

MIDAS Construction Education Seminar

2次元地盤解析入門

SOILWORKSを用いた設計から解析まで

S O

I L

W

●

● ●

R

● ●

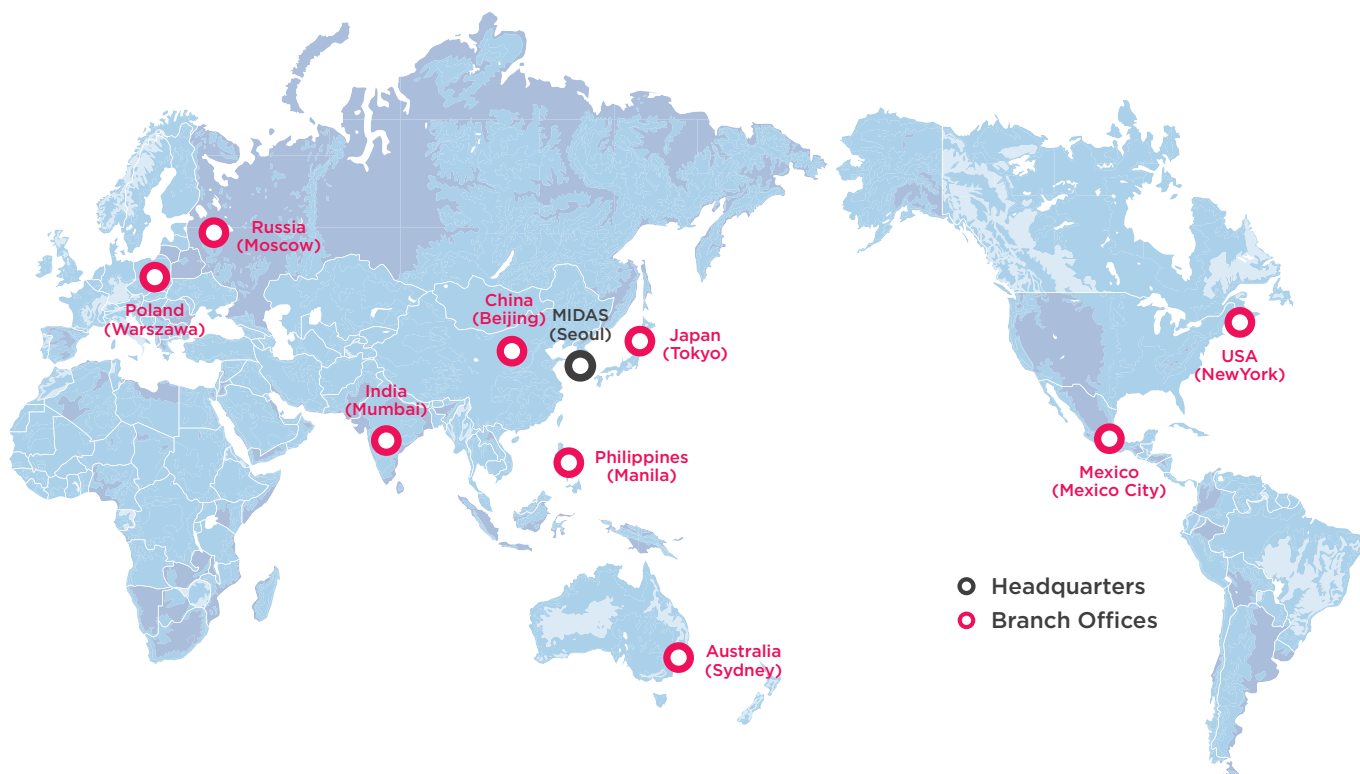
K

S

WE WILL CHANGE THE WORLD

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

建設業界 **No.1**
現地法人 **9**
海外直営代理店 **28**
輸出国 **140**



MIDAS IT

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

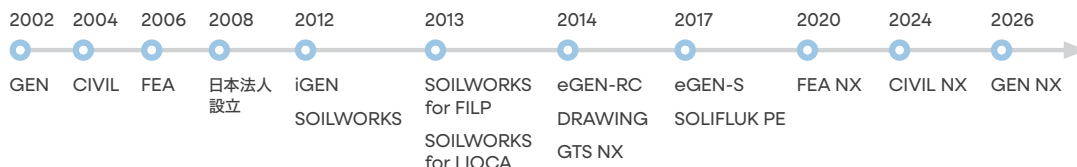
1989年から活動を開始し、2000年9月にマイダスアイティを設立、現在は約600名の世界的な専門技術者を保有し、日本、アメリカ、中国、インド、ロシア、フィリピン、ポーランド、メキシコ、オーストラリアの現地法人や28ヶ国の海外直営代理店などの全世界ネットワークを通し、140ヶ国に工学技術用ソフトウェアを販売する企業として成長しました。

MIDAS IT JAPAN

マイダスアイティジャパンは、マイダスアイティの日本法人です。

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

PRODUCT HISTORY



Agenda



- SESSION ① SOILWORKS 製品紹介
- SESSION ② モデリング機能の紹介
- SESSION ③ モデリング機能の体験操作
- SESSION ④ 解析機能の説明
- SESSION ⑤ 解析機能の体験操作
- 地盤変形 / 浸透流 / 円弧すべり
- SESSION ⑥ FEA NXとの連携

2次元地盤解析入門

SOILWORKSを用いた設計から解析まで



SESSION ①

SOILWORKS製品紹介

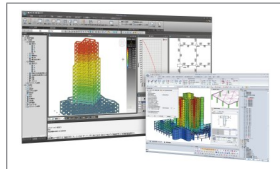
MIDAS工学分野製品

MIDAS Family Programs 紹介

MIDAS Family Program は、最先端CAE(Computer Aided Engineering) ソリューションです。

建築

Building Engineering



midas iGEN

建築分野の汎用構造解析および許容応力度計算

midas eGEN

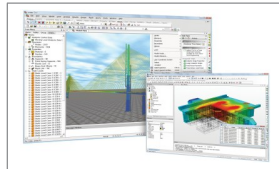
保有耐力自動計算 + 構造計画/設計最適化システム
CAD 基盤モデリング

midas Drawing

世界初2次元情報CADプログラム
構造図自動生成

土木

Bridge Engineering

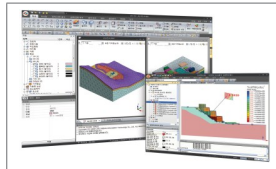


midas CIVIL

⇒ **CIVIL NX**
土木分野の汎用構造解析および最適設計システム

地盤

Geotechnical Engineering



SOILWORKS

2次元地盤汎用解析/設計プログラム

SOILWORKS for FLIP・LIQCA

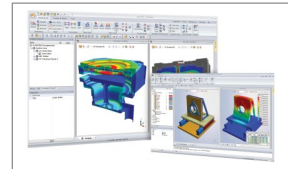
液化化解析プログラム
FLIP用・LIQCA用 プリ・ポスト

FEA NX

2次・3次元構造・地盤汎用有限要素法解析ソリューション

機械

Mechanical Engineering



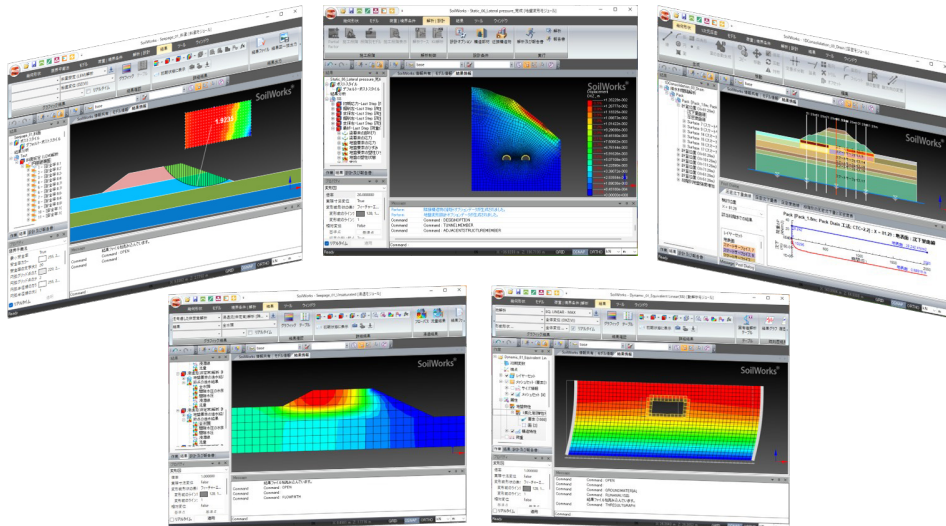
midas NFX

機械分野の汎用構造解析システム

SOILWORKS

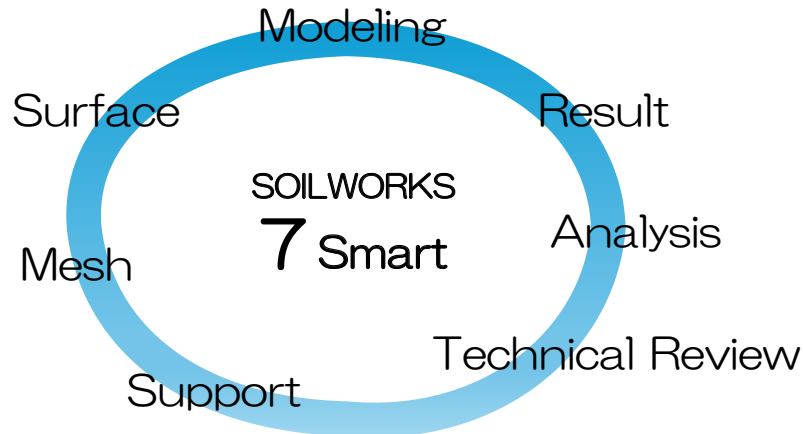
SOILWORKS：2次元専用地盤解析・設計プログラム

CAD感覚で使える操作性を実現
操作を覚えるのではなく直感的に
解析分野ごとに機能をモジュール化

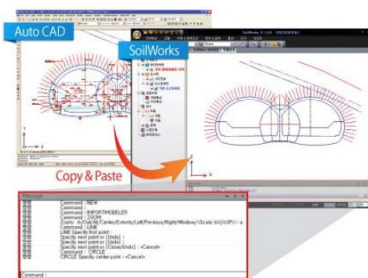


7 Smart

ジオメトリモデリングから結果表示機能までの解析・設計プロセスに 7 つの差別化機能を搭載し、すべての技術者の問題を解決へと導きます

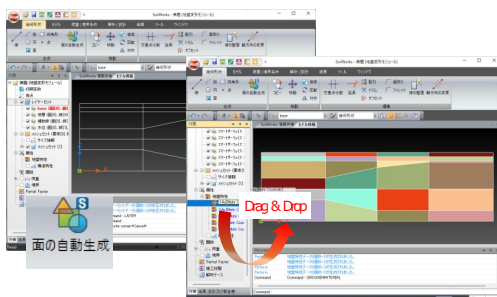


1 Modeling



- CADデータ読み込み/CADから Copy&Paste
- CADライクな操作性
- 高い操作性で作業を効率化

2 Surface



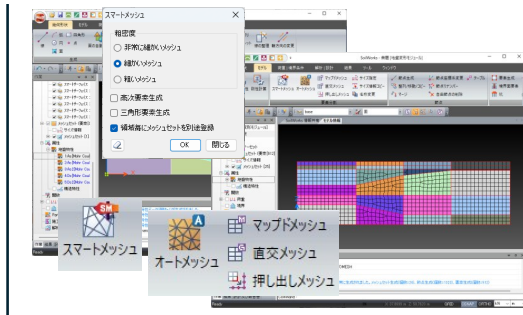
- 閉鎖領域に面を自動生成
- Drag&Dropで面に物性を割当て
- 直感的な操作で作業を効率化

SOILWORKS

SOILWORKS

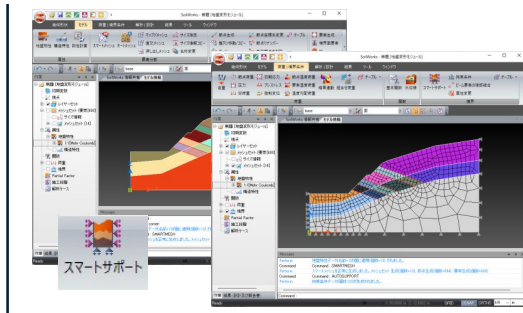
8

3 Mesh



- ジオメトリを基にメッシュを自動生成
- 多彩なメッシュ生成機能
- メッシュの粗密を考慮可能

4 Support



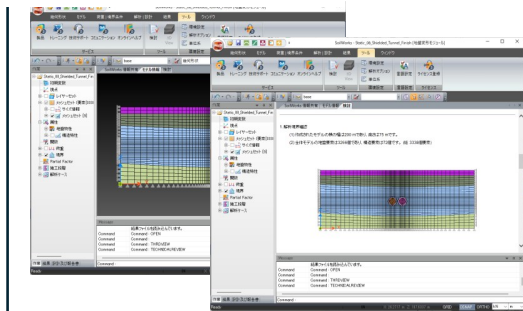
- モデル領域を認識し境界条件を自動定義
- 設定の煩雑さを回避
- グラフィック上で直感的に設定を確認

