

弹塑性地盤解析(GeoFEAS®) 2D Ver.5

Operation Guidance 操作ガイダンス





本書のご使用にあたって

本操作ガイダンスは、主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

で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で確認下さい。 本書は、表紙に掲載のバージョンにより、で説明しています。 最新バージョンでない場合もでざいます。で了承下さい。

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 Co., Ltd. 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
7	1-2 プリプロセッサ(前処理)
7	1-3 プロセッサ(解析部)
7	1-4 ポストプロセッサ(後処理)
8	2 機能および特長
8	2-1 解析種別
8	2-2 解析次元
8	2-3 ソフトウェアの特長
8	2-4 境界条件
9	2-5 要素ライブラリ
9	2-6 構成モデル
10	2-7 荷重
10	3 適用範囲
10	4 適用基準及び参考文献
11	5 フローチャート
12	第2章 操作ガイダンス
12	1 トンネル
13	1-1 モデル作成
21	1-2 メッシュ分割
23	1-3 ステージ設定
37	2 土留め工影響検討
37	2-1 モデル作成
41	2-2 メッシュ分割
42	2-3 ステージ設定
62	3 斜面のSSR安定解析
63	3-1 モデル作成
64	3-2 メッシュ分割
67	3-3 ステージ設定
72	4 河川堤防の地震時変形解析
73	4-1 モデル作成
74	4-2 メッシュ分割
76	4-3 ステージ設定
82	5 河川堤防の地震時変形解析(H28指針)
82	5-1 モデル作成
83	5-2 メッシュ分割
85	5-3 ステージ設定
92	6 解析実行・結果確認
93	7 計算書作成
94	8 データ保存

- 951 機能・概要編972 Pre操作編(入力関連)
- 118 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

GeoFEASは、Geotechnical Finite element Elastoplastic Analysis Softwareの略で、静的な条件下での地盤の応力~変形解析を行うプログラムです。斜面、土留め、トンネルなど地盤に関係する多くの分野において、弾塑性解析を実施する場合に、威力を発揮する汎用FEM解析ソフトウェアです。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)では弾塑性地盤解析、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。

・平成19年河川構造物の耐震性能照査指針対応について

Ver.2では、「平成19年河川構造物の耐震性能照査指針」に対応しています。これに伴って、構成則の拡張、Post表示の機能追加(FL分布図、最大せん断ひずみ分布図)などを行っています。

・平成28年河川構造物の耐震性能照査指針・解説 II. 堤防編対応について Ver.4において「平成28年河川構造物の耐震性能照査指針」に対応いたしました。

■ 耐震性能照査の背景

現在の長大な堤防の多くは、古くから逐次強化を重ねてきた歴史的な構造物であり、堤防の延長や断面の確保は比較的よく整備がなされています。しかしながら、その構造は被災などの経験によって培われたものであり、構造物の破壊過程を解析的に検討して設計されているものではありません。現在、治水対策の進捗に伴い、氾濫原における人口や資産の集積が顕著化し、堤防の安全性の確保が非常に重要になってきています。そのような背景より、本指針では工学的に体系化された堤防の設計法が求められているとして、現時点における堤防設計の考え方を提示したと記されています。

■ 耐震性能照査指針共通編の概要

共通編では、河川構造物の耐震性能照査に必要な地震動の設定や耐震性能照査方法について記載しています。耐震性能照査方法として、動的照査法と静的照査法に大別されるとしていますが、動的照査法は、一般的に地震時の現象を精密にモデル化し、詳細な入力データ及び高度な技術的な判断を要するとして、本指針では、現象を簡略化して、比較的簡易に実施できる静的照査法を前提としています。

また、共通編の中で、「液状化が生じる土層の扱い」として、初期有効拘束圧に対するせん断剛性の比とFL(液状化に対する抵抗率)及びRL(繰返し三軸強度比)の関係が図示されています。これは、液状化した土に関しては、せん断ひずみが大きくなるとせん断剛性が急激に回復するという、下に凸なバイリニアモデルで表現できるとしています(耐震指針、図-解6.3.1参照)。GeoFEAS2Dの大きなバージョンアップの内容として、この新しい構成則の導入が挙げられます。

■ GeoFEAS2Dの耐震性能照査指針対応内容

基礎地盤の変形解析部分を示したものが、下図になります。有限要素法を用いた自重変形解析では、

(1)地震前(液状化前)の変形解析

(2)地震後 (液状化時) の変形解析

を行います。両者の差分が、液状化による変位量ということになります。

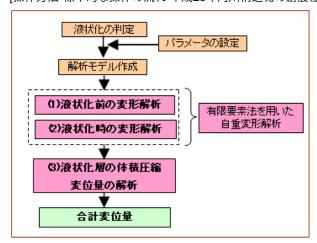
また、この解析方法では、

(3)液状化層の体積圧縮に伴う沈下量(変形解析)

については考慮されないため、液状化層の体積圧縮に伴う沈下量を別途算定し、合算することで、堤防全体の変位量を求めます。

GeoFEAS2Dにおいても、上記の(1)~(3)の3ケースについて解析を行うことになります。

本解析を行う場合のデータ作成手順は、[操作方法-標準的な操作の流れ-平成19年河川構造物の耐震性能照査指針手順]、 [操作方法-標準的な操作の流れ-平成28年河川構造物の耐震性能照査指針手順]をご一読下さい。



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。

※入力データは解析部入力マニュアルを用意しております。

※入力データを別途作成することで、ロードモジュールとして解析を行うこともできます。

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
- 数值出力

2 機能および特長

2-1 解析種別

• 静的全応力解析

2-2 解析次元

- ・ 平面ひずみ解析
- 軸対称解析

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。

■ せん断強度低減法

解析ステージごとにせん断強度低減法による全体安全率の算出とすべり面の推定を行うことができます。3種類の弾・完全塑性モデルに対して、せん断強度低減法を適用することができます。

■ 局所安全率

積分点ごとに局所安全率を算出することができます。

■ 浸透流解析との連携

浸透流解析によって算出した水圧値を節点荷重として考慮することができます(ただし、ロードモジュール仕様)。

■ 解析機能の併用

ステージ解析とせん断強度低減法といった解析機能を併用することにより、掘削・盛土、斜面安定、支持力問題など地盤に 関係する幅広い問題に変形解析と安定解析を同時に実行することができます。

■ 構成則の混在

材料ごとに構成則を与えることができます。

2-4 境界条件

境界条件として以下の4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、ピン、強制変位)
- 多点拘束 (MPC)
- ピン結合

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	0	_	
	棒1次要素	0	_	
	軸バネ	0	_	
	せん断バネ		_	
	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	\circ	0	2次元·軸対称解析用1次要素
	4節点4角形要素		0	2次元·軸対称解析用1次要素
	6節点3角形要素	0	0	2次元•軸対称解析用2次要素
	8節点4角形要素	0	0	2次元•軸対称解析用2次要素
ジョイント要素	4節点線ジョイント要素		0	2次元1次面要素の間に適用
	6節点線ジョイント要素			2次元2次面要素の間に適用

^{※「×」}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4種(※2種含む)、非線形弾性モデル3種、非線形モデル3種、弾・完全塑性モデル3種、弾塑性モデル2種、バイリニア弾性2種(※)を適用することができます。また、弾性モデルについては、No-Tension材料として設定することも可能です。

モデル種類	構成モデル	備考
弾性モデル	① 線形弾性モデル	等方性
	② 積層弾性モデル	異方性
	③ せん断係数低減材料1	※H19河川耐震性能照査指針
	④ せん断係数低減材料2	※H19河川耐震性能照査指針
非線形弾性モデル	③ 破壊接近度法	電中研方式
非線形モデル	① Hardin-Drnevichモデル	
	② Ramberg-Osgoodモデル	
	③ 鵜飼・若井モデル (UW-Clay)	
弾・完全塑性モデル	① Morh-Coulomb方式	関連流れ則 非関連流れ則
	② Drucker-Prager方式	関連流れ則 非関連流れ則
	③ Morh-Coulomb/ Drucker-Prager方式	非関連流れ則
弾塑性モデル	① Pastor-Zienkiewicz 砂モデル	
	② Pastor-Zienkiewicz 粘土モデル	
No-Tensionモデル	① 線形弾性モデル	
	② 積層弾性モデル	
バイリニア弾性	① 液状化材料1	※H19河川耐震性能照査指針
	② 液状化材料2	※H28河川耐震性能照査指針

■ 梁要素、棒要素、バネ要素、ジョイント要素など

梁要素は線形弾性モデル、棒要素、バネ要素に対して線形弾性モデルとバイリニアモデルを、ジョイント要素に対して線形弾性モデルとMohr-Coulomb方式を適用することができます。

モデル種類	構成モデル	対応	備考
梁要素のM-Φ	① 線形弾性モデル	0	
	② バイリニアモデル	×	
	③ トリリニアモデル	×	
棒要素	① 線形弾性モデル	0	
	② バイリニアモデル	0	
	③ トリリニアモデル	×	
バネ要素	① 線形弾性モデル	0	
	② バイリニアモデル	0	
	③ トリリニアモデル	×	
ジョイント要素	① 線形弾性モデル	0	
	② Morh-Coulomb方式	0	

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)

GeoFEAS2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ができます。

3 適用範囲

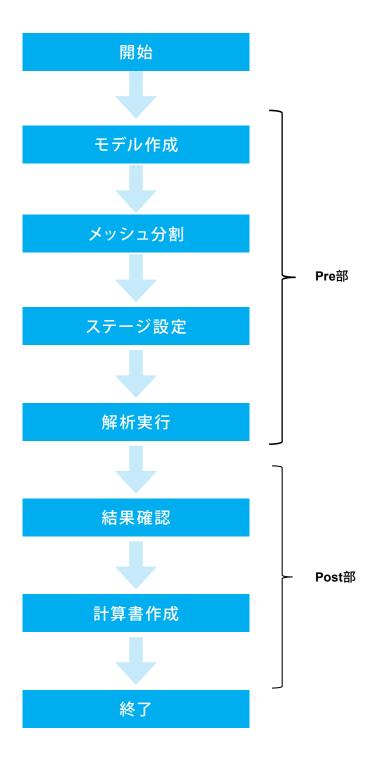
本プログラムは、主に以下の検討に使用することができます。

- ・ 地盤の応力・変形解析
- 斜面安定解析
- 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

4 適用基準及び参考文献

- 適用基準類
- 「河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説」 平成19年3月 国土交通省河川局治水課
- 「河川構造物の耐震性能照査指針・解説 Ⅱ. 堤防編」 平成28年3月 国土交通省水管理・国土保全局治水課
- 参考文献
- Potts, D., Axelsson, K., Grande, L., Schweiger, H. and Long M.: Guidelines for the use of advanced numerical analysis, Thomas Telford, 2002
- 鹿島建設土木設計本部編:新・土木設計の要点⑤,トンネル,鹿島出版会,2003
- 田中忠治, 鵜飼恵三, 河邑眞, 阪上最一, 大津宏康: 地盤の三次元弾塑性有限要素法, 丸善, 1996.
- Zienkiewicz, O.C., Chan, A.H.C., Pastor, M., Schrefler, B.A. and Shiomi, S.: Computational Geomechanics with Special Reference to Earthquake Engineering, JOHN WILEY & SONS, 1999.
- 後藤學:実践有限要素法,大変形弾塑性解析,コロナ社,1995
- O. C. ツェンキーヴィッツ, ロバート・L. テイラー, 矢川元基訳:マトリックスと有限要素法[改訂新版], 科学技術出版, 1996

5 フローチャート



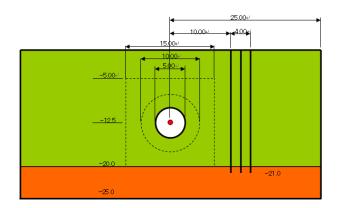
第2章 操作ガイダンス

1 トンネル

サンプルデータ「トンネル」 - 「Tunnel.GF2」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。 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次元弾塑性FEM解析(破壊接近度法)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。

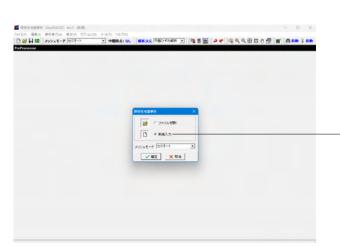




操作ガイダンスムービー

Youtubeへ操作手順を掲載しております。 弾塑性地盤解析(GeoFEAS2D) 操作ガイダンスムービー(8:49) https://youtu.be/TPBPNqWNB6M

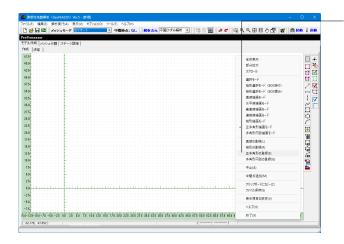




「新規入力」を選択し、「確定」ボタンを押します。

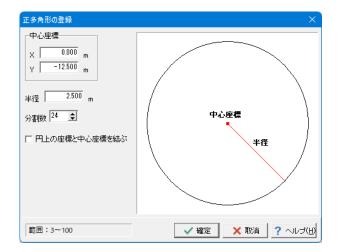
1-1 モデル作成

作成



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 む 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」ボタンを押します。

中心座標

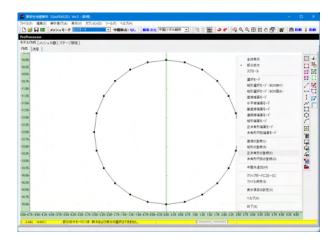
X:0.000m Y:-12.500m

半径

2.500m

分割数

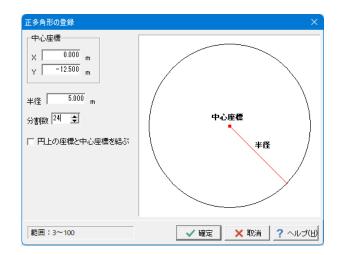
24



上メニュー で描画された円付近を拡大しておきます。

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-「<u>正多角形の登録</u>」を選択します。



値を入力し、「確定」ボタンを押します。

中心座標

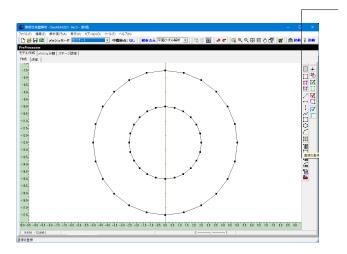
X:0.000m Y:-12.500m

半径

5.000m

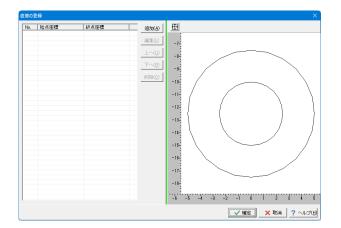
分割数

24

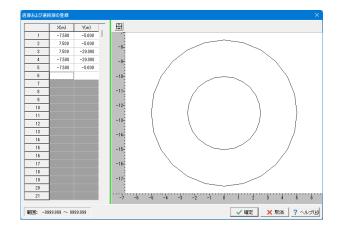


メッシュ分割補助線用に、外側の矩形 (高さ15m×幅15m) を描きます。

右ツールメニューから直線の登録 を選択します。

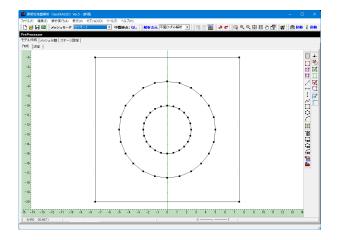


「追加」ボタンを押します。

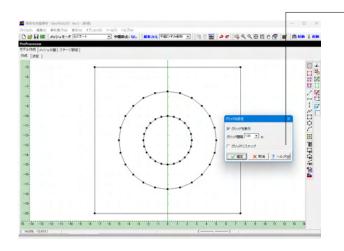


座標値を入力して「確定」ボタンを2回押し、登録画面を閉じます。

	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。



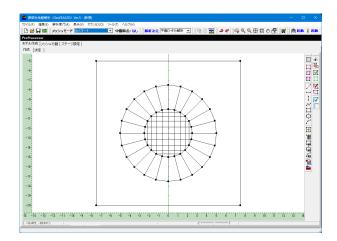
メッシュ分割を行うために、事前にモデル内部の形状を全て四 角形もしくは三角形で分割します。

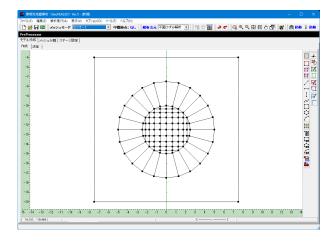
トンネル断面(円)メッシュ分割補助線を入力します。

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

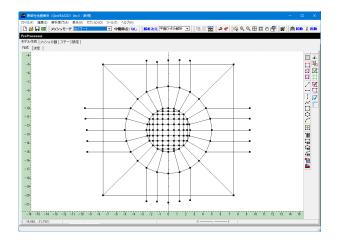
にスナップ」のチェックを外して「確定」ボタンを押します。

※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。



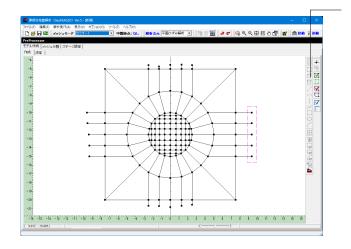


補助線が引き終わったら、右ツールメニューから交点生成モード → をクリックして交点を生成します。



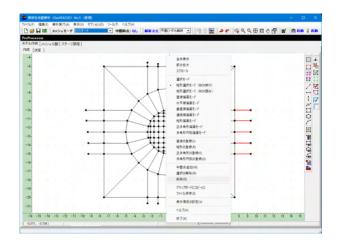
トンネル断面(円)メッシュ分割補助線を入力します。

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。

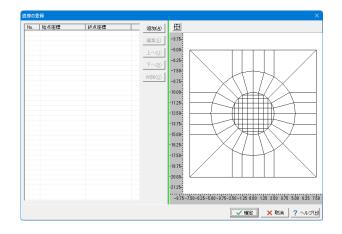


余分な線分を削除します。

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。

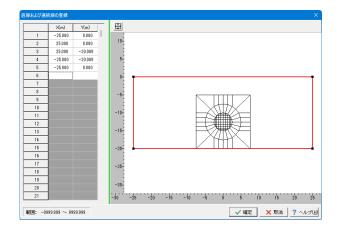


削除する線分が赤線で表示されます。 右クリック-「削除」を選択または「Delete」キーを押します。 同様に残り3面の線分も削除します。



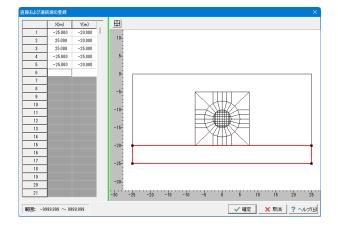
1層目の地層形状を入力します。 右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」 ボタ

ンを押します。



値を入力し、「確定」ボタン2回を押し、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

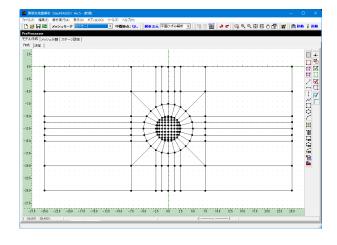


2層目の地層形状を入力します。

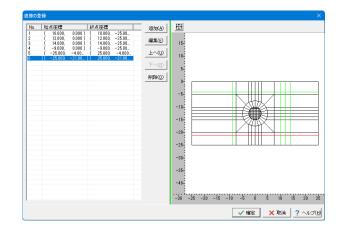
右ツールメニューから直線の登録 を選択し、「追加」ボタンを押します。

値を入力し、「確定」ボタン2回を押し、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モード 乗 、垂線モード 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」ボタンを押します。

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」ボタンを押します。

[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]

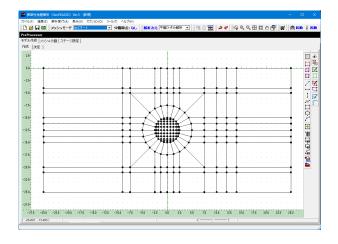
	X(m)	Y(m)
1	-9.000	0.000
2	-9.000	-25.000

[No.5]

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

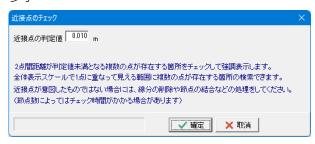
[No.6]

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



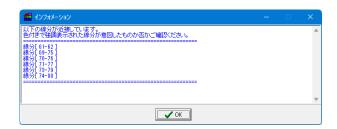
右ツールメニューから交点生成モード をクリックして交点 を生成します。

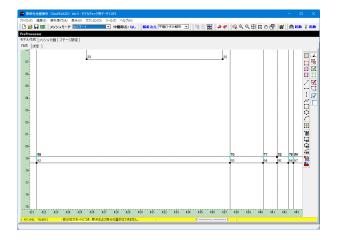
参考



近接点のチェック機能

右ツールメニューから近接点のチェック **マ**を選択し、「確定」 ボタンを押します。





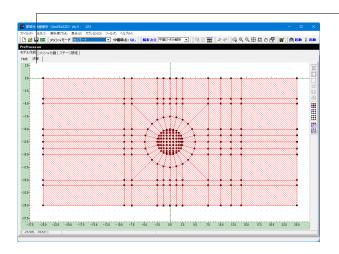
2点間距離が判定値未満となる複数の点が存在する箇所を チェックして強調表示します。

