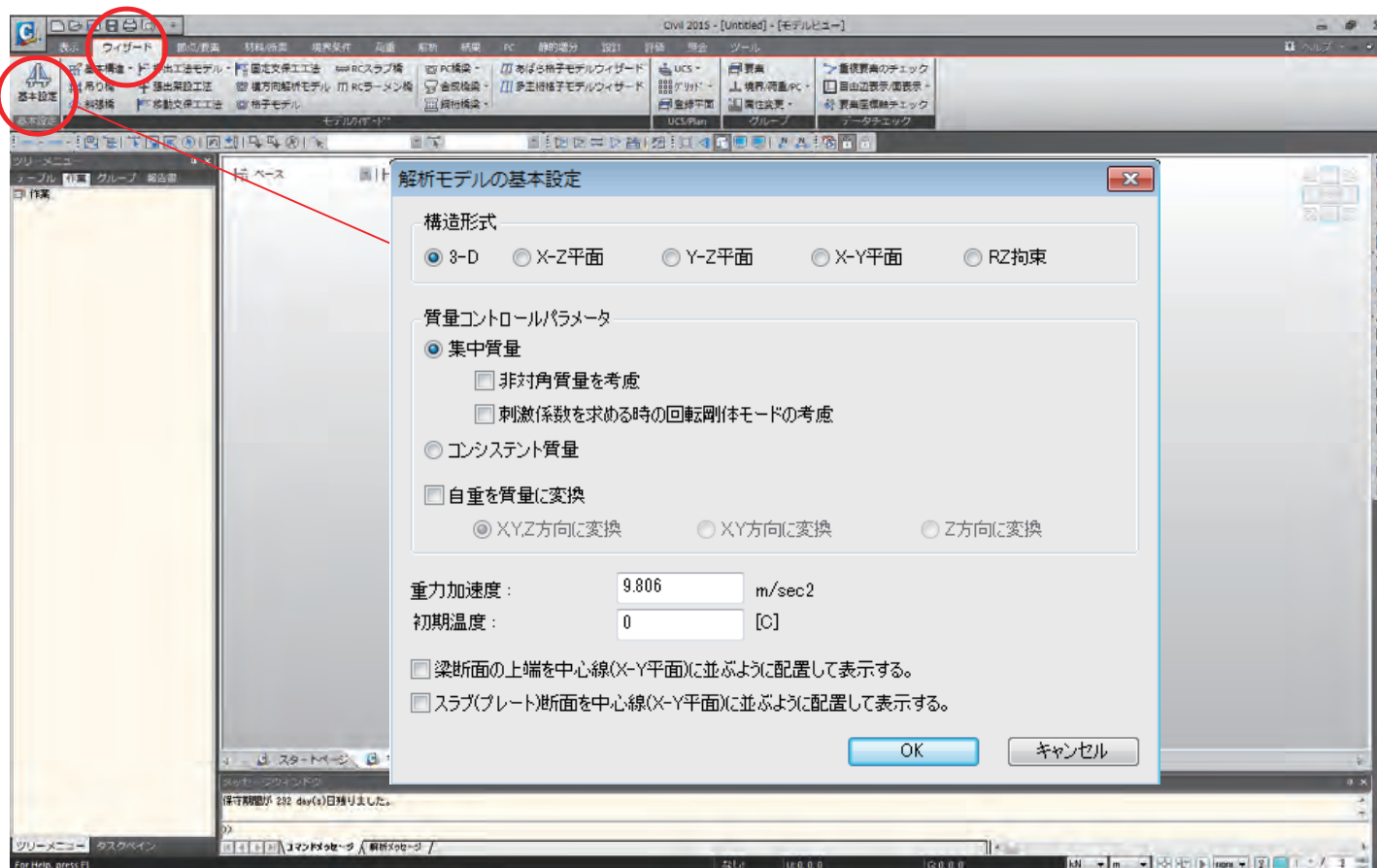
#### 1. 単位系の設定



または  
➤長さ:m  
➤力:kN

### 3. プロジェクトの設定

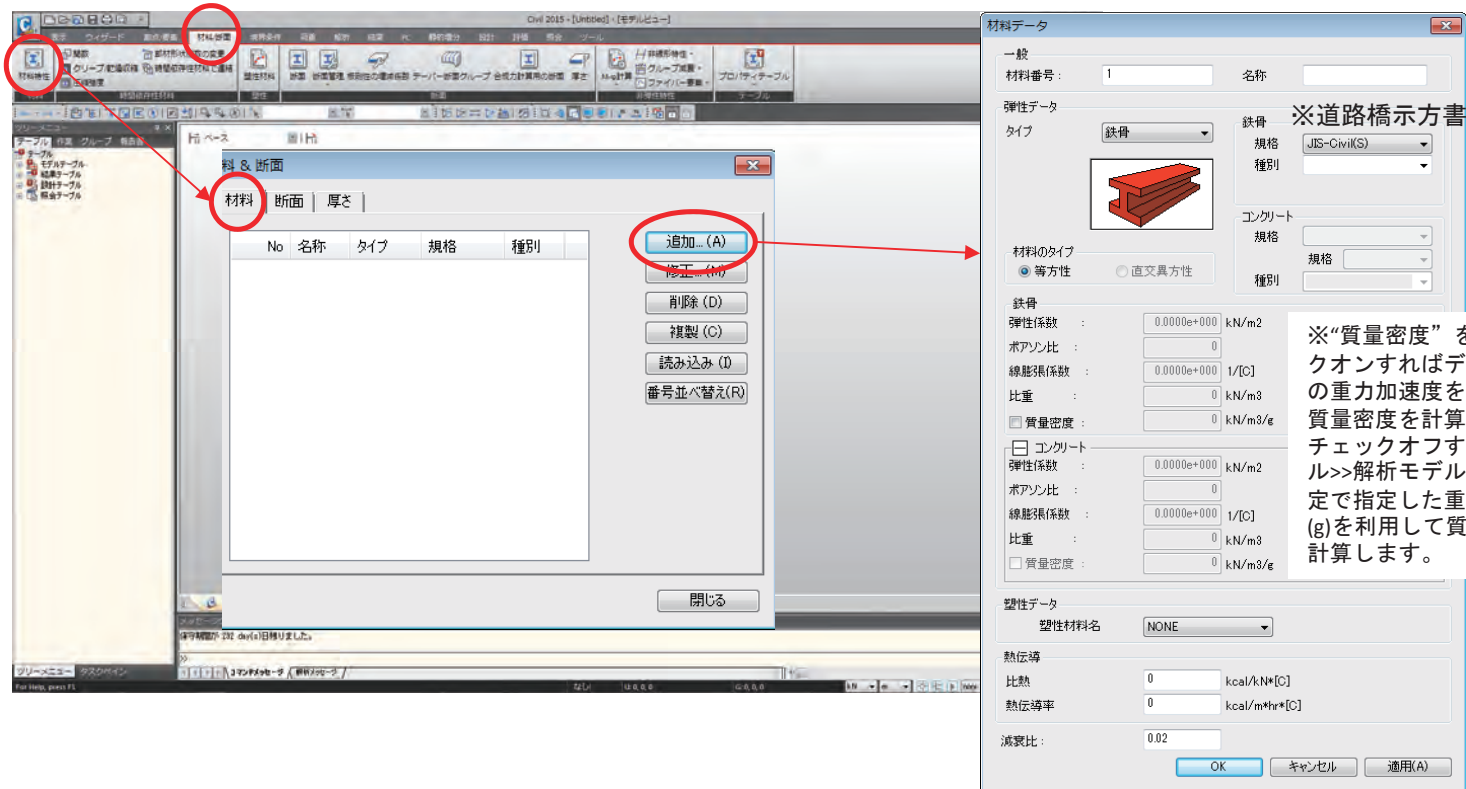
#### 2. 解析モデルの基本設定



- 構造形式：3-D
- モデルの自重を質量に変換する方向：集中質量
- 重力加速度：9.806m/sec<sup>2</sup>

## 4. 材料と断面

### 1. 材料

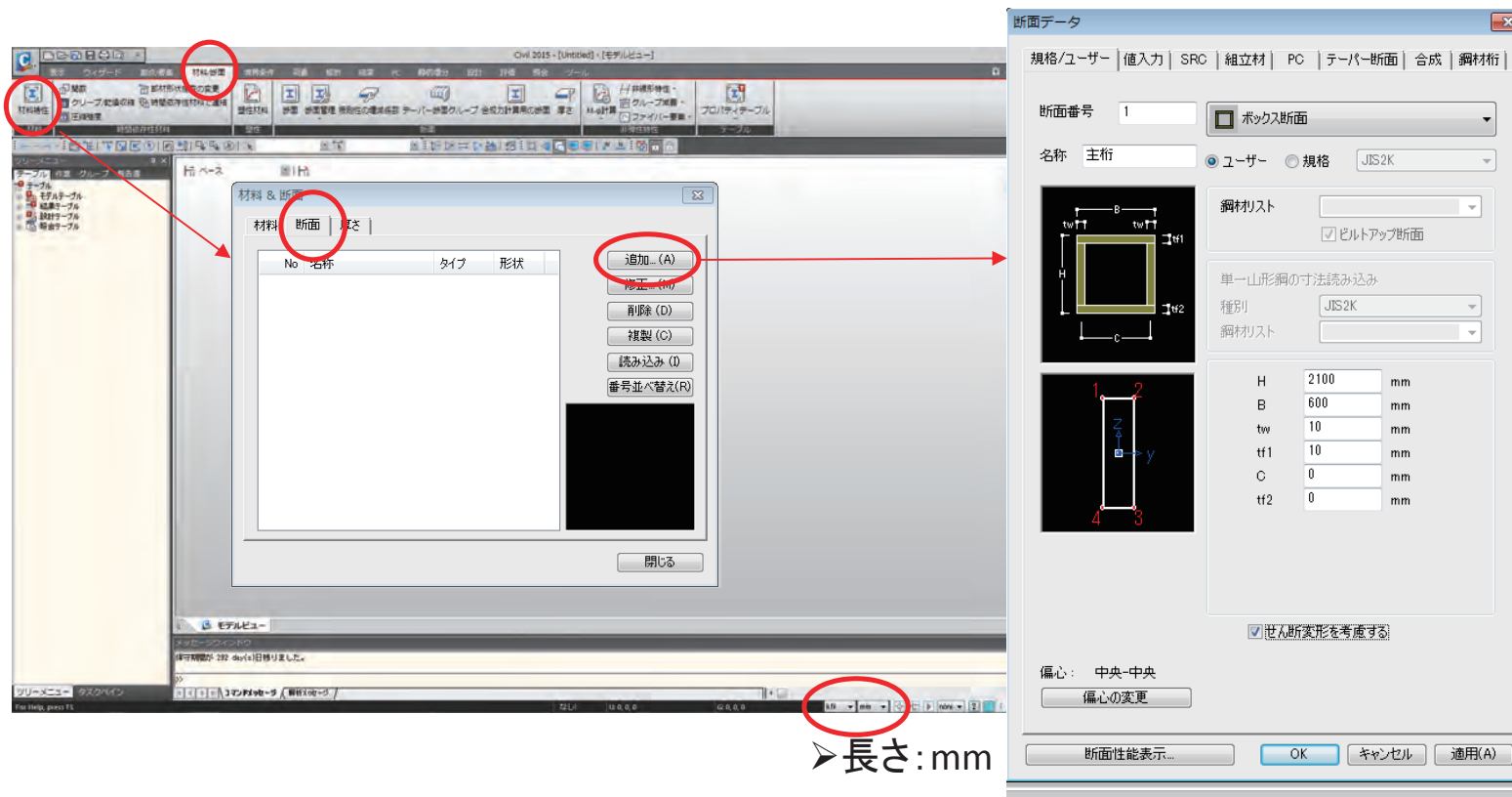


➤材料番号：1      名称：SM400  
 タイプ：鉄骨      規格：JIS-Civil(S)  
                          種別：SM400  
 （横桁、ブレース、ストラットに使用）

➤材料番号：2      名称：SM490  
 タイプ：鉄骨      規格：JIS-Civil(S)  
                          種別：SM490  
 （主桁、アーチリブ、ハンガーに使用）

## 4. 材料と断面

### 2. 断面



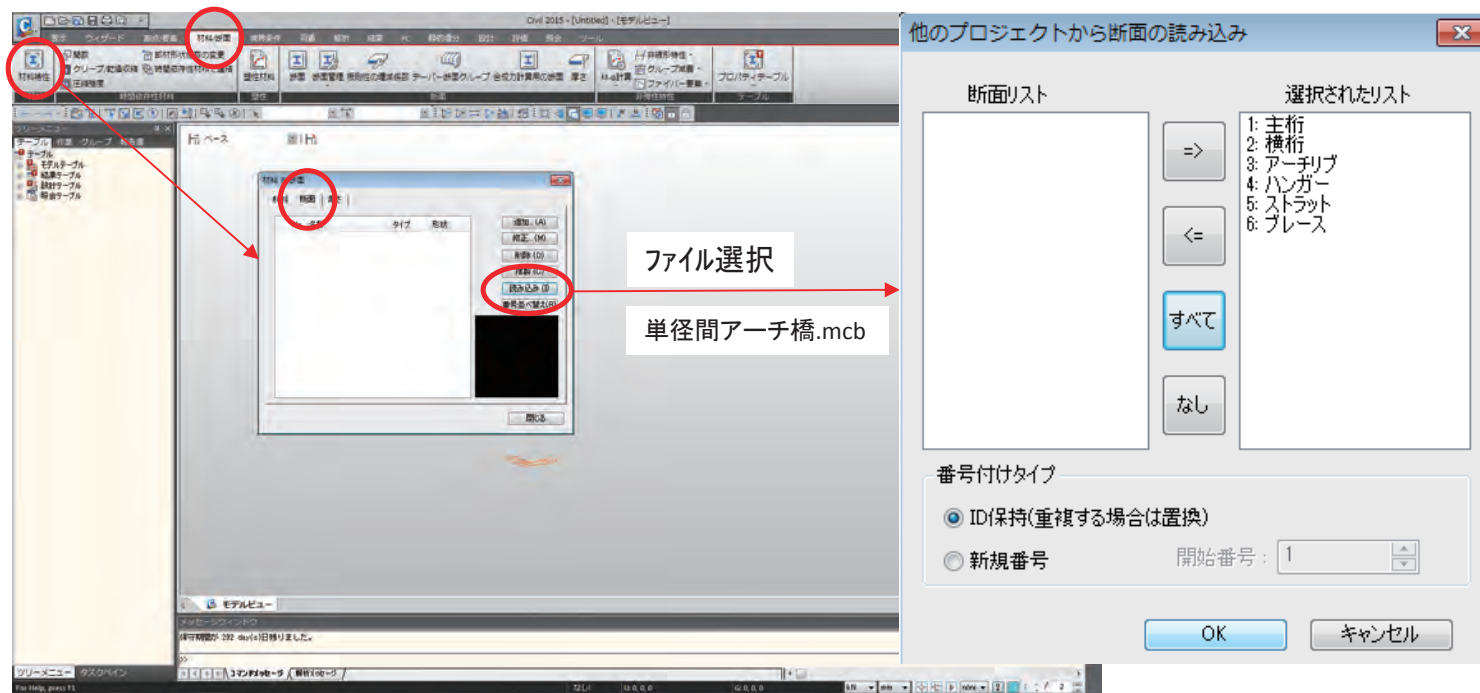
- 断面1: 主桁 B-2100x600x10x10
- 断面2: 横桁 H-1540x500x14x27
- 断面3: アーチリブ B-600x600x16x14

- 断面4: ハンガー H-600x400x12x16
- 断面5: ストラット B-600x500x10x14
- 断面6: ブレース H-400x400x13x21(JIS2K)

➤ 入力は省略して次頁で読み込みます。

## 4. 材料と断面

### 2. 断面

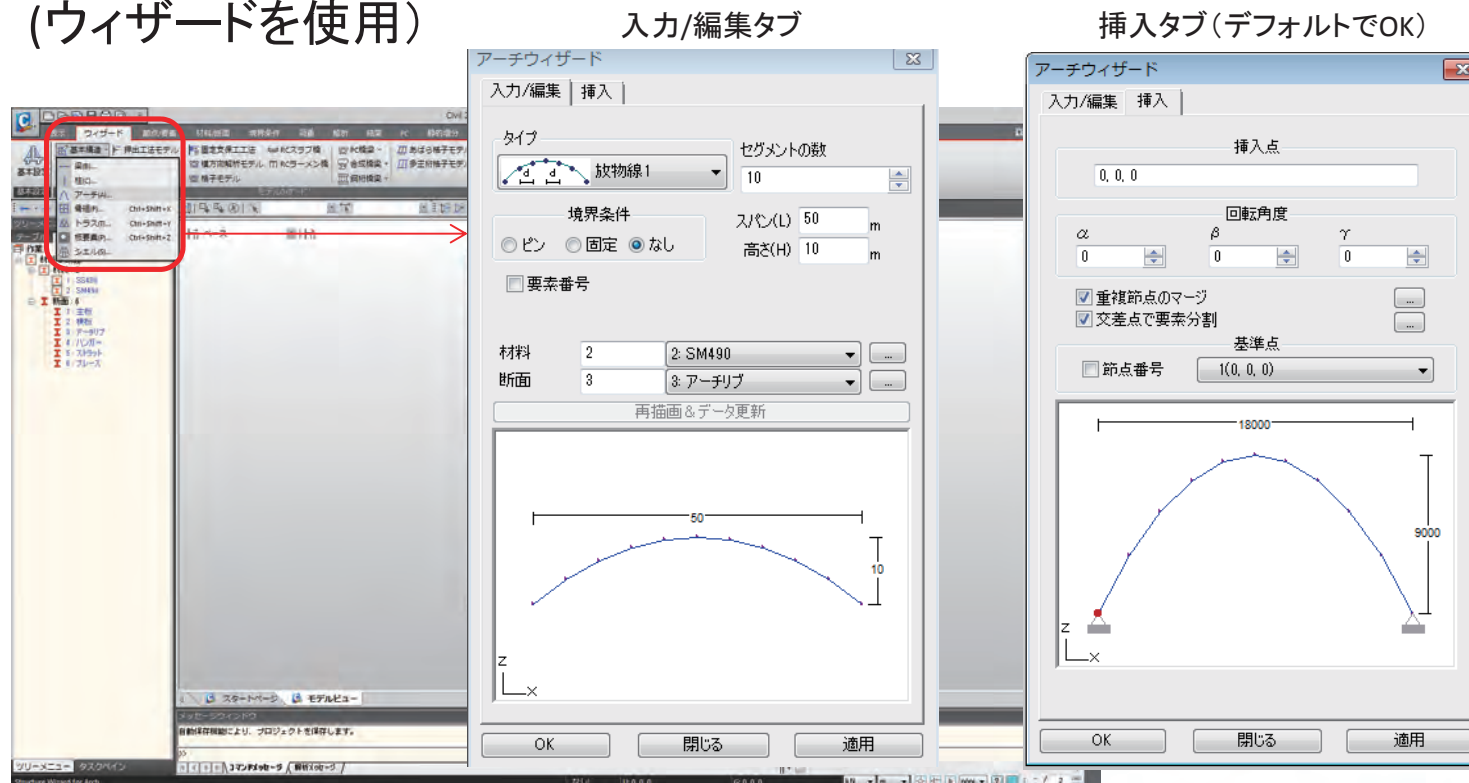


➤ 選択されたリスト: 断面1~6

➤ ID保持(重複する場合は置換) → OK

## 5. モデリング

### 1. アーチリブの生成 (ウィザードを使用)



- タイプ: 放物線1
- 境界条件: なし
- 材料: 2: SM490
- 断面: 3: アーチリブ

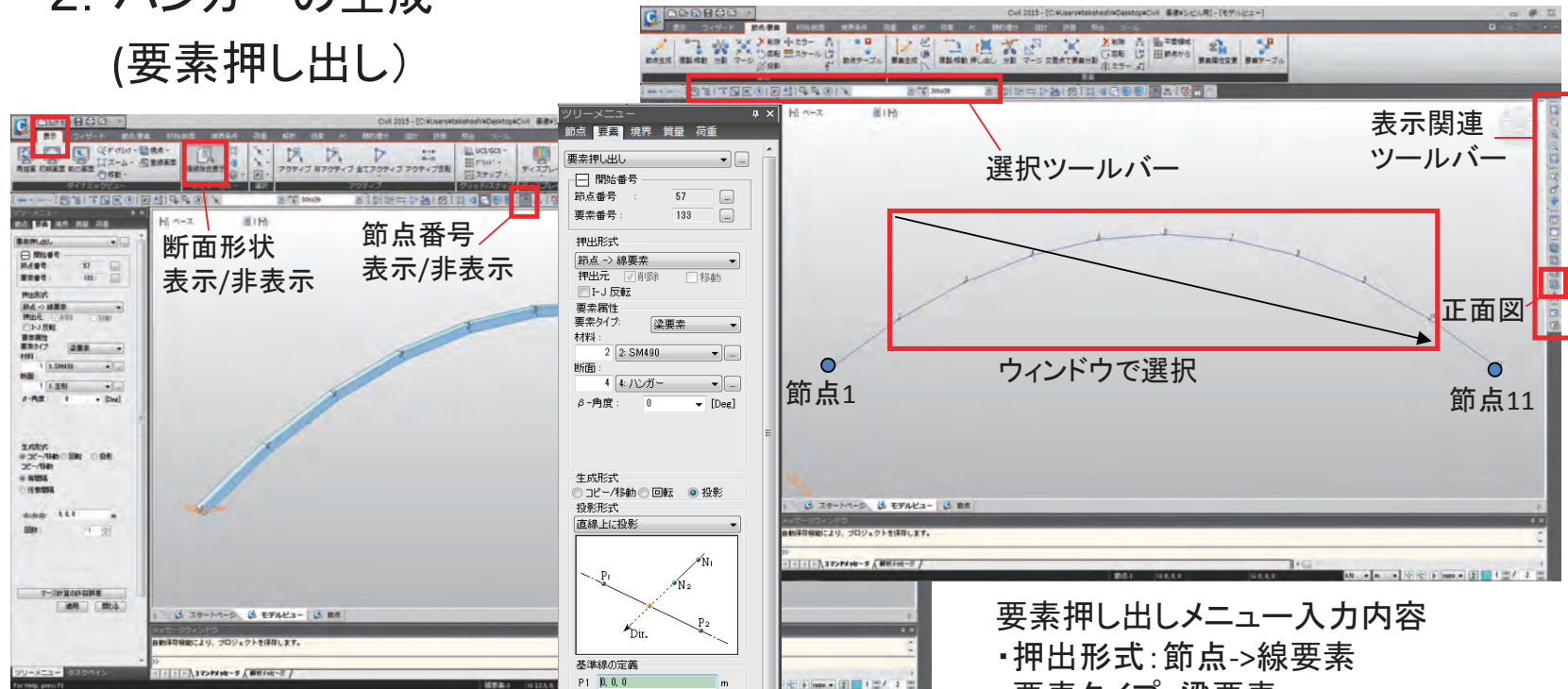
- セグメントの数: 10
- スパン(L): 50m
- 高さ(H): 10m





## 5. モデリング

### 2. ハンガーの生成 (要素押し出し)



1. 断面形状非表示
2. 節点番号表示
3. モデルビューを正面図にする
4. モデル>要素>押し出し
5. ツリーメニュー(右に示す入力内容)
6. ウィンドウで選択で節点2~10を選択  
(左から右への選択で包含選択)
7. ツリーメニューの適用をクリック

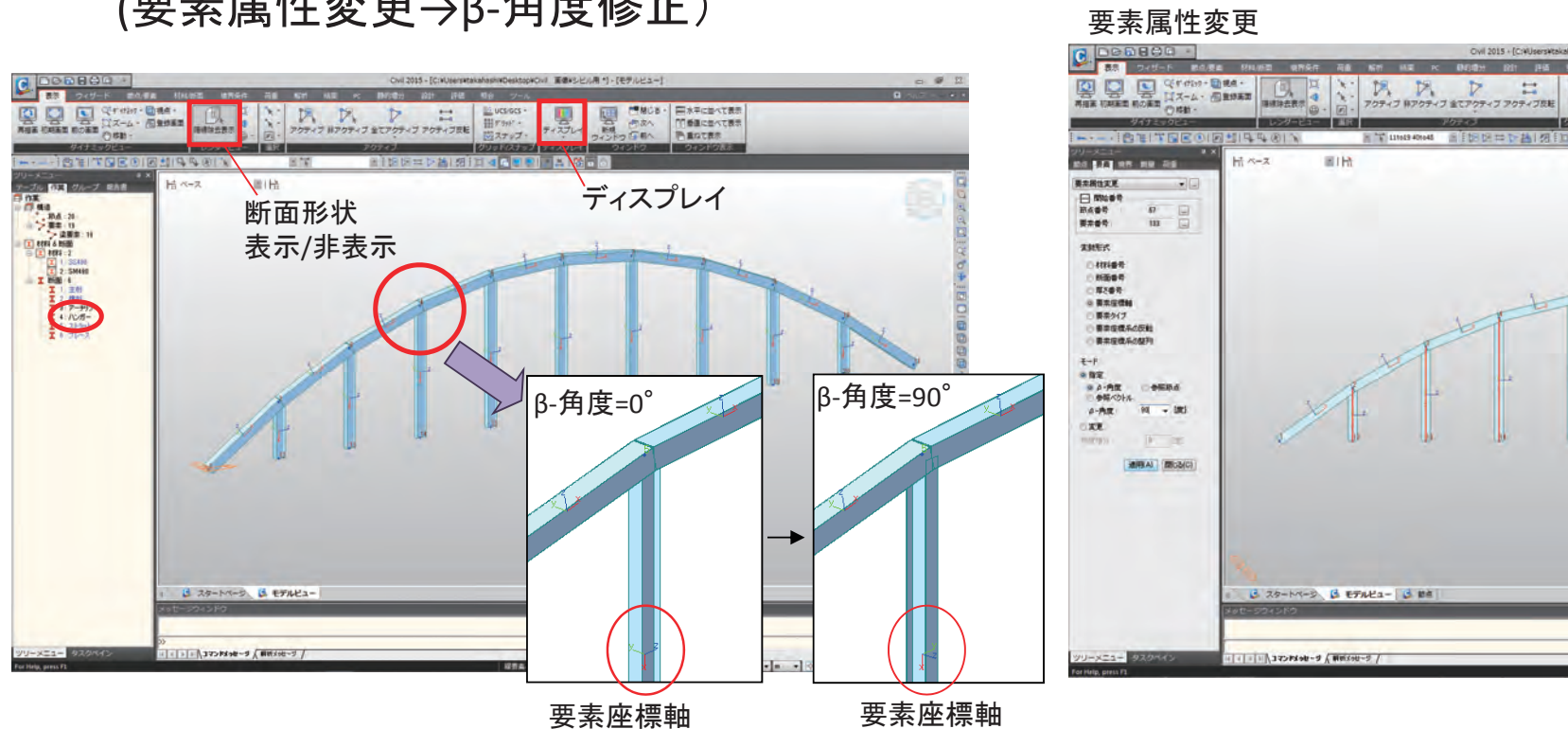
#### 要素押し出しメニュー入力内容

- ・押出形式: 節点->線要素
- ・要素タイプ: 梁要素
- ・材料: 2: SM490
- ・断面: 4: ハンガー
- ・生成形式: 投影
- ・投影形式: 直線上に投影
- ・基準線の定義: P1をアクティブにし、モデルビューの節点1(0,0,0)をクリックし、次に節点11(50,0,0)をクリック。

