

12. 重機の履歴データを用いた出来形管理に関する考察

ICT 施工の効率化へ向けて

株式会社大林組

○ 田島 僚

1. はじめに

ICT 活用工事では最終的な3次元の出来形管理の方法として、UAV や LS など計測することが必要である。このような計測方法は3次元計測における一般的な方法として活用が広がっている。本稿ではこのような計測作業に加えて、3次元計測をより効率的に実施するために検討した事例を報告する。

なお、本試行の取組み内容については、図-1に示す2020年度国土交通省の「民間等からの提案に基づくICTを活用した出来形管理に関する基準類整備」へ応募し採択され、検証した内容の一部である。

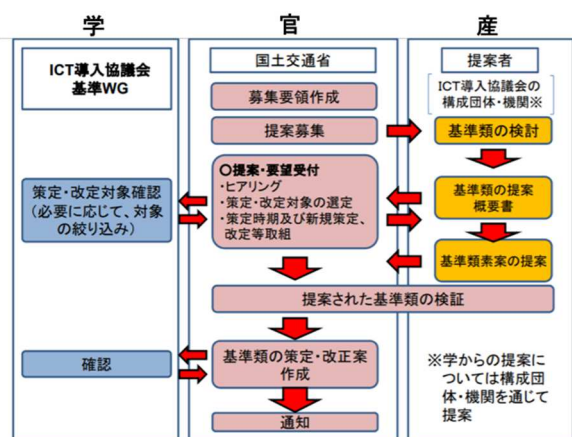


図-1 ICT 施工の基準類作成に関する募集体制

ニターで確認することができる。また施工箇所に加えて、設計位置を重ねて表示することにより、所定の作業までの掘削深さなどを確認することができる仕組みとなっている。

このように計算された重機の計測データはログが記録されており、図-3に示すように不要なデータを削除することで、施工箇所の計測データとして活用することができる。このようなデータを本稿では建機の施工履歴データと呼び、必要に応じて確認できるシステムを構築すれば、リアルタイムに近い出来形の確認を行うことが可能になり、業務の改善が望まれる。特に小規模な現場においては、計測業務にかかる時間が短縮され、業務改善になることが予想される。



写真-1 ICT 建機全景

2. 3次元計測にかかる課題と解決策について

土工事の出来形管理業務は、UAV や LS などを用いて効率化されているが、現場全域で実施するには天候などの状況に左右されやすく、現場情報を反映するのに時間を要するという課題がある。そこで、ICT 建機が取得する衛星測位の情報を活用することを検討することとした。

写真-1及び図-2にICT建機の概要について示す。ICT 建機は、通常の建機に衛星測位用のアンテナと角度センサーを取り付けることにより、リアルタイムに重機の施工箇所の計算を行っている。オペレータはこの計算された計測箇所を運転席のモ



図-2 ICT 建機オペレータ画面

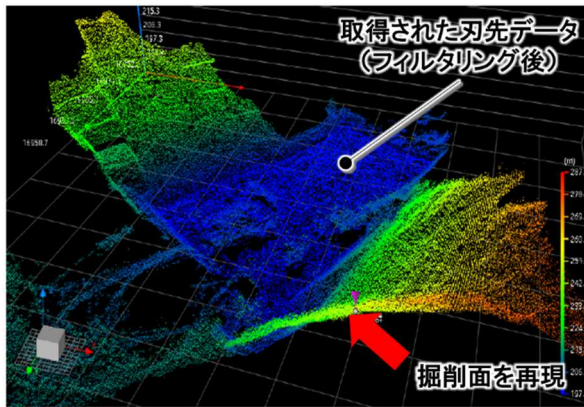


図-3 建機の施工履歴データ例

3. 検証内容について

そこで、ICT 建機を使用して、盛土法面の施工を行い、ICT 建機から得られるデータを取得し、精度検証を行うこととした。

使用機械：0.7BH（日立建機製 ZX200X）
対象盛土面積：5,000 m²

写真-2 に示すように自己位置計測可能な ICT 建機を用いて法面での施工を行った。マシンガイダンス機能を用いて施工を行い、重機の刃先の測位データを取得した。施工方法は下記の 2 通りとした。

