

# 11. 寒冷地の造成工事における工期短縮目的の ICT 積極活用の施工 Construction of ICT Active Utilization for Shortening Construction Term in Cold Regions

田崎 源貴\*<sup>1</sup>

## 要 旨

本工事は、新下水終末処理場の建設が必要となったことにより発注された造成工事である。本報文では、大規模造成工事における、ICT 技術を活用した施工管理について報告する。

キーワード：寒冷地／ICT 技術／エブリデイドローン

### 1. はじめに

当工事は北上市北部にある北上工業団地に進出する企業が増えたことや北上市工業団地拡張に伴い既存の下水終末処理場の処理能力を上回る工場排水が流出される見込みになったことから、新下水終末処理場の建設が必要となったことにより発注された造成工事である。

開発面積は約 30,000 m<sup>2</sup>、掘削（表土）13,450 m<sup>3</sup>、掘削（土砂）149,300 m<sup>3</sup>、土砂等運搬 162,750 m<sup>3</sup>であり、当造成工事の終了後に終末処理場の建築工事（他社施工）が控えていることや、北上市は豪雪地帯であり冬季の施工が困難なことから、効率的な土量の算出により、施工方法及び順序・適切な重機配置を行うことでの工期短縮が求められる工事であった。



図－1 完成予想図

### 2. 工事における課題

課題①：搬出土量が多い上に、搬出先が異なり他社と共同で使用している土捨て場があることから、搬出後の土量

の検測ができないため、搬出土量の把握が困難になることが予想される。そのため、搬出元となる造成場の施工進捗に伴って変化する土量を迅速に把握する必要がある。

課題②：10 t ダンプでの搬出の際、過積載が懸念された。

1日最大 320 台程の搬出を行う計画であったことから、従来の検収方法では管理が困難なため、より効率的な積載量の確認・管理方法を確立する必要がある。

課題③：北上市は豪雪地帯であり、冬季の施工では除雪などにより実施工時間が圧迫されてしまうため、工期短縮が必要である。



写真－1 豪雪状況

### 3. 実施方法および対策

課題①への対策：土量把握のためにエブリデイドローンを導入した。エブリデイドローンとは Edge コンピュータを利用した空中写真測量システムによる出来高進捗把握技術のことである。

\*<sup>1</sup> 土木事業本部 東京土木部 （執筆時の所属）

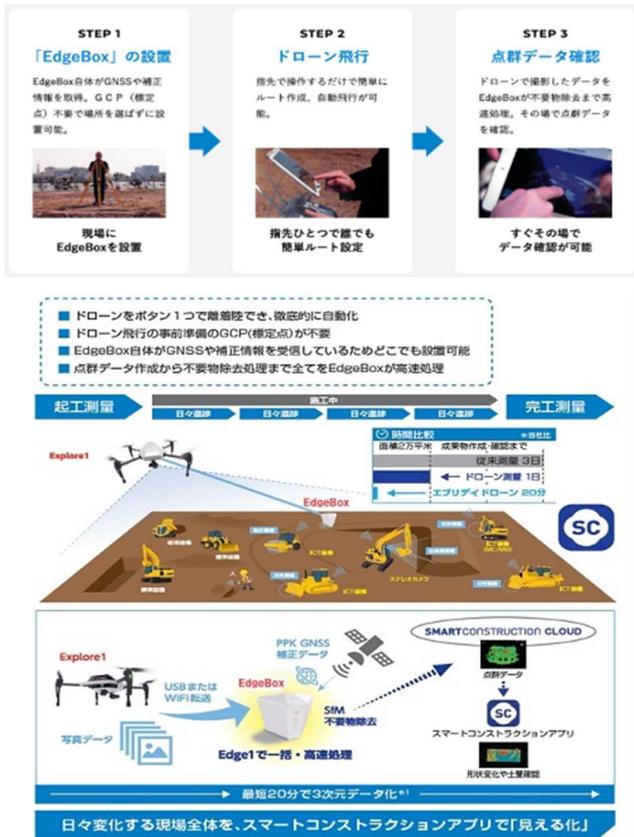


図-2 エブリデイドローンシステム概要

従来のUAVによる空中写真測量では現場内に複数の標定点(座標と高さが明らかな基準となる点)を設置し、撮影位置を算出していた。また、撮影した写真から点群を生成する際には、ハイスペックパソコンや専用ソフトを使用して、点群の生成及び不要物除去を手動で行っていた。

