

2019 MIDAS
CONSTRUCTION TECHNICAL
EDUCATION SEMINAR

斜め組杭栈橋の 地震時の安全性照査

MIDAS

WE WILL CHANGE THE WORLD

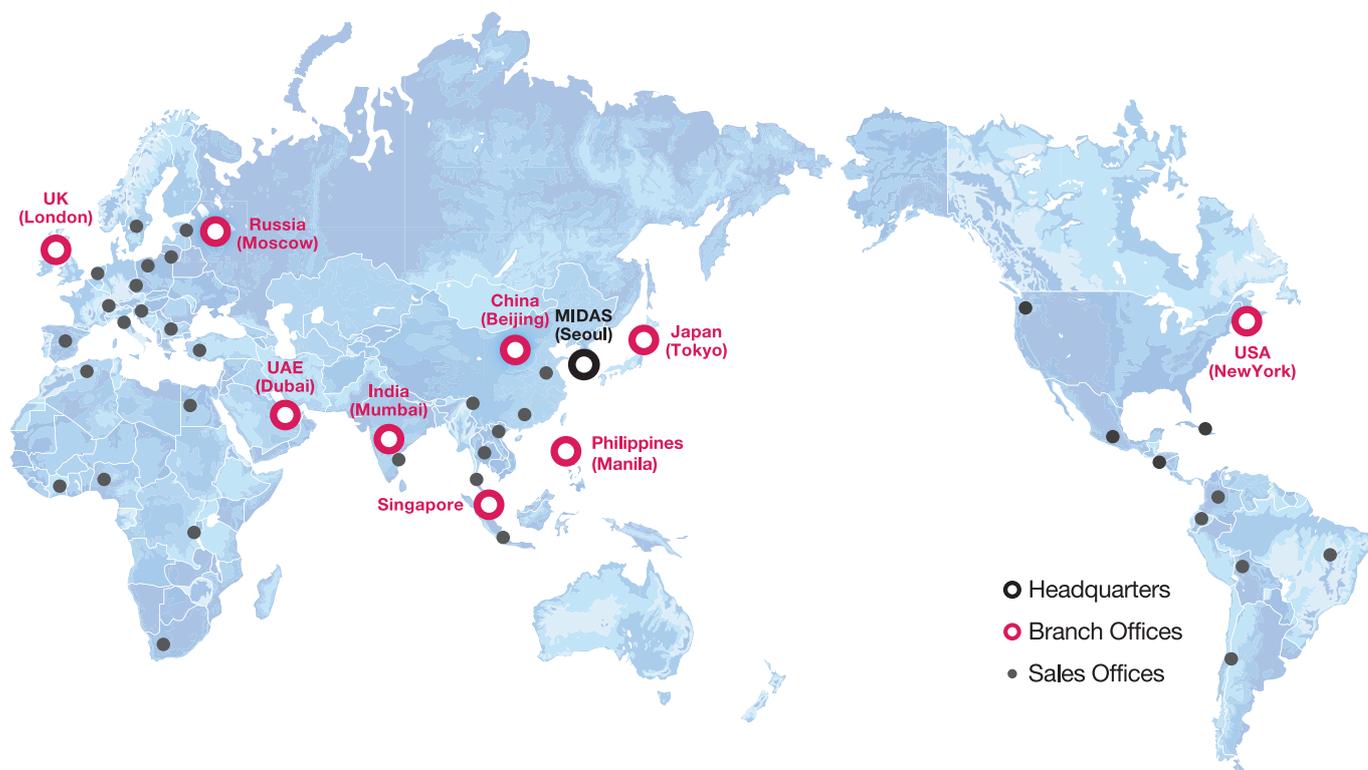
The World's Best
Total Engineering Solution
Provider & Service Partner

建設業界 **No.1**

現地法人 **9**

海外代理店 **35**

輸出国 **110**



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。

1989年から活動を開始し、2000年9月にマイダスイティを設立、現在は約600名の世界的な専門技術者を保有し日本、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、フィリピンの現地法人や35ヶ国の代理店などの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企業として成長しました。

MIDAS IT JAPAN

マイダスイティジャパンは、マイダスイティの日本法人です。

2008年に建築工学技術用ソフトウェアの普及からスタートし、現在は土木/地盤/機械の分野まで事業を拡張しています。日本国内では1,300社6,500ライセンスが使用されており、建築分野から土木/地盤分野(橋梁、トンネル、地下構造物、土構造物等)、機械分野(自動車、精密機器、医療等)にかけて、多分野で活用されるまでに成長しました。

PRODUCT HISTORY



midas Civil

斜め組杭栈橋の地震時の安全性照査

2018年6月12日(水)



Contents

- 01. midas Civil機能概要**

- 02. 斜め組杭栈橋の体験操作
 - 2次元モデルの解析データ作成
 - レベル1・2地震動に対する安全性照査

midas Civil 機能概要



1 土木分野の汎用構造解析プログラム

“静的解析から高度な解析まで、あらゆる解析に対応”

3D 自動メッシュ生成

材料非線形解析

非線形時間履歴解析

ケーブル橋梁解析

Rail-track Analysis

耐震性能評価

動的境界非線形解析

PSC 橋梁設計統合ソリューション

水和熱解析

構造検討報告書出力

立体フレーム解析

立体格子解析(活荷重)

プッシュオーバー解析

ファイバー要素

FEM解析(材料非線形、幾何非線形)

動的非線形解析

座屈/固位値解析

時間依存(クリープ、乾燥収縮)

非線形動的+幾何非線形同時考慮可能

midas Civil 機能概要

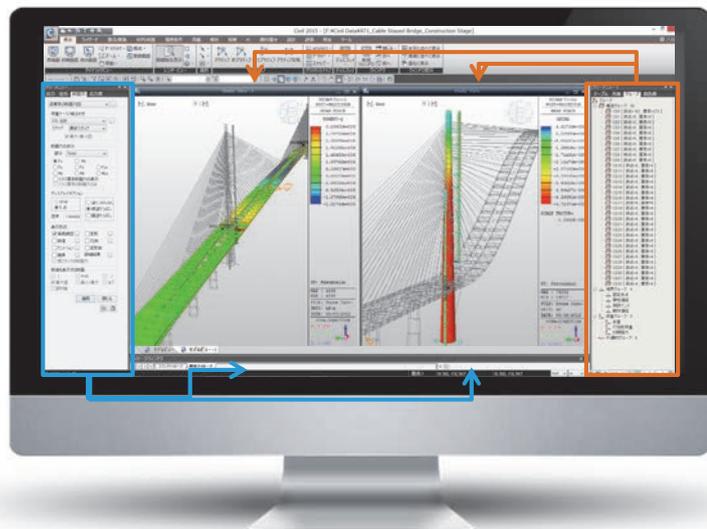


2 直観的な作業環境

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

- **ワークツリーによる作業内容確認**
- **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、自由境界/面のチェック
 - ・ 要素座標系の不具合チェック
- **マルチウィンドウによる作業効率性アップ**
 - ・ 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



midas Civil 機能概要



3 優れた計算性能

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

● 64ビット対応のプリポストとソルバー

- ・ GPUソルバー『グラフィック・アクセラター』に対応

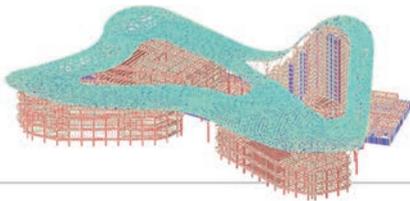
● 使用できるメモリの制限がない。

- ・ 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	計算時間
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	計算時間
Civil 32-bit	Out of Memory
Civil 64-bit	13663.80 秒

↓ 解析可能



midas Civil 機能概要



4 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

● 変形図、分布図、コンター表示

- ・ 断面力や応力度のコンター表示
- ・ 変形図+コンター図+分布図表示

● 結果アニメーション

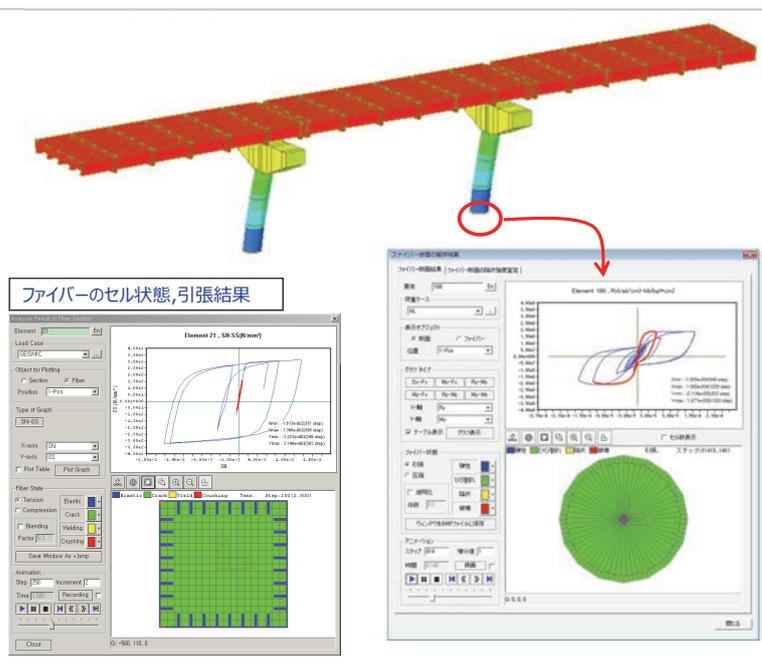
- ・ アニメーション再生、AVIファイルに保存

● 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



midas Civil 機能概要

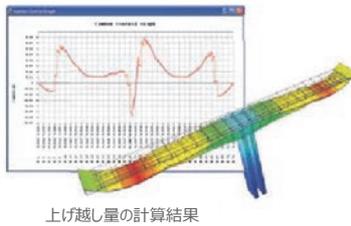
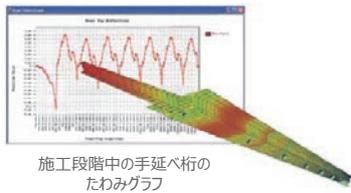


製品の適用分野

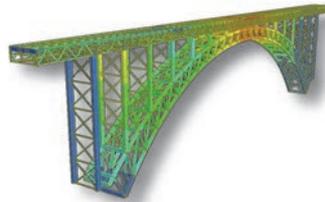
- 一般的な橋梁 - 桁橋、ラーメン橋など
- ケーブル橋 - 斜張橋、エクストラードード橋、吊橋
- PC架設橋梁 - 張出工法、押出工法、固定支保工工法など
- 3次元性を考慮すべき橋梁 - ランプ橋、斜橋、曲線橋など
- インテグラル橋
- 骨組系の構造 - 2次元断面構造、杭など
- 壁構造系の構造 - 上下水道施設、トンネル覆工など
- マスコンクリート - 3次元ソリッド、温度応力検討

製品の適用事例

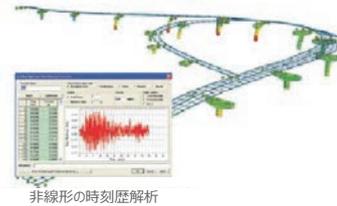
■ 架設時の安全性検討



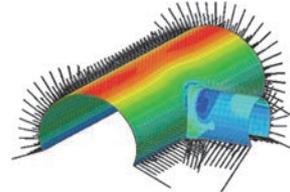
■ ファイバーを使ったアーチ橋の耐震解析



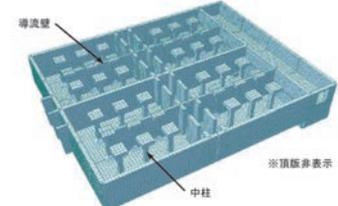
■ 免振橋の耐震解析



■ トンネル覆工の構造解析



■ 上下水道施設の耐震解析



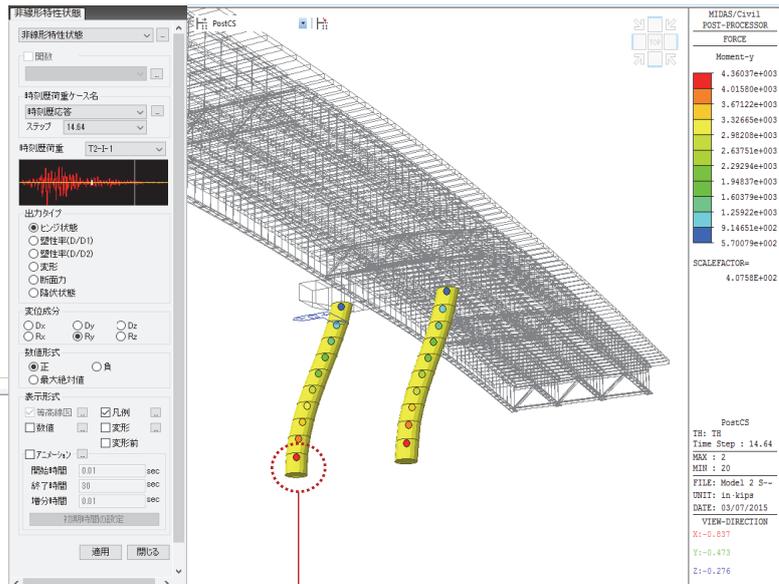
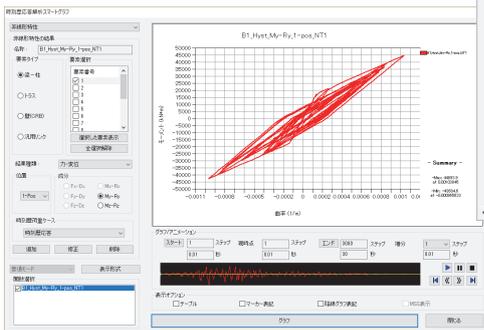
midas Civil 機能概要



耐震分野でどのように活用できるか？

■ Pツォオーバー・動的非線形解析

- ・ 非線形部材
 - 梁要素・トラス要素 (M-φ、ファイバー)
 - 非線形バネ
- ・ RC, スチール, SRC部材に対応
- ・ 直接積分法、減衰マトリックスの更新
- ・ 大変形の考慮「幾何剛性を適用」
- ・ 免制震：ダンパー、免震装置、ギャップ、フック
- ・ 損傷状態の出力「非線形状態、履歴グラフなど」



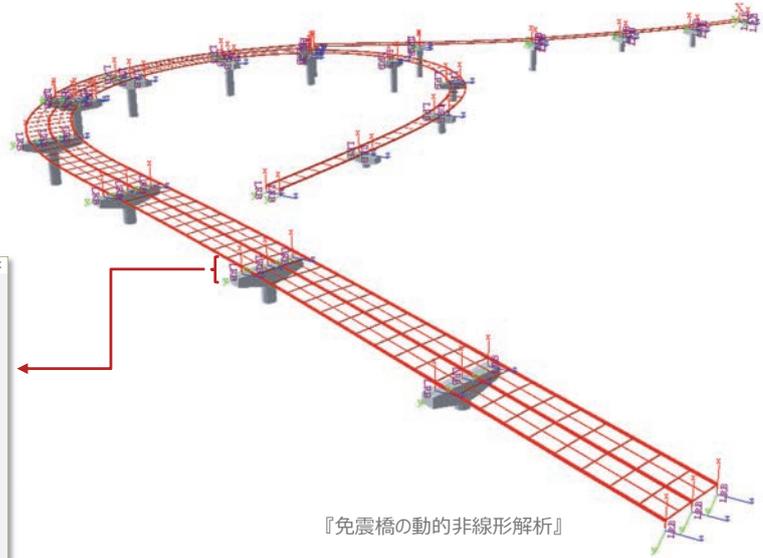
midas Civil 機能概要



耐震分野でどのように活用できるか？

■ 境界非線形解析

- ・ 免制震：ダンパー、免震装置、ギャップ、フック
 - 粘性・オイルダンパー
 - 粘弾性ダンパー
 - 鋼材ダンパー
 - 免震用履歴型ダンパー(MSS)
 - 免震支承材(MSS)
- ・ 損傷状態の出力「非線形状態、履歴グラフなど」



『免震橋の動的非線形解析』

非線形グラフ

剛性 (k) kN/m

降伏強度 (Fy) kN

降伏後の剛性低下率 (r)

履歴曲線のラスマーク (a)

履歴曲線のラスマーク (b)

a: alpha b: beta |a| + |b| = 1.0

$$f = r \cdot k \cdot d + (1 - r) F_y \cdot z$$

$$z = \frac{F_y}{k} [1 - |a| \cdot \text{sign}(d \cdot z) + \beta] d$$

OK 閉じる

『積層ゴム装置のせん断方向のバネ特性』

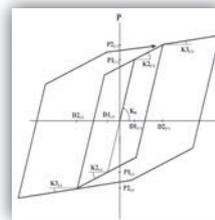
midas Civil 機能概要



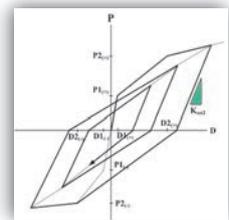
耐震分野でどのように活用できるか？

■ 構造物と地盤の相互作用『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
- **非線形リンク**：汎用リンク、面分布バネ
 - 弾塑性モデル：非線形梁と同じ履歴特性が使用、RO/HDモデル
 - マルチリニア型の弾塑性：弾性 / 移動硬化 / 武田型 / Pivot型



『移動硬化型モデル』



『修正武田型モデル』

非線形特性：マルチリニア・弾性移動硬化

タイプ
 両方 引張専用 圧縮専用

マルチリニアのカと変位関係

カ	変位 (D)	力 (F)
6	-1.40000	-216.00000
7	-0.70000	-160.00000
8	-0.25000	-86.00000
9	-0.12000	-48.00000
10	0.00000	0.00000
11	0.12000	48.00000
12	0.25000	86.00000
13	0.70000	160.00000
14	1.40000	216.00000
15	2.30000	253.00000
16	3.45000	279.00000
17	4.75000	289.00000
18		

倍率： 変位 力

初期剛性
 (+) in*kip
 (-) in*kip

スケルトン曲線

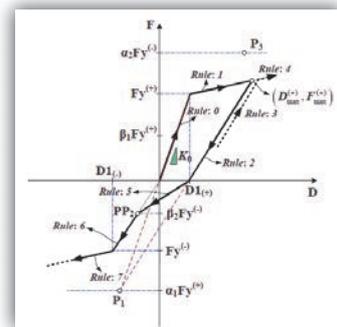
弾性進行段階
 D1/D1 D1/D2

ヒンジ状態
 レベル (+) (-)

1	0.5	0.5
2	1	1
3	2	
4		
5		

OK キャンセル(C)

『杭-地盤の相互作用を考慮』



『Pivot型モデル』

Contents

01. midas Civil機能概要

02. 斜め組杭栈橋の体験操作

- 2次元モデルの解析データ作成
- レベル1・2地震動に対する安全性照査

体験操作

概要

● 解析モデル

- 栈橋(梁：線形、非線形)
- 地盤(バネ：線形、非線形)

