VR 3D-CG FEM CAD Cloud

UC-1 series UC-win series Suite series

Geo Engineer's Studio Ver.4

Operation Guidance 操作ガイダンス

FORUM8 フォーラムエイト

フルカラー POD対応

本書のご使用にあたって

本操作ガイダンスは、おもに初めて本製品を利用する方を対象に操作の流れに沿って、操作、入力、処理方法を説明したものです。

ご利用にあたって
ご使用製品のバージョンは、製品「ヘルプ」のバージョン情報よりご確認下さい。
本書は、表紙に掲載のバージョンにより、ご説明しています。
最新バージョンでない場合もございます。ご了承下さい。

本製品及び本書のご使用による貴社の金銭上の損害及び逸失利益または、第三者からのいかなる請求についても、弊社は、その責任を一切負いませんので、あらかじめご了承下さい。
製品のご使用については、「使用権許諾契約書」が設けられています。

※掲載されている各社名、各社製品名は一般に各社の登録商標または商標です。

© 2025 FORUM8 Inc. All rights reserved.

目次

6 第1章　製品概要

6 1　プログラム概要
6 1−1　機能概要
6 1−2　プリプロセッサ（前処理）
6 1−3　プロセッサ（解析部）
7 2　機能および特長
7 2−1　解析種別
7 2−2　解析次元
7 2−3　ソフトウェアの特長
7 2−4　境界条件
7 2−5　要素ライブラリ
7 2−6　構成モデル
8 2−7　荷重
8 2−8　弾塑性地盤解析(GeoFEAS2D)との機能比較一覧
9 3　適用範囲
10 4　フローチャート

11 第2章　操作ガイダンス　トンネル

11 1　トンネル
11 1−1　基本データ
12 1−2　モデル作成
19 1−3　メッシュ分割
33 2　解析実行・結果確認
37 3　データ保存

38 第3章　操作ガイダンス　液状化・弾完全塑性モデル

38 1　液状化・弾完全塑性モデル
38 1−1　基本データ
39 1−2　モデル作成
44 1−3　メッシュ分割
46 1−4　ステージ設定
57 2　解析実行・結果確認
60 3　データ保存

61 第4章　操作ガイダンス　圧密連成2 弾塑性解析

61 1　圧密連成2 弾塑性解析
61 1−1　基本データ
62 1−2　モデル作成
62 1−3　メッシュ分割
63 1−4　ステージ設定
64 2　解析実行・結果確認
65 3　データ保存

66 第5章 Q&A
66 1 機能・概要編
68 2 Pre操作編(入力関連)
83 3 Post操作編(結果表示関連)

第1章　製品概要

1　プログラム概要

1－1　機能概要

本製品は、平面ひずみ解析、軸対称解析を対象とした、静的な地盤の応力～変形解析を行う2次元弾塑性地盤解析プログラムです。土留め掘削解析、シールドトンネル掘削解析、液状化解析など地盤に連動する多くの土木構造物の断面力・変位、および地盤の変形解析を実施する場合に、威力を発揮する汎用FEM製品です。本製品は、①プリプロセッサ（前処理）、②プロセッサ（解析部）、③ポストプロセッサ（後処理）の3つの部分で構成されています。プリプロセッサ(前処理)ではCAD的操作で解析条件を入力し、プロセッサ（解析部）では解析実行、ポストプロセッサ（後処理）では解析結果の処理・可視化を行います。

1－2　プリプロセッサ（前処理）

解析次元の選択、解析モデルの入力、メッシュ分割、各解析ステージにおける条件設定を行います。

■　モデル作成

CAD的な操作で、モデル作成領域に解析モデルを描画しながら作成します。この時、解析モデルが、三角形または四角形のブロックの集合になるように入力します。

■　メッシュ分割

解析モデルを構成する各線分に対して分割数を指定し、メッシュ分割を行います。

■　ステージ設定

[ステージ設定]-[要素定義]：解析モデルに対し要素を定義し材料パラメータを入力します。掘削・盛土領域の指定などを行います。

[ステージ設定]-[解析条件]：荷重、境界条件などの解析条件を設定します。

1－3　プロセッサ（解析部）

プリプロセッサ（前処理）で生成された入力データを受け取り、解析を行います。

1－4　ポストプロセッサ（後処理）

[プロセッサ（解析部）]の出力結果を処理します。

結果図や数値の出力・確認を行います。本プログラムでは、主に以下の出力を行うことができます。

■　モデル図
■　変形図
■　ベクトル図
■　コンタ図
■　分布図
■　数値出力
■　時刻歴図（圧密連成解析）

2　機能および特長

2－1　解析種別

■ 静的全応力解析
■ 静的有効応力解析（圧密連成解析）

2－2　解析次元

■　平面ひずみ解析
■　軸対称解析（圧密連成解析は未対応）

2－3　ソフトウェアの特長

■　ステージ解析

ステージ解析（施工ステップ解析）を実施することができます。ステージごとに、材料定数の変更、境界条件の変更、掘削時の応力解放率の設定が可能です。

■　液状化による自重変形解析

「平成19年河川構造物の耐震性能照査指針」、「平成28年河川構造物の耐震性能照査指針」に対応した「液状化前」、「液状化時」、「液状化後の体積圧縮」の変形解析を行うことができます。

2－4　境界条件

境界条件として以下の種類を定義することができます。

■　節点自由度拘束（水平ローラ、鉛直ローラ、固定、強制変位）

2－5　要素ライブラリ

以下の要素を定義することができます。

種類	項目	2次元	軸対称	備考
線要素	梁1次要素	○	－	
	棒1次要素	○	－	
	軸バネ	○	－	バネ支点含む
	せん断バネ	○	－	バネ支点含む
	回転バネ	×	－	
	分布軸バネ	×	－	
	分布せん断バネ	×	－	
面要素	3節点3角形要素	○	○	2次元・軸対称解析用1次要素
	4節点4角形要素	○	○	2次元・軸対称解析用1次要素
	6節点3角形要素	○	○	2次元・軸対称解析用2次要素
	8節点4角形要素	○	○	2次元・軸対称解析用2次要素

※「×」は未対応。「-」は対象外。

2－6　構成モデル

■　平面ひずみ要素・軸対称要素の構成モデル

平面ひずみ要素・軸対称要素の構成モデルとして、弾性モデルを適用できます。

■　梁要素、棒要素、バネ要素など

梁要素、棒要素、バネ要素を適用することができます。

2－7　荷重

以下の荷重を考慮することができます。

■　集中荷重
節点集中荷重(2次元・軸対称)

■　等分布荷重、分布荷重
線形分布荷重(2次元・軸対称)

■　体積荷重（自重）
鉛直加速度（2次元・軸対称）

■　地震荷重
水平応答加速度(2次元)
鉛直応答加速度(2次元)

■　節点水圧(2次元・軸対称)
本プログラムは、全応力解析（地盤の透水現象を考慮しない解析）を行うプログラムですが、水圧を節点荷重として考慮することにより水圧の変化が地盤に及ぼす影響を検討することができます。

2－8　弾塑性地盤解析(GeoFEAS2D)との機能比較一覧

■　主な解析機能

機能			GeoFEAS2D	Geo Engineer's Studio		説明
				Lite	Standard	
解析種別	静的全応力解析		○	○	○	
	静的有効応力解析（圧密連成解析）		―	―	○	
解析次元	平面ひずみ解析		○	○	○	
	軸対称解析		○	○	○	
解析機能	弾性解析		○	○	○	※対応している構成モデルの詳細は「構成モデル」を参照
	弾塑性解析		○	―	○	※対応している構成モデルの詳細は「構成モデル」を参照
	液状化による自重変形解析		○	―	○	河川構造物の耐震性能照査指針（案）・同解説「液状化時自重変形解析」「液状化後の体積圧縮による変形量の計算」
	せん断強度低減法		○	―	―	SSRFEM
	圧密連成解析（土-水連成解析）		―	―	○	静的有効応力解析
	ステージ解析		○	○	○	ステージごとに、材料定数の変更、境界条件の変更、掘削時の応力解放率の設定が可能。
	メッシュ分割	セミオート	○	○	○	三角形または四角形で構成されたモデルを分割数指定で細分化
		オート(三角形)	○	○	○	閉図形で構成されたモデルを分割幅指定で細分化
		オート(四角形)	○	○	○	同上
		オート(混合)	○	○	○	同上（三角形と四角形の混合）
	局所安全率の計算		○	○	○	積分点ごとに局所安全率を算出。
	節点水圧		○	○	○	水圧を節点荷重として考慮することにより水圧の変化が地盤に及ぼす影響を検討できる。
	構成則の混在		○	○	○	材料毎に構成則を与えることができる。

■構成モデル

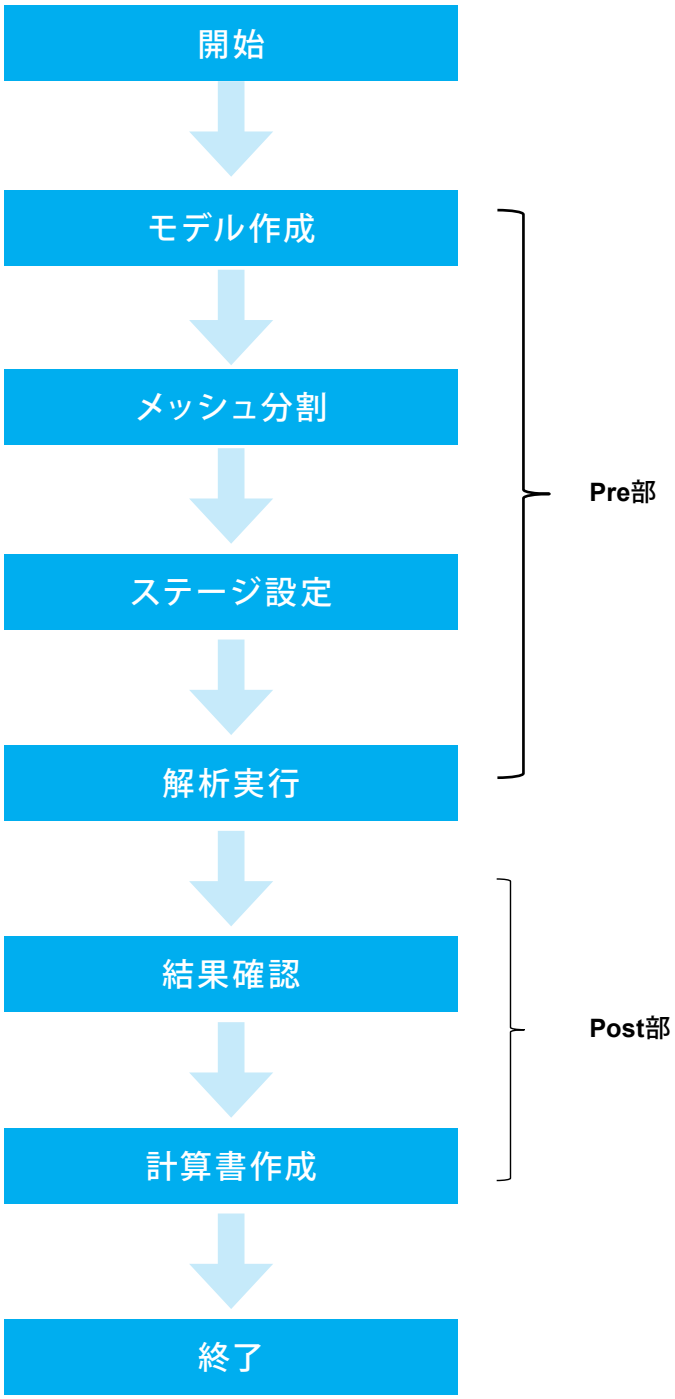
モデル種類		構成モデル	GeoFEAS2D	Geo Engineer's Studio		備 考
				Lite	Standard	
ソリッド要素	弾性モデル	線形弾性モデル	○	○	○	等方性
	非線形弾性モデル	破壊接近度法	○	—	—	電中研方式
	非線形モデル	Hardin-Drnevich モデル（HD モデル）	○	—	○	
		Ramberg-Osgood モデル（RO モデル）	○	—	○	
		鵜飼・若井モデル（UW-Clay）	○	—	○	
	弾・完全塑性モデル	Morh-Coulomb 方式（MC モデル）	○	—	○	関連流れ則
		Drucker Prager 方式（DP モデル）	○	—	—	関連流れ則
		MC-DP モデル	○	—	—	非関連流れ則
	弾塑性モデル	PZ-Sand モデル	○	—	—	
		PZ-Clay モデル	○	—	—	
	No-Tension モデル	線形弾性	○	—	—	
	液状化モデル	せん断剛性低減材料 1（弾性モデル）	○	—	○	液状化層の直上層
		せん断剛性低減材料 2（弾性モデル）	○	—	○	液状化層の直上層
		液状化材料 1（バイリニア弾性）	○	—	○	「平成 19 年 河川構造物耐震性能照査指針」対応
		液状化材料 2（バイリニア弾性）	○	—	○	「平成 28 年 河川構造物耐震性能照査指針」対応
	弾塑性モデル（圧密連成解析）	Cam-clay モデル	—	—	○	圧密連成解析用
		修正 Cam-clay モデル	—	—	○	圧密連成解析用
梁要素		線形弾性モデル	○	○	○	
		バイリニアモデル	○	—	○	
		トリリニアモデル	—	—	○	
棒要素		線形弾性モデル	○	○	○	
		バイリニアモデル	○	—	○	
		トリリニアモデル	—	—	—	
バネ要素		線形弾性モデル	○	○	○	
		バイリニアモデル	○	—	—	
		トリリニアモデル	—	—	—	
ジョイント要素		線形弾性モデル	○	—	—	

3　適用範囲

本プログラムは、主に以下の検討に使用することができます。

- 地盤の応力・変形解析
- 土留め掘削解析
- シールドトンネル掘削時の周辺地盤影響解析
- NATM工法におけるトンネル施工検討解析
- 水圧の変動が地盤に及ぼす影響の検討
- 地盤と構造物の相互作用の検討
- 応答震度法
- 液状化に伴う自重変形解析
- 圧密連成解析（土-水連成解析）

4　フローチャート

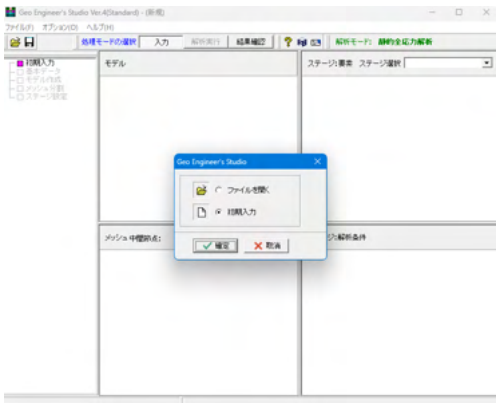


第2章　操作ガイダンス　トンネル

1　トンネル

サンプルデータ「Tunnel.GES」を例題として作成します。
トンネル掘削時の周辺地盤影響解析を扱ったデータです。
こちらのデータはLite、Standardの両グレードで対応しています。
各入力項目の詳細については製品の【ヘルプ】をご覧ください。

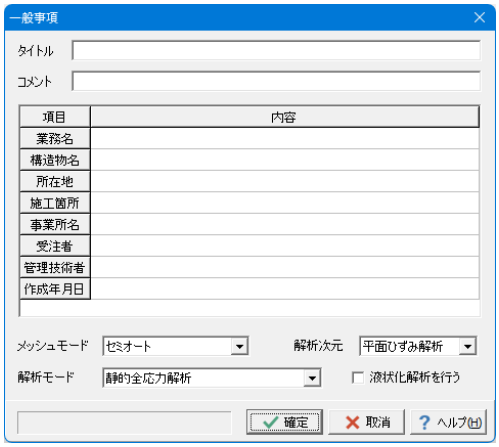
解析は以下の条件とします。
①地盤は２次元平面ひずみモデルとする。
②解析は２次元弾性FEM解析とする。
③トンネル掘削に伴う、近接杭基礎への影響解析を目的とする。



「初期入力」を選択し、「確定」ボタンをクリックします。

操作ガイダンスムービー
Youtubeへ操作手順を掲載しております。
Geo Engineer's Studio 操作ガイダンスムービー(8:35)
https://youtu.be/SCyG0bhqdkE

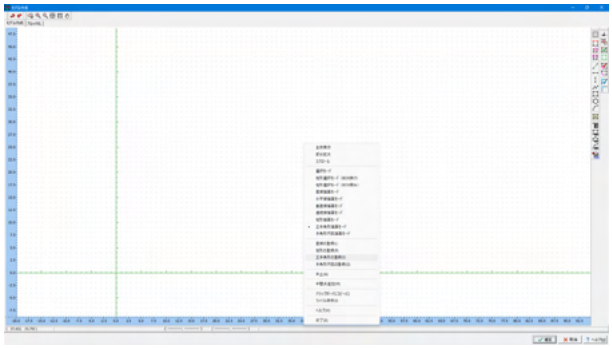
1−1　基本データ



左メニューの「基本データ」をクリックします。
メッシュモード、解析次元はデフォルトのまま「確定」をクリックします。
なお、必要に応じてタイトル、コメント等を入力してください。

1−2　モデル作成

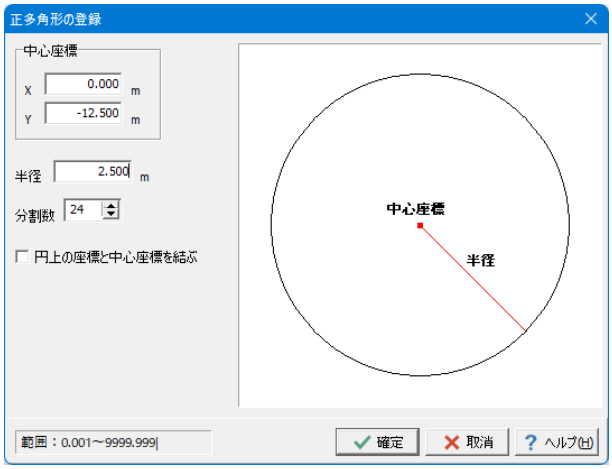
作成



左メニューの「モデル作成」をクリックします。
トンネル断面（内側の円）を正多角形描画モードで描きます。

① 右ツールメニューから正多角形描画モード を選択します。

② トンネルを設置する中央付近にマウスを移動し、右クリック-「正多角形の登録」を選択します。

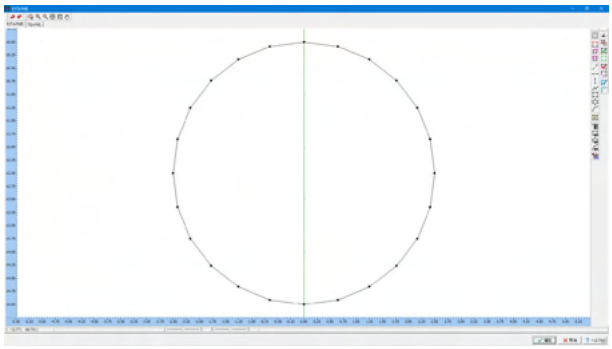


値を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

中心座標
X:0.000m
Y:-12.500m

半径
2.500m

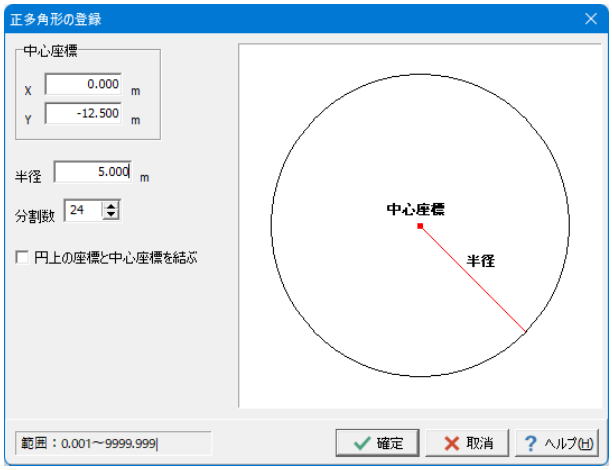
分割数
24



上メニュー や で描画された円全体を表示します。

メッシュ分割補助線用にトンネル円の外側にも円を描きます。

先程と同様に右クリック-「正多角形の登録」を選択します。

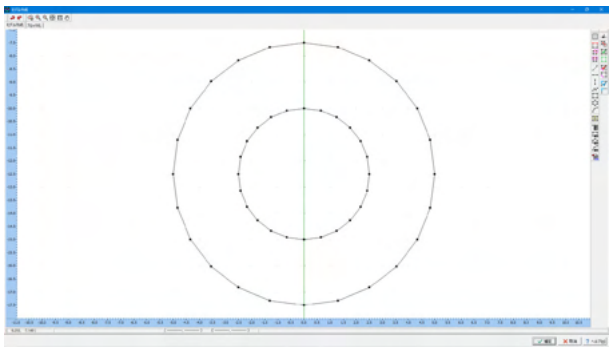


値を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

中心座標
X:0.000m
Y:-12.500m

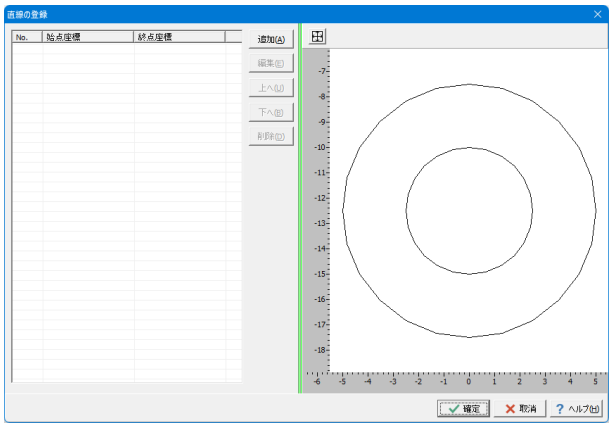
半径
5.000m

分割数
24

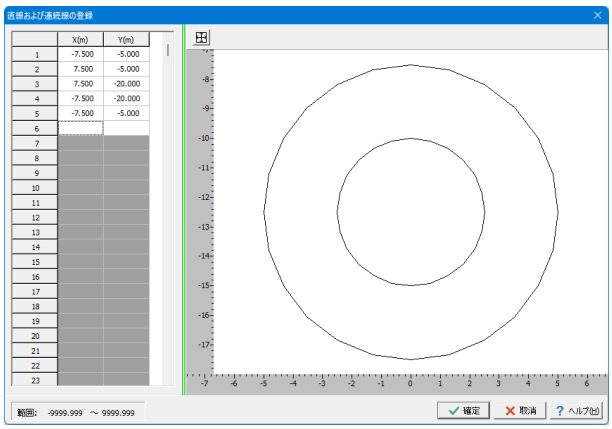


メッシュ分割補助線用に、外側の矩形（高さ15m×幅15m）を描きます。

右ツールメニューから直線の登録 を選択します。

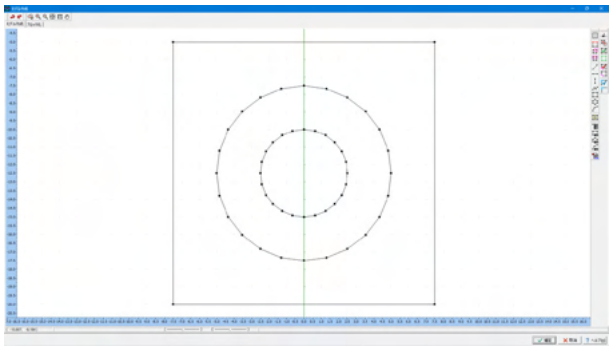


「追加」ボタンをクリックします。

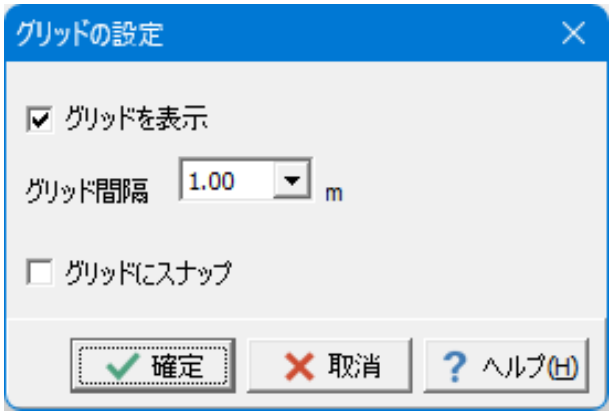


座標値を入力して「確定」ボタンを2回クリックし、登録画面を閉じます。

	X(m)	Y(m)
1	-7.500	-5.000
2	7.500	-5.000
3	7.500	-20.000
4	-7.500	-20.000
5	-7.500	-5.000



左図のような外形となることを確認します。

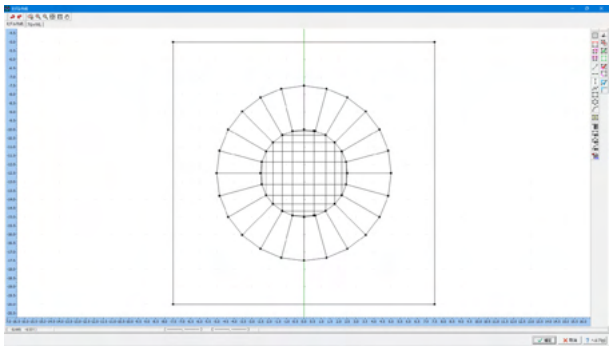


メッシュ分割を行うために、事前にモデル内部の形状を全て四角形もしくは三角形で分割します。

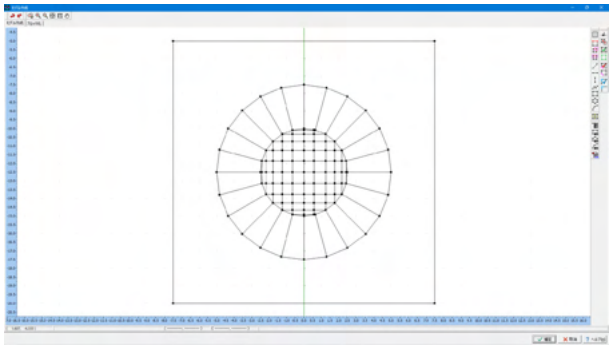
トンネル断面(円)メッシュ分割補助線を入力します。

右ツールメニューからグリッドの設定 を選択し、「グリッドにスナップ」のチェックを外して「確定」ボタンをクリックします。

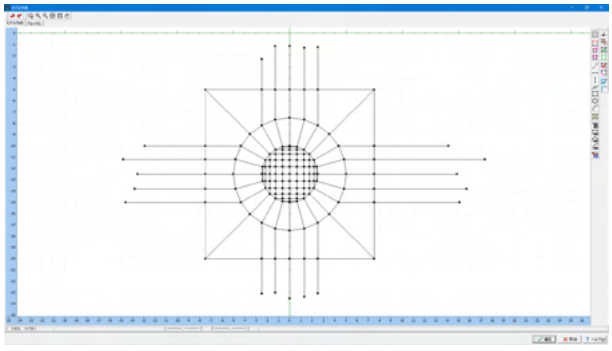
※座標軸が不要な場合は、［オプション-表示項目の設定］の「座標軸を表示する」のチェックを外して下さい。



トンネル周辺を部分拡大し、直線描画モード 、水平線描画モード 、垂線描画モードなどを用いて、左図に従って補助線を引きます。



補助線が引き終わったら、右ツールメニューから交点生成モード をクリックして交点を生成します。

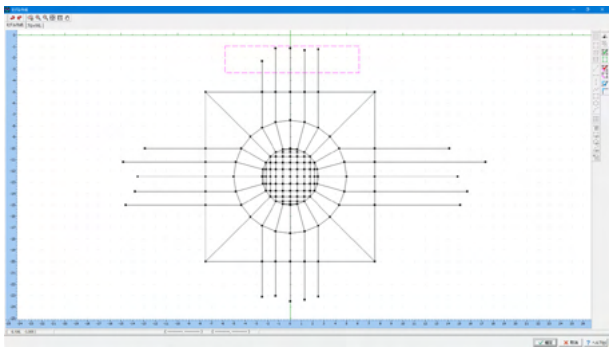


トンネル断面(円)メッシュ分割補助線を入力します。

直線描画モード 、水平線描画モード、垂線描画モード などを用いて、下図のように補助線を引きます。

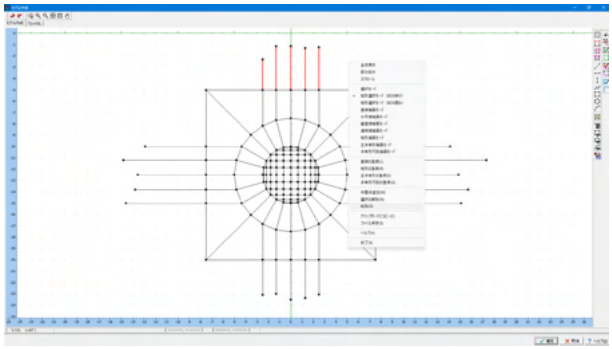
（直線、垂線は少し長めに引き、外側の矩形と交差させます。）

補助線が引き終わったら、右ツールメニューから交点生成モード をクリックして交点を生成します。

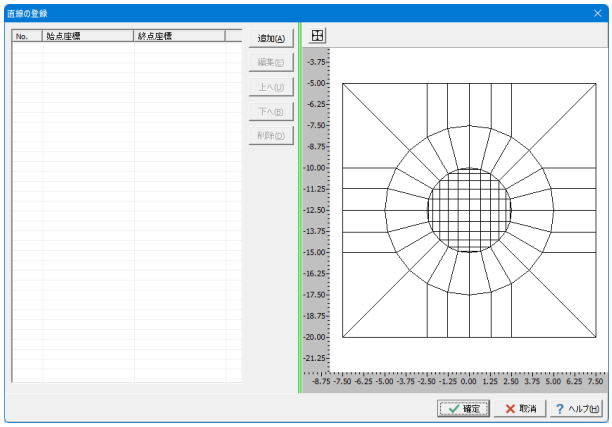


余分な線分を削除します。

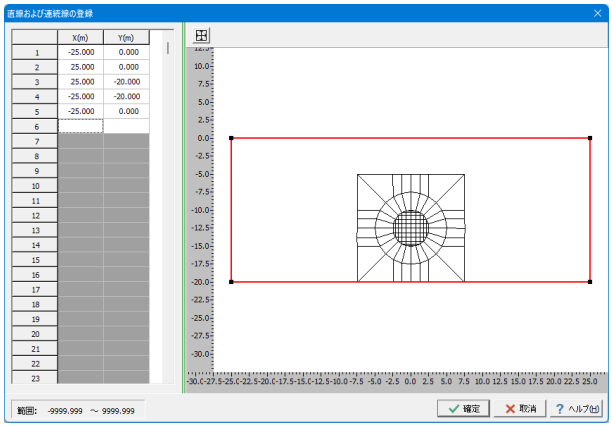
右ツールメニューから矩形選択モード を選択し、削除したい線分をドラッグして囲みます。



削除する線分が赤線で表示されます。
右クリック-「削除」を選択または「Delete」キーをクリックします。
同様に残り3面の線分も削除します。

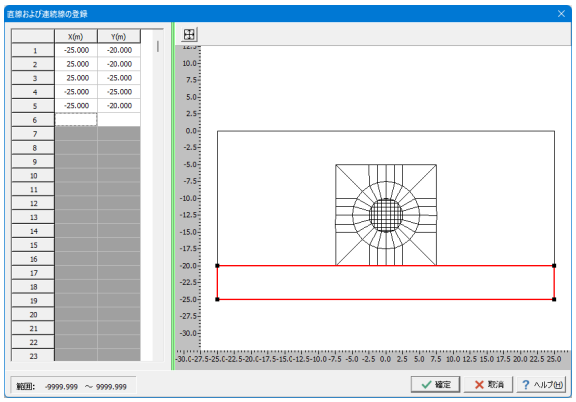


1層目の地層形状を入力します。
右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンをクリックします。



値を入力し、「確定」ボタンを2回クリックし、登録画面を閉じます。

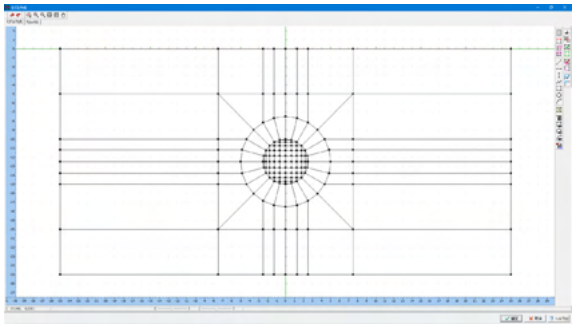
	X(m)	Y(m)
1	-25.000	0.000
2	25.000	0.000
3	25.000	-20.000
4	-25.000	-20.000
5	-25.000	0.000



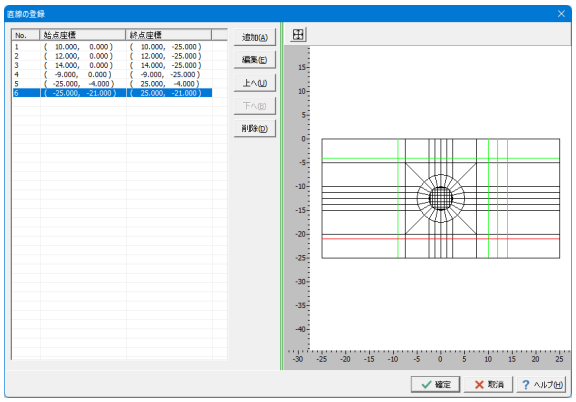
2層目の地層形状を入力します。
右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンをクリックします。

値を入力し、「確定」ボタンを２回をクリックし、登録画面を閉じます。

	X(m)	Y(m)
1	-25.000	-20.000
2	25.000	-20.000
3	25.000	-25.000
4	-25.000	-25.000
5	-25.000	-20.000



トンネル周辺の補助線を、左図に従って水平線描画モード、
垂線描画モード で作成します。



杭、並びに周辺補助線を入力します。
右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンをクリックします。