SOILWORKS

SOILWORKS

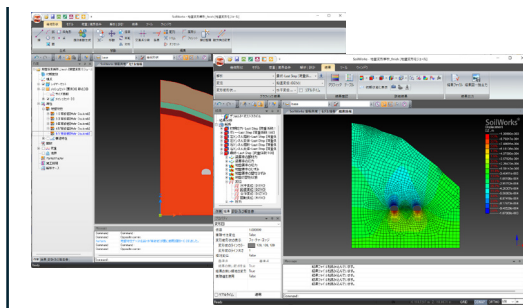
9

5 Technical Review



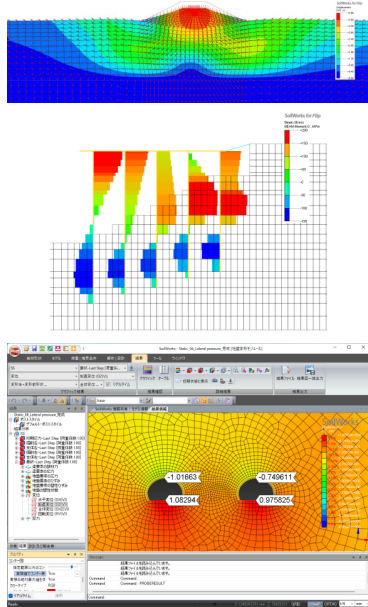
- 解析モデルのチェック機能
 - 解析領域確認
 - 入力物性値
 - 境界条件/荷重条件
 - 施工段階

6 Analysis



- モジュール分けされた解析機能
 - 地盤変形 / 斜面 / 圧密 / 浸透 / 動的
- モジュール間の連携機能
 - 浸透流 - 斜面安定
 - 浸透流 - 地盤変形
 - 圧密沈下 - 斜面安定

7 Result

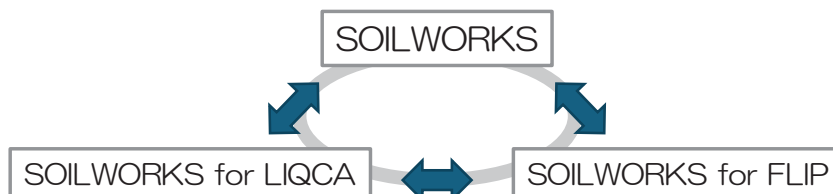


- 解析結果の図化
 - 変形図
 - コンター図
 - ベクトル図
 - 断面力図
 - フローパス
 - アニメーション
- 結果値の表形式出力
- 結果図のCADデータ出力

SOILWORKS シリーズ

- 同じ操作・手順でメッシュ生成！！
- 同じ操作・手順で結果表示！！

- 地盤変形解析でも浸透流解析でも圧密解析でも液状化解析でも同じ使い方でメッシュが作れるので効率的
- 違う解析でも同じ書式で結果図を作成できるので報告書の品質を維持



2次元地盤解析入門
SOILWORKSを用いた設計から解析まで



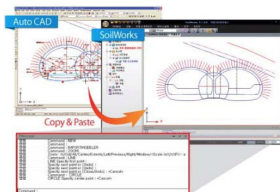
SESSION 2

モデリング機能の紹介

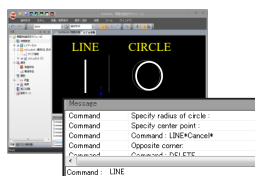
CAD機能

AutoCADと同じコマンドを使った形状生成

- Auto CADからCopy&Paste

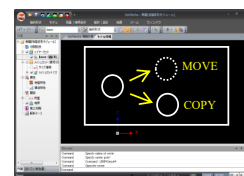


- Auto CAD同様のコマンド入力



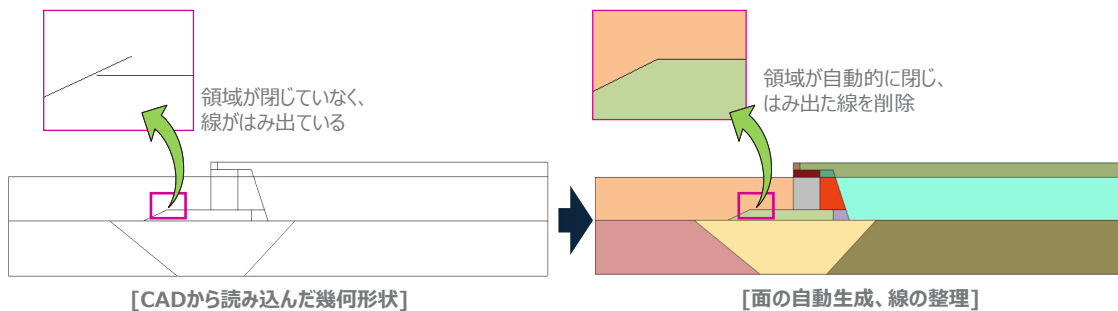
“line”コマンドで、直線作成
“circle”コマンドで、円作成

- Auto CAD同様の簡単な形状修正



“move”コマンドで、形状移動
“copy”コマンドで、形状コピー

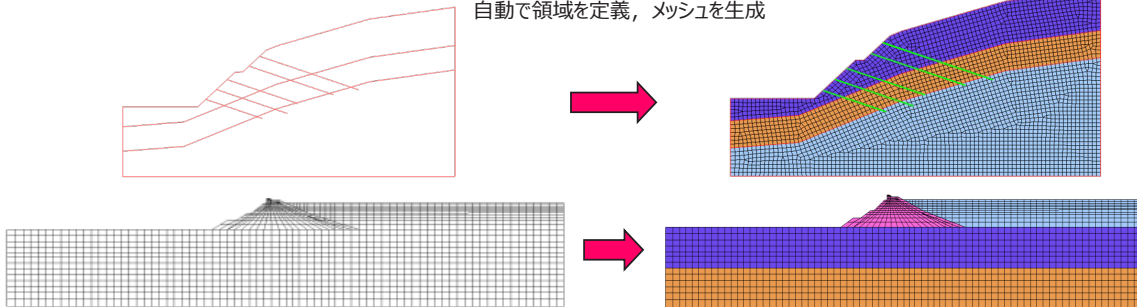
形状の自動修正機能



メッシュ生成機能

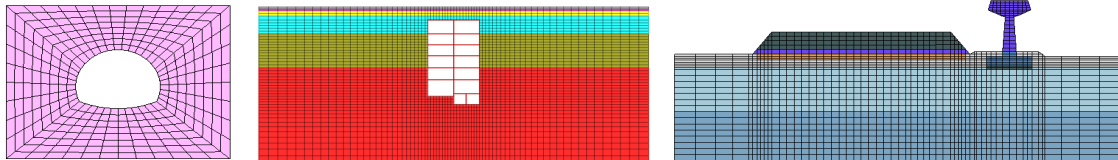
オートメッシュ

エッジ/サーフェスからの2Dメッシュ作成
自動で領域を定義, メッシュを生成



AutoCADで作成した複雑な2次元モデルに対して「ワンクリック」でメッシュ生成

マップドメッシュ



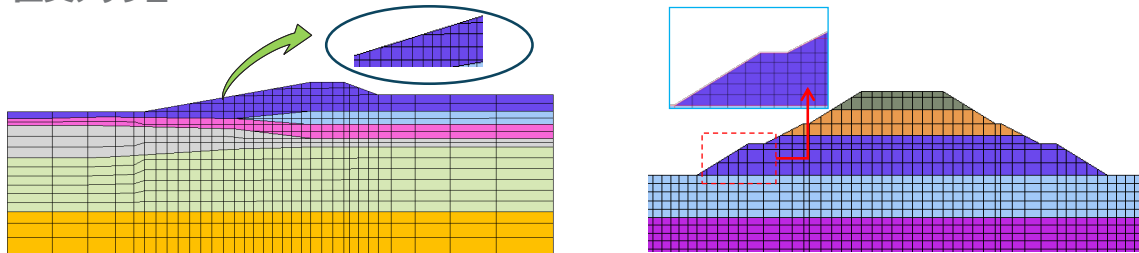
等分割数で分割

規則性のある四辺形メッシュを生成

節点を共有して複数領域にメッシュ生成

メッシュ生成機能

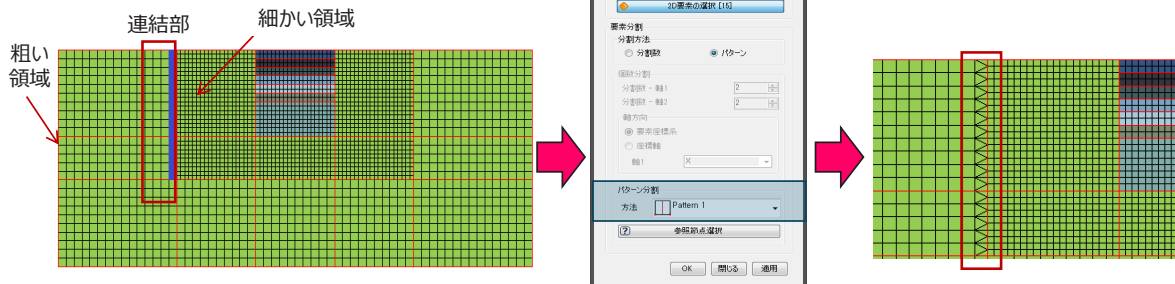
直交メッシュ



線で囲まれる領域を選択するだけで、直交形状のメッシュを自動生成

斜面地盤をモデリングする時に主に使用

要素分割



応力の集中する部分だけを細かくする

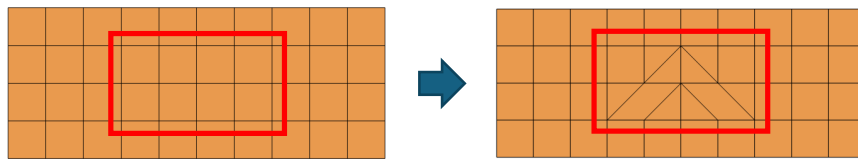
パターンタイプを指定し、分割する要素を選択すると、粗い領域と細かい領域を自動連結

