

ARを活用した施工管理について

村田 肇・宮澤 哲也

関東地方整備局 北首都国道事務所 杉戸国道出張所 (〒345-0036 埼玉県北葛飾郡杉戸町杉戸2375-1)

建設業界が抱える問題の一つとして、少子高齢化の影響を受け労働者人口の減少による人手不足の問題がある。人手不足の対策として労働環境の改善、省人化、労働生産性の向上等があり、国土交通省においては様々な施策を実施しているところである。

国土交通省の施策の一つi-Construction2.0の取組みとして建設現場のオートメーション化を進め、生産性向上を目指している。今回生産性向上のひとつ、新技術を活用した事例として北首都国道事務所での事業、圏央道で行ったAR技術を活用した盛土での施工管理について提示する。

キーワード DX, i-Construction, ICT, AR

1. はじめに

国土交通省では2007年に「国土交通省分野イノベーション推進大綱」においてICT（情報通信技術）を利用した国土交通分野のイノベーションについて将来像と今後の戦略を示し課題の解決をとりまとめた。

建設現場においては、生産性向上の取組として、2016年度より、ICT施工をはじめとする「i-Construction」の取組を進め、測量・設計、施工、維持管理に至る全てのプロセスにおいてICTを導入し生産性2割向上を目指す取り組みを推進した。i-Construction取組み以降、3次元データ、ICT建設機械の活用が一般化し、BIM・CIMへの原則化など、データやデジタル技術を活用する体制が整っている状況となり、さらなるi-Constructionの取組を加速し、生産性を高め、抜本的な省人化対策を進める時である。

国土交通省の新たな生産性向上（省人化）の取組として「i-Construction2.0」を2024年度にとりまとめ、「施工のオートメーション化」、「データ連携のオートメーション化」、「施工管理のオートメーション化」を3本の柱とし、少人数で安全に、快適な環境で働く生産性の高い現場を目指し、建設現場のオートメーション化に取り組み省人化3割（生産性1.5倍）を目指すとした。

- 2016年から建設現場の生産性を2025年度までに2割向上を目指し、建設生産プロセス全体の抜本的な生産性向上に取り組むi-Constructionを推進。
- ICT施工による作業時間の短縮効果をメルクマールとした、直轄事業における生産性向上比率（対2015年度比）は21%となっている。
- 一方で、人口減少下において、将来にわたって持続的にインフラ整備・維持管理を実施するためには、i-Constructionの取組を更に加速し、これまでの「ICT等の活用」から「自動化」にいくことが必要。
- 今回、2040年度までに少なくとも省人化3割、すなわち1.5倍の生産性向上を目指す国土交通省の取組を「i-Construction 2.0」としてとりまとめ公表。
- 建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値を向上し、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続ける。

図－1¹⁾

●i-Construction 2.0の目的や考え方

i-Constructionの目的や考え方	i-Construction 2.0の目的や考え方
・生産性向上施策	・省人化対策
・産学官が連携して生産性を高める	・人口減少下における持続的なインフラ整備・管理（国民にサービスを提供し続けるための取組）
・ICT活用、プレキャスト、平準化をトップランナーとして実施	・自動化（オートメーション化）にステージを上げる

図－2¹⁾

2. 従来の施工とICT施工との比較

(1) 従来施工

従来の施工管理は、図面などの資料から計画高、境界等の必要となる情報を読み取り現地測量を行い、計画を立て、読み取った情報を基に各測点へ丁張設置を行う。丁張設置は、施工の基準となる測点や高さ、境界位置など測量機器（レベル、トランシット、セオドライト等）を使用し距離測定、角測定、高低差測定を行い、現場の基準となる情報を丁張へ反映する。丁張は、設置人員が必要であり、規模によっては数日の期間を要する事となる。また日々丁張に異常がないか管理が必要となる。



図－3²⁾

施工は丁張を基準とした作業となり、重機作業はオペレータによる目視や感覚による作業が主となる。オペレ

ータの熟練度によって作業時間及び出来形・品質に与える影響が高く、作業途中の出来形、品質について確認を行う必要がある。また写真管理基準により施工中の作業状況、出来形写真などの撮影を行う。

施工完了後は丁張を基準とした出来形管理測定や品質管理など規格を満たしている事の確認を行い、規模によっては膨大な出来形管理図、品質確認の資料を作成。検査では、作成した資料の出来形数値の確認と、現地にて実測確認を行う。以上が従来での施工管理となる。

(2) ICT施工

ICT施工（情報化施工）では、3次元起工測量をドローン・レーザースキャナなどの測量機械を使用し、少人数・短時間での測量を効率的に3次元データにて取得、3次元ソフトウェアなどを使用し、3Dとなる設計図及びICT建設機械に読み込ませるデータを作成し、作成データをICT建設機械に読み込ませ、読込んだデータ確認を行い施工開始する。



図-4 2)