下図に従って座標値をNo.1～No.6まで追加します。
最後に「確定」ボタンをクリックします。

【No.1】

	X(m)	Y(m)
1	10.000	0.000
2	10.000	-25.000

【No.2】

	X(m)	Y(m)
1	12.000	0.000
2	12.000	-25.000

【No.3】

	X(m)	Y(m)
1	14.000	0.000
2	14.000	-25.000

【No.4】

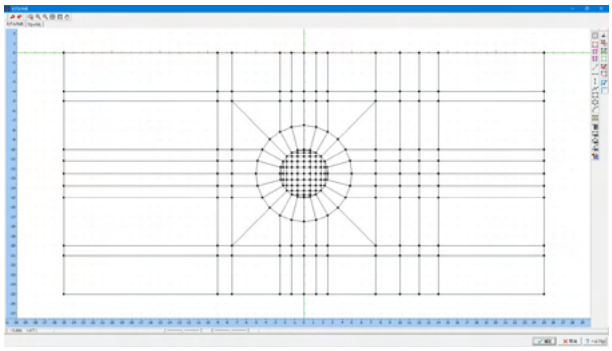
	X(m)	Y(m)
1	-9.000	0.000
2	-9.000	-25.000

【No.5】

	X(m)	Y(m)
1	-25.000	-4.000
2	25.000	-4.000

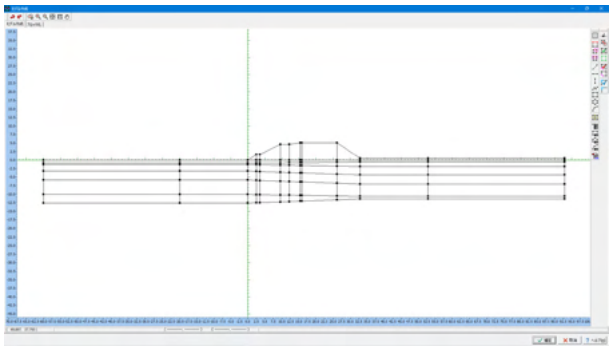
【No.6】

	X(m)	Y(m)
1	-25.000	-21.000
2	25.000	-21.000



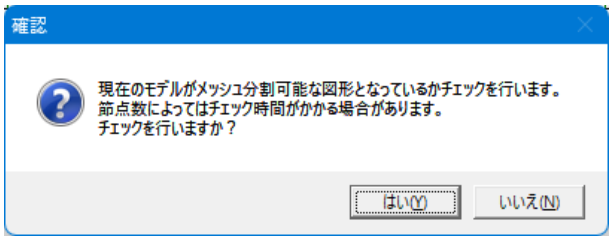
右ツールメニューから交点生成モード をクリックして交点を生成します。

参考：モデルチェック機能

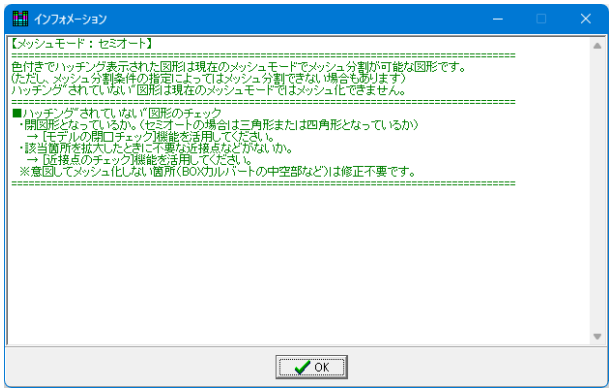


作成しているモデルが現在選択されているメッシュモード（セミオート、オート分割）でメッシュ分割可能か、チェックを行います。

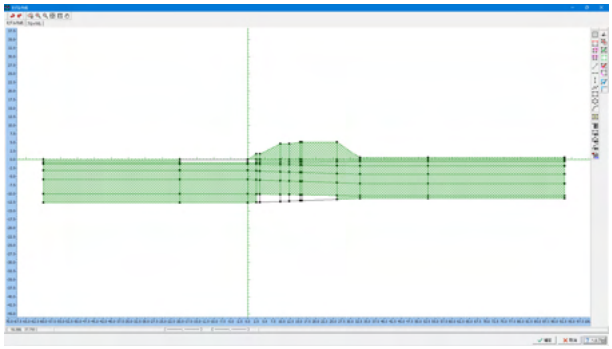
右ツールメニューから図形のチェック を選択します。



左図のような警告が表示されますが、「はい」を選択します。



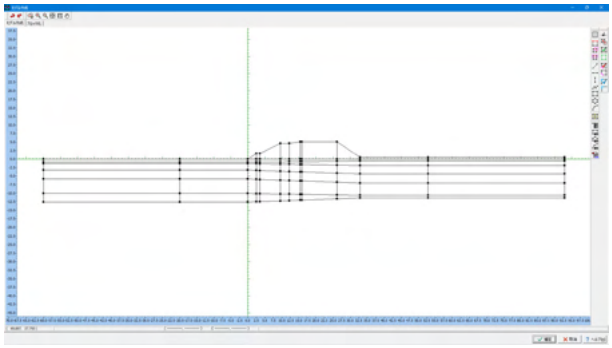
左図のようなインフォメーションが表示されますので、内容を確認し「OK」を選択します。



結果を確認することが出来ます。

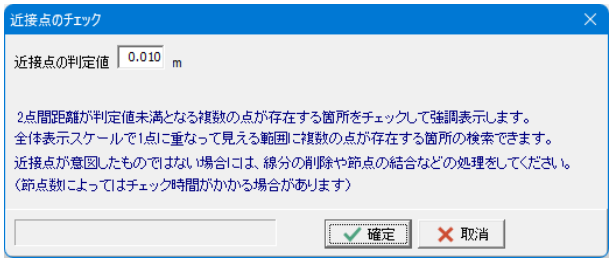
・ハッチングされている箇所…メッシュ化できる
・ハッチングされていない箇所…メッシュ化できない

なお、意図してメッシュ分割しない箇所（例えばBOXの空洞部など）がある場合など、全ての図形がハッチングされていなくてもモデルとして不適切なわけではありません。
ユーザがチェックの上、モデルを修正するか決めてください。

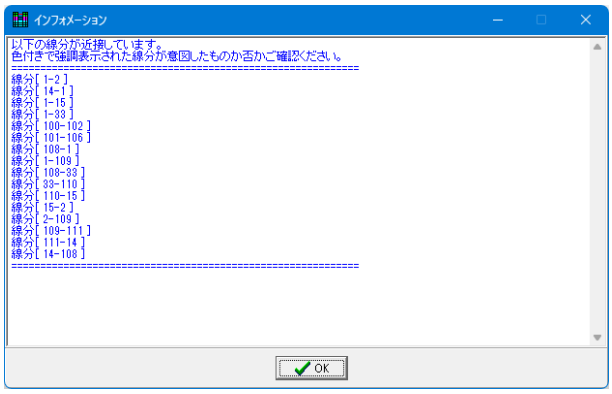


2点間距離が判定値未満となる複数の点が存在する箇所をチェックして、強調表示します。

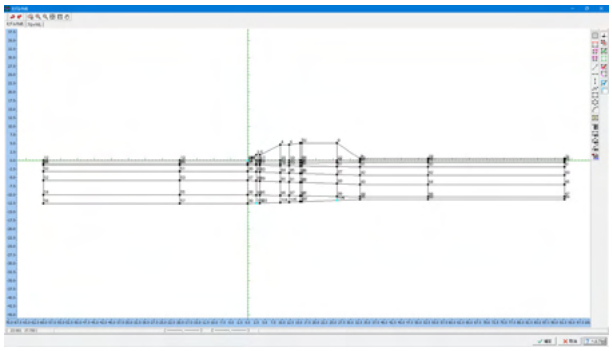
右ツールメニューから近接点のチェック を選択します。



左図のようなダイアログが表示されますので、近接点の判定値を設定し「確定」を選択します。



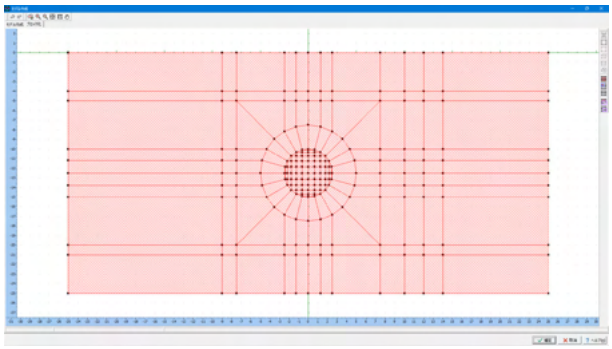
左図のようなインフォメーションが表示されますので、内容を確認し「OK」を選択します。



結果を確認することが出来ます。

全体表示スケールで1点に重なって見える範囲に複数の点が存在する箇所の検索ができます。
近接点が意図したものではない場合には、線分の削除や節点の結合などの処理をしてください。

ブロック化



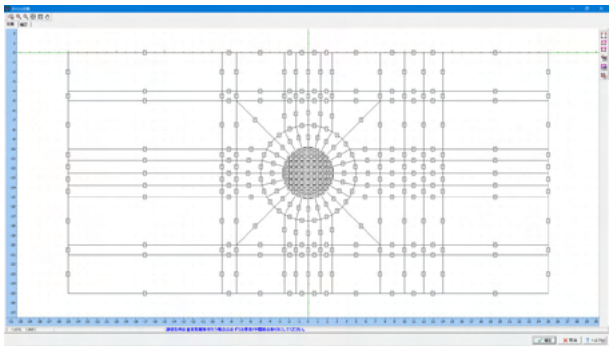
モデル作成「ブロック化」タブに切り替えます。
左図のようにブロックが生成されていたら「確定」をクリックし、画面を閉じます。

モデルを作成してから、初めて本タブを選択した場合には、プログラム内部で三角形と四角形を自動認識してブロックを生成し、自動的にブロック化された部分は塗りつぶし表示されます。

モデルを変更する場合には、本タブで変更箇所のブロックを解除してから[モデル作成]-[作成]タブに戻り、モデルを編集してください。モデルを更新した場合は、再度本タブを選択しただけでは自動ブロック化は行いません。
この場合は必ず、右ツールメニューの自動ブロック化 を実行して下さい。

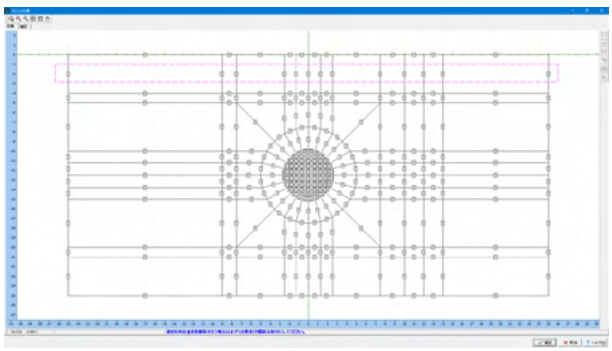
1−3　メッシュ分割

定義

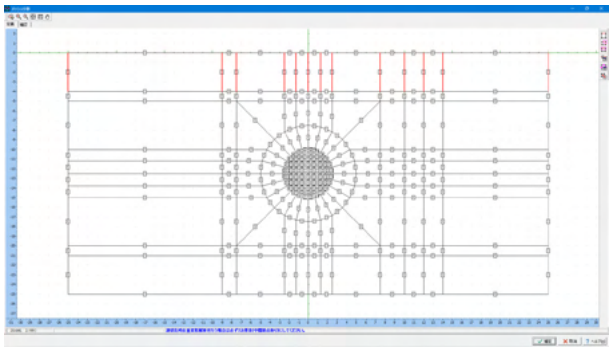


メッシュ分割の条件を設定します。

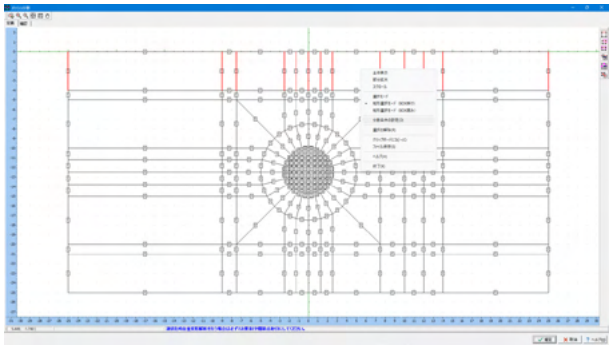
左メニューの「メッシュ分割」タブをクリックし、「定義」タブに切り替えます。



右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード を選択し、分割数を定義する線分を選択します。



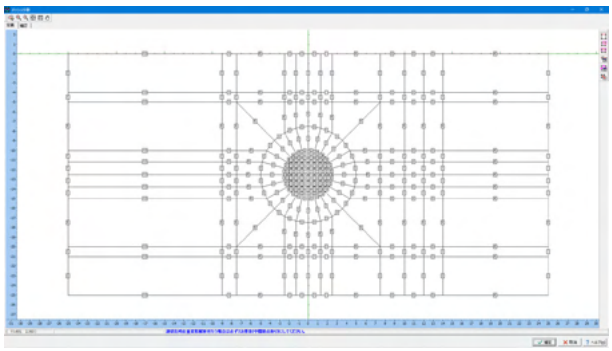
現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示され、既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。

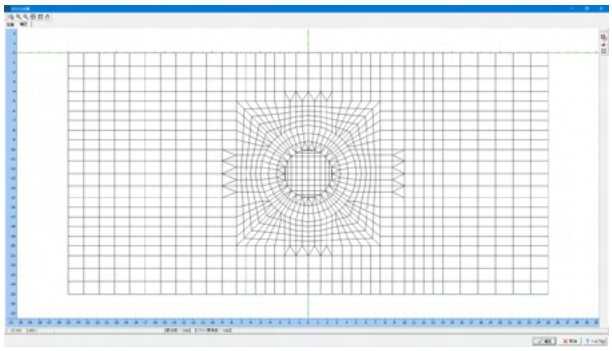


右ツールメニューの分割条件の設定ボタン をクリックするか、右クリックで表示されるポップアップメニューより「分割条件の設定」を選択します。

分割数を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

□（四角）の中に書いてある数字が分割数です。
下図に従って各分割数の設定を行います。





プログラム内部でメッシュ分割を行い、その結果を表示します。

「確認」タブに切り替えます。

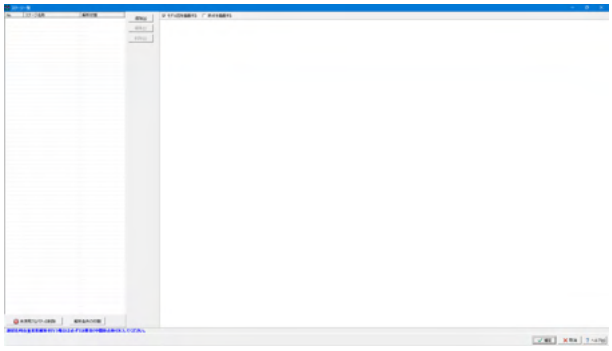
節点の表示ボタン :

クリックすると、節点(■)を表示／非表示します。

節点番号の表示ボタン :

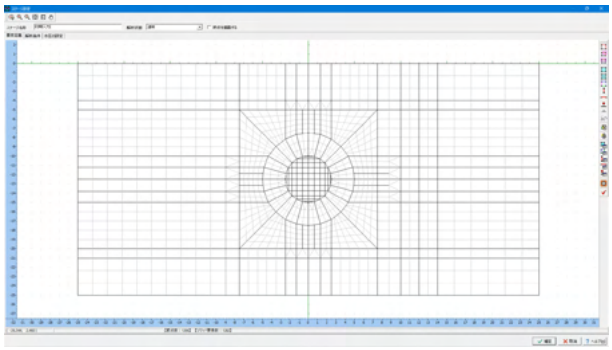
クリックすると、節点番号を表示／非表示します。

要素番号の表示ボタン :
クリックすると要素番号を表示／非表示します。



初期応力解析用という位置づけで、トンネルのない現状を再現します。

左メニューの「ステージ設定」タブをクリックし、「追加」ボタンをクリックします。

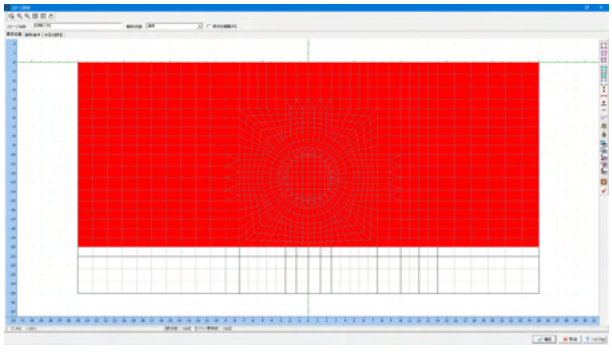


ステージ名称を「初期応力」と入力します。

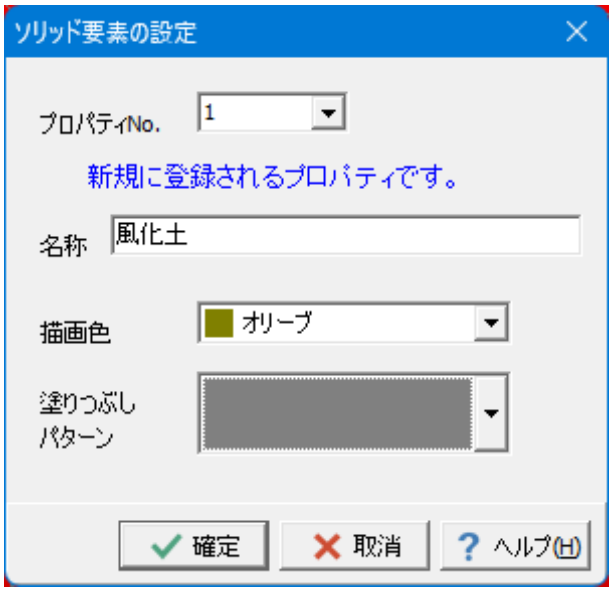
ソリッド要素を定義します。
右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード（BOX掛け） 、矩形選択モード（BOX囲み） と、ソリッド要素選択 を選択します。

※矩形選択モード（BOX囲み） で梁要素を囲まれることをお薦めします。

プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。



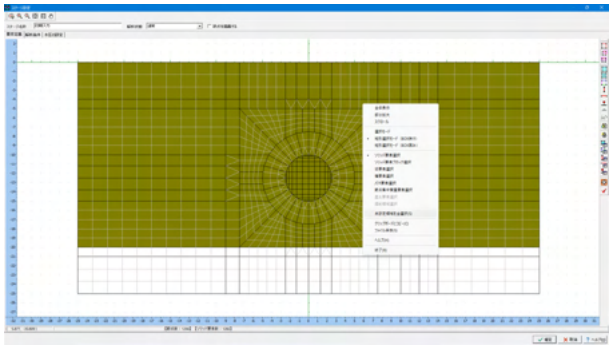
ブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。(既に選択されているブロックを選択すると選択が解除された状態になります。)



右ツールメニューから、編集／決定 をクリックするか、右クリック-「編集」を選択します。

左図に従って「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

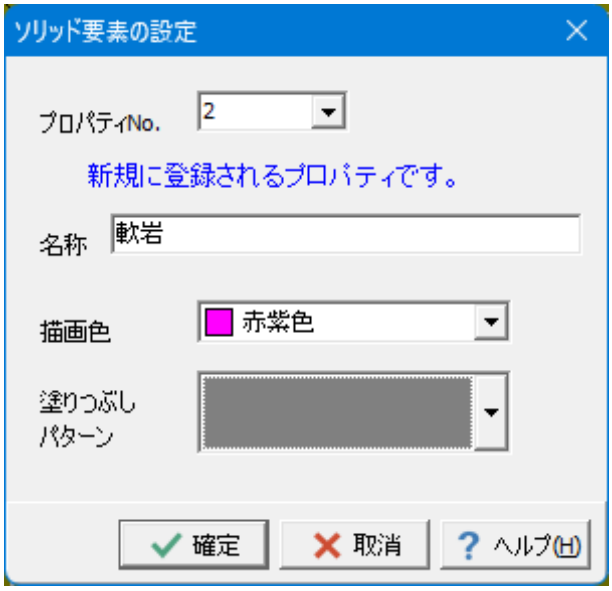
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作にてソリッド要素（地盤）を地層数分定義します。
なお、最後の地層は、次の手順が便利です。

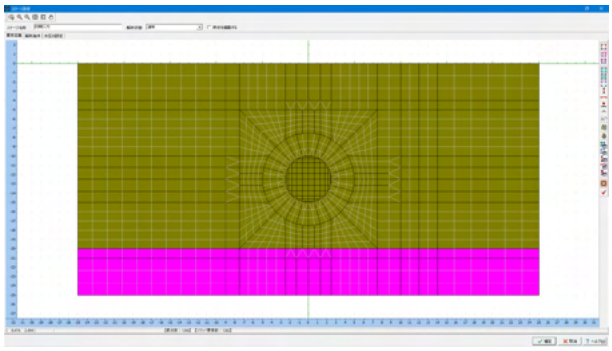
① 右クリック-「未設定領域を全選択」を選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。

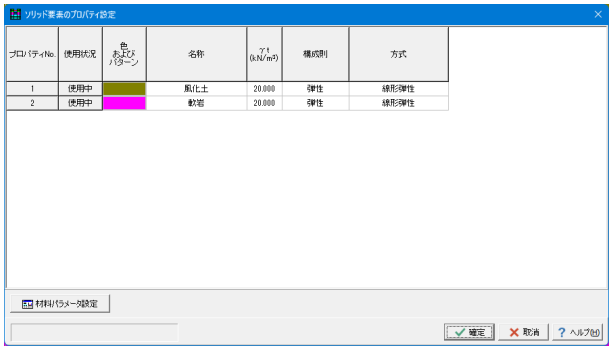


「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



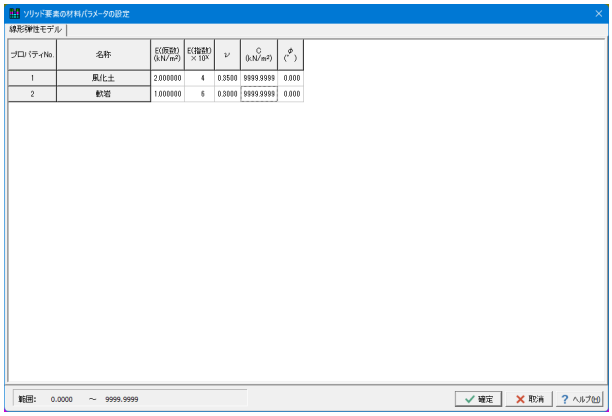
右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 をクリックします。



構成則、方式を選択します。

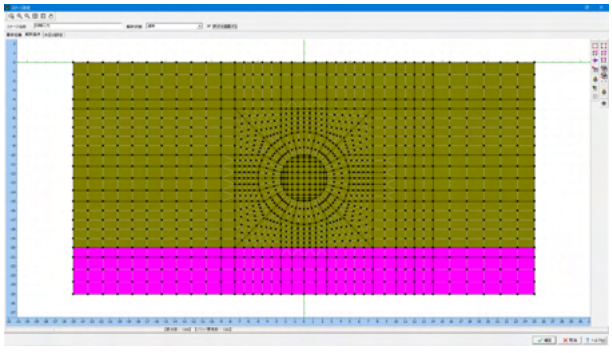
プロパティNo.	構成則	方式
1	弾性	線形弾性
2	弾性	線形弾性

左下「材料パラメータ設定」ボタンをクリックします。



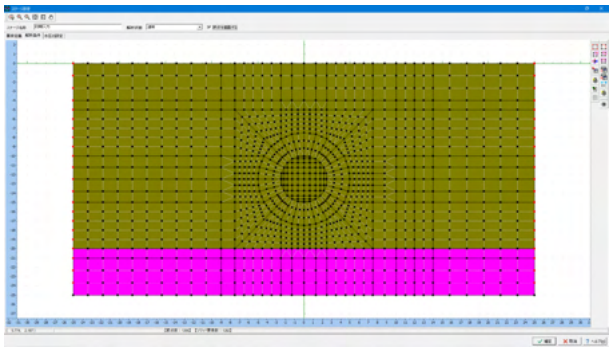
値を入力し、「確定」ボタンを2回をクリックし、設定画面を閉じます。

プロパティNo.	名称	E(仮数)	E(指数) ×10	ν
1	風化土	2.000000	4	0.3500
2	軟岩	1.000000	6	0.3000



「解析条件」タブに切り替えます。

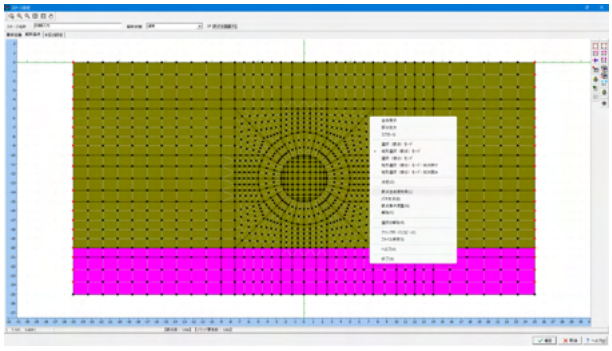
（節点に条件を与える場合は、上部の「節点を描画する」にチェックを入れますと、操作がスムーズに行えます。）



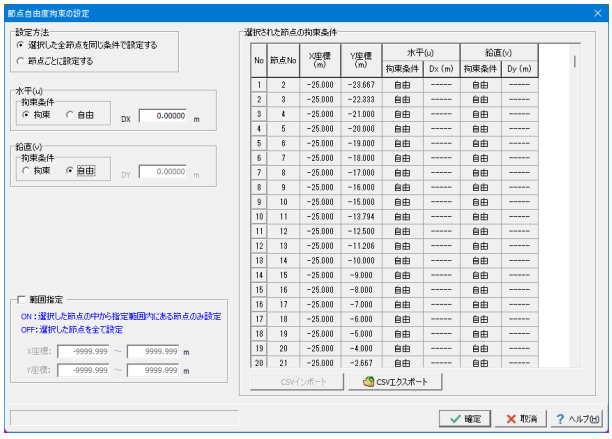
節点自由度拘束を設定します。

右ツールメニューから左列の矩形選択（節点）モード をクリックします。

左図に従って一番左側と一番右側の列のそれぞれ一番下1点を残し、節点を選択します。
（現在選択されていない節点を選択すると赤点で選択表示されます。既に選択されている節点を選択すると選択が解除された状態になります。）



右ツールメニューから節点自由度拘束の設定 をクリックするか、右クリック-「節点自由度拘束」を選択します。



水平方向(u)、鉛直方向(v)、および梁要素に属する節点の場合は回転方向(θ)の拘束条件を設定します。
拘束条件を拘束として、DX,DY,θに値が入力された場合は、強制変位が与えられたことになります。

各自由度の拘束条件を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

水平-拘束条件：
拘束

鉛直-拘束条件：
自由

設定方法

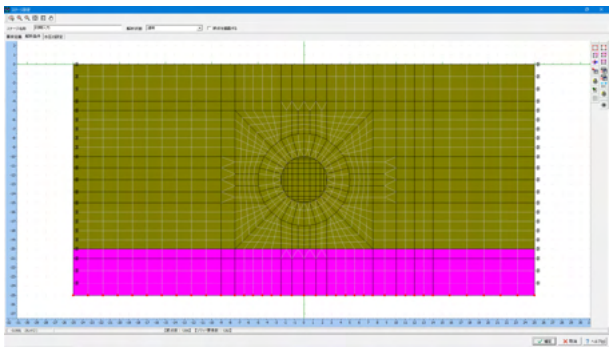
「選択した全ての節点を同じ条件で指定する」か「節点ごとに設定する」か選択してください。
「節点ごとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

範囲指定

ONにして範囲を指定すると、該当範囲内にある節点のみに設定が反映されます。

CSVインポート/エクスポート

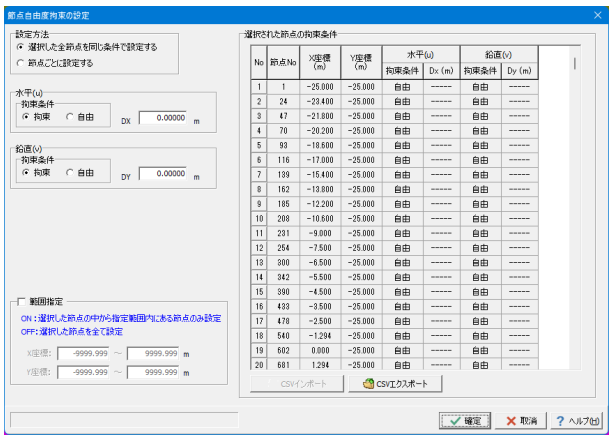
条件をインポートまたはエクスポートすることができます。
(インポートは[設定方法]が「設定ごとに設定する」の場合のみ有効となります)



最下段の節点も同様に節点自由度拘束を設定します。

右ツールメニューから左列の矩形選択（節点）モード をクリックします。

左図に従って一番下の節点を選択します。
（現在選択されていない節点を選択すると赤点で選択表示されます。既に選択されている節点を選択すると選択が解除された状態になります。）



右ツールメニューから節点自由度拘束の設定 をクリックするか、右クリック-「節点自由度拘束」を選択します。

各自由度の拘束条件を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

水平-拘束条件：
拘束

鉛直-拘束条件：
拘束

設定方法
「選択した全ての節点を同じ条件で指定する」か「節点ごとに設定する」か選択してください。
「節点ごとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

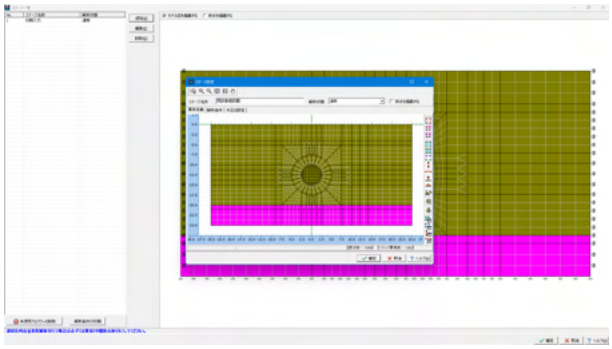
範囲指定
ONにして範囲を指定すると、該当範囲内にある節点のみに設定が反映されます。

CSVインポート/エクスポート
条件をインポートまたはエクスポートすることができます。
(インポートは[設定方法]が「設定ごとに設定する」の場合のみ有効となります)

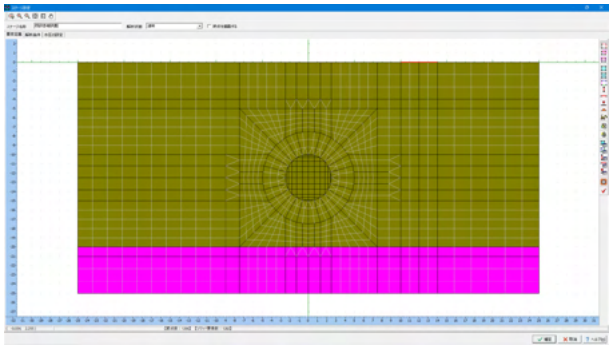
解析条件を設定します。
※2列並んでいるアイコングループの内、左側を使用します。

解析条件の設定 をクリックし、左図に従って「本ステージ追加節点の変位をゼロにする」にチェックを入れ、「確定」ボタンを2回クリックします。

既設基礎設置



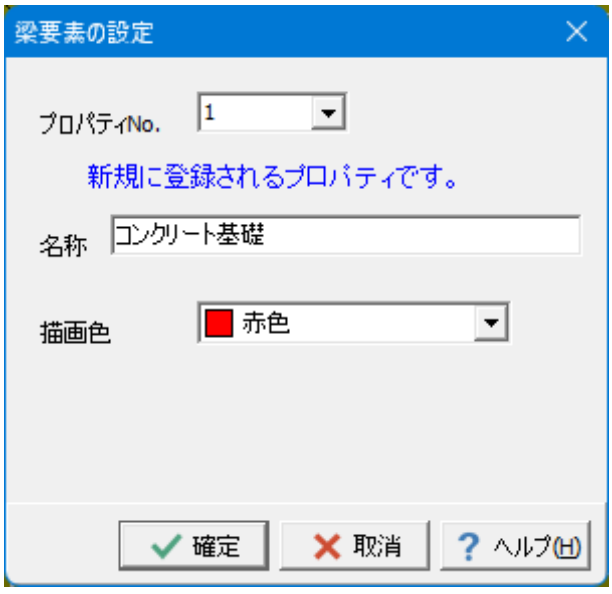
「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称を「既設基礎設置」と入力します。



右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード（BOX掛け） 、矩形選択モード（BOX囲み） と、梁要素選択 を選択します。

※矩形選択モード（BOX囲み） で梁要素を囲まれることをお薦めします。

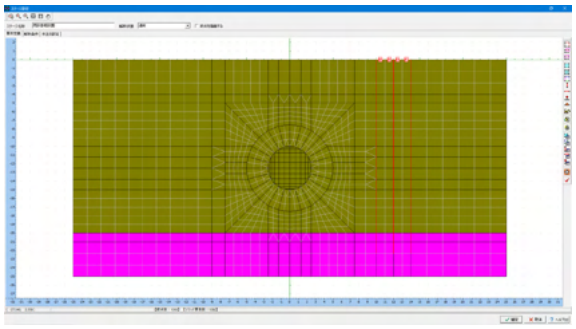
左図に従ってプロパティ番号を割り当てる線分を選選択します。（現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示されます。既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。）



右ツールメニューから編集／決定 をクリックするか、右クリック-「編集」を選択し、左図に従ってプロパティ番号、名称、描画色を設定して「確定」ボタンをクリックします。

本ダイアログを閉じると、プロパティ番号が割り当てられた線分上に梁要素を示す「B」が表示されます。

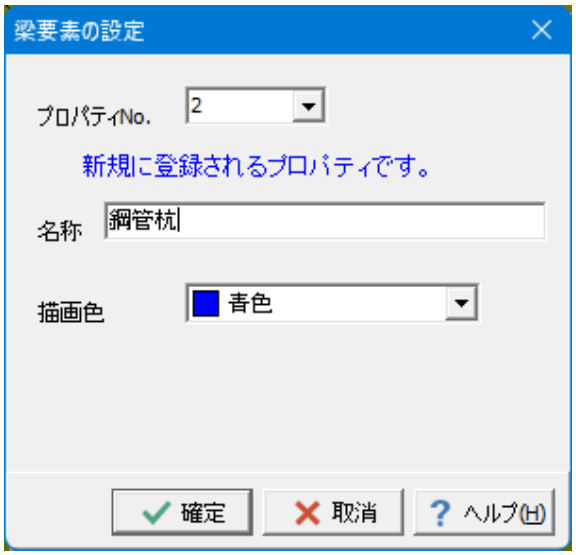
同様にプロパティ番号を割り当てる線分を選択します。



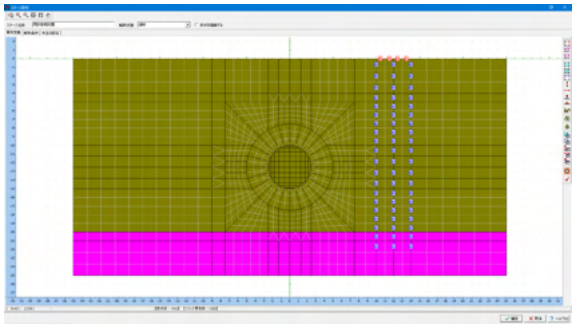
右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード（BOX掛け）、矩形選択モード（BOX囲み）と、梁要素選択 を選択します。

