

ICT技術を活用した取り組み — 3次元データを活用して工事現場を効率化—

稚内開発建設部稚内道路事務所 ○三浦 翔
 稚内開発建設部稚内道路事務所 高野 進
 稚内開発建設部道路整備保全課 小葉松 将史

一般国道238号浜猿防災事業（知来別工区）の改良工事において、ICT技術を活用した測量・設計・施工・施工管理を実施し、現場作業の効率化に取り組んでいる。本稿では効率化した事例を中心に工事現場で実施された取り組み状況や効果について報告する。

キーワード：ICT、生産性向上

1. はじめに

稚内開発建設部では、平成20年度より一般国道238号において年々進行する海岸侵食を要因とした道路損壊危険箇所の解消や、地吹雪による視程障害の低減を目的として浜猿防災事業を実施している（図-1）。

また北海道開発局ではインフラ分野においてデータとデジタル技術を活用して、社会資本や公共サービス、建設業の働き方等を変革するインフラ分野のDX及び「ICTの全面的な活用」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す i-Construct ionを推進している。本稿では浜猿防災事業（知来別工区、写真-1）で実施したICT技術活用の取り組みに状況や効果について報告する。



図-1 浜猿防災事業位置図



写真-1 知来別工区（全景）

2. 工事概要

令和4年度については、知来別工区において2件の道路改良工事が実施されている。主な工事内容は表-1の通りである。

表-1 令和4年度工事概要

知来別中央改良工事	知来別改良工事
<ul style="list-style-type: none"> ・道路土工 掘削工 V=6,500m³ 盛土工 V=9,900m³ ・法面工 植生基材 A=1,200m² 張芝 A=5,200m² ・舗装工 凍抑層 A=5,700m² 路盤工 A=6,400m² ・情報ボックス工 管路工 L=1,100m 	<ul style="list-style-type: none"> ・道路土工 掘削工 V=1,400m³ 盛土工 V=25,300m³ ・法面工 すき取り物張付 張芝 A=8,400m² 張芝 A=1,200m² ・排水構造物工 1式

当該事業区間は、海岸線に位置しており局所的に段丘な形状をした地形に切盛土を行い、本線構造を構築するが、段丘頂上部では降雨や融雪などの地表水が集まりやすい地形となっており、その地表水からなる湧水が斜面中に発生する現場特性がある。そのため施工時には十分な湧水対策が必要であった（写真-2、写真-3、写真-4）。



写真-2 知来別中央改良施工状況



写真-3 知来別改良施工状況



写真-4 湧水状況写真

3. ICT技術の活用状況

今年度の工事で活用したICT技術について機器や仕様について表-2にまとめた。

表-2 ICTを活用した機器類

適用	使用機器・仕様	
	知来別中央改良工事	知来別改良工事
測量	無人航空機 規格：DJI Matrice 300 RTK 使用ソフト：Agisoft Metashape Pro	地上型レーザースキャナー 規格：Leica Scanstation P40 使用ソフト：Leica Cyclone REGISTER 使用ソフト：TREND-POINT
設計	設計データ 使用ソフト：建設システム SiTECH3D 施工データ 使用ソフト：建設システム SiTECH3D	設計データ 使用ソフト：TREND-CORE 施工データ 使用ソフト：TREND-CORE
施工	3次元MC 規格：HITACHI ZAXIS 200LC 規格：HITACHI ZAXIS 135US 規格：6t級ブルドーザー	3次元MG 規格：KOMATSU PC-120 PC- 200 SMART CONSTRUCTION Retrofit
管理	出来形管理方法 ：無人航空機 施工管理ソフト ：TREND-POINT 出来形管理ソフト ：TREND-POINT	出来形管理方法 ：3DTLSによる 施工管理ソフト ：TREND-POINT 出来形管理ソフト ：TREND-POINT
納品	納品ソフト ：建設システム 電子納品支援システム	納品ソフト ：TREND-POINT, TREND-CORE

