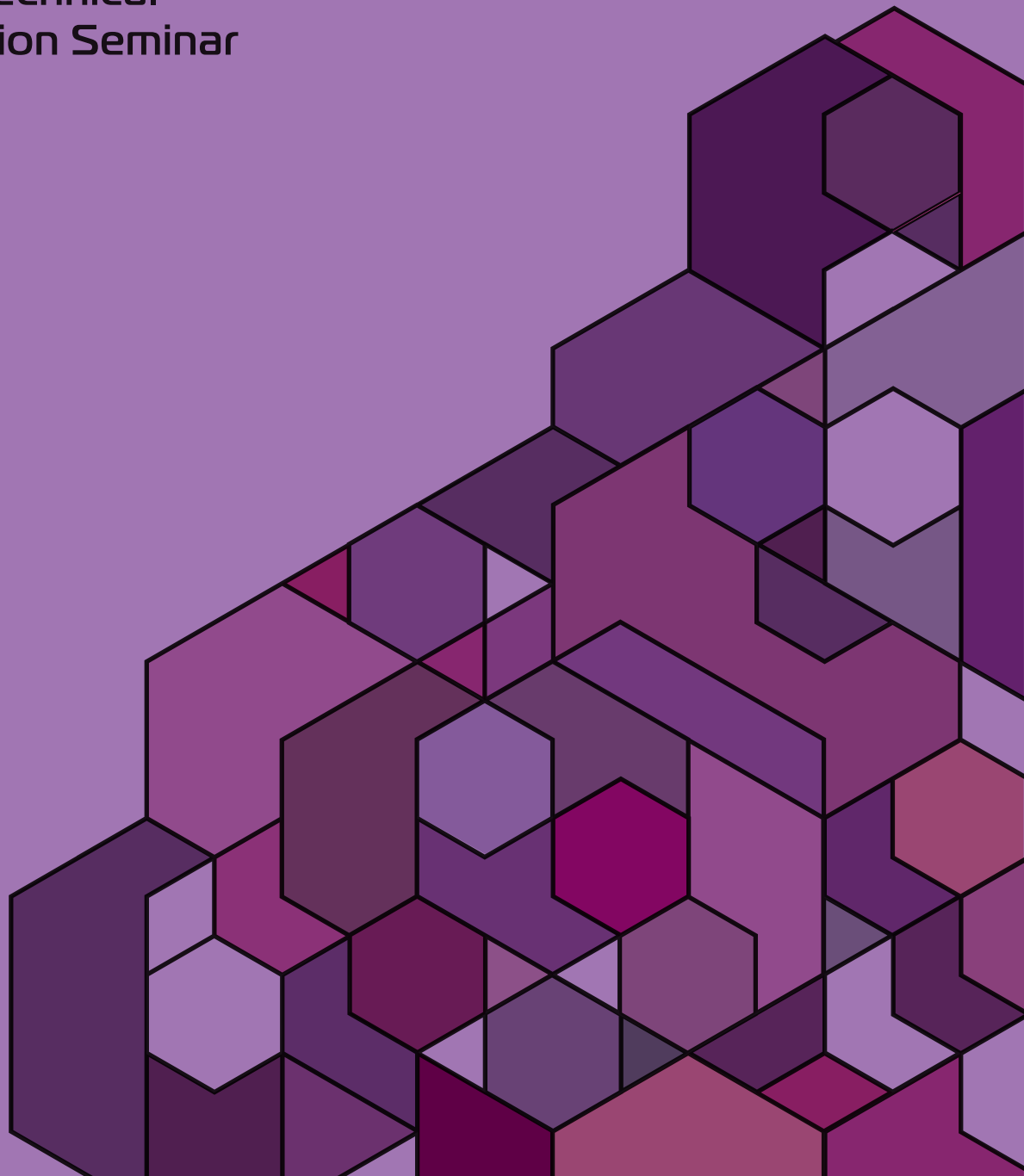




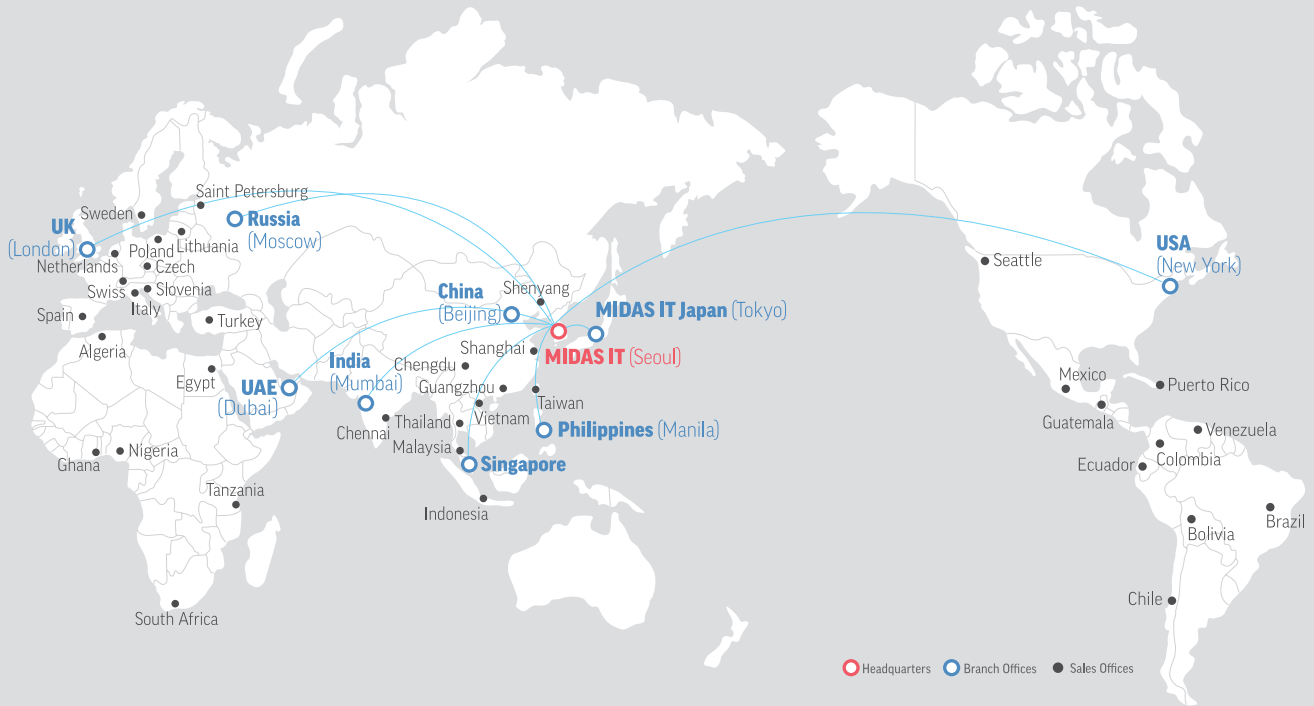
圧密・浸透FEM解析の 基本教育 I

2018
MIDAS Construction
FEM Technical
Education Seminar



Global Leader in Providing Engineering Solutions & Services

MIDAS ITは世界の技術者を支援します



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

建設業界	No.1	現地法人	9
海外代理店	35	使用国	110

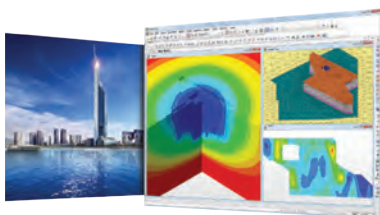
About MIDAS IT

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

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

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

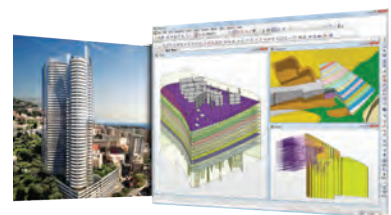
このようなセミナーに是非ともご参加頂けますようお願い申し上げます。



Dubai Tower



Palazzo Versace & D1 Tower



Odeon Tower



圧密・浸透FEM解析の 基本教育

MIDAS
CONSTRUCTION
FEM
TECHNICAL
EDUCATION
SEMINAR



2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

圧密・浸透FEM解析の基本教育

AGENDA

Session 1

2次元地盤のモデリング方法

- ・ 2次元形状の確認・編集方法の紹介と練習
- ・ メッシュ生成・編集方法の紹介と練習

Session 2

3次元地盤のモデリング方法

- ・ 3次元地盤形状の特徴
