AUTODESK.

Autodesk Infrastructure Design Suite

空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）に準拠した手順及び操作マニュアル

2016 年 06 月 10 日

Ver0.4

目　　次

1. はじめに 1

2. 3 次元設計データ作成 2

3. 管理範囲の抽出 5

4. 計測点群データ読み込み 10

5. 計測サーフェス作成 13

6. 出来形帳票-出来形管理表作成 15

7. 出来形帳票-出来形管理図作成 19

1. はじめに

本マニュアルでは「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）」に沿った「出来形評価用データを作成し、出来形管理資料を作成する手順及び操作方法を説明するものです。

本要領に対応するソフトウェアは下記の通りです。

要領：1－2－1　機器構成

3）写真測量ソフトウェア　Autodesk Recap 360 Fly（旧名称 Photo on Recap 360） クラウドサービス

4）点群処理ソフトウェア　Autodesk ReCap 360*　および　Autodesk AutoCAD Civil 3D*

5）3 次元設計ソフトウェア　Autodesk AutoCAD Civil 3D*

6）出来形帳票作成ソフトウェア　Autodesk AutoCAD Civil 3D*

7）出来高算出ソフトウェア　Autodesk AutoCAD Civil 3D*

＊今回の検証で利用したソフトウェア

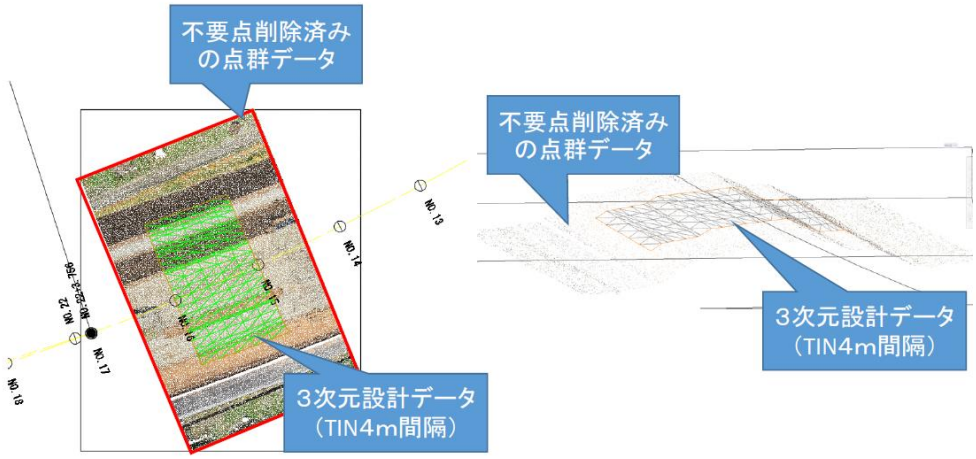
Autodesk AutoCAD Civil 3D は、保守契約者向けに提供されている「日本仕様」追加アドオンプログラムを使用します。また簡単な計算および帳票作成には必要に応じて Microsoft Excel を利用しています。

使用するデータは、以下の通り。

① 出来形計測結果の点群データ（不要点削除済み）（CSV および LAS 形式）

② 3 次元設計データ（3 次元設計データ.xml ：LandXML 形式 TIN）

③ 出来形管理図表（様式）

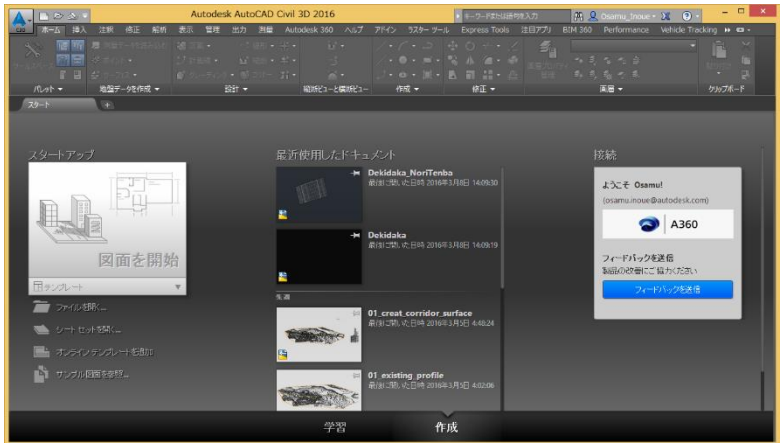


平面図　　鳥瞰図

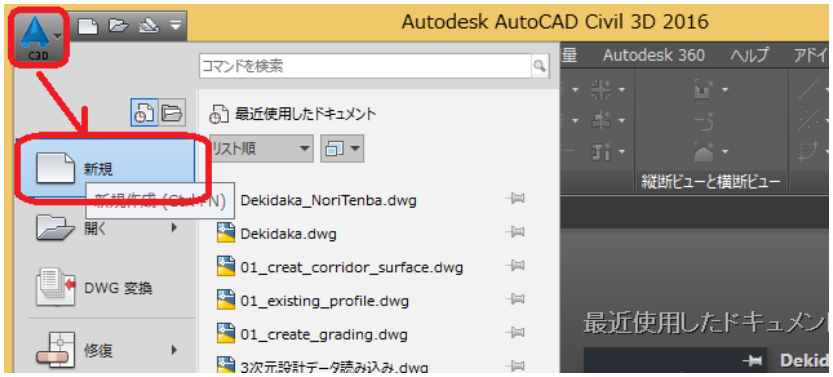
2. 3 次元設計データ作成

3 次元設計データソフトウェア（Autodesk AutoCAD Civil 3D）を使い、3 次元設計データを作成します。

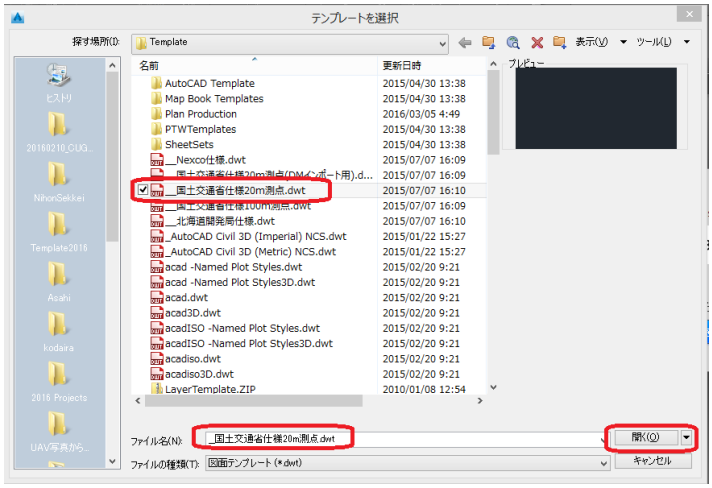
Step1：デスクトップ上の下記アイコンをダブルクリックし Autodesk AutoCAD Civil 3D を起動します。



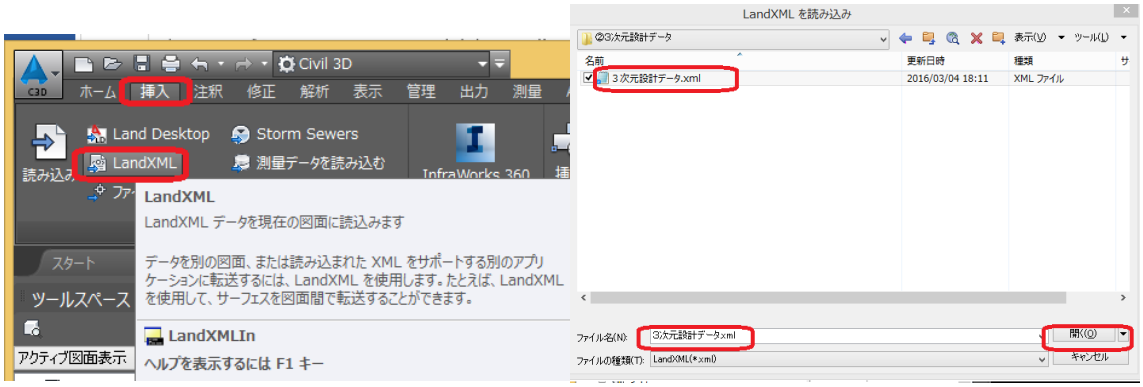
Step2：アプリケーションメニューをクリックし、「新規」を選択します。

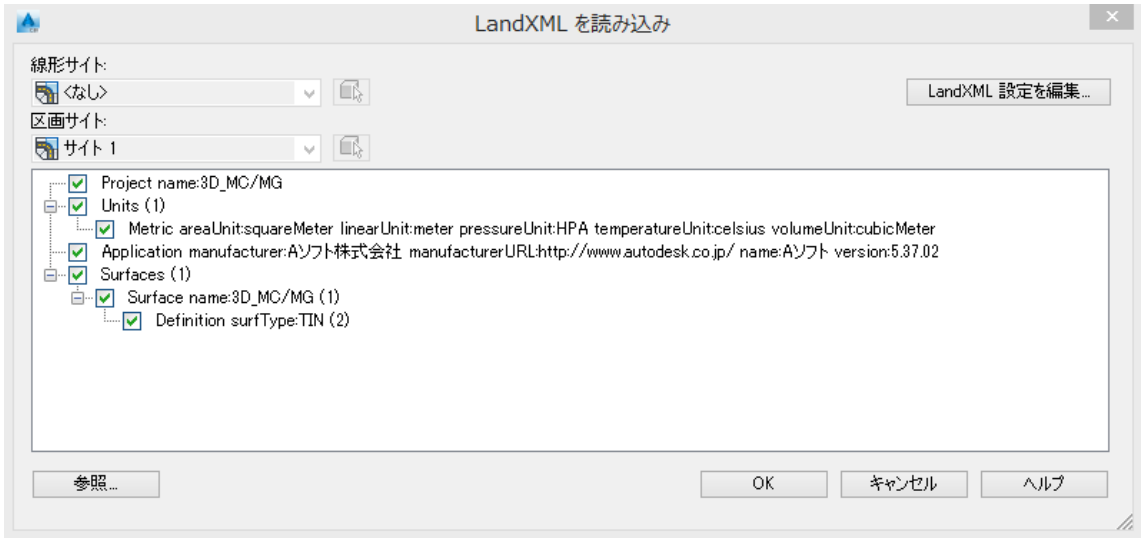


Step3:「テンプレートを選択」ダイアログで「__国土交通省仕様20m測点.dwt」を選択し、「開く」ボタンをクリックします。

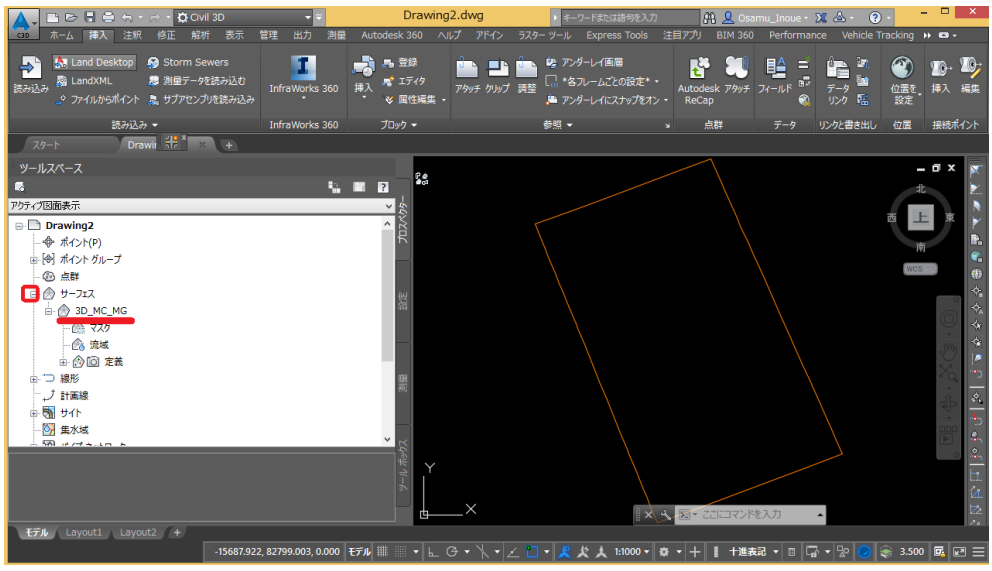


Step4:「３次元設計データ.xml」を読み込みます。「挿入」タブの「LandXML」アイコンをクリックします。「LandXML を読み込み」ダイアログで、提供された「3 次元設計データ.xml」を読みこみ、「開く」ボタンをクリックします。「LandXML を読み込み」ダイアログに LandXML で記載されている内容を確認し、「OK」ボタンをクリックします。

