

土木設計における Civil3D の活用について

エンジニアリング本部空間情報部

小平 進

1. はじめに

本稿では、3 次元土木設計支援ツール AutoCAD Civil3D 2012 の使用方法例を説明する。

Civil3D は、3 次元を意識せずに、2 次元の操作で、2 次元土木設計図面、解析結果などが容易に作成できる。また、作成データを 3 次元で保有しているため、設計変更などによる土木設計図面、解析結果などの修正が自動で反映されるので、作業時間の短縮に繋がる。

Civil3D には、3 次元地形図が必要であるが、3 次元地形図をより容易かつリアルに作成するための機能がいくつある。また、現在は、国土地理院の標高データ、DEM の活用、3 次元レーザースキャナーの利用などにより、容易に 3 次元地形の作成が可能になっている。

本稿では、題材として、東日本大震災で被害に遭われた陸前高田市の標高 5m 以下の土地を標高 5m に上げる造成計画図面を、Civil3D を使用することにより、容易に作成する方法を紹介する。

また、地形などのデータは無償で公開されている国土地理院 基盤地図情報を使用する。

大まかな作業手順は、下記のような流れになる。

[作成手順]

- ① 国土地理院 基盤地図情報より、海岸線、水涯線図形、10m 標高データ取得
- ② 現況の 3 次元地形(サーフェス)作成

- ③ 造成地検討(造成範囲作成)
- ④ 標高5m造成による土量算出
- ⑤ 必要土量の確保(仁田山から土量確保)

2. 陸前高田市の 3 次元地形作成

2. 1 基盤地図情報 縮尺レベル 25000 の利用

- ① 国土地理院のホームページより、基盤地図情報 25000 岩手県と宮城県のデータの海岸線、水涯線図形(JPGIS 形式、XML ファイル)をダウンロードする。
- ② 海岸線、水涯線図形を「平面直角座標 10 系」の座標系で、shp ファイルに変換する。(国土地理院 基盤地図情報ビューアー・コンバーターの使用)(図1)

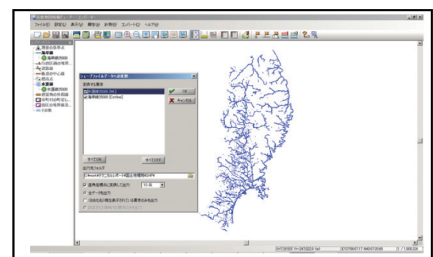


図1

- ③ Civil3D2012 を起動し、「新規図面」で「国土交通省仕様 100m 測点.dwt」テンプレートを開き、「ワークスペース」→「計画と解析」メニュー(Map メニュー)に変更する。
- ④ ②で作成した海岸線、水涯線図形のshpファイルを読み込む。

「挿入」リボントブ→「マップを読み込み」メニューで、shpファイルを読み込む。

- ⑤ 3次元地形を作成する陸前高田市の範囲(矩形)を設定する。

本稿では、2次メッシュの 584134、584135、584144、58414 の範囲で設定する。(図2)

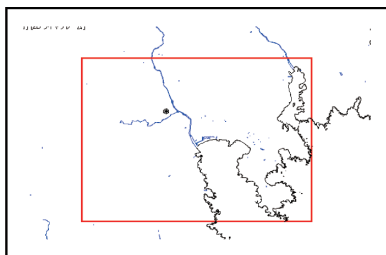


図2

- ⑥ 海岸線図形、水涯線図形、範囲図形より、陸域図形と水域図形を「閉じたポリライン」で作成する。(図3)

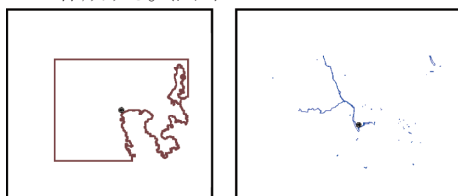


図3

2.2 基盤地図情報 数値標高モデル 10m メッシュの利用

- ① 国土地理院のホームページより、基盤地図情報 数値標高モデル 10m メッシュ の 2次メッシュ 584134,584135,584144,584145 を含む ZIP ファイル(JPGIS 形式)をダウンロードする。
- ② 「ワークスペース」→「Civil3D」メニューに変更する。
- ③ 10m 標高データを Civil3D 用点群ファイル

に変換する。

「J ツール」リボントブ→「基盤地図情報 (DEM)」メニューで、ダウンロードした zip ファイルより、584134、584235、584144、584145 データを「XYZ 形式(CSV 形式)」に変換して点群ファイルを作成する。