本技術では現場内に設置したEdgeBoxがGNSSの補正情報を取得し、UAVが撮影した時間のGNSS情報とEdgeBoxの補正情報ももちいて撮影時のドローンの位置を計算し、土量を算出することができる。(簡単に説明すると衛星から情報を得ている)

また、飛行後にEdgeBoxが自動で点群の生成及び不要物除去を行うことができる。



写真-2 EdgeBox 本体

課題②への対策：過積載対策としてバケットスケールを導入した。バケットスケールとは、バケット内積載量を計測し、ダンプトラックの積載重量を管理するシステムである。油圧シリンダーに油圧計測ゲージを取り付け、油圧から荷重計算を行う。さらに、本体各関節部に搭載したセンサーで作業機姿勢情報を把握し、バケットを垂直に引き上げることで、荷重を算出することができる。この計算機構により、精度の高い荷重計測を実現した。ダイナミックモード(油圧やブーム角度、加速度などを計算し荷重を算出するモード)と呼ばれる計測方法を採用し、作業機のブームアップを行うだけで、指定されたトリガー範囲(場所によって計測する高さを設定できる機能)を通過すると、計量表示及び登録が可能である。今回1.4 m積バックホウを積込機械として2台を導入を行った。

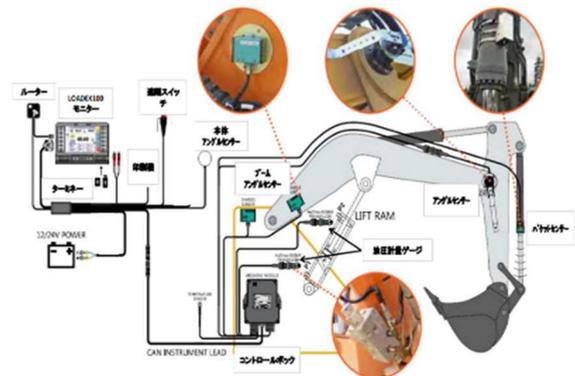


図-3 バケットスケール概要

課題③への対策：上記の2システムに加え、ICT機械の導入をした。今回導入したICT機械はマシンガイダンス付きバックホウである。当工事の掘削範囲には多くの切土法面が含まれており、法面整形が必要であった。法面整形が遅れることで、本体工事に影響を及ぼす恐れがあることや、従来では丁張に従って法面整形を行うため、オペレータの技量によって、出来形にばらつきがあったが、マシンガイダンスバックホウは、3D設計データに基づいて、バケット刃先まで深さ・高さ・勾配をリアルタイムで認識し、設定した設計施工面までの掘削ガイダンスを行う。



写真-3 MGバックホウによる法面整形状況

#### 4. 結果

課題①へ対策した結果：エブリデイドローンを週に1回飛行し、土量の算出を行った。従来の横断測量の場合は3人で2~3日、一般的なUAV測量の場合は標定点設置・飛行で半日、データの作成で1~2日かかるがエブリデイドローンの場合は飛行からデータの作成まで職員1名、30分程度で行うことができ、測量による遅延や、外注作業がなくなったため、コストの削減にも繋がった。

- ・エブリデイドローンの場合：月リース代が336,000円であり、月に4~5回職員が1名で飛行していた。

- ・従来UAV測量の場合：外注1回飛行1式850,000円であり、飛行準備2名+データ処理1名で1回のデータ作成に1週間ほどの時間を要した。

- ・従来の横断測量：経済的には一番安価であるが、現場が広く時間がかかるため容易に土量を把握するのは困難であった。今回の工期短縮等を目標としている場合はそぐわない。さらに、データ自体もクラウドで確認することができ、設計との土量比較や、横断図の確認なども行えた。

