

MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

圧密・浸透(軟弱地盤)分野 7



MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

圧密・浸透(軟弱地盤)分野

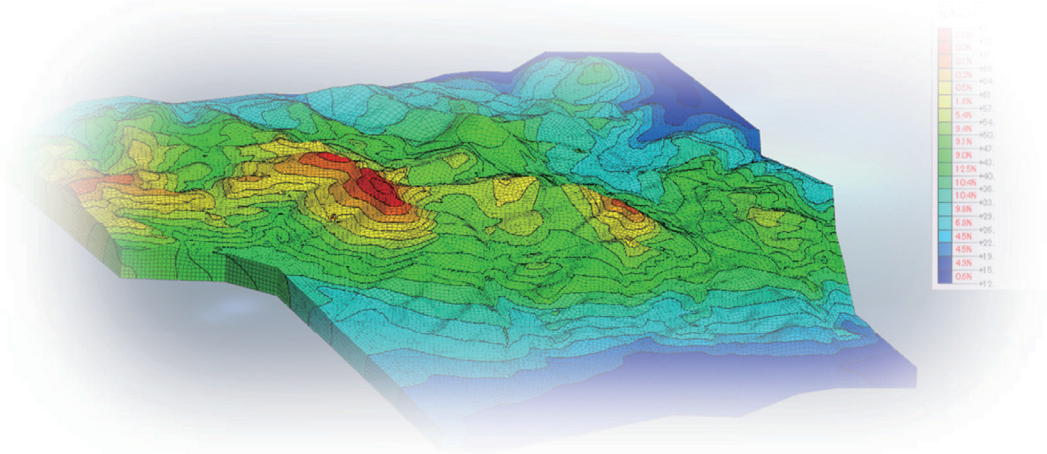
7.

GTS NXを用いた 広域三次元浸透流解析

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 吉丸 哲司 様



GTS-NXを用いた 広域三次元浸透流解析



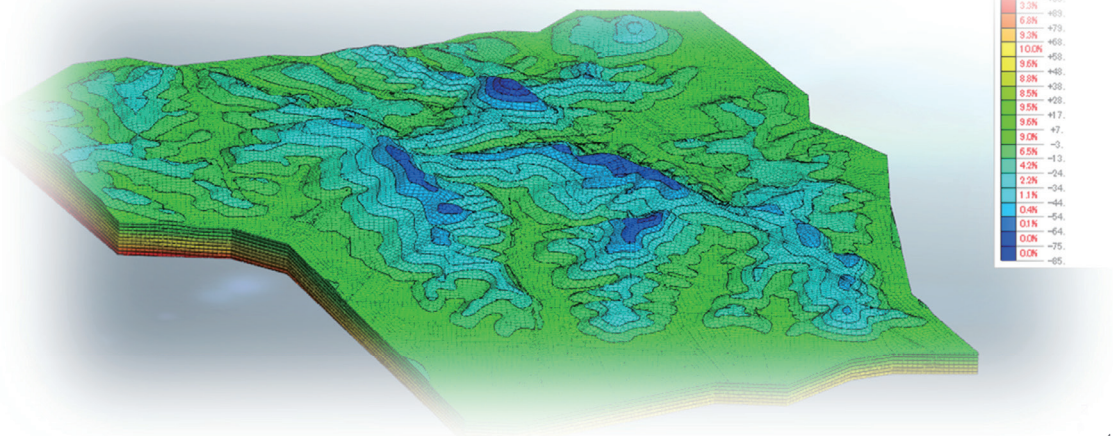
2016/06/09

基礎地盤コンサルタンツ(株)

吉丸 哲司

発表内容

- 解析の概要
- 解析用データ作成にあたって
 - 1) 解析モデル作成編
 - 2) 解析メッシュ作成編
 - 3) 境界条件設定編



● 解析の概要

目的 : トンネル掘削工事に伴う周辺地下水の影響検討

解析種類: 定常解析

解析範囲:



2

● 解析の概要

境界条件: 南北に存在する河川に沿って水頭固定

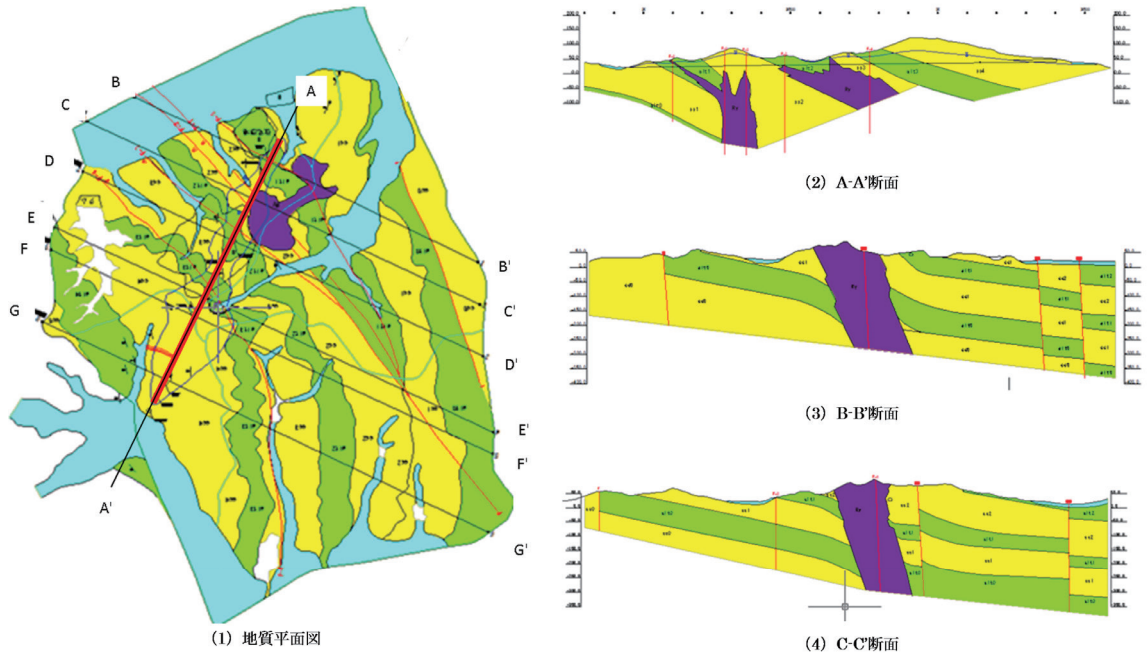
降雨条件: 年平均降水量、蒸発散量から設定



3

● 解析の概要

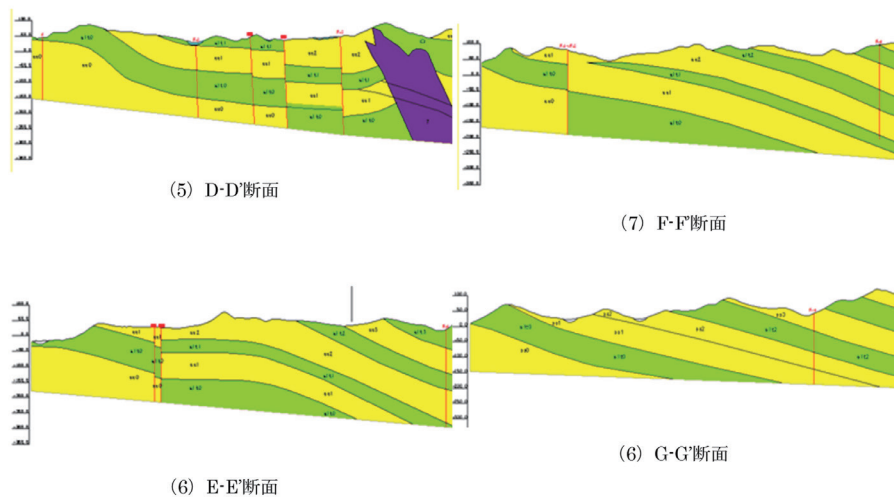
地層構成: 砂層、砂層・泥岩の互層、断層、貫入岩



4

● 解析の概要

地層構成: 砂層、砂層・泥岩の互層、断層、貫入岩



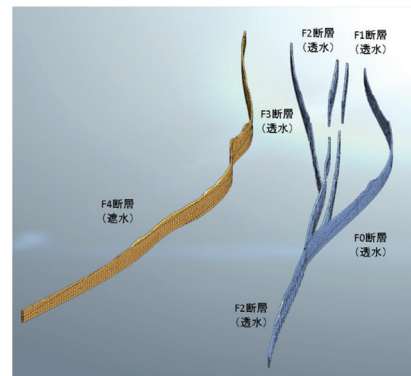
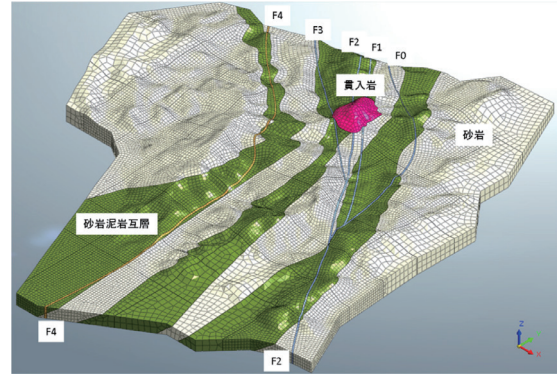
透水係数:

地質	透水係数 k(m/day)	有効間隙率 n	比貯留係数 Ss(1/m)	不飽和 特性曲線
砂岩	6.05E-02	0.1	2.00E-06	粘性土
砂岩泥岩互層	4.15E-01	0.1	4.00E-06	粘性土
貫入岩	2.07E-01	0.1	4.00E-05	粘性土
断層(遮水)	5.18E-03	0.1	3.00E-06	粘性土
断層(透水)	5.18E+00	0.2	8.00E-05	礫

