

# 中部地方整備局における ICT土工の導入と生産性向上について

国土交通省 中部地方整備局 高山国道事務所 建設監督官 おおさき よしやす  
大崎 義保

## 1. はじめに

中部地方整備局高山国道事務所が事業を進めている中部縦貫自動車道の建設現場では、地域のCランク業者を中心に、平成26年度より25件の工事を実施し、うち22件（11社）の工事でUAVを施工現場に導入してきた。

監督職員と工事受注者で組織する工事安全協議会（以下「協議会」）のメンバーは、社内向けの工事進捗状況報告や現場のKY活動、地域住民や現場見学者への説明などにUAVの空撮写真を多面的に活用しており、今ではUAVは工事管理に欠かせないツールとなっている。

これは、平成26年度より協議会が主体となって企画したUAVの活用に関する先進事例の工事見学会や技術勉強会を通じて、多くの建設会社がUAVを導入したことにある。

その後、UAVによる3次元起工測量と、3次元設計の重ね合わせによる土量計測手法を紹介したところ、SfMソフトウェア、3次元設計CADを導入した建設会社が施工管理への応用を模索し、それぞれが試行錯誤を繰り返しながら、技術の取得と能力向上を進めていくようになった。

そして、平成28年3月30日にi-Constructionのトップランナー施策の一つとして「ICT土工」を

推進するための「新たに導入する15の基準及び積算基準」が公表され、「ICT土工」の一連のスキームについて運用ルールが示された。

3次元による施工管理が自主管理のレベルから本格運用にステージが移行したことで、ICT土工の活用工事に対して複数の建設会社が参加意欲を示し、平成28年12月現在で4件の工事を実施しており、うち1件は工事検査を終え、竣工している。

## 2. ICT土工の導入と生産性向上の検証について

平成28年3月時点で、UAVによる3次元起工測量と3次元設計を先行実施していた下記工事を対象に「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）」の運用ルールを工期途中から導入し、ICT土工による生産性の変化や課題などを検証した。

- ・工事名：平成27年度 中部縦貫丹生川西部地区道路建設工事
- ・受注者：(株) 新井組
  - ・UAV：DJI Spreading Wings S-900
  - ・デジタルカメラ：Panasonic LUMIX GH-4
  - ・SfMソフトウェア：Agisoft PhotoScan Professional Edition
  - ・3次元点群・出来形管理ソフトウェア：福井コンピュータ (株) TREND-POINT ver4.1

- ・ 3次元設計データ作成ソフトウェア：福井コンピュータ（株）EX-TREND武蔵 2016
- ・ ICT建設機械（MCバックホウ）：コマツ PC200i-10

ICT土工の導入による、作業日数の短縮効果と、省人化の両面から「生産性の向上」を検証すべく、以下の比較を行った。

作業日数の短縮効果については「工事中の測量作業の効率化」に着目し、ICT土工と従来施工（TSによる出来形管理）について比較を行った（図-1）。

現場条件は、前工事の完了後に着手しているため、伐採、除草の必要はなく、地質が火山起源のローム層主体の構成であり、岩級区分が土砂のみである。

本検証は丁張りやトンボの設置などで1日のうちに何らかの測量作業を行った日数が、従来施工とICT土工でどれだけ減少するかを比較したものであり、累計測量作業時間の短縮比較ではない。

この工事では、測量に関する作業日数は約30日短縮され、従来施工と比較し、およそ80%の効率化を達成できた。

この結果については前述したとおり、UAVの操作方法を含めた3次元起工測量やSfMソフトウェア、3次元設計CADの使用方法などICT土工のプロセスについて、経験と一定の知識を持つ技術者の施工によるものであり、全ての現場でこれだけの効率化が図れるものではないと考えるが、現場条件、施工規模などにより程度は変化するものの、ICT土工は初めての挑戦でも、従来施工と比較し作業日数の短縮は、ほぼ全ての現場で十分達成可能であると考ええる。

次に、省人化の検証として盛土法面整形（1,930m<sup>2</sup>）に着目し、ICT土工と従来施工（TSによる出来形管理）について比較を行った。

なお比較条件及び比較方法に関して、表-1、2に示す①、②、④、⑤の従来方法については受注者の経験から同様の施工規模の現場を参考として算出している。

また③については盛土法面整形（1,930m<sup>2</sup>）を対象とし、施工日数については従来施工もICT土工も同様と仮定した上で人工（オペレータを含む）の比較だけで算出している。