## 5. モデリング

### 3. ハンガーの修正

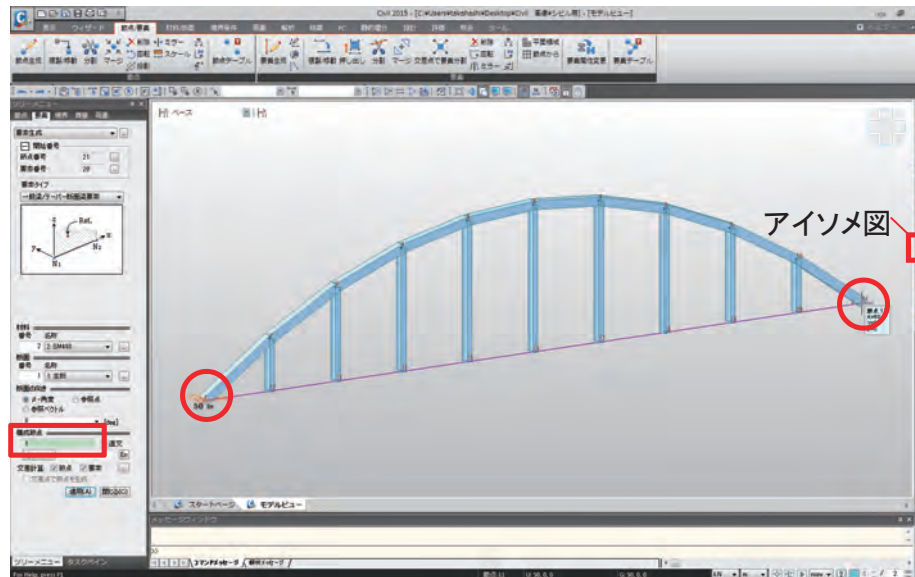
(要素属性変更→ $\beta$ -角度修正)



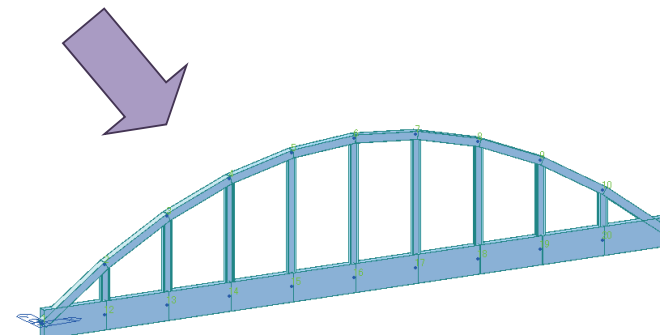
1. 断面形状表示
2. ディスプレイ>要素タブ>要素座標軸オン
3. Ctrl+ホイールドラッグで画面回転
4. ホイールスクロールでズーム
5. 左クリックでズーム停止
6. ハンガーの要素を選択  
ツリーメニューの作業タブを開き  
材料&断面>断面>4:ハンガーをダブルクリック。
7. メインメニュー>モデル>要素>要素属性変更
8. 変数形式:要素座標軸
9. モード:指定> $\beta$ -角度>90 [角度] → 適用

## 5. モデリング

### 4. 主桁の生成 (要素生成)

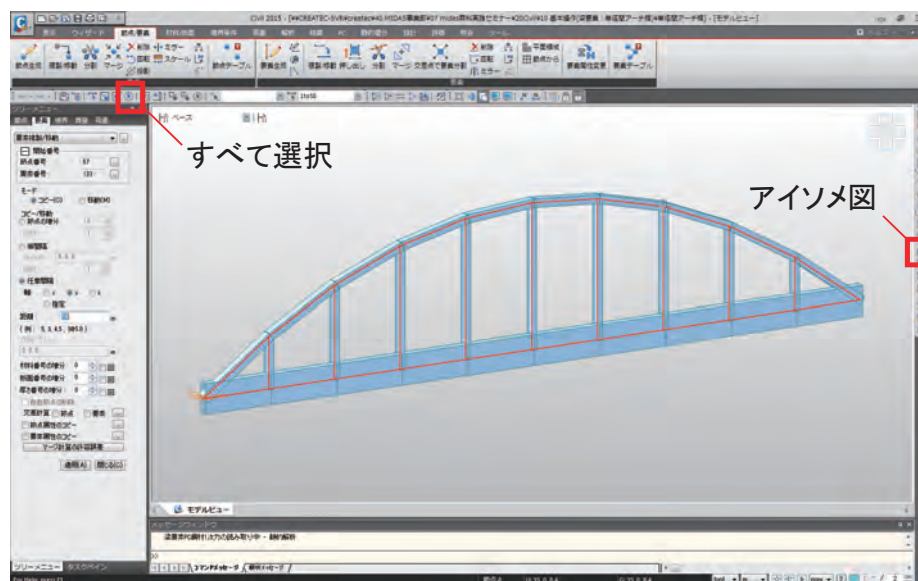


1. 断面形状表示
2. ディスプレイ>要素タブ>要素座標軸オフ
3. 全体表示(アイソメ図)
4. メインメニュー>モデル>要素>要素生成
5. 要素生成メニューで以下を入力
6. 材料:2:SM490
7. 断面:1:主桁
8.  $\beta$ -角度:0°
9. 交差計算:節点オン、要素オン
10. 構成節点をアクティブにし、モデルビューの節点1をクリックし、次に節点11をクリック。

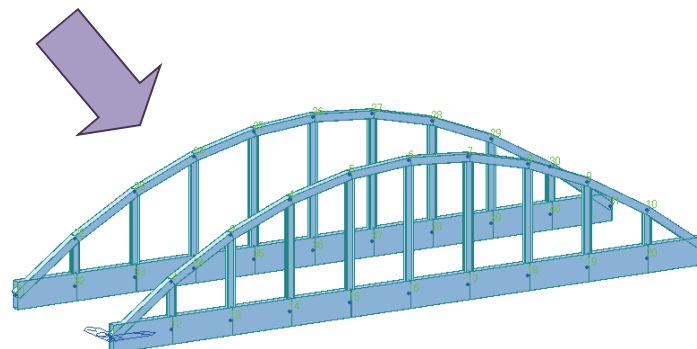


## 5. モデリング

### 5. 主桁、アーチリブ、ハンガーの複製 (要素複製)

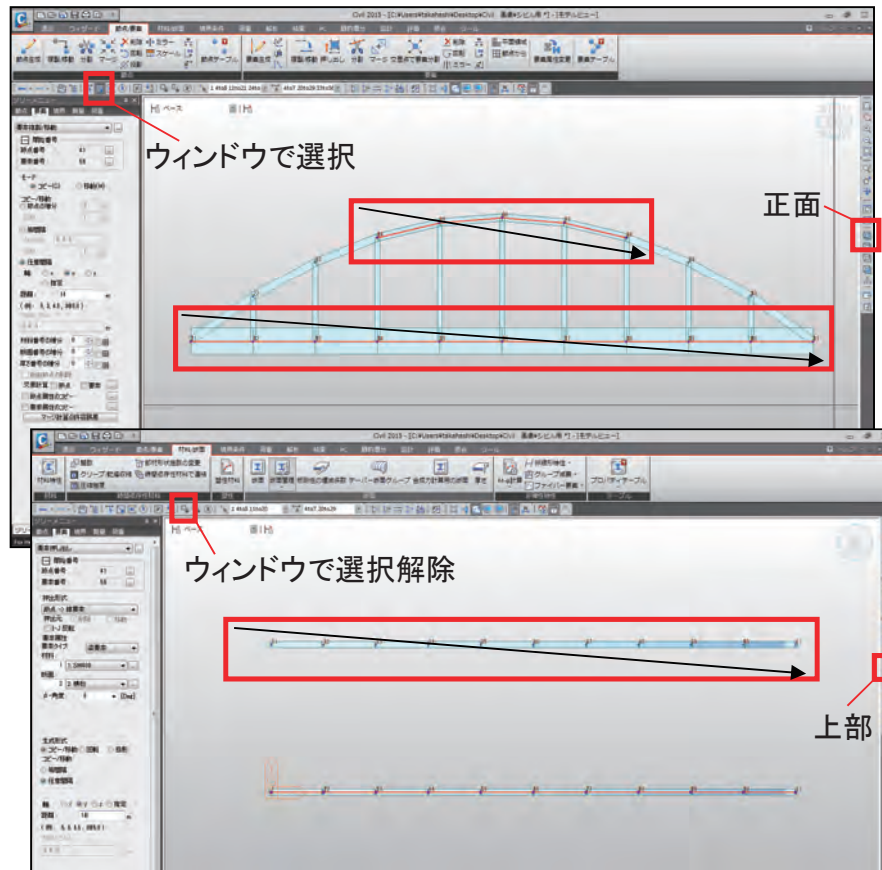


1. 全体表示(アイソメ図)
2. すべて選択
3. メインメニュー>モデル>要素>複製/移動
4. 要素複製/移動メニューで以下を入力
5. モード:複製
6. 任意間隔
7. 軸:y
8. 距離:14m → 適用

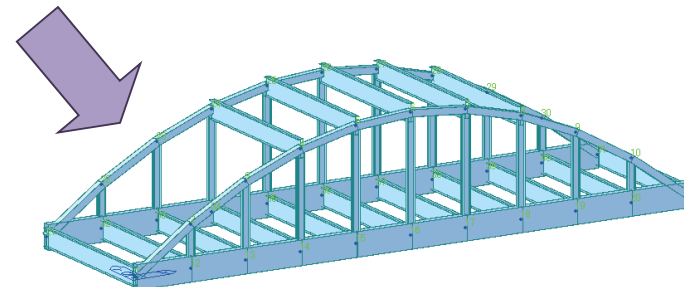


## 5. モデリング

### 6. 横桁、ストラットの作成 (要素押し出し)



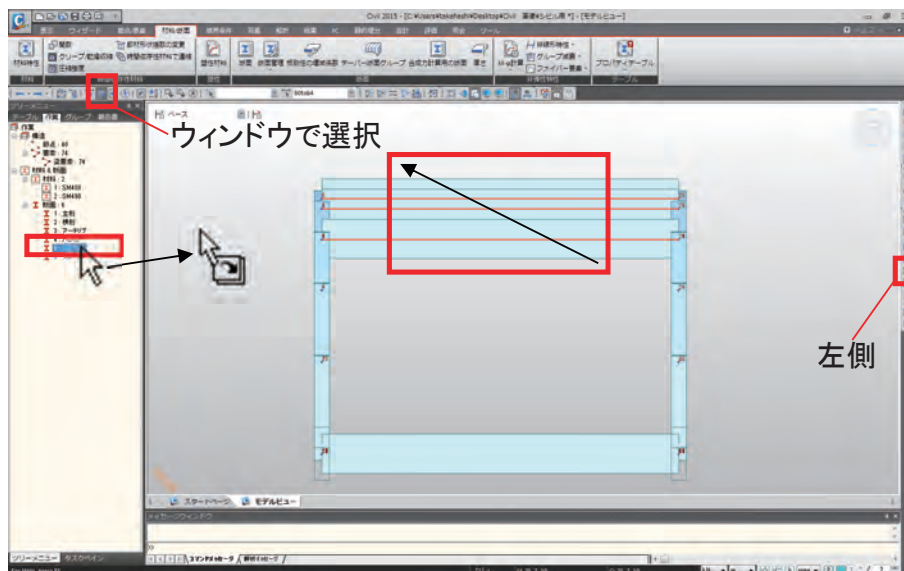
1. 正面を表示
2. ウィンドウで選択で、下と上の節点を選択
3. 上部を表示
4. ウィンドウで選択解除で奥の節点を選択
5. メインメニュー>モデル>要素>押し出し
6. 要素押し出しメニューで以下を入力
7. 押し出し形式: 節点->線要素
8. 材料: 1: SM400
9. 断面: 2: 横桁
10. 生成形式: 複製/移動
11. 任意間隔、軸: y
12. 距離: 14m → 適用



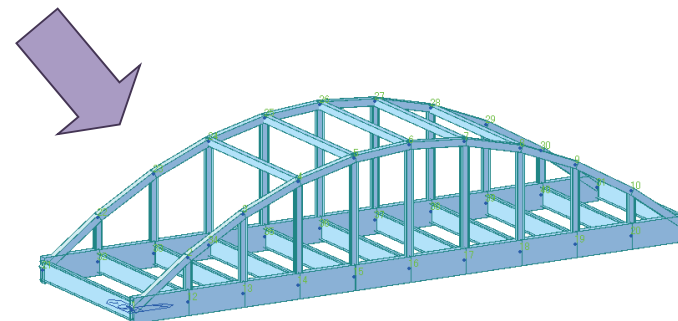
## 5. モデリング

### 7. ストラットの修正

(断面変更)

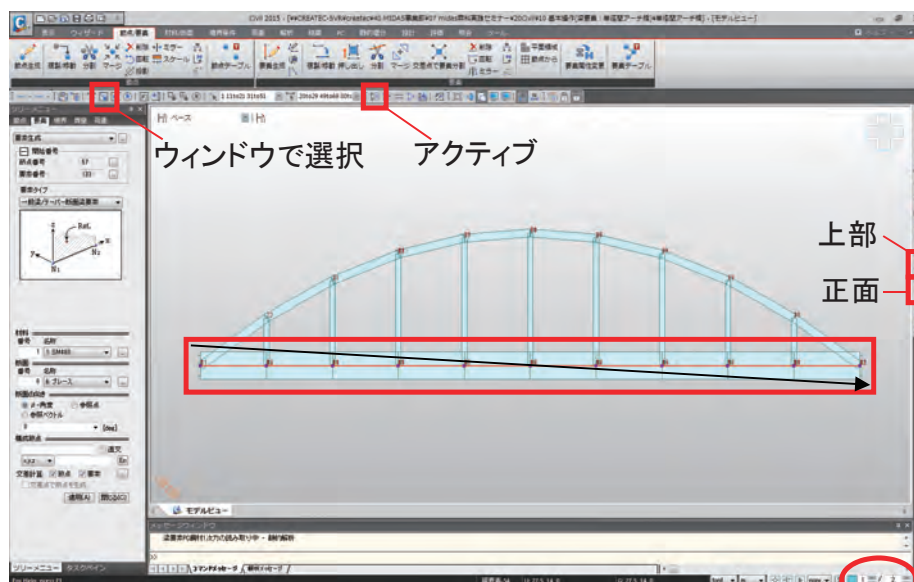


1. 左側を表示
2. ウィンドウで選択で、ストラットの要素を選択 (右から左への選択で接触選択)
3. ツリーメニューの作業タブを開き  
材料&断面>断面>5:ストラット  
をモデルビュー内にドラッグ&ドロップ



## 5. モデリング

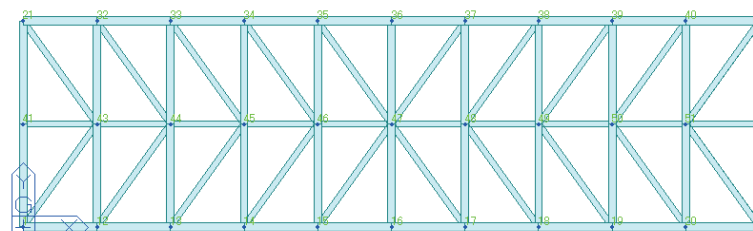
### 8. ブレースの作成(下部) (要素生成)



➤スナップ制御: 1/2

1. 正面を表示
2. 横桁、主桁の要素のみをウィンドウで選択
3. アクティブボタンで選択要素のみを表示
4. 上部を表示
5. スナップ制御を1/2
6. メインメニュー>モデル>要素>要素生成
7. 要素生成メニューで以下を入力
8. 材料: SM400
9. 断面: 6: ブレース
10. 交差計算: 節点オン、要素オン
11. 構成節点をアクティブにし、  
横桁の左端の midpoint と右端の midpoint をクリック
12. 下図のようにブレースの入るそれぞれの  
節点を順にクリック。

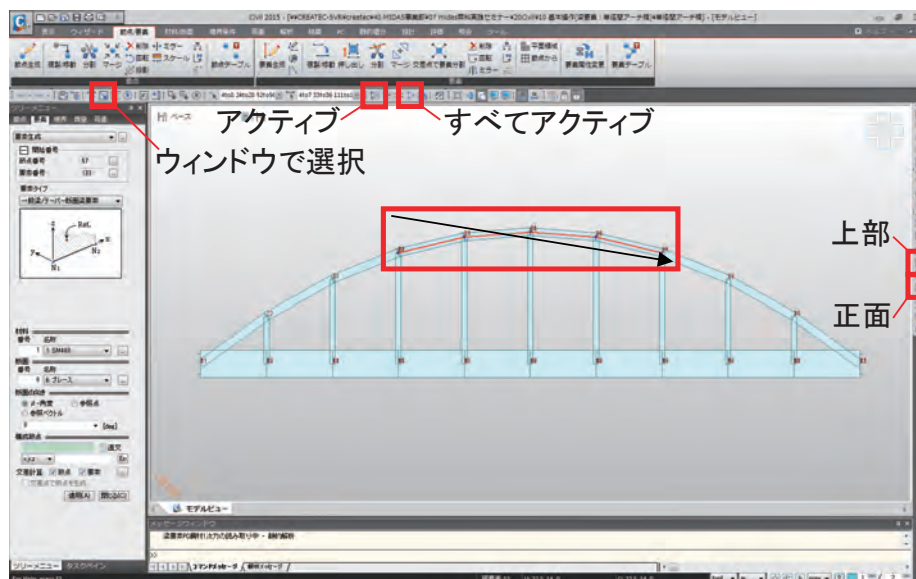
※要素のi端、j端をわかりやすくするため、なるべく外から内に統一すること。



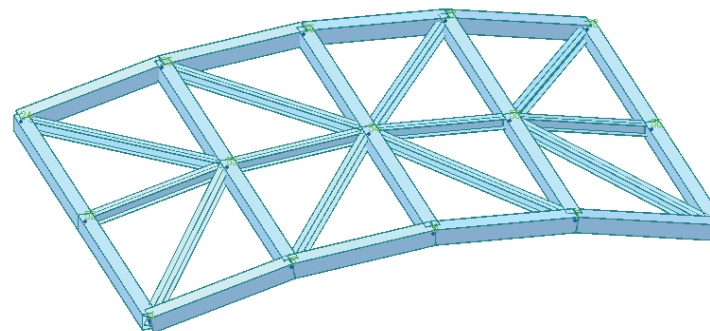
## 5. モデリング

### 9. ブレースの作成(上部)

#### (要素生成)



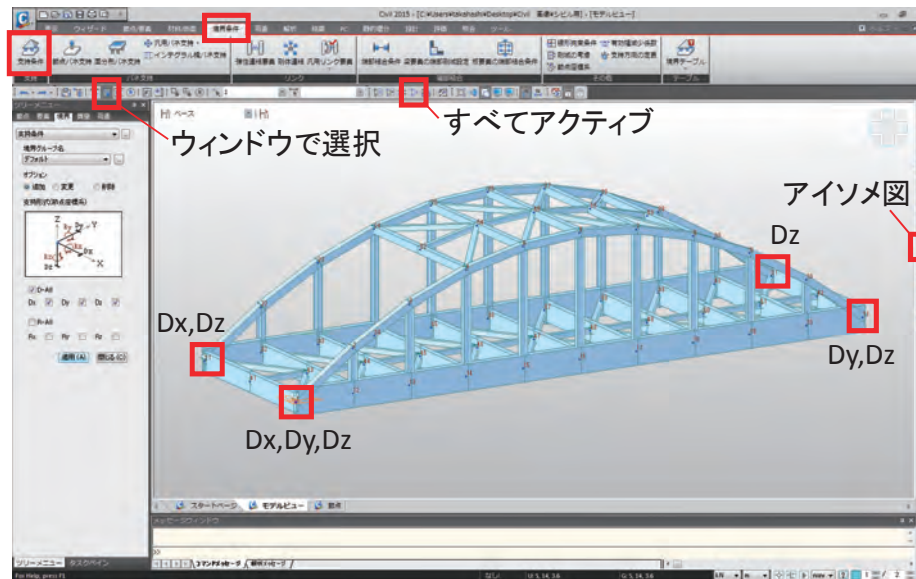
1. すべてアクティブで全要素表示
2. 正面を表示
3. ストラットとアーチリブの一部の要素のみをウィンドウで選択
4. アクティブボタンで選択要素のみを表示
5. 上部を表示
6. メインメニュー>モデル>要素>要素生成
7. 要素生成メニューで以下を入力
8. 材料: SM400
9. 断面: 6: ブレース
10. 交差計算: 節点オン、要素オン
11. 構成節点をアクティブにし、  
下図のようにブレースの入るそれぞれの節点を順にクリック。※要素のi端、j端をわかりやすくするため、なるべく外から内に統一すること。



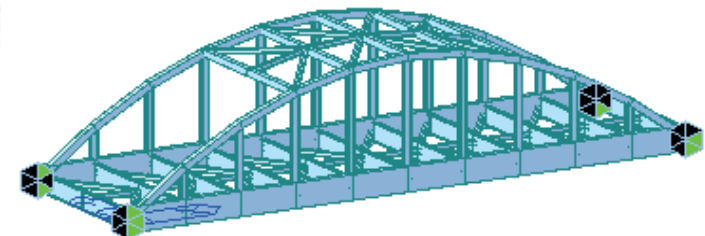
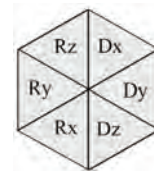


## 6. 境界条件

### 1. 支持条件



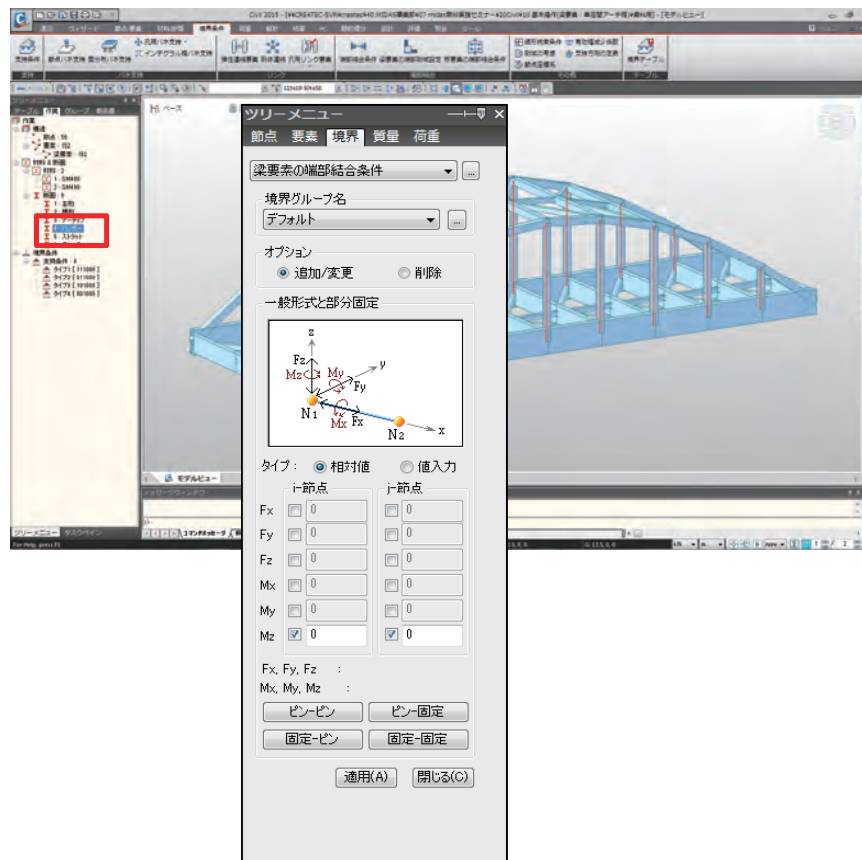
1. すべてアクティブで全要素表示
2. アイソメ図を表示
3. メインメニュー>境界条件>支持条件
4. ウィンドウで選択で左手前の節点のみを選択
5. 支持条件メニューのオプション:追加
6. 支持形式:  $Dx, Dy, Dz$  → 適用
7. ウィンドウで選択で左奥の節点のみを選択
8. 支持形式:  $Dx, Dz$  → 適用
9. ウィンドウで選択で右手前の節点のみを選択
10. 支持形式:  $Dy, Dz$  → 適用
11. ウィンドウで選択で右奥の節点のみを選択
12. 支持形式:  $Dz$  → 適用 → 閉じる



## 6. 境界条件

### 2. 梁要素の端部結合条件

- ▶ハンガーの両端: 要素座標系z軸に対するピン結合
- ▶ブレースの両端: 要素座標系y,z軸に対するピン結合
- ▶主桁を連結する横桁の両端: 要素座標系y,zに対するピン結合

