

令和2年度 i-Construction 大賞
 工事・業務部門 国土交通大臣賞 受賞
**国道439号社会資本整備総合交付金工事
 におけるICTの積極活用
 (中山間地域での小規模土工への活用)**

有限会社高橋建設 取締役 たかはし のぶゆき
高橋 伸幸

1. はじめに

有限会社高橋建設は、高知県高岡郡津野町にある昭和28年に設立、従業員10名（うち有資格技術者4名）、年間完工高2億円程度の中山間地域における典型的な中小建設業者です。

近年は、従業員の確保、作業員の高齢化が深刻な課題となっており、作業員の安全確保や省力化の観点から平成29年に関連ソフトを購入し、ICTを積極的に活用してきました。

同年には、高知県発注初のICT活用工事（施工者希望型）を行い、その後、対象工事に関係なく全ての受注工事でICTを活用し、自社での内製化、ノウハウの蓄積を行ってきました。

この度、これまでの経験を生かし、令和2年度i-Construction大賞（国土交通大臣賞）を受賞しました。

対象工事となった国道439号社会資本整備総合交付金工事では、当社として初めてICTを小規模土工（作業土工）に適用したので、その有効性や課題の一端を紹介します。

2. 工事概要

(1) 工事内容

国道439号は、四国山地に沿って中山間地域を東西に縦貫する道路で、総延長は346.8km（うち高知県は196.6km）。四国の道路では最長の路線である。また、四国きっての酷道^{こくどう}として知られ、高知県管内での改良率は66.0%（令和2年4月1日現在）である。本工事は、対面通行不可区間の延長60.9mの路側を拡幅する工事であった（図-1）。

施工場所は、四国カルストの麓に位置し、冬季には積雪も多く工事の中断が余儀なくされるが、「週休2日制モデル工事」にも指定され、実質的な工期短縮が必要であった。



図-1 国道439号の位置

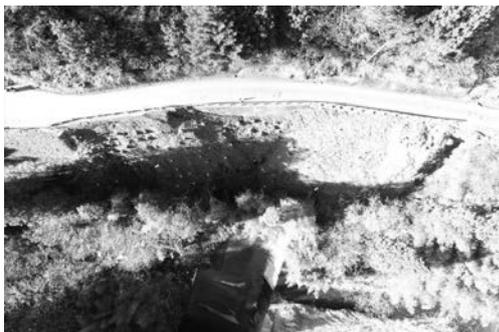


写真-1 工事施工箇所

土工（掘削）作業は、法勾配5分と急峻で掘削幅も狭く、測量業務および重機作業での安全対策が求められた。大型ブロック積の床掘は、岩盤が複雑に変化する地形形状から、大型ブロックの配置を考慮した手戻りのない精密な掘削作業が求められた（写真-1）。

(2) 工事概要

- ・発注機関：高知県
- ・工事番号：道交国（改築）第109-005-8号
- ・工事名：国道439号社会資本整備総合交付金工事
- ・工期：平成30年11月30日～令和元年8月5日
- ・工事数量：道路改良延長 L = 60.9 m
 - 土工（掘削） V = 870 m³
 - 大型ブロック積 A = 408 m²
 - 仮設法面工 A = 337 m²
 - 暗渠排水工 L = 37.5 m

(3) ICT 活用の経緯

建設業界では、就業者の減少、技術者の高齢化が進み、将来的な担い手不足や技術継承が課題となっている。国土交通省は一つの対策として、i-ConstructionによるICT技術の活用により生産性の向上を進めている。当社では、従業員の減少により少人数で生産性を確保するため、従来の施工方法からICT建設機械、3次元データを活用する施工方法に転換する時期となっていた。

中小規模の会社であり、3次元測量・設計データの作成を1人で行うこととなったが、ドローンやレーザースキャナーを用いた3次元測量による起工測量、丁張設置作業の削減により、書類作成

