

# ICT土工の取組みと効果について

大地 洋平

兵庫県 神戸県民センター 神戸土木事務所 河川課 (〒653-0055神戸市長田区浪松町3-2-5)

現在、建設現場では技能労働者の高齢化が進んでおり、建設現場の生産性の向上が喫緊の課題となっている。本県においても、今後の労働力不足に対応するため、建設現場の生産性の向上を図るi-Constructionの取組みのうちICT土工を積極的に推進している。

本稿では、ICT土工に取り組んだ工事を対象に行った効果検証結果について述べる。効果検証の結果、ICT土工を活用することで①人工の削減、②施工日数の短縮、③施工精度の向上等の効果が得られる一方、①効果的なICT活用計画の立案、②工事内で実施している3次元設計データの作成に課題があることが明らかとなった。

キーワード i-Construction, ICT土工, 効果検証

## 1. はじめに

現在、建設現場の技能労働者の高齢化が深刻な課題となっている。今後の労働力不足等に対応するため、国土交通省では建設現場の生産性向上を図る i-Construction の3つの施策として「ICT の全面的な活用」「規格の標準化」「施工時期の平準化」を推進している。

本県では、2017年(平成29年度)より i-Construction の「ICT の全面的な活用」として、土工工事の掘削や法面整形に ICT の活用を図る ICT 土工に取り組んでおり、本稿では、ICT 土工に取り組んだ工事を対象に行った効果検証結果について述べる。

## 2. ICT土工の概要

### (1) ICT土工の取組み

2016年(平成28年度)に国土交通省で建設現場の生産性向上を図るi-Constructionの施策が開始されたことを受けて、本県においてもi-Constructionの施策を積極的に推進するため、2017年(平成29年度)に「県土整備部発注工事におけるICT活用工事の試行方針」と「ICT土工の試行要領」を策定した。土工量1,000m<sup>3</sup>以上の工事を対象に県下の幅広い工事でICTの活用を検討できるよう受注者希望型(契約後に受注者からの提案によりICTを活用できる方式)と、大規模な土工工事で積極的にICTを活用させるよう発注者指定型(ICTの活用を前提に発注する方式)の2種類の発注方式を導入し、インセンティブとし

てICT土工を実施した場合に工事成績で2点の加点を行うこととした。

### (2) ICT土工の定義

本県では、UAVやTLSにより面的に起工測量し、3次元設計データ等を建設機械に取込むことで自動制御・半自動制御による施工を行い、再びUAV等により面的に出来形の検査を行う、3次元データを起工測量から検査まで一連を通して活用することで生産性の向上を図る工事をICT土工という。

## 3. ICT土工の効果と課題

ICT土工の効果を検証するため、①従来の建設機械とICT建設機械の施工精度や施工時間の比較((1)参照)を行う。また、②大規模土工や小規模土工における従来施工とICT施工の作業日数、のべ作業工数、コストについても比較((2)(3)参照)を行う。

### (1) 法面整形における施工精度と施工時間の比較

#### a) 検証条件

- ・作業内容 法面整形(切土)
- ・施工数量 約20m<sup>2</sup>(延長5m×法長4m程度)
- ・使用機械 マシンガイダンスバックホウ
- ・出来形計測機器 トータルステーション(ノンプリ)

#### b) 法面整形における施工精度の比較

従来の建設機械とICT建設機械の法面整形(約20m<sup>2</sup>)に

おける施工精度の比較を図-1に示す。従来の建設機械の標準偏差は約0.020, ICT建設機械の標準偏差は約0.017とICT建設機械による施工の方が若干ではあるが精度は良いことがわかる。一般的に施工精度は、オペレータの熟練度に左右されることが多く、熟練のオペレータほど高精度の施工が可能となる。今回の精度検証は、熟練のオペレータであったため、従来の建設機械においても高精度で施工が行えたと考えられる。