5

● 解析の概要

解析メッシュ:

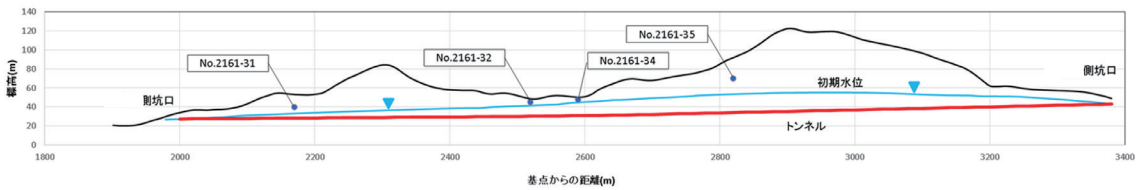


節点数: 335,859
要素数: 994,595

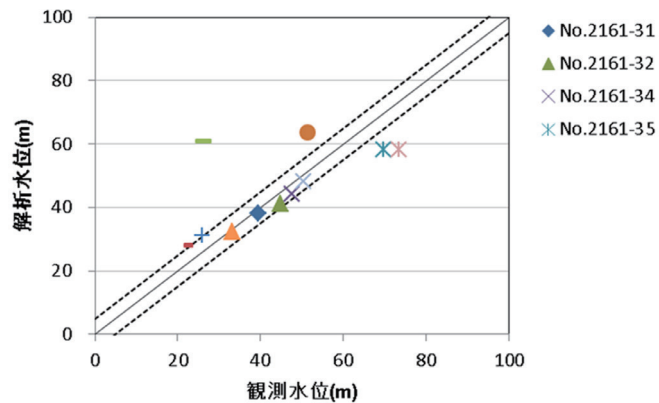
6

● 解析の概要

解析結果: トンネル縦断面における初期水位分布



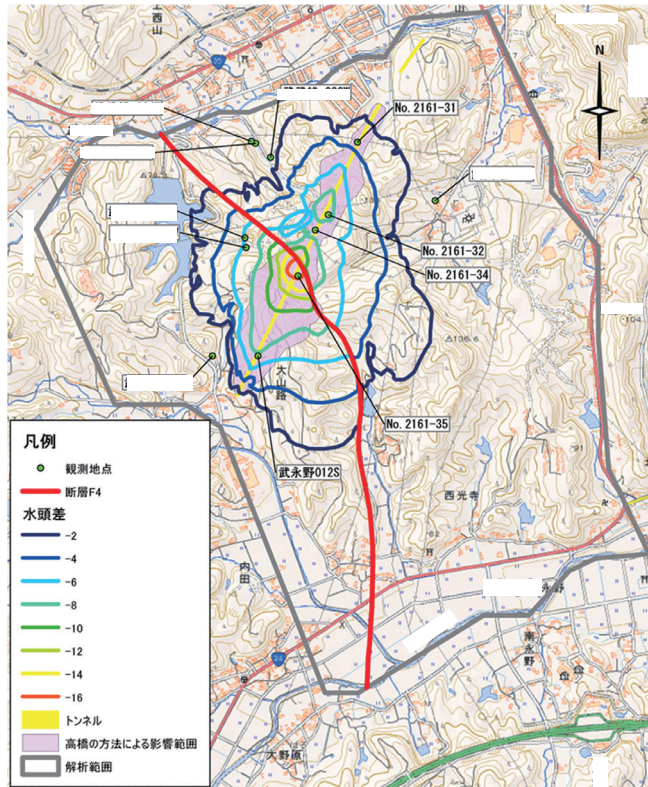
解析結果: 既存ボーリング孔水位との比較



7

● 解析の概要

解析結果：トンネル施工前後における圧力水頭差分コンター



8

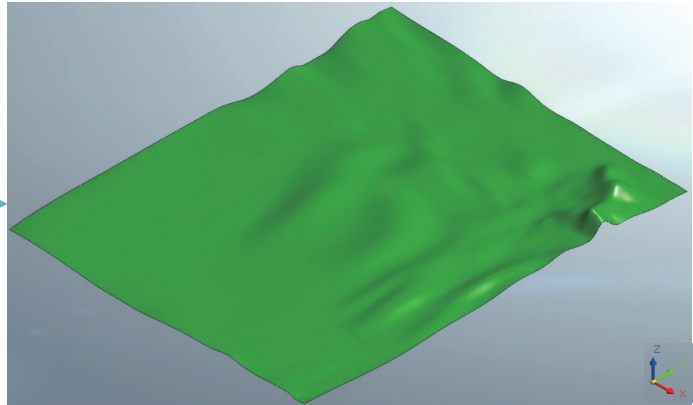
● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)

