

平成29年度

# 空港工事におけるICT施工の効果と課題について

札幌開発建設部 千歳空港建設事業所 第2工務係 ○名久井 貴成  
福本 貴則  
永井 将規

国土交通省では、建設現場の生産性向上、品質確保、熟練労働者不足等に対応するため「i-Construction」の取り組みを進めている。

現在までに、新千歳空港ではICT工事を2件実施している。一方、空港工事は各種条件として、高さ制限、夜間作業、大規模土工など特殊な現場条件下の作業であることから、本発表では、2つの工事をモデルにICT施工の有効性や課題について検証を試みる。

キーワード：ICT、i-Construction、生産性向上

## 1. はじめに

### (1) 新千歳空港整備の現状

新千歳空港では、国際便の増加、格安航空会社（LCC）の参入が相次いでいることから、乗降客数が大幅に増加している。中でも国際線旅客数は2014年から急激に増加し、2016年には257万人に達するなど、インバウンド政策によって、過去最高を記録し、駐機スポットの不足（写真-1）や誘導路の混雑（写真-2）が課題となっている。このため、近年の急激な乗降客数の伸びや、発着枠の増大等、今後益々の需要増に対応する体制を強化するため、平成28年度から「新千歳空港国際線ターミナル地域再編事業」に着手。2020年の東京オリンピックまでに、国による駐機スポットの増設、誘導路の新設等のハード整備、民間事業による国際線旅客ターミナルの拡張等の整備を急いでいる（図-1）。

### (2) 建設産業を取り巻く状況

現在、日本では人口減少と高齢化が進みつつあり、貴重な労働力である生産年齢人口は毎年減少傾向にある。生産性を向上させることができれば、経済成長を続けていくことはできると考えられている。

国土交通省では、平成28年度を「生産性革命元年」と位置づけ、調査・測量、設計、施工、検査及び維持管理・更新のあらゆるプロセスに情報化（ICT）施工を取り入れることで、建設現場の生産性を向上させる「i-Construction」の取り組みを進めている。



写真-1 国際線駐機スポット不足  
(5スポットで駐機)



写真-2 誘導路混雑状況



図-1 新千歳空港国際線ターミナル  
地域再編事業完成イメージ図

本報文は、この「新千歳空港国際線ターミナル地域再編事業」の内、誘導路新設などの空港基本施設の整備において、ICT施工を行った2つの工事をモデルに、その有効性と課題について報告する。

## 2. ICT施工内容について

ICT活用工事は、以下の【(1)～(5)】の手順により実施する。

今回ICTを活用した工事は、「平成28年度 新千歳空港 誘導路外新設工事」と「平成28年度(翌債)新千歳空港 誘導路新設工事」の2件である。地山の掘削など一定のボリュームがあり、不良土の置き換え、同類の工種で施工時間帯が異なる、上記2件の工事を選定した。工事別の各種条件は、下表の通りである(表-1)。

表-1 工事別施工条件

条件 工事名	制限区域	施工時間帯	施工時期	土工量
誘導路外新設工事	内	夜間	冬期	V=18,000m <sup>3</sup>
誘導路新設工事	内	昼間	夏期 ※準備段階は冬期	V=120,000m <sup>3</sup>

### (1) 3次元起工測量

起工測量は、空中写真測量(無人航空機、以下、UAV)、レーザースキャナー(以下、LS)その他の3次元計測技術のいずれかにより、3次元測量データを取得するために測量を行う。

UAVの測量では、短時間で広範囲の3次元測量が可能となり、立入が困難な場所でも容易に計測を行うことができる。LSは、UAVが飛行できないエリアで計測を行うことが可能であり、より高精度の計測が可能になっている(写真-3)。

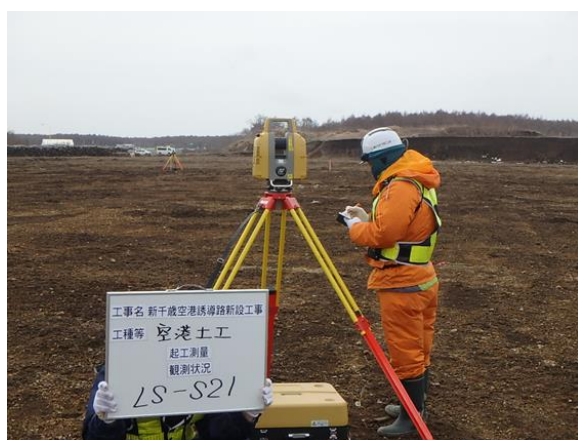


写真3 LSによる起工測量  
(新千歳空港 誘導路新設工事)

### (2) 3次元設計データの作成

3次元起工測量で得られたデータを用いて、3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。

従来は事前測量結果から施工土量を算出していたが、3次元設計データを作成することで、3次元測量データと公示図面の差分から自動的に施工量(切土、盛土量)を算出することもできる。