- ・ 3次元地盤形状生成の考え方・作成手順
- ・ 自動メッシュの特徴機能の紹介と練習
- ・ 押し出しメッシュの適用について



2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

圧密・浸透FEM解析の基本教育

AGENDA

Session 3

2次元浸透・圧密解析の適用方法

- ・ 浸透流の境界条件の設定方法
- ・ 不飽和特性の設定方法
- ・ 2次元浸透流解析の練習
- ・ 2次元圧密解析の練習

Session 4

3次元浸透・圧密解析の適用方法

- ・ 3次元の節点境界条件の設定方法
- ・ 3次元浸透解析の練習
- ・ 3次元土・水完全連成解析の紹介

3



2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

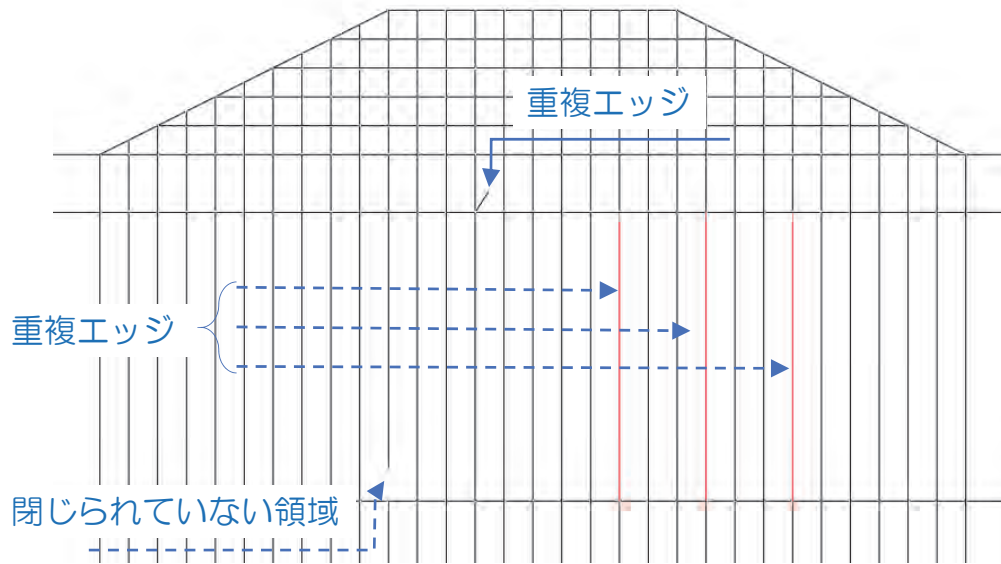
圧密・浸透FEM解析の基本教育

Session.1

2次元地盤のモデリング方法

2次元形状の確認

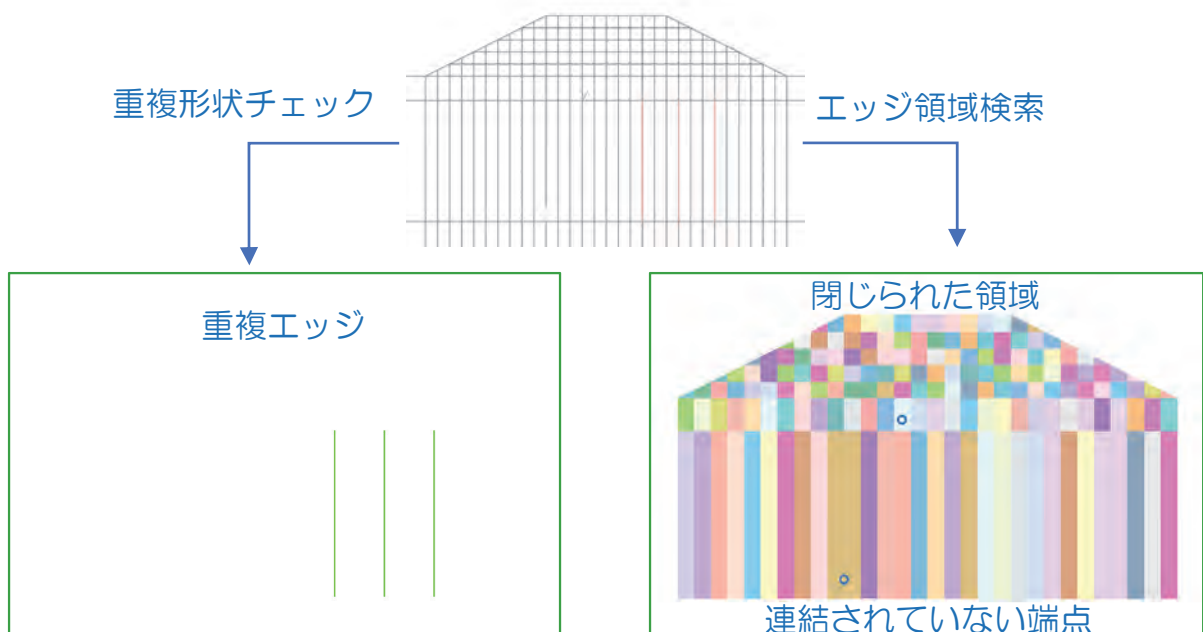
- 2次元形状の問題
メッシュ作成ができない原因



5

2次元形状の確認

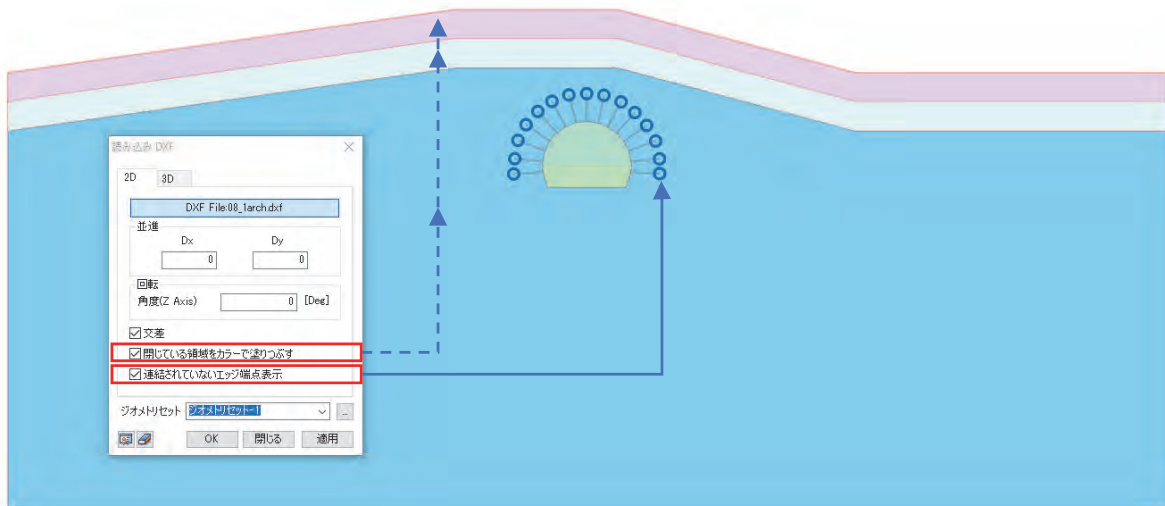
- 2次元形状の確認方法



6

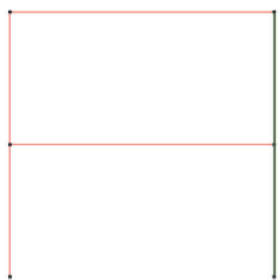
2次元形状の確認

- 読込時の形状確認方法
 - 閉じられていない領域のチェック
 - 連結されていないエッジ端点のチェック

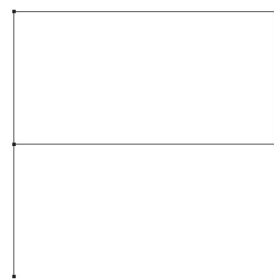


2次元形状の編集

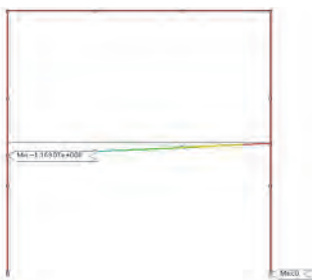
- 2次元形状の交差
メッシュ作成が繋がらない原因



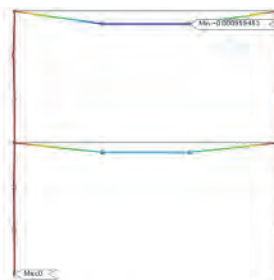
交差しない



交差する



異常な結果

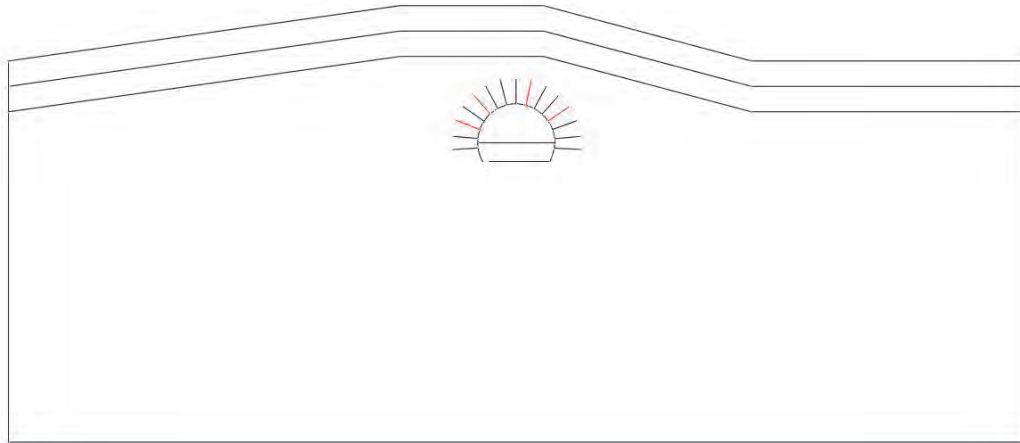