メッシュ生成機能

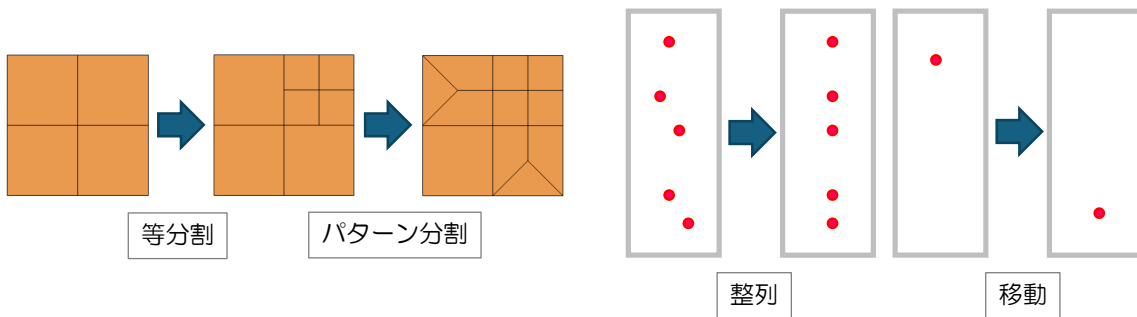
SOILWORKS 16

メッシュの編集・再生成

- 作成したメッシュの部分的な作り変えが可能
- 作成したメッシュの細分化
- 節点の整列・移動



メッシュの削除と再生成



2次元地盤解析入門

SOILWORKSを用いた設計から解析まで

SESSION 3

モデリング機能の体験操作

モデリング機能の体験

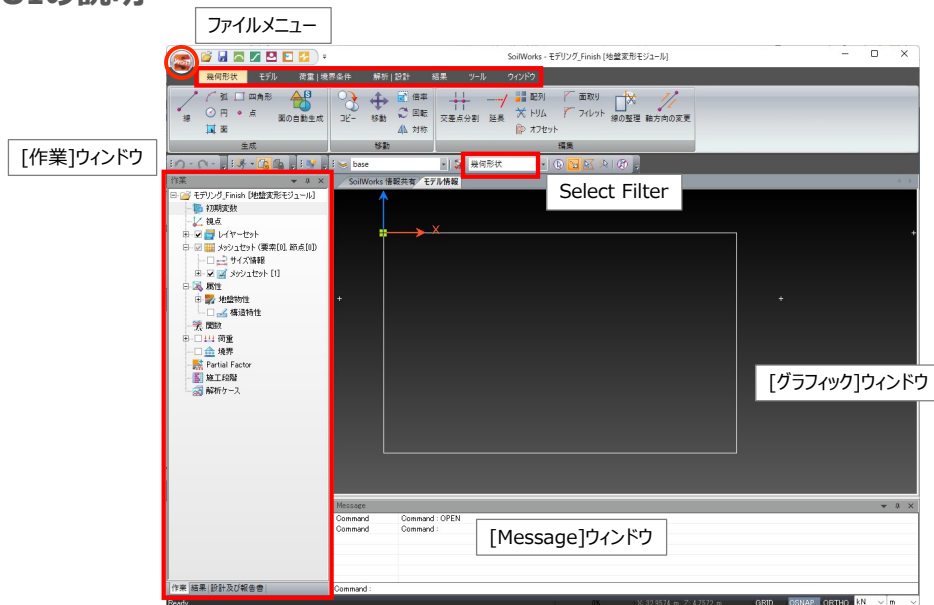
ファイルを開く



① ジオメトリ_Start.stb

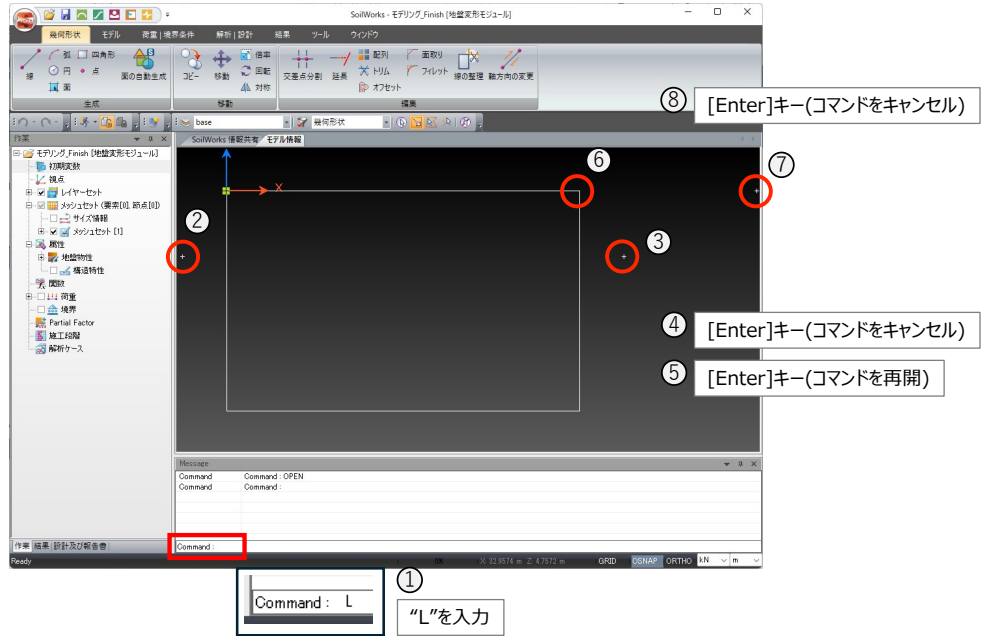
モデリング機能の体験

GUIの説明



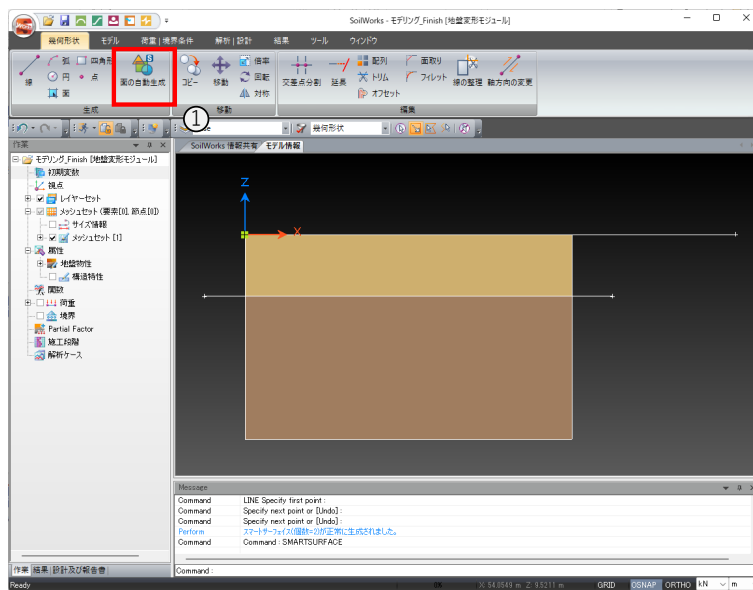
モデリング機能の体験

線を引く



モデリング機能の体験

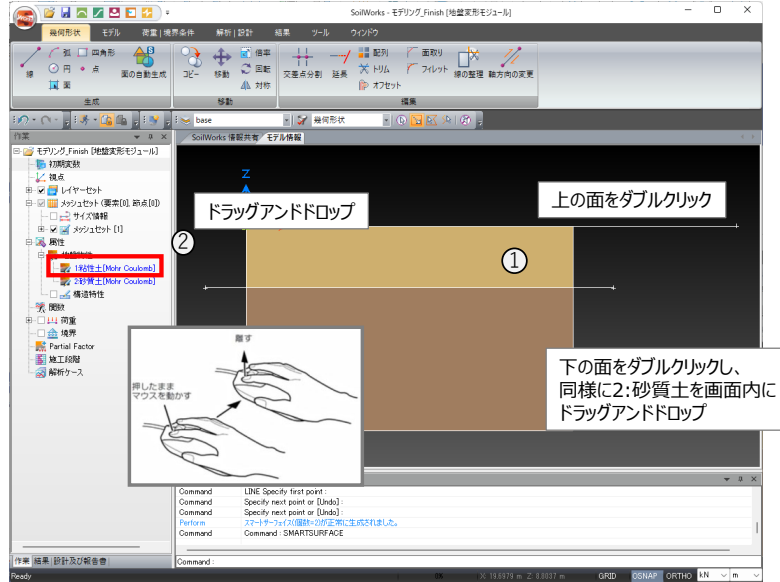
面を作成する



モデリング機能の体験

SOILWORKS 22

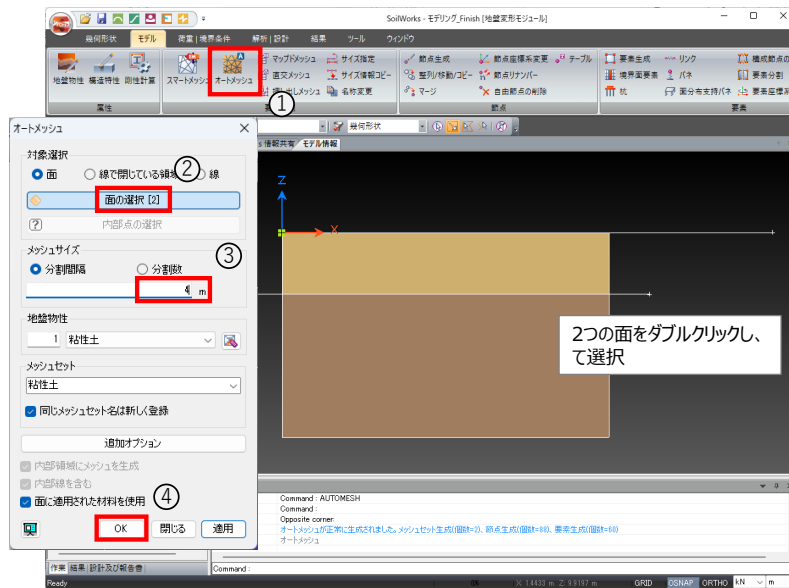
面に地盤物性を割り当てる



モデリング機能の体験

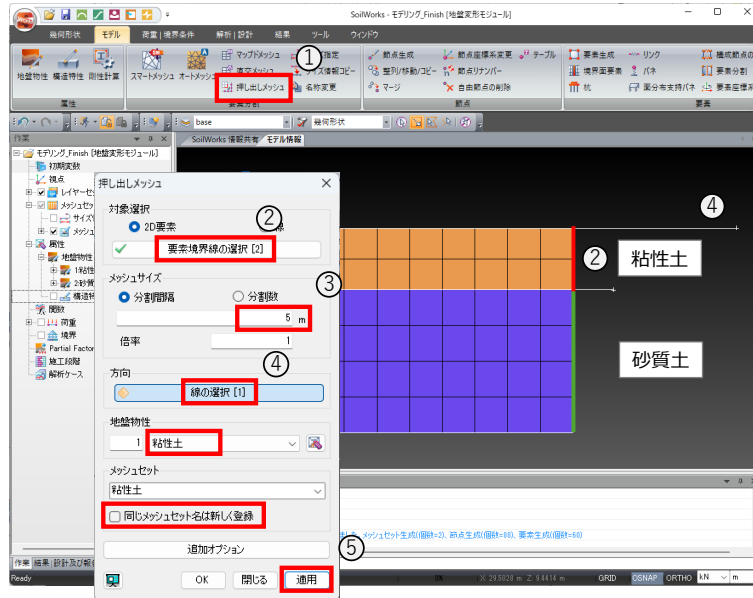
SOILWORKS 23

メッシュを作成する



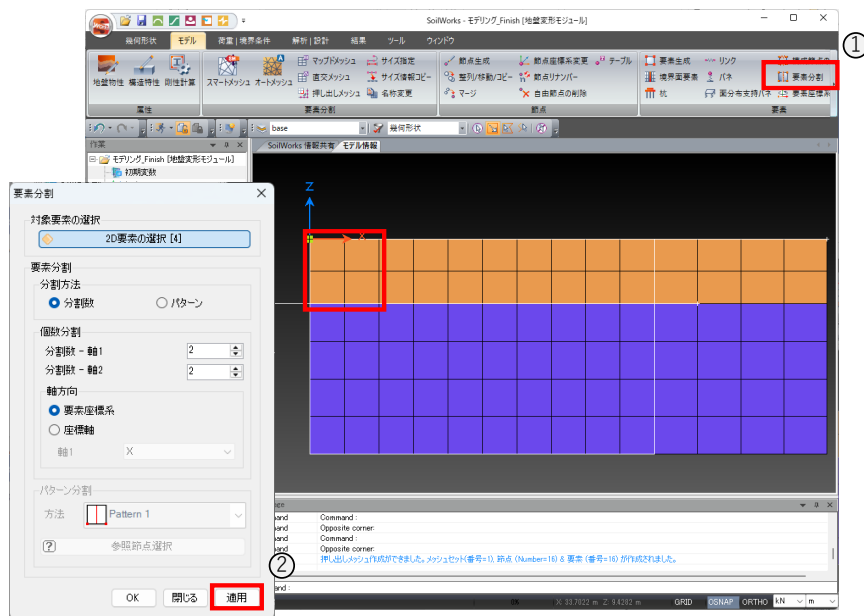
モデリング機能の体験

メッシュを押し出す



モデリング機能の体験

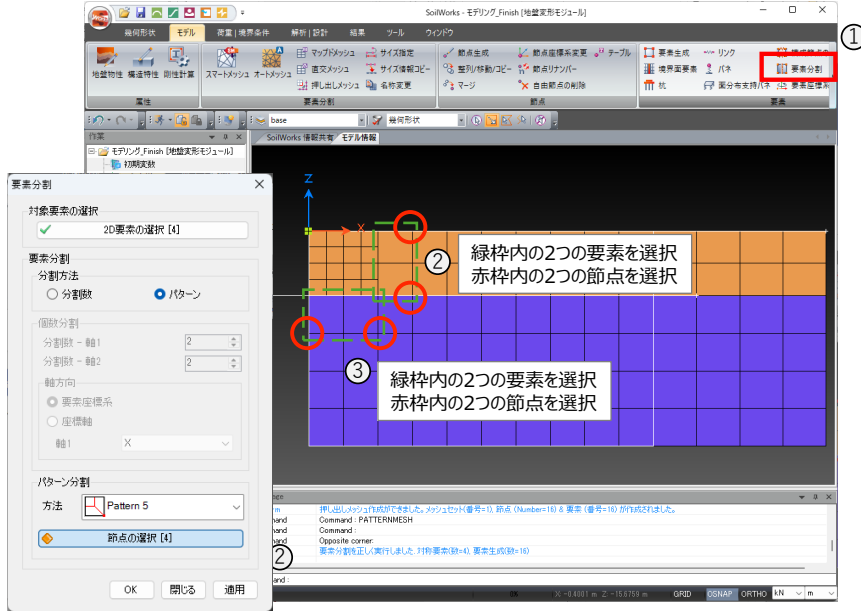
メッシュを分割する



モデリング機能の体験

SOILWORKS 26

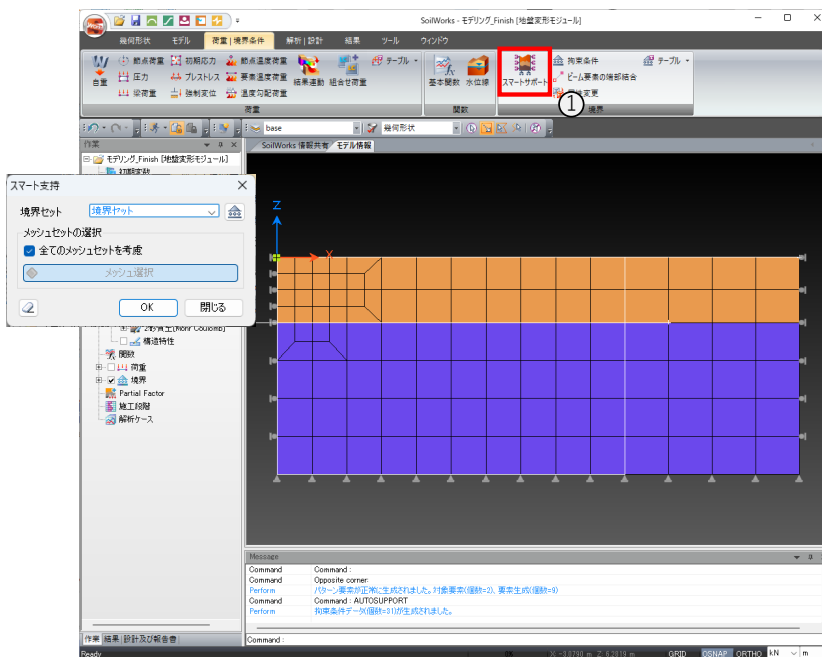
メッシュを分割する



モデリング機能の体験

SOILWORKS 27

境界条件の定義



2次元地盤解析入門
SOILWORKSを用いた設計から解析まで

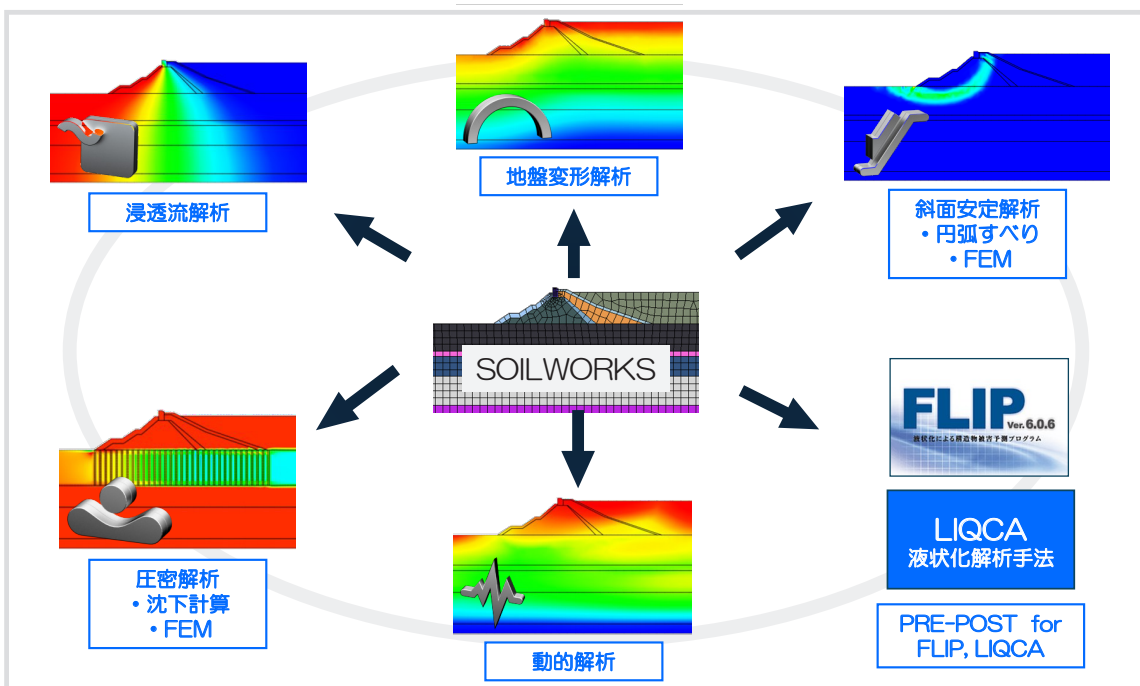


SESSION 4

設計・解析機能の説明

設計・解析機能

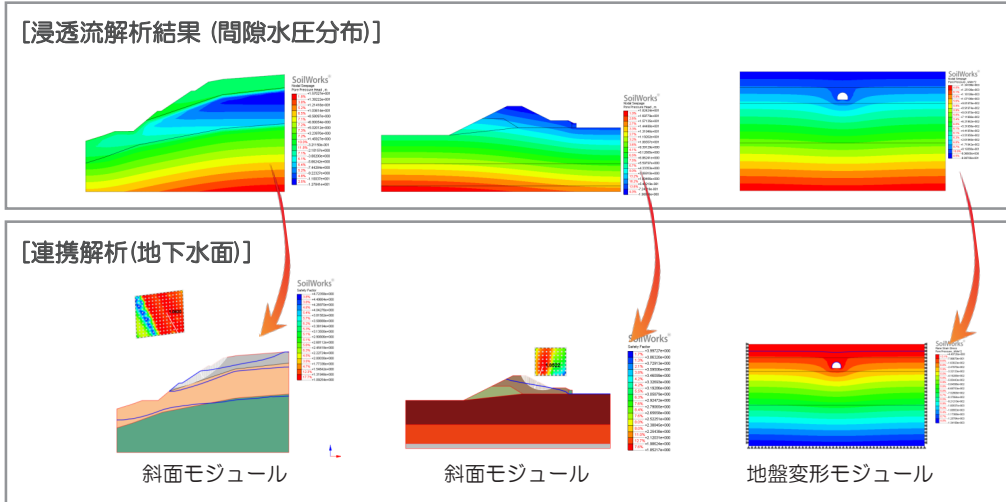