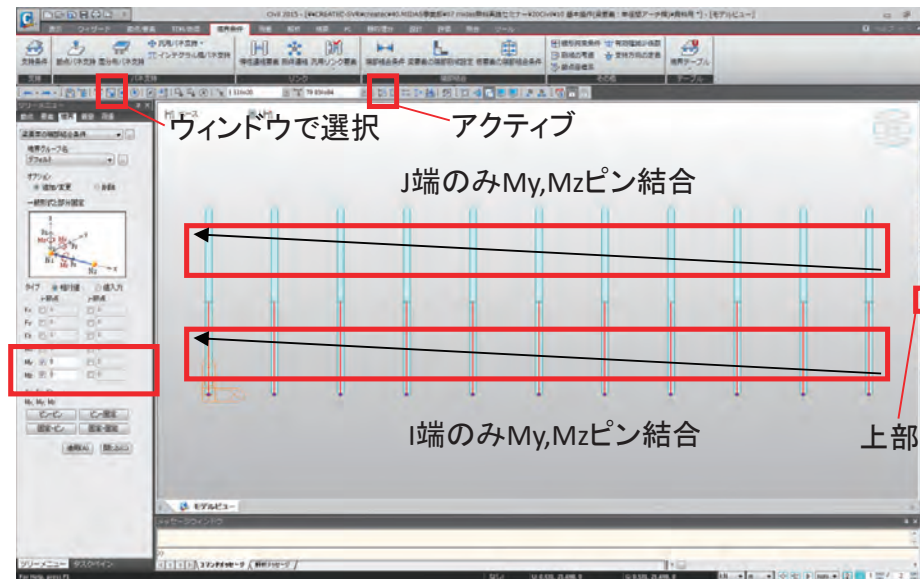


1. ツリーメニューの作業タブを開き  
断面4:ハンガーをダブルクリックして  
ハンガー要素を全て選択
2. メインメニュー>モデル>境界条件  
>梁要素の端部結合条件
3. Myのチェックを外し、  
MzのI端、J端のみとする → 適用 → 閉じる
4. ツリーメニューの作業タブを開き  
断面6:ブレースをダブルクリックして  
ブレース要素を全て選択
5. メインメニュー>モデル>境界条件  
>梁要素の端部結合条件
6. My,MzのI端,J端にチェック → 適用 → 閉じる

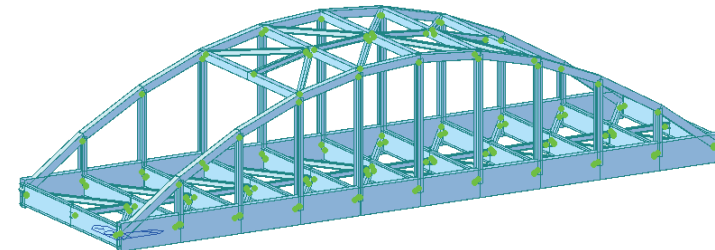
## 6. 境界条件

### 2. 梁要素の端部結合条件

▶横桁の中心は剛結のため片側ずつ結合条件を設定

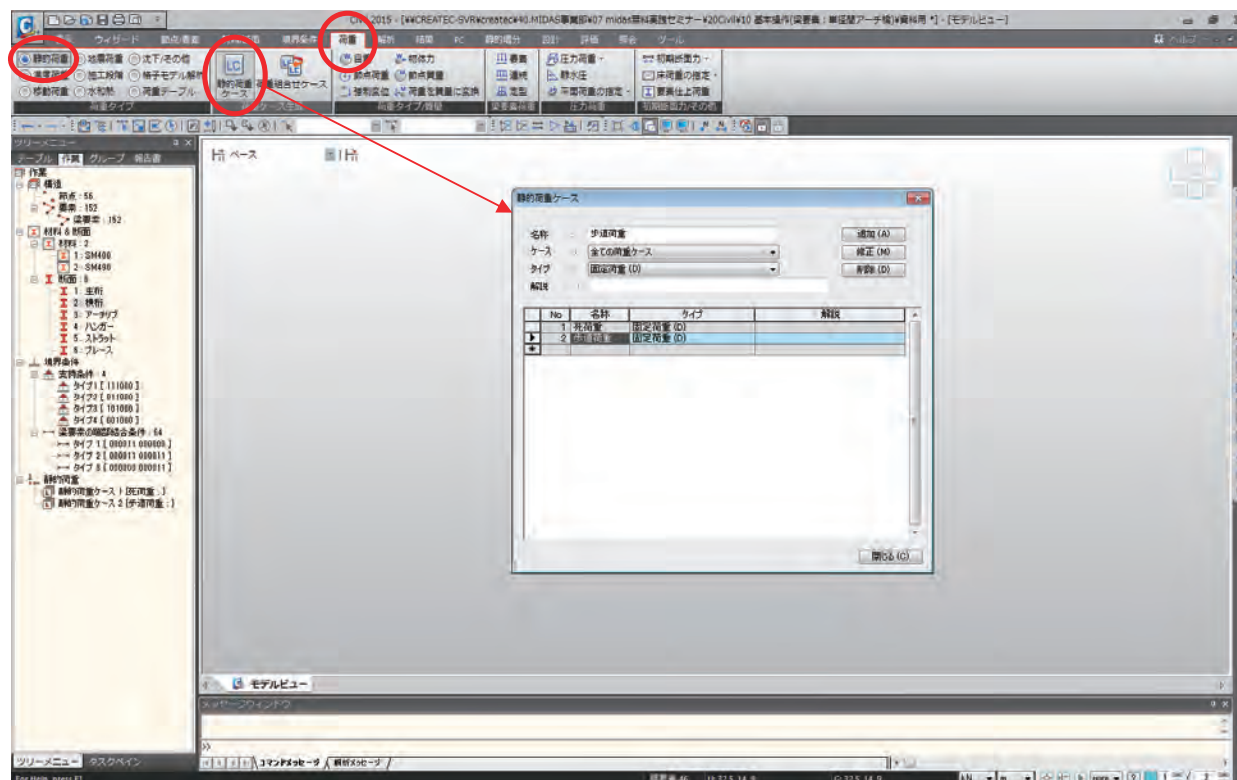


1. ツリーメニューの作業タブを開き  
断面2:横桁をダブルクリックして  
横桁要素を全て選択
2. アクティブボタンで選択要素のみを表示
3. 上部を表示
4. メインメニュー>モデル>境界条件  
>梁要素の端部結合条件
5. ウィンドウで選択で手前の要素を選択
6. My,MzのI端のみチェックし → 適用
7. ウィンドウで選択で奥の要素を選択
8. My,MzのJ端のみチェックし → 適用 → 閉じる
9. Ctrl+Aですべてアクティブ
10. アイソメ図を表示



## 7. 荷重条件

### 1. 荷重ケースの作成

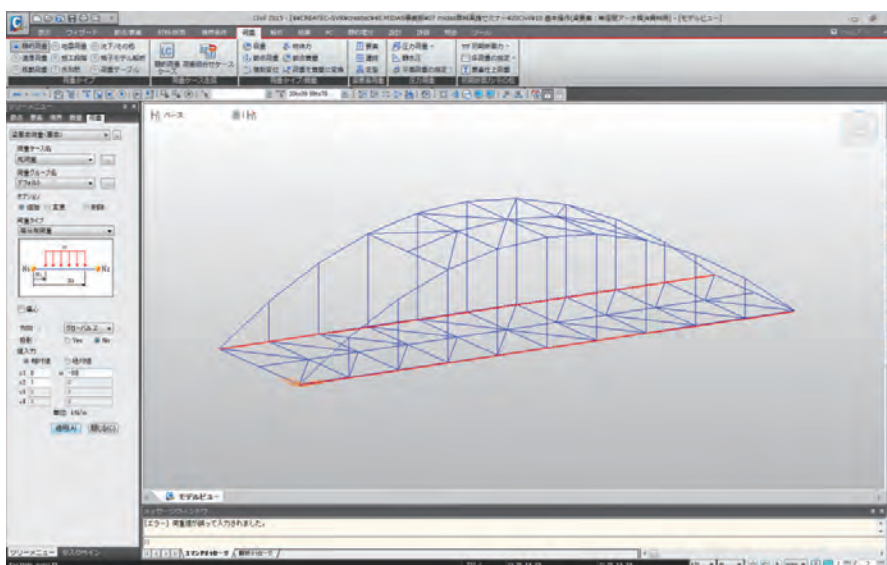


- 名称: 死荷重
- タイプ: 固定荷重 (D)
  
- 名称: 歩道荷重
- タイプ: 固定荷重 (D)

## 7. 荷重条件

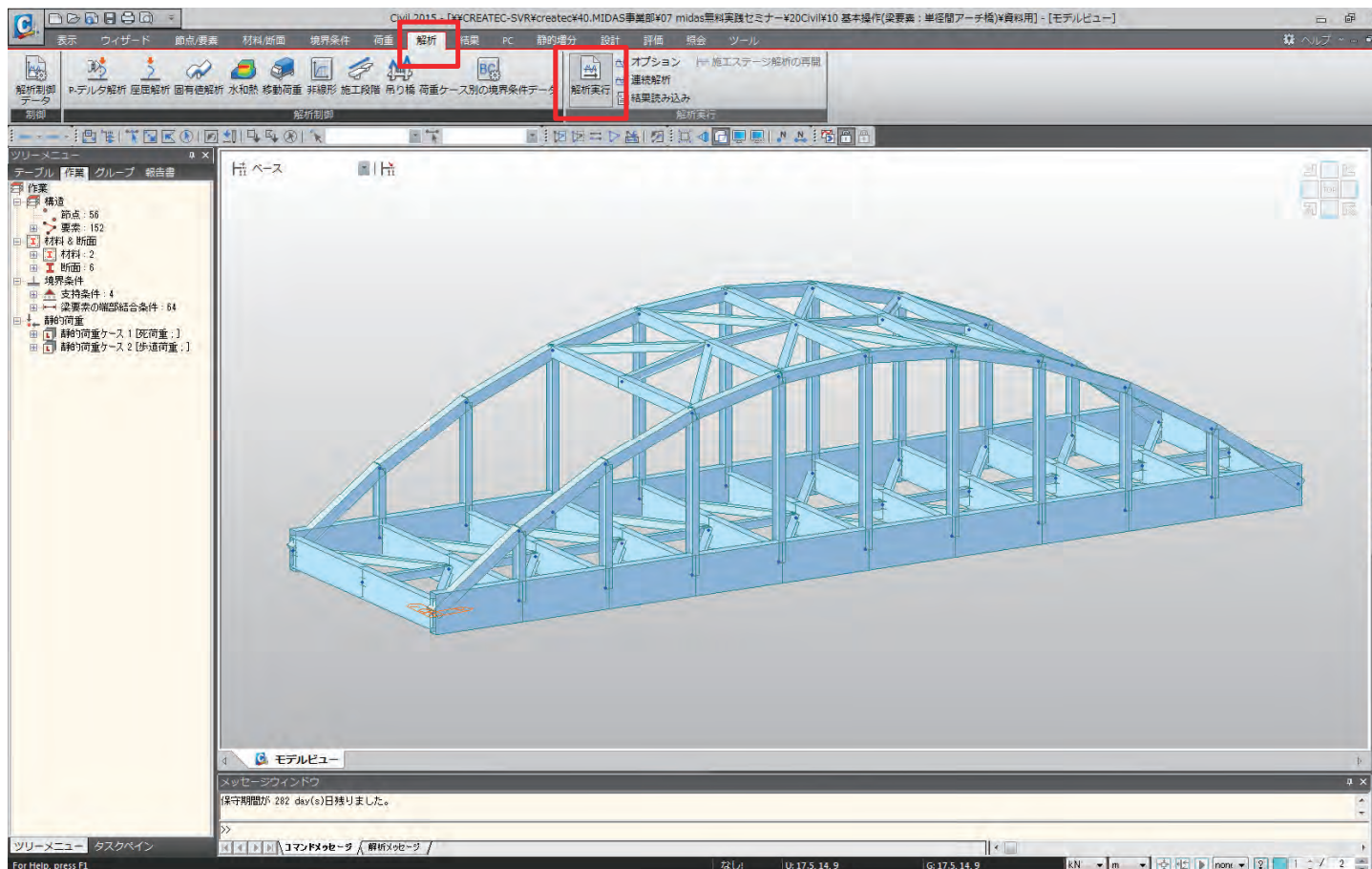
### 2. 死荷重、歩道荷重の入力

▶問題の簡略化のため死荷重、歩道荷重は主桁のみに載荷



1. 荷重を確認するため断面表示をオフにするため隠線除去表示をオフ
2. ツリーメニューの作業タブを開き  
断面1: 主桁をダブルクリックして  
主桁要素を全て選択
3. メインメニュー>荷重>梁要素荷重<要素>
4. 梁要素荷重<要素>メニューで以下を入力
5. 荷重ケース名: 死荷重
6. 荷重タイプ: 等分布荷重
7. 方向: グローバルZ (上方向が正)
8. 投影: NO
9. 値入力  
相対値  $x1:0$   $x2:1$   $w:-90$  kN/m → 適用
10. 再び主桁要素を選択する。  
Ctrl+ホイールドラッグで画面回転させ、  
ウィンドウで選択
11. 荷重ケース名: 歩道荷重
12. 値入力  $w:-6.2$  kN/m → 適用

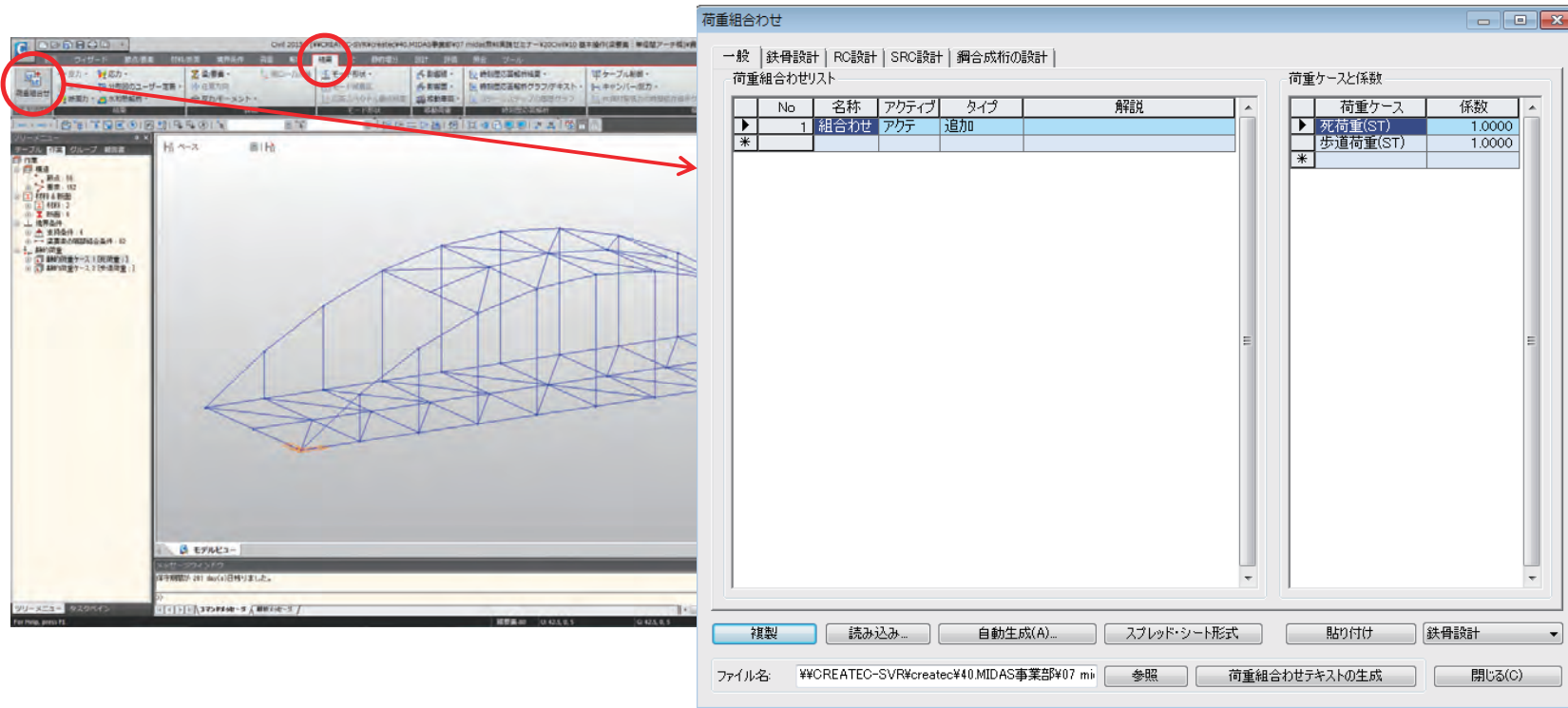
## 8. 解析実行



1. ファイルを保存
2. メインメニュー>解析>解析実行

## 9. 解析結果の処理

### 1. 荷重組合わせの作成



荷重組合わせリスト

➤ 名称: 組合わせ

荷重ケースと係数

➤ 荷重ケース: 死荷重(ST)

➤ 係数: 1.0

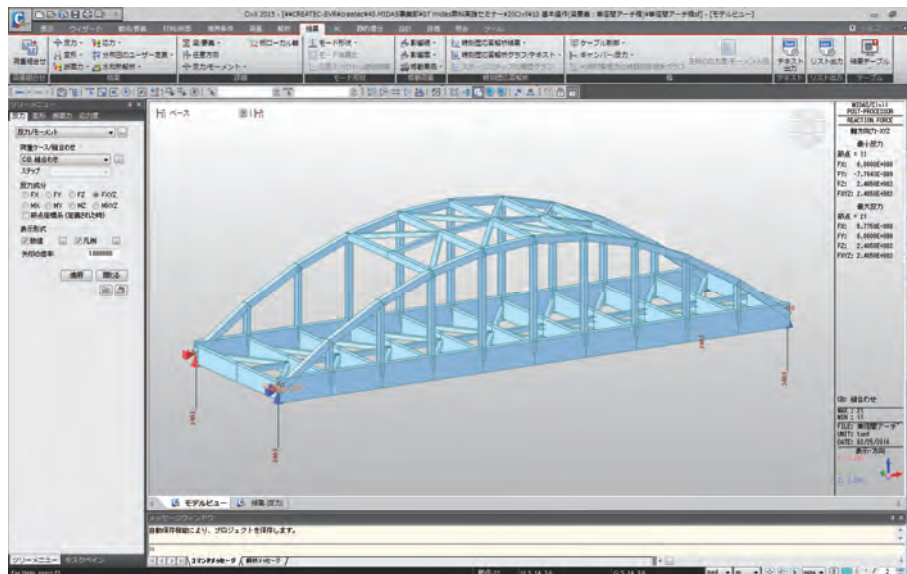
➤ 荷重ケース: 歩道荷重(ST)

➤ 係数: 1.0

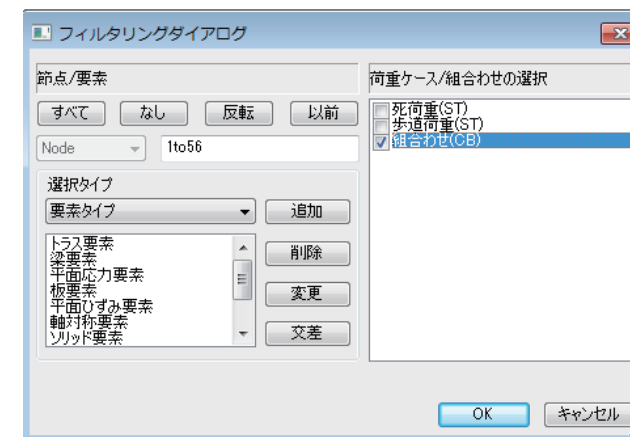
➤ 入力したら閉じるをクリック

## 9. 解析結果の処理

### 2. 反力の確認



- メインメニュー>結果>結果テーブル
- 反力
- 節点:すべて
- 荷重ケース:組合わせオン



テーブル表示

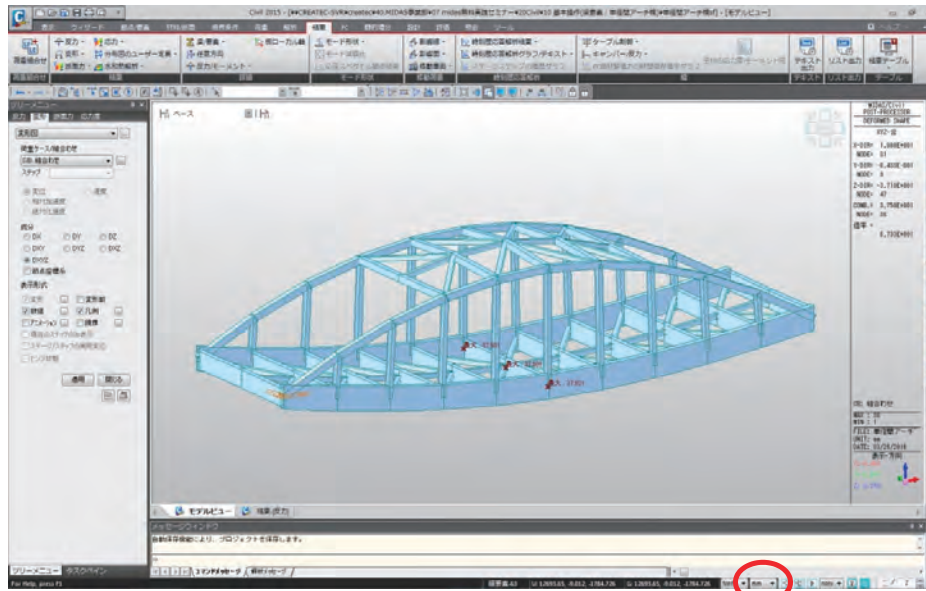
- メインメニュー>結果>反力>反力/モーメント
- 荷重ケース:CB:組合わせ
- 反力成分:FXYZ
- 表示形式:数値オン、凡例オン

節点	荷重	FX (ton f)	FY (ton f)	FZ (ton f)	MX (ton f m)	MY (ton f m)	MZ (ton f m)
1	組合わせ	0.000000	-0.000000	240.500000	0.000000	0.000000	0.000000
11	組合わせ	0.000000	-0.000000	240.500000	0.000000	0.000000	0.000000
21	組合わせ	0.000000	0.000000	240.500000	0.000000	0.000000	0.000000
31	組合わせ	0.000000	0.000000	240.500000	0.000000	0.000000	0.000000
反力のサマリー							
	荷重	FX (ton f)	FY (ton f)	FZ (ton f)			
	組合わせ	0.000000	-0.000000	962.000000			



## 9. 解析結果の処理

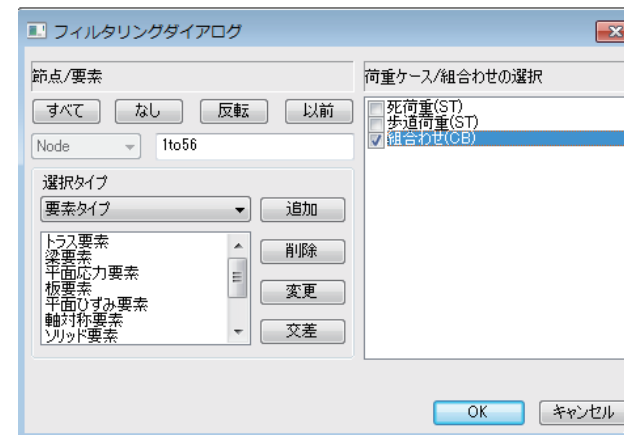
### 3. 変形図の確認



➤長さ:mm

- メインメニュー>結果>変形>変形図
- 荷重ケース:CB:組み合わせ
- 成分: DXYZ
- 表示形式: 数値オン、凡例オン  
数値出力の詳細設定  
最大/最小のみ → 最大絶対値

- メインメニュー>結果>結果テーブル
- 変位
- 節点:すべて
- 荷重ケース:組み合わせオン

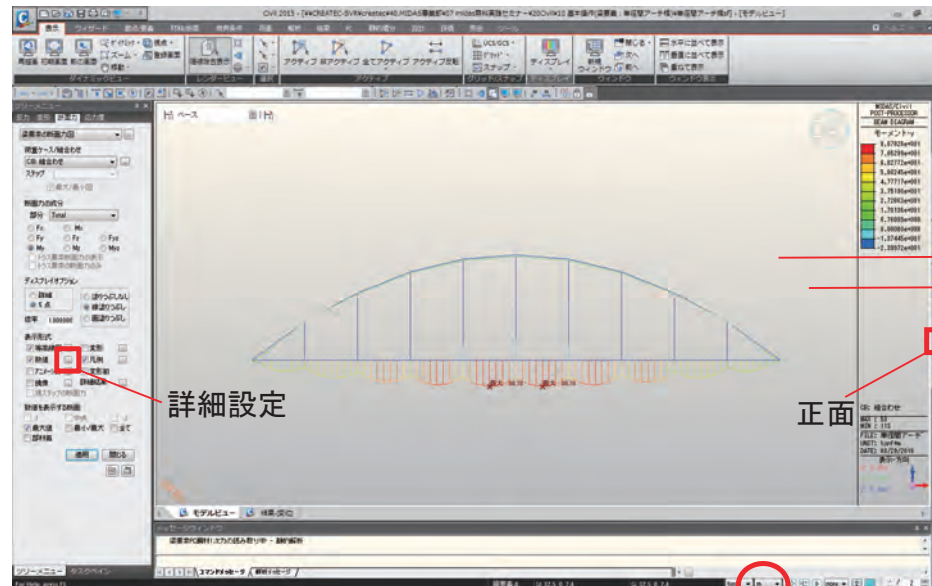


テーブル表示

	節点	荷重	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	RX (rad)	RY (rad)	RZ (rad)
	1	組み合わせ	0.000000	0.000000	0.000000	0.000044	0.002503	-0.000021
	2	組み合わせ	4.760311	-0.320924	-11.77811	0.000081	0.001793	-0.000017
	3	組み合わせ	7.366842	-0.643272	-21.80245	0.000139	0.001601	0.000027
	4	組み合わせ	7.957210	-0.602605	-29.51029	0.000223	0.000128	0.000159
	5	組み合わせ	7.093277	-0.471955	-34.32018	0.000797	0.000592	0.000174
	6	組み合わせ	5.440837	-0.267827	-35.95815	0.001134	0.000000	0.000000
	7	組み合わせ	3.788398	-0.471955	-34.32018	0.000797	-0.000592	-0.000174
	8	組み合わせ	2.924464	-0.602605	-29.51029	0.000223	-0.001128	-0.000159
	9	組み合わせ	3.514832	-0.643272	-21.80245	0.000139	-0.001601	-0.000027
	10	組み合わせ	6.121364	-0.320924	-11.77811	0.000081	-0.001793	0.000017
	11	組み合わせ	10.881674	0.000000	0.000000	0.000044	-0.002503	0.000021
	12	組み合わせ	1.198629	-0.094019	-1.216379	0.000034	0.002274	-0.000014
	13	組み合わせ	2.332440	-0.134711	-2.254471	-0.000004	0.001841	-0.000004