妥当な結果

2次元メッシュの作成練習

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

- ファイルを開く：2D形状編集.gts

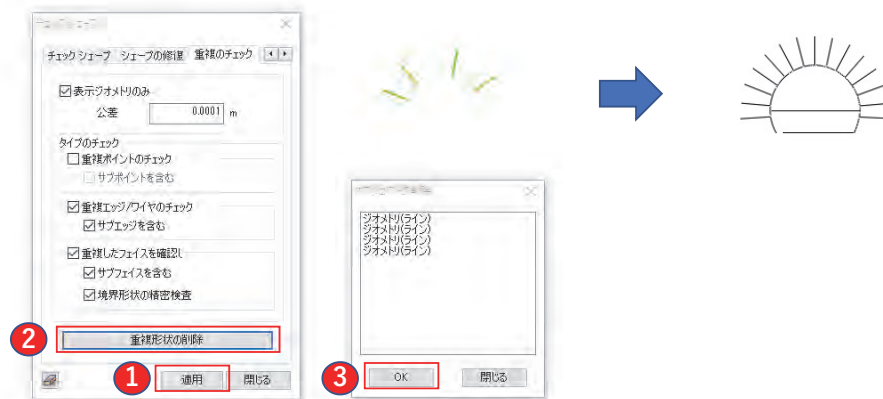


9

2次元メッシュの作成練習

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

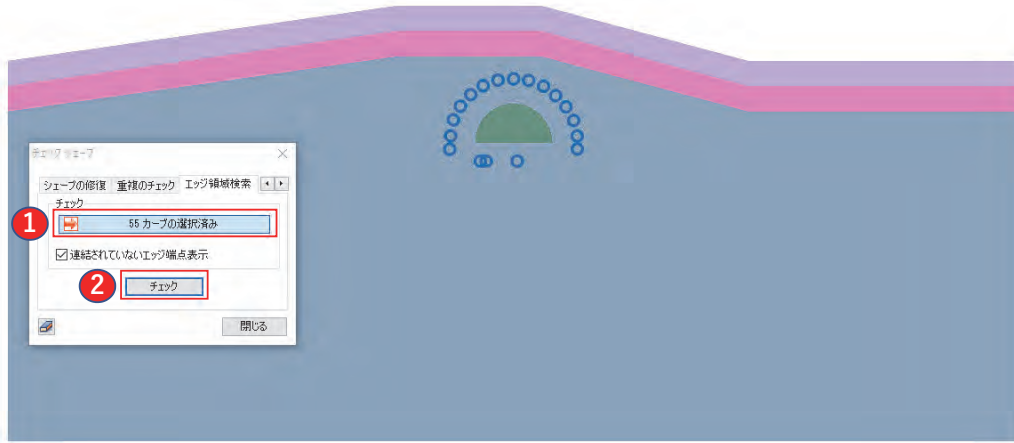
- 形状チェック：ジオメトリ→重複形状のチェック



10

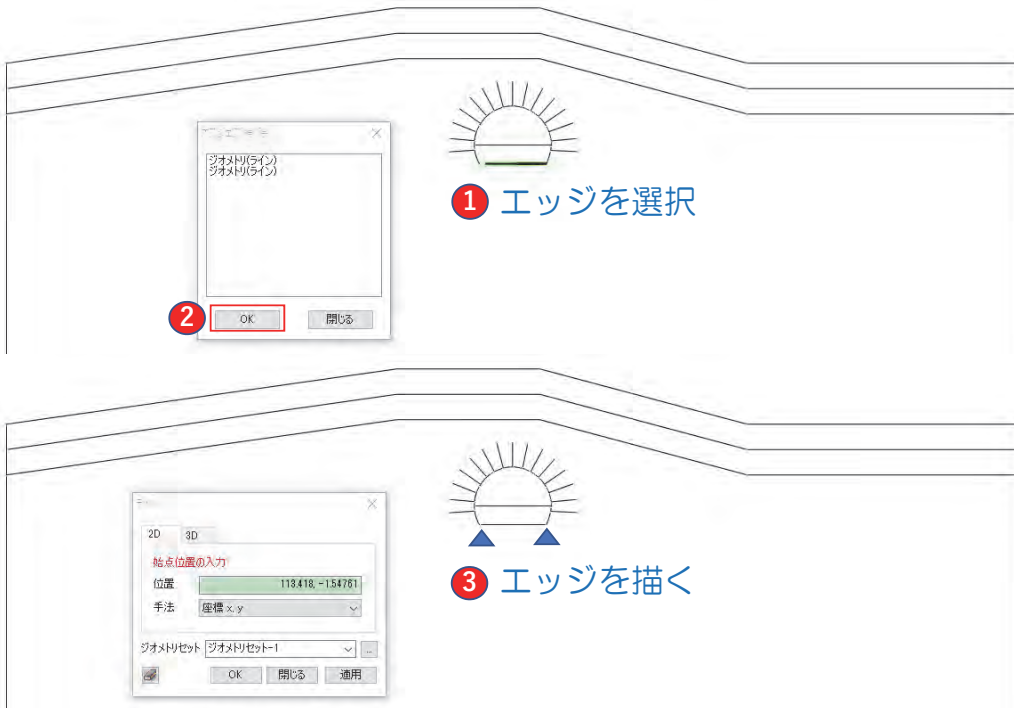
2次元メッシュの作成練習

- 形状チェック：ジオメトリ→形状チェック→エッジ領域検索



2次元メッシュの作成練習

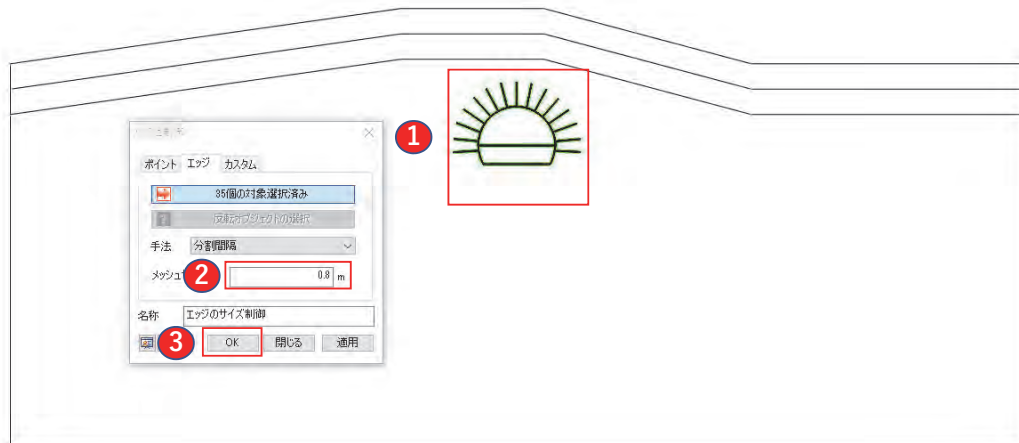
- 形状編集：エッジ削除+追加



2次元メッシュの作成練習

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

- メッシュサイズ：メッシュ→サイズ指定



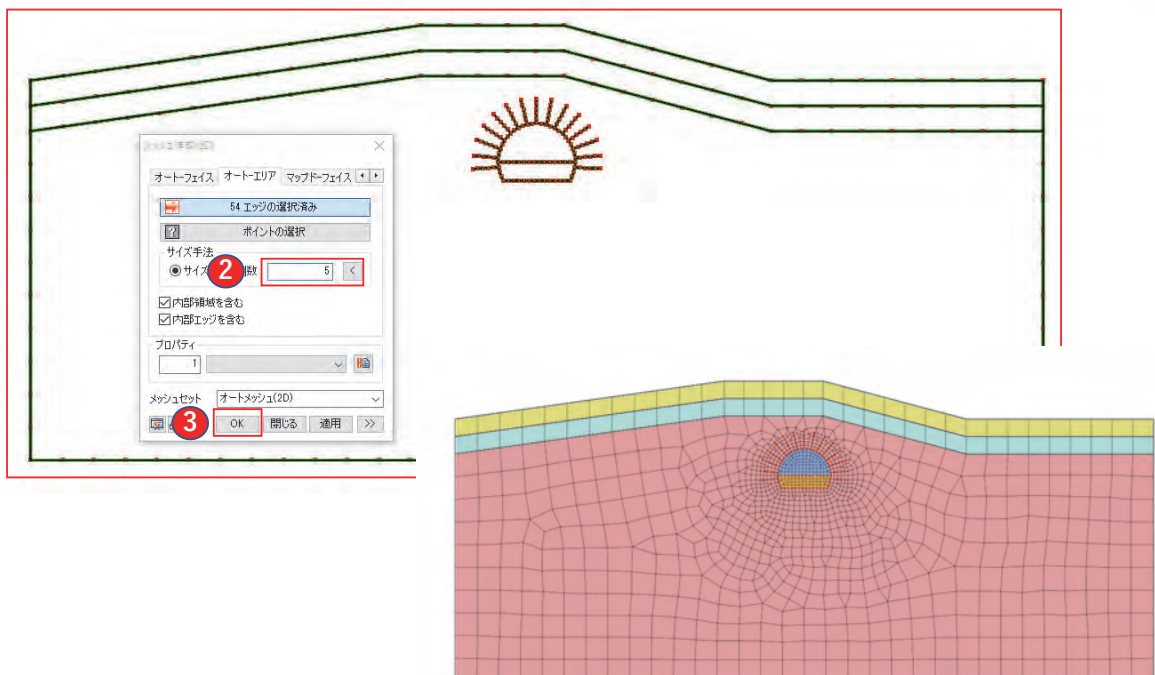
13

2次元メッシュの作成練習

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

- メッシュサイズ：メッシュ→2Dメッシュ→オートエリア

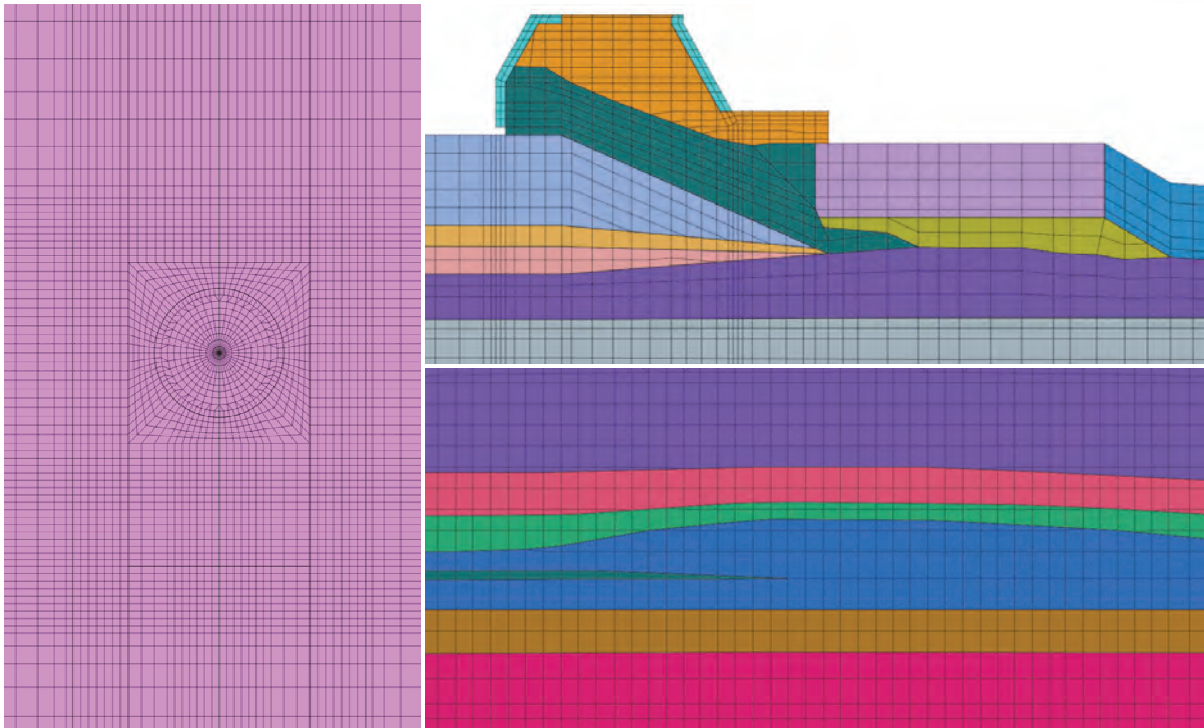
①



14

2次元手動メッシュ

- 形状編集：GTS NX (or SoilWorks)



15



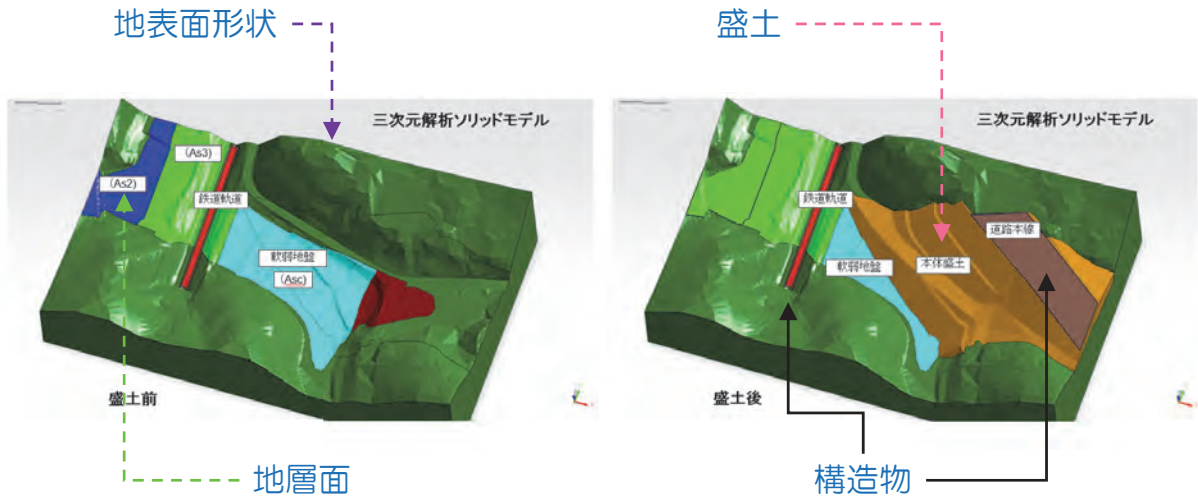
圧密・浸透FEM解析の基本教育

Session.2

3次元地盤のモデリング方法

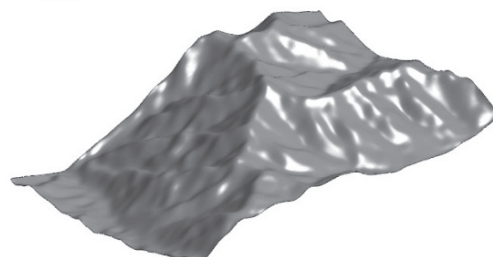
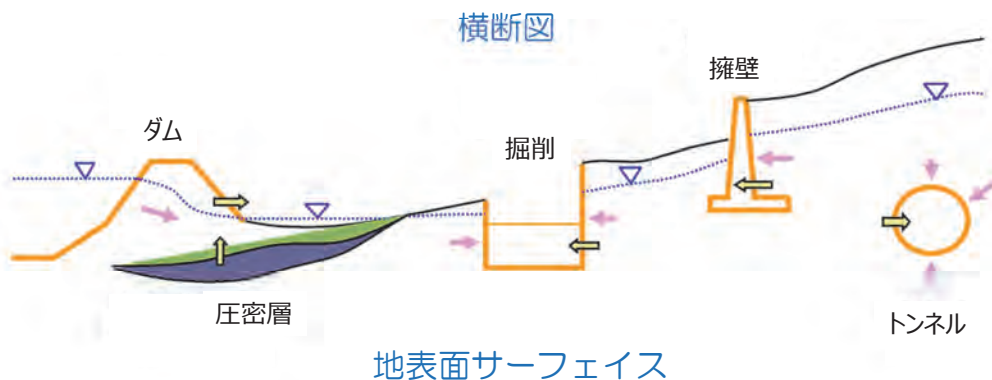
3次元地盤形状

