



協力 : Civil Usre Group

Autodesk AEC Collection

CIM 導入ガイドライン対応マニュアル トンネル編（BIM360 活用編）

2021年4月15日
Ver3.0

目 次

はじめに.....	1
1. CIM 導入ガイドライン(案) 第6編 トンネル編説明.....	2
1.1 現況地形モデルの作成.....	2
1.2 3次元設計データの作成範囲.....	3
2. 概略設計 (InfraWorks).....	4
2.1 現況地形モデルを作成.....	4
2.2 トンネルの作成.....	8
3. 詳細設計.....	16
3.1 ReCap.....	16
3.2 Civil3D に InfraWorks 概略設計モデルを挿入する.....	18
3.3 3次元点群データの測量成果を追加.....	21
3.4 線形データの修正.....	25
3.4.1 地質・土質モデルの作成.....	32
4. 構造物モデルの作成.....	35
4.1 トンネル本体の作成 (Civil 3D).....	35
4.2 横断面図.....	43
4.3 縦断面図.....	48
4.4 トンネル坑門 (Revit).....	53
4.4.1 Civil 3D で位置情報書き出す.....	53
4.4.2 ファミリ作成.....	57
4.4.3 共有座標でプロジェクトに配置.....	68
5. 統合モデル (InfraWorks).....	74
6. クラウドを用いた情報共有.....	80
6.1 BIM360 Docs を活用したモデルのレビューと承認.....	80

6.1.1	レビューの作成.....	81
6.1.2	プロジェクトにレビューを設定する.....	84
6.1.3	レビュー.....	86
6.2	Model Coordination(干渉チェック).....	90
7.	CIM モデルへの属性情報付与.....	95
7.1	トンネル本体のソリッドを作成.....	96
7.2	オブジェクトに属性情報を付与.....	98
8.	電子成果品の納品.....	103
8.1	電子成果品(CIM モデル)の作成.....	104
8.2	CIM モデル照査時チェックシートへの記載.....	106
8.2.1	BIM 360 Build を活用した CIM モデル照査時チェックシートの作成例と記載例.....	108
8.3	CIM 実施計画書、CIM 実施(変更)計画書、CIM 実施報告書 の記載.....	114
9.	Tips 国土地理院のデータから現況地形モデルを作成する手順.....	115

はじめに

本テキストでは、国土交通省より 2018 年 3 月に公開された「CIM 導入ガイドライン(案)第 6 編 トンネル編」に則した Autodesk 製品の操作方法及びデータ作成手法について説明します。各項目では、最初にガイドラインの記載を確認し、そのあとにモデルの作成の操作をステップとして記載しています。トンネル編の適用範囲は、「山岳トンネル構造物を対象に CIM の考え方をういて調査・設計段階で CIM モデルを作成すること、作成された CIM モデルを施工時に活用すること、更には調査・設計・施工の CIM モデルを維持管理に活用する際に適用する。」とされています。

本テキストで使用するソフトウェアは、下記の通りです。

- ・ Autodesk InfraWorks (2021.0.26.0)
- ・ Autodesk Civil 3D 2021
- ・ Autodesk ReCap
- ・ Autodesk Revit 2021
- ・ Autodesk Navisworks 2021
- ・ BIM360 製品(オプション)

本テキストは、各製品の基本操作をすでに修了している方を対象に作成されています。初めてオートデスク製品を使用される場合は、以下のトレーニング教材を最初に体験してください。

- ・ InfraWorks 基礎編: <http://bim-design.com/infra/training/infracworks.html>
- ・ Civil3D 各編: <http://bim-design.com/infra/training/civil3d.html>
- ・ Revit 各編: <http://bim-design.com/infra/training/revit.html>
- ・ Navisworks 基礎編: <http://bim-design.com/infra/training/navisworks.html>

1. CIM 導入ガイドライン(案) 第 6 編 トンネル編説明

1.1 現況地形モデルの作成

事前準備として、受注者(設計者)は、現況地形モデルを作成します。作成方法は、①測量成果の点群データによる方法と②その他のデータによる方法があります。

このテキストでは、InfraWorks モデルビルダーから概略設計として現況地形を作成し、このうえにトンネル坑口付近の点群データを挿入して、詳細な地形を作成する手順を説明します。国土地理院のデータから現況地形モデルを作成する手順については、Tips で説明します。

3.2 事前準備【受注者】

3.2.1 貸与品・過年度成果の確認

受注者は、貸与品・過年度成果について、CIM モデル作成に活用する成果の有無、内容等の確認を行う。

(1) 測量

受注者は、発注者から貸与された測量業務の電子成果品をチェックし、次のフォルダ内にあるメタデータ、3次元点群データファイルの有無、ソフトウェアによる読み込みの可否、測量座標系、単位、3次元点群データの位置等を確認する。

・フォルダ:/SURVEY/CHIKAI/DATA

受注者は、次のフォルダ内にあるオルソ画像のデータファイルの有無、測量座標系、単位、位置を確認する。

・フォルダ:/SURVEY/CHIKAI/DATA

○測量成果として、3次元点群データ、3次元地形データがない場合の対応

測量成果として、3次元点群データ、3次元地形データが含まれない場合、受発注者協議にて、「受注している調査・設計業務内で測量を実施」又は「国土地理院・基盤地図情報(数値標高モデル)を使用」のどちらかを選択する。「受注している調査・設計業務内で測量を実施」の場合、設計変更とする。(国土地理院・基盤地図情報:<http://www.gsi.go.jp/kiban/>)

なお、「国土地理院・基盤地図情報(数値標高モデル)を使用」に際し受注者は、国土地理院・基盤地図情報(数値標高モデル)の使用に当たり、国土地理院への使用承認を得ることに留意する。

(CIM 導入ガイドライン(案) 第 6 編 トンネル編より)

1.2 3次元設計データの作成範囲

次に、受注者(設計者)は、3次元設計データ(線形、現況地形、地質構造、トンネル本体、坑口、避難坑、誘導路、その他構造物)を作成します。作成する際には、CIM 導入ガイドライン 共通編の CIM モデルの考え方や詳細度についても参照し、発注者と事前協議をおこないます。

3.4 CIM モデルの作成【受注者】

受注者は、発注者との事前協議結果を踏まえ、CIM モデルを作成する。

CIM モデル共通の考え方は、本ガイドライン共通編「1.4 CIM モデルの考え方・詳細度」を参照。

3.4.1 CIM モデルの基本的な考え方

(1) CIM モデル作成対象

作成する CIM モデルは、線形、現況地形、地質構造、トンネル(本体・坑口、避難坑・誘導路)、その他構造物とする。

(CIM 導入ガイドライン(案) 第6編 トンネル編より)

表8 CIM モデルの構造

No.	統合モデルの構造	備考
1	A.線形	道路中心線形 ※1
2	B.地形	・国土地理院・基盤地図情報(数値標高モデル)5m メッシュ(標高)、 10m メッシュ(標高) ・実測平面図(1/200~1/500 相当) ・UAV 等を用いた公共測量による地形データ
3	C.地質	ボーリングモデル、地質平面図・地質縦断図・地質横断図モデル
4	D.構造物	設計対象構造物モデル(本体、坑口、避難坑・誘導路等)
5	G-1.地表(広域)	1:25,000~1/50,000 相当
	G-2.構造物(広域)	1:25,000~1/50,000 相当 適宜
	G-3.航空写真(広域)	適宜

※1 「LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.2 平成30年3月」
(国土交通省 国土技術政策総合研究所)

(CIM 導入ガイドライン(案) 第6編 トンネル編より)

2. 概略設計(InfraWorks)