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。

右ツールメニューの近接点のチェック結果表示/非表示/ボタンで、ONにすると水色で表示します。OFFにすると非表示とします。

決定



モデル作成「決定」タブに切り替えます。

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。

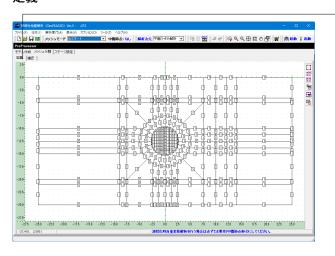
モデルを変更する場合には、本タブで変更箇所のブロックを解除してから[モデル作成]-[作成]タブに戻り、モデルを編集してください。モデルを更新した場合は、再度本タブを選択しただけでは自動ブロック化は行いません。

この場合は必ず、右ツールメニューの自動ブロック化 (流) を実

行して下さい。

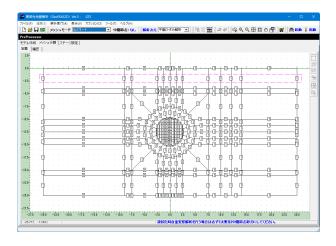
1-2 メッシュ分割

定義



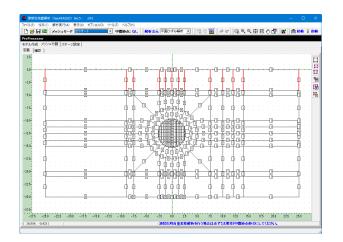
- メッシュ分割の条件を設定します。

「メッシュ分割」- 「定義」 タブに切り替えます。

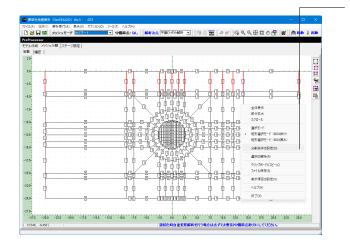


右ツールメニューから選択モード・もしくは矩形選択モード

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。

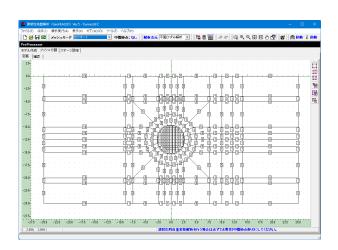


右ツールメニューの分割条件の設定 岩 ボタンをクリックする か右クリックで表示されるポップアップメニューより「分割条件 の設定」を選択します。

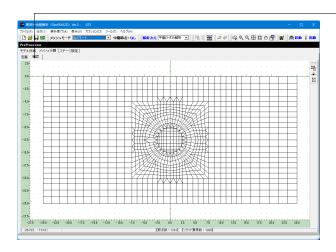


分割数を入力し、「確定」ボタンを押します。

□ (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。



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 - 1 :

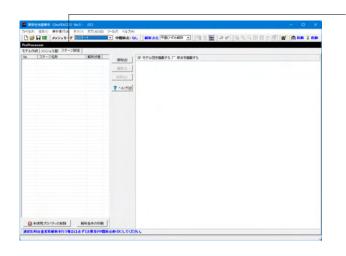
クリックすると、節点番号を表示/非表示します。

要素番号の表示ボタン 1

クリックすると要素番号を表示/非表示します。

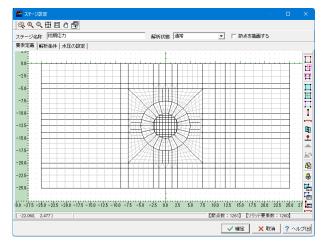
1-3 ステージ設定

初期応力解析



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。

「ステージ設定」タブに切り替え、「追加」ボタンを押します。



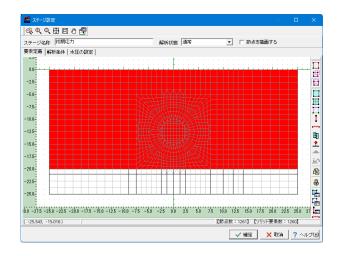
ステージ名称を「初期応力」と入力します。

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) た 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。



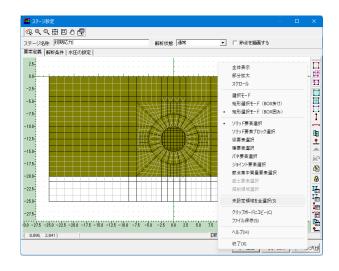
ブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。(既に選択されているブロックを選択すると選択が解除された状態になります。)



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」ボタンを押します。

※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。

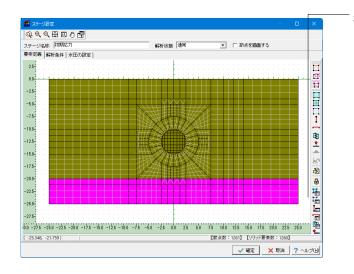


- ① 右クリック- 「未設定領域を全選択」を選択します。
- ② 右ツールメニューから、編集/決定 ボタンをクリックするか、右クリック-[編集]を選択します。

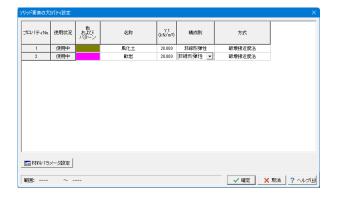


「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンを押します。

※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。



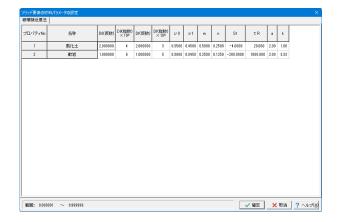
右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 リックします。



構成則、方式を選択します。

プロパティNo.	構成則	方式
1	非線形弾性	破壊接近度法
2	非線形弾性	破壊接近度法

左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。

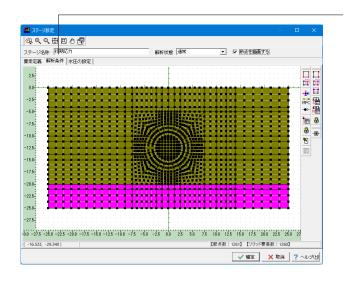


値を入力し、「確定」ボタン2回を押し、設定画面を閉じます。

プロパティNo.	名称	D0(仮数)	D0(指数)	Df(仮数)
			×10	
1	風化土	2.000000	4	2.000000
2	軟岩	1.000000	6	1.000000

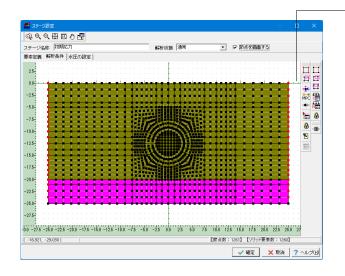
プロパティNo.	D0(指数)	ν0	νf	m	n
	×10				
1	3	0.3500	0.4500	0.5000	0.2500
2	5	0.3500	0.0450	0.2500	0.1250

プロパティNo.	St	τR	а	k
1	-4.0000	20.000	2.00	1.00
2	-200.0000	1000.000	2.00	3.33



「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。)

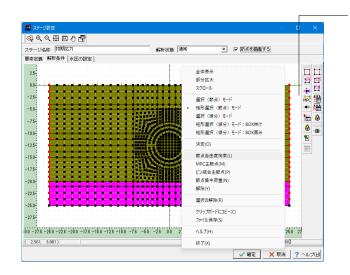


節点自由度拘束を設定します。

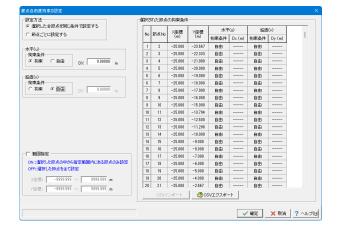
右ツールメニューから左列の矩形選択 (節点) モード をクリックします。

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」ボタンを押します。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

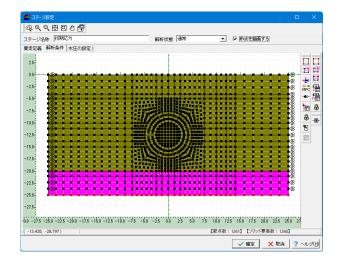
「節点ごとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

自由



一番下側の一行も同様に節点自由度拘束を設定し、「確定」ボタンを2回押して設定画面を閉じます。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

拘束



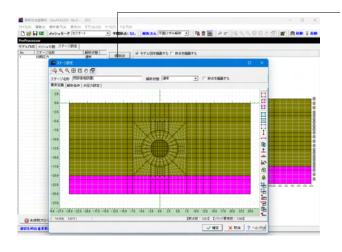
解析条件を設定します。

※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。

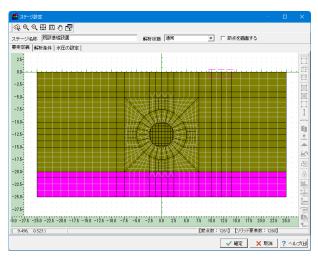
解析条件の設定 🚹 をクリックし、左図に従って「本ステー

ジ追加節点の変位をゼロにする」 にチェックを入れ、「確定」 ボタンを押します。

既設基礎設置



「追加」ボタンを押し、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。)

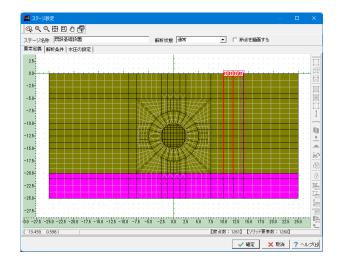


右ツールメニューから編集/決定 🔁 をクリックするか、右ク

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」ボタンを押します。

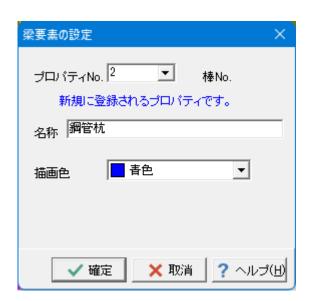
本ダイアログを閉じると、プロパティ番号が割り当てられた線 分上に梁要素を示す「B」が表示されます。

同様にプロパティ番号を割り当てる線分を選択します。

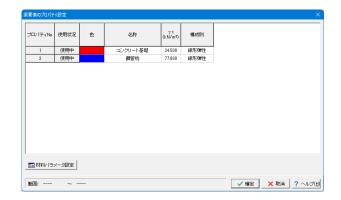


右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード (BOX掛け) 矩形選択モード (BOX囲み) と、梁 要素選択 を選択します。
※矩形選択モード (BOX囲み) で梁要素を囲まれることをお薦めします。

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」ボタンを押します。



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	使用状況	名称	γt	構成則
No.			(kN/m³)	
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

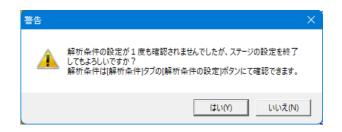
② 左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。



値を入力し、「確定」ボタン2回を押し、設定画面を閉じます。

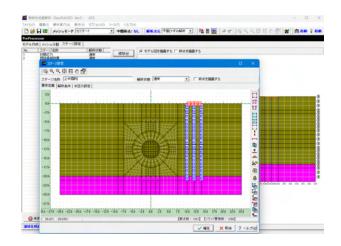
プロパティ	名称	A(仮数)	A(指数)	I(仮数)
No.		(m²)	×10	(m4)
1	コンクリート基礎	1.500000	1	0.281250
2	鋼管杭	0.148000	1	0.000880

プロパティ	l(指数)	E(仮数)	E(指数)
No.	×10	(kN/m²)	×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」ボタンを押し、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。)

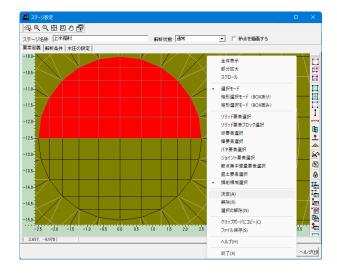
② 掘削領域選択 をクリックします。

※応力解放率について(Q2-1参照)

https://www.forum8.co.jp/faq/win/geo2d.htm#q2-1

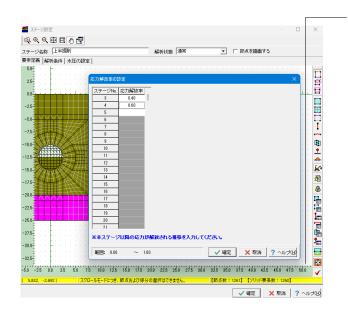
※シールドトンネルの応力解放率について (Q2-40参照)

https://www.forum8.co.jp/faq/win/geo2d.htm#q2-40



左図に従って円の上半分を選択します。

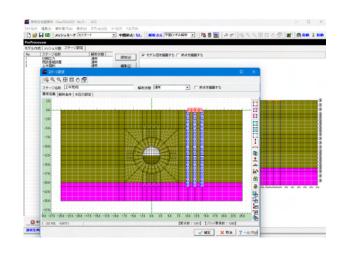
(現在選択されていないブロックを選択すると赤色塗りつぶし 状態で選択表示されます。既に選択されているブロックを選択 すると解除された状態になります。)



- ① 右ツールメニューから応力解放率の設定② をクリックします。
- ② 値を入力し、「確定」ボタンを2回押し、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



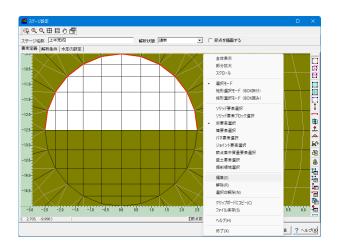
トンネル断面の上半部分にコンクリートを吹付け掘削を完了します。

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。

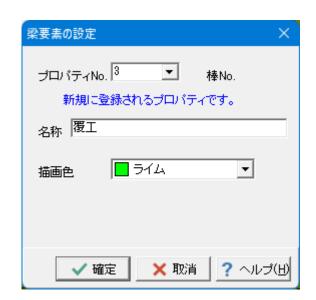
この時点で掘削領域の応力解放率を残りの60%とします。

梁要素を定義します。

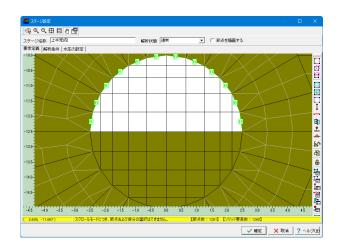
「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「上半完成」と入力します。



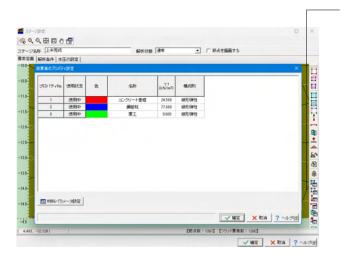
- ① 右ツールメニューから選択モード と梁要素選択 をクリックします。
- ② プロパティ番号を割り当てる線分を左図に従って半円の外周に沿って選択します。(現在選択されていない線分を選択すると赤い太線で選択表示されます。既に選択されている線分を選択すると選択が解除された状態になります。)
- ③ 編集/決定と をクリックするか右クリック-「編集」を選択します。



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



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 「材料パラメータ設定」ボタンを押します。

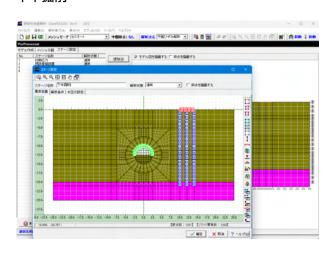


値を入力し、「確定」ボタンを2回押して設定画面を閉じます。

プロパティ	名称	A(仮数)	A(指数)
No		(m²) ´	×10
1	コンクリート基礎	1.500000	0
2	鋼管杭	0.148000	0
3	覆工	1.000000	-1

I(仮数)	l(指数)	E(仮数)	E(指数)
(m4)	×10	(kN/m³)	×10
0.281250	0	2.500000	7
0.000880	0	2.000000	8
8.333330	-5	3.400000	6

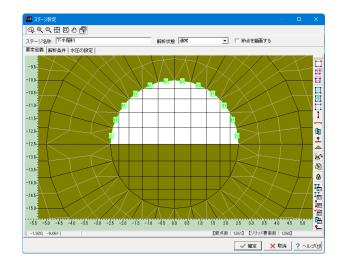
下半掘削



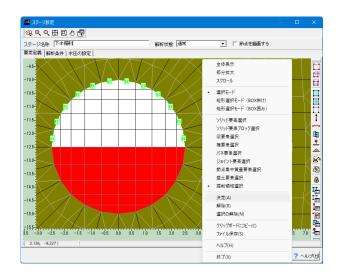
トンネル断面の下半分を掘削します。(1-3-3 上半掘削と同じ手順となります。)

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」ボタンを押し、ステージ名称を「下半掘削」と入力し ます。



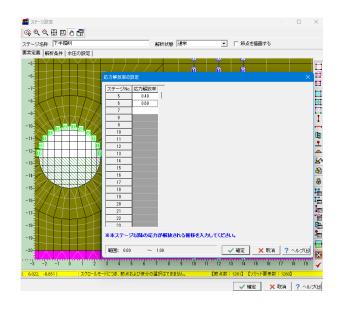
- ① 中央の円部分を拡大し、右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード (BOX掛け) 乗形選択モード (BOX囲み) をクリックします。(メッシュが細かい場合は選択モード でメッシュを1つずつ選択した方が便利です。)
- ② 掘削領域選択 をクリックします。



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。)

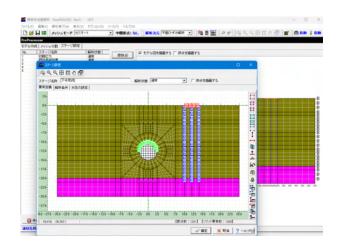
右ツールメニューから編集/決定 をクリックするか、右クリック- 「決定」を選択します。



- ① 右ツールメニューから応力解放率の設定② をクリックします。
- ② 値を入力し、「確定」ボタンを2回押し、ステージ設定画面を閉じます。

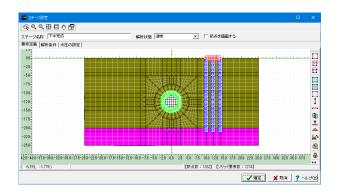
ステージNo.	応力解放率
5	0.40
6	0.60

下半完成

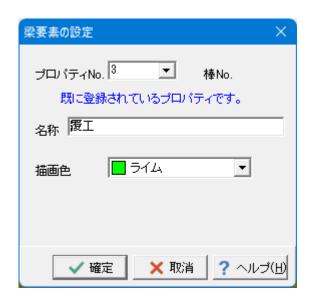


トンネル断面の下半部分にコンクリートを吹付け掘削を完了します。(1-3-4 上半完成と同じ手順となります。) この時点で掘削領域の応力解放率を残りの60%とします。

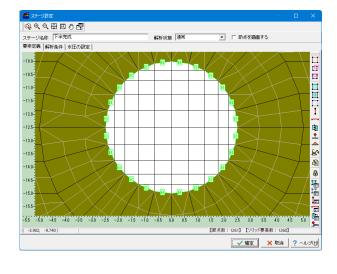
「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「下半完成」と入力します。



- 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」ボタンを押します。



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。

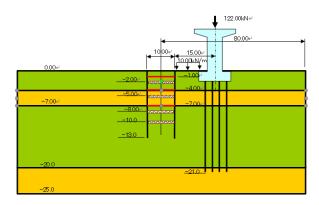
「確定」ボタンを押します。

2 土留め工影響検討

サンプルデータ「土留め工影響検討」 - 「dodome.GF2」を例題として作成します。 土留め掘削解析を扱ったサンプルデータです。左右非対称な地形における土留め工の検討を行っています。 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。

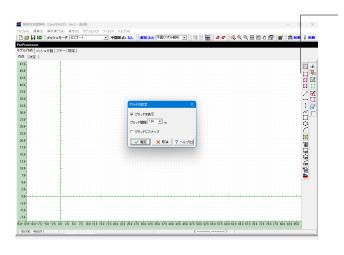
解析は以下の条件とします。

- ① 地盤は2次元平面ひずみモデルとする。
- ②解析は2次元弾塑性FEM解析(線形弾性)とする。
- ③ 掘削土留め工が既設橋脚に及ぼす影響を検討する。 土留め工右壁から橋脚センタまでの離れは15.00mである。



