

オルソ画像を用いた改良杭の出来形管理

(株)熊谷組 正会員 ○天下井 哲生 土居 陽介 正会員 北原 成郎 正会員 古川 敦

1. はじめに

本工事は隣接する清掃工場から排出される飛灰処理物および不燃性破碎残渣を埋立対象物とする最終処分場埋立施設ならびに屋外消火栓ポンプ室を建設する工事である。埋立施設基礎は深層混合処理工法（エポコラム工法）により深さ 3~12m を地盤改良し施設の地耐力を確保する構造である。深層混合処理はφ2000：673本、φ2500：1,050本の合計で1,723本の施工を実施した(図-1)。出来形管理については日本建築センター品質管理指針に準拠し深層混合処理の全本数において、改良径、杭頭高、偏芯量の管理が求められた。特に偏芯量の出来形管理については、計測効率が悪く日常の施工管理に大きな負担を与えていた。計測作業の効率化を図るため UAV による空中写真測量を行い SfM 解析から得られたオルソ画像を用いて偏芯量を算出した。ここではオルソ画像を用いた改良杭の出来形管理の検討について報告する。

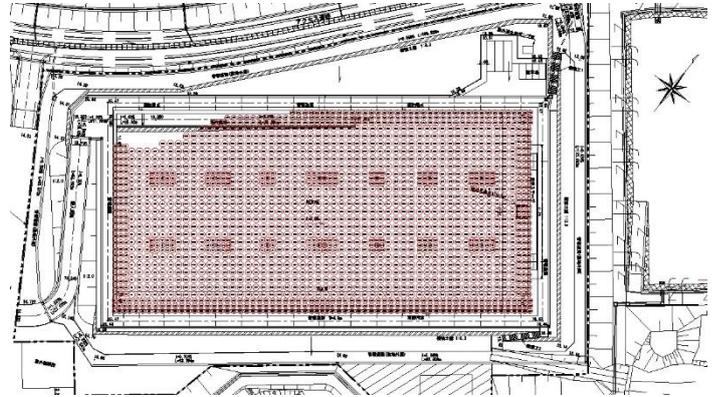


図-1 平面図

2. 計測方法

1) 従来方法

従来の方計測方法を図-2 に示す。

- ①設計の杭芯座標の測量
- ②改良杭の径に合わせた定規を用いて出来形の杭芯の位置判定
- ③設計と出来形の差分を計測

以上の方法で偏芯量を求めることから計測作業に多くの時間を要していた。

従来方法

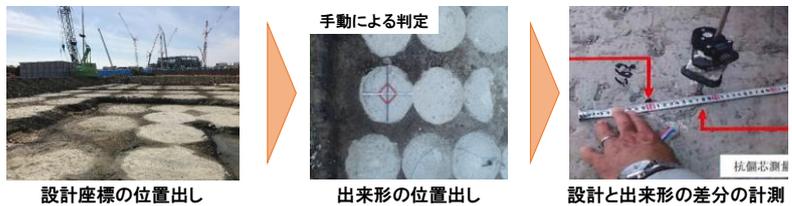


図-2 従来の計測方法

2) オルソ画像を用いた方法

オルソ画像を用いた方法を図-3 に示す。

- ①UAV による空中写真測量
- ②SfM 解析を行い、オルソ画像を取得
- ③CAD にオルソ画像を読み込み、目視により杭芯位置を判定
- ④Excel を用いて杭芯座標の取得、設計杭芯座標との差分を自動算出

オルソ画像を用いた方法



図-3 オルソ画像を用いた計測方法

UAV による空中写真測量は「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）」に準拠した。標定点、検証点の観測は GNSS-RTK（VRS）方式で実施し、SfM 解析は Pix4D を用いた。検証点の計測精度を表-1 に示す。最大で 49mm の誤差を生じたが、全ての検証点において±50mm を満足する結果となった。

表-1 UAV による空中写真測量 検証点の計測精度

| | X(誤差) | Y(誤差) | 水平誤差 | Z(誤差) |
|------|--------|--------|-------|--------|
| K-1 | -0.009 | -0.016 | 0.018 | -0.001 |
| K-2 | 0.016 | -0.049 | 0.052 | -0.030 |
| K-3 | 0.011 | -0.025 | 0.027 | -0.019 |
| K-4 | -0.021 | -0.023 | 0.031 | -0.012 |
| 平均 | -0.001 | -0.028 | 0.032 | -0.016 |
| 標準偏差 | 0.015 | 0.012 | 0.012 | 0.011 |

キーワード 深層混合処理工法, 偏芯量, オルソ画像, UAV による空中写真測量

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組 土木事業本部 TEL03-3235-8622

3. 改良杭の出来形

1) 杭芯座標とオルソ画像の重ね合わせ

設計の改良杭外周円とオルソ画像を重ね合わせたものを図-4, 出来形の改良杭外周円とオルソ画像を重ね合わせたものを図-5に示す. UAVによる空中写真測量において検証点の水平誤差の標準偏差は12mmとなっており計測精度に問題がないことから, SfM解析で生成したオルソ画像についてもひずみ等の精度に問題がないことを確認した. 出来形の判定は, 設計の改良杭外周円を用いて上下左右の差異が均一となり, オルソ画像と最もマッチングする位置とした. しかしながら, 図-5に示すように地表面が湿っている等の影響により判定が不可能な箇所については位置測定を除いた.