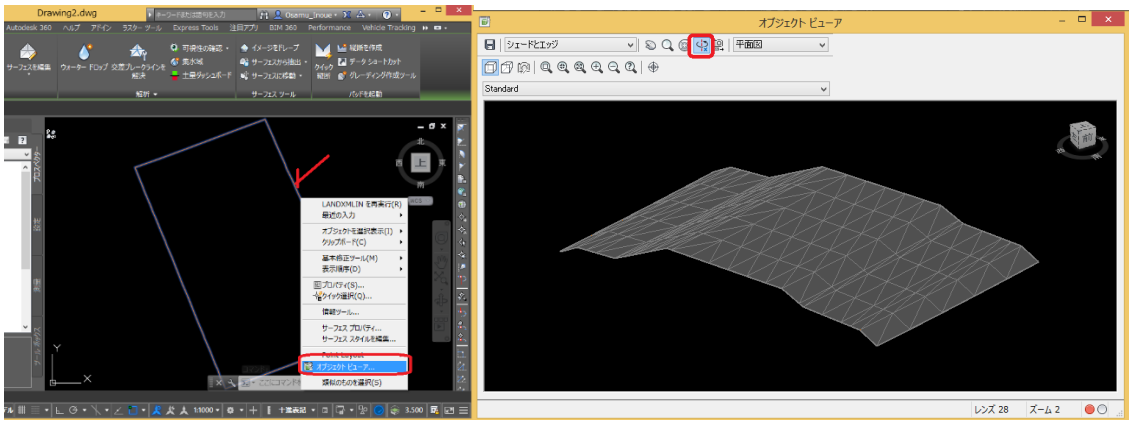




Step5:LandXML を読み込むと下記のようにその外縁線が表示されます。また「ツールスペース」の「サーフェス」の右にある＋をクリックすると展開され、読み込まれたサーフェス名「3D_MC_MG」が表示され、正常に読み込まれていることがわかります。

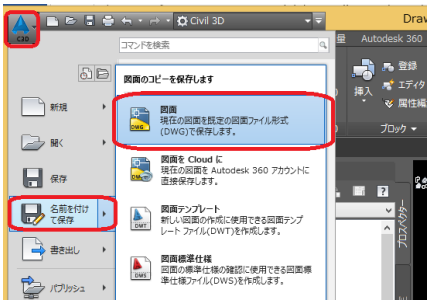


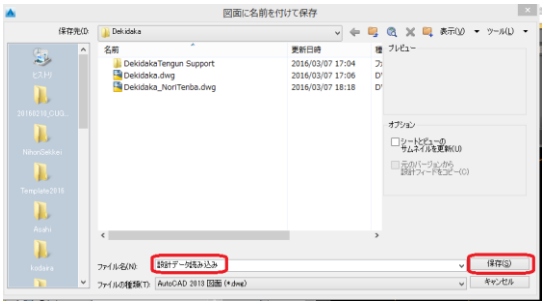
Step6:3次元設計データを確認するため、3 次元表示します。読み込まれた外枠線をマウスで左クリックして選択し、右クリックでメニューを表示して「オブジェクトビューア」を選択します。「オブジェクトビューア」が開きます。オブジェクトビューア内の「3D オービットの拘束」をクリックし、ボタンマウスの左ボタンを押しながら動かすと任意の方向から三次元形状を確認できます。



確認が終わったら「オブジェクトビューア」の右上の「×」をクリックして閉じます。

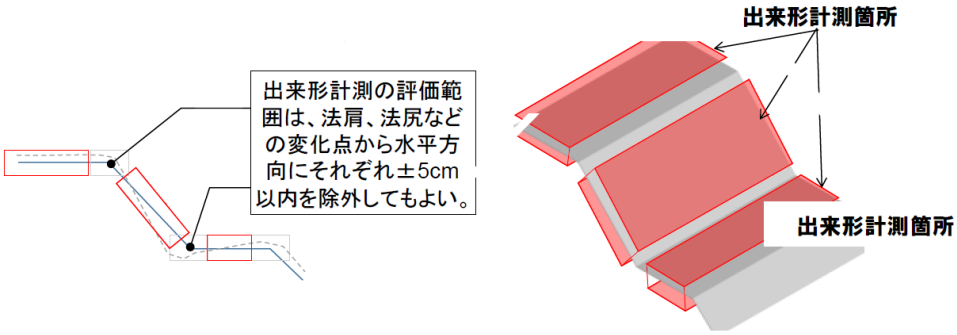
Step7:アプリケーションメニューから「名前を付けて保存」を選択し、「図面」を選択します。「図面に名前を付けて保存」ダイアログで、ファイル名を付け、（ここでは「2_設計データ読み込み」）とし「保存」ボタンをクリックします。





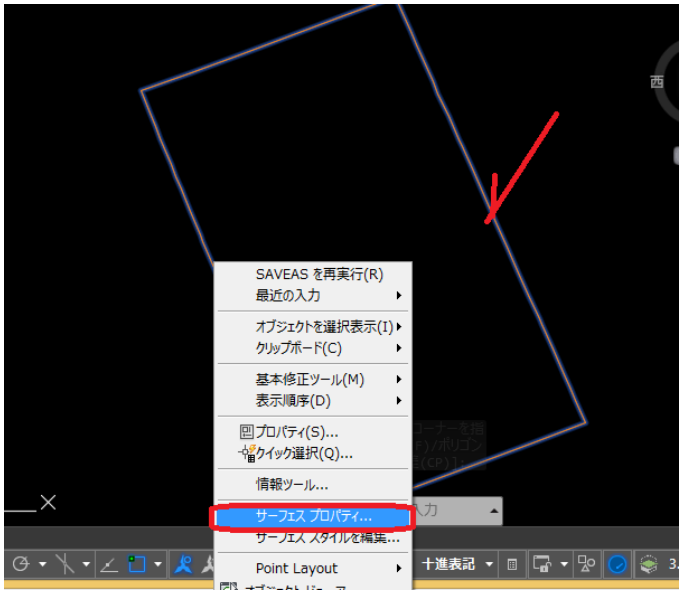
3. 管理範囲の抽出

出来形帳票作成ソフトウェア（Autodesk AutoCAD Civil 3D）を使い、3 次元設計データから管理を行うべき範囲「天端、法面、小段等の部位別」を作成します。

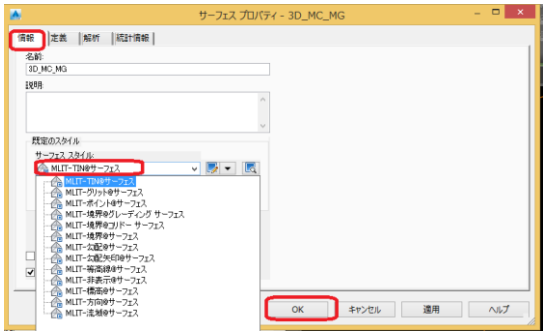


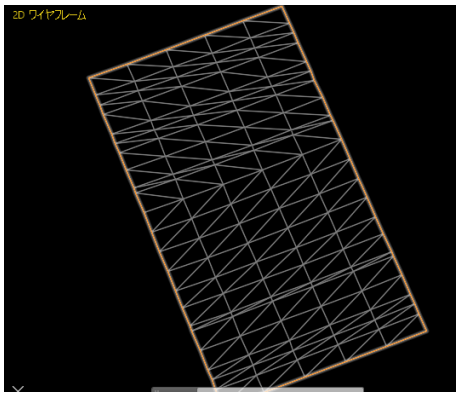
※ 空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）より

Step1：サーフェスの外縁部をクリックし、右クリックして「サーフェスプロパティ」メニューを選択します。

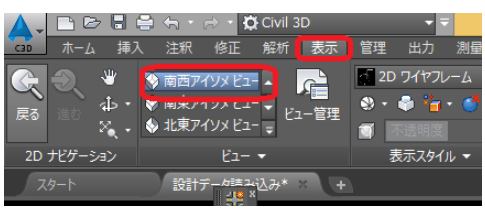


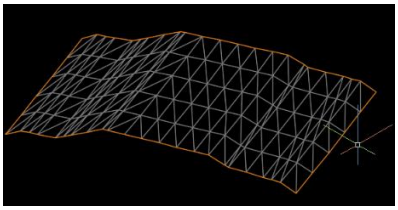
Step2：「サーフェスプロパティ」ダイアログの「情報」タブにある「サーフェススタイル」から「MLIT-TIN@サーフェス」を選択し、「OK」ボタンをクリックします。TIN が表示されます。





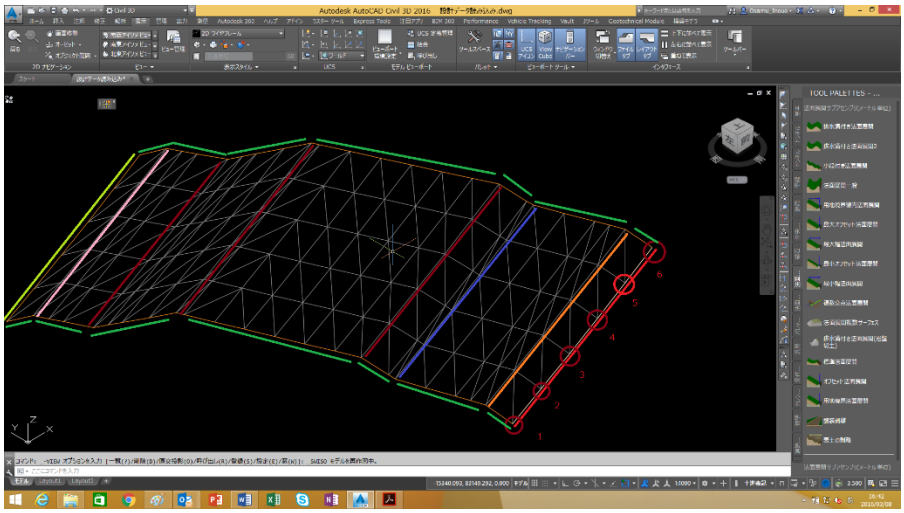
Step3:「表示」タブのビューから「南西アイソメビュー」を選択し、斜めから設計データを表示します。
（ヒント:キーボードの Shift キーを押しながらマウスの真ん中のホイールを押しながら動かすと自由に表示を回転できます）