SOILWORKS 解析機能一覧



設計・解析機能

SOILWORKS 解析機能一覧

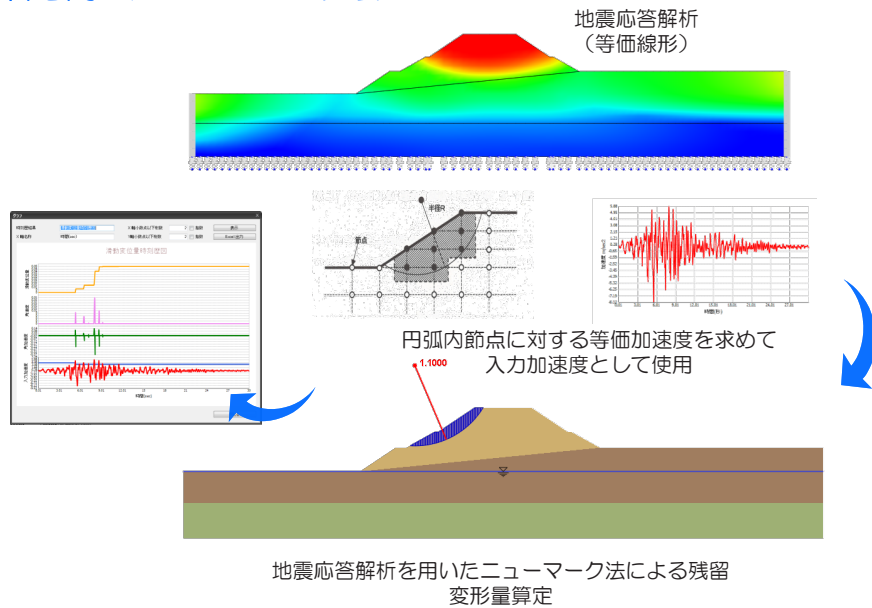
浸透流解析と連携した解析



設計・解析機能

SOILWORKS 解析機能一覧

地震応答解析を用いたニューマーク法



<p>地盤変形解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 線形解析 非線形・弾塑性解析(Mohr-Coulomb, Dundan-Chang, D-min(電中), vonMises, Drucker-Prager 等) 施工段階解析 インターフェイス要素(ジョイント要素) 	<p>圧密解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 1次元圧密沈下計算(Δe法, M_v法, C_c法) *パラメータ解析(盛土高, 排水材間隔) 2次元FEM圧密解析(関口-太田(弾塑性/粘弾塑性), 修正Cam-Clay) 施工段階 	<p>動的解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 等価線形解析(1次元・2次元) 固有値解析(2次元) 応答スペクトル解析(2次元) 線形時刻歴応答解析(2次元) 液化化判定(1次元:簡易法, せん断応力法, 2次元)
<p>浸透流解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 飽和・不飽和浸透流解析 定常/非定常解析 水頭境界(一定/変動), 流量境界(一定/変動), 浸出点 施工段階 	<p>斜面安定解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 極限平衡法(修正フェレニウス法, 簡易ビショップ法, 道路土工など) Newmark法(NEXCO) クラック考慮 FEMによる斜面安定評価(せん断強度低減法) 対策工 	<p>プリ・ポスト</p> <ul style="list-style-type: none"> 最新のモデリング・結果表示機能を搭載 SoilWorks for LIQCA SoilWorks for FLIP