等の作業時間に余裕ができた。3次元設計データも、ソフトウェアの発展により作成時間が短縮され、作成方法によって現場作業で活用することで作業効率の向上となった。

ICT建機を使用した掘削作業では、3次元設計データをもとに、機械特性である設計データ面でバケット先端が止まる半自動制御によるマシンコントロールおよび掘削位置・高さが表示されるマシンガイダンス機により、熟練したオペレーターに近い作業が行えるようになり、経験の浅いオペレーターでも掘削作業が行えるようになった。

本工事はICT対象工事外であったが、経験とノウハウを生かし、山間地での小規模土工でどこまで対応できるか、「挑戦」の思いでICTを活用することとした。

3. 取り組みと効果

(1) 取り組み（測量・設計）

急峻で施工ヤードが狭く、岩盤の形状により路側擁壁基礎の設計形状変更に対応する必要があるため、複雑な床掘形状となることを想定した。過去の経験から、今回のような小規模で複雑な床掘作業は、土量に対して時間と労力がかかり作業効率が悪いが、床掘作業へのICT活用により生産性を向上できるのではないかと考えた。当時は床掘作業はICT活用工事の対象ではなかったが、自主的に取り組むことを選択した。

現道（国道）沿いの急斜面での危険性の高い起工測量・丁張設置および監督職員による現地の段階確認を回避し、管理測点間の地形および岩盤位置の変化による擁壁の根入れ不足、修正設計に対するための手戻りを避けるため、作業前に監督職員と3次元測量・3次元設計データによる確認・協議を行った。

ICT活用に伴い、ドローンやソフトウェアを購入するなど初期投資は必要だが、平成29年度よりICT活用に取り組み（対象工事外でも活用）経験とノウハウを蓄積し、3次元測量・3次元設

計データの作成は外注することなく、内製化により全て自社で行った（内製化による ICT の普及使用。図-2～4）。

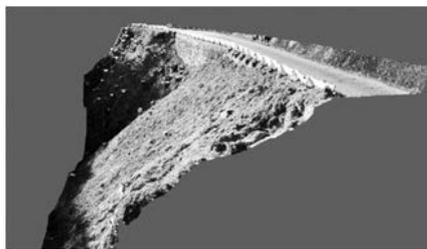


図-2 現地 3次元データの作成

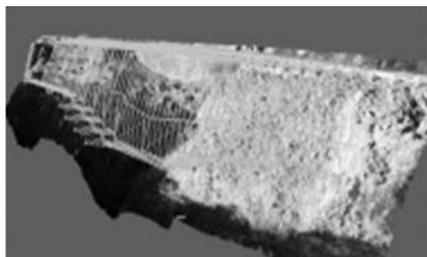


図-3 現地 3次元設計データの作成①



図-4 現地 3次元設計データの作成②

(2) 効果

起工測量・丁張設置に要した期間は、従来の作業日数を 12 日から 7 日に削減し、5 日短縮となった。事前に現地形の 3 次元測量・3 次元設計データを重ね、完成イメージを共有しながら受発注者間の設計変更協議を実施することにより、協議後の手戻りがなくなった。また、危険箇所での作業が減少し、起工測量・丁張設置・段階確認時の安全性の向上にもつながった。

3 次元測量・3 次元設計データの作成の内製化により早期に設計変更に対応でき、ノウハウの蓄積と現場作業の効率化により初期投資の償却を両立した。

(3) 現場施工での ICT 活用

路側の大型ブロック積工の設置位置は、複雑に

変化する岩盤地形であったため、掘削幅が狭く同断形状となり、掘削重機の再進入が不可能であった。また、常に測量作業が必要になるため、3 次元施工データとマシンガイダンス (MG) バックホウによる掘削幅と高さ確認を行うことを検討した (図-5)。しかし、施工ヤードが狭く掘削に使用する 0.13 m³ クラスのミニバックホウでの ICT 施工事例がないため、重機メーカーと協議、解決策を提案し、日立建機日本株式会社と連携しサポートを受け、アンテナ位置や重機のスイング機能の固定など多くの課題を改善し、ミニバックホウ 3DMG を導入した施工を行うことができた (写真-2)。