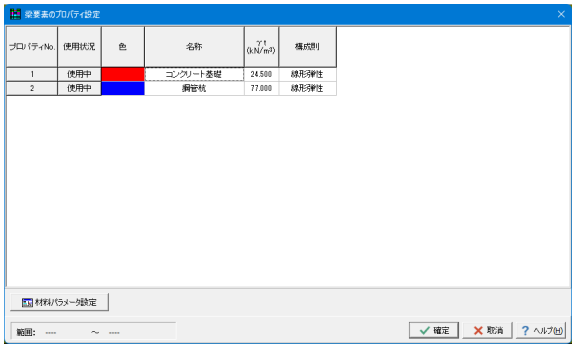
※矩形選択モード（BOX囲み） で梁要素を囲まれることをお薦めします。

左図に従ってプロパティ番号を割り当てる線分を選択します。（現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示されます。既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。）



右ツールメニューから編集／決定 をクリックするか、右クリック-「編集」を選択し、左図に従ってプロパティ番号、名称、描画色を設定して「確定」ボタンをクリックします。

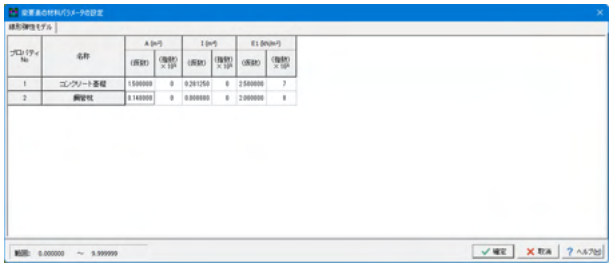




① 右ツールメニューから梁要素のプロパティ設定 をクリックし、値を入力します。

プロパティNo.	使用状況	名称	γt (kN/m³)	構成則
1	使用中	コンクリート基礎	24.500	線形弾性
2	使用中	鋼管杭	77.000	線形弾性

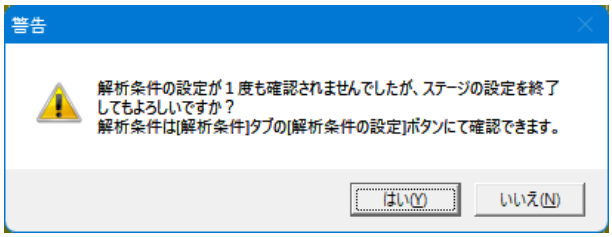
② 左下「材料パラメータ設定」ボタンをクリックします。



③値を入力し、「確定」ボタンを3回クリックし、設定画面を閉じます。

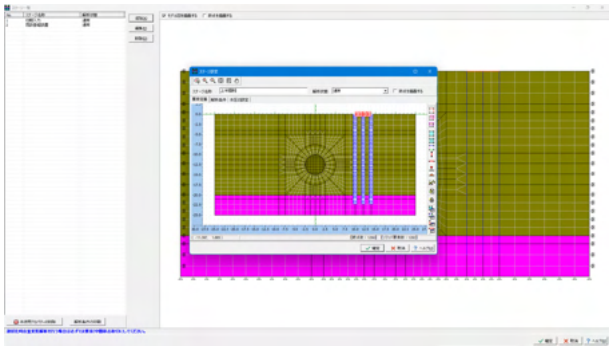
プロパティNo.	名称	A(仮数)(㎡)	A(指数)×10	I(仮数)(m4)
1	コンクリート基礎	1.500000	0	0.281250
2	鋼管杭	0.148000	0	0.000880

プロパティNo.	I(指数)×10	E(仮数)(kN/㎡)	E(指数)×10
1	0	2.500000	7
2	0	2.000000	8



解析条件を設定しない時は、左図のような警告が表示されますが、「はい」を選択します。（以降各ステージ同様）

上半掘削

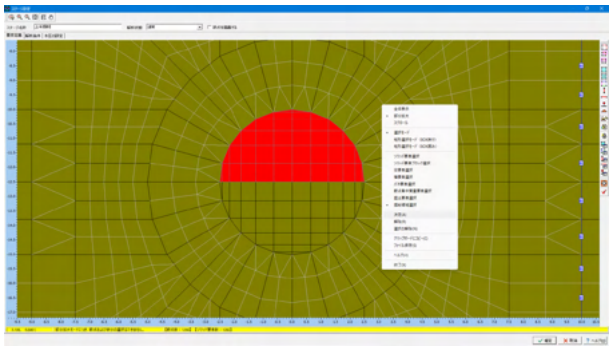


トンネル断面を掘削します。本ステージでは上半分を掘削します。
本プログラムでは、前ステージの解析条件を全て継承しますので、変更箇所のみを設定すれば結構です。
3次元効果を勘案し掘削領域の応力解放率を40%としています。

「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称を「上半掘削」と入力します。

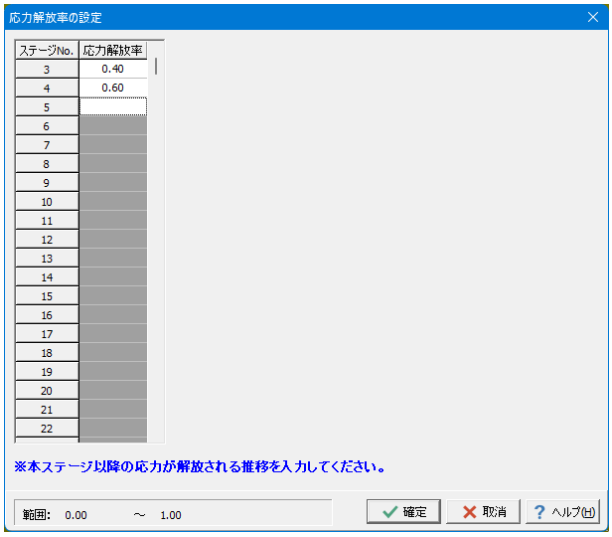
① 中央の円部分を拡大し、右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード（BOX掛け） 、矩形選択モード（BOX囲み） をクリックします。（メッシュが細かい場合は選択モード でメッシュを1つずつ選択した方が便利です。）

② 掘削領域選択 をクリックします。



左図に従って円の上半分を選択します。
（現在選択されていないブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。既に選択されているブロックを選択すると解除された状態になります。）

右ツールメニューから編集／決定 をクリックするか、右クリック-「決定」を選択します。

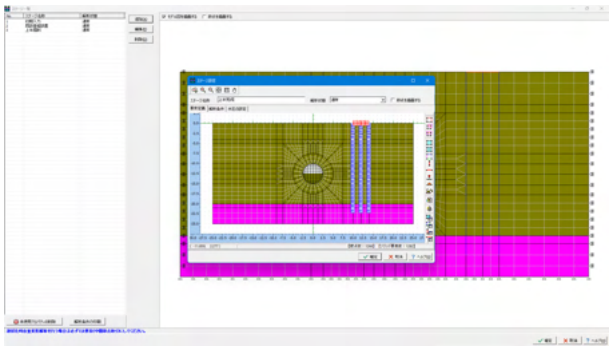


① 右ツールメニューから応力解放率の設定 をクリックします。

② 値を入力し、「確定」ボタンを2回クリックし、ステージ設定画面を閉じます。

ステージNo.	応力解放率
3	0.40
4	0.60

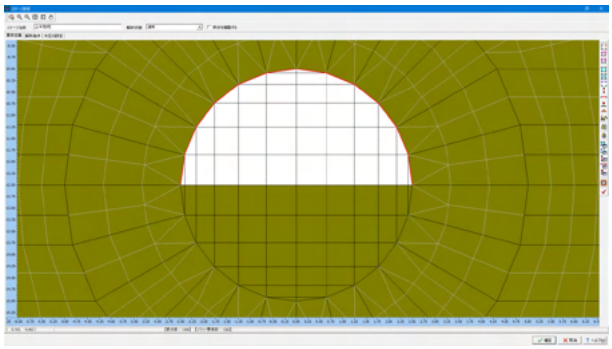
上半完成



トンネル断面の上半部分にコンクリートを吹付け掘削を完了します。
本プログラムでは、前ステージの解析条件を全て継承しますので、変更箇所のみを設定すれば結構です。
この時点で掘削領域の応力解放率を残りの60%とします。

梁要素を定義します。

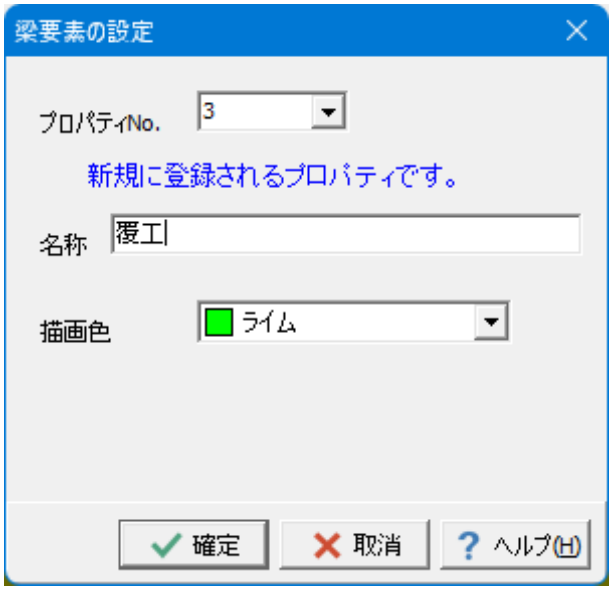
「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称を「上半完成」と入力します。



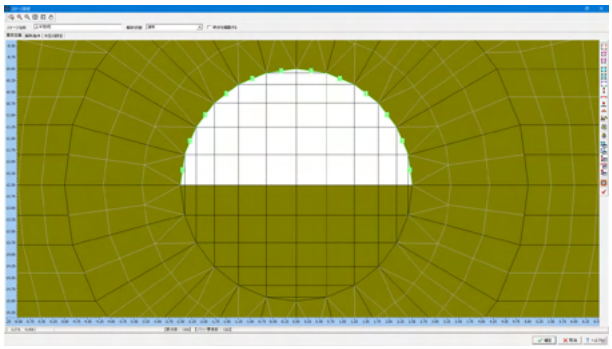
① 右ツールメニューから選択モード と梁要素選択 をクリックします。

② プロパティ番号を割り当てる線分を左図に従って半円の外周に沿って選択します。（現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示されます。既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。）

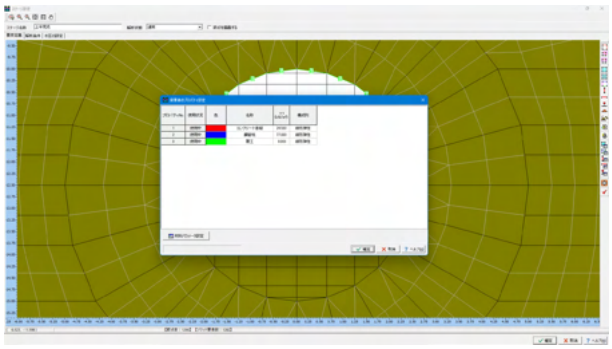
③ 編集／決定 をクリックするか右クリック-「編集」を選択します。



プロパティ番号、名称、描画色を左図に従って設定し、「確定」ボタンをクリックします。

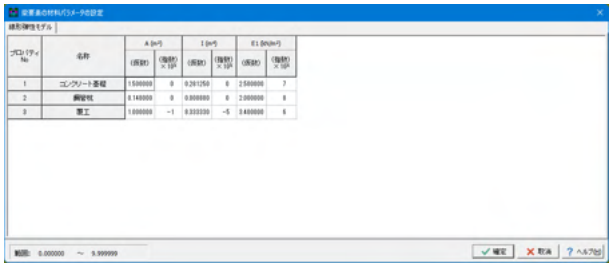


ダイアログを閉じると、プロパティ番号が割り当てられた線分上に梁要素を示す「B」が表示されます。



右ツールメニューから梁要素のプロパティ設定 を選択し、

「材料パラメータ設定」ボタンをクリックします。

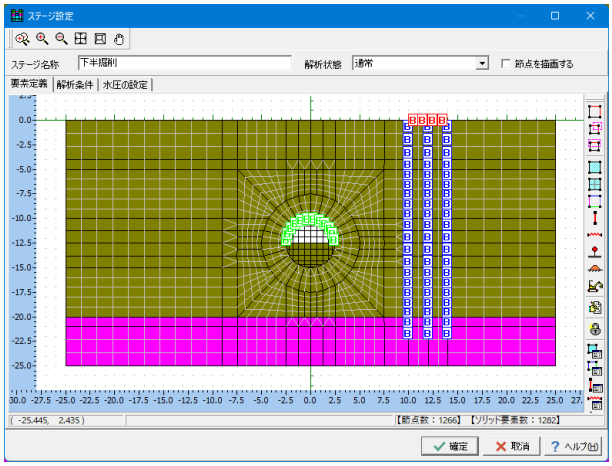


値を入力し、「確定」ボタンを3回クリックして設定画面を閉じます。

プロパティ No	名称	A(仮数) (㎡)	A(指数) ×10
1	コンクリート基礎	1.500000	0
2	鋼管杭	0.1480000	0
3	覆工	1.000000	-1

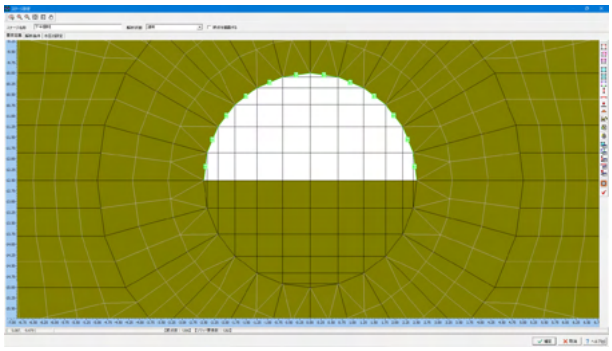
I(仮数) (m4)	I(指数) ×10	E(仮数) (kN/㎡)	E(指数) ×10
0.281250	0	2.500000	7
0.000880	0	2.000000	8
8.333330	-5	3.400000	6

下半掘削



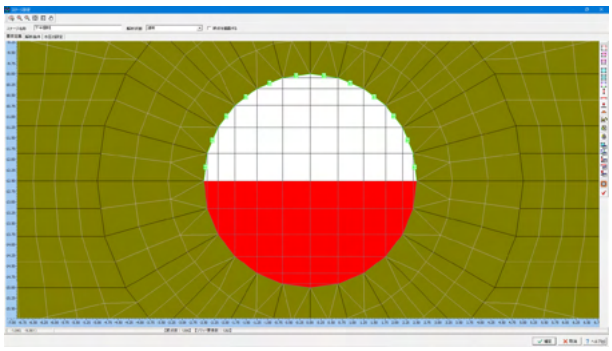
トンネル断面の下半分を掘削します。(1-3-3 上半掘削と同じ手順となります。)
3次元効果を勘案し掘削領域の応力解放率を40%としています。

「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称を「下半掘削」と入力します。



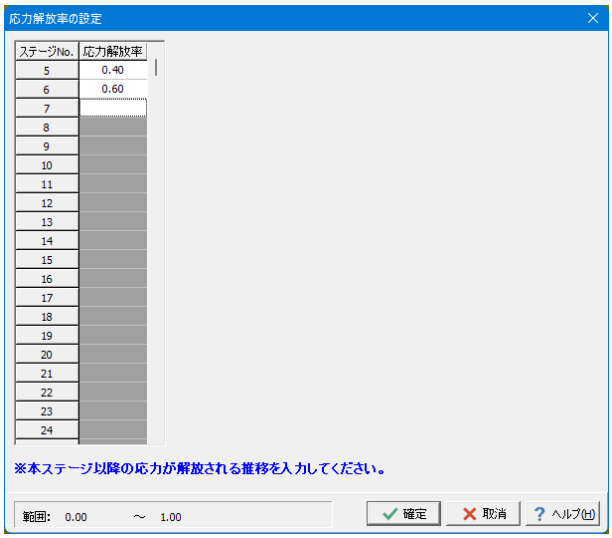
① 中央の円部分を拡大し、
右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード (BOX掛け) 、矩形選択モード (BOX囲み) をクリックします。
(メッシュが細かい場合は選択モード でメッシュを1つずつ選択した方が便利です。)

② 掘削領域選択 をクリックします。



左図に従って円の下半分を選択します。
(現在選択されていないブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。既に選択されているブロックを選択すると解除された状態になります。)

右ツールメニューから編集／決定 をクリックするか、右クリック-「決定」を選択します。

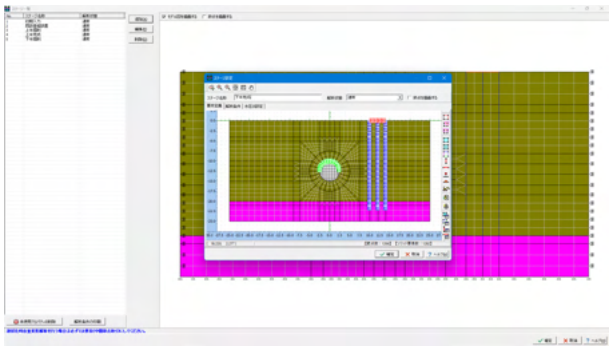


① 右ツールメニューから応力解放率の設定 をクリックします。

② 値を入力し、「確定」ボタンを2回クリックし、ステージ設定画面を閉じます。

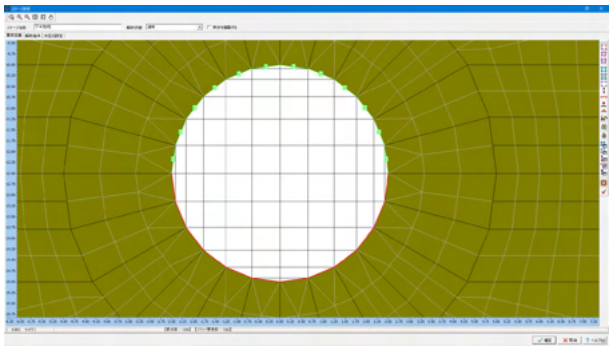
ステージNo.	応力解放率
5	0.40
6	0.60

下半完成



トンネル断面の下半部分にコンクリートを吹付け掘削を完了します。(1-3-4 上半完成と同じ手順となります。)
この時点で掘削領域の応力解放率を残りの60%とします。

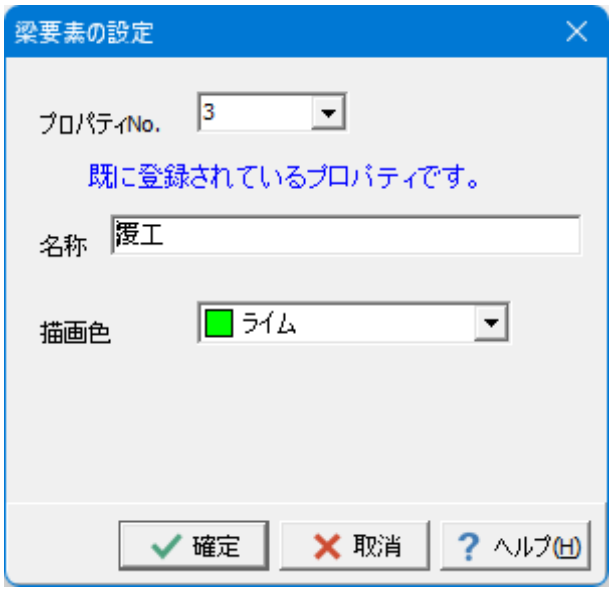
「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称を「下半完成」と入力します。



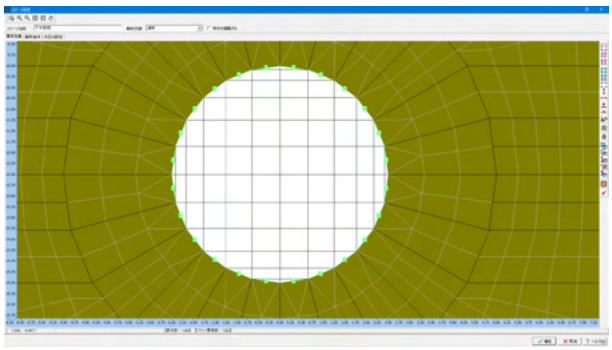
① 右ツールメニューから選択モード と梁要素選択 をクリックします。

② プロパティ番号を割り当てる線分を左図に従って半円の外周に沿って選択します。(現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示されます。既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。)

③ 編集／決定 をクリックするか右クリック-「編集」を選択します。



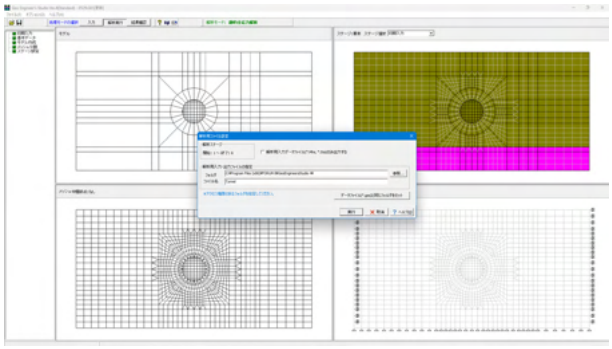
プロパティ番号「3」を選択すると、先程設定した項目が自動的に入力されます。
最後に「確定」ボタンをクリックします。



ダイアログを閉じると、プロパティ番号が割り当てられた線分上に梁要素を示す「B」が表示されます。

「確定」ボタンを2回クリックして画面を閉じます。

2　解析実行・結果確認

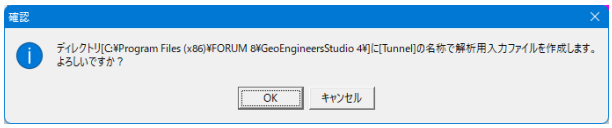


① 上メニューから解析実行ボタンをクリックします。

② フォルダの右隣にある「参照」ボタンをクリックし、解析部用の入出力ファイルを格納するフォルダを選択します。

フォルダの指定後、ファイル名の欄にベース名（拡張子を除いたファイル名）を入力します。

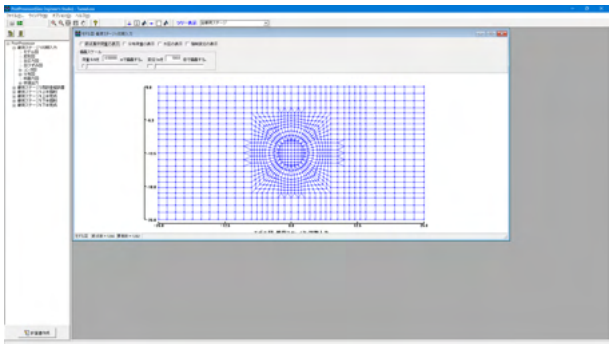
③「実行」ボタンをクリックします。



解析用入力ファイルを作成する旨の確認メッセージが表示されますので、フォルダ名およびファイル名に間違いがないかを確認し、「OK」ボタンをクリックします。

解析が開始されると計算状況をガイド表示します。

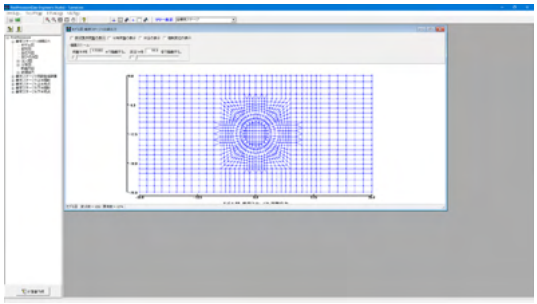
※解析中に他のアプリケーションを使用したい場合
解析中はCPUの使用率が高くなります。
したがいまして、解析中に他のアプリケーションを動作させようとした場合に、「正常に動作しない」「動作に時間がかかる」などの症状が発生する可能性があります。
そのような場合には、「一時停止」ボタンをクリックして解析を一時中断することができます。



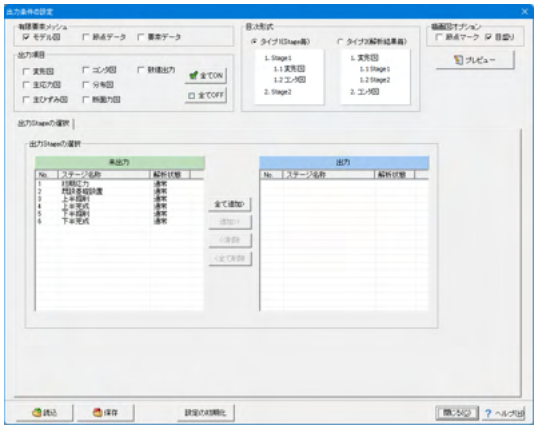
完了後、自動的にPostProcessorが起動します。以下の種類の描画や表示が可能です。

・モデル図
・変形図
・主応力図
・主ひずみ図
・コンタ図
・断面力図
・数値出力

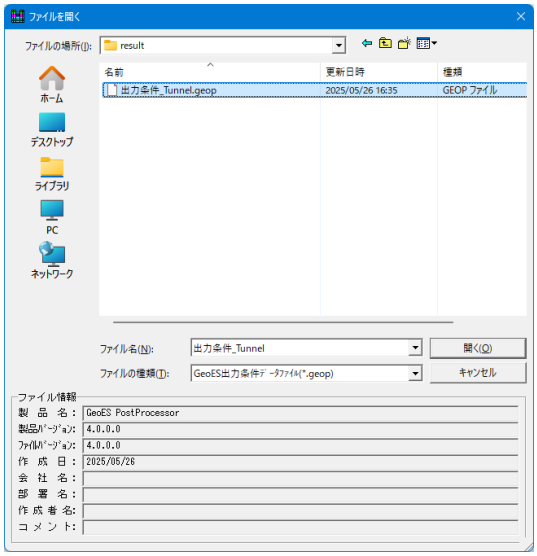
計算書作成



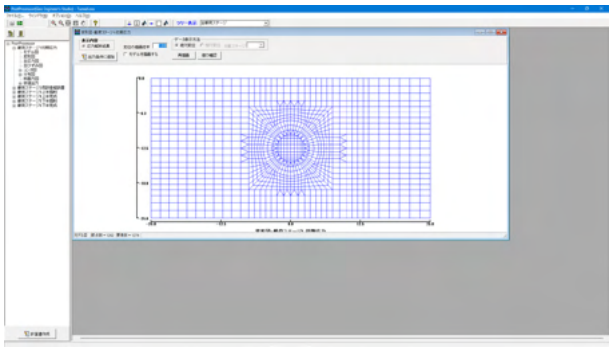
左下にある「計算書作成」ボタンをクリックします。



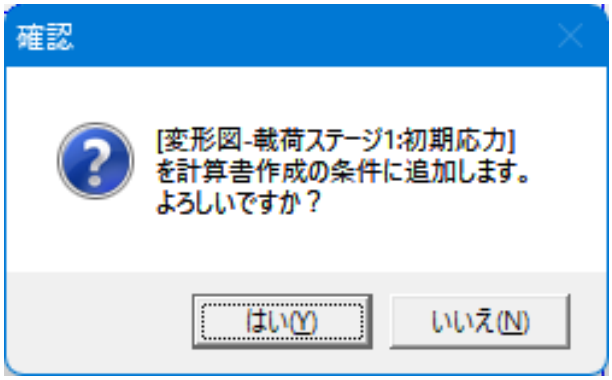
出力設定の設定画面の左下にある「読込」ボタンをクリックすることにより、計算書条件ファイル(*.gf2p)を読み込むことができます。



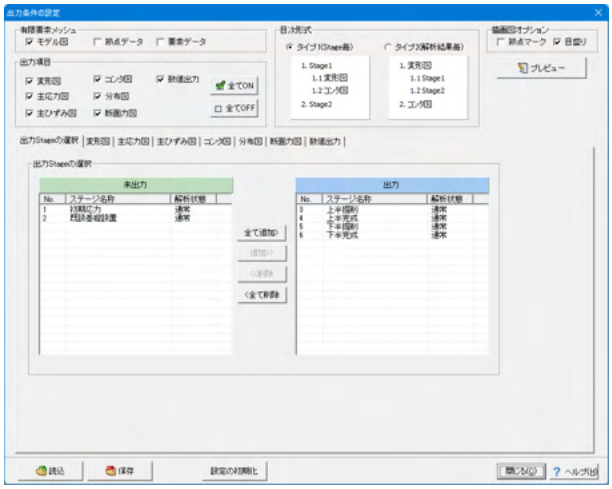
計算書条件ファイル(*.gf2p)を選択し、「開く」ボタンをクリックします。



「変形図」などの各画面に「出力条件に追加」ボタンがあります。これをクリックすると、計算書作成条件に該当する条件を追加することができます。



左図のような確認メッセージが表示されます。
追加する場合は「はい」を選択します。

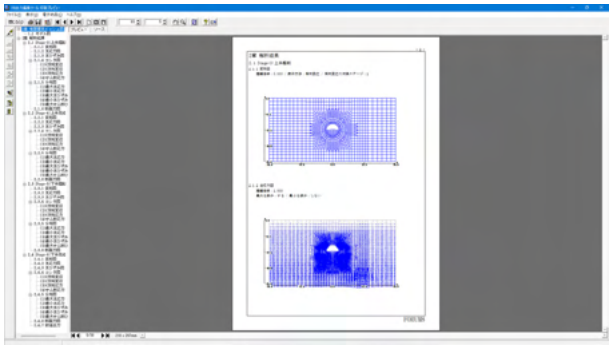


①出力項目を選択します。

②出力Stageを選択します。出力項目をONにした項目のタブが表示されるので、必要な条件を入力します。

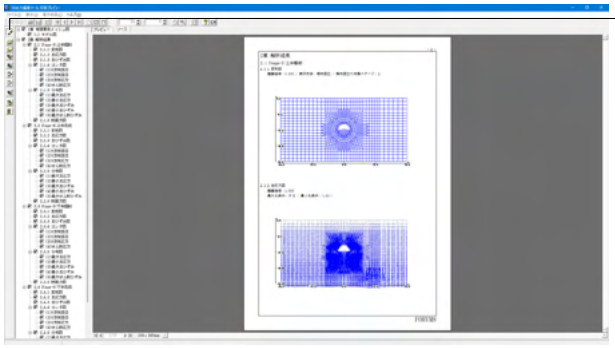
③目次形式を選択します。

④「プレビュー」ボタンをクリックします。



プレビュー画面が表示されます

見出しの編集

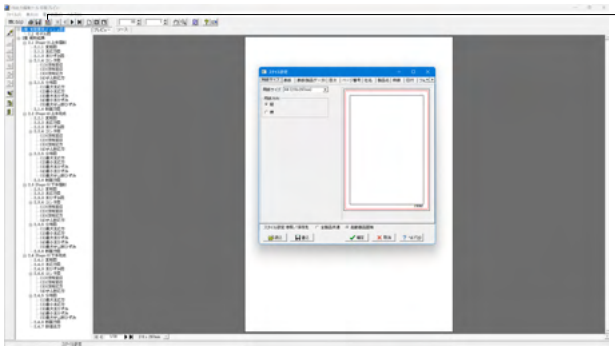


計算書の編集について

画面左端の各ボタンを押下することで、見出しの編集を行うことが可能です。
ツリー左にある編集ボタンをクリックした後、章番号に対する下記の編集が可能となります。

■出力項目を選択
プレビューに出力する：ツリーの「全選択ボタン」、
プレビューに出力しない：ツリーの「全解除ボタン」をクリック
■章番号を全て振り直す
ツリーの「章番号の振り直しボタン」をクリック
■章番号を入れ替える
見出しを入れ替えたい場所へドラッグして移動させる
■章番号と見出しの文字列を編集する
見出しをダブルクリック
■前章の章番号表示／非表示を切り替える
ツリーの「前章の章番号表示／非表示切り替えボタン」をクリック
■章の追加／削除をする
対象となる見出し番号を右クリック

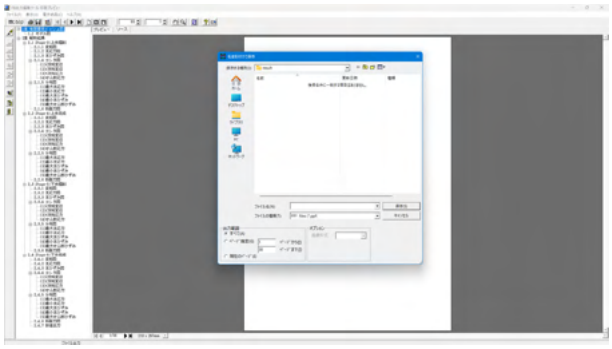
スタイル設定



スタイル設定

画面上部のスタイル設定を押下することで、
■表示
■目次の追加
■ページ情報の設定
■文書全体の体裁を設定
などを行うことが可能です。

保存

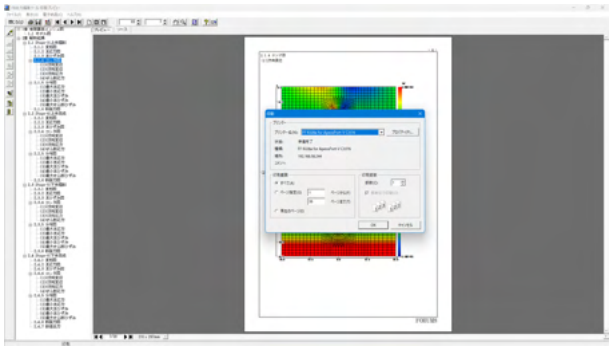


保存
下記の形式で保存が可能です。

■テキスト形式(TXT)
■HTML形式(HTM,HTML)
■PPT形式(PPT)
■WORD形式(DOC)

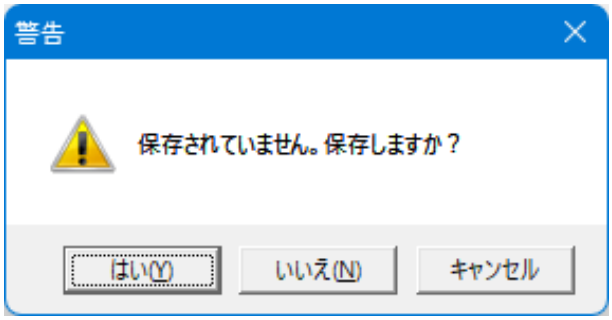
WORD形式(DOC)に出力する際には、Microsoft(R)Word97以降がインストールされている必要があります。
※推奨はMicrosoft(R)Word2000以降
※Microsoft(R)Word97では、出力時にエラーとなる可能性があります。