2次元地盤解析入門

SOILWORKSを用いた設計から解析まで



SESSION 5

解析機能の体験操作

-地盤変形解析-

地盤変形解析

SOILWORKS 34

ファイルを開く

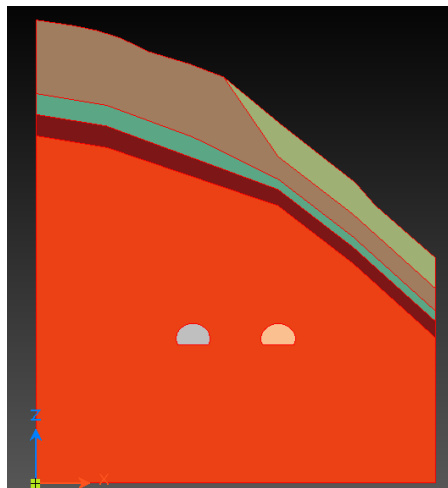


① 地盤変形解析_start.stb

地盤変形解析

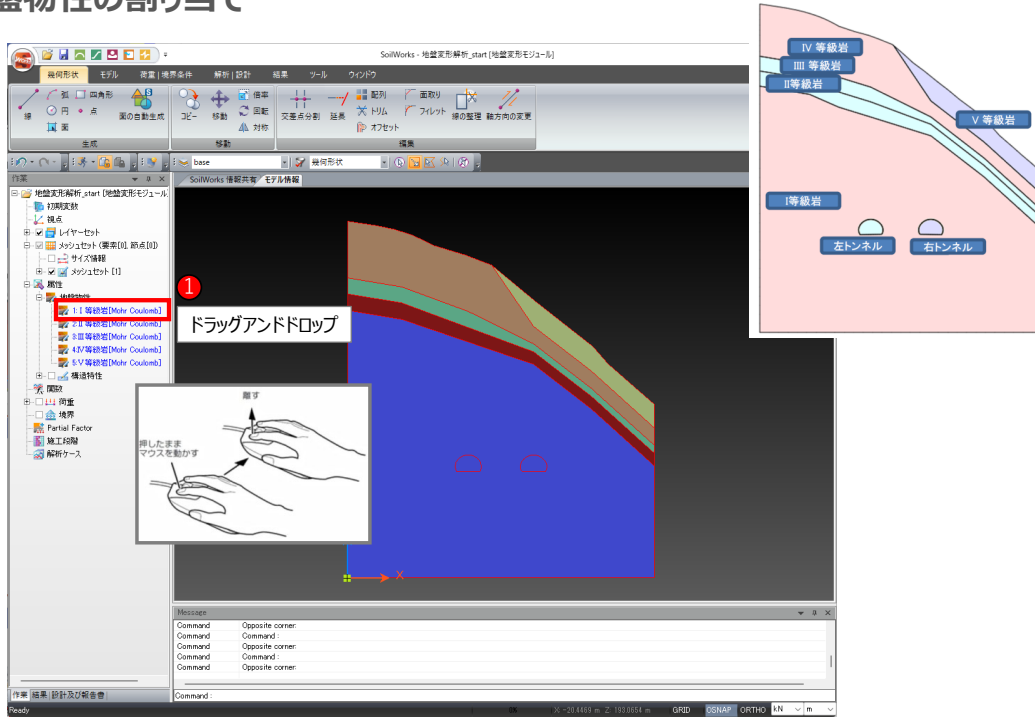
SOILWORKS 35

面の自動生成



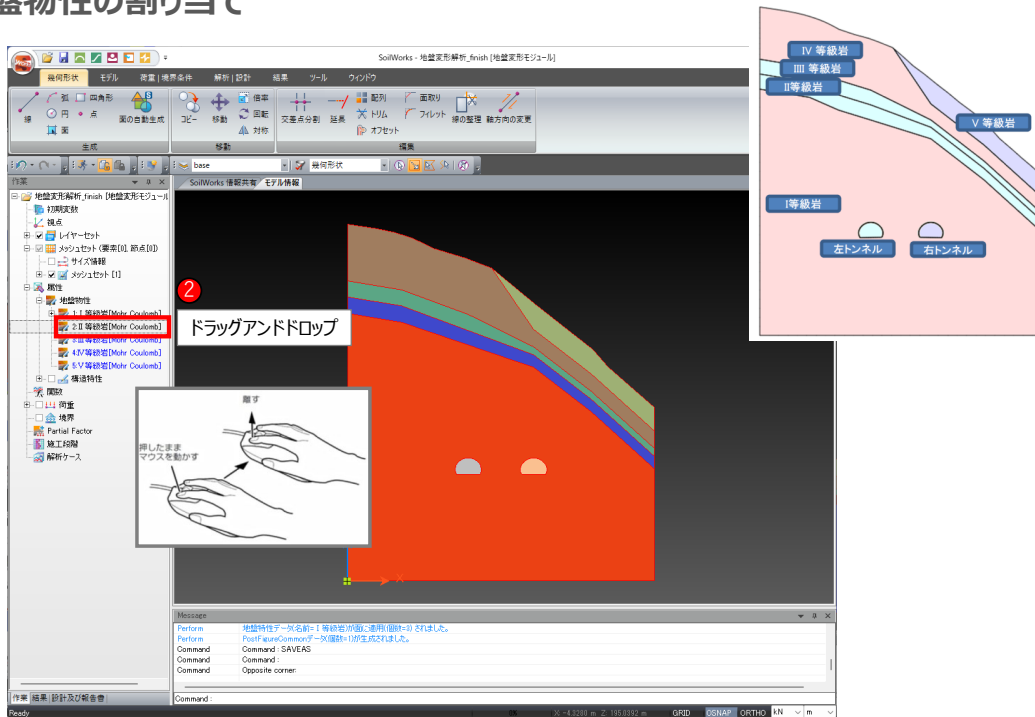
地盤変形解析

地盤物性の割り当て



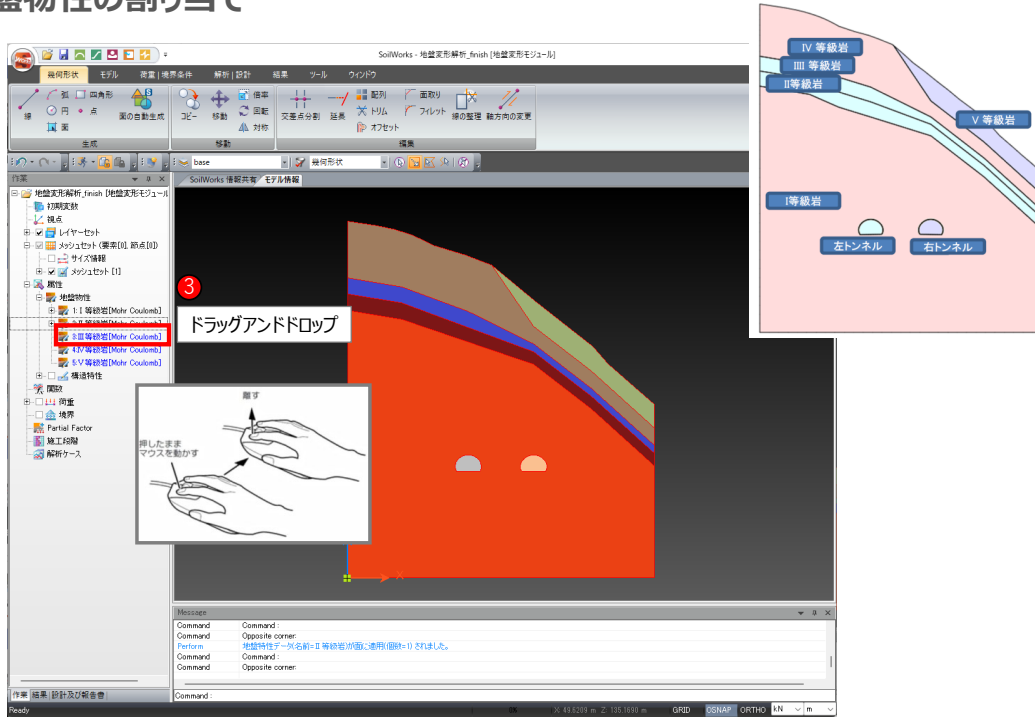
地盤変形解析

地盤物性の割り当て



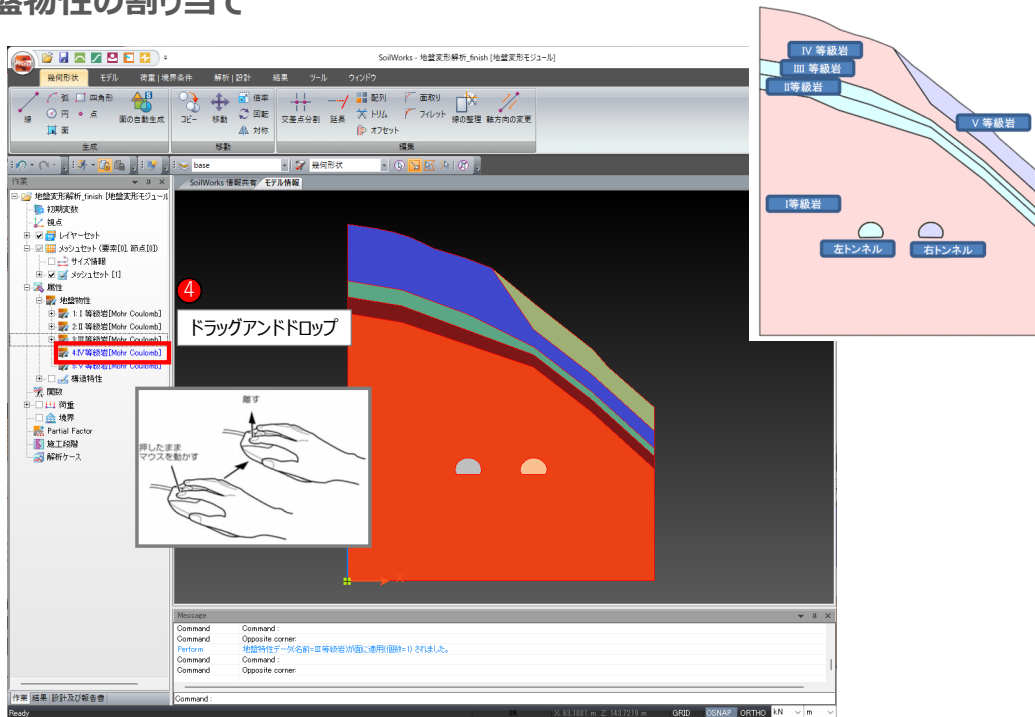
地盤変形解析

地盤物性の割り当て



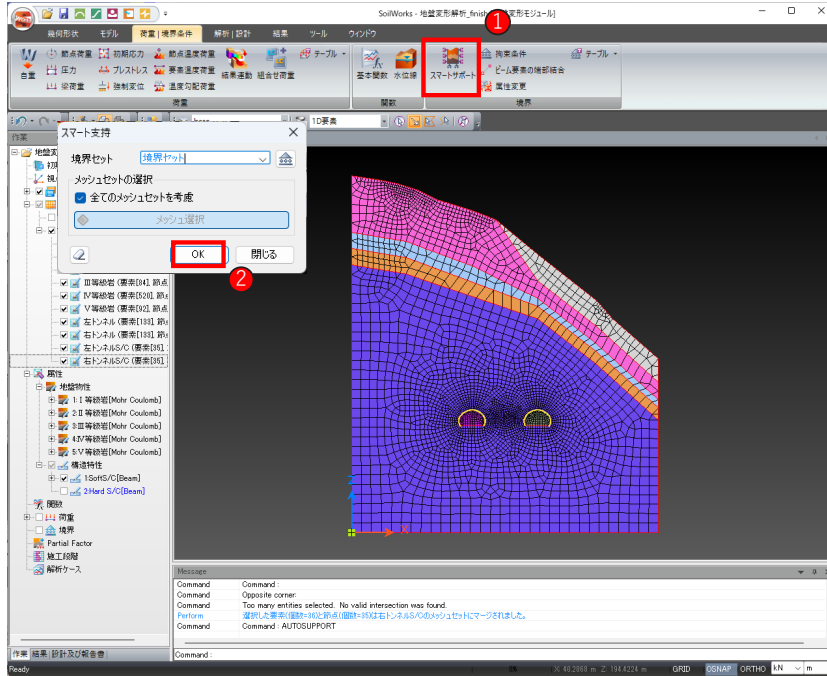
地盤変形解析

地盤物性の割り当て



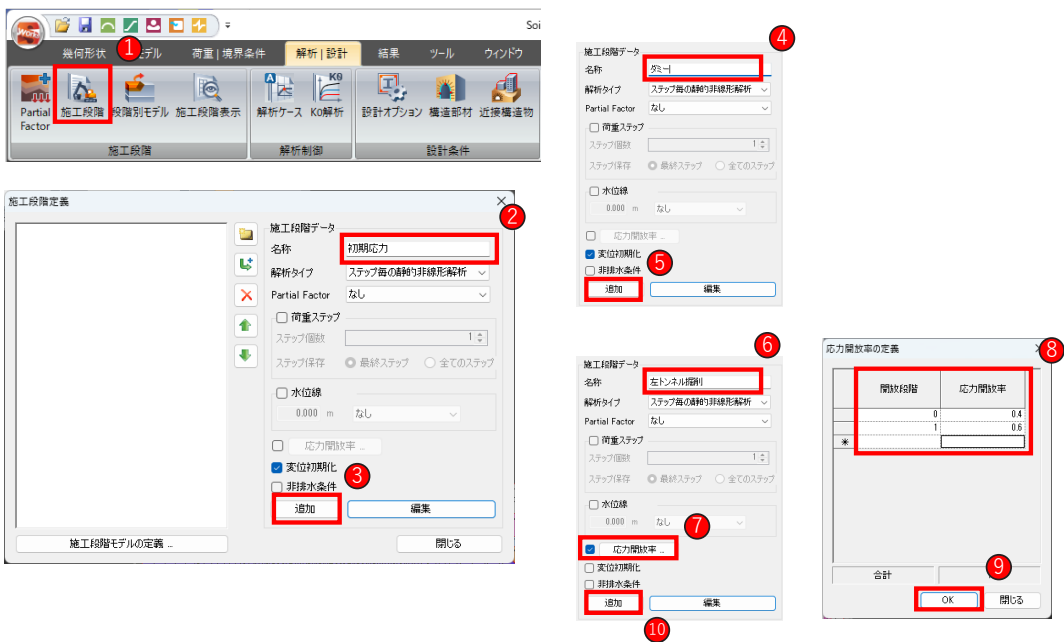
地盤変形解析

変位拘束条件



地盤変形解析

施工段階の作成



地盤変形解析

施工段階の作成

The image shows the 'Construction Stage Definition' (施工段階定義) dialog boxes in SOILWORKS. The main toolbar has 'Construction Stage' (施工段階) highlighted. The dialog boxes are as follows:

- 11** Construction Stage Definition dialog: Name 'Left Tunnel Support' (左トンネル支保), Analysis Type 'Step-by-step sequential non-linear analysis' (ステップ毎の連続的非線形解析), Partial Factor 'None' (なし), Water Table '0.000 m', and 'Add' (追加) button highlighted.
- 12** 'Non-drainage condition' (非排水条件) checkbox highlighted.
- 13** Construction Stage Definition dialog: Name 'Right Tunnel Support' (右トンネル支保), Analysis Type 'Step-by-step sequential non-linear analysis' (ステップ毎の連続的非線形解析), Partial Factor 'None' (なし), Water Table '0.000 m', and 'Add' (追加) button highlighted.
- 14** 'Effective modulus' (実位相剛化) checkbox highlighted.
- 15** 'Response Reduction Rate Definition' (応力開放率の定義) dialog: Table with columns 'Construction Stage' (施工段階) and 'Response Reduction Rate' (応力開放率).

施工段階	応力開放率
0	0.4
1	0.6

 'OK' button highlighted.
- 16** 'OK' button in dialog 15 highlighted.
- 17** 'Add' (追加) button in dialog 13 highlighted.
- 18** Construction Stage Definition dialog: Name 'Right Tunnel Support' (右トンネル支保), Analysis Type 'Step-by-step sequential non-linear analysis' (ステップ毎の連続的非線形解析), Partial Factor 'None' (なし), Water Table '0.000 m', and 'Add' (追加) button highlighted.
- 19** 'Non-drainage condition' (非排水条件) checkbox highlighted.
- 20** Construction Stage Definition dialog: Name 'Final' (最終), Analysis Type 'Step-by-step sequential non-linear analysis' (ステップ毎の連続的非線形解析), Partial Factor 'None' (なし), Water Table '0.000 m', and 'Add' (追加) button highlighted.
- 21** 'Non-drainage condition' (非排水条件) checkbox highlighted.