## 9. 解析結果の処理

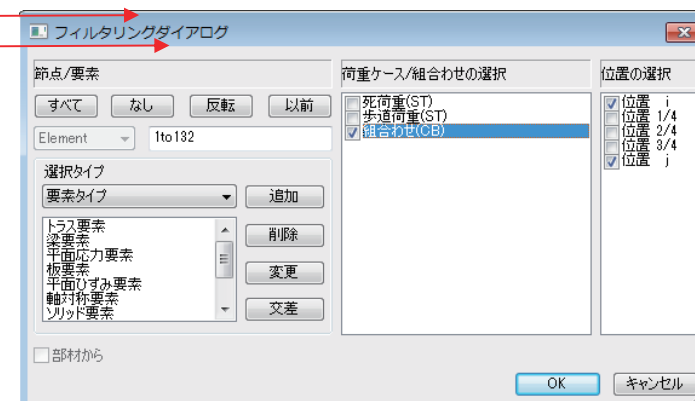
### 4. 断面力図の確認



➤長さ:m

- 正面を表示
- メインメニュー>結果>断面力>梁要素の断面力図
- 荷重ケース:CB:組み合わせ
- 断面力の成分:My
- 表示形式:数値オン、凡例オン
- 数値出力の詳細設定  
最大/最小のみ → 最大絶対値
- ディスプレイ>ディスプレイオプション>フォントタブ>  
要素>要素の解析結果値において文字色を黒に変更

- メインメニュー>結果>結果テーブル  
>梁要素>断面力
- 節点:すべて
- 荷重ケース:組み合わせオン



#### テーブル表示

要素	荷重	位置	軸力 (tonf)	せん断-y (tonf)	せん断-z (tonf)	ねじ (ton#m)	曲げ-y (ton#m)	曲げ-z (ton#m)
1	組み合わせ	J(1)	-361.21	-0.00	1.73	0.13	10.03	-0.13
1	組み合わせ	J(2)	-361.21	-0.00	1.73	0.13	-0.63	-0.13
2	組み合わせ	J(2)	-337.51	-0.10	-0.70	0.30	-0.63	-0.20
2	組み合わせ	J(3)	-337.51	-0.10	-0.70	0.30	3.37	0.26
3	組み合わせ	J(3)	-316.83	-0.18	-0.08	0.57	3.37	0.26
3	組み合わせ	J(4)	-316.83	-0.18	-0.08	0.57	3.80	1.21
4	組み合わせ	J(4)	-281.37	-0.29	-0.17	2.64	3.80	-1.76
4	組み合わせ	J(5)	-281.37	-0.29	-0.17	2.64	4.68	-0.25
5	組み合わせ	J(5)	-261.28	0.56	-0.05	1.55	4.68	-0.33
5	組み合わせ	J(6)	-261.28	0.56	-0.05	1.55	4.95	-3.13
6	組み合わせ	J(6)	-261.28	-0.56	0.05	-1.55	4.95	-3.13
6	組み合わせ	J(7)	-261.28	-0.56	0.05	-1.55	4.68	-0.33
7	組み合わせ	J(7)	-281.37	0.29	0.17	-2.64	4.68	-0.25
7	組み合わせ	J(8)	-281.37	0.29	0.17	-2.64	3.80	-1.76
8	組み合わせ	J(8)	-316.83	0.18	0.08	-0.57	3.80	1.21
8	組み合わせ	J(9)	-316.83	0.18	0.08	-0.57	3.37	0.26
9	組み合わせ	J(9)	-337.51	0.10	0.70	-0.30	3.37	0.26
9	組み合わせ	J(10)	-337.51	0.10	0.70	-0.30	-0.63	-0.20
10	組み合わせ	J(10)	-361.21	0.00	-1.73	-0.13	-0.63	-0.13
10	組み合わせ	J(11)	-361.21	0.00	-1.73	-0.13	10.03	-0.13
11	組み合わせ	J(2)	44.13	0.00	-0.08	-0.00	0.18	0.00

## 9. 解析結果の処理

### 5. 断面照査

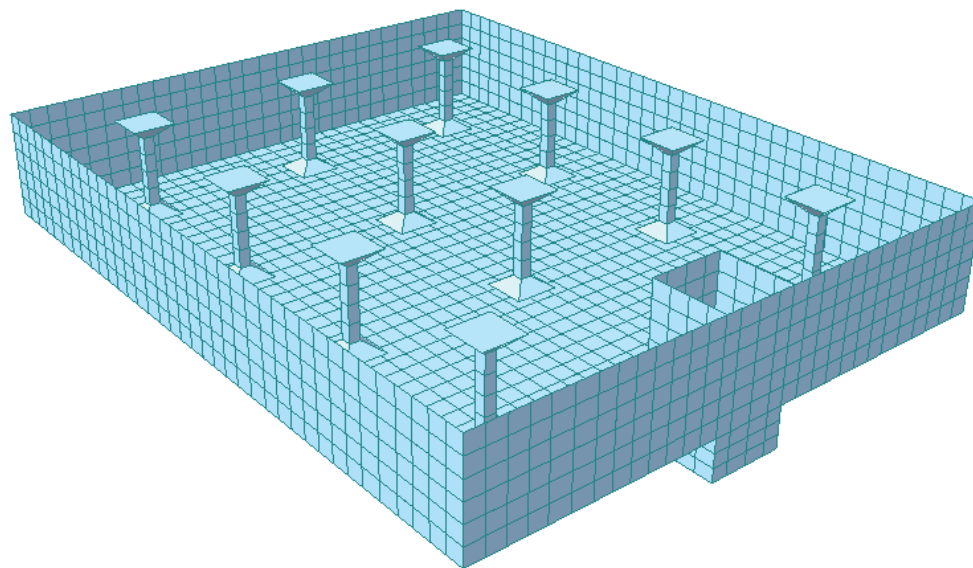
- 基準に応じた照査を使用し解析結果から照査を行って下さい。

Session 3

---

## 上下水道施設事例の解析モデル作成

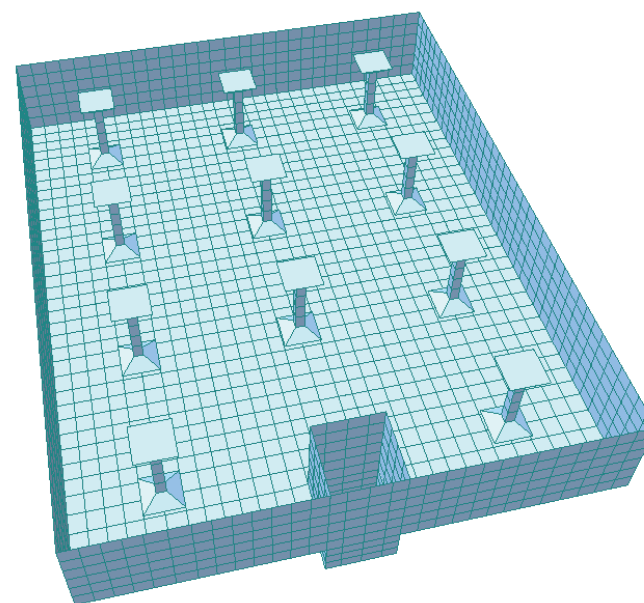
- 幾何形状・メッシュ・荷重設定・解析・結果確認 ※ 体験形式



## Civil基礎トレーニング2

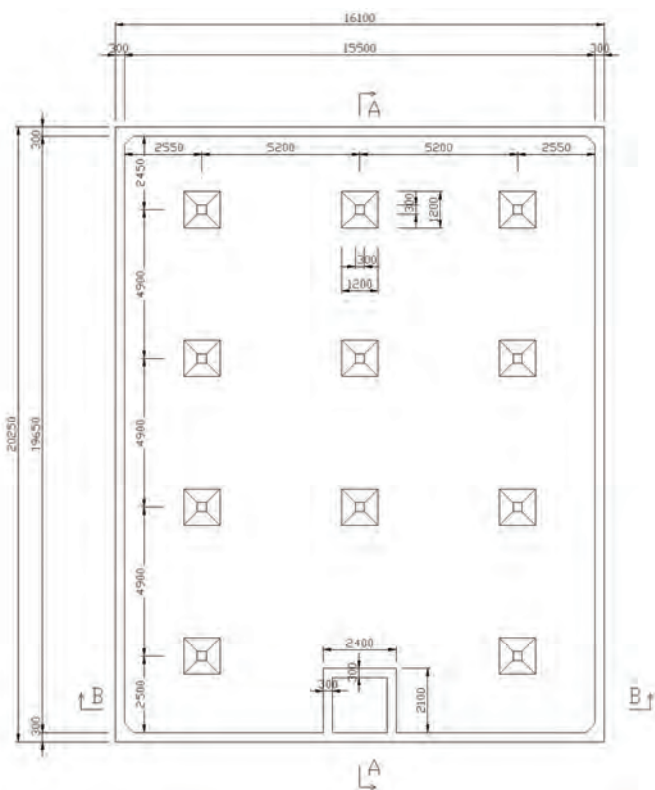
・シェル編(配水池耐震解析)

1.	概要	46
2.	Civilの画面構成	47
3.	プロジェクトの設定	48
4.	材料と断面	50
5.	モデリング	53
6.	境界条件	63
7.	荷重条件	64
8.	解析の実行	73
9.	解析結果の処理	74

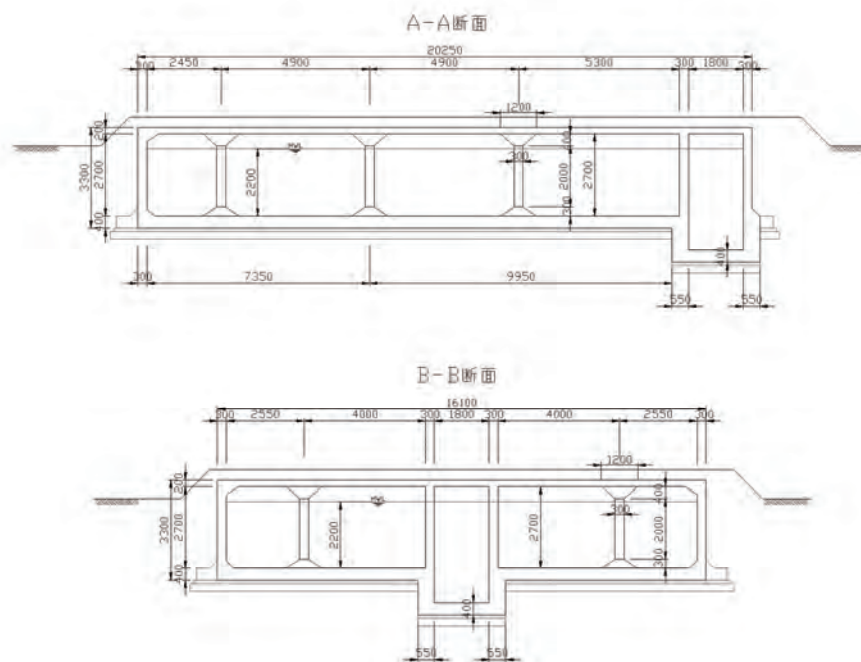


# 1. 概要

シェル要素を用いた基本的な解析を行うことでmidas Civilの操作法の基礎を学びます。

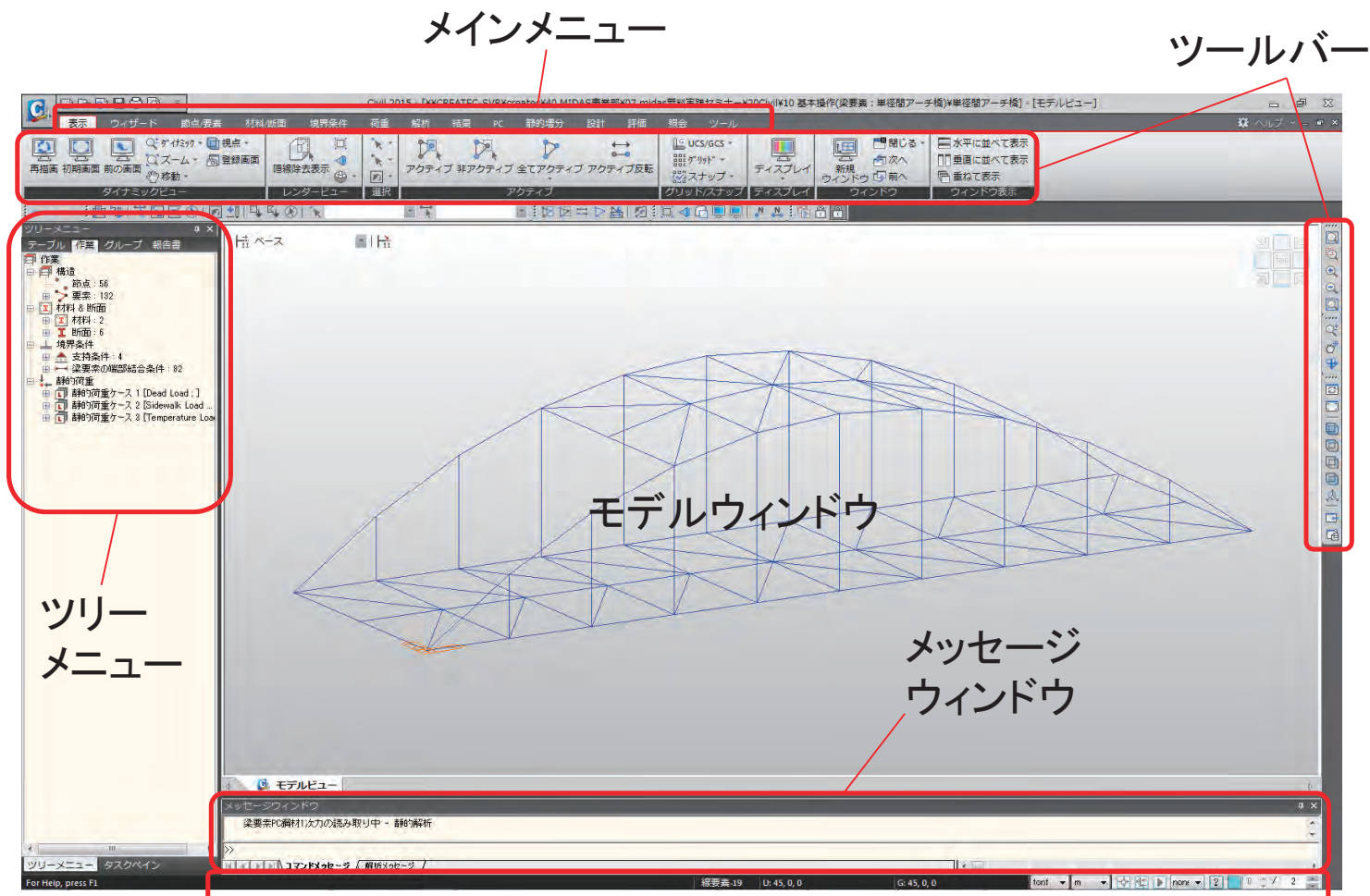


平面図



断面図

## 2. Civilの画面構成

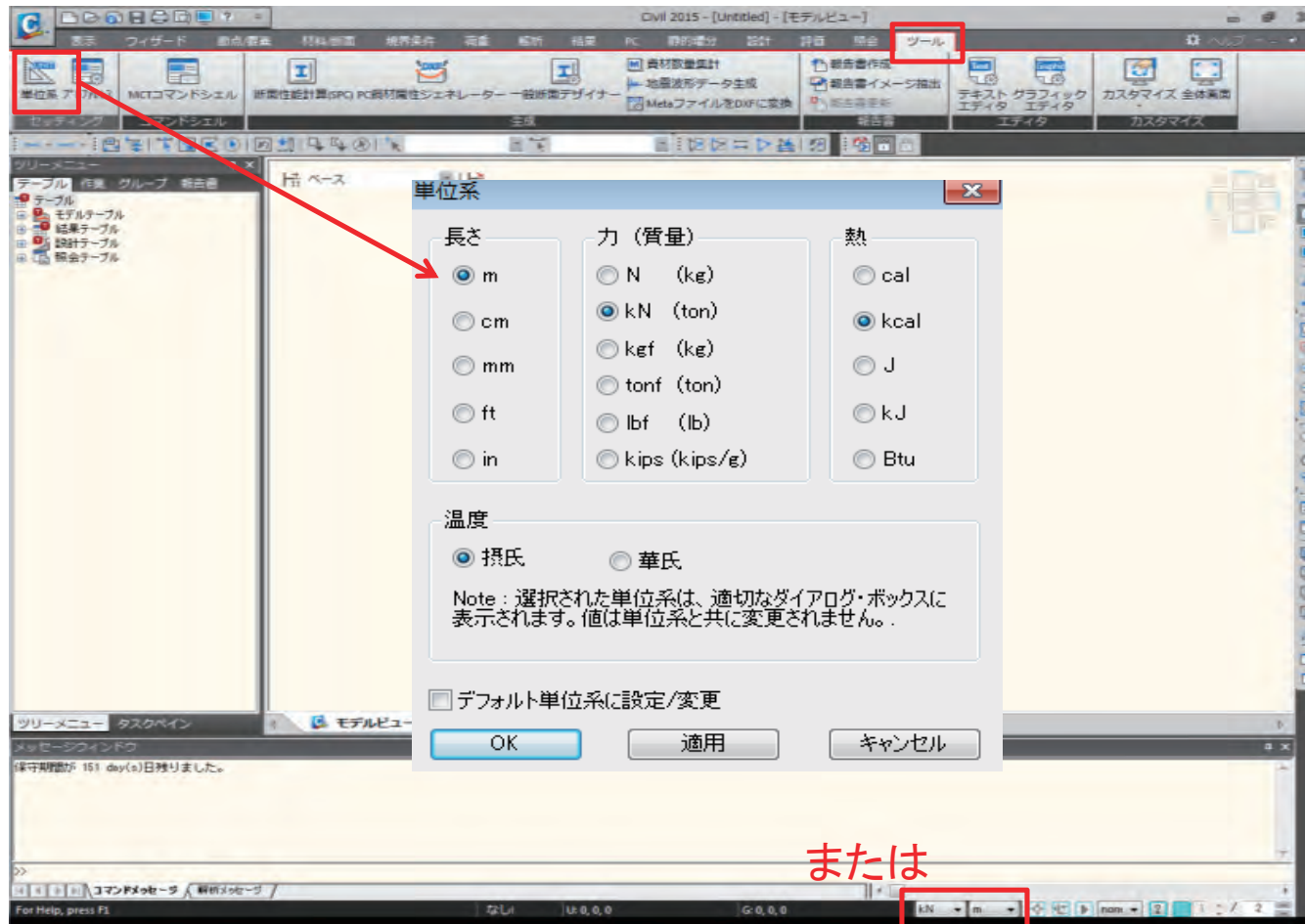


ステータスバー



### 3. プロジェクトの設定

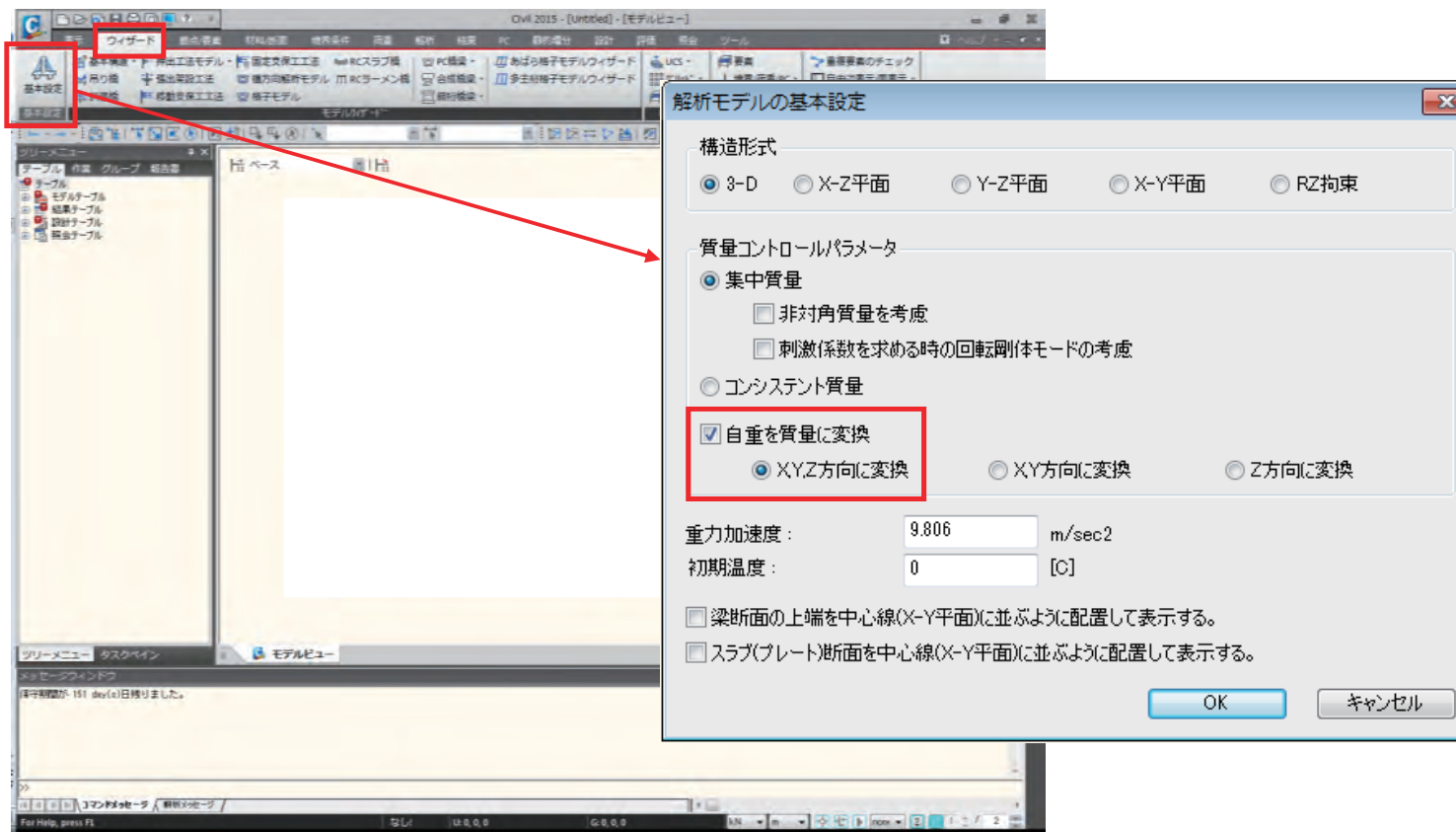
#### 1. 単位系の設定



- 長さ:m
- 力:kN

### 3. プロジェクトの設定

#### 2. 解析モデルの基本設定



- 構造形式: 3-D
- モデルの自重を質量に変換する方向: 集中質量
- 自重を質量に変換チェックオン
- 重力加速度: 9.806m/sec<sup>2</sup>

## 4. 材料と断面

### 1. 材料

材料データ

一般  
材料番号: 1 名称: Fc24

弾性データ  
タイプ: コンクリート 鉄骨  
規格: 種類:   
※道路橋示方書  
コンクリート  
規格: JIS-Civil(RC)  
種類: Fc24

鉄骨  
弾性係数: 0.0000e+000 kN/m<sup>2</sup>  
ポアソン比: 0  
線膨張係数: 0.0000e+000 1/[C]  
比重: 0 kN/m<sup>3</sup>  
 質量密度: 0 kN/m<sup>3</sup>/g

コンクリート  
弾性係数: 2.5000e+007 kN/m<sup>2</sup>  
ポアソン比: 0.166667  
線膨張係数: 1.0000e-005 1/[C]  
比重: 24.5 kN/m<sup>3</sup>  
 質量密度: 2.498 kN/m<sup>3</sup>/g

塑性データ  
塑性材料名: NONE

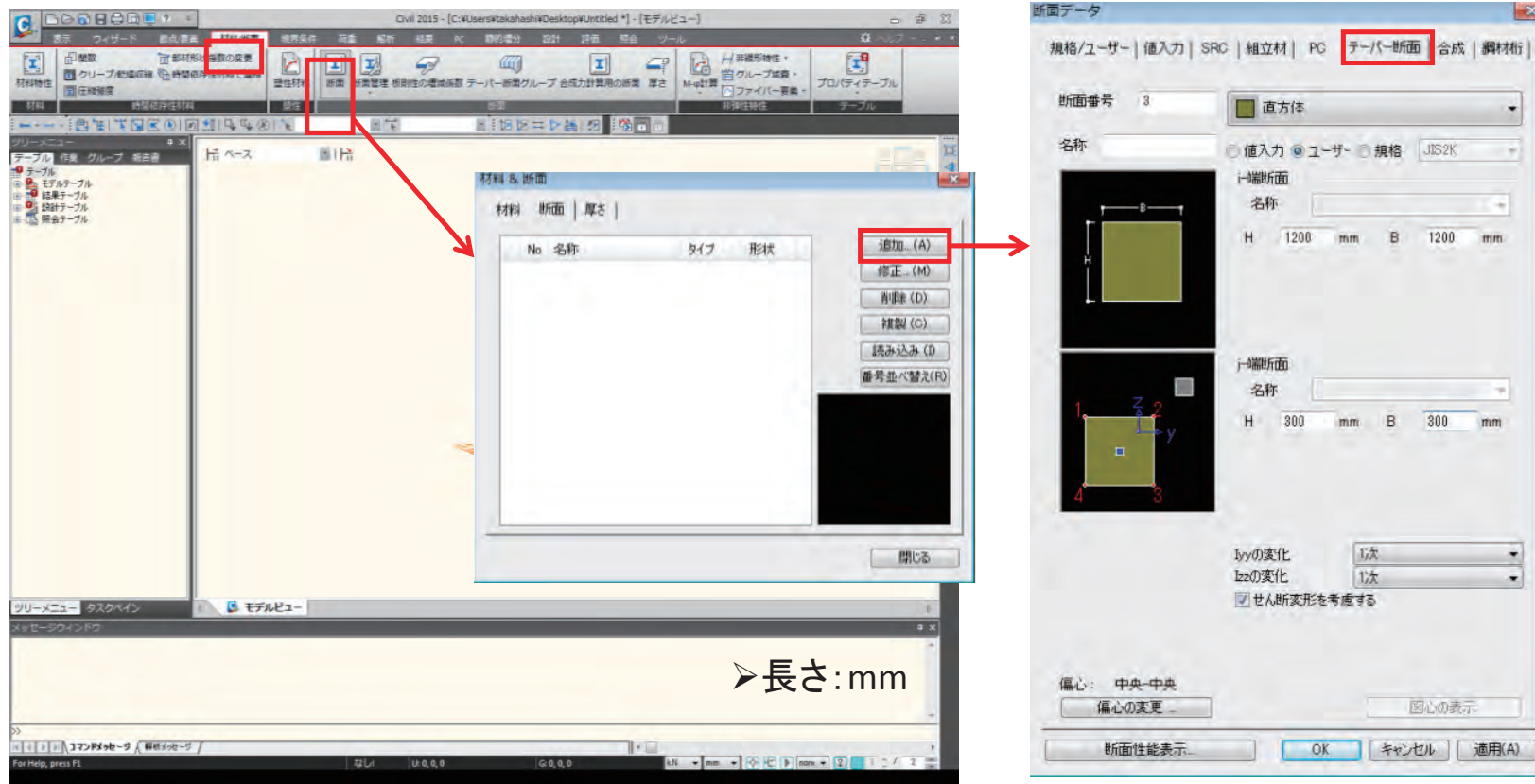
熱伝導  
比熱: 0 kcal/kN\*[C]  
熱伝導率: 0 kcal/m\*hr\*[C]  
減衰比: 0.05