この結果では、従来施工75人工：ICT土工46人

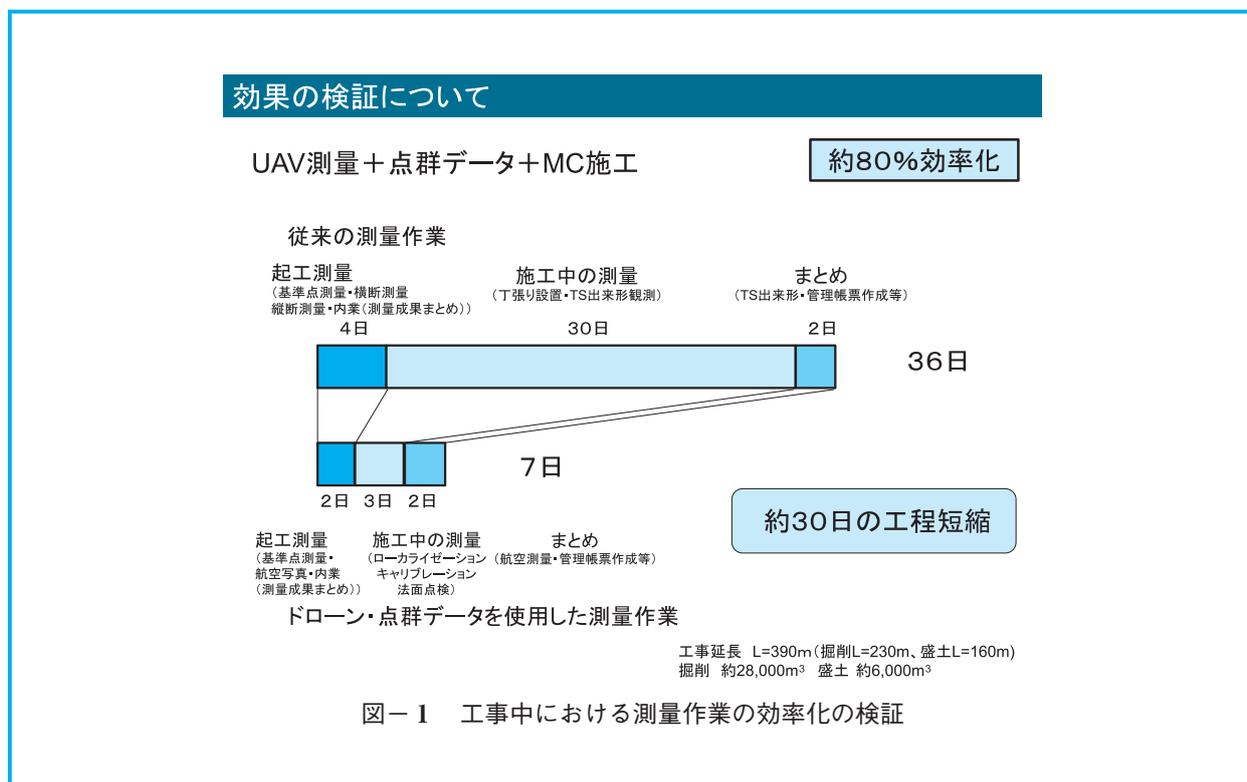
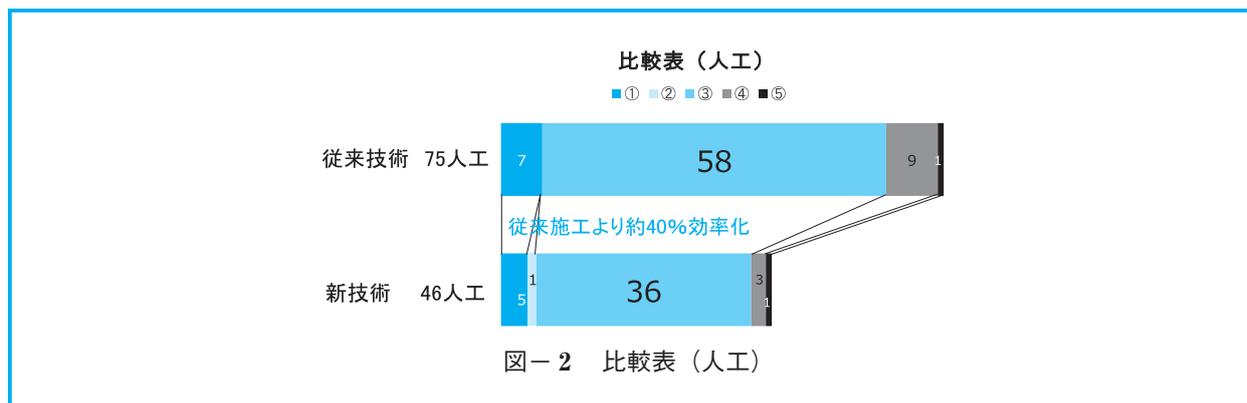