### (3) ICT建設機械による施工

作成した3次元設計データを、ICT建設機械に取り込み施工を行う。

従来は合図者の指示により、重機オペレータが手動操作する方法であったが、ICT建設機械はマシンコントロール機能の搭載により、運転席内のモニターに施工面が表示され、設計面に沿ってバケットやブレードを制御することができる(写真4)。そのため、過不足のない施工が可能となっている。



写真4 ICT建設機械施工状況  
(上から法面整形状況、敷均し状況)

#### (4) 3次元出来形管理等の施工管理

出来形管理は、3次元起工測量、3次元設計データの作成、ICT建設機械による施工の各工程を経た、工事完成物について、UAV、LSその他の3次元計測技術を用いて行う。

品質管理はTS・GNSSにより、建設機械の位置情報を取得し、締固め回数をデータ管理することで(写真-5)、転圧不足などの人為的ミスを防ぐことができる。



写真-5 振動ローラーによる転圧状況

#### (5) 3次元データの納品

3次元起工測量、3次元設計データの作成、3次元出来形管理等の施工管理より作成した、3次元施工管理データを工事完成図書として納品する。

従来作成していた、出来型管理図表などの検定書類が簡素化される。

### 3. 空港工事における効果と課題について

#### 3.1. 空港工事におけるICT活用工事の留意点

空港周辺では航空機が安全に離発着を行うために設定された制限表面がある。空港周辺の一定の空間を障害物がない状態にしておく必要があるが、空港によっては空港管理者との協議により安全性を確保した上で国土交通大臣の許可を受ければ、日中にUAVによる測量を行える場合もある。

このような特殊条件の下、空港工事では、航空機の運航に支障を与えない事が必須条件であるため、主に当該施設を閉鎖した夜間での作業となり、翌朝の運航時間に間に合うように作業を終わらせ、施設を開放しなければならない。

このような条件下で行われた2件の工事で、効果や課題について聞き取り等を行った。

#### 3.2. 施工手順別の効果と課題について

##### (1) 3次元起工測量

本工事による起工測量は、日中の供用中空港の高さ制限によりUAVによる起工測量が不可能となるため、LSによる起工測量とした。課題としては下記の点があった。

- 夜間測量において、工事用の照明が基準点の反射ミラーとして誤認されやすいが、点群処理では必要な写真撮影時に辺りが暗いと、色づけが分かりにくくなるため、昼間作業より手間がかかる。
- 新千歳空港は湿原地にあり、火山灰混じりの有機質土(土泥炭腐植土)が空港周辺に点在する。この地盤は黒土のため、昼間作業においても、レーザの反射が正確に出にくいことから、部分的に石灰をまき、測量する必要があった。

##### (2) 3次元設計データの作成

2次元である発注図面を3次元化し、3次元起工測量より得られたデータを重ね合わせて、3次元設計データの作成を行う。その時に、ICT機器を扱える人材が少なく、外注に頼ってしまう状況であるが、外注先も不慣れなところがあり、工事受注者がデータ整理するよりも時間がかかる結果となった。

今後、ICT機器を扱える人材の育成を行うことで、外注に頼ることがなくなることや、高性能のパソコンの設備を確保することで、データ整理にかかる日数を短縮することも期待できる。

##### (3) ICT建設機械による施工

ICT土工を実施するうえでのメリットとして丁張の設置が不要になることが挙げられる。

従来の重機作業を行う際に、必ず現地測量と計画ラインの丁張設置が必要不可欠であり、仕上げの際は丁張と丁張の間に水糸を張り、作業員が水糸から仕上げ面までの距離を計測しオペレータに指示していた。「新千歳空港 誘導路新設工事」を例に、従来方法で丁張を設置し、施工すると試算した場合、1測点で切土丁張4箇所とトンボ5箇所の計9箇所が最低限必要となる(図-2)。延長450mで丁張設置を行った場合の、設置本数と作業時間をまとめたもの(表-2)を示す。

1日あたりの作業時間が8時間として、延長分の作業時間を割り戻すと約7日短縮できると試算できる。

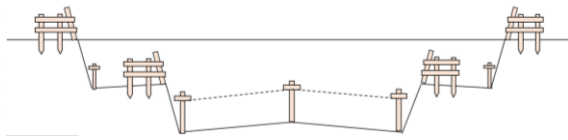


図-2 1測点の丁張設置図

表-2 丁張設置にかかる時間

	1箇所あたり	1測点あたり	延長L=450mあたり (25測点)
丁張設置本数	1本	9本	225本
作業時間	15分	2時間15分	56時間15分

丁張設置の不要により、作業員による仕上げ高さ確認作業や、重機オペレータへの指示がなくなることで、作業員削減につながることや、継続的に作業に取りかけられるため作業効率の向上に加え、施工箇所がICT建設機械のみとなり、作業員を近傍に配置しての共同作業がなくなるため、接触事故防止にも繋がり、安全面でも効果が出た。

上記により、従来による施工よりも、ICT建設機械を使用することで7日程度の工期短縮を図ることができた。

また、マシンコントロール機能によって、目視が困難な夜間作業や、若年層のオペレータによる施工を可能とした。この機能を使えば、埋設管への接触防止や、路面を傷つけずに除雪を行うことへ発展させることも期待できる。

