

## 火力発電所建設工事における UAV を用いた土工管理について

株式会社熊谷組 正会員○高田紘希 貴船一樹 天下井哲夫 非会員 後藤仁

### 1. はじめに

本工事は 2022 年 11 月営業運転開始予定の中国電力三隅火力発電所 2 号機建設工事（出力 100 万 KW）のうち石炭貯蔵設備、石炭受入/搬出設備基礎、バイオマス貯蔵設備の構築及び付帯工としてヤード整備を行うものである（図-1）。このうち土工事は、石炭貯蔵設備やボックスカルバート等のすきとり掘削が約 13 万 $\text{m}^3$ 、地盤改良施工箇所の軟弱土すきとり掘削が約 4 万 $\text{m}^3$ 、構造物構築後の外構盛土が約 15 万 $\text{m}^3$ の施工を、機械設備構築工期との関係から躯体工事と並行して行う必要があった。本稿では省力・効率化の観点から土工事への UAV を用いた管理について報告するものである。

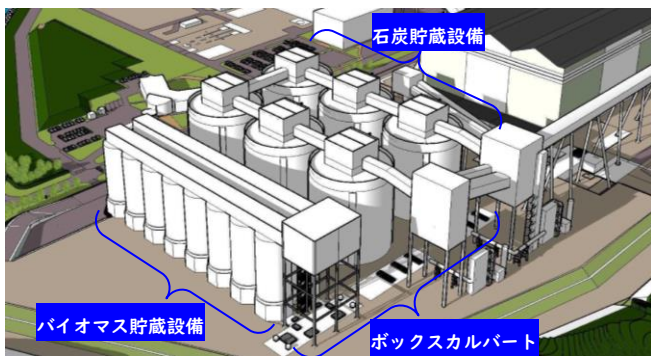


図-1 完成予想パース

### 2. 課題

大規模土工事を効率的に施工する事と、広範囲における施工管理を行うためには、以下の課題があった。

構造物構築前の掘削は、約 6 万 $\text{m}^3$ の広範囲な敷地内の施工であったため、構造物構築開始を早める目的から、構造物の構築箇所全体の掘削が完了してから次ステップに移るのではなく、分割施工を行うこととした。そのため分割エリア毎に、掘削完了後、速やかに構造物構築に移行するため、掘削後の土量算出を短時間で計測方法の確立が課題であった。

### 3. 対策・解決方法・施工上の工夫

掘削時に発生する課題の解決策として、UAV を導入した。UAV の導入で、作業や施工管理における省力・効率化の効果を期待した。下記に導入した UAV 活用方法の詳細を記す。

### 3.1 UAV を用いた出来形計測

掘削完了時の出来形計測に UAV を導入した。UAV による計測は、被計測対象の地形の空中写真を撮影し、写真測量用のソフトウェアによる数値化 (SfM 解析) を行う。その数値を 3 次元 CAD や同様のソフトウェアに用いることで、出来形数量などを容易に算出することが可能となる。詳細な地形や出来形形状の取得を行い、数量の見える化や巻き尺・レベルなどによる幅員・延長や高さ計測などの従来の施工管理手間の大幅な削減が実現できた。下記に出来形計測の手順を示す。

#### (1) 飛行計画

所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を算出する無料アプリ (DJI GS Pro) を用いて飛行計画を立案して計測を行った（図-2）。

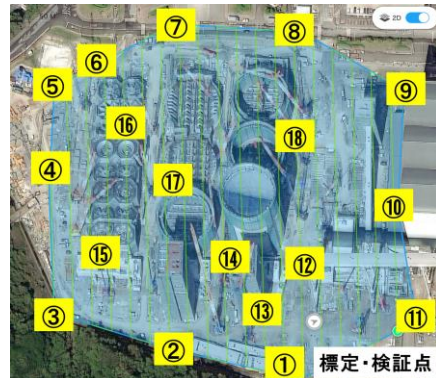


図-2 アプリを用いた飛行計画経路図

#### (2) 標定点及び検証点の設置・計測

UAV による計測結果を 3 次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する（図-2）。標定点及び検証点は UAV による出来形計測中に動かないようにピンなどで固定し、工事基準点から TS を用いて計測を行った。

#### (3) 空中写真測量の実施

空中写真測量の実施にあたっては、航空法に基づく「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた飛行マニュアルを作成・遵守して、特に安全飛行に留意して行った。当現場では重機等の障害物が複数あったため、計測範囲内にある重機等を退避させた後、作業開始前または作業終了後に行った。

キーワード：省力化，効率化，UAV，SfM 解析

連絡先：〒699-3226 島根県浜田市三隅町岡見 1810 三隅発電所内 (株)熊谷組中四国支店 TEL0855-32-0072

#### (4) 計測点群データの作成

UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェア(Pix4D)に読み込み、地形(掘削形状)の座標値を算出し、3次元の計測点群データ(図-3)を作成した。