表-1 従来施工 (人工)

従来技術	人工
①測量 (起工測量) の実施	7人
②従来は無し	-
③2次元施工 (丁張り設置・丁張りに合わせて施工)	58人
④TS出来形管理 & 検測	9人
⑤電子納品	1人
合計	75人

表-2 ICT土工 (人工)

新技術 (ICT活用)	人工
①3次元起工測量	5人
②3次元設計データ作成	1人
③ICT建設機械による施工 (法面整形盛土のみ)	36人
④3次元出来形管理等の施工管理 (UAV出来形計測のみ)	3人
⑤3次元データの納品	1人
合計	46人



工となり、ICT土工の活用により、従来施工より延べ作業人員を約40%効率化できた結果となった。

また、施工規模がより大きくなり、ICT建機の稼働日数が増えれば、この差はさらに広がる結果になると想定される。

以上の検証から、当該工事においてはICT土工の導入により、作業日数の短縮効果と省人化の両面から大幅な生産性向上を確認する結果を得ることができた。

ICT土工は条件さえ整えばどのような現場でも生産性向上に繋がる手法である。上記事例以外にも協議会でICT土工を行っている3件の工事全ての現場で、受注者から「施工速度が向上した」という声を聞いている。

### 3. ICT土工に対する施工上のポイントについて

協議会では、元請けがUAV測量から3次元出来形管理まで一連のプロセスを理解し、可能な限り全ての工程を直営で作業することを目標としてきた。

これは、現場の技術者が作業プロセスを詳しく理解すると、生産性を高めるために必要な課題がどこにあるか自ずと把握でき、作業内容の改善と工夫の取り組みがしやすくなるためである。

例えば、MCバックホウによる施工で、掘削や積込みにかかる作業時間については、従来技術と比較して大きく変わるものではない。

MCバックホウが最大限に能力を発揮するのは法面整形を行う場面であり、ここに要する時間を大幅に短縮させることがポイントである。

つまり効率化を追求すると、掘削や積込み作業に関してMCバックホウは必須ではなく、法面整形の段階でMCバックホウの能力を引き出せるような施工計画の立案と、ICT建機の調達方法を考えるようになるはずである。

ICT建機のリース費用が割高である現在、適切なICT建機の調達方法、調達期間の選択はなおのこと重要である。

また発注段階の掘削土量に対して、発生残土の搬出先が何らかの事情により変更となり、運搬距離が変化した場合など、工事予算内に収めるために施工数量を変化させなければならない事態が生

じたとして。こうしたケースでも、3次元設計CADを自ら操作できれば、レスポンス良く掘削土量の変更に対応可能となり、工程の大幅な遅延や、設計外注費用の増加も招くことなく迅速にリカバリーが図れる。実際に、こうした事態が発生したが、数日間で事態の収束を図り、工程の遅延を最小限に留めた事例もあった。

このように、生産性の向上はICT土工の各プロセスにおける実施方法、施工体制によって大きく左右されてしまうものである。

ICT土工に関する様々な基準類は、最小限の運用を定めたものに過ぎず、この運用の外側にある課題は、現場の実態に即して、生産性がより高まる方向へ導くように改善を図らなければならない。あくまでICT土工は手段であり、その先にある生産性の向上が本来の目的である。

