

屋外型拡張現実 AR システム Trimble SiteVision

AR を活用して 3 次元データを現地で可視化

鈴木 勇 治

ICT 活用工事、BIM/CIM、インフラ DX などにより現場のデジタル化が進み、設計から工事竣工まで 3 次元データが重要な位置を占めている。なかでも、測量、出来形管理、建機施工が 3 次元データを基本として進むこと、現地では丁張が削減されたことで、工事の正確な完成イメージや工事進捗のイメージが、図面と照らし合わせた目視確認では困難となっている事に加え、他者との共通認識を持ち難くなった。

屋外型拡張現実 AR システム Trimble SiteVision は、精度の高い GNSS 測位を受けたタブレットやスマートフォンのモニタ上で、正確な位置に 3 次元データを投影するシステムであり、施工位置出し、施工精度確認、進捗確認や工事に関する合意形成の促進などに効果が得られる。技術紹介に併せて導入効果について紹介する。

キーワード：ICT 活用、インフラ DX、BIM/CIM、3 次元データ、AR、可視化

1. はじめに

令和 5 年度で i-Construction は 8 年目を迎えている。これまでの ICT 活用工事では、2025 年度までに建設施工を 20% 効率化するなどの目的の下で、主な施工現場作業の 5 場面において、3 次元計測技術、3 次元データ、ICT 建機施工といった直接的な技術が投入されてきた。これにより、国土交通省直轄工事における ICT 活用率が向上し、県市町など地方自治体発注工事においても効果が得られている例が挙げられている。しかし、i-Construction が立ち上がった当初から大きく懸念されている“人材不足”が、建設業界のみではなく日本社会全体の喫緊の課題となっていることに加え、働き方改革が更なる拍車をかけていることに起因して、日本社会のインフラ整備持続が危機的な状況となっている。そのため、作業効率向上と省人化が望めると共にデジタル時代に見合うツールの活用が必須とされている。

また、ICT は要所活用に留まることなく、一連の作業や現場全体を見据えた活用が望まれていることで、各場面を繋ぐ 3 次元データの活用が要求されると共に、BIM/CIM においても 3 次元データの活用が義務項目として掲げられている。

屋外型拡張現実 AR システム Trimble SiteVision (以下本システムという) とは、AR を活用したモバイル機器を通して現場で 3 次元データを可視化する技術で

あり、ICT 活用工事の 3 次元設計データをはじめ、作成した様々な 3 次元データを現地の位置(座標など)に合わせて表現する、3 次元データの目視確認を可能とするシステムである。

なお、AR (Augmented Reality = 拡張現実) とは、**図-1** に示すように、モバイルのモニタに映る現実の風景に、3 次元モデルやアニメーションなどの仮想データを重ね合わせるシステムを指すもので、MR (Mixed Reality = 複合現実) などと表現されることもある。

2. 本システムの概要

本システムの機器構成は、**図-2** に示すように、GNSS 受信機 (アンテナ)、モバイルタブレットまたはスマートフォン (以下モニタという)、ハンディステックまたは計測用ポールで構成されており、GNSS 位置情報に加えてモニタが捉えている映像の方



図-1 AR (Augmented Reality = 拡張現実)



図-2 本システム構成



図-5 本システムによる状況

向を感知して、モニタ映像の位置に合わせて正確な3次元データを表現することが出来るシステムである。

例えば図-3の様に現状地形に対して天端の盤下げと拡幅を計画している工事について、従来の施工方法では丁張を設置して施工位置や形状、高さを示して、これらの丁張を指標として設計図面を目視確認することで施工形状がイメージできるが、ICT活用工事などでは、3次元データを活用しながら作業の効率化を図るために丁張を設置しない場合が多く、この場合では完成形状をイメージし難くなることに加えて、複数人のイメージに差異が生じる可能性がある。この現場の3次元設計データを現地に重畳すると図-4の様になるが、デジタルデータは目視することが出来ないため、ARを活用した本システムを通して見ると図-5の様に見視化することが可能となる。

3. 活用事例

搭載する3次元データは、一般的な3次元モデルを



図-3 施工位置と丁張

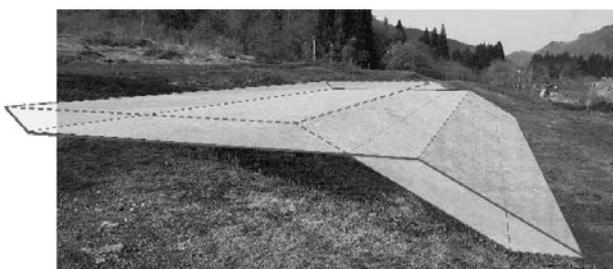


図-4 3次元設計データ重畳状況

搭載することが可能であるので、ICT活用工事で作成する立体形状の表面のみを表現するサーフェスデータの他に、内面形状や複数層の情報を持つ複雑な3次元データなどを搭載することが出来て、現場状況や目的などに合わせて表現することが可能である。以下に様々な表現方法を紹介する。

