

ほ場整備工事における情報化施工活用技術の取組みと有用な技術の導入について

—農業農村整備におけるデジタル技術の活用に向けて—

旭川開発建設部 旭川農業事務所

○三上 雄也
伊藤 誠
川北 清香

労働人口減少下における農業農村整備の確実な推進の為には、様々な場面での労働生産性向上が必要であり、近年発展が著しいデジタル技術の活用はその手段として有効である。本報では、「大雪東川第一地区」等のほ場整備工事において農林水産省が示す「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づく情報化施工技術活用工事の取組内容及び効果と、当該ガイドラインには規定されていないが有用と想定される技術の導入について報告する。

キーワード：ほ場整備、情報化施工、ICT、生産性向上

1. はじめに

我が国における人口減少下で持続可能な社会を構築するためには、様々な産業分野における労働力不足への対応が重要な課題となる。特に、農業農村整備の現場を支える建設業界においては、建設業就業者の高齢化や労働力不足の急速な進行が課題であるほか、働き方改革関連法（2019年4月施行）に基づき、5年間の猶予期間の終える2024年度から、建設業でも時間外労働の上限規制（罰則付き）が適用される予定であり、生産性向上の取組みが急務となっている。

このような状況の中、建設業界では、デジタル技術を活用した生産性向上の取組みとして、ICTを活用した情報化施工技術や3次元データの活用が進んでおり、農業農村整備事業分野においても、農林水産省が国営土地改良事業等を対象に「情報化施工技術の活用ガイドライン」（以下、「ガイドライン」という。）を定め、当該技術を活用する場合の考え方を整理している。

情報化施工技術とは、ICTを工事の測量、施工、出来形管理等に活用する施工システムであり、国営土地改良事業等においては、これら技術を活用して「3次元起工測量」、「3次元設計データ作成」、「ICT建設機械による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」、「3次元データの納品・検査」を行うものを情報化施工技術活用工事としている（図-1）。情報化施工技術の活用により、必要人員の減員や延べ作業時間の短縮が可能となるほか、機械制御による工事品質の向上、現場での錯綜回避による作業安全性の向上、可視化による合意形成の円滑化といった様々なメリットが得られている。

一方で、農業農村整備分野では、現在のところガイドラインの対象としている工種・技術が限定的であり、更

なる活用の普及には新たに実用化されている技術を随時反映していく必要がある。

本報では、令和3・4年度の国営緊急農地再編整備事業「大雪東川第一地区」、「大雪東川第二地区」（以下、「大雪東川第一・第二地区」という。）のほ場整備工事において活用された情報化施工技術の内容及び効果と、現時点ではガイドラインには規定されていないが有用と想定される技術の導入状況について、情報を整理し報告する。



図-1 情報化施工活用工事の流れ¹⁾

2. 大雪東川第一・第二地区の概要

大雪東川第一・第二地区は、北海道中央部、大雪山国立公園の麓にある東川町に位置し、1級河川石狩川水系の忠別川と倉沼川沿いに広がる水田地帯である（図-2）。



図-2 地区位置図

本地区の農地は、小区画、排水不良等のほ場条件に加え、離農跡地の継承による経営耕地の分散化が進んでいることから、農作業効率が悪く、農業生産性の向上を図る上で支障を来している。このことから、生産性の高い基盤の形成と土地利用の整序化を通じ、農業経営の合理化と効率的な土地利用を図り、農業の振興と地域の活性化に資するため、ほ場整備事業を実施している。

3. 情報化施工技術活用工事としての取組状況

(1) 3次元起工測量の実施

大雪東川第一・第二地区では、工事の3次元起工測量にUAVによる空中写真測量（以下、「UAV測量」という。）が使用されることが多い。複数の施工業者に聞き取りを行ったところ、東川町は起伏が小さいことやUAV測量の制限がないこと、地上型レーザースキャナ（TLS）より安価なことから採用されているとのことであった。

従来の平面・縦断・横断測量とUAV測量との比較検証として、従来手法で地区の標準的な1農区（縦横約540mの植民区画で分けられた約25haの農地）の面積を測量した場合に必要なとされる作業日数を複数の施工業者から聞き取りを行った。結果として、従来手法の場合は1農区当たり平均で約14.6日（外業8.4日、内業6.2日）の作業日数が必要と判明した。