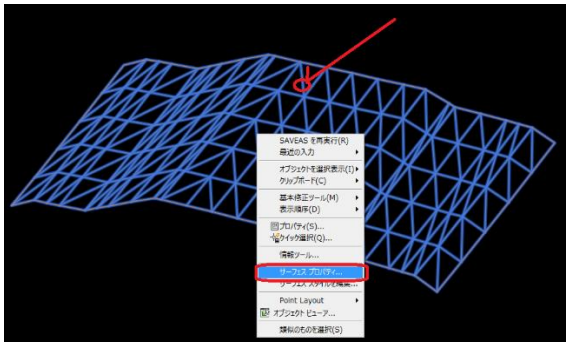


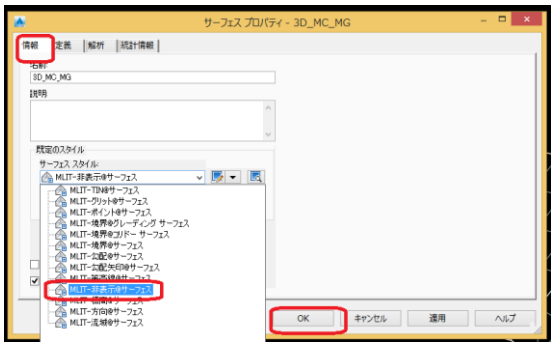
Step4:「ホーム」タブの作成パネルを展開し、「3D ポリライン」をクリックします。

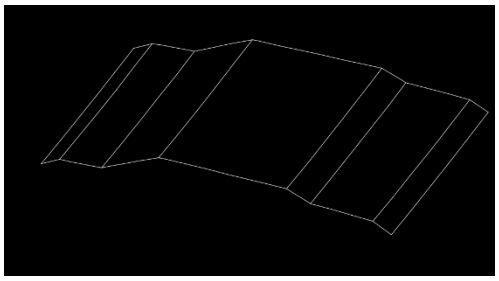
Step5:下記の図を参考に、天端、法尻等を作図します。TIN の頂点で3D ポリラインの頂点スナップ機能（2D,3D）を使って正しい位置に作成します。（必要に応じて色をわかりやすいように変えることもできます）



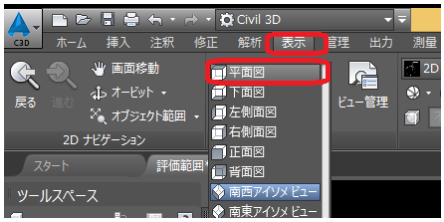
Step6:わかりやすくするために3次元設計データを非表示にします。いずれかの線を左クリックで選択し、メニューから「サーフェスプロパティ」を選択します。サーフェスプロパティダイアログの「情報」タブから「サーフェススタイル」で「MLIT-非表示サーフェス」を選択し、「OK」をクリックします。

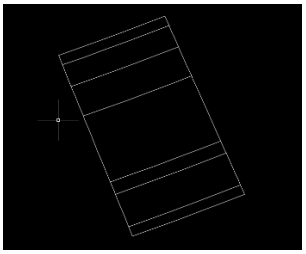




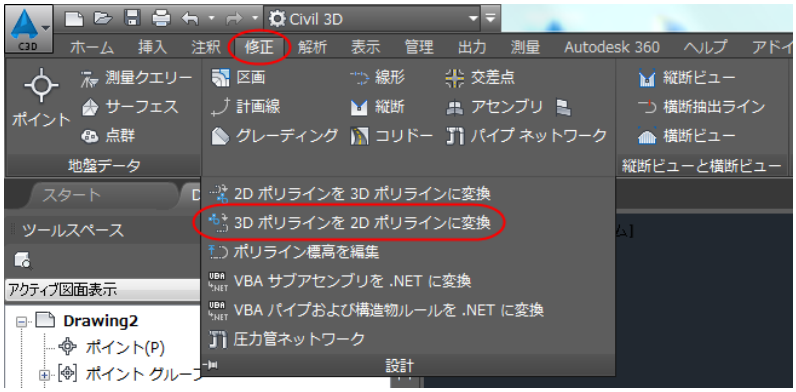


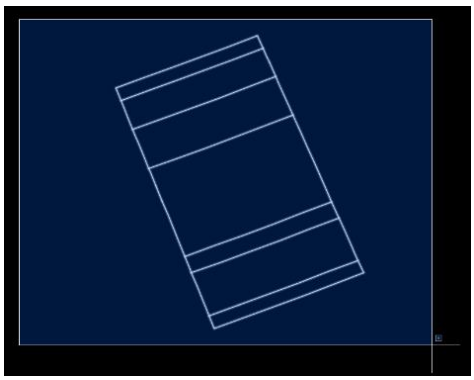
Step7:「表示」タブの「ビュー」から「平面図」を選択します。





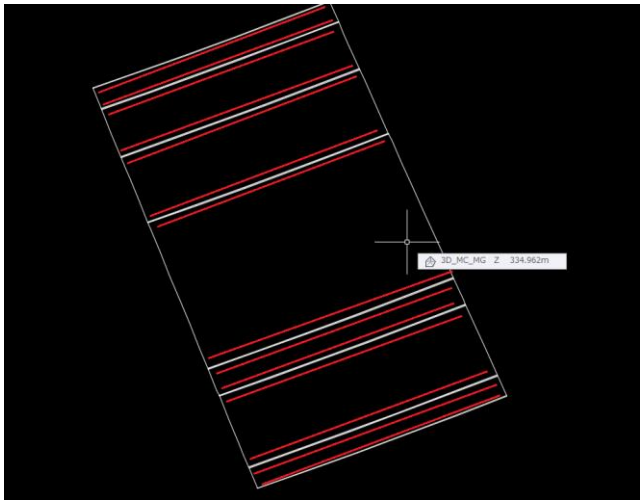
Step8:「修正」タブの「設計」パネルを展開(▼をクリック)して「3D ポリラインを 2D ポリラインに変換」を選択し、先に作図した図形をすべて選択します。右クリックまたはエンターキーを押して確定します。



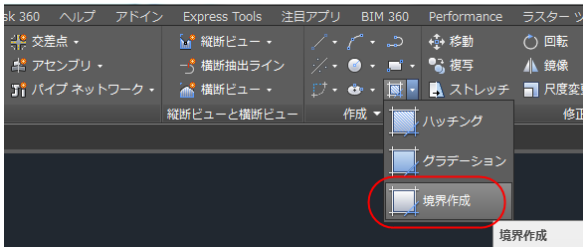


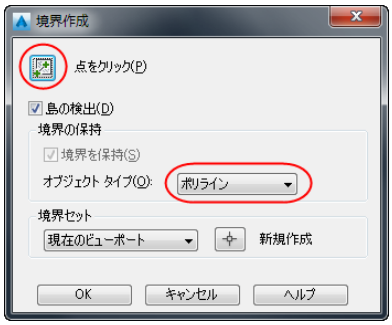
以上で範囲を設定するための2次元のポリラインになりました。

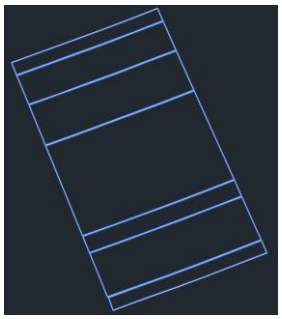
Step9：法尻、法肩の両側 0.05m にオフセット線を引きます。「ホーム」タブの「オフセット」ボタンを選択します。コマンドラインにてオフセットの距離を指定で 0.05 と入力し、キーボードからエンターキーを押します。それぞれの法肩、法尻ラインを選択して、下記のようにオフセット線を引きます。



Step10：「ホーム」タブの「作成」パネルにある「ハッチング」右横の▼マークをクリックし展開表示されるメニューから「境界作成」を選択します。オブジェクト タイプがポリラインであることを確認して「点をクリック」を選択し、法面、小段、天端部（それぞれ 0.05m 内側）をクリックします。（連続して選択できます）

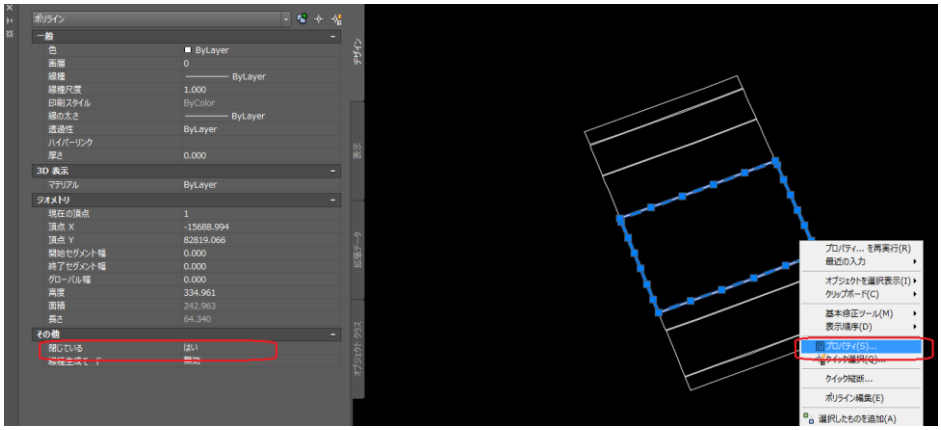




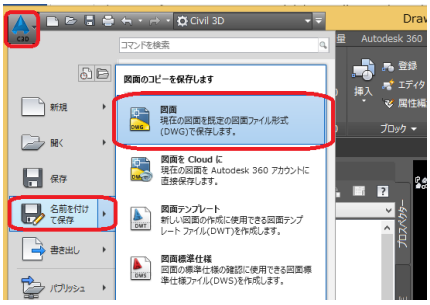


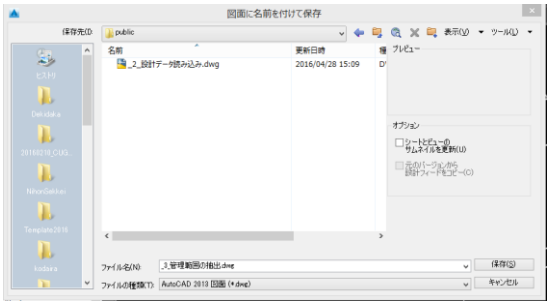
Step11：境界作成時に参照した法肩、法尻の線はいらないため削除します。
「表示」タブのビューから「南西アイソメビュー」を選択し、斜めから設計データを表示します。
3D ポリラインを選択し、Delete キーで削除します。
「表示」タブの「ビュー」から「平面図」を選択します。

