

新たな情報化施工への取組み —スマートコンストラクション—

一般社団法人日本建設機械施工協会
i-Construction施工による生産性向上推進本部

副本部長 しけ ちかし 四家 千佳史

1

はじめに

一般社団法人日本建設機械施工協会（以下JCMA）では、国土交通省が進めるi-Constructionの取組みと連携し、建設施工へのICTの全面的導入の推進を目的に、「i-Construction施工による生産性向上推進本部」を設置し、活動を展開しているところである。下図に示す通り、2つの委員会と4つのワーキンググループが機能している。

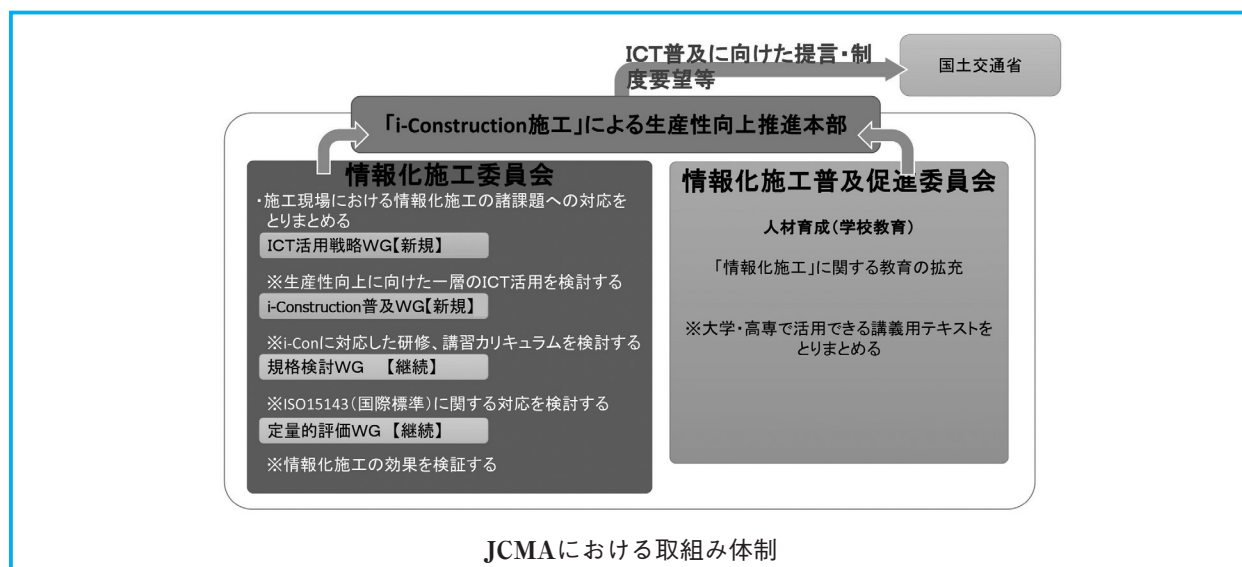
本稿では、JCMAの会員企業（小松製作所）におけるICT活用による建設現場の生産性革命に向

けた取組み事例「スマートコンストラクション」について紹介する。

2

スマートコンストラクションの 目指すもの

建設産業は、道路や橋、河川など地域のインフラの整備や維持・更新などの重要な担い手であると同時に、地域経済・雇用を支え、災害時には初動対応から応急対策・復旧作業に至るまで、最前線で地域社会の安全・安心の確保を担う地域の守り手として、国民生活や社会経済を支える大きな役割を担っている。しかし、近年の建設投資の急



激な減少などによる建設業界内の競争の激化などの環境の変化により、現場の技能労働者の減少、若手入職者の減少、高齢化の進行など建設業の人手不足が深刻化してきた。実際、建設業就業者数は、1997年度の685万人をピークに2014年度には505万人とピーク時から26.3%の減となっている。

また、1992年度のピーク時には約84兆円あった建設投資は、2010年度には約44兆円まで落ち込んだものの、東日本大震災の復興事業、2020年開催の東京オリンピック関連を含めた民間投資、及び老朽化したインフラの更新などもあって、建設投資は増加傾向にあるが、逆に、それらを背景に人手不足感はさらに強まってきている。