- ④ 陸前高田市は、震災の影響により、30cm～70cm の地盤沈下が発生している。そこで、本稿では、一律 50cm 沈下したものとして、作成した点群ファイルの高さ情報を EXCEL など で 0.5m を引いて変更する。

2.3 陸前高田市の現況サーフェスの作成

- ① 点群ファイルを取込む。
- 「ホーム」リボントブ→「地盤データ作成」→「点群作成」メニューより、点群ファイルを取込む。(図4)

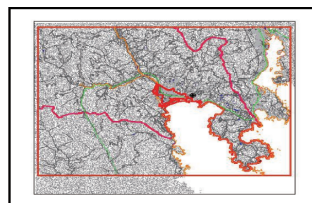


図4

- ② 点群図形で、サーフェスを作成する。
- 「ツールスペース」ウィンドウ→「点群」→「陸前高田市」右ボタン→「サーフェスにポイントを追加」メニューより、点群データから、現況サーフェスを作成する。
- ③ サーフェスのブレイクライン(海岸線図形)を設定する。
- 「ツールスペース」ウィンドウ→「サーフェス」→「陸前高田市」を展開→「定義」を展開→「ブレイクライン」右ボタン→「追加」メ

ニューで、海岸線(0m)ブレイクラインを設定する。

- ④ サーフェスの境界(陸域図形)を設定する。
「ツールスペース」ウィンドウ→「サーフェス」→「陸前高田市」を展開→「定義」を展開→「境界」右ボタン→「追加」メニューで、陸域の境界(外側)を作成し、また、同様に、水域の境界(内表示)を作成する。

- ⑤ サーフェスを3次元表示にする。
越前高田市のサーフェス図形を選択し、カーソル右ボタン→「オブジェクト ビューア」メニューより、陸域の3次元地形を確認する。(図5)



図5

2.4 陸前高田市の造成範囲検討

- ① 等高線を表示する。
「ツールスペース」ウィンドウ→「サーフェス」→「陸前高田市」右ボタン→「サーフェススタイルを編集」メニュー→「等高線」タブと、「表示」タブで、等高線(間隔:5m)の表示を設定する。(図6)
- ② 造成範囲図形を作成する。
5m 等高線のトレース図形、及び水域図形と海岸線図形の 5m 陸側オフセット図形を繋げて造成範囲図形(閉じたポリライン)を作成する。(5m オフセットは、法面を作成するエリアとして使用する)(図7)

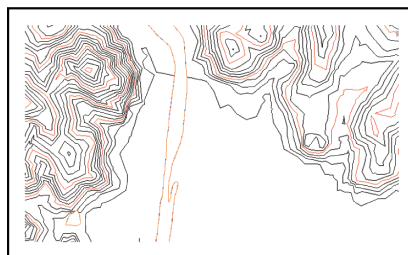


図6

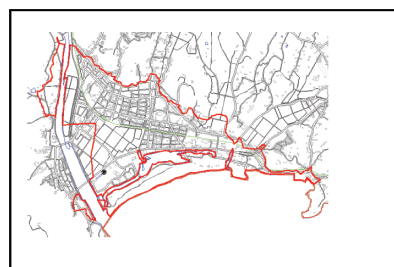


図7

3. 陸前高田市の標高5m造成

- ① 造成範囲図形を造成計画線に変更する。
「ホーム」リボンタブ→「計画線」→「オブジェクトから計画線作成」メニューより、造成範囲図形(3 図形)を選択して、造成計画線に変更する。
- ② 造成地の標高を設定する。
造成計画線選択→「計画線」リボンタブ→「標高エディター」メニューより、「標高」列の値を 5m に変更する。また、残りの造成計画線も同様に標高 5m に設定する。
- ③ 造成の法面を作成する。
「ホーム」リボンタブ→「グレーディング」→「グレーディング作成ツール」メニューより、「グレーディング グループを設定」アイコンで、グレーディング名を設定、「ターゲットサーフェスを設定」アイコンで、基準サー

フェスを設定し、「グレーディングを作成」アイコンで、造成面(3 面)の河川、海岸側の法面を切土勾配 1:1.2、盛土勾配 1:1.8 で作成する。(図8)

