

ICT 建機の施工履歴データと DX 統合型クラウドを使った生産性向上への取組

(株)大林組 正会員 ○田島 僚

1. はじめに

2015年に国土交通省が提唱した i-Construction がはじまり、建設現場では生産性向上が進んでいる。その中でも ICT の全面的な活用により、3次元データがより身近なものとなっている。2017年からは ICT 活用の取り組みを業界全体に普及・促進することを目的に、i-Construction 大賞が設立された。本稿では、2021年度に i-Construction 大賞の国土交通大臣賞を受賞した事例を元に、建設産業における生産性向上の取り組み事例について報告する。また本取り組み内容は、i-Construction 大賞の受賞に先立ち、国土交通省が募集する「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、検証結果のもと 2021年度国土交通省が定める ICT の基準類への改定が行われた内容である。

2. ICT 活用工事の課題

ICT 活用工事とは、「3次元起工測量」「3次元設計データ作成」「ICT 建機による施工」「3次元出来形管理」「3次元データの納品」の各段階で ICT 施工技術を全面的に活用する工事のことを指す。現場での施工の流れを測量から設計、施工とすべてのプロセスで繋げることにより生産性の向上を図るものである。この中でも特に、「3次元起工測量」と「3次元出来形管理」に関する計測技術が飛躍的に向上したことが、ICT 活用工事が広く普及した原因の一つである。UAV（無人航空機：Unmanned Aerial Vehicle）を用いた写真計測やレーザースキャナを用いた計測は従来の人力での計測に比べて広範囲を効率的に計測することができるようになった。

このような3次元計測技術が普及する一方で、実際の運用を行っていくための課題などが見えてきた。例えば UAV を飛行させる場合は、安全上の問題から風速 5m/s 以上では飛行を禁止している。これは、風速が強いと機体のコントロールに影響を及ぼし落下の恐れがあるためであるが、山間部や海上に近い現場では風速が常に高い場合もあり、作業が天候状況に左右されやすい。またよく用いられる地上型のレーザースキャナは機器が回転しながら周囲を計測するが、現場の高低差が多かったりすると死角になる場所が発生し、機器の盛替え作業などが煩雑になり、返って非効率になる場合もある。

このように、一般的には効率的な計測方法ではあるものの条件によっては非効率になることもあることから、このような計測方法を補完できる手法がないか検討するに至った。

3. 施工履歴データの活用

そこで、3次元計測を補完する手法として着目したのが ICT 建機である。ICT 建機は、ICT 活用工事で用いられる ICT 施工用の建機である。図-1 に ICT 建機の概要を示す。ICT 建機では、衛



図-1 ICT 建機概要

キーワード ICT 活用工事, i-Construction, ICT 建機, DX

連絡先 108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 株式会社大林組 TEL 03-3355-3559