OK キャンセル 適用(A)

- 材料番号:1 名称:Fc24
- タイプ:コンクリート 規格:JIS-Civil(RC)
- 種類:Fc24

## 4. 材料と断面

### 2. 断面

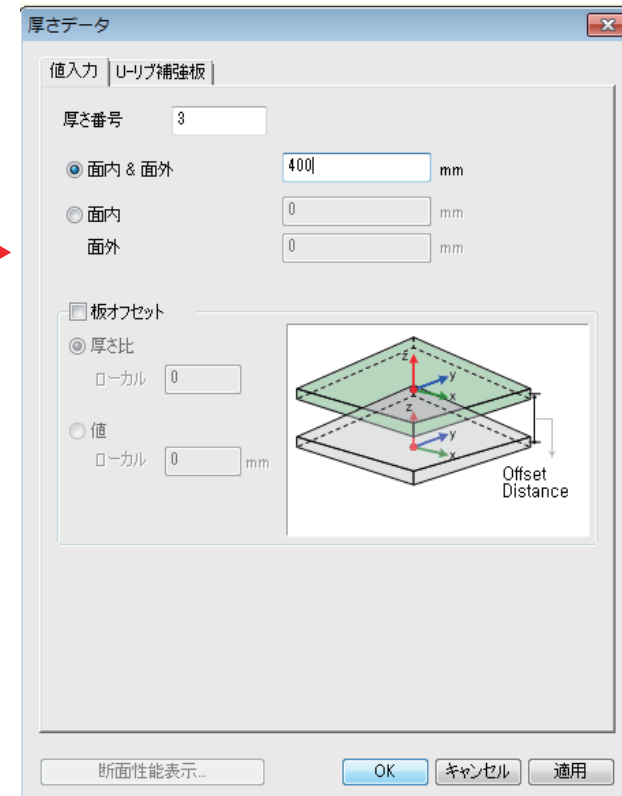
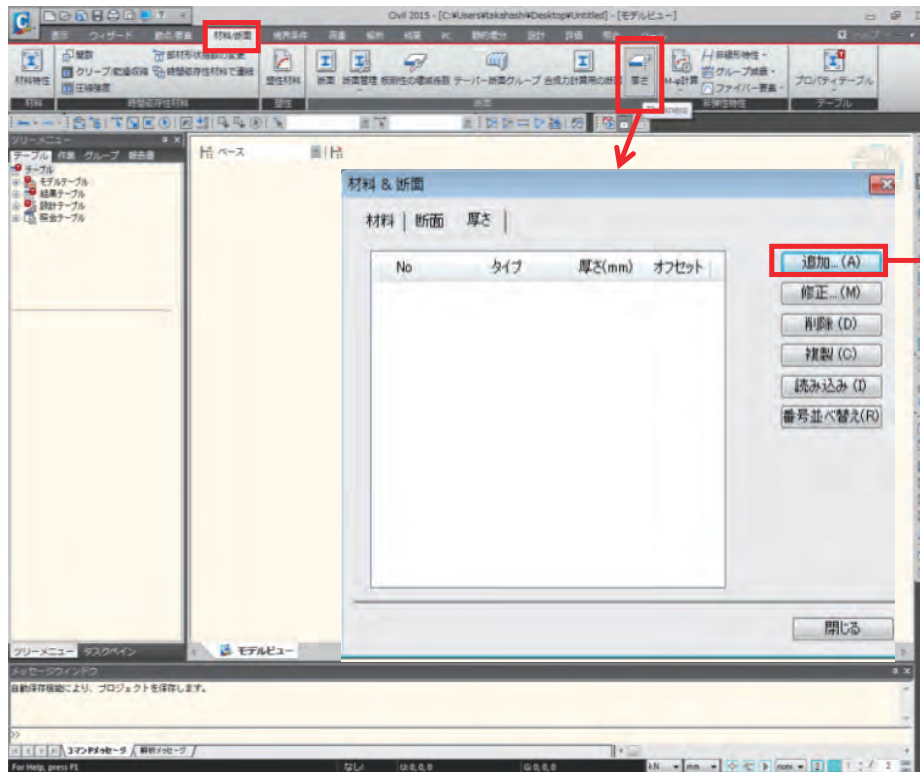


➤長さ:mm

- 断面1:柱 直方体-300x300
- 断面2:柱ハンチ テーパー断面
  - i-端断面 1200x1200
  - j-端断面 300x300

## 4. 材料と断面

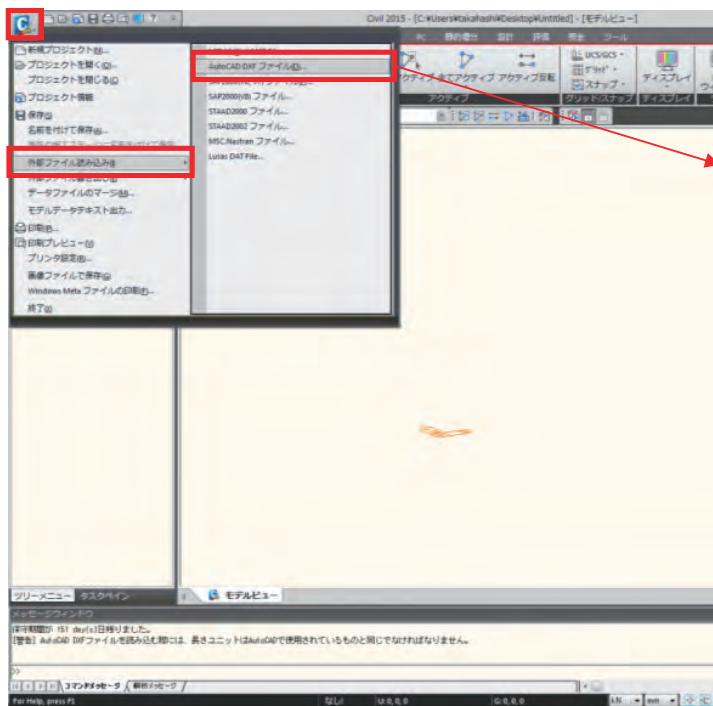
### 3. 厚さ



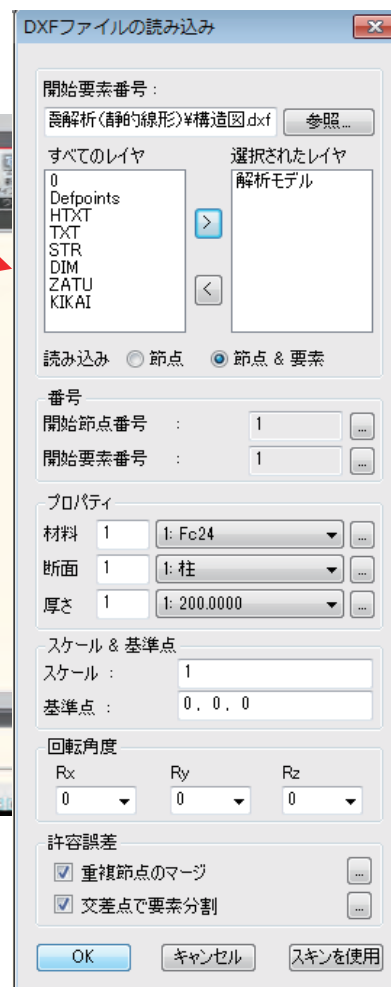
- 厚さ番号1: 面内 & 面外: 200mm
- 厚さ番号2: 面内 & 面外: 300mm
- 厚さ番号3: 面内 & 面外: 400mm

## 5. モデリング

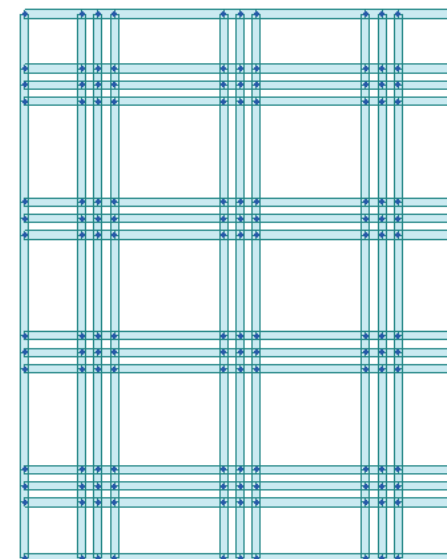
### 1. DXFの読み込み



- 構造図.dxfを選択
- すべてのレイヤから”解析モデル”を選択し”>”で選択されたレイヤへOK



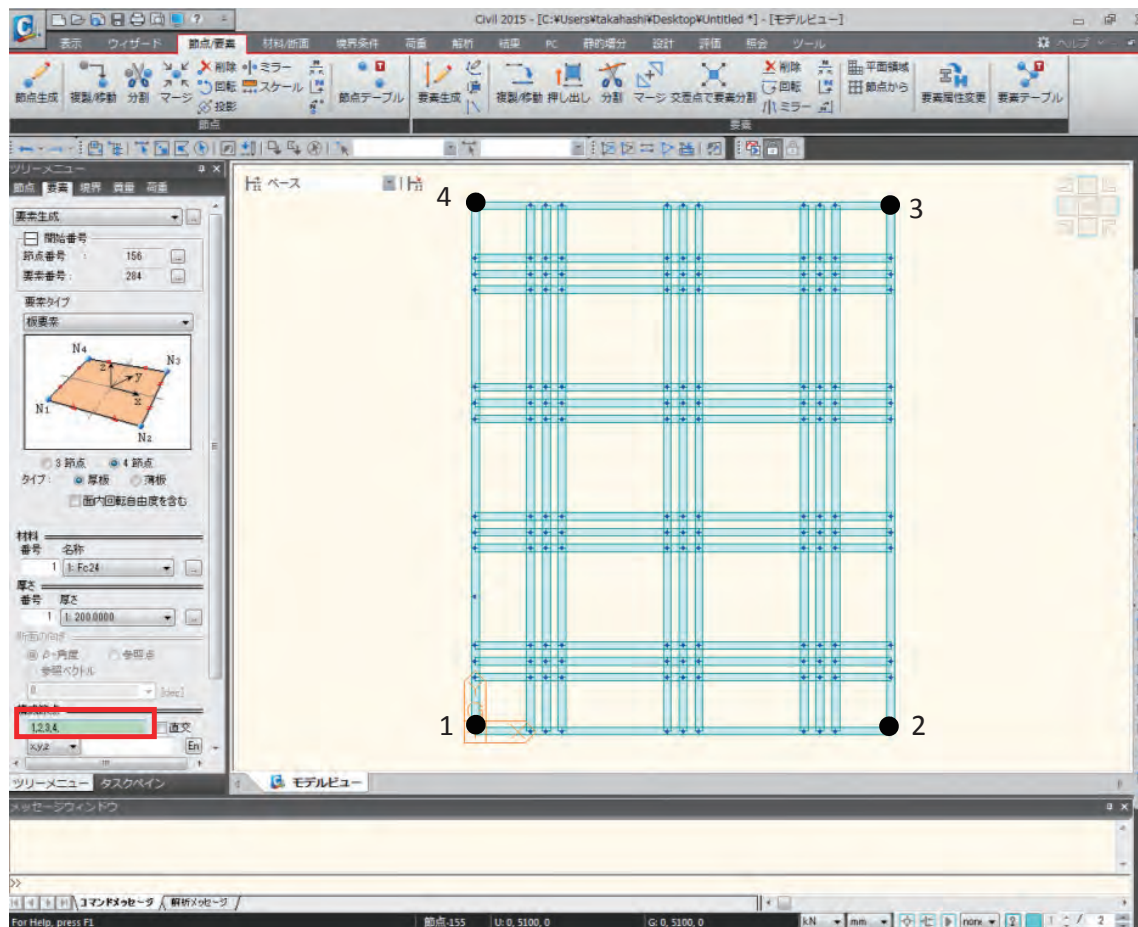
頂版の外形および補助線



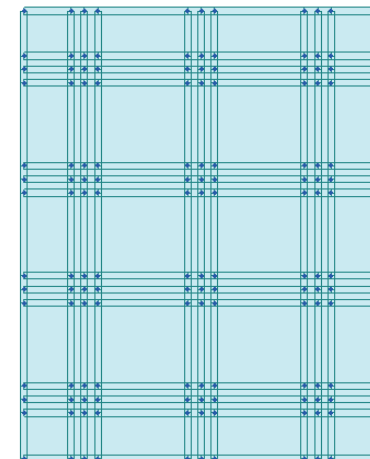
## 5. モデリング

### 2. 頂版の生成

(要素生成:板要素)

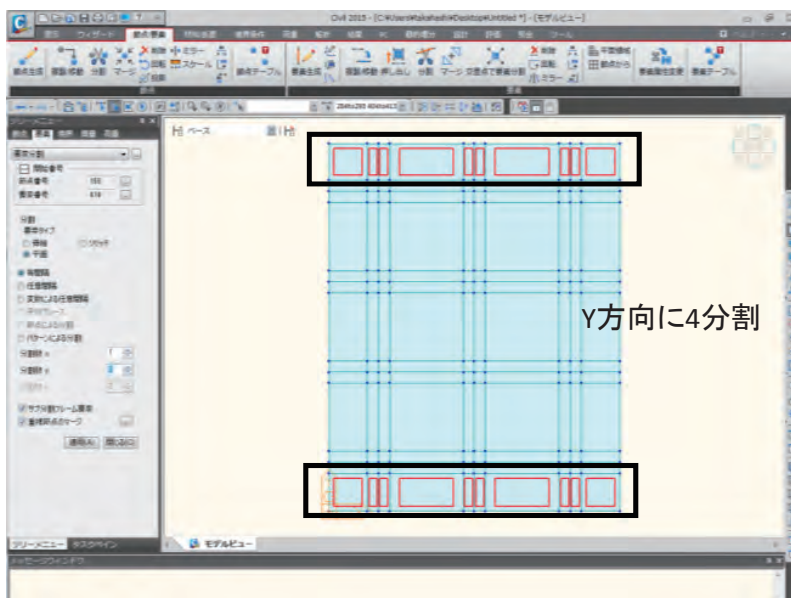


1. 要素生成
2. 板要素  
(材料Fc24,厚さ200)
3. 交差点で節点を生成
4. 構成節点アクティブ
5. モデル四隅を順にクリック

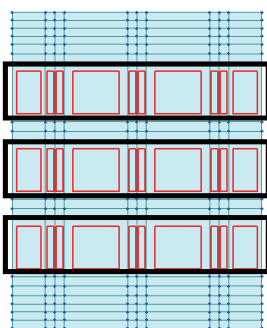


## 5. モデリング

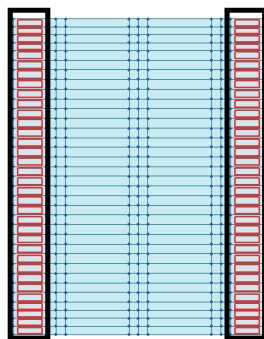
### 3. 頂版の分割 (要素分割)



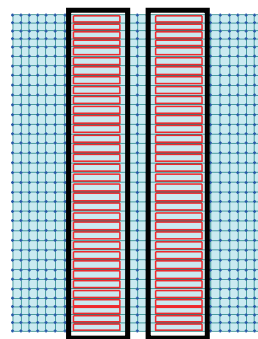
1. 板要素のみをアクティブ  
(作業タブ、板要素を右クリック)
2. ディスプレイオプションで  
要素座標軸を表示  
→がX、↑がYを確認
3. 要素座標軸を非表示
4. 要素分割(平面、等間隔)  
(サブ分割フレーム要素チェックオフ)
5. 上端と下端の要素を選択
6. Y方向に4分割、X方向に1分割
7. 同様に図のように分割
8. 再度板要素のみをアクティブ



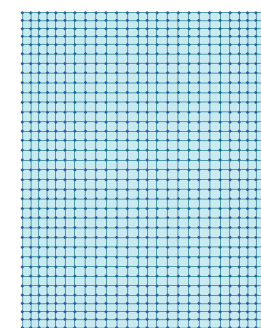
Y方向に6分割



X方向に4分割



X方向に6分割

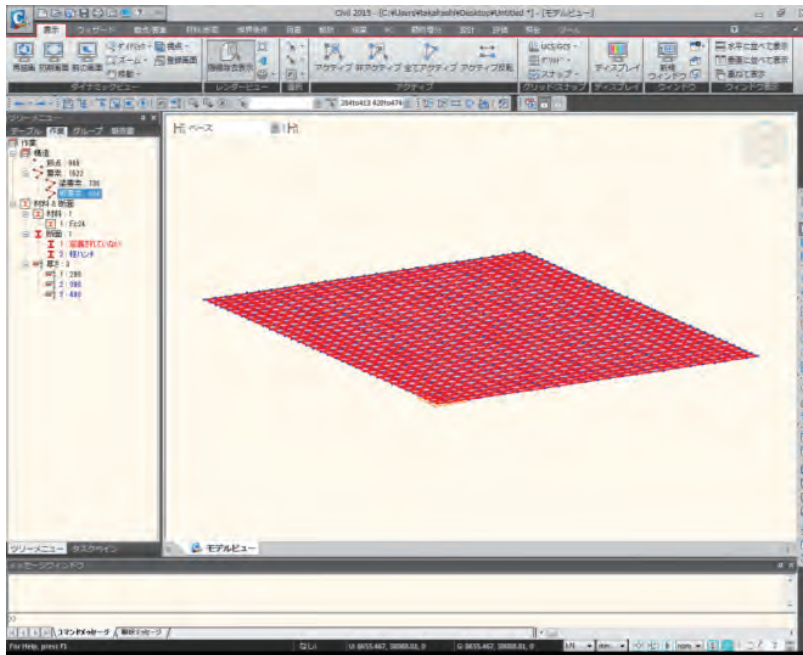


分割後

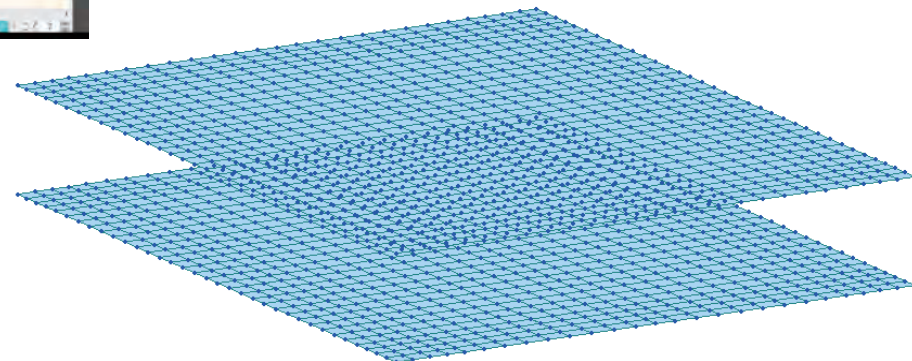


## 5. モデリング

### 4. 底版の生成 (要素複製)

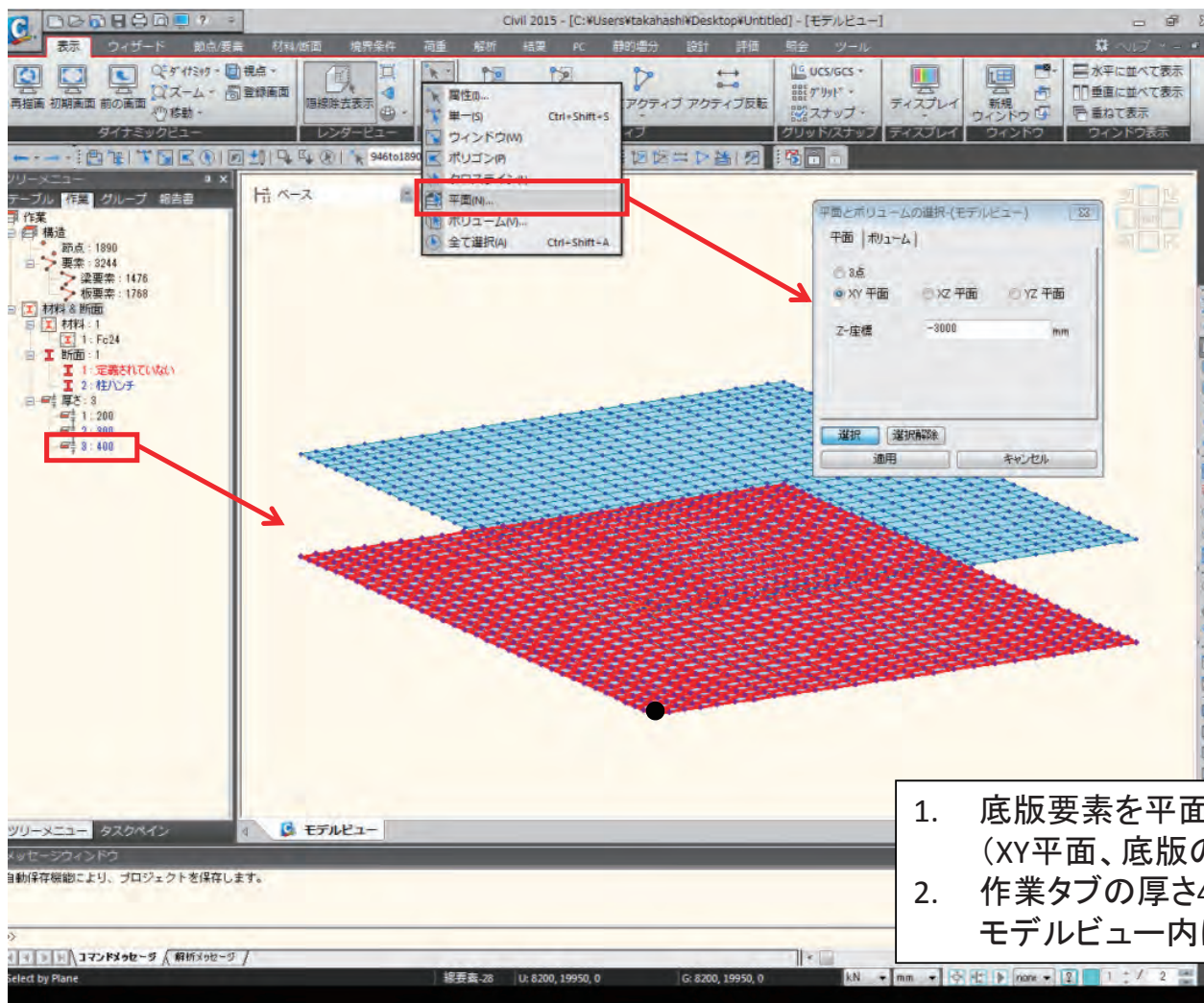


1. 板要素を全て選択  
(作業タブ、板要素ダブルクリック)
2. 要素>複製/移動
3. モード:コピー
4. 任意間隔:z
5. 距離-3000mm
6. 適用



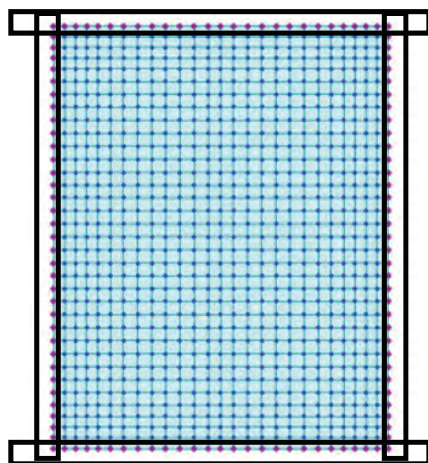
## 5. モデリング

### 5. 底版の厚さ変更

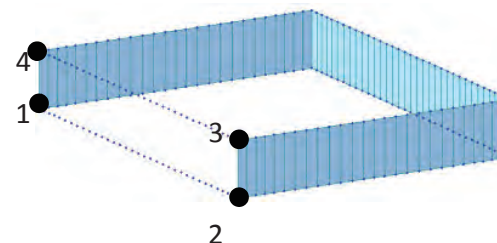
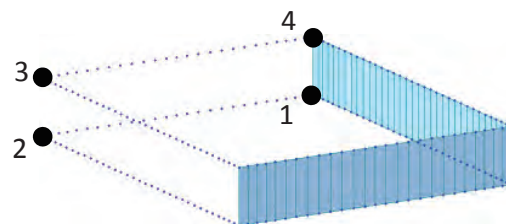
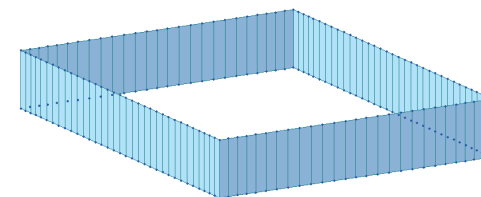
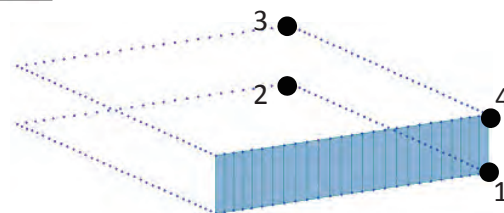
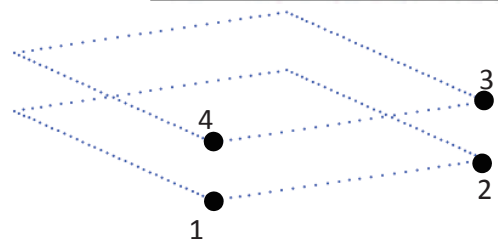