施工においては、ICT建設機械では、インプットしたデータによりマシンガイダンスやマシンコントロールなどGNSS・TSの技術を用いて、操作の補助や建設機械の一部を自動制御するなどの機能により、丁張を必要とせず、効率や精度を上げた施工を可能とした。

施工完了後、3次元測量を行いヒートマップ（面的な計測結果）の作成、ICT建設機械からは施工履歴データをアウトプットし出来形管理資料を作成提出。検査での出来形確認は、ヒートマップでの面的な確認をし、現地にて実測確認を行っている。

(3) 従来施工とICT施工の比較

従来施工では丁張を基準とした施工管理が主となり、対するICT施工では3次元測量によるデータを活用した施工管理となる。

ICT施工では丁張の設置が必要なく、短時間での測量が可能であり、少人数で測量が可能、複雑な地形においても3次元測量が可能であり、測量の省人化となる。

施工においては、従来は常に丁張からの管理確認が必要であり、重機のオペレータによる熟練度が現場への出来形、品質に作用する事に対し、ICT施工ではマシンガイダンス、マシンコントロール等ICT建設機械の使

用により丁張が必要なく、精度よく施工が可能であり、補助作業員及び施工日数が削減できる。

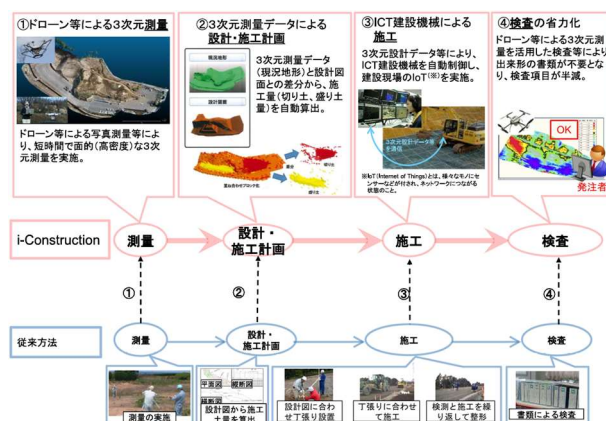


図-5 3)

出来形測定では、従来は各測点の出来形測定を数人で現場により膨大な資料を作成、ICT施工では3次元測量及びICT建設機械からの施工履歴データを活用し出来形管理資料をソフトウェアにて作成。

従来は各測点の数値を規格値と対比し確認、ICT施工では、ヒートマップで面的な確認を視覚的に確認し、個々の測定項目が規格値内である事の確認となる。

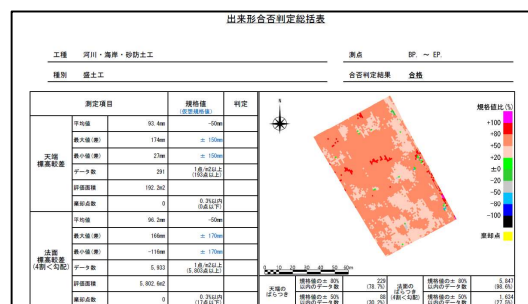


図-6 4)

3. ARを活用したEPS施工の施工管理

(1) EPSの足場への活用

R5圏央道高須賀地区改良その4工事にて、EPS軽量盛土の施工時における仮設足場の設置についてARを利用し計画段階での現場検証を行った。



図-7 4)

この事前検証ではARを活用する事により、足場の設置計画が現地にて合致するか確認を行う事で、既存側溝構造物などの影響、設置後の導線、不足資材や危険箇所などが確認でき、事前準備及び周知する事により、円滑な工程管理と安全管理に活用する事が出来た。

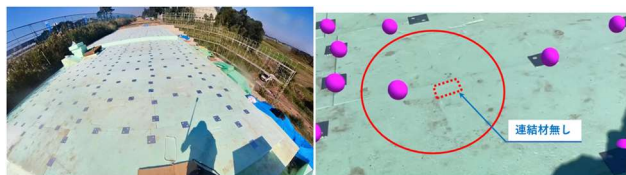
(2) EPS材の連結金具の確認への活用

軽量盛土のEPS材設置において、連結金具の設置忘れの確認にARを活用。

EPSの連結金具は1ブロックにつき8個設置となり、EPS盛土では膨大な数となる。確実な連結金具の設置を行う為、ARを活用し設置完了の確認を行った。

タブレットにて設置箇所がマーキング表示され、未設置箇所を容易に判別する事が出来た。

現地でのARを活用した確認は、その場での設置状況確認及び修正指示が可能であり施工漏れを防ぐこともでき、効果的であると考えられる。



図－8⁴⁾

4. 盛土のICT施工におけるARを活用した出来形管理

R5圏央道高須賀地区改良その4工事にて盛土のICT施工における出来形管理への活用の試行を行った

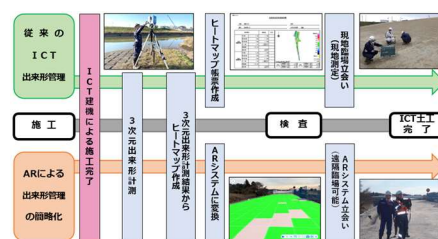
(1) ARを利用した臨場検査について

ICT施工により作成したヒートマップ情報を専用のソフトウェアを使用しARに変換を行い、現地にてタブレット上に写し出された現場の映像へ、ARに変換したヒートマップが投影される。