- ① 刃先を法面に押しつけながら施工，計測
- ② 刃先を法面に沿わせながら施工，計測

2 通りの施工を実施した理由は、①の場合は実際の法面整形の施工途中を行っている状況を再現した状態、②の場合は法面整形後に計測のために再度法面をはわせるという状態を再現するためである。



写真-2 検証状況

また不要なデータを排除するために作業開始時及び作業完了時の時刻を記録した。重機の刃先位置の測位を記録した時刻からフィルタリングし、法面施工時の出来形点群の生成を行った。写真-3 に示すように、別途精度検証用に TS を利用して、地上に配置する検証点の真値計測を行った。履歴データから得られる 3 次元座標と TS にて計測した検証点の 3 次元座標を比較し、精度検証を行った。3 次元データの確認のために、写真-4 に示すように従来の UAV を用いた計測についても実施した。



写真-3 TS 計測状況試験状況



写真-4 UAV 計測状況

4. 検証結果

4.1 静止座標比較

刃先データの抽出し点群化したものが図-4 であ

る。点群は実際の施工期間中の時刻歴を用いて、該当箇所のデータをフィルタリングしたものを使用している。これをもとにメッシュを形成し、TS から得られるデータと標高値の比較を行った結果が図-5 である。TS との比較では最大 19mmであった。施工方法の比較では標高差の平均が押しつけで0mm、なぞりが9mmとなり、法面に対して押しつけて施工するほうが TS との標高差は少ない結果となった。

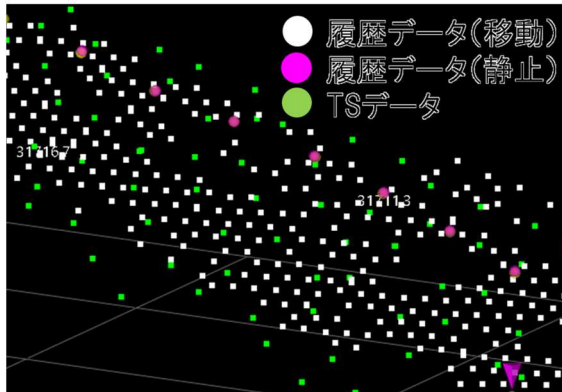


図-4 取得データ

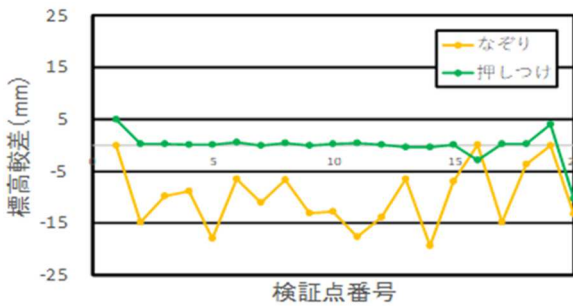


図-5 標高値比較結果

4. 2 3次元設計との比較

履歴データを施工時に使用した3次元設計データと比較したものが図-6及び図-7である。国土交通省が定める土工事の3次元出来形管理基準に従いヒートマップを作成した。出来形判定の結果、すべての対象において出来形が確保されていることを確認した。TSとの比較から計測精度も±5cmを確保できているため、出来形計測についても十分に使用できるデータを取得できていることを確認した。