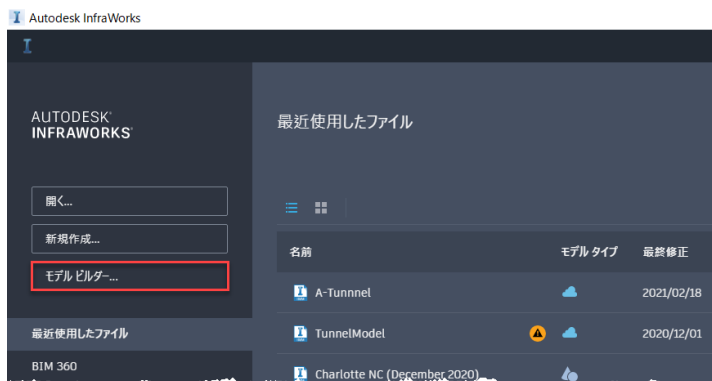
2.1 現況地形モデルを作成

モデルビルダーは、メッシュデータや航空写真、道路線形やメインの建物などを簡単に作成することができる便利な機能です。

Step1. InfraWorks を起動します。

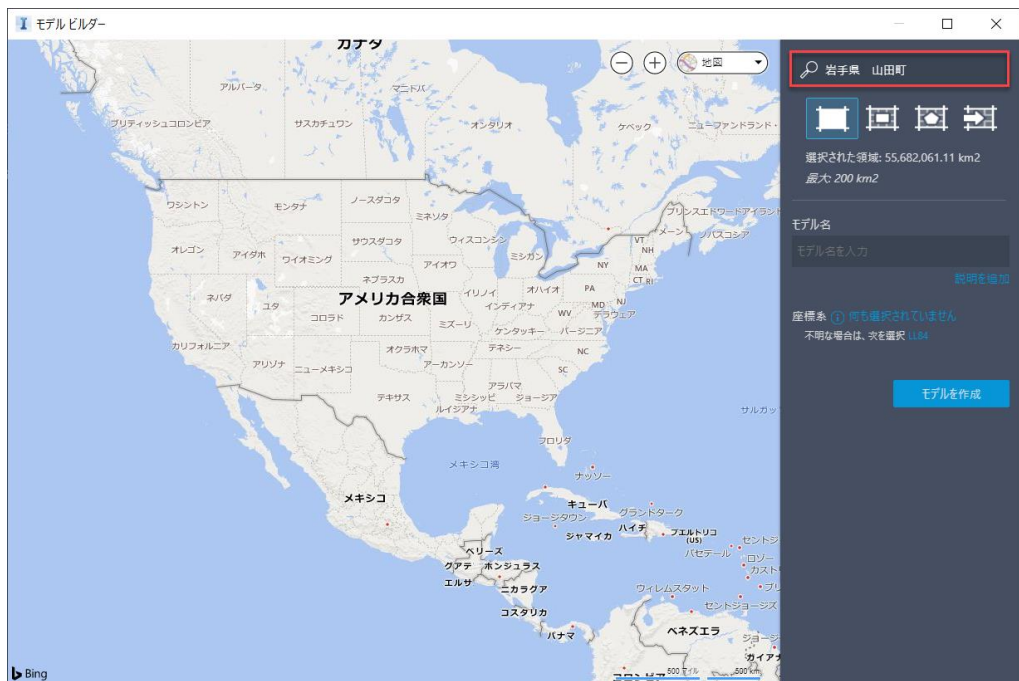


Step2. [モデルビルダー]を選択します。

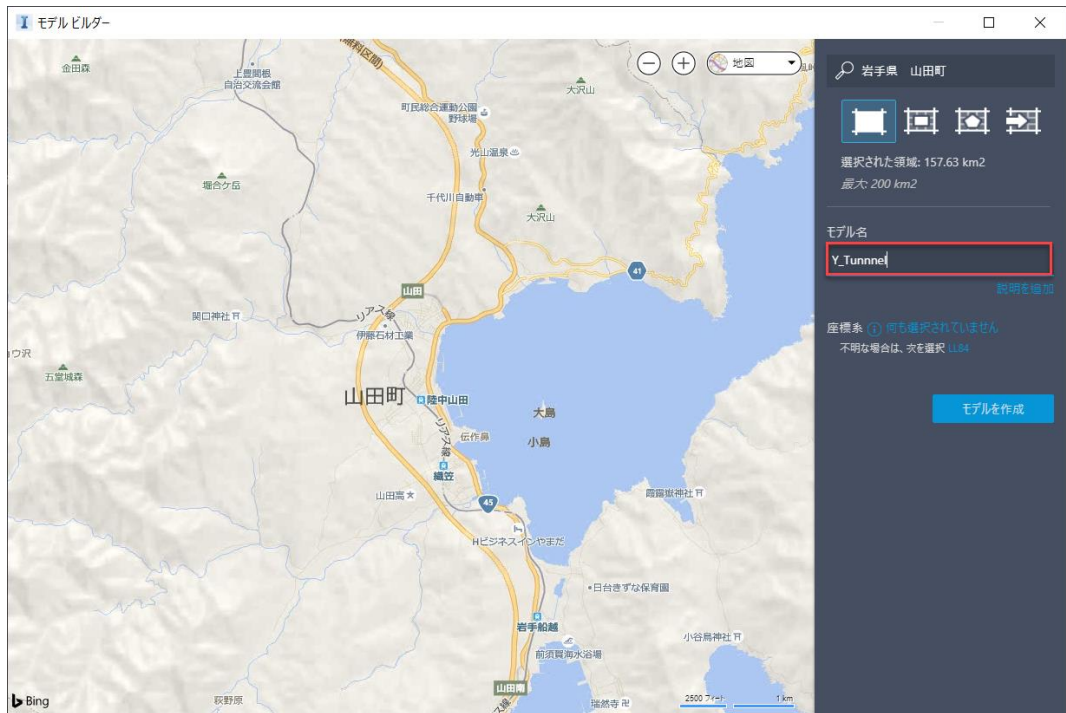


Step3. モデルビルダーが開きます。

[位置で検索]に[岩手県 山田町]と入力し、[Enter]キーを押します。



Step4. 検索した[岩手県山田町]の地形が表示されますので、モデル名を入力します。

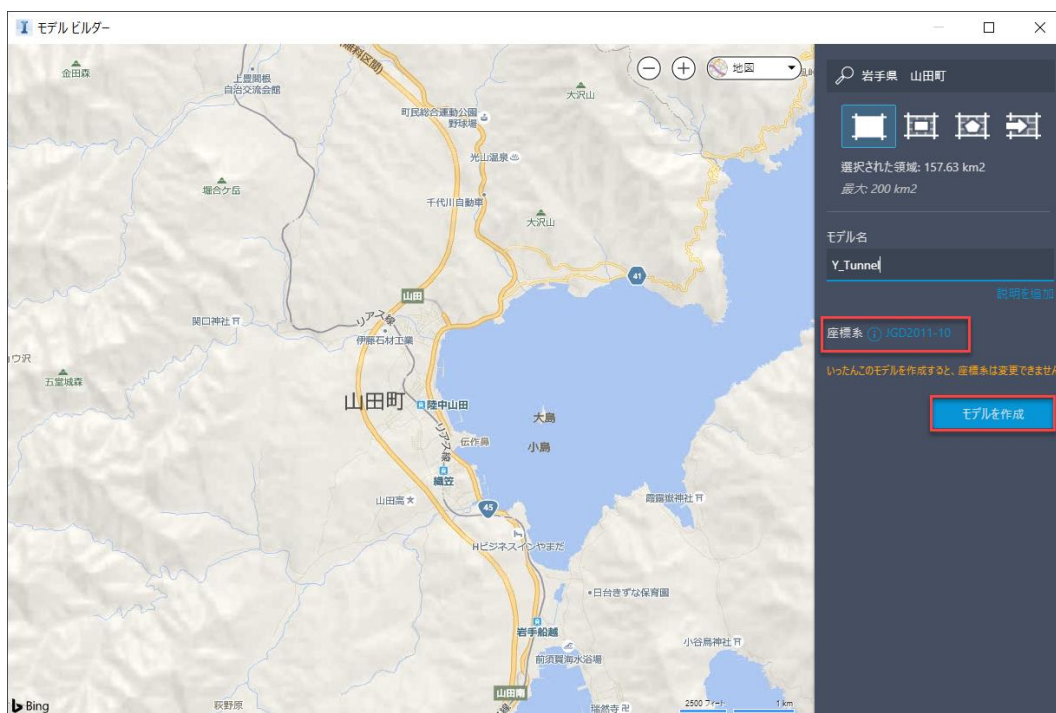


Step5. 測量座標を設定します。

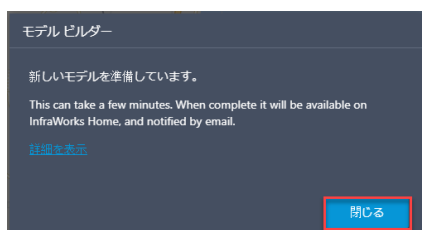
[座標系]を選択します。[座標系を選択]ダイアログが開きますので、[カテゴリ]より[Japan-GSI-JGD2011]を選択(①)、[JGD2011-10]を選択(②)、[OK]ボタンを押します(③)。



