

平成 30 年度

三次元設計データの施工への活用に向けて ー農地再編整備事業における情報化施工への活用ー

札幌開発建設部 札幌南農業事務所 ○加藤 魁
二本松 寿
北王コンサルタント株式会社 札幌支社 岩井 剛

近年、農業土木部門でも情報化施工の取組が進められている。情報化施工を実施するに当たっては、三次元設計データの作成が必須である。そこで、国営農地再編整備事業「南長沼地区」では、三次元測量及び三次元設計の試行を行い、作成した三次元データを用いた情報化施工への活用について考察を行った。本報では、その考察結果について事例報告する。

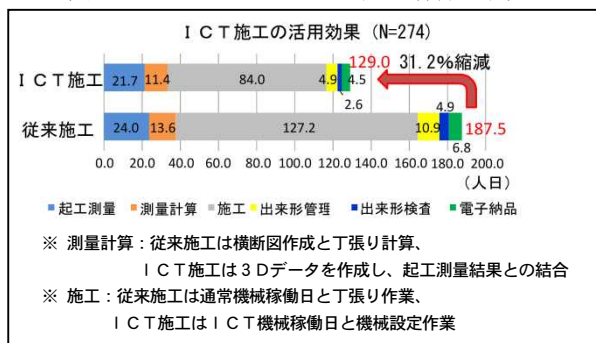
キーワード：設計・施工、業務改善、三次元設計

1. はじめに

国土交通省では工事の生産性を向上させるため、ICT建機を使用した情報化施工の取組を進めている。特に、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」は、2008年より試行している情報化施工の試行結果から、生産性の向上が見られる（表-1）。

農地再編整備事業の区画整理の主要な工種である整地工は、均平精度の確保において、ブルドーザ等の施工機械のオペレーターの熟練度によるところが大きい。今後、高齢化による熟練技術者の引退や、人口減少に伴うオペレーター不足が懸念されており、情報化施工への期待が高まっている。

表-1 土工にかかる一連の延べ作業時間¹⁾



しかし、情報化施工を実施するに当たっては、設計時に作成した二次元データを基に三次元データを作成することが必須であり、これが施工業者の負担となり、普及への課題となっている。

このため、国営農地再編整備事業「南長沼地区」の区

画整理設計業務において、北王コンサルタント株式会社の協力の下、昨年に引き続き三次元測量・三次元設計の試行を行うとともに、作成した三次元データの情報化施工への活用について考察したので、その事例を紹介する。

2. 業務の概要

国営農地再編整備事業「南長沼地区」は、北海道夕張郡長沼町に位置し、一級河川千歳川右岸に拓けた水田地帯である（図-1）。



図-1 地区位置図

本地区の農地は、ほ場が小区画で排水不良等が生じているとともに経営農地が分散しているため、生産性が低く農業経営が不安定となっている。このため、区画整理と農地造成を一体的に施工し、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、農業の振興を基幹とした地域の活性化に資することを目的としている。

今回、試行する三次元測量・三次元設計の対象ほ場は、

「南長沼地区」の北西に位置する12、20農区である(図-2)。

両農区は四方を町道に囲まれており、農区面積は2農区あわせて54ha、業務で実施する測量調査・設計項目は下表の通りである(表-2)。

表-2 測量調査・設計項目

作業項目	数量	備考
横断測量	6.60km	測量間隔:100m
田面標高調査	54.3ha	10点/ha程度
ほ場整備設計	54ha	実施設計

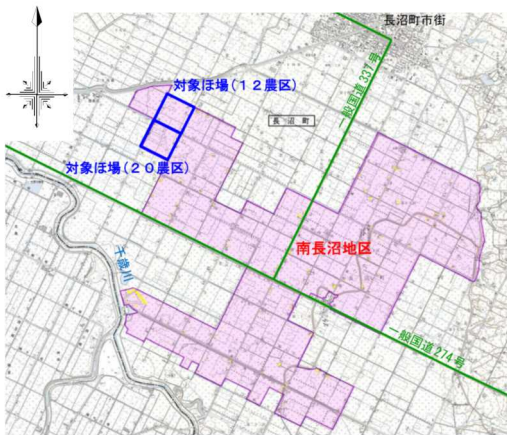


図-2 対象農区位置図

3. 三次元測量

本業務では、仕様書に沿ったオートレベル、トータルステーションを用いた測量手法と併せて、「UAVによる空中写真を用いた測量」(以下、「空中写真測量」という)と「地上レーザスキャナ測量」を行った(表-3)。