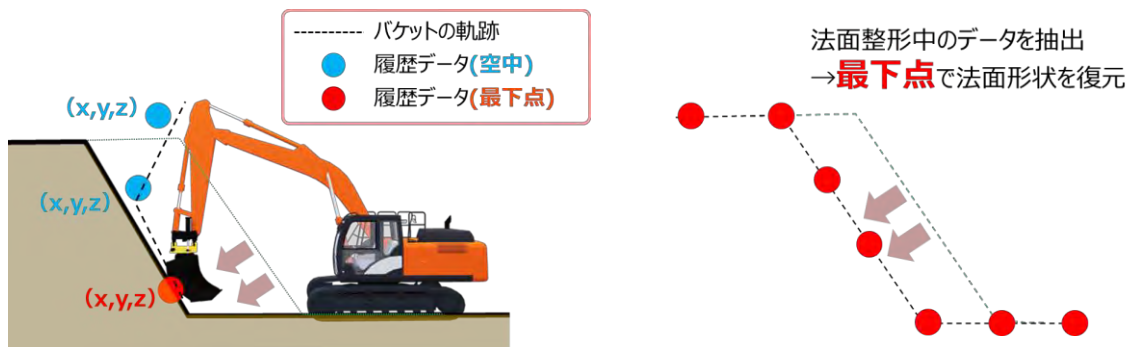


図-2 切土の場合の施工履歴データの概要

星アンテナと各種センサーにより、刃先位置の座標値をリアルタイムに取得している。オペレータは操作画面にて、刃先の現在位置と3次元設計データとの差分を見ることができる。この差分を0に持っていきよう施工することで、目的の施工出来形を得ることができる。従来必要であった施工目印の丁張を現地に設置する必要がなく、安全かつ効率的な施工が可能となる。この刃先位置のデータは、ログデータとしてクラウド上に保存されている。このログデータを本稿では「施工履歴データ」と呼ぶ。施工履歴データは、施工開始時期から施工完了時期までのすべてのデータが記録されており、このデータを活用することで、出来形データを復元することができる。切土工事においてはこのような考え方をもとに出来形形状を復元する方法が用いられている。図-2にその概要を示す。

施工履歴データには、刃先の空中動作や法面整形などすべての位置データが含まれているが、それらのデータの中から、最下面にある施工履歴データのみを抽出すると、法面整形した際のデータとなることがわかる。このようなデータを施工範囲全域でフィルタリングすることにより、3次元計測を行わなくても、法面の3次元形状を復元することができる。このような手法で掘削形状を復元した事例を図-3に示す。ICTバックホウで掘削した箇所の施工履歴データを、最下点のみフィルタリングした結果である。ICT建機を用いることにより、3次元計測を行わずに掘削形状が復元することができる。

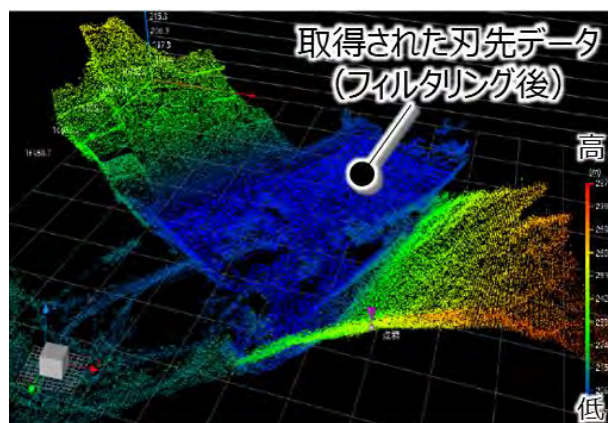


図-3 施工履歴データによる出来形データ例

4. 盛り土工事への適用検討

施工履歴データを活用することで掘削の出来形形状を復元することができるが、今回はさらに盛土へ適用することを検討した。図-4に概要を示す。図に示すように、盛土施工時は盛土法面に対して上面、下面両側に