中部地方整備局では、ICT土工を進めるうえで、よくある質問やヒントをとりまとめ、発注者と受注者で生産性向上の目的を明確に共有するため、「i-Construction ICT活用工事の手引き(案)」

をとりまとめ、HPで公表し(図-3)、管内各地域で説明会を開催してきた。

ICT土工を進めるうえで、非常に参考になる資料である。

#### 4. ICT土工に対して発注者として配慮すべき事項について

ある現場で、切土法肩部の「ラウンディング」を施工する場面があった。

この際、ラウンディングの3次元設計データの作成にとっても時間がかかり、大幅な作業時間の増大が発生してしまうがどうしたら良いかと問われたケースがあった。

生産性向上が「目的」であることを踏まえ、受発注者間の協議により、ラウンディングを行う範囲は3次元出来形管理の対象から外す判断をした。

施工においては、マシンコントロールスイッチを切断し、オペレーターの技術でラウンディングの部分を施工することで、作業の効率化を図った

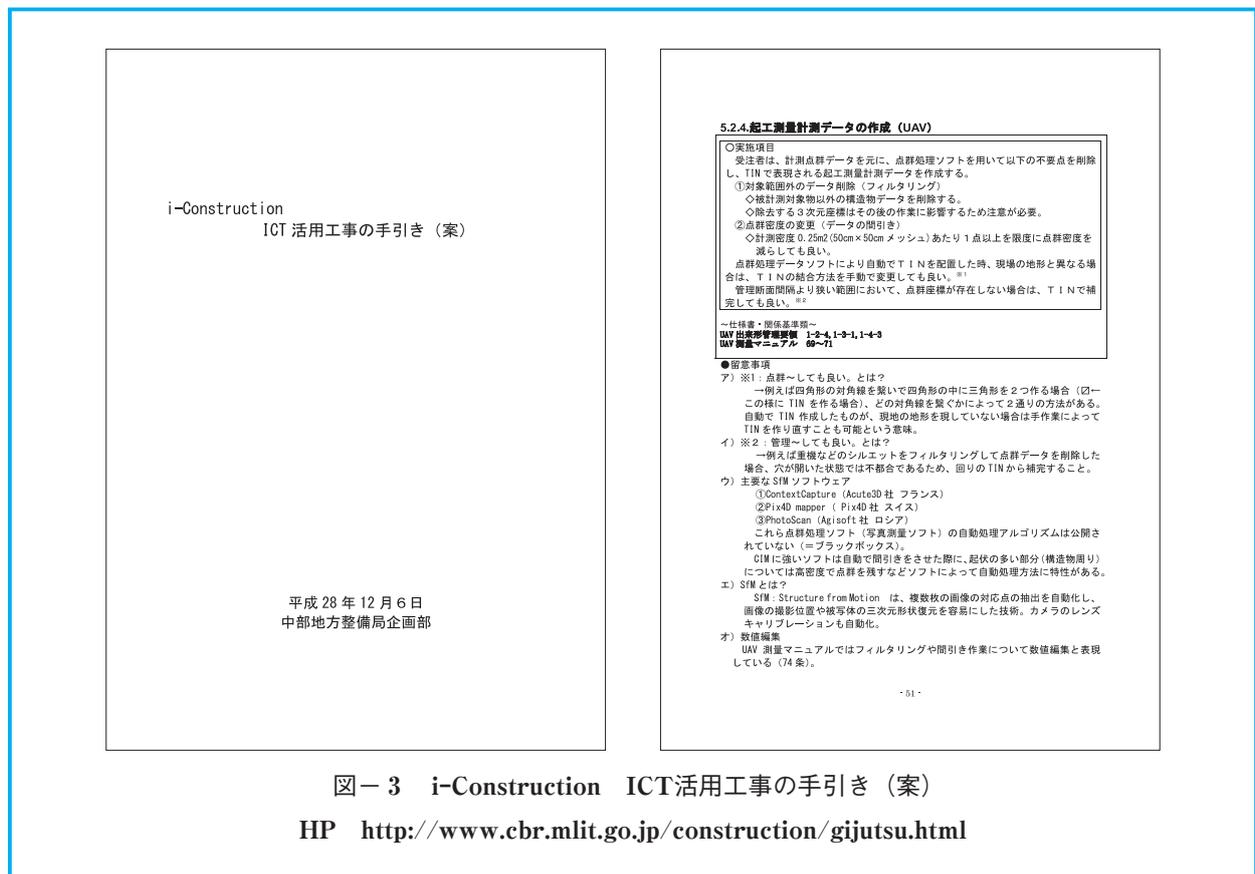


図-3 i-Construction ICT活用工事の手引き(案)

