

信濃川下流・山島新田地区河道掘削におけるICT土工

松崎竹史・目黒嗣樹・井上清敬

1. はじめに

信濃川下流域では、平成16年7月の新潟・福島豪雨による災害を受け、災害復旧事業により堤防整備率を向上させてきた。その後、平成23年7月の新潟・福島豪雨を受け、流下能力を高めるため河道掘削を中心とする河川整備を実施している。

信濃川下流河川事務所では、平成28年度には3地区・13件の河道掘削工事（掘削土量は全体で約40万 m^3 を超える）の全てでICT土工を実施している。

本稿では、これらの河道掘削工事の中から山島新田地区で実施している工区のうち、1件の工事を対象として（図-1、図-2）、河道掘削工事におけるICT土工について、一連の流れの詳細、効果や課題について紹介する。

2. 工事概要

本稿において、紹介する対象の河道掘削工事の概要は、以下のものである。

- ・工事延長：L=440m
- ・河道掘削（陸上）ICT活用：40,400 m^3
- ・河道掘削（水中）情報化施工：24,000 m^3
- ・土砂運搬等、仮設工：一式
- ・発注方法：発注者指定型
- ・ICT活用範囲：河道掘削（陸上部）
- ・工事実施期間：平成28年6月～平成29年3月



図-1 信濃川下流・山島新田地区
（施工前、平成28年8月撮影）



図-2 信濃川下流・山島新田地区
（施工後、平成29年3月撮影）

3. 本工事でのICT活用の流れ

実施したICT土工の一連の流れ（3次元起工測量→3次元設計データ作成→ICT建設機械による施工→3次元出来形管理等の施工管理→3次元データの納品）について説明する（図-3）。

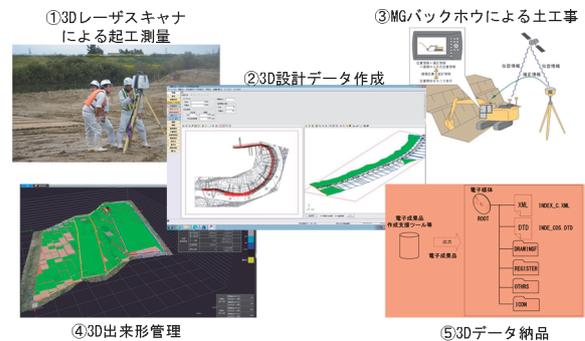


図-3 ICT土工の一連の流れ

3.1 3次元起工測量

(1) 現場条件

現場は、対象面積が約17,000 m^2 で、冬季にかけて雨、風、雪等の影響を受けやすく、また、一部で樹木が生い茂っている箇所もあった。

(2) 採用機器の選定

UAVによる空中写真測量（以下「UAV写真測量」という。）、3Dレーザスキャナ（以下「3DLS」という。）の方法で検討を行った。

3次元起工測量において、0.25 m^2 （0.5 m ×0.5 m メッシュ）に1点以上の地表面の計測が必要であるが、3DLSでも樹木等の伐採・搬出が必要

となる。重機による伐採等は、地形の改変が懸念されたが、水際部の樹木が多く、人力では危険が伴うため、伐採等は重機を用いた。



図-4 樹木状況 左：着手前、右：伐採後（起工測量時）

図-4の右図の通り、伐採後は裸地の状態となったことから、広範囲を効率的に測量できるUAV写真測量の採用も可能となったが、対象面積が約17,000m²とそれほど広くないことや天候による影響を考慮し、3DLSを選定した。

(3) 3DLSによる起工測量

下記の手順により実施した。

1) 準備工（現場踏査）

図面を元に、工事基準点の位置の確認を行い、測定方法を決定した。また、草木や水溜りの有無についての確認も行った（水面は反射することから計測不可）。

2) 計測計画

準備工（現場踏査）の結果を踏まえ、工事基準点の位置から標定点位置及び3DLSの計測位置（据付位置）を計画した。図-5は、工事基準点から設置した標定点の配置を示しており、標定点は3DLS計測の結合に使用するものである。