- 地盤形状は不規則だが、構造物の形状は規則的である
 地表面の構造物の形状によって、自動メッシュが適用できないケースも



3次元地盤形状

- 地表面作成機能で作れる形状は滑らかなサーフェイス
 地表面の構造物を正しく表現できない



3次元地盤形状

• モデル範囲決める

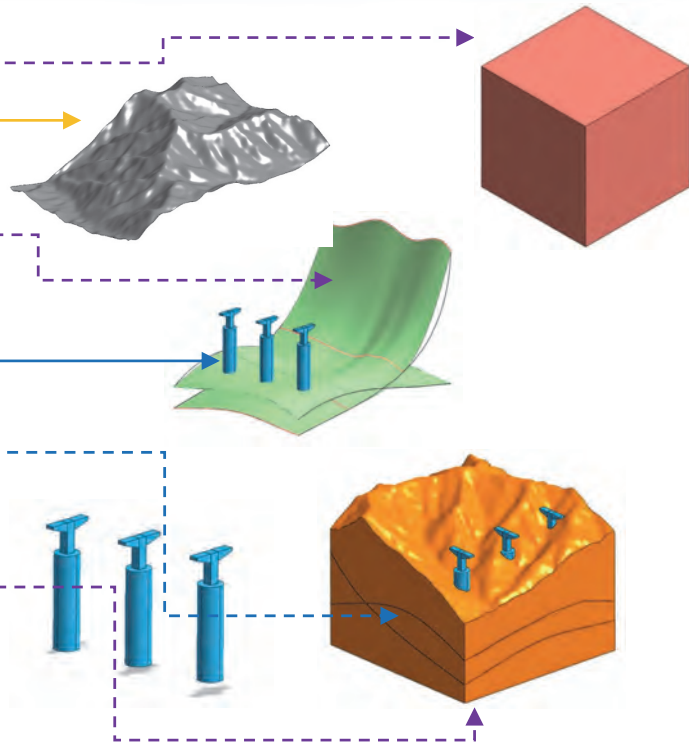
• 地表面作成

• 地層面作成

• 構造部形状作成

• 構造物形状ブーリアン

• 構造物と地盤分割

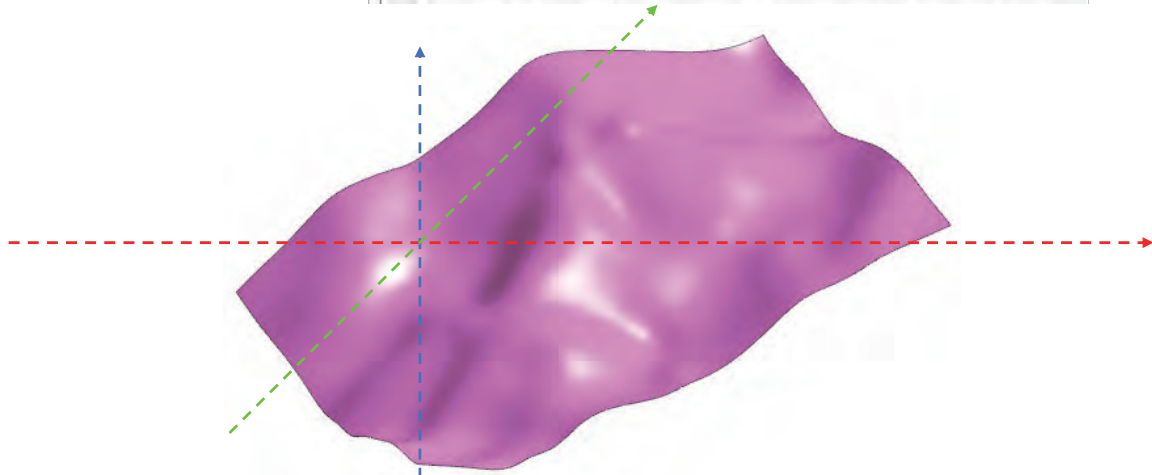


3次元地盤形状

3次元トンネル解析 - 国土地理院データでの地表面作成

.datを読み込む

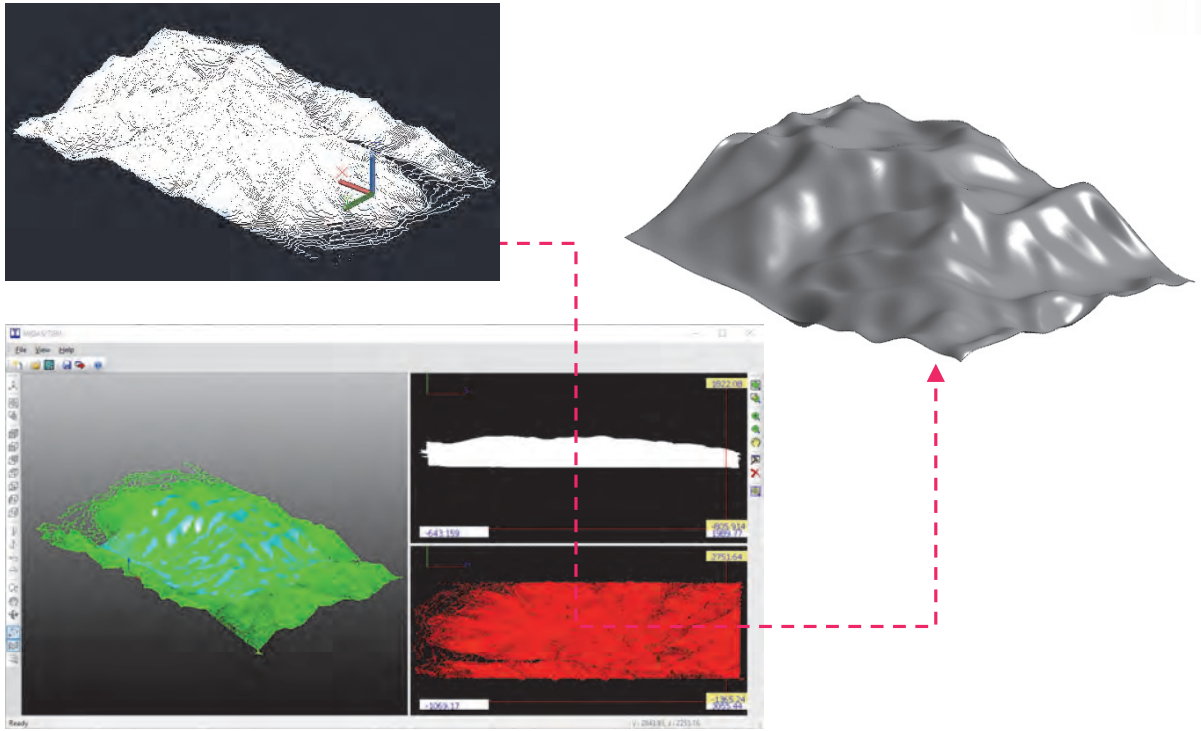
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	82265	83681	85813	80007	95	95314	97239	92316	88211	86836	82663
2	86106	802	90374	95	95	92578	92896	82729	83523	8138	78158
3	92321	95	9485	81859	91564	8869	89567	85697	79288	76333	72566
4	94886	94892	92263	86746	86776	95	85488	85	78173	72384	68958
5	93341	81206	88211	83388	81343	82292	85	85	79475	73606	68346
6	81338	8143	85483	81376	80	79282	83873	83587	88715	7488	68718
7	8339	84193	82744	88929	78196	76187	97864	77977	74946	7133	66377
8	95	95	93885	88173	80141	73186	70818	71348	71148	67404	65723
9	95	95	94204	86986	80441	75103	70143	66776	65864	64032	61158
10	93043	93088	92302	86988	8146	77736	71416	6675	6221	60	57393
11	89102	89444	8944	86375	80	75241	70	65	64286	61577	5971
12	86188	85372	85112	85	80625	75125	71808	71588	68469	65582	64578
13	86247	85	85	85	82616	77615	76727	76486	74602	72242	69818
14	85	8187	83692	85	85	82624	81286	81364	80665	78179	7518
15	85	81208	80664	8327	85	85	86771	86924	85	83289	78124
16	85268	8307	80	80	82104	85801	88578	90	85	83615	80204