図-3 Pix4Dで作成した点群データ

#### (5) TINデータと差分解析図の作成

点群データを点群編集ソフトウェア(SiTE-Scope)に読み込みを行い、不要点の除去を行った。3次元設計データと処理した3次元点群データから作成したボックスカルバート部TINデータ(1)と差分解析図(2)を図-4に示す。TINデータをもとに土量解析を行い、差分解析図については出来高資料に添付して施工進捗の見える化を実現した。

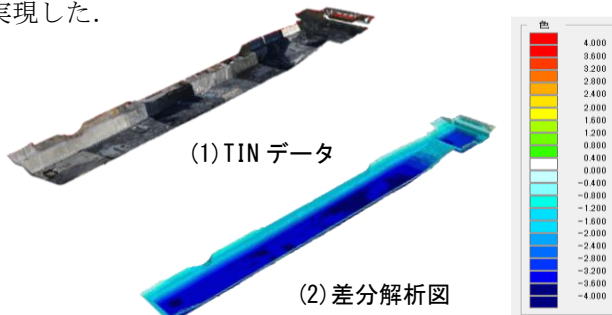


図-4 土量解析後の各データ

### 3.2 構造物構築前の掘削土量算出

課題で上げたように約6万㎡の広範囲な敷地であり、効率的に施工を行うために、構造物構築前の掘削は、ボックスカルバート・石炭貯蔵設備・バイオマス貯蔵設備などの工種ごとに掘削・床付け完了後、計測を行い掘削土量の算出を行った(図-5)。

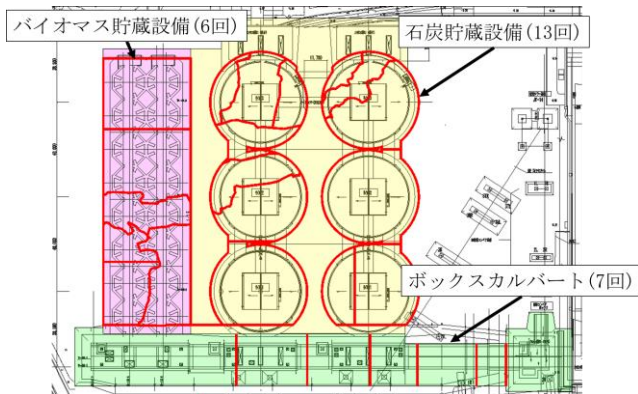


図-5 掘削範囲全体平面図

分割で施工をするため掘削完了毎に計測を行う必要があった。現場では合計26回計測し、石炭貯蔵設備を例にあげると、計測は合計13回行い、各点群データを組み合わせた。組合せた点群データをもとにTINデータを作成し、TINデータと設計データを用いて土量解析を行った(図-6)。この段階までに要する期間はUAVによる計測から6日間であった。単純に計算すると1計測当たり6日間なので約150日要し、これを従来の計測方法で行えば、約12日間は要することより全体で約150日短縮できた。結果、管理工程の短縮・省力化することで、業務の効率化を実現できた。

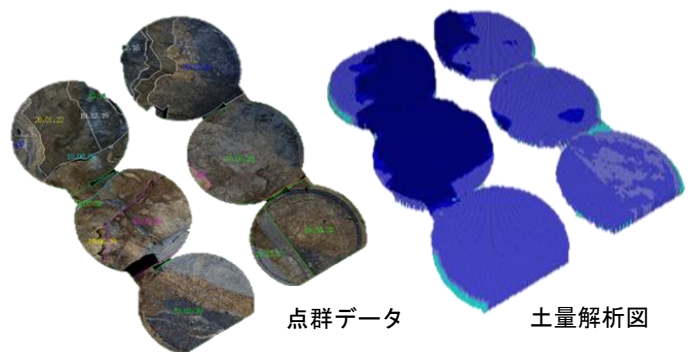


図-6 組合せ後の点群データ・土量解析図(石炭貯蔵設備)

### 4. 施工結果

土工事において、掘削施工時にUAVを導入することで、管理業務の大幅な省力・効率化を実現することができた。掘削施工時には出来形検測日数の短縮を行い、従来の工法と比較すると約二分の一の日数で検測することができた。

2022年2月現在の現場全体写真を示す(写真-1)。



写真-1 現場全体写真(2022年2月25日撮影)

### 5. おわりに

本稿では発電所建設の土工事におけるUAV活用について報告を行った。現在土工事は終了しておりの構造物の施工を行っている。導入したUAVの効果により、順調に進捗している。最後に当工事にあたってご指導を賜りました関係者各位に厚く御礼申し上げます。