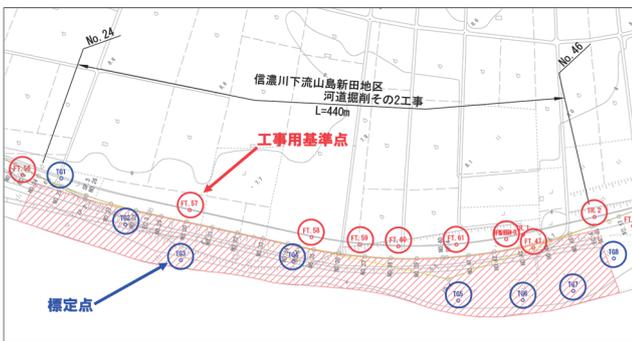


図-5 準点・標定工事基点

3) 計測実施

計測前に3DLS本体の精度確認のため精度確認試験を行い、精度が±20mm以内であることを確認した。精度確認により精度が確保された3DLSを用い、計測位置（据付位置）計画に基づ

き3次元計測を実施した。

今回計測に使用した3DLSは、カタログデータでは200mの計測性能を有しているが、高低差があるため、レーザー入射角等を考慮し、図-6に示すように半径30～50mの範囲で計測を行った。

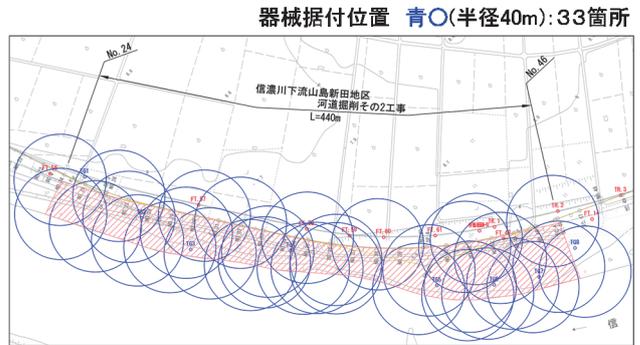


図-6 3DLS計測据付け位置

(4) 計測データ処理

計測した点群データを処理ソフトにより結合・フィルタリング処理を行い、TINデータの作成を行った（図-7）。

今回の3DLSによる計測日数は約2日であり、UAV写真測量と比較して時間を要する結果となったが、雨や風等の天候影響が少ないため工程管理が容易であったことや計測した数値を現地で確認しながら実施することにより再計測のリスクが低くなることなどから、本工事の現場においては、適したものであったと考える。

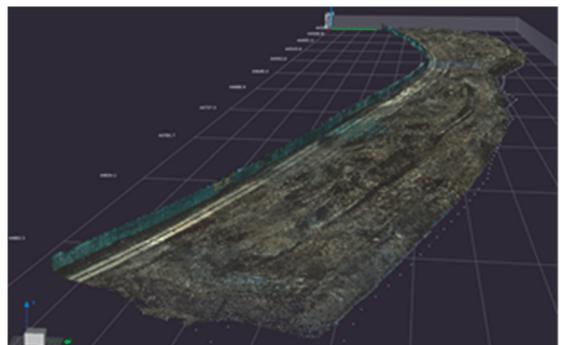


図-7 3次元起工測量点群データ

3.2 3次元設計データ作成

出来形管理の基準となる3次元設計データの作成は、3次元測量の結果や、設計図の2Dの平面図・縦断図・横断図を組み合わせ、民間会社のソフトウェアを用いて3Dデータを作成した（図-8）。

本工事は水中部の掘削は、ICT建設機械を用いた情報化施工で実施することから、課題は水中部

の出来形計測であった。3次元測量で行った3DLSでは、水面下の計測ができず、さらに土量算出には、平水位の上部、下部のそれぞれが必要となった。このため、「平水位以上のデータ」「面的出来形のデータ」「平水位以下のデータ」の3種類の作成が必要であった(図-9、図-10)。

