

デジタル技術の活用による 建設業の多様な発展性について

塩田 寛乃¹

¹奈良県 幹線街路整備事務所 建設課 (〒630-8113奈良県奈良市法蓮町757)

建設業は、従来の3K（きつい・危険・きたない）のイメージに加え、国内の高齢化等に伴う従事者の減少に直面している。この労働力不足などの問題の解決に向け、国土交通省では、生産性の向上や魅力ある建設現場を目指す取り組みとしてi-Construction¹⁾を促進しており、奈良県県土マネジメント部においても、土木工事にICTの活用を推進している。

本稿では、実際に発注した工事で活用したICTやデジタル技術の妥当性や効果を検証するとともに、計画・設計・施工・維持管理の各段階におけるICTおよびデジタル技術の活用による今後の建設業の発展性について考察する。

キーワード ICT, デジタル技術, DX

1. 事業概要

2011年（平成23年）9月台風12号の豪雨による紀伊半島大水害において、五條市大塔町清水地内の一般県道高野辻堂線が対岸で発生した大規模な土砂崩壊により被災した。県道上に膨大な堆積土砂を残したまま、応急対策として同年に車両の通行を確保したが、その後の本復旧は協議に時間を要したため、2021年ようやく第1期工事に着手した。現在は昨年度の第2期工事に引き続き第3期工事を施工しているところである（図-1、写真-1）。

本稿のモデルとなる第1期工事（以下、「本工事」という）の概要は、工事延長L=434m、掘削工V=10,600m³、残土処分地での路体盛土工V=9,500m³で、残存している堆積土砂を撤去し道路復旧を行う工事である。工事の大部分を道路土工が占めることから、本工事は起工測量から納品までの各段階でICTを活用することを指定する「発注者指定型」として発注した。指定したICTの項目を表-1に示す。また、特記仕様書において、ASP方式の工事情報共有システム（以下、「ASP」という）の利用や遠隔臨場の試行も促した。



写真-1 事業箇所



図-1 事業位置図（五條市大塔町清水）

表-1 指定した ICT項目

番号	項目【内容】
①	3次元起工測量 【地上型レーザースキャナーによる起工測量】
②	3次元設計データ作成
③	ICT建設機械による施工 【3次元マシンガイダンス（ブルドーザ）】
④	3次元出来形管理等の施工管理
⑤	3次元データの納品

2. ICTの活用

本工事で活用されたICTの項目とそれぞれの効果を以下に示し、本工事の現場条件下における活用の妥当性について述べる。

(1) 起工測量及び出来形測量時

本工事では、発注者が指定した地上型レーザースキャナー（以下、「TLS」という）による起工測量（表-1①）に加え、出来形測量（表-1④）にもTLSを用いた（写真-2）。

当該箇所は丘陵型地形で見通しが良好であったことから、TLS使用時のデメリットである器械移設の回数を極力抑えることができ、また大規模な掘削作業において、官民境界など精度を要する箇所では、空中写真測量に比べ測量精度が優位となるTLSによる測量を選択した妥当性が認められた。

(2) 3次元データ作成及び出来形管理時

出来形管理は、先述のTLSによる測量で得られた点群データを用いて3次元データを作成する（表-1③）ため、複数のアプリを併用した。各アプリの用途を表-2に、また作成したデータを図-2、図-3に示す。

複数のアプリの導入には多大なコストを要するが、各アプリを併用し、長所を活かすことで、必要なデータを適切かつ迅速に処理することが可能となり、より精度の高い出来形管理を実施することができた。

(3) ICT建設機械による施工

本工事の施工は、山が近接し、上空開口部が狭隘であることからGNSS³⁾を用いたICT施工が不可能なため、発注時に自動追尾型トータルステーションを用いたICT施工を想定し、ICTブルドーザ（3次元マシンガイダンス）を指定した。施工時は受注者からの提案により、ICTバックホウ（3次元マシンガイダンス）も併用することとした。