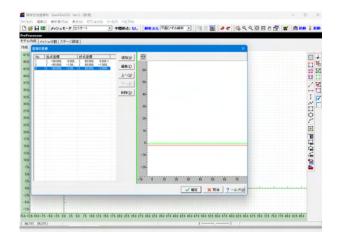
2-1 モデル作成

作成



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」ボタンを押します。

※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。



外形形状を作成します。

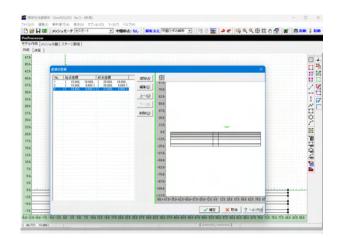
右ツールメニューから直線の登録をクリックします。

「追加」ボタンを押し、座標値を入力して「確定」ボタンを押します。

	X(m)	Y(m)
1	-80.000	0.000
2	80.000	0.000

同じ手順で下図に従って座標値を全て入力して「確定」ボタンを押します。

No.	始点座標	終点座標
1	(-80.000, 0.000)	(80.000, 0.000)
2	(-80.000, -1.000)	(80.000, -1.000)
3	(-80.000, -2.000)	(80.000, -2.000)
4	(-80.000, -4.000)	(80.000, -4.000)
5	(-80.000, -5.000)	(80.000, -5.000)
6	(-80.000, -7.000)	(80.000, -7.000)
7	(-80.000, -8.000)	(80.000, -8.000)
8	(-80.000, -10.000)	(80.000, -10.000)
9	(-80.000, -13.000)	(80.000, -13.000)
10	(-80.000, -20.000)	(80.000, -20.000)
11	(-80.000, -21.000)	(80.000, -21.000)
12	(-80.000, -25.000)	(80.000, -25.000)
13	(-80.000, 0.000)	(-80.000, -25.000)
14	(-5.000, 0.000)	(-5.000, -25.000)
15	(5.000, 0.000)	(5.000, -25.000)
16	(80.000, 0.000)	(80.000, -25.000)



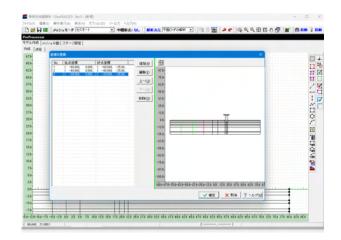
橋脚形状を作成します。

再度右ツールメニューから直線の登録 をクリックし、

同じ手順で下図に従って座標値を全て入力して「確定」 ボタンを押します。

No.	始点座標	終点座標
1	(15.000, 10.000)	(25.000, 10.000)
2	(15.000, 9.000)	(25.000, 9.000)
3	(18.400, 8.000)	(21.600, 8.000)
4	(15.000, 10.000)	(15.000, 9.000)
5	(25.000, 10.000)	(25.000, 9.000)
6	(15.000, 9.000)	(18.400, 8.000)
7	(25.000, 9.000)	(21.600, 8.000)
8	(18.400, 8.000)	(18.400, 0.000)
9	(21.600, 8.000)	(21.600, 0.000)
10	(16.500, 0.000)	(16.500, -2.000)
11	(23.500, 0.000)	(23.500, -2.000)
12	(17.375, -2.000)	(17.375, -25.000)
13	(19.125, -2.000)	(19.125, -25.000)
14	(20.875, -2.000)	(20.875, -25.000)
15	(22.265, -2.000)	(22.265, -25.000)

状を全て四角形もしくは三角形で分割します。

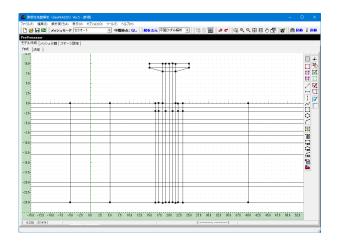


補助線を入力します。

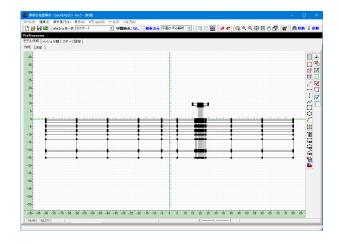
再度右ツールメニューから直線の登録 をクリックし、

同じ手順で下図に従って座標値を全て入力して「確定」 ボタンを押します。

		1
No.	始点座標	終点座標
1	(-60.000, 0.000)	(-60.000, -25.000)
2	(-40.000, 0.000)	(-40.000, -25.000)
3	(-20.000, 0.000)	(-20.000, -25.000)
4	(20.000, 10.000)	(20.000, -25.000)
5	(40.000, 0.000)	(40.000, -25.000)
6	(60.000, 0.000)	(60.000, -25.000)



右ツールメニューから垂線モード **を選択し、左図に従って** 橋脚周辺に補助線を入力します。



交点生成モード をクリックして交点を生成します。

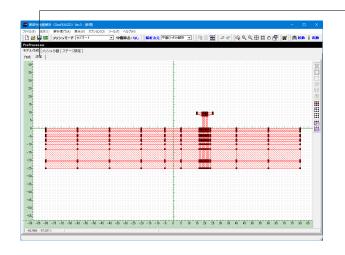
右ツールメニューから矩形選択モード を選択し、はみ出し

た線分をドラッグして囲み、右クリック-「削除」を選択または「Delete」キーを押して削除します。

近接点のチェック

詳細はトンネル編を参照してください。

決定



モデル作成「決定」タブに切り替えます。

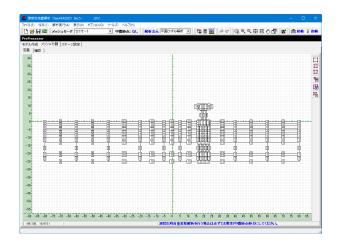
モデルを作成してから、初めて本タブを選択した場合には、 プログラム内部で三角形と四角形を自動認識して ブロックを生成し、自動的にブロック化された部分は 塗りつぶし表示されます。

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。

実行して下さい。

2-2 メッシュ分割

定義



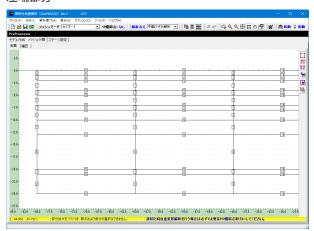
メッシュ分割の条件を設定します。 「メッシュ分割」-「定義」タブに切り替えます。

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

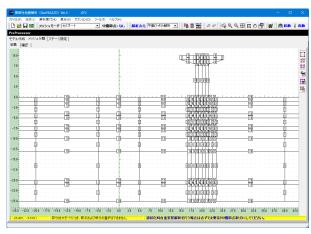
します。

設定手順はP.21と同様ですので参照ください。

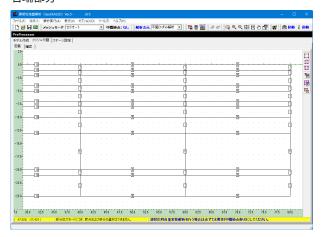
左端部分



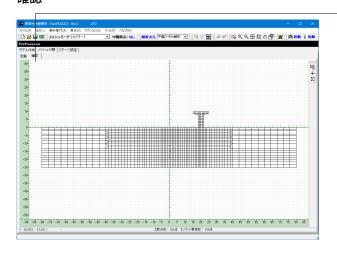
左中央寄り部分



右端部分



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 4:

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 - :

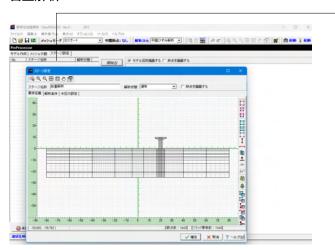
クリックすると、節点番号を表示/非表示します。

要素番号の表示ボタン 1

クリックすると要素番号を表示/非表示します。

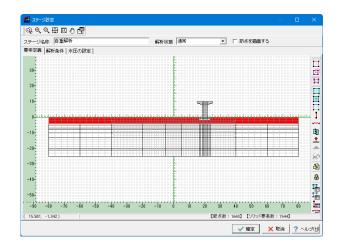
2-3 ステージ設定

自重解析



初期応力解析用という位置づけで、掘削前を再現します。

「ステージ設定」タブに切り替え、「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「自重解析」と入力します。



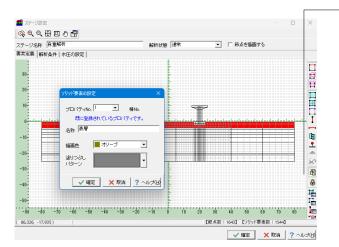
ソリッド要素を定義します。

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

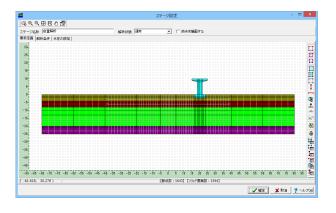
お薦めします。

左図に従って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。))

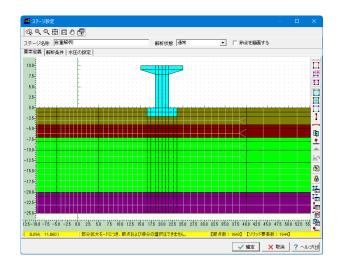


- 右ツールメニューから、編集/決定ボタン **き**をクリックする か、右クリック-[編集]を選択します。

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」ボタンを押します。

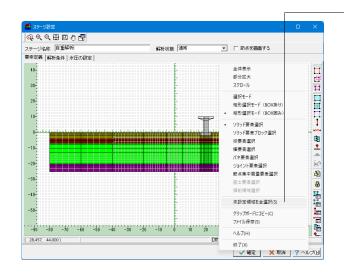


同様に左図に従って各ソリッド要素の設定を行い、「確定」 ボタンを押します。

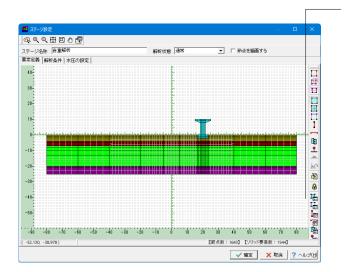


拡大した図です。

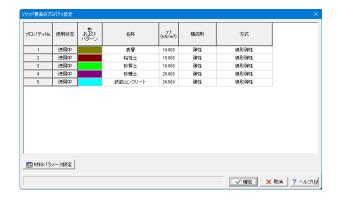
プロパティNo.	名称	描画色	パターン
1	表層	オリーブ	上記
2	粘性土	栗色	1と同一
3	砂質土	ライム	1と同一
4	砂礫土	紫色	1と同一
5	鉄筋コンクリート	アクア	1と同一



最後に橋脚上部を残し、右クリックー「未設定領域を全選択」 を行うと簡単に選択することができます。



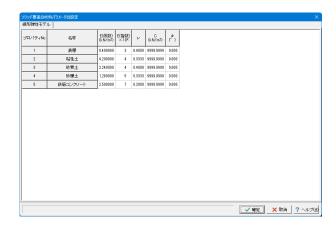
右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 リックします。



下図に従って値を入力します。

プロパティNo.	名称	τt(kN/m³)
1	表層	14.000
2	粘性土	19.000
3	砂質土	18.000
4	砂礫土	20.000
5	鉄筋コンクリート	24.500

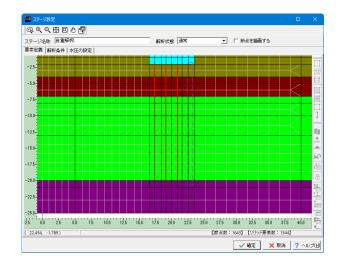
左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。



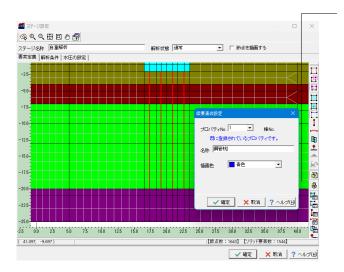
下図に従って値を入力します。

プロパティ	名称	E(仮数)	E(指数)	ν
No.		(kN/m²)	×10x	
1	表層	8.400000	3	0.4000
2	粘性土	4.200000	4	0.3333
3	砂質土	2.240000	4	0.4000
4	砂礫土	1.260000	5	0.3333
5	鉄筋コンクリート	2.500000	7	0.2000

「確定」 ボタン2回を押し、設定画面を閉じます。



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。)

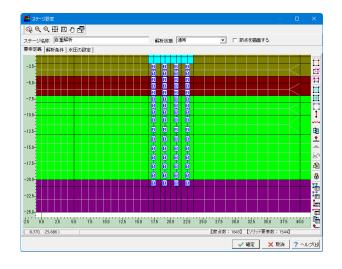


右ツールメニューから、編集/決定ボタン 📸 をクリックする

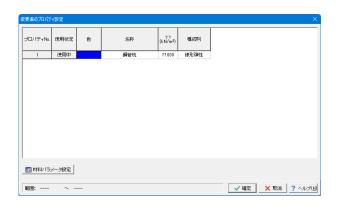
か、右クリック-[編集]を選択します。

左図に従って「梁要素の設定」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」ボタンを押します。

プロパティNo. 名称		描画色
1	鋼管杭	青



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 Temをクリック します。

下図に従って値を入力します。

プロパティNo.	名称	τt(kN/m³)	構成則
1	鋼管杭	77.000	線形弾性

左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。

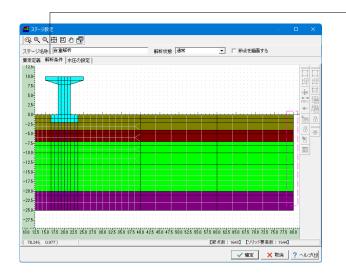


下図に従って値を入力します。

プロパティ	名称	A(仮数)	A(指数)	I(仮数)	I(指数)
No.		(m²)	×10x	(m4)	×10x
1	鋼管杭	1.481100	-2	8.800000	-4

E(仮数)	E(指数)
(m²)	×10x
2.000000	8

「確定」ボタン2回を押し、設定画面を閉じます。



「解析条件」タブに切り替えます。

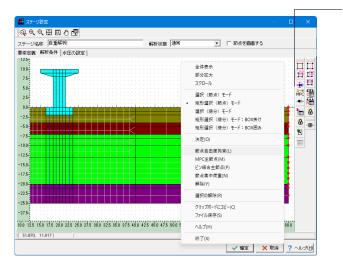
(節点に条件を与える場合は、上部の「節点を描画する」に チェックを入れますと、操作がスムーズに行えます。)

節点自由度拘束を設定します。

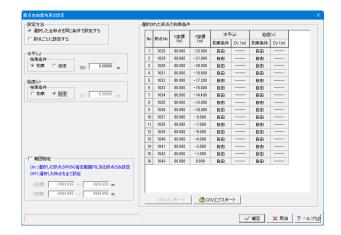
右ツールメニューから左列の矩形選択 (節点) モード をクリックします。

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。



左図に従って各自由度の拘束条件を入力し、「確定」ボタンを押します。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

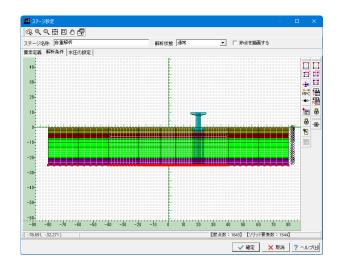
「節点ごとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

自由



一番下側の一行も同様に節点自由度拘束を設定し、「確定」ボタンを2回押して設定画面を閉じます。

設定方法:

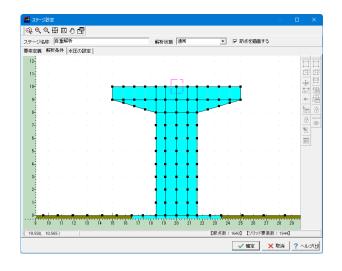
選択した全節点を同じ条件で設定する

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

拘束



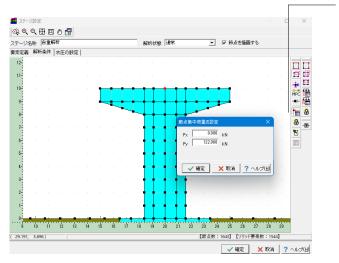
節点集中荷重を設定します。

※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。

上部「節点を描画する」にチェックを入れます。

選択(節点)モード または矩形選択(節点)モード を

クリックし、左図に従って節点集中荷重を設定する節点を選択 します。選択すると、節点が赤表示されます。



節点集中荷重の設定 をクリックするか右クリックー「節点 集中荷重」を選択します。

荷重値を設定し「確定」ボタンを押します。

Px:0.000kN Py:-122.000kN



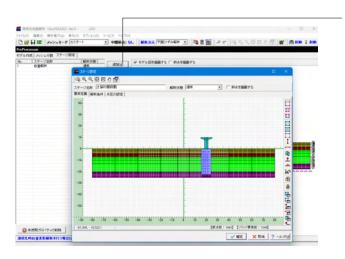
解析条件を設定します。

※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回押して設定画面を閉じます。

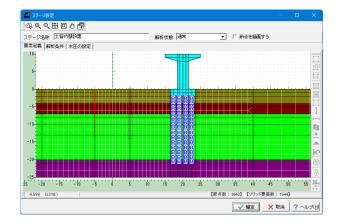
土留め壁設置



土留め壁を設置します。

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。

「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「土留め壁設置」と入力します。



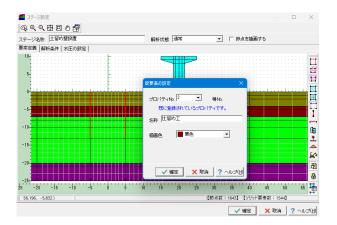
土留め壁を梁要素で設定します。

ツールメニューから矩形選択モード(BOX囲み) 📘 と、梁要



素選択をクリックします。

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。)

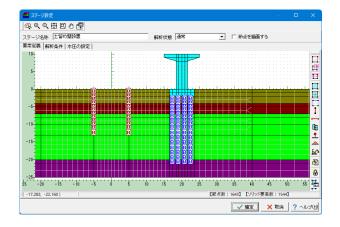


右ツールメニューから、編集/決定ボタン 💦 をクリックする

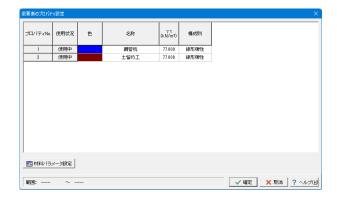
か、右クリック-[編集]を選択します。

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」ボタンを押します。

プロパティNo.	名称	描画色
2	土留め工	栗色



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。

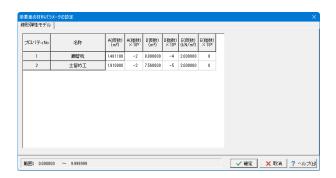


右ツールメニューから梁要素のプロパティ設定 Timeをクリック します。

下図に従って値を入力します。

プロパティNo.	名称	τt(kN/m³)	構成則
1	鋼管杭	77.000	線形弾性
2	土留め工	77.000	線形弾性

左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。

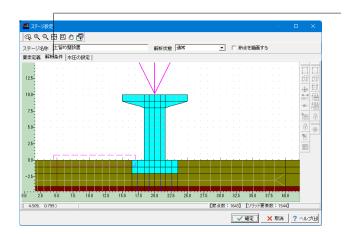


下図に従って値を入力します。

プロパティ	名称	A(仮数)	A(指数)	I(仮数)
No.		(m²)	×10x	(m4)
1	鋼管杭	1.481100	-2	8.800000
2	土留め工	1.910000	-2	7.560000

l(指数)	E(仮数)	E(指数)
×10x	(m²)	×10x
-4	2.000000	8
-5	2.000000	8

「確定」ボタン2回を押し、設定画面を閉じます。



「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。)

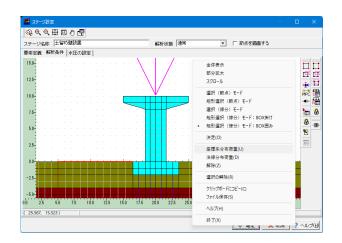
座標系分布荷重を設定します。

※2列並んでいるアイコングループの内、右側を使用します。

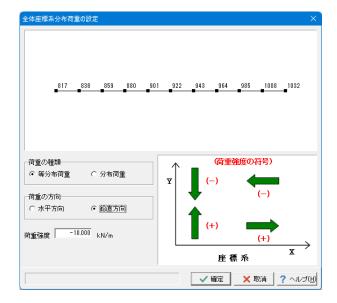
選択モード しょくは矩形選択モード (BOX掛け) しょく

矩形選択モード(BOX囲み) [をクリックします。

左図に従って全体座標系分布荷重を設定する要素の面(辺) を選択します。(現在選択されていない面(辺)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面(辺)を選択 すると選択が解除された状態になります。)

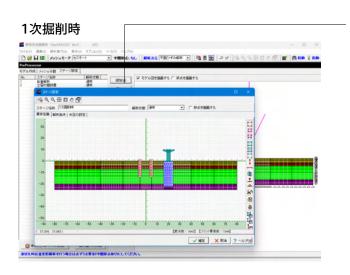


全体座標系分布荷重の設定 をクリックするか右クリックー 「座標系分布荷重」を選択します。

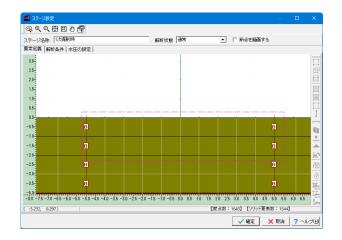


荷重値を設定して「確定」ボタンを押します。

荷重の方向:鉛直方向 荷重強度:-10.000kN/m



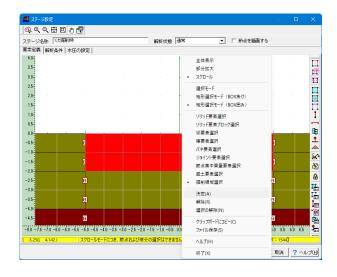
「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「1次掘削時」と入力します。