3次元地盤形状

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

3次元トンネル解析 - 等高線での地表面作成



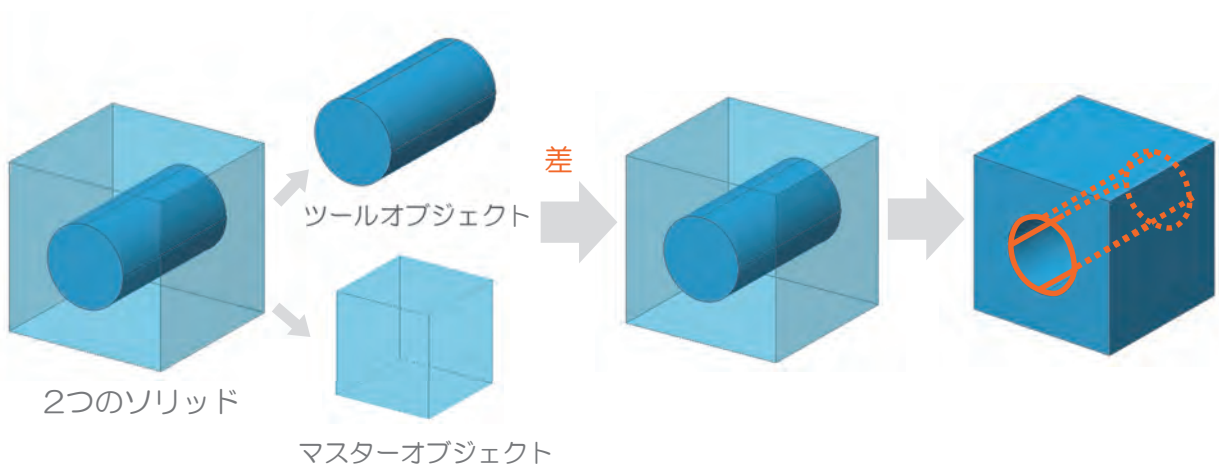
21

3次元地盤形状

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

ソリッド(ブーリアン演算) 3D形状編集

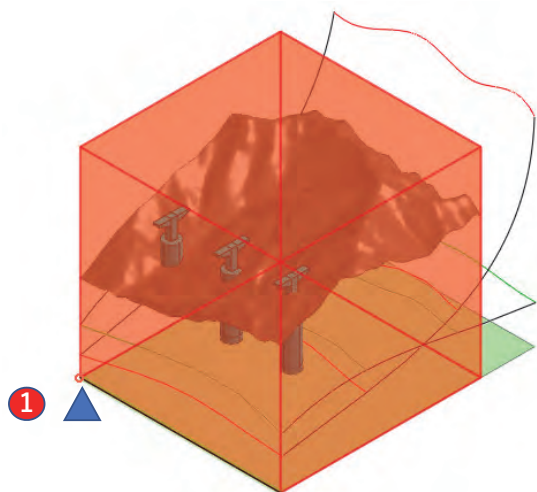
差：ソリッド内部に別のソリッド形状を削る機能



22

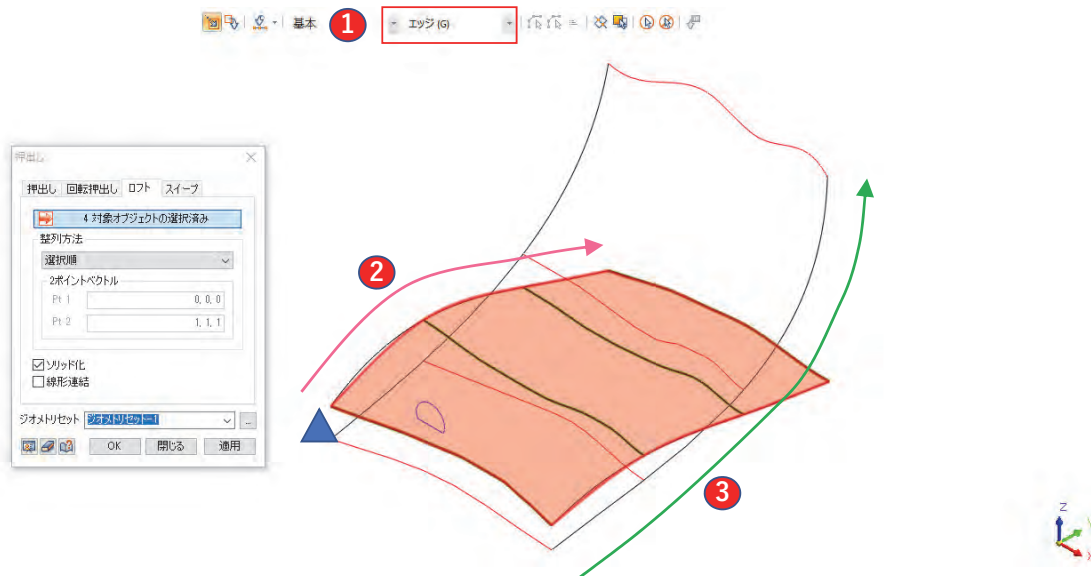
3次元形状の作成練習

- ジオメトリ→ボックス



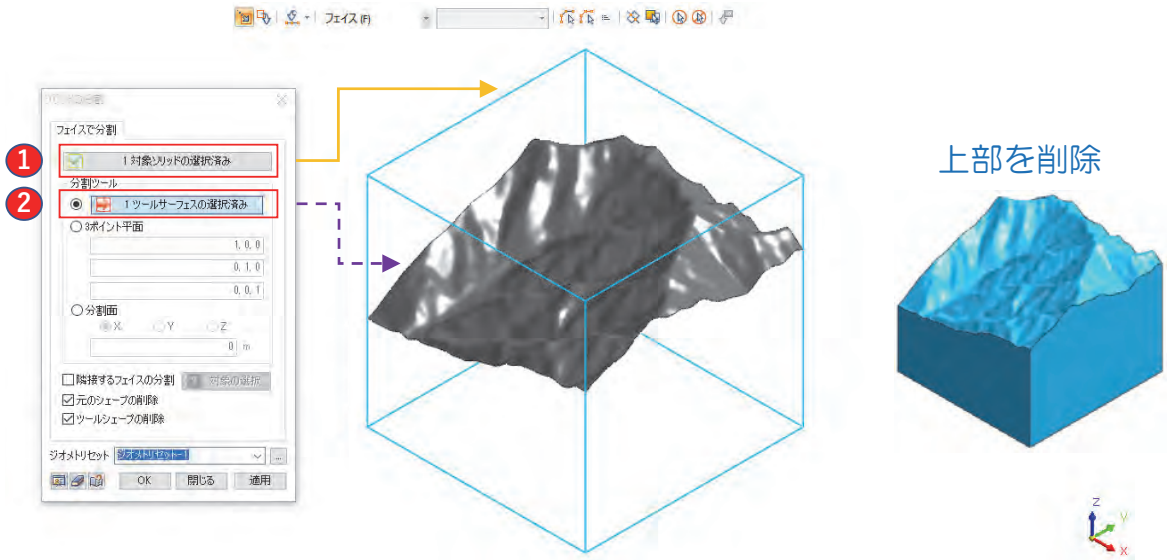
3次元形状の作成練習

- ジオメトリ→ロフト



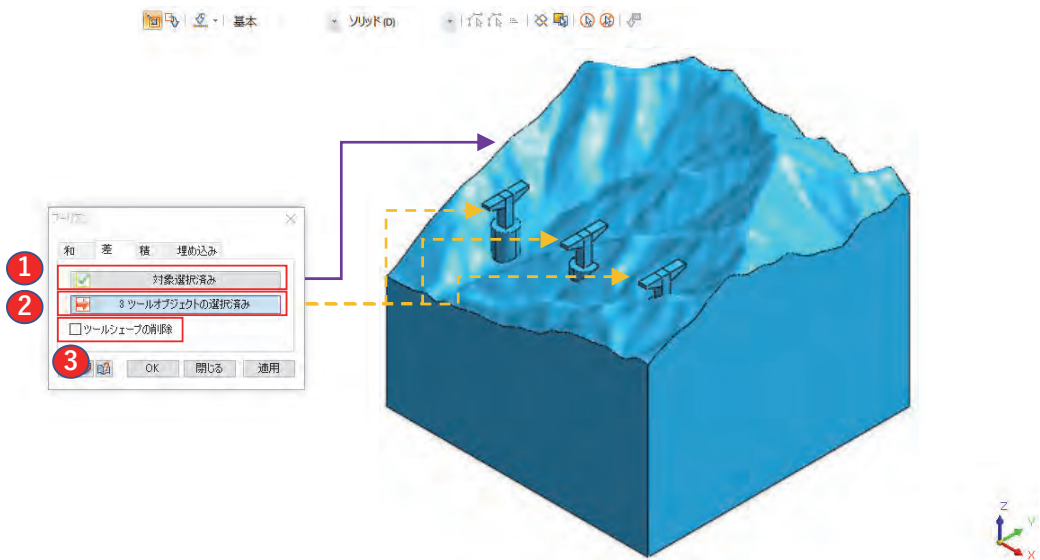
3次元形状の作成練習

- ジオメトリ→分割→ソリッド



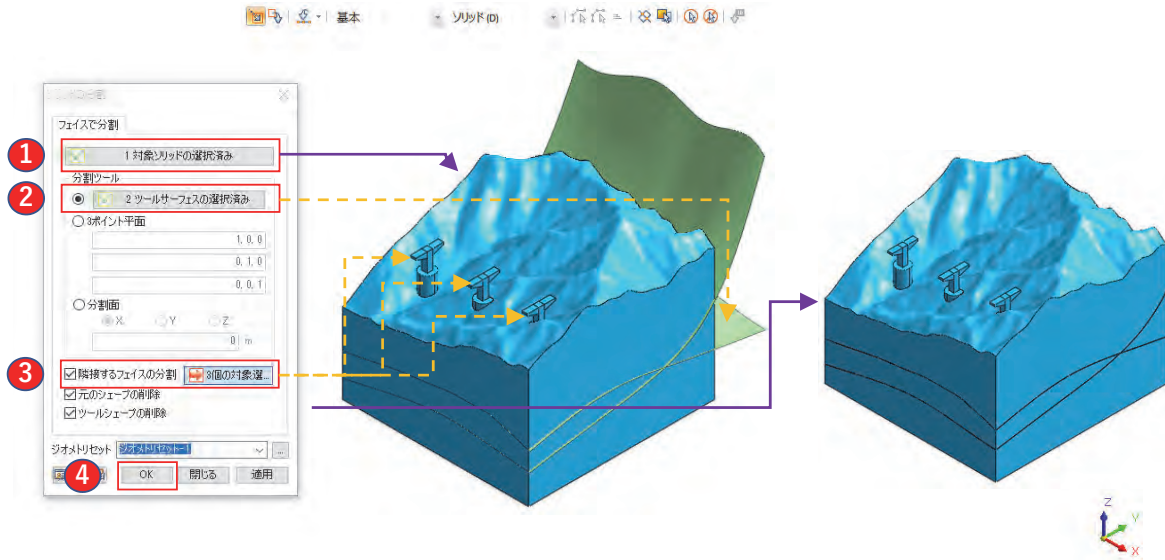
3次元形状の作成練習

- ジオメトリ→ブーリアン→ソリッド



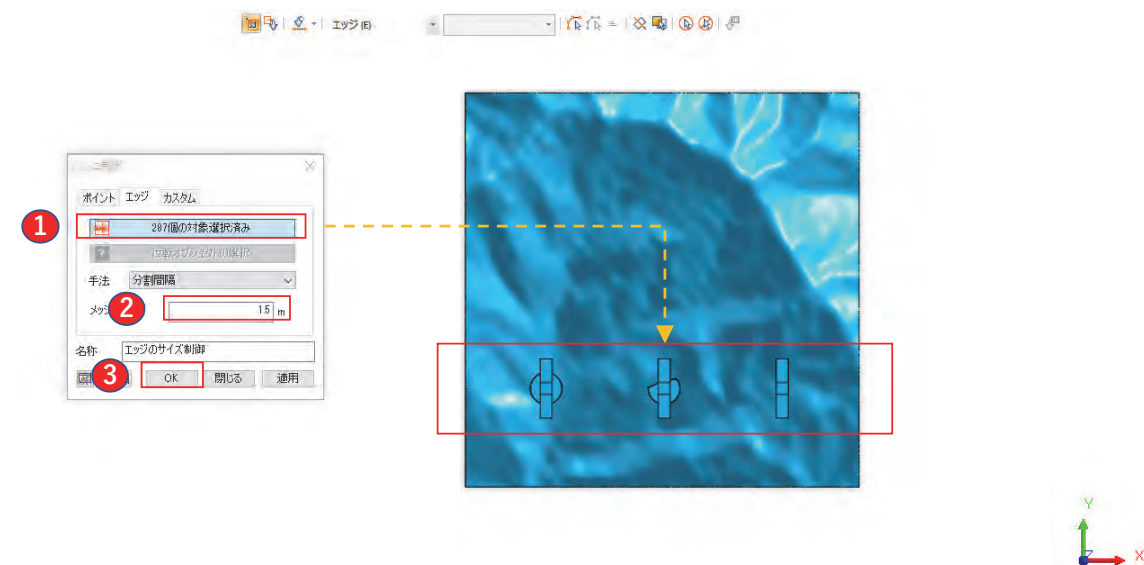
3次元形状の作成練習

- ジオメトリ→分割→ソリッド



3次元形状の作成練習

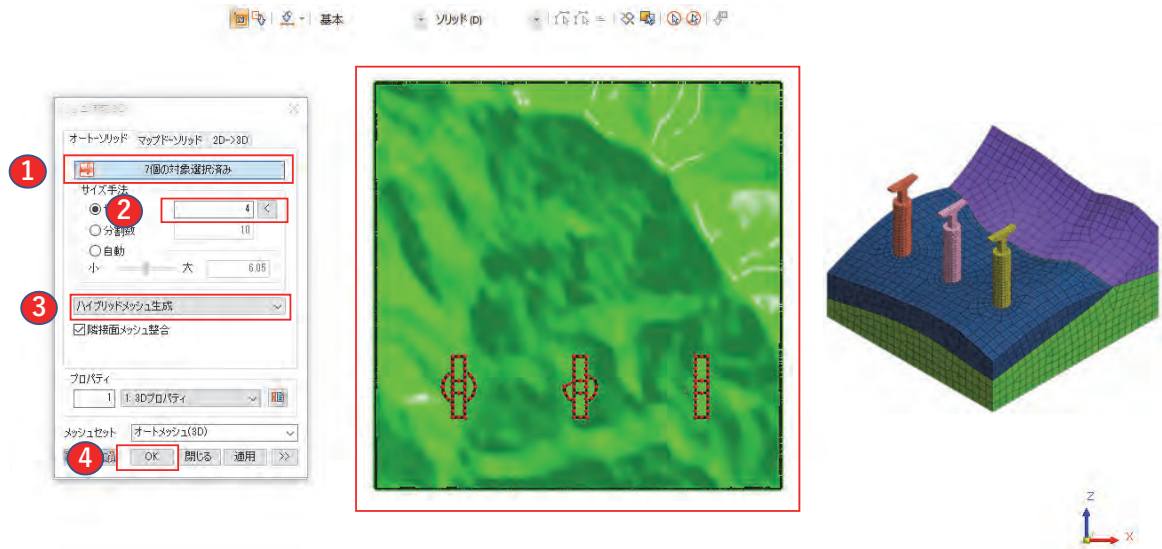
- メッシュ→サイズ指定 1.5m



3次元形状の作成練習

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

- メッシュ→3D



- 3Dメッシュャで分割できない場合、2D→3D機能を利用

29



2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

圧密・浸透FEM解析の基本教育

Session.3

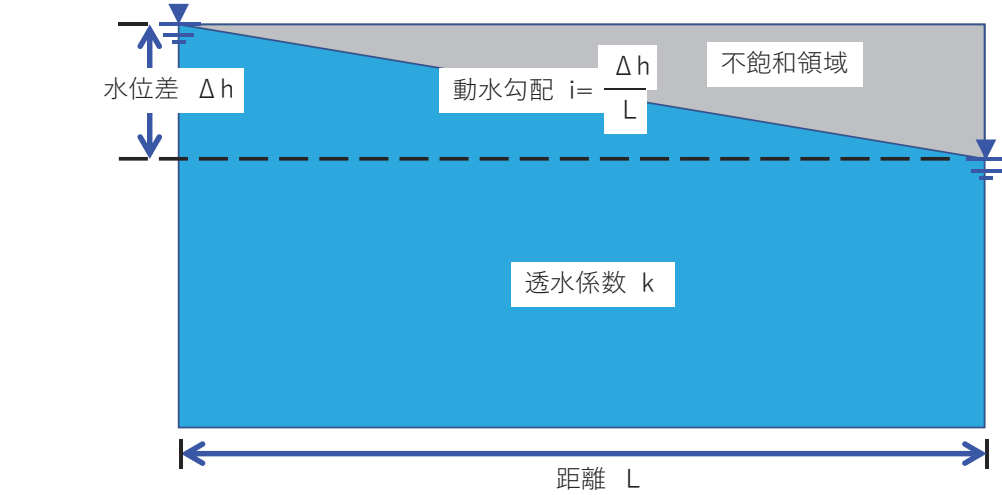
2次元浸透・圧密解析の適用方法

浸透流解析

- 浸透現象 → ダルシーの法則

浸透流速：

$$\frac{1}{\gamma_w} \nabla^T (\mathbf{k} \nabla p) - \nabla^T (\mathbf{k} n_g) = \left(S \frac{\partial n}{\partial p} + n \frac{\partial S}{\partial p} \right) \frac{\partial p}{\partial t}$$



浸透流解析の設定

- 不飽和特性の設定
 ユーザ定義 or JICE (国土技術研究センター)

データ

グラフ

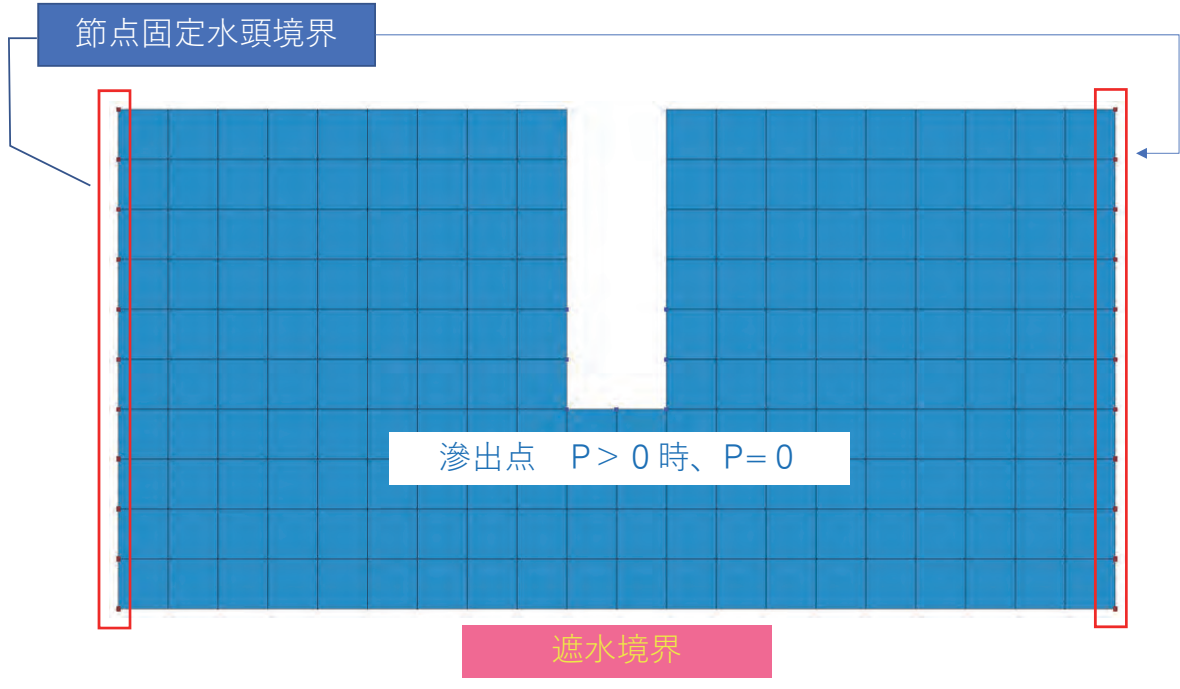
関数名	関数
関数名	S

体積含水率	負の圧力水頭 (m)
1	0.040000
2	0.050000
3	0.056000
4	0.068000
5	0.078000
6	0.084000
7	0.090000
8	0.100000
9	0.112000
10	0.126000
11	0.136000
12	0.150000
13	0.164000
14	0.178000
15	0.190000
16	0.200000
17	

体積含水率	比透水係数
1	0.000000
2	0.010000
3	0.020000
4	0.030000
5	0.040000
6	0.050000
7	0.060000
8	0.070000
9	0.080000
10	0.090000
11	0.100000
12	0.110000
13	0.120000
14	0.130000
15	0.140000
16	0.150000
17	0.160000
18	0.170000
19	0.180000