(1) 測量

知来別中央改良工事では、無人航空機（UAV）を活用し測量を行った（写真-5）。UAVについてはレンタル製品を使用しており、点群データの処理を外注している。比較的起伏のある現場条件であったため従来施工と比較しても作業性において有利であった。

一方、知来別改良工事においては地上型レーザースキャナー（TLS）を活用している（写真-6）。こちらについてもレンタル製品を使用し、測量機器の操作からデータ処理まで自社職員で行っている。現場条件として片切勾配地形の盛土造成であったためTLSによる測量の方が細部まで点群データを取得でき効果的であった。

また点群データ処理ソフトについては各社、各々の製品を自社で購入し作業を行っている。

監督員の点群データの確認についてはTREND-POINTビューアー等を用いて行っており、点群データで確認することで地形の状況等を容易に把握することが可能になり受発注者間協議をスムーズに行うことが出来た。



写真-5 UAVによる測量状況



写真-6 TLSによる測量状況

(2) 設計データ作成

3次元設計ソフトは、TREND-COREと建設システムSiTECH3Dを用いて作成している。各工事ともに自社職員により、3次元設計データ（図-1、図-2）を作成し、そのデータを元に3次元施工データを作成し、後工程のICT建設機械による施工を行っている。3次元施工データの建設機械への登録は、インターネット経由でデータ登録を行うことが可能であり、当該工事では自社職員が全ての

作業を行っている。データ作成及び登録までの作業を習得するまでに1年程度時間を要しているとのことであった。また3次元データを活用することで作業計画作成時に作業を立体的に捉えることで安全教育での理解度が深まり現場としての安全管理の向上が図られた(図-3)。

発注者の3次元設計データの確認についてはTREND-CORE等を受注者のPCを用いて行った。測量時と同じであるが3次元設計データで可視化することで受発注者間協議における合意形成にかかる時間が短縮された。

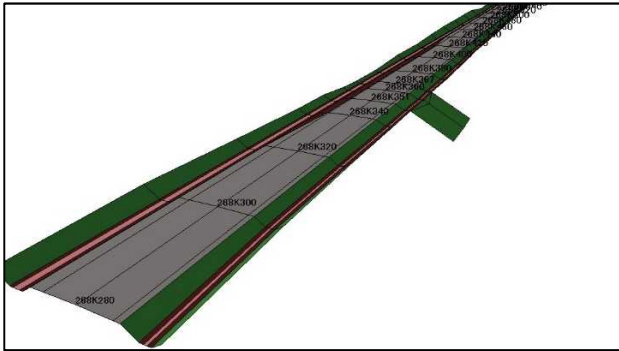


図-1 3次元設計データ (知来別中央改良)

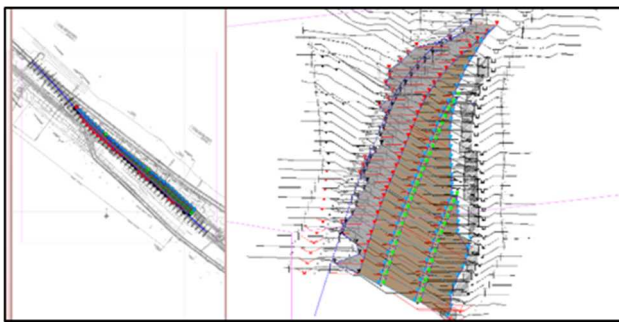


図-2 3次元設計データ (知来別改良)



図-3 3次元データを元にした作業計画

(3) 施工

ICT建設機械については、知来別中央改良工事がマシンコントロール (MC) にて施工を行っており自社で購入した機械を使用している(写真-7、写真-8)。知来別改良についてはマシンガイダンス (MG) を使用しており、こちらも自社保有機械で施工を行った(写真-9、写真-10)。