Step12：それぞれの範囲が閉じたポリラインとして作成されているか確認します。



Step13:アプリケーションメニューから「名前を付けて保存」を選択し、「図面」を選択します。「図面に名前を付けて保存」ダイアログで、ファイル名を付け、（ここでは「3_管理範囲の抽出」）とし「保存」ボタンをクリックします。

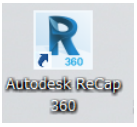




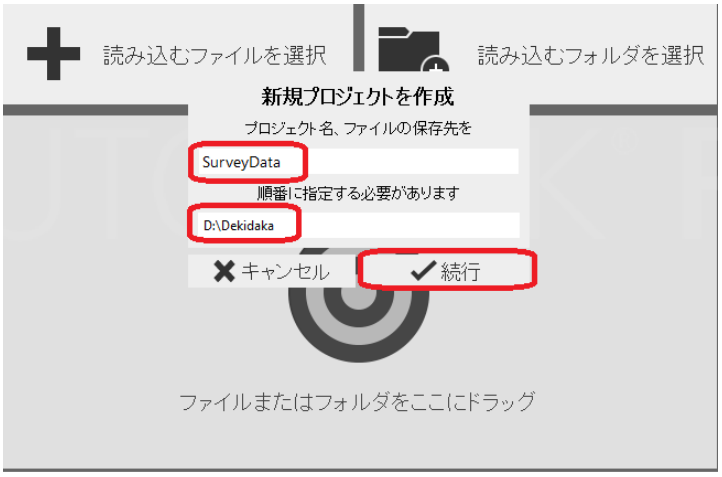
4. 計測点群データ読み込み

点群処理ソフトウェア Autodesk ReCap 360 を用いて出来形計測結果の点群データ(不要点削除済み)ファイルを読み込みます。

Step1: デスクトップ上の下記アイコンをダブルクリックし Autodesk ReCap 360 を起動します。

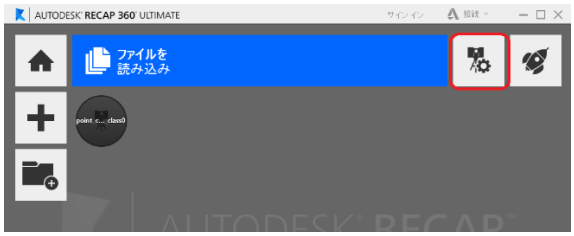


Step2:「スキャン プロジェクト」ボタンをクリックします。「新規プロジェクトを作成」ダイアログで「プロジェクト名、ファイルの保存先」を指定(ここでは名前を「SurveyData」、保存先を「D:¥Dekidaka」)し、「続行」をクリックします。

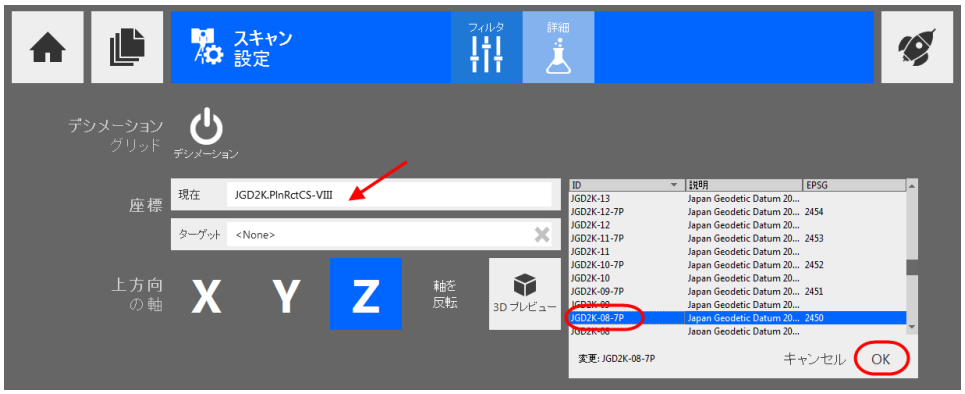


Step3:ファイルを開きます。
「読み込むファイルを選択」ボタンをクリックし、「点群を読み込み」ダイアログで「サポートされているすべてのファイル」を選択し、提供されたデータのフォルダから計測データ「point_cloud_mabiki10cm_class0.las」を選択します。

「ファイルを読み込み」バーの をクリックし、読み込み設定を行います。「スキャン設定」バーの「詳細」を選択し、「デシメーション」をクリックして機能をオフにします。
点群データを間引きたい場合は、「デシメーショングリッド」の「デシメーション」を選択し、間引く間隔を指定します。（今回提供されたデータはすでに間引かれているため指定しません）

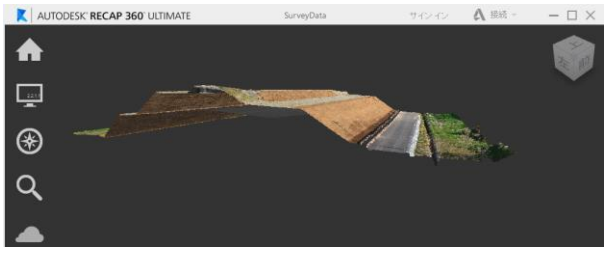


座標系の設定を行う場合は、座標系の「現在」をクリックして座標系を選択するか、キーボードで座標系コードを入力します（測地成果 2000 の場合は JGD2K-??-7P、測地成果 2011 の場合は JGD2011-??）。
今回のサンプルデータは測地成果 2000 の直角座標系第 8 系と仮定して「JGD2K-08-7P」を選択して「OK」をクリックします。



右下の「スキャンのインデックスを作成」ボタンをクリックします。

Step4:下側に「スキャンをロード中：100%完了」と表示されたら、「プロジェクトを開始」をクリックします。データが読み込まれ点群が表示されます。

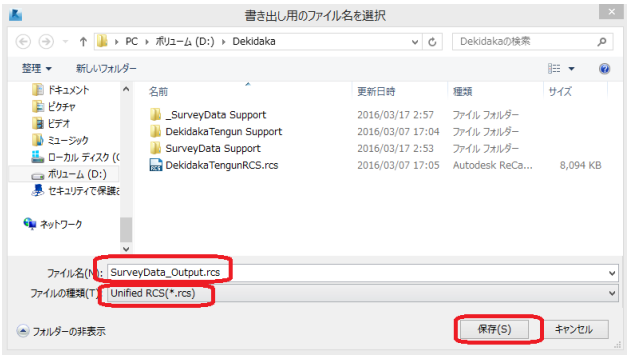


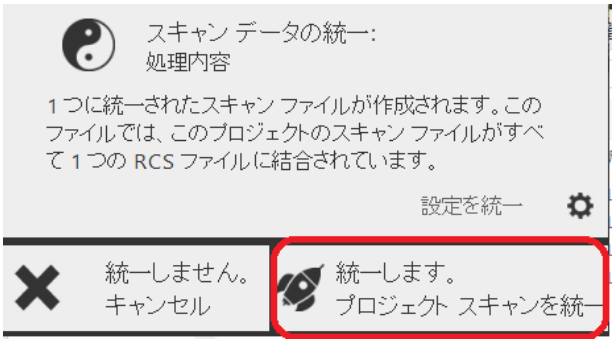
ヒント：必要に応じてここで樹木や仮設物など不要な点などを削除することができます。

Step5:左上の家の形のアイコンにマウスを移動し、メニューを展開して「保存」をクリックします。

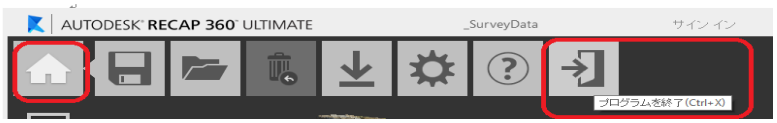
Step6:左上の家の形のアイコンにマウスを移動し、メニューを展開して「書き出し」をクリックします。

「書き出し用のファイル名を選択」で「ファイルの種類」を「Unified RCS」、ファイル名を「SurveyData_Output」として「保存」をクリックします。「スキャンデータの統一」ダイアログで、「統一します」をクリックします。





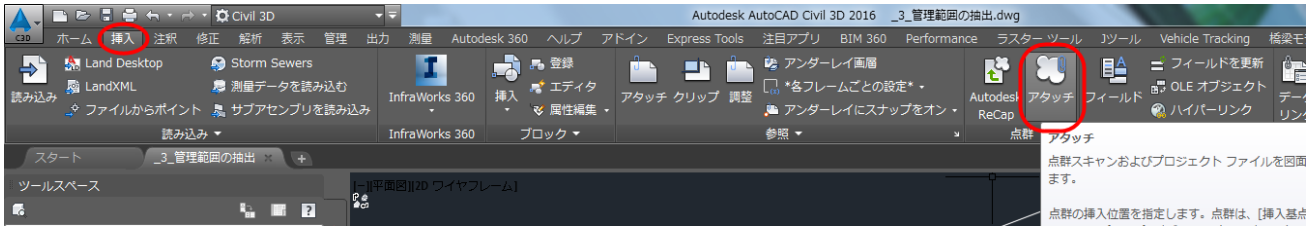
Step7:家の形のアイコンにマウスを移動し、「プログラムを終了」をクリックし Autodesk ReCap を終了します。



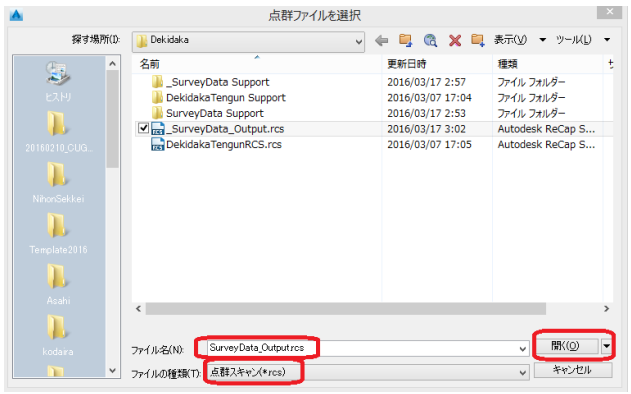
5. 計測サーフェス作成

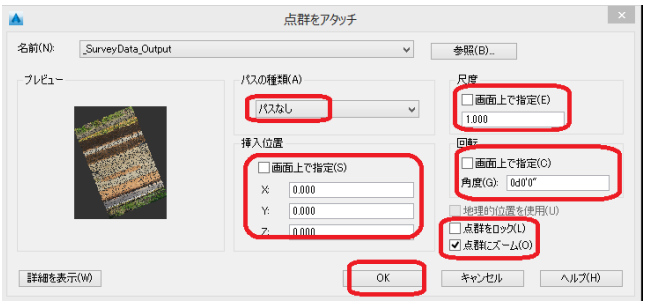
Step1：Civil 3D が起動していない場合デスクトップ上の下記アイコンをダブルクリックし Autodesk AutoCAD Civil 3D を起動し、図面を開いていない場合は「_3_管理範囲の抽出.dwg」を開きます。