浸透流解析の設定

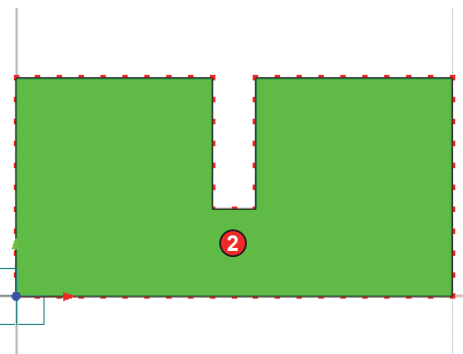
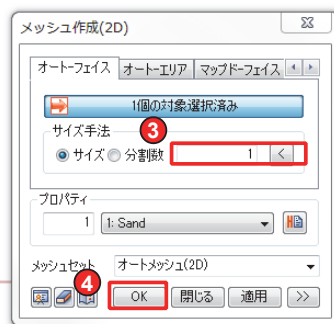
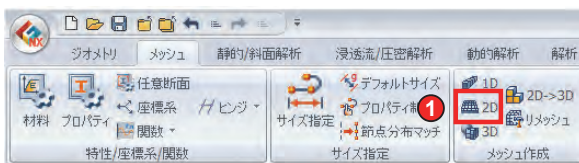
- 浸透の境界条件



浸透流解析の練習

- ステップ (1/7)

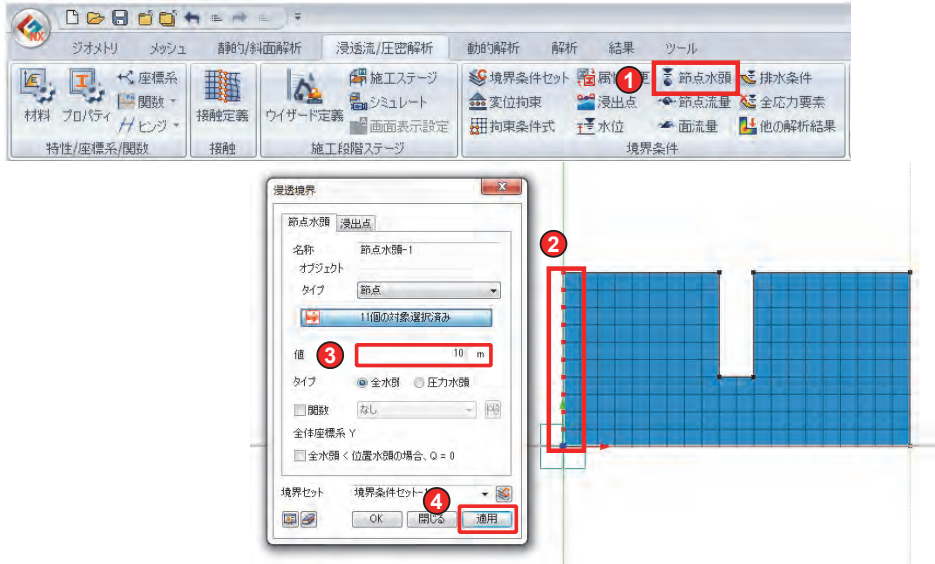
2Dメッシュ



浸透流解析の練習

• ステップ (2/7)

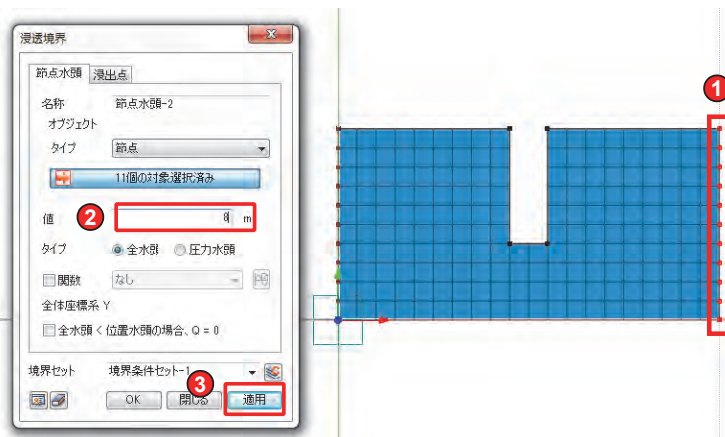
水頭境界



浸透流解析の練習

• ステップ (3/7)

水頭境界



浸透流解析の練習

• ステップ (4/7)

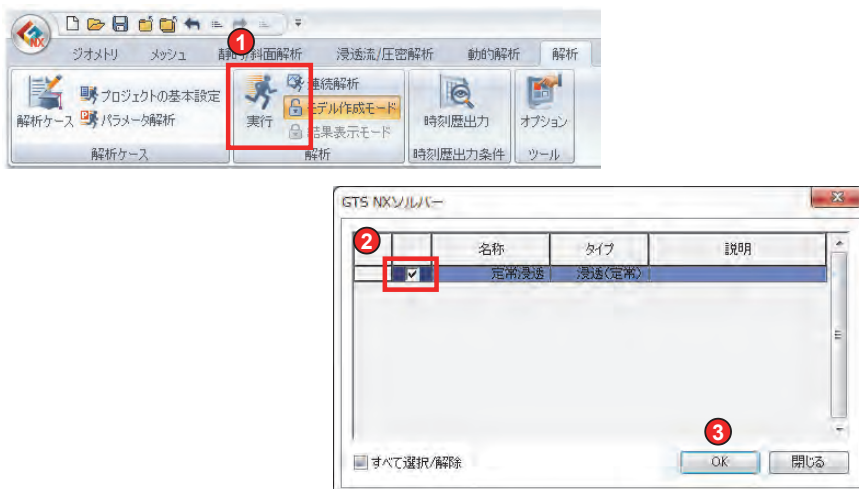
解析ケース



浸透流解析の練習

• ステップ (5/7)

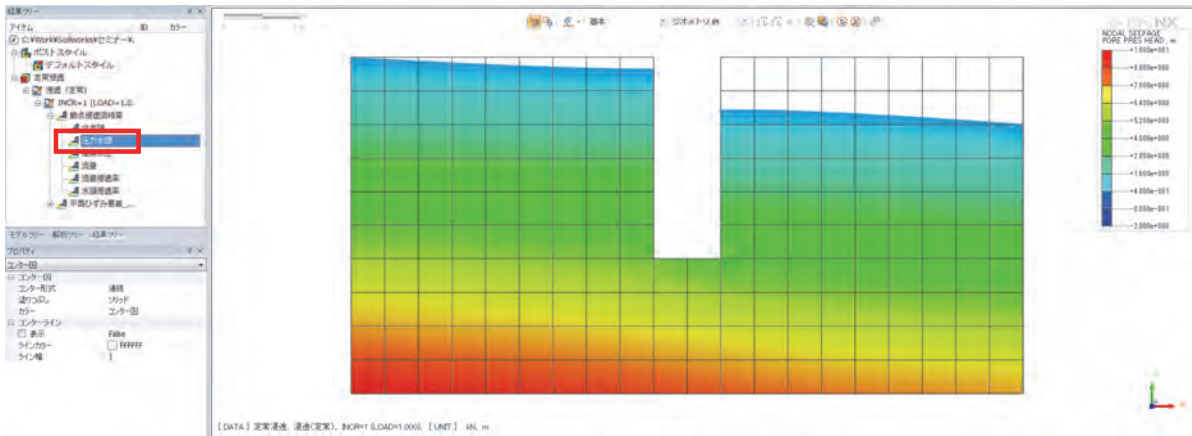
解析実行



浸透流解析の練習

• ステップ (6/7)

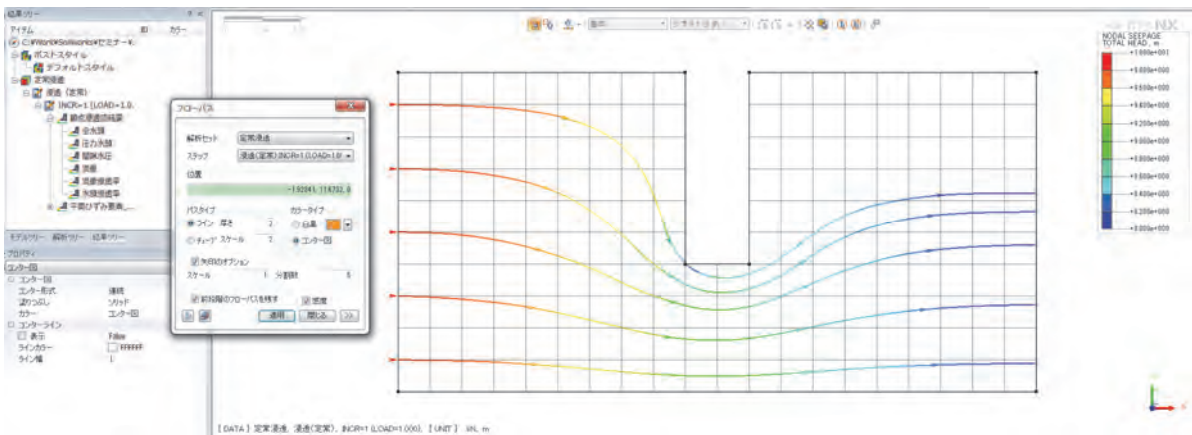
結果の表示



浸透流解析の練習

• ステップ (7/7)

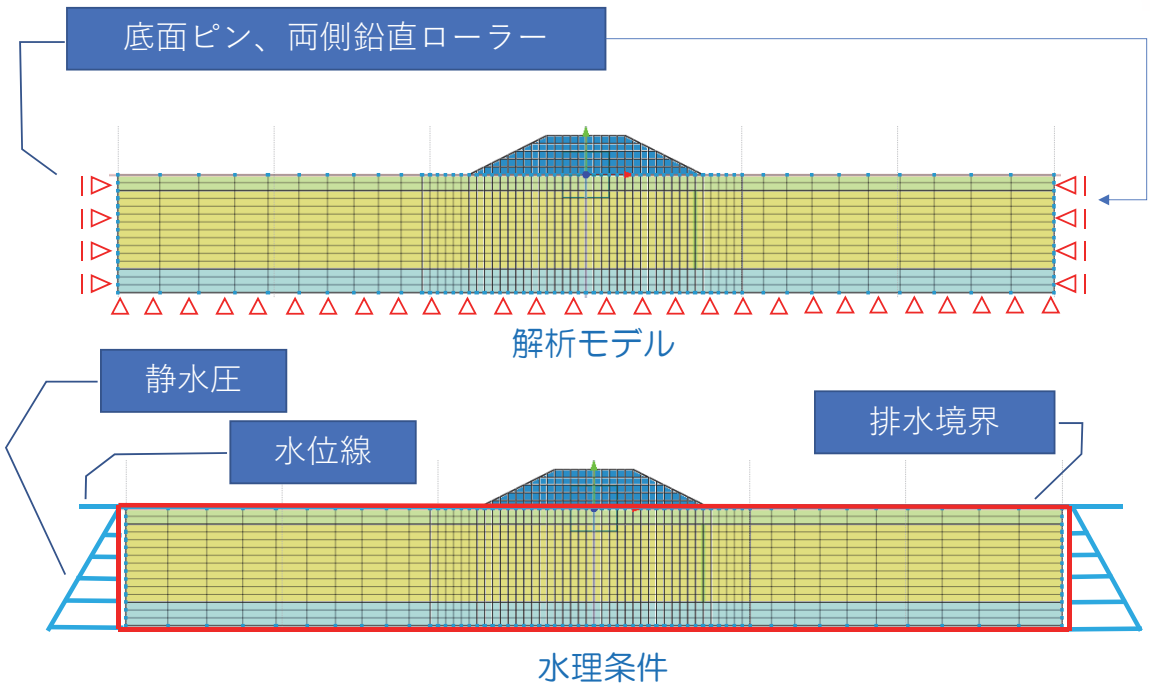
結果の表示



圧密解析の設定

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

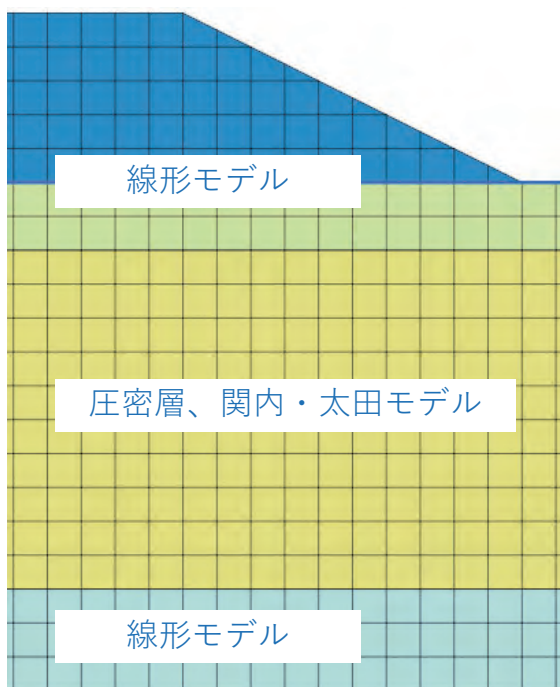
・圧密の境界条件



圧密解析の設定

2018 MIDAS Construction FEM Technical Education Seminar

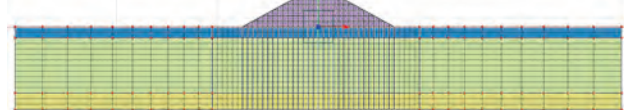
・時間の設定



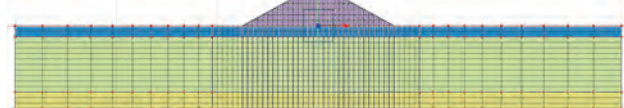
➤ 施工段階ステージ1：初期応力解析(0.001日)



