5. i-Construction の実践 ～ICT で現場が変わる～

Practice of “i-Construction” ～The construction site changes by ICT～

高橋 広幸*

Hiroyuki TAKAHASHI

Abstract: “i-Construction” means the effort toward productivity improvement on construction work sites by full utilization of information and communication technology (ICT), with a view to optimize the whole construction production processes. And The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism aims for including improvement of the business environment and working conditions, and the realization of a safe construction site in the construction industry. Kanatsu Engineering Construction Co., Ltd. thinks that it is indispensable for a local construction company to work energetically for promoting “i-Construction”, and the company attempt strenuously on it.

At actual construction sites, the company is mainly focused on ICT earthworks, and take a process of trial and error of introduction and utilization of ICT equipment, creation and utilization of 3-dimensional data, etc. in various situations from construction preparation to completion, with repeated trial and error, and works not only acquisition of know-how but also verification of effectiveness and added value.

1. はじめに

国土交通省では、ますます深刻化する人手不足への対応（生産性の向上）や建設現場の安全確保のため、建設生産プロセス全体の最適化を視野に、2016年度から“i-Construction”が展開されている。i-Constructionは、ICT（Information Communication Technology）の全面的な活用等により建設現場の生産性を向上させる取り組みであるが、カナツ技建工業㈱では、その普及・促進には地方の建設企業による積極的なトライが必要不可欠と考え、ICT 土工を中国地方整備局管内で最初に適用するなど、いち早く i-Construction の現場展開を図り、精力的に取り組むを進めている。

ここでは、実際の工事現場（道路改良等）において実施した ICT 活用や 3 次元データ活用などについて紹介する。

2. ICT 土工の取り組み

ICT 土工は、土工事の各プロセスで ICT を活用し合理的な施工を実現しようとするものであり、i-Construction のトップランナー施策の一つで、その主なステップは、3 次元現況測量、3 次元設計データ作成、

ICT 建設機械による情報化施工、3 次元出来形管理、3 次元データの納品という流れになる。

当社の ICT 土工導入現場は、日々発生する諸課題への対応や ICT 活用の技術力向上のため、① ICT 施工の基本となる 3 次元設計データ・施工データの作成及び運用は自社で処理すること、② 地元測量設計業者及び地元機械土工業者、ソフトメーカー、測量機器取扱業者とプロジェクトチームを編成して臨んでいること、調達環境や使用条件に左右されないよう、③ ICT 建設機械は専用機ではなく通常施工に用いる汎用機に ICT 機器を現場装着して使用していることが特色となっている。また、施工管理や実作業の効率化（省力化）、品質向上・安全確保、建設現場の情報共有化・見

写真1 ICT 土工の施工現場の例（全景）（口絵カラー）

*カナツ技建工業株式会社

「写真測量とリモートセンシング」VOL. 57, NO. 2, 2018

える化、さらには建設現場の魅力向上のため、④ IOT (Internet of Things) により施工現場と現場事務所をネットワーク化し、ペーパーレスによる工事関連情報の相互確認はもとより、⑤リアルタイムに取得できる建設機械の稼動ログデータを日々の施工管理に活用している点が現場運営の特徴である。

以下、ICT 土工の各ステップにおける主なポイント、創意工夫について紹介する。

2.1 着工準備

GNSS (Global Navigation Satellite System) の受信状態如何で ICT 土工適用の可否が決まるが、周辺の移動体通信や狭域無線通信等の状況、太陽フレア等の影響現象の確認も的確な施工環境整備のポイントとなる。当社の施工現場では、不測の事態への適応性を重視し、現地に基地局を設けないネットワーク型 GNSS サービスを採用している。

2.2 3次元現況測量

ICT 土工を最初に適用した現場における現況 3 次元計測では、LS (Laser Scanner) 計測と UAV (Unmanned Aerial Vehicle) 空中写真計測を併用し、それぞれの適応性や作業効率、精度等を確認、出来形計測も含めた以降の適用判断の目安とした。

各現場において UAV 写真計測を適用する中、山間部等で起伏 (高低差) の激しい地形条件では、地上画素寸法とラップ率、内部標定点の配置によっては SfM 解析による 3 次元データの精度に大きな影響を及ぼす可能性が懸念されることから、階段状に飛行し撮影を行う段撮による空中写真撮影について検討した現場もある。

また、舗装路面や露出しているコンクリート構造物等については、UAV 空中写真計測では良好なデータの取得が難しいうえ点群処理に費やす時間が大きくなることから、計測対象範囲にこれらが含まれる割合が

図1 地上画素寸法とラップ率の関係

図2 注意を要する UAV 空中写真計測の例

大きい場合には注意を要する。点群処理時間はクラウドサービス利用等で補完可能であるが、取得する点群によっては土量に大きな誤差が生じる要因ともなり得ることから、LS 計測との併用等も視野に入れる必要がある。

2.3 3次元設計データ作成

ICT 施工の根幹とも言える 3 次元設計データは、施工に不具合を生じさせないことは当然、施工後の出来形評価の規定値にもなることから、正しいことを前提に使用されるものであるが、ICT 建設機械に搭載付与した 3 次元設計データは全て正しいという思い込みは禁物である。当社の施工現場における 3 次元設計データの作成及び運用は、前述のとおり自社処理であり、現場担当者と本社の情報関係専門スタッフの役割分担と密接連携による全社的な体制での対応で、正確であることはもとより、良好かつ円滑な施工が確保されるよう精度管理を徹底している。

現在までの ICT 土工は、本体土工への適用が主流のようであるが、当社の施工現場では、一つの工事を構成する全ての作業部分ごとに 3 次元設計データを作成することで、工事全体の形状を補完することとしている。特に、道路の完成断面内に工事用道路を設ける場合など、本線の線形や断面要素だけでは 3 次元設計データの作成が困難な形状においても、作業をパーツ化し、各施工形状ごとの線形や断面要素により 3 次元