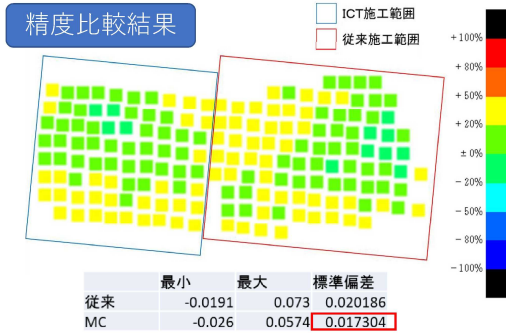


図-1 法面整形における施工精度

c) 法面整形における施工時間の比較

従来の建設機械とICT建設機械の法面整形(約20m<sup>2</sup>)における施工時間の比較を図-2に示す。従来の建設機械では34分, ICT建設機械では27分と7分短縮している。施工時間も施工精度同様、オペレータの熟練度により時間は左右される。今回は熟練オペレータであり、法面整形に要する施工時間は概ね同程度であったが、ICT建設機械の場合、丁張の設置時間や降車しての状況確認に要する時間が不要であるため、作業全体では52分短縮できた。このことから、機械施工時間以外の要因も含めると、ICT建設機械の方が施工時間を短縮することができると考えられる。

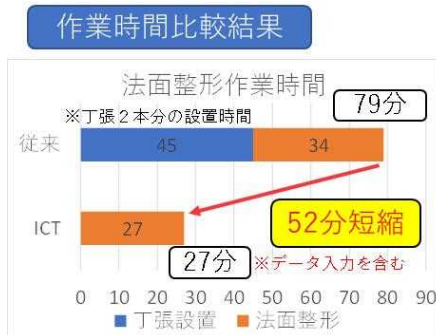


図-2 法面整形における施工時間

(2) 大規模土工における作業日数、のべ作業工数、コストの比較

a) 検証条件

- ・作業内容 法面整形(切土)
- ・施工数量 約5,000m<sup>2</sup>

- ・使用機械 測量：無人航空機(UAV)  
施工：マシンガイダンスバックホウ
- ・検証現場 図-3参照



図-3 検証現場(大規模土工)

本検証現場では、掘削(約67,000m<sup>3</sup>)と法面整形(約5,000m<sup>2</sup>)にICT建設機械を活用することが可能であったが、土砂受入先の搬出量に制限があり、掘削段階からICT建設機械を導入した場合、掘削の作業効率が上がったとしてもダンプトラックの運搬がボトルネックとなり、作業サイクル全体の効率化には繋がらない。そこで本現場では、受発注者間で協議し、掘削は通常の建設機械で施工を行い、法面整形のみにICT建設機械を活用することとした。

b) 作業日数、のべ作業工数の比較

作業日数の比較を図-4に示す。作業日数は、従来施工では63日, ICT施工で52日と11日短縮することができた。また、のべ作業工数の比較を図-5に示す。

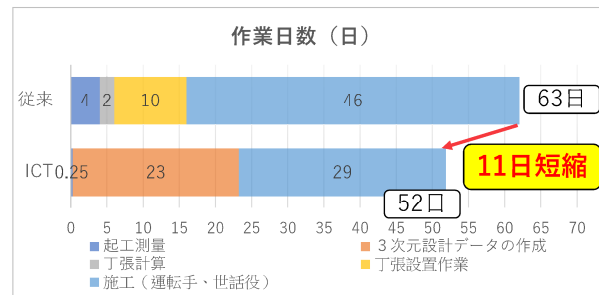


図-4 作業日数の比較(大規模土工)

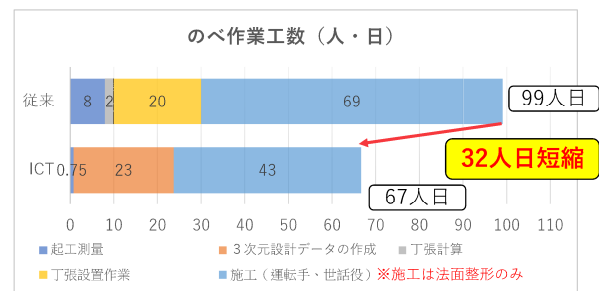


図-5 のべ作業工数の比較(大規模土工)

のべ作業工数は、従来施工では99人日、ICT施工で67人日と32人日削減することができた。ICT施工では、特に施工において作業の効率化が図れている。また、起工測量においても、従来の人力による測量と異なり、UAV等を用いることで広範囲を面的に測量でき、作業時間が大幅に短縮できている。