(図-4, -5, -6 参照)

課題②へ対策した結果：積込オペレータは、リアルタイムで積込量が確認でき、土質の変化や含水比の変化があったとしても積載重量を遵守し、ロスなく積込作業を行うことができ施工性が向上した。バケツスケールで計測した値は、データとして本体から抽出することができ、それをもとに積込重量集計表を作成できた。1日のダンプトラックによる搬出量が多く過積載対策が必須となる当現場において、目視ではなく計測して搬出することによってダンプトラック等の過積載によつての事故を未然に防ぐことができた。

課題③へ対策した結果：今回導入した機械は3Dマシンガイダンスバックホウだが、セミオートマシンコントロール機能が搭載されているため、設計基面より、食い込む心配がなく精度が向上した。丁張の作成をほとんど必要としないため、測量時の事故発生のリスクが低減した。

法面整形時のオペレータによる重機を降りての確認の回数が減り、時間の削減及び作業効率が上がった。

従来機械より無駄な動きが少ないことから、作業時間の減少ならびに無駄なエネルギーを要しないため、燃料の削減・排ガス対策になり、環境にも配慮した施工をすることができた。

(注：建設機械における情報化施工技術には、主にマシンコントロールとマシンガイダンスが挙げられる。マシンコントロールは設計図面に従って車両が自動制御されて施工するシステムであり、マシンガイダンスはオペレータに設計図面通りに施工できるようにガイドするシステムである。

上記の3つの技術によって降雪前に作業を終え、工期の3カ月短縮をすることができた。

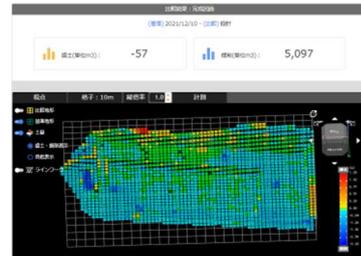


図-4 土量差分計算システム

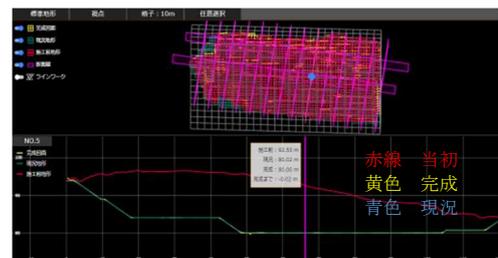


図-5 現況横断面図

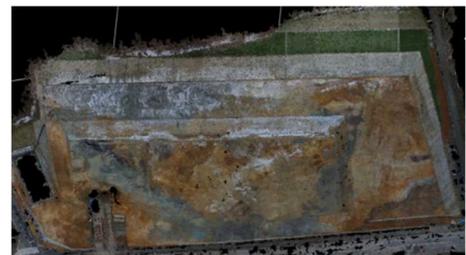


図-6 点群データ表示

#### 5. おわりに

エブリデイドローンに関しては、従来のUAVによる測量よりは簡易的なものではあるが、現場の概算土量などを日々管理する上では非常に優れていたが雨・雪・強風時には使用できないため、今後の技術開発により全天候型に改良されることが望まれる。また、12月以降は氷点下を下回る日が続いたことで、土に霜柱が立ち土量の誤差

が見受けられた。

バケツスケールに関しては、施工途中から土砂が粘性土に変わり、バケツに引っ付くことで重さに誤差をもたらし、正確な数字を得ることが難しかった。また、振り払う動作が増え時間のロスになってしまった。また計測時はアームをあげる動作をするときは旋回ができないため、実際の積込時には通常より、2倍以上の時間がかかった。マシンガイダンスバックホウに関しては、木の陰などは衛星を受信できないため、自力での作業となった。

ICT 機械に関してはここ数年で技術が大幅に進歩しているので、今後の改良に期待したい。

最後に本報文の執筆にあたってご協力いただいた関係各位に深くお礼申し上げます。

本報告は、社内の第15回技術発表会において発表された内容を編集したものです。