Step6. 座標系が設定されましたので、[モデルを作成]のボタンを押します。



Step7. 下記のようなダイアログが表示されますので、[閉じる]ボタンを押します。
モデルビルダーも右上の[X]をクリックして閉じます。



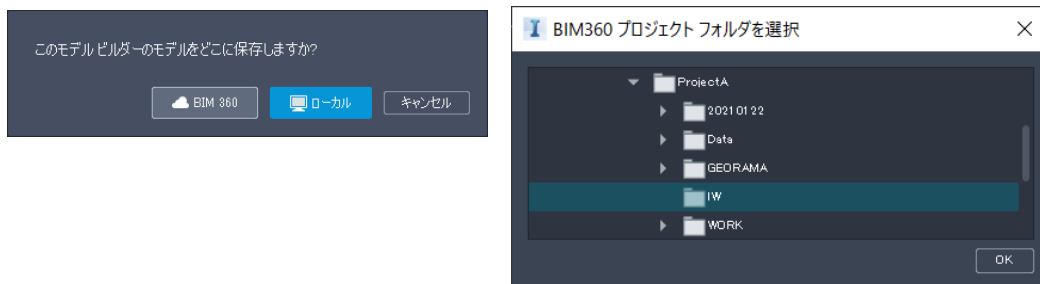
モデルの作成が完了するとメール通知が届きます。

Step8. 作成されたモデルは、InfraWork の[ホーム]画面に下記のように表示されます。
クリックでモデルを開きます。

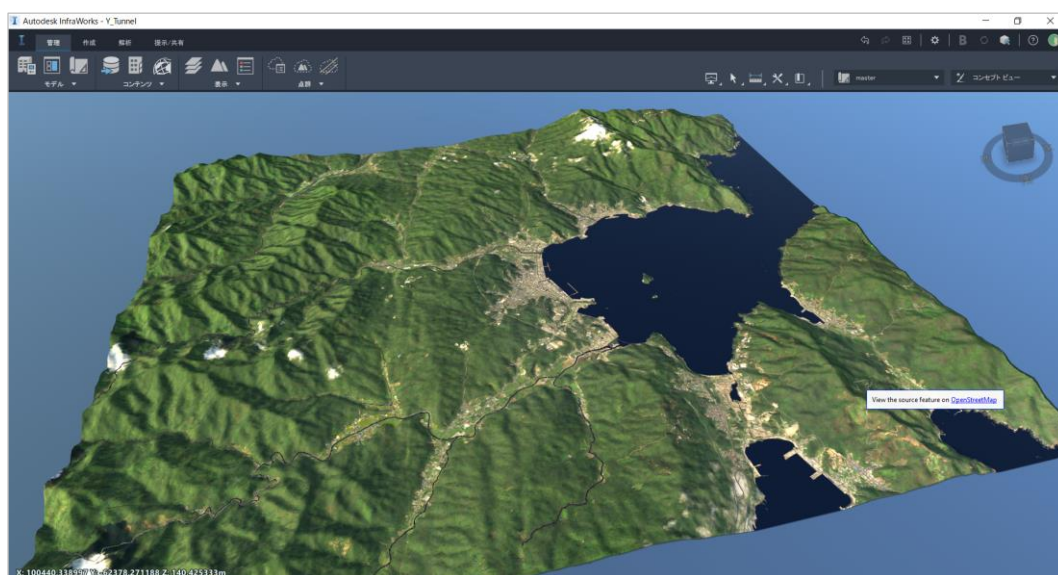


Step9. モデルの保存先を指定します。

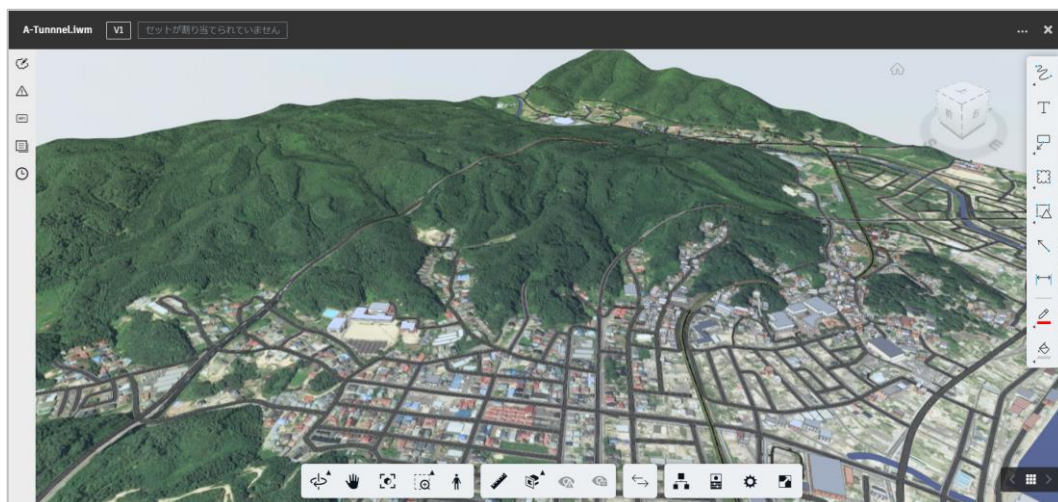
このテキストでは、BIM360 の利用方法を説明しますので、[BIM 360]を保存先として選択します。(作業環境に合わせて選択してください。)



Step10. このように、現況地形モデルが作成されます。

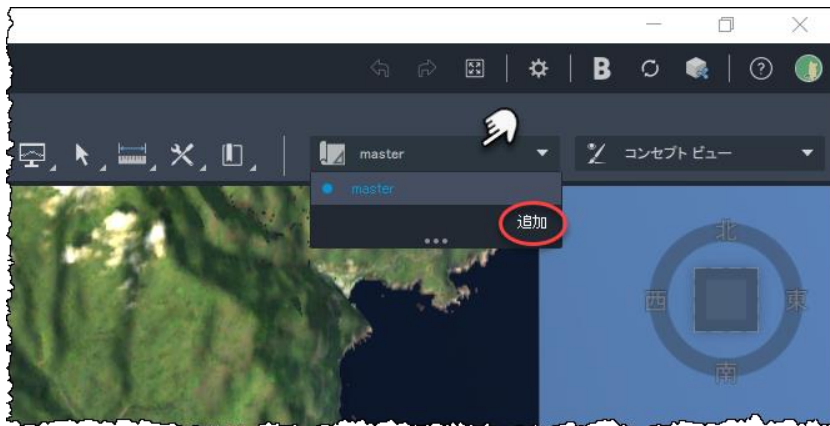


保存先を BIM360 に指定した場合、BIM360 からもモデルを確認する事が出来ます。

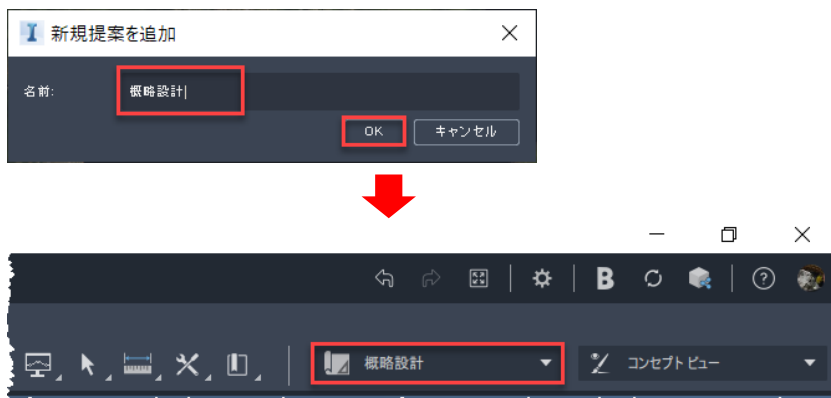


2.2 トンネルの作成

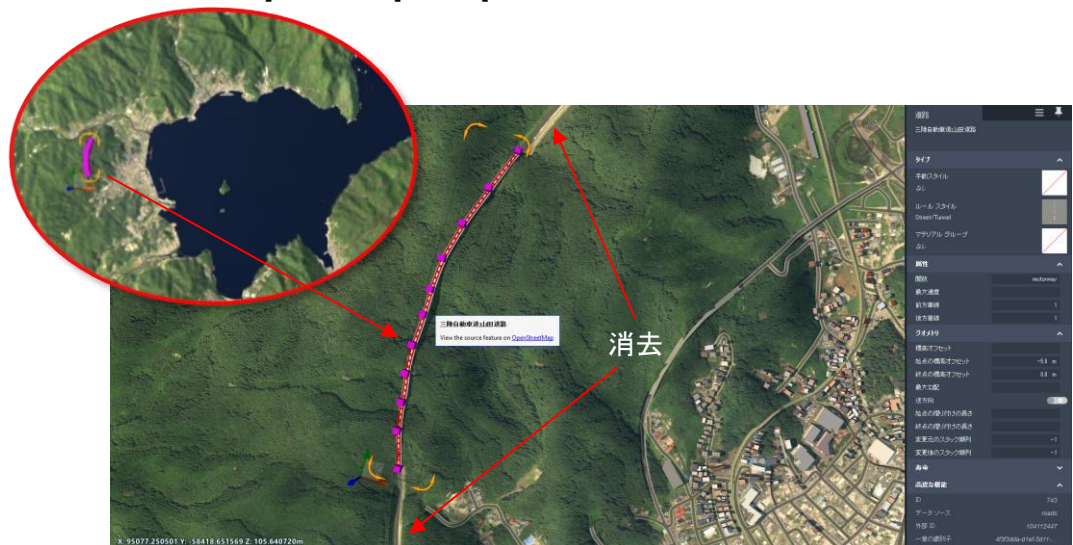
Step11. [概略設計]として、新しい提案を作成しますので、[master]をクリックし、[追加]を選択します。



Step12. 名前を[概略設計]とし、[OK]ボタンを押します。



Step13. 既存の[三陸自動車道山田道路]の位置に、新たにトンネルを設計しますので、既存の[三陸自動車道山田道路]を選択し、[Delete]キーで消去します。