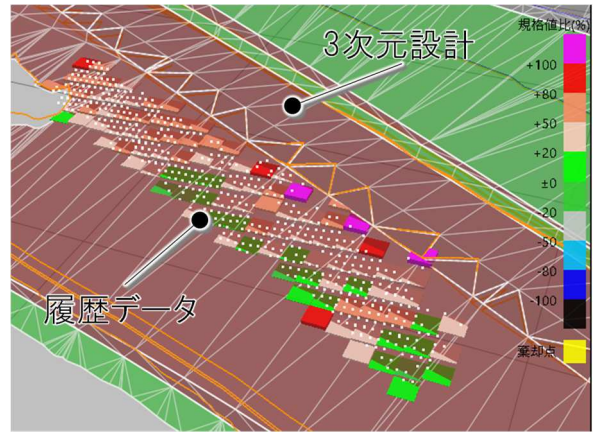


図-6 取得データ

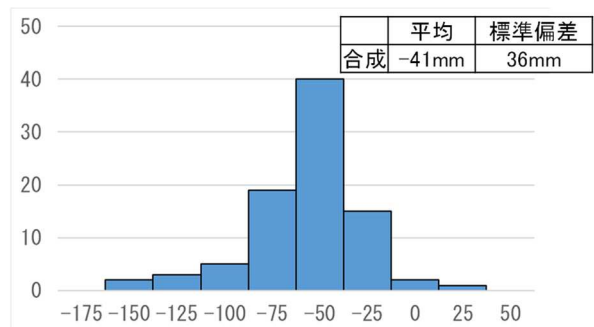


図-7 3次元設計データ比較

5. 検証結果

本検証から得られた結果を表-1にまとめた。今回の手法を用いることで、土工事における出来形管理を効率的に計測することができた。特にこれまでは切土面への適用のみに限られていたが、時刻歴データによるデータフィルタリングを行うことで、盛土面へも適用が可能であることが確認できた。今後の課題は大きく3点ある。1点目はデータ取得の確実性の向上である。今回の検証では衛星測位データが部分的に抜ける現象が発生した。最終的な出来形判定には大きく影響はしなかったものの、施工途中で確認するなどの対応が今後必要と思われる。2点目はデータのフィルタリング方法についてである。今回は時刻歴を用いたが、実際の施工を考えると運用は難しいと思われる。今後は時刻歴以外でのデータのフィルタリング方法を検討し、さらなる効率化を検討することとする。3点目は出来形要領への記載取り組みである。計測方法としては現状では要領に記載がないため、本施工での適用が難しい。

表-1 検証結果まとめ

| | 既存の管理手法 | ICTを用いる新管理手法 | 評価 |
|---------------|----------------------------------|---|----|
| 出来形品質 (性能) | UAVやLSを用いた計測手法 | 重機の履歴データを用いて切土・盛土面の計測を行う手法 3次元の出来形管理の計測精度は±5cmを確保 | ◎ |
| 効率 | 計測のための機材の準備や解析作業が必要 | ICT建機による施工を行った段階でデータの取得は完了しており,システム上でのデータ処理のみで計測データを取得することが可能 | ◎ |
| 安全性 | 計測のために施工現場内での作業が必要で,事故災害等の恐れがある。 | 計測データ取得は重機から行うことができ安全 | ◎ |
| コスト | UAVやLSの機器及びソフトウェアのコストがかかる | ICT建機の費用はかかるが,標準化できれば汎用品を使用する等でコスト縮減が可能。 | ○ |
| その他 | | これまで切土面のみの確認に限られていたが,盛土面への適用も可能 | ◎ |

【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(土工編) 策定】

- ・ICT土工での施工履歴を用いた出来形管理を可能とする提案
- ・施工履歴を用いた出来形管理要領(土工編)を策定する

■策定概要

ICT建設機械の刃先データ等の施工履歴データを用いた出来形管理を通常の土工事において、実施できるように改訂する。



ICTバックホウの刃先等の施工履歴データを記録



図-8 出来形管理要領改訂概要

6. おわりに

本検証内容に関しては、日建連を通じて2020年度国土交通省の「民間等からの提案に基づくICTを活用した出来形管理に関する基準類整備」の提案に応募した。その結果、本検証内容が採択され、2021年度のICT活用工事の規準に反映された。改定内容の概要については図-8に示す通りである。改定内容により、建機から得られる測位データから土工事における出来形管理を行うことができるようになった。

本検証にあたっては、日立建機株式会社様、福井コンピュータ株式会社様、株式会社宮本組様には多大なるご支援いただきましたことをこの場を借りて深く御礼申し上げますこととし、本稿を終えることとする。