

i-Construction 大賞受賞事例紹介
 ～ベストプラクティスの水平展開を目指して～

山間地での小規模土工におけるICT活用

たか はし のぶ ゆき
 高橋 伸幸*

1. はじめに

当社は従業員数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ある。

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年よりICTを積極的に活用してきた。この度、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たい。

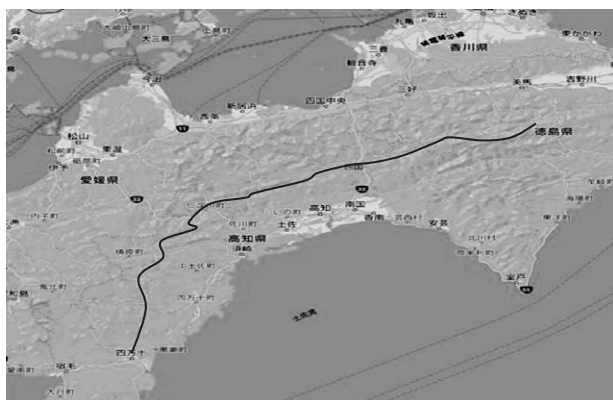


図-1 国道439号

- ・仮設法面工 $A=337\text{m}^2$
- ・暗渠排水工 $L=37.5\text{m}$

2) 施工特性

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。

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。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及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無い精密な掘削作業が求められた。



写真-1 工事施工箇所

2. 工事概要

1) 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 $L=60.9\text{m}$
 - ・土工（掘削） $V=870\text{m}^3$
 - ・大型ブロック積 $A=408\text{m}^2$

* 有限会社高橋建設 取締役

3. 複雑に変化する岩盤地形における床掘作業へのICT活用

1) ICTの取り組みと効果

(1) 取り組み

- ・急峻な地形で施工ヤードが狭く、岩盤の状況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（過去の経験から、今回のような小規模で複雑な床掘作業では、土量に対して時間と労力が掛かり作業効率が悪いが、ICT活用により生産性を向上できるのではと考えた。当時、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）。
- ・現道（国道）沿いの急斜面での危険性の高い起工測量・丁張設置及び監督職員による現地の段階確認を回避し、管理測点間の地形及び岩盤位置の変化による擁壁の根入れ不足、修正設計に対応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こと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次元測量データ及び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の普段使い）。

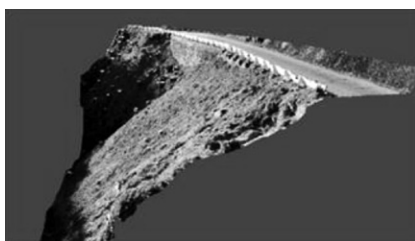


図-2 現地3次元データの作成

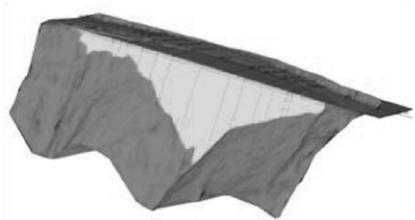


図-3 現地3次元データの作成

(2) 取り組みの効果

- ・起工測量・丁張設置に要した期間は、従来の作業日数12日⇒7日に削減し、危険箇所での作業が減少し安全性の向上にも繋がった（5日短縮）。
- ・事前に現地地形の3次元測量データと設計データを活用し完成の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事により、協議後の手戻りがなくなった。
- ・3次元測量・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。

2) 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り、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事を検討したが、施工ヤードが狭く掘削に使用する0.13㎡クラスのミニバックホウでのICT施工事例がないため、重機メーカーに解決策を提案した結果、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事ができた。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、従来機のブレイカとの並行作業を行い作業の効率化を図った。従来の作業日数30日⇒22日に削減（8日）短縮し、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った事により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及び三次元施工データを活用し自動追尾式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が、今後は3次元設計データを活用し自動追尾式トータルステーション（TS）を使用する事で、

測量及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。

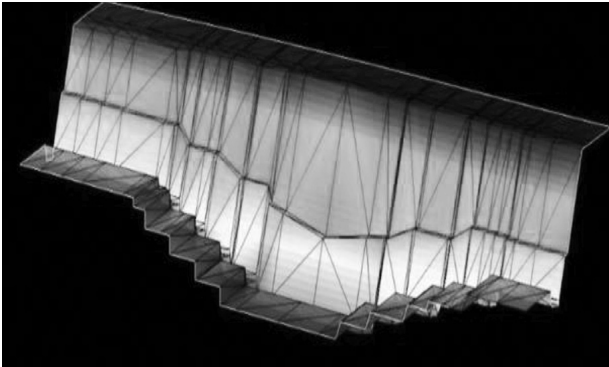


図-4 3次元データによる掘削幅、高さ確認



写真-2 ICT建機による掘削作業



写真-3 ICT建機と従来建機の併用

4. 山間地でのICTの活用と有効性と課題

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。すべての工事でICTが良かったわけではないが、施工方法にあった3次元設計

データを作成する事で、より活用の幅が広まった。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。小規模土工の活用により、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事で対応している。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事が必要となってくる。

5. おわりに

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る。

今後さらにi-Constructionが推進し、ICT活用工事の幅も広がると考える。ICTの活用方法は施工場所、施工内容により違ってくるが、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なことである。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。またICTを活用するにあたり、3次元データ作成等の難しいイメージがあるが、とりあえず3次元データにふれ、その良さを体感してもらいたいと思う。そのためにも、特に工事発注者サイドにはICT等の新しい技術には積極的な協力を期待したい。

【著者紹介】 高橋 伸幸 (たかはし のぶゆき)

昭和52年生まれ、平成14年高橋建設入社。14年～24年まで現場作業員、25年～現在 技術職。平成27年高知県知事賞受賞（道路改良工事）、平成29年ICTを導入、平成30年高知県優秀賞受賞（道路改良工事）、令和2年高知県優秀賞（道路改良工事）、令和2年icon大賞 国土交通大臣賞受賞。