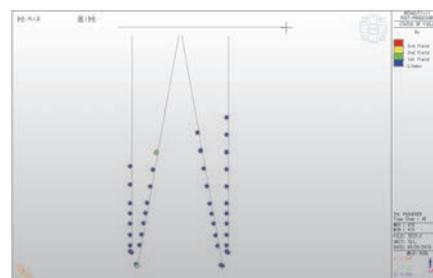
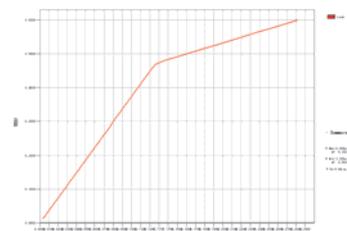
● 荷重及び境界条件

- 荷重条件
 - ①レベル1：自重、載荷重
 - ②レベル2：水平力
- 杭端支持条件
 - ①レベル1：ピン
 - ②レベル2：非線形支持バネ

● 結果評価

- 変位結果
- 断面力結果
- (レベル1) 杭の応力、支持力照査
- (レベル1) 杭の損傷状態

斜め組杭栈橋の耐震解析



画面構成と操作方法



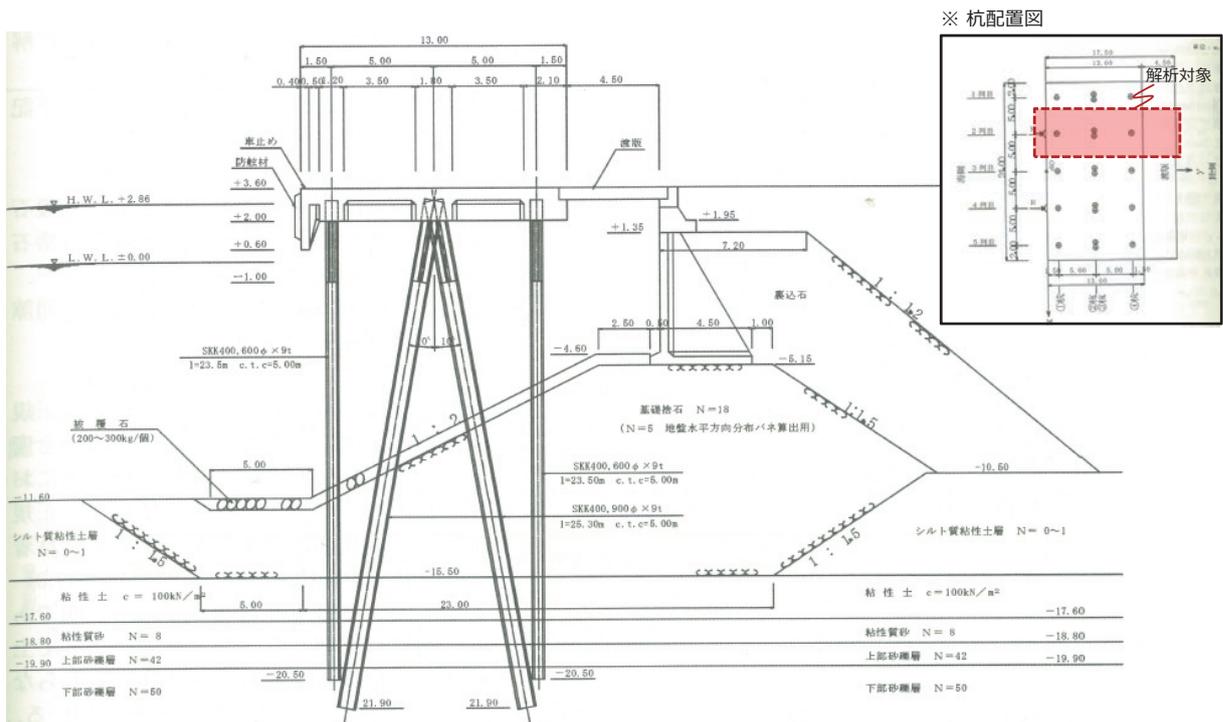
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・中ボタン : モデル移動 ・中ボタンスクロール : モデル拡大、縮小 ・Ctrl + 中ボタン : モデル回転 | <ul style="list-style-type: none"> Ctrl+A : ウィンドウフィット Ctrl+Y : やり直し Ctrl+Z : 元に戻す [Esc]キー : 閉じる [Enter]キー : 適用 |
|--|---|

13

モデル概要

■ 解析モデル

: 下図に示す栈橋の2列目杭列(作用分担幅B=5m)を取り出し、2次元骨組解析を用いて構造検討を行う。



※ 港湾技術研究センター「港湾構造物の設計事例集」より

14

解析条件

■ 地盤条件

地層	深度(m)	N値	単位体積重量 (kN/m ³)	C (kN/m ²)	Φ (°)	地盤反力係数 (kN/m ³)	in batter ※ (kN/m ³)	out batter ※ (kN/m ³)	受働土圧 上限値 (kN/m ²)
基礎捨石	-10.5~-15.5	5	18.0 (γ'=10.0)	-	40.0	5400	7236	3996	369.8
粘性土	-15.5~-17.6	8	17.0 (γ'=7.0)	100.0	-	8640	-	-	397.4
粘土質砂	-17.6~-18.8	8	18.0 (γ'=10.0)	-	32.9	8640	-	-	391.5
上部砂礫層	-18.8~-19.9	42	18.0 (γ'=10.0)	-	42.3	45360	-	-	486.1
下部砂礫層	-19.9~-21.9	50	18.0 (γ'=10.0)	-	45.0	54000	-	-	542.7

■ 部材諸元

※ 基礎捨石層では、杭の傾斜角を考慮して、地盤反力係数を調整

1. 上部工

部 材	断 面	材 料
上部工	H 1.6 × B 0.9 (m)	Fc24

2. 杭諸元

1) 腐食代 tc

- 杭頭部 (-1.00m以浅) : 0.0mm
- 水中部 (-1.00m~海底面) : 0.5mm
- 杭頭部 (海底面以深) : 1.5mm

2) 杭諸元

部 材	断 面	材 料
直杭	600Φ × 9t	SKK400
斜杭	900Φ × 9t	SKK400

※ 本例題では腐食代を考慮して、水中部と土中部の杭剛性を元の剛性に対して其々94%、83%に低減させる。

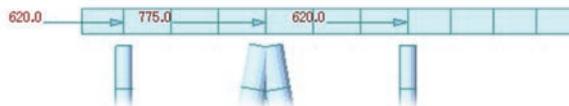
15

解析条件

■ 荷重条件

部 材	作用強度ω (kN/m ²)	負担幅 B(m)	鉛直荷重(kN/m)
上部工床版	21.00	5.0	105.0
渡版	14.26	5.0	71.3
載荷重	10.00	5.0	50.0
杭自重	単板体積重量 77.0(kN/m ³) を「自重」機能を利用して、分布載荷		

- レベル1 照査用深度 : 0.18
- レベル2 : 設計震度1.0の時の「上部工自重」、「載荷重 (栈橋部)」を床版の杭頭位置に漸増的に載荷(Kh=0.6まで)



■ 境界条件

1. レベル1用

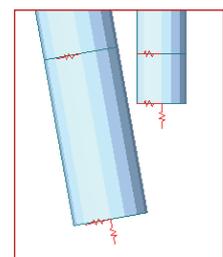
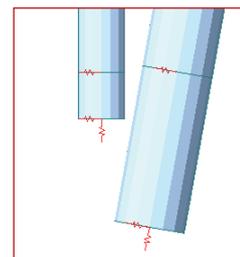
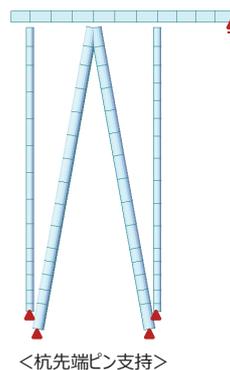
- 杭先端 : ピン支持
- 渡版 : ローラー支持

2. レベル2用

- 杭先端 : 弾塑性バネ
- 渡版 : ローラー支持

3. 横方向地盤バネ

- 1) レベル1 : 弾性バネ(面分布バネ)
- 2) レベル2 : 弾塑性バネ



<杭先端ピン支持>

<杭先端支持バネ>

16

解析条件

4. レベル2用の弾塑性地盤バネ

1) 杭先端支持バネ (完全バイリニア型)

部 材	剛性(KN/m)	上限値(kN)	
		押込降伏点	引抜
直杭-①杭	123679	2537.4	979.3
斜杭-②杭	168066	4660.9	1930.6
斜杭-③杭	167994	4789.3	2066.3
斜杭-④杭	124799	2799.2	1149.5

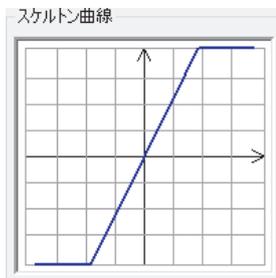
2) 横方向地盤バネ (完全バイリニア型)

- $K_{cdk} = 2 \times 1500N(kN/m^3)$

- 横方向地盤反力の上限値は受働抵抗の上限値とする (※解析条件の地盤条件表を参照)

■ 杭の非線形特性

- 下表に示すように全塑性モーメントを上限値とする弾塑性型とする



17

01 新規プロジェクトの開始

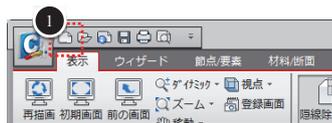
手順

ファイルの保存

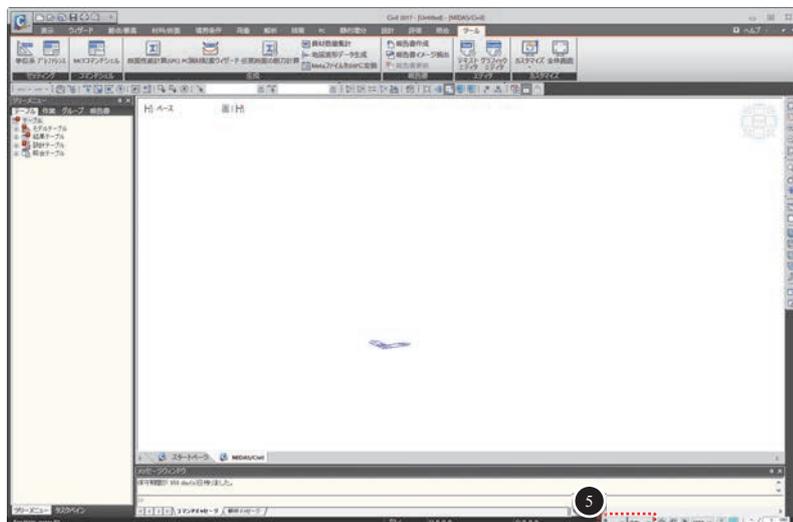
- ① 新規プロジェクト  をクリック
- ② ファイル > [保存]
- ③ ファイル名: [jetty-L1.mcb]
- ④ [OK] ボタンをクリック

単位系及びスナップの設定

- ⑤ 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。



プログラムを起動すると「スタートページ」が表示されます。
そこで、「新規プロジェクト」をクリックするとモデルビューが開きます。

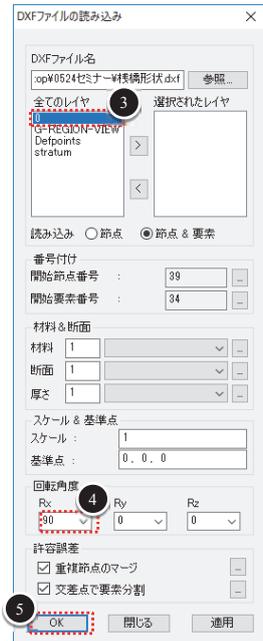
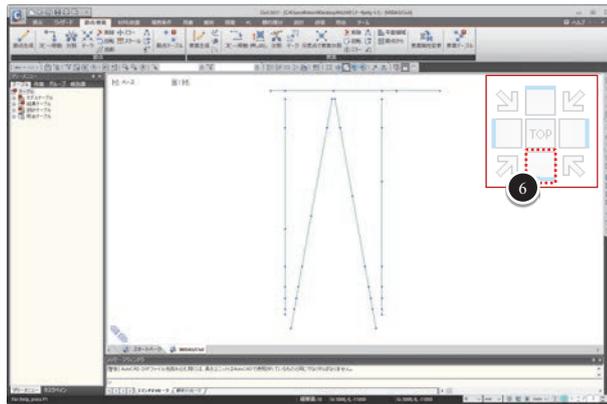
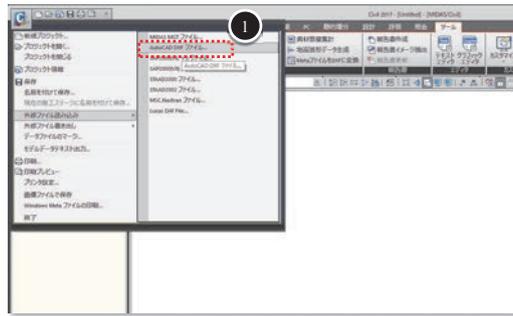


18

02 栈橋形状の読み込み

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...]
- 2 本資料が入っているチュートリアルフォルダの [栈橋形状.dxf] を開く
- 3 全てのレイヤ から “0” を選択し、
> クリックして、“選択したレイヤ” に移動
- 4 回転角度: “Rx : 90”
- 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 “正面” ボタンをクリック



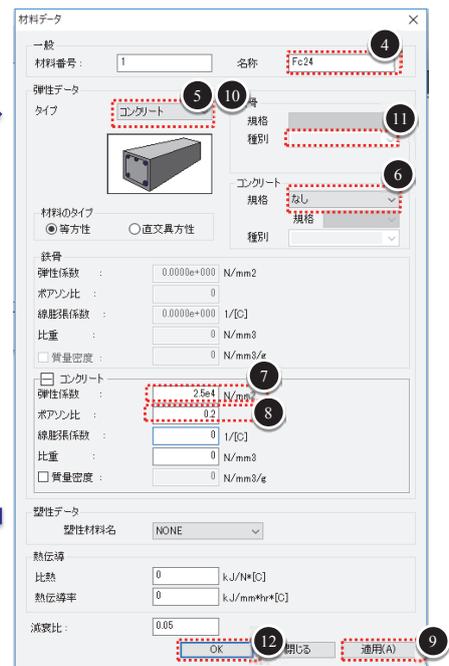
19

03 材料の定義

構造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 名称: “Fc24”
- 5 タイプ: “コンクリート”
- 6 規格: “なし”
- 7 弾性係数: “2.5e4”
- 8 ボアソン比: “0.2”
- 9 [適用] ボタンをクリック
- 10 タイプ: “鉄骨” に変更
- 11 種別: “SKK400”
- 12 [OK] ボタンをクリック



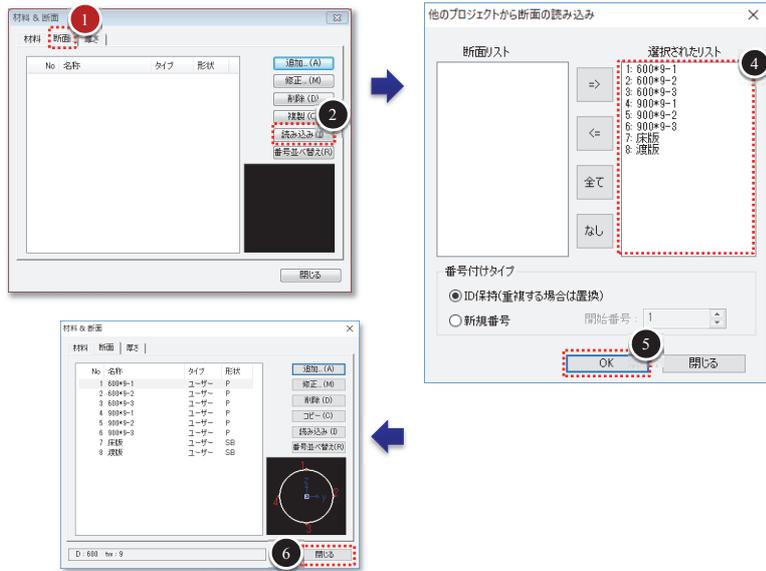
20

04 断面の定義

既存データを開いて、断面データを読み込みます。

手順

- 1 [断面]タブを選択
- 2 [読み込み] クリック
- 3 "Section.mcb" を選択
- 4 "選択されたリスト" に8個の断面が入っていることを確認
- 5 [OK] ボタンをクリック
- 6 [閉じる] ボタンをクリック



※

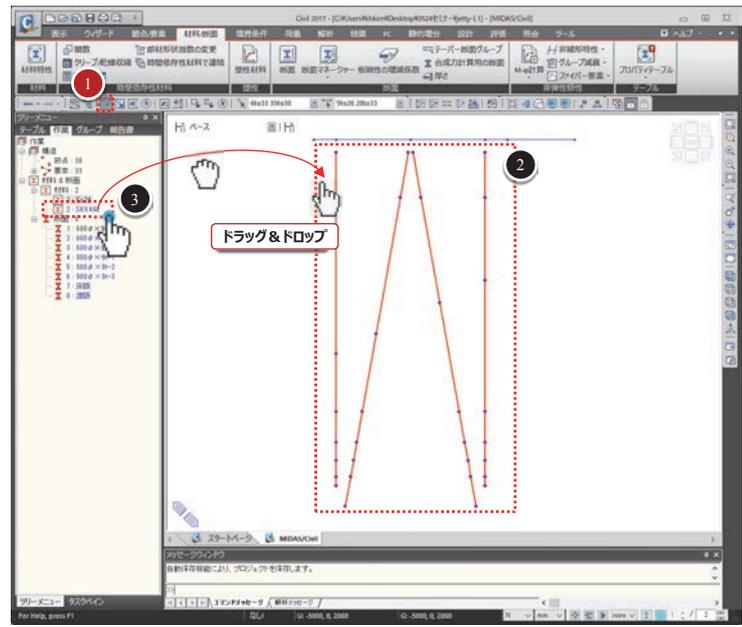
部材番号	名称	タイプ	形状	寸法
1	600*9-1	ユーザー	パイプ断面	600D × 9tw
2	600*9-2	ユーザー	パイプ断面	600D × 9tw
3	600*9-3	ユーザー	パイプ断面	600D × 9tw
4	900*9-1	ユーザー	パイプ断面	900D × 9tw
5	900*9-2	ユーザー	パイプ断面	900D × 9tw
6	900*9-3	ユーザー	パイプ断面	900D × 9tw

05 杭材料の割当

材料や断面を該当部材に割り当てます。

手順

- 1 アイコンツールバーの“単一選択/解除” クリック
- 2 作業画面上の4本の杭を囲んで選択
- 3 作業ツリーの [材料&断面> 材料> SKK400] をクリックしたまま、マウスを作業画面上に持っていき、マウスを放す (ドラッグ&ドロップ)