一方、従来の丁張計算に相当する3次元設計データの作成に大幅な時間がかかっていることがわかる。これは3次元設計データの作成を外注したことが原因と考えられ、3次元設計データの作成を自社で取り組んだ場合、回数を重ねていくと作業時間も短縮できると考えられる。また、3次元設計データは本来、発注者が提供するべきであるが、発注者側の環境整備が整っていないことから、当面の間、工事内で実施することとしている。よって、今後、3次元設計データを自社で作成する、もしくは、発注者が3次元設計データを提供するようになれば、更なる生産性の向上が期待できる。

c) コストの比較

コストの比較を図-6に示す。従来施工を100%とした場合、ICT施工は約3%削減と大きな効果は見られなかった。これは、施工費のみを比較すると約20%削減されていることから、残りの起工測量と3次元設計データの作成に係る外注費が大きく影響していると考えられる。今後、ICT建設機械のリース料金が下がっていくことが予想されることから、施工費は更なる削減が期待できる。

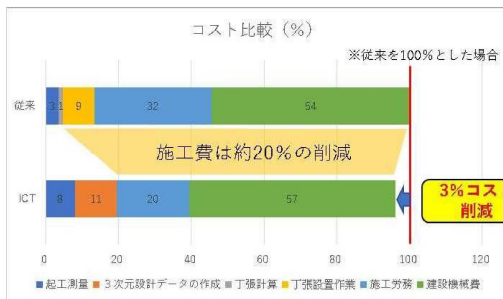


図-6 コストの比較 (大規模土工)

d) 受注者への聞き取り調査

受注者への聞き取り調査を行ったところ、「施工の人工を大幅に削減できた」「3次元設計データは丁張計算が不要になるので便利」といった肯定的な意見が得られた。一方、「3次元設計データ作成を外注している期間が待ち時間となった」といった意見もあり、従来施工にはなかった作業への不安や3次元設計データ作成の外注期間も拘束されることを負担に感じていると考えられる。

(3) 小規模土工(河床掘削工事)における作業日数, のべ作業工数, コストの比較

a) 検証条件

- 作業内容 掘削
- 施工数量 約4,700m<sup>3</sup>
- 使用機械 測量：無人航空機(UAV)  
施工：マシンガイダンスバックホウ
- 検証現場 図-7参照

b) のべ作業工数の比較

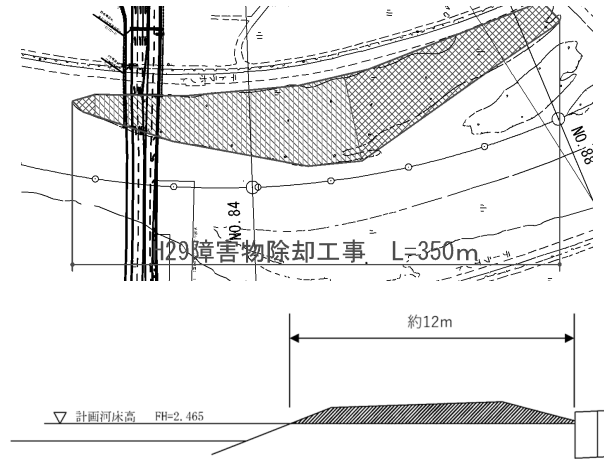


図-7 検証現場 (小規模土工)

のべ作業工数の比較を図-8に示す。従来施工では118人日、ICT施工で72人日と46人日削減することができた。大規模土工と同様にICT施工では、特に施工において作業の効率化が図られている。一方、3次元設計データの作成(従来施工では丁張計算)において、従来施工よりもICT施工の方が人工は増加している。



図-8 のべ作業工数の比較 (小規模土工)

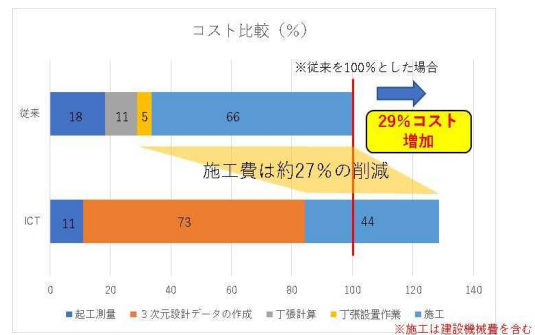


図-9 コストの比較 (小規模土工)