一方で、大雪東川第一・第二地区内の工事を実施したUAV測量に要する作業日数と工事面積から、ha当たりの作業日数を割り出した上で、UAV測量を1農区で実施する場合に必要なとされる作業日数を算出したところ、約7.0日（外業2.9日、内業4.1日）との試算結果となった。ゆえに、従来手法とUAV測量とを比較すると、約5割の

省力化につながる事が判明した（図-3）。

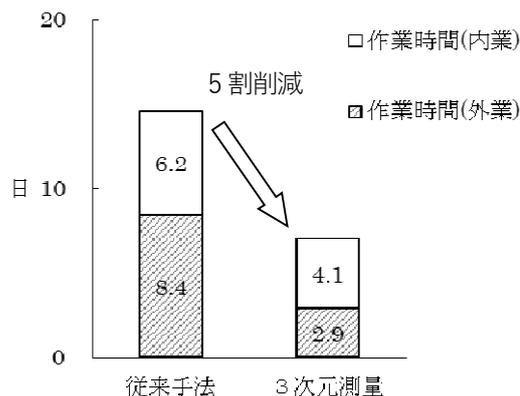


図-3 起工測量作業時間の比較

(2) 3次元設計データ作成

大雪東川第一・第二地区内の工事において、UAV測量で得られた点群データを活用して3次元の現況図及び3次元設計データを作成・比較し、土工数量等を処理ソフトで一括算出した場合、従来であれば当初設計の照合時の数量算出作業に平均で約4.1日程度要していたが、3次元データを活用することで、平均で約2.6日程度に抑えることができ、約4割程度省力化された。また、3次元設計データはほ場の起伏や宅地や農道との高低差が可視化されるため、下図に示すとおり、現況田面高さや設計田面高さが一目で分かるほか、農道や取付道路の完成イメージが分かりやすくなるという利便性もある（図-4）。

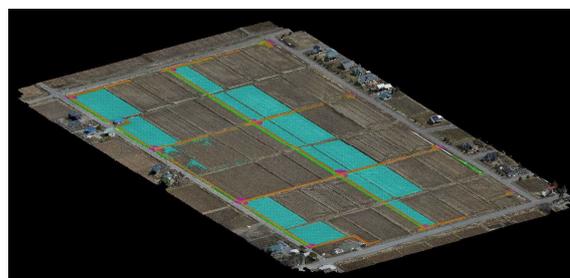


図-4 点群データと3次元設計データとの合成図

(3) ICT建設機械による施工

現在、ガイドラインで適用対象となっている工種は、土工、ほ場整備工が主となっており、高速自動埋設機などの専用機械での施工が多い暗渠排水工等は適用外となっている状況である。ゆえに、ほ場整備工事の現場で多く使われるICT建設機械は、MC/MG機能を搭載したバックホウ、ブルドーザが主となっている。3次元設計データをICT建設機械に取り込みガイドデータとして使用することでバケットやブレードの位置が正確にリアルタイムで把握できるため、施工のための丁張り設置が不要となり施工効率が向上する（写真-1）。

また、合図者を置かなくても設計データ通りの施工が

可能となるため、人間と重機の接触機会を削減することで安全性の向上にもつながっている。



写真-1 ICT建設機械による施工状況

(4) 3次元出来形管理等の施工管理

大雪東川第一・第二地区では、ほ場整備工事の表土整地において、工事の3次元出来形管理等の施工管理としてUAV測量による3次元出来形管理を行うことが多く、その場合は基準高に変えて標高較差を管理することになる。

従来の表土整地の出来形管理では、10a当たり3点以上の標高測定をトータルステーション (TS) 等を用いて人力で測量するため、地区の標準区画2.2haでは66点の計測点を設けなくてはならず、出来形管理の為の作業日数や人件費等が大きな負担であった。前述の3次元起工測量の省力化を試算したのと同様に、1農区を従来手法で出来形管理する場合、大雪東川第一・第二地区内の工事は平均で約14.7日（外業8.9日、内業5.8日）の日数を要することが複数の施工業者からの聞き取りで判明した。

