

## 地方建設業から未来に向けた技術改革

福留開発株式会社

http://www.fukudome.co.jp/

## ■ 1. はじめに

当社は1951年創業から土木一筋で取組んできた地場建設会社である。今では当たり前を活用しているCADソフトやトータルステーションなども、25年前までは手書きで図面作成、トランシットで測量を行っていた。それが現在では3D-CADにドローンやレーザー測量といった新技術が現れ、時代の進化と共に建設現場も大きく変わってきている。これらの新技術は大規模工事や大手ゼネコンで活用され効果が発揮されるものと思っていたが、地方建設企業の当社においても、トップダウンによりICT・CIMの活用に向けて本格的に取組みを行い、現在では自社主導による全面的ICT活用施工、3次元モデルやVRを取入れた現場での活用に至っている。なぜ当社が継続して活用できているのか、ここに至るまでの過程並びに現場での活用実績を紹介する。

## ■ 2. ICTへの取組み

## 2.1 当初の取組み過程

本格的にICT施工に取組むにあたり、まず初めに行った作業は情報収集である。当時、県内ではICT施工に関する情報量が少なく、他県で取組んでいる建設会社を訪ねドローンや解析ソフトといったICT活用に必要な情報収集を行った。そして2015年7月に当社のドローン第1号として「PHANTOM3 PROFESSIONAL」を購入し、ドローン飛行に必要な許可申請を行い、同年12月から取得工事現場にて着工・完成などの空撮を開始した。



図-1 初となる全面的ICT活用工事

2016年度から本格的にICT施工に取組むべく、産休明けの女性技術者をチームリーダーとした「i-Construction推進チーム」を設置し、5月にはドローンによる3次元起工測量の試行を開始すると共に、現場ではICT建設機械【マシンガイダンスバックホウ】を初導入し、活用効果について検証を行った。

## 2.2 全面的ICT活用工事の開始

ICT建機リース会社やソフトメーカーの協力のもと徐々に自社での解析マニュアルを確立し、試行開始から5か月後の2016年9月に直轄工事では初となる「施工者希望1型」による全面的ICT活用工事の取得に至った。概要としては河床掘削に伴うICT土工での活用であり、初の取組みとしては比較的容易であった。

しかし、当初目標に掲げていた自社完結によるICT活用施工については、試行段階にて3次元出来形測量の精度が確保されておらず、結果として3次元測量については外注業者への委託となった。また当時の課題として大きかったのは前例が無いことによる正否の判断である。要領・基準書に基づく書類や問題点に対する協議書などの資料作成にはかなりの時間を要した。

現場では施工管理の効率化として掘削発生土(表土、砂利)を盛土材として流用するために所定の比率(土量比率)で攪拌混合する粒度調整工において、ドローン測量にて取得した3次元点群データの比較による土量管理を行った。従来に比べ時間・労力を大幅に削減する事ができ、且つ正確な数量を算出することで品質向上にも繋がった。(※図-2参照)

この初となる全面的ICT活用工事における生産性向上については、期待した効果を上げられたとは言いがたい。その要因として関係書類の作成、20回を超えるデータ解析・処理、3次元設計データ作成など

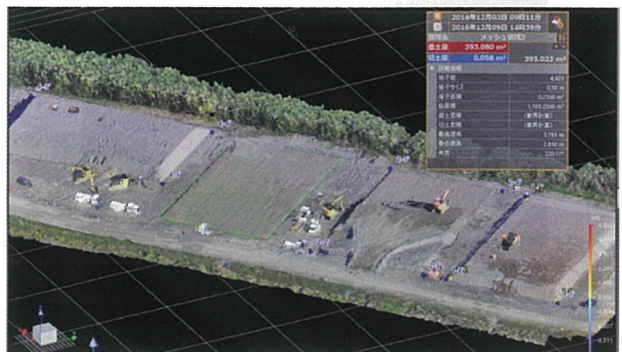


図-2 点群データの比較による土量管理

業務の多忙化が上げられるが、これは将来性のある投資的な仕事であり、それにより次工事に向けた利点や課題の抽出、個々の技術力向上を図る事ができ、その後の活用拡大・現場生産性向上に大きく繋がっていく。事実これを機に翌年度は取得工事3現場にて全面的ICT活用工事を完工している。この時には前次工事での検証結果をもとに、3次元出来形撮影用ドローン「PHANTOM4 PROFESSIONAL」を新たに購入し、3次元出来形管理に関する自社マニュアルを確立させ、ICT建機以外のすべての工程において自社主導によるICT活用工事を行っている。またICT建機においてもマシンコントロールバックホウ、マシンコントロールブルドーザ、振動ローラー転圧管理システムなど積極的に活用し生産性向上に取り組んでいる。2019年12月現在において、施工中の現場を含め直轄工事11件、県工事1件にてICT活用工事を実施している。