## 5. モデリング

### 6. 側壁の生成 (要素生成)

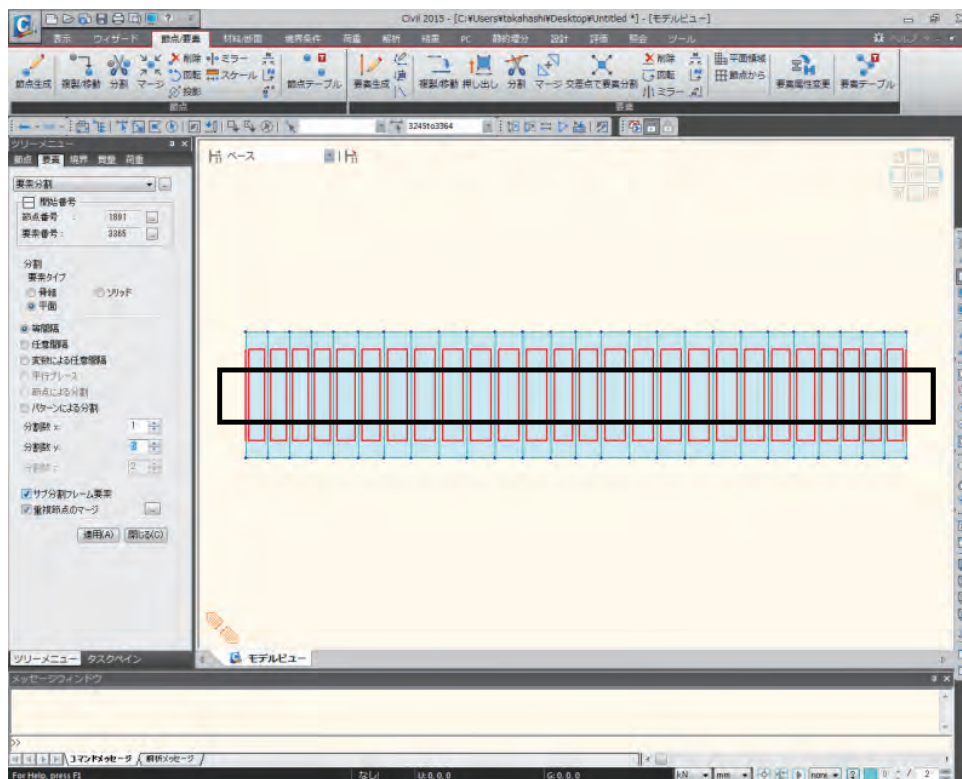


1. 上部を表示
2. 回りの辺上の節点を選択しアクティブ
3. アイソメ図を表示
4. 要素生成(板要素、材料Fc24、厚さ300)
5. 交差点で節点を生成
6. 構成節点アクティブ
7. 下図のようにモデル四点を順にクリック

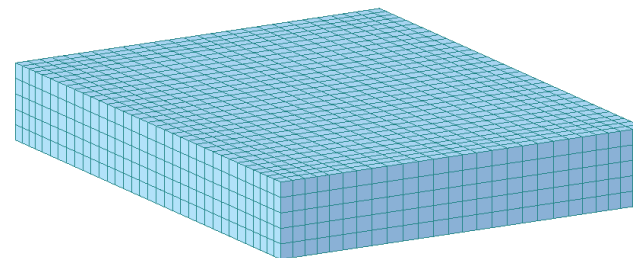


## 5. モデリング

### 7. 側壁の分割 (要素分割)

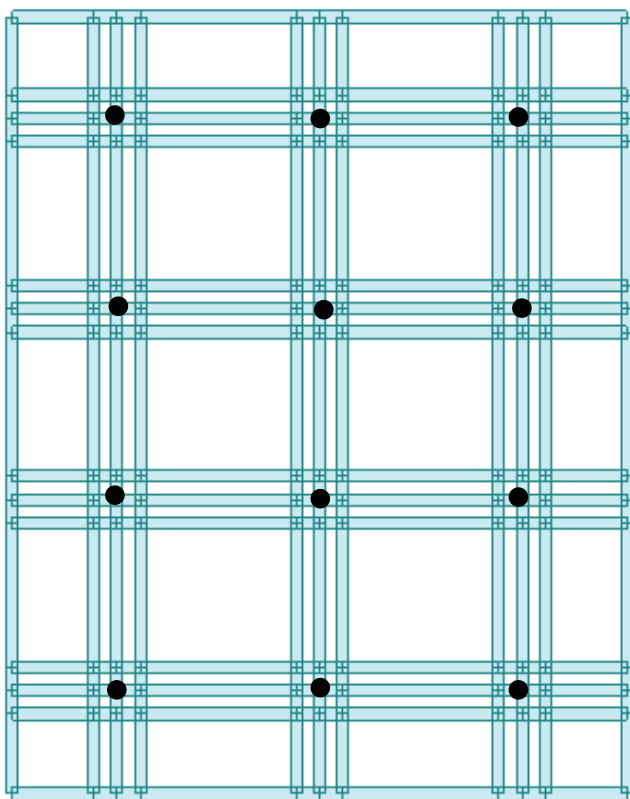


1. 正面を表示
2. ウィンドウで選択
3. 側壁要素を選択
4. 要素分割(平面)  
Y方向に5分割

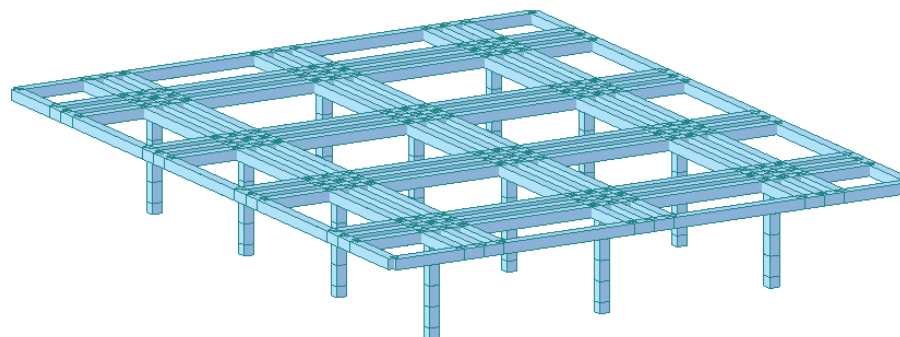


## 5. モデリング

### 8. 柱の生成 (要素押し出し)

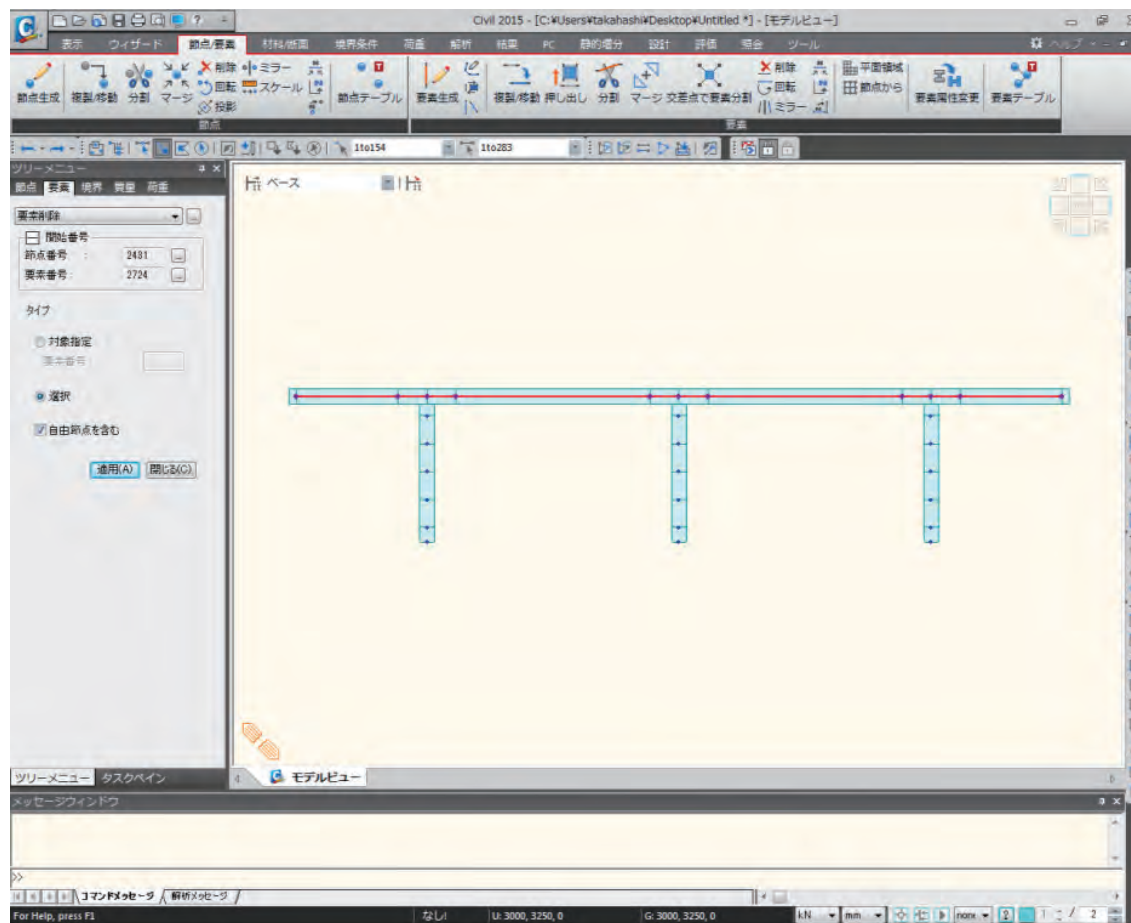


1. 梁要素のみをアクティブ
2. 上部を表示
3. 柱の位置の12節点を選択
4. 要素押し出し  
節点 → 線要素 梁要素  
材料:Fc24 断面:柱  
任意間隔:z  
距離:-400,4@-575,-300
5. 適用



## 5. モデリング

### 9. 補助要素の削除 (要素削除)

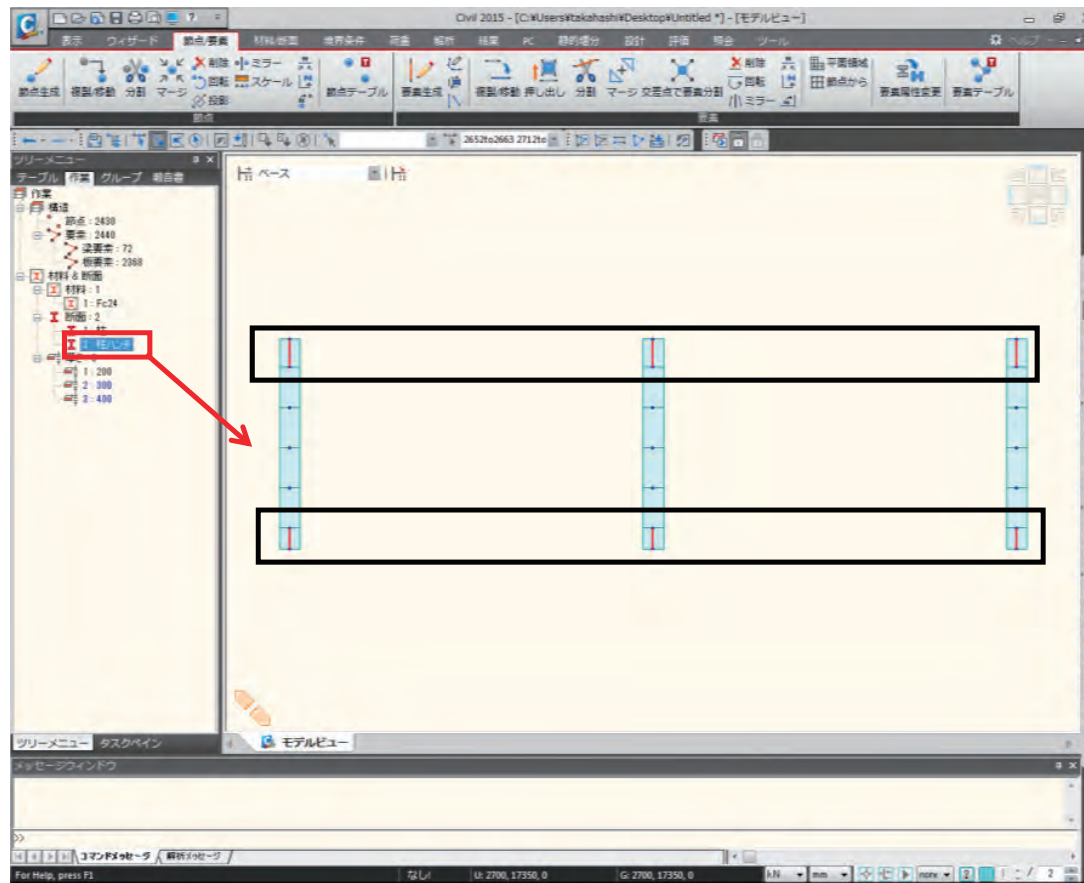


1. 梁要素のみをアクティブ
2. 正面を表示
3. 頂版位置の梁要素を選択
4. 要素削除
5. 適用

※4.の要素削除ではDeleteキーで削除しない。柱上端の節点も削除されてしまうため

## 5. モデリング

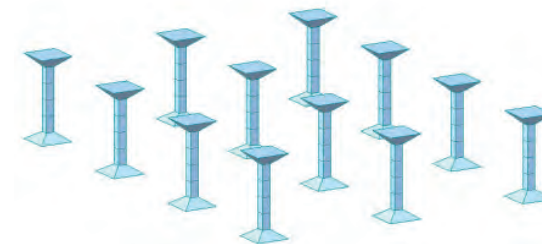
### 10. 柱ハンチの適用



1. 梁要素のみをアクティブ
2. 正面を表示
3. 柱の上下端の梁要素を選択
4. 作業タブの柱ハンチをモデルビュー内にD&D



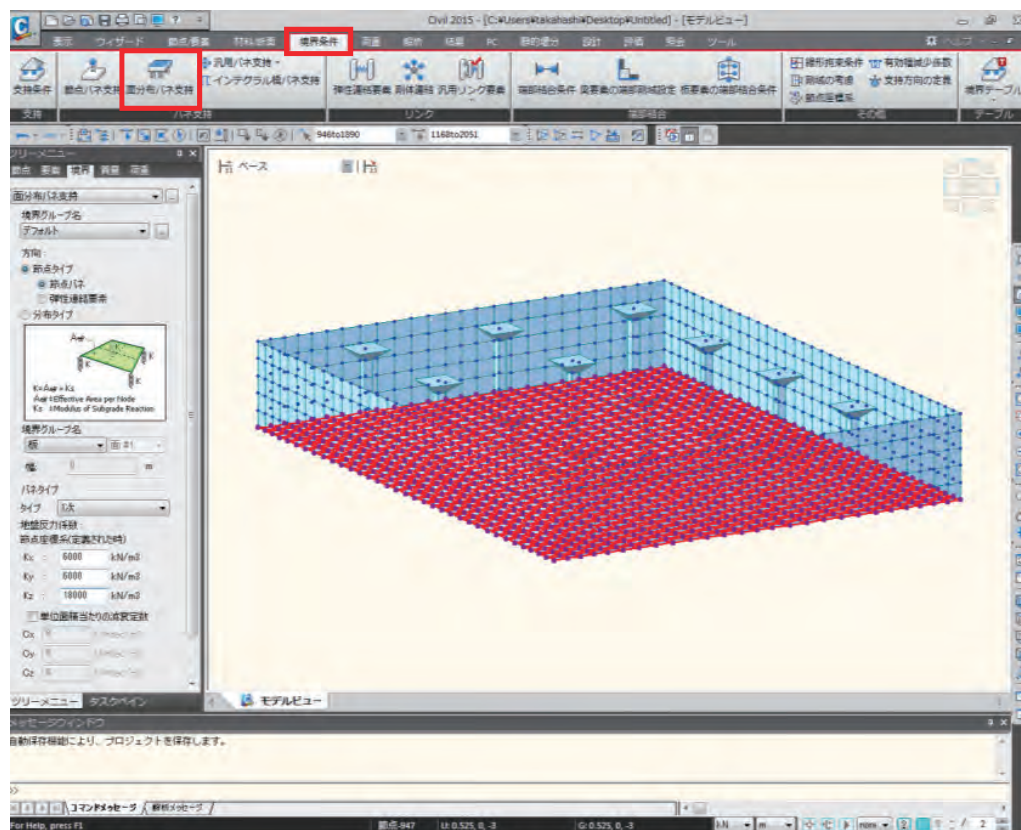
5. 下のハンチが逆なので、下端要素を選択
6. 節点/要素 > 要素属性変更  
要素座標系の反転  
モード: 骨組 → 適用



## 6. 境界条件

### 地盤ばね

- 底版に地盤ばねを設定
- $K_v=18000\text{kN/m}^3$
- $K_s= 6000\text{kN/m}^3$

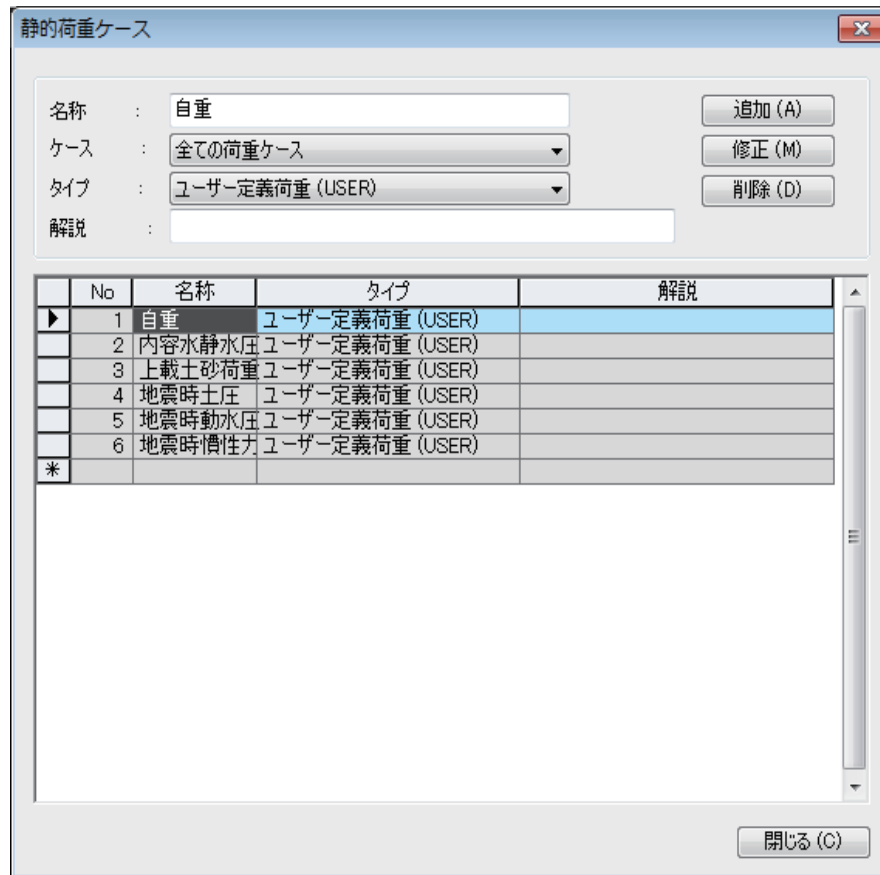


1. 底版要素を平面で選択  
(XY平面、底版の節点を1つ選択)
2. 境界条件>面分布バネ支持
3. 節点タイプ、節点バネ
4. 要素タイプ:板
5. バネタイプ:1次  
 $K_x: 6000\text{kN/m}^3$   
 $K_y: 6000\text{kN/m}^3$   
 $K_z: 18000\text{kN/m}^3$
6. 適用



## 7. 荷重条件

### 1. 荷重ケースの作成



#### ① 躯体自重

鉄筋コンクリートの単位体積重量:  $\gamma_c = 24.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

#### ② 内容水による静水圧

$$P_w = \gamma_w \times h$$

$$P_w = 10 \times 2.20 = 22.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

#### ③ 上載土砂荷重

上載土砂の単位体積重量:  $\gamma_s = 19.0 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

上載土砂厚 = 0.35 (m)

$$6.65 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

#### ④ 地震時主働土圧

水道施設指針に示される式により算出

$$\text{躯体上端部 (土被り0.45m)} \quad 3.86 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{躯体下端部 (土被り3.45m)} \quad 29.63 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P(Z) = 8.59Z + 3.86$$

Z : 頂版からの深度(m)

#### ⑤ 内容水による地震時動水圧

ウエスターガードの式より算出

$$p(z) = 2.60\sqrt{z} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

z : 水深 (m)

#### ⑥ 躯体自重による慣性力

$$P_h = k_h \times W$$

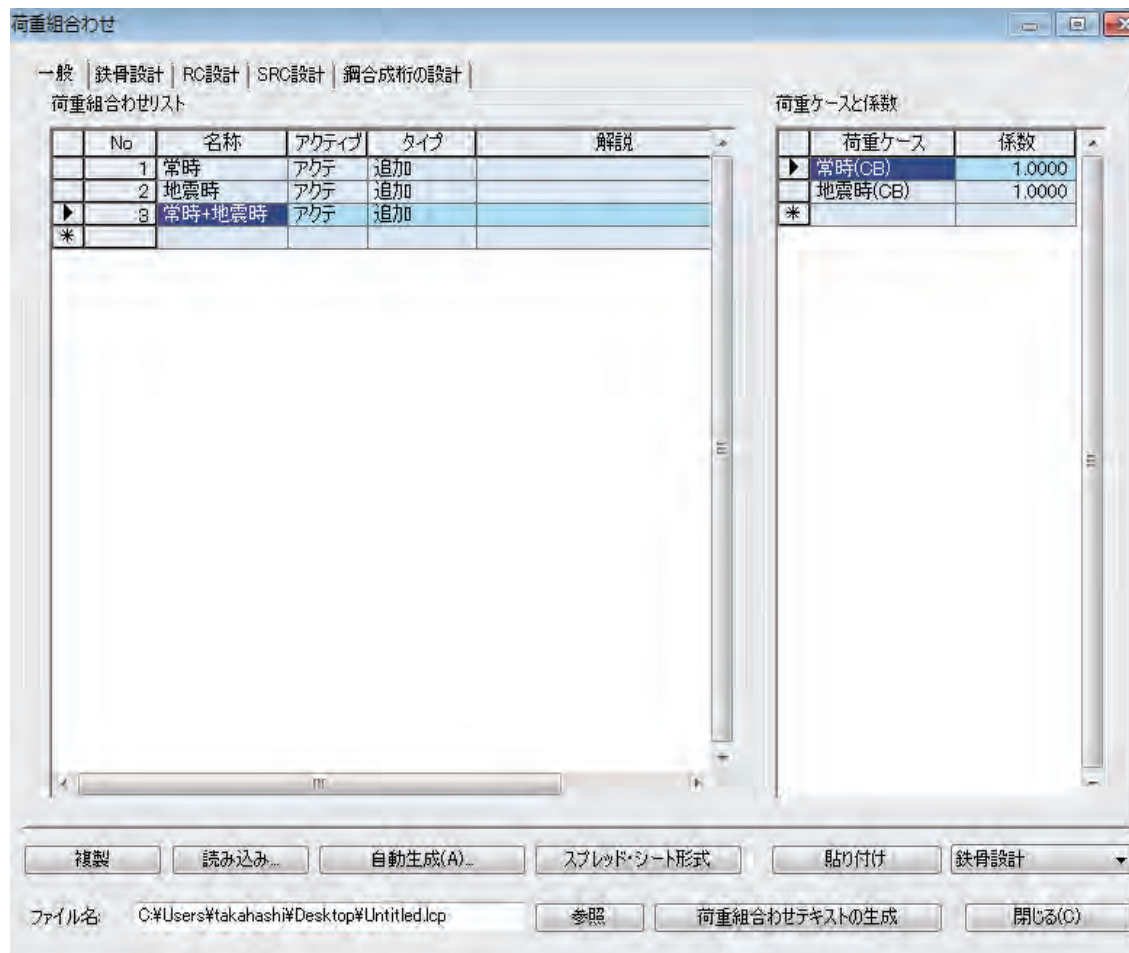
$P_h$  : 地震時慣性力 (kN)

$k_h$  : 設計水平震度 (レベル1 = 0.20)

W : 躯体自重あるいは上載土砂重量 (kN)