2) 偏芯量の比較

従来方法とオルソ画像を用いた方法で計測した偏芯量を図-6に示す. 同様な分布の傾向となっており計測方法に問題がないことを確認した. また, 比較をすると従来方法に比べオルソ画像を用いた方法は正規分布となっていることから, 安定した計測が可能であると考えられる.

3) 作業時間

従来方法とオルソ画像を用いた方法での作業時間を表-2に示す. 従来方法に比べ1箇所当たり約1/8の時間で出来形管理の作業を完了することができ, 大幅な作業時間の削減となった. オルソ画像を用いた方法は設計の杭芯座標の測量を全本数で行う必要がなく, 出来形の位置判定についてもオルソ画像を用いて平面的に判定ができることから作業時間の短縮が図られたと考える. なお, 計測作業は2人として算出し, SfM解析による設定入力時間は作業時間に含めているが, 解析時間は含めていない.

4. おわりに

オルソ画像を用いた改良杭の出来形管理は, 従来方法と比較して問題のない精度と結果が得られたことから信頼性を有する管理方法であると考え

る. しかしながら, 出来形の杭芯位置を判定する際は目視で行うことから, 改良杭ごとに誤差を生じる可能性, 解析を行う人によってもバラつきが生じることが考えられる. そのため, 出来形の杭芯位置についても画像認識の技術を用いて自動判定を行い, 誤差を生じる原因を排除するとともに作業の効率化を図る必要がある.

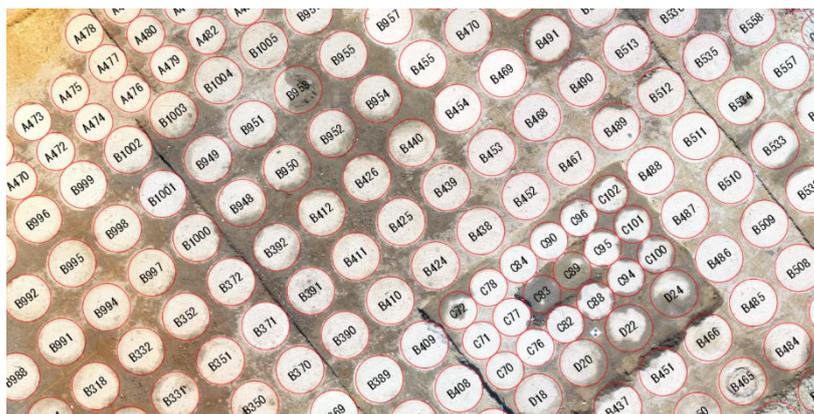


図-4 設計の改良杭外周円とオルソ画像の重ね合わせ

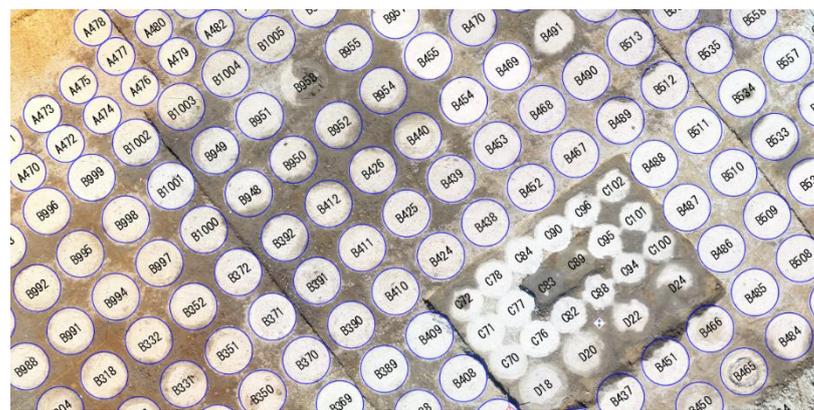


図-5 出来形の改良杭外周円とオルソ画像の重ね合わせ

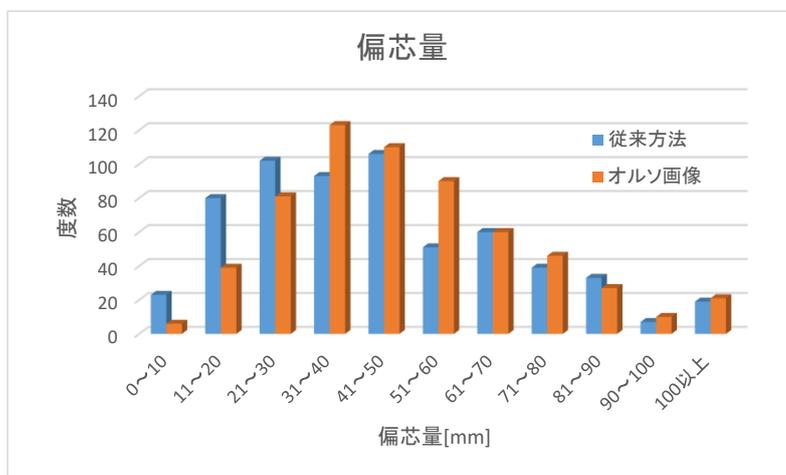


図-6 偏芯量の比較

表-2 作業時間

| | 計測箇所 | 計測時間 [h] | データ作成時間 [h] | 合計 [h] | 時間/1箇所 [min] |
|-------------|------|----------|-------------|--------|--------------|
| 従来方法 | 730 | 175 | 35 | 210 | 17.26 |
| オルソ画像を用いた方法 | 613 | 8 | 13 | 21 | 2.06 |