実施年度	工事名	発注機関	備考
平成28年度	平成27-28年度 西畑河床掘削工事	国土交通省	ICT建機導入
	平成28年度 西畑河床掘削工事	国土交通省	希望者I型
平成29年度	平成28-29年度 西畑河床掘削工事	国土交通省	希望者II型
	平成29年度 上岡改良工事	国土交通省	希望者I型
	平成29年度 用石堤防漏水対策(その1)工事	国土交通省	希望者II型
平成30年度	平成29-30年度 用石堤防漏水対策工事	国土交通省	希望者II型
	平成29-30年度 用石堤防漏水対策(その2)工事	国土交通省	希望者II型
	平成30年度 鎌田改良第2工事	国土交通省	希望者I型
	高知高知本山線 防災・安全交付金工事	高知県	施工者希望型
令和元年度(平成31年度)	平成30年度 物部川上流災害復旧(その1)工事	国土交通省	希望者II型
	平成31年度 用石河床掘削外(その1)工事	国土交通省	希望者II型
	令和元年度 用石河床掘削外(その2)工事	国土交通省	希望者II型

図-3 現在までの全面的ICT活用工事実績

### 3. CIMへの取組み

#### 3.1 橋梁下部工事におけるCIMの活用

新たな取組として2017年度からはICT施工と同時に「3次元モデル」【CIM】への取組みを開始した。取組み当初は橋台の配筋や完成形を3次元化し確認する程度であったが、より具体的な活用効果について検証していくなか、「平成29-30年度高須高架橋下部第1工事」で大きく変わった。この工事は自動車専用道路の橋梁下部工事であり、現場条件としては高知自動車道(高知IC)から南下する県道の中央分離帯内



図-4 橋梁下部工事の施工状況

での施工であり、且つ隣接業者と施工ヤードが重複する非常に狭隘な環境であった。

#### 3.2 3次元地形データ+3次元モデルの活用

現場条件より隣接工事との施工調整が特に重要であり、より具体的な施工計画の立案が求められた。それに伴いドローン・レーザー測量にて現場周辺全体の地形データを取得し、隣接工事を含めた各施工段階での「3次元モデル」を作成し、3次元地形データと統合した。(※図-5参照)

施工状況における「3次元モデル」を詳細部分まで作り込むことにより、これまでの配筋干渉問題や完成イメージの確認のみならず、仮設計画段階における問題点(機械配置計画、工事車両運行経路など)をより具体的に抽出する事ができ、それをを用いて関係者と共通認識のもと事前に対策を講じることにより、施工中におけるトラブルも無く円滑な工事進行を図れた。(※図-6、7参照)



図-5 3次元地形データ+3次元モデル



図-6 場所打ち杭施工時における機械配置計画



図-7 底版コンクリート打設時におけるミキサー車の運搬計画

### 3.3 VRの導入

VRの導入により3次元モデルの活用の幅が大きく広がった。作成した3次元モデルデータはVRで閲覧可能なデータへと容易に変換する事ができ、その仮想空間においては、通常であれば見られない視点から現場状況を把握する事ができる。また写真撮影、寸法計測、重機のシミュレーション機能などがあり、協議資料や地元説明会資料など幅広く活用できるようになった。(※図-8参照)

また事故防止の観点においてもVRの活用は十分効果を得られる。特に現場経験の浅い若手技術者・技能者においては2次元図から施工状況をイメージし危険要因を割り出す事は難しい。現場の進捗に合わせた3次元モデルを仮想空間にて体感させる事により、事前に危険個所の把握や安全に対する意識向上を図ることができる。(※図-9参照)

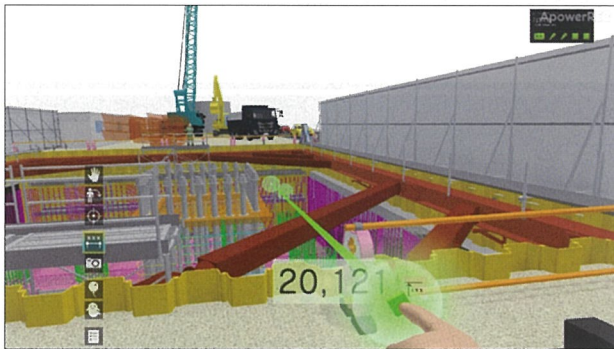


図-8 仮想空間での現場計測状況



図-9 VRを活用した若手技術者への安全教育

### 3.4 竣工検査におけるCIM・VRの活用

今回、発注者協力のもと3次元モデル・VRを活用した検査対応を行った。まず、書類検査に先立ちVRを活用して現場条件や各構造について具体的にイメージしてもらうことで、その後の書類検査において、より効率的に現場情報を把握する事が可能となり、特に遠隔地や点在した施工箇所の把握においては十分