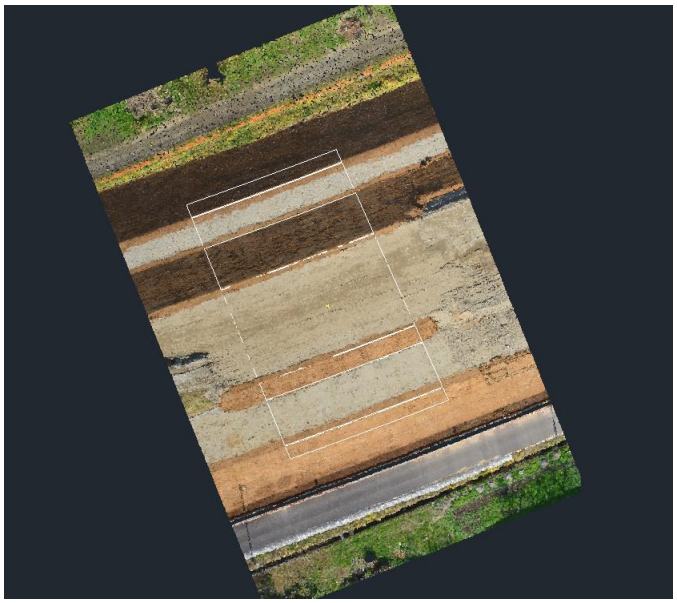
Step2:「挿入」タブから「点群パネル」の「アタッチ」をクリックします。



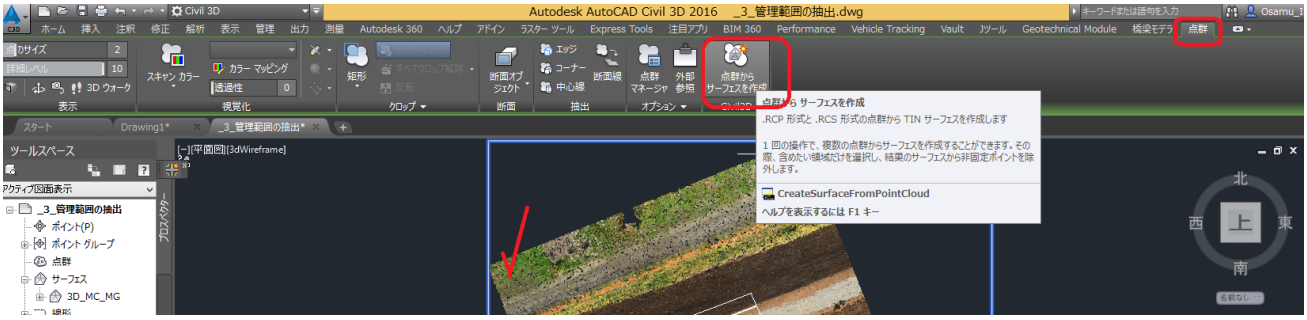
「点群ファイルを選択」ダイアログで先に書き出したフォルダを選択し、「ファイルの種類」を「点群スキャン(*.RCS)」とし、ファイル名を「SurveyData_Output.rcs」を選択して「開く」をクリックします。「点群をアタッチ」ダイアログで、下記のように設定し、「OK」をクリックします。点群が読み込まれたことが確認できます。



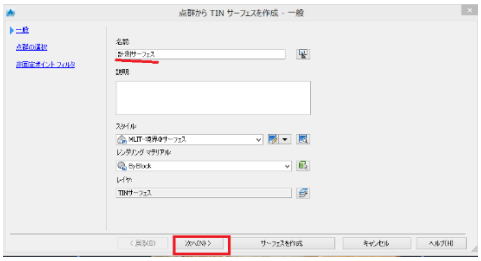




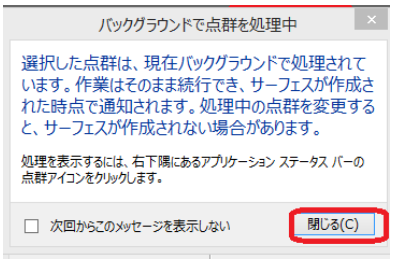
Step3：点群をクリックして選択し、「点群」タブから「点群からサーフェスを作成」を選択します。

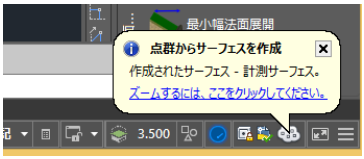


「点群から TIN サーフェスを作成」ダイアログで「名前」を「計測サーフェス」とし「次へ」をクリックします。「点群を選択」ダイアログで指定せずに「次へ」をクリックします。（ここで範囲を指定したり点群を間引くこともできます）

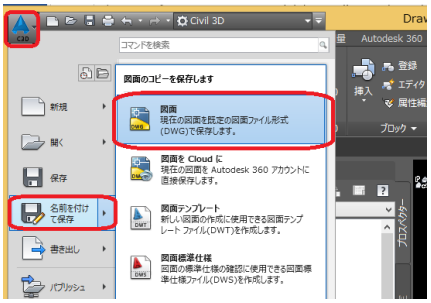


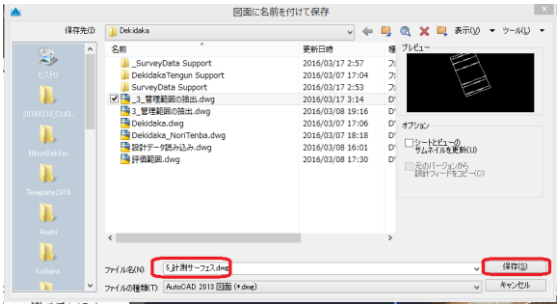
「非固定ポイントフィルタ」ダイアログで「フィルタ方法」に「フィルタなし」を選択し、「サーフェスを作成」をクリックします。「バックグラウンドで点群を処理中」とでてくるので「閉じる」をクリックします。サーフェス作成が終了すると、右下に「点群からサーフェスを作成」バルーンが表示されます。





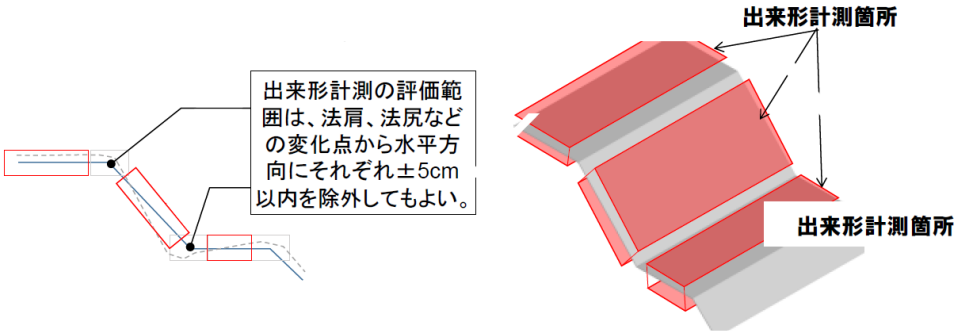
Step4:アプリケーションメニューから「名前を付けて保存」を選択し、「図面」を選択します。「図面に名前を付けて保存」ダイアログで、ファイル名を付け、（ここでは「5_計測サーフェス」）とし「保存」ボタンをクリックします。





6. 出来形帳票-出来形管理表作成

設計サーフェスと計測サーフェスから土量グリッドサーフェスを天端および各法面、小段ごとに作成します。

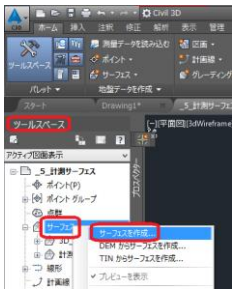


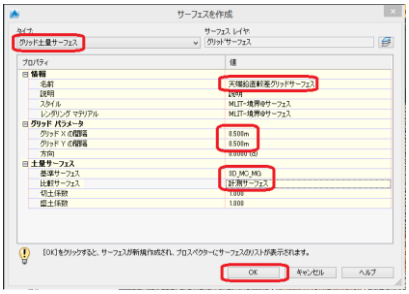
※ 空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）より

グリッドサイズは 1m 四方に必ず 1 点以上含まれるよう 0.5m に設定します。土量グリッドサーフェス統計情報から数値を読み取り、EXCEL を利用して帳票に記載します。

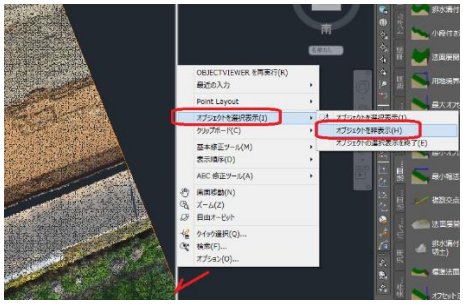
Step1：Civil 3D が起動していない場合デスクトップ上の下記アイコンをダブルクリックし Autodesk AutoCAD Civil 3D を起動し、図面を開いていない場合は「_5_計測サーフェス.dwg」を開きます。

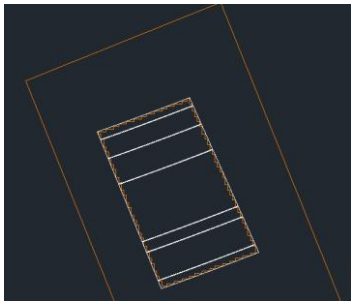
Step2：「ツールスペース」の「サーフェス」を右クリックし「サーフェスを作成」を選択します。「サーフェスを作成」ダイアログで「タイプ」を「グリッド土量サーフェス」、「名前」を「天端鉛直較差グリッドサーフェス」、グリッドパラメータを X,Y ともに 0.5m、「基準サーフェス」を「3D_MC_MG」、「比較サーフェス」を「計測サーフェス」とし、「OK」をクリックします。



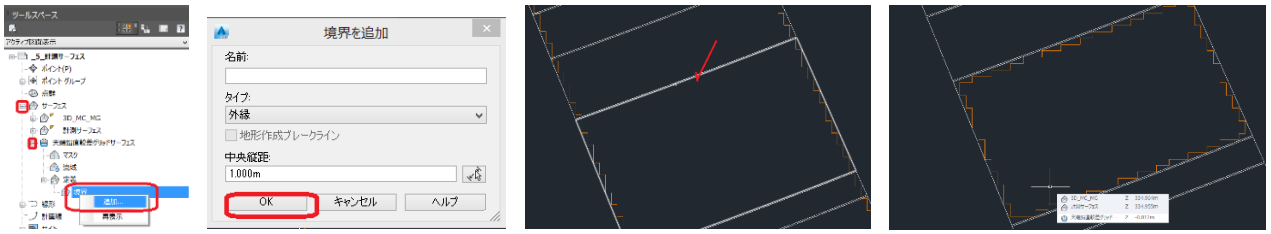


Step3: 作成したサーフェスを確認するため点群を非表示にします。点群を選択し、右クリックメニューから「オブジェクトを選択表示—＞オブジェクトを非表示を選択します。