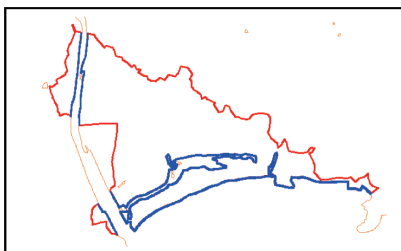


図8

- ④ 造成面を土量計算の対象にする。
「ホーム」リボントップ→「グレーディング」→「グレーディングの中詰めを作成」メニューより、全ての造成面の内側を指定する。
- ③ 土量計算を行うために、造成形状のサーフェスを作成する。
「ツールスペース」ウィンドウ→「サイト」→「グレーディング」→「陸前高田市_造成」右ボタン→「プロパティ」メニュー→「情報」タブ より、自動サーフェスと土量基準サーフェスを設定する。
- ④ 土量計算結果を表示する。
「ツールスペース」ウィンドウ→「サイト」→「グレーディング」→「陸前高田市_造成」右ボタン→「プロパティ」メニュー→「プロパティ」タブ より、土量結果を表示する。

[土量結果]

- 切土量:3,070.94m3
- 盛土量:7,007,901.728m3
- ネット土量:盛土 7,004,830.78m3

- ⑤ 造成面の 3 次元表示を行います。
陸前高田市のサーフェス図形を選択して、

右ボタン→「オブジェクト ビューア」より、陸前高田市を 3 次元表示にする。(図9)

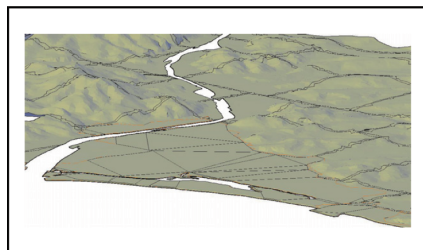


図9

- ⑤ 陸前高田市の断面図を作成して、造成前の形状と比較する。
造成面を通過する断面線(ポリライン)を作成し、「ホーム」リボントップ→「縦断」→「クイック縦断」メニューより、造成前後の仁田山の断面図を作成し、違いを確認する。(図 10)

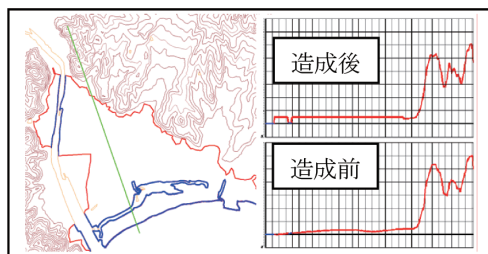


図 10

4. 仁田山からの土量の確保

- ① 陸前高田市の標高5mの造成を行うには、7,004,830.78m3 の土が必要である。
そこで、仁田山を水平に切り取り、水平面から頂上までの土量が 7,004,830.78m3 になる水平面の高さを算出する。
- ② 仁田山の 3 次元表示を行う。
陸前高田市のサーフェス図形を選択して、右ボタン→「オブジェクト ビューア」より、仁田山を 3 次元表示にする。(図 11)

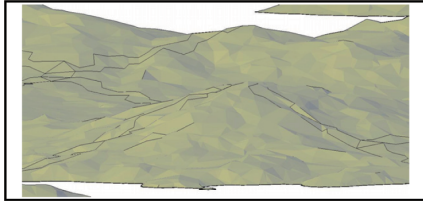


図 11

- ③ 仁田山の等高線を表示する。

「ツールスペース」ウィンドウ→「サーフェス」→「陸前高田市」右ボタン→「サーフェススタイルを編集」メニュー→「等高線」タブと、「表示」タブより、主曲線を 10m、計曲線を 50m で設定し、等高線の表示を ON にして、仁田山付近を表示する。(図 12)

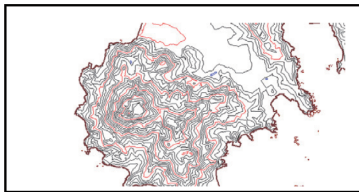


図 12

- ④ 造成の計画線を作成する。

「ホーム」リボントab→「計画線」→「計画線を作成」メニューより、仁田山頂上に八角形程度の計画線を標高 200m で作成する。(図 13)

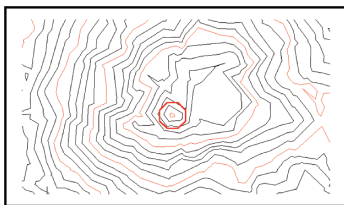


図 13

- ⑥ 標高 200m で山を切取る水平の法面を作成する。

「ホーム」リボントab→「グレーディング」→「グレーディング作成ツール」メニューより、グレーディング名を設定、基準サーフェス

を設定し、「グレーディングを作成」アイコンで、仁田山計画線の全ての範囲に、切土勾配を水平、盛土勾配を水平で、法面を作成する。(図 14)