活用効果があると思われる。

また3次元モデルによる書類検査では、作成した構造に出来形・品質・工程などの属性情報を付与する事により、これまでの検査に比べ構造物に対して各種情報を一元化して確認する事ができ、検索時間の短縮とスムーズな検査進行が図れる。



図-10 仮想空間での現場状況の確認

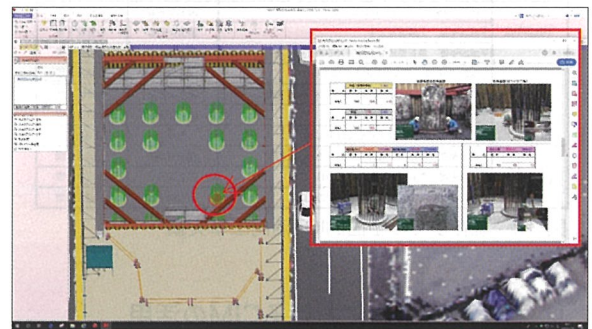


図-11 3次元モデルを活用した検査実施状況（指定した構造の出来形・品質・工程などが容易に確認できる）

## 4. ICT・CIMの活用効果と推進に向けた課題

### 4.1 ICT・CIMの活用効果

ICT・CIMの活用効果については、3次元測量による時間・労務費の削減、ICT建機による施工管理の軽減・作業効率の向上、3Dモデルによる問題点可視化など様々な利点が挙げられる。当社では一般的な活用範囲だけではなく、これらの技術を応用する事により、他社にはない独自の活用マニュアルを確立し生産性を上げている。現在、河川の災害復旧工事では作成した3次元モデル(土工モデル)から設計TINデータを作成し、ICT建機に搭載する事により、掘削・法面整形、床掘、工事用道路・大型土嚢設置に必要な測量業務を省き作業効率の向上を図っている。(※図-12参照)

またドローンによる3次元測量では対空標識設置・基準点測量が必要となるが、GPSによる自動検出機能を有した対空標識を新たに導入し、従来の作業工程を大幅に削減している。(※図-13参照)

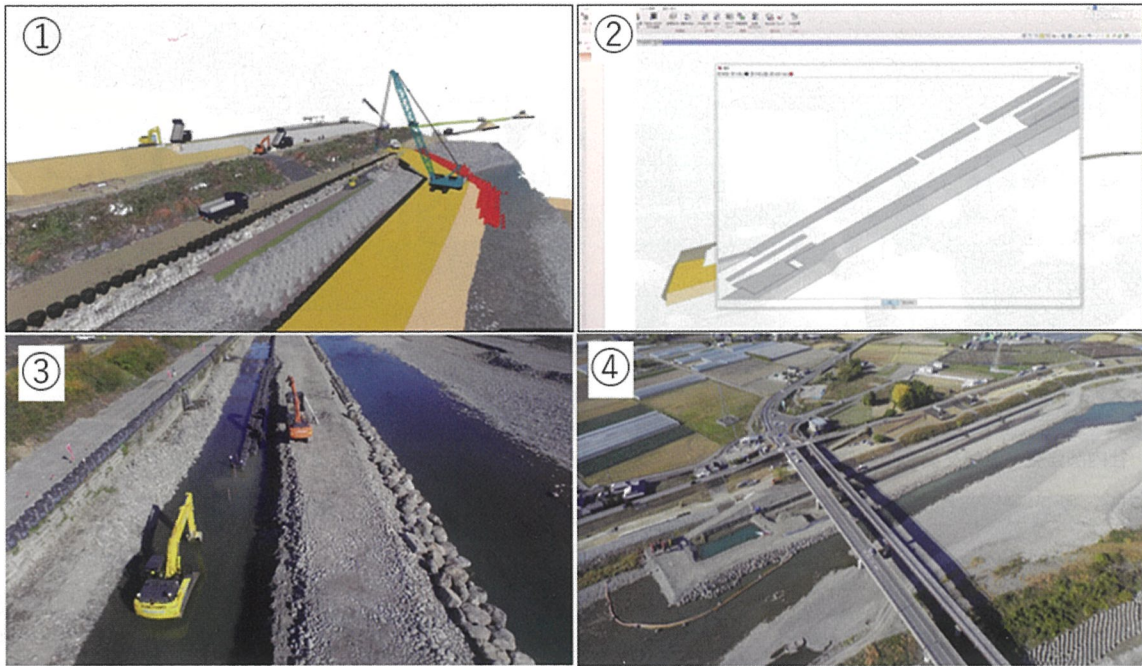


図-12 ①3次元地形データ+3次元モデル ②3次元モデルから設計TINデータ作成 ③ICT建機の活用による無丁張での施工実施 ④河川土工・仮設工完了全景



図-13 自動検出機能を有した対空標識の導入

これらの活用においては若手・熟練技術者の境がほとんど感じられない。むしろ3D-CADに関しては先入観の無い若手社員の方が対応に長けている。また3次元モデルを活用する事により完成形を容易に把握でき、これまでの2次元図から完成形を読み解く育成期間が必要無く、即戦力として現場で活躍できる。(※図-14参照)

