

農業農村整備における情報化施工および3次元データ活用

誌名	水土の知 : 農業農村工学会誌 : journal of the Japanese Society of Irrigation, Drainage and Rural Engineering
ISSN	18822770
著者名	友寄, 厚樹 三上, 雄也
発行元	農業農村工学会
巻/号	89巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 3-6
発行年月	2021年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



農業農村整備における情報化施工および 3 次元データ活用

ICT-Integrated Construction and Utilization of 3-Dimensional Data
in Agricultural and Rural Development Project

友 寄 厚 樹*

(TOMOYOSE Atsuki)

三 上 雄 也*

(MIKAMI Yuya)

I. はじめに

わが国の総人口は 2008 年をピークに減少傾向に転じており、人口減少下で持続可能な活力ある社会を構築するためには、さまざま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。

農業競争力強化のための基盤整備の重要性、農業水利施設の老朽化の進行、自然災害の増加傾向を踏まえると、農業農村整備は今後も地域のニーズに応じて継続的に実施していく必要があり、労働力が減少する中でもその整備量や品質に影響を与えない工夫が必要となる。

建設分野では、近年発展が著しい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や建設プロセス全体（調査・測量・設計から施工、維持管理に至るまでの一連の過程）での 3 次元データ活用の普及が進んでおり、農業農村整備分野においてもその効用が期待されている。

本報では、農業農村整備における情報化施工および 3 次元データ活用の現状や今後の展開方向、営農との連携の可能性について整理し紹介する。

II. 建設業界の現状と i-Construction

1. 建設業における労働力不足の現状

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となっている。

建設業就業者数は、2007 年から 2018 年の約 10 年間で、全体で 550 万人から 501 万人となり約 50 万人（約 1 割）減少し、特に 39 歳以下の建設業就業者は 207 万人から 139 万人と約 70 万人も減少して、全体数の減少に加え高齢化が進んでいる（図-1）¹⁾。

さらに、働き方改革関連法（2018 年 7 月 6 日公布）による改正労働基準法に基づき、建設業では 2024 年度から時間外労働の上限規制（罰則付き）が適用開始される予定であることから、従前より少人数、短期間

の工事で同じ工事量の実施を実現する生産性向上の取組みが急務となっている。

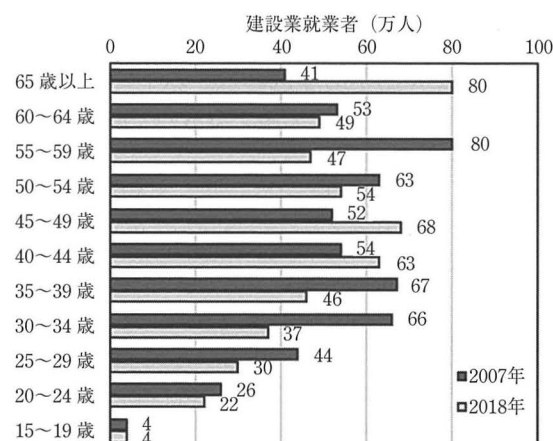


図-1 建設業就業者数の推移

2. 「i-Construction」の取組み

建設業界における労働力不足進行の懸念を背景に、国土交通省では、2016 年度から建設生産システム全体の生産性向上を図り魅力ある建設現場を目指す「i-Construction」の取組みが進められている。この「i-Construction」の開始時においては、「ICT の全面的活用（ICT 土工）」、「全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化など）」、「施工時期の平準化」が 3 つのトップランナー施策として設定され、ICT 活用に限定しない生産性向上施策の集合体として打ち出されている²⁾。このうち「ICT の全面的活用（ICT 土工）」が情報化施工に相当する項目であり、以前から脈々と取り組まれてきた情報化施工に関する技術開発や普及が「i-Construction」開始を契機に一気に加速したと言える。

2016 年当時は、国土交通省における ICT 活用工事（≡情報化施工）の対象工種（施工管理や積算に関する基準が整備された工種）は土工のみであったが、その後、舗装工や地盤改良工などが追加され、河川や道路などの国土交通省所管分野での活用件数は、直轄工

* 農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室



農業農村整備、情報化施工、3 次元データ、ICT、衛星測位、スマート農業

事において2016年度の584件から2019年度には2,132件に増え、自治体発注工事でも増加している³⁾。

また、「i-Construction」が推進される中で、建設プロセス全体を通じた3次元データ活用がより重視されるようになっていく。

III. 農業農村整備における情報化施工

1. 情報化施工の概要

農林水産省では、2017年3月に国営事業を対象として情報化施工の実施手順や施工管理・積算の方法を定めた「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)を策定し⁴⁾、情報化施工の導入を開始し推進している。

