

CIMへの試み

新潟県土木施工管理技士会

猪又建設株式会社

工事長

川上 康弘

Yasuhiro Kawakami

1. はじめに

CIM モデルを作成し現場施工を行った。図-1 は雪崩防護柵の完成写真と CIM モデル。部材名、数量等の属性を付加した。鋼製の防護柵を40°前後の急斜面に24基配置する。2期の工事で測量から簡易な設計さらに施工管理まで一連で実施。3次元（以下、3D）測量データを利用して取組んだ。

設計では現況地盤と構造物の摺付けを可視化し整合性を図る。3Dモデルから2次元(以下2D)情報や属性を入出力して活用。さらに施工管理では3Dで情報化施工も実施、施工の効率化を検証。

2件工事、2年間で検討そして試行したCIM。実施の過程を中心に紹介しさらに活用事例等も報告する。

工事概要 土木工事 2件工事

- (1) 工事名：妙高山地区(燕)地域防災対策
総合治山工事(H24ゼロ国) 1件目工事
妙高山地区(燕)地域防災対策
総合治山工事(H25ゼロ国) 2件目工事
- (2) 発注者：上越森林管理署
- (3) 工事場所：新潟県妙高市大字妙高山国有林
- (4) 工期：平成25年3月27日～
平成25年11月30日
(H24ゼロ国)…1件目工事

平成26年3月20日～

平成26年11月28日

(H25ゼロ国)…2件目工事

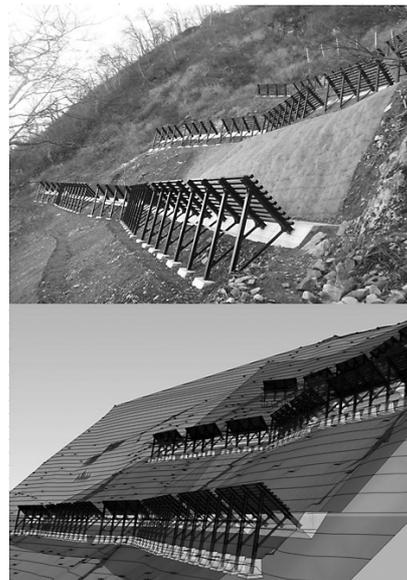


図-1 完成写真と CIM モデル

2. 現場における問題点

現場の範囲は横断、縦断方向それぞれ約100m。

現況測量、3Dモデリングおよび施工管理。3つの行程で問題と課題があった。

- ①地形に沿った構造物の配置計画と測量方法。
- ②現況地形図と3D図の作図方法。
- ③CIMモデルを活用した現場管理の効果。

図-2に業務毎の問題点と課題を示す。

業務内容	条件・行程	問題点・課題
① 調査・測量 	イ)急斜面での作業。 ロ)1アール以上の面積。	1. 他工法の比較はどうか。 2. 測量の方法はどうするか。 3. 3Dデータを残せるか。
② モデリング 3D化 	ハ)属性を持った地形モデルの作成。 ニ)鋼材や躯体を詳細に3D化する。 ホ)属性付加の程度。	1. 現地盤の3D図、作成方法はどうか。 2. 鋼材の2Dデータの提供がない。 3. 3Dモデルにどこまで情報を付加するか。
③ 施工管理 	ヘ)3Dデータの活用。 ト)3Dモデルと施工管理システムとの連携。	1. どの行程でどのように使うか。 2. 丁張や位置出し、出来形管理にも使えるか。

図-2 業務内容～課題～問題点

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1-1. 調査・測量 他工法の検討

①他工法の比較…「3Dレーザースキャナで現況地盤を取得したい」当社に設備がないため測量会社に相談して現地確認した。以下の理由で現場には適さないとのことで断念した。

- ア) 急峻な斜面に凸凹。植生も密であり不可視部が発生する。
- イ) 安全で不動な基準点が設置出来ない。
- ウ) 当社にデータを動かすソフトがないので高額になる(100万円以上)。

3-1-2. 測量方法 3Dデータ取得方法

①測量方法…ノンプリズム光波を使用した「3D放射観測」で観測点のX、YおよびZ座標を取得した。まず施工に支障のない場所に基準点、2点測設。機械点を開放トラバースで増設し、同時に現況を放射観測。後方交会法も併用。急峻な岩盤斜面等はノンプリズムで測定した。図-3に測量状況を示す。10,000㎡の調査範囲を網目状に観測、地形の変化点も詳細に測量した。約700点の現況観測。所要工程は3人工、6日間であった。



