

平成27年度 [第26-K2460-01号] 二級河川巴川（麻機遊水地） 総合治水対策特定河川事業（防災・安全交付金）工事（掘削運搬工）

目 次

1. はじめに
2. 工事概要
3. 現地特性における課題と創意工夫の展開
4. 建設ICTの試験施工における成果と課題
 - ・トータルステーションによる出来形管理
 - ・UAV測量（空撮現況測量）
 - ・マシンコントロール機能を搭載したバックホウによる施工
5. 「CIM」と「I・Construction」への展開
6. おわりに



1. はじめに

本工事は、洪水時に発生する巴川、七曲川、浅畑川の流水を一時的に引き込み、下流部の流量を軽減して氾濫防止機能を発揮させるための、遊水地掘削工事である。麻機遊水地は巴川中下流の狭さく箇所を拡幅、大谷川放水路の建設などとあわせ、総合治水対策における河川施設整備の主要施策の一つとなっている。この治水事業の整備によって、近年の巴川流域における冠水の頻度は低減している。しかし平成26年に発生した台風18号が上陸した際は静岡市全域が被災し、清水区では巴川流域の広範囲が水没する甚大な被害が発生した。

近年、頻発する集中豪雨や台風において、時間当たり雨量が100mmを超える降雨は珍しくない。現在の巴川流域遊水地の治水能力は時間当たり雨量の60mm程度であり、完全に整備されたとしても69mmであるが、現在の気象状況を鑑みると遊水地の早期整備は喫緊の課題である。