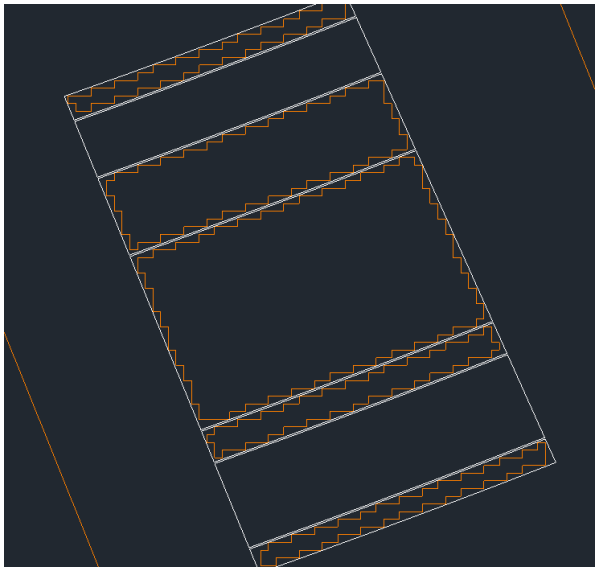




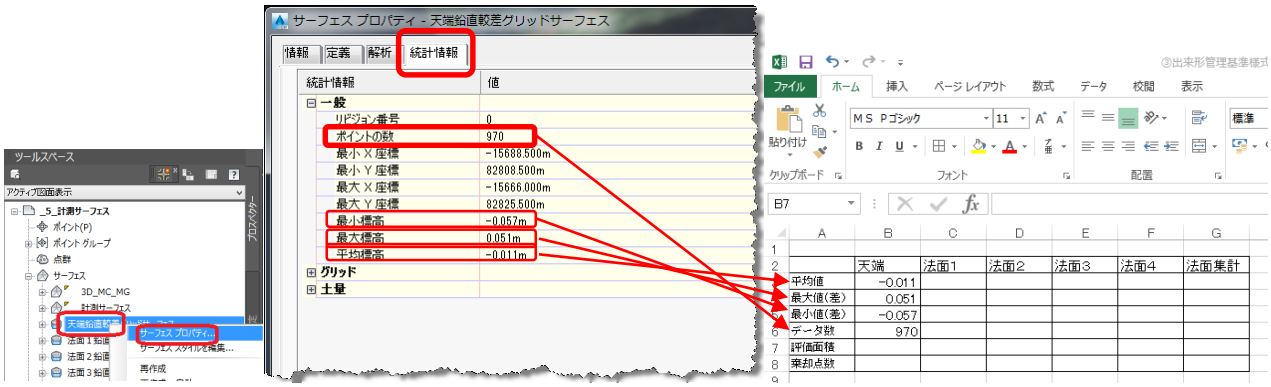
Step4: ツールスペースから作成したサーフェスを展開して「境界」を選択します。「境界を追加」ダイアログで「OK」をクリックし、天端の境界を選択します。



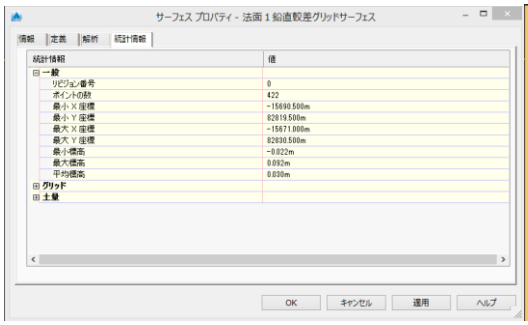
Step5:Step2 と Step4 を法面（4 か所）、小段（2 か所）でそれぞれ行って土量グリッドサーフェスを作成します。以下図は天端と法面（4 か所）の土量グリッドサーフェスを作成した様子。

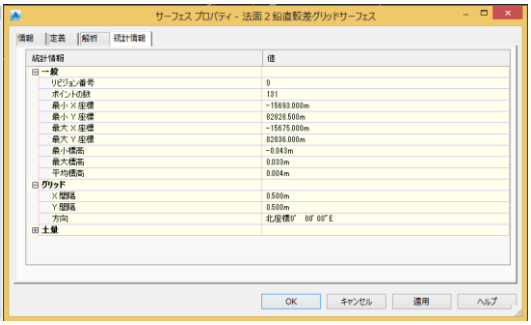


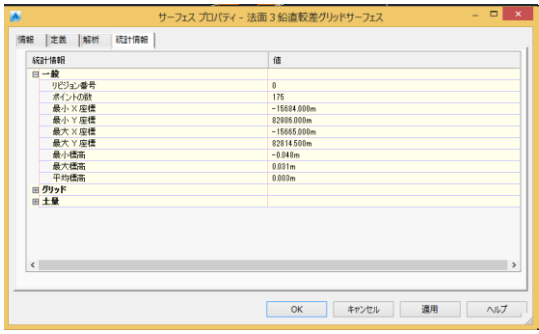
Step6:ツールスペースから、天端鉛直較差グリッドサーフェスを右クリックし、サーフェスプロパティを選択します。「サーフェスプロパティ」ダイアログの「統計情報」タブをクリックし、数値を EXCEL シートに入力します。

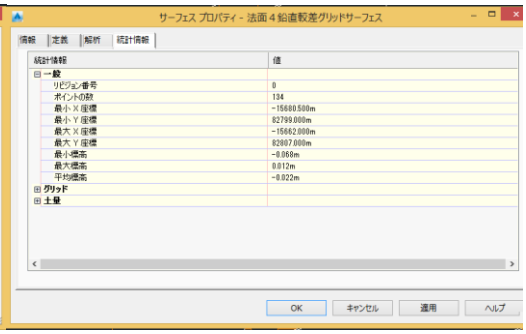


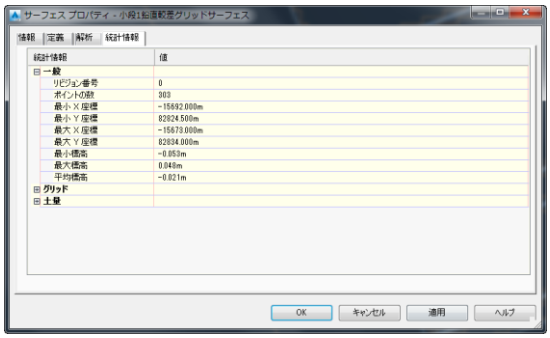
Step7:同様に、各々の小段および法面鉛直較差グリッドサーフェスを右クリックし、サーフェスプロパティを選択します。

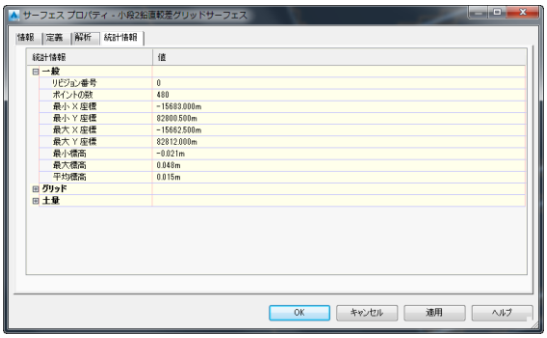






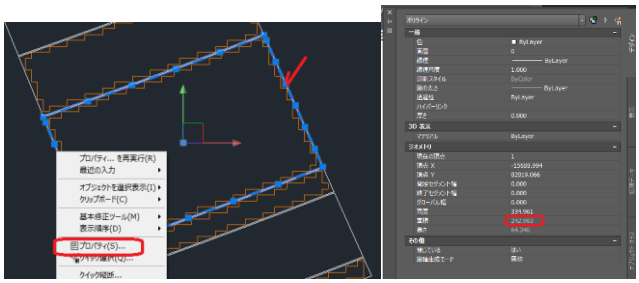






	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		天端	法面1	法面2	法面3	法面4	小段1	小段2	小段・法面集計
3	平均値	-0.011	0.03	0.004	0.003	-0.022	-0.021	0.015	0.00225
4									
5	最大値(差)	0.051	0.092	0.033	0.031	0.012	0.048	0.048	0.092
6									
7	最小値(差)	-0.057	-0.022	-0.043	-0.048	-0.068	-0.053	-0.021	-0.068
8									
9	データ数	970	422	131	175	134	303	480	1645

Step8:続いて面積を算出するため、天端の境界線を選択して右クリックし、「プロパティ」を選択します。プロパティに表示される「面積」を EXCEL に転記します。



		天端	法面1	法面2	法面3	法面4
3	平均値	-0.011	0.03	0.004	0.003	-0.022
4	最大値(差)	0.051	0.092	0.033	0.031	0.012
5	最小値(差)	-0.057	-0.022	-0.043	-0.048	-0.068
6	データ数	970	422	131	175	134
7	評価面積	242.963				
8	棄却点数					

Step9:同様に各小段、法面についても面積を確認し、転記します。

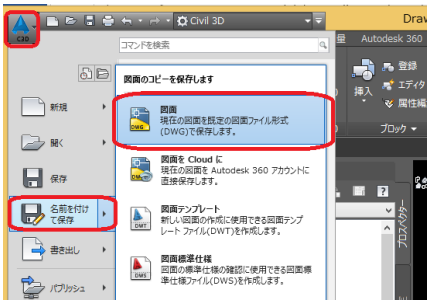
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2		天端	法面1	法面2	法面3	法面4	小段1	小段2	小段・法面集計
3	平均値	-0.011	0.03	0.004	0.003	-0.022	0.015	-0.021	0.00225
5	最大値(差)	0.051	0.092	0.033	0.031	0.012	0.048	0.048	0.092
7	最小値(差)	-0.057	-0.022	-0.043	-0.048	-0.068	-0.021	-0.053	-0.068
9	データ数	970	422	131	175	134	480	303	1645
11	評価面積	242.963	105.874	32.404	43.958	34.221	120.157	76.228	412.842

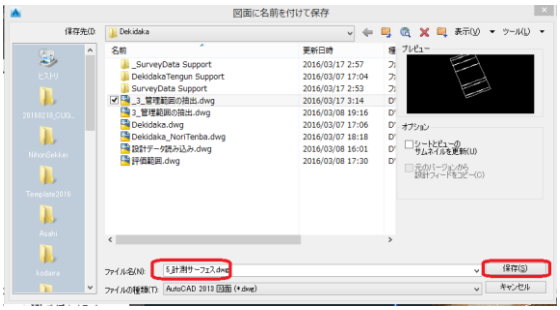
Step10:EXCEL で集計した結果を「出来形管理図表」に転記します。

測定項目			規格値	判定
天端 鉛直較差	平均値	-11	±50mm	
	最大値(差)	51	±100mm	
	最小値(差)	-57	±100mm	
	データ数	970	1点／m2以上 4	
	評価面積	242.963		
	棄却点数	0	0.3%未満 0.0%	
法面 鉛直較差	平均値	2.25	±80mm	
	最大値(差)	92	±140mm	
	最小値(差)	-68	±140mm	
	データ数	1645	1点／m2以上 4	
	評価面積	412.842		
	棄却点数	0	0.3%未満 0.0%	