表-3 本業務で用いた三次元測量

三次元測量	使用機械	備考
UAVによる空中写真を用いた測量	エンルート QC730	ドローン
	SONY α 6000	撮影用デジタルカメラ
地上レーザスキャナ測量	RIEGL VZ-1000	三次元レーザスキャナ

三次元測量自体は、どちらか1手法のみでも可能であるが、空中写真測量と地上レーザスキャナ測量を組み合わせ補完することで、広範囲の点群データDEM(標高データ)および、オルソ画像を短時間で効率よく作成することが可能となる。

(1) UAVによる空中写真を用いた測量

UAVによる空中写真を用いた測量とは、低空飛行させたドローン(図-3)にカメラを搭載して空中から撮影し、画像を解析して地形の三次元(3D)モデル化を行う新しい測量手法である。

これまで上空からの測量は、航空機や衛星画像を用いた航空写真測量が一般的であったが、それに比べてUAVによる空中写真測量は手軽で、低空飛行による高解像度な写真の撮影が可能で、均等に計測ができ計測値のバラツキが少ない。



図-3 空中写真撮影に用いたドローン

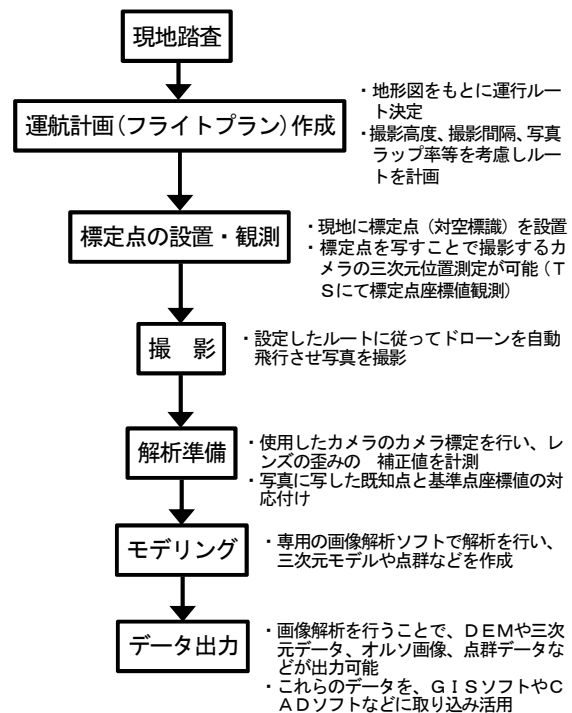


図-4 空中写真測量の手順

(2) 地上レーザスキャナ測量

地上レーザスキャナを用いた測量は、計測対象物の三次元座標データを短時間に高精度・高密度で取得することが可能な測量である。測定時は、対象ほ場の複数箇所機器を設置し、機器から連続的に投射されるレーザー光の反射を取得して、ソフトウェア上の三次元空間に点群として地物の形状を再現するものである。

今回使用した地上レーザスキャナ（図-5）の測量精度は、100mの照射距離で±8mm程度の高い精度で計測が可能である。しかし、号線道路からの計測となるため、照射距離が近い道路近傍と遠い農区中央部では計測値のバラツキが大きくなる。



図-5 三次元レーザスキャナ本体

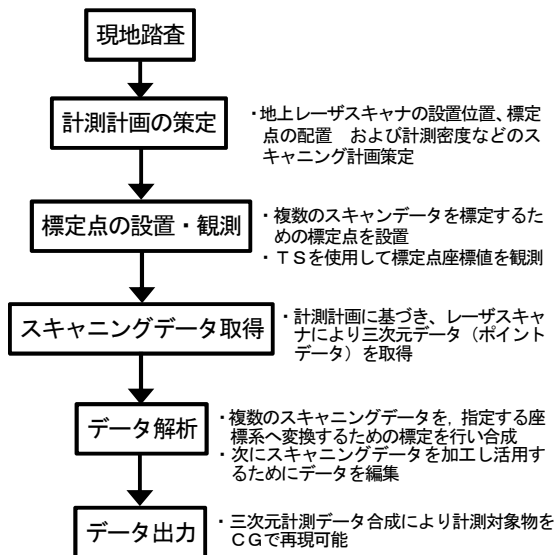


図-6 地上レーザスキャナ測量の手順

これらの三次元測量より取得した点群データから、オルソ画像、TINモデル（点群を線で結び形状を三角形の網で表現したもの：図-7）等を作成し設計作業への活用を図った。