ICTブルドーザについては、施工に課題もなく、精度の高い出来形であった。

また、本現場におけるバックホウの活用効果を検証するため、受注者に協力を依頼し、50m²の法面整形作業を3種類（ICTバックホウ、2Dマシンガイダンス搭載バックホウ、ガイダンス等無搭載バックホウ：オペレーターは全て同一人物）実施し、施工性や精度について比較した。ICTバックホウが標準バックホウに比べ時間・精度ともに有効であるとともに、本工事の条件下では、2DマシンガイダンスバックホウもICTバックホウとほぼ同等の効果が得られ、有効である結果となった（表-3）。



写真-2 TLSによる測量状況

表-2 活用した3次元データ作成アプリ

活用したアプリ	用途
TREND-POINT	TLSで得られた3次元点群データの処理
TREND-ONE	2次元データ（平面図や横断図）の3次元化
TREND-CORE	構造物等の3次元モデルの作成
SiTECH 3D	上記作成データをICT施工現場端末アプリ（快速ナビ）への入力

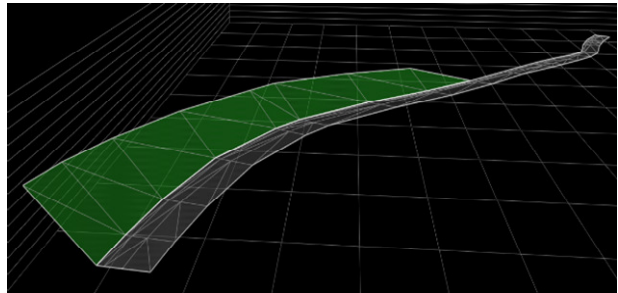


図-2 作成した3次元データ

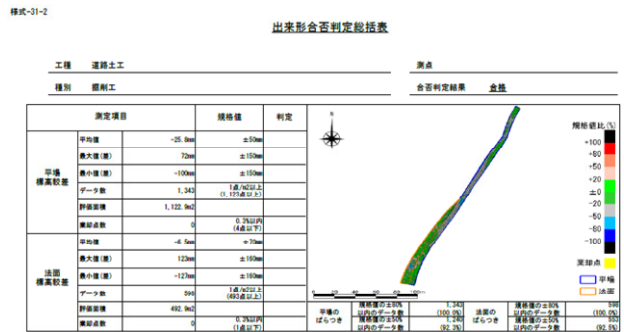


図-3 出来形帳票（ヒートマップ）

表-3 施工性や精度の比較

使用機器	規格	整形時間 (分)	丁張の有無	精度 (mm) (計画との誤差)
ICTバックホウ	0.8m3級	20	無	13
2DMGバックホウ	0.8m3級	20	頂部のみ必要	15
標準バックホウ	0.8m3級	25	必要	22

3. デジタル技術の活用

受注者の提案によりICTの他にデジタル技術の活用も行われた。そのうち代表的事例とその効果を以下に示す。

(1) ASPの活用

本工事では、ASPの活用により受発注者間の情報共有を行った(図-4)。受注者からの資料の確認や発注者からの指示等をシームレスに行うことができ、さらに未確認などの人為的ミスを防止できたことから、作業性向上の効果が認められた。

(2) デジタルサイネージを用いた第三者揭示

本工事は複数の隣接工事との工程調整が必要であったため、関係者が通行する場所にデジタルサイネージを設置することで、工事の進捗や施工状況等の様々な情報を発信し周知した。従来の回覧板配布に比べ円滑な情報共有を効率よく行うことができ、効果的な取組であったと考えられる(写真-3)。

(3) VR・MRを用いた安全教育の実施

作業員の安全教育において、本工事では、VR⁴⁾(Virtual Reality)を用いた体験教育が実施された。作成した3次元データの活用による仮想空間内現場で現実的にリスクを想定できることから、安全意識の向上に繋がる効果があった(写真-4)。しかし、視野が確保できないことから船酔いのような感覚をもつ作業員もいたことから、その課題を解決するため、第2期工事以降ではMR⁵⁾(Mixed Reality)の導入も行っている(写真-5)。