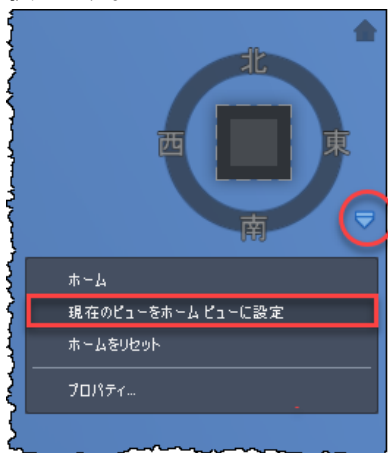


下記のようになりますので、このテキストでは、ここに新たなトンネルを設計します。



Step14. 現在のビューを[ホーム]に設定します。

画面右上の[コンテキストメニュー]をクリックし、[現在のビューをホームビューに設定]を選択します。



こうしておくことで、作業中にビューが見つからなくなった場合でも、[ホーム]ボタンをクリックすれば、設定したビューにスムーズに戻ることができます。

Step15. [作成]タブー[コンポーネント道路]を選択します。



Step16. 道路を作成します。道路の名前は[トンネル1]とし、1点目、2点目をクリックし、最後は、ダブルクリックで、新たな道路を作成します。



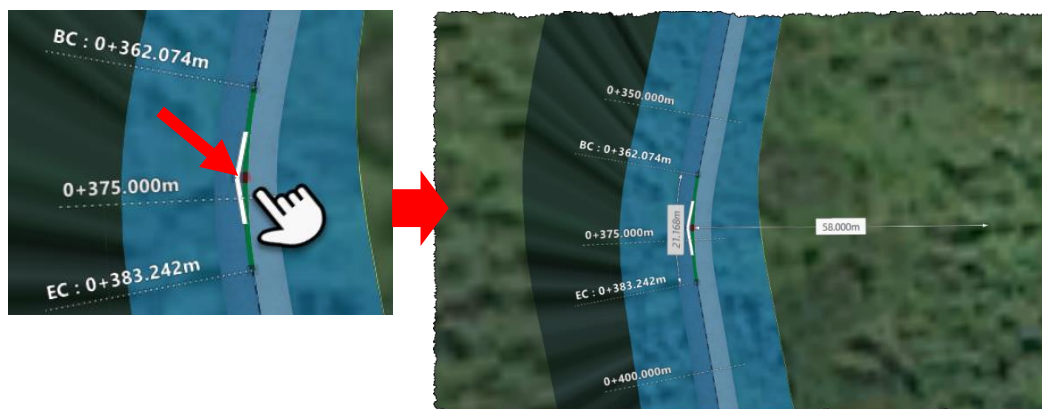
Step17. Step16 の②を曲線変更します。

②の IP 点を選択し、右クリックメニューから[ジオメトリを変換]-[曲線]を選びます。

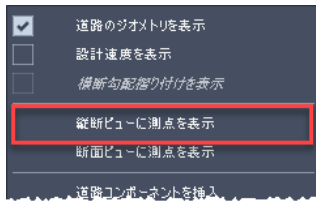


Step18. 道路を選択し、曲線部分中央の赤い■を選択します。

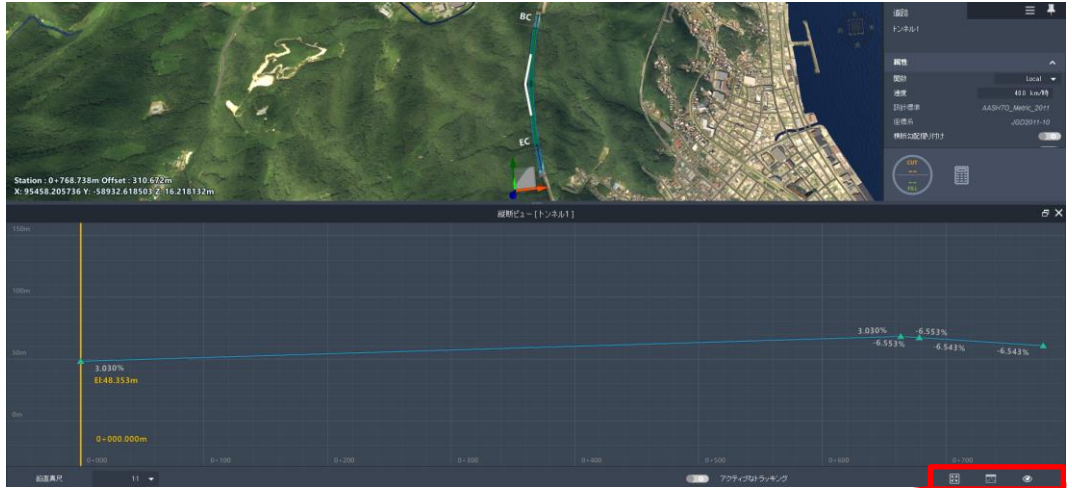
曲線の円弧長と半径が表示されます。半径の値を変更することも可能ですが、ここでは、赤い■をドラッグして滑らかな曲線を作成します。(後から Civil 3D で線形は変更しますので、ざっくりと滑らかな曲線になれば構いません)



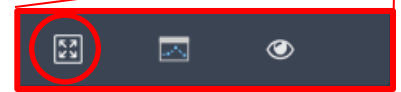
Step19. 作成した道路を選択して右クリックし、[縦断ビューに測点を表示]を選択します。



Step20. 縦断ビューが表示されますので、ざっくりと縦断曲線も修正します。



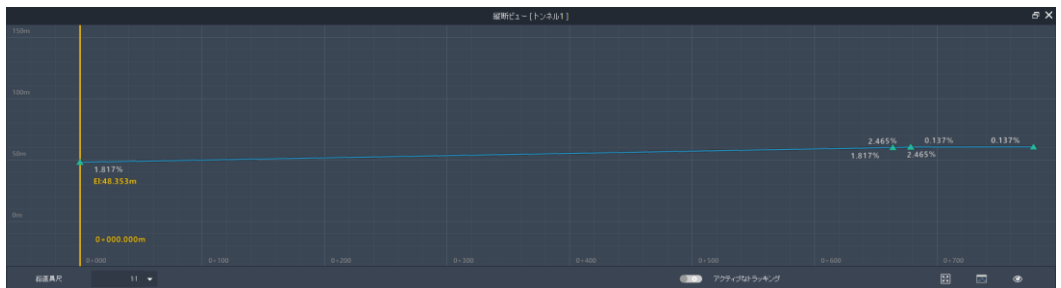
全体が表示されていない場合は、画面右下の[ビューにフィット]をクリックすると表示されます。



移動させたい PVI 点(▲)をマウスでドラッグすると位置を変更することができます。



ざっくりと縦断線形を修正し、[縦断ビュー]は、右上の[×]をクリックして閉じます。



Step21. 道路をトンネルに変更します。

再度、道路を選択して右クリックし、[構造物を追加]-[トンネル]を選択します。



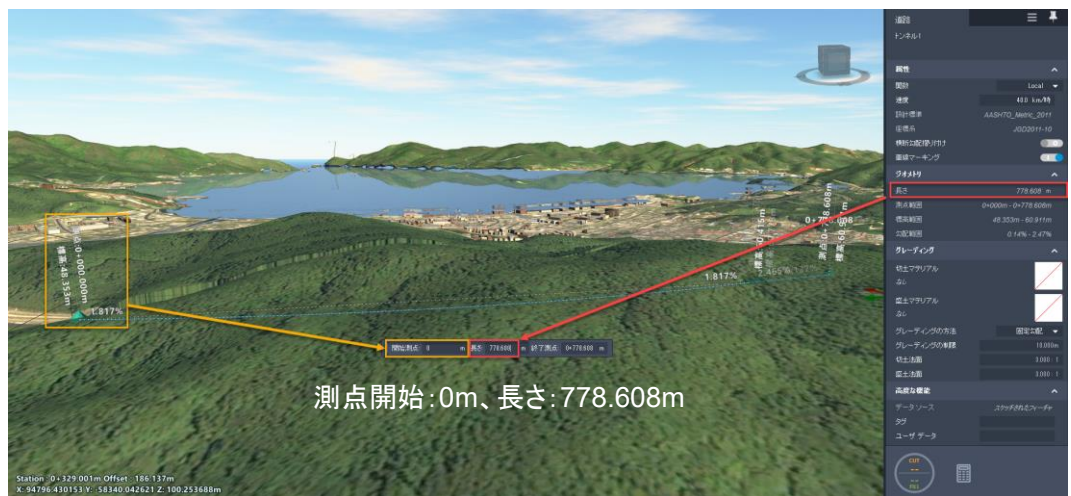
Step22. 今回は、道路全体をトンネルに変更したいので、測点を利用して変更します。

ビューを横からの視点に変更する、もしくは、道路のプロパティから測点をひろいます。

開始測点には、[0]と入力し、[TAB]キーを押します(表示は[0+000.000m]に変わります)

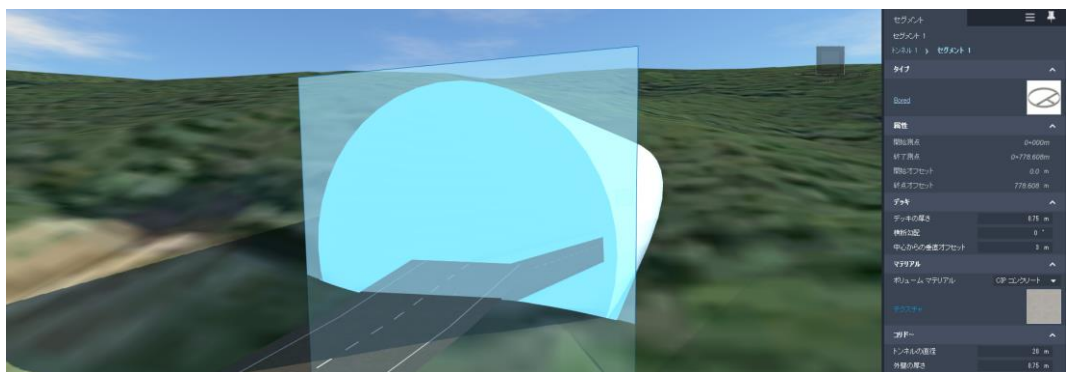
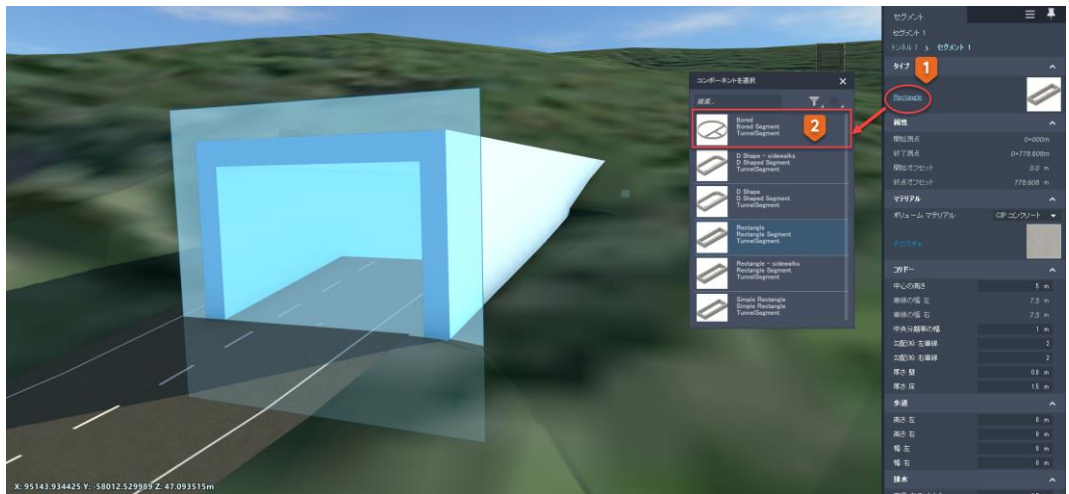
次に、[TAB]キーを押して、[長さ]の値を変更します。

[長さ]は、[プロパティ]の[ジオメトリ]-[長さ]より値をひろいます。



Step23. トンネルの形状を変更します。

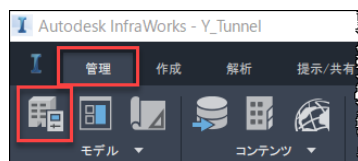
道路を2回クリックすると、トンネルのタイプがプロパティに表示されます。現在のタイプをクリック(①)し、リストから[Bored]を選択(②)します。