情報化施工の基本的な流れは、以下に示す工程に沿って施工業者が工事を実施するものである。

① 3次元起工測量

UAV(無人航空機:Unmanned Aerial Vehicle)やTLS(地上型レーザースキャナ:Terrestrial Laser Scanner)を用いて起工時の現況地形測量を行う。UAV撮影画像に基づくSfM(Structure from Motion)解析やTLSによる直接計測により3次元点群データを作成し、現況地形を復元する。

② 3次元設計データ作成

2次元発注図面や起工測量結果から3次元の設計データを作成し、起工測量データとの差分による工事数量計算や、工事完成形状(出来形)の測量データとの差を評価する出来形管理に用いるとともに、ICT施工機械に搭載するガイドデータとしても使用する。

③ ICT施工機械による施工

RTK-GNSS(Real Time Kinematic - Global Navigation Satellite System)などの位置測定技術により自己位置や姿勢をリアルタイムに把握できるICT施工機械を用いて施工する。設計データと現地盤データの差分に基づきICT施工機械の操縦を支援する機能には、アーム等の動作を自動制御するMC(マシンコントロール)と、自動制御はせず音声によりオペレーターの操作をガイドするMG(マシンガイダンス)がある。

④ 3次元出来形管理

UAVやTLSなどを用いて完成形状を測量し、従来施工とは異なる施工管理基準に即して出来形管理を行う。たとえば、圃場整備工事の場合、従来手法では10a当たり3点以上の計測点を抽出した上で圃場面や基盤面の高さの管理を行うが、情報化施工でUAVやTLSにより出来形管理を行う場合には、10cmメッシュに1点以上の出来

形座標値を取得した上で1m²当たり1点以上の密度で設計値との差分を管理する。出来形評価結果は、ヒートマップにより高低差を視覚的に分かりやすく表示することが可能である。

⑤ 3次元データの納品

計測した3次元点群データや作成した3次元設計データ、空中写真測量において撮影した画像を工事成品として発注者に納品する。

2. 情報化施工の導入状況

2017年のガイドライン策定以降、国営事業においては情報化施工技術活用工事の件数が年々増加しており、2017年度に6件、2018年度に14件、2019年度に40件の活用実績がある。なお、これらは入札公告や仕様書に情報化施工技術活用工事であることを明示した上で実際に技術を活用した工事の件数であり、そのほかにも施工業者の独自の取組みとして情報化施工技術を用いた工事が実施されている。

また、自治体発注工事では、2017年度から2019年度に低コスト農地整備推進実証事業の実施地区として情報化施工を実施している事例がある。

これらの活用事例に関しては、これまで本誌においても複数の報告がなされている^{5)~7)}。

3. 情報化施工の効果と課題

(1) 情報化施工導入の効果 情報化施工導入の最大のメリットは、建設現場の作業省力化である。

起工測量や出来形測量においては、従来は多くの人員を投入しレベルや巻尺を用いて実施していた測量作業が、UAVやTLSを用いることにより、最小限の人数での短時間かつ広範囲な測量作業に置き換わる。

また、ICT施工機械を用いた施工においては、あらかじめ操縦席のコントロールボックスに組み込まれた3次元設計データをガイドデータとして、衛星測位により位置や姿勢を常に把握しつつ作業を行うため、建設現場において高さや勾配の目印となる丁張りを設置する作業や施工機械のオペレーターを誘導する人員の配置が省略できるとともに、オペレーターが出来映え確認のために乗り降りを繰り返す手間も省ける。

このような各工程におけるICT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。省力化の程度は各工事の現場条件に左右され一様ではないが、農業農村整備の活用事例においても延べ作業時間の縮減効果が認められている。

また、作業の省力化以外にも、オペレーターの熟練度に左右されない人員配置の自由度の向上、作業員と施工機械の錯綜回避による事故発生リスクの低減、受益者ニーズ(圃場面の排水勾配等)にきめ細かく対応できる工事品質の確保、3次元データやヒートマップ

を用いた可視化による合意形成の深化といった効果が活用事例において確認されており、これらも作業の停滞や手戻りを回避するという観点から広い意味での生産性向上効果と言える。

(2) 情報化施工導入における課題 情報化施工導入により作業が省力化される一方で、現時点では機械経費が高額であることなどから、必ずしも工事コストが低減しているとは限らない。

一例として、土砂掘削の積算に用いる施工単価と標準作業量^{4), 8), 9)}について、従来施工と情報化施工との比較を表-1に示す。従来施工と比較して情報化施工の方が、日当たり作業量は多く作業効率が上回るものの、施工単価は高くなっている。