地盤変形解析

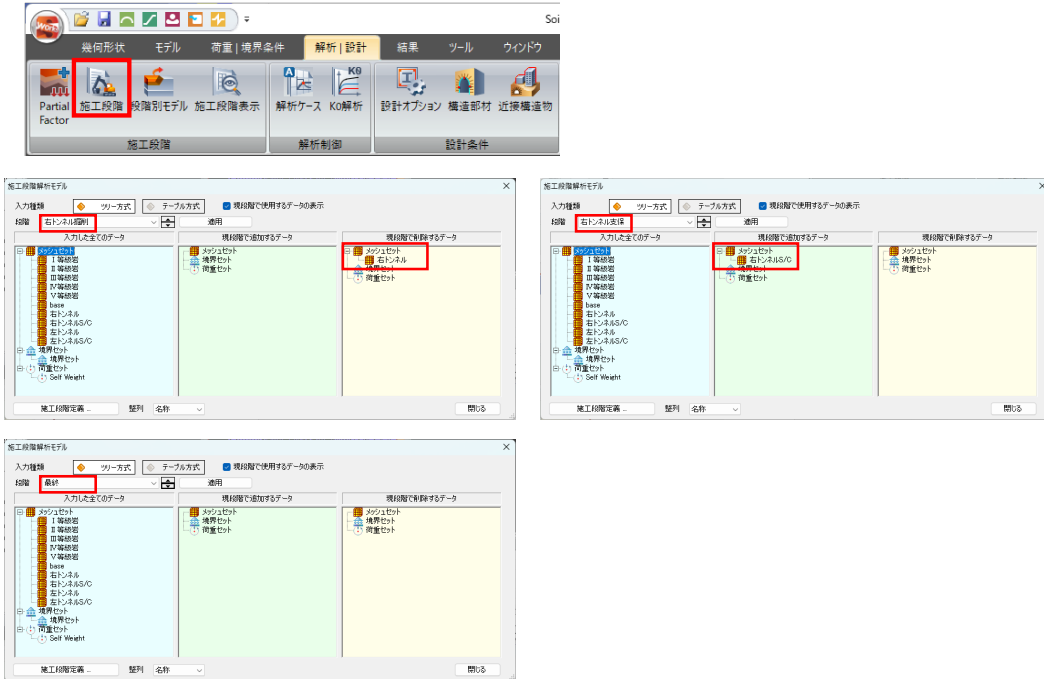
施工別モデルの設定

The image shows the 'Construction Stage Model' (施工段階別モデル) dialog boxes in SOILWORKS. The main toolbar has 'Construction Stage Model' (施工段階別モデル) highlighted. The dialog boxes are as follows:

- 1** Construction Stage Model dialog: 'Construction Stage' (施工段階) set to 'Initial' (初期), 'Model' (モデル) set to 'Initial' (初期).
- 2** Construction Stage Model dialog: 'Construction Stage' (施工段階) set to 'Left Tunnel Support' (左トンネル支保), 'Model' (モデル) set to 'Left Tunnel Support' (左トンネル支保).
- 3** Construction Stage Model dialog: 'Construction Stage' (施工段階) set to 'Right Tunnel Support' (右トンネル支保), 'Model' (モデル) set to 'Right Tunnel Support' (右トンネル支保).
- 4** Construction Stage Model dialog: 'Construction Stage' (施工段階) set to 'Final' (最終), 'Model' (モデル) set to 'Final' (最終).

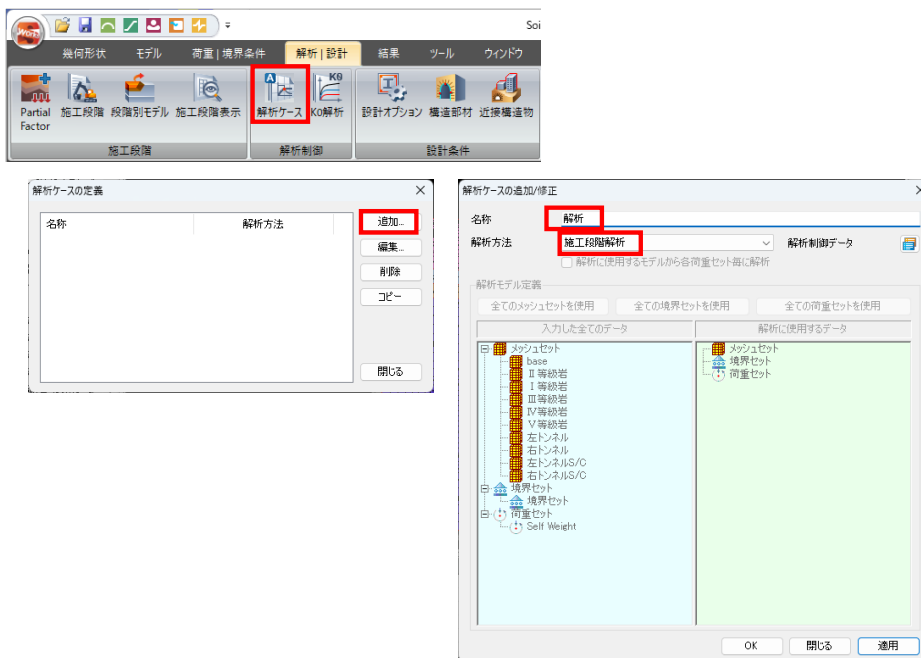
地盤変形解析

施工別モデルの設定



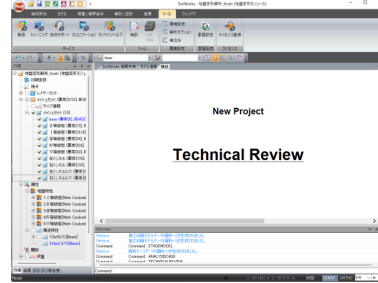
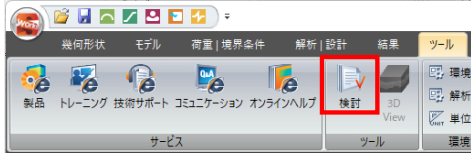
地盤変形解析

解析ケースの設定

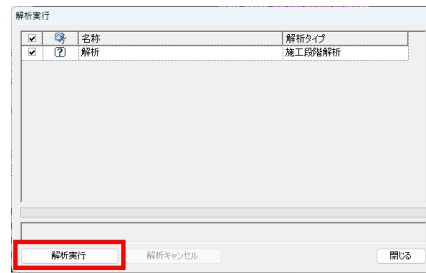
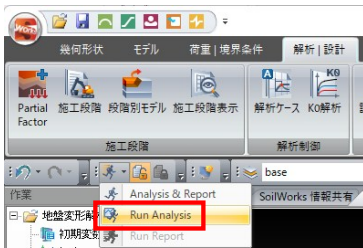


地盤変形解析

Technical Review

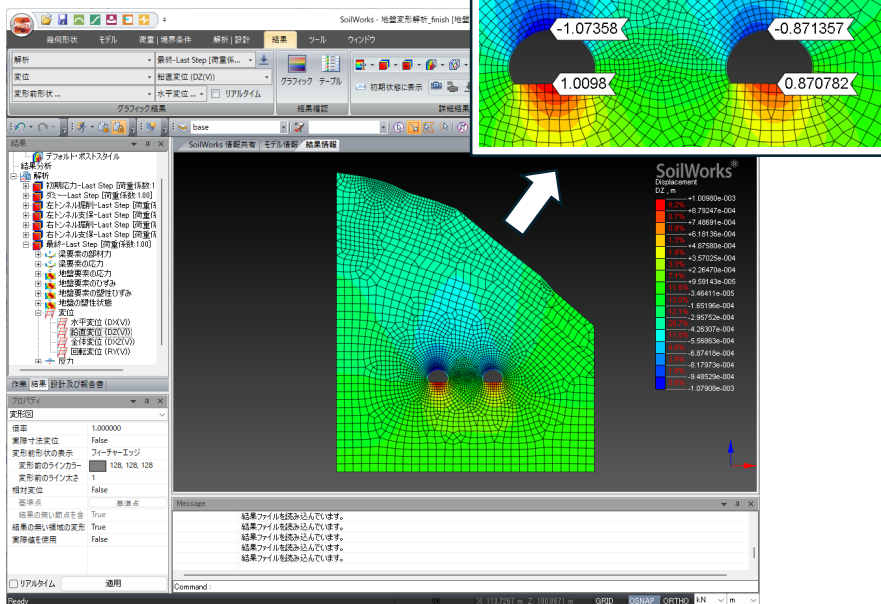


解析実行



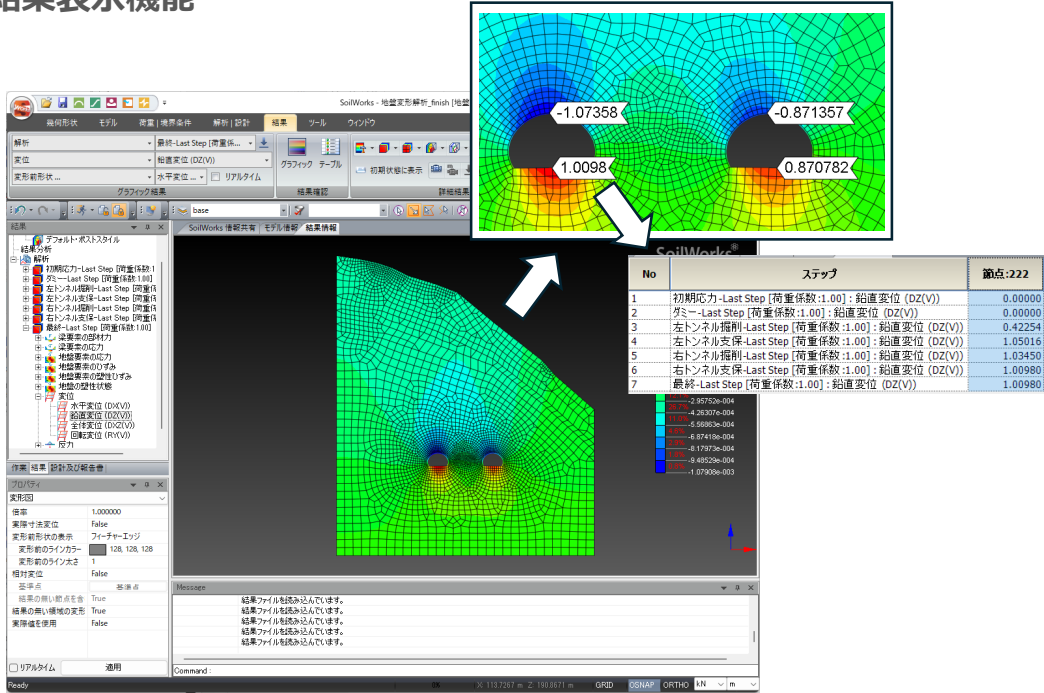
地盤変形解析

結果表示機能



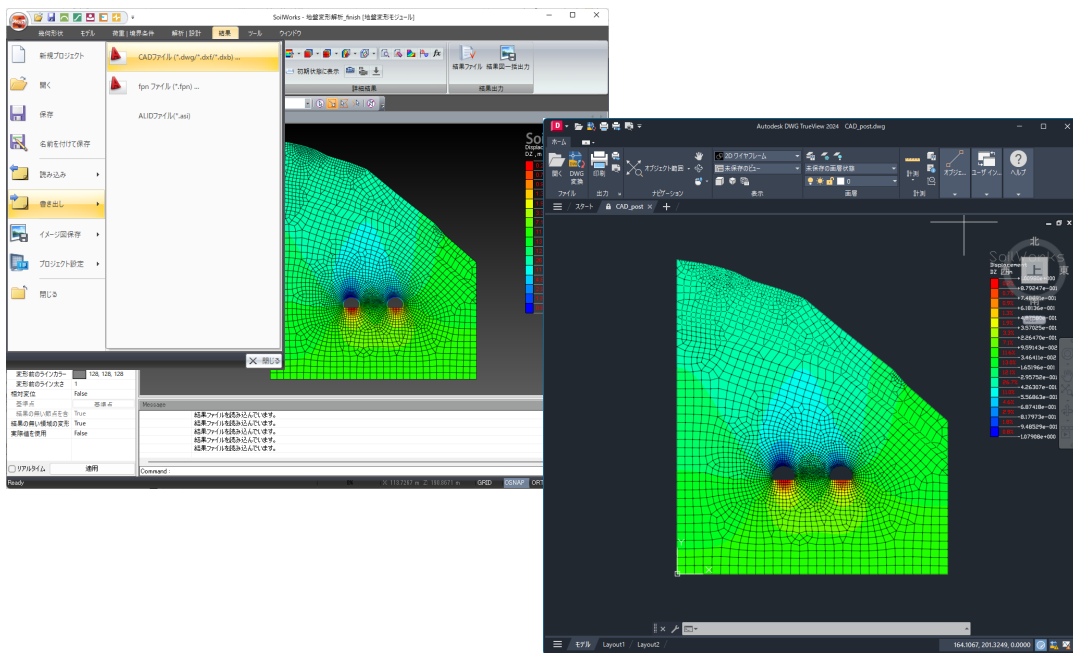
地盤変形解析

結果表示機能



地盤変形解析

結果表示機能



2次元地盤解析入門
SOILWORKSを用いた設計から解析まで



SESSION 5

解析機能の体験操作
浸透流解析⇒円弧すべり

浸透流解析⇒円弧すべり

SOILWORKS 55

ファイルを開く(浸透流解析モデル)



浸透流解析

地盤物性の確認

The image shows two windows from the SOILWORKS software. The left window is titled '地盤物性の定義' (Soil Property Definition) and shows a list of soil types with '埋砂土(砂)' (Buried sand) selected. The right window is titled '不飽和特性関数の追加/修正' (Add/Modify Unsaturated Property Function) and displays two tables of data and a graph.