図-6は、道路土工現場に対して、路体、路盤や水路などの工種に応じて色を分けると共に、データごとにレイヤを分けることで、モニタ表示で選択しながら表示することが出来る。

図-7は、道路改良工事のボックスカルバート工事の現場で、この3次元データでは標高差や法面形状を視覚的に分かりやすくする事を目的として等高線表示としている。

図-8は、都市計画道路（高架橋）現場で、このデータは実際の色に近い色彩で表現していることで、工事関係者以外の一般の方でも完成イメージを持ち易くなっている。通常の都市計画表現方法では、鳥観図などを作成した俯瞰する表現としていることが多いが、このように人の目線からあらゆる方向に対しての目視確認が可能となることで、位置関係を確認できるだけでなく、共通イメージを持つことが実現できる。

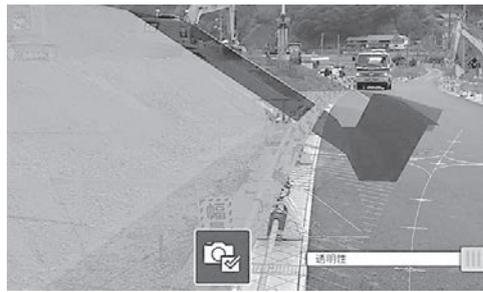
図-9は、地下埋設物の電線共同溝を示すデータを搭載した状況であるが、データは地下に存在するため地表面との位置関係が分かりにくいので、円形や矩形で任意の大きさや深さで、映像内に掘削をイメージした処理を行うことで地表と地下との位置関係が明確に確認できるようになる。

図-10は、PDFの2次元データを搭載した状況を示している。座標を持たない建築現場や、3次元データを作成するまでもない構造物の位置出しなど簡易的に利用する場合に、通常利用される2次元のPDFデータを取り込み、現地位置に整合させることで、PDFデータ上での位置出しや工事確認が可能となる。

以上のように、データの表現を適切に設定することで、施工位置の確認、施工済み箇所の位置確認、既存

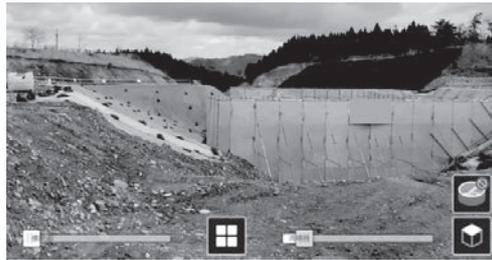


(現地状況のみ)

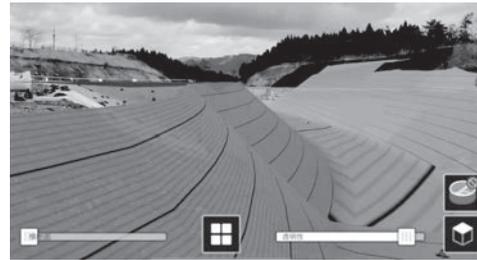


(3次元データ重畳状況)

図一六 道路土工現場の例



(現地状況のみ)

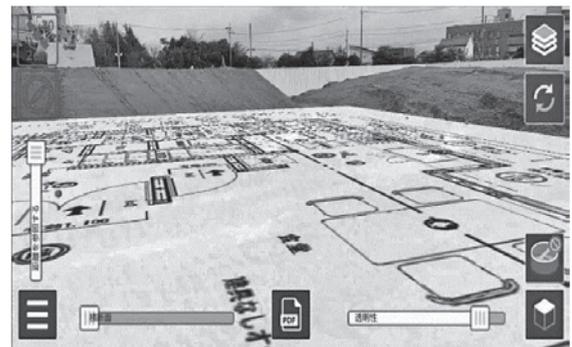


(3次元データ重畳状況)

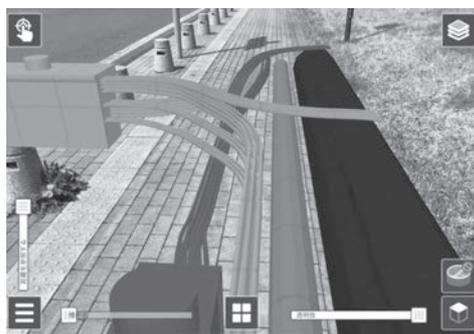
図一七 道路改良工事 ボックスカルバート新築工事の例



図一八 都市計画道路（高架橋）現場の例



図一十 PDF データ活用状況の例



(データ全形表示)



(地盤掘削表示)

図一九 地下埋設（電線共同溝）現場の例

構造物や現地形との位置確認など工事の要点に対する活用の他に、近隣説明など工事図面を見慣れていない一般の方にも正確な情報を伝えることが出来てスムーズな合意形成を図ることが出来る。

4. 簡易計測機能

本システムは、GNSS 受信機の位置情報を利用して、GNSS 測量用ローバー並みの測位精度における計測を実施することが可能である他に、使用する

るモニタでLiDAR機能を搭載している機種であれば、精度の高いレーザー計測を実施することが出来る。主な計測機能を下記に示す。

【単点計測・切盛高計測】単点計測は目的箇所1点に対する3次元座標計測で、切盛高計測は単点計測と3次元設計データとの比高を求めることが出来る。図一11に切盛高計測の状況を示す。