## 7. 荷重条件

### 2. 荷重組合せの作成

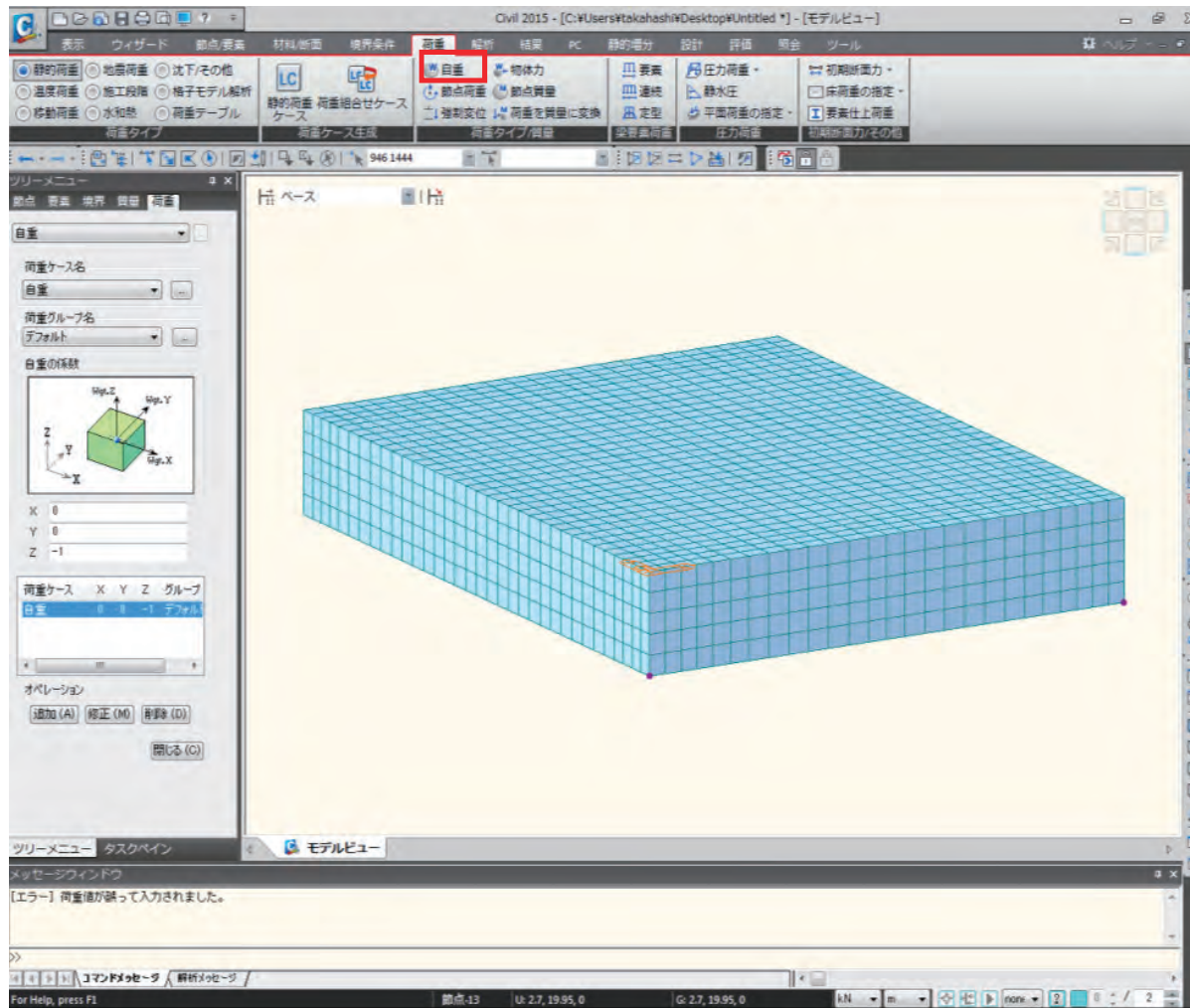


#### 結果 > 荷重組合せ

- 常時
  - 自重 1.00
  - 内容水静水圧 1.00
  - 上載土砂荷重 1.00
- 地震時
  - 地震時土圧 1.00
  - 地震時動水圧 1.00
  - 地震時慣性力 1.00
- 常時+地震時
  - 常時 1.00
  - 地震時 1.00

## 7. 荷重条件

### 3. 自重の設定

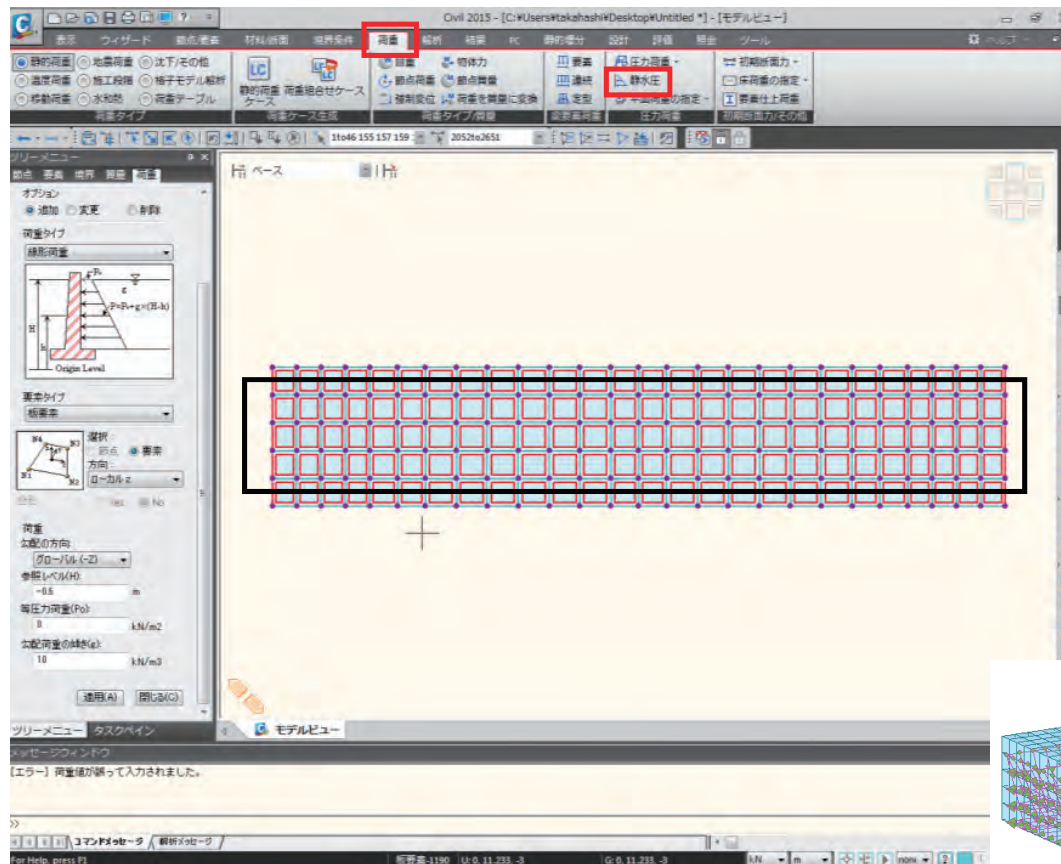


1. 全体アクティブ
2. 荷重>自重
3. 荷重ケース名:自重
4. 自重の係数  
X:0, Y:0, Z:-1
5. 追加

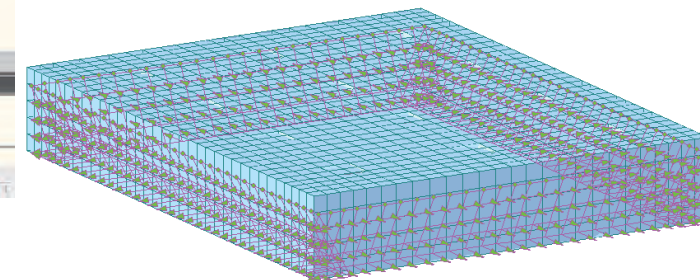
## 7. 荷重条件

### 4. 内容水静水圧の設定

➤ 水位面以下の側壁要素にzの関数で分布荷重を入力



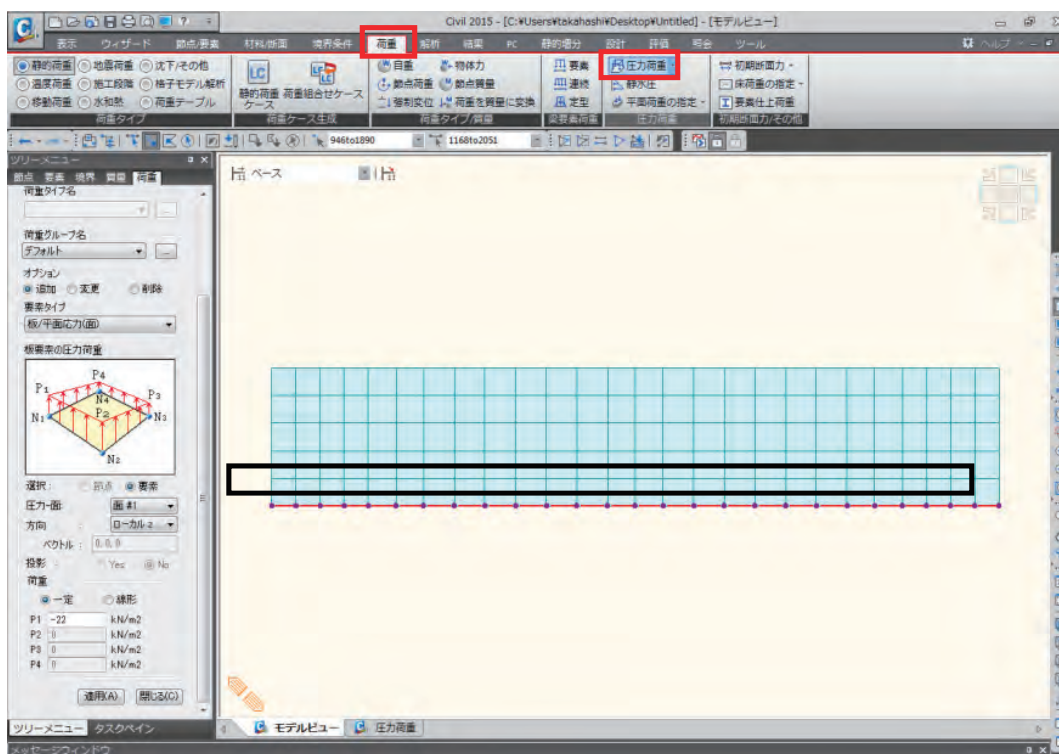
1. 正面を表示
2. 側壁要素を選択
3. 荷重>圧力荷重>静水圧
4. 荷重ケース名:内容水静水圧
5. 要素タイプ:板要素
6. 方向:ローカルz
7. 荷重  
勾配の方向:グローバル(-z)  
参照レベル:-0.6m (水位面高)  
等圧力荷重:0 kN/m<sup>2</sup>  
勾配荷重の傾き:10 kN/m<sup>3</sup>
8. 適用



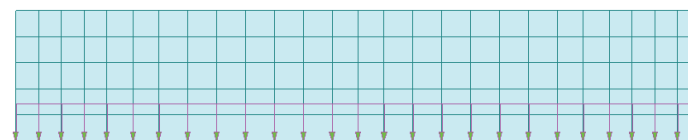
## 7. 荷重条件

### 4. 内容水静水圧の設定

➤底版要素に分布荷重を入力

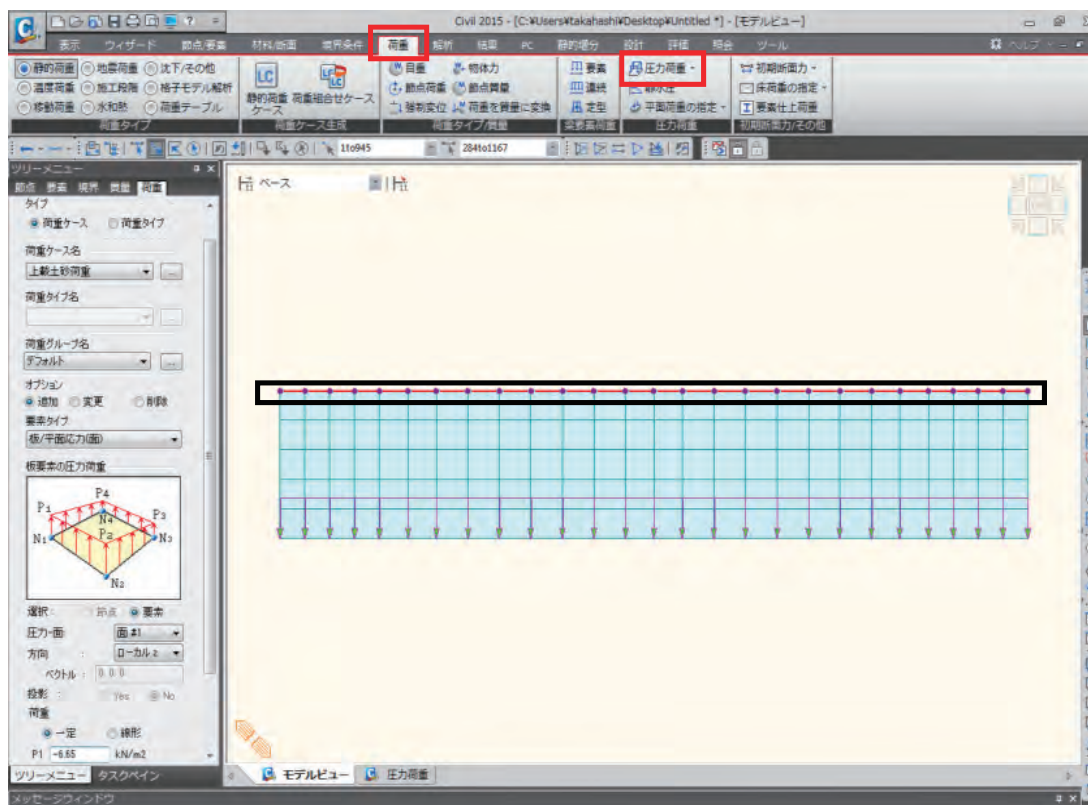


1. 正面を表示
2. 底版要素を選択
3. 荷重>圧力荷重
4. 荷重ケース名:内容水静水圧
5. 要素タイプ:板/平面応力(面)
6. 方向:ローカルz
7. 荷重 一定  
P1:-22 kN/m2
8. 適用

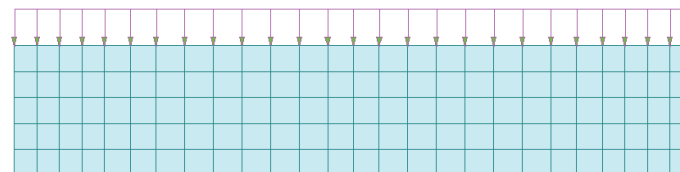


## 7. 荷重条件

### 5. 上載土砂荷重の設定



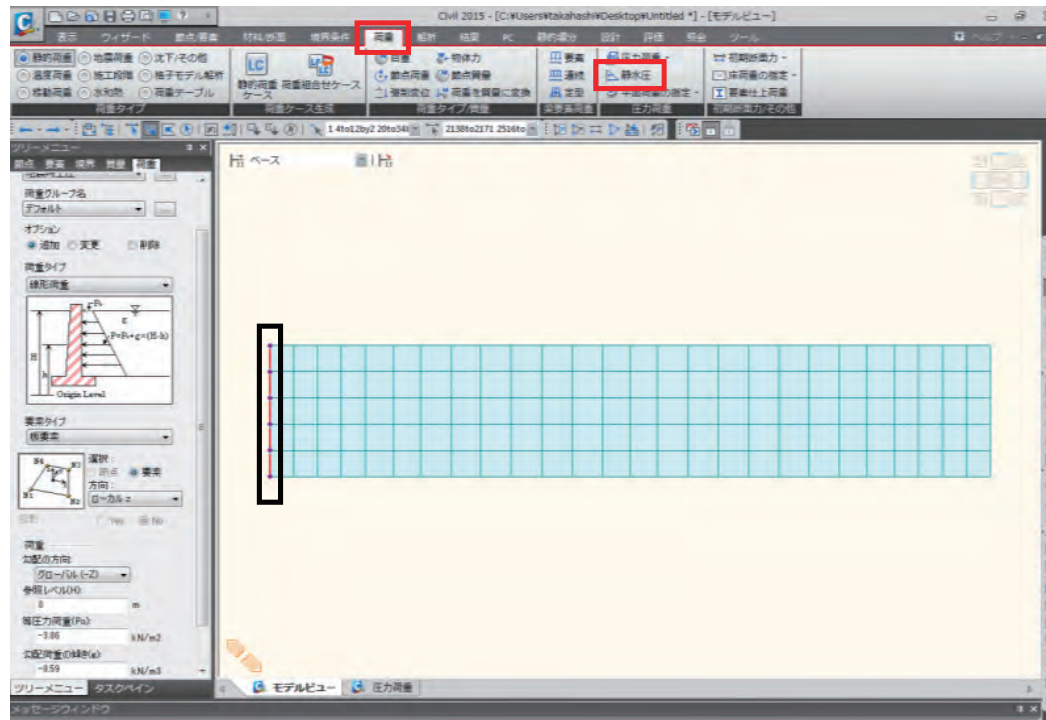
1. 正面を表示
2. 頂版要素を選択
3. 荷重>圧力荷重
4. 荷重ケース名:上載土砂荷重
5. 要素タイプ:板/平面応力(面)
6. 方向:ローカルz
7. 荷重 一定  
P1:-6.65 kN/m2
8. 適用



## 7. 荷重条件

### 6. 地震時主働土圧の設定

▶側壁要素にZの関数で分布荷重を入力



1. 正面を表示
2. 側壁要素の左側のみを選択
3. 荷重 > 静水圧
4. 荷重ケース名: 地震時土圧
5. 要素タイプ: 板要素
6. 方向: ローカルz
7. 荷重  
勾配の方向: グローバル(-Z)  
参照レベル: 0.0 m  
等圧力荷重: -3.86 kN/m<sup>2</sup>  
勾配荷重の傾き: -8.59kN/m<sup>3</sup>
8. 適用

#### ④地震時主働土圧

水道施設指針に示される式により算出

躯体上端部 (土被り0.45m)	3.86 (kN/m <sup>2</sup> )
躯体下端部 (土被り3.45m)	29.63 (kN/m <sup>2</sup> )

$$P(Z) = 8.59Z + 3.86$$

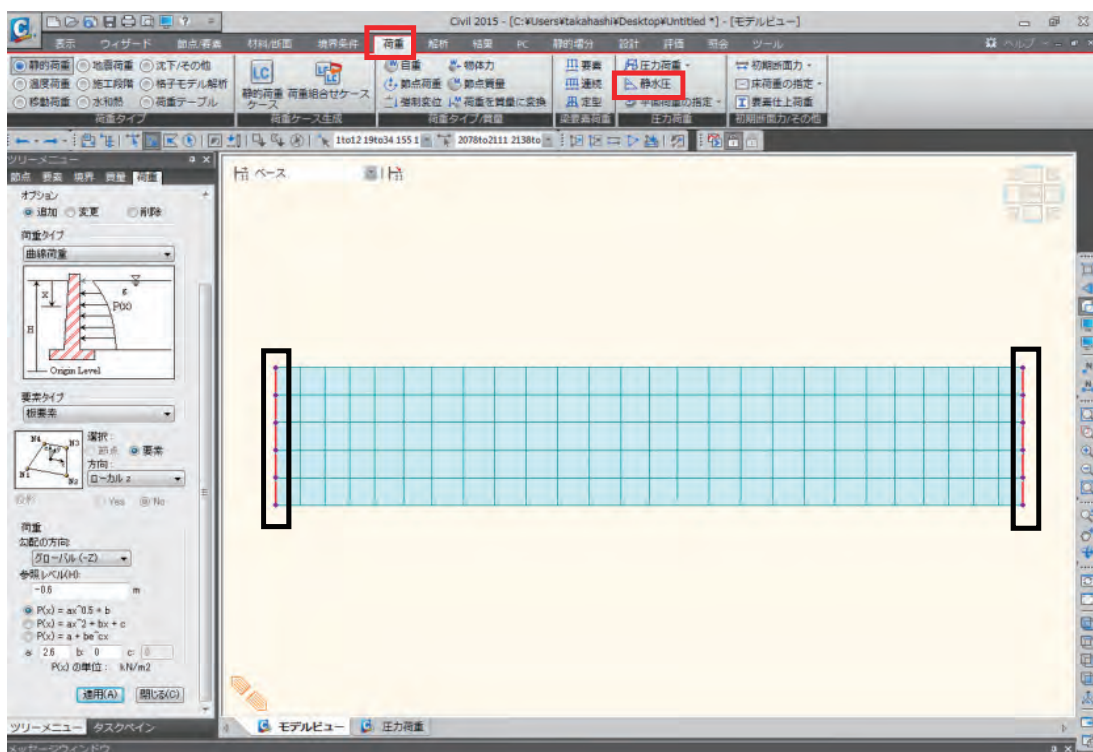
Z : 頂版からの深度(m)



## 7. 荷重条件

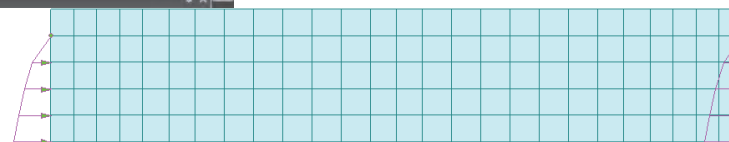
### 7. 地震時動水圧の設定

▶側壁要素にzの関数で分布荷重を入力



1. 正面を表示
2. 側壁要素の左右のみを選択
3. 荷重>静水圧
4. 荷重ケース名:地震時動水圧
5. 荷重タイプ:曲線荷重
6. 要素タイプ:板要素
7. 方向:グローバルX
8. 荷重  
勾配の方向:グローバル(-Z)  
参照レベル:-0.6 m  
 $P(x)=ax^{0.5}+b$   
a:2.6 b:0
9. 適用

⑤内容水による地震時動水圧  
ウエスターガードの式より算出  
$$p(z) = 2.60\sqrt{z} \quad (\text{kN/m}^2)$$
  
z :水深 (m)

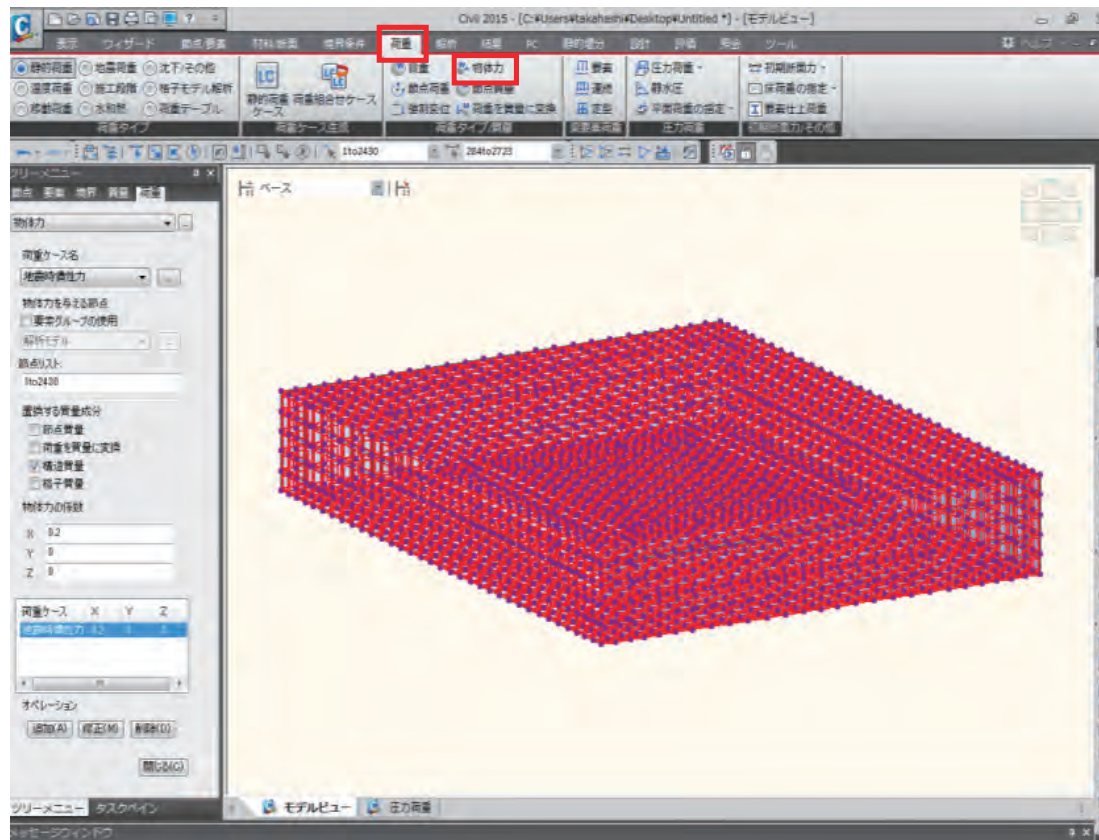




## 7. 荷重条件

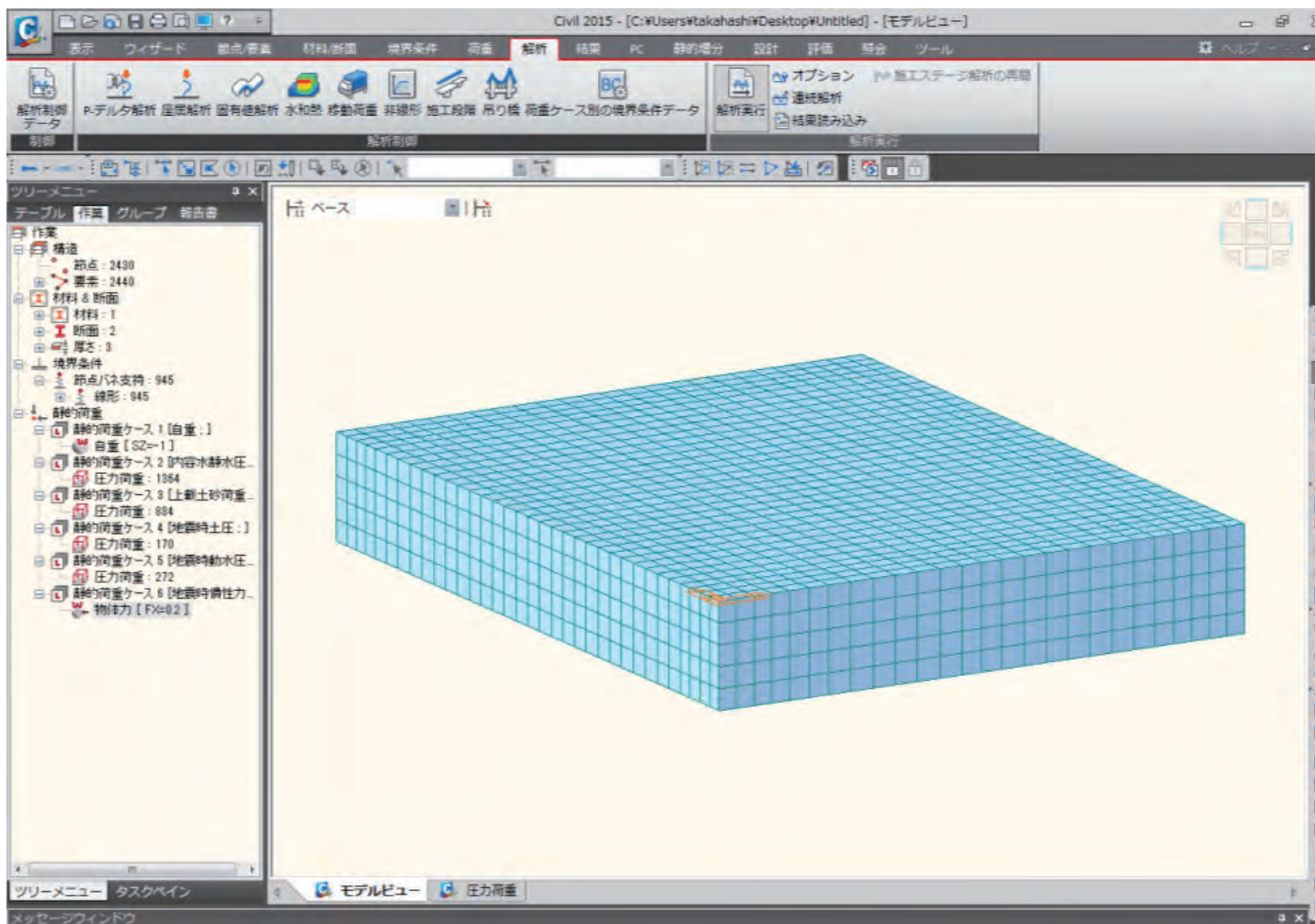
### 8. 地震時慣性力の設定

➤ 節点質量に対して物体力を入力



1. 全てを選択
2. 荷重>物体力
3. 荷重ケース名:地震時慣性力
4. 物体力を与える節点:全節点
5. 置換する質量成分:構造質量
6. 物体力の係数:  
X:0.2 Y:0 Z:0
7. 追加