印刷



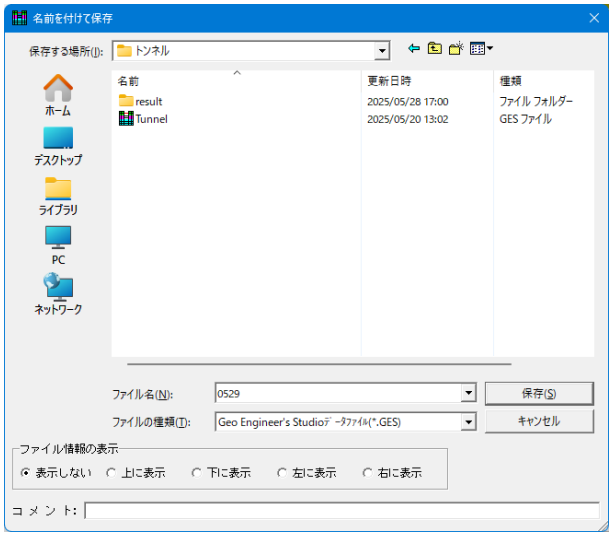
印刷
現在表示している文書の印刷が可能です。

3　データ保存



保存を行わずにプログラムを終了させようとした場合、左図のような確認メッセージが表示されます。
保存する場合は「いいえ」を選択し、作業画面に戻ります。

「はい」を選択すると、データは保存されずに終了しますのでご注意ください。

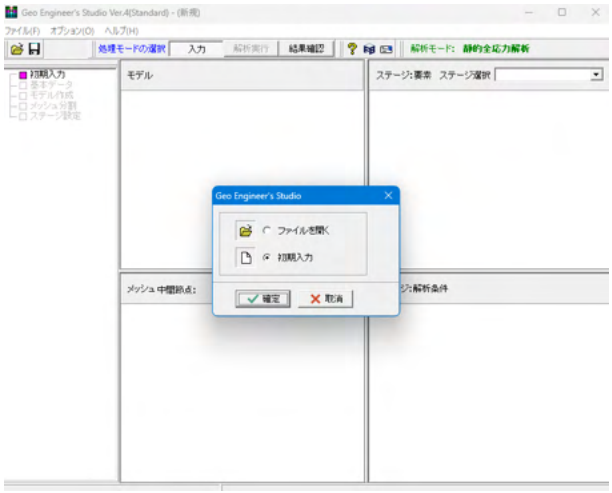


「ファイル」-「名前を付けて保存」からデータを保存します。
既存のデータに上書きする場合は「ファイル」-「上書き保存」を選択します。

第3章　操作ガイダンス　液状化・弾完全塑性モデル

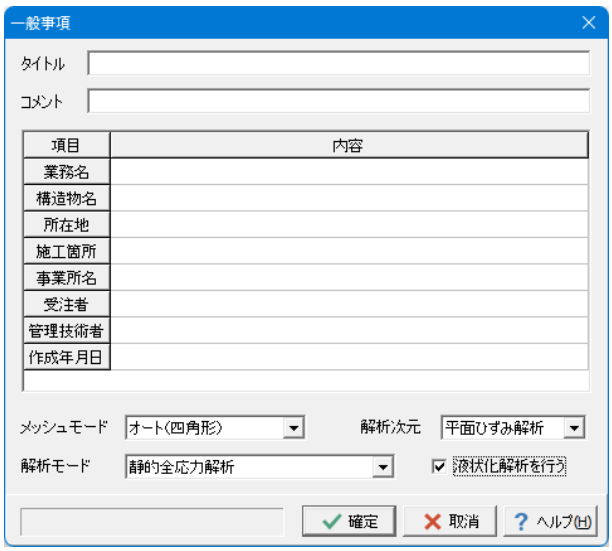
1　液状化・弾完全塑性モデル

サンプルデータ「計算事例-02.GES」を例題として作成します。
液状化層よりも上の地層を弾完全塑性（MC）でモデル化している解析事例です。
なお、このサンプルはStandard版用のデータとなります。
各入力項目の詳細については製品の【ヘルプ】をご覧ください。



「初期入力」を選択し、「確定」ボタンをクリックします。

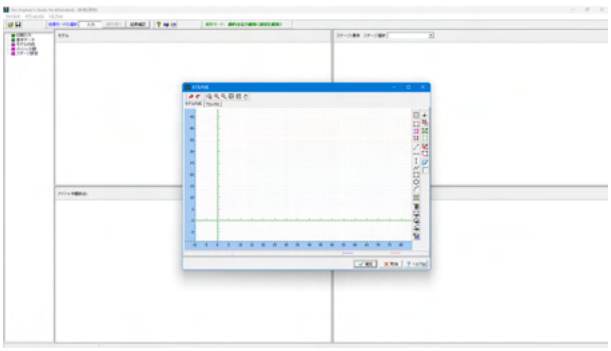
1－1　基本データ



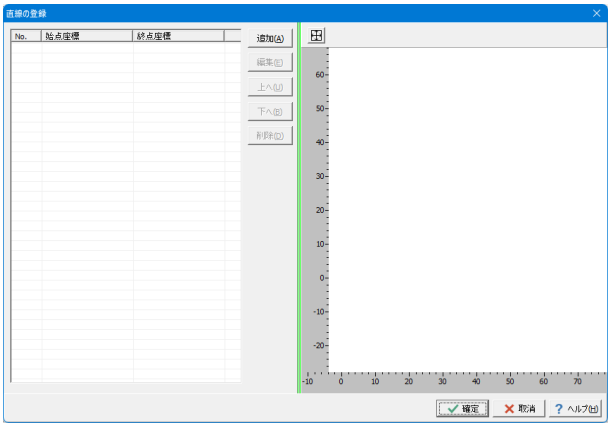
左メニューの「基本データ」をクリックします。
メッシュモード、解析次元を設定し、「確定」をクリックします。
なお、必要に応じてタイトル、コメント等を入力してください。

メッシュモード：オート(四角形)
解析次元：平面ひずみ解析
☑液状化解析を行う

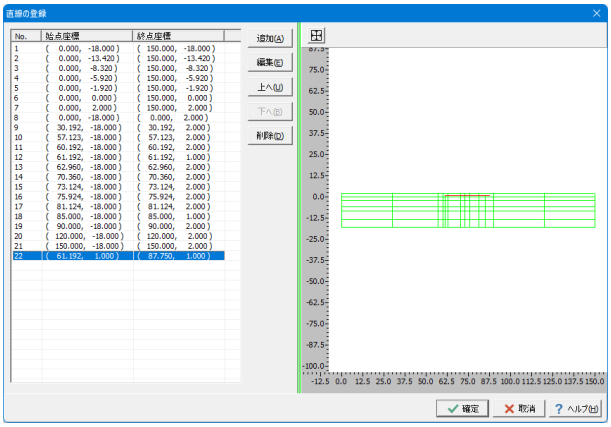
1−2　モデル作成



左メニューの「モデル作成」をクリックします。



右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンをクリックします。



値を入力し、「確定」ボタンを2回クリックし、登録画面を閉じます。

【No.1】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	-18.000
2	150.000	-18.000

【No.2】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	-13.420
2	150.000	-13.420

【No.3】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	-8.320
2	150.000	-8.320

【No.4】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	-5.920
2	150.000	-5.920

【No.5】

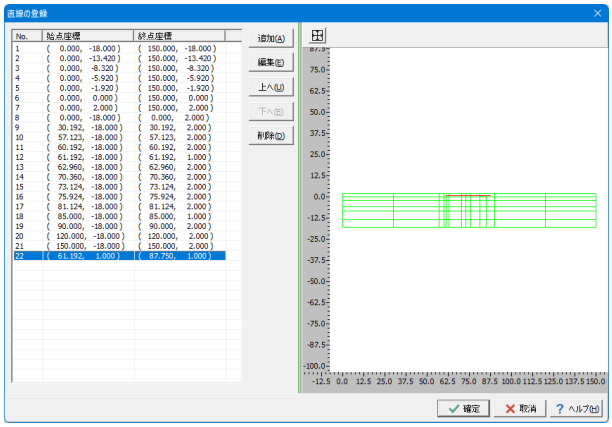
	X(m)	Y(m)
1	0.000	-1.920
2	150.000	-1.920

【No.6】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	0.000
2	150.000	0.000

【No.7】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	2.000
2	150.000	2.000



【No.8】

	X(m)	Y(m)
1	0.000	-18.000
2	0.000	2.000

【No.9】

	X(m)	Y(m)
1	30.192	-18.000
2	30.192	2.000

【No.10】

	X(m)	Y(m)
1	57.123	-18.000
2	57.123	2.000

【No.11】

	X(m)	Y(m)
1	60.192	-18.000
2	60.192	2.000

【No.12】

	X(m)	Y(m)
1	61.192	-18.000
2	61.192	1.000

【No.13】

	X(m)	Y(m)
1	62.960	-18.000
2	62.960	2.000

【No.14】

	X(m)	Y(m)
1	70.360	-18.000
2	70.360	2.000

【No.15】

	X(m)	Y(m)
1	73.124	-18.000
2	73.124	2.000

【No.16】

	X(m)	Y(m)
1	75.924	-18.000
2	75.924	2.000

【No.17】

	X(m)	Y(m)
1	81.124	-18.000
2	81.124	2.000

【No.18】

	X(m)	Y(m)
1	85.000	-18.000
2	85.000	1.000

【No.19】

	X(m)	Y(m)
1	90.000	-18.000
2	90.000	2.000

【No.20】

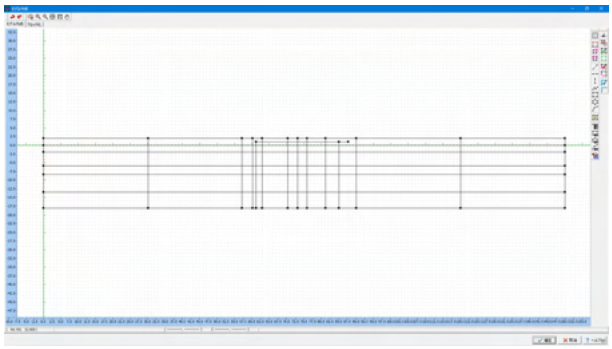
	X(m)	Y(m)
1	120.000	-18.000
2	120.000	2.000

【No.21】

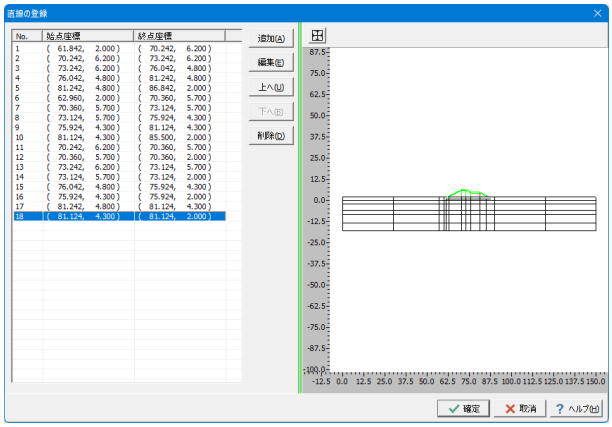
	X(m)	Y(m)
1	150.000	-18.000
2	150.000	2.000

【No.22】

	X(m)	Y(m)
1	61.192	1.000
2	87.750	1.000



左の図のようになります。



右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンをクリックします。
値を入力し、「確定」ボタンを2回クリックし、登録画面を閉じます。

【No.1】

	X(m)	Y(m)
1	61.842	2.000
2	70.242	6.200

【No.2】

	X(m)	Y(m)
1	70.242	6.200
2	73.242	6.200

【No.3】

	X(m)	Y(m)
1	73.242	6.200
2	76.042	4.800

【No.4】

	X(m)	Y(m)
1	76.042	4.800
2	81.242	4.800

【No.5】

	X(m)	Y(m)
1	81.242	4.800
2	86.842	2.000

【No.6】

	X(m)	Y(m)
1	62.960	2.000
2	70.360	5.700

【No.7】

	X(m)	Y(m)
1	70.360	5.700
2	73.124	5.700

【No.8】

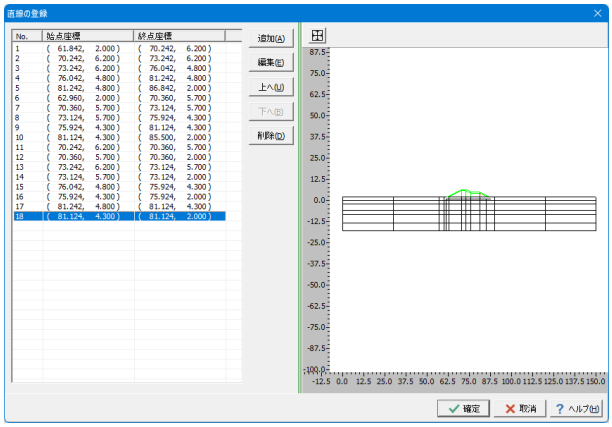
	X(m)	Y(m)
1	73.124	5.700
2	75.924	4.300

【No.9】

	X(m)	Y(m)
1	75.924	4.300
2	81.124	4.300

【No.10】

	X(m)	Y(m)
1	81.124	4.300
2	85.500	2.000



【No.11】

	X(m)	Y(m)
1	70.242	6.200
2	70.360	5.700

【No.12】

	X(m)	Y(m)
1	70.360	5.700
2	70.360	2.000

【No.13】

	X(m)	Y(m)
1	73.242	6.200
2	73.124	5.700

【No.14】

	X(m)	Y(m)
1	73.124	5.700
2	73.124	2.000

【No.15】

	X(m)	Y(m)
1	76.042	4.800
2	75.924	4.300

【No.16】

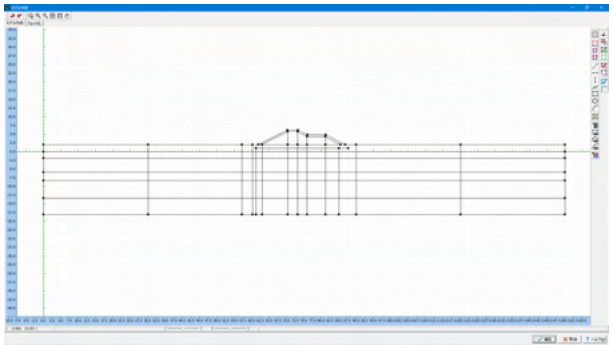
	X(m)	Y(m)
1	75.924	4.300
2	75.924	2.000

【No.17】

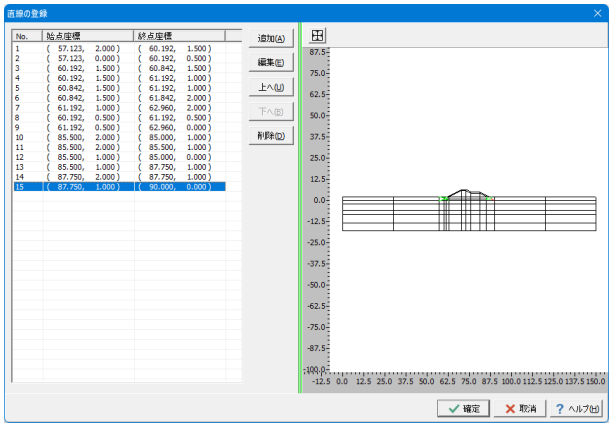
	X(m)	Y(m)
1	81.242	4.800
2	81.124	4.300

【No.18】

	X(m)	Y(m)
1	81.124	4.300
2	81.124	2.000



左の図のようになります。



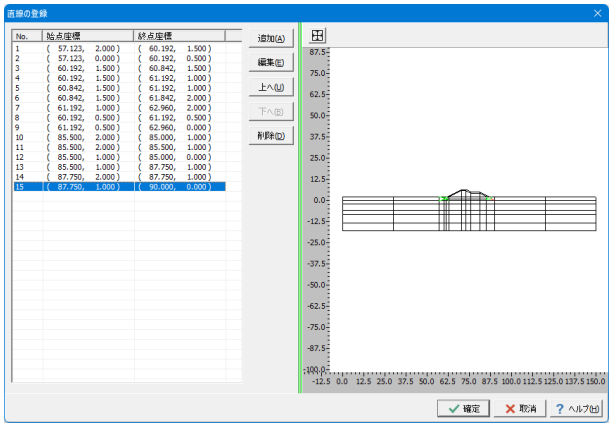
右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンをクリックします。
値を入力し、「確定」ボタンを2回クリックし、登録画面を閉じます。

【No.1】

	X(m)	Y(m)
1	57.123	2.000
2	60.192	1.500

【No.2】

	X(m)	Y(m)
1	57.123	0.000
2	60.192	0.500



【No.3】

	X(m)	Y(m)
1	60.192	1.500
2	60.842	1.500

【No.4】

	X(m)	Y(m)
1	60.192	1.500
2	61.192	1.000

【No.5】

	X(m)	Y(m)
1	60.842	1.500
2	61.192	1.000

【No.6】

	X(m)	Y(m)
1	60.842	1.500
2	61.842	2.000

【No.7】

	X(m)	Y(m)
1	61.192	1.000
2	62.960	2.000

【No.8】

	X(m)	Y(m)
1	60.192	0.500
2	61.192	0.500

【No.9】

	X(m)	Y(m)
1	61.192	0.500
2	62.960	0.000

【No.10】

	X(m)	Y(m)
1	85.500	2.000
2	85.000	1.000

【No.11】

	X(m)	Y(m)
1	85.500	2.000
2	85.500	1.000

【No.12】

	X(m)	Y(m)
1	85.500	1.000
2	85.000	0.000

【No.13】

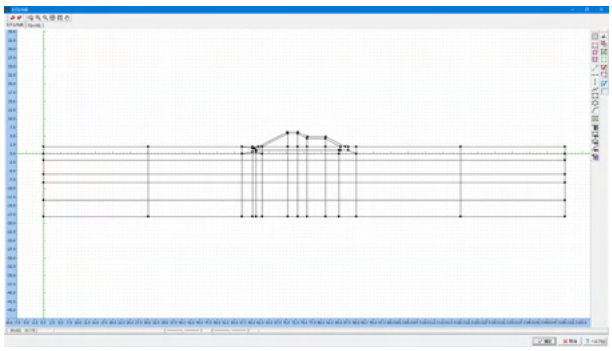
	X(m)	Y(m)
1	85.500	1.000
2	87.750	1.000

【No.14】

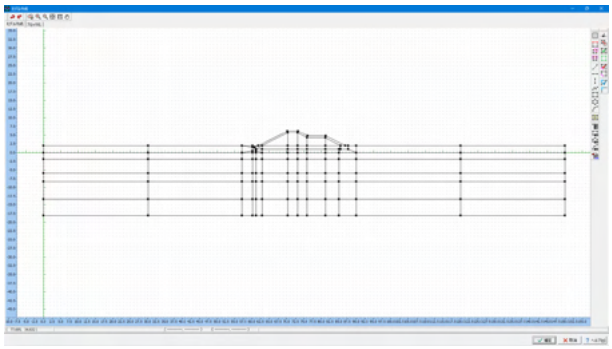
	X(m)	Y(m)
1	87.750	2.000
2	87.750	1.000

【No.15】

	X(m)	Y(m)
1	87.750	1.000
2	90.000	0.000

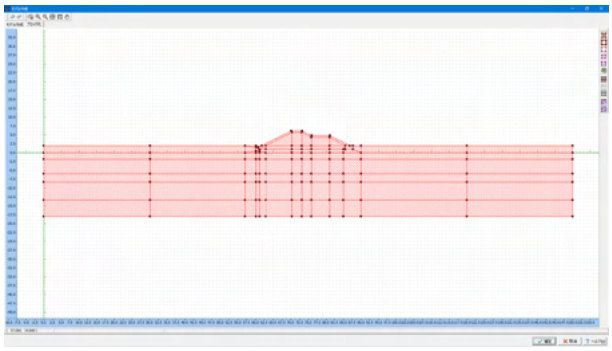


左の図のようになります。



右ツールメニューから交点生成モード をクリックして交点を生成します。

ブロック化



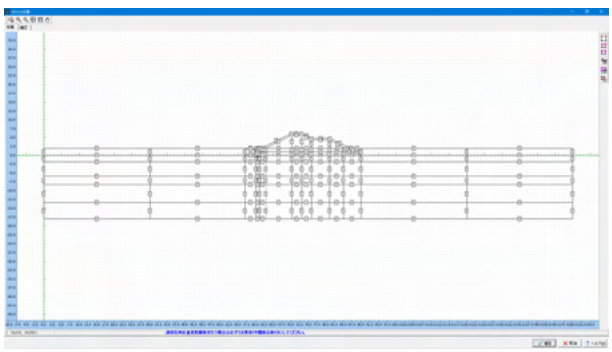
モデル作成「ブロック化」タブに切り替えます。
左図のようにブロックが生成されていたら「確定」をクリックし、画面を閉じます。

モデルを作成してから、初めて本タブを選択した場合には、プログラム内部で三角形と四角形を自動認識してブロックを生成し、自動的にブロック化された部分は塗りつぶし表示されます。

モデルを変更する場合には、本タブで変更箇所のブロックを解除してから[モデル作成]-[作成]タブに戻り、モデルを編集してください。モデルを更新した場合は、再度本タブを選択しただけでは自動ブロック化は行いません。
この場合は必ず、右ツールメニューの自動ブロック化 を実行して下さい。

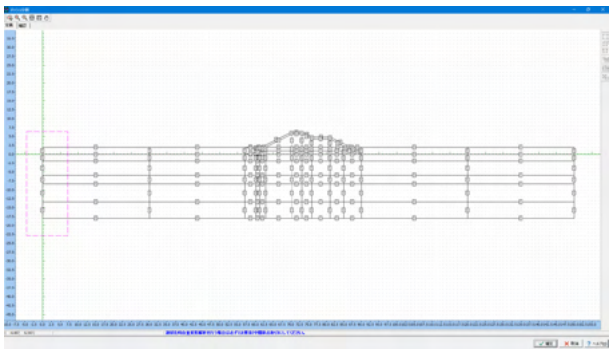
1−3　メッシュ分割

定義

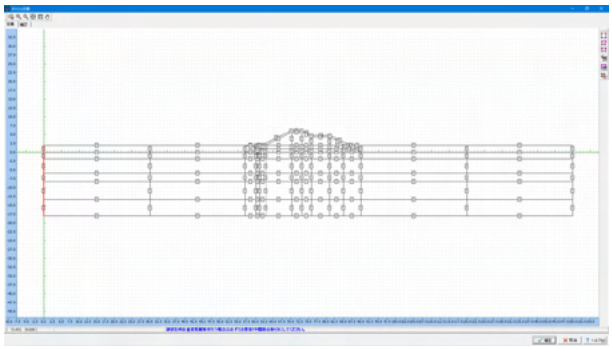


メッシュ分割の条件を設定します。

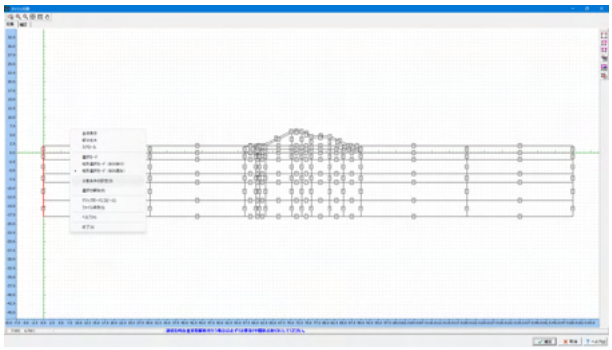
左メニューの「メッシュ分割」タブをクリックし、「定義」タブに切り替えます。



右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード (BOX囲み) を選択し、分割数を定義する線分を選択します。



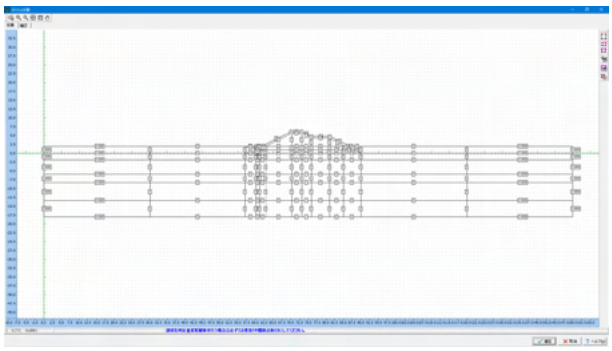
現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示され、既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。



右ツールメニューの分割条件の設定ボタン をクリックするか、右クリックで表示されるポップアップメニューより「分割条件の設定」を選択します。

分割幅を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

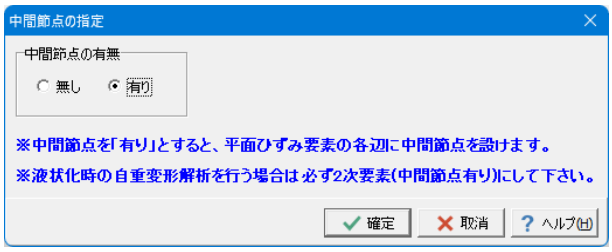
□（四角）の中に書いてある数字が分割数です。



左図のように分割幅を設定します。

左右端の鉛直線と水平線：
3.0m

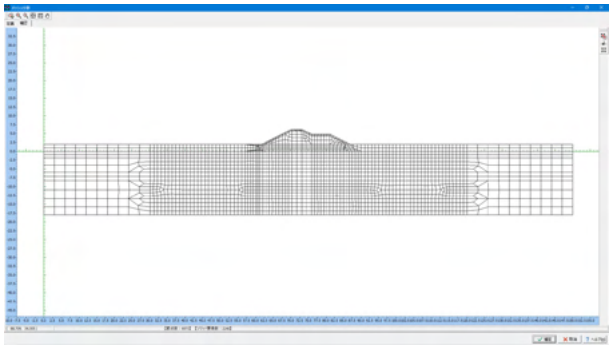
その他の鉛直線と水平線：
1.0m



右ツールメニューの中間節点の指定ボタン をクリックし、メッシュの各辺上に中間節点を設けるかの指定を行います。
※液状化による自重変形解析を行う場合は、必ず、「2次要素(中間節点あり)」として下さい。

中間節点の有無：有り

確認



プログラム内部でメッシュ分割を行い、その結果を表示します。

「確認」タブに切り替えます。

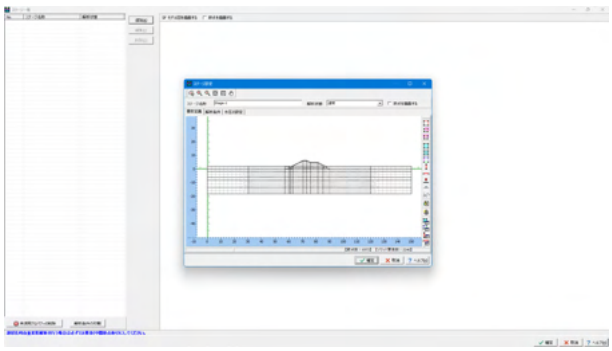
節点の表示ボタン ：クリックすると、節点(■)を表示／非表示します。

節点番号の表示ボタン ：クリックすると、節点番号を表示／非表示します。

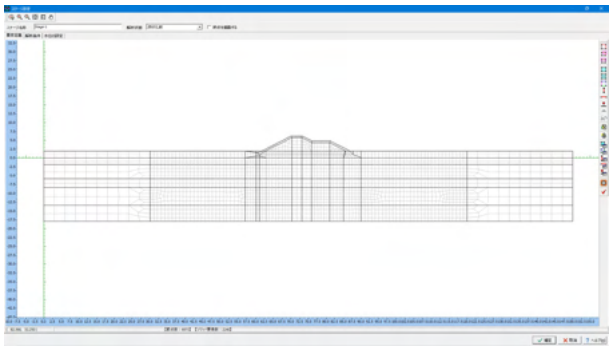
要素番号の表示ボタン ：クリックすると要素番号を表示／非表示します。

1−4　ステージ設定

初期応力解析



左メニューの「ステージ設定」タブをクリックし、「追加」ボタンをクリックします。



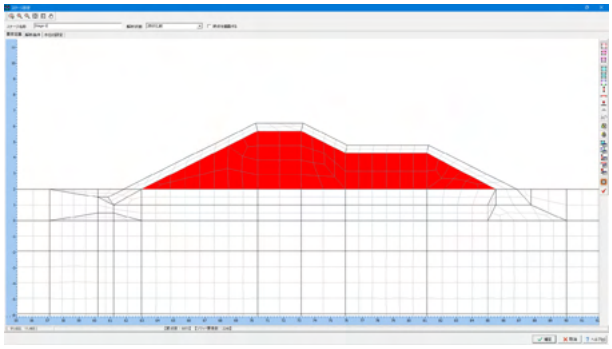
ステージ名称を「Stage-1」と入力します。
解析状態を「液状化前」に設定します。

ソリッド要素を定義します。

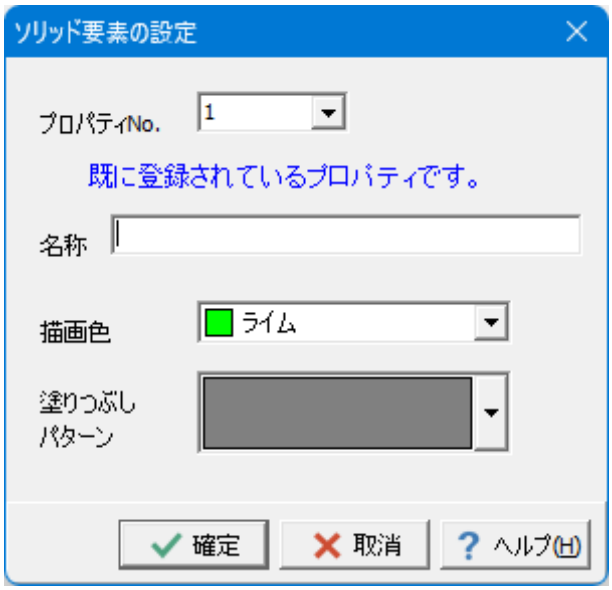
右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード(BOX掛け) 、矩形選択モード(BOX囲み) と、ソリッド要素選択 を選択します。

※矩形選択モード(BOX囲み) で梁要素を囲まれることをお薦めします。

プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。



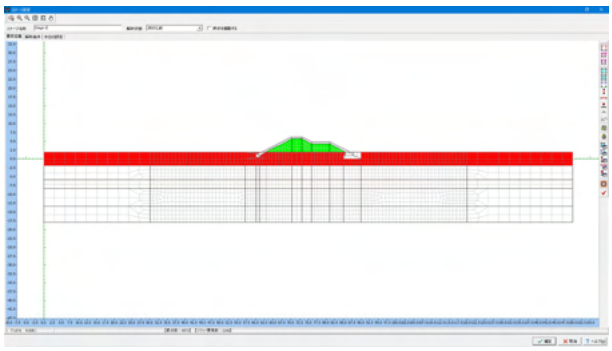
ブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。(既に選択されているブロックを選択すると選択が解除された状態になります。)



右ツールメニューから、編集／決定 をクリックするか、右クリック-「編集」を選択します。

左図に従って「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

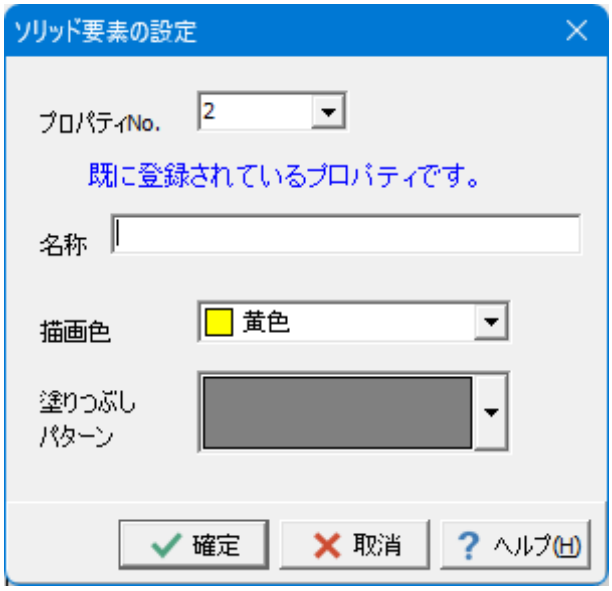
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

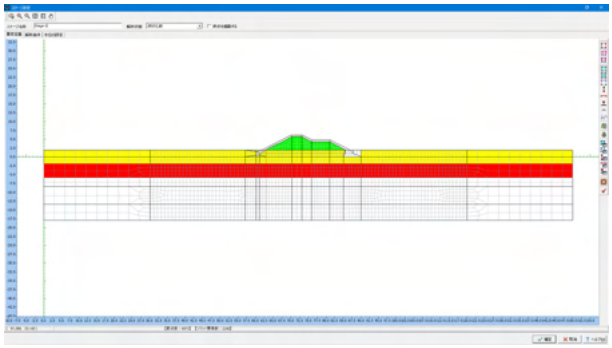
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。



「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

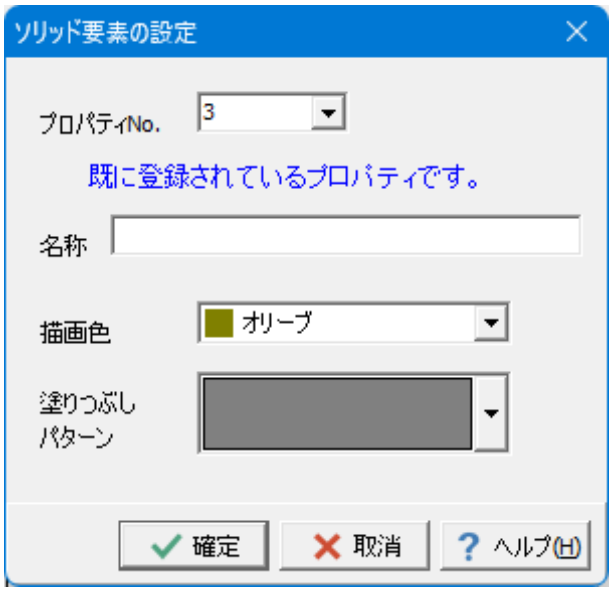
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