写真-4 VRによる安全教育(上:実施状況,下:画面イメージ)



図-4 ASPによる情報共有状況



写真-5 MRによる安全教育(上:実施状況,下:スクリーンショット)



写真-3 デジタルサイネージ

4. 活用した技術の効果から導き出される発展性

上記で活用されたICTやデジタル技術の効果や妥当性を検証した結果、工程短縮や作業効率の向上などの効果はあるものの、多大な導入コストが必要などのデメリットがあることや、工事条件によってはICT建設機械の活用以外にもICTと同等の効果をえられる項目があることがわかった。その結果を踏まえ、発注者として、計画・設計・施工・維持管理の各段階において、どのようにICTやデジタル技術を活用すべきか、また、ICTおよびデジタル技術活用による今後の建設業の発展性を以下のとおり考察する。

施工段階において、さらに広くICTおよびデジタル技術を推進するには、受注者の負担を減らし、ICTへのネガティブなイメージを払拭できるよう、計画段階において、現場条件を理解し、ICT活用の可否を十分に検討する必要がある。ICT活用が困難な場合であっても、ASPや本工事では電波の都合上実施できなかった遠隔臨場のように書類のデジタル化や就業時間の抑制という省力化効果があり比較的安価な技術については、引き続き積極的に推進すべきである。

さらに、施工段階においてスムーズに工程を進めるためには、工事発注段階での施工計画と受注者による現地照査に基づく施工計画の乖離をできるだけ少なくする必要があるが、計画段階においてICTやデジタル技術を活用することで、正確に現場条件を把握し、より適切な施工計画を立案することにより、効率のよい施工につなげることができる。このことから、計画段階における効果的なICTやデジタル技術の活用の推進も必要であると考える。

また、計画から維持管理まで3次元データを活用し管理する方法(BIM/CIM[®])も推進されているが、地形の変化等の度に3次元測量を実施する必要がある場所については、測量やデータ整理に係るコストや作業時間が増加するデメリットが大きく不向きであるなど、適用する箇所を考慮する必要がある。

以上のように、発注者としては、全ての工事でICTを活用するのではなく、ICTが不向きな現場では他の手法の検討も行うなど、現場条件を正確に把握し、各段階において積極的かつ効果的なICTやデジタル技術の活用を推進する必要がある。それにより受発注者ともに効率的に時間を創出し、さらに継続することで、ワークライフバランスの確保による働き方改革や建設業のイメージアップが期待でき、若手就業者の増加など、建設業の発展に繋がると考えている。

5. まとめ

本稿において、ICTやデジタル技術の活用の妥当性および効果が検証された。近年は、i-Constructionに加え、DX[®]が提唱されている。奈良県においても、ICTやデジタル技術の適切な活用を推進することで、建設現場における合理性の確立や生産性の向上、延いては働き方改革など建設業の発展につなげたいところである。本稿が、今後デジタル技術の活用により発展を目指す技術者の皆様にとって有益なものとなることを願う。

※本稿は、前所属である奈良県五條土木事務所工務第二課における業務に基づくものである。

謝辞：最後に、本稿のモデルとなった工事関係者の皆様、また本稿作成にあたりご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝を申し上げます。

付録

- 1) i-construction：国土交通省が掲げる生産性革命プロジェクトの一つで、ICTの全面的な活用等の施策を建設現場に導入することにより、建設生産システム全体の生産性向上や魅力ある建設現場を目指す取組。
- 2) TREND-POINT, TREND-ONE, TREND-CORE：福井コンピュータ(株)製システム, SiTECH 3D：(株)建設システム製システム
- 3) GNSS：Global Navigation Satellite System (全球測位衛星システム) の略。
- 4) VR：Virtual Reality (仮想現実) の略。
- 5) MR：Mixed Reality (複合現実) の略。
- 6) BIM/CIM：Building / Construction Information Modeling/Managementの略。計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図ることを目的としたもの。
- 7) DX：Digital Transformationの略。国土交通省は、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進すると共に、安全・安心で豊かな生活を実現すべく、取組を推進している。