

中・小規模の建設工事における情報化施工の取り組み

平成 20 年度 23 号^{みゆき}三行南地区道路建設工事

田口 佳嗣

建設 ICT 導入研究会が ICT の普及・促進のため、国道の新設工事を建設 ICT モデル工事として選定し、現場に ICT を導入し施工している。導入した技術は、バックホウのマシンガイダンス技術、トータルステーションや 3D スキャナを使用した出来形管理技術である。現場に導入したこれらの技術について、導入状況や課題等、施工者の視点で述べるものである。

キーワード：建設 ICT、モデル工事、情報化施工、マシンガイダンス、トータルステーション、3D スキャナ

1. はじめに

中勢バイパスは、三重県の中勢・北勢地域を南北に縦貫する国道 23 号のバイパスとして交通渋滞の緩和、交通安全の確保、地域開発支援等を目的に計画された幹線道路である（図-1）。鈴鹿市を起点に、津市を經由し、終点松阪市に至る延長 33.8 km のバイパスである。

国道 23 号は大型車混入率が約 5 割もあり、通過交通が多いため、中心市街地を走る現道を迂回する形でバイパスは計画されている。そのため、中勢バイパスと国道 23 号等が一体となって環状機能を確保し、円

滑な交通環境を形成している。

また、豪雨や地震による災害時に安全な避難経路、緊急物資の搬送路としての役割も確保している。

2. 工事内容について

今回の工事場所は中勢バイパス供用区間の延伸工事であり、津市の北部に位置する河芸町三行地区である。工事はバイパス未供用区間での延長 380 m の道路改良工事であり、主な内容は地山の掘削と法面工及び地域道路の付替に伴う橋梁下部工工事である。本工事における建設 ICT の活用は、地山掘削の切土法面に係る掘削工（掘削土量約 25,000 m³）で使用している。

3. 建設 ICT について

本工事で使用している建設 ICT の内容は、掘削機械（バックホウ）による（Ⅰ）GNSS を使ったマシンガイダンスシステム（バックホウ搭載型）と、その施工法面での（Ⅱ）TS（自動追尾型トータルステーション）を利用した出来形管理、及び（Ⅲ）3D スキャナによる完成時の座標管理に向けた試行である。

（Ⅰ）マシンガイダンスシステム（バックホウ搭載型）マシンガイダンスシステムは機械操作の補助として、バックホウやブルドーザーなどの排土板やバケットの高さ位置について、それらの設計面との差を運転手に案内する、機械操作の補助的な役割を行うシステムである。

今回使用した、バックホウへの主な装置として、



図-1 位置図

- ① GNSS の受信機
- ②可動部 (各アーム部, バケット部) の角度センサー
- ③運転席へのコントロールボックス

の3項目が挙げられる。それらが関連し、機械運転席の画面上で施工基面を確認しながら掘削作業を行うものである (図-2, 3, 4)。

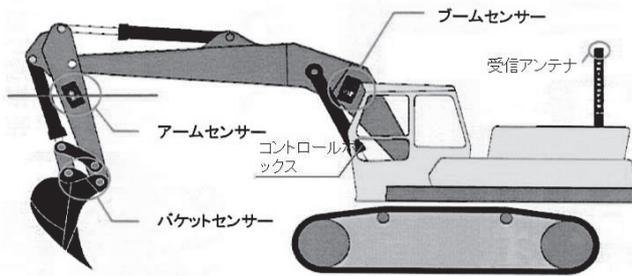


図-2 マシンガイダンスシステム装置の配置



図-3 可動部の角度センサー



図-4 コントロールボックス

4. 工事現場施工状況 (マシンガイダンスシステムの状況)

(1) 基地局の設置

まず、工事着手前に工事現場内で見通しの良い箇所として南側の開けた場所 GNSS の基地局を設置する。

この基地局より、バックホウの位置情報をつかみ、そのバケットの先端の位置を算出するので、作業の基本となる重要な工程である。その為に、GNSS 衛星を確実に受信する必要がある。現場は里山を切り開く箇所も多く立木等があり、受信機の設置の際に、受信に影響する邪魔な樹木や竹林の伐採を行った (図-5)。



図-5 着手前状況

(2) 施工時の問題点

今回のシステムは初めての使用で、マシンガイダンスシステムの性能については施工を行っていく中で徐々に理解は出来た。しかし、現場で色々問題点も出て来たので、その事例を紹介する。

①バックホウバケットの変更

本システムはヨーロッパで開発された。日本とアメリカなど諸外国との施工の違いが現れた。

切土掘削時に日本では、土砂を切り崩した後にバケットの底 (背面) で切土面を押さえ、切土法面の整形を行う。ところがアメリカ等では、バックホウの爪で切り崩す施工のみで、法面整形を行わないため、機器の設定がバケットの爪先になっていた (図-6)。