Step11:棄却点数が含まれる場合は、異常値のある較差サーフェスからポイントを発生し、CSV に書き出して EXCEL 上で棄却すべき点を確認し、集計し直します。

Step12:アプリケーションメニューから「名前を付けて保存」を選択し、「図面」を選択します。「図面に名前を付けて保存」ダイアログで、ファイル名を付け、（ここでは「6_土量サーフェス」）とし「保存」ボタンをクリックします。



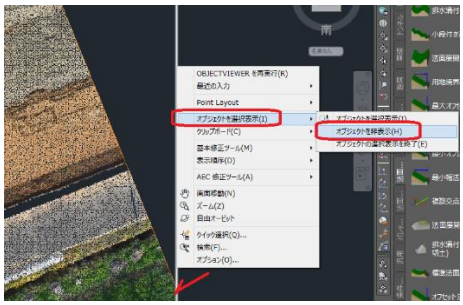


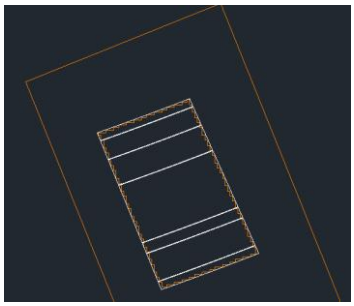
7. 出来形帳票-出来形管理図作成

出来形管理図の作成のため、土量グリッドサーフェスに色塗りを行います。

Step1：Civil 3D が起動していない場合デスクトップ上の下記アイコンをダブルクリックし Autodesk AutoCAD Civil 3D を起動し、図面を開いていない場合は「_6_土量サーフェス.dwg」を開きます。

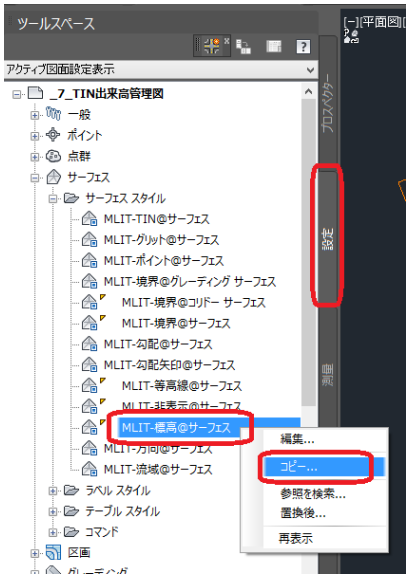
Step2: 作成したサーフェスを確認するため点群を非表示にします。点群を選択し、右クリックメニューから「オブジェクトを選択表示—＞オブジェクトを非表示を選択します。

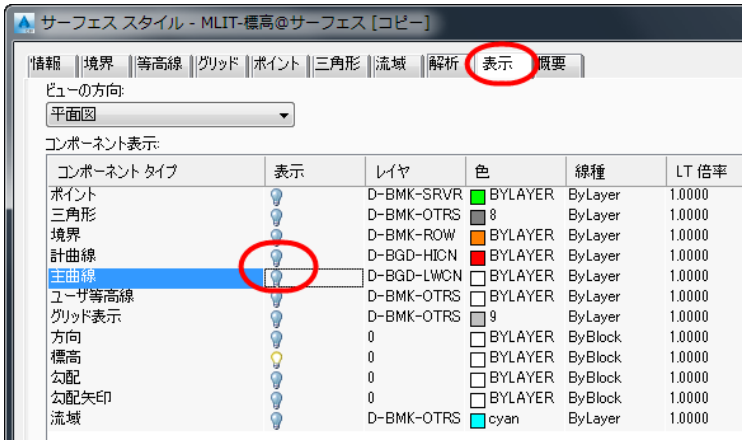




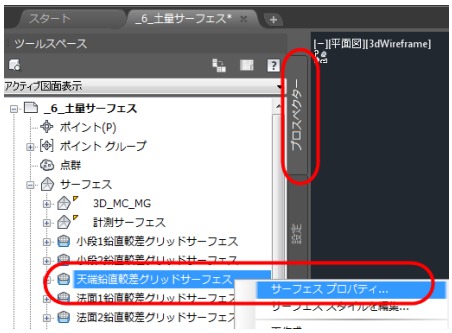
Step3:サーフェスの「標高」スタイルで色塗りを行いますが、標準では「等値線」（赤い線）が表示されます。等高線が不要な場合、以下のスタイル設定を行います。

ツールスペースの「設定」タブを選択し、「サーフェス」ー＞「サーフェススタイル」ー＞「MLIT-標高@サーフェス」を右クリックしてメニューから「コピー…」を選択します。「サーフェススタイル」ダイアログの「表示」タブにて「計曲線」「主曲線」の「表示」電球をクリックして消灯した状態にして「OK」をクリックします。

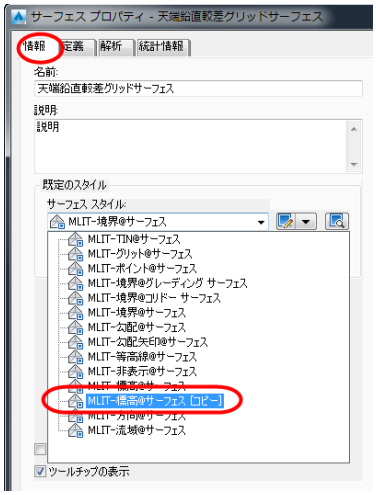




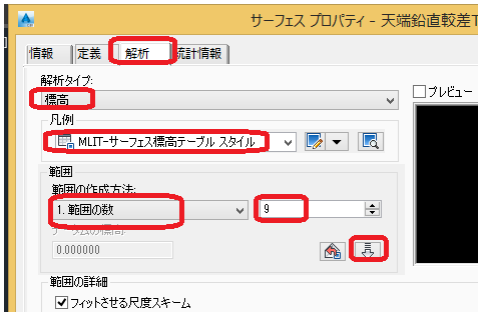
Step4: ツールスペースの「プロスペクター」タブを選択し、「天端鉛直較差グリッドサーフェス」を右クリックし、「サーフェスプロパティ」を選択します。



Step5:「情報」タブから「サーフェススタイル」に「MLIT-標高＠サーフェス [コピー]」を選択します。

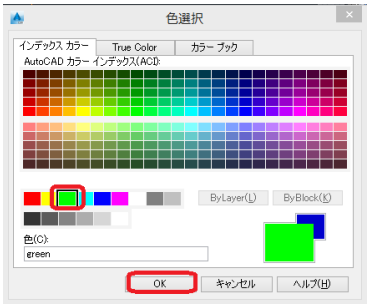


Step6:サーフェスプロパティから「解析」タブを選択し、「解析タイプ」を「標高」、「凡例」を「MLIT-サーフェス標高テーブルスタイル」「範囲」を「1. 範囲の数」、「9」と入力し、下矢印をクリックします。「範囲の詳細」で既定の色分けが表示されます。

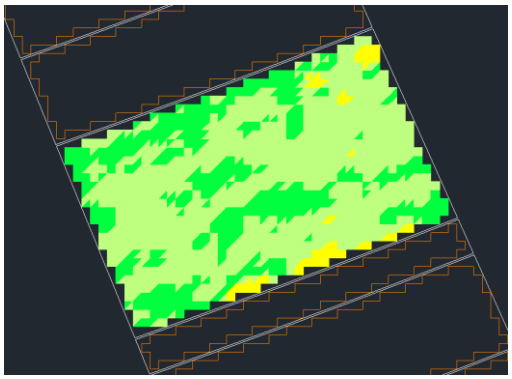


Step7:範囲の詳細で最小標高、最大標高を下記の通り ID の行ごとに入力しなおします。
＜注＞入力時には必ず最小標高は最大標高より小さくなるように入力する順番に注意してください。

Step8:各 ID ごとに色スキームをダブルクリックし、色の設定を行います。配色については任意ですがわかりやすいように色分けするようにします。ここでは下記のような配色で行います。



設定が終了したら OK ボタンをクリックします。

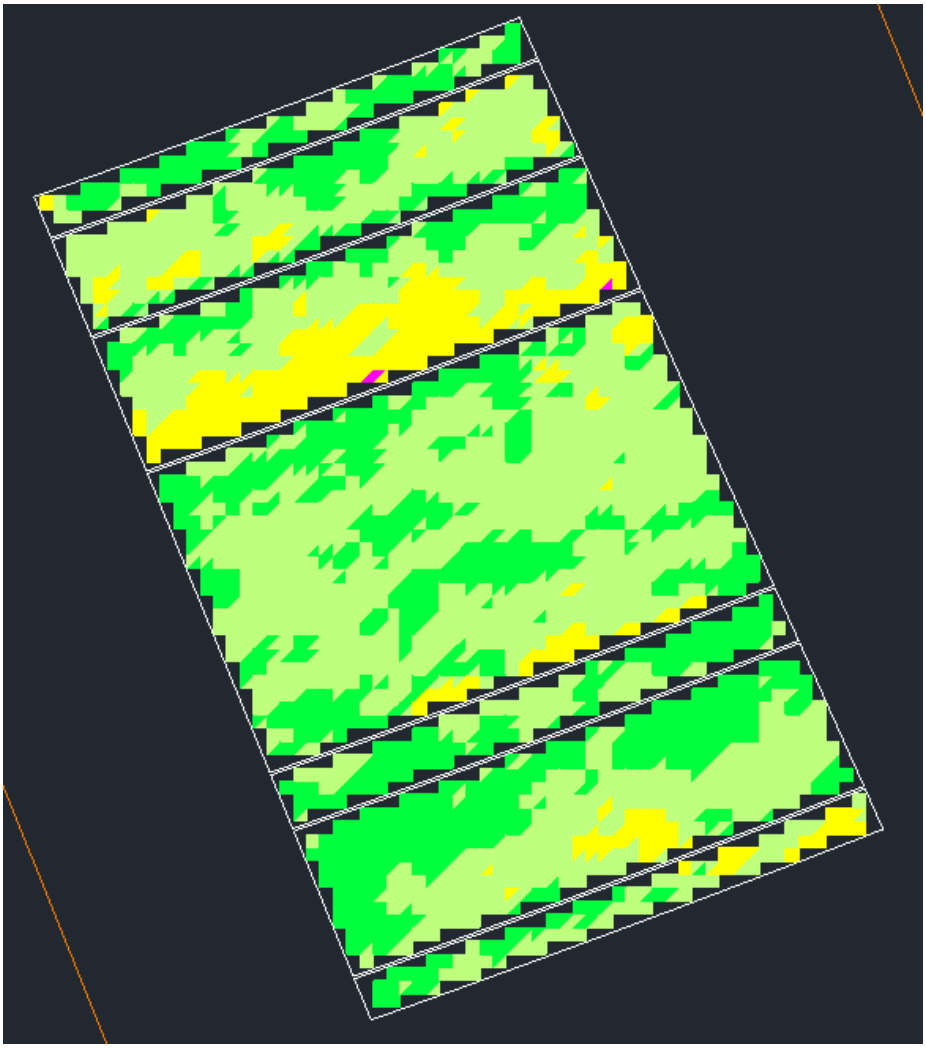


Step9:同様に小段（2 か所）、法面（4 か所）のグリッドサーフェスを使って Step4~Step8 まで繰り返し行います。小段および法面の範囲の詳細は下記の通りとなります。

