

ICT およびデジタル技術の活用による建設業の発展性

五條土木事務所 工務第二課 塩田 寛乃

1. はじめに

建設業は3K（きつい・汚い・危険）のイメージに加え、他の産業に比べ給与水準が高くないことから、建設業就業者はピーク時の平成9年度と比較すると令和3年度末時点で約28%減少している¹⁾。さらに、現在の国内における人口減少も相まって、労働力を全産業で奪い合っている状況であり、若手就業者の建設業離れは加速する一方となっている。

これら労働力不足などの問題の解決に向け、国土交通省では、様々なICT技術を導入することで生産性の向上を図り、魅力ある建設現場とする取組としてi-Constructionを推進しており、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。また、工事の生産性を向上させ、建設業をより魅力的なものに発展させるためには、デジタル技術の活用も不可欠である。

そこで本稿では、実際に発注した工事で活用したICTやデジタル技術の効果や妥当性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生産性の向上など今後の建設業の発展性について考察する。

2. 事業概要

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、令和3年度ようやく第1期工事に着手し、今年度は引き続き第2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。



図-1 事業位置図（五條市大塔町清水）



写真-1 事業箇所

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

3. 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た上で、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。

3.1 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）。



写真-2 TLSによる測量状況

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。

3.2 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。

表-2 活用した3次元データ作成アプリ²⁾

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

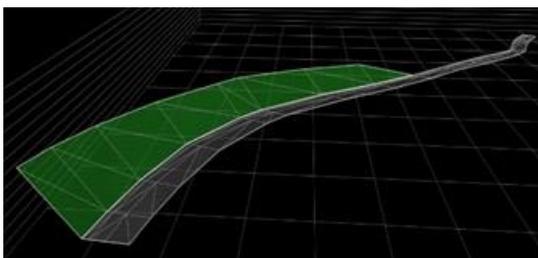


図-2 作成した3次元データ

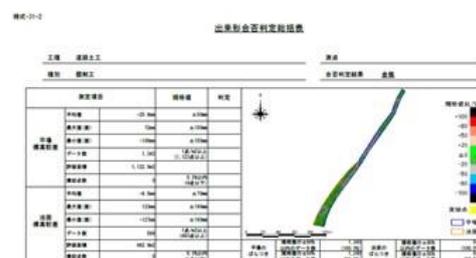


図-3 出来形帳票（ヒートマップ）

3.3 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を得られ、有効である結果となった (表-3)。

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	0.8m ³ 級	20	無	13
2DMGバックホウ	0.8m ³ 級	20	頂部のみ必要	15
標準バックホウ	0.8m ³ 級	25	必要	22

4. デジタル技術の活用

また、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表-4 に示す。

特に、デジタルサイネージを用いた第三者掲示 (表-4②) については、本工事が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し、工事の進捗や施工状況等の様々な情報を発信し周知することで、円滑な情報共有が可能となり、効果的な取組であったと考えている (写真-3)。

また、VR⁴⁾ を用いた安全教育 (表-4③) については、作業員が現実的にリスクを想定できることで、安全意識の向上に繋がる効果はあるものの、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 (写真-4)。その課題を解決するため、今後は MR⁵⁾ (Mixed Reality) の導入も必要であると考えている。

表-4 本工事で活用したデジタル技術

番号	内容	主な効果
①	ASPの活用	受注者と発注者間での情報共有の省力化
②	デジタルサイネージを用いた第三者掲示	工事情報周知の効率化
③	VR(Virtual Reality)を用いた安全教育	作成した3次元データの活用による仮想空間内現場での現実的なリスク想定

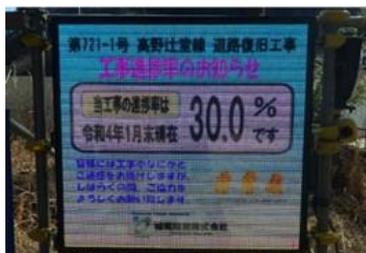


写真-3 デジタルサイネージ



写真-4 VRによる安全教育 (左: 実施状況、右: 画面イメージ)

5. 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 と同等の効果を得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 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な省力化効果があり比較的安価な技術については、積極的に推進すべきである。

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/CIM⁶⁾) 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は不向きであるなど、適用する箇所を考慮する必要がある。

発注者として、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、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、効果的な ICT やデジタル技術の活用を継続することで、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。

6. おわりに

近年、i-Construction に加え、DX⁷⁾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につなげたいところである。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とともに、今後の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本稿が有益なものとなることを願う。

¹⁾国土交通省「建設業の働き方改革の現状と課題」令和 3 年 11 月

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。