このような様々な課題を抱える建設現場の問題解決には、建設会社だけでなく、それらに参与する各メーカーの努力も必要である。建機メーカーは、最新の技術を搭載した建設機械を建設現場に提供するだけでなく、その建機を最大限に活用できる仕組みをも提供しなければならないと考える。そこで、コマツではICTを活用した建機などで建設現場の生産性や安全性を向上させる新サービス「スマートコンストラクション」の提供を始めた（図－1）。

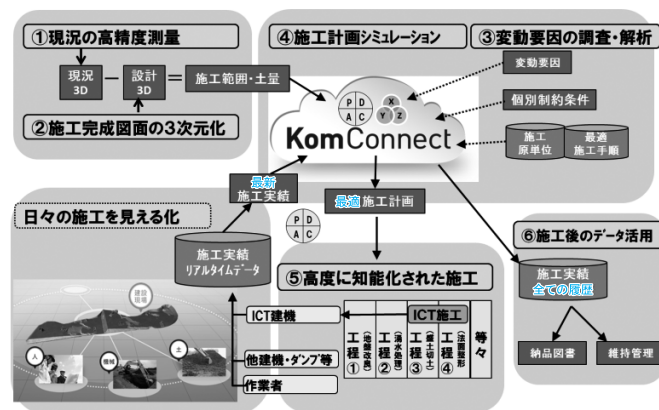
本サービスは、建設現場で施工に携わる全ての人・機械・モノをICTで有機的につなげることで、現場の生産性を大幅に向上させ、安全でスマートな現場を実現させるのがねらいである。

2013年よりICTブルドーザー、2014年10月よりICT油圧ショベルなどのICT建機を導入した。ICT建機による自動制御によって、経験を問わず非熟練オペレータでも熟練オペレータのような精度での作業ができるようになった。また、従来施工と比べて丁張設置や検測などの作業工程を大幅に削減することにもなった。

しかしながら、ICT建機を現場に投入するだけでは、一部の工数が削減できるのみで、全体の効率化へとはつながらない。例えば、ICT建機が稼働するために必要な施工用の3次元データを作成したとしても、建機データとしてだけに利用したのであれば、3次元データ作成の工数分だけメリットが薄れる。ICT施工において3次元で管理を行っているにもかかわらず、後工程において、従来通りの管理手法を採用すれば、作業工数がそのまま効率向上につながらない。1つの工程を改善したのであれば、それに付随する部分も変化させなければ改善効果が十二分に発揮できないと考える。

そこで、ICT建機を現場に提供するだけでなく、ICT建機の導入メリットを最大限に活かすために、顧客視点に立ち、ICT施工の前工程・後工程もソリューションとして提供することとした。

建機メーカーが、施工全体のソリューションまでも手がけたいと考えるのは、将来にわたり顧客にとって、なくてはならない存在になることを目



図－1 スマートコンストラクション俯瞰図

指しているからである。そのためには、顧客の現場をより深くまで理解し、顧客の現場に新しい価値を創造する「イノベーション」を起こし続けることが最も重要だと考える。現場で得られた施工ノウハウが技術・製品の進化を促し、すぐに現場へと反映されていく。常に新たな価値を生み出し続ける好循環が日本の建設業界が求める真のソリューションにつながっていくと確信する。そのために、建機メーカー自らも現場に入り、工事に関わる方、現場で作業される方から現場ならではの知見を教わりながら、建機メーカー自身も進化していくことで、未来の現場を顧客と一緒に実現していきたいと考える。

以降に、これらを実現するためのソリューションを紹介する。

3

スマートコンストラクションの概要

(1) ドローンによる現況測量

より正確な施工計画を立てるには、正確な土量を事前に把握することが大事である。土木工事における従来の施工では、施工前に設計図面を基に各測点の測量を行い、平均断面法やメッシュ法にて施工土量の算出を行ってきた。正確な施工土量

を把握するためには、正確な現況地形を入手することが必要となる。そこで、広範囲の施工現場を短時間で、かつ、少ない人手で高精度な測量を実現できる無人ヘリ（以下「ドローン」という）による3次元測量（写真—1）を導入した。

ここで、ドローンによる現況測量の手法を紹介する。事前に作成した飛行経路の情報をドローンへ転送することで、ドローンは計画された飛行経路を逸脱することなく自動で飛行し、かつ、自動的に写真撮影を行う。空撮した写真をクラウドサーバーへアップロードすると、撮影した写真からステレオマッチングの原理を用いて、3次元の点群データを自動的に生成する。さらに、その写真に写り込んだ樹木や人工物などは土量計算に不必要な点群データとなるため、自動的にフィルタリングして、現況面のみの点群データ（現況3次元データ）に加工する。