範囲の詳細

☑ フィットさせる尺度スキーム

ID	最小標高	最大標高	色スキーム
1	-1.000m	-0.140m	
2	-0.140m	-0.070m	
3	-0.070m	-0.035m	
4	-0.035m	-0.014m	
5	-0.014m	0.014m	
6	0.014m	0.035m	
7	0.035m	0.070m	
8	0.070m	0.140m	
9	0.140m	1.000m	



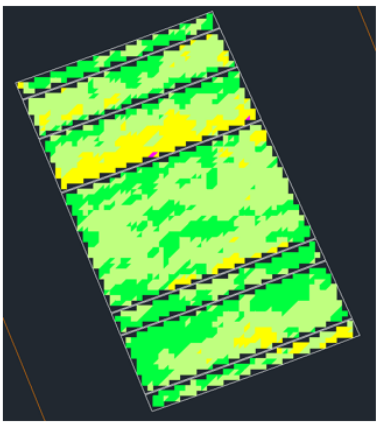
Step10:作成したデータのスクリーンショットを管理図として出来高管理図表に張り付けます。

様式－○

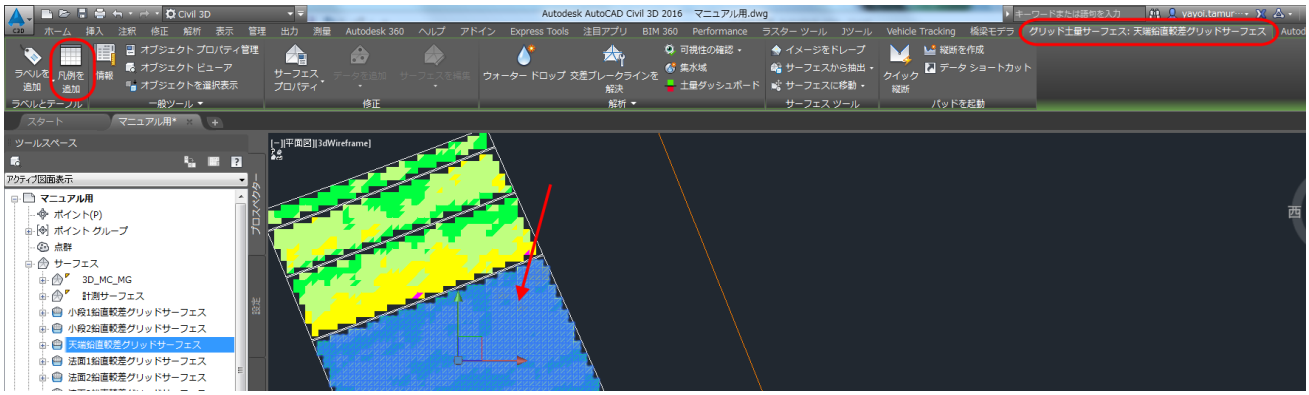
出来形管理図表

~~ソフトウェア要求仕様書Ver.　　対応~~

工　種		河川土工			測点	No.15～No.18
種　別		盛土			合否判定結果	異常値なし

測定項目			規格値	判定	測点	
天端鉛直較差	平均値	-11	± 50mm			
	最大値(差)	51	± 100mm			
	最小値(差)	-57	± 100mm			
	データ数	970	1点／m2以上 4			
	評価面積	242.963				
	棄却点数	0	0.3%未満 0.0%			
法面鉛直較差	平均値	2.25	± 80mm			
	最大値(差)	92	± 140mm			
	最小値(差)	-68	± 140mm			
	データ数	1645	1点／m2以上 4			
	評価面積	412.842				
	棄却点数	0	0.3%未満 0.0%			

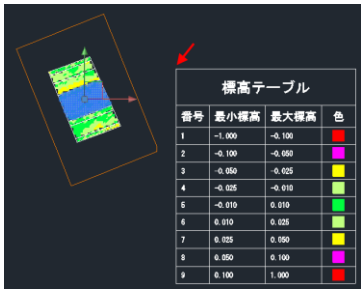
Step11：天端鉛直較差グリッドサーフェスを選択し、グリッド土量サーフェスタブの「凡例を追加」を選択します。



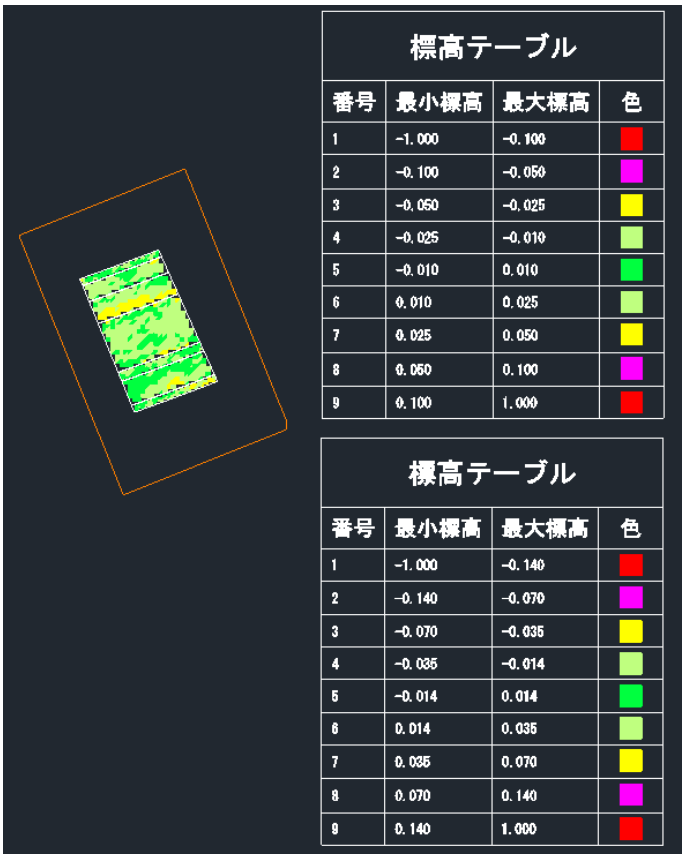
Step12:コマンドラインの「データタイプを入力」で“e”とキーボードから入力しエンターキーを押します。続いて「動作」に”s“と入力してエンターキーを押します。

```
テーブル タイプを入力 [方向(D)/標高(E)/勾配(S)/勾配矢印(A)/等高線(C)/ユーザ等高線(U)/流域(W)] <標高(E)>: e
動作 [動的(D)/静的(S)] <動的(D)>: s
```

左上コーナーを選択で、画面上データのない空き領域の任意の箇所をクリックします。



Step13：同様に任意の法面鉛直較差グリッドサーフェスを選択し、グリッド土量サーフェスタブの「凡例を追加」を選択します。Step12 の手順で凡例を追加します。



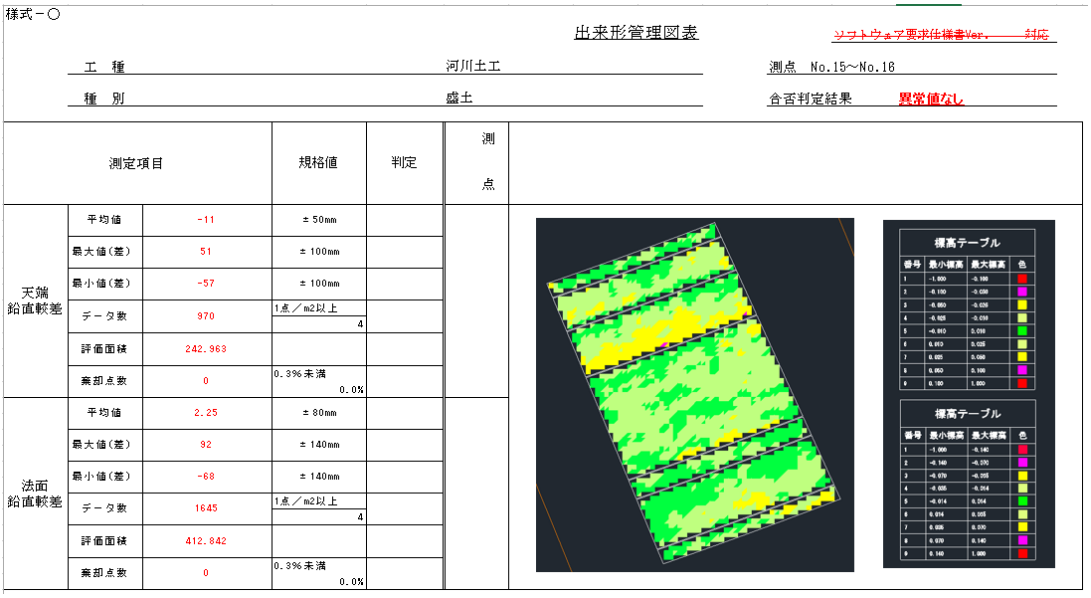
標高テーブル

番号	最小標高	最大標高	色
1	-1.000	-0.100	
2	-0.100	-0.050	
3	-0.050	-0.025	
4	-0.025	-0.010	
5	-0.010	0.010	
6	0.010	0.025	
7	0.025	0.050	
8	0.050	0.100	
9	0.100	1.000	

標高テーブル

番号	最小標高	最大標高	色
1	-1.000	-0.140	
2	-0.140	-0.070	
3	-0.070	-0.035	
4	-0.035	-0.014	
5	-0.014	0.014	
6	0.014	0.035	
7	0.035	0.070	
8	0.070	0.140	
9	0.140	1.000	

Step14:作成した表のスクリーンショットを凡例として出来高管理図表に張り付けます。



様式－○

出来形管理図表　　ソフトウェア要求仕様書Ver.　　対応

工　種　河川土工　　測点　No.15～No.18

種　別　盛土　　合否判定結果　異常値なし

測定項目			規格値	判定	測点	
天端鉛直較差	平均値	-11	±50mm			
	最大値(差)	51	±100mm			
	最小値(差)	-57	±100mm			
	データ数	970	1点／m2以上 4			
	評価面積	242.963				
	棄却点数	0	0.3%未満 0.0%			
法面鉛直較差	平均値	2.25	±80mm			
	最大値(差)	92	±140mm			
	最小値(差)	-68	±140mm			
	データ数	1645	1点／m2以上 4			
	評価面積	412.842				
	棄却点数	0	0.3%未満 0.0%			

Step15:アプリケーションメニューから「名前を付けて保存」を選択し、「図面」を選択します。「図面に名前を付けて保存」ダイアログで、ファイル名を付け、（ここでは「7_TIN出来形管理図」）とし「保存」ボタンをクリックします。

オートデスク株式会社
〒104-6024　東京都中央区晴海 1-8-10
晴海アイランド トリトンスクエア　オフィスタワーX24F
AUTODESK、AUTODESK ロゴ、その他オートデスク製品名は、オートデスクの米国およびその他の国における商標または登録商標です。その他記載の会社名および商品名は、各社の商標または登録商標です。