

i-Construction 大賞受賞事例紹介
 ~ベストプラクティスの水平展開を目指して~

ICT土工の活用で精度の高い出来形管理

なか むら たつ ゆき
 中村 竜 幸*

1. はじめに

「第二阪和国道」切土工事において、国土交通省が進めているICT（i-Construction）活用工事は、建設現場の生産性向上の取組みであり、工事現場の安全性の確保、若手技術者の魅力ある工事現場を目指している。本工事は、ICT土工を切土工事に活用し、建設機械能力の最大限の活用とオペレーターの教育を兼ねて取組みを行ったものである。また、工事区間全体を3D映像化し、そこから切土法面整形に取り組み、切土工に発生する岩線（軟岩Ⅰ・Ⅱ、中硬岩）に伴う3D化や数量計算等をどのように行うかを綿密な協議を行って工事を無事故無災害で完成させることができた。このことが第二阪和国道大谷地区道路整備工事が初めて第1回 i-Construction 大賞優秀賞を受賞することにつながっている。

2. 第二阪和国道の概要とICTの概要

1) 第二阪和国道

第二阪和国道は、大阪府大阪市自然田から和歌山県和歌山市元寺町を結ぶ延長約20.6kmの幹線道路

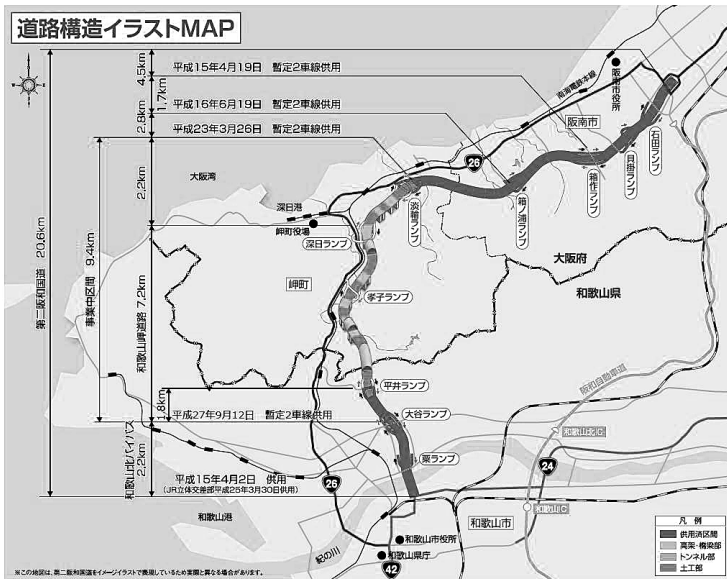


図-1 位置図

で国道26号における慢性的な交通渋滞の解消、急カーブ、急勾配等の解消を主な目的として計画された道路である。

平成15年4月吉日から平成23年3月吉日にかけて阪南市自然田～淡輪ランプ間が順次供用開始された。平成29年4月吉日に淡輪ランプ～平井ランプ間が供用されて全線の供用開始となったものである。本工事はICT土工を活用した切土工事（第二阪和国道大谷地区道路整備工事）は、淡輪ランプに隣接した大谷地区で実施したものである。

3. UAVによる切土工事

1) ドローンを用いた3次元測量

本工事は、ドローンを活用して3次元測量を行ったが、ドローンを用いる一番の利点として立ち入り禁止箇所や作業員が入れないところの各種測定等が行え、かつ、その箇所の3次元解析、災害時の被災状況等の確認できることがあげられる。

現場ではドローンを飛行させ、UAV搭載のカメラ+GPSと解析ソフトにより3次元立体形状データを作成した。

ドローンでの空撮にあたり、多数の画像を撮影し専用ソフトで解析を行いそれらを1つのデータとするためには等高度・等速度で直進する連続した画像の取得が必要となる。また、前後90%左右60%を必ずラップさせる必要がある（離発着以外はソフトにより自動航行管理を行うことができる）。