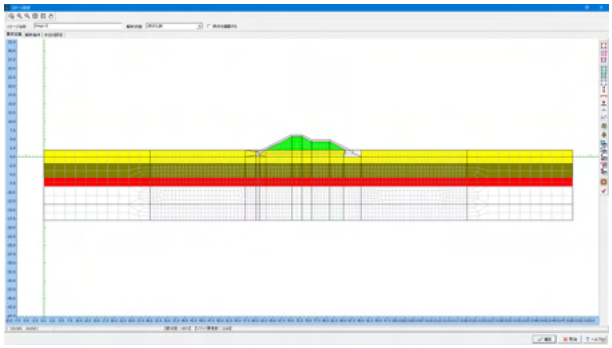
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。



「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

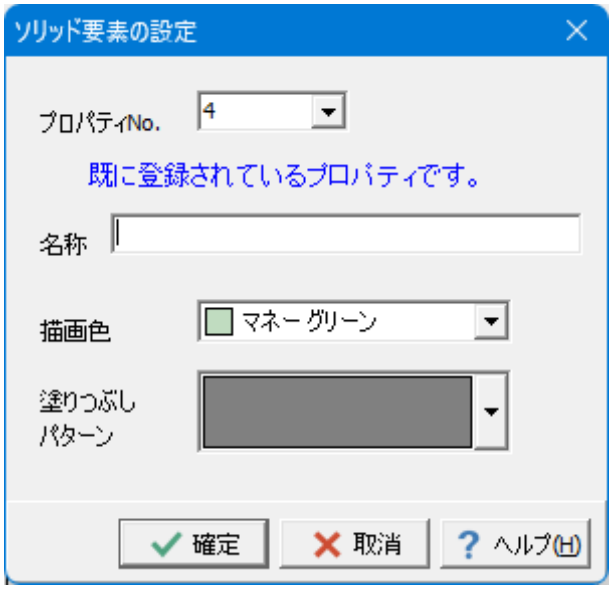
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

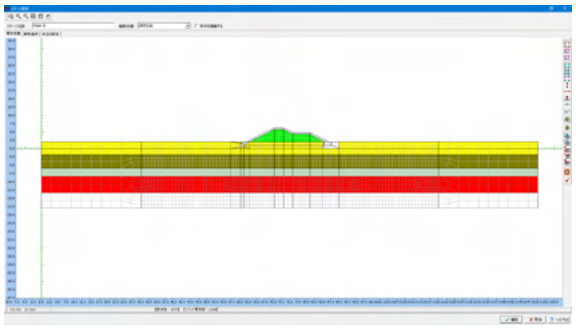
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。



「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

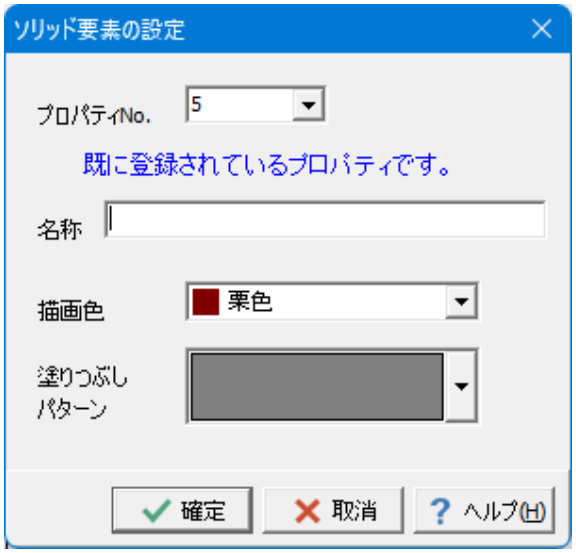
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

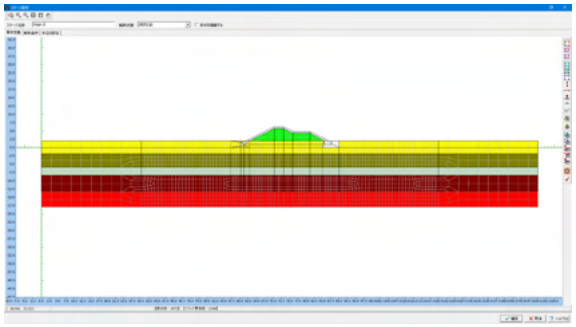
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。



「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

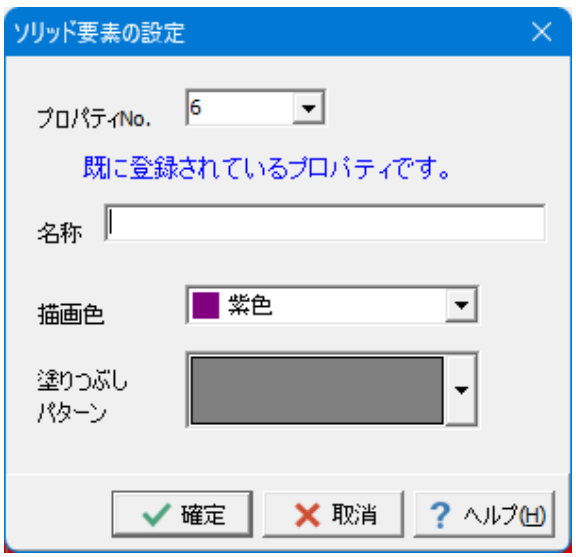
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

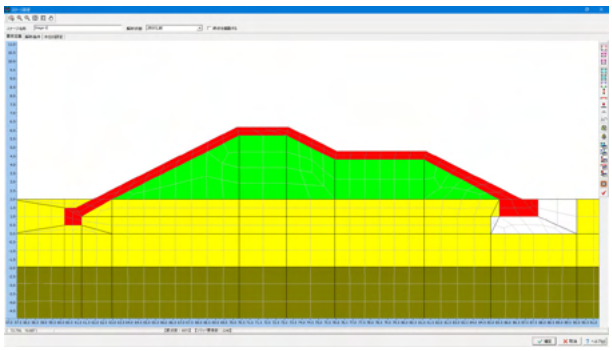
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。



「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

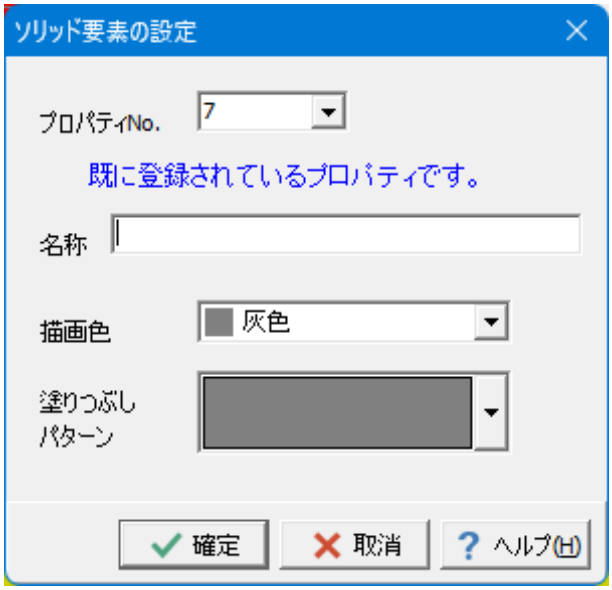
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

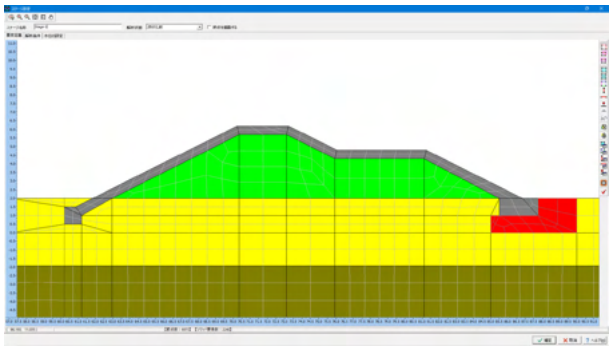
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。



「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

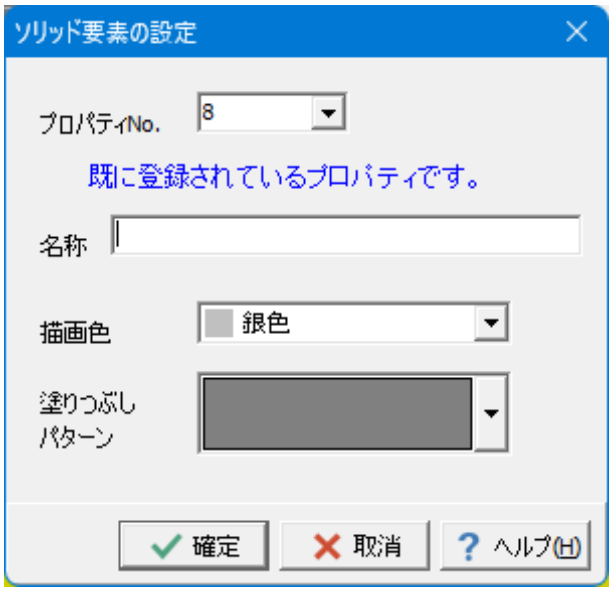
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



前述の操作方法と同様に、ソリッド要素（地盤）を定義します。

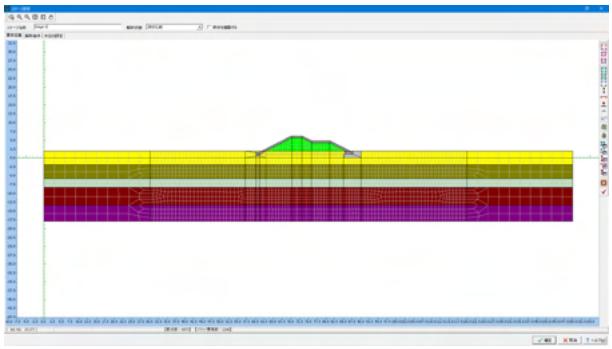
①プロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。

② 右ツールメニューから、編集／決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。

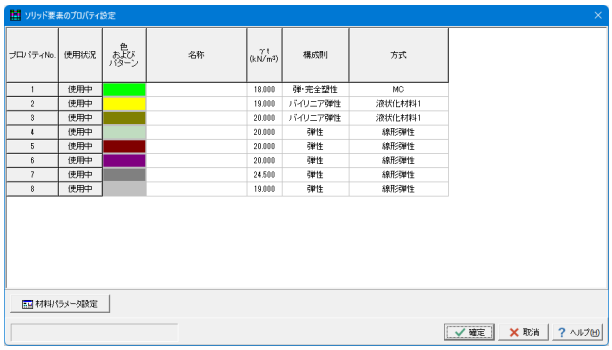


「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンをクリックします。

※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



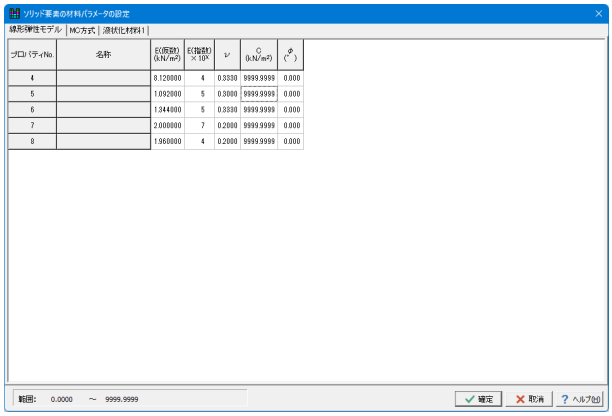
右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 をクリックします。



左図のように設定を行います。
(下記表に記載されている数値以外はデフォルトのままです。)

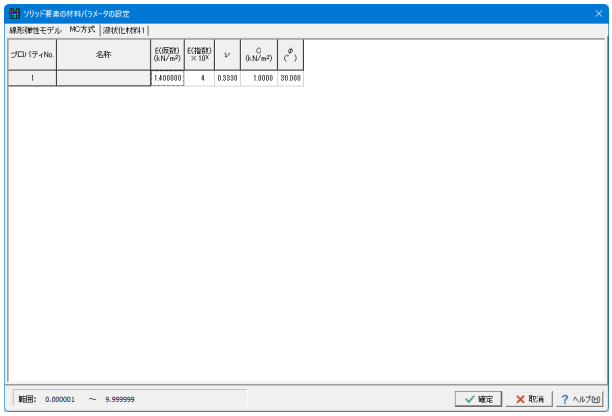
プロパティNo.	γt(kN/m³)	構成則
1	18.000	弾・完全塑性
2	19.000	バイリニア弾性
3	20.000	バイリニア弾性
4	20.000	弾性
5	20.000	弾性
6	20.000	弾性
7	24.500	弾性
8	19.000	弾性

左下「材料パラメータ設定」ボタンをクリックします。



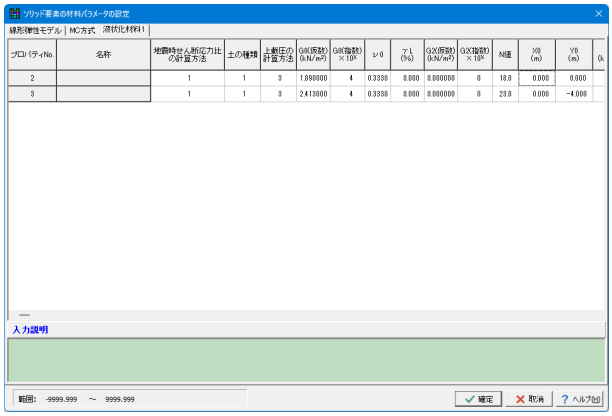
「線形弾性モデル」タブをクリックし、値を入力します。
(下記表に記載されている数値以外はデフォルトのままです。)

プロパティNo.	E(仮数)	E(指数) ×10	ν
4	8.120000	4	0.3330
5	1.092000	5	0.3000
6	1.344000	5	0.3330
7	2.000000	7	0.2000
8	1.960000	4	0.2000



「MC方式」タブをクリックし、値を入力します。
(下記表に記載されている数値以外はデフォルトのままです。)

プロパティNo.	E(仮数)	E(指数) ×10	ν	C	Φ
1	1.400000	4	0.3330	1.0000	30.000

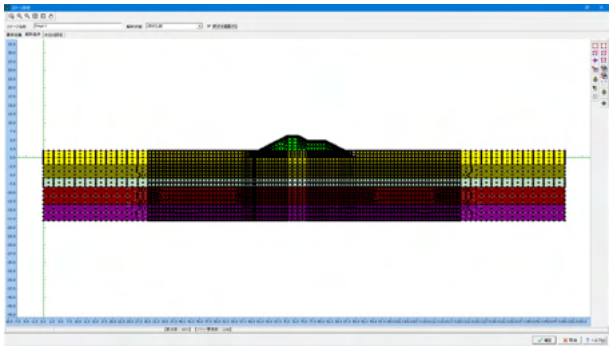


「液状化材料1」タブをクリックし、値を入力します。
(下記表に記載されている数値以外はデフォルトのままです。)

「確定」を2回クリックし、画面を閉じます。

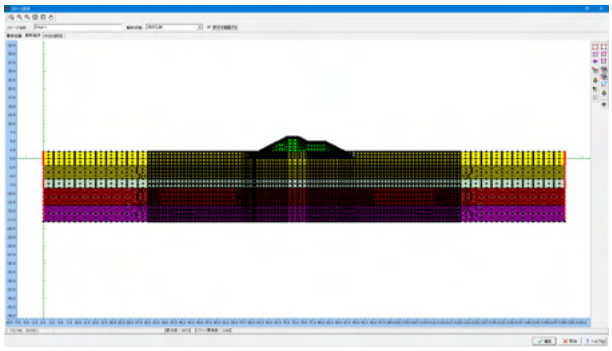
プロパティNo.	上載圧の 計算方法	G0(仮数)	G0(指数) ×10	ν0
2	3	1.890000	4	0.3330
3	3	2.413000	4	0.3330

N値	Y0	FC	D50
18.0	0.000	5.300	0.22400
23.0	-4.000	9.300	0.19200



「解析条件」タブに切り替えます。

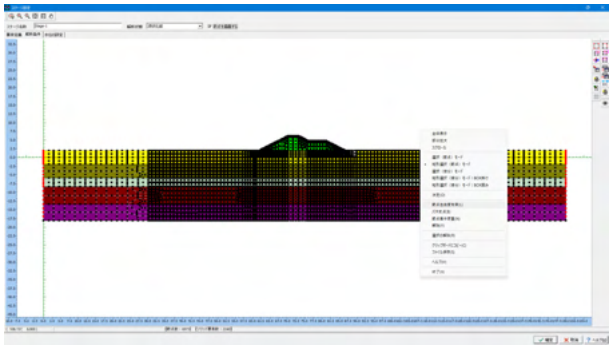
（節点に条件を与える場合は、上部の「節点を描画する」にチェックを入れますと、操作がスムーズに行えます。）



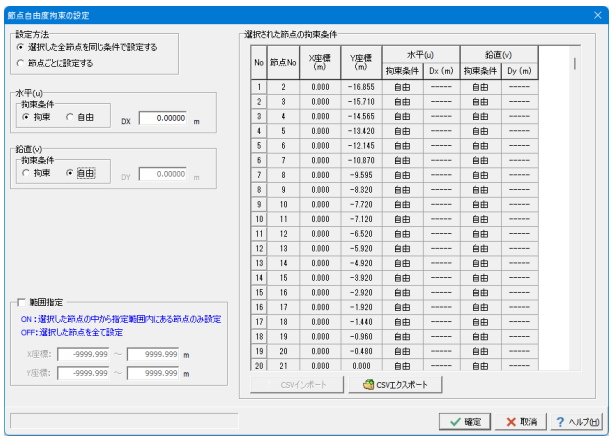
節点自由度拘束を設定します。

右ツールメニューから左列の矩形選択（節点）モード をクリックします。

左図に従って一番左側と一番右側の列のそれぞれ一番下1点を残し、節点を選択します。
（現在選択されていない節点を選択すると赤点で選択表示されます。既に選択されている節点を選択すると選択が解除された状態になります。）



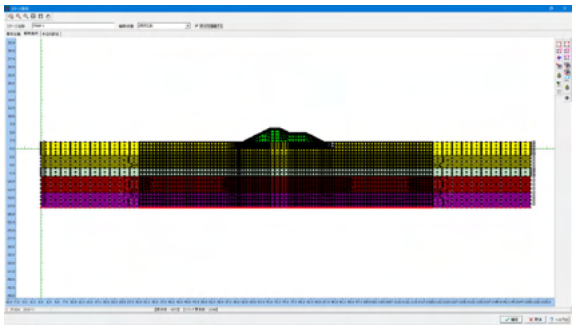
右ツールメニューから節点自由度拘束の設定 をクリックするか、右クリック-「節点自由度拘束」を選択します。



各自由度の拘束条件を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

水平-拘束条件：
拘束

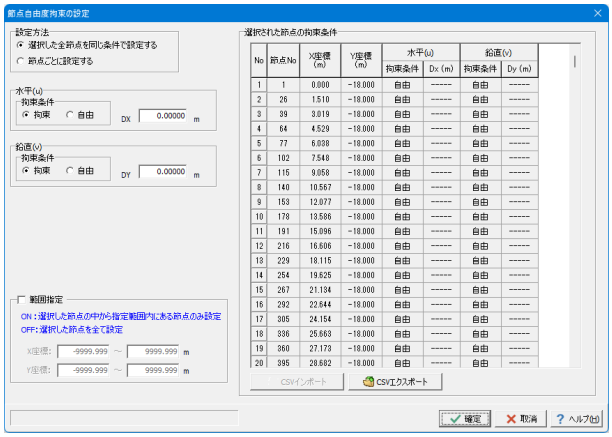
鉛直-拘束条件：
自由



最下段の節点も同様に節点自由度拘束を設定します。

右ツールメニューから左列の矩形選択（節点）モード をクリックします。

左図に従って一番下の節点を選択します。
（現在選択されていない節点を選択すると赤点で選択表示されます。既に選択されている節点を選択すると選択が解除された状態になります。）



右ツールメニューから節点自由度拘束の設定 をクリックするか、右クリック-「節点自由度拘束」を選択します。

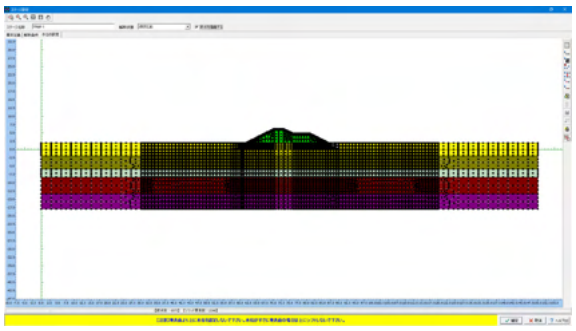
各自由度の拘束条件を入力し、「確定」ボタンをクリックします。

水平-拘束条件：
拘束

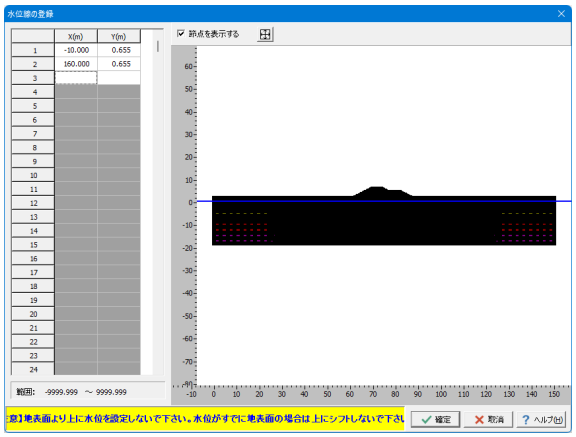
鉛直-拘束条件：
拘束

解析条件を設定します。
※2列並んでいるアイコングループの内、左側を使用します。

解析条件の設定 をクリックし、左図に従って「本ステージ追加節点の変位をゼロにする」にチェックを外し、「確定」ボタンをクリックします。

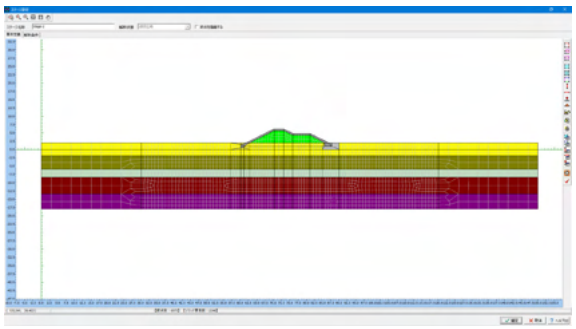


「水位の設定」タブをクリックし、水位線を設定します。



右メニュー「水位線の登録」 をクリックし、値を入力します。
「確定」を2回クリックします。

	X(m)	Y(m)
1	-10.000	0.655
2	160.000	0.655



「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称が「Stage-2」になっていることを確認します。

「解析条件」タブをクリックし、解析条件を設定します。
※2列並んでいるアイコングループの内、左側を使用します。

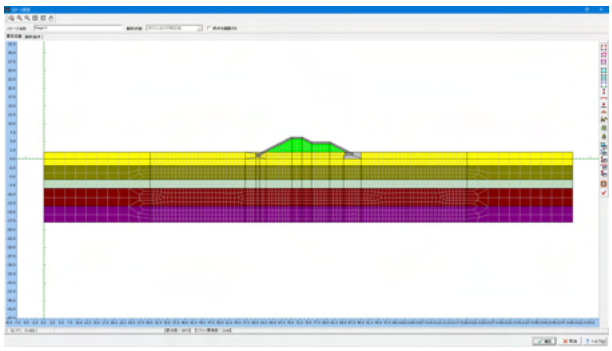
解析条件の設定 をクリックして左図に従って値を入力し、

「確定」ボタンを2回クリックします。

応力・変位解析　E：
-2

地表面加速度規定面のY座標：
2.000

地表面における設計水平震度：
0.450



「追加」ボタンをクリックし、ステージ名称が「Stage-3」になっていることを確認します。

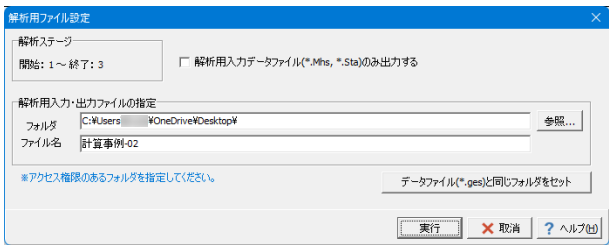
「解析条件」タブをクリックし、解析条件を設定します。
※2列並んでいるアイコングループの内、左側を使用します。

解析条件の設定 をクリックして左図に従って値を入力し、

「確定」ボタンを3回クリックします。

応力・変位解析　E：
-5

2　解析実行・結果確認

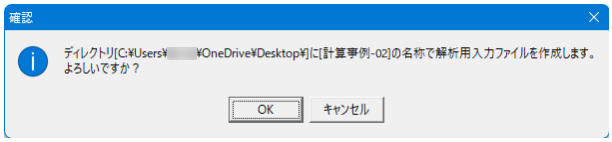


① 上メニューから解析実行ボタンをクリックします。

② フォルダの右隣にある「参照」ボタンをクリックし、解析部用の入出力ファイルを格納するフォルダを選択します。

フォルダの指定後、ファイル名の欄にベース名（拡張子を除いたファイル名）を入力します。

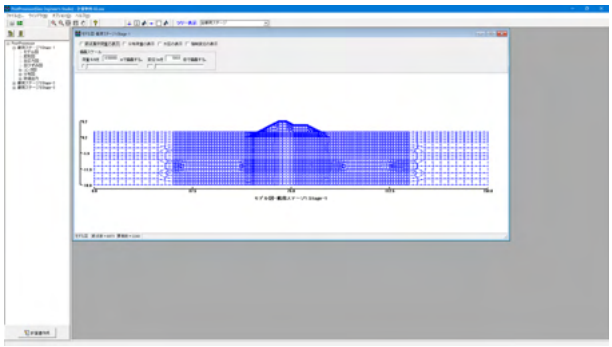
③「実行」ボタンをクリックします。



解析用入力ファイルを作成する旨の確認メッセージが表示されますので、フォルダ名およびファイル名に間違いがないかを確認し、「OK」ボタンをクリックします。

解析が開始されると計算状況をガイド表示します。

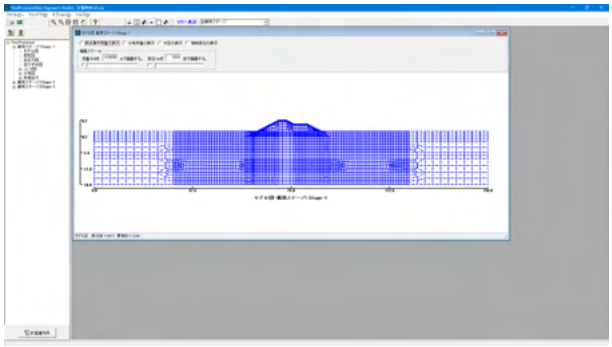
※解析中に他のアプリケーションを使用したい場合
解析中はCPUの使用率が高くなります。
したがいまして、解析中に他のアプリケーションを動作させようとした場合に、「正常に動作しない」「動作に時間がかかる」などの症状が発生する可能性があります。
そのような場合には、「一時停止」ボタンをクリックして解析を一時中断することができます。



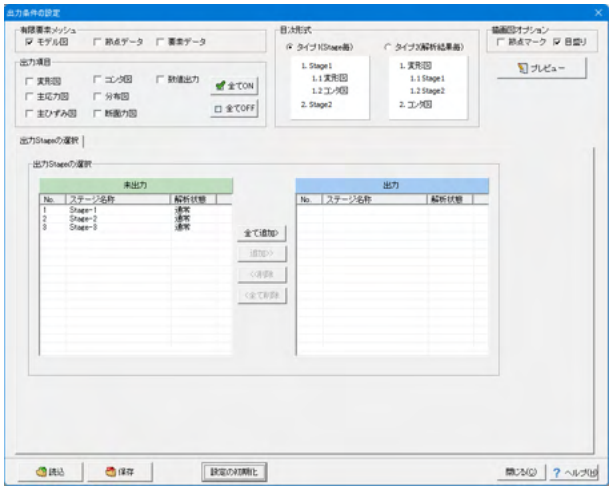
完了後、自動的にPostProcessorが起動します。以下の種類の描画や表示が可能です。

・モデル図
・変形図
・主応力図
・主ひずみ図
・コンタ図
・分布図
・数値出力

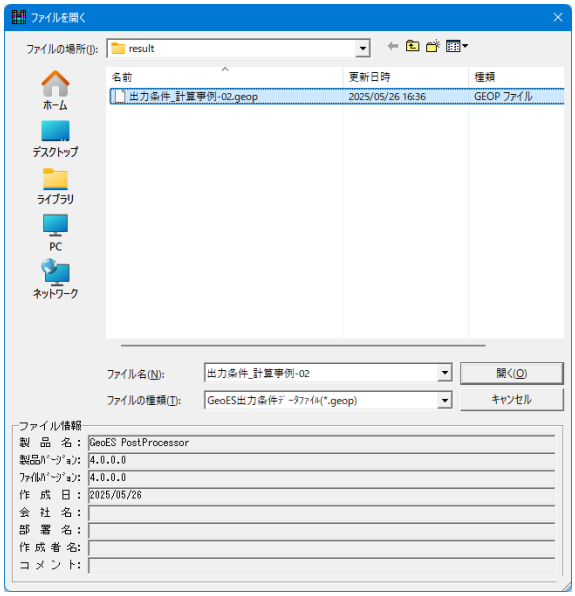
計算書作成



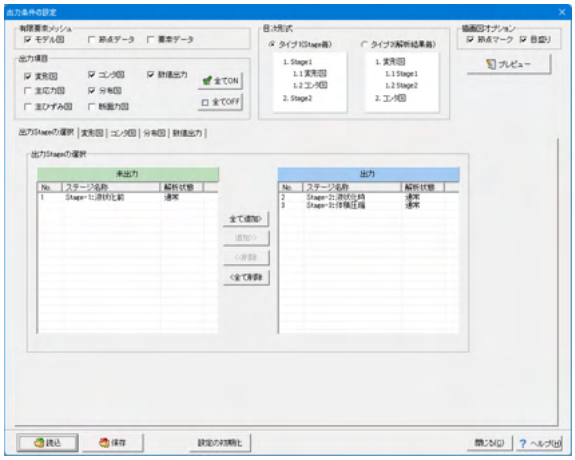
左下にある「計算書作成」ボタンをクリックします。

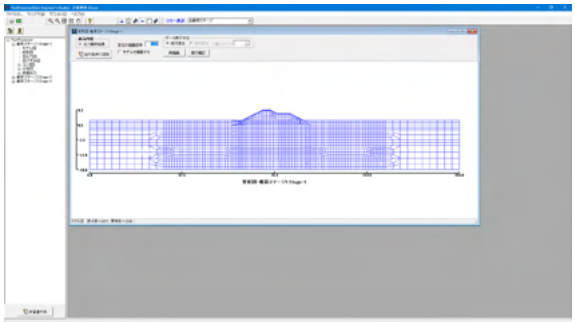


出力設定の設定画面の左下にある「読込」ボタンをクリックすることにより、計算書条件ファイル(*.gf2p)を読み込むことができます。

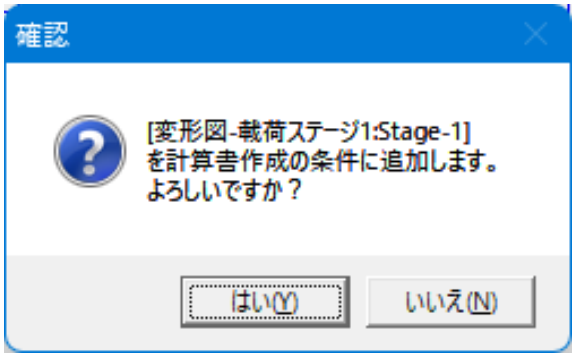


計算書条件ファイル(*.gf2p)を選択し、「開く」ボタンをクリックします。

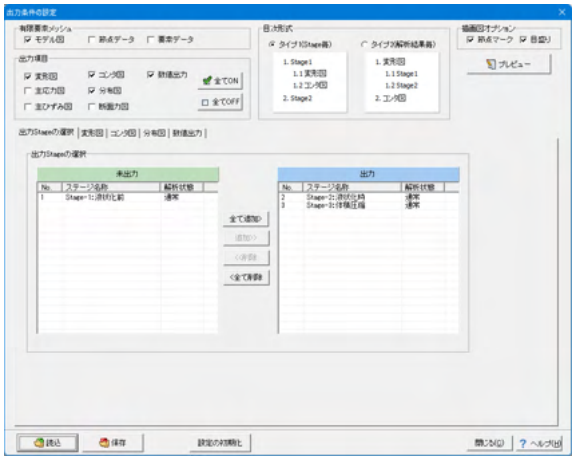




「変形図」などの各画面に「出力条件に追加」ボタンがあります。これをクリックすると、計算書作成条件に該当する条件を追加することができます。



左図のような確認メッセージが表示されます。
追加する場合は「はい」を選択します。

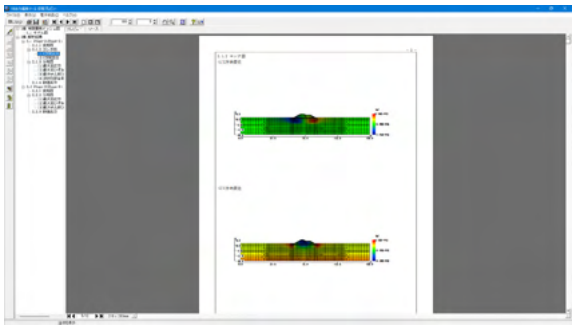


①出力項目を選択します。

②出力Stageを選択します。出力項目をONにした項目のタブが表示されるので、必要な条件を入力します。

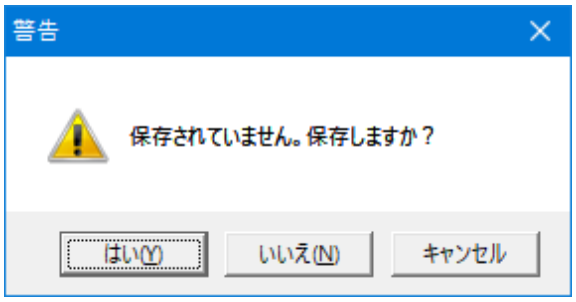
③目次形式を選択します。

④「プレビュー」ボタンをクリックします。



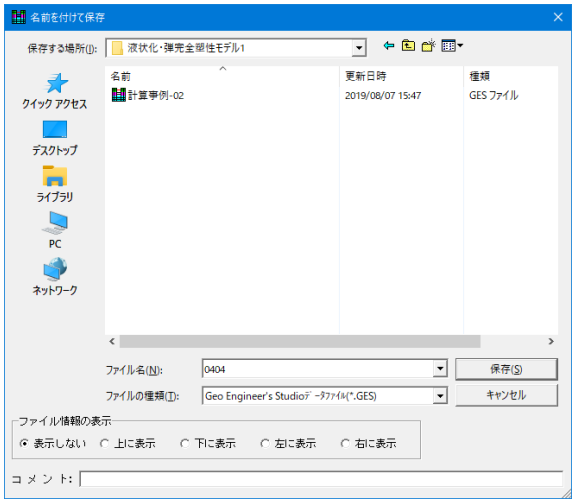
各プレビュー後、印刷・保存します。

3　データ保存



保存を行わずにプログラムを終了させようとした場合、左図のような確認メッセージが表示されます。
保存する場合は「いいえ」を選択し、作業画面に戻ります。

「はい」を選択すると、データは保存されずに終了しますのでご注意ください。

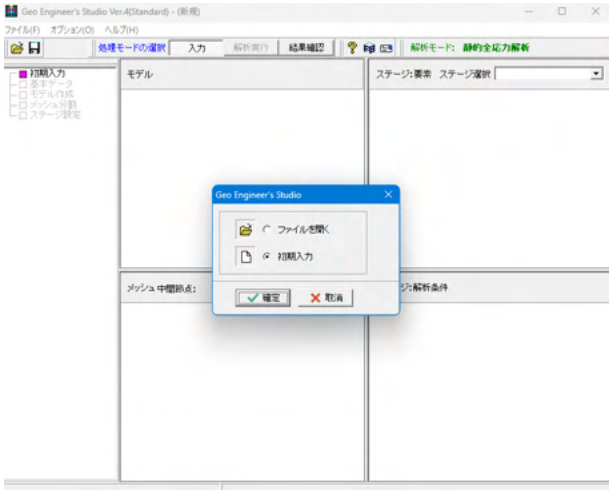


「ファイル」-「名前を付けて保存」からデータを保存します。
既存のデータに上書きする場合は「ファイル」-「上書き保存」を選択します。

第4章　操作ガイダンス　圧密連成2 弾塑性解析

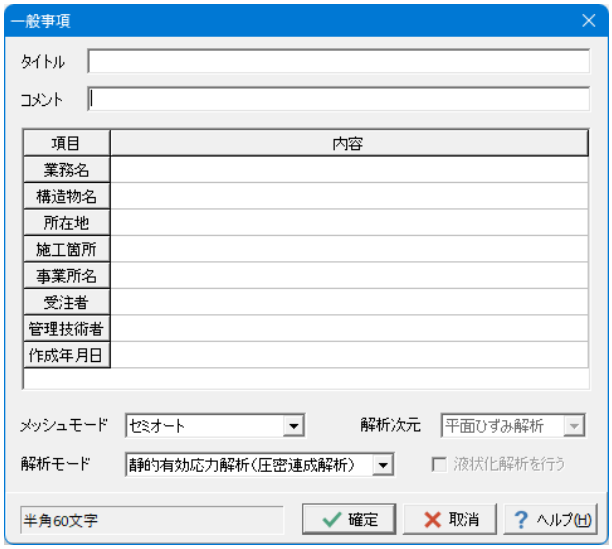
1　圧密連成2 弾塑性解析

サンプルデータ「Sample(圧密-弾塑性モデル).GES」を例題として作成します。
粘性土の構成則をCam-clayモデルで静的有効応力解析（圧密連成解析）を行ったデータです。
解析結果ファイルも付属していますので、Post部を起動して読み込むことで結果を確認することができます。
各入力項目の詳細については製品の【ヘルプ】をご覧ください。