図3 3次元設計データの例 (土工のパーツ化)

化することで、確実な施工が確保でき、完成断面との整合チェックも容易な、信頼性の高いデータを作成している。

また、これらの3次元設計データは、電子野帳(Data Collector)やTS(Total Station)に登録しておき、何時でも何処でも確認や測量が可能となるようにしている。

2.4 ICT 建設機械による情報化施工

ICT 建設機械による情報化施工では、準備作業(丁張りの測量及び設置)や手持ちロス、補助作業員が省略されるため、大幅な省力化と作業の高効率化が実現する。

ICT 建設機械は、前述のとおり汎用機に ICT 機器を現場装着する方式だが、既存資源の有効利用と地方における ICT 土工の普及に資することがねらいである。同様なねらいと導入効果の確認のために、若手オペレーターの積極登用や実地研修会にも取り組んでいる。

また、前述のとおり本体土工だけではなく工事全体を補完する3次元設計データを作成することから、函渠枕工部や橋梁下部工等の構造物の作業土工にも ICT 土工を適用しており、大幅な作業効率の向上と安

全施工の確保が実現できている。

2.5 3次元出来形管理

ICT 土工の出来形は、最終的に LS 計測又は UAV 空中写真計測で得られる3次元出来形データと3次元設計データの較差による面評価によって管理するが、それまでの日々(随時)の出来形確認が重要なポイントとなるため、3次元設計データを登録した自動追尾型 TS と電子モニター、GNSS ローバーによる随時の出来形確認を実施している。

この測量手法は小規模土工等の面評価にも適用できるが、LS 搭載型 TS を用いた面評価も自主管理として試行した結果、大幅な省力化が図られるとともに、ICT 建設機械の作業工程に合わせた計測や高所測量作業の抑止を可能にするメリットが確認できた。

3. ICT 建設機械の稼動ログデータを活用した施工管理

現場の諸課題を解決するため、3次元データの有効活用には特に力点を置いているが、施工の都度取得できる建設機械稼動の3次元ログデータについて、日々の施工データ(位置情報、施工層、施工範囲、数量等)

写真2 後付方式 ICT 建機の例 (マシンコントロールバックホウ)

写真3 マシンガイダンスバックホウによる作業土工の施工状況

写真4 自動追尾型 TS による出来形確認の状況

写真5 建機稼動ログデータの見える化 (遠隔確認の状況)

図4 建設機械配置シミュレーションの例

として現場モデル化し、現場事務所に備えたモニターにより打合せ等に活用、当社の現場職員だけではなく発注者や協力業者を含めた現場全体で、判別容易で個人差が生じ難い視覚情報として共有している。これにより、日々の出来形・品質（撒き出し厚）の確認及び出来高（施工土量）の把握について、リアルタイムに遠隔管理することが可能になり、担当者の現場臨場が半減した。

また、日々の出来形・出来高データから施工状況や進捗の課題等を抽出し可視化、建設機械配置や各作業の計画見直し（効率改善、安全確保）、工程調整も充実させることができた。

4. 3次元設計データを利用した測量システム

施工量や施工ヤード、通信環境等の条件から情報化施工によるICT土工が適用できない工事現場においても、3次元設計データの有効活用により施工の省力化、効率化、精度向上等の成果が得られる場合がある。

当社の施工例では、道路土工（掘削）作業時の通行規制期間の短縮が必須の工事において、3次元設計データの活用によるTS測量作業の高精度化、高効率化により、ほぼ設計値どおりの掘削面の確保、掘削土量の精緻な管理が可能となり、測量作業の時間短縮及び掘削・搬出土量の最少化による施工時間の短縮が実現し、所期の目的が達成できた。

また、高難易度で煩雑を極める測量作業や測量計算を伴う狭間隔の丁張り設置が必要となる道路改良工事の急カーブ箇所において、3次元設計データの活用によるTS測量作業の適用により、困難だった任意箇所

図5 3次元設計データの例（TS測量作業に有効利用）

への迅速かつ正確な丁張り設置が容易となったうえ、大幅な施工効率の向上、格段の出来形精度の向上、良好な出来映えも実現した。

5. 建設現場におけるICT活用の課題と今後の展開

ここまで、建設現場におけるICT活用について当社の取り組みの一端を紹介したが、生産性向上に向けては、①i-Constructionは、目的達成の手段であってそれ自体を目標にしないこと、②ICT活用は、会社全体で取り組むものとし現場任せにしないこと、③ICT活用の普及は、スピードが肝心なため積極果敢な動機づけをすることを基本姿勢としている。

ICT活用を進めるうえでは、スキルの向上及びノウハウ習得者の育成・拡充のほか、現場における適用範囲の拡大や適用上の運用基準・要領等の確立等が課題として挙げられるが、その普及に向けては、より具体的でかつ実感できる有効性や導入効果及び投資効果についての多様かつ広範な周知による意識醸成、専門分野（業種）ごとの役割分担の明確化と参入拡大など、建設業界をあげた徹底した取り組み姿勢が求められる。

当社としても、建設現場の生産性向上に向け、様々な場面においてICTや3次元データの活用等の試行錯誤を重ね、そのノウハウの修得はもとより、実効性や付加価値の検証、普及活動にも努めていきたい。

i-Constructionによって働く環境が変わり、働き方が変わることにについて、建設現場が3K解消から新3K実現に向い、その魅力アップ、若者の就業及び定着につながり、女性の新たな活躍の場であったり在宅業務の可能性にも大きな期待を寄せているところである。