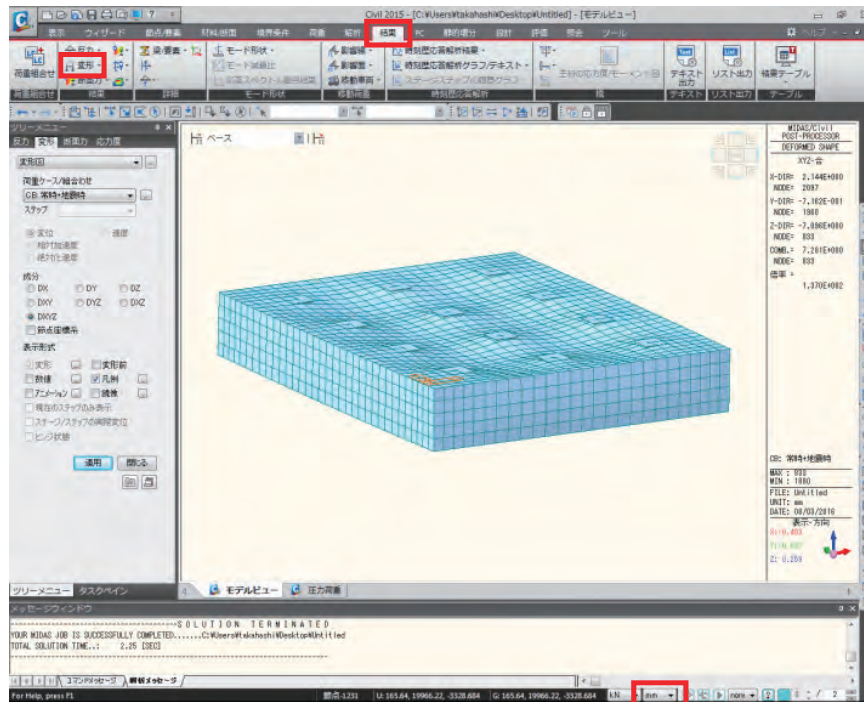
## 8. 解析実行



1. ファイルを保存
2. メインメニュー>解析>解析実行

## 9. 解析結果の処理

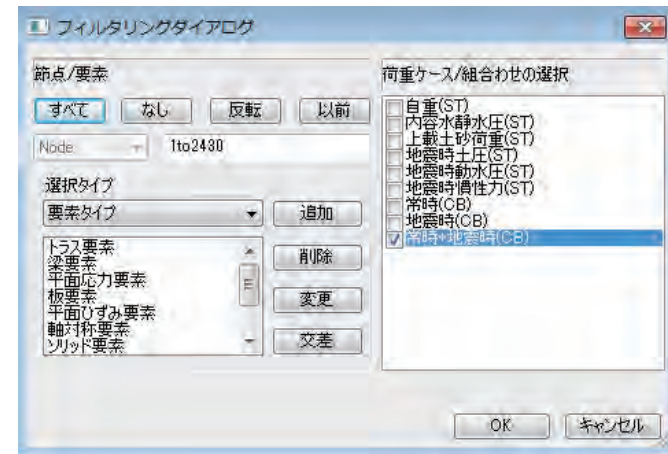
### 1. 変形図の確認



➤長さ: mm

- メインメニュー>結果>変形>変形図
- 荷重ケース: CB:常時+地震時
- 成分: DXYZ
- 表示形式: 凡例オン

- メインメニュー>結果>結果テーブル
- 変位
- 節点:すべて
- 荷重ケース:常時+地震時オン

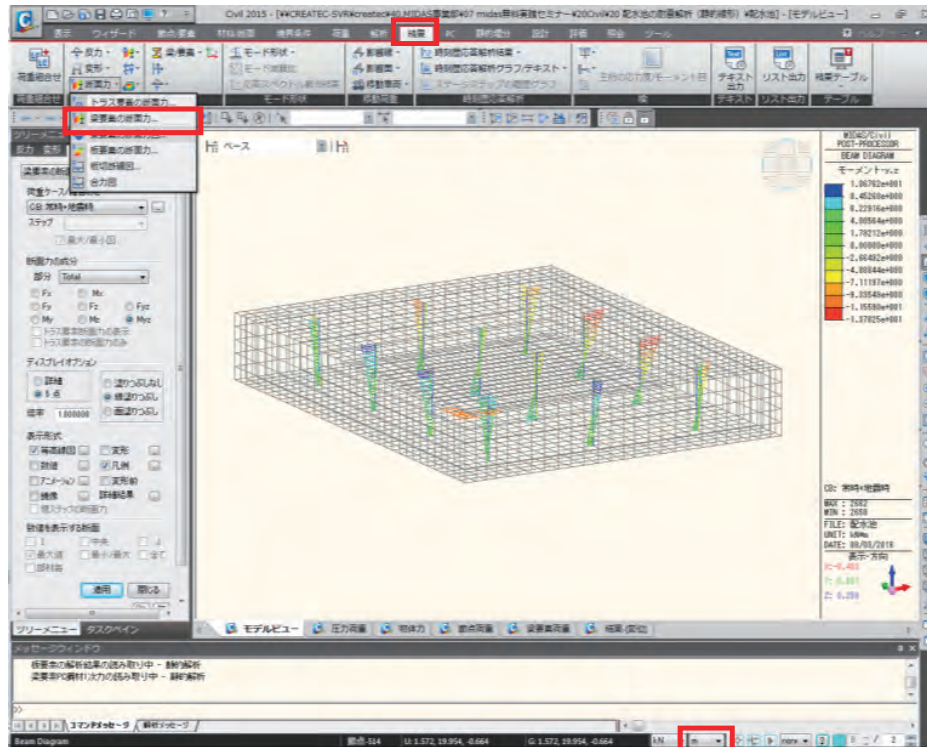


テーブル表示

節点	荷重	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	RX (rad)	RY (rad)	RZ (rad)
1	常時+地	1.621441	0.060849	-2.847779	-0.000054	0.000075	-0.000029
2	常時+地	1.620611	-0.098033	-3.937510	0.000039	0.000057	-0.000022
3	常時+地	1.620920	0.098289	-3.938745	-0.000039	0.000057	0.000022
4	常時+地	1.621579	-0.060255	-2.849022	0.000054	0.000075	0.000029
5	常時+地	1.677223	0.089698	-3.801311	-0.000046	-0.000092	0.000024
6	常時+地	1.677670	-0.051072	-2.958734	0.000041	0.000116	0.000013
7	常時+地	1.734142	0.033191	-3.630730	-0.000019	-0.000098	0.000005
8	常時+地	1.731766	-0.019564	-3.084998	0.000013	0.000156	0.000006
9	常時+地	1.734370	-0.032251	-3.629543	0.000018	-0.000098	-0.000005
10	常時+地	1.731992	0.019786	-3.085369	-0.000013	0.000157	-0.000006
11	常時+地	1.678000	-0.089032	-3.798394	0.000045	-0.000093	-0.000023
12	常時+地	1.678324	0.051432	-2.959580	-0.000041	0.000116	-0.000012
13	常時+地	1.621744	-0.015824	-3.042870	0.000185	0.000076	0.000016

# 9. 解析結果の処理

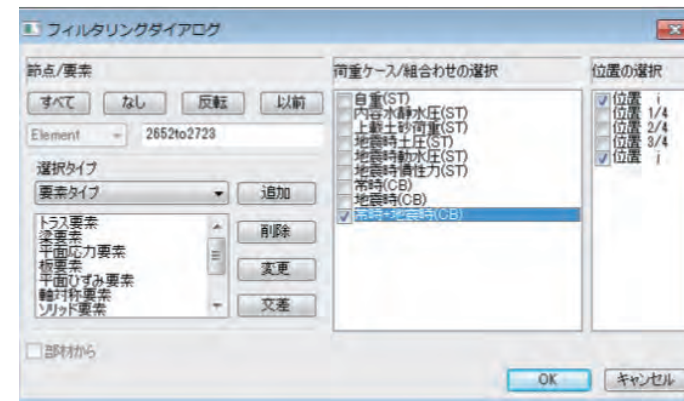
## 2. 梁要素の断面力図の確認



➤長さ:m

- アイソメ図を表示
- メインメニュー>結果>断面力>梁要素の断面力図
- 荷重ケース:CB:常時+地震時
- 断面力の成分:Myz(両方向のモーメント図)
- 表示形式:凡例オン

- メインメニュー>結果>結果テーブル
- 梁要素>断面力
- 要素:すべて
- 荷重ケース:常時+地震時オン



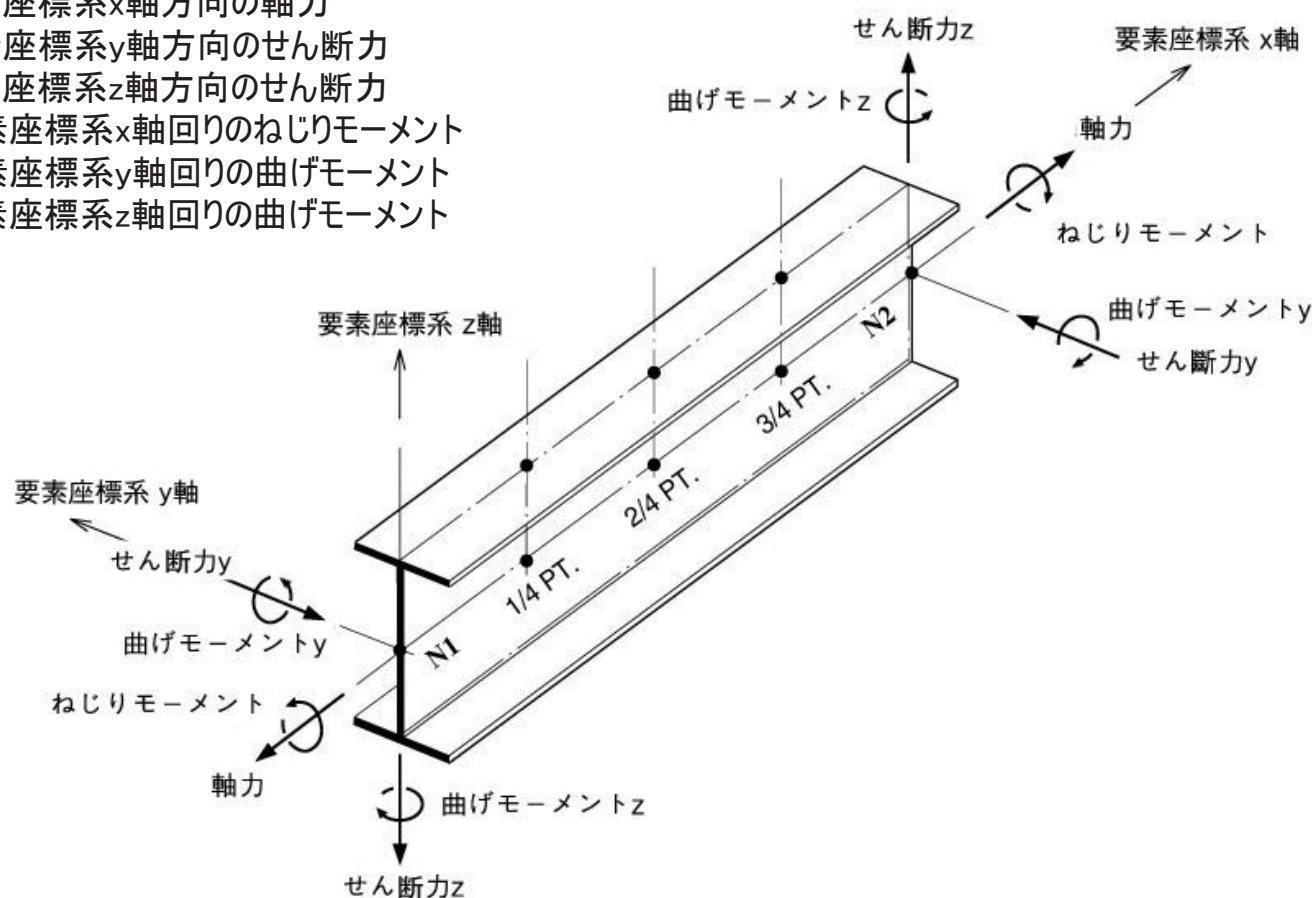
テーブル表示

要素	荷重	位置	軸力 (kN)	せん断-y (kN)	せん断-z (kN)	ねじり (kN*m)	曲げ-y (kN*m)	曲げ-z (kN*m)
2652	常時+地	[148]	-200.47	-1.25	-2.61	0.00	-8.25	-5.23
2652	常時+地	J[2371]	-207.37	-1.25	-2.61	0.00	-7.22	-4.73
2653	常時+地	[151]	-251.06	-4.05	-1.00	0.00	-2.40	-10.75
2653	常時+地	J[2372]	-258.55	-4.05	-1.00	0.00	-2.00	-8.13
2654	常時+地	[154]	-180.97	-3.46	3.02	0.00	6.93	-8.18
2654	常時+地	J[2373]	-189.47	-3.46	3.02	0.00	5.72	-6.80
2655	常時+地	[157]	-247.81	0.59	-8.50	0.00	-13.78	1.31
2655	常時+地	J[2374]	-255.31	0.59	-8.50	0.00	-11.58	1.06
2656	常時+地	[160]	-320.38	1.10	-2.78	0.00	-4.98	3.41
2656	常時+地	J[2375]	-320.47	1.10	-2.78	0.00	-3.87	1.98
2657	常時+地	[163]	-235.63	0.44	3.82	0.00	9.83	1.00
2657	常時+地	J[2376]	-243.13	0.44	3.82	0.00	8.30	0.82
2658	常時+地	[166]	-247.67	-0.58	-8.50	0.00	-13.78	-1.29
2658	常時+地	J[2377]	-255.17	-0.58	-8.50	0.00	-11.58	-1.06
2659	常時+地	[169]	-222.78	-1.08	-2.78	0.00	-4.99	-2.39
2659	常時+地	J[2378]	-230.28	-1.08	-2.78	0.00	-3.88	-1.95
2660	常時+地	[172]	-235.56	-0.44	3.81	0.00	8.82	-0.89
2660	常時+地	J[2379]	-243.06	-0.44	3.81	0.00	8.29	-0.81
2661	常時+地	[175]	-201.51	1.27	-2.63	0.00	-8.33	5.20
2661	常時+地	J[2380]	-209.01	1.27	-2.63	0.00	-7.22	4.73

## 9. 解析結果の処理

### 3. 梁要素の断面力の成分

- $F_x$  : 要素座標系x軸方向の軸力
- $F_y$  : 要素座標系y軸方向のせん断力
- $F_z$  : 要素座標系z軸方向のせん断力
- $M_x$  : 要素座標系x軸回りのねじりモーメント
- $M_y$  : 要素座標系y軸回りの曲げモーメント
- $M_z$  : 要素座標系z軸回りの曲げモーメント

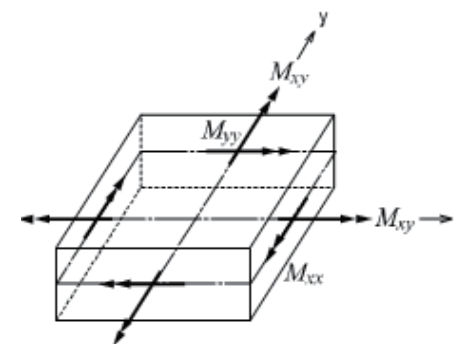
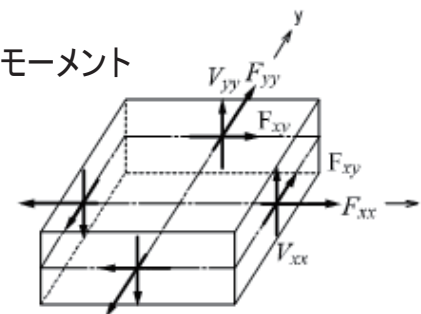




## 9. 解析結果の処理

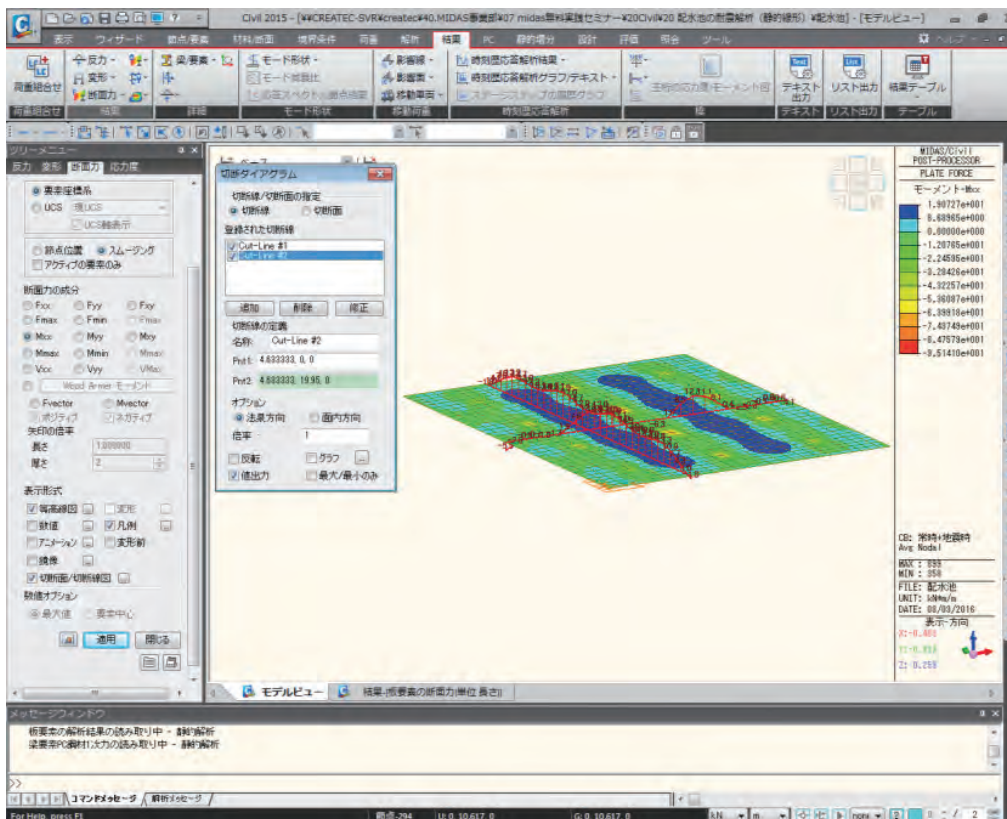
### 5. 板要素の断面力の成分

- $F_{xx}$  : 要素座標系またはユーザー座標系x軸方向の単位幅当たりの軸力
- $F_{yy}$  : 要素座標系またはユーザー座標系y軸方向の単位幅当たりの軸力
- $F_{xy}$  : 要素座標系またはユーザー座標系のx面及びy面に対する単位幅当たりの面内せん断力
- $F_{max}$  : 単位幅当たりの最大主軸力(Maxium Principle Force)
- $F_{min}$  : 単位幅当たりの最小主軸力 (Minium Principle Force)
- $F_{Max}$  : 絶対値が最大となる単位幅当たりの主軸力(Maxium Principle Force)
- $M_{xx}$  : 要素座標系またはユーザー座標系x軸方向の単位幅当たりの曲げモーメント
- $M_{yy}$  : 要素座標系またはユーザー座標系y軸方向の単位幅当たりの曲げモーメント
- $M_{xy}$  : 要素座標系またはユーザー座標系のx面及びy面に対する単位幅当たりのねじりモーメント
- $M_{max}$  : 単位幅当たり最大主曲げモーメント(Maxium Principle Moment)
- $M_{min}$  : 単位幅当たり最小主曲げモーメント (Minium Principle Moment)
- $M_{Max}$  :  $M_{max}$ と $M_{min}$ 中で、絶対値が最大となる単位幅当たりの主曲げモーメント
- $V_{xx}$  : 要素座標系またはユーザー座標系のx面に対する単位幅当たりの面外せん断力
- $V_{yy}$  : 要素座標系またはユーザー座標系のy面に対する単位幅当たりの面外せん断力
- $V_{Max}$  :  $V_{xx}$ と $V_{yy}$ 中で、絶対値が最大となる単位幅当たりの面外せん断力
- $F_{vector}$  : 板要素の中心点で、軸力に対する主軸方向と最大、最小値を表示
- $M_{vector}$  : 板要素の中心点で、モーメントに対する主軸方向と最大、最小値を表示

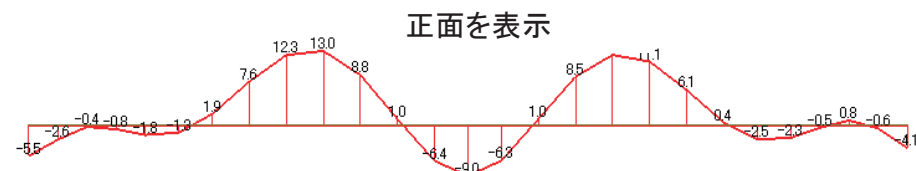


## 9. 解析結果の処理

### 6. 板要素の断面力の切断線図



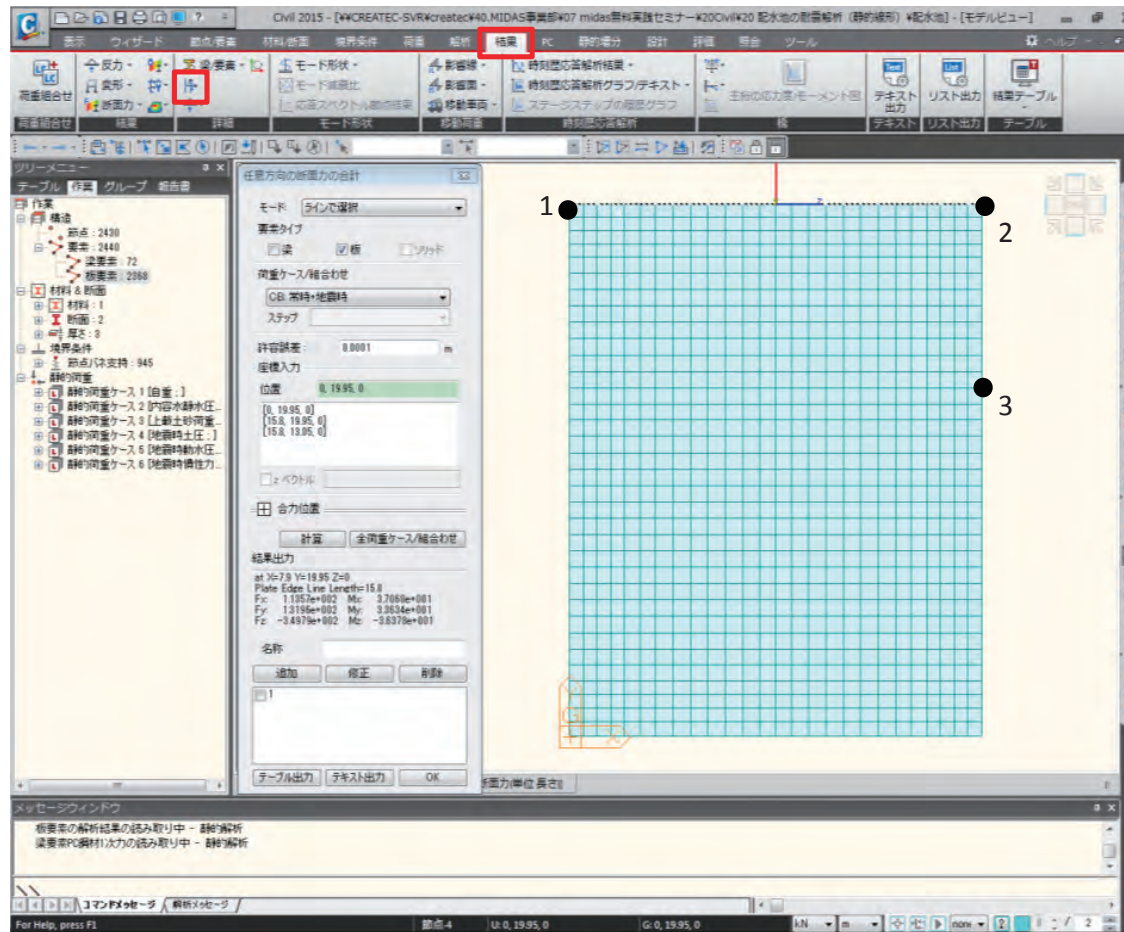
1. 頂版のみをアクティブ
2. アイソメ図を表示
3. 板要素の断面力
4. 荷重ケース: CB:常時+地震時
5. スムージングを選択
6. 断面力の成分: Mxx
7. 表示形式: 凡例オン
8. 切断面/切断線図 [...] をクリック
9. 切断ダイアグラムが出てくる
10. 任意の2点を順に選択
11. 追加
12. 最大/最小のみ オフ
13. 切断ダイアグラムを閉じる
14. 切断面/切断線図 オン
15. 適用





## 9. 解析結果の処理

### 7. 板要素の断面力の合計



1. 頂版のみをアクティブ
2. 上部を表示
3. 結果>任意方向の断面力の合計
4. 板要素の縁端をラインで選択
5. 荷重ケース: 常時+地震時
6. 座標入力  
位置のボックスをアクティブにし  
要素辺を2点クリックし、軸方向を  
決めるため3点目をクリック。
7. 計算
8. 計算出力に結果が出力
9. 名称を付けて追加すれば  
テキスト出力可能

## 9. 解析結果の処理

### 8. 断面照査

- 基準に応じた照査を使用し解析結果から照査を行って下さい。

