

8. 現場施工計画への 3D・VR モデルの活用事例

Examples of 3D and VR-Model Utilization for Field Construction Planning

知見 亨^{*1}

要 旨

本報文では、現場施工計画における 3D・VR モデルの活用について、3 つの工事現場の事例を挙げて報告する。

工事 1 : 「下水道排水施設工事 (柏井第 2 雨水 1 号幹線 30-1 工区)」

工事 2 : 「R1 国道 51 号神宮橋架替鹿嶋側橋梁下部工事」

工事 3 : 「R2 国道 6 号牛久土浦 B P つくば地区跨道橋下部工事」

キーワード : 3D モデル / 3D レーザースキャナー / 点群データ / VR 動画

1. 「下水道排水施設工事 (柏井第 2 雨水 1 号幹線 30-1 工区)」

1.1 工事内容

当該工事は、千葉市花見川区柏井町地内外において内径φ1100mm 泥水推進工、延長約 1km を施工するものである。

1.2 工事における課題

施工箇所は、交通量の多い道路の直下でガスや水道の埋設管や架空線もあるため、現場の状況を反映した施工計画を検討する必要があった。このため、事前に作成した 3D モデルにさらに現況を計測した点群データを追加し、施工方法の検討を行った。点群計測は 1 秒間に数千〜数十万点の計測が可能な FARO 製の FOCUS3D を使用し、着工前に 1 回 15 分の計測を到達箇所の既設水路の内部も含めて約 20 箇所程度行った。取得データは社内で 1 つのデータにする結合処理 (使用ソフト : FARO SCENE)、歩行者や車等のノイズを除去するフィルタリング処理、座標の変換処理 (使用ソフト : 福井コンピュータ TREND POINT) を行った。

合成する 3D モデルは発注図面を基に、実際の座標情報を持ったソリッドモデルを作成した。(使用ソフト : Autodesk Civil3D) また、作成したデータを利用して重機の動きや推進機の移動方法等を実際に体験できる VR モデル (使用ソフト : 創心アーキプラン Fuzor) を作成し、発注者に対してデモンストレーションを行った。

(図-1、図-2、図-3)

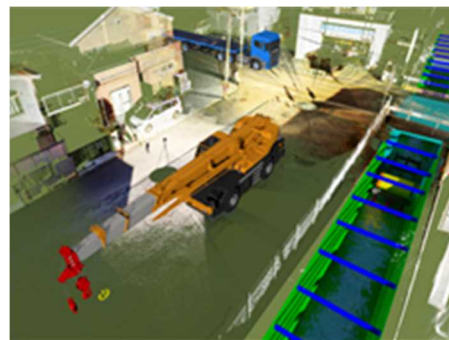


図-1 合成モデル

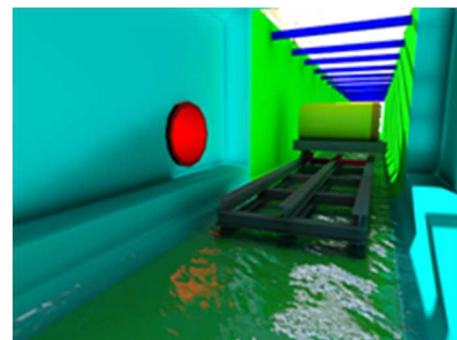


図-2 合成モデル(既設水路内)



図-3 VR による発注者デモ

^{*1} 土木事業本部 技術設計第 2 グループ (執筆時の所属)

1.3 結果

VR モデルの活用により、施工ヤードの借地の必要性、支障物の位置関係を発注者に視覚的に示すことで円滑に協議を進めることができた。発注者に対して当初の施工計画の変更の必要性を VR の施工シミュレーションを行うことで、施工についての理解を得ることができた。VR を用いることで 3D モデルの視覚的情報だけでなく現場の臨場感を体験することができるので、説明用資料だけではなく安全意識の向上や安全教育への活用などの有用性を確認することができた。(図-4、図-5、図-6)



図-4 3D モデル



図-5 点群合成モデル



図-6 現場施工状況

2. 「R1 国道 51 号神宮橋架替鹿嶋側橋梁下部工事」

2.1 工事内容

当該工事は、茨城県鹿嶋市の北浦に架かる新神宮橋の橋脚 1 基を施工するものである。この橋脚の基礎形式は鋼管井筒であり、施工は台船を使用しての水上施工となっていた。

2.2 工事における課題

鋼管杭と支持層となる地層との位置関係の確認や発注者との施工手順、施工方法の確認を目的として、3D モデルを活用した VR 動画の作成を行った。3D モデルはソリッドモデル（使用ソフト：Autodesk Civil3D）で作成し、VR モデルに変換後、モデルの材質に合わせてテクスチャを設定し、重機や構造物に動きを持たせた。（使用ソフト：創心アーキプラン Fuzor）、さらに事前を取得していた点群データ（使用ソフト：FARO SCENE、福井コンピュータ TREND POINT）を合成して動画出力し、動画編集ソフト（使用ソフト：adobe premiere elements）でタイトル、効果音を設定した。効果音はフリー素材と以前他現場で同工種を施工したときの音声を使用し、全体で 5 分の動画に編集した。また、この VR 動画は近隣小学校での郊外授業の一環として行った、工事内容の説明にも活用することができた。

(図-7 ～ 図-12)

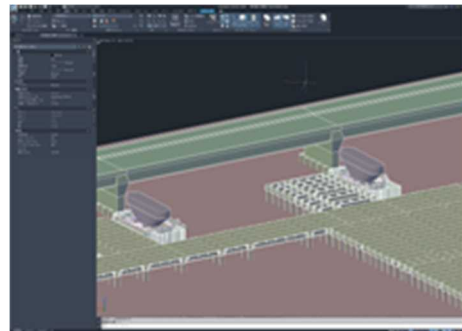


図-7 ソリッドモデル作成 (Civil3D 図)