掘削領域(削除)の指定をします。

矩形選択モード(BOX囲み) と掘削領域選択 をクリックします。

左図に従って掘削するブロックを選択します。(現在選択されていないブロックを選択すると赤い枠で括られて選択表示されます。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。)



編集/決定 きクリックするか右クリックー「決定」を選択します。



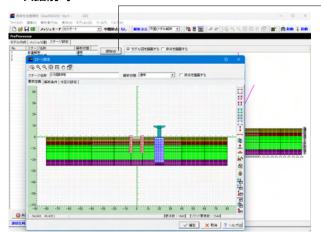
応力解放率の設定をします。

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。

掘削領域の応力解放率を「1.00」と入力して「確定」ボタンを2回押し、設定画面を閉じます。

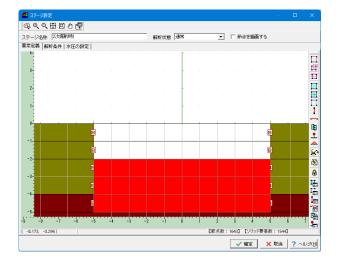
※2ステージ目以降で荷重をかけない場合、前のステージの荷重を打ち消す(前のステージの荷重の逆向きの荷重をかけるに等しい)ことになります。上部工の重量のように常にかかっている荷重の場合は全ステージに載荷する必要があります。

2次掘削時



-2次掘削時として、G.L.-1.0mに切ばりを設置し、G.L.-5.0m面 まで掘削します。

「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「2次掘削時」と入力し ます。

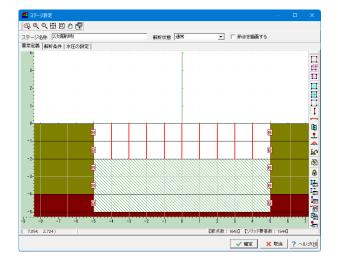


掘削領域(削除)の指定をします。

矩形選択モード(BOX囲み) と掘削領域選択 をク リックします。

左図に従って掘削するブロックを選択します。(現在選択され ていないブロックを選択すると赤い枠で括られて選択表示さ 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。)

編集/決定 🔀 をクリックするか右クリックー 「決定」を選択 します。



ツールメニューから矩形選択モード(BOX囲み) 🚺 と、梁要

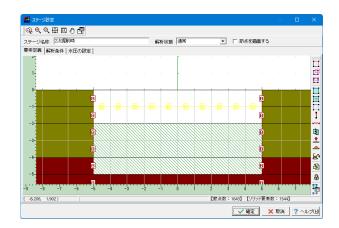
素選択 をクリックします。

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/決定ボタン 💦 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「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 色を設定し、「確定」ボタンを押します。

プロパティNo.	名称	描画色
3	切梁	黄色



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。

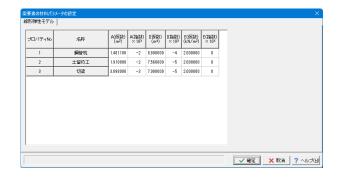


右ツールメニューから梁要素のプロパティ設定します。

下図に従って値を入力します。

プロパティNo.	名称	τt(kN/m³)	構成則
1	鋼管杭	77.000	線形弾性
2	土留め工	77.000	線形弾性
3	切梁	77.000	線形弾性

左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。

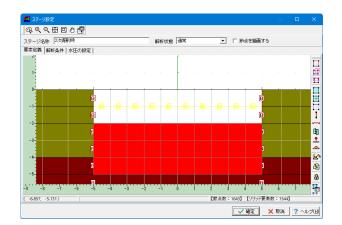


下図に従って値を入力します。

プロパティ	名称	A(仮数)	A(指数)	I(仮数)
No.		(m²)	×10x	(m4)
1	鋼管杭	1.481100	-2	8.800000
2	土留め工	1.910000	-2	7.560000
3	切梁	3.098000	-3	7.000000

I(指数)	E(仮数)	E(指数)
×10x	(m²)	×10x
-4	2.000000	8
-5	2.000000	8
-5	2.000000	8

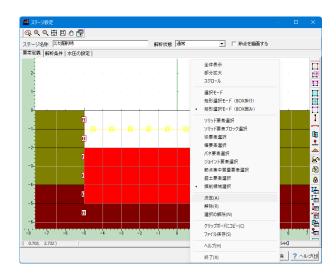
「確定」 ボタン2回を押し、設定画面を閉じます。



掘削領域(削除)の指定をします。

矩形選択モード(BOX囲み) と掘削領域選択 をクリックします。

左図に従って掘削するブロックを選択します。(現在選択されていないブロックを選択すると赤い枠で括られて選択表示されます。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。)



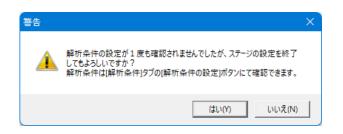
編集/決定 **※** をクリックするか右クリックー「決定」を選択します。



応力解放率の設定をします。

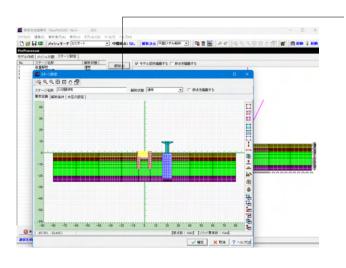
右ツールメニューから応力解放率の設定 😍 をクリックします。

掘削領域の応力解放率を「1.00」と入力して「確定」ボタンを2回押し、設定画面を閉じます。



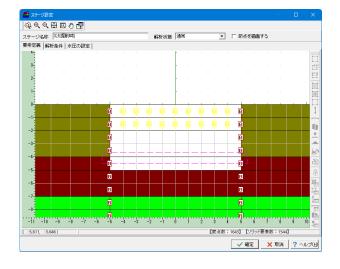
解析条件を設定しない時は、左図のような警告が表示されま すが、「はい」を選択します。(以降各ステージ同様)

3次掘削時



3次掘削時として、G.L.-4.0mに切ばりを設置し、G.L.-8.0m面 まで掘削します。

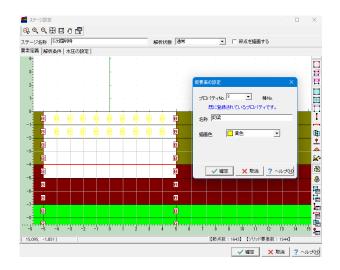
「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「3次掘削時」と入力し ます。



ツールメニューから矩形選択モード(BOX囲み) 🚼 と、梁要

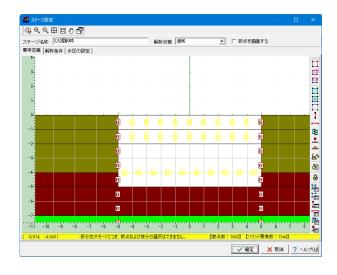
素選択をクリックします。

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。)

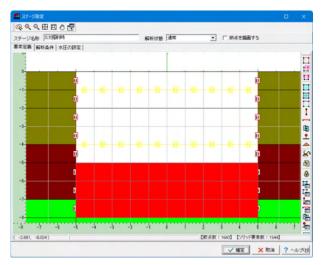


右ツールメニューから、編集/決定ボタン 💦 をクリックする

か、右クリック-[編集]を選択し、プロパティNo.「3」を選択して「確定」ボタンを押します。



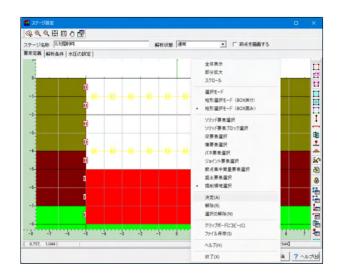
プロパティ番号が割り当てられた線分上に梁要素を示す「B」が表示されます。



掘削領域(削除)の指定をします。

矩形選択モード(BOX囲み) と掘削領域選択 をクリックします。

左図に従って掘削するブロックを選択します。(現在選択されていないブロックを選択すると赤い枠で括られて選択表示されます。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。)



編集/決定 をクリックするか右クリックー「決定」を選択 します。

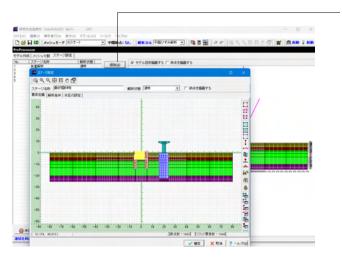


応力解放率の設定をします。

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。

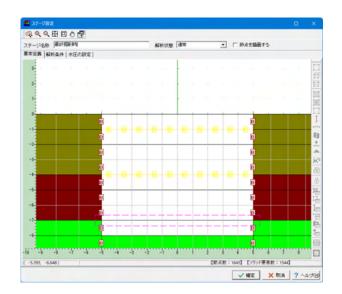
掘削領域の応力解放率を「1.00」と入力して「確定」ボタンを2回押し、設定画面を閉じます。

最終掘削時



最終掘削時として、G.L.-7.0mに切ばりを設置し、G.L.-5.0m面まで掘削します。

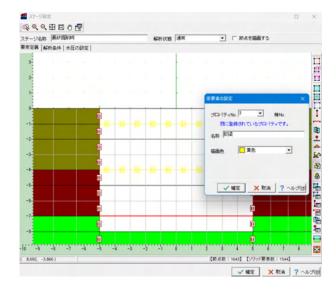
「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「最終掘削時」と入力します。



ツールメニューから矩形選択モード (BOX囲み) 🎁 と、梁要

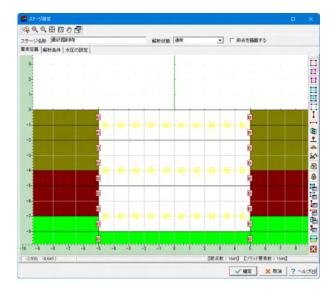
素選択をクリックします。

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。)

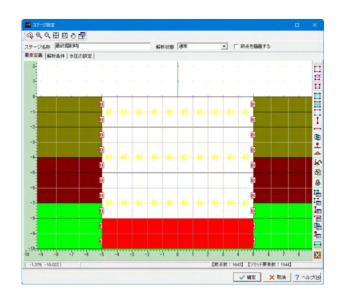


右ツールメニューから、編集/決定ボタン 🎉 をクリックする

か、右クリック-[編集]を選択し、プロパティNo.「3」を選択して 「確定」ボタンを押します。



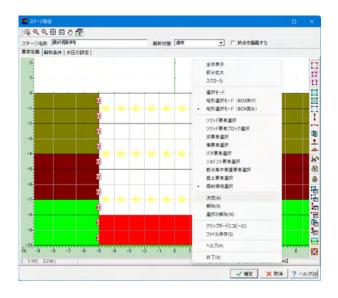
プロパティ番号が割り当てられた線分上に梁要素を示す「B」 が表示されます。



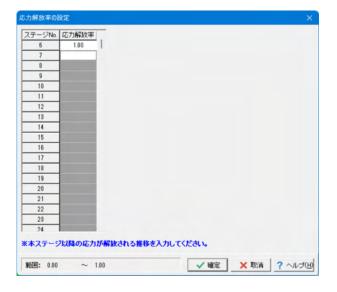
掘削領域(削除)の指定をします。

矩形選択モード(BOX囲み) と掘削領域選択 をクリックします。

左図に従って掘削するブロックを選択します。(現在選択されていないブロックを選択すると赤い枠で括られて選択表示されます。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。)



編集/決定 をクリックするか右クリックー「決定」を選択します。



応力解放率の設定をします。

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。

掘削領域の応力解放率を「1.00」と入力して「確定」ボタンを2回押し、設定画面を閉じます。

3 斜面のSSR安定解析

サンプルデータ「斜面のSSR安定解析」-「Slope_浸透流解析連携.GF2」を例題として作成します。

※サンプルデータには、GeoFEAS2Dデータ (*.GF2) の他にVGFlowデータ (*.VG2) や地盤解析用地形データファイル (*.GF1) が含まれています。

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。

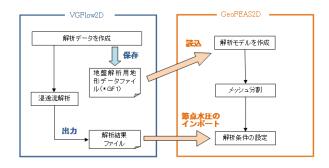
解析は以下の条件とします。

- ① 地盤は2次元平面ひずみモデルとする。
- ②解析はせん断強度低減法を用いた弾塑性FEM解析とする。
- ③ 降雨浸透に対して斜面の安全率を求め、豪雨時の高盛土の安定性を検討する。
- ※浸透流解析は当社「二次元浸透流解析 (VGFlow2D)」により実地し、その解析結果を利用する。



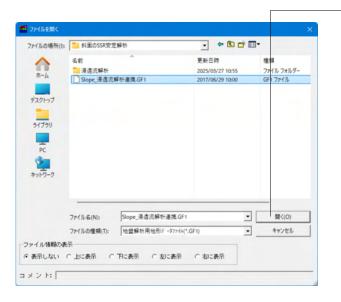
【解析の流れ】

まずVGFlow2Dにより解析モデルを作成し、浸透流解析を行います。次にGeoFEAS2Dにより、VGFlow2Dで作成した地盤解析用地形データファイル (*.GF1) を利用して解析モデルを作成し、解析条件の[水圧の設定]にてVGFlow2Dの解析結果をインポートします。



3-1 モデル作成

作成

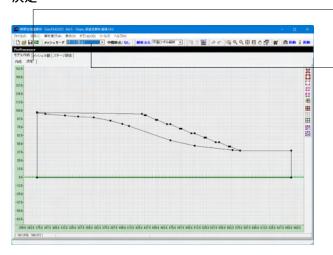


地盤解析用地形データ (*.GF1) をインポートします。

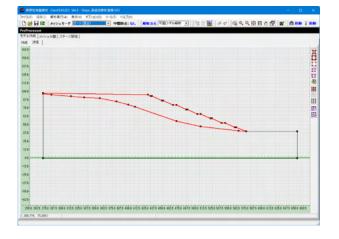
「ファイル」 - 「ファイルを開く」 からファイルの種類を「地盤解析用地形データファイル(*.GF1)」 を選択し、インポートするファイル開きます。

※地盤解析用地形データ (*.GF1) は当社二次元浸透流解析 (VGFlow2D) などからエクスポートできます。

決定

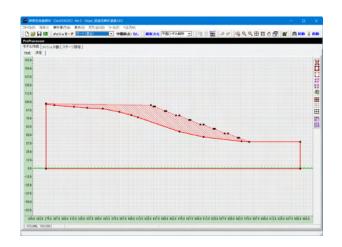


- ① 「決定」タブに切り替えます。
- ② オートメッシュ機能によりメッシュ分割を行う場合は手動でブロックを定義する必要があります。
- ※メッシュ分割が『セミオート』の場合は、「トンネル編」や「土留め工編」に示したように自動でブロック化されます。 メッシュモードを「オート(混合)」に変更します。

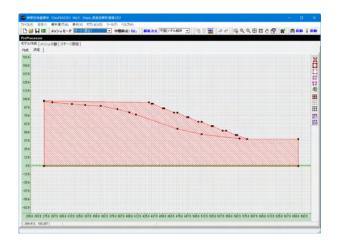


- 右ツールメニューからブロック指定 をクリックし、ONの 状態にします。
- 選択モード もしくは矩形選択モード をクリックし、左 図に従って盛土分部の線分を選択します。

決定 選 をクリックし、ブロック化します。



左図に従って残りの部分 (基礎地盤分部) を同様に選択します。



決定 👸 をクリックし、ブロック化します。

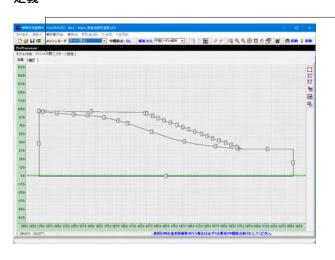
【ブロックを解除する場合】

ブロックを解除する場合は、ブロック解除モード 🚻 をクリッ

クしてONの状態にした後、指定済みのブロックの任意の箇所をクリックします。

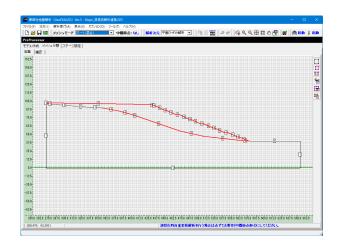
3-2 メッシュ分割

定義

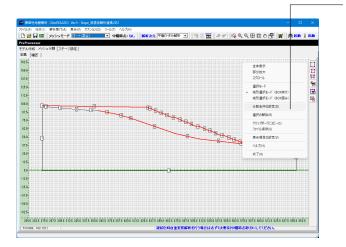


メッシュ分割の条件を設定します。

「メッシュ分割」 - 「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 をクリックし、左図に従って盛土分部の線分を選択します。

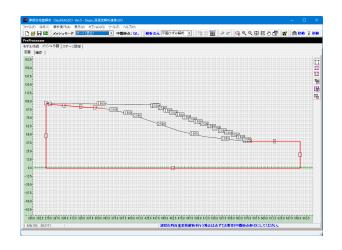


右ツールメニューの分割条件の設定 ボタンをクリックする か右クリックで表示されるポップアップメニューより「分割条件の設定」を選択します。



分割幅にチェックを入れ、左図に従って値を入力し、「確定」 ボタンを押します。

分割幅: 2.500(m)



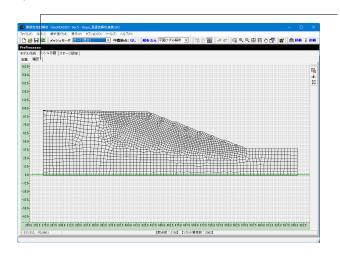
先程選択していなかった線分全てを選択し、左図に従って分割 幅を設定し、「分割条件の設定」を選択します。



分割幅にチェックを入れ、左図に従って値を入力し、「確定」 ボタンを押します。

分割幅:5.000(m)

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 4.1.