体積含水率 (T)	負の圧力水頭 (P)
0.110	12.00000
0.120000	1.50000
0.123000	1.50000
0.129000	1.80000
0.135000	0.30000
0.138000	0.70000
0.141000	0.60000
0.145000	0.50000
0.155000	0.40000
0.160000	0.50000
0.166000	0.25000
0.173000	0.20000
0.181000	0.15000
0.186000	0.10000
0.195000	0.05000
0.200000	0.00000

体積含水率 (T)	比透水係数 (K)
0.010000	0.000000
0.010000	0.010000
0.020000	0.020000
0.030000	0.030000
0.040000	0.040000
0.050000	0.050000
0.060000	0.060000
0.070000	0.070000
0.080000	0.080000
0.090000	0.110000
0.100000	0.130000
0.110000	0.160000
0.120000	0.190000
0.130000	0.230000
0.140000	0.290000
0.150000	0.360000
0.160000	0.450000
0.170000	0.550000
0.180000	0.850000
0.190000	0.800000
0.200000	1.000000

浸透流解析

境界条件の確認

The image shows three windows from the SOILWORKS software. The left window is the '境界' (Boundary) list, showing 'rainfall' and 'water_level' selected. The middle window is '浸透関数の定義' (Define Infiltration Function) for 'rainfall', showing a table of time and value data and a graph. The right window is '浸透関数の定義' (Define Infiltration Function) for 'water_level', showing a table of time and value data and a graph.

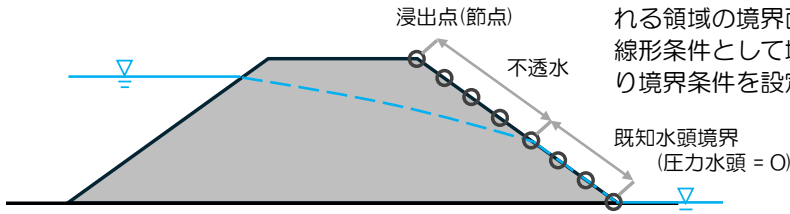
時間 (hr)	値
0	0.0001
110	0.0001
110.000001	0.001
140	0.001
140.000001	0
210	0

時間 (hr)	値
0	0
30	0
130	0.5
140	0.5
160	0
210	0

浸透流解析

境界条件 Tips

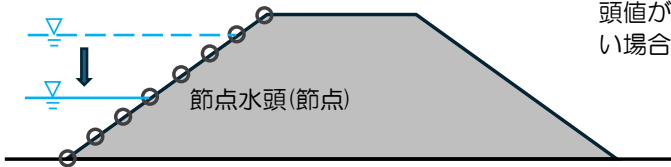
[浸出点]



浸透流解析では流れの状況によって境界条件が変わる場合がある。例えば、ダムや堤防の浸透流解析で予め法面上の浸潤面を設定することができない。この場合、浸潤面が生じると予測される領域の境界面に浸出点境界を与えると、非線形条件として境界面上の圧力水頭の正負により境界条件を設定する。

[節点水頭]

全水頭 < 位置水頭の場合、 $Q = 0$



このオプションをオンにすると、設定した全水頭値が境界を定義した節点の位置水頭より小さい場合、境界条件を自動で解除します。

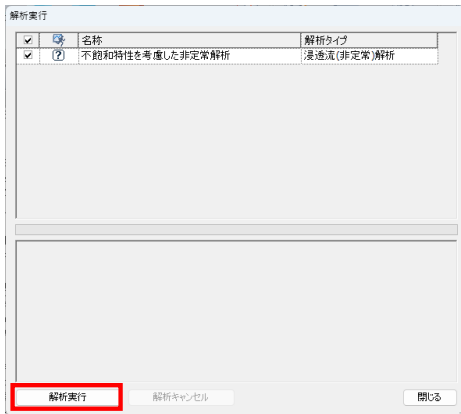
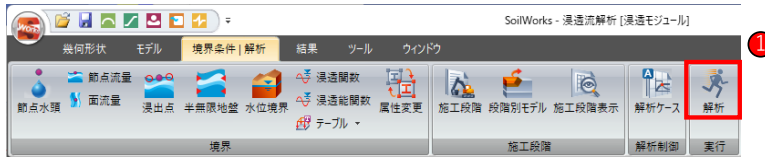
浸透流解析

解析ケースの確認

ステップ	時間 (hr)	結果保存
1	10	✓
2	20	✓
3	30	✓
4	40	✓
5	50	✓
6	60	✓
7	70	✓
8	en	✓

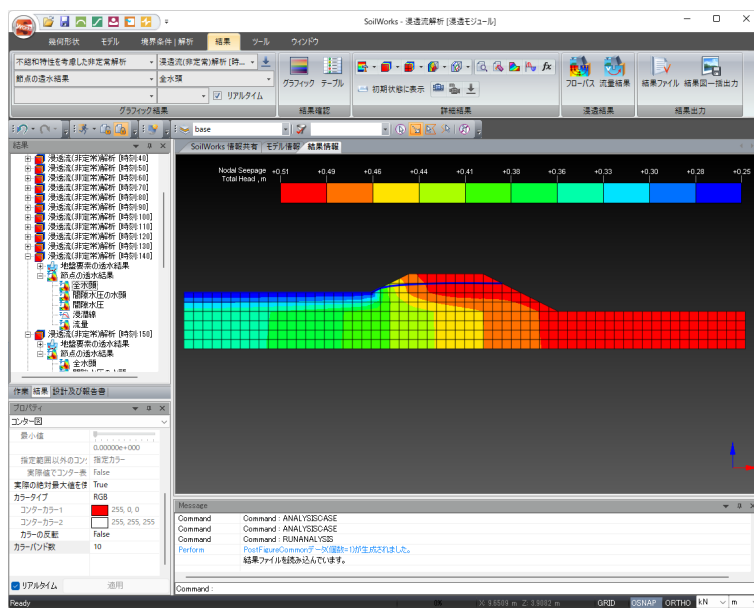
浸透流解析

解析の実行



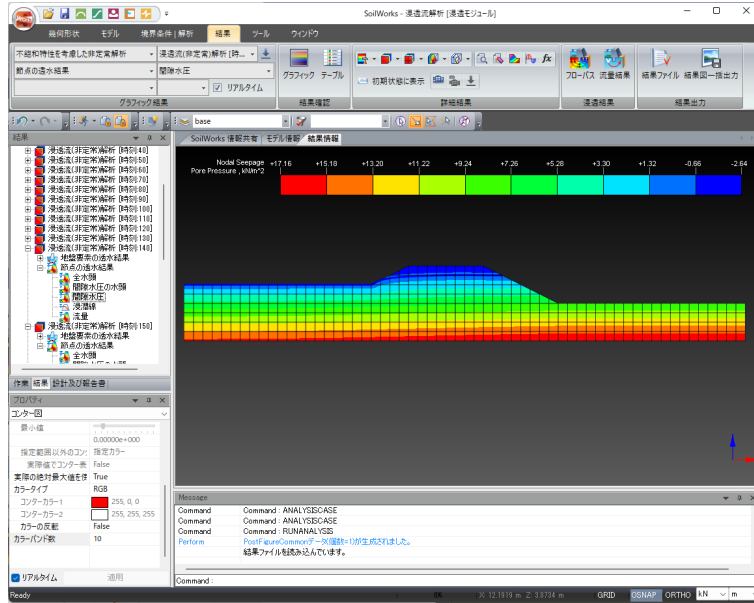
浸透流解析

結果の確認



浸透流解析

結果の確認



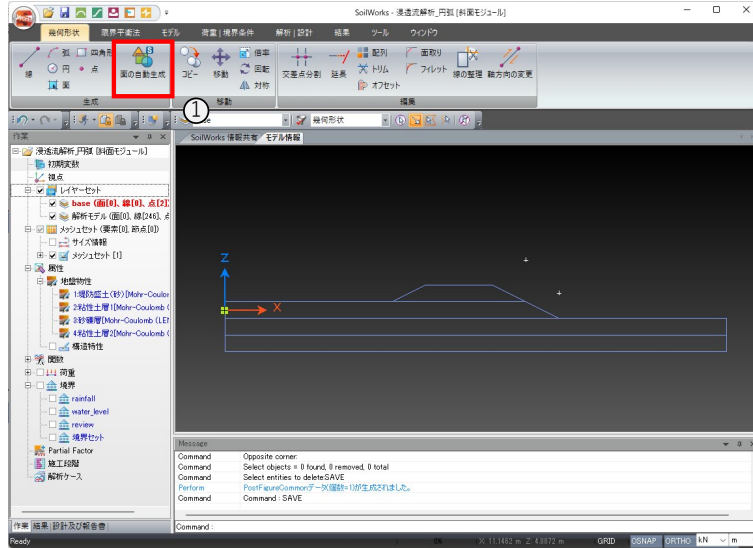
浸透流解析⇒円弧すべり

ファイルを開く(円弧すべりモデル)