これらの掛かり増し費用は情報化施工の普及拡大に伴い通減することが想定されるが、情報化施工導入に際しては、ICT施工機械の稼働率向上や現場条件に応じた柔軟な適用によるコスト低減に留意することが重要である。たとえば、圃場整備工事での活用事例においては、畦畔の施工で3次元設計データ作成を省略して現場に最小限の目印を設置し2次元制御のICT施工機械で施工するといった工夫も見られる。

情報化施工技術は工種に応じて多様であることから、圃場整備工などの農業農村整備独自の工種を中心として、現場で得られる知見などにに基づき技術適用手法の最適化を図り、その成果をガイドラインに反映して標準化することが必要と考えている。

また、現時点では土工と圃場整備工のみであるガイドライン対象工種の拡大、UAV搭載型レーザースキャナなどの新たに普及が進む出来形管理技術のガイドラインへの追加も、情報化施工導入拡大に向けた環境整備として進めていく考えである。

IV. 3次元データの活用

1. 建設プロセス全体の生産性向上

情報化施工技術は施工段階に特化したものであり、そのみでは生産性向上効果は限定的となる。情報化施工技術の技術要素である3次元データの活用の幅を、施工段階以外の調査・測量・設計や維持管理の段階にも広げ連携させることにより、建設プロセス全体

の生産性向上が図られる。

たとえば、現状では情報化施工の実施に際して2次元発注図面から3次元設計データを作成する作業は施工業者が担っているが、3次元設計データを設計業務段階から作成しそれを工事発注図面とすれば、施工段階で3次元化する作業が省略され更なる効率化が可能となる。また、米田ら¹⁰⁾は、圃場整備工事において3次元設計を試行し、任意位置での横断図作成機能や土量計算機能の利便性、3Dアニメーションによる地元説明の円滑化をメリットとして挙げている。

維持管理に関しては、白谷ら¹¹⁾によりUAV計測から生成した3次元点群データに基づき農業水利施設の変状の抽出・計測を行った成果が報告されているが、施設の新設・更新時に構造物の3次元データを初期状態として取得し併せて活用すれば、施設状態の経時的变化を効率的かつ正確に評価する上で有用と考えられる。このことは災害復旧作業における被災前後の対比についても同様である。

また近年、建設分野では、構造物の形状を表現した3次元モデルと属性情報（部材情報、施工記録など）を組み合わせたモデルを、各段階で情報を充実させながら連携・発展させ、併せて関係者間での情報共有を容易にすることで、建設プロセス全体の効率化・高度化を図るBIM/CIM(Building/Construction Information Modeling, Management)の取組みが進んでいる¹²⁾。

BIM/CIM活用のメリットとしては、以下の点が挙げられる。

- ① 従来は複数の2次元図面で表現していた構造物の諸元を属性情報も含めて一つのモデルに集約することによる情報管理・共有の効率化
- ② 可視化による照査作業の効率化、課題予見性の向上、合意形成の迅速化
- ③ 数量自動計算などによる作業効率化

農業農村整備分野でも現場での試行を通じて効果を確認しつつ導入を進めていきたいと考えている。

2. 営農との連携

農業農村整備で用いる3次元データを、建設プロセスに限らずスマート農業の実践環境整備にも活用することで、農業の生産性向上に寄与できる。

表-1 従来施工と情報化施工の比較

施工数量	標準作業量 (m ³ /d)		標準単価 (円/m ³)	
	従来施工	情報化施工	従来施工	情報化施工
5,000 m ³ 未満	230	250	309.80	397.11
5,000 m ³ 以上 10,000 m ³ 未満	270	290	263.51	342.51
10,000 m ³ 以上 50,000 m ³ 未満	330	350	215.79	283.93
50,000 m ³ 以上	500	550	152.55	238.07

注) 1. 「土砂掘削、オープンカット、障害無」の値 (2020年度)

2. 情報化施工では、上表の標準単価以外に3次元出来形管理やICT建設機械の保守等に関する掛かり増し経費を計上する。

圃場整備の情報化施工で UAV などを用いた出来形管理を行えば、圃場や周辺構造物の3次元座標データ（誤差数 cm 程度）を面的に取得できる。この3次元座標データに基づき自動走行農機の走行経路のガイドデータとなる農機搭載用地図を作成することが、営農段階での3次元データ活用例として考えられる。