HP <http://www.cbr.mlit.go.jp/construction/gijutsu.html>

(図-4)。

ラウンディング部の3次元設計データを作成することは物理的に可能ではあるが、ここに労力を投入するのはあまりにもナンセンスである。

ICT土工の「手段」に呪縛されると、生産性向上に逆行してしまうことを示す一例であった。

3次元設計データだけで施工すると大変な時間と労力がかかるケースは、このほかにも考えられるが、目的とする工事を効率よく完成させるために最適な解決法の組み合わせは様々にあるはずである。どうしたら課題が早く解決し、生産性の向上に繋がるかという視点で受注者の考え方や意見を聞き、適切な判断をすることが重要である。

また、ICT土工ではオペレーターが熟練者でなくとも3次元設計どおりに施工できるため、「現場に完成する形状は設計と同じでなければいけな

い」という固定概念を持ってしまいがちである。

次に示すのは、施工中の法面に転石が発見し、受注者からこれを除去すべきか、存置すべきか、存置した場合には出来形管理をどうするかなど、判断を求められたものである(図-5)。

この事例では、地山の土質性状と、転石の大きさから、これを除去すると周辺の法面が掘り起こされ、広範囲に法面崩落による出来形不足が生ずる可能性が高かった。

設計では想定していなかった転石の出現により、3次元設計データどおりの施工をとりやめ、法面の安定を図ることを最優先として、受注者と転石の存置を協議し、工事を進めた。

ICT土工であっても、全て設計どおりの施工ができるわけではなく、臨機応変に現場で対応が求められることを示す一例であった。



3次元設計データ  
(ラウンディングなし)

MCバックホウ施工状況  
(ラウンディングを施工)

図-4 法肩部(ラウンディング)の施工



図-5 MCバックホウ施工による転石の出現と3次元出来形管理結果

参考までに、転石を存置したことで、3次元出来形管理結果（ヒートマップ）でどのような結果となるか確認したところ、このケースでは、規格値±20%以内に収まっていた。

また、ICT土工の発注においては、UAVによる3次元起工測量からスタートするため、地形を把握するためには、伐採または除草が完了していることが条件となる。

従来施工であれば、工事契約後、伐採前であっても起工測量を実施し、現地精査が可能な場合もあるが、ICT土工に関しては、伐採、除草を行っている間は現地精査もできず、工期を浪費してしまう。

例えば、ICT土工の施工予定箇所については前年度もしくは前工事で伐採まで完了させておくような配慮ができれば、生産性がより一層向上しやすくなるはずである（図-6）。

このようにi-Constructionの趣旨を鑑みて、より大きな生産性向上の効果を生むためには受注者の努力のみならず、発注者も一定の配慮が必要であり、両者が両輪となって共通の目的達成に向けた取り組みが必要になっていくと考える。

## 5. おわりに

ICT土工に取り組む際に、私は「失敗して当然」という発想で取り組んで欲しいとお願いした。

これは新たな技術への挑戦に対し、楽しみながら仕事を進めて欲しいという思いからであった。

現場では、各社が細かい失敗を繰り返してはいたが、技術者やオペレーター、それぞれが試行錯誤のなかで意欲的に技術を取得し、建設会社の枠を超えて、分からないところや改善すべきところを積極的に情報交換しながら議論してきた。

これらの取り組みは全て「土木の現場を変えたい」という潜在意識から生まれてくるものだと思う。

こうした意識を発注者として大切に受け止めて、少しでも現状を改善し、より仕事が進むように一緒に努力することが必要であり、受注者と一緒になって生産性を向上する取り組みを進めることで、現在の基準や運用の改善点もやがて明確となり、より良いものになると考える。

ICT土工の取り組みはまだまだ始まったばかりであるので、目的を見失わないように、現場の運用を常に改善しつつ、発注者と受注者双方がこの施策に取り組んで良かったと思える結果に繋がることを期待したい。