図-6 通常バケットによる法面整形

掘削作業そのものは爪先設定でも良かったのだが、その後の法面整形作業はバケットの底面が切土法面の仕上がり面となり、その時のセンサーはバケット先端を表示するので実際の法面表面から浮いた位置でコントロールボックスに表示される事となる。このために法面整形には対応出来ない設定になっていた。

この点を修正する様メーカーに依頼したが、直ぐには対応出来なかった為、現場では法面整形時においては、バケットを法面タイプの法面バケットタイプのものに付け替え対処した（図一七）。



図一七 法面バケットによる法面整形

この点は、建設ICTとして本システムを採用していく上では、早期の改善が必要と感じた。このため、建設ICT導入研究会の事務局として国土交通省中部地方整備局からも、メーカーへのソフト改善を依頼し、来年度からは対応が可能となっている。

②衛星を拾いすぎてデータがパンク

先に、基地局の設置について説明したが、現場は樹木や竹林に囲まれており、衛星の受信には不利な状況下にあった。このため、基地局は衛星を拾いやすく南側のなるべく山が開けた箇所で、見通しの良い場所を探す必要があり、また、基地局と作業機械との離れについても100m以内という設置条件があった。衛星の受信感度を高く設定することにより、状況の打破を試みた。その方法としては、衛星をアメリカのGPS衛星8機、予備としてロシアのグロナス衛星5機を受信する様に設定し、施工を開始した（図一八）。

ところが、現場の伐採・掘削作業が進み、山が開けるに従い、当初は衛星の受信が困難だったものが、次第に衛星の受信条件が良くなり、受信データの容量が膨大なものとなり、コントロールボックス側の受信機の処理能力を超え、フリーズする状態になった。この



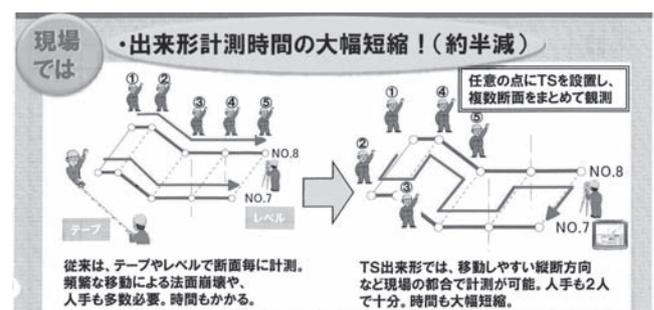
図一八 衛星の設定状況

為、今度は受信対象衛星を制限する様、設定変更を行ったが、このフリーズ状態の発生原因が直ぐに特定出来ず、その設定変更に必要な期間も併せて延べ10日間程度、マシンガイダンスシステムを休止せざるをえない状況が発生した。

(Ⅱ) 施工管理データを搭載したトータルステーション（自動追尾型）

本システムは従来からも既に使用されているシステムであるが、今回は、自動追尾型を使用した。メリットとしては、『出来形計測時間の短縮』『人員の削減』による施工管理を可能にしている。

従来での出来形等の計測はテープ・レベル等で計測するため、測定者（2人）と書き込み者の最低でも3人以上を必要としたものが、今回は最大でも2人で計測でき、現場での効率化が図られた（図一九）。

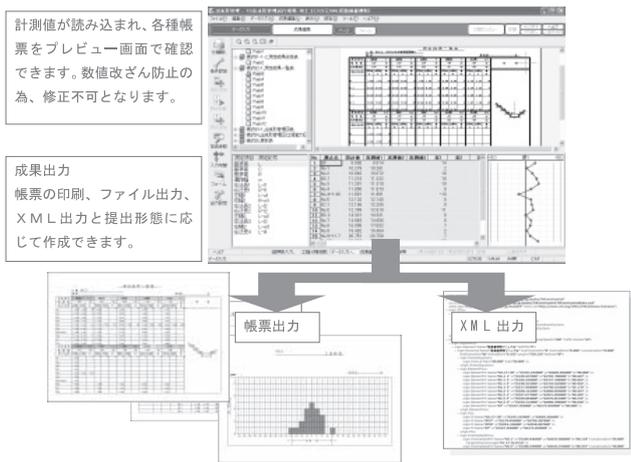


図一九 従来測定との比較図

出来形管理の資料作成は、現場で測定したデータを新たに入力せずに、そのままパソコンに入力される。また、出力される帳票は、国土交通省の標準帳票となっているので、そのまま出来形管理の資料として提出できる（図一十）。