図-3 測量状況

3-2-1. 現況地盤3D化

使用したIT機器であるソフト、ハード類を図-4に示す。3DCAD、スマートフォン以外、当社が所有する設備でCIMに取り組んだ。

I. 座標データ取込…測量時に機器②、③で取得したsimaデータ。この3D測量結果を施工管理システムに取込むことから作業を始めた。図-5に作業内容、手順および時間を示す。

番号	名称	用途	仕様
①	トータルステーション(TS)	測量 測設 計測	ノンプリズム測距
②	データコレクタ	測量 TSと無線通信 XYZデータ取得(sima)	USBメモリー対応 雨天使用可能
③	3次元計測ツール	測量 TSと無線通信 XYZデータ取得(sima)	PDA 情報化施工 TS出来形対応
④	スマートフォン	3次元図受信 3次元図配布	Android4.4
⑤	施工管理システム	測量データ処理 2次元図作成	建設システム デキスパート
⑥	3次元CAD	2次元図読込 3次元図作成	ゲーグルスケッチ アップ



図-4 使用IT機器

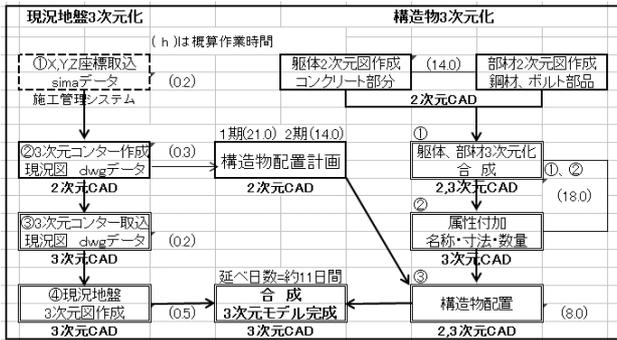
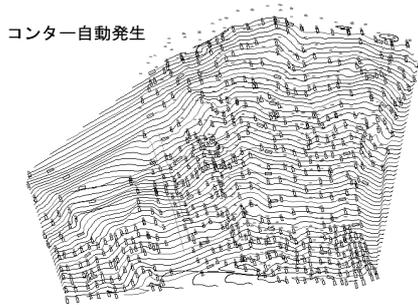


図-5 現況地盤、構造物3D化作業手順

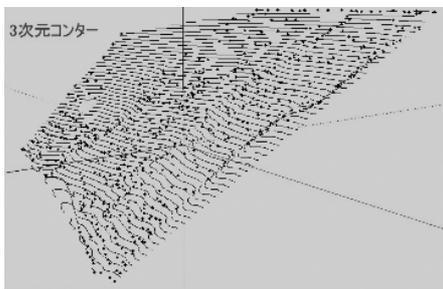
II. 3Dコンター作成…2DCADで等高線を座標データから作図する「コンター自動発生」を利用。20分程度で1m間隔の等高線を作成。機器⑤の施工管理システムには付属しない機能であるため、他ソフトで作図した(図-6)。



コンター自動発生

図-6 コンター作成

III. 3Dコンター取込…IIのDWGデータを3DCADに取込む。自動で立体化される(図-7)。X, Y, Z情報を持ったDWGデータ。3DCADで読込むと立体表示される。数分の作業。

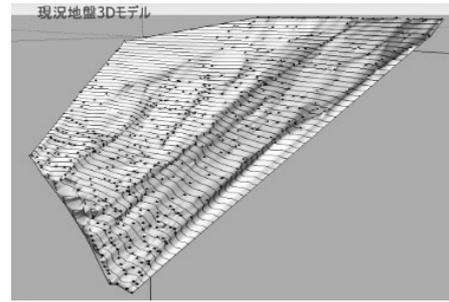


3次元コンター

図-7 3Dコンター

IV. 現況地盤3D図作成…地盤作成ツールで1mピッチの等高線をつなぐ。起伏を明確にするため色を付ける。30分程度の作業である。現況地盤3次元化完了。2DCADでは判断できない斜面の

凹凸等を可視化出来た(図-8)。



現況地盤3Dモデル

図-8 現況地盤3D

3-2-2. 構造物3D化

I. 躯体と部材の3D化…「2D図を書いてから3Dモデルを作成する。」現状では構造物は2D図を基準にして3D化している。鋼材や部材の詳細寸法が必要となった。メーカーに部材のCAD図を求めた。CIMがまだ理解されていないのが理由か提供はなかった。現物の寸法を測り2D図を作成、3D化した(図-9)。



図-9 ハイテンションボルトの作図状況と配置

II. 属性付加…構造物を①山側基礎②谷側基礎③鋼材と大きく3つのブロックに分けてグループ化した。それぞれに名称、寸法、数量情報および施工後にはコンクリート打設日等の情報を付加。鋼材は種類毎に重量も追加。マウスでポイントするだけで情報が表示される(図-10)。