一方で、UAV測量による3次元出来形管理では、1農区のほ場を1回のUAV測量で点群データを取得し、得られた点群データと設計データとの標準較差をヒートマップで管理することとなる（図-5）。大雪東川第一・第二地区内の工事で実施したUAV測量による3次元出来形管理に要する作業日数と工事面積から、ha当たりの作業日数を割り出した上で、地区の標準的な1農区に必要な作業日数を算出したところ、約6.9日（外業2.9日、内業4.0日）との試算結果となった。ゆえに、従来手法とUAV測量による3次元出来形管理とを比較すると、約5割の省力化につながった（図-6）。

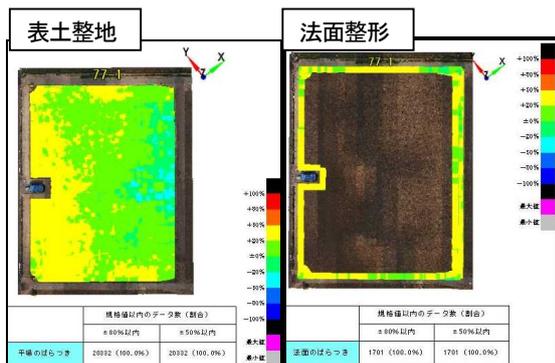


図-5 表土整地及び法面の3次元出来形管理図

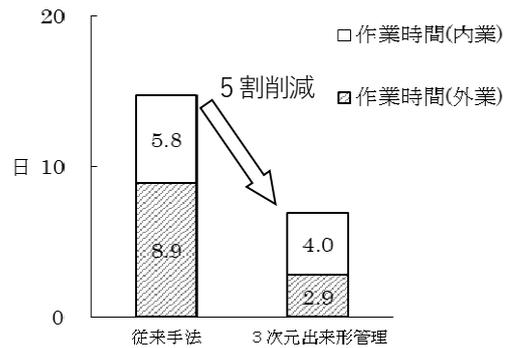


図-6 出来形管理作業時間の比較

(5) 3次元データの納品・検査

工事が完成した後、情報化施工技術活用工事では3次元データの納品を行うことが可能である。ガイドラインに示される3次元座標を面的に取得する出来形管理技術に関するデータが納品対象となるが、3次元設計データや出来形計測データ等は当該工事が終了した後でも、例えば洪水によるほ場流失等の被災を受けた際の被災前の現況データとしても活用でき、被災後のUAV等で測量したデータと比較することで早期に復旧作業に必要な土量（数量）を算出することが可能となるなどの利便性がある。

また、UAVで計測された点群データは地形情報を高精度で測量した3次元データであり、工事完成後のほ場でスマート農業としてリモートセンシング技術を活用したドローンによる防除、肥料散布作業を行う際や、自動走行農機に搭載する地形情報のデータ作成の際にも有用に活用することが期待できる。

4. 有用と想定される技術の導入状況

(1) AR (Augmented Reality) による受益者立会

ARとは、拡張現実の意味でタブレットや専用のゴーグルといったデバイスの画面上に現実の風景や建物を再現し仮想や別の情報を重ね、視覚的に現実を拡張し、実際には見えない映像がデバイスに表示される技術である（写真-2）。大雪東川第一・第二地区の現場において、当技術を、施工前の地権者との丁張り立会及び電力会社との電柱立会に活用した。ほ場整備工事における農道と田面との高低差等の確認や、造成する施設と電柱との干渉チェックにおいて、関係者との完成イメージの共有を円滑に行うことが可能となった。従来の手法では、木杭や水糸を使用した丁張りにより地権者との立会を行っていたため全体像が分かりづらく、施工中や施工後に地権者から想像していたイメージと異なるといった意見が出されることもあったが、当技術ではこうした手戻り作業のリスクを低減することが可能と考えられる。