クリックすると、節点番号を表示/非表示します。

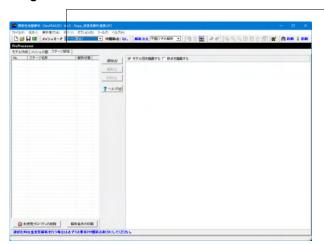
要素番号の表示ボタン 1 :

クリックすると要素番号を表示/非表示します。

今回はオートメッシュ機能により、以上のように分割されました。オートメッシュの場合は内部でオートメッシュ分割のルールに従い、自動的にメッシュ分割されますので、意図したメッシュにならない場合はメッシュモードや分割条件を変更して下さい。

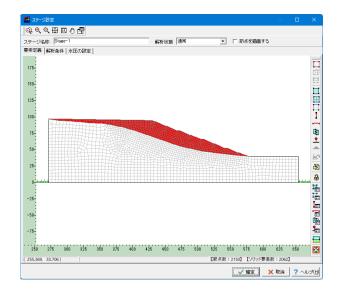
3-3 ステージ設定

Stage-1



地盤の応力解析に加え、せん断強度低減法を同時に検討します。

「ステージ設定」タブに切り替え、「追加」ボタンを押します。

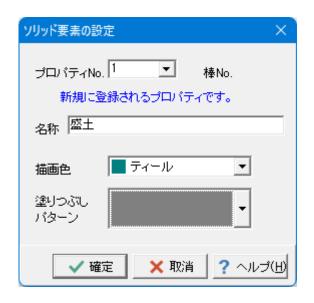


ソリッド要素を定義します。

右ツールメニューからソリッド要素ブロック選択 ## を選択

し、盛土分部のブロックをクリックして選択します。

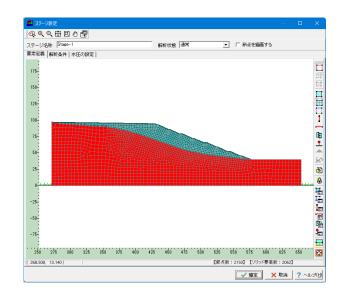
(ブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。(既に選択されているブロックを選択すると選択が解除された状態になります。))



右ツールメニューから、編集/決定 きっリックするか、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」ボタンを押します。

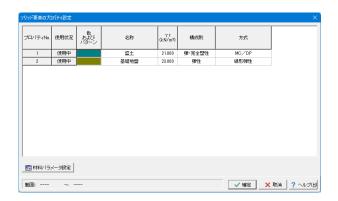
※描画色はブロック選択色が赤色なので、赤色以外を選択されることをお奨めします。



同様に基礎地盤部分も選択します。

ソリッド要素の設定	×
プロパティNo. 2 棒No.	
新規に登録されるプロバティです。	
名称 基礎地盤	
描画色 ■ オリーブ ▼	
塗りつぶし バターン	
✓ 確定	ĵ(<u>Н</u>)

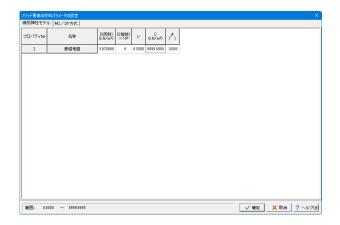
左図に従ってソリッド要素の設定を行い、「確定」 ボタンを押します。



① 右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 まを クリックし、下図に従って値を入力します。

プロパティNo.	名称	τt(kN/m³)	構成則	方式
1	盛土	21.000	弾・完全塑性	MC/DP
2	基礎地盤	23.000	弾性	線形弾性

② 左下「材料パラメータ設定」 ボタンを押します。



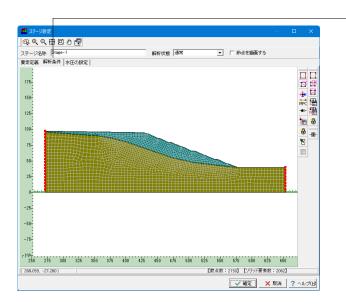
「線形弾性モデル」、「MC/DP方式」タブの値を下図に従って入力し、「確定」 ボタン2回を押して設定画面を閉じます。

	プロパティ	名称	E(仮数)	E(指数)	V
	No.		(kN/m³)	×10x	
	2	基礎地盤	3.970000	6	0.3300
i		1 , 1			

С	φ
(kN/m³)	(°)
9999.9999	0.000

プロパティ No.	名称	E(仮数) (kN/㎡)	E(指数) ×10x	٧
1	盛土	6.146600	4	0.3300

С	φ	Ψ	せん断強度低減法
(kN/m³)	(°)	(°)	
10.0000	35.000	0.000	適用する



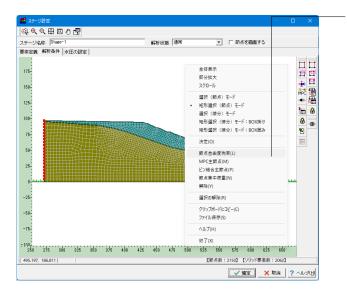
「解析条件」タブに切り替えます。

節点自由度拘束を設定します。

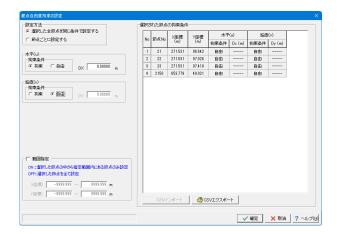
右ツールメニューから左列の矩形選択 (節点) モード をクリックします。

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。



左図に従って各自由度の拘束条件を入力し、「確定」 ボタンを押します。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

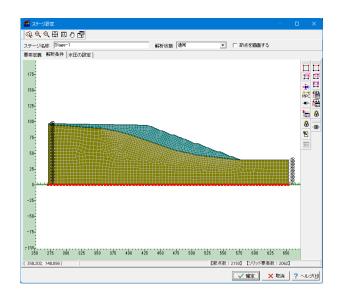
「節点でとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

自由



一番下側の一行も同様に節点自由度拘束を設定し、「確定」ボタンを2回押して設定画面を閉じます。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

水平:拘束

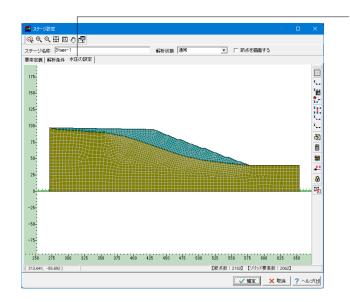
垂直:拘束



解析条件を設定します。

右ツールメニューから左列の解析条件の設定 🎦 をクリック

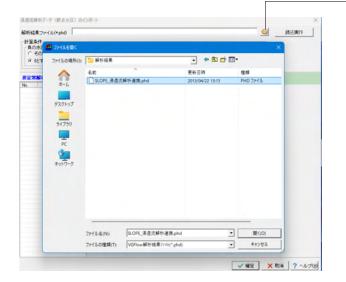
し、左図に従って「本ステージ追加節点の変位をゼロにする」 とせん断強度逓減法の適用「適用する」にチェックを入れ、 「確定」ボタンを押します。



「水圧の設定」タブに切り替えます。

水圧の設定は基本的には水位線を設定することにより行いま すが、当社「二次元浸透流解析 (VGFlow2D)」の解析結果を インポートすることもできます。

今回は「二次元浸透流解析 (VGFlow2D)」の解析結果をイン ポートします。

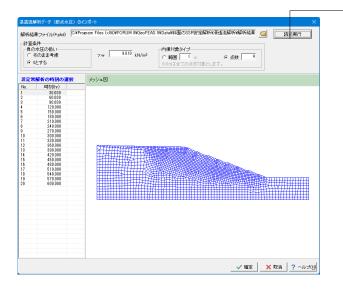


右ツールメニューから浸透流解析データ(節点水圧) 🌌 をク

リックし、インポート画面が表示されたら上部の「ファイルを開 く 🕥 」 ボタンをクリックしてインポートする浸透流解析データ

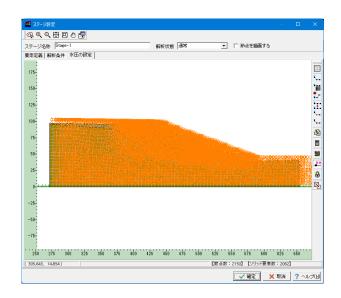
(*.phd) を開きます。

※節点水圧をインポートするには解析結果ファイル (*.phd) と入力データファイル (*.oti) が必要です。いずれも、弊社「二 次元浸透流解析(VGFlow2D)」の計算実行後に出力されま す。「*.oti」ファイルについては、指定した解析結果ファイル (*.phd) と同じフォルダにある「*.oti」 ファイルが自動的に読み 込まれます。すなわち、インポートする際は必ず「*.phd」ファイ ルと「*.oti」ファイルが同じフォルダにある必要があります。



「読込実行」ボタンを押すと、インポートされた解析結果の メッシュ図が表示されます。(非定常解析の場合は時刻も読み 込まれます。その場合は、インポートする時刻を選択します。)

「確定」ボタンを押します。



節点水圧がインポートされます。

4 河川堤防の地震時変形解析

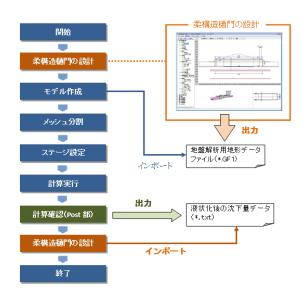
サンプルデータ「河川堤防の地震時変形解析」-「計算事例-01.GF2」を例題として作成します。 堤防 (土堤) の地震時変形解析計算例 (平成19年5月25日版) です。 各入力項目の詳細については製品の【ヘルプ】をご覧ください。

解析条件は以下の通りです。

- ① 解析条件
- a) 液状化解析を行う。
- b) 境界条件は、底面が鉛直・水平方向とも変位固定、側面が水平方向変位固定・鉛直方向変位自由とする。

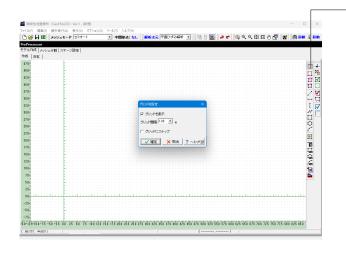
当社「柔構造樋門の設計」と連携し、GeoFEAS2Dの液状化解析結果を利用して、柔構造樋門のレベル2耐震性能照査行うことも可能です。

【連携する場合の操作の流れ】



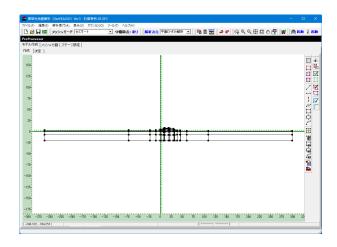
4-1 モデル作成

作成.



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」ボタンを押します。

※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。



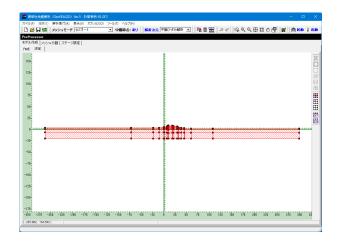
直線の登録 等を利用してモデル作成を行います。トンネル

や土留め工、斜面の例を参照して下さい。

近接点のチェック

詳細はトンネル編を参照してください。

決定



モデル作成「決定」タブに切り替えます。

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。

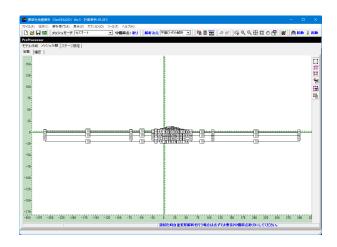
モデルを変更する場合には、本タブで変更箇所のブロックを解除してから[モデル作成]-[作成]タブに戻り、モデルを編集してください。モデルを更新した場合は、再度本タブを選択しただけでは自動ブロック化は行いません。

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。

4-2 メッシュ分割

定義



メッシュ分割の条件を設定します。

「メッシュ分割」- 「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、左図に従って分割数を定義する線分を選択します。

設定手順はP.21と同様ですので参照ください。

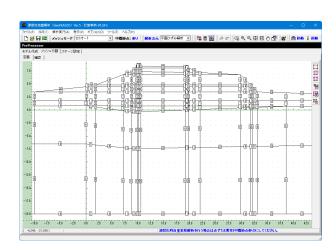


今回は二次要素(中間節点あり)としますので、中間節点の指定はより、中間節点を「有り」として下さい。

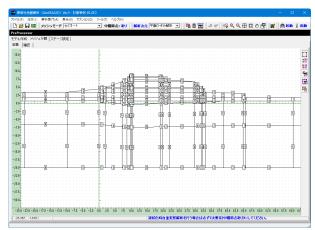
※液状化解析において二次要素の設定は必要か (Q2-90参照)

https://www.forum8.co.jp/faq/win/geo2d.htm#q2-90

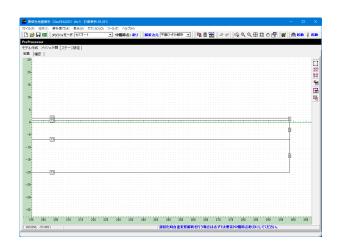
中央詳細



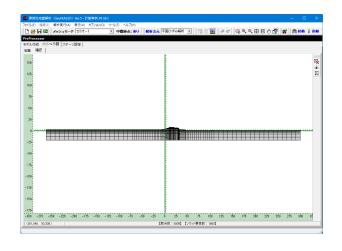
中央広域



端部分(左右対称共通)



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→・

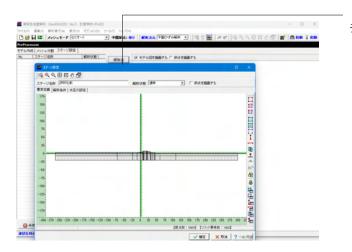
クリックすると、節点番号を表示/非表示します。

要素番号の表示ボタン 1 :

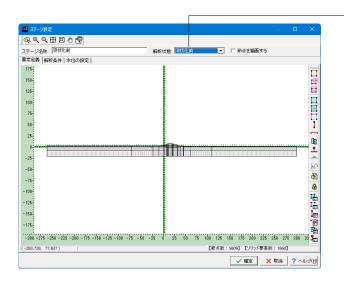
クリックすると要素番号を表示/非表示します。

4-3 ステージ設定

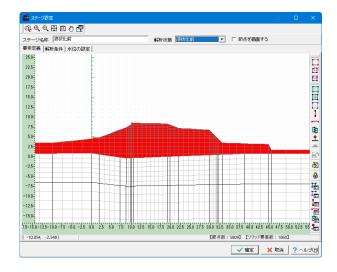
液状化前



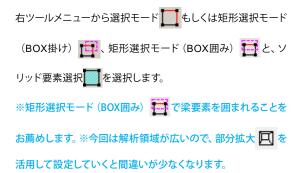
「ステージ設定」タブに切り替え、「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「液状化前」と入力します。



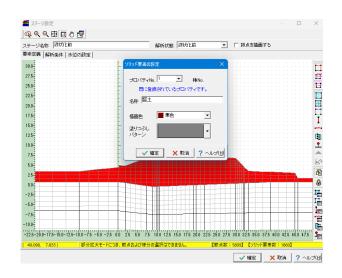
解析状態は「液状化前」を選択します。



ソリッド要素を定義します。



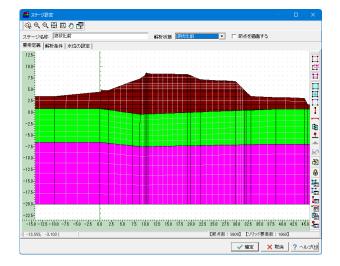
左図に従ってプロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。(ブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。(既に選択されているブロックを選択すると選択が解除された状態になります。))



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

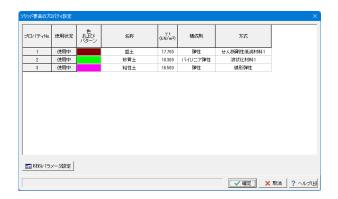
左図に従って「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」ボタンを押します。

プロパティNo.	名称	描画色
1	盛土	栗色



同様に下図に従って各ソリッド要素の設定を行い、「確定」ボタンを押します。

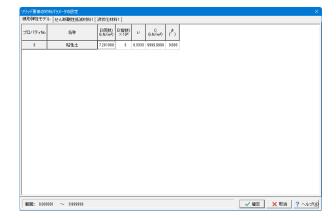
プロパティNo.	名称	描画色
1	盛土	栗色
2	砂質土	ライム
3	粘性土	赤紫色



① 右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 クリックし、下図に従って値を入力します。

プロパティ	名称	τt(kN/m³)	構成則	方式
No.				
1	盛土	17.700	弾性	せん断剛性
				低減材料1
2	砂質土	18.300	バイリニア弾性	液状化材料1
3	粘性土	16.500	弾性	線形弾性

② 左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。



下図に従って各タブの値を入力し、「確定」ボタン2回を押して 設定画面を閉じます。

・線形弾性モデルタブ

プロパティ	名称	E(仮数)	E(指数)	V
No.		(kN/m³)	×10x	
3	粘性土	7.281000	3	0.3333

С	φ
(kN/m³)	(°)
9999.9999	0.000

・せん断剛性低減材料1タブ

プロパティ	名称	G0(仮数)	G0(指数)	V0
No.		(kN/m³)	×10x	
1	盛土	4.936000	3	0.3330

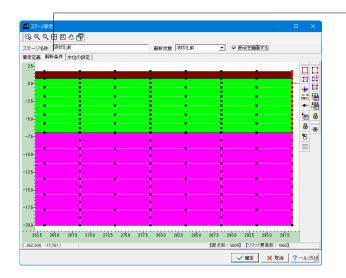
G1(仮数)	G1(指数)
(kN/m³)	×10x
4.936000	2

・液状化材料1タブ

プロパテ	ィ :	名称	地震時せん断応力比			土の)	上載圧の
No.			の計算方法			種類	į	計算方法
2	砂	質土	2			1		3
G0(仮数	() G(0(指数	() v0	٧L		2(仮数)		G2(指数)
(kN/m³)) [:	×10x		(%)	(kN/m³)		×10x
6.722000		3	0.3330	0.000	0.0	00000	0	0
NI/去	V0	1 1/0	1	F0	_	250	-	<u> </u>

N値	X0	Y0	σv	FC	D50	RL
	(m)	(m)	(kN/m³)	(%)	(mm)	
6.4	18.550	-3.400	0.000	0.000	1.00000	0.230

FL	Dr (%)
	(%)
0.000	0.000



「解析条件」タブに切り替えます。

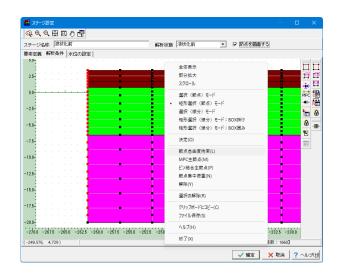
(節点に条件を与える場合は、上部の「節点を描画する」に チェックを入れますと、操作がスムーズに行えます。)

節点自由度拘束を設定します。

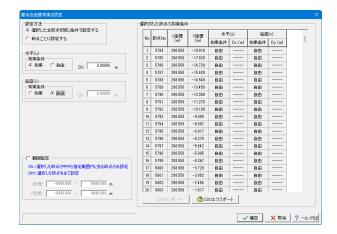
右ツールメニューから左列の矩形選択 (節点) モード をクリックします。

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。



左図に従って各自由度の拘束条件を入力し、「確定」 ボタンを押します。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

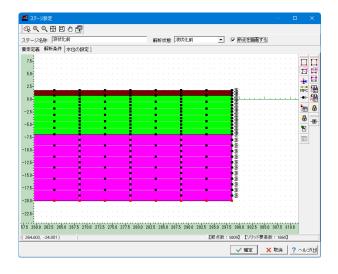
「節点ごとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

自由

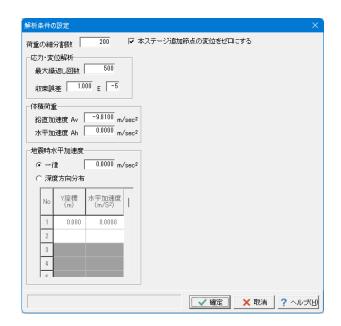


一番下側の一行も同様に節点自由度拘束を設定し、「確定」ボタンを押して設定画面を閉じます。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

水平:拘束 鉛直:拘束

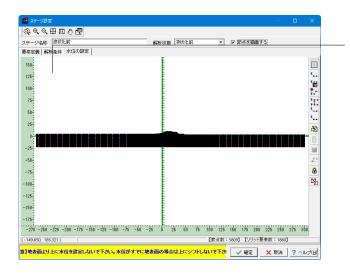


解析条件を設定します。

※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。

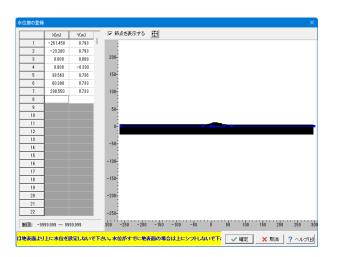
解析条件の設定 1 をクリックし、左図に従って「本ステー

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回押して設定画面を閉じます。



「水位の設定」タブに切り替えます。

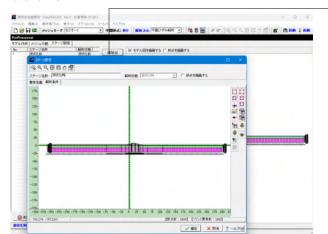
(節点に条件を与える場合は、上部の「節点を描画する」に チェックを入れますと、操作がスムーズに行えます。)



右ツールメニューから水位線の登録 き選択し、下図に従って値を入力して「確定」ボタンを押します。

	X(m)	Y(m)
1	-261.450	0.793
2	-23.200	0.793
3	0.000	0.809
4	8.800	-0.393
5	38.563	0.736
6	60.300	0.733
7	298.550	0.733

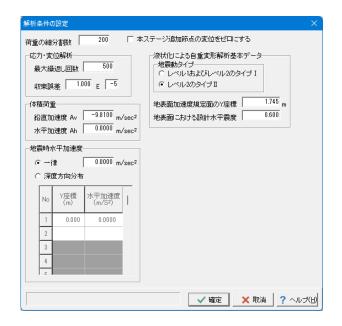
液状化時



「追加」 ボタンを押し、ステージ名称を 「液状化時」 と入力します。

前ステージの解析状態が「液状化前」だと次ステージが自動的 に「液状化時」になります。

「解析条件」タブに切り替えます。



解析条件の設定 1 をクリックし、値を入力して「確定」ボタ

ンを2回押し、設定画面を閉じます。

液状化による自重変形解析基本データ 地震動タイプ:レベル2のタイプII

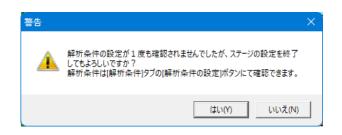
地表面加速度規定面のY座標: 1.745m 地表面における設計水平震度: 0.600

体積圧縮



「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「体積圧縮」と入力します。

前ステージの解析状態が「液状化時」だと次ステージが自動的 に「液状化後の体積圧縮」になります。



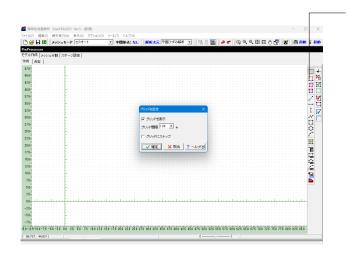
そのまま「確定」ボタンを押します。 解析条件を設定しないため、左図のような警告が表示されますが、「はい」を選択します。

5 河川堤防の地震時変形解析(H28指針)