自動走行農機の技術開発は、市販化済みの「有人監視下で圃場内作業を行う無人走行（レベル2）」から「圃場間移動を含む遠隔監視下での無人走行（レベル3）」へと進展している¹³⁾。レベル2の圃場内作業に関しては、現状では始めに圃場外周を有人走行し圃場の位置・形状を記憶する作業を伴うが、あらかじめ農機搭載用地図を農機に組み込めば外周走行作業が省略でき、農作業効率が向上する可能性がある。また、レベル3の圃場間移動に関しては、耕作道を安全に走行するために、障害物などを検知する車載センサと併せて走行可能範囲をガイドする農機搭載用地図が必要になると考えられる。自動走行農機を導入する際の農業者の負担を軽減することを目的として、農機搭載用地図の作成に情報化施工成果を活用する手法の具体化に向けた検討を現在進めている。

農業農村整備の効果を高めるためには、営農段階での生産性向上に寄与する工夫が重要と考えており、自動走行農機以外も含めて営農面での3次元データの活用用途を検討していきたい。

V. おわりに

農業農村整備における情報化施工や3次元データの活用は、調査・測量・設計から施工、維持管理、営農に至るプロセス全体に関係するものであり、農業農村整備の各段階に携わる関係者のご知見を賜りながら、手法の具体化や基準類の充実などの環境整備を進めてまいりたい。今後ともご理解ご協力をお願い申し上げます。

引用文献

- 1) 総務省：労働力調査／基本集計 全都道府県 全国 年度次，表2-1-1，<https://www.e-stat.go.jp/>（参照2020年11月16日）
- 2) i-Construction 委員会：i-Construction—建設現場の生産性革命—（2016），<https://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>（参照2020年9月11日）
- 3) 国土交通省：建設施工・建設機械、ICTの全面的な活用、

ICT 導入協議会（第11回）資料-1，資料-2，https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html（参照2020年9月11日）

- 4) 農林水産省：設計・施工・入札等，情報化施工技術の活用，情報化施工技術の活用ガイドライン，<http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/>（参照2020年9月11日）
- 5) 花田修一，平山久記：県営十三湖地区農地整備事業における情報化施工事例，水土の知87(2)，pp.54～55（2019）
- 6) 清水拓郎，佐藤貴彦，菅谷 航：札幌川地区管水路工事への情報化施工技術の適用事例，水土の知88(5)，pp.44～45（2020）
- 7) 渡部紘宣，櫻庭維吹：区画整理工事における情報化施工事例，水土の知88(9)，pp.44～45（2020）
- 8) 農林水産省：令和2年度土地改良工事積算基準（土木工事），6. 施工パッケージ型積算方式，https://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/sekisan_kijun/attach/pdf/index-53.pdf（参照2020年9月14日）
- 9) 農林水産省：令和2年度施工パッケージ型積算方式標準単価表，http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/unit_price/attach/xls/index-29.xlsx（参照2020年9月14日）
- 10) 米田聖護，長谷川雄大，岩井 剛：国営農地再編整備事業南長沼地区における三次元測量の試行，水土の知87(2)，pp.52～53（2019）
- 11) 白谷栄作，金子俊幸，井下恭次，藤家 亘，関島建志，桐 博英：農業水利施設等の UAV 計測点検手法の評価，水土の知88(7)，pp.27～32（2020）
- 12) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編（2020），<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001334804.pdf>（参照2020年9月11日）
- 13) 農林水産省：スマート農業の展開について（2020），http://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/pdf/smart_agri_tenkai.pdf（参照2020年9月11日）

（2020.11.16.受理）

紹介

友寄 厚樹（正会員・CPD 個人登録者）



1973年 福岡県に生まれる
2003年 農林水産省入省
2019年 農村振興局整備部設計課施工企画調整室

三上 雄也（正会員・CPD 個人登録者）



1990年 福井県に生まれる
2013年 農林水産省入省
2019年 農村振興局整備部設計課施工企画調整室

(小特集①)

農業農村整備における情報化施工および3次元データ活用

友寄 厚樹・三上 雄也

人口減少下において持続可能な活力ある社会を構築するには、さまざまな局面での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。近年、建設分野において生産性向上を図る取組みとして、建設現場への情報化施工技術の導入や建設プロセス全体（調査・測量・設計、施工、維持管理）を通じた3次元データの活用が進められており、農業農村整備でもその効用が期待される。農業競争力強化や国土強靱化に資する農業農村整備を今後も着実に実施するために必要な取組みとして、農業農村整備における情報化施工や3次元データ活用の効果や課題を整理し、スマート農業との連携も含めた今後の方向性を展望する。

(水土の知 89-1, pp.3~6, 2021)



農業農村整備, 情報化施工, 3次元データ, ICT, 衛星測位, スマート農業