1) 地表面サーフェスの作成・・・国土地理院10mメッシュ利用

A) ポイントサーフェス

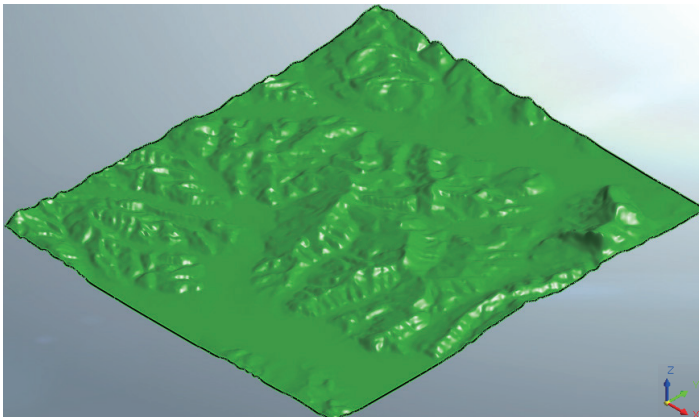
10mDEMデータを
Csv形式に修正し
直接読み込み

(座標系をどうするかを
最初に決めておくこと！)



B) TGM利用

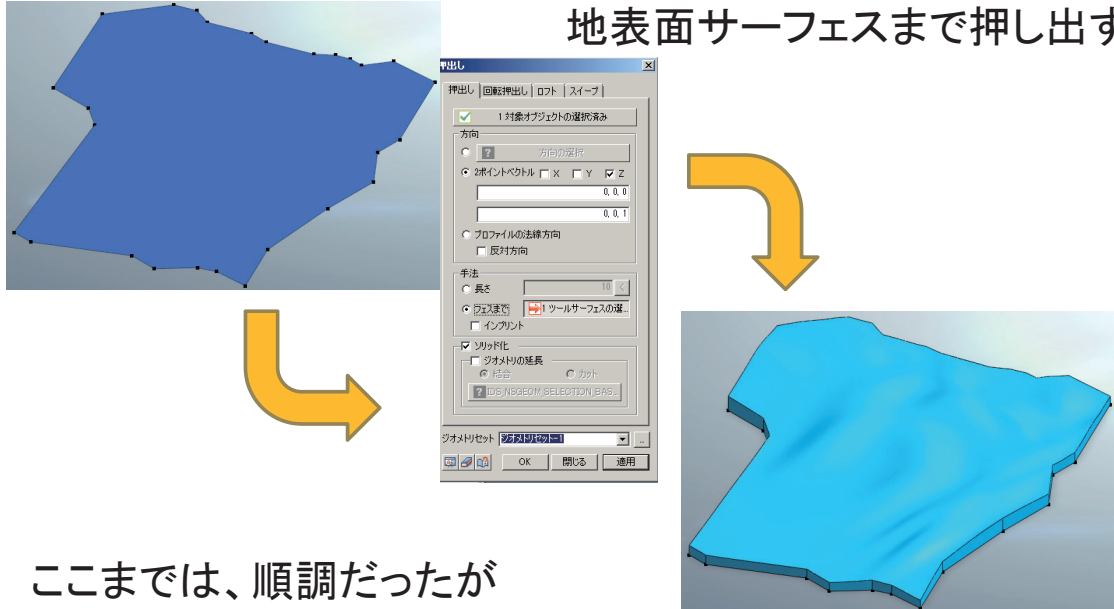
他ソフトを利用し
標高の等高線
ファイルを作成



9

● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)

- 2) 解析範囲の設定・・・トンネル位置や河川、山等を考慮してGIS上で範囲設定
- 3) 解析全体モデルの作成・・・2)で作成した解析領域(サーフェス)を、1)で作成した地表面サーフェスまで押し出す。



ここまでは、順調だったが

10

● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)