サンプルデータ「河川堤防の地震時変形解析 (H28指針)」-「計算事例-01 (H28).GF2」を例題として作成します。 「河川構造物の耐震性能照査指針・解説 II. 堤防編」(平成28年3月)に対応した堤防 (土堤)の液状化解析事例です。 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。

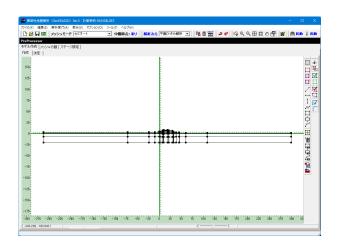
5-1 モデル作成

作成



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」ボタンを押します。

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

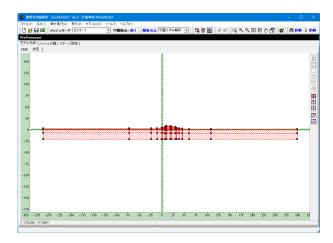


直線の登録 等を利用してモデル作成を行います。トンネル や土留め工、斜面の例を参照して下さい。

近接点のチェック

詳細はトンネル編を参照してください。

決定



モデル作成「決定」タブに切り替えます。

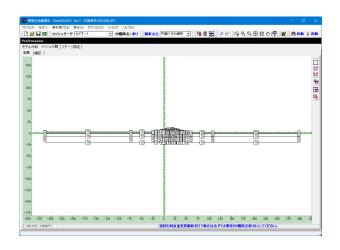
モデルを作成してから、初めて本タブを選択した場合には、プログラム内部で三角形と四角形を自動認識してブロックを生成し、自動的にブロック化された部分は塗りつぶし表示されます。

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。

行して下さい。

5-2 メッシュ分割

定義



メッシュ分割の条件を設定します。

「メッシュ分割」-「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しもしくは矩形選択モード

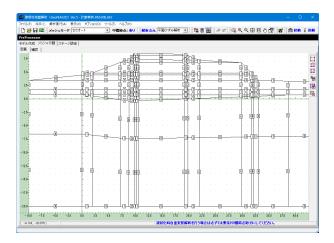
を選択し、左図に従って分割数を定義する線分を選択します。

設定手順はP.21と同様ですので参照ください。

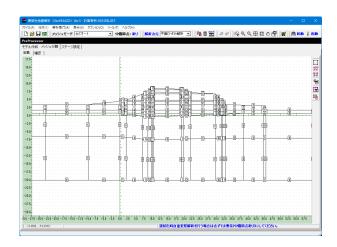


今回は二次要素 (中間節点あり) としますので、中間節点の指定 より、中間節点を「有り」として下さい。

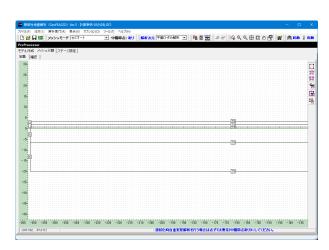
中央詳細



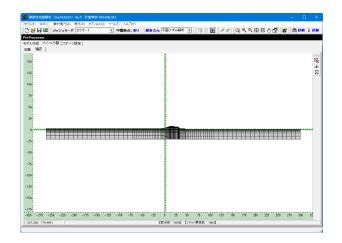
中央広域



端部分(左右対称共通)



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 1

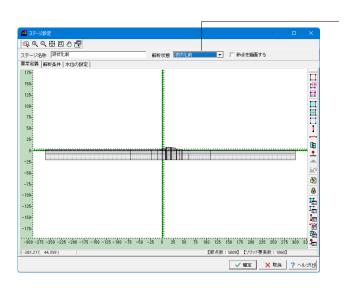
クリックすると要素番号を表示/非表示します。

5-3 ステージ設定

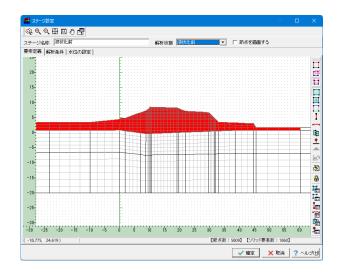
液状化前



「ステージ設定」タブに切り替え、「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「液状化前」と入力します。



解析状態は「液状化前」を選択します。



ソリッド要素を定義します。

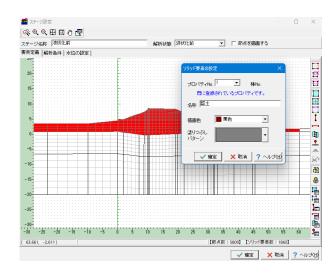
右ツールメニューから選択モード もしくは矩形選択モード (BOX掛け) 乗形選択モード (BOX囲み) と、ソ

リッド要素選択ときま。

※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。※今回は解析領域が広いので、部分拡大 🔲 を

活用して設定していくと間違いが少なくなります。

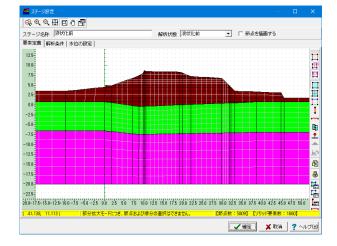
左図に従ってプロパティ番号を割り当てるブロックを選択します。(ブロックを選択すると赤色塗りつぶし状態で選択表示されます。(既に選択されているブロックを選択すると選択が解除された状態になります。))



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

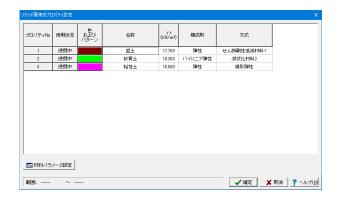
左図に従って「ソリッド要素の設定」ダイアログにて、プロパティ番号を割り当て、名称、描画色、塗りつぶしパターンを設定し、「確定」 ボタンを押します。

プロパティNo.	名称	描画色
1	盛土	栗色



同様に下図に従って各ソリッド要素の設定を行い、「確定」ボタンを押します。

プロパティNo.	名称	描画色
1	盛土	栗色
2	砂質土	ライム
3	粘性土	赤紫色

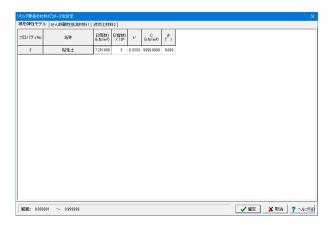


① 右ツールメニューからソリッド要素のプロパティ設定 虚 を

クリックし、下図に従って値を入力します。

プロパティ	名称	τt(kN/m³)	構成則	方式
No.				
1	盛土	17.700	弾性	せん断剛性
				低減材料1
2	砂質土	18.300	バイリニア	液状化材料2
			弾性	
3	粘性土	16.500	弾性	線形弾性

② 左下「材料パラメータ設定」ボタンを押します。



下図に従って各タブの値を入力し、「確定」ボタン2回を押して 設定画面を閉じます。

・線形弾性モデルタブ

9999.9999 0.000

プロパティ	名称	E(仮数) (kN/㎡)	E(指数) ×10x	V
No.		(kN/m³)	×10x	
3	粘性土	7.281000	3	0.3300
С	φ]		
(kN/m³)	(°)			

・せん断剛性低減材料1タブ

プロパティ	名称	G0(仮数)	G0(指数)	v0
No.		(kN/m³)	×10x	
1	盛土	4.936000	3	0.3300

G1(仮数)	G1(指数)
(kN/m³)	×10x
1.234000	2

・液状化材料2タブ

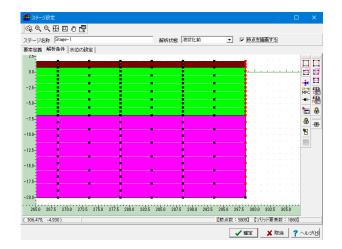
プロバ	パティ	1	5称	地	震時せん	し断応力	此	土の)	上載	注圧の
No).			の計算		育方法	種類		Į	計算方法	
2		砂	質土	2		1		1			
G0(仮	5巻√)	GO	(指数	nΤ	v0	٧L	G	2(仮数	١T	G2(‡	台数)
(kN/	′ ′		<10x	$^{\prime} $	١ ٠	(%)		kN/m³)	1		0x
6.722			3	10	0.3330	0.000	-	0.000000			
							_				
N値	XC)	Y0		σν	FC	[D50	ı	₹L	
	(m)	(m)	- 10	(kN/m³)	(%)	(1	mm)			
6.4	18.5	50	-3.40	00	0.000	0.000	1.0	00000	0.	230	
FL	Τр	r	σv	·O	l n	1					
-	(%	6)	(kN/	m³)							
0.000	29.	174	0.0		2.0						



【注意】

「液状化材料2」構成式を初めて適用した場合には、左のような確認画面が出現します。

「平成28年河川構造物の耐震性能照査指針手順」における地下水位の設定法として、解析設定水位から一律 0.5m 上側に解析水位を設定する記載に基づきます。



「解析条件」タブに切り替えます。

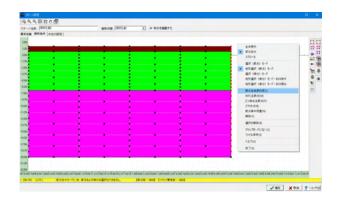
(節点に条件を与える場合は、上部の「節点を描画する」に チェックを入れますと、操作がスムーズに行えます。)

節点自由度拘束を設定します。

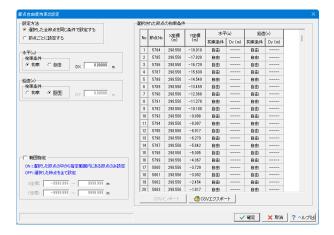
右ツールメニューから左列の矩形選択 (節点) モード をクリックします。

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。



左図に従って各自由度の拘束条件を入力し、「確定」 ボタンを押します。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

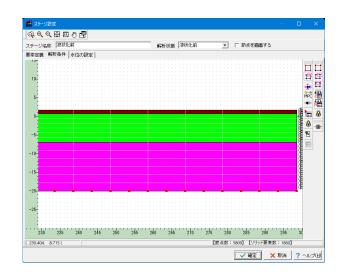
「節点でとに設定する」を選択した場合は、「選択された節点の拘束条件」の表が有効となり、同表で個別に設定することができます。

水平-拘束条件:

拘束

鉛直-拘束条件:

自由



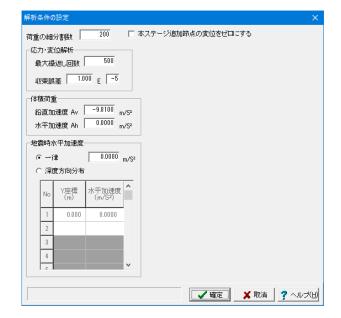
一番下側の一行も同様に節点自由度拘束を設定し、「確定」ボタンを押して設定画面を閉じます。

設定方法:

選択した全節点を同じ条件で設定する

水平:拘束

鉛直:拘束

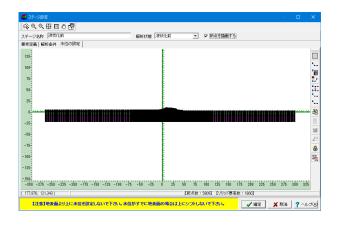


解析条件を設定します。

※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。

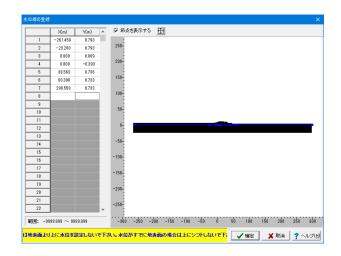
解析条件の設定 🎦 をクリックし、左図に従って「本ステー

ジ追加節点の変位をゼロにする」はOFF(チェックマークを外す)にして、「確定」ボタンを2回押して設定画面を閉じます。



「水位の設定」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。)



右ツールメニューから水位線の登録 **を選択し、下図に従っ** て値を入力して「確定」ボタンを押します。

	X(m)	Y(m)
1	-261.450	0.793
2	-23.200	0.793
3	0.000	0.809
4	8.800	-0.393
5	38.563	0.736
6	60.300	0.733
7	298.550	0.733



水の単位体積重量についてもご確認下さい。

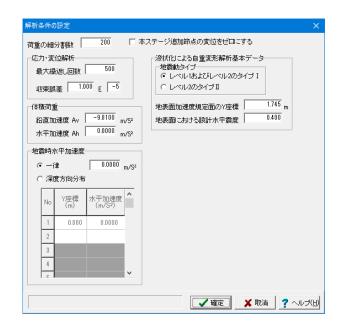
液状化時



「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「液状化時」と入力します。

前ステージの解析状態が「液状化前」だと次ステージが自動的 に「液状化時」になります。

「解析条件」タブに切り替えます。



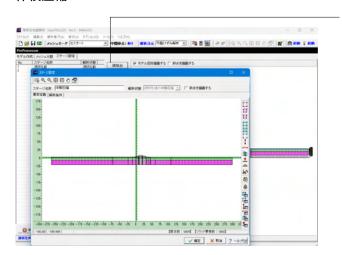
解析条件の設定 🎦 をクリックし、値を入力して「確定」 ボタ

ンを2回押し、設定画面を閉じます。

液状化による自重変形解析基本データ 地震動タイプ:レベル2のタイプ||

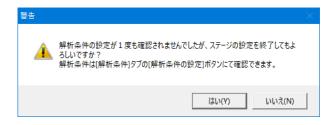
地表面加速度規定面のY座標: 1.745m 地表面における設計水平震度: 0.400

体積圧縮



「追加」ボタンを押し、ステージ名称を「体積圧縮」と入力します。

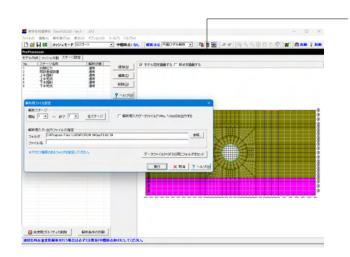
前ステージの解析状態が「液状化時」だと次ステージが自動的 に「液状化後の体積圧縮」になります。



そのまま「確定」ボタンを押します。 解析条件を設定しないため、左図のような警告が表示されますが、「はい」を選択します。

6 解析実行·結果確認

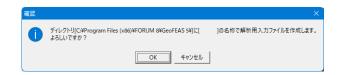
※トンネルを例に画面キャプチャを掲載していますが、どのモデルも手順は共通です。



- ① 上メニューから解析実行ボタン 📰 を押します。
- 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 解析ステージの「全ステージ」ボタンを押し、「実行」 ボタンを押します。



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」ボタンを押します。

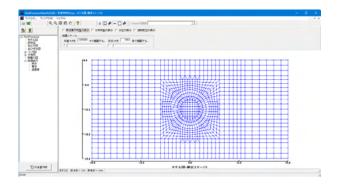


解析が開始されると計算状況をガイド表示します。

※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。

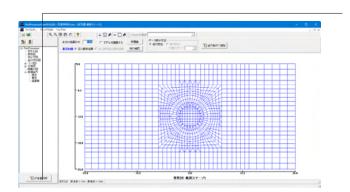
そのような場合には、「一時停止」ボタンをクリックして解析を 一時中断することができます。



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。

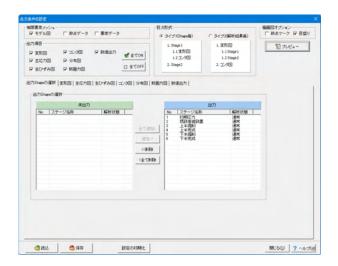
- モデル図
- •変形図
- ・主応力・主ひずみ図
- コンタ図
- ・断面力図
- ・数値出力

7 計算書作成



画面左下にある計算書作成ボタンより計算書の作成ができます。





- 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Clickします。
- ⑤出力終了後、必要に応じて出力条件を保存します。※保存する条件は本画面の出力条件のみとなります。

コンタ図・分布図の追加

コンタ図や分布図はステージでとに各結果があり、出力項目が多くなります。出力の有無はStageでとに設定することができます。全スタージを同じ条件とする場合は、[選択Stageの設定を全Stageに適用する]ボタンをClickすると、他のStageにも反映されます。

設定の初期化

[設定の初期化]ボタンをClickすると、全ての条件が初期化されます。

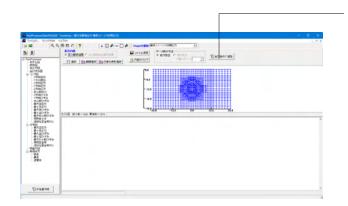
保存/読込

本画面の出力条件を保存/読込することができます。ここでの保存ファイル (*.gf2p) は本画面の出力条件のみとなります。

【注意】

開いている解析結果 (*.oss) とステージなどが異なる出力条件 ファイル (*.gf2p)は読み込めません。

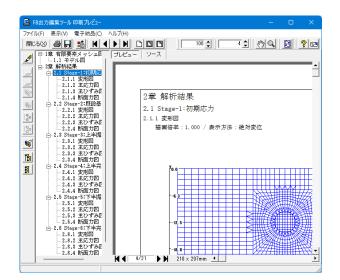
ただし、ステージ数とステージ名称が一致していれば読み込む ことができます。



各結果画面にある、出力条件の追加ボタン

▼ 出力条件に追加 より出力条件の設定画面の条件に 条件を追加することができます。

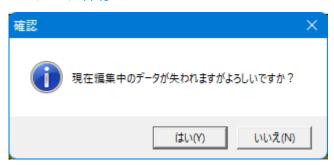
例えば、節点の数値出力画面で[出力条件に追加]ボタンを使用すると、同画面で選択した節点No.を追加することができます。



【ヒント】

本画面の印刷プレビューは解析結果の出力となります。 ステージ設定や材料プロパティなど入力条件の印刷は PreProcessorの[ステージ設定]タブ-「解析条件の印刷」で 行ってください。

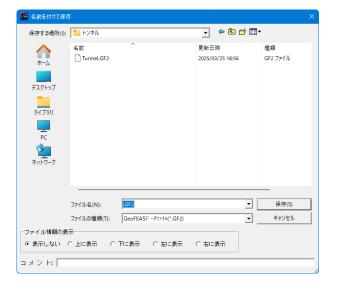
8 データ保存



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 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 せん断強度低減法から得られる安全率はどうように解釈すればよいのですか?

A1-2 せん断強度低減法は、物性値を安全率Fで除して、FEM解析を行い、これが、収束できる最大の低減係数(=安全率F)を、安全率として表示しています。

例えば、安全率が2であるとは、与えられた物性値の強度が1/2の状態で、地盤が破壊に至り、収束できなくなったという 意味です。

地盤が破壊に至るという状態は何かといいますと、地すべり斜面のように、連続した崩壊面が生成された状態ということになります。

よって、せん断強度低減法から得られる安全率は、極限平衡法における安全率と等価な意味を持つものと考えてよいと考えられます。

Q1-3 「弾塑性地盤解析(GeoFEAS)2D」の斜面の安定解析と「斜面の安定計算」の違いは?

A1-3 「弾塑性地盤解析(GeoFEAS)2D」の斜面の安定解析は、せん断強度低減法のオプションを選択して弾塑性解析を行い、プログラム内の計算上でせん断強度を少しずつ低減していく過程で、斜面内に大きなせん断ひずみが発生するので、その面 (画面上では線として見ます) をすべり面とし、その時に低減した割合を全体安全率とする解析です。したがって、有限要素解析のモデルですべり面と安全率を求めることができます。

一方、「斜面の安定計算」では、極限平衡理論をもとに力の釣り合いだけで、円弧により仮想的に設けたすべり面に対して 安定計算をし、仮定したすべり円について安全率の計算を繰り返し、最終的に最小安全率となるすべり円を求める計算と なります。

既往の研究では両者の結果がほぼ一致するとの報告があります。

- Q1-4 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。
- A1-4 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。

- Q1-5 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?
- A1-5 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。

01-6 結果を印刷する方法は?

A1-6 GeoFEAS2Dの結果を印刷する方法は、何を印刷するかによって異なります。

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。

Q1-7 『河川構造物の耐震性能照査指針』には解析方法が幾つかあると思うが、すべてに対応しているのか

A1-7 平成19年の河川基準(案)では、耐震性能照査の方法として、

(1)動的照查法

(2)静的照査法

が紹介されています。

UWLCは、動的照査法の場合に対応している製品で、GeoFEAS2DVer.2は静的照査法に対応している製品です。 この静的照査法については、ALIDという製品が先行して世の中で解析を行っておりましたので、本来ならば、『「平成19年河川構造物の耐震性能照査指針(案)」の静的照査法に対応』として、GeoFEAS2Dを案内すれば済むことですが、この部分については、ALIDと同等な解析ができる(基本的な考え方、基本的な処理の流れは同じ)という意味で、ALID対応と紹介させて頂いております。つまり、ALID = 平成19年河川構造物の耐震性能照査指針(案)の静的照査法という扱いにしております。

ここで、誤解のないようにお願いしたいのは、当社の「平成19年河川構造物の耐震性能照査指針(案)の静的照査法」は、 基準の記載に準じて、群馬大学地盤研究室にて新たに開発した解析部を用いており、決して、ALIDの解析コードを使用しているということではありません。

ALIDとの整合性を念頭にしていませんが、弊社ホームページで比較している対象がALIDの結果となります。 http://www.forum8.co.ip/product/uc1/iiban/Geo2D-hikaku.htm

Q1-8 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

A1-8 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-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。

Q1-9 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?