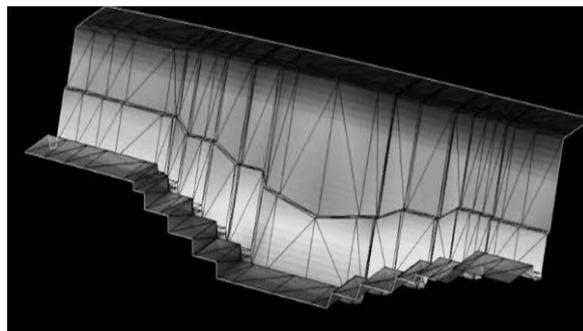


図-5 3次元データによる掘削幅、高さ確認



写真-2 ミニバックホウへのアンテナ取付

複雑に変化する地形であったが、ICT 建機の活用により測量業務を削減し稼働時間の増加となり、また岩盤掘削では ICT 建機で位置・高さを測定しながら、従来機のブレーカとの並行作業を行い、作業の効率化を図った (写真-3, 4)。

従来の作業日数を 30 日から 22 日に削減し、8 日短縮となったことで、重機による床掘に伴う掘り残し部分の人力作業がなくなり、22 人役の削減となった。

山間地での ICT 活用の課題である ICT 建機の



写真-3 ICT 建機による掘削作業



写真-4 ICT 建機と従来建機の併用

稼働に必要な GNSS の受信ができない時間帯があり、その際はマーキングおよび3次元施工データを活用し、自動追尾式トータルステーション (TS) を利用することにより対応した。

作業土工への ICT 活用は受発注者共に初めての試みであったため、床掘完了時に監督職員と協議し、構造物位置に丁張を設置し、従来手法での床掘確認を行った。しかし、今後は3次元設計データを活用し自動追尾式 TS を使用することで、測量および丁張の設置作業は削減できることを相互に確認した。山間地での床掘作業における ICT 施工を行い、生産性向上と安全性向上の有効性を確認できた。

4. 山間地での ICT の活用の有効性と課題

平成 29 年度に関連ソフトウェアを購入し、全ての受注工事で3次元設計データを自社で作成し、ICT を活用してきた。全ての工事で ICT が良かった訳ではないが、施工方法にあった3次元設計データを作成することで、より活用の幅が広がった。本工事においても今までの経験をもとに

「挑戦」の思いで取り組んだ結果、改めて ICT 施工の良さを実感することとなった。

ICT 建機の使用により経験が少ないオペレーターでも掘削作業ができるようになるが、本工事のような急峻で作業ヤードの狭い場所では、搬出土の移動方法等が重要になり、熟練のオペレーターの経験と技術が必要になる。また、小規模土工への活用により、ICT 建機の使用の幅が広がる一方、経験の浅いオペレーターの技術の向上が課題となる。

山間地では、GNSS の受信状態により ICT 建機の使用が制限されるが、現在は自動追尾式 TS を活用し、タブレットにて現地形の把握、構造物位置の確認等を行うことで対応している。また、床掘完了時の確認も監督職員と協議し、丁張を設置せず自動追尾式 TS と3次元設計データを活用し、タブレットにて現地確認を行っている。ICT の活用の幅が広がることで、3次元設計データによる発注側への説明対応が必要になり、設計変更等の修正への早期対応が求められる。3次元設計データ作成においては、外注するのではなく自社で作成することが必要となってくる。

5. おわりに

今後さらに i-Construction が進展し、ICT 活用工事の幅も広がると思います。ICT の活用方法は施工場所、施工内容により違ってきますが、地域・現場に適した活用方法を検討し実施することが大切であり、ICT を施工における一つのアイテムとして活用してほしいものです。また、ICT を活用するに当たり、3次元データ作成等の難しいイメージもありますが、とりあえず3次元データに触れ、その良さを体感してもらいたいと思います。

本工事は、令和 2 年度 i-Construction 大賞において国土交通大臣賞を受賞することができました。山間部の小規模な工事への ICT の導入と、その施工過程が評価されたものと確信しています。