#### (4) 3次元出来形管理等の施工管理

ICT建設機械の稼働状況により、工程や出来形を把握することができる。出来形管理の際に、3次元設計データより作成されたヒートマップ(図-3)を作成する。これは従来の出来形管理図表に相当するため、検査書類の作成が軽減された。

#### (5) 3次元データの納品

取得した3次元データをそのまま利用し納品できるが、今回は、データの整理に時間がかかる結果となった。

今後、ICT機器を扱える人材の育成や、高性能パソコンの設備を確保できれば、解消されると考えられる。

### 4. まとめ

今回、ICT施工に取り組む上で以下のような課題が確認できた。

- 3次元起工測量および出来型測定において、天候による影響を受けやすく、計測できないことがある。
- 現時点で3次元起工測量から3次元データの納品までの一連作業を自社で対応できず、外注に頼らざるをえないため、ICT施工を活用できる人材の育成と確保。
- 一連のICT作業の構築には、ソフトウェアが多岐にわたるため、それを使用するには高性能パソコン等の設備を確保するための費用がかかる。

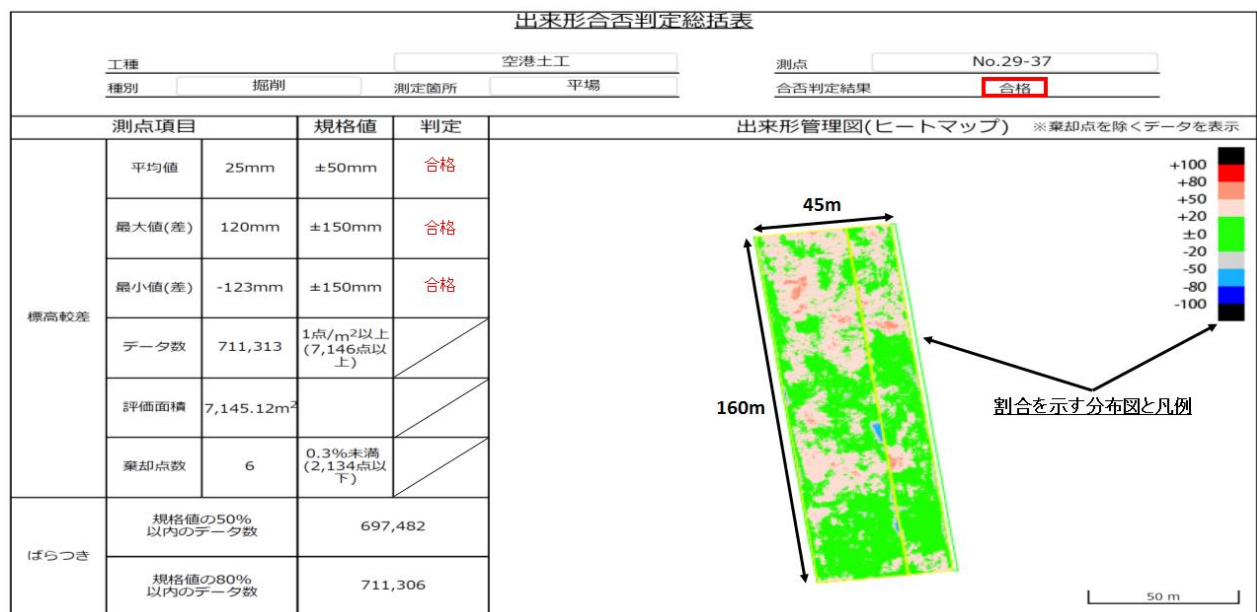


図-3 出来形管理図(ヒートマップ)

空港工事においてICT施工を実施した際に、様々な有効性や課題が確認された。全体をまとめたものを以下に示す。

#### (1) 空港工事における有効性について

- ICT建設機械を使用することで施工箇所は建設機械のみとなるため、作業員との共同作業がなくなり、接触事故防止に繋がる。また、目視が困難で事故が発生しやすい夜間の作業も安心して行うことができ、安全性が向上する。
- 空港整備事業のような大規模土工になればなるほど、工期短縮が図れ、受注者にとっても収益性に効果が見られる可能性がある。
- 日々の施工量を稼働状況から把握が容易にできるため、工程管理や出来形管理を行いやすい。

#### (2) 空港工事における課題について

- 空港周辺では運用時間や制限表面の関係により、UAVによる起工測量ができず、LSでの起工測量となるため、経費が割高になる。
- 空港工事の場合は夜間作業となることが多く、LSによる起工測量作業に時間がかかること。
- 日々復旧かつ狭隘な現場では、埋戻し等の出来形管理があり、連続した作業ができないため不向きである。

以上のことが、空港工事における有効性や課題として確認できた。まだまだ課題も多いICT施工は発展途中の技術である。今後ICT施工の活用が進むことで、課題も改善されていき、ますます普及されることを期待したい。

謝辞：今回の発表に関してデータ等のご協力をいただいた株式会社山田組の上島様、勇建設株式会社の助野様に改めてお礼申し上げたい。