臨場検査では、タブレットを通し現場の状況に対するヒートマップの分布がよりわかりやすく、確認ポイントの特定も容易であった。

移動を伴う確認であっても、タブレット内のヒートマップは、移動した画面に合わせたマップ投影となり、目視による仕上がりとはARヒートマップの出来形確認が同時に行う事ができ有効であった。

ARのヒートマップは検査確認における位置特定などの時間がかからず、リアルタイムで出来形が確認でき効果的であった。



図－9⁴⁾

(2) ARを利用した遠隔確認について

遠隔臨場では、タブレットに映し出された状況を、後方から別のカメラにて撮影する方法で行った。

投影されたヒートマップ状況は遠隔においても問題なく確認ができ、撮影現場の移動を伴う確認についても問題なく確認できた。



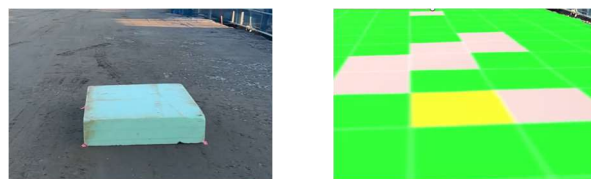
図－10⁴⁾

(3) ARのヒートマップの検証と比較

a) 検証について

ARのヒートマップ確認では、帳票のヒートマップとの比較確認を行う為、棄却点を設け検証を行った。

比較確認として、1.0m×1.0mの棄却点を作り、レーザースキャナー測定データ、ヒートマップ測定データ、帳票とARの位置確認について検証を行った。



図－11⁴⁾

棄却点は図－11のようにタブレットに投影され、棄却点の位置はタブレットを通し容易に特定ができた。

検証は、ARの棄却点となる位置をTSにて測量し、帳票のヒートマップのデータと比較を行い、ARのヒートマップの有効性について確認ができた。

b) 比較について

帳票でのヒートマップでは、確認したい箇所の特定に、TS測量などが必要となり時間を要していたが、タブレット上に投影されたARのヒートマップでは、位置特定

が容易である。位置特定が容易である利点から、現地確認作業や、修正施工時のオペレータへの修正指示が容易であり、帳票のヒートマップより現地確認においては有効である。

位置特定作業の時間を要せず確認ができるARのヒートマップを活用した手法は、検査や確認では時間が短縮でき非常に効果的であり、現場状況の影響などによる分布状況が分かり有効であった。

5. まとめ

施工管理にARを活用したところ、足場の設置確認、EPS盛土の連結金具確認について、計画段階確認や施工後の確認など、ARを活用する事により現地確認がわかりやすい。施工者の使用方法によって、施工管理上では効率的に活用でき有効となるツールである。

検査においては、ICT施工における出来形管理を行うヒートマップのARの活用は確認したいポイントが容易にわかりやすく、出来形位置特定における計測が省略でき効率化を図る事ができ効果的であると考ええる。

タブレット画面を通して確認を行っているので、現場の仕上がりと共に出来形の状況がわかりやすい。

課題点としては、タブレットで行った確認・結果について、記録の残し方が検討事項である。

遠隔臨場の課題点は、タブレットに写し出されている映像が現在では直接共有できないところであるが、技術的には不可能ではない事から近い将来解決できると考える。

今回ARを活用したヒートマップの検査は、新しい検査の手法の一つとして参考となると考えます。

6. おわりに

国土交通省ではi-Construction2.0を策定し、省人化・効率化を行い、生産性向上を目指している。

施工においては、従来の丁張での施工からデジタル技術を活用したICT施工を推進し、施工の生産性の向上に取り組んだ事により、ICT施工を目覚ましく発展させた。

今回試行致しました、ARを活用した検査手法は、検査の効率化を進める技術の一端であり、建設現場のデジタル技術の活用を持続化することにより、次世代の監督・検査の技術として発展すると考えます。

ICT施工をとりまくデジタル技術は日進月歩している。その歩みを止める事なく、今後も推進していただきたいと考えます。

謝辞：金杉建設(株)及び現場技術員の皆さま方にはご協力いただき感謝いたします。また、ご指導いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省：i-Construction2.0
～建設現場のオートメーション化～
- 2) 国土交通省：情報化施工推進会議
「情報化施工推進戦略」に関する最近の動向
- 3) 国土交通省：ICT導入協議会
維持管理でのICT導入の現状と課題
- 4) 金杉建設(株)：ヒートマップのAR化について