(Ⅲ) 3D スキャナによる完成時の座標管理に向けた試行

今後の活用として、3D スキャナによるデータの活

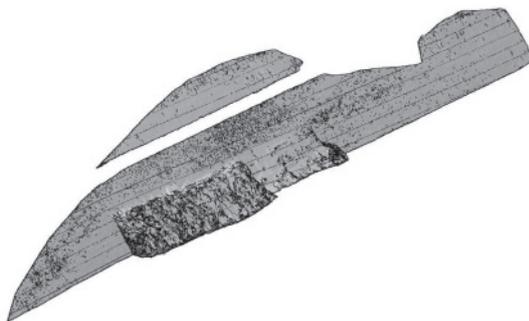


図一10 出力帳票参考図

用がある。

今回は3D スキャナによる、出来形確認の信憑性・精度を検証する為に、前項のTSで実施した出来形データと、今回3D スキャナによる出来形データの比較を行う予定である。

3D スキャナの、現場見学会時に測定した現況地形図を、下記に示す(図一11)。



図一11 3D スキャナによる現況地形図

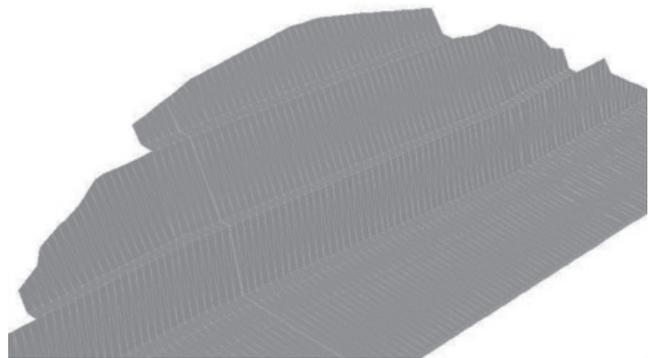
TSでも面データとして測定は出来るが、非常に手間が掛かる。

一方、3D スキャナは現場の面データを一度の測定で出来る。

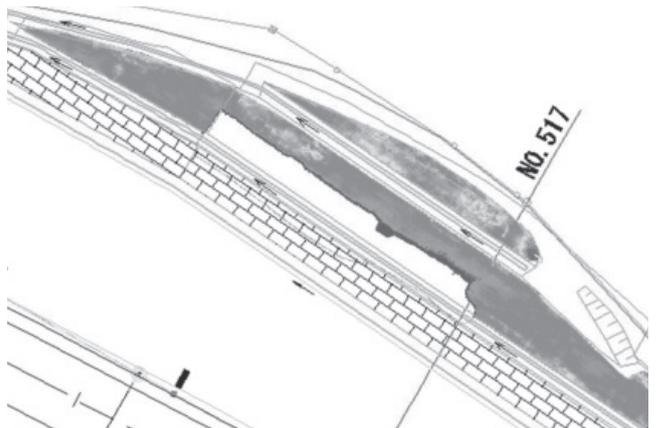
又、設計値のデータも測線の計画高から個々のデータを割り出す事が出来るので、面データとして管理する事が可能と考える。

設計図面をTIN(メッシュデータ)に変換したのが下図である(図一12)。

3次元設計データと3次元現況データを重ね、平面図として標高差を段彩表示で表現する事により(図一13)、視覚的な施工の評価及び、施工状況が詳細に把握出来る。図一13は、平面図で着色箇所が、試行している法面である。設計値と出来形の差を色により表現している。



図一12 設計図面のTINデータ



図一13 着色による出来形の差



図一14 3D スキャナによる測定図

図一14も、3D スキャナの測定結果を表現したものである。工事途中のデータなので、中央付近に未施工箇所が残っており、盛り上がっているが、このデータは、工事完成後に維持管理データとして面的な値を、次工事や次世代に引き継ぐ事が可能であり、法面の変状などの地形の確認などへの活用も出来ると思われる。

5. おわりに

本工事では中・小規模の建設工事での情報化施工の取り組みという中で、直線部で且つ切土掘削土量約25,000 m³と、土木工事としては少量の道路土工工事で使用したが、土木工事での各々の作業で活用出来る様に、今後更なる機能の向上と、手法の確立がなされれば、例えば、山間地の切土法面で、丁張りも目安とするのが困難な箇所での施工であれば、今までの従来工法より発展した活用が期待でき、有効な手法として進展されていくのではないだろうかと期待している。

JCM/A



[筆者紹介]

田口 佳嗣 (たぐち よしつぐ)
堀田建設株式会社
現場代理人

「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びにIT技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容をとりまとめました。

「基礎知識編」

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4版/約900ページ

● 定 価

非 会 員：6,300円(本体6,000円)

会 員：5,300円(本体5,048円)

特別価格：4,800円(本体4,572円)

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

● 発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>