Step24. 最後に、モデルの容量を小さくするために、範囲を設定します。

[管理]タブより、[モデルプロパティ]を選択します。

[範囲]で、[モデル全体を使用]のチェックを外し、[BBox]を選択します。



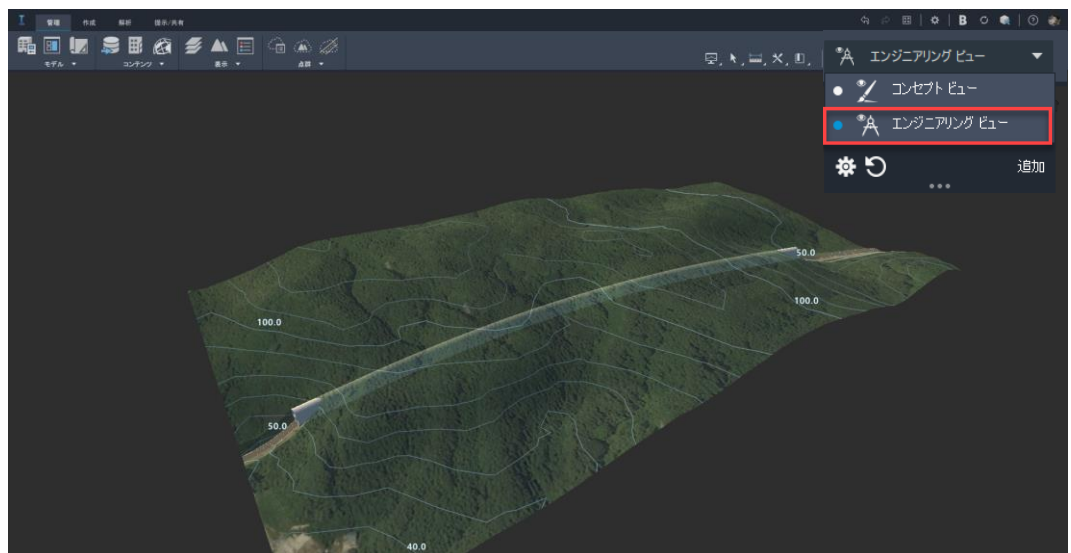
Step25. トンネルを囲むように、対角線上に2点をクリックして範囲を指定します。

範囲を指定すると [モデルプロパティ]ダイアログに戻りますので、[OK]ボタンをおします。



Step26. 以上で、概略設計は終了です。

ビューを[エンジニアリングビュー]に変更して、トンネル全体を確認します。[エンジニアリングビュー]では、地形が透過するため、トンネル全体を確認する事が出来ます。

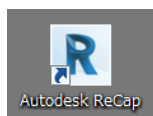


3. 詳細設計

3.1 ReCap

トンネルの坑口付近は、詳細な地形データが必要になります。ここでは、2章で作成した現況地形モデルに坑口付近の点群データを取り込んで、より詳細な現況地形を作成します。

Step1. Autodesk ReCap を起動します。

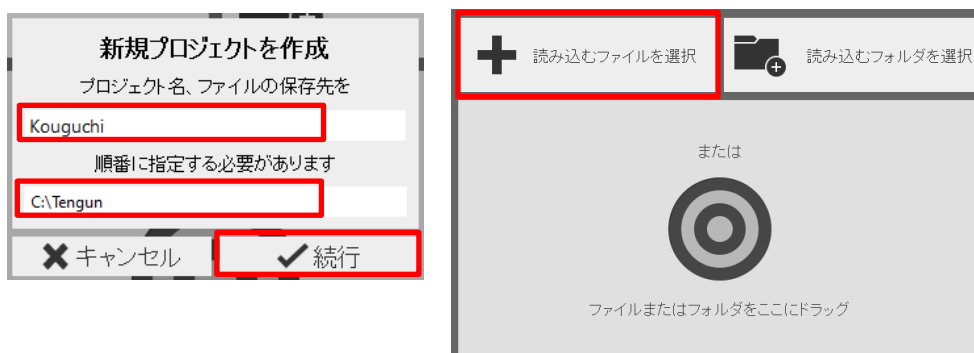


Step2. [新規プロジェクト]をクリックし、[点群を読み込み]をクリックします。

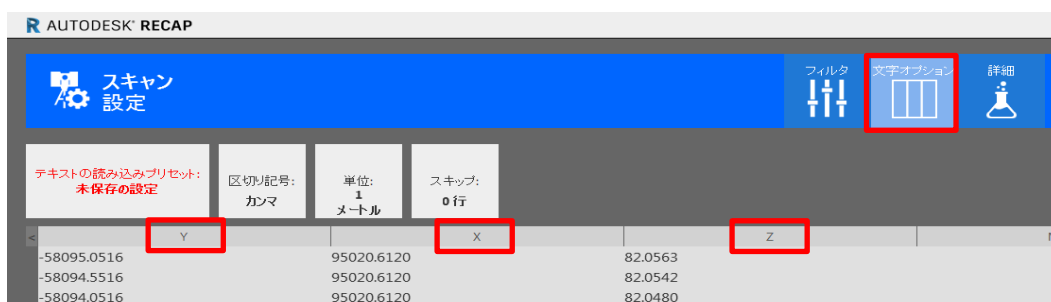


Step3. [プロジェクト名]に[Kouguchi]と入力します。

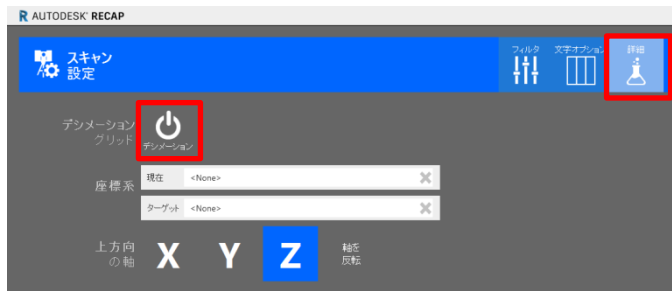
[ファイルの保存先]には、任意のフォルダを作成し、(C:\Tengun など)指定して、[続行]をクリックします。[読み込むファイルを選択]をクリックし、[pointcloud.txt]を選択します。



Step4. [スキャン設定]から[文字オプション]を選択し、表の1列目をクリックして、[位置]から[Y]を選択します。同様に、2列目は[X]に変更します。また、3列目が[Z]になっていることを確認します。このファイルのデータは、北、東、標高の順です。



Step5. [詳細]をクリックし、[デシメーショングリッド]を OFF にします。

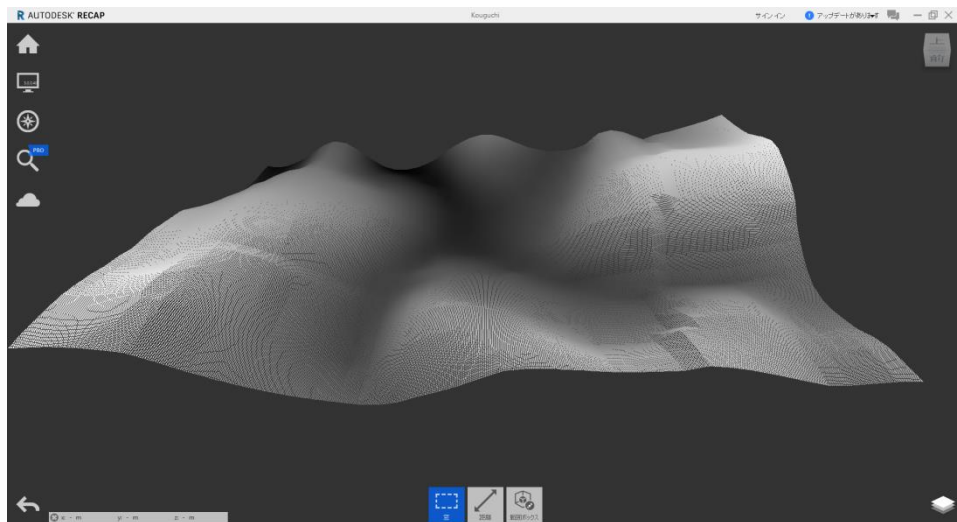


Step6. [ファイルを読み込み]をクリックします。

[スキヤンのインデックスを作成]をクリックします。読み込みが完了したら、[プロジェクトを開始]をクリックします。

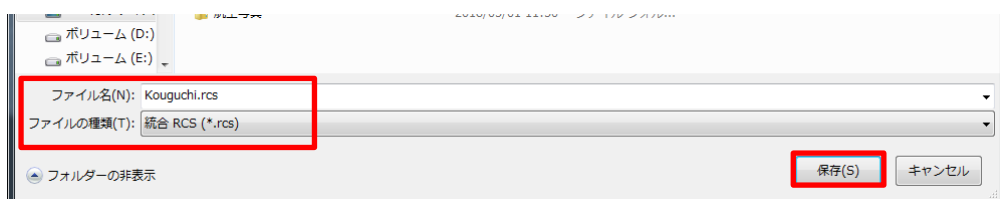
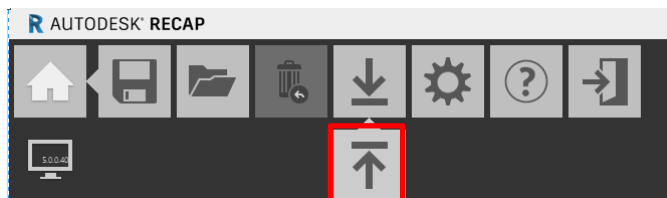