よって、施工現場の現況が容易に、高精度な3次元データに自動で生成され、人の手だけでは決して実現できなかった線的ではなく面的な現況把握が短時間でできるようになり、より正確な施工土量の算出が可能となる。



写真—1 ドローンによる3次元測量

(2) 施工計画図面の3次元化

ICT建機を稼働させる上で不可欠なのが、3次元の施工図面データである。その施工図面データを基にブルドーザーのブレードや油圧ショベルのバケットの刃先の管理を行う（図—2）。また、前項の測量で得られた現況3次元データと施工計画3次元データの差分を自動で計算し、施工する範囲や施工する土量を正確に把握することができる（図—3）。

(3) 知能化されたICT建機による施工

現在、ICT油圧ショベルとICTブルドーザーを現場に提供している。

ICT油圧ショベルは、アームを動かす際にブームの位置を自動的に制御し、設計面を深掘りすることなく正確にバケットの刃先が設計面をトレースする「自動整地アシスト」（図—4）とアームやブーム、バケットを動かす際、設計面を傷つけないように自動停止させる「自動停止制御技術」

を兼ね備えて、効率のよい掘削作業等が行えるようになった。

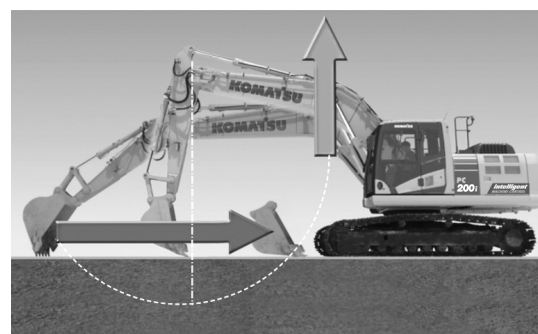
ICTブルドーザーは、ブレードの操作を自動で行い、ブレードが目標位置に自動で下がり、粗掘削から仕上げ整地作業まで行える。さらに、ブレードにかかる負荷荷重が設定限界値を超えると、ブレードの位置を自動制御し、シュースリップを最小限に留める機能も備えており、設計掘削面へのダメージを軽減させ、作業効率も向上する（図—5）。

これらICT建機を使用することで、建機周りでの人による補助作業が少なくなり、重機による事故も減少することとなる。

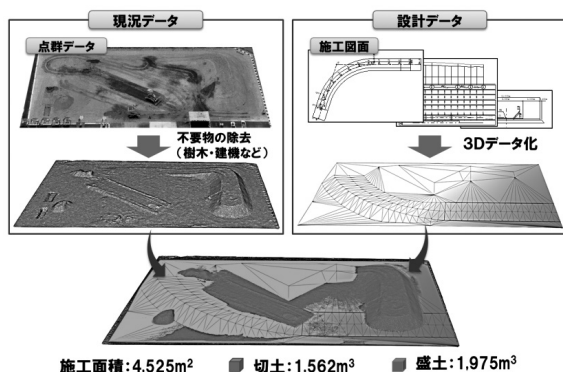
また、急な設計変更などが発生した場合などに対しては、顧客の現場を直接サポートするためのサポートセンタを新設し、図面の変更に伴う施工データの変更やトラブル等に迅速に対応している。



図—2 ICTブルドーザー 3次元施工データ

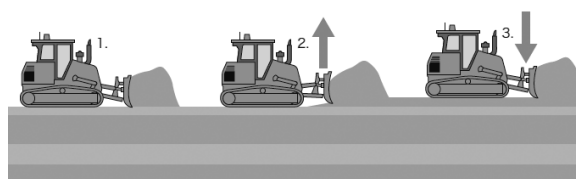


図—4 自動整地アシスト



図—3 土量算出方法

1. ブレード負荷が増大すると
2. シュースリップが起らないように自動でブレードを上げ、負荷をコントロールします。
3. 常に抱えられる最大の土量で効率よく施工できます。