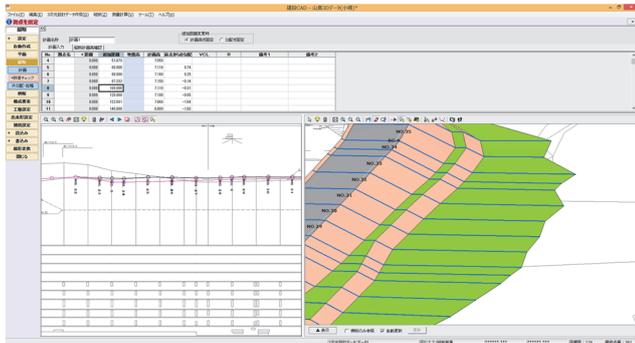


図-8 3次元設計データの作成

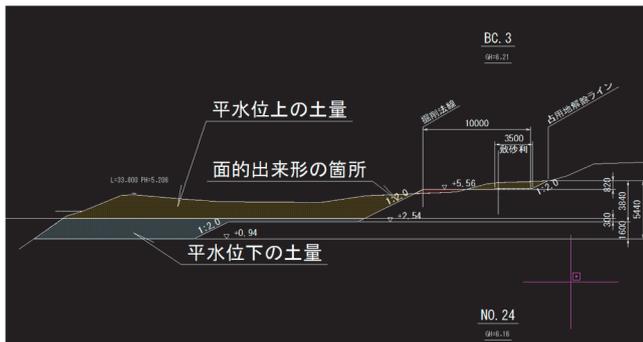


図-9 河道掘削箇所横断面

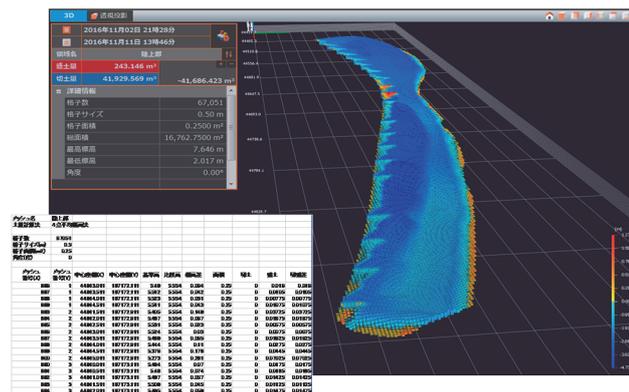


図-10 土量データ

3.3 ICT 建設機械による施工

本工事では、ICT建設機械としてマシンガイドンスバックホウ(以下「MG」という。)を使用した(図-11)。採用技術はグレードコントロールシステム(NETIS:HK-100045-V)、位置情報はネットワーク型RTK-GNSSを採用した。MGを用いることにより、設計と現場での高さの違いが色で表示

されるため、一目で確認可能である(図-12)。

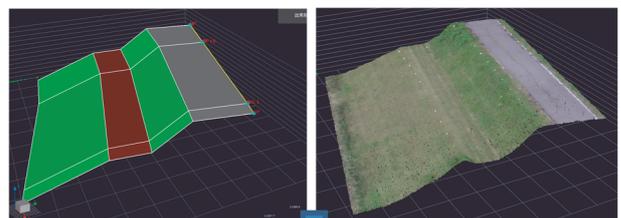
なお、MGは、NETIS登録技術であり、多くの実績があることに加え、水中施工の実績が有り、センサ部分の防水性が高いことなどの理由から選定した。位置情報システムとしては、ネットワーク型RTK-GNSSを基準点が不要であるとの理由から選定した。