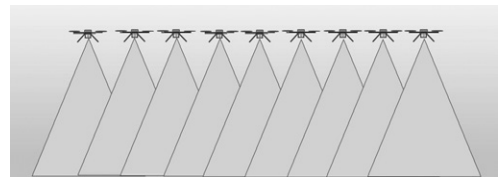


図-2 ドローン空撮ラップイメージ

ここで最も注意が必要なのは、ドローン飛行禁止区域等に関してである、航空法により

事前の調査が必要であり、空港及び空港周辺・人口密集地区上空、学校・病院の上空等の様々なケースでの禁止区域が設定されている。

今回は、近接して岬高校や、関西国際空港にも近く航空航路区域に指定されているため、それぞれ関係者の確認を行い、「地盤から270m以上の高さまで飛行させなければ良い。」との回答を得た。UAV飛行上限高さも地盤から150mまでとなっているので条件をクリアしていることを確認した。まずは、GCP (GROUND CONTROL POINT) の設置を行い、測量延長が100mなのでGCP箇所の設置を本来16箇所必要なところを当該現場は山岳部に位置しており、さらに隣接工区からのダンプトラック運行等の影響が懸念されたので現場外周に25m毎及び小段箇所に合計40箇所増設した。ちなみにGCPとは測量成果として精度を向上させるために上空から認識撮影できる座標 (X・Y・Z) を持った対空標識のことである。