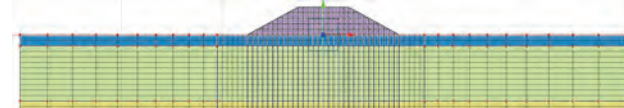
➤ 施工段階ステージ3：放置期間(90日)



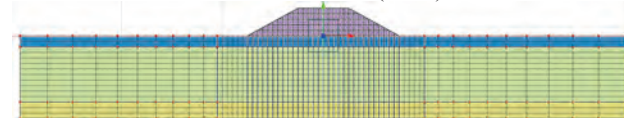
➤ 施工段階ステージ5：放置期間(1,800日)



➤ 施工段階ステージ2：盛土(30日)



➤ 施工段階ステージ4：放置期間(80日)



圧密解析の練習

排水境界の追加

1 排水条件

2 排水境界

3 両面排水

4 赤いライン上の節点を選択

5 OK

排水境界

- 両面排水の場合、モデルの上下に設定
- 地表の水平幅が盛土底面5倍以上の場合、左右側面排水境界は設定しなくてもよい

両面排水

圧密解析の練習

施工段階

1 施工段階

2 名称

3 OK

4 追加

5 OK

6 追加

7 変更の適用

8 保存

時間ステップ

ステップ作成

継続時間 0.001 day

ステップ数 1

結果保存 対数目盛

ステップ追加

時間	荷重係数	保存ステップ
0.0010	1.0000	<input checked="" type="checkbox"/>
米		

5 OK

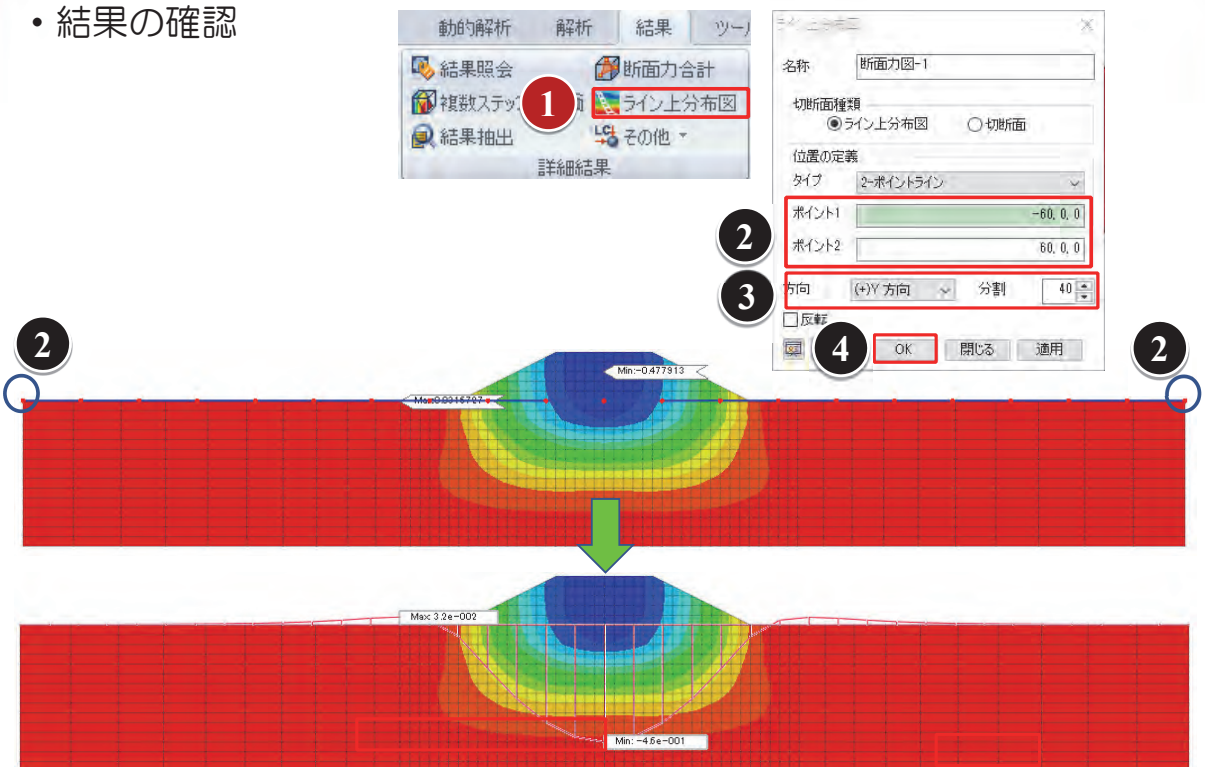
圧密解析の練習

• 施工段階



圧密解析の練習

• 結果の確認





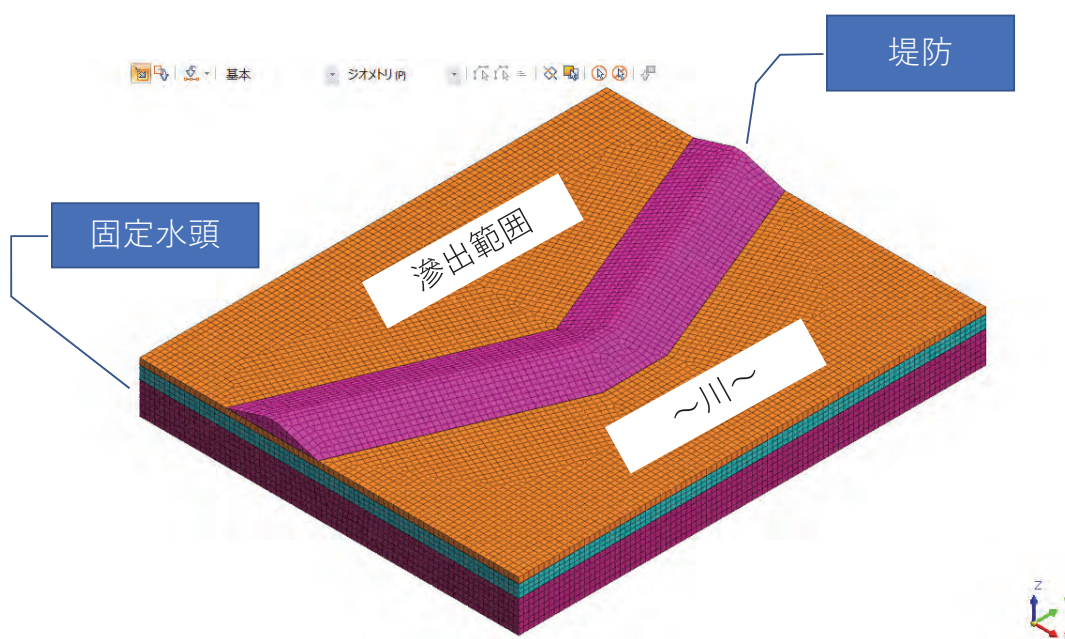
圧密・浸透FEM解析の基本教育

Session.4

3次元浸透・圧密解析の適用方法

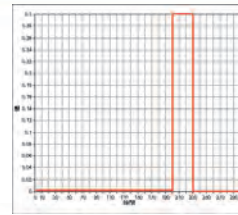
浸透流解析の練習

- 3次元の境界条件の設定
 節点選択の補助機能を利用する



浸透流解析の練習

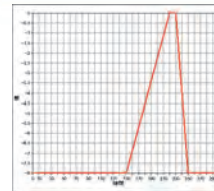
- 降雨境界条件
時間依存の降雨量を面流量として入力



The screenshot shows the '面流量' (Surface Flow) dialog box in the software. The '境界セット' (Boundary Set) is set to '降雨' (Rainfall). The '単位' (Unit) is 'm³/s/m²'. The '対象の選択' (Object Selection) button is highlighted with a red box and a circled '2'. The 'OK' button is highlighted with a red box and a circled '6'. A 3D model of a terrain is shown to the right, with a circled '2' on its surface. A coordinate system (X, Y, Z) is visible in the bottom right corner.

浸透流解析の練習

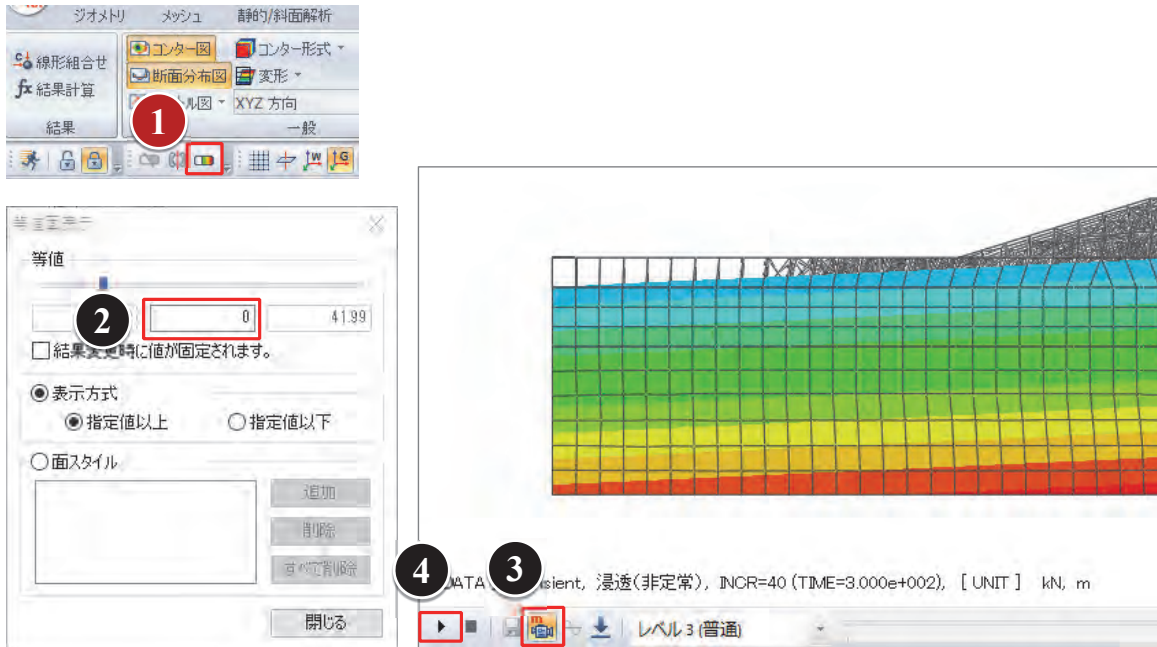
- 変動水頭境界条件
時間依存の節点水位条件の追加



The screenshot shows the '変動水頭' (Fluctuating Water Head) dialog box. The '境界セット' (Boundary Set) is set to '変動水頭'. The '単位' (Unit) is 'm'. The '対象の選択' (Object Selection) button is highlighted with a red box and a circled '2'. The 'OK' button is highlighted with a red box and a circled '10'. A 3D model of a meshed terrain is shown to the right, with a circled '3' on its surface and two circled '4's on specific nodes. A coordinate system (X, Y, Z) is visible in the bottom right corner.