「初期入力」を選択し、「確定」ボタンをクリックします。

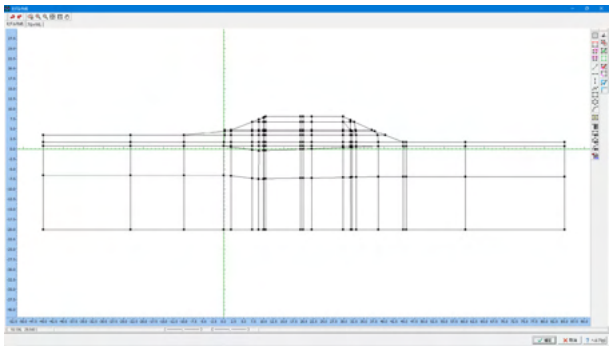
1－1　基本データ



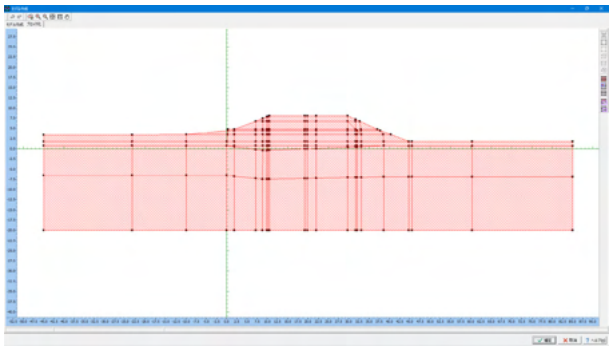
左メニューの「基本データ」をクリックします。
メッシュモード、解析モードを設定し、「確定」をクリックします。
なお、必要に応じてタイトル、コメント等を入力してください。
※圧密連成解析の解析次元は平面ひずみ解析となります。軸対称解析には対応しておりません。

メッシュモード：セミオート
解析モード：静的有効応力解析(圧密連成解析)

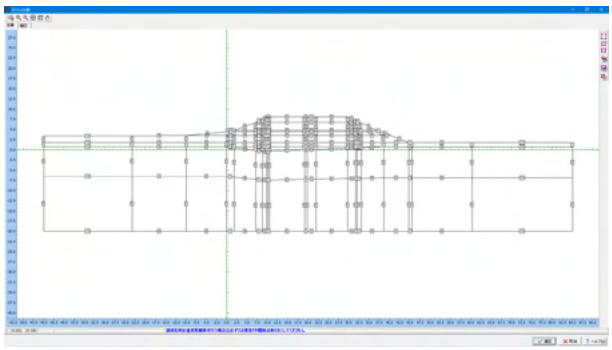
1−2　モデル作成



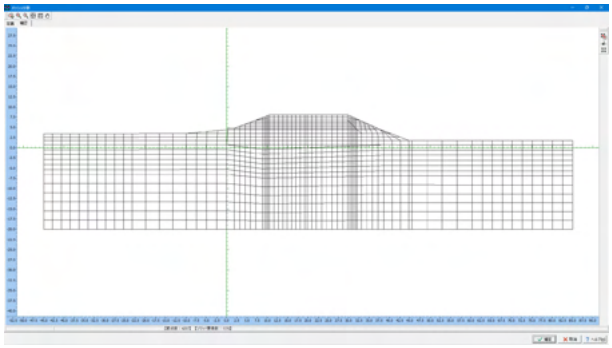
圧密解析固有の設定はないので、通常の解析と同じ手順で設定を行います。



1−3　メッシュ分割

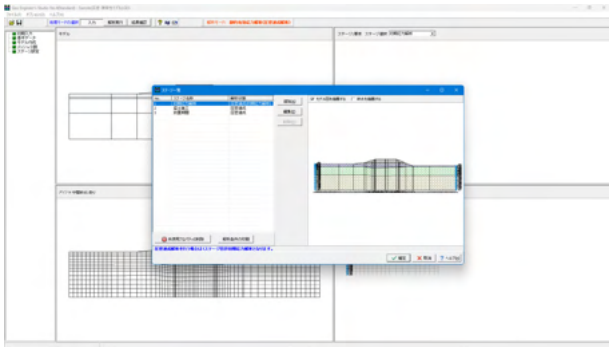


圧密解析固有の設定はないので、通常の解析と同じ手順で設定を行います。



1−4　ステージ設定

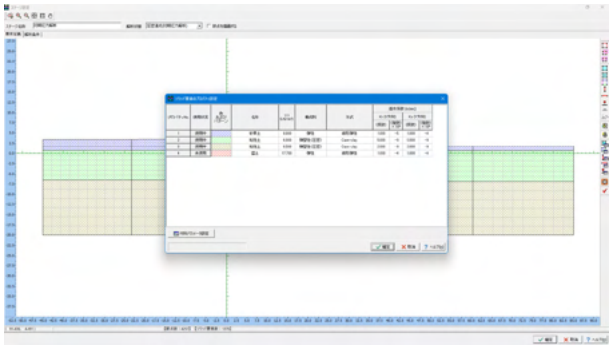
初期応力解析



左メニューの「ステージ設定」タブをクリックし、解析を行うステージを順に登録します。

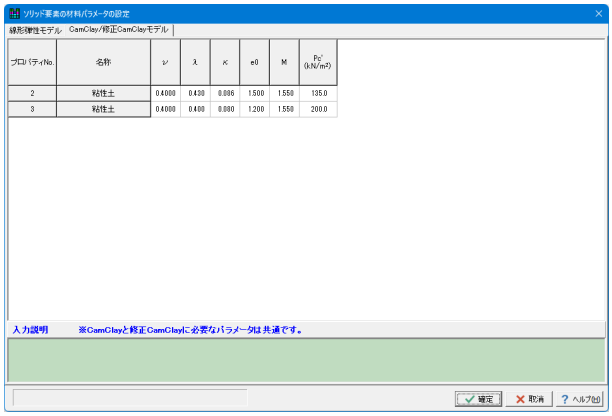
※圧密連成解析のステージ1は必ず初期応力解析となります。
初期応力解析では時間等の設定は不要です。

「要素定義」タブ

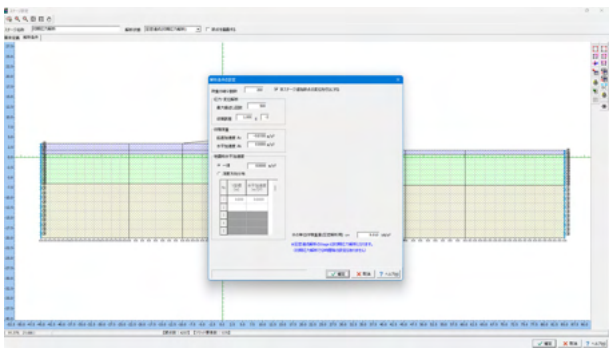


要素定義の手順は通常解析と同様ですが、「ソリッド要素のプロパティ設定」で透水係数の設定が必要となります。

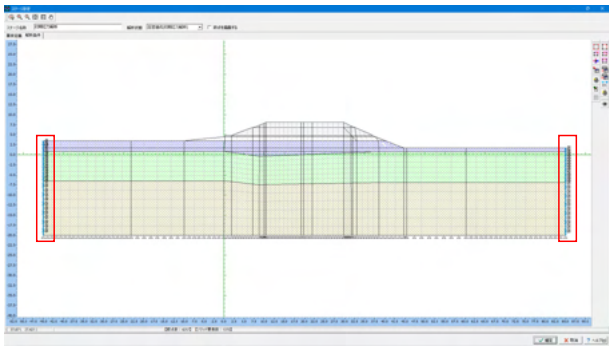
また、圧密連成用の構成則として「Cam-clayモデル」等があります。
なお、圧密連成解析は線形弾性モデルでも計算できます。



「解析条件」タブ



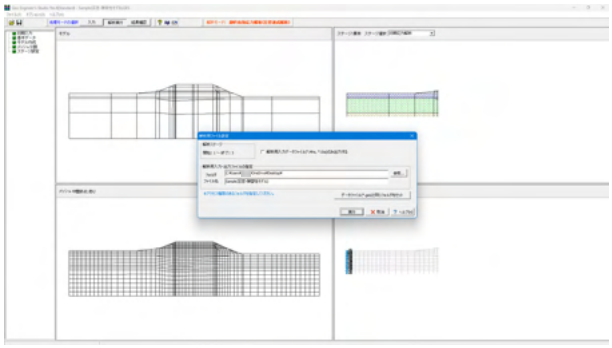
ステージ2以降は解析条件の設定 で時間等の設定をしてください。



非排水境界の設定DCで非排水境界を設定します。

※「非排水境界の設定」では「排水しない」境界を設定します。
左図は地層の上面下面の両面を排水とする場合の設定例です。

2　解析実行・結果確認

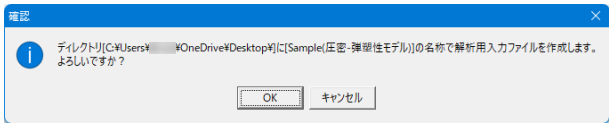


① 上メニューから解析実行ボタンをクリックします。

② フォルダの右隣にある「参照」ボタンをクリックし、解析部用の入出力ファイルを格納するフォルダを選択します。

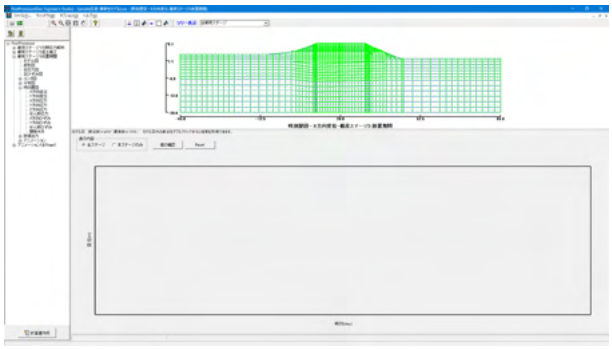
フォルダの指定後、ファイル名の欄にベース名（拡張子を除いたファイル名）を入力します。

③「実行」ボタンをクリックします。

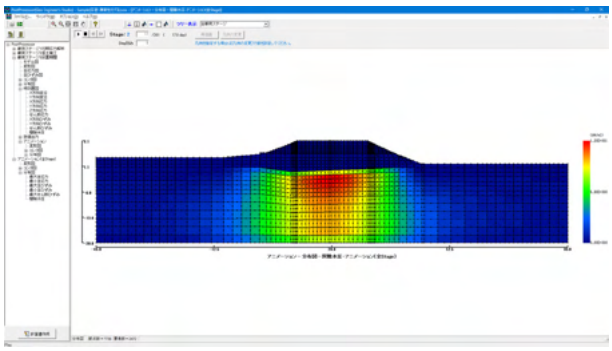


解析用入力ファイルを作成する旨の確認メッセージが表示されますので、フォルダ名およびファイル名に間違いがないかを確認し、「OK」ボタンをクリックします。

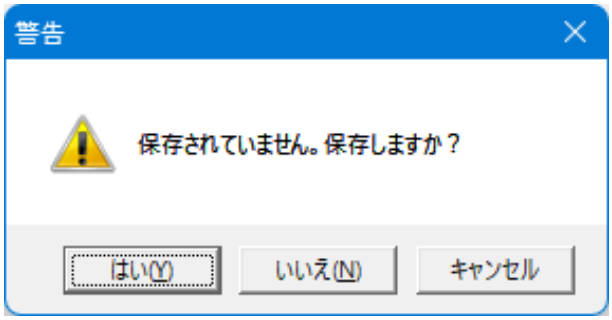
結果確認(Post部)



通常の結果に加えて「時刻歴図」や「アニメーション」を確認することができます。

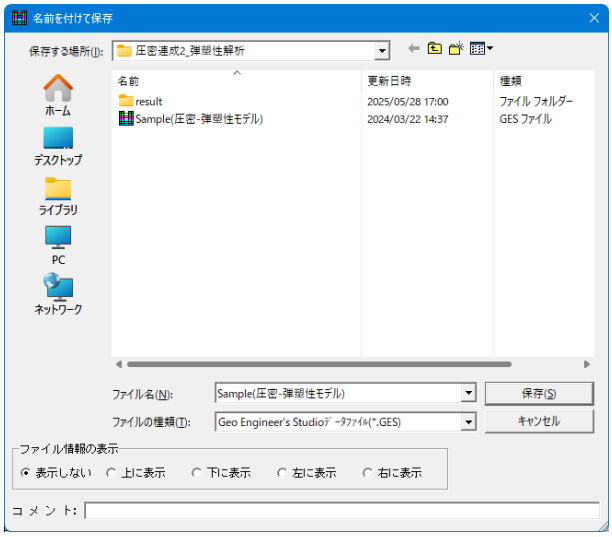


3　データ保存



保存を行わずにプログラムを終了させようとした場合、左図のような確認メッセージが表示されます。
保存する場合は「いいえ」を選択し、作業画面に戻ります。

「はい」を選択すると、データは保存されずに終了しますのでご注意ください。



「ファイル」-「名前を付けて保存」からデータを保存します。
既存のデータに上書きする場合は「ファイル」-「上書き保存」を選択します。

第5章　Q&A

1　機能・概要編

Q1-1　**トンネル掘削による周辺地盤の変形解析において「掘削解放率」の設定はできるか？
また、併設トンネルの掘削で、先行トンネルの「掘削解放率」が100%未満の状態で後行トンネルの掘削を入力することはできるか？**

A1-1　掘削解放率の設定は可能です。
例えば、
（1）Stage1で自重計算
（2）Stage2で先行トンネルを掘削する。
この先行トンネルの解放率を40%、次のStage3で残りの60%に設定。
（3）Stage3で後行トンネルを掘削する。
この後行トンネルの解放率を100%に設定。
というような段階施工検討ができます。
本プログラムでは、[ステージ設定]ウィンドウの[要素定義]タブの右側に並んでいるボタン群の一番下に[掘削解放率の設定]ボタンがありますので、そちらより設定していただけます。

Q1-2　**粘性土で圧密沈下が生じ側方変位が予想される。橋台に対する影響を解析したいが、どのような土のモデル（構成則）を用いたらよいか。**

A1-2　圧密計算を有限要素解析で理論的に行う場合にはCam Clayモデルや関口太田モデルが組み込まれたプログラムを必要としますが、本プログラムにはそうしたモデルはありません。
しかしながら、単純に弾性論上の範囲で周辺地盤の側方変形を考慮するならば線形弾性もしくはモールクーロンのような土のモデル（構成則）を用いることで解析することが可能です。

Q1-3　**柔構造樋門・樋管の直下を地盤改良した場合、周辺地盤が液状化するならばレベル２耐震性能照査を行ったほうがよいか？**

A1-3　地盤改良方法が重機で表層撹拌するだけの混合処理であれば、均一性や強度発現が必ずしも信頼できる水準に達しないこともあります。
周辺地盤が液状化すれば側方流動などの影響が地盤改良体に対してもある可能性があるので、表層の地盤改良によるプラス要因はあくまでも余裕代として設計には考慮せず、レベル2地震動に対する耐震性能照査を行い基準をクリアすることが望ましいと考えます。

Q1-4　**結果を印刷する方法は？**

A1-4　入力データを確認するためにメッシュデータやコントロールデータを印刷したい場合は、テキスト形式の入力データファイル（*.sta *.Msh）をNotepadやエディターソフトで開き印刷します。
変形量や応力ひずみについては、ポストプロセッサーでコンタ図や分布図を表示し、[値の確認]をするとファイルに出力しますので、入力データファイル同様に印刷します。また、画像を印刷したい場合は、表示した画面上でマウス右クリックすると[コピー]や[ファイル保存]ができますので、画像をそのままpaint等の描画ソフトで出力するか、wordに貼り付けて出力します。

Q1-5　**液状化の盛土を検討する際の、計算式と理論的裏付けを教えてほしい**

A1-5　液状化による計算理論の土台となった文献は
「液状化に伴う流動の簡易評価法」土木学会論文集No.638 Ⅲ-49 pp.71-89,　1999.12
「液状化に伴う盛土および直接基礎の沈下に対するALIDの適用性」第４６回地盤工学シンポジウム，2001, 1月などですが、せん断剛性低減材料については、
1. 盛土層を線形弾性として、液状化後のせん断剛性を液状化層での低下割合の1/10程度
2. 盛土層を線形弾性として、液状化後のせん断剛性を低下率を求めたところ，1/40となった
3. 盛土層を非線形のタイプとしてDuncanーChangのモデルを用いた

の3種類についてコメントがあります。
せん断剛性低減材料1としてG1をG0の1/10あるいは1/40とする
あるいは　線形弾性のNo tension を用いる。もしくは非線形材料を試すなどがあります。
弊社としては1/10をおすすめします。

Q1-6　成層地盤のみ（堤防などの上載荷重がない状態）での，液状化解析はできますか？

A1-6　上載荷重がなくとも液状化解析は可能です。

Q1-7　液状化の解析について、GeoFEAS/Geo Engineer's Studio(静的解析)とUWLC(動的解析)の違いを教えてほしい

A1-7　液状化による自重変形解析という意味でお答えします。
弊社の場合にGeoFEAS2D(静的解析)は、平成１９年度耐震性能設計指針に準拠したプログラムになります。UWLC(動的解析)は有効応力法によって土と水を連成して解析するプログラムになります。

GeoFEAS2Dに組み込まれている液状化の解析手法は、既往の調査から液状化による安全率FLとせん断剛性Gとの関係を統計処理して得た関係を基にしています。FLが求まると、拘束圧とせん断剛性Gとの比率をグラフから読み、各深さごとの拘束圧からせん断剛性Gを推定します。モデルによっては液状化層が厚くFLが低い場合は、きわめて大きな変形になることがあります。

一方、UWLCは土のせん断変形にともなう体積変化（ダイレタンシ）を数学モデルで記述して、水と土の多孔質モデルを基に間隙水圧を算出します。つまり体積収縮して体積ひずみ分の余剰の間隙水圧が液状化を引き起こすと表現します。有効応力は過剰間隙水圧とともに減少するので、土のせん断強さは低下することと同じになり、大きな変形をします。ただし、あくまで本来の土のもつ変形特性からスタートしているので、非現実的な異常な変形はありません。

理論的な背景がしっかりしているのはUWLCですがパラメータの決め方に難点があります。また、地震波を入力するので地震波の設定についても知見が必要です。単に変形が小さいという理由だけで後者を選択するのではなく、地盤の考え方、液状化現象、地震波の設定などの十分な知識を得た上でUWLCをお使いになるとよいでしょう。

Q1-8　「平成28年度 3月 河川構造物の耐震性能照査指針」で照査した結果が、「平成19年度基準」で照査した場合と結果が大きく変わるのか、また指針のどの部分が反映され結果に影響するのか

A1-8　液状化に対する強度が変わるので判定結果も変わります。
液状化判定として、繰返し三軸強度比RL および液状化層のせん断剛性の拘束圧補正係数Ccpが異なります。細粒分の多い土ではRLがやや大きめな値となります。液状化層が深く、拘束圧が大きい場合は、拘束圧に応じてせん断剛性を高く評価します。
具体的な比較計算はありませんが、おそらく従来よりも変形量が抑えられる傾向があると考えられます。
平成19年度指針及び平成28年度指針に対応した構成則を切り替えて設定可能ですので、お客様の方で比較解析を行い結果を検証するとよいでしょう。

Q1-9　水圧による等価節点荷重の扱い方を教えてほしい

A1-9　本プログラムでは、水圧による等価節点荷重を体積力法として求めておりますが、一般的なFEM手法における体積力法は"浮力+浸透力"を考慮するものでですが、全応力解析においては浸透力を考慮しないので、結果的に"浮力"を考慮する形となります。

Q1-10　圧密連成解析（土-水連成解析）は行えるか。

A1-10　「Geo Engineer's Studio Ver.3」（Standard版）で対応しました。
Lite版や「弾塑性地盤解析（GeoFEAS） 2」では対応しておりません。

Q1-11　弾塑性解析で強制変位を与えると収束しなくなるが、どのような原因が考えられるか。
（弾性解析では問題ない）

A1-11　FEMは変位法に分類されます。変位法という用語は色々別のところでも用いられるのですが、変位法と応力法との分類において、荷重を外力として変位が未知量となる解析法を言います。
弾塑性では、荷重が大きいと破壊基準に従い塑性変形を生じ、さらに地盤の応力が大きい場合は破壊基準に上回るために解析ができなくなります。線形弾性であればこのような縛りがないので、変位量に対応した内力の計算になります。しかし、もしも地盤が塑性変形しても破壊基準に収まらない内力を発生するような強制変位量を与えると、解析不可となります。
したがって、強制変位をかけて解析する場合は、地盤に生ずる応力を見るのではなく、周辺への変位の広がりや影響を見るために行います。

2　Pre操作編(入力関連)

Q2-1　応力解放率とは？

A2-1

掘削要素の指定がある場合もしくは前ステージで設定していた梁要素、棒要素、ジョイント要素を本ステージで解除した場合など、それら影響により地盤に応力が再配分される割合を示します。
本プログラムは2次元モデルを対象としますが、実際には奥行き方向にも地盤が存在しこの応力解放によって周辺地盤が負担する状態を再現できることとなります。

例えばトンネル掘削を考えた場合には、掘削断面のすぐそばに切羽面がありトンネル断面に全ての応力が集中するのではなく切羽面でも応力を負担します。
NATM設計施工指針平成8年などでは、この場合(掘削直後)の解放率を0.3～0.4としています。
トンネル掘削がさらに進みその検討断面に支保工を設置する時点で残りの0.7～0.6を負担することになります。
入力としては製品付属のサンプル[トンネル]-[Tunnel.GF2]をご参考下さい。

Q2-2　DXFファイルの読み込みは可能か？

A2-2

可能です。
モデル作成の際にAutoCAD（DWG、DXF）ファイル、またはSXF（SFC、P21）ファイルのインポートに対応しております。

なお、AutoCAD（DWG、DXF）ファイルの対応は、AutoCAD 2004もしくはそれ以前の形式とさせていただいております。
お手数おかけしまして申し訳ありませんが、対応している形式に変換してインポートしていただくようお願いいたします。

Q2-3　メッシュ分割の際、メッシュの大きさをどのくらいに設定したらよいか？

A2-3

何メートルメッシュでなければならないというような規定はありません。そのため、これぐらいの大きさでメッシュ分割しなさいという助言も致しかねる状況です。
メッシュ分割を非常に細かくすれば、FEMの計算結果は厳密解に近づくと言われていますが、その確認は簡単ではないということのようです(はじまて学ぶ有限要素法：地盤工学会より)。
群馬大学の蔡先生のセミナー資料によると、要素数を3倍にしても、安全率のオーダーとしては、小数第三位に違いがあるだけのようです。よって、あまり、細かく分割する必要はないのではないかと思われます。
メッシュ分割において、中間節点の指定を有(2次要素)にすることも計算精度を向上させる手法だと思います。メッシュ分割の定義タブの右側最下段のボタンで設定してみてください。

Q2-4　梁要素と棒要素の違い

A2-4

梁要素はせん断、軸力、曲げモーメントを伝達する構造部材に対して用います。
棒要素は、一般にはトラス要素とも呼ばれ送電鉄塔などボルトでアングルを接合して組み立てるような曲げモーメントを考慮しない場合に用います。また二重鋼矢板締切りのタイロッドも該当します。

Q2-5　「ソリッド要素のプロパティ設定」で「弾性」の時「線形弾性」とするのが一般的なのか？

A2-5

線形の場合、線形弾性と積層弾性が選択できます。一般的には線形弾性を選択します。異方性を考慮する場合は積層弾性を用いることもあります。

Q2-6　ソリッドのプロパティの設定での構成則や方式の使い分け

A2-6　以下のようにお考え下さい。

■積層弾性モデル
直交異方性を表すために用います。積層ゴムのように縦方向は剛で水平方向には柔な構造を対象としています。地盤においても堆積過程や地中応力状態において異方性が大なり小なりあると言われています。
■非線形弾性モデル
破壊接近度法：主にトンネルの掘削にともなう地盤の緩みを解析するときに用いられます。応力状態が破壊基準に近づくに従って変形係数が減少（地盤が緩んで変形しやすくなる状態）を表現します。
■非線形モデルROモデル
せん断弾性係数とせん断ひずみを双曲線でモデル化して地盤のせん断変形（地震時の変形など）に対してひずみ依存性を表現するときに用います。
■非線形モデル　HDモデル
ROモデルと同様にせん断変形に対してひずみ依存性を考慮するときに用います。ROモデルとは関数の形が異なります。
■非線形モデル　UWclayモデル
せん断応力とせん断ひずみの骨格曲線を双曲線で表しますが、強度をパラメータと取り入れていることで変形と強度の関係を簡易に表すことができます。斜面の残留変形解析に用いた事例があります。
■弾完全塑性モデル　Mohr-Coulomb方式（MC）
破壊基準（Mohr-Coulomb)を規定し、応力状態を表す応力円（Mohr円）との関係を判別して破壊基準に達していなければ弾性領域、破壊基準に達すれば塑性領域に分けて計算します。塑性領域に達した場合は大きな変形が生じます。
■弾完全塑性モデル　Drucker Prager方式（DP）
破壊基準の規定のしかたがMCと異なりますが、2次元（平面ひずみ）の場合は違いはありません。
■弾完全塑性モデル　MC-DP
破壊基準としてMC，塑性ポテンシャルにはDPにより規定します。破壊に達した状態で、せん断にともなう体積変化であるダイレタンシーが収縮するのか（負のダイレタンシー）膨張する（正のダイレタンシー）のか地盤によって規定したいときに用います。
■弾塑性モデル　粘土のPastor-Zienkiewiczモデル
弾塑性モデルの一般化したモデルで、パラメータによってひずみ軟化やひずみ硬化、または硬化係数（破壊に達したあとの変形係数）などを細かく規定できるモデルです。多くのパラメータを規定する必要があります。
■No-tension材料
線形モデルあるいは積層線形モデルと基本は同じですが、引っ張り応力に対して抵抗しない材料を表現するモデルです。

Q2-7　自動をブロック化をおこなってメッシュ→確認を行った場合と自動ブロック化を行わずにメッシュ→確認をおこなった場合でメッシュの生成までにかかる時間が大きく異なる

A2-7　自動ブロック化は、解析対象としている領域を認識する過程のことを意味しているますので、メッシュから始まる場合は解析対象の認識がないので、それだけ短時間になります。
また、メッシュ生成そのものに違いがあるということであれば、解析対象領域に違いがあることも考えられます。

Q2-8　作成済みのモデルの節点を移動して形状を修正する方法

A2-8　以下の手順で修正して下さい。

1.モデル作成ー作成画面で「選択モード」を指定する
2.移動したい節点を選択する
※選択した節点が赤く表示されます
3.その状態で右クリックし、ポップアップメニューの「座標値修正(P)」を選択する
4.選択した節点の現在の座標が表示されているので、修正後のX座標、Y座標を入力し、「確定」する
5.なお、複数の節点を移動するような場合、メッシュを切った後の節点に影響することがあるので、既に流れたデータであってもモデル作成ー作成のメニュー以降の確認が必要です。

Q2-9　解析条件の設定の「本ステージ追加節点の変位をゼロにする」とはどういうことか

A2-9

追加節点の変位をゼロにするという意味は、盛土や埋め戻しによって施工基面ＦＬまで土を盛るため変位量は、施工の過程で吸収されてしまうため、最終的には所定のレベルまで土がある（見かけ上は変位がない）ことを表します。
ステージ1の場合は、白紙の状態から現状地盤を作成するので、いわば所定の形状まで盛土したのと同じことになります。現状地盤では変形していないわけですから「追加節点の変位をゼロとする」チェックをするのが正解です。ステージ2で盛土した場合は、盛土による即時沈下を見たい場合はチェックを外しておき、所定のＦＬまで盛土するというモデルであればチェックしておきます。
ちなみに掘削の場合は削除であって追加節点ではないので、「追加節点の変位をゼロにする」のチェックをしても変位はリセットされることはなく、解析結果に対して何も影響しません。
ただし梁部材、棒部材が設定されているステージに対して、本スイッチは以下二つのケースの扱いになります。
（1）解析領域の中に既に存在する節点（メッシュ部分のうちソリッド要素が設定されている要素に属する節点）の間で、梁・棒要素を追加する場合は、本スイッチの影響を受けません。ソリッド要素の節点と同じ扱いとなります。
（2）解析領域の中に存在しない節点（メッシュ部分のうちソリッド要素も何も設定されていない要素に属する節点）を用いて梁・棒要素を追加する場合は、本計算スイッチをONにすると、追加した節点の変位がゼロにされ変形しません。
この場合は、梁・棒要素の追加は２ステージを分けて考慮する必要があります。まず、梁・棒要素を追加するというステージ、次に、自重も外力として作用させるというもう一つのステージとなります。
この場合、梁・棒要素を設定したステージでは梁・棒要素の自重を考慮しないために、単位体積重量をゼロにした上で、自重は外力として入力して下さい。

Q2-10　トンネルの解析後、沈下防止のため地盤改良を実施したい場合、どの時点でのステージを用いたらよいか

A2-10

沈下防止のための地盤改良ということであれば、沈下の原因（解放応力もしくは荷重がかかる）のあるステージと同じステージでプロパティ設定を変更します。
あるいは、トンネル掘削の前にステージを追加しておいてプロパティ設定を変更しても同じことになります。
すなわち、トンネル掘削に伴い沈下が生じる場合は、同じステージにおいてプロパティ設定を変更すれば、そのステージのプロパテイを基に掘削時の変形を解析します。
プロパティ設定の変更するには、たとえば初期応力解析で1から3までの材質番号を最初に使っていたなら、地盤改良部分に相当する材質番号として新たに４番目の材質番号を設定し、初期の材質番号と入れ替える必要があります。

Q2-11　あるステージから梁要素を削除（撤去）することはできるか？

A2-11

梁要素の解除は可能です。以下の手順で行って下さい。

1.ステージ設定で梁要素を削除（撤去）するステージを選択する。
2.[選択モード]ボタンもしくは[矩形選択モード]ボタンをクリックする。
3.[梁要素選択]ボタンをクリックする。
4.該当する線分を選択する。
5.[解除]ボタンをクリックする。

ヘルプ「操作方法」－「プレ編」－「ウィンドウ/ダイアログ」－「[ステージ設定]ウィンドウ」の『[要素定義]タブ』をクリックし
・梁要素を設定する
・要素設定を解除する
をご覧下さい。

Q2-12　液状化前の変形量とは

A2-12

液状化前の変形とは、自重計算による変形量であり、液状化後の計算をしたのちに差し引きます。
柔構造樋門・樋管の計算で求める常時（即時沈下および圧密沈下量）とは異なります。