1) トンネルのモデル化

トンネル線形(ステーション位置)をGIS上で読み取り
(座標系をどうするかを最初に決めておくこと)
ポイントデータ(csvファイル)として入力



ポイント間を「ライン」で結ぶ



トンネル断面(四角形で単純化)を「ライン」に沿って
押し出す。



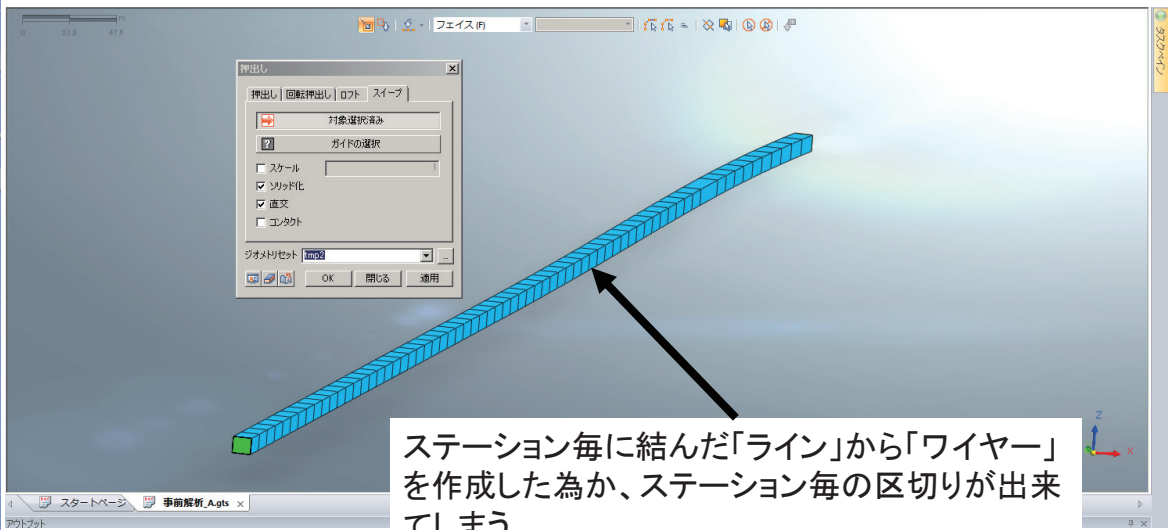
曲率大きい部分で押し出しソリッドの接続に**問題!**



「ライン」を「ワイヤ」に変換、「ワイヤ」に沿って
押し出し(「スイープ」)で曲率が大きくても**問題なし**

11

● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)



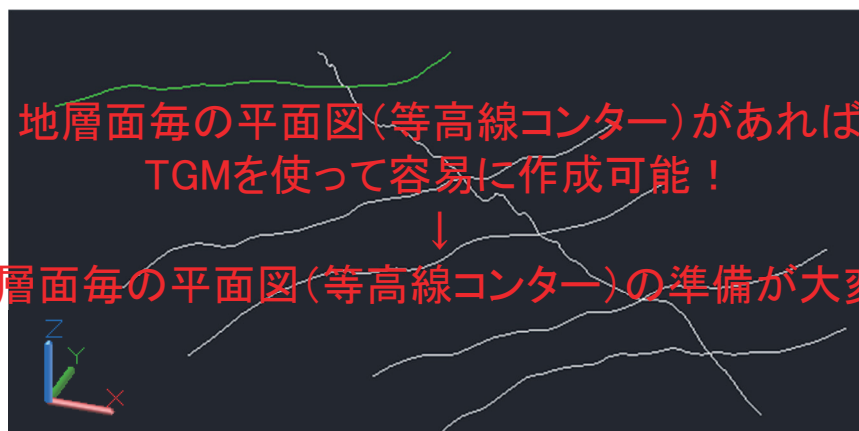
ソリッド分割やメッシュ作成時に予期しないエラー等が生じ思ったような作成が出来ない場合もある。

12

● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)

2) 地層分割線(面)のモデル化

CADで作られた縦断面、横断面から該当する線を指定して「サーフェス」の作成(「スイープ」又は、線上のポイントからの作成等)



但し、上記のような複数の断面線を用いても、意図する地層分割面が出来ない場合もある。

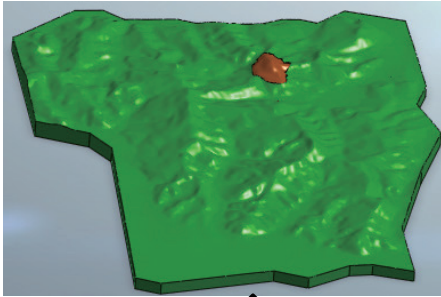
(地表面や他の地層分割面との優先度に関する規定が無い)

13

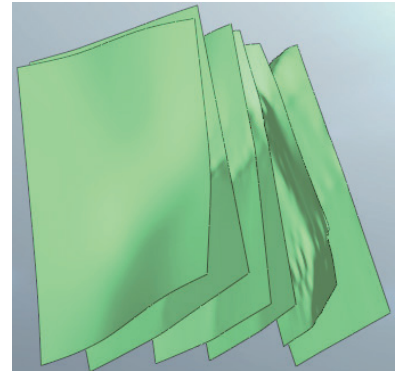
● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)