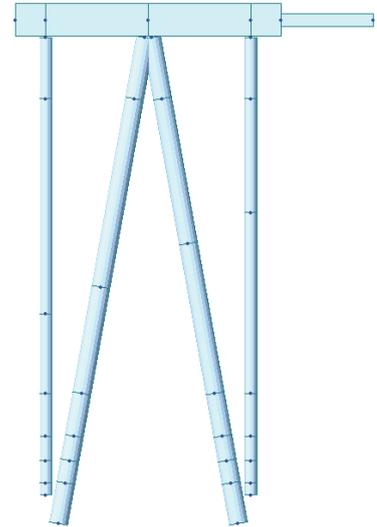
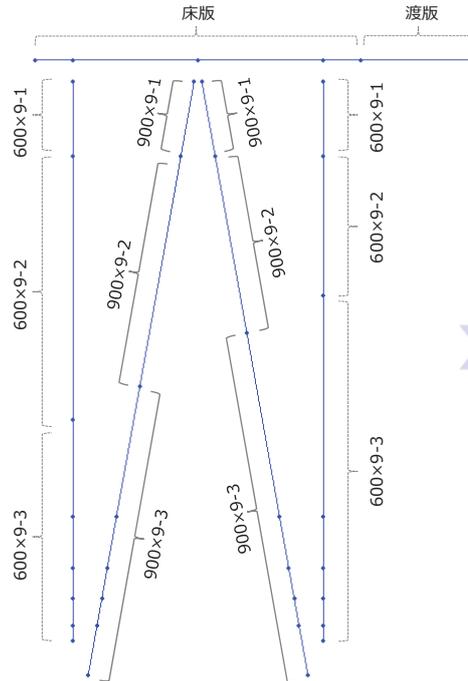
*1 選択した対象に材料を割り当てる際、必ずしも選択した部材の上にマウスをドラッグする必要はありません。材料を割り当てる部材が選択されていれば、作業画面上のどの位置にドラッグ&ドロップしても構いません。

06 部材断面の割当

材料や断面を該当部材に割り当てます。

手順

- 1 右図を参照しながら、作業ツリーの【材料&断面>断面】に対して該当の断面を割り当てる
- 2 メインメニュー【表示】>【レンダビュー】>【陰線除去表示】をクリックして、部材断面が正しく適用されたかを確認
- 3 メインメニュー【表示】>【レンダビュー】>【陰線除去表示】チェックオフ



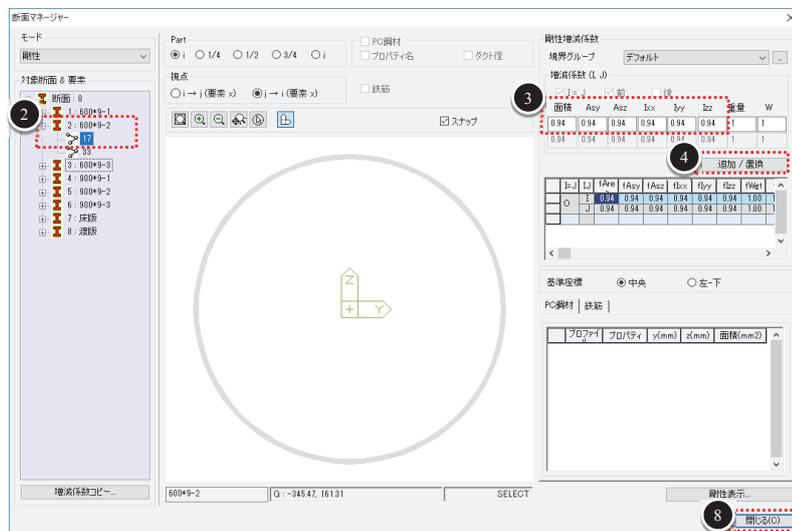
*1 杭部材の断面は、腐食代を考慮するために、同じ部材で深さ方向に断面を区分して設定します。

07 杭の腐食代の設定

水中部と土中部における鋼管杭の腐食代の影響を剛性低減係数で設定します。

手順

- 1 メインメニュー【材料&断面】>【断面】>【断面マネージャー】>【剛性】をクリック
- 2 【対象断面&要素】ツリーの“2:600x9-2”断面から、要素の一つを選択
- 3 面積~Izz: “0.94”
- 4 【追加/置換】をクリック
- 5 同様に、“3:600x9-3”断面に対し 面積~Izz: “0.83”
- 6 “5:900x9-2”断面に対して、面積~Izz: “0.94”
- 7 “6:900x9-3”断面に対して、面積~Izz: “0.83”
- 8 【閉じる】ボタンをクリック



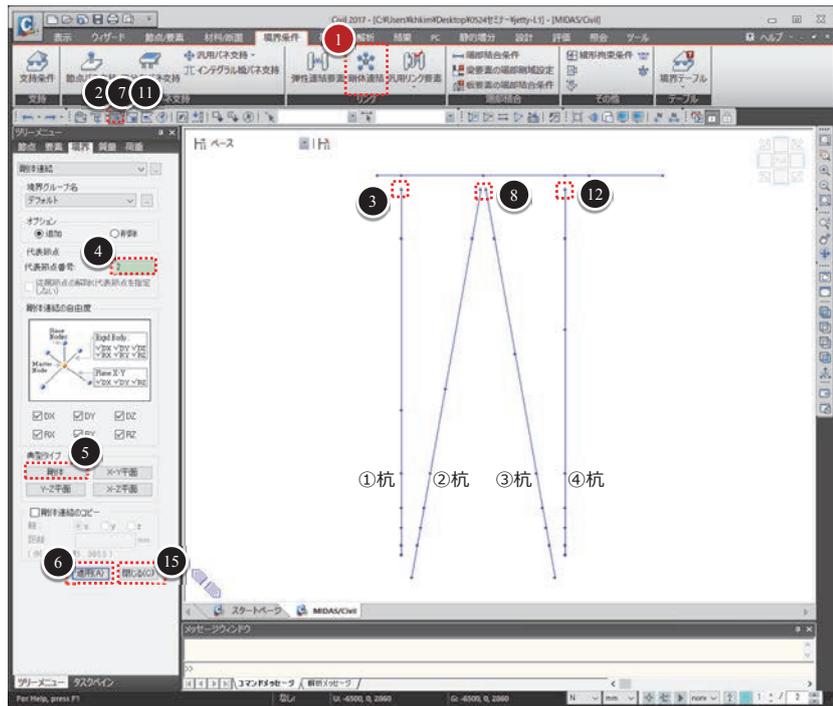
*1 断面マネージャーでは同じ断面を持つ複数の要素から任意の1つの要素にだけ設定をします。すると、自動的に他の要素にも設定が適用されます。

08 杭頭部の剛体連結

床版に食い込む杭頭部を剛体連結します。

手順

- ① メインメニュー[境界条件] > [リンク] > [剛体連結] クリック
- ② “ 単一選択/解除” クリック
- ③ ①杭の杭頭部の節点を選択
- ④ 代表節点番号：“2”
- ⑤ 典型タイプ：“剛体”
- ⑥ [適用] ボタンをクリック
- ⑦ “ 単一選択/解除” クリック
- ⑧ ②杭と③杭の杭頭部の節点を選択
- ⑨ 代表節点番号：“3”
- ⑩ [適用] ボタンをクリック
- ⑪ “ 単一選択/解除” クリック
- ⑫ ④杭の杭頭部の節点を選択
- ⑬ 代表節点番号：“4”
- ⑭ [適用] ボタンをクリック
- ⑮ [閉じる] ボタンをクリック



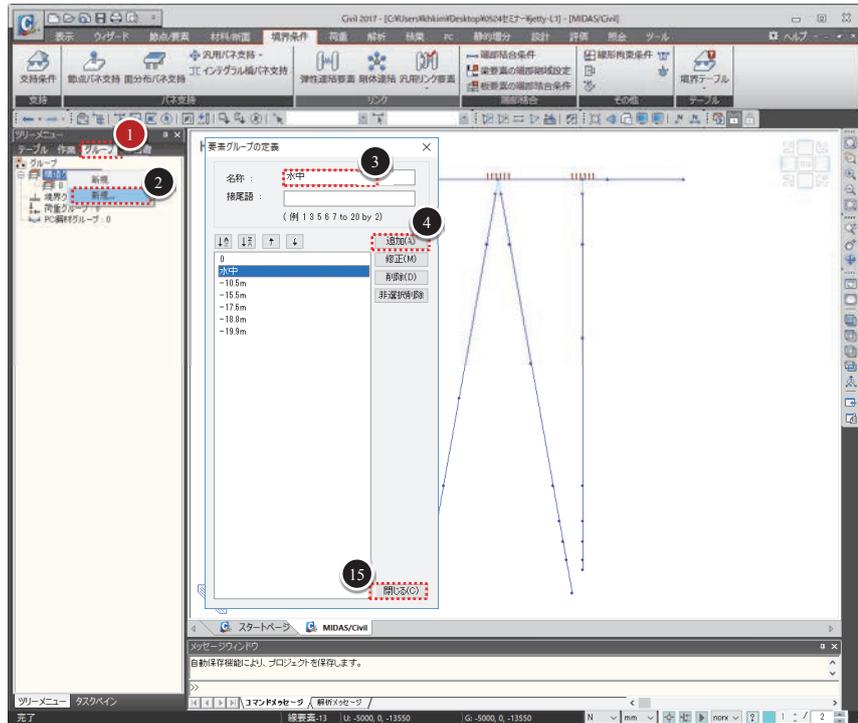
*1 “代表節点番号”の節点入力欄をクリックすると、背景が緑色に変わります。この状態で作業画面で該当の節点を選択すると、選択した節点の節点番号が自動的に入力されます。

09 杭のグループング-1

地盤バネの設定をしやすくするために、地層に基づいて杭をグループ分けします。

手順

- ① ツリーメニュー[グループ] タブをクリック
- ② “構造グループ” をマウスで右クリックして、“新規...” クリック
- ③ 名称：“水中”
- ④ [追加] ボタンをクリック
- ⑤ 名称：“-10.5m”
- ⑥ [追加] ボタンをクリック
- ⑦ 名称：“-15.5m”
- ⑧ [追加] ボタンをクリック
- ⑨ 名称：“-17.6m”
- ⑩ [追加] ボタンをクリック
- ⑪ 名称：“-18.8m”
- ⑫ [追加] ボタンをクリック
- ⑬ 名称：“-19.9m”
- ⑭ [追加] ボタンをクリック
- ⑮ [閉じる] ボタンをクリック

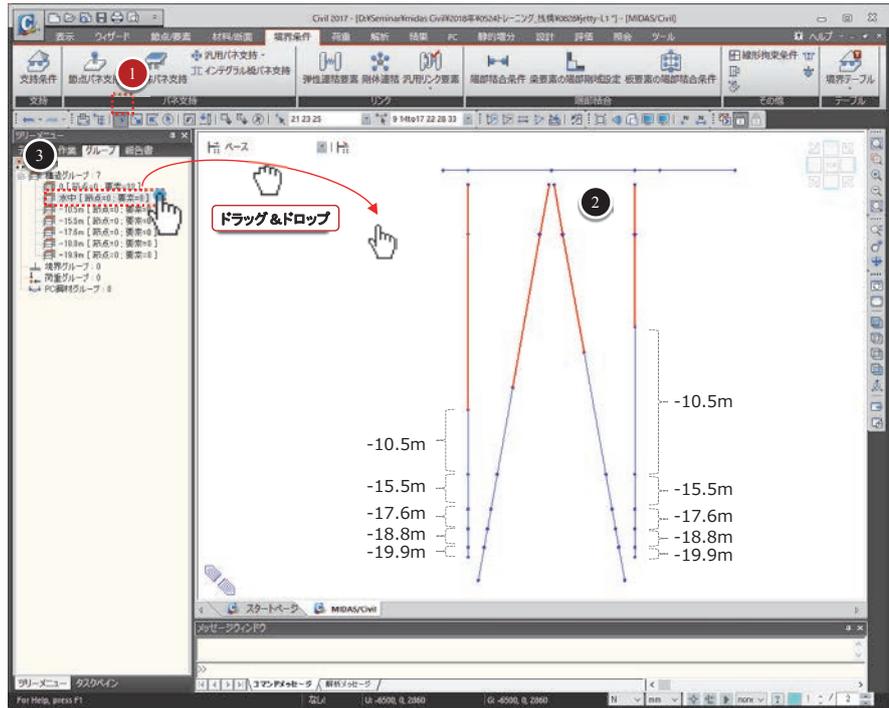


10 杭のグルーピング-2

地盤パネの設定をしやすくするために、地層に基づいて杭をグループ分けします。

手順

- 1 アイコンツールバーの“単一選択/解除”をクリック
- 2 右図のように作業画面上で水中にある杭を囲んで選択
- 3 グループ ツリーメニューの [構造グループ > 水中] をクリックしたまま、マウスを作業画面に持っていき、マウスを放す
- 4 残りの部分に対しても同様にグループ分け



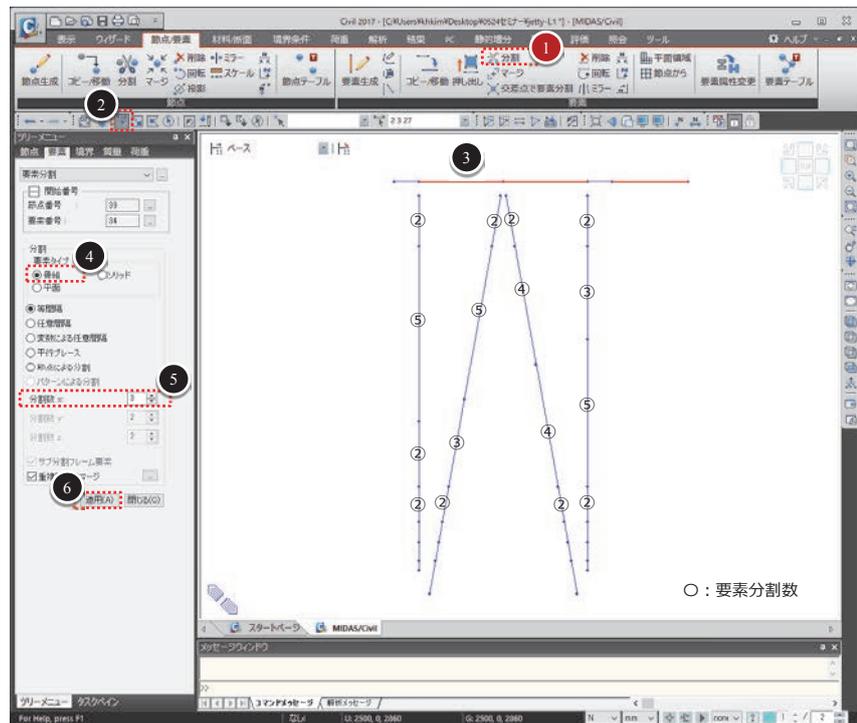
27

11 要素分割

杭を地層区間に適切な長さに分割します。

手順

- 1 メインメニュー [節点/要素] > [要素] > [分割] をクリック
- 2 アイコンツールバーの“単一選択/解除”をクリック
- 3 右図の赤色(床版と渡版)の部分を選択
- 4 要素タイプ: “骨組”
- 5 分割数 x: “3”
- 6 [適用] ボタンをクリック
- 7 右図を参照しながら残りの部分に対しても同様に要素分割



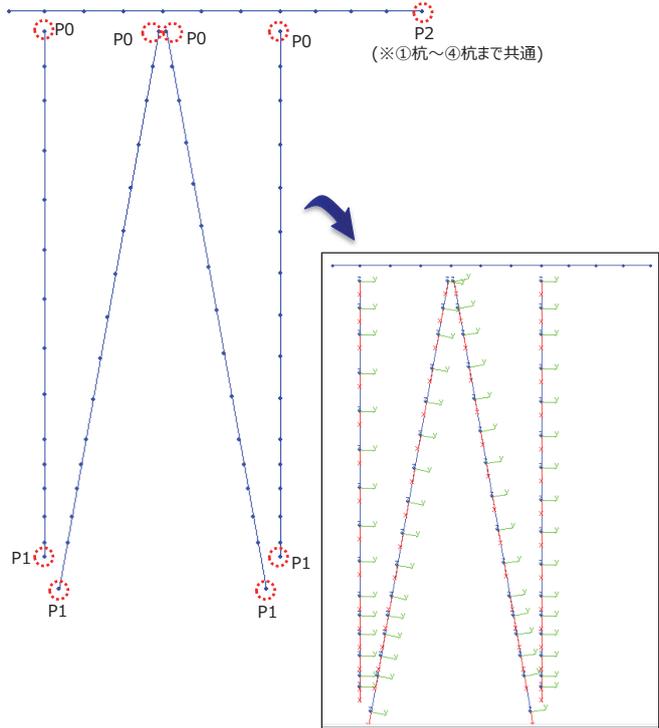
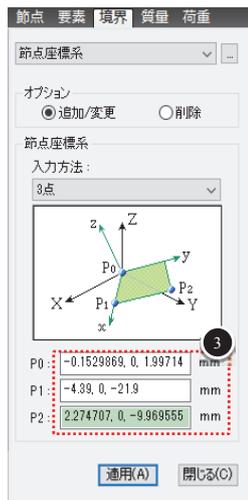
*1 グループ化されている要素は要素分割されても分割前のグループに属します。

28

12 節点座標系

地盤バネを設定する前に、直杭と斜杭の法線方向を指定します。

- 手順**
- 1 メインメニュー[境界条件]>[その他]>[節点座標系]をクリック
 - 2 入力方法：“3点”
 - 3 “P0”入力欄をクリックすると、緑色に変わるので、その状態で作業画面で①杭のP0,P1,P2を順番にクリック
 - 4 “ 単一選択/解除”をクリック
 - 5 ①杭上の節点を全て選択
 - 6 [適用] ボタンをクリック
 - 7 手順3～6を繰り返して、残りの②杭～④杭に対して節点座標系を設定