オペレーターについては、各工事とも自社職員のオペレータにて作業を行っている。ICT建設機械での施工経験は2~3年度程度だがオペレータとしての経験年数は25~30年程度の経験があり熟練した者がメインで行っている。ICT建設機械を活用することで丁張りを設置する必要がなくなり作業効率が向上し、指示者も不要になるため人員が削減するだけで無く、機械と人との接触が減り安全に作業することが出来た。



写真-7 ICT建設機械 (MC) 施工状況

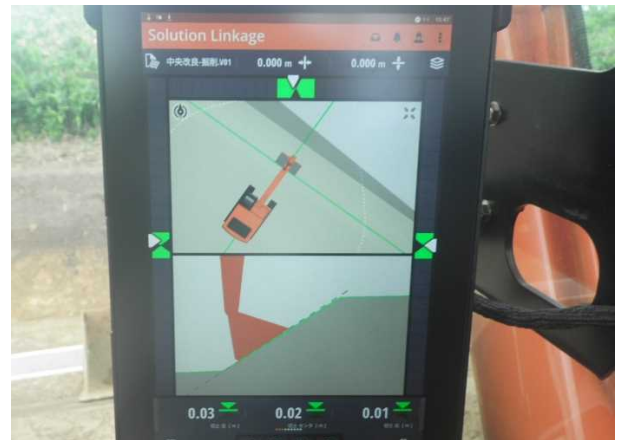


写真-8 ICT建設機械 (MC) のモニター



写真-9 ICT建設機械 (MG) 施工状況



写真-10 ICT建設機械 (MG) のモニター

(4) 施工管理 (出来形管理) 及び納品

出来形管理については、測量で活用したICT機器にて面管理を行った。出来形管理ソフトについてはTREND-COREを使用しヒートマップを作成している(図-4、図-5)。

施工段階での確認においては、トータルステーション (TS) を活用し、簡易に確認する方法も併用した。

出来形管理の確認については、主に受注者のPCにて確認を行った。これは発注者側のPCに同様のソフトが導入されていないためこのような対応となった。

3次元出来形管理データの納品については、上記ソフトにて出来形管理要領に沿った納品データを作成可能となっている。

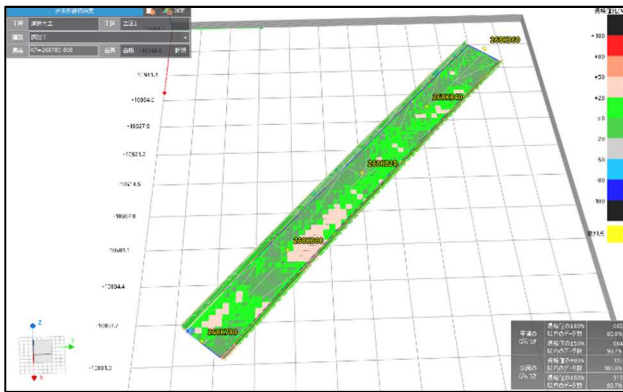


図-4 面管理によるヒートマップ (知来別中央改良)

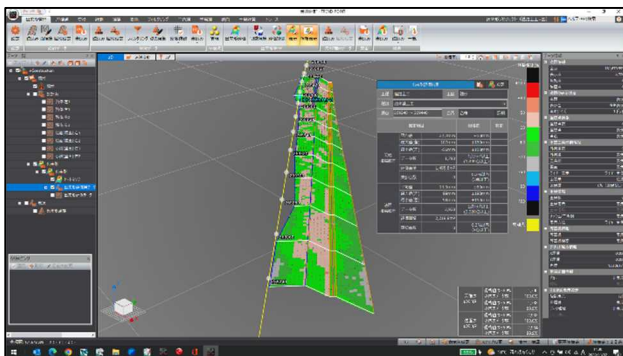


図-5 面管理によるヒートマップ (知来別改良)

