

工事進捗に伴う効率的な統合進捗 3 次元モデルの構築

株式会社パスコ 正会員 矢尾板 啓, 非会員 木村 恵輔, 金森 紘代
株式会社奥村組 正会員 瀬戸康平, 宮田岩往

1. はじめに

国土交通省による, 3 次元モデルを活用し社会資本の整備, 管理を行う CIM 導入推進に伴い, これまで 2 次元で行われていた設計, 維持管理に関しても 3 次元化が期待されている. 一方で, 3 次元モデリング作業に要する時間や労力の増大, 成果物の複雑化により, 見込まれたほどの生産性向上はもたらされていない.

本稿では, 2 次元図面とハンディレーザー計測を使用し, 逆 T 字擁壁と補強土壁の 3 次元設計モデル及び工事現場の施工進捗を再現する DTM(地形モデル)を作成した事例を記す. ルール・セットによって 3 次元モデルを作成する手続き型モデリングの採用や, 複数のデータ, ソフトウェアを複合的に使用することで, 効率的に工事進捗を把握できる 3 次元モデルを構築した.

2. 使用データ及びソフトウェア

本稿に使用したデータ及びソフトウェアを記す.

表 1 使用データ

起工点群 (UAV/TLS)	UAV写真から写真測量により作成した点群と地上レーザー (TLS) 計測点群を合成した起工測量データ
ハンディレーザー	GeoSLAM社製 ZEB-REVO 計4時期分
設計図面	横断面図, 平面図, 補強土壁工展開図
その他	国土地理院 5m 地形メッシュ

表 2 使用ソフトウェア

ソフトウェア名	機能概要
CloudCompare	点群編集
Rhinoceros	3 次元モデリング・点群編集
Grasshopper(プラグイン)	ビジュアルプログラミング
RhinoTerrain(プラグイン)	地形モデル作成・加工
Navisworks Manage	データ重畳表示・進捗確認

3. 2 次元図面からの 3 次元モデル作成

3.1 図面整理と基本モデリング手法

構造物の 3 次元モデル作成は, 主に平面図・展開図・横断面図からなる 2 次元設計図面を基に行った. まず横断面図を整理し, 平面図上に 3 次元で配置した. 3 次元モデル化の基本的な流れとしては, 各横断面図上の同じ

オブジェクトを表す線形を平面図の配置線形に沿って立体化し, 3 次元形状を作成する. 逆 T 字擁壁については Rhinoceros(以下, Rhino) 上でこの手法を使ってモデル化した(図 1).

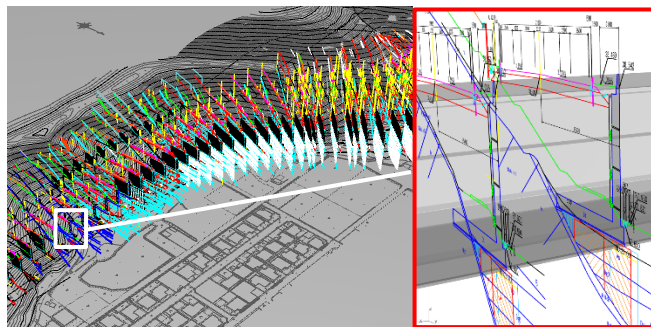


図 1 横断面図の 3 次元配置(左)と逆 T 字擁壁(右)

3.2 手続き型モデリング: 補強土壁

補強土壁はパネルを積み重ねる工法のため, 展開図からパネルサイズと標高値を取得, 平面図上の配置線形に沿って 3 次元パネルを自動生成・配置するルール・セットを Grasshopper で構築した.

また, 施工進捗に沿った区分けも求められたことから, Excel ファイルに入力した施工進捗を同時に読み込むことによりパネル属性を分け, 施工段階別の表示を可能にした(図 2).