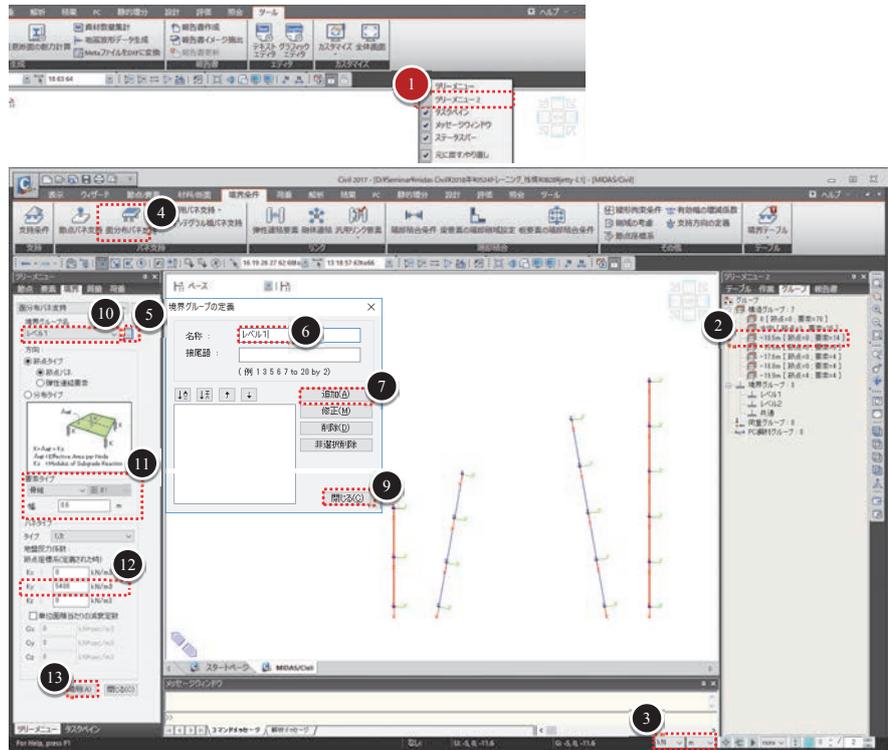


*1 ここでは地盤バネの横方向をy方向に指定します。
一方、節点座標系を選択するときに要素と一緒に選択されても構いません。

13 地盤バネの設定-1

レベル1用の線形の地盤バネを設定します。

- 手順**
- 1 ツールバーをマウスで右クリックして、「**ツールメニュー-2**」をクリック
 - 2 作業画面右の**グループ** ツリーメニューから**[構造グループ> -10.5m]**を右クリックして、“**アクティブ**” 選択
 - 3 単位系：“**kN, m**”
 - 4 メインメニュー[境界条件] > [リンク] > [面分布バネ支持]をクリック
 - 5 境界グループ名の  ボタンをクリック
 - 6 名称：“**レベル1**”
 - 7 [追加] ボタンをクリック
 - 8 追加で“**レベル2**”、“**共通**” 名称を追加
 - 9 [閉じる] ボタンをクリック
 - 10 境界グループ名：“**レベル1**”
 - 11 要素タイプ：“**骨組**”、幅：“**0.6**”
 - 12 地盤反力係数>Ky：“**5400**”
 - 13 ①杭と④杭を選択して、[適用] クリック



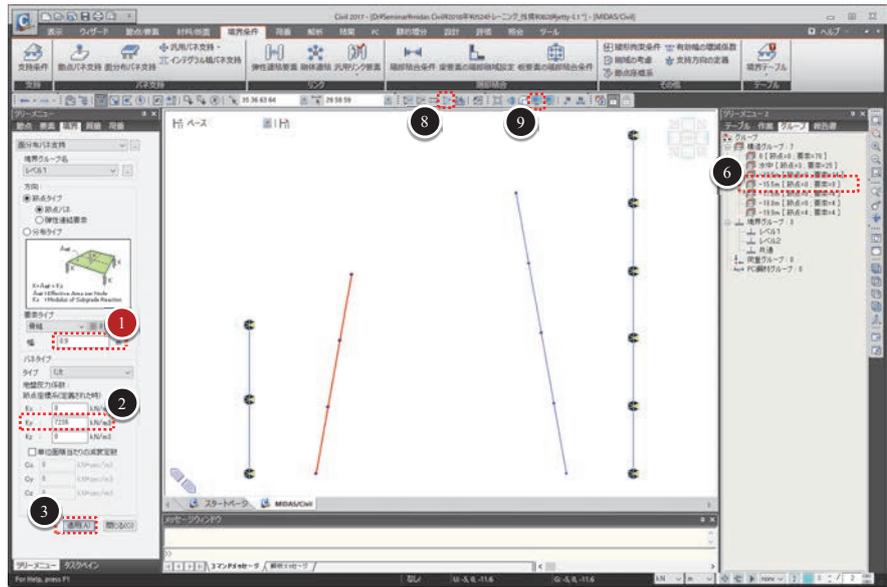
*1 地盤反力係数は本資料の「解析条件」頁の地盤条件表を参照してください。

14 地盤バネの設定-2

レベル1用の線形の地盤バネを設定します。

手順

- ① 幅：“0.9”
- ② 地盤反力係数>Ky：“7236”
- ③ ②杭を選択して、[適用] ボタンをクリック
- ④ 地盤反力係数>Ky：“3996”
- ⑤ ③杭を選択して、[適用] ボタンをクリック
- ⑥ [構造グループ> -15.5m] を右クリックして、“アクティブ” 選択
- ⑦ 下表を参照しながら“粘性土～下部砂礫層”の杭部材に地盤バネを設定
- ⑧ 全て設定した後、[▶ 全てアクティ] ボタンをクリックして、モデル全体を表示
- ⑨ アイコンツールバーの[ディスプレイ]をクリック
- ⑩ [境界条件] タブの“節点バネ支持” チェックオフ
- ⑪ [OK] ボタンをクリック



地層	深度 (m)	N値	地盤反力係数 (kN/m ³)	in batter (kN/m ³)	out batter (kN/m ³)
基礎捨石	-10.5~-15.5	5	5400	7236	3996
粘性土	-15.5~-17.6	8	8640	-	-
粘土質砂	-17.6~-18.8	8	8640	-	-
上部砂礫層	-18.8~-19.9	42	45360	-	-
下部砂礫層	-19.9~-21.9	50	54000	-	-

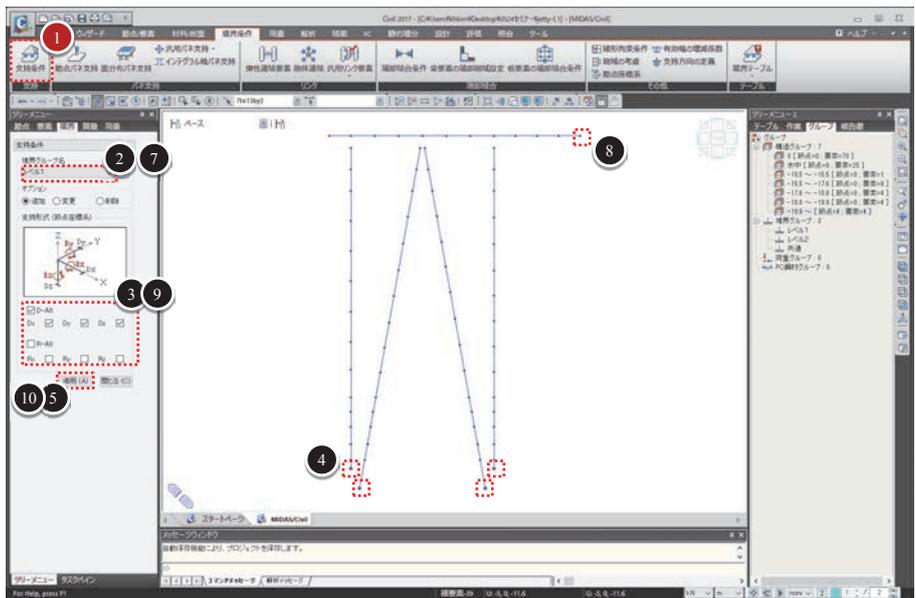
31

15 支持条件の設定

レベル1用の支持条件を設定します。

手順

- ① メインメニュー[境界条件] > [支持] > [支持条件] クリック
- ② 境界グループ名：“レベル1”
- ③ “D-All” チェックオン
- ④ 作業画面から4本の杭先端の節点を選択
- ⑤ [適用] ボタンをクリック
- ⑥ [OK] ボタンをクリック
- ⑦ 境界グループ名：“共通”
- ⑧ 作業画面から渡版の右端の節点を選択
- ⑨ “Dx” オフ、“Rx、Rz” オン
- ⑩ [適用] ボタンをクリック



*1 支持条件を設定すると、該当の節点に6角形の支持マークが表示されます。この時、拘束された自由度が緑色に表示されます。

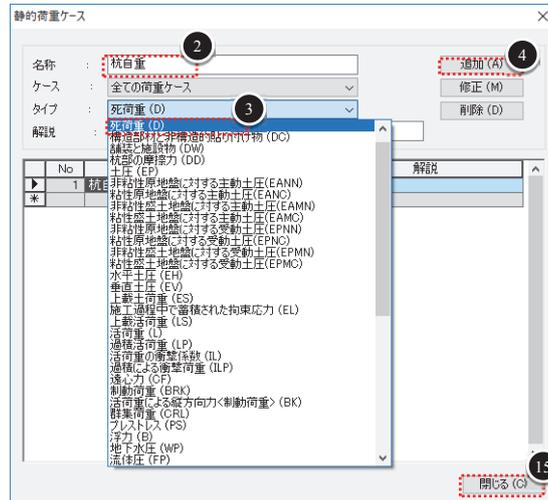
32

16 荷重ケースの定義

レベル1用の荷重ケース名を定義します。

手順

- 1 メインメニュー[荷重] > [荷重ケース生成] > [静的荷重ケース] クリック
- 2 名称：“杭自重”
- 3 タイプ：“死荷重(D)”
- 4 [追加] ボタンをクリック
- 5 名称：“上部工自重”
- 6 [追加] ボタンをクリック
- 7 名称：“載荷重”
- 8 タイプ：“上載活荷重(LS)”
- 9 [追加] ボタンをクリック
- 10 名称：“L1水平”
- 11 タイプ：“地震荷重(E)”
- 12 [追加] ボタンをクリック
- 13 名称：“L2水平”
- 14 [追加] ボタンをクリック
- 15 [閉じる] ボタンをクリック



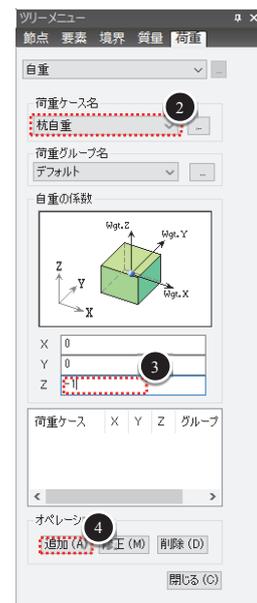
33

17 杭自重の定義

杭の自重を定義します。

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：“杭自重”
- 3 自重の係数：“Z:-1”
- 4 [追加] ボタンをクリック
- 5 メインメニュー[ウィザード] > [基本設定] > [基本設定] クリック
- 6 “自重を質量に変換” チェックオン
- 7 [OK] 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。
 *2 “自重を質量に変換”は、後で“物体力”機能を利用して構造体質量に対する慣性力を作用させる際に利用されます。

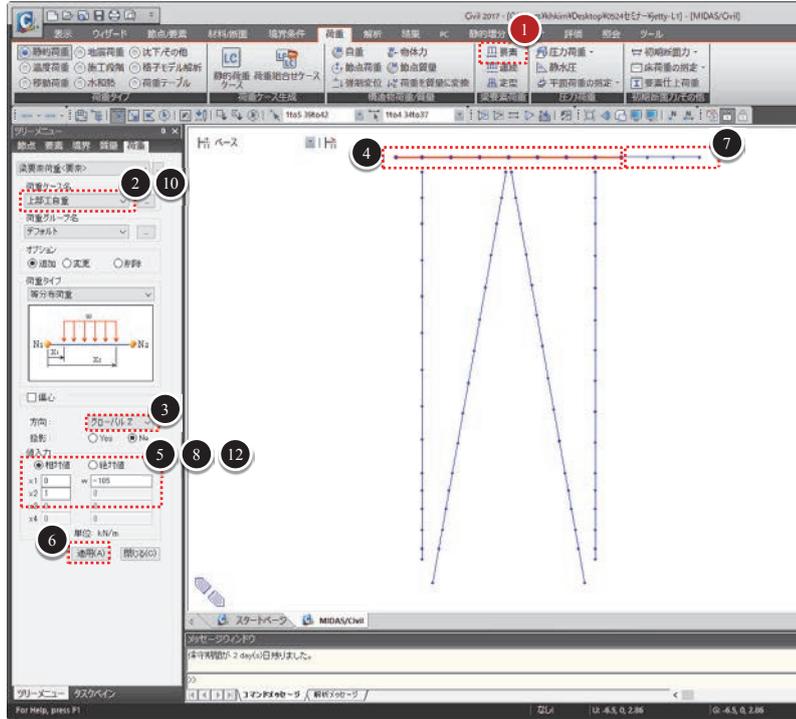
34

18 上部工荷重の定義

レベル1用の上部工自重と載荷重を定義します。

手順

- 1 メインメニュー[荷重] > [梁要素荷重] > [要素] クリック
- 2 荷重ケース名：“上部工自重”
- 3 方向：“グローバル”
- 4 右図の作業画面から床版の要素を選択
- 5 値入力：“相対値”
x1：“0”、x2：“1”、w：“-105”
- 6 [適用] ボタンをクリック
- 7 右図の作業画面から渡版の要素を選択
- 8 値入力：“相対値”
x1：“0”、x2：“1”、w：“-71.3”
- 9 [適用] ボタンをクリック
- 10 荷重ケース名：“載荷重”
- 11 作業画面から床版と渡版の要素を選択
- 12 値入力：“相対値”
x1：“0”、x2：“1”、w：“-50”
- 13 [適用] ボタンをクリック



35

19 荷重を質量に変換

死荷重や載荷重へ震度を掛けるために、対象の荷重を質量に変換します。

手順

- 1 メインメニュー[荷重] > [構造物荷重/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：全てチェックオン
- 4 荷重ケース：“上部工自重”
- 5 [追加] ボタンをクリック
- 6 荷重ケース：“載荷重”
- 7 [追加] ボタンをクリック
- 8 [OK] ボタンをクリック



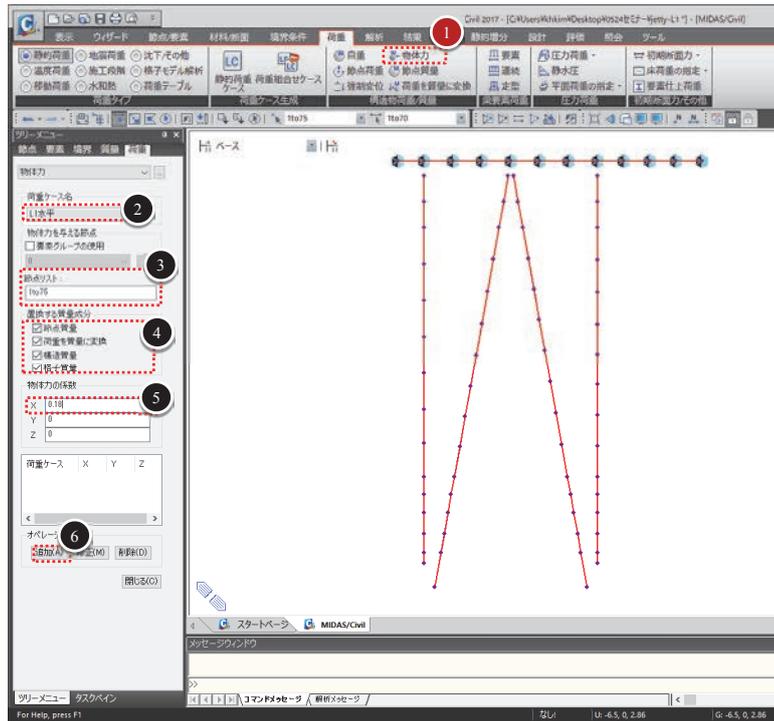
*1 ここで質量に変換する荷重タイプは「節点荷重」、「梁要素荷重」、「床荷重」、「圧力荷重」です。一方、自重は「解析モデルの基本設定」の「自重を質量に変換」の設定で質量に変換します。

36

20 水平力の定義

手順

- 1 メインメニュー[荷重] > [構造物荷重/質量] > [物体力] クリック
- 2 荷重ケース名: "L1水平"
- 3 節点リスト: "1to75"
- 4 置換する質量成分: 全てチェックオン
- 5 物体力の係数 x: "0.18"
- 6 [追加] ボタンをクリック



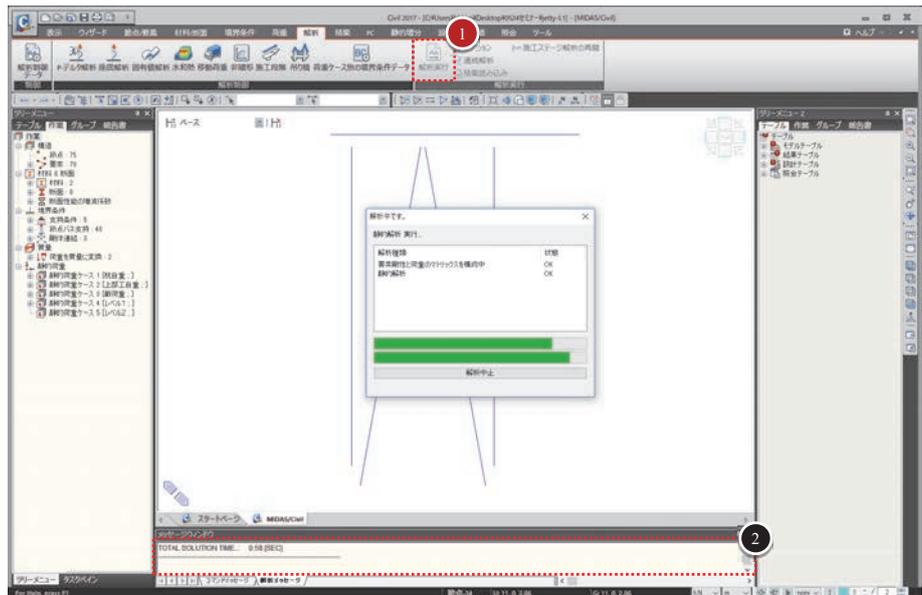
*1 節点番号は作業画面から全ての要素を選択すれば、自動的に入力されます。

37

21 構造解析実行

手順

- 1 メインメニュー[解析] > [解析実行] > [解析実行]をクリック



- ◆ 構造解析実行中は画面中央に構造解析が実行されていることを知らせるダイアログボックスが表示されます。
- ◆ モデルビューの下の(図中の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。