Q2-13　掘削個所の水位はどのように入力したらよいか

A2-13

通常解析の場合、水位線を入力することで水圧荷重を計算します。
たとえばＧＬ－０ｍに地下水位があった場合にＧＬ－１０ｍの深さの地盤では水圧荷重として98.1kN/m2の等方等圧荷重がかかることになります。
掘削後の開放部分では排水されることになるので、掘削底面等の実際の地下水位線を入力すればよいと考えられます。

Q2-14　液状化層が複数に分かれて互層になっている場合、層ごとにファイルを作成し、それぞれの結果を足し合わせたらよいか

A2-14

計算事例-01では1つの液状化層について1つのファイルを作成して地盤変形解析し、他の層も別々に計算して、最後に全ての解析結果を足し合わせる、となっています。

Q2-15　軸対称解析を行う場合、対称軸の境界条件はｙ方向自由、ｘ方向拘束でよいか？

A2-15　軸対称の軸はＹ軸となります。
Ｙ軸回りに杭などを解析する場合はＹ軸でＹ方向自由、Ｘ方向固定が正しい境界条件です。

Q2-16　CADファイルから読み込んだデータを使ってモデルを作成する方法

A2-16　CADのファイル（DXF, DWG, SFC, P21形式）をインポートし、本体のモデル作成画面にて４角形あるいは３角形のブロックで構成されるモデルに修正します。
次に、モデル作成-確認で自動ブロック化をします。白抜き部分があれば再度モデルを確認し、修正して作業を繰り返します。

Q2-17　メッシュを作成した後に、節点座標を若干修正して解析を再び実行したい。

A2-17　メッシュ生成後に節点を移動したり、座標を画面上で変更することはできません。
モデル作成から修正するほどの大幅な座標値変更でなければ、解析部が読み込むファイルを直接編集してロードモジュールとして流すと便利です。
モデルを作成するプレ部から、解析部にデータを引き渡すファイルには２種類あります。
一つは解析モデルを制御するデータファイルで拡張子に*.Staがついています。
もう一つのファイルはメッシュの節点座標と構成を表すデータファイルで、拡張子に*.Mhsがついています。Mhs形式のファイルの節点座標を直接編集して、解析部（ロードモジュール）を直接実行する方法を取ると可能です。
また、微小な座標値の修正であれば直接数値データを変更するほうが便利です。

Q2-18　地下水位がある場合は、考慮した方がよいのか

A2-18　地下水位がある場合でも、必ずしも水圧荷重を考慮する必要はありません。
例えば、土留め壁を例にとれば、設計上で考慮するような土圧と水圧を分離して考慮することができません。全応力法を基本とします。
仮に水圧荷重を考慮する場合は、水圧荷重は浮力として作用します。すなわち、地下水位以下の土留め壁には、全応力から水圧分を差し引いた荷重が作用することになります。
したがって、地下水位があるからと言って、必ずしも水圧荷重（＝浮力）を考慮する必要はありません。全応力の中に土圧と水圧が含まれているとお考えください。

Q2-19　下記メッセージが表示された場合の対処方法は？

```
----------
警告
モデル形状と旧ブロック形状に相違があります。
追加または変更した箇所を再度ブロック化してください。
----------
```

A2-19　一度作成済みのモデルを修正して、[モデル作成]-[決定]　のタブを選択すると修正があるのでブロック化が必要なので警告表示します。右側アイコンの[自動ブロック化]をクリックしてください。

Q2-20　矢板掘削を検討する際、掘削底面より上に水位があった場合、掘削面の水位は自動に掘削面まで引き下げられて検討されるのか

A2-20　水位線は自動的に変化することはありません。地下水位よりも下に掘削面があれば、水圧荷重として掘削面に作用します。

Q2-21　水位以下の物性値は浮力を考慮し、単位体積重量等に変化があるか

A2-21　材料物性は通常の湿潤単位重量を入力します。地下水を入力しても土の材料物性には変化がありません。
構造物に作用する力として土による力、水による力とそれぞれ別々に計算します。

Q2-22　強制変位の入力方法を教えてほしい

A2-22　境界条件の設定と同様に「選択（節点）モード」を使用し「節点自由度拘束の設定」を実行下さい。
設定したい方向の拘束条件を「拘束」とし、対応する「DX」「DY」に変位量を入力します。

Q2-23　場所打ち杭の施工手順でモデル化したい

A2-23　ステージ設定をし、ステージ1では初期応力解析、ステージ2で掘削、ステージ3で[盛土]のコマンドを使用してコンクリート打設を表現することが考えられます。
ただし、平面ひずみとして場所打ち杭の部分を掘削すると、奥行き方向に無限に長く掘りのような掘削になりますので、円形に掘削することが考慮されていないことをご注意ください。
杭だけのモデルであれば軸対象として解析することも考えられます。

Q2-24　シールドトンネルの応力解放率はどのように設定できるか

A2-24　掘削時に20%あるいは30%を設定し、残りのステージで合計し100%となるように応力解放率を設定します。発注者側の判断にもよるところではございますが、JR等は0.3～0.4と設定する場合もあるようです。
応力解放率について記載がある基準類・参考図書として下記のようなものがございます。
『NATM設計施工指針：日本鉄道建設公団編』
『山岳トンネルにおける模型実験と数値解析の実務 (トンネル・ライブラリー)』
『近接施工技術総覧：近接施工技術総覧編集委員会』
『在来線整備基準』

Q2-25　耐震性能照査指針（案）Q＆A　問.Ⅱ－4－2に計算事例-01に記載の方法で非液状化層の剛性低下を行う場合、どのように設定したらよいか

A2-25　液状化層よりも上の地層（非液状化層）の最下端に引張応力が発生しないように設定する、という記述を基に「弾塑性」「Notension」などの他の土の構成モデルを用いることが考えられます。また、「せん断剛性低減材料1」を用いてG1を低下させた値を直接入力して繰り返し解析して引張応力が発生しない値を採用するといった試行錯誤で行うことも考えられます。
定式化された方法はないので、いろいろな方法や入力値を試して引張応力が発生しないように設定することになります。

Q2-26　上載圧の計算方法

A2-26　上載圧の計算については、ユーザ様が選択できるようになっています。
[ソリッド要素の材料パラメータの設定]の「上載圧の計算方法」の入力方法に4通りあります。
1：直接入力
2：標準貫入試験実施位置の要素におけるY方向の応力の平均値
3：材料番号で認識されたブロック内のY方向における応力の平均値
4：材料番号で認識されたブロック内で、Y0_SPTより定義される標準貫入試験実施深度に位置する全ての要素におけるY方向の応力の平均値

1の場合は、別途計算した結果を入力します。
2の場合は、標準貫入試験位置の上載圧なので、盛土でない場所でN値を測定した場合は、盛土の影響が考慮されません。
3の場合は地層全体で上載圧の平均を取ります。
4の場合は、N値測定の深さにおける全要素の平均値です。

Q2-27　複数の液状化層を設定することは可能か

A2-27　入力として複数の液状化層を設定することは可能です。各層においてＦＬ値を求め、そのＦＬ値の大きさにしたがってせん断剛性を低減します。

Q2-28　複数の液状化層を設定した場合、天端直下の液状化層をどの層としたらよいか

A2-28　堤体盛土に最も影響を与える層を取り上げることになるので、通常は2層ある中で上の層と考えられます。

なお、「河川構造物の耐震性能照査」にある考え方や導入について、参考文献をご参照いただくと良いでしょう。
一つの意見としては、小分けに層を区分するよりも単純な層構造にして液状化層と非液状化層をそれぞれ1層ずつとして設定する方が、本来の計算モデルとして前提とする地層構成に近いので理論的に整合しているとも考えられます。
堤体盛土の非液状化層の取り扱いは経験（統計的なデータ）に基づく方法なので、お考えの解析モデルの場合に当てはめることができるのか検討の余地があります。場合によっては単純にせん断剛性を1／10に低減する方法や、弾塑性モデルを試されるのもよいでしょう。
参考文献：
液状化に伴う流動の簡易評価法　土木学会論文集No.638 III-49,　71-89,　1999.12
液状化に伴う地盤の大変形の簡易予測方法

Q2-29　あるステージから地盤改良によってソリッド要素のEを変更したい

A2-29　地盤改良後のプロパティを別番号として新たに設定し、該当する部分に当てはめます。たとえば、最初は材料番号1だった部分が、地盤改良によって変形係数が変わったなら、材料番号を別にして新たなプロパティを設定し直します。

あるステージで上記のような地盤改良をして変形係数を変えても、そのステージで荷重の変化がなければ変位は生じません。実際の現場でも地盤改良をしただけでは特に変形はしないと考えられますが、どのような変形を予測して解析するかによって荷重条件を含めたモデルの設定が違ってきます。

Q2-30　ソリッド要素の材料パラメータの設定ー液状化材料のX0、Y0について、1つの層にボーリング試験値が2個以上ある場合はどうしたらよいか

A2-30　1つの層にボーリング試験値が2個以上ある場合は、平均値をとるか、層を細分化するかすればよいでしょう。ただし、細分化する場合に1m以下の層厚に細かく設定するよりは、N値の精度や計算手法が経験則に基づくことから考えるとある程度平均化したほうがよいと考えられます。

Q2-31　解析次元で指定する「平面ひずみ解析」と「軸対称解析」の違いは何か

A2-31　平面ひずみ解析は、トンネルや土留め、河川堤防など一般的な横断面についてモデル化する場合に適用します。
これは断面が縦断方向（奥行き方向）にも続いていると仮定し、縦断方向の変形については無視できるような対象を取扱います。
軸対象解析は、杭や円形基礎のように軸回りに同じ断面を持つ回転対称な構造物をモデル化する場合に適用します。その断面(半径分の断面)を入力することで疑似的に３次元的な取扱いが可能となるものです。
ただし形状が回転対称であっても、力の作用が回転対称でない問題（たとえば一点だけに作用する集中荷重）は軸対称解析として取り扱えません。また梁要素や棒要素は使えません。

Q2-32　掘削解放率についてどのように入力したらよいか

A2-32　掘削を設定したステージの中で、その掘削に対する解放率を各ステージで振り分け合計して1となるようにします。

掘削の解放率は、トンネルなどの掘進にあわせ次第に応力解放していく割合いを入力します。もしくは覆工の施工方法によって掘削解放をどの程度見るかを指定するときに用います。
たとえば、ステージ2の1次掘削時の解放率をステージ2の時点で0.6と入力していますが、残り0.4(40%)は、ステージ3で解放されるとお考えであれば、
ステージ2　0.6
ステージ3　0.4
というように、2行で入力し、トータルで1.0にして頂かなければなりません。

トンネルのように奥行き方向に掘進するために、奥行き方向の壁の影響を考える場合に考慮する割合です。たとえば丸くトンネルを掘って1m程度の掘進しかない場合、断面としては円形にくりぬいた状態です。一方、山の反対側まで突き抜けて奥行きに壁がない場合も、２次元断面としては円形にくりぬいた状態です。前者では奥行きの壁があるので、トンネルとして抜けた状態よりも円形にくぼんだ状態であり、地盤応力（解放応力）の60%くらいの力が1m掘進した部分にかかり残りの40%は奥行きの壁が負担すると考えます。後者は完全にくりぬいたトンネルの状態なので周辺からの地盤応力がトンネル中心に向かって100%かかるので応力解放率は1.0となります。

通常の土の掘削では、掘削した時点で応力が全て解放されると考えて、
掘削時のステージで　1.0　という入力でもよいと考えられます。

Q2-33　鋼管杭を使った土留め掘削による近接施工影響検討時の鋼管杭の断面モデル化の方法

A2-33　鋼管杭を1ｍの奥行き幅に換算して梁要素で設定します。防護コンクリートが厚いものであれば、ソリッド要素でその部分を表現します。

Q2-34　ライナープレートと支保工を同じ場所に設定したい

A2-34　両方の断面諸元を足し合わせたプロパティ番号を用意して、該当するステージで設定してください。

Q2-35　ボックスカルバート近辺で盛土を施工する場合に、土の構成モデルはどのように設定したらよいか

A2-35　基本は、線形弾性を用いて変形状態やボックスにかかる断面力を見ます。
地盤の状態（軟弱である場合など）によっては弾完全塑性としてMC/DPを使うこともよいでしょう。

Q2-36　2Dσの解析結果のメッシュ図（アイソパラメトリック要素メッシュデータ）から入力データを生成して取り込む方法

A2-36　入力マニュアルで示された書式に合わせて、2Dσのファイルから MifesやNotepadなどのエディターを用いて以下の2つのファイルを作ります。
*.msh メッシュデータ（節点座標と要素の構成）
*.sta　コントロールデータ
作成したらプレ部を立ち上げずに直接、ソルバーを実行します。
詳しくは以下のヘルプをご覧下さい。
[操作方法]-[ロードモジュール]-[ロードモジュール版の操作方法]

Q2-37　地層を区分した場合のN値の入力方法

A2-37　地層を区分した場合は、その地層範囲内のN値で平均するのがよいでしょう。
なお、地層はN値の計測間隔が1mが標準なので、1m未満の細分化（同一砂質土層の中で）はあまり根拠がなくなります。

Q2-38　1つの液状化層に複数の粒度試験結果がある場合、結果ごとに層を分けた方がよいか
（例：粒度試験結果が3つある場合、層を3つに分けて入力する）

A2-38　平均粒径D50を見て粒度が深さごとに大きく異なる場合は層を分けた方がよいでしょう。あまり変わらない場合は平均値でもよいでしょう。通常は、沖積砂質土層として河川や海岸などの堆積過程で同じような粒径が集まると考えられます。同一地層として区分される場合は、粒度試験結果を平均してもよいでしょう。

Q2-39　上部は液状化し（FL1.0以下）、下部は液状化しない（FL1.0以上）ため、層を分けてモデル化を行いたい
その際、平均N値は上部、下部とも同じ平均N値を入力したほうがよいか、それとも分割した層内で各平均N値を入力したほうがよいか

A2-39　同じ砂質土層でも、層厚が厚い場合や層の上下でN値や粒度が異なりＦＬ値による液状化判定が異なることがありますが、N値だけで判断すると層を細かく分け過ぎる危険があります。
物理試験（粒径）の結果やコアの記述などを参考に、層の上下で土質が余り変わらない場合は平均を取ってもよいでしょう。しかし砂と粘土が互層になっている、あるいは近傍のボーリング結果では同じ地層でもかなり異なるN値を示しているなどの地質条件であれば、層を分けて考えても良いでしょう。
また、平均値を取ると全体が液状化しない判定となり、設計上は不安がある場合は層を分けて液状化をする部分を評価することもあります。

Q2-40　2次要素（中間節点）の設定について教えてほしい

A2-40　解析要素に対して中間節点を設けることで、要素の精度を高め大変形に対応した解析が可能となります。
通常4つの節点で一つの要素を構成する4節点要素ですが、中間節点を[有り]とした状態でメッシュを生成することで8節点要素とすることが出来ます。
本設定は[メッシュ分割]-[定義]タブ-サイドツールバー[中間節点の指定]ボタンより[中間節点の有無]を[有り]とすることで設定頂けます。
メッシュ分割済みのモデルに対して新たに中間節点を設ける場合は、新たに[メッシュ分割]-[確認]を行う必要がございますことをご注意ください。

Q2-41　場所打ち杭をモデル化する場合、梁要素とソリッドのどちらにしたらよいか

A2-41　場所打ち杭をモデル化する場合は、杭の杭長と杭径の比率で梁とするかソリッドとするかを決めても良いでしょう。杭径が細い場合は梁要素、深礎やケーソンのような場合はソリッド要素のほうがよいでしょう。
また、計算結果は断面力で表示する場合は梁要素を採用し、応力度で表示する場合はソリッド要素が便利です。
なお注意点として、杭の断面諸元（断面積、断面2次モーメント）は奥行き1m当たりに換算する必要があります。奥行きの杭間隔が1.5mならば杭の断面諸元を1.5で割ります。

Q2-42　ライナープレートのような解析断面と直交する方向（奥行き方向）に円形の掘削がある場合に、2次元解析でどのようにモデル化するのか？

A2-42　2次元の解析では奥行き方向には、同じ断面が続くと仮定します。たとえば河川堤防のような場合は横断面についてモデル化しますが、河川と平行の縦断方向は同じ断面が続くので変形を考えません。そのような奥行き方向の変形がないと仮定できる場合は、平面ひずみ問題として解法することが可能です。
しかしライナープレートを用いた掘削のように、奥行き方向の円形断面を考慮しないと解析結果として過大な変形が予想されるような場合は、2つの解析モデルに分けることが考えられます。1つ目のモデルは軸対象モデルとして円形の掘削断面の変形量を求めます。2つ目のモデルは周辺構造物を含んだ解析断面を平面ひずみモデルで設定し、先に求めた掘削部分の土留め壁の変位量を強制変位量として入力することで、平面ひずみモデルにライナープレートによる掘削の影響解析を行うことができます。

Q2-43　モデルを修正するとエラーが発生しました。原因は何でしょうか。

A2-43　モデル作成において修正したならば、必ずモデル作成の決定で自動ブロック化を実行してください。
すると要素の定義がすべて消えてしまいますが、再度、要素定義で材料プロパティを各ブロックに割り当てます。

要素定義をし修正した後に[メッシュ分割]-[確認]をせずに、そのまま解析実行するとエラーメッセージが表示されます。
[モデル作成] の段階で何らかの修正の手を加えたなら、「必ず」その後に続く[メッシュ分割]-[確認]をする必要があります。すなわちモデルやプロパティを定義しなおした状態でメッシュを切り直します。その後の境界条件は再入力する必要があります。

Q2-44　粘性土層の場合ですが一軸の試験値を使用したいのですがE50をそのまま入力すれば良いのでしょうか。
それともαEoとなっていますのでE50にα=4を掛けてαEoで入力をするのでしょうか。

A2-44　α＝4をかけてください。

試験によって載荷している状態のひずみ状態（変形の大きさ）が異なります。
弾性波速度をもとに変形係数を推定する場合、土の変形は極めて小さいのでひずみは微小領域です。一方、室内試験の場合は実際目に見えて土の供試体が変形するのでひずみは大きい状態です。
土はひずみが大きいと変形係数が小さい（すなわち、少し荷重を加えるだけで大きく変形する）という性質があります。
そのひずみによる変形係数の違い、初期変形係数Eoと降伏の50%の状態で求めたE50との関係を調整する係数がαです。
本プログラムでは初期変形係数Eoを入力するので、Eo=αE50 とします。
なお、道路橋示方書には荷重条件（常時と地震時）で変えますが、本プログラムでは荷重条件で異なる値を入れず常時をもとにすればよいでしょう。

Q2-45　オートメッシュで分割したいが、モデル作成の時のどのような条件が必要となるか？

A2-45　基本的にはモデルが閉図形によって構成されていれば「オート」でメッシュ分割することは可能です。「セミオート」の場合はモデルが、三角形あるいは四角形の閉図形で構成されている必要があります。
ただし、どちらのメッシュモードもブロック化された状態（解析対象範囲が赤くハッチングされた状態）である必要があります。指定のメッシュモードで上手くブロック化出来ない場合は、「モデル作成」タブにて「自動ブロック化」をお試しください。

Q2-46　モデル作成後に自動ブロック化した際に，閉図形になっているのにブロック化されない箇所が出るがどうすれば良いか？

A2-46　まずメッシュ分割モードがセミオートとなっているか、オートメッシュとなっているかご確認ください。
セミオートの場合、モデル作成の段階で三角形あるいは四角形の閉図形になっている必要があります。
メッシュ分割モードに問題がなければ、ブロック化されない箇所の節点を拡大してご確認ください。特に全体表示では閉図形に見えますが、拡大すると図形頂点の節点が僅かにずれていて閉図形となっていない場合があります。
[作成]タブ、サイドツールバーにございます「モデルの閉口チェック」にてモデルの状態のチェックすることが可能です。
モデルに閉図形となっていない箇所がある場合には、下記のダイアログが表示され該当のID点を確認頂けます。

以下のID点で線分が閉じていません。
平面ひずみ要素の設定で当該箇所がエラーとなります。
平面ひずみ要素を構成するIDを閉口させてください。
==========
ID点[***]
==========

Q2-47　計算時にエラー（終了しない）となるが原因がわからない。土質パラメータなどには問題がないと思うが、どんな原因が考えられるか？

A2-47　計算時のエラーについては様々な原因が考えられますが、ステージ設定や土質条件などに問題がない場合は、よくあるケースとしてモデル自体に問題がある場合があります。
例えば、データ作成後にモデル作成の「作成」でなんらかの修正をした場合は、必ず自動ブロック化をする必要がありますが、線分や点を修正した後、自動ブロック化せずに設定を進めて計算を実行すると予期せぬエラーが生じます。

Q2-48　オートメッシュで地上から突出したような梁要素を含んだメッシュが生成できない

A2-48　当社が採用しているオートメッシュのライブラリは、閉図形から突出している線分については対応していません。
今後、対策を検討する可能性はありますが、今のところはセミオートでご対応いただくようお願いします。

Q2-49　各ステージの荷重について、荷重の変化が無い場合はどのように入力すれば良いか？

A2-49　本プログラムでは、前ステージと次ステージの差を増分として、荷重の変化（増分）をもとに解析します。

Q2-50　境界条件について、一般的に「底面は固定あるいは水平ローラー、側面は鉛直ローラー」を設定すると思うが、何かもとになる基準はあるか？
また、底面については、何を根拠に固定か水平ローラーかを決めればよいか？

A2-50　境界条件とは基準に記載されるものではなく解析理論からどのようなモデルを設定するかによります。
たとえば堤体の場合は横断面をモデルにするので、基盤面に相当するレベルでは変位はゼロとみなし境界条件を設定するので「固定」とします。横は、左右方向の変位が本体に影響がないほど離れているとみなせる位置に境界を設定し、鉛直方向は沈下や隆起を考慮するので鉛直ローラとします。

Q2-51　液状化の計算において基盤面はモデルに組み込んだほうが良いか？　また、組み込まなかった場合、沈下量に大きな影響はあるか？

A2-51　基盤面は一般にN値がある程度の大きさ50以上あり、かつ層厚がある程度5m以上あるといった条件で決まります。
場所によっては基盤面が上記の条件で決まらない場合、基盤面までモデル化すると異常に深い設定になりかねません。対象とする構造物に対して５倍以上（たとえばトンネル径の５倍程度）取れば十分と考える場合もあります。いずれにせよ境界条件は、本体の変形と影響がないほど離れているか、基盤のようにそれ自体が変形しないような剛な地層に設定します。

Q2-52　液状化の解析を行う上で、沈下量に大きく影響するものは何か？　例えば、タイプⅠとタイプⅡであまり沈下量が変わらなかった場合、一般的に理由としては何が考えられるか？

A2-52　液状化解析では、大きく影響する要因としてせん断剛性G、液状化に影響するN値そして設計水平震度があげられます。
地形の形状も平坦であるか、堤体が異様に高く突出しているかによっても異なります。
沈下量が変わらない理由として、そもそも液状化する地盤ではないかも考慮します。
また、道示に準拠すれば地表面から２０m以上の深さは液状化対象層にならないと判断されます。
液状化層FL、RL、Drのパラメータを直接入力としている場合は、一度内部計算としてみるなどもお試しください。

Q2-53　杭を梁要素ではなくソリッド要素でモデル化したいが、幅はどうすれば良いか？

A2-53　ソリッド要素で杭を表現する場合、基礎幅で換算するとすれば弾性係数を固定として断面積から幅を算出するか、幅を杭径に固定しておいて弾性係数を換算することが考えられます。

Q2-54　液状化層の中間位置に水位線を設けた場合、自動的に水位以深と以浅で液状化層と非液状化層に分かれるのか？
それともモデル作成の段階で水位以深と以浅で要素を分ける必要があるか？

A2-54　地下水位が地層の中間などにある場合は、必ず地下水位で地層を分けてモデル化して下さい。
特に、液状化層の中間に地下水位がある場合は、地下水位より下が「液状化層」、上は「非液状化層」というように、地盤の構成則を変更する必要がありますので、モデル作成時点で、両者を分けて下さい。
本プログラムでは、地下水位に関係なく(地下水位より上であっても)、「液状化層」と設定したソリッド要素は、液状化層とみなします。内部的に、地下水位より上と下で区別することは致しませんのでご注意下さい。

Q2-55　地表面より上側に水位がある場合、地表面に沿って水位を入力するようになっているが（マニュアル＋ヘルプ）、この場合地表面より上側の水の影響は考慮しなくてもいいのか？
（例えば分布荷重とか、上側荷重は液状化に影響すると思うが）

A2-55　通常解析の場合と液状化解析の場合の水圧（水位）の設定により、考慮の仕方が異なることに原因があります。本プログラムの通常解析では「水圧」は荷重として計算されます。
一方、液状化解析は全応力解析を前提としており、画面上は同じですが「水位」の設定としてＦＬの計算をする際の有効応力を計算するのに使い、自重としては水圧（浮力）は考慮しません。
したがって液状化解析の場合に「水位」の設定はFL計算のためだけに用います。水圧として荷重を作用させるわけではないので地表面より上に設定しません。

Q2-56　空洞があるようなメッシュを作成したいが計算に問題ないか。
(例えば、地中にあるトンネル内部を空洞にして要素定義などをしないようにしたい)

A2-56　問題ありません。該当部分をブロック化せずにメッシュ分割を行ってください。

Q2-57　メッシュ分割をした後に、メッシュを直接編集できないか？

A2-57　メッシュを直接編集することはできません。モデル作成に戻り、モデル編集後に再度分割をして頂くことになります。

Q2-58　ソリッド要素のプロパティ設定にてプロパティＮｏは設定した順番に作成されるが、並び替えることはできないか。
また、削除はできないか。

A2-58　登録済みのプロパティ番号を並び替えたり削除したりすることはできません。
ただし、未使用のプロパティにつきましては[ステージ設定]タブにある「未使用プロパティの削除」ボタンで削除することができます。

Q2-59　モデル作成でマウス操作でモデルを作成しているが、意図した位置に線分などが作図できない。
（点がグリッドの位置に補正されている?）

A2-59　[モデル作成]タブの右側のメニューの一番上に「グリッドの設定」があります。
こちらの画面で「グリッドにスナップ」をOFFとして下さい。

Q2-60　せん断係数低減材料1と2の違いを教えて下さい

A2-60　せん断剛性低減材料1は、初期せん断剛性Ｇ0と低減後のせん断剛性Ｇ1を入力で指定します。
せん断剛性低減材料2は、ヘルプにある式に基づき下部液状化層のＦＬによってせん断剛性Ｇ1を計算します。
せん断剛性低減材料2は既往の被災例をもとに経験式に当てはめる方法です。典型的な河川堤防のような台形ではなく堤体形状が不明瞭な場合は、経験式そのものが適用できるのかどうかという疑問点があります。堤体形状が不明瞭な場合の設定方法については、式の適用の問題となり、類似するような問題に対処する方法は既往研究成果には見かけません。
適用できるかどうか不明な場合は、せん断剛性低減材料1を使う、あるいは[線形]-[No-tension]を使うということをお薦めします。

Q2-61　地盤内に地下水位を設定しても変位に変化が見られないが、なぜか。
なお、ステージ1を初期応力解析、ステージ2で盛土荷重を設定しています。

A2-61　土を線形弾性として盛土荷重を与える場合には水位の影響がでません。

地下水位の影響は水圧荷重として考慮します。
土のモデルが線形弾性の場合は初期応力解析（ステージ1）で水圧荷重を考慮しているか、しないかで、その後の盛土荷重の影響に差異が生ずることはありません。
盛土荷重は増分として計算し、その増分荷重が比例的に変形を生じさせるので、両者に違いがありません。

地盤が弾塑性のように初期応力の値によって、ステージ2の盛土による増分荷重の影響が大きく違いを生じさせる場合があります。初期応力が、破壊基準線に近い応力状態であれば変形が大きくなります。その初期応力に水圧が影響します。

また、ステージ2で掘削する場合は解放応力を増分荷重として考慮するので、土を線形弾性にしても地下水位の影響が発生します。

Q2-62　液状化解析において2次要素（中間節点）の設定は必要か

A2-62　製品サンプルデータ「計算事例-01」にございます通り、液状化時の自重変形解析を行う場合には必ず2次要素（中間節点）は有りとして設定下さい。
中間節点を設けることで解析要素の自由度が向上し大変形に対応した解析が可能になります。

Q2-63　補強土壁の補強材（ストリップ）を解析に組み込む場合において解析モデルはどれを選択すべきか?

A2-63　補強材は構造部材となりますので棒要素か梁要素で表現するのが一般的となります。

Q2-64　ソリッド要素のプロパティ等の入力データは印刷できるのか?

A2-64　解析条件の印刷機能はVer.3.2.0よりご利用いただけます。
メニューの「ファイル」-「印刷プレビュー」-「解析条件」-「プレビュー」からご選択ください。

Q2-65　コンクリート構造物のモデル化を行う際の材料パラメータ（変形係数、ポアソン比、C、φ）はどの程度の値を入力するのがが一般的といえるのか?

A2-65　コンクリートは設計強度によって変形係数も変わりますので、コンクリート標準仕様書より適切な数値を 参照するのが良いと思われます。

Q2-66　家屋荷重や一時的な重機荷重を想定した帯荷重や集中荷重のような荷重設定を行いたい

A2-66　任意の分布荷重および集中荷重を設定をすることは可能です。
[ステージ設定]-[解析条件]タブより設定することができます。

Q2-67　サンプルファイルに[河川堤防の地震時変形解析]-[計算事例-01.GF2]というファイルがあるのですが、これは国土交通省の資料の再現したものでしょうか

A2-67　堤防（土堤）の地震時変形解析計算例（平成19年5月25日版）を再現したものとなります。
[ステージ設定-解析条件]タブ[解析条件の設定]において、[地震動タイプ]を[レベル2のタイプII]としています。ほぼ等価な解析結果を得られているものと考えられます。

Q2-68　２重節点を入力したい

A2-68　２重節点の入力には対応しておりません。
対象の節点に対して近傍点を設けてその間をバネ要素で結ぶことで便宜的に設定いただくことは可能です。

Q2-69　解析実行時の出力データをネットワーク上の場所を指定したいのだが、「解析用入力・出力ファイルの保存フォルダが存在しません。」と表示される。
解析用ファイル設定のタブで、フォルダの「参照」をクリックしても、ネットワークが選択できない。

A2-69　出力ファイルをネットワーク上にあるフォルダに保存したい場合は、予めネットワークドライブの割り当てを行う必要があります。
Windows 10/8.1/8/7 では、「コンピューター」または「PC」を開き画面上部のリボンより「ネットワークドライブの割り当て」から設定を行えます。
設定後、[解析用ファイル設定]から参照ボタンを選択し、[ディレクトリの選択]-[ドライブ]より切り替えを行うことが出来ます。

Q2-70　解析実行時に以下のようなエラーメッセージが出現したが対処法を教えて欲しい

エラー
弾塑性解析データファイル(*sta)のデータカード15の盛土領域にある要素番号が、アクティブなメッシュに対して設定されています。
データをご確認下さい。
要素番号:***

A2-70　ソリッド要素として設定されている要素に対して、重複して盛土領域の設定がされております。
一度対象の要素を解除し再度盛土領域を設定ください。

Q2-71　「掘削・埋め戻し・基盤面以上に盛土」のような場合にはどのようにモデルを作成するのか

A2-71　モデル作成段階において予め盛り立てた形状の地盤モデルを作成します。
埋め戻し、盛り立ての段階で初めてソリッド要素の設定を行うようにします。

Q2-72　液状化材料の[ソリッド要素の材料パラメータの設定]-[地震時せん断応力比の計算方法]の選択肢について教えてほしい

A2-72　地震時せん断応力比Lの計算方法を指定します。
1：N 値の位置のみ（X0,Y0位置）でL を計算します。この場合、該当液状化層のFL は一定となります。
2：当該液状化層に対して各要素のガウス点毎に、鉛直土圧を地盤に合わせて計算し地震時せん断応力比Lとします。この場合、FLの入力に依らず該当液状化層のFL値は要素ごとに異なります。

Q2-73　CADからモデルをインポートする際に、既にメッシュを設定済みでも問題無いか

A2-73　プログラムとして制限は設けておりませんが、二重節点や二重線などが発見しづらくなるため推奨は致しません。おおまかなブロックでモデルを分割しメッシュの分割はプログラム側で行うのが、処理が早くミスも少ない方法です。

Q2-74　『新版　地盤FEM解析入門』p.182において以下のような記載があり、地表面より上の橋脚上部工は自重を考慮しないとしているがその理由について教えてほしい。
　＞推進工法の立杭および推進管については、掘削時の検討のため構造体の断面は考慮しない。
　＞地表面よりも上の橋脚、上部工は自重を考慮しない。

A2-74　近接する既存の構造物にかかる上部工荷重や自重は、近接施工影響検討に考慮しません。
例えば、既設構造物が杭基礎の場合は、その荷重は杭先端にかかります。仮に、推進管や土留め壁を近接して施工しても、既設構造物にかかる荷重は推進管や土留めには影響しないことになります。
一方、地表面に鉄道荷重が作用する場合は考慮することがあります。列車荷重によって推進管や土留め周辺の応力状態は変化するからです。
したがって、既存の地表面より上の橋脚上部工荷重の影響は、変形量を求めるときは、すでに構造物が存在している状態を初期状態とするため、考慮しません。

Q2-75　同一線上に複数節点が存在する場合は繋げて一本の線としても良いか

A2-75　分割のみを目的とした節点に場合、繋げても問題はないと存じます。
[メッシュ分割]にて要素自体の分割数を変更することが可能ですので、節点を追加入力しなくとも調整頂けます。ですが、各節点の座標値を正確に把握し、節点荷重を入力する場合等、敢えて繋げないケースも考えられます。

Q2-76　例えば堤防地盤に対して被覆構を施工した場合の影響を、被覆構をFEMとしてモデル化する場合と堤防天端の各節点に節点荷重として与えていく場合ではどのような影響が考えられるか

A2-76　おそらく節点荷重として設定した場合の方が変位は大きく算出されるのではないでしょうか。
節点荷重として再現する場合は剛性が評価されないので、被覆構による変形抑止効果がなくなります。

Q2-77　解析対象の地盤に地盤改良を行う部分があるが、地盤改良箇所の弾性係数Eについて、参考になる資料があったら教えてほしい。

A2-77　改良部の弾性係数（変形係数）については以下の文献に記載があります。
一軸圧縮強度との関係から E = 100～200・qu とする場合が多いようです。
(1)「鉄道構造物等設計標準・同解説　土構造物(平成19年1月)」（鉄道総合技術研究所 丸善）「参考資料-53　安定処理土の強度と変形係数の関係」に以下のような記載があります（以下は内容の要約）