その他活用効果としては、当初4名で始まったICTへの取組みも、勉強会や各ソフトメーカーの講習を行う事で個々の意識改革が始まり、取得工事での活用拡大、さらには会社全体の技術力向上へ繋がっている。また学生や若手技術者を対象とした現場見学会・技術勉強会を開催する事により、自社の新技術への取組みに魅力を感じてもらい、若手雇用の促進に繋がっている。事実、当社はこれまで大々的なリクルート活動は行っていないが、この人材不足のなか

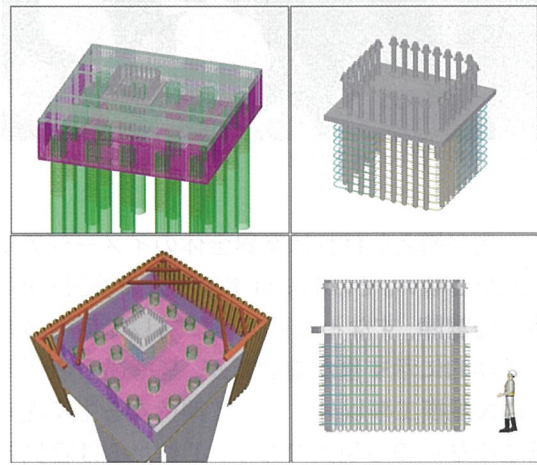


図-14 新入社員が作成したアンカーモデル

毎年新卒採用に至っており、ICT・CIMの活用による付加価値の向上を実感している。(※図-15～17参照)

#### 4.2 今後の推進に向けた課題

前述のように活用効果は多岐にわたっており、今後の労働力不足といった傾向を考慮すれば導入は必須であるように思える。最近では少しずつ県内業者の中でもICTの導入に向けた動きが見え始めたが活用拡大に至っていないのが現実である。これまで講演会や研修会など地方企業のトップらの意見はマイナスイメージが非常に多く、導入以前に取組む意欲が無いように感じる。その要因としては、受注工事でのICT活用に対する評価条件の厳しさ(全面的ICT活用の履行が必須など)や導入する対応ソフトウェアの複雑化が妨げとなっているのではないかと感じる。新技術の導入により、若手技術者や学生に対する建設業のイメージアップは十分効果を発揮しているが、活用



図-15 社内勉強会・意見交換会の開催



図-17 ソフトメーカーによる勉強会の開催



図-16 学生・若手技術者を対象とした勉強会開催



図-18 VRでの仮想現場見学実施状況

する企業が増えなければ業界全体のイメージアップには繋がらない。その為には本来導入の検討・決定権を持つ経営陣、すなわち熟練者に対して活用の有効性を具体的に示す事が重要だが、基準通りの活用方法では大規模工事以外において期待する生産性向上が見込めないのも現実であり、これからは官民ともに本来の活用目的・効果が生かせる現場環境に変えていく事が重要だと思われる。それと同時にICT・CIMの導入により熟練者の活用離れが課題となっている。これから高齢化社会と同時に高寿命化となり60代以上の労働者も多くなる事が予想される。その対策としては、便利な多機能性ではなく、単純機能による活用の簡素化が必要である。実際、熟練オペレーターに対するICT建機の活用において、導入当初は難色を示し批判的であった彼らが、翌日にはその効果・

利便性を体感し、今では機械の取り合いとなっている。このように一度体感すれば利便性や現場での活用効果は間違いなく実感する事ができる。これからは熟練者・若手関係なく容易にこれらの技術を活用できる環境に変えていく事が、利便性の水平展開に繋がっていく。

## ■ 5. おわりに

〔図-18〕これは自分の現場を3次元モデルにし、現場見学として小学生の息子にVRにて仮想体験させている写真である。子供は正直でカッコいいものに憧れを抱く。この体験以来、私と同じ現場監督が彼の将来の夢になっている。これから先彼が大人になってもその気持ちが変わる事のないよう、また次世代を担う子供たちに魅力ある建設業と感じてもらえるよう、さらなる改革に向けて邁進する。