38

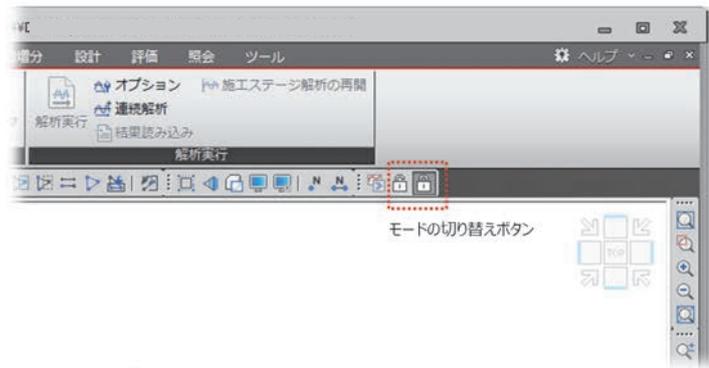
22

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 をクリックします。



39

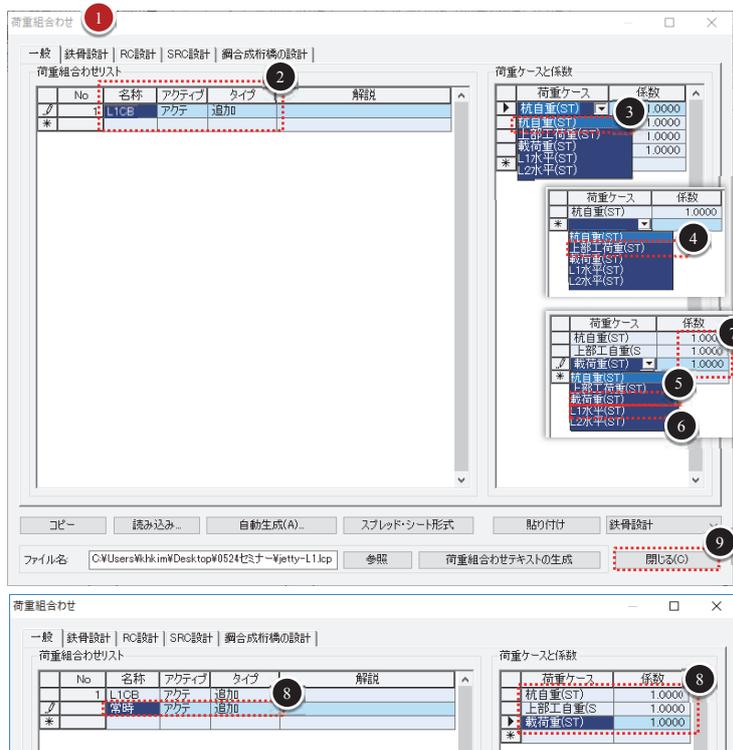
23

荷重組合わせ条件の設定

解析が完了した4つの荷重ケース(杭自重+上部工自重+載荷重+レベル1)を線形重ね合わせる手順について説明します。*1

手順

- ① メインメニュー[結果] > [荷重組合せ] > [荷重組合わせ]をクリック
- ② 名称：“L1CB”
アクティブ：“アクティブ”
タイプ：“追加”
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。
- ③ をクリックし、“杭自重(ST)”を選択
- ④ 次の行：“上部工自重(ST)”を選択
- ⑤ 次の行：“載荷重(ST)”を選択
- ⑥ 次の行：“L1水平(ST)”を選択
- ⑦ 係数：すべて“1.0”
- ⑧ 同様に右下図のように常時の荷重の組み合わせを作成
- ⑨ [閉じる]をクリック



*1 この例では、レベル1照査用に以下のような荷重組合せ条件を定義します。
- レベル1荷重組合せ(L1CB)：1.0(杭自重+上部工自重+載荷重+L1水平)

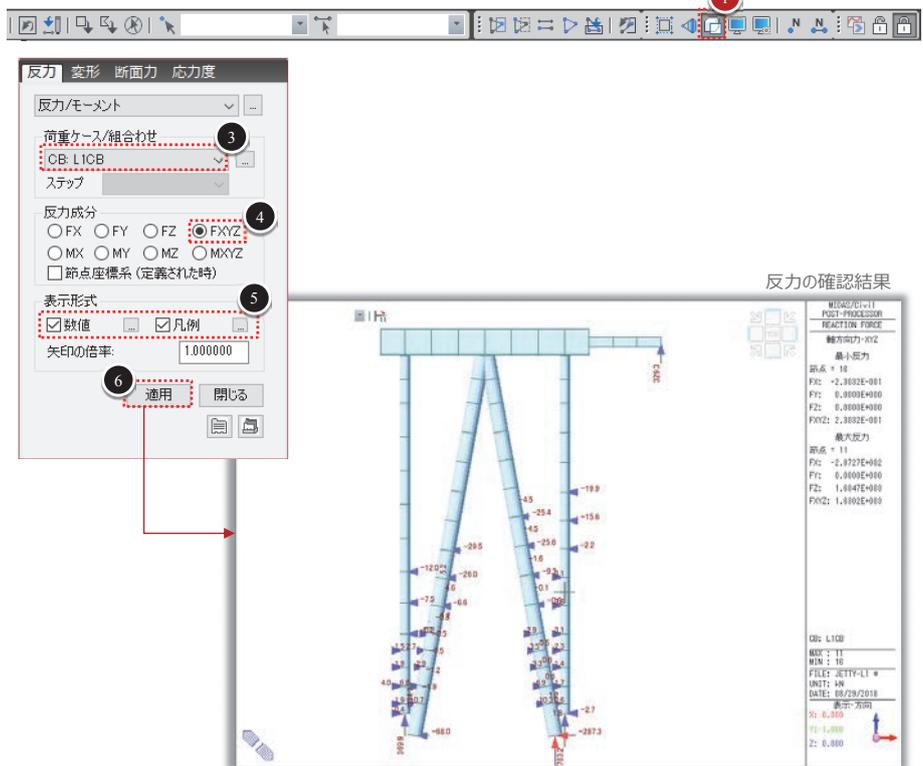
40

24 反力確認

モデルの支点の反力を確認します。

手順

- 1 隠線除去表示をクリック (トグルオン)
- 2 メインメニュー[結果] > [結果] > [反力] > [反力/モーメント]
- 3 荷重ケース/組み合わせ: "CB: L1CB"
- 4 反力成分: "FXYZ"
- 5 表示形式: "数値"、"凡例"*1
- 6 [適用]をクリック



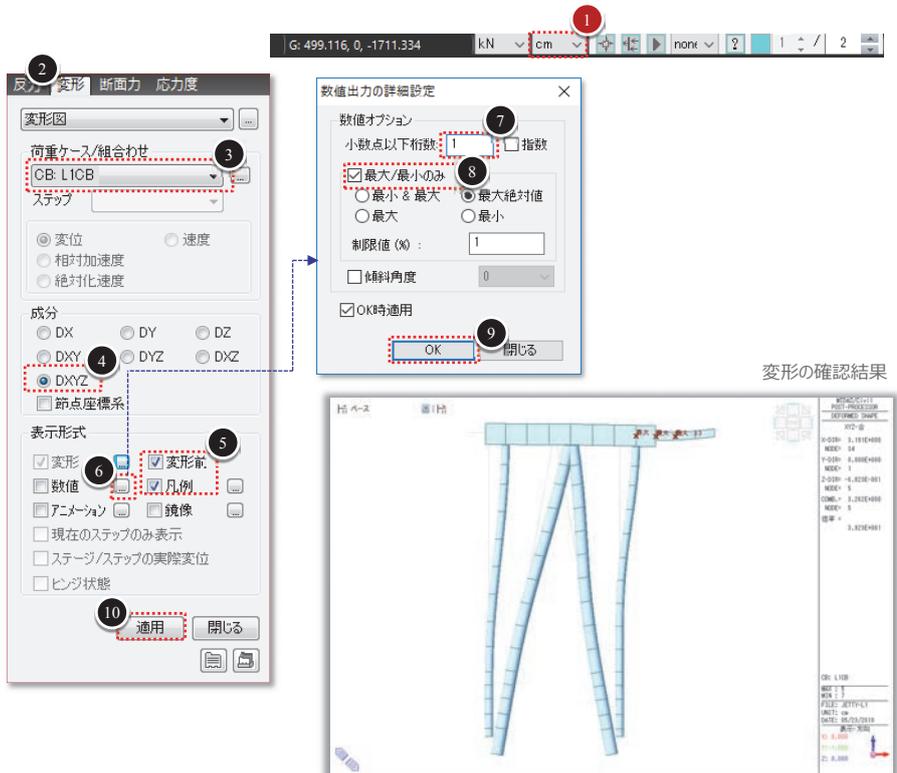
*1 表示形式の数値右側にある ボタンをクリックすると画面に出力される反力の桁数を調節することができます。赤色で表現された部分が最大反力が発生する支点です。

25 変形確認

モデルの変形を確認します。

手順

- 1 単位系: "m" → "cm"
- 2 メインメニュー[結果] > [結果] > [変形] > [変形図]
- 3 荷重ケース/組み合わせ: "CB:L1CB"
- 4 成分: "DXYZ"*1
- 5 表示成分: "変形前"、"凡例" オン
- 6 [数値]の をクリック
- 7 少数点以下桁数: "1"
- 8 "最大/最小のみ"にチェック
- 9 [OK]をクリック
- 10 [適用]をクリック



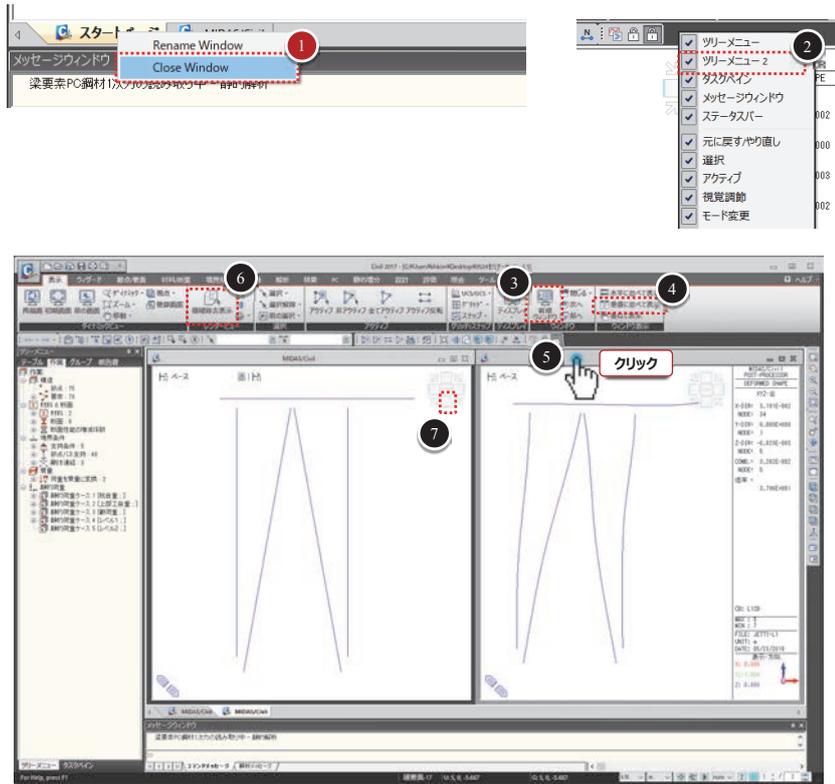
*1 $DXYZ = \sqrt{DX^2 + DY^2 + DZ^2}$

26 マルチウィンドウ表示

複数の断面力成分の結果を同時表示するために作業画面を2つ並べて表示します。

手順

- 1 作業画面下の「スタートページ」を右クリックして、「Close Window」をクリック
- 2 アイコンツールバーを右クリックして、「ツリーメニュー-2」チェックオフ
- 3 メインメニュー [表示] > [ウィンドウ] > [新規ウィンドウ] をクリック
- 4 メインメニュー [表示] > [ウィンドウ表示] > [垂直に並べて表示] をクリック
- 5 陰線表示されている作業画面のタイトルバーをクリック
- 6 隠線除去表示をクリック(トグルオフ)
- 7 新しく追加したウィンドウの表示視点を正面にします。



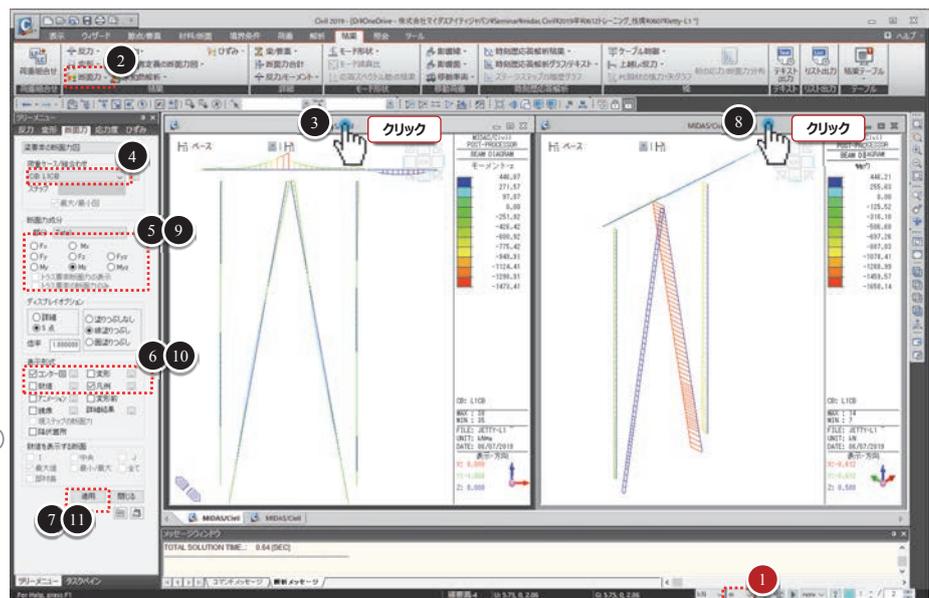
43

27 断面力確認

軸力と曲げモーメントを同時表示します。

手順

- 1 単位系: "cm" → "m"
- 2 メインメニュー [結果] > [断面力] > [梁要素の断面力図]
- 3 左側のウィンドウをクリックして選択
- 4 荷重ケース/組み合わせ: "CB:L1CB"
- 5 断面力の成分: "Fx"
- 6 表示形式: "凡例"、"等高線図"
- 7 [適用]をクリック
- 8 右側のウィンドウをクリックして選択
- 9 断面力の成分: "Mz"
- 10 表示形式: "凡例"(オン)、"数値"(オフ)
- 11 [適用]をクリック



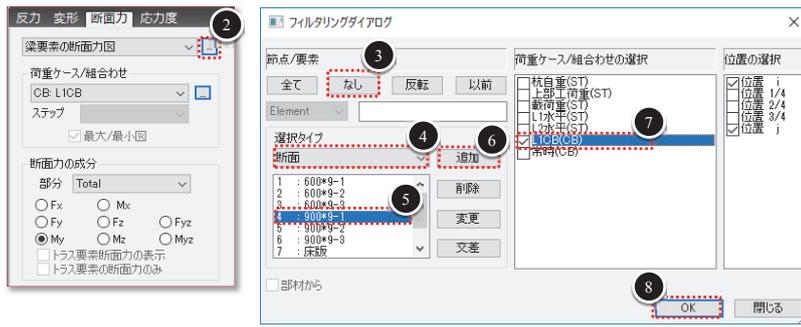
44

28 杭応力の照査-1

斜杭の応力を照査します。

手順

- 1 単位系：“kN,m → N,mm”
- 2 [梁要素の断面力図] メニューから
ボタンをクリック
- 3 節点/要素：[なし]をクリック
- 4 選択タイプ：“断面”にして、
- 5 “4:900*9-1”をクリックを選択
- 6 [追加]をクリック
- 7 荷重ケース/組合せの選択：“L1CB(CB)”
- 8 [OK]をクリック
- 9 出力した断面力を“Ctrl+C”キーでコピー
- 10 本資料が入っているチュートリアルフォルダの[杭の応力照査.xls]を開く
- 11 EXCELの“■杭頭部”の要素結果欄に断面力の結果を張り付け
- 12 結果テーブルの [] ボタンをクリックして、テーブルを閉じる



断面	荷重	位置	軸力 (N)	せん断-y (N)	せん断-z (N)	ねじり (N*mm)	曲げ-y (N*mm)	曲げ-z (N*mm)
14 L1CB	[L20]	442088.94	-29353.53	0.00	-0.00	0.00	-263687979.04	
14 L1CB	[L46]	443201.38	-28868.34	0.00	-0.00	-218821389.14		
15 L1CB	[L22]	-1602418.82	-43850.37	0.00	-0.00	-319605547.2		
15 L1CB	[L47]	-1602322.78	-43334.86	0.00	-0.00	-253360020.5		
41 L1CB	[L46]	443394.76	-30392.19	0.00	-0.00	-218821389.14		
41 L1CB	[L21]	440487.81	-30997.6	0.00	-0.00	-171874015.6		
42 L1CB	[L47]	-1609415.55	-43858.22	0.00	-0.00	-25200020.5		
42 L1CB	[L23]	-1608322.50	-43242.81	0.00	-0.00	-188602557.71		



29 杭応力の照査-2

杭の応力を照査します。

手順

- 1 同様な方法で斜杭の残りの部材の断面力についても照査
※1 杭断面名とEXCELの照査箇所は以下のように対応します。
- | 断面 | EXCELの照査箇所 |
|-----------|------------|
| 4:900*9-1 | 杭頭部 |
| 5:900*9-2 | 水中部 |
| 6:900*9-3 | 土中部 |
- ※2 [杭の応力照査.xls] には予め右下に示す応力算定式が組み込まれています。従って、Civilで断面力結果を張り付けるだけで、杭の応力照査が行えます。

断面	位置	軸力 (N)	せん断-y (N)	せん断-z (N)	ねじり (N*mm)	曲げ-y (N*mm)	曲げ-z (N*mm)	軸力方向引張力 (N/mm ²)	軸力方向圧縮力 (N/mm ²)	せん断引張力 (N/mm ²)	せん断圧縮力 (N/mm ²)	照査結果
14 L1CB	[L20]	442088.94	-29353.53	0.00	0.00	0.00	-263687979.04	-108.5	26.7	-81.81	-	<city OK
14 L1CB	[L46]	443201.38	-28868.34	0.00	0.00	-218821389.14	-90.0	26.5	-	-	-	<city OK
15 L1CB	[L22]	-1602418.82	-43850.37	0.00	0.00	-319605547.2	-131.5	-95.9	-	-1.16	-	<city OK
15 L1CB	[L47]	-1602322.78	-43334.86	0.00	0.00	-253360020.5	-104.7	-96.1	-	-	-	<city OK
41 L1CB	[L46]	443394.76	-30392.19	0.00	0.00	-218821389.14	-90.0	26.5	-	-	-	<city OK
41 L1CB	[L21]	440487.81	-30997.6	0.00	0.00	-171874015.6	-44.1	-	-	-	-	<city OK
42 L1CB	[L47]	-1609415.55	-43858.22	0.00	0.00	-25200020.5	-104.2	-96.1	-	-1.04	-	<city OK
42 L1CB	[L23]	-1608322.50	-43242.81	0.00	0.00	-188602557.71	-76.9	-96.2	-	-	-	<city OK

■ 杭の応力照査 (レベル1)