Step7. 点群が読み込まれます。



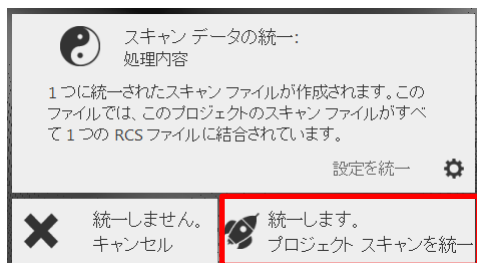
Step8. [書き出し]をクリックします。

[ファイル名]を kouguchi 、[ファイルの種類]を RCS に設定します。[保存]ボタンをクリックします。



Step9. [統一します。]をクリックします。

作成した RCS ファイルは、Civil 3D や Navisworks、InfraWorks などの Autodesk 製品で点群を読み込む際に利用します。



Step10. ReCap を終了します。

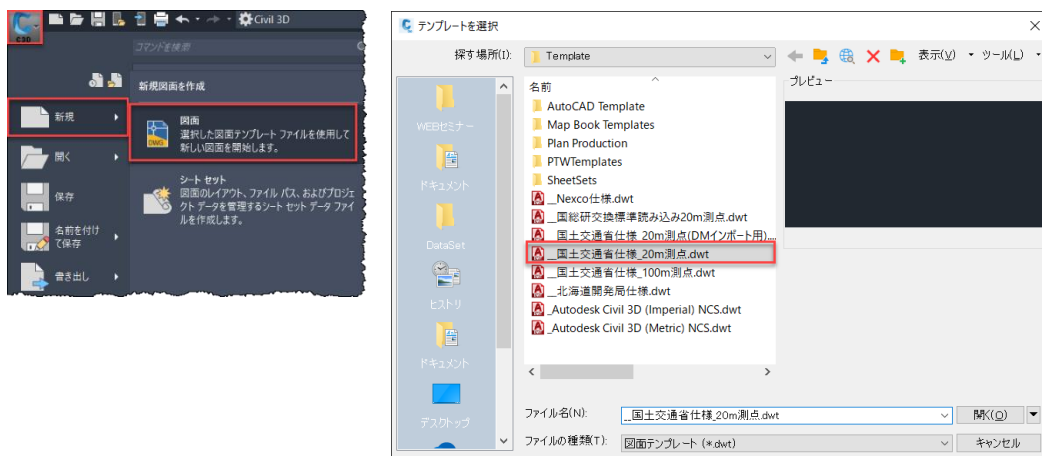
3.2 Civil3D に InfraWorks 概略設計モデルを挿入する

Step1. Autodesk Civil 3D 2021 を起動します。



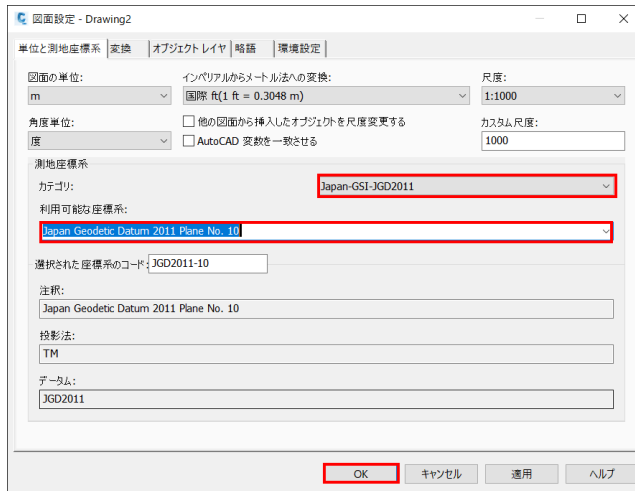
Step2. アプリケーションメニューより、[新規]-[図面]を選択します。

テンプレートは[国土交通省仕様 20m 測点.dwt] を選択、[開く]ボタンを押します。



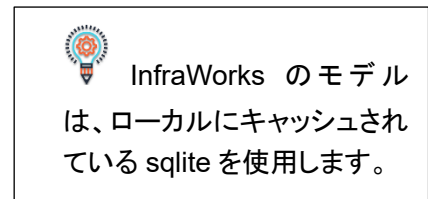
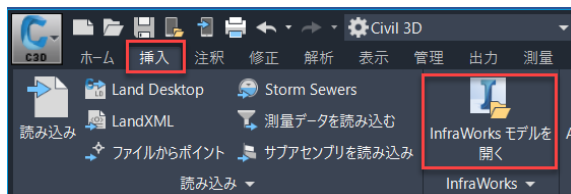
Step3. [ツールスペース]の[設定]タブをクリックし、図面名を右クリックします。

[図面設定]を選択します。[単位と測地座標系]タブをクリックし、[測地座標系]を Japan GSI JGD2011 Plane No.10 に設定します。(この現場は、岩手県内です。)[OK]をクリックします。



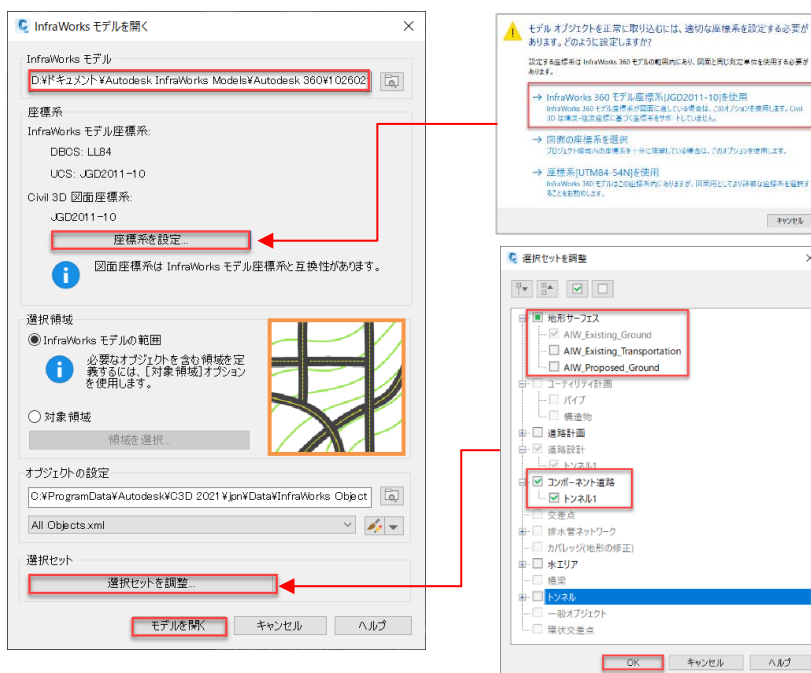
Step4. InfraWorks で作成したモデルを挿入します。

[挿入]タブ→[InfraWorks モデルを開く]を選択します。



Step5. [InfraWorks モデル名]、[座標系]、[選択セット]を次のように設定します。

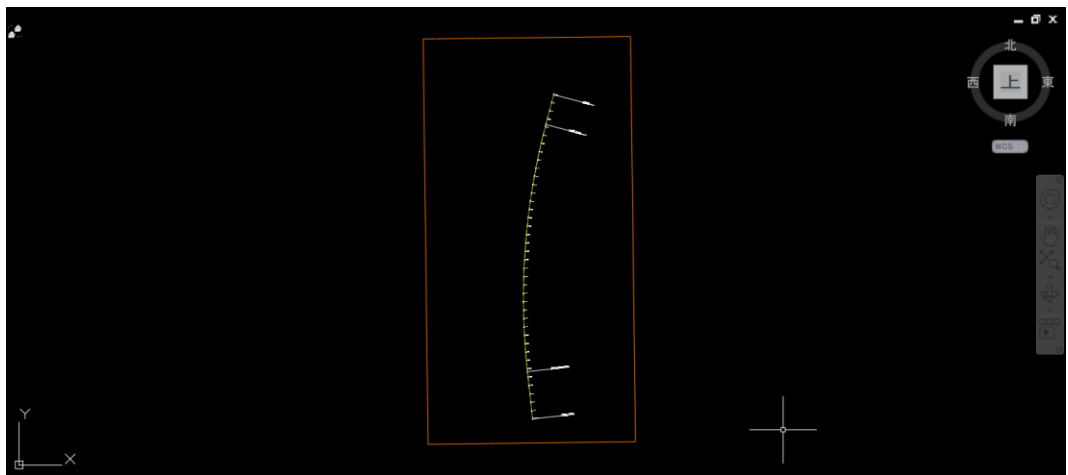
最後に[モデルを開く]ボタンを押します。



Step6. 次のように、InfraWorks で作成した現況地形とコリドーが表示されます。



Step7. 線形を変更しますので、コリドーを削除します。



ここまでのモデルは[3_2.InfraWorks モデルを挿入.dwg]に保存しています。

3.3 3次元点群データの測量成果を追加

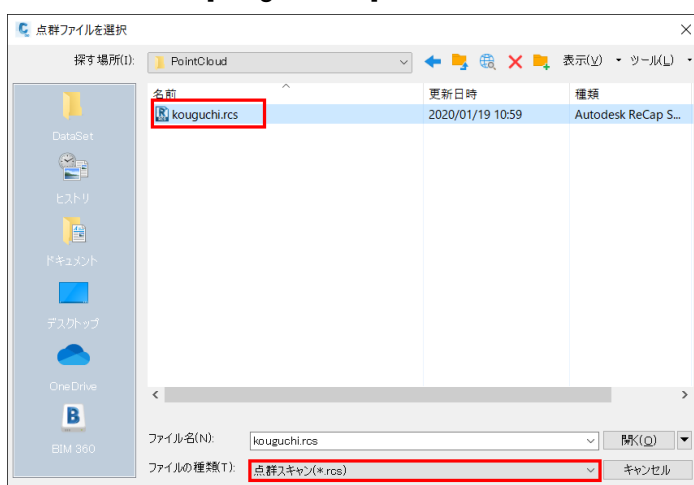
Step1. 坑口付近の詳細な地形を挿入します。

点群 RCS ファイルを読み込みます。[挿入]タブの[点群]パネルより[アタッチ]をクリックします。ここから始める場合は、[3_2.InfraWorks モデルを挿入.dwg]を開いてください。