4. その他のICT活用

ICTの全面的な活用の他、ICT機器を用いた遠隔臨場についても実施しており、受発注者共に移動時間の短縮が図られた。

5. 活用効果

ICT技術を活用した効果として施工日数と施工人員について比較をしたデータを表-3、表-4に示す。施工日数については平均すると約1ヶ月程度の縮減をしており施工に係る人員についても各作業において従来技術と比較して人員が削減されており工事全体として生産性が向上していることが確認された。

表-3 R4工事での活用効果

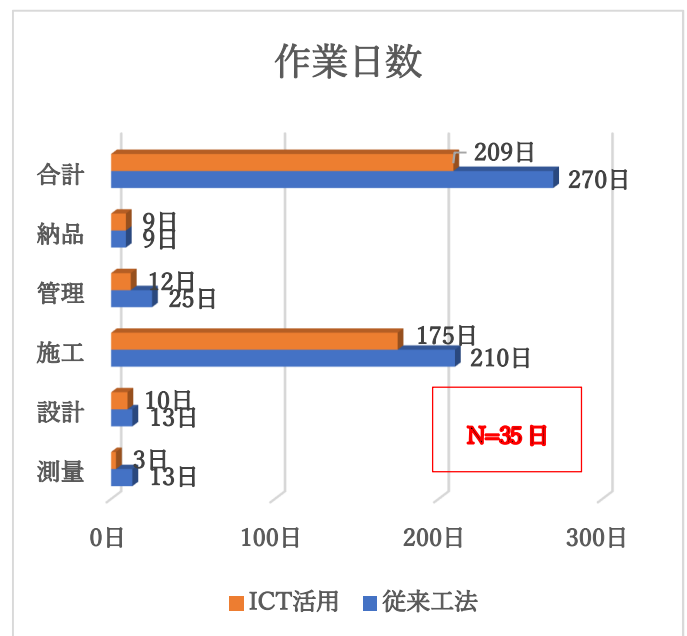
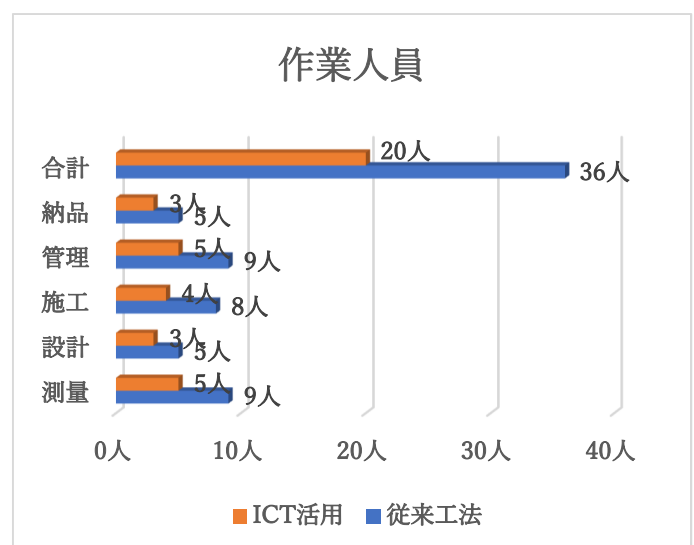


表-4 R4工事での活用効果



6. 各作業毎でのメリットと課題

各工事で活用したICT技術のメリットと課題について、各作業毎に受注者と発注者の見解を工程ごとに表-5～表-8にまとめた。

表-5 測量でのメリットと課題

	受注者	発注者
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・丁張りが無くなる ・測量作業が軽減される ・法面での作業等が軽減され安全面が向上した ・ICT技術を習得することで若手技術者でも早期に測量作業に従事できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・計測結果を立体的に確認できるため、発注時の相違点や不具合を早期に確認できる
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・UAV測量では天候の影響で作業不可日が発生する ・特に宗谷地方では風の影響が顕著 ・画像処理や点群処理に時間がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ容量が大きいため自席のPCで見られない ・ソフトが導入されていないと確認できない