これは、本現場は複雑ではない（管理断面が少ない）河床掘削工事であり、従来施工においてもデータの確認等に時間を要さないため、3次元設計データを作成する方がより手間がかかったと考えられる。

#### c) コストの比較

コストの比較を図-9に示す。従来施工を100%とした場合、ICT施工は約29%増加している。施工費のみを比較すると約27%の削減されていること、のべ作業工数は従来施工よりICT施工の方が約40%の削減できていること（図-8参照）から、コストの増加は3次元設計データの作成にかかる外注費が大きく影響している。

河床掘削工事では管理断面が少ないことから、従来手法と比べて、3次元設計データを作成する方がより手間がかかったため、全体のコスト増に繋がったと考えられる。このことから、河床掘削工事ような管理断面の少ない工事では、施工のみ（起工測量や出来形計測は従来手法）にICTを活用する方が良いと考えられる。

## 4. まとめ

### (1) ICT土工の効果

土工工事の掘削や法面整形にICTを活用することにより、各施工プロセスにおいて従来施工に比べ、作業日数の短縮や人工を削減することができる。さらに、法面整形の場合、作業員が法面で合図等を行うことになるため、滑落や重機との接触などの事故が発生する恐れがあるが、ICTを活用すれば作業員が削減できるため事故発生のリスクも少なくなる。このようなことから、ICTを活用することで、建設現場の抱える「労働力不足」や「労働災害」等に対応する1つの手段になると考えられる。

しかし、UAV等の測量機器や編集ソフトは高価であり、ICT建設機械のリース料も高価であることから、闇雲にICTを導入すべきではない。ICTを効果的に活用するためには、施工前の導入計画が重要になる。作業サイクル全体で効率化を図る（生産性を向上させる）ため、作業サイクル全体の中で変化させられないボトルネックを考え、最小の機械と労務で実行できるようICTの導入を検討する必要がある。

また、小規模土工工事（河床掘削工事等）のように元々の起工測量等に手間（時間）がかからない場合、ICTを起工測量から検査まで一連で活用することで作業サイクル全体の効率を悪くするおそれがあるため、施工のみにICTを活用する等、部分的な活用も必要になる。

ICTを利用することが目的にならないよう、ICTをツールとして捉え、作業サイクル全体の効率化を図る（生産性を向上させる）ことが重要であると考えられる。

### (2) 今後の課題

今後の課題として、①効果的なICT活用計画の立案、②工事内で実施している3次元設計データの作成が挙げられる。

#### a) 効果的なICT活用計画の立案

前節でも述べたようにICTの闇雲な導入は得策ではない。本県でも少しずつICT土工に取り組んだことのある施工業者が増えてきているが、全体の施工業者数から見ると非常に少ない。これは、従来施工にはなかった作業への不安やコスト面の不安が原因であると考えられる。今後、県内企業にICTを普及させるには、発注者（監督員）の受注者へのバックアップも必要と考えられる。具体的には、効果的なICT活用計画の事例や効果的でなかった事例などの収集し、講習会等を実施することで、受注者のICTへの不安を払拭する（ハードルを下げる）ことが重要であると思う。

#### b) 3次元設計データの作成

3次元設計データのコストが高い傾向にある。3次元設計データのコストが高い原因の1つに3次元設計データ作成を外注していることが考えられる。3次元設計データを内製化することにインセンティブを与える等、3次元設計データ作成を外注から内製化させることでコストが低減できると考えられる。また、3次元設計データの作成は、従来施工にはなかった作業であり、受注者の負担となっていると推察されるため、工事内で実施している3次元設計データの作成を今後、発注者が提供していくことも必要があると考えられる。

謝辞：ICT土工の効果検証にあたり、現場での試験施工・アンケート等にご協力いただきましたご担当者の皆様に深く感謝いたします。また、一般社団法人日本建設機械施工協会施工技術総合研究所のご担当者の皆様には、本効果検証にあたり、きめ細かい助言をいただく等、大変お世話になりましたこと、この場をお借りして深く感謝いたします。

※本稿は、従前の所属（県土整備部県土企画局技術企画課）における業務内容・成果についてとりまとめたものである。