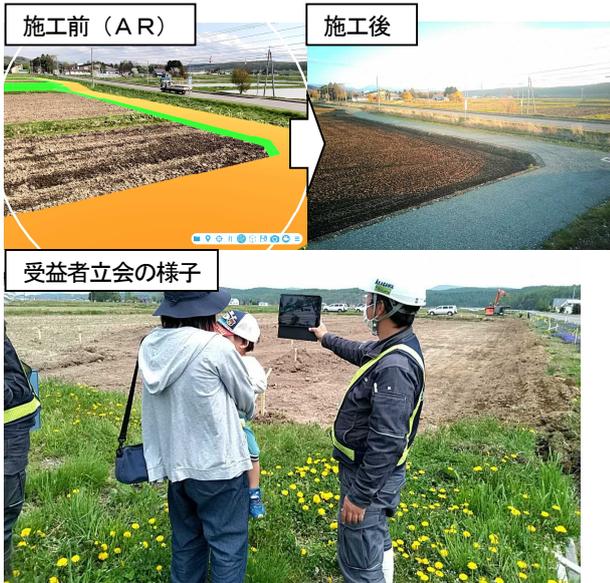


写真2 AR技術活用状況

(2) SCD/SCE (SMART CONSTRUCTION Drone/SMART CONSTRUCTION Edge) を活用した土量管理

現在、ガイドラインに適用した3次元起工測量や3次元出来形管理をUAV測量にて実施する場合は、公共測量マニュアルに沿って評定点を設置した上で測量を実施し点群データを作成する必要がある。このプロセスにおいて、UAVにより撮影された写真から点群を生成する際に、高性能なパソコンとソフトを使用し、点群生成及び不要物除去を手動で行っていたため、従来の起工測量に比べ外業の省力化は図られたが、内業の作業日数はそこまで変わらないという実態があった。

一方で、ほ場整備工事の日々の施工の進捗管理にUAVを活用することについては、堆積する表土量の管理や、基盤切盛時の運土量等、日々変わっていくほ場上の土量データをリアルタイムで管理する手法として有効性が期待されていた。そこで、大雪東川第一・第二地区の工事において、Edgeコンピュータ（測定現場近くに設置されたサーバでデータ処理・分析を行う分散コンピューティングの概念）を利用した空中写真測量システム（SCD/SCE）を導入し、日々の工事進捗把握を行った（図-7）。本技術は、Edgeコンピュータが自動でGNSS補正を行いUAVの位置を計算し点群データの作成をするため、評定点の設置や測量作業が不要である。また、測量マニュアルに則った点群データの作成の場合は複数の日数をかけてデータ処理を行うところを、本技術では1日程度で処理することが可能である。ただし、公共測量に沿った精度の確認ができないため、成果としての活用は現時点では困難であるが、日々の施工の進捗管理を行う分には十分な精度を有しており、適切な現場の土量管理を行うことで、手戻りなく基盤切盛、表土戻しといった施工を行うことが可能となった。

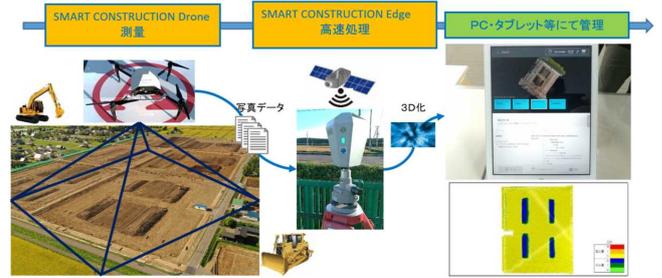


図-7 SCD/SCEのデータ処理フロー（概要）

(3) ICT建設機械による施工履歴による出来形管理

当地区の情報化施工活用工事において、MC/MGブルドーザを用いたほ場整備工（表土整地）の施工時に、ブルドーザのキャタ下部分にGNSS受信機を取り付けて施工したことで、表土整地による施工履歴データを同時に取得することが可能となった（写真-3）。本データはそのまま出来形管理の数値としても採用することができるため、前述したUAV測量による3次元出来形管理の手法よりも更に省力化が見込める技術となっている。



写真3 MC/MGブルドーザによる施工状況

(4) スマートフォンを用いた出来形管理

大雪東川第一・第二地区の工事において、スマートフォン（iPhone）を用いた3次元計測技術の試行を行った（図-8）。当該技術は、LiDARに対応したスマートフォンとGNSSレシーバーを用いて施工現場の3次元測量を行い点群データを取得するものであり、スマートフォン片手で位置や基準高さのデータを手軽に取得することが可能である。また、GNSSレシーバーを5mおきに測定し位置情報を補正することで、精度を高めつつ測量することが可能である。UAV測量やTLSは1回の測量に係る経費が割高であるため、広範囲な面の測量に適しているのに対し、本技術は設備費用が比較的安価であるため、例えば管路の施工管理データをワン스パン毎に手軽に集積できるメリットがある。本技術はガイドラインにおいて適用対象となっていないため、出来形管理として採用することは現時点ではできないが、本工事のほ場内用排水路工事で試行した結果、従来の出来形作業に比べ約4割の省力化が図られた。また、得られた3次元データはCIM化することが可能であり、埋設管の維持・管理に利用するこ