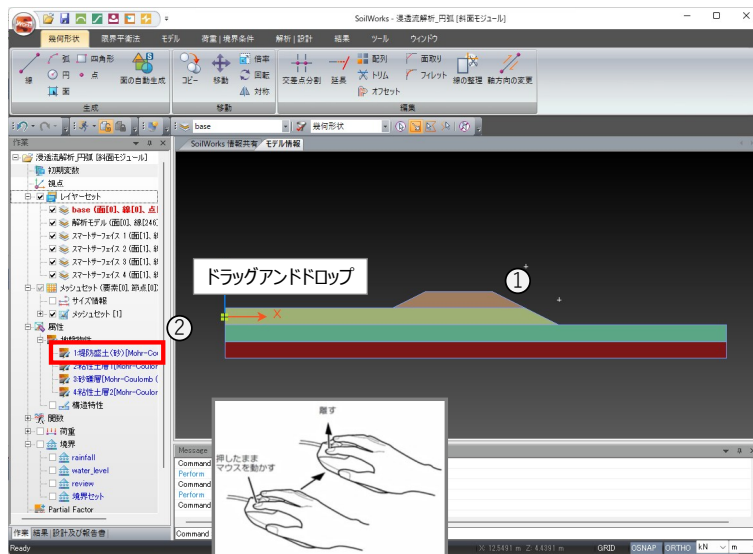
浸透流解析⇒円弧すべり

面を作成する



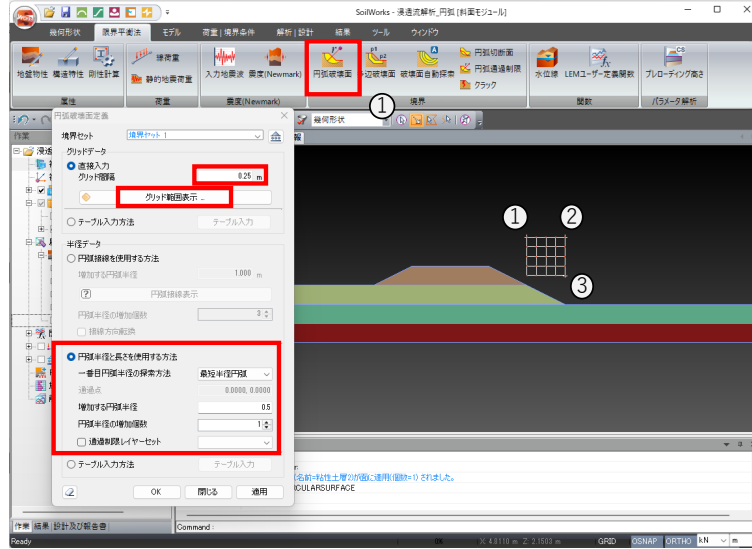
浸透流解析⇒円弧すべり

面に地盤物性を割り当てる



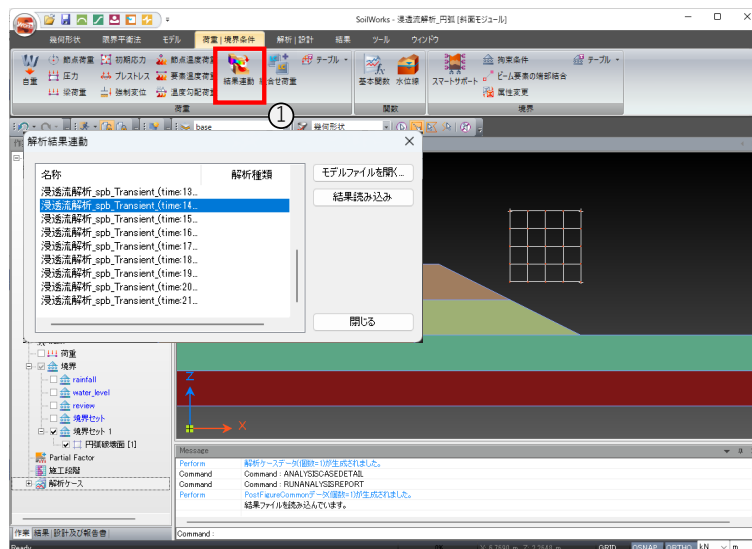
浸透流解析⇒円弧すべり

円弧破壊面の設定



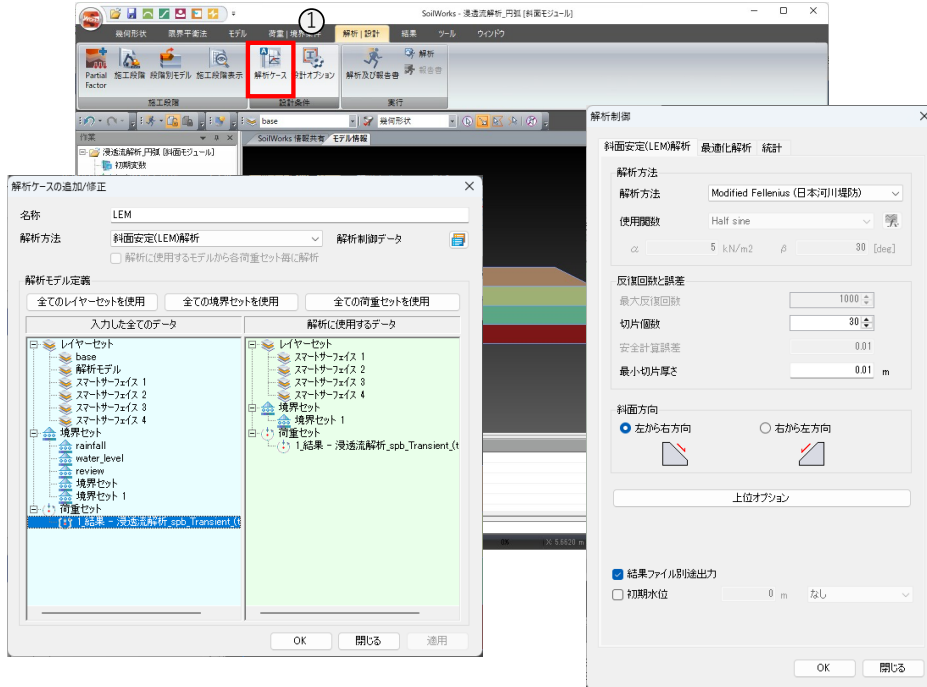
浸透流解析⇒円弧すべり

浸透流結果の読み込み



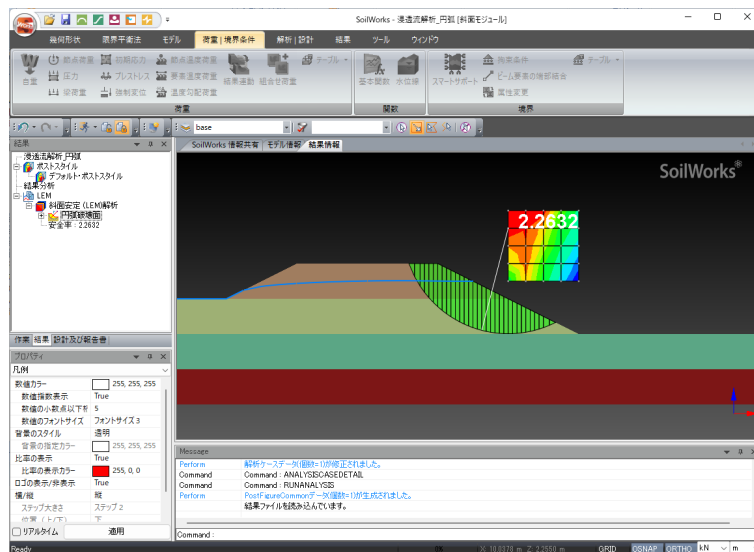
浸透流解析⇒円弧すべり

解析の設定



浸透流解析⇒円弧すべり

結果の表示



2次元地盤解析入門

SOILWORKSを用いた設計から解析まで



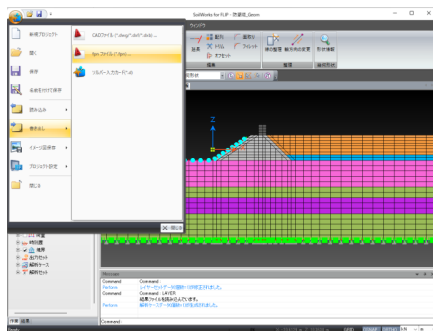
SESSION 6

FEA NXとの連携

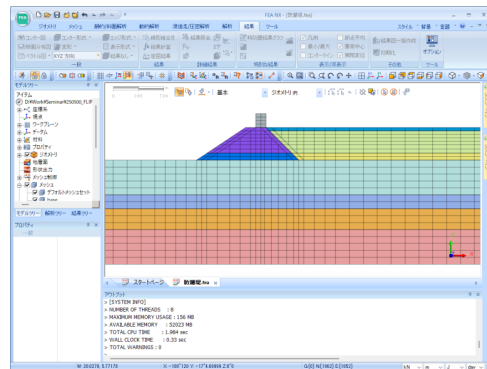
FEA NXとの連携

FEA NX

- SOILWORKSで検討した2Dモデルの読み込み



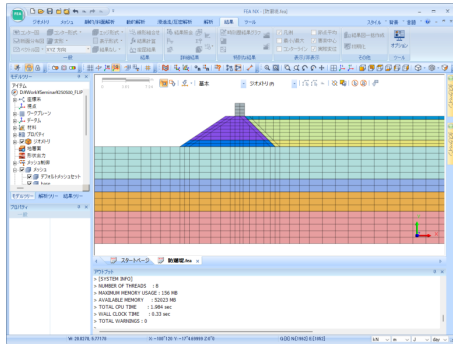
モデル読み



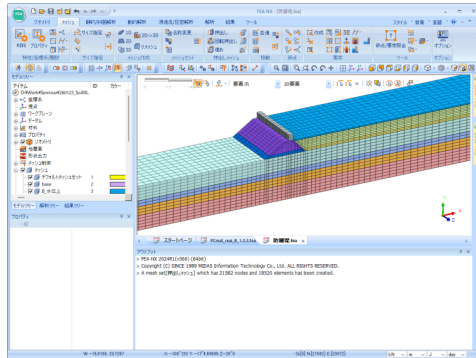
FEA NXとの連携

FEA NX

- 2Dモデルから3Dモデルへの拡張

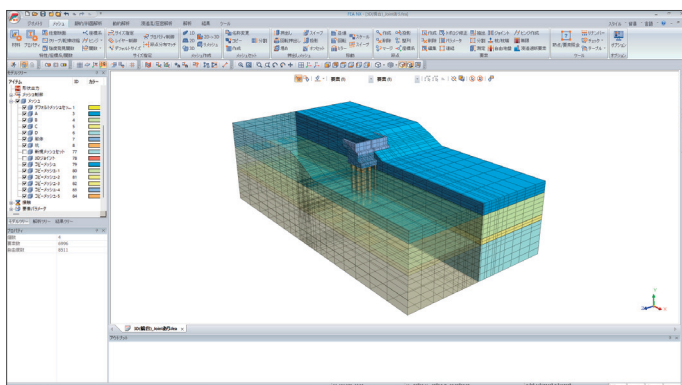


3Dモデルへ拡張



MIDAS CONSTRUCTION PROGRAM

A total of over 30,000 licenses used worldwide in over 110 countries.
The Largest CAE Software Developer in Civil Engineering.

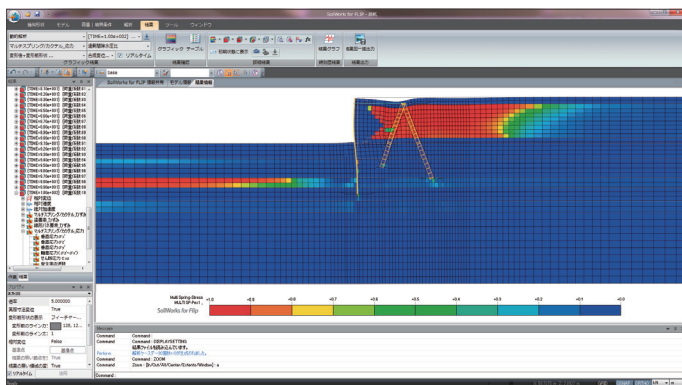


MIDAS FEA NX

汎用線形、非線形地盤/構造解析・詳細解析

FEA NXは、最先端のプリ・ポストと解析機能を搭載した建築・建設分野における高度な解析を行うためのソリューションです。

3D-CADデータインターフェイス、様々な解析機能、圧倒的に速い解析速度、優れたグラフィック表現および結果整理機能などを提供します。地盤解析、地盤-構造の相互作用を考慮した連成解析、補修・補強のための詳細解析はもちろん、マスコンの温度応力解析、コンクリートのひび割れ解析も行うことができます。



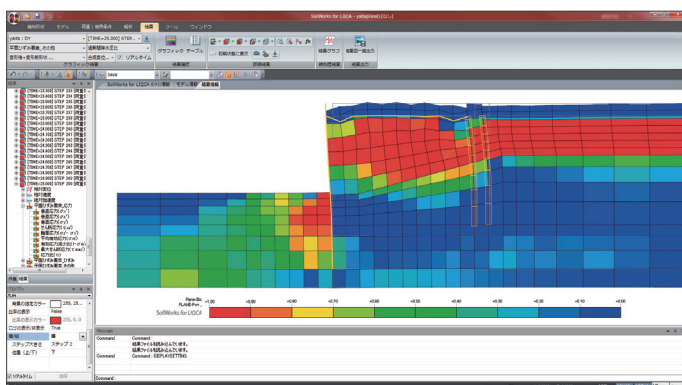
SOILWORKS for FLIP

FLIP専用のプリ・ポスト

SoilWorks for FLIPはFLIP「地震時の液状化による構造物被害予測プログラム」専用のプリ・ポストです。

SoilWorksの操作性をそのまま継承しており、AutoCAD感覚でデータを作成することができます。

データ作成後は、FLIPを起動させ計算を実行することもでき、FLIP解析のための統合された作業環境を提供します。

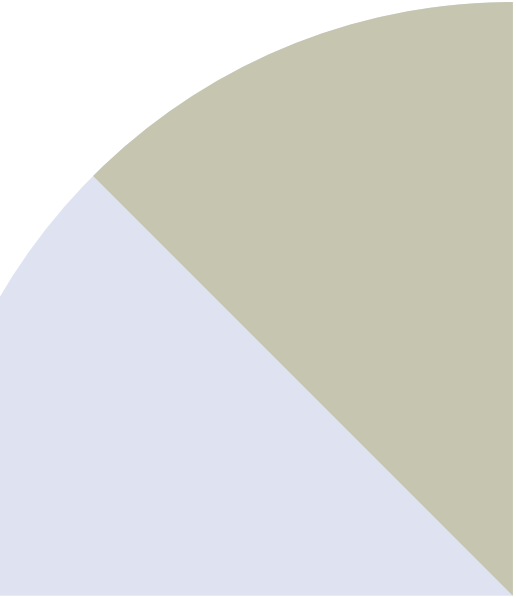


SOILWORKS for LIQCA

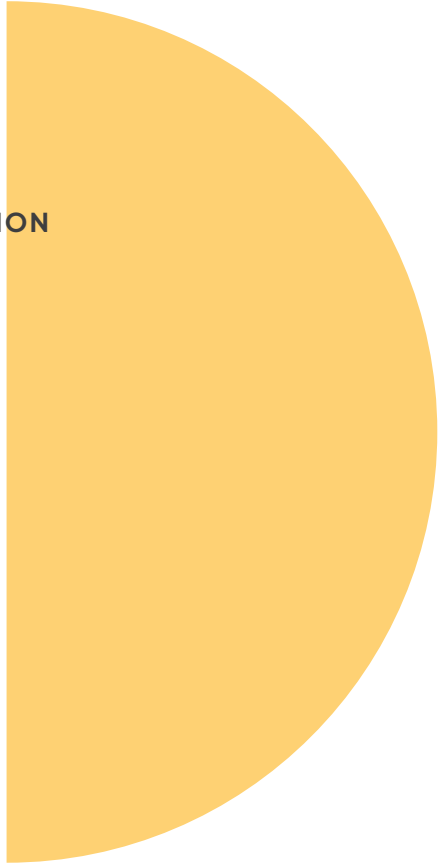
LIQCA専用のプリ・ポスト

SoilWorks for LIQCAはLIQCA専用のプリ・ポストです。SoilWorksの操作性をそのまま継承しており、AutoCAD感覚でデータを作成することができます。データ作成後は、LIQCAを起動させ計算を実行することもでき、LIQCA解析のための統合された作業環境を提供します。

※ LIQCAは1987年京都大学の岡 二三生教授をはじめとするLIQCA開発グループにより開発された有効応力に基づく液状化解析プログラムです。



MIDAS
CONSTRUCTION



株式会社マイダスイティジャパン 東京 建設事業部
〒101-0021 東京都千代田区外神田5-3-1 秋葉原OSビル 6-7階
TEL 03-5817-0787 | FAX 03-5817-0784 | E-mail g.support@midasit.com