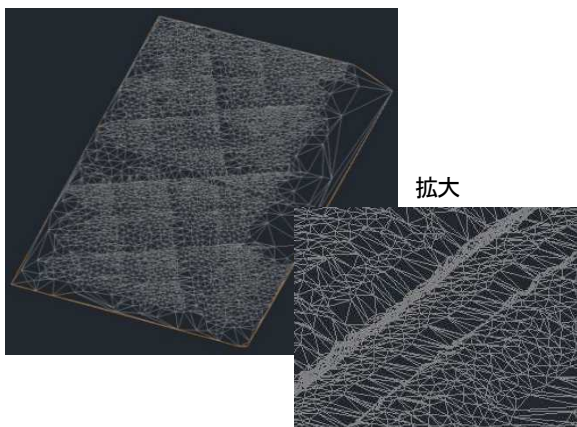


図-7 点群データから作成したTINモデル

4. 三次元設計

本業務で行った三次元測量結果を用いて、以下の作業・検討を行い設計で活用した。

(1) オルソ画像の活用

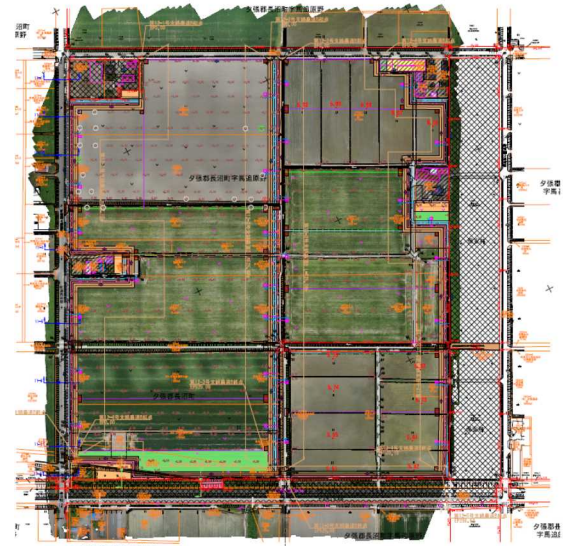


図-8 現況・計画合成図と重ね合わせたオルソ画像

オルソ画像に現況地形図、計画図を重ね合わせ区画割・施設配置等の妥当性の検証に活用した（図-8）。特に、地形図のみでは分かりにくい宅地との取り扱いについて図面上での確認が容易に行えた。

(2) アニメーションによる地元合意形成への活用

三次元CADで、区画形状・畦畔・用排水路・農道等の計画面データ（サーフェス：図-9）を作成し、専用ソフト（InfraWorks）で現況の点群データと重ねてアニメーションを作成した（図-10）。作成したアニメーションは地元説明会で使用し、合意形成の促進に活用した。