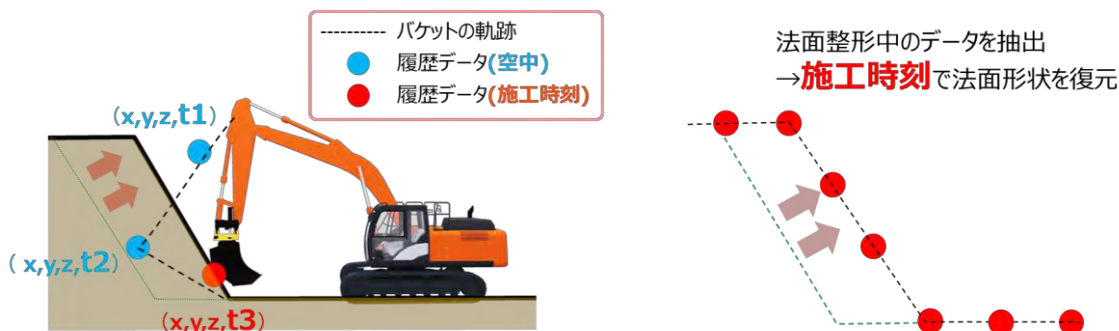


図-4 盛土の場合の施工履歴データの概要

施工履歴データがあるため、掘削時のようなフィルタリングが行えない。そこで、法面整形を行っている際の時間を記録し、その時刻歴を用いてデータをフィルタリングすることとした。つまり、法面整形を行う際の開始時間と完了時間を記録しておき、施工履歴データのうち法面を整形している箇所だけのデータを抽出することができると考えた。検証については ICT 建機を用いて盛土法面整形を行った。使用した建機は日立建機社製の ZX200X 型である。施工範囲は約 100 m²で、通常の法面整形時の施工履歴データのほかに、法面整形後に法面をなぞるようにして別途データを取得した。これは、実現現場での運用を考慮した際に適用できる方法として想定したものである。今回のようにデータを時刻歴で取得するのは検証時には可能だが、実際の現場での運用を考えた場合には現実的ではない。その打開策として、法面整形後に改めて法面をなぞるように施工履歴データを取得することで、実現現場でもデータの取得が可能になると想定したものである。ただ実際に法面を整形するより若干浮いた状態での施工となるため、今回は実施工時の法面整形の施工履歴データと、法面整形後に法面施工後になぞって施工履歴データを取得する 2 パターンでデータを取得し、それぞれの計測精度を検証することとした。

写真-1 は検証状況を示している。精度の検証については、施工履歴データで得られた点群データを実測データとし、トータルステーションでメッシュ状に点データを計測したものを正解値として比較した。施工履歴データとトータルステーションの計測箇所は必ずしも一致しないため、施工履歴データから得られるデータを面データに変換し、トータルステーションでの計測箇所の XY 座標と同じ個所での Z 座標を取得し、標高較差として検証することとした。精度検証結果を図-5 に示す。横軸はトータルステーションで計測した計測場所番号、縦軸は計測箇所ごとの標高較差である。通常の施工時のデータが「押しつけ」、法面整形後にデータを取得したものが「なぞり」として表示している。計測精度として基準としたものは、国土交通省が ICT 建設機械精度確認要領(案)で定めている、ICT 建機の取得精度をもとに、基準点との座標値の差分が±50mm 以内であれば可とした。

その結果、通常施工の「押しつけ」、法面整形後の「なぞり」作業においても計測精度は±50mm 以内であることが確認できた。また法面整形後のデータに関しては、設計面よりやや標高が高い傾向がみられるが、平均で 9mm 程度であり、十分施工に使用できる範囲での計測精度であることが確認できた。図-6 に示すように、本検証内容については、国土交通省が求める「民間からの ICT 要領基準」へ応募・採択され、R3 年一般要領基準へ追記されることとなった。