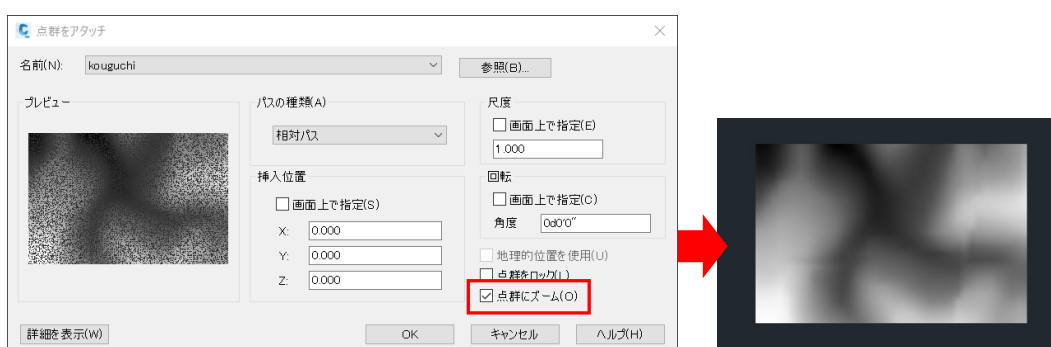
Step2. [ファイルの種類]を 点群スキャン(*.rcs) に変更します。

先ほど保存した [kouguchi.rcs]を選択します。



Step3. [点群をアタッチ]ダイアログでは、[点群にズーム]だけにチェックを入れます。

他のチェックはすべてはずし、「OK」ボタンを押して点群を挿入します。

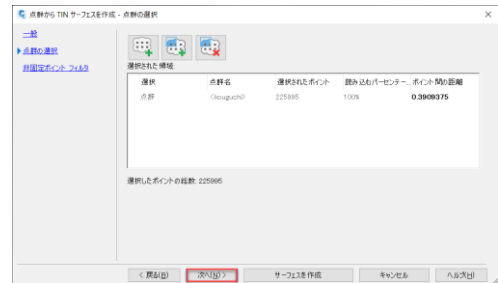
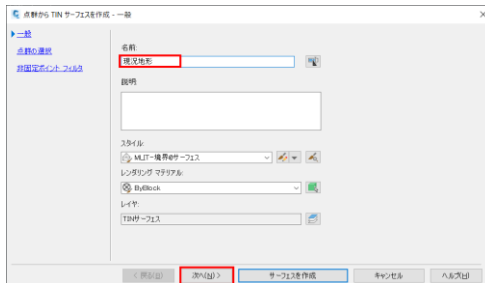


Step4. [リボン]の[ホーム]タブの[地盤データを作成]パネルから[サーフェス]を展開し、[点群からサーフェスを作成]をクリックします。



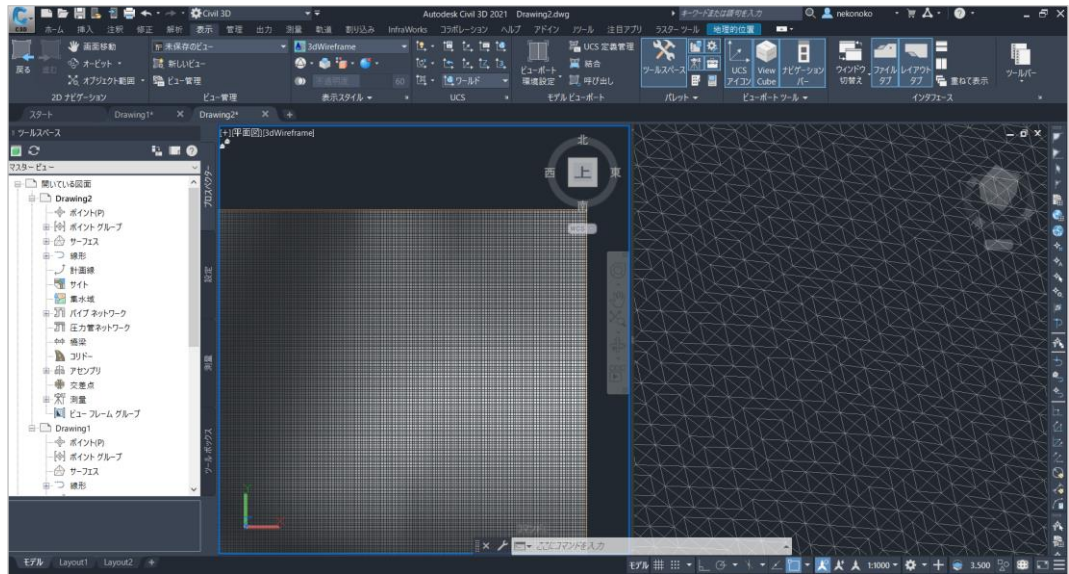
Step5. 点群を選択するとダイアログが表示されます。

[名前]に、[現況詳細地形]と入力し、[次へ>]を順に2回クリックし、[フィルタ方法]では、[フィルタなし]を選択、[サーフェスを作成]ボタンを押します。



ポイント数を間引くには、[点群の選択]にある、[ポイント間の距離]を設定します。データ量と必要な精度から適宜設定し、TIN サーフェスを作成する段階であらかじめ適度な間引き処理を実施してください。

Step6. TIN(サーフェス)が作成されます。

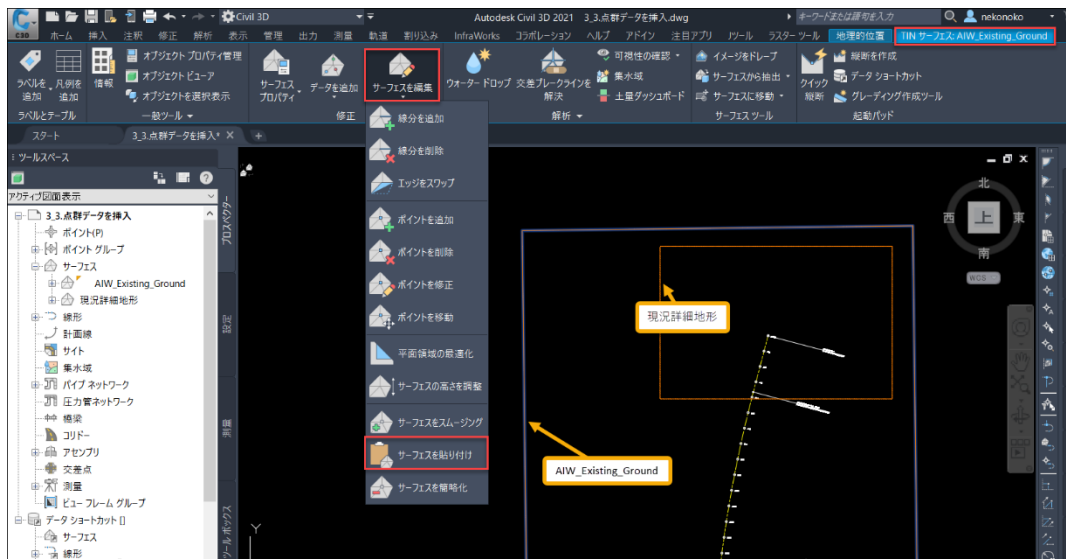


※これ以降の操作では点群は必要ありませんので削除し、表示モードを[2D ワイヤフレーム]に変更しておきます。

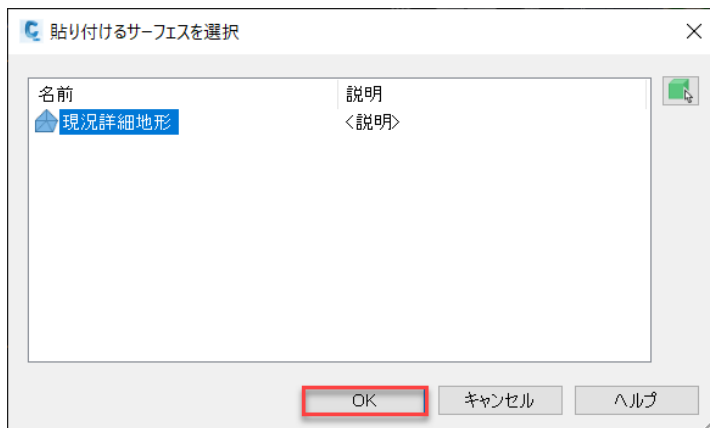
ここまでのデータは、[3_3.点群データを挿入.dwg]に保存しています。

Step7. InfraWorks で作成した地形[AIW_Existing_Ground]に、点群データから作成した[現況詳細地形]を貼り付けます。

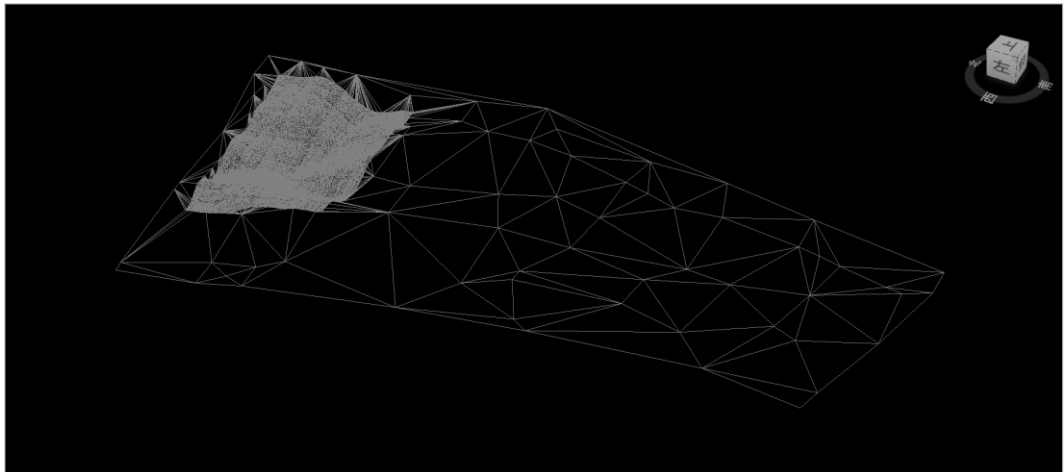
[AIW_Existing_Ground]を選択し、[TIN サーフェス: AIW_Existing_Ground]タブから、[サーフェスを編集]-[サーフェスを貼り付け]を選択します。