1. 軸方向力が引張の場合

$$Y_A \times (\sigma_{td} + \sigma_{btd}) \leq \sigma_{byd}$$

$$Y_A \times (-\sigma_{td} + \sigma_{bcd}) \leq \sigma_{byd}$$
2. 軸方向力が圧縮の場合

$$Y_A \times (\sigma_{cd} / \sigma_{cyd} + \sigma_{bcd} / \sigma_{byd}) \leq 1.0$$

鋼種	SKK400	SKK490
軸力方向引張応力度 σ_{ty}	235	315
軸力方向圧縮応力度 σ_{ty}	$l/r \leq 18$	235
	$18 < l/r \leq 92$	$235 - 1.39 \left(\frac{l}{r} - 18 \right)$
曲げ圧縮応力度 σ_{by}	$l/r > 92$	$\frac{2,010,000}{\left(\frac{l}{r} \right)^2}$
		$6,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2$
軸力方向引張力	235	315
軸力方向圧縮力	235	315

30 杭支持力の照査

斜杭の支持力を照査します。

手順

- ① 単位系：“N,mm → kN,m”
- ② メインメニュー [結果]>[反力]>[反力/モーメントの照会]
- ③ 荷重ケース/組み合わせ：“CB:L1CB”
- ④ 節点の選択>節点番号：“9”
- ⑤ [適用]をクリック
- ⑥ メッセージウィンドウに表示される②杭の軸方向の力“Local Fx”値を確認
- ⑦ [杭の応力照査.xls]の“支持力”シートの軸力“Pd(kN)”欄に②杭支持端の軸力を入力

*1 “杭の応力照査.xls”では引抜力を(-)符号にしていますので、符号に注意してください。



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	②杭							
2	項目	記号	単位		備考			
3	杭直径	φ	m	0.90				
4	切頭面積	A _p	m ²	0.64				
5	先端位置N値	N ₁		50.0				
6	4φ範囲内の平均N値	N ₂		41.7	-18.3 ~ 21.9m			
7	N=(N1+N2)/2	N		45.9				
8	先端埋置率	a		0.6				
9	(a)杭先端の静的最大軸方向抵抗力	R _p	kN	5281.9				
10								
11	砂層平均N値	N̄		27.2	-10.0 ~ -15.5m -17.6 ~ -21.9m			
12	砂層における杭周面抵抗力	A _s	m ²	24.0				
13	砂層における杭周面抵抗力	R _{s1}	kN	1307.2				
14	粘土層平均付着力		kN/m ²	100.0	-15.5 ~ 17.6m			
15	粘土層における杭周面抵抗力	A _c	m ²	5.94				
16	粘土層における杭周面抵抗力	R _{s2}	kN	594.0				
17	(b)杭の高面抵抗力	R _t	kN	1901.2				
18								
19	地盤の静的最大軸方向抵抗力(挿込杭)	R _{sk}	kN	7183.2	(a)+(b)			
20	地盤の静的最大軸方向抵抗力(引抜杭)	R _{sk}	kN	1901.2	(b)			
21								
22								
23		分類	最大抵抗力 R _{sk} (kN)	部分係数 Y _{sk}	設計用値 R _{sd} (kN)		軸力 P (kN)	判定
24		挿込杭	7183.2	0.4	2873.3			Ok

杭の反力を入力

31 レベル2照査用の解析データ

手順

■ レベル2照査用の解析データ

レベル2照査のために、追加で作成する解析データは以下のようになります。

1. 杭支持端における汎用リンク用の節点作成

：杭支持端に2点間を結び非線形パネ(汎用リンク)を設定しますので、追加の節点を作成します。

2. 杭部材の非線形特性(曲げ-曲率)の設定

：鋼管杭の弾塑性性を考慮するために、部材断面力の非線形特性(曲げ-曲率関係)を定義します。

3. 非線形の水平地盤パネの設定

：水平方向パネと杭先端支持パネに対して、地盤の非線形特性を定義します。

水平方向パネは非線形タイプの面分布パネを利用して、受働土圧の上限値を指定するだけで、非線形パネを自動生成します。

杭支持端パネはパネ剛性を手動計算したものを読み込んで汎用リンク要素で繋げます。

4. 漸増荷重の定義

：設計震度K_h=1.0の時の水平力を漸増増加させながら、荷重を載荷します。

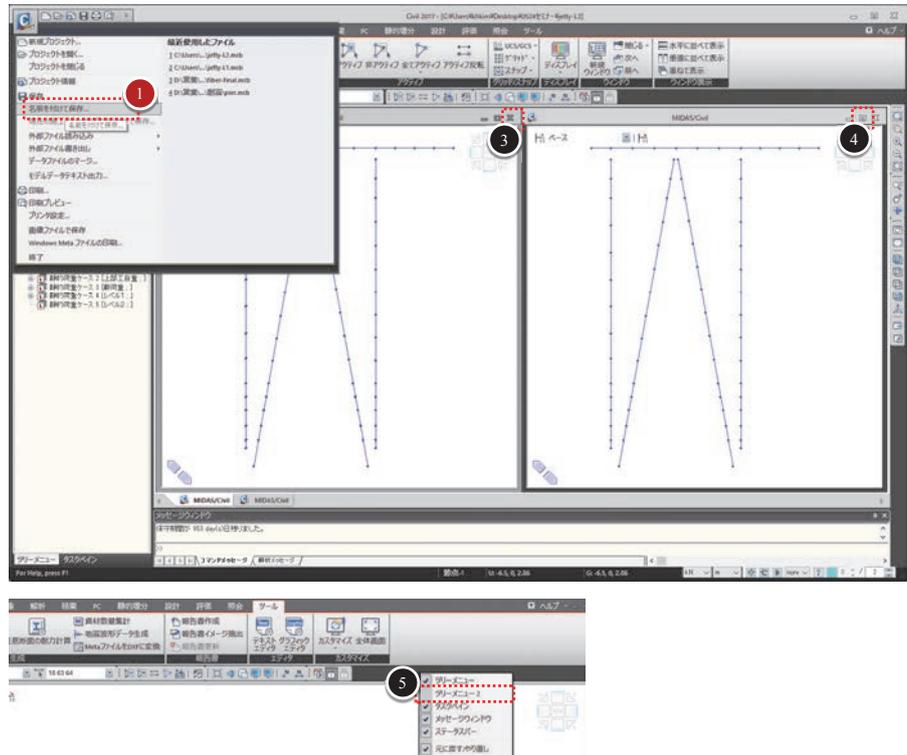
※ midas Civilでは漸増的に増加するプッシュオーバー荷重を時刻歴荷重で定義します。

32 別名でファイル保存

手順

レベル 2 用照査用にファイルを別名で保存します。

- ① **アイコン** > **名前を付けて保存...**
- ② ファイル名: **"jetty-L2.mcb"**
- ③ 新しく追加したウィンドウの **閉** ボタンをクリックして、ウィンドウを閉じる
- ④ 既存ウィンドウの **最大化** ボタンをクリックして、ウィンドウを最大表示
- 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

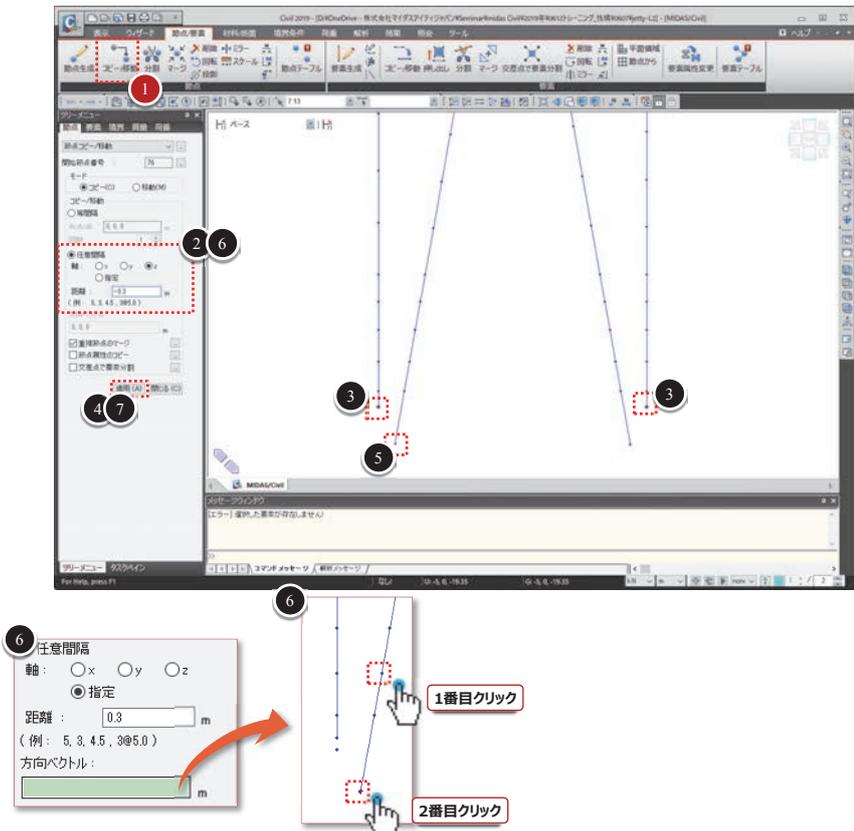


49

33 支持バネ用の節点生成

手順

- ① メインメニュー **[節点/要素]** > **[節点]** > **[コピー/移動]** クリック
- ② 任意間隔, 軸: **"z"**
距離: **"-0.3"**
- ③ ①杭と④杭の先端にある節点を選択
- ④ **[適用]** をクリック
- ⑤ ②杭の先端にある節点を選択
- ⑥ 任意間隔, 軸: **"指定"**
距離: **"0.3"**
"方向ベクトル"の入力欄をクリックすると、緑色に変わり、その状態で作業画面から②杭の軸上の2つの節点を順に選択して方向ベクトルを入力
- ⑦ **[適用]** をクリック
- ⑧ 同様に③杭の先端に対して節点を生成

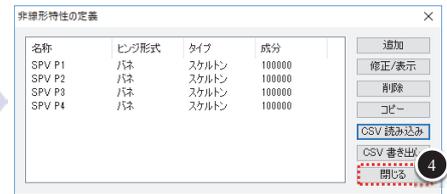
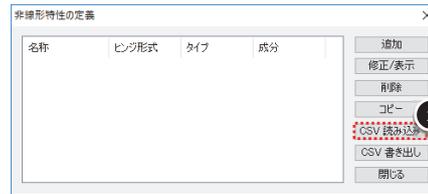


50

34 杭支持バネの非線形特性

手順

- 1 メインメニュー [材料/断面] > [非線形特性] > [非線形特性の定義]をクリック
- 2 [CSV読み込み] ボタンをクリック
- 3 チュートリアルが入っているフォルダの中の [Hinge Property.csv]を開く
- 4 [閉じる]をクリック
- 5 メインメニュー [境界条件] > [汎用リンク要素] > [汎用リンク要素のプロパティ定義]をクリック
- 6 [追加] ボタンをクリック
- 7 名称: "Linear"
- 8 適用タイプ: "バネ要素" チェックオン
プロパティタイプ: "バネ"
- 9 線形プロパティ: "Dx" チェックオン
剛性: "1"
- 10 [OK]をクリック
- 11 [閉じる]をクリック



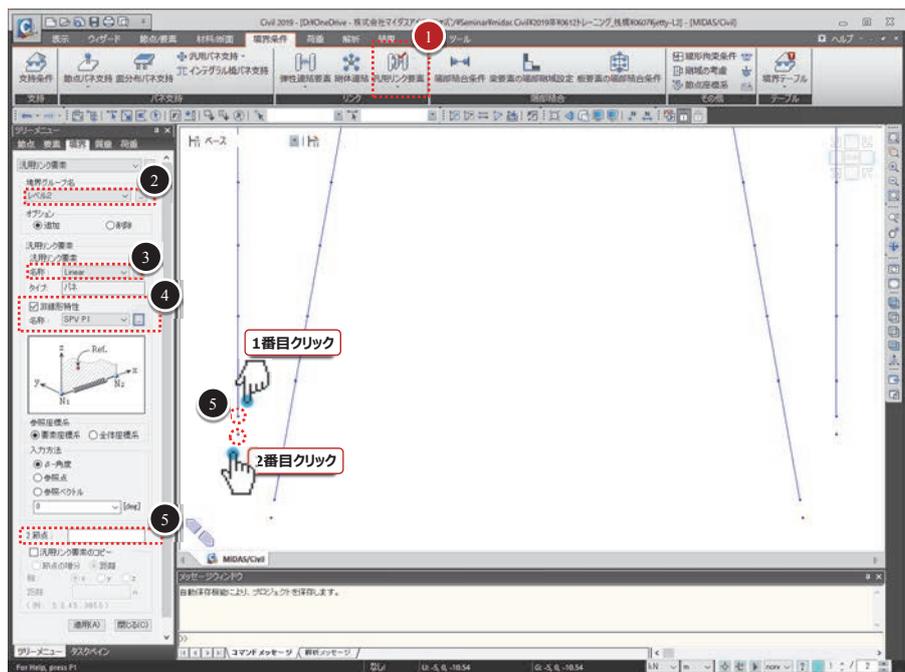
*1 非線形地盤バネの線形剛性は"力-変位関係"のスケルトン曲線から算定するので、ここでは、ダミーの線形剛性を定義します。

35 杭支持バネの作成

手順

- 1 メインメニュー [境界条件] > [汎用リンク要素] > [汎用リンク要素] をクリック
[追加] ボタンをクリック
- 2 境界グループ名: "レベル 2"
- 3 名称: "Linear"
- 4 "非線形特性" オン
-> 名称: "SPV P1"
- 5 "2節点" 入力欄をクリックすると、緑色に変わり、その状態で作業画面から①杭先端の2つの節点を順に選択
- 6 上記の操作手順④~⑤を繰り返して、②~④杭の先端に杭支持バネを作成
バネの非線形特性は下表を参考

杭	非線形特性
②杭支持	SPV P2
③杭支持	SPV P3
④杭支持	SPV P4

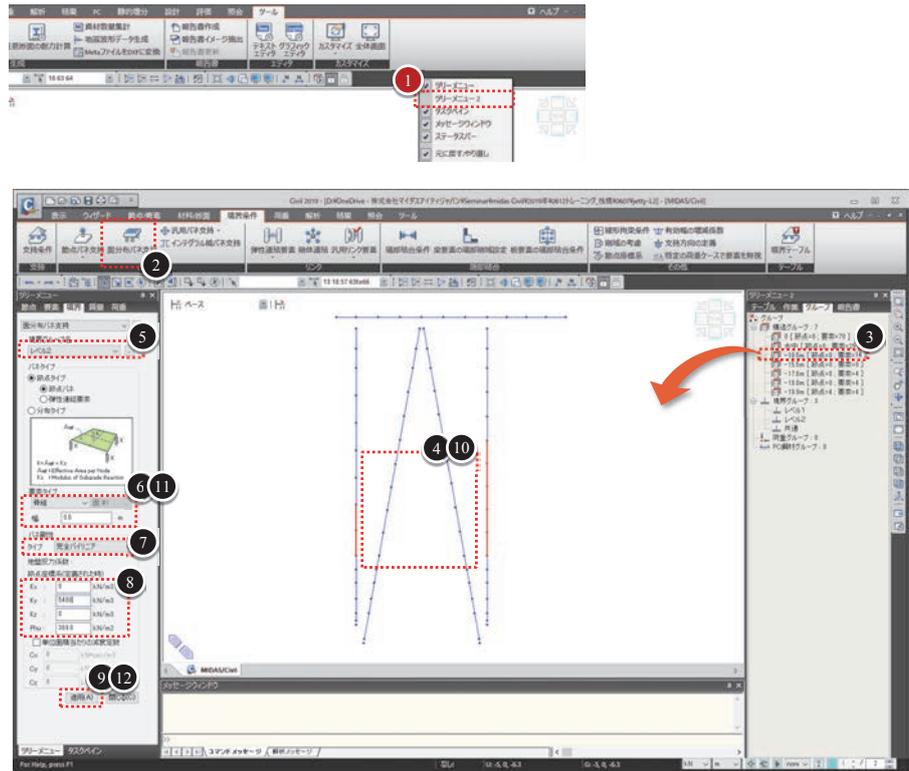


36 水平地盤バネの定義

手順

- ① 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
- ② メインメニュー [境界条件] [面分布バネ支持] クリック
- ③ ツリーメニュー2のグループタブから、「-10.5m」グループ名をダブルクリック
- ④ 作業画面から選択されている斜杭をクリックして選択を解除
- ⑤ 境界グループ名：“レベル 2”
- ⑥ 要素タイプ：“骨組”、幅：“0.6”
- ⑦ バネ特性>タイプ：“完全バイリニア”
- ⑧ 地盤反力係数>Ky：“5400”
Phu：“369.8”
- ⑨ [適用] クリック
- ⑩ 手順④で選択解除した斜杭を選択
- ⑪ 要素タイプ：“骨組”、幅：“0.9”
- ⑫ [適用] クリック
- ⑬ 下表を参照して水平方向の非線形バネを作成

グループ	Ky	Phu
-15.5m	8640	397.4
-17.6m	8640	391.5
-18.8m	45360	486.1
-19.9m	54000	542.7



53

37 鋼管杭の非線形特性 – M-φパラメータ 1

手順

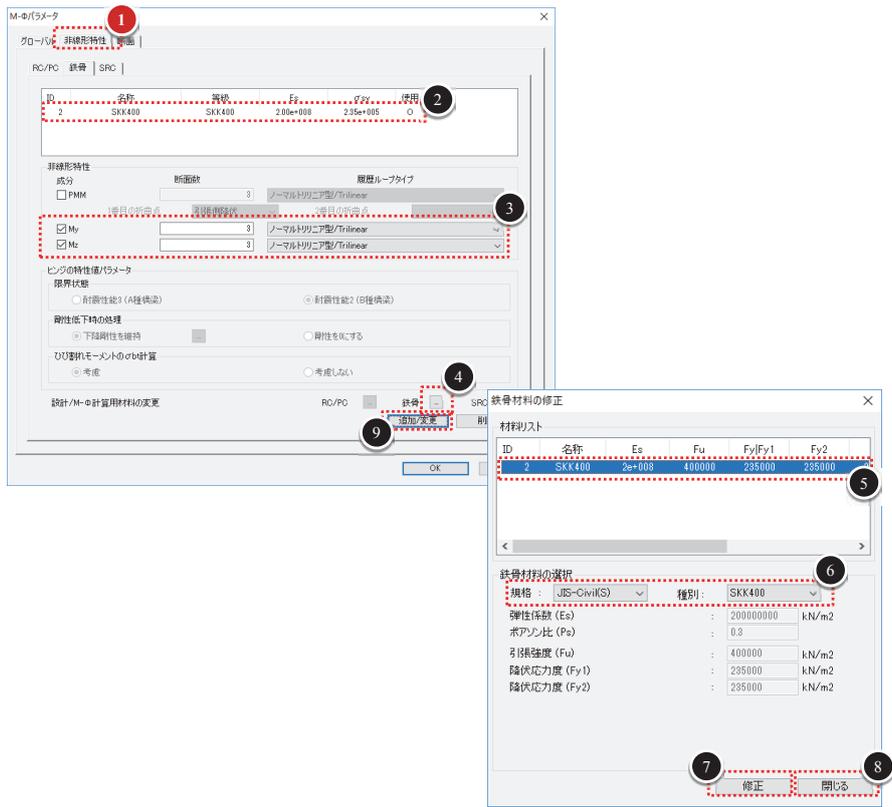
- ① 材料/断面 > M-φ計算 > [M-φパラメータ]
- ② [グローバル] タブに移動
- ③ 適用規準(σ-ε関係): “動示IV(平成14/24年、杭基礎)”
- ④ 軸力荷重 > 荷重ケース: “ST:杭自重”