図-11 ICT建設機械施工・MG

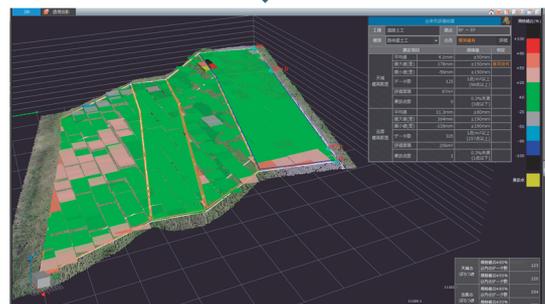


図-12 バケット刃先軌跡データ



設計データ

施工後の計測データ



重ね合わせて「ヒートマップ」表示し、標高差で形状やばらつき等を確認

図-13 3次元出来形施工管理

3.4 3次元出来形管理等の施工管理

ICT活用工事の出来形管理は、施工後の3D測量計測データと設計データと重ね合わせて表示し出来形とした。出来形管理図は、出来形合否判定総括表（ヒートマップ）で確認した（図-13）。出来形管理図の使用により、書類作成が減少し、業務の効率化が図られた。

4. 工事関係者からの意見

前述までに紹介した工事を含め、一連の河道掘削工事のICT土工に携わった施工業者（本稿で紹介した1件の工事以外も含む）や監督職員等から聞き取った意見を紹介する。

(1) 施工業者

- ・丁張りがなくなったことにより、人件費の節約、作業量の削減による残業の減少につながった。
- ・基本的に、重機周辺で丁張りを確認する作業員の配置が不要で、重機のオペレーターのみでの作業が可能となることから安全性が向上した。
- ・3次元データの活用により土量の算出精度が向上し、土砂運搬が概ね計画通りに実施され、工程管理がしやすくなった。
- ・使用するソフトや機器が高額であり、一定程度のICT対象工事件数の確保が不可欠。
- ・3次元データの作業について多くの部分を外注に任せるとデータを迅速に修正できないため、自社対応とする部分を確保することが必要。
- ・3次元出来形測量が、工法、段取り、天候等に左右され、複数回となると計測費用がかさむ。
- ・ICT活用について、水中部の測量・施工等の基準も作成してほしい。

・現状では、一律にICTを活用するのではなく、規模や水中部の有無など現場条件に応じた施工方法を採用する方が効果的。

(2) 監督職員等

- ・全体的に工事工程の進捗が安定していた。
- ・UAV、3DLSでの測量時の立会において、その場で測定した値を確認できるようになるのが望ましい。
- ・起工測量の精度、信憑性を担保するために、計測機器等の点検やメンテナンスが非常に重要。
- ・ICT土工の対象は陸上部のみであったが、水中掘削も一連で施工するので、水中部（浅水部を含む）の計測技術の開発を大いに期待。

5. おわりに

今般、当事務所で実施している13件の河道掘削工事の全てでICT土工が採用されているが、そのほとんどは施工者希望型である（ただし、本稿で一連の流れを紹介した工事は発注者指定型で実施したもの）。これに鑑みると、施工業者は積極的・意欲的にICT活用に取り組んでいる。しかし、ICT活用の工事は、本格化しつつあるものの、前述のとおり各種の課題も多くあり、過渡期と言える。したがって、施工業者にとってICT活用の工事は、生産性向上に向けた新しい技術・システム・資機材の導入や体制整備等の大きなコスト・負担を伴うチャレンジの部分が大きい。

今後、ICT活用の工事を標準化し、生産性向上に結び付けるためにも、受発注者双方が連携・協力して、効果の整理、課題の解決策の検討などを継続する必要がある。

松崎竹史



国土交通省北陸地方整備局
信濃川下流河川事務所工務課長
Takeshi MATSUZAKI

目黒嗣樹



国土交通省北陸地方整備局
信濃川下流河川事務所長
Hideki MEGURO

井上清敬



執筆当時 国土交通省北陸地方
整備局信濃川下流河川事務所
長、現 岐阜県土整備部河川
課長
Kiyotaka INOUE