Step8. [OK]ボタンを押します。



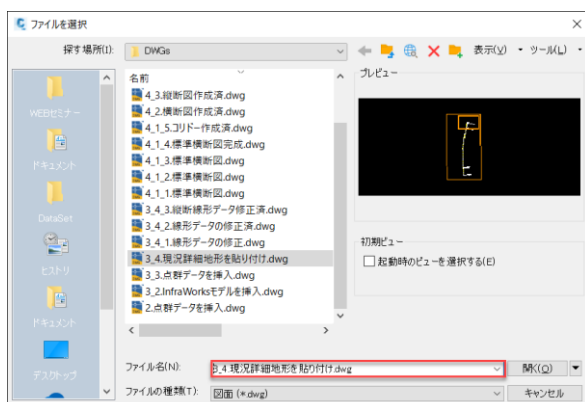
TIN サーフェス[AIW_Existing_Ground]をオブジェクトビューアーで開くと、[現況詳細地形]が追加されていることを確認できます。



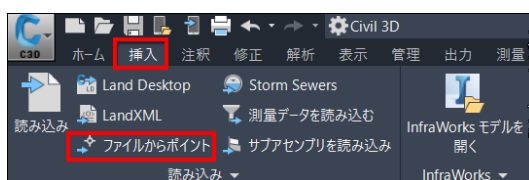
ここまでのデータは、[3_4.現況詳細地形を貼り付け.dwg]に保存しています。

3.4 線形データの修正

Step1. DataSet から、[3_4.現況詳細地形を貼り付け.dwg]を開きます。

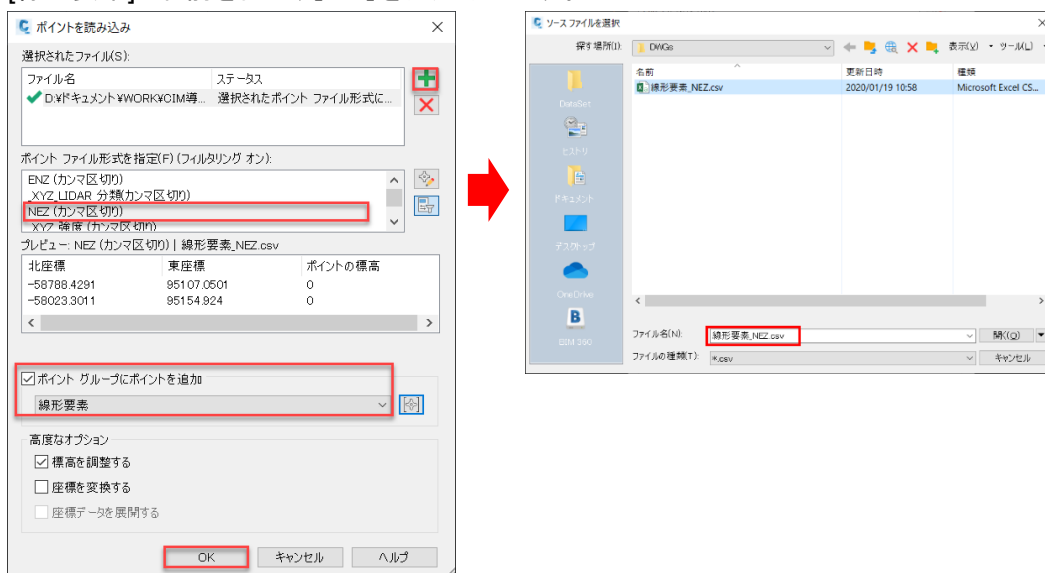


Step2. [リボン]の[挿入]タブの[読み込み]パネルより[ファイルからポイント]をクリックします。



Step3. [ポイントを読み込み]ダイアログで[+] (ファイルを追加) ボタンをクリックします。

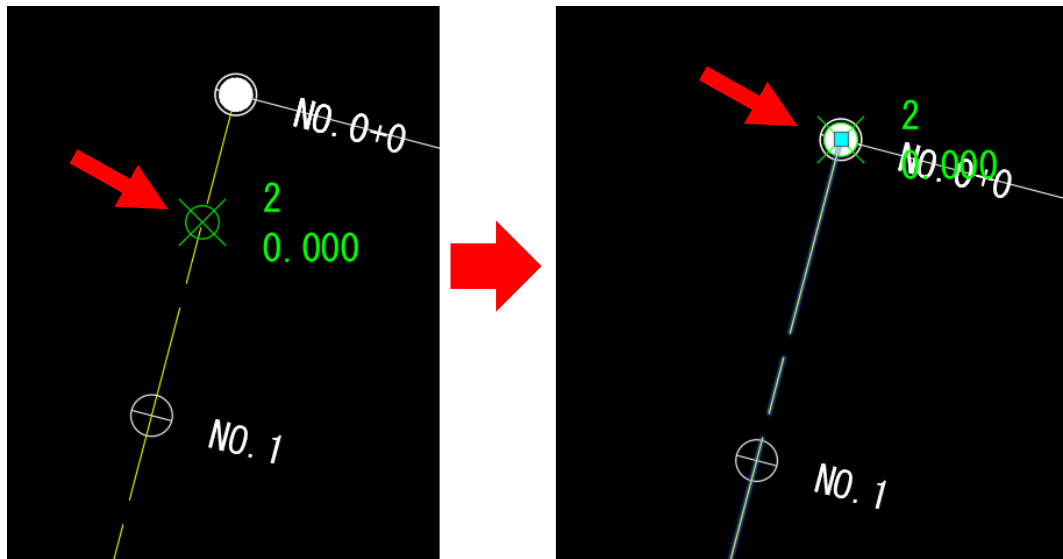
DataSet から、[線形要素_NEZ.csv]を選択します。[ポイントファイル形式を指定]では、[NEZ(カンマ区切り)] を選択します。また、[ポイントグループにポイントを追加]をチェックし、[線形要素]と名前を付け、[OK]をクリックします。



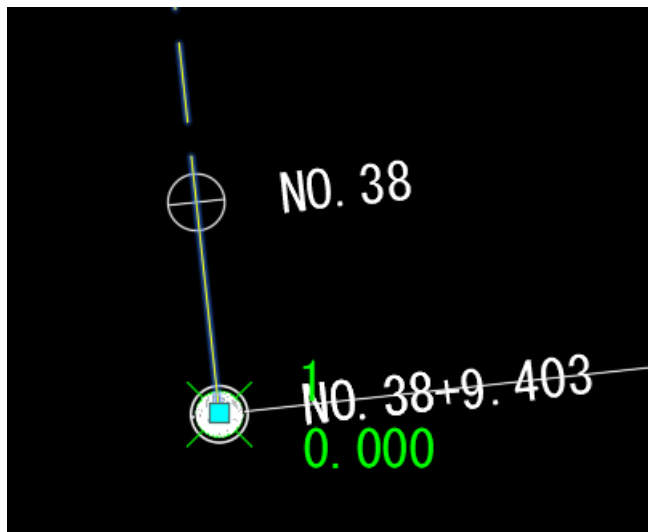
ここまでのデータは、[3_4_1.線形データの修正.dwg]に保存しています。


Step4. 挿入したポイントが緑色で表示されます。このポイントを通るように線形を修正します。

線形をクリックすると、水色のグリップが表示されます。始点のグリップをドラッグして、緑色のポイント 2[0.000]に移動します。



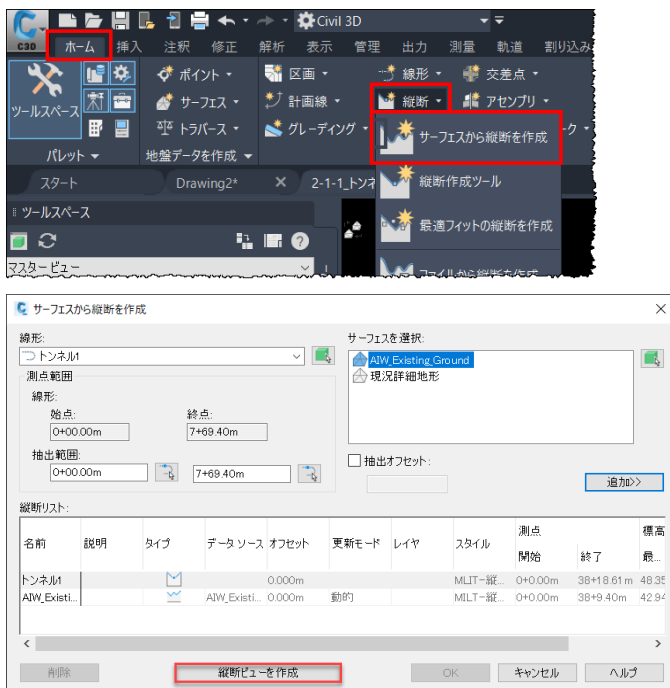
Step5. 同様の手順で、終点の位置も修正します。



 本来は、線形の詳細なポイントを読み込んで線形を修正しますが、テキストでは、例として InfraWorks で作成した線形の一部を修正して利用します。
ここまでのデータは、3_4_2.線形データの修正済.dwg に保存しています。

Step6. 次に縦断図を作成します。

[リボン]の[ホーム]タブの[設計]パネルから[縦断]を展開し、[サーフェスから縦断を作成]をクリックします。[サーフェスから縦断を作成]ダイアログが表示されますので、[縦断ビューを作成]をクリックします。



Step7. [次へ]のボタンを3回選択します。

左側の項目が[縦断表示オプション]の画面になります。
[グリッドをクリップ]では、[AIW_Existing Ground-(3)]のチェックボックスを選択します。[縦断ビューを作成]を選択し、縦断ビューを配置する位置でクリックします。