写真-11 湧水による損傷状況の写真



図-6 損傷箇所の3次元データ

表-6 3次元設計でのメリットと課題

	受注者	発注者
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・土工量算出が容易になり作業が縮減した ・不要な地盤掘削が削減できた ・打ち合わせ時間が縮減した ・従来方法では算出が難しい土量計算も算出が可能となり設計数量との差異が少なくなった（湧水による損傷箇所の数量算出等（写真-11、図-6）） 	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員の現場理解が容易になり打ち合わせが円滑になった
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・点群データが多いと作業時間が増大する ・発注者側とソフトが違うのでデータ交換ができない 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ容量が大きいため自席のPCで見られない

表-7 施工でのメリットと課題

	受注者	発注者
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・土工作業で丁張り作業が無くなり作業員や施工時間を減らせた ・作業員と機械の接触が減り安全性が向上した ・作業効率が向上し丁張りも無くなるのでCO2削減に寄与できた ・手戻りが減少した 	<ul style="list-style-type: none"> ・品質や作業性が向上した ・現地での確認作業が縮減された ・現場行程の短縮につながった
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・解析ソフトの使用に慣れるまで時間を要する ・機械のリース及び購入費用が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常施工よりコストが増加するので、広範囲の施工になるほど割高になる

表-8 出来形管理でのメリットと課題

	受注者	発注者
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 出来形計測作業が縮減した 出来形管理資料の作成が容易になった 検査の時間が縮減された 	<ul style="list-style-type: none"> 確認項目が可視化されるので検査時間が縮減した 出来形のバラツキが面的に確認できるため、評価しやすい
課題	<ul style="list-style-type: none"> 点群データが多いと作業時間が増大する 取得データの回析に時間がかかるため、段階確認の結果報告が遅れる 	<ul style="list-style-type: none"> 段階確認時は出来形の精度が確認出来ない 積算数量は3次元資料で発注できていないため、3次元データから断面図を作成してもらい、数量算出してもらっている 3次元の出来形資料はソフトが無いため自席PCで確認できない

ICT技術を活用することで工事現場の各種作業が効率化され、受注者が得るメリットが大きいことが確認された。一方、発注者の視点から見るとICT活用の恩恵を受けるためには、職場のICT環境の改善がまだまだ必要であることを感じた。受発注者間のデータ交換には課題はあるものの、3次元データを活用することで当初設計との相違や新たな課題の発見が早期に確認されたことで協議時間の縮減や施工時間の短縮につながっていると感じた。

7. まとめ

今回、実施した2工事の監督職員は入局1年目の若手監督員と経験20年以上のベテラン監督員と対照的なものであった。若手監督員にとっては2次元図面から現地状況において完成形をイメージするのは容易では無かったが3次元データで可視化することで受注者との協議において有効であった。ベテラン監督員においても3次元データを活用することで、受発注者間協議はもとより対外協議においても3次元データを活用することによって現場イメージを共有することが容易になったと感じた。また設計変更における作業においても土工の数量作成が容易であったため発注者側の作業縮減となるなど発注者側のメリットも確認できた。

現在のICT活用状況は発注者が受注者へ提供するデータは2次元図面であり、工事受注後に受注者が3次元測量データ取得、3次元設計データを作成している。今後は発注者も当初設計段階から3次元データを活用することで工事全体の工期を縮減できるため気象条件の厳しい宗谷管内においては効果があると感じた。

宗谷管内では令和4年度からBIM/CIM (Building / Construction Information Modeling, Management) についても橋梁下部工事で実施されるなど、i-Constructionの取組が着実に進んできている。宗谷管内でも官民一体となってこの取り組みを推進し、魅力ある宗谷の建設現場を目指していきたい。本報告が今後の建設現場の一助となることを期待したい。