A1-9 上載荷重がなくとも液状化解析は可能です。

Q1-10 液状化の解析について、GeoFEAS(静的解析)とUWLC(動的解析)の違いを教えてほしい

A1-10 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。

Q1-11 石灰石鉱山における残壁斜面の安定解析を2次元FEMにて実施したいのですが、解析は可能でしょうか

A1-11 解析は可能です。

出力される値としては応力値となり、応力値によってどのように斜面の安定性を評価するかは、ご判断が必要となります。 また、本製品には「せん断強度低減法」という機能があり、斜面の安全率を求める計算として活用いただけます。

- Q1-12 Ver.4 において「平成28年度 3月 河川構造物の耐震性能照査指針」に対応した照査が可能になったとの事だが、Ver.3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
- A1-12 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Cop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。

Ver.4は、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。

Q1-13 水圧による等価節点荷重の扱い方を教えてほしい

A1-13 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。

Q1-14 圧密連成解析 (土-水連成解析) は行えるか。

- A1-14 「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。
- Q1-15 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)
- A1-15 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。

O2-2 ソリッド要素の材料パラメータの設定で「PZ-Sandモデル」はそれぞれ何を入力すればよいのか?

A2-2 PZ-Sandモデルの15個のモデルパラメータのうち、12個は静的三軸試験から、残り3個は繰返し非排水三軸試験から同定することができます。一般に、下記の(1)~(9)は静的三軸試験から決まり、(10)~(12)は繰返し非排水三軸試験から決まります。パラメータの値の目安を下記致します。なお、下に示すものは、液状化する可能性の高い緩い砂地盤の場合です。 (1)Mg: 内部摩擦角 φ から算出したものを初期値とします。 $Mg=6*Sin\varphi'/(3-Sin\varphi')$ で計算してください。結果が合わないようであれば、少し調整してください。

(2)Mf: 概ね、相対密度Dr×Mgを用います。

(3)C:0.80でほぼ固定。

(4) afおよびag: 0.45でほぼ固定。

(5)Ges0, Kev0: 微小ひずみ領域のせん断剛性G0より算出することができます。

(6)mvおよびms: 0.5~0.7(0.5を初期値で用いて、結果が合わないようであれば、0.7程度まで増加させてみてください。なお、msよりもmvを調整することの方が多いかもしれません。)

(7)β0:4.2前後を良く用いています。

(8)β1:0.1~0.3の間で調整してください。

(9)H0:200~1000程度の間で調整してください。

(10)Hu0:6000前後で、1000ピッチで調整してください。

(11)γ:8.0前後で0.5ピッチで調整してください。

(12)γu: 概ね、γ-2.0を用いています。

(13)OCR: 過圧密比を入力してください。砂の場合は、通常、1.0を入力します。

Q2-3 DXFファイルの読み込みは可能か?

A2-3 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。

Q2-4 Q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?

A2-4 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(はじめて学ぶ有限要素法: 地盤工学会より)。

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。中間節点は [メッシュ分割]画面の右側のボタン「中間節点の指定」で設定することができます。

また、ある程度の手間はかかりますが、段階的に粗いメッシュ→細かいメッシュのデータをいくつか準備して試し計算を 行い、計算結果に大きな影響がなくなる段階のメッシュを採用する、という方法もあるかと存じます。

Q2-5 SXFファイルのインポートで、SXFファイルの座標 (0, 0) とGeoFEAS上の座標を一致させたい。

A2-5 SXFファイルのインポートでは、SXFファイルに保存されている座標情報 (実寸) をそのまま読み込みます。 お手持ちのCADソフトにて、スケールシートの原点や各座標値をご確認ください。

Q2-6 ジョイント要素とばね要素の違い

A2-6 両方とも地盤と地盤、地盤と構造物との間における変形を表現するときに用い、長さや体積を持たずに剛性だけで規定します。ジョイント要素は、圧縮状態であれば変形せず引っ張りやせん断が規定値を越えると、すべりや剥離などの不連続面を表すために用いられます。ばね要素は圧縮時でも引っ張り時でも同じ剛性を保ちます。

Q2-7 梁要素と棒要素の違い

A2-7 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。

02-8 弾完全塑性の物性値のサンプルはないか?

A2-8 弾完全塑性の物性値としては、強度特性とダイレタンシー角が主なパラメータとなります。

強度特性については、「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第16号 土木学会などを参照すると、さまざまな機関における一般値が掲載されています。 三軸試験など室内試験結果があれば、そのC, φ を用いて結構です。

ダイレタンシー角についてはゼロとする場合や内部摩擦角と同じにする場合もあります。三軸試験結果を参考にすることも考えられます。 「弾塑性有限要素法がわかる」、地盤工学会および「地盤の変形解析:基礎理論から応用まで (39)」、地盤工学会, 2002.7(地盤工学・基礎理論シリーズ)などが参考となります。

サンプルデータとしては、GeoFEAS2Dに添付されているデータ (slope, embankmentなど) をご参考にしてください。

Q2-9 「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?

A2-9 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。

Q2-10 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

A2-10 概ね、以下のようにお考え下さい。

■ 看層弾性モデル

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があると言われています。

■非線形弾性モデル

Duncan方式: 応力ひずみ関係を双曲線で表します。 ひずみのレベルや拘束圧 (対象とする地層の深さ) によって変形係数が変わることをモデル化します。 Duncan方式1と2の違いはポアソン比を定数 (方式1) とするか、変化する (方式2) かの違いにあります。

■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。

Q2-11 ジョイント要素を複数設定したい

A2-11 ジョイント要素は地盤と地盤 (ソリッド要素) との間に設けます。

設定する場所と隣合うソリッド要素を規定するため一箇所ごと(一直線上の線分の固まり)に設定します。

Q2-12 覆工と吹付けの間にジョイント要素を設定しているが問題ないか

A2-12 実現象を再現しようとして細かく設定し過ぎると意図しない挙動を示すモデル化になる場合もありますので、ジョイント 要素を用いる場合は注意が必要です。

- Q2-13 自動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
- A2-13 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。
- Q2-14 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
- A2-14 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一作成のメニュー以降の確認が必要です。
- Q2-15 ダイレタンシー角の入力方法
- A2-15 ダイレタンシー角の入力方法としては、変形解析のときは内部摩擦角と同じとし、安定解析のときはゼロとする方法が推奨されています。
- Q2-16 斜面の計算で、地下水位を考慮した場合としない場合の2通りを計算したいが、別々に実行したほうがよいか、ステージを分けて実行した方がよいか?
- A2-16 地下水位を考慮した場合としない場合について、一つのデータの中でステージを分けた場合、前のステージの応力等を引き継ぐので注意が必要です。むしろ別々のデータを作成したほうが、目的に沿った解析ができます。
- Q2-17 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
- A2-17 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。

- Q2-18 H19河川構造物の耐震性能照査指針による解析を行っている場合、ソリッド要素のプロパティ入力で、液状化材料を指定した場合、ポアソン比はどのように再設定しているか
- A2-18 ポアソン比については、河川構造物の耐震性能照査の式に基づいて、地震前のせん断弾性係数Gと液状化時のせん断弾性係数G1と地震前のポアソン比yから再設定します。
- Q2-19 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
- A2-19 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。

Q2-20 推進工法による小口径トンネルの解析を行う上で土の構成則としてどのモデルを使用したらよいか

A2-20 トンネル解析の場合は一般に破壊接近度法を用います。

破壊接近度法は破壊規準に対して応力円が接近する度合いをもとに変形係数が変化する現象をモデル化しており、周辺 の変形状態や掘削周辺の緩みを検討するのに適してい

ます。また、安定性や破壊にいたるかどうかを検討したい場合は弾完全塑性のモールクーロンを選ぶことも考えられます。

Q2-21 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?

A2-21 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

Q2-22 「強度比線形定数a」は旧道路公団の「非線形指数a」と同じものか

A2-22 定義が異なります。 弾塑性地盤解析(GeoFEAS)2Dの「強度比線形定数a」は、せん断強度による破壊基準の包絡線を指数関数で表現する式の指数部分です。 (林正夫・日比野敏:地下の開削による周辺岩盤の緩みの進展に関する解析,電中研報告, No.67095, 1968.)

一方、旧日本道路公団の「非線形指数a」は、破壊接近度Rを用いて変形係数を低減させる場合に用いられる指数部分の定数です。aの逆数が弾塑性地盤解析(GeoFEAS)2Dでは非線形特性指数mと等しくなります。 m=1/a (日本道路公団試験研究所:技術資料、都市部NATMトンネル解析的設計の手引き、2002)

Q2-23 「緩み係数k」は旧道路公団の「弾性限界パラメータk」と同じものか

A2-23 同一のものです。

Q2-24 液状化前の変形量とは

A2-24 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。

Q2-25 掘削個所の水位はどのように入力したらよいか

A2-25 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。

Q2-26 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

A2-26 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。

Q2-27 「非線形特性指数m」と「非線形特性指数n」について、資料等ないか

A2-27 m, nについては岩盤の材料特性によるものです。一般的な資料としては、既往の指針や研究資料等が参考になり、学会の文献検索等で探すことができます。当社の有償セミナーでは、標準値や解析事例を取りまとめた資料を配付しております。

参考文献としては、「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第16号 土木学会などがあります。

Q2-28 シールドの覆工部分をGeoFEAS2Dでモデル化する場合、

- ・セグメントを要素定義する
- ・実際に線で厚みを持たせて物性値を入力する

上記に違いがあるのか?

A2-28 シールドの覆工部分をGeoFEAS2Dでモデル化する場合は、梁要素を用います。

ソリッド要素を使うと間違いというわけではありませんが、一般にセグメントの厚さは周辺地盤の大きさからすると薄いのでソリッド要素としても肉厚方向にメッシュ分割は困難です。すると厚さ方向には1つのソリッド要素で断面力を評価することになるので、梁要素から比べると精度が落ちます。なお、梁要素は断面積や断面2次モーメントを材料パラメータとして入力しますが、解析モデル(メッシュ図)では厚さのない線として表現されます。

参考文献としては、トンネルライブラリー第16号「山岳トンネルにおける模型実験と数値解析の実務」、土木学会編などをご覧になると良いでしょう。

Q2-29 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?

A2-29 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。

Q2-30 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

A2-30 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。

Q2-31 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。

A2-31 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。

Q2-32 水位の設定はどのような際に使用するのか

A2-32 一般に水の影響を間隙水圧として考慮するのは有効応力法ですが、「GeoFEAS2D」の場合は全応力法を用いており、水 圧荷重として外力として考慮します。マンホールやボックスカルバートのような揚圧力を考慮する場合、構造物周辺から水 圧荷重を掛けて浮き上がりの検討をすることができます。

Q2-33 地下水位がある場合は、考慮した方がよいのか

A2-33 地下水位があれば必ず水圧荷重を考える必要はありません。土留め壁のような場合には、全応力の水平土圧に水圧が含まれているとすれば、特に水位を入力する必要はありません。既に水平土圧算出時考慮されていることになります。

Q2-34 ジョイント要素の材料定数はどのように考えたらよいか

A2-34 ジョイント要素は岩盤亀裂などの剥離やすべりを表現するための要素で、剛性が高い剛性を設定すればよく、ジョイント要素の圧縮剛性[Kn]は、無限大に近い値を用いるべきですが、計算経験によれば、数値計算上は周囲地盤のヤング率の100倍程度が良いようです。

せん断剛性[Ks]に関しまして、2つの考え方があります。

一つは周囲地盤のせん断弾性係数を用いるべきという考え方です。

もう一つはジョイント要素が剛塑性であるべきで、周囲地盤のせん断弾性係数の100倍程度で設定する考え方です。そうすれば、弾性状態では、ジョイント要素の有無に関わらず、ほぼ同じ挙動が得られます。

Q2-35 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。

A2-35 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。

- Q2-36 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
- A2-36 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。
- Q2-37 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
- A2-37 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。
- Q2-38 強制変位の入力方法
- A2-38 境界条件で拘束として、数字を入れる欄に強制変位量を入力してください。
- Q2-39 場所打ち杭の施工手順でモデル化したい
- A2-39 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。
- Q2-40 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
- A2-40 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』

関連: Q2-1

Q2-41 準貫入試験実施位置の入力について、ソリッド要素の材料パラメータの設定の下記の値は何に用いているのか

XO:標準貫入試験実施位置を示すX座標 YO:標準貫入試験実施位置を示すY座標

A2-41 GeoFEAS2Dは地形条件を入力するので、場所によって地表面からの深さや地下水位との関係が異なります。そのため、 N値測定位置のx0, y0が必要となり、N値を補正するための上載圧σνの計算に用います。

詳しくは、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]の繰り返し三軸強度比RLの計算をご覧ください。

- Q2-42 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
- A2-42 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。

関連Q&A:Q3-24.

02-43 上載圧の計算方法

A2-43 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。

Q2-44 複数の液状化層を設定することは可能か

A2-44 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。

Q2-45 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

A2-45 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

Q2-46 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

A2-46 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。

- Q2-47 ソリッド要素の材料パラメータの設定-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
- A2-47 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。

Q2-48 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

A2-48

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。

02-49 掘削解放率についてどのように入力したらよいか

A2-49 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。

Q2-50 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

A2-50 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。

Q2-51 ライナープレートと支保工を同じ場所に設定したい

A2-51 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。

Q2-52 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

A2-52 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。

Q2-53 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

A2-53 入力マニュアルで示された書式に合わせて、 $2D\sigma$ 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]

Q2-54 地層を区分した場合のN値の入力方法

A2-54 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。

Q2-55 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)

A2-55 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。

Q2-56 ソリッド要素の材料パラメータの設定において、ポアソン比vにはどのような値を入力したらよいか

A2-56 ポアソン比はポアソン比vは静止土圧係数とポアソン比の関係を表す関係式があります。

v = Ko/(1+Ko)

静止土圧係数を0.5とすれば

ポアソン比は0.333となります。通常は、0.33でもよいでしょう。トンネル示方書に記述があります。

付表2.8 地盤諸定数(抜粋) 標準N値 ポアソン比 粘性土 地 盤 軟らかい 0~4 0.45

中位の 4~8 0.45 堅い 8~15 0.40

非常に堅い 15以上 0.35

砂質土

地 盤緩い 0~10 0.40 中位の 10~20 0.35 やや密な 20~30 0.35 密な 30~50 0.30 非常に密な 50以上 0.30 岩盤 - 0.25

トンネル標準示方書 (開削工法編) H8.P266

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(GeoFEAS)にはそうしたモデルはありません。

- Q2-57 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
- A2-57 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。

Q2-58 2次要素 (中間節点) の設定について教えてほしい

A2-58 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。

Q2-59 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

A2-59 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。

- Q2-60 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?
- A2-60 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。

- Q2-61 材料プロパティの設定でROモデルなどでは平均有効応力を入力するようになっていますが、どのように決定して入力するのでしょうか、また役割はどのようなものでしょうか?
- A2-61 入力値の平均有効応力は σ m'と表記され、添え字の意味は m: mean 中値を意味します。ダッシュは有効表示を意味します。

上載圧を σ v'とすれば、静止土圧係数Koを掛けて水平土圧 σ h'が求まります。2次元解析では平面ひずみ問題として奥行きの変形は拘束されていますが、実は奥行き方向にも水平応力があります。したがって次式で平均有効応力 σ m'は表現されます。

 σ m'=(σ v'+ σ h'+ σ h')/3=(σ v'+2Ko • σ v')/3

ここでKo:静止土圧係数

静止土圧係数を0.5とすれば σ m'= $2/3\sigma$ v' となります。

σm'は、入力時に設定するので地層の代表的な深さにおける初期応力 (手計算)から設定してよいでしょう。 ちなみに、せん断弾性係数Gはひずみ依存性と拘束圧依存性があります。下記の式は拘束圧依存性を表す式です。

 $G=Go(\sigma c'/\sigma m')^m (式の最後のm は指数を意味します)$

一般にせん断弾性係数は、初期せん断弾性係数Goに対する平均有効応力を σ m'とすると、深度に応じた拘束圧 σ c'(プログラム内の計算値)によってせん断弾性係数が変わります。そのときの拘束圧依存性を表す指数がmで、砂質土の場合は一般に0.5を取ります。

- Q2-62 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。
- A2-62 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。

- Q2-63 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 α EoとなっていますのでE50に α =4を掛けて α Eoで入力をするのでしょうか。

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に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E0と降伏のE0%の状態で求めたE50との関係を調整する係数がE7です

本プログラムでは初期変形係数Eoを入力するので、 $Eo=\alpha E50$ 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。

Q2-64 Q2-63に一軸の試験値E50を使用する場合、GeoFEASでは初期変形係数Eoを入力するので、Eo= α E50 (α =4) とします、とあります。道路橋示方書に試験根拠で α の記載とあるように、孔内水平載荷についても一軸圧縮同様、標準貫入による推定換算と違い、測定試験からの値なので同様に α =4と考えてよいでしょうか?

孔内水平載荷試験による変形係数とN値との関係式は、

A2-64 E=700 · N

です。孔内水平載荷試験結果と室内試験結果E50を同等みなしてよいでしょう。

GeoFEAS2Dでは、初期変形係数E0(ひずみの微小なレベル)を設定します。その場合は、以下のようになります。 E0=2800・N

従って、ご質問の回答としては、α=4と考えてよいでしょう。

02-65 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?

A2-65 セミオートの場合は三角形あるいは四角形の閉図形でなければならないという条件がありますが、オートメッシュの場合は基本的には閉図形となっていれば分割可能です。

Q2-66 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?

A2-66

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で確認ください。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で確認ください。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]タズ、サイドツールバーにでざいます「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[***]

Q2-67 CADファイルをインポートした時、CAD上の原点がGeoFEASではずれてしまうがどうすればよいか?

- A2-67 CADファイル上のセンター(0, 0)が、GeoFEAS2Dにインポートするとずれる場合は、インポート後に以下の手順で修正します。
 - (1) 原点とすべき節点を選択する
 - (2) 右クリックしてメニューを呼び出し「選択された節点を原点とする」を実行する。
 - (3) (1)で選択した節点が(0,0)となる

もし元のCADの原点位置に節点がない場合はGeoFEAS側で一旦その位置に節点を作成し、上記の手順で全体を移動した後で不要な節点を削除することで移動可能と考えられます。

Q2-68 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?

A2-68 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。

Q2-69 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

A2-69 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。

Q2-70 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?

A2-70 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。

- Q2-71 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?
- A2-71 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。
- Q2-72 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?
- A2-72 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。
- Q2-73 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? また、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?
- A2-73 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最大の理由は液状化する地盤ではないと考えられるためです。
- Q2-74 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?
- A2-74 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。 (関連: Q2-59)
- Q2-75 弾性モデル([ソリッド要素]-[線形弾性モデル], [ソリッド要素]-[積層弾性モデル], [ジョイント要素]-[線形弾性モデル])のパラメータcと ρ は何に使用するのか
- A2-75 局所安全率の計算に使用します。 (局所安全率の算出のみに使用しますので、局所安全率の算出が必要ない場合、粘着力に大きな値を入力してください)
- Q2-76 岩盤を想定しているが弾性係数にα=4を考慮すべきか
- A2-76 岩盤は線形性が強いのでαのようなひずみ依存は不要と考えられます。
- Q2-77 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?
- A2-77 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で注意下さい。

Q2-78 PZ-Sand及びPZ-Clayについて詳しく知りたいのですが、参考文献などを教えてください。 また、PZ-Clayとカムクレイにはどういった関係がありますでしょうか。

A2-78

PZ-Sand、PZ-Clayは一般的な弾塑性モデルです。参考文献を以下に示します。

パラメーターの設定には通常の物理試験(粒度、密度等)のほか、三軸圧縮試験があるとよいでしょう。

(関連:Q2-2、ソリッド要素の材料パラメータの設定で「PZ-Sandモデル」はそれぞれ何を入力すればよいのか)

また、PZ-Clayの場合は圧密試験を行うとよいでしょう。

PZ-Clay はカムクレイモデルから派生したモデルです。

参考文献:

1) Pastor, M., Zienkiewicz, O. C., and Chan, A. H.: Generalized plasticity and the modeling of soil behaviour, International Journal

for Numerical and Analytical Methods In Geomechanics, Vol. 14, No. 3, pp. 151-190, 1990.

2) Zienkiewicz, O. C., Chan, A. H. C., Pastor, M., Schrefler, B. A., and Shiomi, T.: Computational Geomechanics with Special

Reference to Earthquake Engineering, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1999.