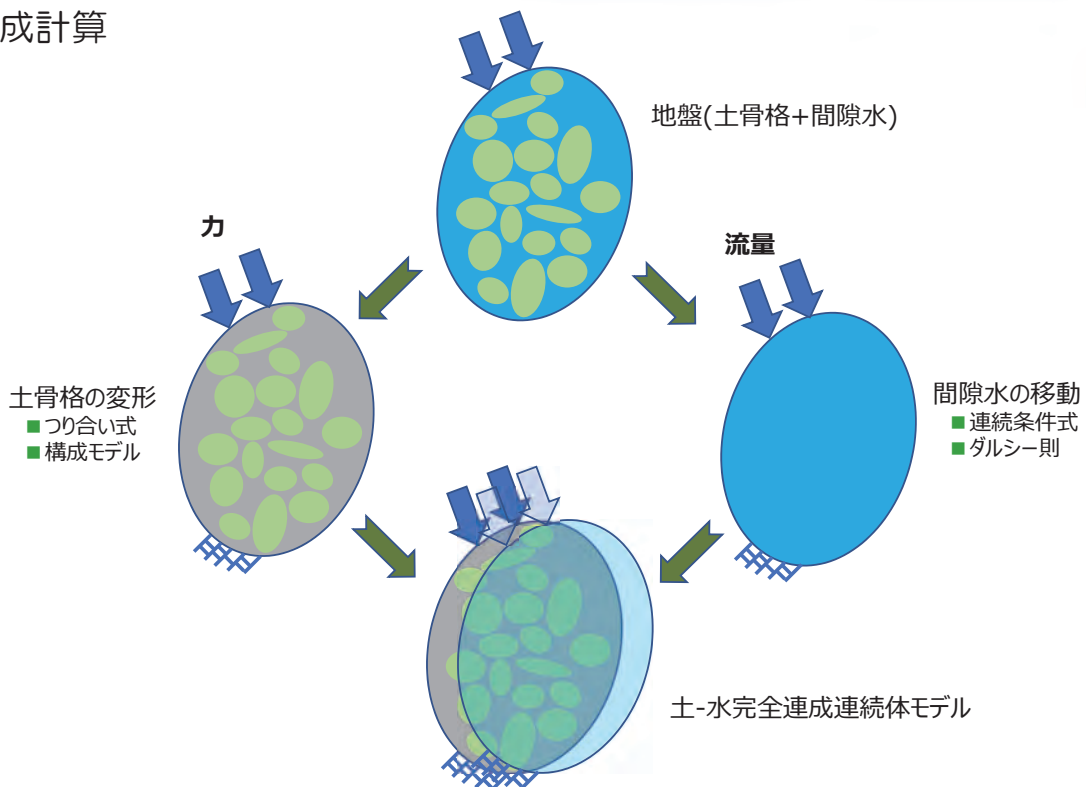
浸透流解析の練習

- 変動水位アニメ
水位表示とアニメ再生・保存



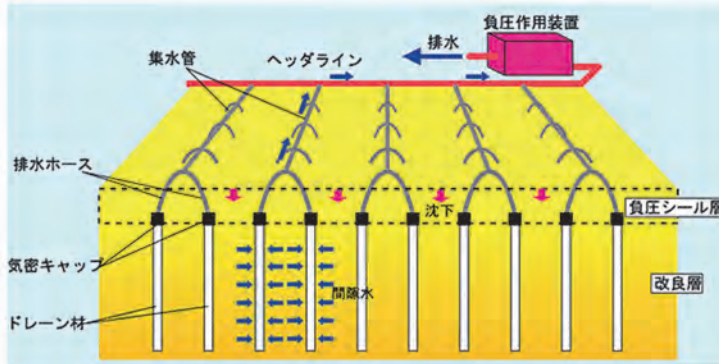
土・水完全連成解析

- 連成計算

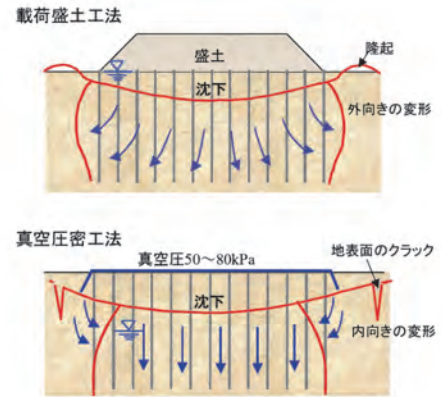


土・水完全連成解析

・真空圧密解析



真空圧密イメージ(五洋建設株式会社様HPより引用)

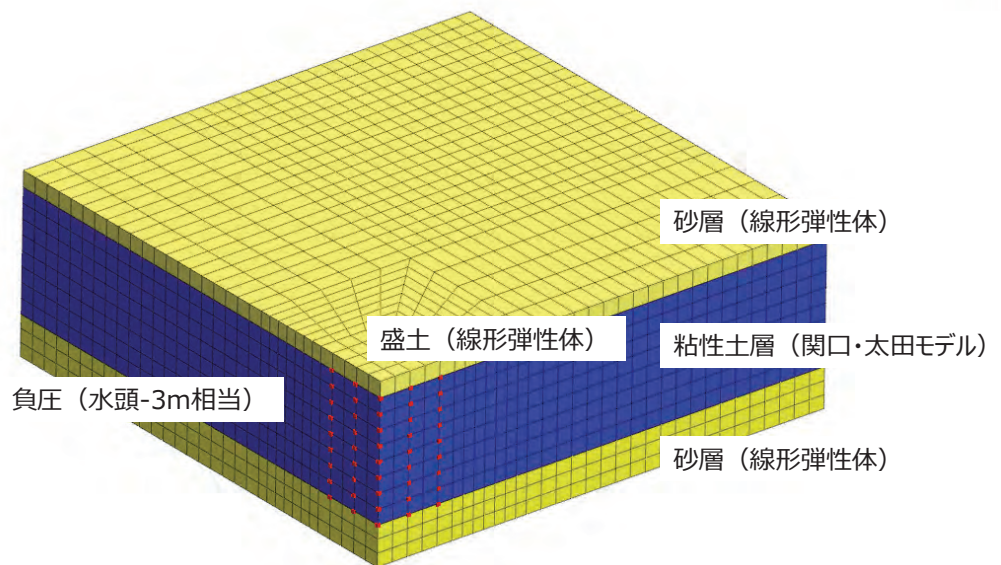


解析のポイント

- 水頭境界として負圧を与える
 - 通常の圧密解析で用いる排水境界は過剰間隙水圧=0

土・水完全連成解析

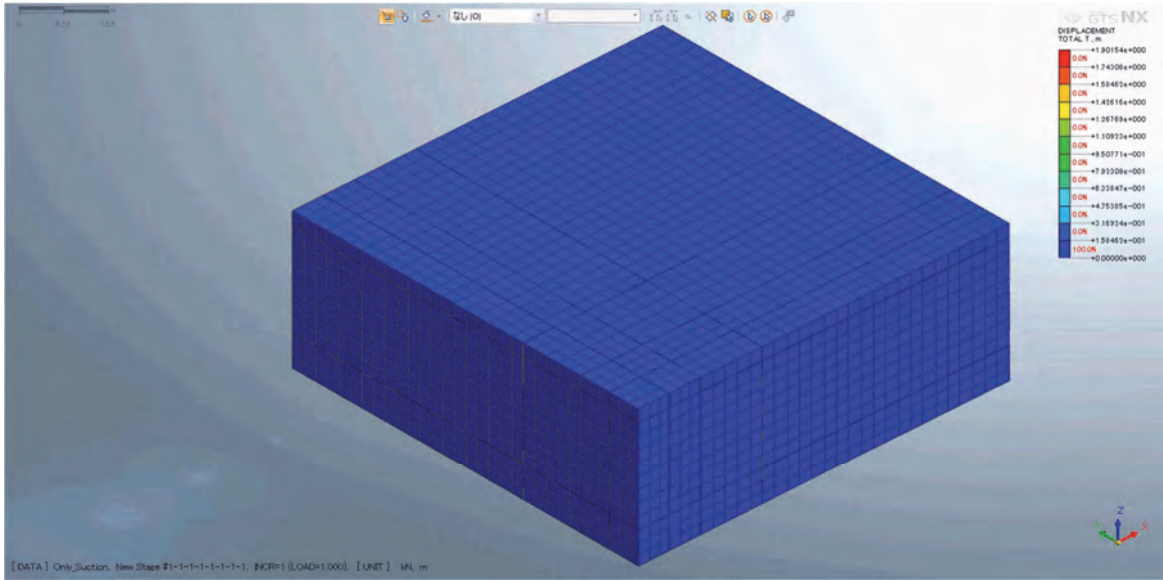
・真空圧密解析 モデル



解析モデル (60m×60m)

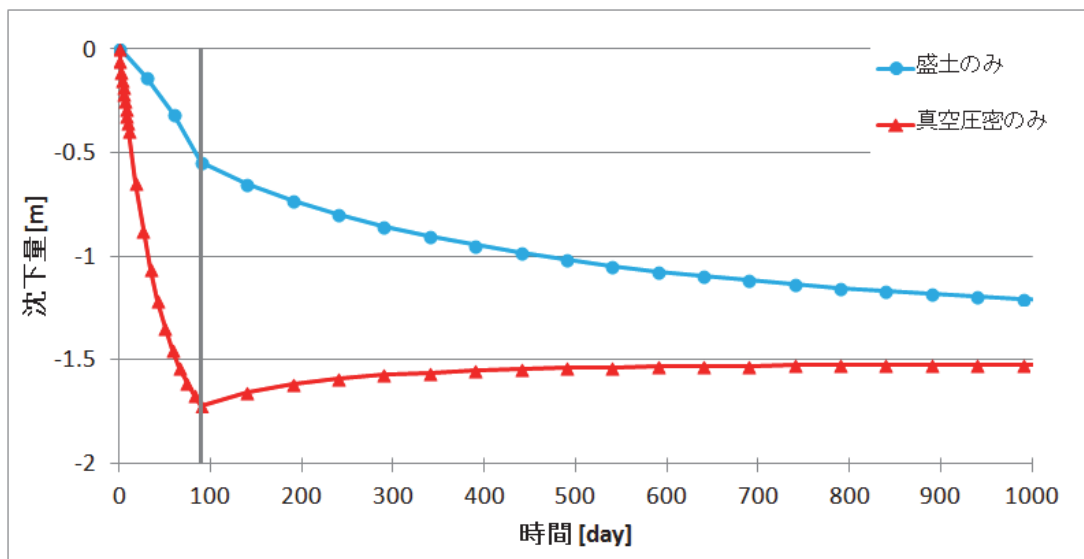
土・水完全連成解析

• 結果アニメ



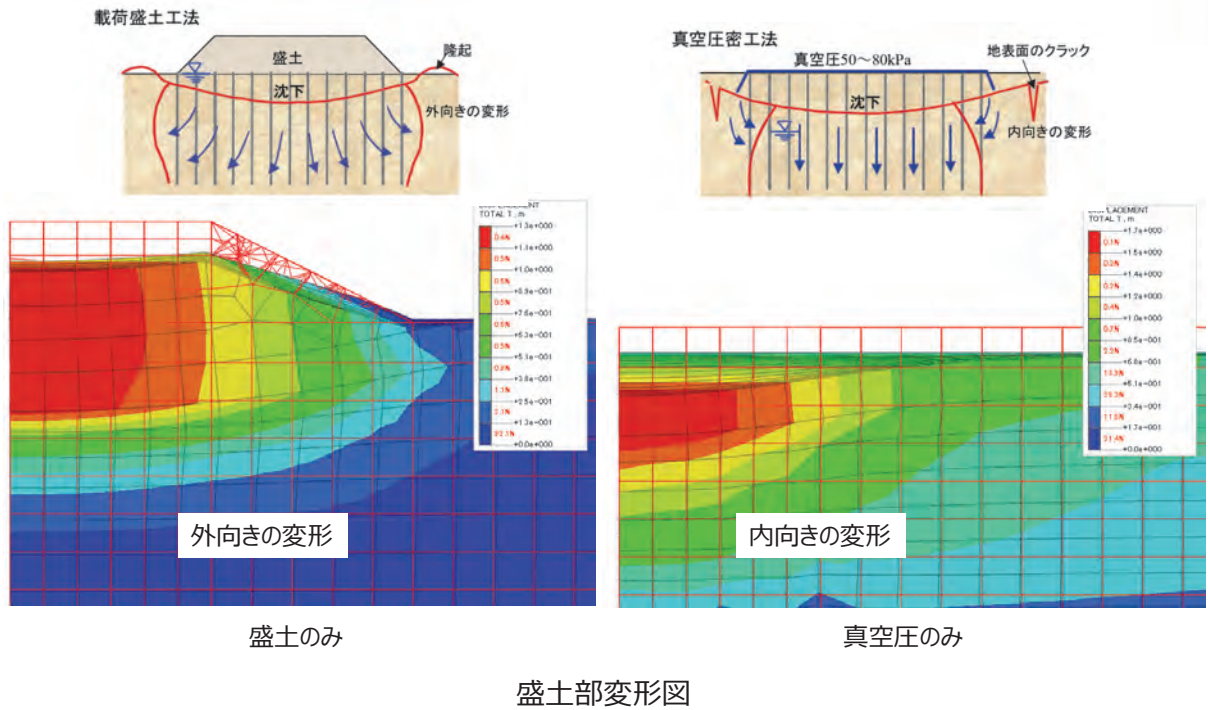
土・水完全連成解析

• 沈下量グラフ



土・水完全連成解析

変形の比較



ご清聴、
ありがとうございました。

MIDAS
CONSTRUCTION FEM TECHNICAL
EDUCATION SEMINAR