3)ソリッドの分割

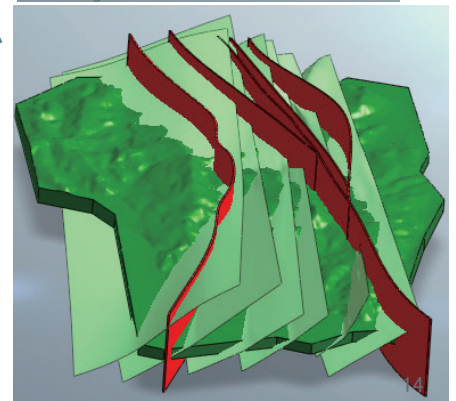
解析モデル(全体)を地層分割面等で分割し各層のソリッドを作成。



ツールサーフェスを設定して解析モデルを分割

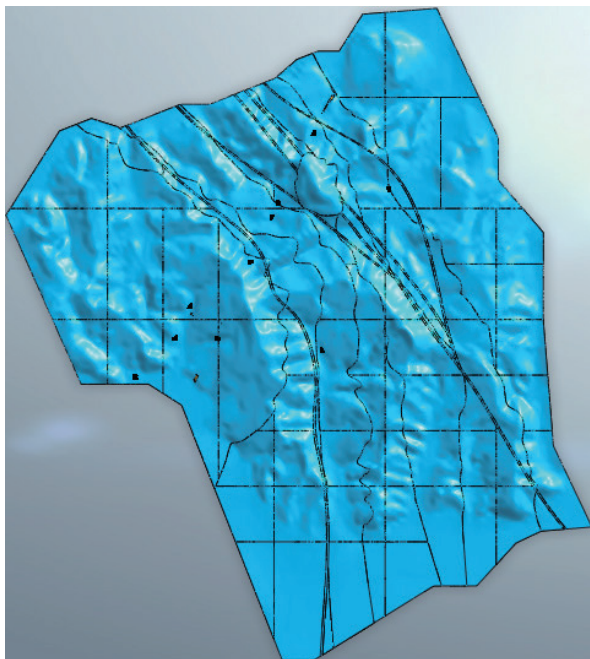


ブーリアン「埋め込み」を用いて断層(有厚)をモデル化(他にトンネル部も)



● 解析用データ作成にあたって(モデル作成)

3)ソリッドの分割



この後、全ソリッドを対象に共有面自動作成実行。

地層分割面による分割だけではソリッドの凹凸が大き過ぎてメッシュ分割に失敗する事もあるので、補助分割を行う。



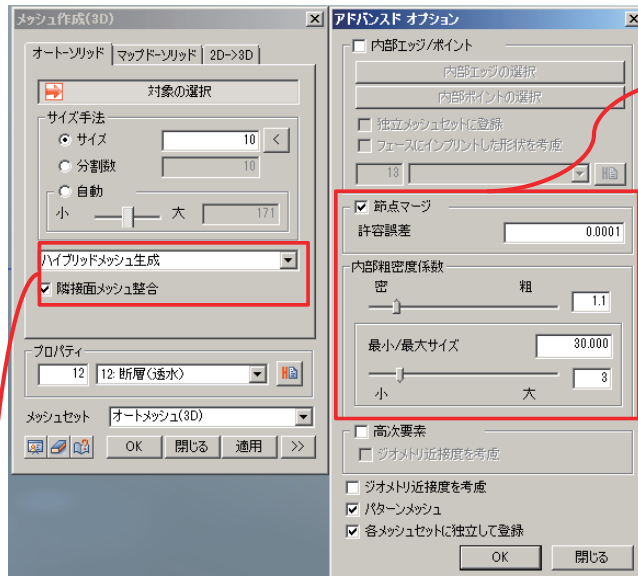
トンネル沿いに徐々に間隔を広げていく様な分割が望ましい



トンネル線形作成に用いた「ワイヤー」を用いて分割を行うと、ステーション毎の分割線が生じて、メッシュ分割時に不都合！
 (「ワイヤー」の押し出しが可能ならうまく行くかも)

● 解析用データ作成にあたって(メッシュ作成)

1) メッシュ作成



- ・「ノードマージ」
- ・内部粗密度係数
- ・最小/最大サイズ

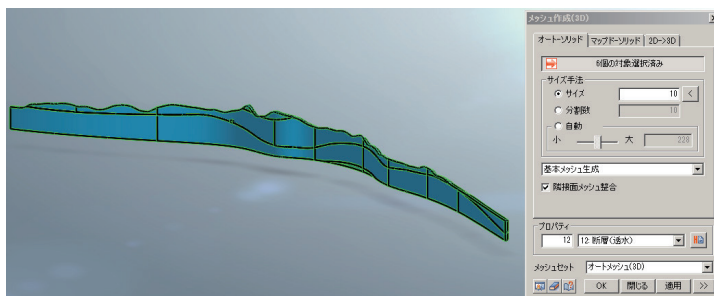
↓
うまく使えばメッシュ作成が容易になりそうだが、使い熟せていない。

- ・「ハイブリッドメッシュ作成」を利用→「基本メッシュ生成」よりも要素数を少なく出来る。
- ・隣接面メッシュ整合にチェック→同一面上の節点座標のズレを制御

16

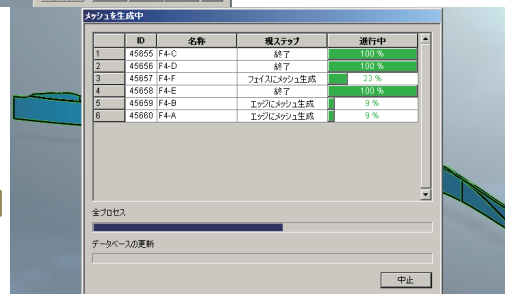
● 解析用データ作成にあたって(メッシュ作成)