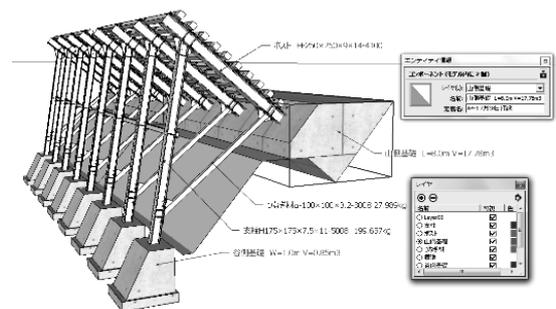


図-10 属性付加状況

Ⅲ. 構造物配置計画…現況地盤3D化のⅡで作成した2D現況図に構造物を配置していく(図-11)。上段、中段、下段それぞれ等高線上に構造物24基を配置。

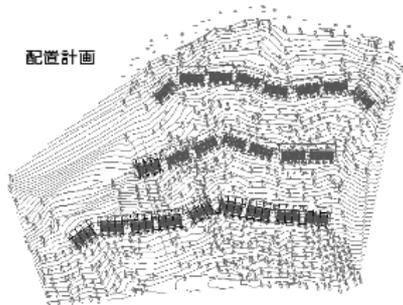


図-11 構造物配置

Ⅳ. 合成、3Dモデル完成…現況地盤3D化のⅣで作図した図に構造物を合成。位置合わせはⅢの2D図を基準とする。地山の起伏に見合った配置を施工前に判明出来た(図-12)。

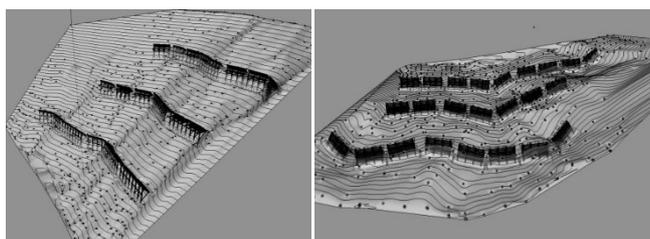


図-12 側面図と上面図

3-3-1. 施工管理 3Dデータの活用

①任意断面の取得…横断図や構造物の断面図が必要な場合に適用。任意位置で3D図をカットしてDWGで出力。2DCADで編集等可能(図-13)。

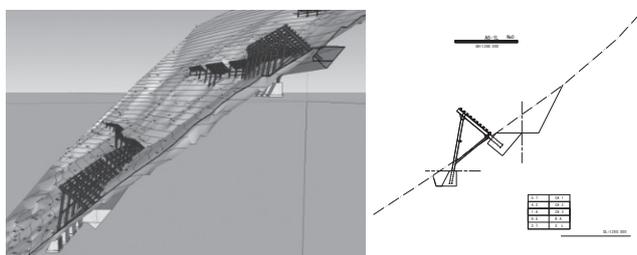


図-13 任意断面の抽出

②書類作成と合意形成…協議書類や数量計算書での添付図は全て3D図を使用。図-14は鋼材組立足場の必要性を監督職員に説明。

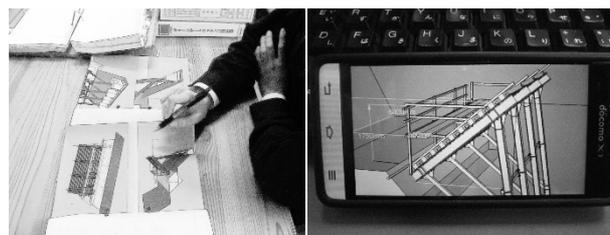


図-14 発注者協議状況 スマートフォンも利用

3-3-2. 施工管理 3Dモデルと出来形管理

法面植生工の面積…植生マット工施工箇所。巻尺測定(以下、①)とTS測定(以下、②)による3D観測の2方法で検証した。計測状況を図-15に示す。①と同じポイントを3D放射観測で測量。3DCADで座標を読み込み立体化。面積を算出する。

①、②の展開図を図-16に示す。さらに2方法の測定結果比較を表-1に示し両者を比較する。



図-15 計測状況

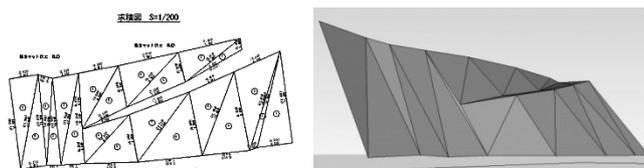


図-16 法面測定展開

表-1 測定比較

方法	項目	作業人数	測定時間	作図時間	測定面積
①	巻尺測定	3人	35分	40分	376.1m ²
②	TS測定	2人	15分	25分	374.3m ²

面積では①が1.8m²多くなった。点間を直線とみなし自動算出を行う②。①は測定面の凹凸に沿って計測されたため差異が発生したと判断される。測定時間やデータ処理は②が①に比べ約1/2で作業可能な結果。3D情報化施工の効率化が確認できた。

4. 終わりに

「地形に沿って構造物が配置されて、美観も優れている」検査官の講評を得た。地形と構造物の不整合箇所を調整。面積の自動集計による効率化、3D図から2D図へ自動作図、さらに発注者協議の円滑化等にも CIM モデルが活用出来た。

一方ではまだ CIM 認知度の低さを痛感。測量やモデリングでは試行錯誤し労力を費やした等、課題も見えた「CIM への試み」であった。

これから建設業界で主流になる CIM。2D から 3D へ乗遅れのないように勉強しなければならない。そして土木施工管理技士として CIM を普及、啓発させていきたい。