- Q2-79 あるデータで液状化時の解析条件において、地表面における設計水平震度を変更しても計算結果の変形量に全く変化が 見られないのは何故か
- A2-79 液状化材料のパラメータ[G2:液状化時の回復せん断剛性]と[FL:液状化に対する抵抗率]が入力されている場合(ゼロとなっていない場合)、設計水平震度で計算せずに入力値で計算するので震度に何を入れても変わりません。 G2とFLをゼロにして内部計算とする必要があります。

なお、参考までにGeoFEAS2Dにおける液状化解析の場合と通常解析の場合設計水平震度(あるいは水平加速度)の取扱いは以下の通りです。

GeoFEAS2Dの中で、液状化解析の場合と通常解析の場合と設計水平震度(あるいは水平加速度)の取扱いが異なります

液状化解析の場合は、道示に準拠して地表面からせん断応力分布を計算するために設計水平震度を用います。その地震時のせん断応力と液状化に対するせん断強度との比率がFLとなります。FLを計算するだけなので、荷重として水平力を算出して横に変形させるわけではありません。

「設計水平震度→FLの計算→G2の計算→自重による鉛直方向の変形」

一方、通常解析の場合は、応答震度法に相当する用い方となります。荷重として横方向に作用するので境界条件がフリーならば横方向に変形します。

「水平加速度→横方向への要素に作用する荷重→水平力による横方向の変形」

- Q2-80 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)
- A2-80 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。

- Q2-81 「柔構造樋門の設計」の本体縦方向の計算においてレベル2の検討を行う時、GeoFEAS2Dを使ってレベル2の沈下量・変位量をもとめたいのですが、この時の土質定数(堤体等)は現地盤の定数でしょうか? 施工後の新盛土の定数でしょうか?施工後の新盛土の定数であれば、函体下面を地盤改良する場合は、これも地盤改良の定数を用いるのでしょうか?
- A2-81 盛土施工後の定数です。地盤改良をする場合はそれを考慮した定数となります。
- Q2-82 すべりや剥離を表現したいが、ジョイント要素を使えばよいか。それとも別の方法があるか。
- A2-82 GeoFEAS2Dのみならず一般に有限要素法を用いた弾塑性解析は、連続体の力学をもとにしているので不連続面の表現が不得手です。ジョイント要素は岩盤の亀裂を対象にして提案されたものです。しかし、必ずしも使う人の予測したとおりの解析結果となるかどうか難しい面があります。

ジョイント要素のかわりにソリッド要素の薄層を設け、薄層の材料プロパティとして弱いヤング率(桁を周囲の地盤プロパティよりも1桁もしくは2桁小さくしたヤング率)をダミーに入れると、擬似的に不連続やすべりのような表現が可能です。

- Q2-83 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)
- A2-83 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。
- Q2-84 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?
- A2-84 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。
- Q2-85 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。
- A2-85 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。
- Q2-86 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?)
- A2-86[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。
- Q2-87 非線形解析として軟弱粘性土にMC/DPを与える場合、定数値の入力は変形係数のほか強度定数も必要としているが、この強度を増強させると地盤の変形値は変わるのか
- A2-87 本製品に組み込まれている弾塑性モデルMCDPは、応力の小さな状態では線形弾性としてフックの法則に従います。 いわば荷重が増加するだけ、比例してそのまま変形も増加します。強度定数は破壊規準を設定するために入力します。応力状態が大きな状態で破壊規準まで達すると「降伏状態」となり、それ以降は塑性状態として、あまり荷重が増加しなくとも変形が大きくなる状態となります。

で質問は「強度定数を大きな値 (強度増加)を入力すると変形はどのような傾向になるのか」というで主旨かと思いますが、破壊規準が高めとなるので、ある程度の大きな応力状態でも線形弾性として微小な変形にとどまります。そのため全体的な傾向としては変形は小さめな傾向になります。

- Q2-88 せん断係数低減材料1と2の違いを教えて下さい
- A2-88 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。

- Q2-89 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。
- A2-89 +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。

Q2-90	液状化解析において2次要素 (中間節点) の設定は必要か
A2-90	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。
	関連 Q2-58
Q2-91	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?
A2-91	補強材は構造部材となりますので棒要素が梁要素で表現するのが一般的となります。
Q2-92	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?
A2-92	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。
Q2-93	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?
A2-93	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。
Q2-94	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
A2-94	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。
Q2-95	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
A2-95	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。
Q2-96	2重節点を入力したい
A2-96	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。
Q2-97	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。
A2-97	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。

Q2-98 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:***

жж э.

A2-98 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。

- Q2-99 「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
- A2-99 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。
- Q2-100 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
- A2-100 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。

- Q2-101 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
- A2-101 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。
- Q2-102 『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。
- A2-102 地表面の荷重を考慮しない理由は、近接施工において深礎杭を掘削した際に地盤が取り除かれたことによる解放応力が 主な影響原因である為です。

深礎杭の施工が進み、地盤に代わりコンクリート打設が済み、橋脚が地表面から立ち上がる時には、深礎杭を介して良好な支持基盤に橋脚の自重が伝達されます。上部工ができあがった時点でも同様です。

仮に、橋脚自重あるいは上部工で沈下が生じるようなことがあれば周辺にも影響が及びますが、それは近接施工影響の問題ではなく橋脚の設計上の不安定ということで近接施工影響とは別の問題と考えられます。従って近接施工影響検討とは施工時にどのような影響を周辺に及ぼすかが解析の主たる目的であり、掘削時が最も影響のある段階であり、出来上がった状態の自重による検討は不要と考えられる為です。

- Q2-103 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
- A2-103 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。

- Q2-104 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
- A2-104 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。

Q2-105 全体安全率とひずみの関係について教えてほしい。ひずみが増加すると全体安全率にどのように影響があると言えるか (GeoFEAS)

A2-105 全体安全率は、モデル全体の中で弾塑性解析の発散する箇所が発生した段階で、系全体の安全率として表示します。 ひずみは、その発散するような部分では応力状態が破壊基準に接近するので大きなひずみが生じるため、言わば全体安 全率に最も影響を与える領域がひずみの大きな部分となります。

ひずみの大きさは剛性にもよるのでひずみが変化する割合すなわちひずみ増分が大きなところが、弾塑性解析の発散する箇所と考えられます。

Q2-106 ジョイント要素を設定する際に左右どちらのソリッド要素を指定するかは関係あるか (GeoFEAS)

A2-106 ソリッド要素とソリッド要素の間にジョイント要素を設定する場合は隣り合う要素のどちらを指定しても問題ありません。 ただし掘削の山留めとしての要素にジョイント要素を設定する場合は隣り合う要素は存在しません。 そのような場合は背面側の地盤を指定する意味で関係はあります。

Q2-107 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。

- A2-107 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= a · 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

 $E = \alpha \cdot qu$

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 \cdot 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

Q2-108 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

A2-108 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。

(関連: Q2-90)

- Q2-109 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。
- A2-109 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。

Q2-110 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)

A2-110 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

Q2-111 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。

A2-111 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。

(関連:01-8、01-12)

- Q2-112 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。
- A2-112 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か確実かと存じます。

- Q2-113 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。
- A2-113 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。

- Q2-114 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σν」があるが、これはゼロで良いのか。入力する必要はあるか。
- A2-114 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。(関連:Q2-43.)
- Q2-115 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。
- A2-115 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。

- Q2-116 「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。
- A2-116 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。

- Q2-117 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。
- A2-117 [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。

- Q2-118 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。
- A2-118 [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。

- Q2-119 台形荷重を載荷させることはできるか。
- A2-119 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

- Q2-120 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。
- A2-120 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。 (関連: Q2-117.)

Q2-121 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。

A2-121 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。

Q2-122 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。

A2-122 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。

Q2-123 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、EOの推定方法 $EO = \alpha E$ 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。

A2-123 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。

Q2-124 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。

A2-124 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。

Q2-125 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。

A2-125 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。

$$\mathbf{D}^{r} = \frac{\mathcal{E}_{.}}{(1+\nu_{r})(1-2\nu_{r})} \begin{bmatrix} (1-\nu_{r}) & \nu_{r} & \nu_{r} & 0 & 0 & 0 \\ (1-\nu_{r}) & \nu & 0 & 0 & 0 \\ & (1-\nu_{r}) & 0 & 0 & 0 \\ & & (1/2-\nu_{r}) & 0 & 0 \\ & & & (1/2-\nu_{r}) & 0 \\ & & & & (1/2-\nu_{r}) \end{bmatrix}$$
(5.2.41)

Duncan—Chang モデルは簡単であるため、約30%の地盤解析に用いられてきた²⁰。

(2) 破壞接近度法 (電中研方式)

破壊接近度法では、変形係数D、ポアソン比vの非線形特性は、Mohrの応力円と破壊基準とから破壊接近度(破壊余裕度) Rを定義して、Rを指標として設定される。

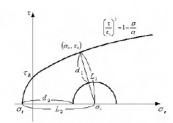


図 5.2.4 破壊基準と破壊余裕度

破壊接近度法では、せん断強度は、式 (5.2.42) で表される。

$$\tau = \tau_s \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma_i}\right)^{\frac{1}{a}} \quad (\sigma_i < 0) \quad (5.2.42)$$

図 5.2.4 より、式 (5.2.43) ~ (5.2.46) の関係が導かれる。

$$L_1 = \sqrt{(\sigma_e - \sigma_o)^2 + \tau_o^2}$$
 (5.2.43)

$$d_1 = L_1 - \sigma_R \tag{5.2.44}$$

$$L_{z} = |\sigma_{c} - \sigma_{c}| \qquad (5.2.45)$$

$$d_2 = L_2 - \sigma_R$$
 (5.2.46)

破壊接近度(破壊余裕度) Rは、各計算ステップで発生している応力と破壊基準から式 (5.2.47) より定義される。

$$R = kR' = k \min \left\{ \frac{d_1}{L}, \frac{d_2}{L} \right\}$$
 (5.2.47)

ここでkは緩み定数である。

変形係数Dおよびポアソン比 ν は、破壊接近度(破壊余裕度) Rを用いてそれぞれ式 (5.2.48) および式 (5.2.49) のように表現される。

$$\frac{D - D_r}{D_o - D_r} = \begin{cases} 1 & (R \ge 1.0) \\ R^* & (0 < R < 1.0) \\ 0 & (R \le 0.0) \end{cases}$$
(5.2.48)

$$\frac{\nu - \nu_{f}}{\nu_{o} - \nu_{f}} = \begin{cases} 1 & (R \ge 1.0) \\ R^{*} & (0 < R < 1.0) \\ 0 & (R \le 0.0) \end{cases}$$
 (5.2.49)

ここで D_n は初期変形係数、 D_r は破壊時変形係数、 v_s は初期ポアソン比、 v_r は破壊時ポアソン比(通常 v_r =0.45を用いる。)、mとnは非線形特性指数(通常n=m/2 とする。)である。なお、これらの特性値は、岩石試験結果より設定されることが多い。また、Duncan-Chang モデルと同様に、構成マトリックスが得られる。

地山の安定性は、地山の各要素の応力状態と破壊基準との関係から求められる破壊接近度(破壊余裕度) R'、局所安全係数F_L、それらに基づいて設定される緩み領域の広がり等から検討される。局所安全係数は式(5.2.50)により定義される。

$$F_{L} = \min \left\{ \frac{L_{1}}{L_{1} - d_{1}}, \frac{L_{2}}{L_{2} - d_{2}} \right\} = \frac{1}{1 - R'}$$
 (5.2.50)

5.2.3 弾完全物性モデル

節5.1.3 に述べたように、土には荷重を除去したあとも非同復的なひずみが存在する。このようなひずみは壁性ひずみと呼ばれる。図5.2.5 に示すような応力一ひずみ関係を考えてみよう。 載荷時の非線形関係は、非線デ導性か壁性挙動かを決定することができないが、除荷時には、弾性材料は載荷時と同様な経路を戻り、塑性材料は別の経路をたどるため、非線形弾性か塑性学動かを直ちに区別することができる。また、図5.2.5 に示すように、ひずみが、除荷すると元に戻る弾性ひずみと、除荷しても回復できない塑性ひずみの和で表されると仮定する。ひずみ増分についても、同様な仮定をする。すなわち、ひずみ増分が、弾性ひずみ増分と塑性ひずみ増分の和で表される。

$$d\varepsilon = d\varepsilon^e + d\varepsilon^p$$
 (5.2.5)

多くの材料は降伏応力が存在する。応力が降伏応力より低い場合には、応力一ひずみ関係は 網形あるいは非線形弾性である。降伏後は、図 5.2.6 に示すように、完全塑性、硬化、および軟 化的な挙動を有することが考えられる。

O3-3 1ステップ目の解析で鉛直変	が合が全く	くでない
----------------------	-------	------

A3-3 該当するステージで、解析条件画面の右列左下の「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。本ステージにおいて、変位が発生するとお考えの場合はOFFにして下さい。

同画面の [ヘルプ] ボタンを押して表示されるヘルプの説明もご一読下さい。

Q3-4 せん断強度低減法を用いると通常の応力変形解析の場合と異なる局所安全率を表示するのはなぜか?

A3-4 せん断強度低減法を用いたときには、計算過程において安全率を設定して、いわば仮想的に物性値が減少した状態で解析します。ポスト部で局所安全率の表示をする場合には、せん断強度低減法解析結果については参考にする程度であり、応力解析結果の方を選択すれば、入力した本来の物性値に対する局所安全率を表示します。

03-5 破壊接近度法の応力円はどのように定義されているのか?

A3-5 モールの応力円は、ガウス点ごとに応力 σ x、 σ yおよび τ xyの数値を出力しますので、それらの成分を用いて描きます。

Q3-6 せん断強度低減法を用いた場合の変形がつぶれている。

A3-6 せん断強度低減法は、安全率を少しづつ下げて解析が発散する直前の安全率と最大せん断ひずみ増分を検出する方法であり、変形としては発散直前であるため本来の物性値を入れた値とは異なります。変形計算としては、通常の解析結果を参照してください。

Q3-7 「最大ひずみ増分」とは?

A3-7 最大ひずみ増分はひずみの変化を意味しています。

ひずみの変化は、せん断強度を低減させている過程で発生し、モデルの中でどの部分が大きな変化を生じているかを見て 「すべり線」を検出します。

Q3-8 結果表示の「局所安全率」で、「応力解析結果」と「せん断強度低減法解析結果」の違いは?

A3-8 局所安全率で2つのボタンがありますが、実質的な意味をもつのは「応力解析結果」です。 局所安全率は、入力した生の土質物性値に対する要素ごとの安全率ですから、モデルの中で不安定領域を判定するのに 使用します。しかし、「せん断強度低減法」は全体安全率を1を初めとして仮想的に徐々に上げ最終的にすべりが発生する

使用します。しかし、「せん断強度低減法」は全体安全率を「を初めとしく仮想的に保存に上げ最終的にすべりが発生する 全体安全率を求める計算であり、派生的に求めた局所安全率は計算上の参考値にすぎません。

Q3-9 「せん断強度低減有限要素法と従来の分割法から得られる安全率はほぼ一致することが分かっている」とはどういうことか?

A3-9 両者ともモデルに発生する応力と強度との関係を表しています。

せん断強度低減法は有限要素法の弾塑性解析における破壊基準と解析上の応力状態で判定します。分割法は、すべり円を仮定してその面上における力の釣り合いから求めています。 既往の研究から、 両者はほぼ等しいとされています。

Q3-10 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

A3-10 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。

03-11 地盤変位がステージ1しか求まらない

A3-11 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。

03-12 液状化解析の変形は相対変位でみるのか

A3-12 stage-1では、自重による変形を求めます。

stage-2で、液状化によるせん断剛性の低下をした状態の自重変形を求めます。

stage-3では、液状化後の体積圧縮による変形を求めます。

変形は必ず相対変位、たとえば最終stage-3とstage-1との間の相対変位を見ることで液状化による変形が求まります。

Q3-13 サンプルデータの「dodome.GF2」の解析結果で、数値出力結果の回転変位は何を示しているか

A3-13 GeoFEAS2D出力マニュアルp.3に説明がありますが、梁要素と連結されているソリッド要素について出力しています。ソ リッド要素の自由度はX、Y方向の変位だけです。

> 梁要素の場合はそれらに加え回転角があります。梁要素の回転角は周辺の地盤を考慮して計算されます。梁要素の回転 角とは、梁の始点i端と終点i端の変位差をその距離で割った値です。

> 梁理論で曲げモーメントによって発生する曲率のたわみ角を回転角ということもありますが、GeoFEAS2Dでは部材間の変位差を部材長で割った角度を回転角のことを回転変位としています。

回転の符号は時計回りに正です。単位はラジアンです。

Q3-14 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

A3-14 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i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。

Q3-15 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。

A2.45 選組件優长の担合は ちょがいる時間進る町9

A3-15 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。

Q3-16 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

A3-16 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。

Q3-17 せん断強度低減法の安全率について、全体安全率がFs≦1.0となるような物性値を与えると計算ができない?

A3-17 せん断強度低減法では、土の構成モデルとして弾塑性モデルを使用します。せん断強度低減法は、土の強度を変化させて 繰り返し弾塑性解析を行い、収束もしくは発散を判定条件に最大せん断ひずみ増分と全体安全率を計算します。せん断強 度低減法では、まず低減係数Fで土の強度を割って低減させて、弾塑性解析を行い収束状況を確認します。収束するなら 更に低減係数Fを大きくすることで強度を低減させてにおいて繰り返し計算し、最終的に発散する時の低減係数 F を全 体安全率 Fs とします。

計算に用いる粘着力 Cf = C/F (ここで、C: 入力の粘着力) 計算に用いる内部摩擦角 $\Phi f = tan-1(tan \Phi/F)$ (ここで、 $\Phi:$ 入力の内部摩擦角)

弾塑性解析の性質上、初期応力(応力経路の開始点)を必要としています。初期応力解析を弾塑性解析で実施する際に最初から全体安全率がFs≦1.0となるような物性値を与えると計算ができません。弾塑性解析では、強度の上限値以上のせん断力が発生するように荷重(自重や地震力等)を入力すると、解は求まりません。物性値を変えない限り、それ以上の荷重に耐えられないことを意味します。したがって初期応力解析から弾塑性の物性値を用いて、何ら物性値の変更なしにせん断強度低減法を適用すると計算はできません。

そこで、解析を2段階すなわち2つのステージに分けて実行します。最初のステージで初期応力を "線形弾性" の物性値にして計算しておいてから、次のステージで物性値を弾塑性の設定に切り替え、せん断強度低減法を適用することで、全体安全率がFs≦1.0となるような物性値について計算することが可能です。

03-18 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

A3-18 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。

Q3-19 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

A3-19 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。

- Q3-20 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?
- A3-20 "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。

Q3-21 X方向の変位量、Y方向の変位量の+、-の符号の向きは?

A3-21 変位量は全体座標系で表示されます。

GeoFEAS2Dのポスト処理では右側に向かう方が正です。

横軸にX軸とし、右手に向かって+

縦軸にY軸を取り、上に向かって+とします。したがって正方向は隆起量、負方向は沈下量となります。

- Q3-22 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?
- A3-22 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。
- Q3-23 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。
- A3-23 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

プログラムは珪細とありの解析となりよりが、工品のように現実的ではない。 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。

- Q3-24 Q2-42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。
- A3-24 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

この場合、液状化層の上にある層が水平方向(X方向に)引張応力があるとつがを確認しています。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。

- Q3-25 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?
- A3-25 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。

- Q3-26 解析結果で安全率1を示す領域はどう解釈すればよいか
- A3-26 地盤の緩みと考えていいでしょう。安全率1の分布が連続的にすべり線を形成する場合は、破壊の恐れがあります。 一部だけの場合は地盤の緩みと考えます。
- 03-27 ひずみがマイナスの場合はどう解釈すれば良いか
- A3-27 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。
- Q3-28 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。
- A3-28 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。

- Q3-29 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
- A3-29 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。
- Q3-30 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?
- A3-30 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。

- Q3-31 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。
- A3-31 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。

O3-32 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	、た値と大きく異たる場合があるがたぜナ
-----------------------------------	---------------------

A3-32 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。

Q3-33 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。

A3-33 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。

- Q3-34 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)
- A3-34 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。
- Q3-35 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。
- A3-35 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。

- Q3-36 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。
- A3-36 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

Q3-37 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)

大きく発生します。

- A3-37 [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。
- Q3-38 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。
- A3-38 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。

- Q3-39 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。
- A3-39 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。
- Q3-40 コンタ図と分布図の違いを教えてほしい。
- A3-40 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。

(関連:Q3-22.)

- Q3-41 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。
- A3-41 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。

(関連:Q3-16.)

- Q3-42 [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。
- A3-42 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。

弾塑性地盤解析(GeoFEAS®) 2D Ver.5 操作ガイダンス

2025年 4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

禁複製

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

弾塑性地盤解析(GeoFEAS®) 2D Ver.5

操作ガイダンス

www.forum8.co.jp