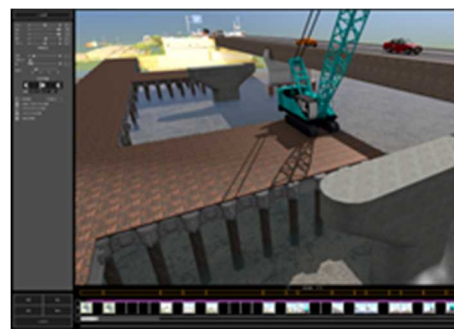


図-8 3D モデル加工 (fuzor)

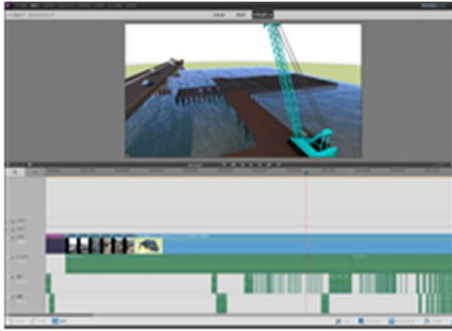


図-9 動画編集 (premiere elements)



図-10 VR 動画 (点群データ部分)

2.3 結果

VR 動画を活用することで図面だけでは理解が難しい複雑な施工手順を発注者や作業員に対してわかりやすく説明することができた。また、近隣小学校で行った郊外授業で動画を使用し、重機がどのように動きどういう施工を行うかを説明することで、鋼管杭の打設作業時の打撃音等について小学生、保護者、教員の方から理解を得ることができた。特に小学生に対しては重機が動いて構造物が出来上がっていく様子が大変好評だった。これから行われる他学年を対象とした第2回の郊外授業でもこの動画を活用する予定である。(図-7 ~ 図-12)



図-11 VR 動画 (3D モデル部分)

3.「R2 国道 6 号牛久土浦 B P つくば地区跨道橋下部工事」

3.1 工事内容

当該工事は、主要国道に面した交差点部の狭隘な施工ヤードにおいて、橋台 2 基を施工するものであった。この橋台の基礎は長さ 50m 以上の場所打ち杭となっており、狭隘な施工ヤード内において施工性が低下しないように資機材を配置するなどの工夫が施工計画に求められた。

3.2 工事における課題

施工箇所周辺の現況を 3D レーザースキャナーにより計測し、そのデータに 3D モデルを重ね合わせて施工状況モデルを作成してあらゆる角度から施工状況の検討ができるようにした。点群計測の際、一般的にデータの結合性を高めるために計測点間にターゲットを設置するが、周囲が交通量の多い道路のため事故防止でターゲットを使用せずに計測数を普段の 2 倍程度 (50 箇所) に変更して行った。その他は①、②の事例と同様に作成した 3D モデルと合成、その後 VR 用ソフトで編集を行った。また、この VR モデルを用いて協力業者との施工検討会や作業員の周知会の開催も行った。

(図-13 ~ 図-17)



図-12 郊外授業状況



図-13 点群計測状況 (工事 3)

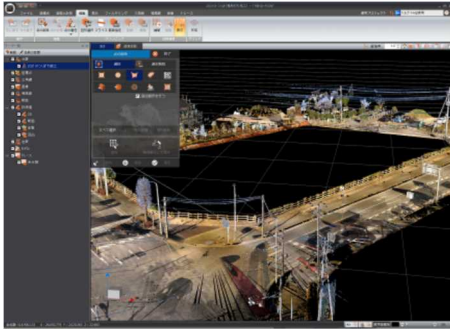


図-14 点群処理 (TREND POINT)



図-16 VRモデルによる施工検討会

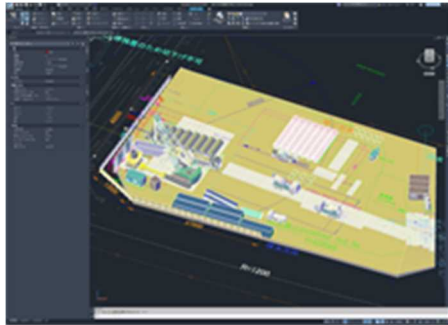


図-15 3Dモデル作成 (civil3D)



図-17 VRモデル (資機材配置操作)

3.3 結果

VRモデルを協力業者との施工検討会で使用することで、その場で資機材の配置を操作して効率的に検討することが可能となり、視覚的にもわかりやすく作業員にも好評だった。また、3Dモデルに現場の危険箇所や実際の埋設管や架空線位置を配置することで、注意喚起や情報周知もできる。さらにVRヘッドマウントディスプレイを使用することでより実際の現場に近い感覚を体験できるので、図面だけの検討ではわかりにくい危険作業の気付きを得ることができる。今後、同現場でVRの安全教育に活用予定である。(図-16～図-17)

がある。最後に本報の執筆にあたってご協力いただいた関係各位に深くお礼申し上げます。

本報告は、社内の第14回技術発表会において発表された内容を編集したものです。

4. おわりに (今後の課題)

点群データの処理作業や3Dモデルの作成は社内の高性能PCで行ったが、作成したデータを現場の設備では扱うことができず、スクリーンショットの画像データでやり取りするだけの形式がほとんどだった。現場で必要の際は会社から現場に設備を運んで使用していたので、労力もかかりその頻度は少なかった。3Dモデルのメリットは地中や上空といった様々な視点で操作して現場を検討できるので、図面だけではわからない気付きが得られる点があり、それを活用しきれていないのが残念だった。今後CIMの活用やICT施工によって3Dモデルを扱う工事も増加していくので、現場ごとに環境を整えていく必要