2) メッシュ作成過程

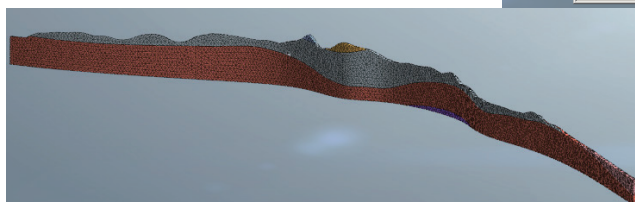


- ・対象ソリッドを選択

- ・複数のソリッドを指定して実行可能



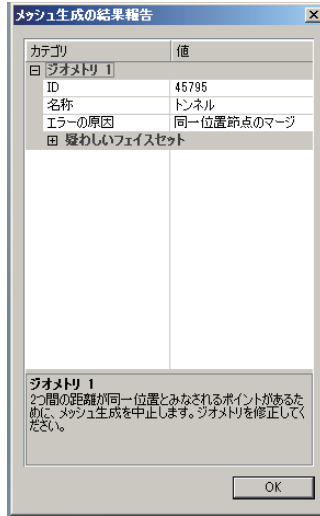
- ・作成はメッシュサイズの小さなソリッドから順次実行！(サイズ大→小はエラー！)



17

● 解析用データ作成にあたって(メッシュ作成)

3) メッシュ作成(エラー時)



メッシュ生成に失敗すると左図のようなエラー報告が表示される。

エラー原因について通知されるが、具体的な解決法に結びつかない(場合もある)。

もっばら、ソリッド分割を変更してから再度メッシュ作成を実行！

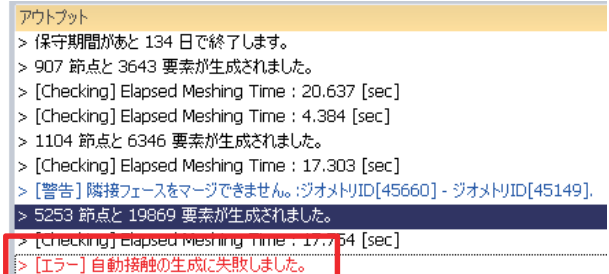
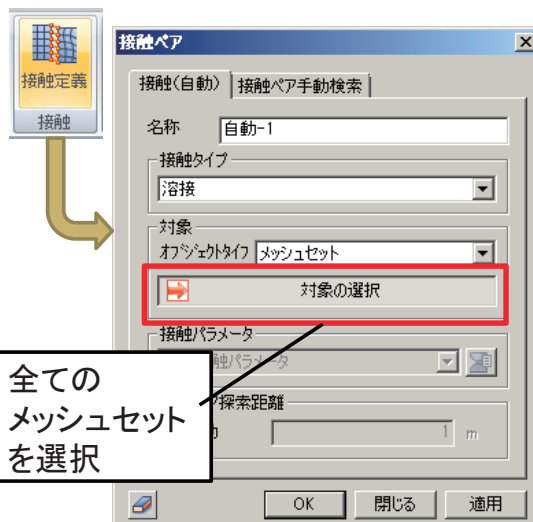
但し、ソリッド分割を再度行った場合、**共有面自動作成も再度行う必要あり！**
また、既存メッシュとの整合性についても保障されないので、場合によっては既存メッシュもやり直し

18

● 解析用データ作成にあたって(メッシュ作成)

4) メッシュの確認

メッシュの生成を終えたら、共有面上での節点不一致等の確認を、「接触定義」→「接触(自動)」を実行し、**接触ペアが生成されない事**を確認する。(接触ペアが生成される＝節点不一致等エラーありの意味)



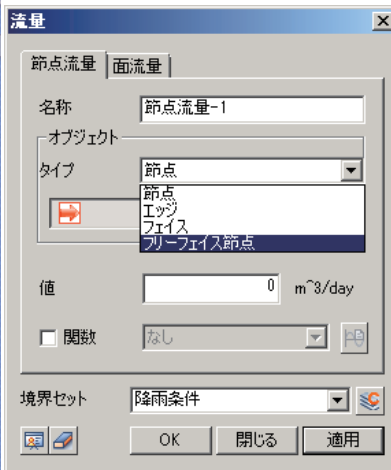
“[エラー]自動接触の生成に失敗しました。”

メッシュは正常に生成されている！

19

● 結果整理にあたって(境界条件設定)

1) 地表面への降雨条件設定等



地表面等への境界条件(浸出面、水頭、流量等)設定を行う場合、

↓
対象オブジェクトとして、「節点」、「エッジ」、「フェイス」等の選択が可能。

↓
通常は「フェイス」(メッシュ生成を行ったソリッドの面)を選択するが、極稀に「フェイス」で指定した条件が節点に反映されない場合がある。

↓
テーブル形式で節点に設定された境界条件の確認が行えると良いが…
(近々修正される?)