54

38 鋼管杭の非線形特性 – M-φパラメータ2

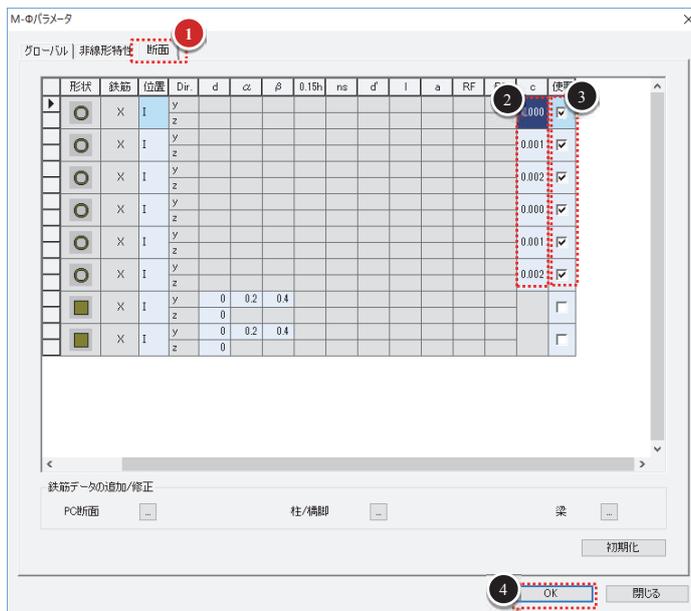
- 手順**
- 1 [非線形特性] タブに移動
 - 2 [鉄骨] リストから“SKK400” 選択
 - 3 非線形特性> “My”, “Mz”:チェックオン
断面数: “3”、履歴ループタイプ: “ノーマルトリニア型/Trilinear”
 - 4 [鉄骨] ... ボタンクリック
 - 5 [材料] リストから“SKK400” 選択
 - 6 規格: “JIS-Civil(RC)”
種別: “SKK400”
 - 7 [修正] ボタンクリック
 - 8 [閉じる] ボタンクリック
 - 9 [追加/変更] ボタンクリック



55

39 鋼管杭の非線形特性 – M-φパラメータ3

- 手順**
- 1 [断面] タブに移動
 - 2 下表のように腐食代c値を定義
- | 断面番号 | c |
|------|-------|
| 1 | 0.000 |
| 2 | 0.001 |
| 3 | 0.002 |
| 4 | 0.000 |
| 5 | 0.001 |
| 6 | 0.002 |
- 3 断面1~6で“使用” にチェックオン
 - 4 [OK] ボタンクリック

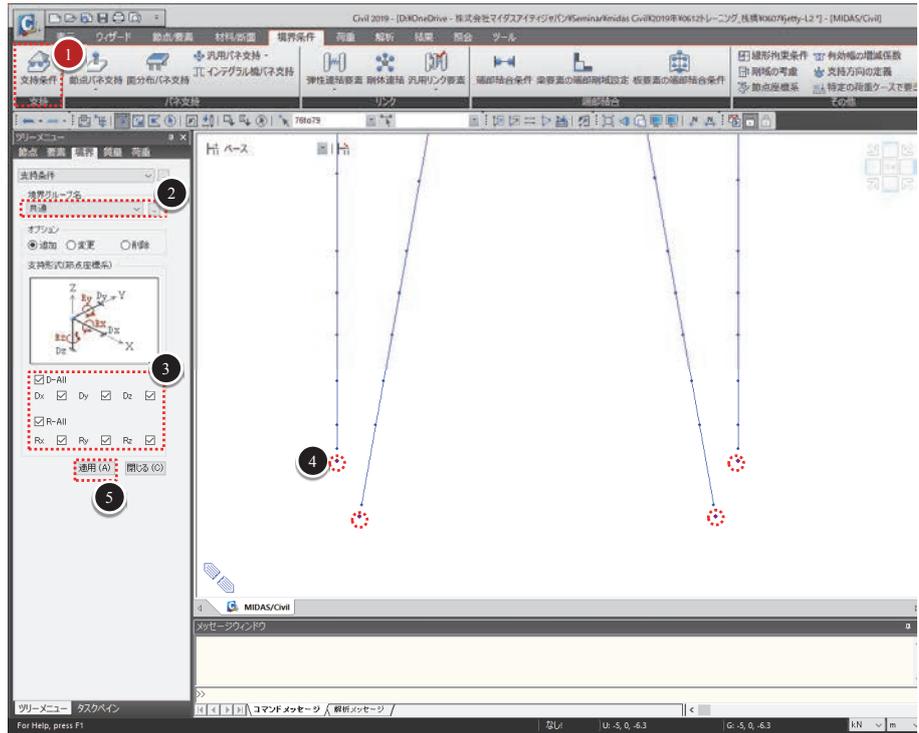


56

40 地盤バネ端部の拘束

手順

- 1 メインメニュー [境界条件] > [支持] > [支持条件] クリック
- 2 境界グループ名: “共通”
- 3 支持形式: “D-All”、“R-All”
- 4 作業画面から地盤バネの端部を選択
- 5 [適用]をクリック

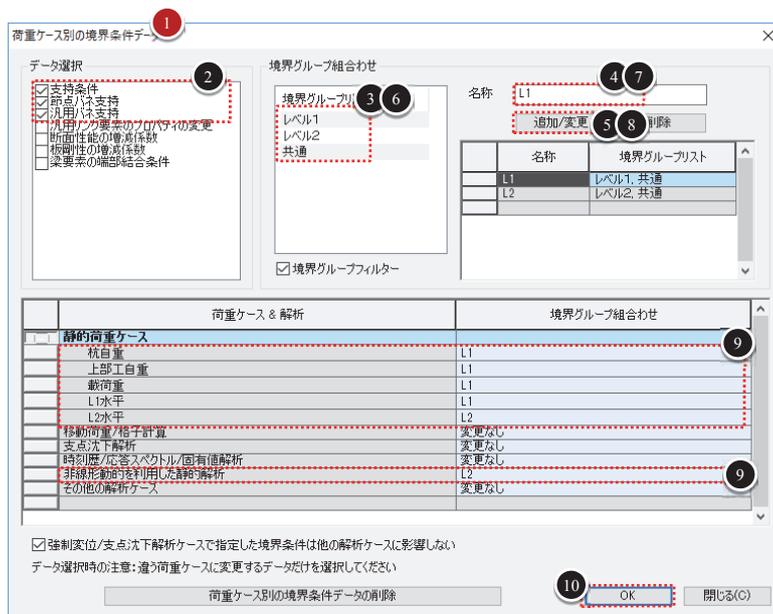


41 境界条件の使い分け

1つのモデルデータで荷重ケース別に境界条件を使い分ける際に使用します。

手順

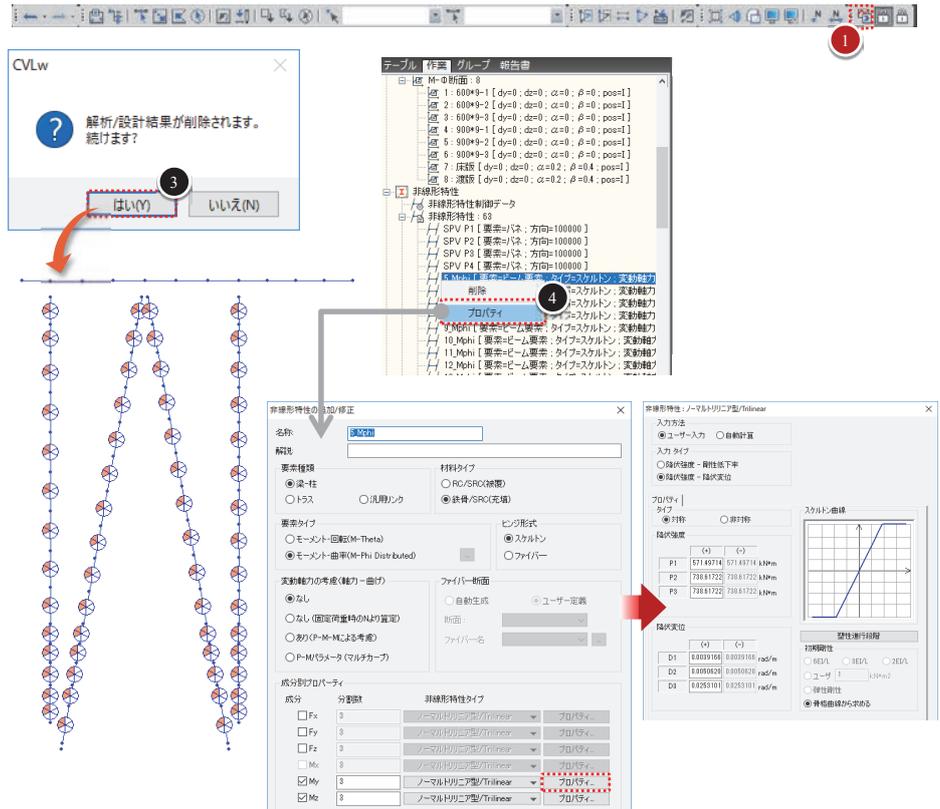
- 1 メインメニュー [解析] > [解析制御] > [荷重ケース別の境界条件データ] クリック
- 2 データ選択: “支持条件”、“節点バネ支持”、“汎用バネ支持” チェックオン
- 3 境界グループ/組み合わせ: “レベル1”、“共通” 選択
- 4 名称: “L1”
- 5 [追加/変更] ボタンクリック
- 6 境界グループ/組み合わせ: “共通”、“レベル2” 選択
- 7 名称: “L2”
- 8 [追加/変更] ボタンクリック
- 9 右図を参照しながら、荷重ケース別に適用する境界グループを指定
- 10 [OK] ボタンクリック



42 非線形特性の計算と適用

手順

- 1 アイコンツールバーの[解析実行]をクリック
- 2 材料/断面 > M-φ計算 > [M-φ計算]
- 3 右図の注意メッセージが表示されたら、
[はい(Y)] ボタンをクリック
非線形特性が計算され、自動的に該当部材に適用されます。
- 4 作業ツリーから、任意の非線形特性を右クリックして、[プロパティ] 選択
部材別のM-φ曲線を確認します。

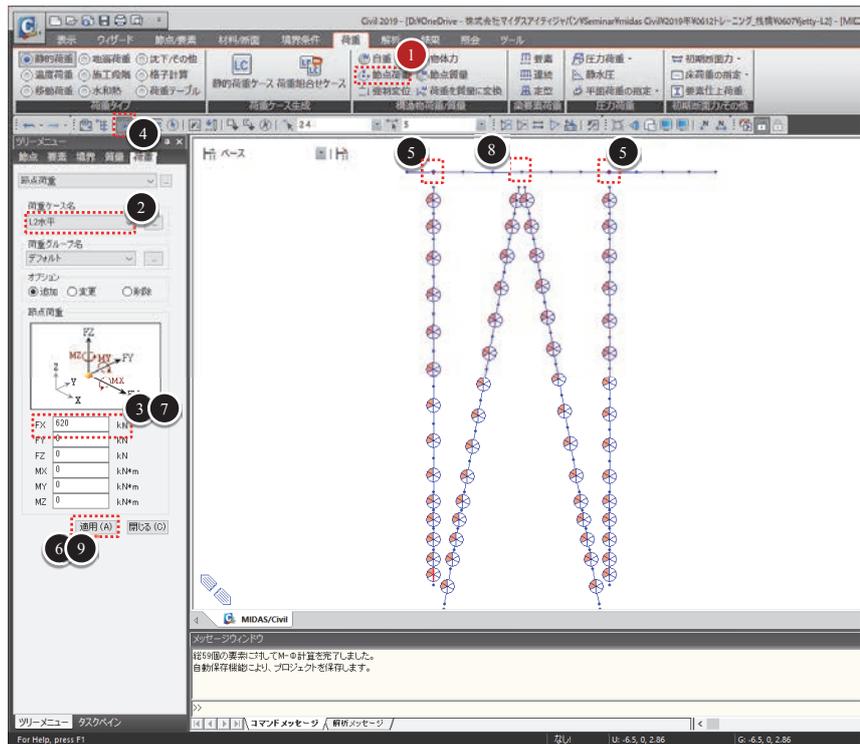


59

43 レベル2 水平力の定義

手順

- 1 メインメニュー [荷重] > [構造物荷重/質量] > [節点荷重] クリック
- 2 荷重ケース名: "L2水平"
- 3 FX: "620"
- 4 アイコンツールバーで [単一選択/解除] 選択
- 5 作業画面から直杭の直上にある床版の節点を選択
- 6 [適用] をクリック
- 7 FX: "775"
- 8 作業画面から斜杭の直上にある床版の節点を選択
- 9 [適用] をクリック

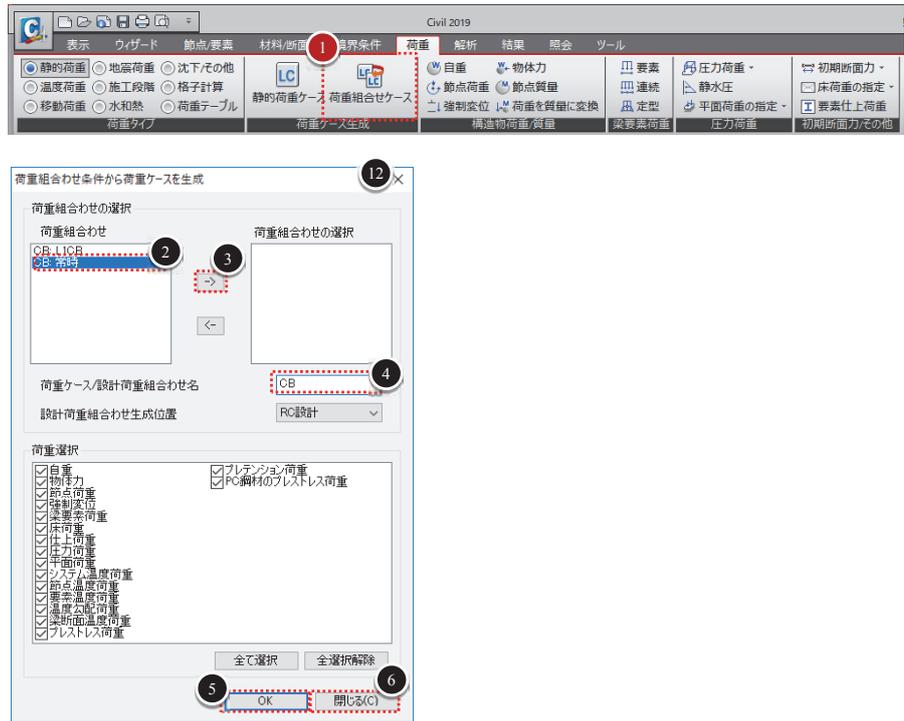


60

44 荷重組合せから荷重ケース作成

手順

- 1 メインメニュー [荷重] > [荷重ケース生成] > [荷重組合せケース] クリック
- 2 荷重組合せ: “CB:常時”
- 3 → ボタンをクリック
- 4 荷重ケース/設計荷重組合せ名: “CB”
- 5 [OK] ボタンをクリック
- 6 [閉じる] ボタンをクリック

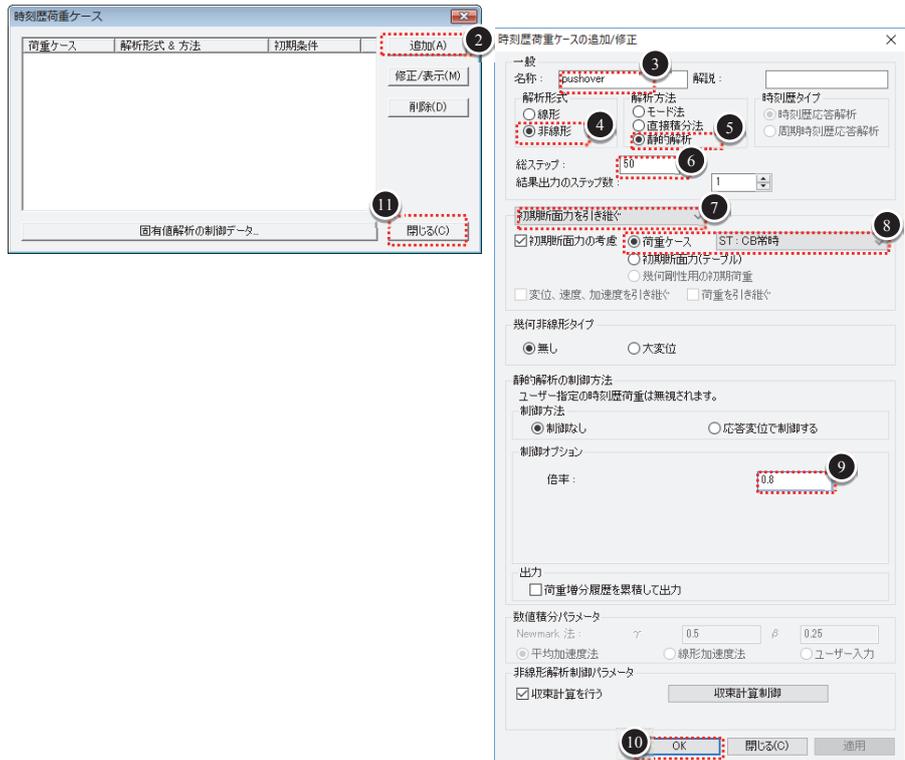


61

45 時刻歴荷重ケースの作成

手順

- 1 メインメニュー [荷重] > [地震荷重] > [時刻歴応答解析データ] > [荷重ケース] クリック
- 2 [追加] ボタンをクリック
- 3 名称: “pushover”
- 4 解析形式: “非線形”
- 5 解析方法: “静的解析”
- 6 総ステップ: “50”
- 7 “初期断面力を引き継ぐ” 選択
- 8 荷重ケース: “ST:CB常時”
- 9 倍率: “0.8”
- 10 [OK] ボタンをクリック
- 11 [閉じる] ボタンをクリック



*1 地震時の水平力 $\times 2$ 水平 $\times 2$ は設計震度 $K_h=1.0$ を想定したもので、ここでは荷重の倍率を“0.8”にし、 $K_h=0.8$ のところまで載荷します。