とも可能である。



図-8 モバイル端末による測量フロー

5. 今後の課題と対応策

これまで述べたとおり、情報化施工技術を活用した工事では各施工段階で省力化が図られたほか、ガイドラインに記載されていない技術でも、現場内で試行した結果、その有用性は十分に発揮されていた。一方で、農業農村整備事業の分野における情報化施工技術のより一層の活用に向けては、下記の課題に対応する必要があると考える。

(1) 情報化施工技術の普及・促進

a) 課題

農林水産省によれば、農業農村整備事業において情報化施工技術活用工事の件数は年々増加傾向にはあるが、全体の件数としてはいまだ少なく、国土交通省に比べ、普及の進捗は遅れている状況である。また、ガイドラインの適用工種や新技術の採用等については順次拡大しているところではあるが、現場の発注者・受注者双方ともに当該分野における知見が不足している状況から十分に活用が進んでいるとは言い難い状況である。情報化施工技術を活用するにあたり、受注者は専用ソフトや機器などの設備投資が必要となること、発注者は受注者からの当該技術の活用協議を受けたとしても、事業実施における有用性への疑念や地区事業費や地元負担額の観点から積極的に協議に応じれない実情も想定される。

b) 対応策

現状においても情報化施工技術に関する研修やセミナーは随時開催されているところではあるが、農業部門では現場単位のレベルで開催されている状況である。そこで、組織として係員や係長といった現場の実務を担う監督員全員を対象とした情報化施工技術に関する研修及び現場見学会（実際に3次元設計ソフトやICT建設機械の技術を体感する）の機会を与えることを提案する。

また、事業実施に当たり、情報化施工技術活用工事に係る経費分については、地元負担対象額に含めない地区総事業費の外枠として対応が可能となれば、受注業者の希望に沿った内容で更なる活用の促進が期待できると考える。

(2) 有用とされる技術の導入

a) 課題

現状では、ガイドラインにおいて適用されている技術

を使用した場合にのみ、当該技術を用いた工程の段階に応じて費用を計上することができる。ゆえに、ガイドラインに記載されていない技術については、いかに有用と評価されたとしても費用を計上することができず、あくまで施工業者の創意工夫にとどまっており、積極的な導入に踏み込めない実態となっている。

b) 対応策

上記の背景には、現場レベルで有用と評価できる技術が、ガイドライン基準作成担当部局へ情報が集約されていないことが一つの要因と考えられる。情報化施工に関する技術について現場から担当部局までのホットラインを創設し、当該技術に関する情報の吸い上げ及び優良事例の横展開を図ることで、早期の技術情報の普及と当該技術の多角的検証を実施し、いち早くガイドラインへの適用を促すことが可能と考えられる。

6. おわりに

本報において、ほ場整備工事の工事における情報化施工技術の取組内容及びその効果と、有用とされる技術の紹介を行った。一方で、今後の課題にも挙げた通り、今後の農業農村整備事業において情報化施工技術をはじめとしたデジタル技術をより普及していくためには発注者側・受注者側双方において今以上に当分野へ関心を高めるとともに、積極的な支援や活用を促していく必要がある。

農業農村整備事業におけるデジタル技術の活用の可能性としては、ほ場整備の施工完了時に得られる出来形管理データを用いることで、スマート農業への活用も期待できる点であるとする。本報が今後のほ場整備工事を実施するに当たっての発注者・受注者双方の情報化施工技術への関心を高める一因になれば幸いである。

参考文献

- 1) 農林水産省：農業農村整備における情報化施工及び3次元データの活用 令和4年5月
- 2) 農林水産省：情報化施工技術の活用ガイドライン 令和4年3月
- 3) 国土交通省：BIM/CIM教育要領（案） 令和3年6月
- 4) 国土交通省：CIM導入ガイドライン（案） 令和2年3月
- 5) 農林水産省：国営土地改良事業等における情報化施工活用事例集 令和3年8月
- 6) 北海道開発局 旭川開発建設部 旭川農業事務所：ほ場整備工事の設計における3次元設計の試行及び従来手法との比較検証 - 農業農村整備におけるデジタル技術の活用に向けて- 令和3年度