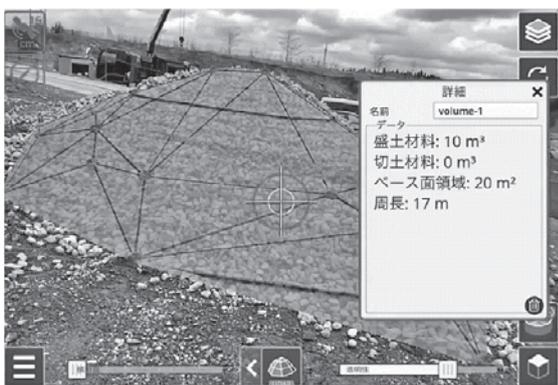
【2点間計測・連続計測】2点間計測は、単点2点間の長さ、比高、勾配を求めるもので、連続して観測することで延長が求まる。

【面積計測・体積計測】面積計測は、連続計測で包括した範囲の面積を求めるもので、体積計測は包括した立体物の体積を求めることが出来る。図一12に体積計測の状況を示す。図一12の計測の場合では、砕石材料底面部をGNSSローバー機能で計測し、立体表面はLiDAR機能で計測を行ったが、立体表面の計測にあたっては、モニタ上で計測点に対するTIN（不等三角網）形状が示されるので、実際の形状と計測した形状の差異を確認しながら、実形状に近いデータを取得することが可能である。

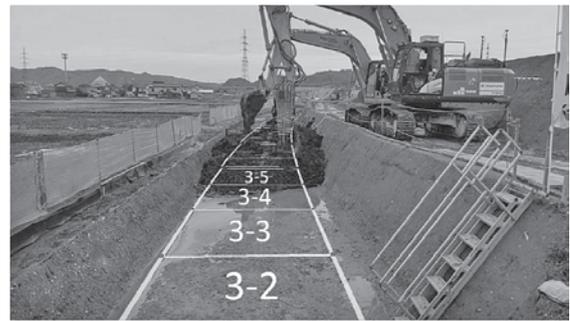
【施工箇所マーキング機能】図一13は地盤改良工事の状況を示すもので、施工が完了した範囲を個別に



図一11 切盛高計測の状況



図一12 体積計測の状況



図一13 施工位置マーキングの状況

マークすると共に番号を付している状況である。

5. 導入効果

新たなるインフラ整備では、様々な3次元モデルを取り扱うことが進められており、施工の場面に留まらずに設計や都市計画、維持管理などインフラ整備を取り巻く広い環境での活用が推奨されている。デジタル時代の建設産業では、3次元設計データを始めとする3次元モデルを搭載したデジタルツールを利用することで、作業性向上や省人化などに効果があるが、3次元モデルはデジタル機器の中に存在するため、現地での確認が容易に行えないことが欠点であり、このことは、設計情報が確認しにくいばかりではなく、共通認識にズレが生じやすくなることに加えて3次元データのミスに気が付きにくい特徴がある。

ARを活用した本システムは、GNSS位置情報による正確な3次元モデルの表示を現地で実現できる特徴があることで、データの正確性確認や工事の位置出し、施工箇所の確認、作業者間の共通認識を図るほかに、図面を見慣れていない一般の方が目視で正確なイメージを掴むことが出来るので、都市計画説明や近隣への工事説明に大きな効果がある。

また、建設業界への新規参入者に対しては、デジタルツールを多くの場面で繋いだシステムが中心となって、ICTを効果的に活用した仕事を確立することが、新世代に対する仕事の魅力向上につながり、これからの業務遂行には不可欠であると考えられる。

6. おわりに

とある機関にTrimble SiteVisionを紹介した際に、「便利になるという意味では十分な装置であるが、これによって作業の効率化、残業が不要になる効果は低く、2024年問題には寄与しないと思う。」という意見を頂いたが、位置出しや施工箇所の検出として活用す

るだけでも、作業時間短縮と人員削減に大きな効果が得られ、また、3次元データを現場に投影して直接的に確認することでミス未然に防止することは、確実な作業工程の実現に繋がり2024年問題の対応への一隅になると考える。課題解決に向けた直接的な技術を確実に遂行するには、裏方の技術が重要であるという事を改めて感じる。

建設施工現場の仕事は大きく変わり始めている。ICT活用工事の推進では、従来の常識にICTを場面ごとに適用してきたが、次の時代はICTを中心とした仕事の連携、手間作業のデジタル化に向けた展開を推進し、建設業に係る仕事の新たな魅力を生み出す

ことが重要と考える。

今般、本原稿を執筆するにあたり、実際の現場の声を参考にさせて頂きました。日頃より私共を支えて頂いている皆様に敬意を表します。

JCMA

【筆者紹介】

鈴木 勇治 (すずき ゆうじ)
サイテックジャパン(株)
ICT推進企画室 室長