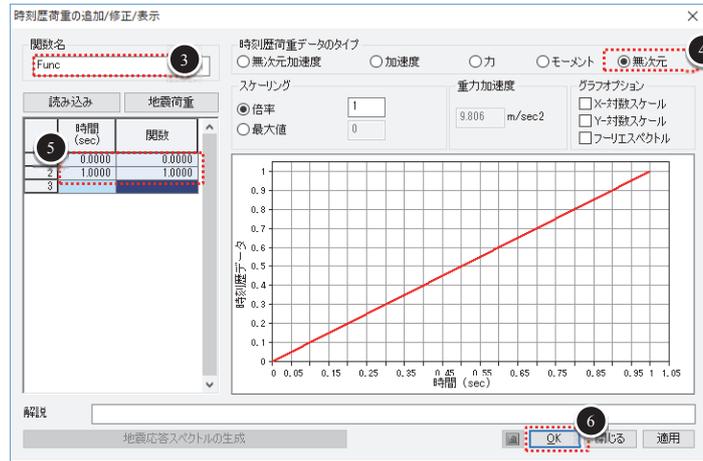
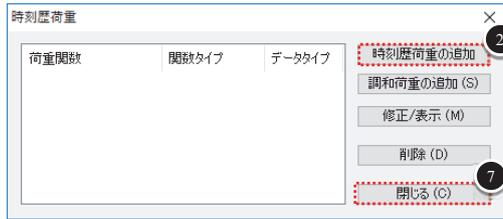
62

46 荷重増分関数の定義

手順

- ① メインメニュー [荷重]>[地震荷重]> [時刻歴応答解析データ]>[時刻歴荷重] クリック
- ② [時刻歴荷重の追加] ボタンをクリック
- ③ 関数名: "Func"
- ④ 時刻歴荷重データのタイプ: "無次元"
- ⑤ 時間関数テーブル:

時間	関数
0.0	0.0
1.0	1.0
- ⑥ [OK] ボタンをクリック
- ⑦ [閉じる] ボタンをクリック



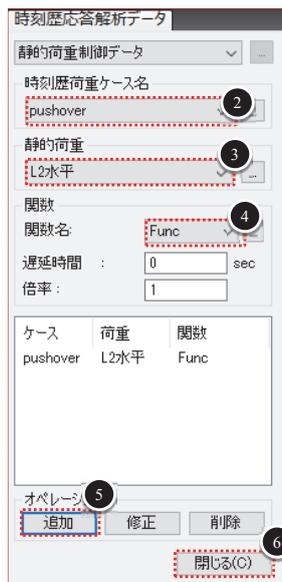
*1 ここでは、震度Kh=1.0で与えた水平力を60%載荷するように設定します。

63

47 時刻歴荷重ケースの作成

手順

- ① メインメニュー [荷重]>[地震荷重]> [時刻歴応答解析データ]>[静的荷重制御データ] クリック
- ② 時刻歴荷重ケース名: "pushover"
- ③ 静的荷重: "L2水平"
- ④ 関数名: "Func"
- ⑤ [追加] ボタンをクリック
- ⑥ [閉じる] ボタンをクリック

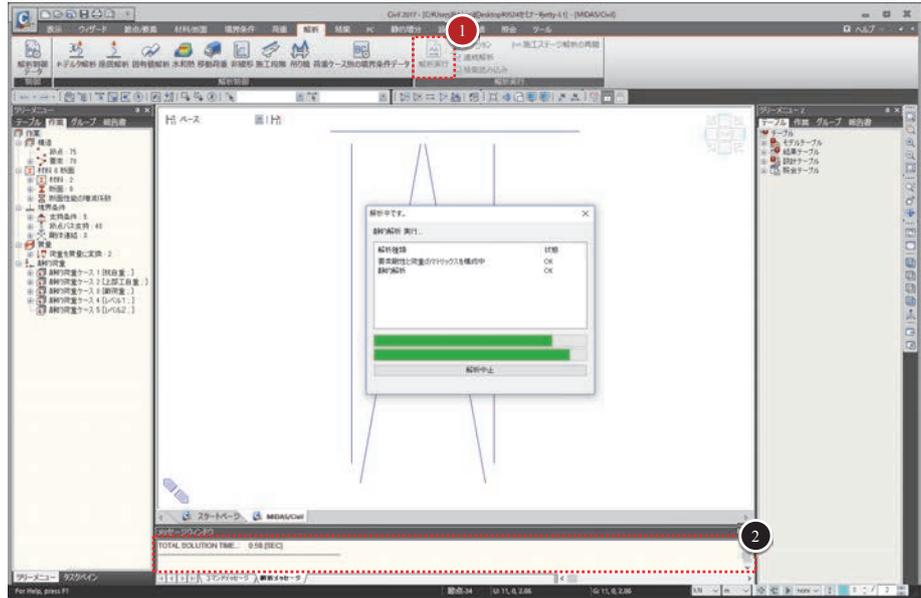


64

48 構造解析実行

手順

- 1 メインメニュー[解析] > [解析実行]
> [解析実行]をクリック

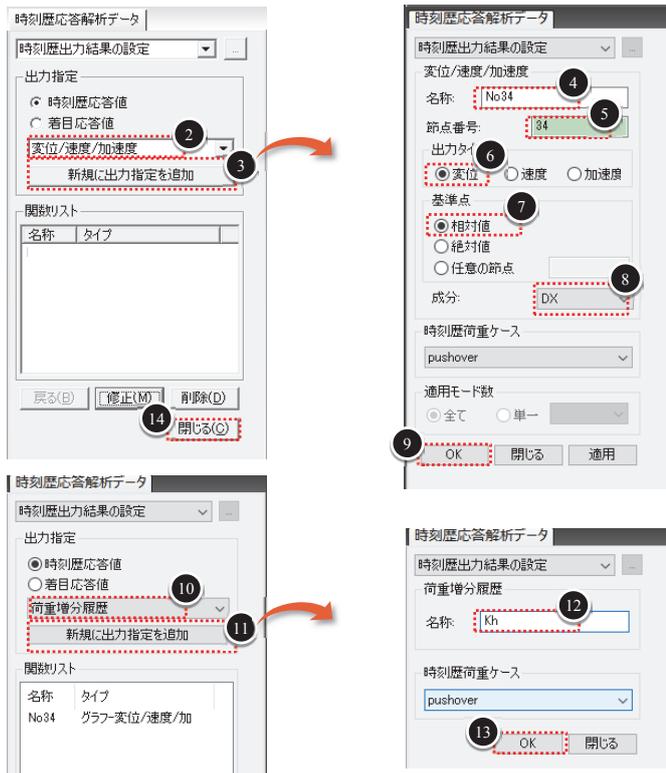


- ◆ 構造解析実行中は画面中央に構造解析が実行されていることを知らせるダイアログボックスが表示されます。
- ◆ モデルビューの下の(図中の②)のメッセージウィンドウに要素剛性行列の構成と組合せ過程などのすべての解析過程が表示されます。
- ◆ 解析作業が完了すると、全ての解析所要時間がメッセージウィンドウに表示され、画面中央のウィンドウは閉じます。

49 解析結果の出力指定

手順

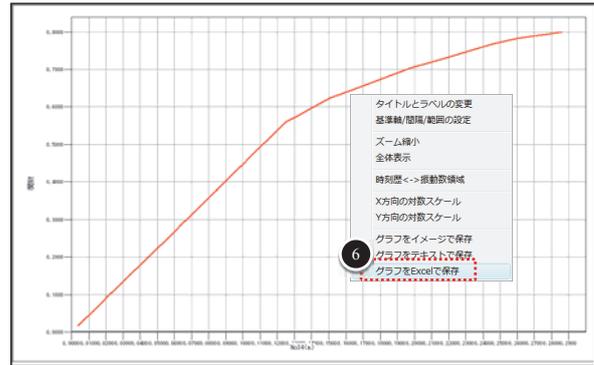
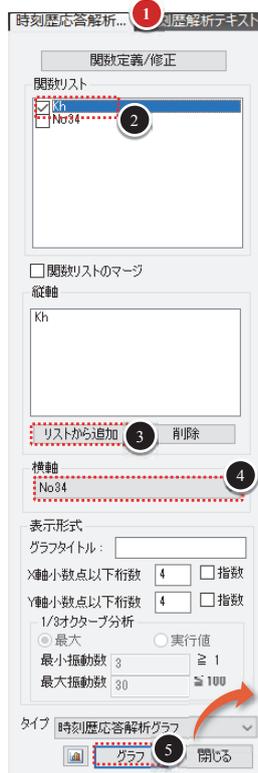
- 1 [荷重]>[時刻歴応答解析データ]>
[時刻歴出力結果の設定]
- 2 出力指定：“変位/速度/加速度”
- 3 [新規に出力指定を追加] ボタンをクリック
- 4 名称：“No34”
- 5 節点番号：“34”
- 6 出力タイプ：“変位”
- 7 基準点：“相対値”
- 8 成分：“DX”
- 9 [OK] ボタンをクリック
- 10 出力指定：“荷重増分履歴”
- 11 [新規に出力指定を追加] ボタンをクリック
- 12 名称：“Kh”
- 13 [OK] ボタンをクリック
- 14 [閉じる] ボタンをクリック



50 結果確認 – 時刻歴応答グラフ

手順

- 1 [結果]>[時刻歴応答解析グラフ/テキスト]>[時刻歴応答解析グラフ]
- 2 関数リスト：“Kh”
- 3 [リストから追加] ボタンをクリック
- 4 横軸：“No34”
- 5 [グラフ] ボタンをクリック
 節点16の時刻歴応答結果を確認
- 6 マウスを右クリックし、[グラフをEXCELで保存]を選択、グラフ結果をExcelに保存

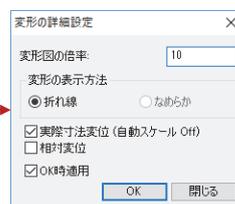
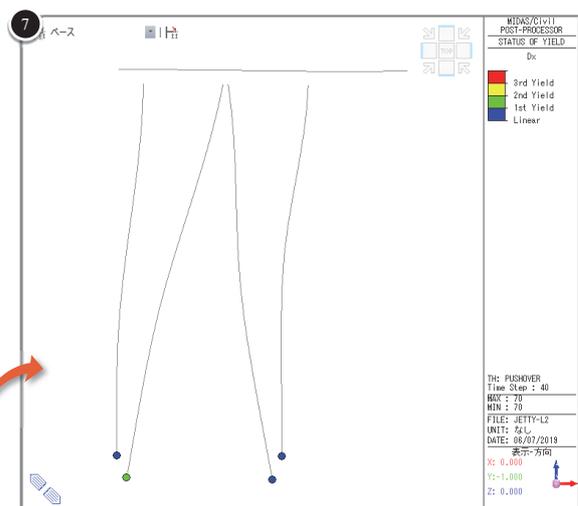


67

51 結果確認 – 杭先端支持バネの降伏状態

手順

- 1 [結果]>[時刻歴応答解析結果]>[非線形特性状態]
- 2 出力タイプ：“降伏状態”
- 3 変位成分：“Dx”
- 4 “凡例” チェックオン
- 5 “変形” チェックオンし、「[...]」ボタンをクリック
- 6 “ステップ” ボックスを一度クリック、その後はキーボードの↓キーでステップを移動
- 7 杭先端支持バネが降伏していく様子を確認



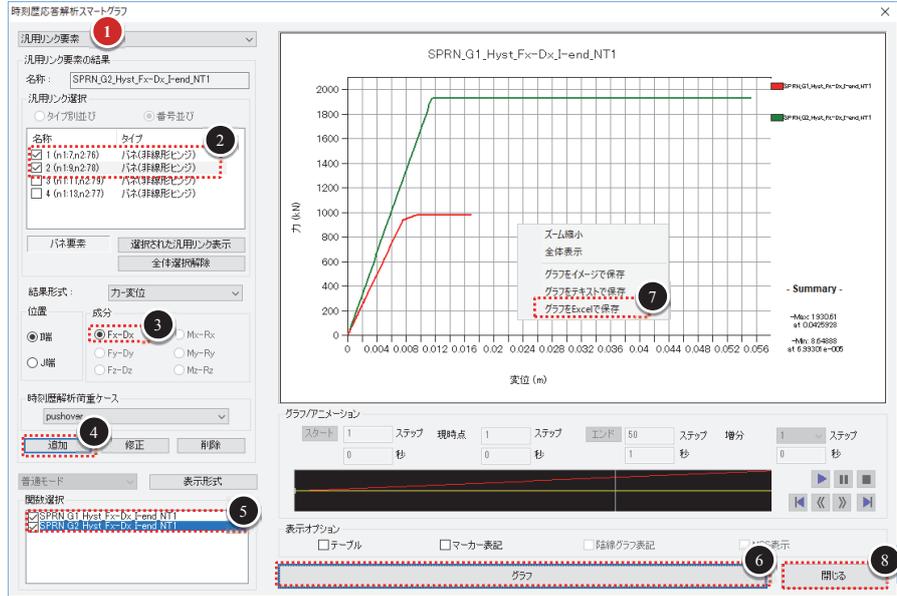
68

52

結果確認 – 杭先端支持バネの履歴

手順

- 1 [結果]>[時刻歴応答解析グラフ/テキスト]>[時刻歴応答解析スマートグラフ]>[汎用リンク要素]
- 2 汎用リンク選択：“1(n1:7, n2:76)”、“2(n1:9, n2:78)” チェックオン
- 3 成分：“Fx-Dx”
- 4 [追加] ボタンをクリック
- 5 “関数選択” で全てにチェック
- 6 [グラフ] ボタンをクリック
- 7 マウスを右クリックし、[グラフをEXCELで保存] を選択、結果をExcelへ出力
- 8 [閉じる] ボタンをクリック



斜め組杭栈橋の地震時の安全性照査

2019 MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL EDUCATION SEMINAR

ご清聴、ありがとうございました。

MIDAS Information Technology Japan Co., Ltd.

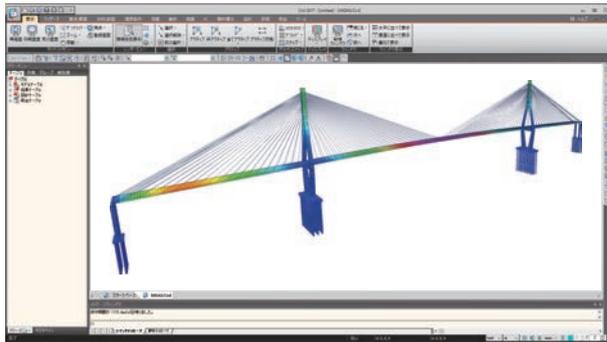
E-mail : c.support@midasit.com Homepage : http://jp.midasuser.com/civil



MIDAS CONSTRUCTION PROGRAMS

a total of over 30,000 licenses used worldwide in over 110 countries

The Largest CAE Software Developer
in Civil Engineering

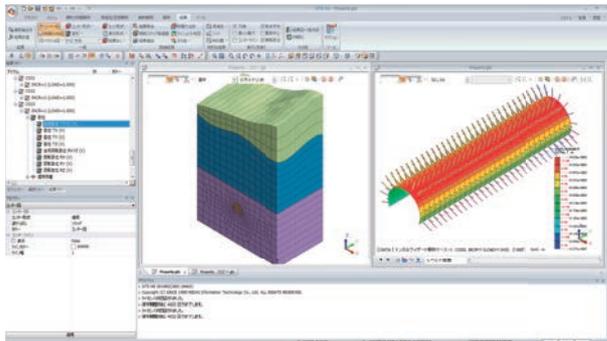


midas Civil

任意形状構造物の3次元汎用構造解析プログラム

midas Civilは、直観的なユーザーインターフェイス環境とコンピュータグラフィックス技術が適用された土木分野の汎用構造解析及び最適設計システムです。

PC橋、斜張橋、吊橋はもちろん、非定型構造物や最新施工法を適用した構造物のモデリングが自由にできますし、土木分野に必要な静的・動的解析、材料・幾何非線形解析、段階施工解析機能を提供しています。



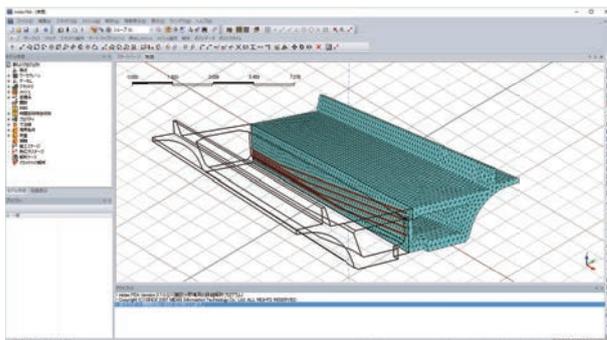
GTS NX

地盤分野汎用解析システム

GTS NXは最先端プリ・ポストと解析機能を搭載した新しい概念の地盤汎用解析プログラムです。

GTS NXは最新のOS環境変化に合わせて64ビット、並列処理を適用した統合ソルバーを搭載しており、初心者も使いやすいように直観的なリボンメニュー形式を用意しております。

また、様々な解析機能、圧倒的に速い解析速度、優れているグラフィック表現および結果整理機能などを提供します。

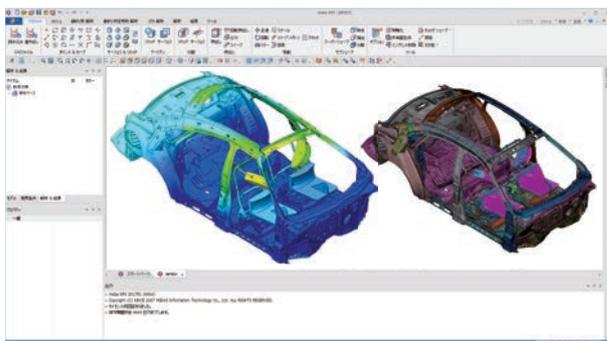


FEA NX

非線形詳細FEM解析プログラム

FEA NXは、建築・建設分野における高度な解析を行うことを目的とした解析ツールです。

補修・補強のための詳細解析はもちろん、マスコンの熱応力解析、コンクリートのひび割れ解析を行うことができます。



midas NFX

機械分野における汎用構造解析プログラム

midas NFXは、windows上で動作するプリ・ポスト・ソルバー一体型の構造解析ツールです。

設計者の方でも解析専任者の方でも快適にお使いいただける作業環境を提供します。

線形解析から高度な接触問題を含む非線形解析、CFD解析まで行うことができます。

2019 MIDAS
CONSTRUCTION TECHNICAL
EDUCATION SEMINAR



株式会社マイダスイティジャパン

東京都千代田区外神田5-3-1秋葉原OSビル7F

TEL : 03-5817-0787 | Fax : 03-5817-0784 | e-mail : c.support@midasit.com

<http://jp.midasuser.com/civil/>