　一般に安定処理土の一軸圧縮強さquと変形係数Eの間には
　　E = α・qu
があるとされ、これまでの研究結果を大まかに見るとαは100～700程度の値であると考えられる。

本標準において、安定処理土の一軸圧縮強さquから変形係数Eを推定する場合はE = 200・quの式を用いるものとする

(2)「鉄道構造物等設計標準・同解説　土構造物(平成12年2月)」（鉄道総合技術研究所 丸善）「参考資料-35　路床改良の深さと深度」に以下のような記載があります（以下は内容の要約）

安定処理した改良土の一軸圧縮強さと変形係数の関係は
　E = α・qu
で示され、このαは100～700程度のばらつきを持つ係数であるが、最低値であるα=100（E = 100・qu）を採用する。

(3)「陸上工事における　深層混合処理工法　設計・施工マニュアル(平成16年3月)」（土木技術センター）

P.215に「改良地盤の強度」としてE = 100・qu　としています。

(4)「地盤改良のためのAliCC工法マニュアル」（土木研究所　鹿島出版会）
p.17の改良体の沈下量を求めるためのパラメータとして、E = 100・qu としています。

Q2-78　液状化解析を行う場合は、ステージ設定で解析状態を「液状化前」にすればよいのか

A2-78　はい。液状化解析を行う場合は以下の3ステージがセットになっております。

(1)液状化前
(2)液状化時
(3)液状化後の体積圧縮

なお、この中で任意に設定するのは「液状化前」のみです。
「液状化前」を設定しますと、次の追加ステージが自動的に「液状化時」「液状化後の体積圧縮」となります。

また、液状化解析を行う場合は二次要素（中間節点あり）である必要がありますので、ステージを設定する前に必ずご確認ください。

Q2-79　要素の定義色として赤色を使用したいが、要素選択する場合などの色と同じになってしまい、選択・未選択がわかりにくくなってしまう。何かいい設定方法はあるか。

A2-79　画面上部にある[オプション]-[表示項目の設定]画面より「選択された節点・線分・要素」や「未定義の平面ひずみ要素」の色を変更することができます。
デフォルトですと赤色になっておりますので、こちらの色を変更していただければ、要素の定義色を赤色にした場合でも区別がつきやすくなります。

Q2-80　地盤を弾塑性モデルとして土留めの掘削を検討しているが、計算が発散してしまう。ステージを1つとし、土留めは梁要素として設定しているが、どのような問題が考えられるか。
（なお、地盤を弾性モデルにすると問題なく計算できるので、メッシュなどについては問題ないと思われる）

A2-80　ステージ1で梁要素（土留め）があると梁要素に応力集中して、その先端に大きな力（周辺地盤の自重）が集まり、弾塑性モデルの場合は発散しやすくなります。
以下のようにステージを分けて解析することをご検討ください。

ステージ1：初期応力解析（地盤のみ。梁要素はなし）
ステージ2以降：梁要素や掘削要素など設定

Q2-81　液状化解析を検討している。
液状化層の材料パラメータとして「液状化材料1」と「液状化材料2」があるがどのような違いがあるのか。
また、「せん断剛性低減材料1」と「せん断剛性低減材料2」があるが、関連などあれば教えてほしい。

A2-81　液状化材料1と液状化材料2では理論的背景としている対応基準が違います。

液状化材料1は　「平成19年河川構造物の耐震性能照査指針」
液状化材料2は　「平成28年河川構造物の耐震性能照査指針」

に準じた構成則となります。
（液状化のサンプルデータとしては液状化材料1については「河川堤防の地震時変形解析」フォルダ、液状化材料2については「河川堤防の地震時変形解析(H28指針)」フォルダをご参照下さい）
また、関連する構成則として
せん断剛性低減材料1はせん断剛性の低減を比率で簡易的に設定する方法
せん断剛性低減材料2はH19限定の方式で、経験的に被災事例等から統計処理して得た推定式
となります。
したがって、液状化材料2を使用する場合はせん断剛性低減材料1をご使用ください。

Q2-82　土留め掘削で背面側の地盤に既設杭があるような状況で、掘削による既設杭への影響を検討している。解析領域（メッシュ領域）として、杭からどの程度離れた位置までを解析領域とすれば良いかというような指針はあるか。

A2-82　解析領域をどの範囲までモデル化すればよいかについて、明確な指針はないと思われます。
あまり近すぎると解析に影響が生じますので、ある程度既設構造物から離れた位置までを解析領域とする必要がありますが、どの程度まで解析領域をとればよいかというのは解析条件にもよります。
このような場合は、解析領域の異なる複数のモデルを作成して結果を比較し、解析結果への影響がないと考えられる解析領域を決定するのが確実かと存じます。

Q2-83　地中構造物の検討を行うため、途中のステージで一部のソリッド要素の材料を変更した（「地盤 → コンクリート」を想定）。
この時、地盤からコンクリートへの変更となるため、合わせて単位体積重量も増加したのでその分の応力増加が生じると予想したが、変位などが全く生じない結果となった。原因は何か。

A2-83　本製品では荷重の増減がない限り、変位は発生しません。
ソリッド要素を変更した場合、荷重の変更がなく、物性値だけ地盤からコンクリートに置き換わったということになります。

実現象としては、地盤からコンクリートにしたので単位体積重量も変化しているのですが、本ソフトでは初期応力解析の段階だけ重力加速度による変位量と応力を解析します。
途中のステージで、単位体積重量を変化させても重量の増加分として計算しません。そのため、変位量はゼロとなります。

コンクリートの単位体積重量の増加分を見込むためには、荷重として当該ステージで考慮します。
あるいは、当該ステージでコンクリート該当部分を掘削として一度空洞にし、新たにステージを設けて、コンクリートを「盛土」ボタンで要素の追加するという方法もあります。

Q2-84　液状化解析を行う時、「液状化材料」の材料パラメータに「上載圧σv」があるが、これはゼロで良いのか。入力する必要はあるか。

A2-84　液状化材料の材料パラメータ[上載圧の計算方法]の選択により異なります。
「1：直接入力」を選択している場合は入力が必要です。それ以外の場合はプログラム内部で自動計算されるため、0.0で問題ありません。

Q2-85　ステージの途中で基礎を梁要素として設定したが、全く変位しないような結果となった。梁要素にも単位体積重量を設定しているので、自重による荷重増分が生じると想定したが、そうならないのはなぜか。何か別の設定が必要となるのか。

A2-85　地盤を表すソリッド要素にしても、梁要素にしても、体積×単位体積重量で求まる自重のことを体積力と分類します。体積力は、ステージ1の初期応力解析でのみ計算します。
途中段階で、梁要素を付け加えても荷重増分となりません。また、削除しても重量変化を考慮しません。
ただし、地盤（ソリッド要素）の場合は[盛土][掘削]という別の機能を特別に設けており、盛土した分だけの重量が加算されます。掘削の場合は掘削した重量と応力解放率で減じられます。
従って、梁要素の場合は明瞭に自重を考慮したい場合は、単位体積重量をゼロとして、自重分を分布荷重として設定してください。撤去などを想定する場合は、その部分の荷重を削除するようにするモデルとして明瞭に自重の増減を設定する必要があります。

Q2-86　「二次元浸透流解析(VGFlow2D)」の解析結果（水位線）をインポートする方法を教えてほしい。

A2-86　本プログラムで「二次元浸透流解析(VGFlow2D)」の解析結果（水位線）をインポートする場合は以下の方法で行うことができます。

(1)[ステージ設定]画面の[水位（水圧）の設定]タブの右側にあるボタンの中から[浸透流解析連携データ（水位線）のインポート]ボタンをクリックします。
(2)表示された[データ連携ファイル（水位線）のインポート]画面より、インポートする解析結果を選択し、[確定]ボタンをクリックします。
(3)解析結果（水位線）がモデルにインポートされます。

Q2-87　地中構造物をモデル化しているが、内部（中空部）をメッシュ化しない方法があれば教えてほしい。

A2-87　[モデル作成]-[決定]タブで中空部のブロック化を解除してください。
自動でブロック化されている場合は、画面右側のボタン[ブロック解除]モードをONにして、手動でブロック化を解除する必要があります。
ブロック化が解除された箇所はメッシュ化されません。ソリッド要素の定義なども不要となります。

Q2-88　土留めの掘削に伴う周辺地盤の影響検討において、壁体変位を強制変位として与える方法を検討しているが、この場合は壁体は梁要素などでモデル化する必要があるか。
また、他にモデル化の注意点などがあったら教えてほしい。

A2-88　壁体変位を強制変位として与える簡易的な方法の場合、壁体についてはモデル化せずに、地盤のみをモデル化する検討が一般的かと思われます。
地盤を線形弾性でモデル化し、後は壁体位置に弾塑性法などで計算した壁体変位を強制変位として与えることで計算できます。
また、線形弾性で検討する場合はマルチステージにする必要はなく1つのステージのみで検討することができます。本手法の場合は掘削による応力解放荷重なども設定する必要はありません。

Q2-89　台形荷重を載荷させることはできるか。

A2-89　可能です。
[ステージ設定]-[解析条件]タブより、以下の手順で設定してください。

(1)右側のボタンの選択モード（[BOX囲み]など）で、荷重を設定する線分を選択する
　（一つの線分、または連続した線分に対して設定可能です）
(2)右側のボタン[座標系分布荷重の設定]ボタンをクリックする。
(3)[全体座標系分布荷重の設定]画面で選択した線分のi端とj端側の荷重をそれぞれ入力する

Q2-90　地中構造物でBOXカルバートなどの場合に中空部があるが、どのようにモデル化すればよいか。

A2-90　中空部をメッシュ化しない（ブロック化しない）方法やダミー要素としてメッシュ化する（ブロック化する）方法が考えられます。
前者の方法は中空部のメッシュ化自体を行わないため要素定義の手間も省け、見た目もわかりやすくなります。
後者は中空部も要素定義を行い、中空部を想定したパラメータ（例えば変形係数を非常に小さくする）を設定する方法です。要素定義などの手間がかかりますが、例えば中空部の一部を後から土として設定して比較する場合などは要素がないと設定が行えないため、後者の方法を取る必要があります。

Q2-91　オートメッシュでのメッシュ生成を考えているが、「三角形」「四角形」「混合」のどれが良いか。

A2-91　基本的には「混合」で良いかと存じます。
なお、「三角形」や「四角形」の場合はモデル形状によりオート分割できない場合があるため、そのような場合も「混合」で分割をお試しください。

Q2-92　同じメッシュや荷重条件でも弾性解析と弾塑性解析で計算時間が大きく異なる場合があるが、なぜか。

A2-92　弾塑性解析では解析部で収束計算を行っているため、一般的には弾性解析よりも計算時間が長くなります。
（なお、弾塑性解析における荷重分割数や最大繰り返し回数、収束誤差などはステージ設定の[解析条件]タブの[解析条件の設定]で変更できます）
弾塑性解析でも条件により（例えば、ほぼ塑性化しない場合など）、計算時間が弾性解析とあまり変わらない場合もあります。

Q2-93　液状化層より下層の非液状化層線形弾性モデルに設定する弾性係数Eについて教えてほしい。
例えば、E0の推定方法E0=αEの式があるが、補正係数αは常時or地震時のどちらを用いれば良いか。
液状化前は常時
液状化時は地震時
体積圧縮時は常時
と、ステージにより分けた方が良いのか。

A2-93　液状化層よりも下の地層の物性値はステージによらず常時の値をご使用ください。

一般に、液状化現象はゆるい粒径をもつ均一な飽和砂が地震動によって揺動され、粒子間の摩擦が減少するとともに、せん断変形にともない膨潤しようとする体積変化（ダイレタンシ）が発生することによって、過剰間隙水圧が発生し、同時に有効応力が減少することでせん断強度およびせん断剛性が急減して、その結果、地盤が液体のような性状となり大きな被害を引き起こす現象です。
液状化層よりも下の非液状化層は、液状化になんら影響しません。
地震動を伝播する媒質としてあるだけです。液状化解析の場合に、この地層の取り扱いを常時、地震時で区別するかは明確に規定されている記述は指針にありません。
そもそも常時、地震時の区別は、道路橋示方書のような実務設計（構造物の設計に用いる基準）に対して、安全に設計するように補正が加わっています。地震時が常時の2倍というのは、土質材料が載荷速度に影響されて剛性や強度がゆっくり荷重をかけた場合と、急激に荷重をかけた場合に異なる、載荷速度が速い方が大きな値をもつためです。それを根拠に安全に設計することができるように人為的に常時と地震時の物性値を分けています。
一方、FEMは物理現象を忠実に数値解析するというのが基本になるため、上記のような設計思想は入り込む余地がありません。
応力ひずみ関係や荷重条件をなるべく物理現象に忠実に再現することが求められて成り立ったシミュレーション手法です。
そのため、物理量としては、常時と地震時の区別はありません。常時の変形係数を用います。
しかも、解析プログラム上の流れでは、重力によるモデルの自重は体積力として、ステージ1（液状化解析でも通常解析でも）のときにだけ計算します。この計算は初期状態を計算するもので、ステージ2で物性値を変化させても初期状態は何も影響しません。
つまり、ステージ1の変形係数で初期状態の変形と応力を求めたら、それ以降に変形係数を2倍にしても初期状態の変形と応力はそのまま引き継がれます。
液状化解析では、液状化層とその上にある地層については変形と応力を再計算します。液状化層以下はたとえ物性値を変えても初期状態のままとなります。
したがって、液状化層よりも下の地層の物性値は常時の値をご使用ください。

Q2-94　モデル作成でCADファイルをインポートする場合、メッシュ分割まで行ったCADファイルの方がよいか。
それとも、CADファイルでは最低限のモデルとして、メッシュ分割は本製品で行った方がよいか。

A2-94　どちらでも可能です。
前者は本製品でメッシュ分割条件などを指定しなくて良いというメリットがありますが、メッシュ分割を後から変更したい場合にやや不便です。
後者は本製品でメッシュ分割条件などを指定する必要がありますが、後からメッシュ分割を変更したい場合に本製品のみで対応できるというメリットがあります。

Q2-95　バネ要素における、バネ値の一般的な算出式及び算定値の単位を教えてほしい。

A2-95　バネ要素は、弾性体をレオロジーの考え方を用いてバネに置き換えることになります。
構造物で地盤バネを設定する良い例は杭基礎になります。
杭径と計算幅の面積(m2)に対して水平地盤反力係数（kN/m3)をかけることで面の法線方向（＝鉛直バネ）のバネ値を算出します
したがって単位は、kN/m となります。
同様の考え方をして、2次元FEMの場合は、平面ひずみ問題として取り扱うので奥行き幅が1mとなり、トンネルの計算用分割幅、あるいは隣り合うメッシュ幅の半分づつを足し合わせた計算幅を考慮します。それに対して水平地盤反力係数をかければよいと思われます。
接線バネ（せん断方向）は、一般的に鉛直ばねの1/2か1/3の値をとる場合が多いようです。

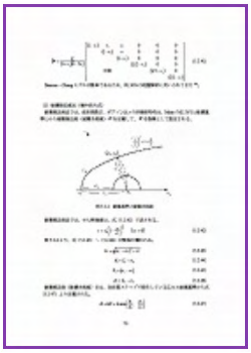
3　Post操作編(結果表示関連)

Q3-1　絶対変位、相対変位とは？

A3-1　絶対変位は、初期解析モデルに対して、どの程度変位したのかを表示します。
一方、相対変位は、指定された対象ステージから、どの程度変位したのか(差分)を表示します。
例えば、Stage1は初期応力解析用のステージとした場合に、このStage1の状態から、どの程度変位したのかを知りたい場合は、相対変位で、対象ステージをStage1とします。
数値確認においても、画面で指定した変位量が出力されます。
ただし、コンタ図は絶対変位のみの扱いになります。

Q3-2　局所安全率とは何？

A3-2　局所安全率とは、添付の式(5.2.50)に示されています。
簡単に言いますと、図5.2.4に示す破壊基準とモール円の離れ率のようなもので、破壊基準がモール円より大きく外側にあれば、問題なし(破壊余裕度が大)という判断になります。
通常は、地盤のゆるみの程度の評価に用います。安全率が1.0を下回るということは、その地盤が緩んでいるということを示唆します。



Q3-3　1ステップ（ステージ）目の解析で変位が全く生じていない。

A3-3　Pre部のステージ設定の解析条件画面の右列左下にある「解析条件の設定」ボタンを押して入力画面を開きますと、[□本ステージ追加節点の変位をゼロにする] という設定があります。
本フラグがONの場合は、1ステージ目の変位がゼロになります。
（1ステージ目は全節点が追加節点の扱いとなります）
例えば、初期応力解析として、地中応力のみ計算して変位をゼロとする場合は、本スイッチをONにします。
変位が発生するとお考えの場合はOFFにして下さい。

Q3-4　解析後、「リストのインデックスが範囲を超えています」というメッセージが表示される

A3-4　入力したモデルの中に一部空白あるいは材料プロパテイ設定がされていない要素（メッシュ）がある可能性があります。
画面上で小さすぎて見分けがつかない要素が設定されている場合に発生します。
入力データファイルを弊社サポート窓口<ic@forum8.co.jo>までお送りください。
※データファイルをお送りいただく場合は、圧縮してメールに添付くださいますようよろしくお願いいたします。

Q3-5　地盤変位がステージ1しか求まらない

A3-5　新しくステージを追加して解析する場合、解析実行時に[全ステージ]を選び全て実行させてください。

Q3-6　液状化解析の変形は相対変位でみるのか

A3-6　液状化解析の場合
　ステップ１　液状化前（自重による変形解析）
　ステップ２　液状化時
　ステップ３　液状化後
となります。
ステップ３で絶対変位を参照した場合、液状化前の初期状態の架空の変位量を含んだ変位量となります。
ここでの架空という意味は、解析モデルは一度、自重により変形解析をします。通常は地山の状態が現況なので変位をリセットします。
液状化解析では、液状化時に再度、液状化により剛性が低下した状態で、自重解析した変位量との相対変位を取ります。
基準となる変位量そのものは本来はリセットするものなので考慮しません。
したがって液状化の変位量をみる時はステップ３とステップ１の相対変位量をとります。

Q3-7　断面力図の表示で曲げモーメント図と[値の確認]で出力する曲げモーメントの符号について教えて下さい

A3-7　梁の曲げモーメントの定義は、梁を水平に置いて左を i端、右をj端としてi端で時計回りに回転する方向に正の方向です。スパン中央に集中荷重が下向きに作用するなら、i端では正の曲げモーメントが発生します。同一部材において j端で見るなら、釣り合う方向すなわち反時計回りに曲げモーメントが作用しますが、 j端で見ると反時計回りが正の方向です。この場合、必ず左手にi端から右手にj端を見て曲げモーメントの符号と回転する向きを整合させる必要があります。

Q3-8　解析実行中に以下のメッセージが表示され収束しない
==========
「各荷重ステージの細分割数を入力した値の25倍にしても、計算は収束しませんでした。
収束誤差を大きくするように調整いただくか、設定している地盤の全体安全率が1以下になっているかをご確認下さい。
==========

A3-8　弾塑性解析の場合は、ある部分で破壊規準で既定された応力以上が発生した場合には、塑性状態となり変形の増大と、周辺要素に超過応力を再配分します。周辺要素も負担できなくなると、収束しなくなります。
その場合は、収束誤差の許容値を緩める、材料プロパティを見直す、他の構成モデルに切り替えることなどが考えられます。
収束しにくい応力状態が発生するのは、盛土の法尻部などせん断応力が大きくなる部分なので、該当部分だけ材料プロパティを変更することも考えられます。

Q3-9　地震時液状化解析で、レベル2地震時のタイプ１タイプ２の変位の結果が同じになる

A3-9　要因はいくつか考えられます。

N値＝0としている場合、液状化に対するせん断強度が震度にかかわらず０となります。 安全率の計算で分子に相当する部分が０なので、震度にかかわらずＦＬ値としては極めて小さくなります。
その結果、液状化後のせん断剛性Ｇ１が低く設定され、せん断剛性を決めるグラフ上は震度の違いがなくなり、変形量が同じ結果となります。

また、FLは設計水平震度とタイプ１とタイプ２の区分によります。
（製品ヘルプ[解析理論]-[液状化による自重変形解析]-[液状化に対する抵抗率FLの計算]も参考としてください）
すでにFLに値を直接入力してある場合、プログラム内部計算ではなく、入力値にFLが固定されます。
その場合、FLの値にしたがってせん断剛性が低減されるので、２つの計算データとも同じFLなので、同じせん断剛性の低減となり、その結果、変形量も全く同じになります。
なお、液状化解析の場合の外力は、設計水平震度ではなく自重なのでタイプ１とタイプ２の外力は同じ荷重条件であることをご留意ください。

Q3-10　ライナープレートの剛性を換算する方法を教えてほしい

A3-10　ライナープレートと換算する断面積を一致させ、換算断面の肉厚を求めます。換算断面の肉厚から断面２次を求め、ライナープレートの曲げ剛性EIと一致させるようにヤング率を変えます。ライナープレートの断面をソリッド要素で表現すると、断面諸元（断面積、断面二次モーメントＩ)はメッシュを作成するときの要素の幅で厚さが決まります。材料プロパティとしてヤング係数 E とポアソン比を入力します。曲げ剛性EIを等しくするという考え方は、ライナープレートは断面２次が大きいので、鋼板（メッシュの厚さを持つ）として入力したのでは剛性が低く評価されます。そこでライナープレートの断面２次の倍率をヤング係数に掛けてあげることで、曲げ剛性EIの値を一致させる考え方です。

Q3-11　postprocessorの解析結果、液状化時の液状化安全率FLをクリックすると
「本ステージは液状化時ではありません」
と表示されFL値が表示されない

A3-11　FL値の分布を表示したい場合は、[Stageの選択]でプルダウンから載荷ステージ２を選びます。
コンター図か分布図（要素ごと）の[液状化安全率（ＦＬ）]を選択すれば表示します。液状化している部分の表示を暖色系にしたい場合は、
[凡例の変更]で色の「反転表示する」にチェックを入れます。

Q3-12　液状化後の体積圧縮による沈下量について、ヘルプの『液状化層の体積ひずみとFL, 換算N値N1の関係」より体積ひずみを求める』の出典は？

A3-12　"EVALUATION OF SETTLEMENTS IN SAND DEPOSITS FOLLOWING LIQUEFACTION DURING EARTHQUAKES", Ishihara, K., Yoshimine, M., SOILS AND FOUNDATIONS Vol.32, No.1, pp.173-188, Mar.1992

の文献にあるFig.10が該当のグラフです。

Q3-13　液状化解析後をした結果、Post部で液状化安全率(FL)のコンタ図が地表面付近で波状となっているが何故か？

A3-13　FL表示に地表面付近で波状となるのは、コンタ表示をするポスト処理の過程で地表面付近ではなだらかなグラディエーションがうまくいかないことがあるためです。大変申し訳ありませんが、[分布図]にも液状化抵抗率を表示する機能があります。こちらはグラディエーションをかけず要素ごとの色分けとなりますので波状の表示を回避できます。

Q3-14　液状化解析を行った時、Ｎ値が極端に小さい液状化対象層の変位が甚だ大きくなる（見た目が不自然な変形となる）場合があるが理論的にあり得る現象なのか。
また、条件によりあり得る現象ならばそうしたときこれを避けるための設定方法はあるか。

A3-14　N値が低いと液状化FL値が小さくなります。FL値と拘束圧（地中応力）によってせん断剛性Gを求めるのが、河川構造物耐震性能指針に示された理論です。FL値が小さく、かつ拘束圧が小さいと非常に小さな液状化時のせん断剛性G1となり、不自然な変形（例えば、メッシュが巻き込む形になるような変形）も発生します。
プログラムは理論どおりの解析となりますが、上記のように現実的ではない変形となる場合があり、このような変形を回避する方法は指針にも示されていません。

液状化はある程度の進行すると、それ以上は剛性が低下するのではなく剛性が再び増加する（大きくなる）という現象があります（サイクリックモビリティ）。それを表現する値としては以下の２項目です。入力値として仮定して解析をお試しください。

[γL(%)]
　微小抵抗限界せん断ひずみ（単位：%）を入力してください。0.0を入力した場合は、プログラム内部で自動計算します。
[G2：液状化時の回復せん断剛性(仮数部)]
　液状化時の回復せん断剛性を入力してください。0.0を入力した場合は、プログラム内部で自動計算します。

Q3-15　Q2-25に、「非液状化層の最下端に引張応力が発生しないような試行錯誤を行う必要がある」とあるが、引張応力が発生しているかどうかをチェックできるような出力方法があれば教えてほしい。

A3-15　ポストプロセッサーで[コンタ図]-[X方向応力]をステージ３（液状化後）を選択して表示します。わかりやすいように凡例を絶対値の最大値に正負を設定します。たとえば-2.33E01 ～ +7.24E02　の範囲を５０分割するとなっていたら変更して、　-7.24E02 ～ +7.24E02　の範囲を２分割すると、マイナスの領域が浮き彫りになります。応力はマイナスを引張と定義しているので、X方向の応力が引張部分を表示したことになります。
この場合、液状化層の上にある層が水平方向（X方向に）引張応力があるどうかを確認しています。液状化層が水平方向に押しつぶした変形をするので、その上にある盛土層は水平方向の応力を確認するためです。

Q3-16　強制変位を設定したが、解析結果を見ると、与えた強制変位が一致しないのは何故か？
強制変位と結果の変位は一致するはずでは？

A3-16　お考えの通り、例えばある節点に強制変位のみが与えられている場合、その節点における強制変位量と結果の変位は一致します。
例えば「Stage1：自重」と「Stage2：強制変位」の２ステージ設定した場合、強制変位はステージ２で与えておりますので、結果はステージ２のみの変位を見る必要があります。
（絶対変位ですとステージ１での自重変形が含まれてしまいますので、ステージ１との相対変位を見る必要があります）
一致しない場合は、上記のように強制変位を与えたステージのみの変位を見ているかご確認ください。

Q3-17　ひずみがマイナスの場合はどう解釈すれば良いか

A3-17　ひずみのプラスは「圧縮」、マイナスは「引張」を表しております。

Q3-18　変位図とひずみ図の相違なのですが、Y方向変位図とY方向ひずみ図の違いは、GLに対する相対的な変化量を示すのと個々のメッシュ内の変化量の割合示すのとの違いである、という解釈でいいでしょうか。

A3-18　図の解釈はその通りです。
変位図は節点の移動を表します。初期の位置からどれだけ各節点が変位したかを示します。
ひずみはメッシュ（要素）内の変化率を示しています。割合で表すので長さに対する変位を表します。

Q3-19　解析実行を行ったところ「弾塑性解析データファイル(*.sta）のデータカード~に誤りがあります。データをご確認下さい。」とのメッセージがでた

A3-19　プロパティ設定の名称等に空白やカンマ、スラッシュなどが含まれていないかどうかをご確認下さい。
それら文字が含まれていますと、計算時に区切りと判断されてしまうためエラーとなります。
本不具合はVer.3.1.2以降では入力確定時にチェックをするように改善しておりますので、Ver.3.1.1以前で作成されたデータを解析する際には、改めて名称等をご確認いただくようお願いします。

Q3-20　貯水池の変形解析において対象の構造物築堤後に湛水させると地盤が膨張するような変形となった。
Y方向の応力が低減されているような結果となるのはなぜか？

A3-20　本プログラムでは、水の影響を水圧荷重として考慮します。
たとえば1mの深さで土の単位体積重量が20kN/m3であれば、上載圧は20kN/m2です。
水圧荷重は、等方等圧にかかりますが上載圧だけに着目するならば、地表面に水位があると仮定すれば1mの水圧がかかることになります。
単純に水の単位体積重量を10kN/m3とすれば、水圧荷重がかかると10kN/m2となります。
水圧荷重なし 20kN/m2 →水圧荷重あり 10kN/m2となります。
水圧荷重がかかると応力が減少するようになります。応力が減少すると、リバンドすなわち当初は大きな荷重があった土の要素が荷重がなくなる（除荷）と収縮していたものが膨潤するような変形となります。

Q3-21　解析結果の変形図で表示される線分は梁の変形を表しているのでしょうか。それとも梁の変形とは無関係な線分を表しているのでしょうか。

A3-21　梁の変形を表しています。
ただし節点位置の変位量を計算で求めているので、節点と節点の間は繋いだ線が変形図として表現されます。

Q3-22　液状化解析後のFL値が他の液状化判定プログラムで計算した値と大きく異なる場合があるがなぜか

A3-22　FL値を検算する場合、上載圧の計算がＦＥＭと異なる場合があります。
FEMでどのような平均値を計算するかをご確認ください。また、検算する場合はモデルを単純化するのがよいでしょう。

Q3-23　変形が想定より非常に小さく算出された。変形を大きくするにはどうすればよいか。

A3-23　設計者様の判断となりますが、ソリッド要素のパラメータを変更するなどして実際より大きく変形させることもできます。
例えば線形弾性モデルなら、弾性係数：Eは変形に寄与するパラメータです。
Eを減少させれば変形は増大することになります。
あくまで見かけ上変形を大きく描画したい場合は、対象ステージの「変形図」-「変位の描画倍率」を変更のうえ「再描画」を行ってください。変形量は変わりません。

Q3-24　解析結果図を並べて表示して比較したいが、簡単な方法はないか
（例えば、変形図とコンタ図を上下や左右にきれいに並べて表示したい）

A3-24　PostProcessorの画面上部にあります[ウィンドウ]メニューより、「上下に並べて表示」や「左右に並べて表示」を選択しますと、現在表示されているウィンドウが上下や左右に整列されて表示されます。

Q3-25　単純な弾性解析（ステージ1で初期応力解析を行い、ステージ2で梁要素を設置）を行った結果、結果表示でエラーが生じた。
不正な結果となっていると思われるが、どのような理由が考えられるか。

A3-25　様々な理由が考えられますが、例えば、不要な節点や線分がモデル化されている、などモデル形状に問題がある場合に生じることがあります。
また、モデル等に問題がない場合は、弾性解析でも材料パラメータが原因で不正な結果が生じる場合があります。
例えば、地層を2層設定し、その2層に著しい剛性の違いがある場合、数値演算上の適用範囲を超える場合があります。
このような著しい剛性の違いは、第１層と第２層をまとめて解く時に剛性行列の対角要素が極めて違いがあるため、連立線形一次方程式を解く時に誤差が生じます。
ガウス消去法という計算手法の基本は、対角要素に相当する係数で最初の方程式を割って、2番目の最初の項を消去することにあるのですが、対角要素が小さいと割り算の過程で大きな誤差が生じます。
通常は誤差を生じないように工夫されていますが、パラメータの差が非常に大きいと数値誤差が発生し、それが原因で不正な結果となる場合があります。

Q3-26　梁要素に強制変位を与えて複数ケースの計算を行ったが、極端に曲げモーメントが大きくなるケースがあった。
強制変位と曲げの関係について教えてほしい。

A3-26　強制変位と曲げの関係は、強制変位が梁全体にわたり同じような変位量（等変位量）であれば、曲率は大きくないので、曲げモーメントの発生は少なくなります。
しかし、変位量の差が大きい（不等変位慮）であれば、隣りの節点との間に曲率が大きく発生するので、曲げモーメントが大きく発生します。

Q3-27　地中構造物の一部分だけの変位結果を簡単にまとめて取得する方法はあるか。
（矩形ではなく一部が円形となっており、通常の矩形選択では選択できないような形状）

A3-27　[数値出力]の「任意多角形選択」で可能です。通常の矩形選択とは異なり、任意多角形で選択することができますので、本モードで範囲を囲めば該当箇所の数値のみをまとめて取得することができます。

Q3-28　弾性材料と非線形材料を混合して解析を行った所、局所安全率のコンタ図表示で弾性材料の部分が表示されないようなコンタ図になった。
(非線形材料部分は表示される)
どのような原因が考えられるか。

A3-28　弾性材料のパラメータcとφをご確認ください。
例えば、両方ゼロだと局所安全率が適切に計算されないため、結果も表示されません。

なお、弾性材料のパラメータcとφは局所安全率の計算にのみ使用されますので、弾性材料の局所安全率が不要な場合はダミー値でも問題ありません。

Q3-29　液状化解析を行い、[コンタ図]-[液状化安全率]を確認した所、液状化層以外が赤色で表示された。（逆に液状化層が青色になっている）
液状化層が赤色になると思ったが、計算に問題があるか。

A3-29　凡例の設定によるものと思われます。デフォルトでは値が大きい方が赤色、小さい方が青色になるため、液状化安全率の値が小さい液状化層が青色になります。
安全率が小さい領域を赤色にするには、画面内にある[凡例の変更]ボタンをクリックし、「色を反転表示する」をONにしてください。

Q3-30　コンタ図と分布図の違いを教えてほしい。

A3-30　コンタ図は色の変化にグラディエーション（滑らかに連続的に変化）がかかるように表示され、分布図の場合は四角形要素の場合は４分割して各部分部分（ガウス点）で同じ色となります。
そのため分布図は各部分が明瞭に色分けされます。

Q3-31　地震時液状化解析で、レベル2地震時のタイプ１タイプ２の沈下量は必ずタイプ２が大きくなるのか。

A3-31　タイプ１とタイプ２では、液状化の抵抗に関する係数が異なるので常に同じ傾向となるとは限りません。
地層構造の傾斜などで、鉛直変位（沈下量）はタイプ２が小さいが水平変位は大きいなど、方向によって異なる傾向がある場合もあります。
計算結果なので計算条件やモデルによって異なります。

Q3-32　　[数値出力]で選択した節点や要素の番号が図中に表示されるが、大きくすることはできるか。

A3-32　　フォントの種類やサイズにつきましては、画面上部にあります[フォントの設定]ボタンから変更することができます。

Q&Aはホームページ（https://www.forum8.co.jp/faq/win/geo2d.htm）にも掲載しております。

Geo Endineer's Studio Ver.4操作ガイダンス

2025年 6月　第1版

発行元　株式会社フォーラムエイト
〒108-6021　東京都港区港南2-15-1 品川インターシティA棟21F
TEL 03-6894-1888

お問い合わせについて

本製品及び本書について、ご不明な点がございましたら、弊社、「サポート窓口」へ
お問い合わせ下さい。
なお、ホームページでは、Q＆Aを掲載しております。こちらもご利用下さい。
https://www.forum8.co.jp/faq/win/geo2d.htm

ホームページ　www.forum8.co.jp
サポート窓口　ic@forum8.co.jp
FAX　0985-55-3027

Geo Engineer's Studio Ver.4

操作ガイダンス

www.forum8.co.jp

FORUM8
フォーラムエイト