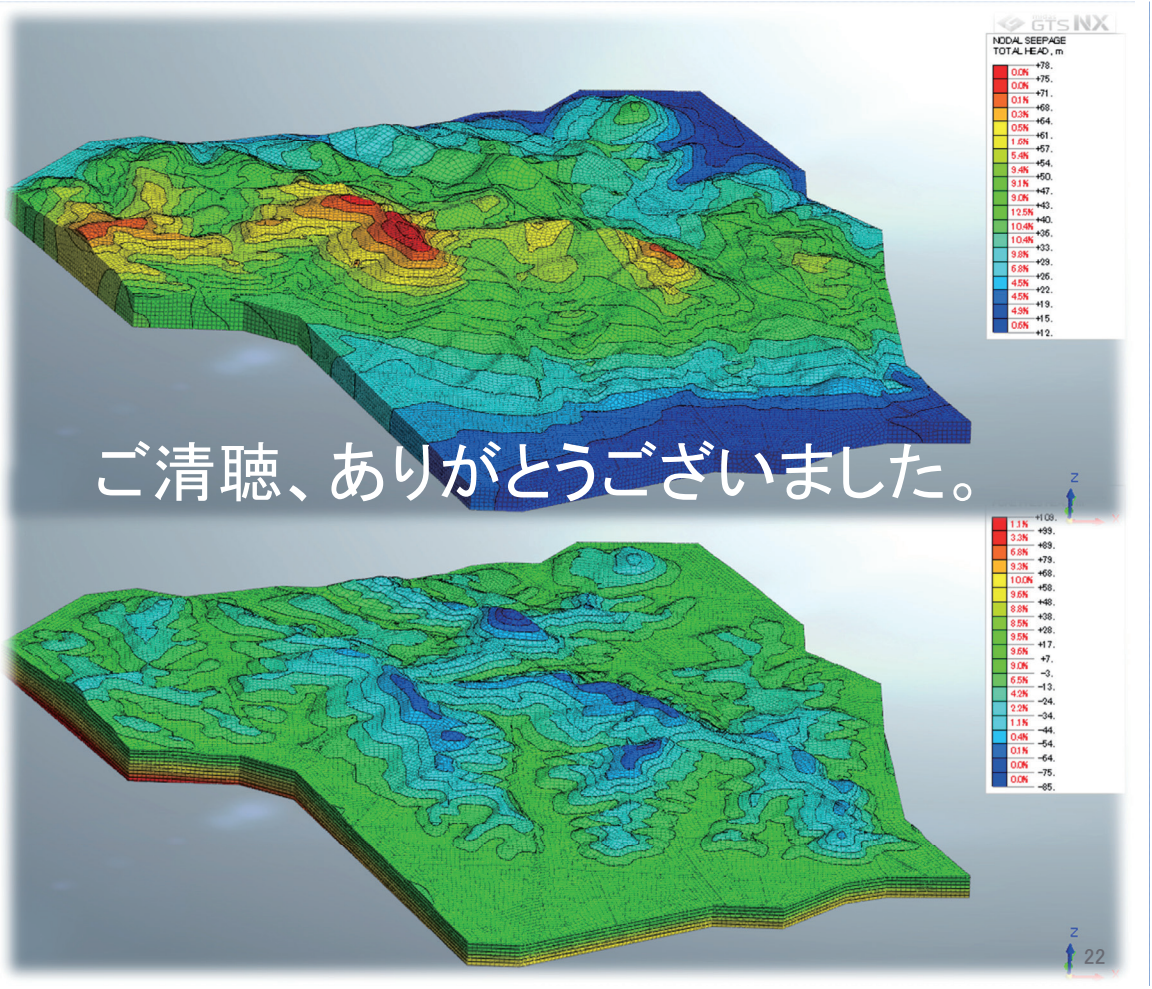
20

● まとめ

GTS-NXを用いた広域三次元浸透流解析を行った際の感想を以下に記す。

- 1) 地表面作成 国土地理院(10mDEM)データから比較的容易に作成可能(但し、他ソフトの助け必要)
- 2) 地層境界面作成 かなり手間! 地層平面図があれば何とかなる(?) (境界面の優先度を設定できるようにしてほしい。)
- 3) モデル作成 ソリッド分割(粗密の設定等)が意外と手間
- 4) メッシュ作成 生成の成否はハイブリッド、基本メッシュ共にソリッド形状に依存するところが多い。
節点間の接続確認は必須!
- 5) 境界条件設定 サーフェスに設定した条件が節点に反映されているかの確認手段が現状ではない。

21



圧密・浸透(軟弱地盤)分野

MIDAS CONSTRUCTION
TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION



株式会社マイダスイテジヤパン

〒101-0021 東京都千代田区外神田5-3-1 秋葉原OSビル7F

TEL 03-5817-0787 | FAX 03-5817-0784 | e-mail g.support@midasit.com | URL <http://jp.midasuser.com/geotech>

Copyright © Since 1989 MIDAS Information Technology Co., Ltd. All rights reserved.