写真-1 現場全景

次にドローンを飛行及び空撮を行い、そのデータを基に点群データを取得する。今回は6,991m²に付き点群データの数は7,146個となった。点群

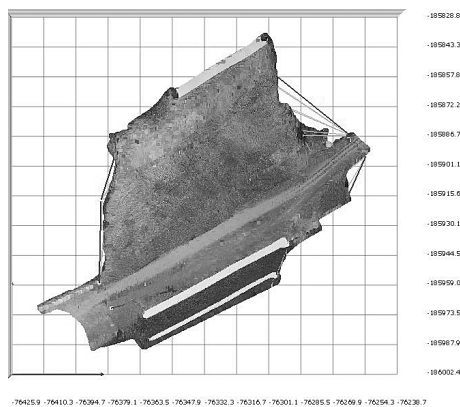


図-3 3次元測量結果

データとは位置情報としてのX座標・Y座標・高さの数値化されたデータとなる。

2) マシンガイダンスを搭載したバックホウによる掘削

3次元データを活用しマシンガイダンスを搭載したバックホウによる施工を行うこととした。



図-4 GNSSによるバックホウガイダンスイメージ

当現場では施工規模により0.45m³級バックホウ1台で施工を行った。



写真-2 切土作業状況写真

切土完成後、ドローン空撮により施工完了による結果のデータを取得したのが以下の結果である。

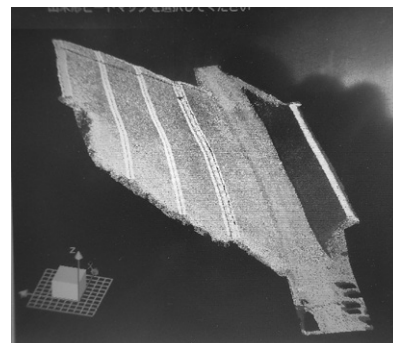


図-5 施工完了3次元測量結果

検証結果としてはUAVによる測定では平均値+9.1mmになりUAV平均規格値±70mmに対して50%の35mmを大幅にクリアする結果となった。

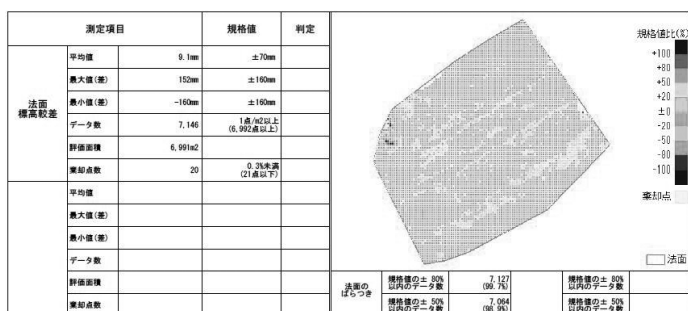


図-6 UAVによる出来形結果

バックホウガイダンスによる誘導とオペレーターの丁寧な作業により精度の高い値となった。

4. ICT活用の効果と課題

1) 活用による効果

(1) UAV測量

○従来の測量は人的に行っていたが、法面上の作業が不要となったため、法面からの滑落がなくなり安全性が向上した。また、測量の作業時間も減少し生産性が向上した。

(2) バックホウガイダンス搭載で施工精度の向上

- 従来の掘削では、法勾配の整合性を確認しながら作業を行っていたが、法面を昇降することがなくなったので安全性が向上した。また、重機周辺へ近寄らなくなったので安全性が向上した。
- 掘削作業も画面を見ながらガイダンスに従い行うため、オペレーターの教育訓練と併せて施工精度が向上したことにより生産性が向上した。
- 設計に対してミリ単位の判断ができるので出来形の精度が向上した。

2) 活用による課題と改善点

(1) UAVによる出来形測量

- 土工事での出来形測量は1段毎の測量となり、小段排水の施工前にも測量データを取得する必要があるため、非常にコスト高となる。
- 岩盤時の出来形は掘削作業時に大型ブレイカにて表面を研り凸凹になるため、規格値に収まらない場合がある。また、軟岩Ⅱ以上については掘削時、節理に添って割れるため、計画通りにならない場合がある。

(2) 岩線計測

- 岩線の変化点でデータ取得するが、岩の種類毎に全面掘削を完了後のデータ取得となるので、工程上に支障がでる。また、範囲を決めてデー

タを取得したとしても取得したところとしていないところの境界のデータが掘削等の施工中であるため大型重機（バックホウやブルドーザ）等でデータ取得する前に掘削や盛り替えをする必要がある。範囲を決めて測量データを取得するにあたり、飛行回数が増えるためコスト面で高くなる。

5. ICTに対する教育訓練

1) 社内技術社員の教育訓練

昨今のICTに対する急激な技術革新及び対応について社内にて1ヵ月に1回技術系職員を一同に集めICT最新情報及び新技術の共有及び水平展開を図るための勉強会を実施した。

2) オペレーターの技術力と教育

ガイダンス装置に従い作業を行っている時、何か突発事態が生じてても技術が身につけている熟練オペレーターは事態に合わせた対応ができる。しかし、若年層は機械の誘導がなければ作業をできず、技術が身につかない可能性がある。

6. おわりに

本工事を完成させるにあたり、ICT技術を活用し施工したところ、起工測量をUAVによるGPS自動航行写真測量で実施し、通常1～2日かかる作業が短時間で完了するなどの効果があった。また、法面整形ではバックホウガイダンスというICT技術を活用したことで、均一な施工となり品質が向上し、安全面においても従来の測量作業が不要となったため、重機に近寄ることなく、安全性が向上した。一方で、当該工事のように、岩種別が変更となる箇所では、UAV測量が効率的に実施できないため、従来の測量を併用しながらの作業となり、作業効率の向上が図れない面もあることがわかった。ICT技術を活用し、工程短縮、品質向上、安全面について、一定の効果を確認出来たことから、ICT活用工事の発展に期待する。

また、「新たに国土交通省などで作る「i-Construction推進コンソーシアム」の技術開発・導入ワーキンググループは、発注者のニーズに応える新技術11件を試行することを決めた。」と報道があり今年度末までに試行し、評価結果をまとめられる運びとなる可能性があるため機会があれば推進していきたい。