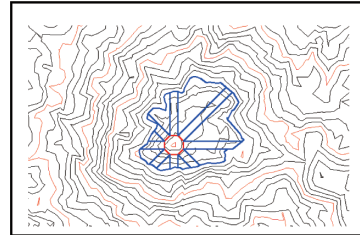


図 14

- ⑦ 造成面内の「中詰め」処理を行う。

「ホーム」リボントab→「グレーディング」→「グレーディングの中詰めを作成」メニューより、造成面の内側を指定する。

- ⑧ 土量計算を行うために、造成形状のサーフェスを作成する。

「ツールスペース」ウィンドウ→「サイト」→「グレーディング」→「仁田山_造成」右ボタン→「プロパティ」メニュー→「情報」タブより、自動サーフェスと土量基準サーフェスを設定する。

- ⑨ 土量バランスを算出する。

「解析」リボントab→「グレーディング土量ツール」メニュー→「グレーディンググループ選択:仁田山_造成」→「土量バランスから自動的に標高を調整」より、切土量が、陸前高田市の標高 5m 造成に必要な土量 7,004,830.78m³ になる水平造成面の高さを算出する。(図 15)

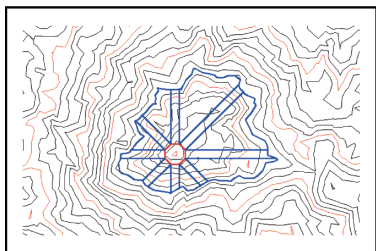


図 15

⑩ 造成面の高さを確認する。

「ツールスペース」ウィンドウ→「サイト」→
「計画線」→「仁田山」右ボタン→「プロパ
ティ」メニュー→「統計情報」タブ より、造成
面の高さを表示する。

[造成面標高結果]

- 標高:180.2190m

⑪ 仁田山造成図形を現況サーフェスに張り付
けて、仁田山を 3 次元表示する。

「修正」リボントab→「サーフェス」→「サー
フェスを編集」→「サーフェスを貼り付け」メ
ニューより、基準サーフェス:陸前高田市、
貼り付けサーフェス:仁田山_造成を選択し
て、3 次元地形を変更する。(図 16)

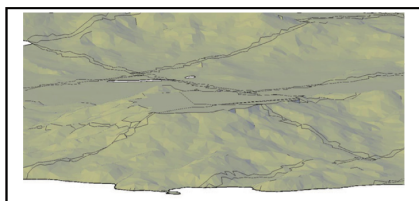


図 16

⑫ 仁田山の断面図を作成して、造成前の形
状と比較する。

仁田山の頂上を通過する断面線(ポリライ
ン)を作成し、「ホーム」リボントab→「縦断」
→「クイック縦断」メニューより、造成前後の
仁田山の断面図を作成する。(図 17)

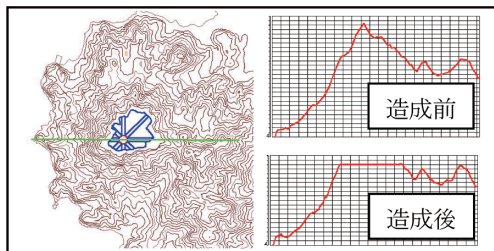


図 17

5. まとめ

陸前高田市街を標高 5m 以上の土地にす
るためには、7,004,830.78m³ の土量が必要にな
ることが解かった。この土量を仁田山から確保する
ことになると、標高 250m の仁田山が、標高 180m
になってしまう。

実際は、このような方法をとることはないが、本
稿では、Civil3D を利用することにより、土量の算
出が容易にできることを説明している。

実際に土量をより高い精度で求める場合には、
高精度の 3 次元地形図が必要になるが、土量の
オーダーを把握する程度であれば、今回紹介した
ように、一般に無償で提供されている国土地理院
の基盤地図情報の利用で十分な精度が得られる。

<使用データ>

- 1) 国土地理院 基盤地図情報(縮尺レベル
25000) 岩手県、宮城県(海岸線、水涯線)
- 2) 国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデ
ル 10m メッシュ 岩手県 2 次メッシュ:584134、
584135、584144、584145 のデータ

<使用ソフト>

- 1) AutoCAD Civil3D 2012 オートデスク(株)
- 2) 基盤地図情報ビューアー・コンバーター
Ver.3.19 国土地理院