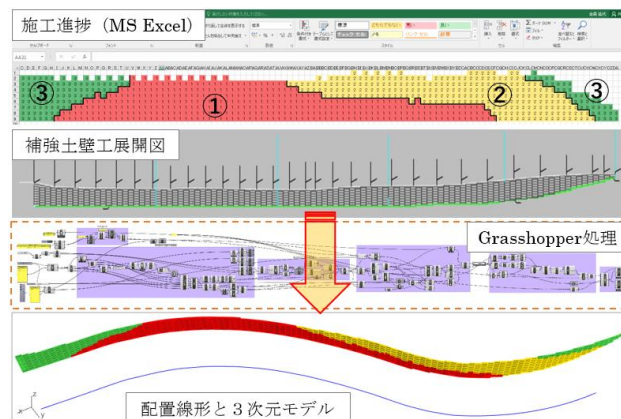


図 2 補強土壁モデル自動生成の流れ

3.3 手続き型モデリング: 2 次元等高線の 3 次元化

工区周辺地形の一部には, 平面図の 2 次元等高線を利用した. テキスト注釈の標高数値を読み取り, 等高線に高さを付与するルール・セットを構築することに

キーワード 3 次元モデリング, ハンディレーザー, CIM

連絡先〒153-0043 東京都目黒区東山 1-1-2 東山ビル 4F (株)パスコ 事業統括本部 TEL03-3715-1615

より、97%の等高線を正確に自動3次元化することができた(図3)．この3次元等高線は、起工点群・国土地理院標高データと共に、周辺DTM作成に利用した．

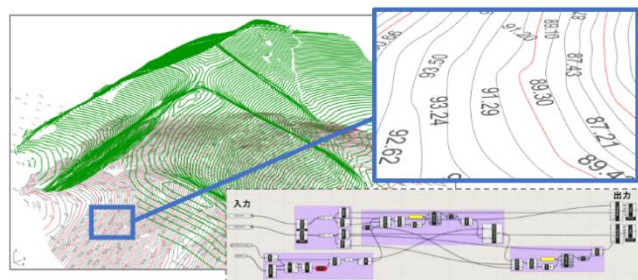


図3 2次元等高線の3次元化

4. DTM作成に用いるハンディレーザーの活用方法

4.1 位置合わせ

SLAM技術を利用して周囲の形状を点群データで取得するハンディレーザー計測は測量座標値を持たないため、起工点群に合わせる処理を行った．Rhino上で起工点群との断面を比較、手動で移動・回転させることによって位置を合わせた(図4)．このハンディレーザー点群と、作成した補強土壁3次元モデルを重畳・比較することにより、起工測量時点との差異を確認することができ、現場の現状把握に有効といえる．

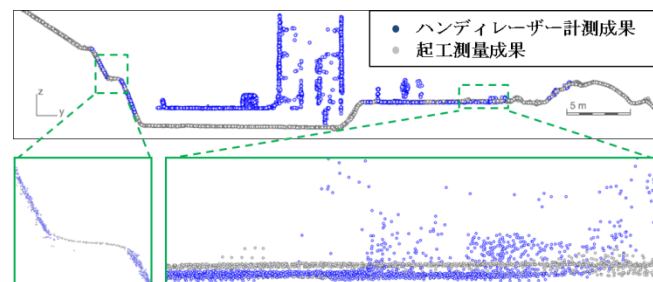


図4 起工点群とハンディレーザー点群の断面

4.2 フィルタリング

ハンディレーザー点群に含まれる、ノイズ、重機、カラーコーン等を除去するフィルタリング作業には、CloudCompareの地表面と地表面以外を自動分類する機能を用いた後、Rhinoにて自動処理を補完する詳細なフィルタリングを行った．

4.3 DTMの作成

工事の進捗で地形の変化する範囲はハンディレーザー点群を使用し、その周りを起工点群・3次元等高線・国土地理院地形メッシュの順に採用、Rhino上で合成とメッシュ化を行った(図5)．広範囲・高密度のDTMはファイルサイズが大きくなり、シミュレーション利用には適さないため、RhinoTerrainの機能を使い、隣接TIN間の角度が20°以内の場合は面を統合する処理を施した．これにより、主形状を保ったうえで約55%の

面数を削減し、現場でのタブレット型端末を利用した表示・操作を可能にした．

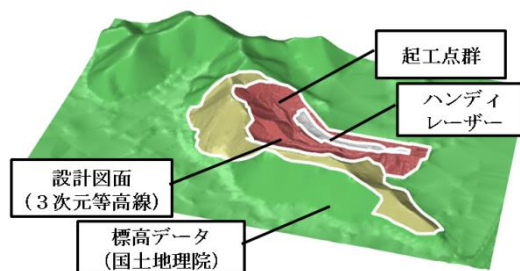


図5 各データの適用範囲

5. 統合進捗3次元モデルの評価

DTMと構造物3次元モデルをNavisworks Manage上で重畳することにより、過去ー現況ー想定 of 工事進捗把握を可能にする「統合進捗3次元モデル」を作成した(図6)．

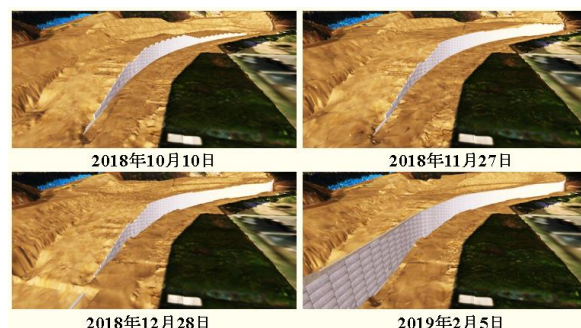


図6 テクスチャ付き統合進捗3次元モデル

6. まとめ

本稿では、効率的に統合進捗モデルを作成する一例を示した．2次元設計図面を利用した3次元モデル作成は、一部の処理を自動化する手続き型モデリングを採用することによって作業時間を短縮した．また、ハンディレーザー計測は、点群の位置合わせ、フィルタリング、メッシュモデル化において複数のソフトウェアを複合的に使用することで効率的な地形モデリングと、補強土壁の施工進捗確認に活用した．

2次元図面は現在でも主流の設計手法であるが、設計段階での3次元化が普及することによって、本事例にある図面からの3次元モデル作成の工程は必要なくなり、点群などの3次元計測データとの比較も効率よく行うことが可能と考える．本稿が今後のCIM普及と、生産性向上への一助となれば幸いである．

本事例は、国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」の助成を受け、中部地方整備局発注の試行業務の一環として実施させて頂いた旨、感謝の意をここに表す．