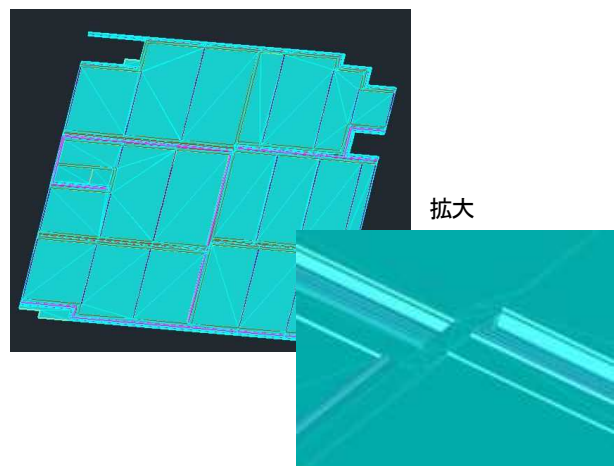


図-9 三次元CADソフトで作成した計画面データ（サーフェス）

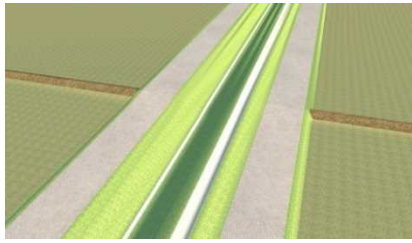


図-10 アニメーション

(3) 追加で必要となった横断図の作成

施設配置の追加検討が必要となった箇所が発生し、その際、追加の現地測量作業を行わず、T I Nモデルから横断図を作成し概略の検討に活用した (図-11)。

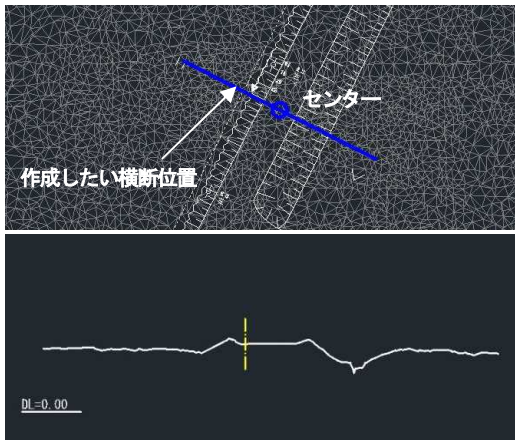
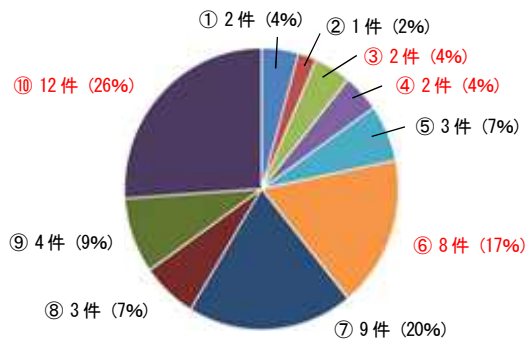


図-11 T I Nモデル上の横断位置および横断図

5. 情報化施工の活用へ向けて

現在の二次元データによる施工のもとでICT土工の導入を行うに当たっては、設計時に作成した二次元データを三次元データとして新たに作成する必要がある。このことで時間・労働・費用を必要としICT土工普及の阻害要因となっている (図-12)。

ICT活用土工未実施理由



- ① ICT建機の不足(リース機器が調達出来ない等)
- ② ICT建機を扱っている企業とつきあいが無い
- ③ ICT建機、UAV等の外注費用が高い(積算と合わない)
- ④ ICT建機、UAV等の購入費用が高い(イニシャルコストが負担)
- ⑤ 基準が厳しく生産性が上がらない(採算が合わない等)
- ⑥ 3次元データを扱える技術者がいない
- ⑦ 土工のみであり、工事全体の生産性が向上しない
- ⑧ 土砂運搬がネックのため、全体の生産性が向上しない
- ⑨ ICT土工の内容をよく把握しておらず、わからない。
- ⑩ その他

東北地整H28.8月末調査
アンケート対象工事23件

その他の主な理由

- ・ 出来型確認が冬期となるため、全面除雪が必要となる。
- ・ ボックスカルバートが主体の工事で、それに伴う土工であり通常の土工よりも導入が困難。
- ・ ICTに対応したソフトを導入していないため(起工測量データの点群処理ソフトなど)。
- ・ 狭路箇所での盛土で、総合的に不可能と判断した。
- ・ 3次元データ作成期間が2か月半位かかるため、工程に時間を費やす余裕がないため。
- ・ 当該現場の延長が100mと短く管理測点としては2~3測点なのであまりメリットが無い。
- ・ 10,000m³程度の施工規模ではICT建機に対する採算性が取れないと判断。

図-12 ICT活用対象工事における課題²⁾

本業務ではアニメーションによる地元説明会を行い合意形成の促進に活用したことから、農区全体の三次元データを作成している。そこで、設計で作成した三次元データをICT建機に入力できるようにデータ変換(LandXML形式)を行った。

さらに、今後、区画整理設計において三次元CADのモデル作成が普及した場合、情報化施工の実施に当たり、三次元データをどの程度作り込むかの目安を明確にする必要がある。そこで、「CIM導入ガイドライン(案)」³⁾に記載されているCIMモデル詳細度を参考に、作り込みレベルによる“区画整理のモデル化の定義”、“サンプル”および、“情報化施工が可能な作業”をまとめた「区画整理のモデル詳細度(案)」を検討・作成した。