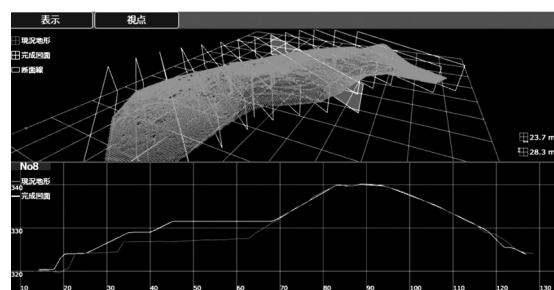


図—5 シュースリップ対策

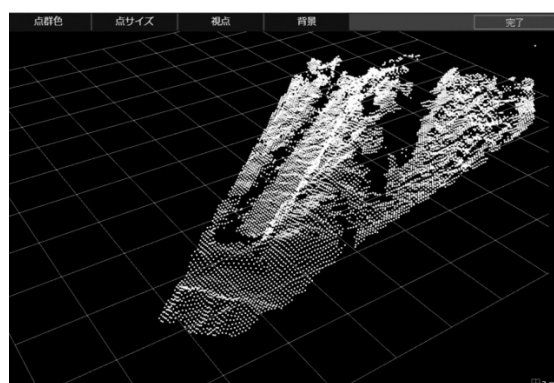
(4) 日々の施工の見える化

本サービスによって現場で実現したいものは、ここで紹介した技術を個々に使うだけではなく、現場で稼働する全ての建機、現場作業員、現場で動かされる土など、現場に存在する全てのものをICTで有機的につなげ、日々の施工を「見える化」することである。そうすることにより、現場にある全てのものの動きを、全て情報化し、無駄のない最適な施工計画を現場へ提供していくことができる。

これらを実現するためには、全ての技術を一元管理できるシステムが不可欠となる。そこで、現場内のどこでも、どの端末からでも接続可能なクラウド型プラットフォーム「KomConnect」を提供する。ICT建機による稼働データは、リアルタイムに「KomConnect」に転送され、日々の施工の進捗状況に反映される。進捗図は切土部分・盛土部分と色分けで表示され、2次元・3次元表示に対応し、任意の断面での進捗も確認可能となる(図—6)。



図—6 施工進捗断面表示



図—7 ステレオカメラによって生成された3次元点群データ

しかし、当然のことながら、ICT建機以外の建機も現場内で稼働する。ICT建機以外で施工した箇所や人力施工の箇所では、出来形データを自動で取得することは不可能で、従来通りの測量や検測にて出来形を確認する必要があった。そこで、車体の位置情報を有するICT油圧ショベルにステレオカメラを搭載させ、ステレオカメラ自体にも位置情報を持たせた。操縦席前方上部に設置したステレオカメラ(写真—2)で、車体を旋回・移動する際に周囲を撮影し、施工後の地形を計測する。1回の撮影での標準的な計測範囲は右前方30°の水平角の広がり度で、奥行20mまでとなる。撮影スイッチを押し、対象地盤を撮影後(写真—3)、撮影データをGPS(全地球測位システム)で取得した位置情報や重機の姿勢などの情報と統合し、10cmメッシュの3次元点群データを生成する(図—7)。撮影から3次元点群データを生



写真—2 ICT建機に搭載されたステレオカメラ



写真—3 ステレオカメラでの現況写真

成して、「KomConnect」に表示するまで、約1分程度である。ICT建機にて施工した出来形データに加えることにより、現場内の全ての施工結果を3次元データにて把握することが可能となる。

(5) 施工実績データの活用

ICT建機を使用することにより、現場における建機の稼働実績および施工実績が自動でクラウド上に蓄積され、それらを活用して、様々な帳票を自動作成できるようになれば、日々のルーチンワーク的な書類整理等が省力化され、現場担当者は、より一層現場の運営に集中でき、さらなる効率化が図れるようになると思う。

4

おわりに

本稿では、JCMA会員企業の先進的な取り組み事

例の一つを紹介した。

JCMAでは、従来より、建設生産プロセスのうち「施工」に注目して、ICTの活用により各プロセスから得られる電子情報を活用して高効率・高精度な施工を実現する「情報化施工」の推進に取り組んできたところである。今後とも、建機メーカー、建機レンタル会社、総合建設業、専門工事業、測器メーカー、ソフトウェア会社など様々な業種の会員企業が、「i-Construction施工による生産性向上推進本部」に一堂に会し、技術を提供する立場、施工する立場から、関係機関に必要な提言等を行うとともに、i-Construction施工の技術に対応できる人材育成や利用促進に関する情報発信、広報活動等を行うことにより、i-Construction施工による生産性向上を支援していく所存である。