写真-1 検証状況

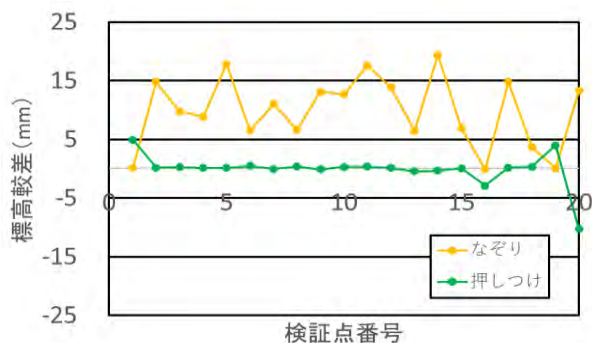


図-5 施工履歴データ精度検証結果

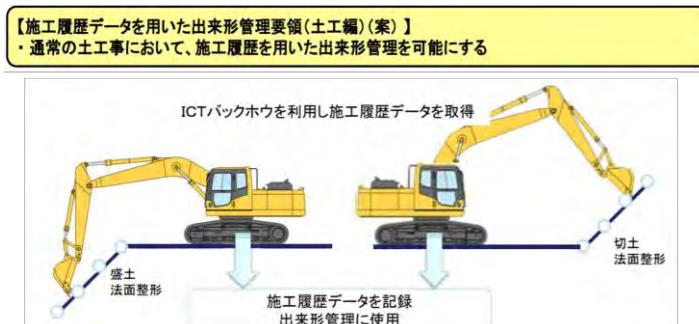


図-6 産学官連携による基準作成の取組結果

5. DX 統合型クラウドの活用

実際の現場では施工履歴データだけでなく、様々なデータがある。複数ソースの点群、工事写真や CAD 図面、書類、3次元 CIM モデルを福井コンピュータが提供する 3D ビューア付きクラウド「CIMPHONY Plus」(NETIS 登録技術:KK-210003-A) に集約した。概要を図-7 に示す。これにより、容量の大きい 3次元データなどはこれまで現場内で共有することが難しかったが、個人の PC 性能の制約を受けることなく閲覧が可能になった。

図-8 は本システムを用いて、クラウドで共有したデータで進捗管理を行った取り組み事例である。現場の起工測量を UAV による写真測量及び地上型レーザスキャナを用いて行った。その後、日々の施工出来形を施工履歴データから取得した。起工測量データに施工履歴データをマージし、クラウドにアップロードすることで、最新の現場形状をリアルタイムに近い形で反映した。現場データをクラウド上に再現することで、関係者間で進捗情報を迅速に情報共有することができた。



図-7 DX 統合型クラウドの概要

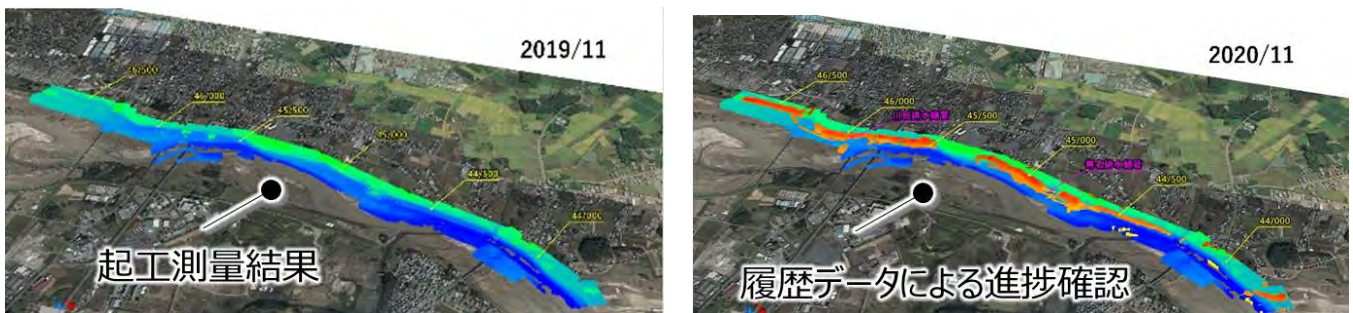


図-8 施工履歴データによる進捗確認

6. 結論と今後の展望

今回の取り組みでは、土工事における出来形管理を効率的に実施することを目的として、これまで切土工事のみにも適用されていた施工履歴データによる出来形管理方法が、必要なデータをフィルタリングすれば、盛土工事へも適用が可能であることを確認した。また容量の大きい 3次元データ等のデジタルデータは、クラウドを活用することで迅速な情報共有を可能とした。

今後の課題としては、データのフィルタリング方法のカイゼンである。今回は時刻歴を用いて行ったが、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、さらなる効率化を図ることが必要である。本取り組み内容が、i-Construction が目指す建設業界全体の生産性向上へつながれば幸いである。

参考文献

- 1) ICT 導入協議会資料 i-Construction～建設現場の生産性向上の取り組みについて～、平成 28 年 2 月 5 日 <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000052.html>
- 2) ICT 導入協議会資料 ICT 施工の基準類の策定・改定の取組、令和 3 年 2 月 26 日 <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000052.html>
- 3) ICT 建設機械精度確認要領(案) <<https://www.mlit.go.jp/common/001284056.pdf>>