次項に、本業務の中で考察した区画整理のモデル詳細度(案)を示す(表-4)。

表-4 区画整理のモデル詳細度（案）

詳細度	区画整理のモデル化の定義	サンプル	情報化施工が可能な作業
100	対象位置や範囲を表現するモデル ・区画割りと施設の配置が分かる程度の矩形形状もしくは線状のモデル		—
200	対象による概略の影響範囲が確認できる程度のモデル ・主要な施設を標準的な形状でモデル化 ・農道・畦畔は標準断面でモデル化 ・用排水路は平均サイズでモデル化 ・現況摺り付け部の盛土・切土をモデル化		・整地 ・畦畔築立(進入路、隅切などが無い箇所)
300	主要施設の形状が正確なモデル ・詳細度 200 に加えて主要施設の形状を正確にモデル化 ・農道の現況道路との取付、進入路、隅切のモデル化 ・用排水路は正確なサイズでモデル化		・整地 ・畦畔築立 ・農道法面整形 ・排水路掘削 ・用排水路法面整形(付帯施設がない箇所)
400	詳細度 300 に加えて付帯施設及び埋設物を含む全てをモデル化 ・用排水路の付帯施設(柵、給水栓、落口など)や管渠の形状、配置を正確にモデル化 ・暗渠の配線、形状を正確にモデル化		・全作業
500	設計・施工段階で活用したモデルに完成形状を反映したモデル	—	—

6. 考察

今後は、三次元測量データおよび、設計で作成した三次元データを「情報化施工への活用」へとスムーズにつなげていくことが必要であり、そのためには以下の課題が考えられる。

(1) 三次元測定の組合せ

空中写真測量および地上レーザスキャナ測量は、植生の影響、水面の影響、影の影響（トラフの底が測定不能）などの課題がある。

そこで、測量時期を作物や雑草が生い茂る前の春先や、収穫後の秋以降に行う等の配慮が必要である。また、各測量の特性を生かし、空中写真測量で農区全体の測量を行い、宅地周りや施設の錯そうしている場所等、ドローンによる空中写真撮影が困難な箇所を地上レーザスキャナ測量で補完するなどの工夫が必要である。

(2) データの標準化

区画整理の情報化施工を実際に行っている施工業者への聞き取りで、「ICT建機にデータを入力する場合、サーフェスが分かっていると不具合が生じるため、三次元データについてはサーフェスをまとめることを希望する。」という意見があった。

現在、道路・河川事業については三次元データの納品の形式について「LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準（案）」⁴⁾が作成されており、標準化が進められている。しかし、現在のところ農業部門については標準化が行われていない。

そこで、農業部門についても標準化を行い、設計段階の成果内容を明確にする必要がある。

(3) 作り込みレベルのルールづくり

三次元モデルを作成する場合、モデルを作成するときの作り込みレベルの基準が存在しなければ、モデル作成の際に受・発注者間の認識の違いが生じ、作業の手戻り

や成果品引き渡しの際に支障が生じる可能性がある。

そこで、「5. 情報化施工の活用へ向けて」で述べた「モデル詳細度」などを作成し、受・発注者間で共有できる標準的なルールづくりが必要と考える。

本業務でアニメーション用に作成した三次元データは、詳細度 300 に該当する。情報化施工に活用する場合、整地、畦畔築立のみの施工では詳細度 200、農道法面、用排水路法面も情報化施工で行う場合には詳細度 300 が必要となると考える。

(4) 技術者の育成

現在、農業部門においては、受・発注者ともに三次元 CAD を使いこなす技術者が不足している状況にある。また、三次元データを作成する際には専用のソフトや、大容量のデータに対応し得る高スペックのパソコンなどが必要となる。

そこで、三次元 CAD を使いこなすことのできる技術者の育成と、使用するハード・ソフトの環境整備が課題と考える。

7. おわりに

昨年に引き続き三次元測量・三次元設計を試行した結果、特に、3Dアニメーションによる地元合意形成の促進など、今後の区画整理設計において有効な手法であることが再確認できた。また、三次元データを ICT 建機に入力する際のデータ変換、三次元モデルの作り込みレベルについての考察を行い課題の確認ができた。

今後は、設計で作成した三次元データを情報化施工への活用へとスムーズにつなげていく環境が整うことで、更なる展開が図られることを期待したい。

参考文献

- 1) 国土交通省：ICT 活用工事の実施状況と H30 年度の予定（第 7 回 ICT 導入協議会）平成 30 年 7 月
- 2) 国土交通省東北地方整備局企画部：建設業の生産性向上に向けた取り組み
- 3) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）平成 29 年 3 月
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：LandXML 1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）Ver.1.2 平成 30 年 3 月