本工事は遊水地第2工区の一部を掘削するという単純なものであったが、当社は広域にわたる遊水地を俯瞰的にとらえることの重要性に注目した。

本稿では事業の効率化と遊水地の機能確保を目的とした創意工夫の取り組みについて述べる。

2. 工事概要

工事名 平成27年度 [第26-K2460-01号] 二級河川巴川（麻機遊水地）
総合治水対策特定河川事業（防災・安全交付金）工事（掘削運搬工）

工事場所 静岡市葵区加藤島地先

工期 平成27年9月19日～平成28年2月26日

発注者 静岡県静岡土木事務所 河川改良課

工事内容 施工延長 L=122m
掘削工 V=3,000m³（計画）
V=1,100m³（実施：内容変更による減量）
工区面積 A=6,000m²



写真-1 着手前



図-1 現場位置図

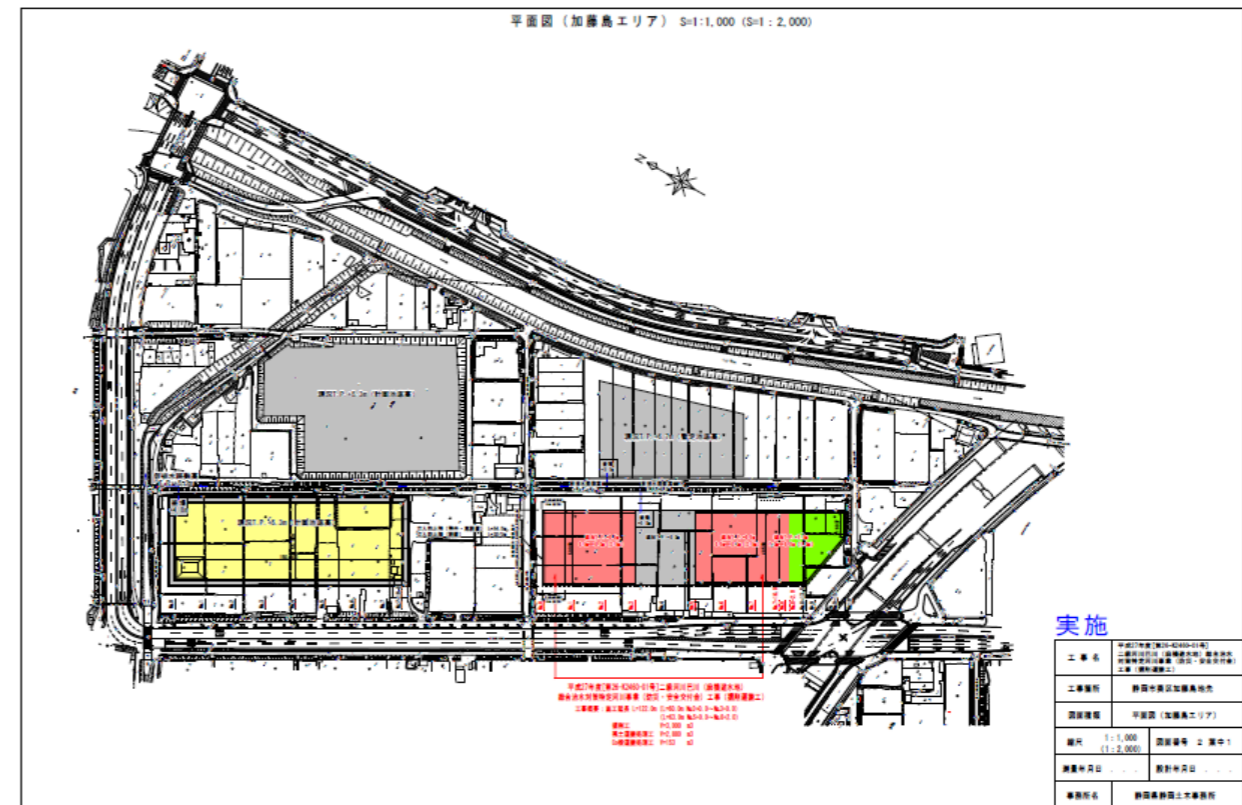


図-2 計画平面図

3. 現地特性と創意工夫の展開

3.1 麻機遊水地整備事業の特性と創意工夫の背景

前述したように麻機遊水地整備事業は、洪水時に発生する巴川、七曲川、浅畑川の流水を一時的に引き込み、下流部の流量を軽減して氾濫防止機能を発揮させるための遊水地築造工事である。200haに及び区域に233万トンの水を貯水する機能を持たせる事業であり、平成26年に発生した台風第18号の災害によって、早期の遊水地整備の重要性が顕在化した。

現地は既に遊水地暫定掘削の一期工事が完了しており、本工事はその池をさらに0.5m～1.0m掘り下げるもので、法肩の形状も仕上がっており全体の形状が捉えやすい現場であった。当社は土工事を合理的に進める工夫として建設ICT（情報化施工）が活用できると考え、創意工夫として、「通常の施工管理と建設ICTの管理を並行して行い、それらと比較することで新技術の有用性を確認する」という主旨を提案した。これについて、行政担当者に快諾頂いただけでなく、多大なご支援を賜り現場見学会で披露する機会を得ることができた。

昨年、担い手3法が改正されるなど、就業人口不足が懸念される建設業への具体的な取り組みが始まった。若年就業者の建設業離れは顕著であるが、熟練技能者の高齢化による減少や技術者不足も深刻である。その対策として労務費の見直し、休日確保などの労働環境の改善、女性の活躍、及び企業収益の改善など建設業を取り巻く環境の改善が施行・検討されている。しかし本当に必要なのは、建設業が踏襲している伝統的な生産方法を見直し、効率的で質の高い新たな建設生産システムを構築することであると考え。建設ICTはその基幹となることと期待される技術であることから、当現場においてそのいくつかを創意工夫として試行した。

現行の建設ICTは大きく2つの範疇に分類され、ひとつは技術者が施工管理に用いる技術であり、もうひとつは技能者の技能を補う現場の施工に用いる技術である。当現場で試行したのは次の3項目であるが、①と②は前者であり③は後者である。これらの技術の検証結果を次章以降で述べる。



図-3 遊水地計画

3.2 情報化施工の試行事項

① トータルステーション (TS) による出来形管理

この技術はトータルステーション (TS) と呼ばれる測量機器とデータコレクターと呼ばれるモバイル端末を利用して3次元測量を行うものであるが、10年程前から一般化されており既に成熟した技術である。本件では、発注図面から3次元設計モデルを作成し、その座標値と現地との差異を出来形として管理した。また、このTS出来形は、出来形管理のみでなく起工測量や丁張り設置にも利用することが可能で、施工管理業務全般の効率化と丁張り計算等の省力化・ミス防止等が期待できる。そして発注者は、完成検査の省力化と出来形管理で計測した3次元座標値を維持管理で活用することができることから、多くの行政で積極的に活用されている。

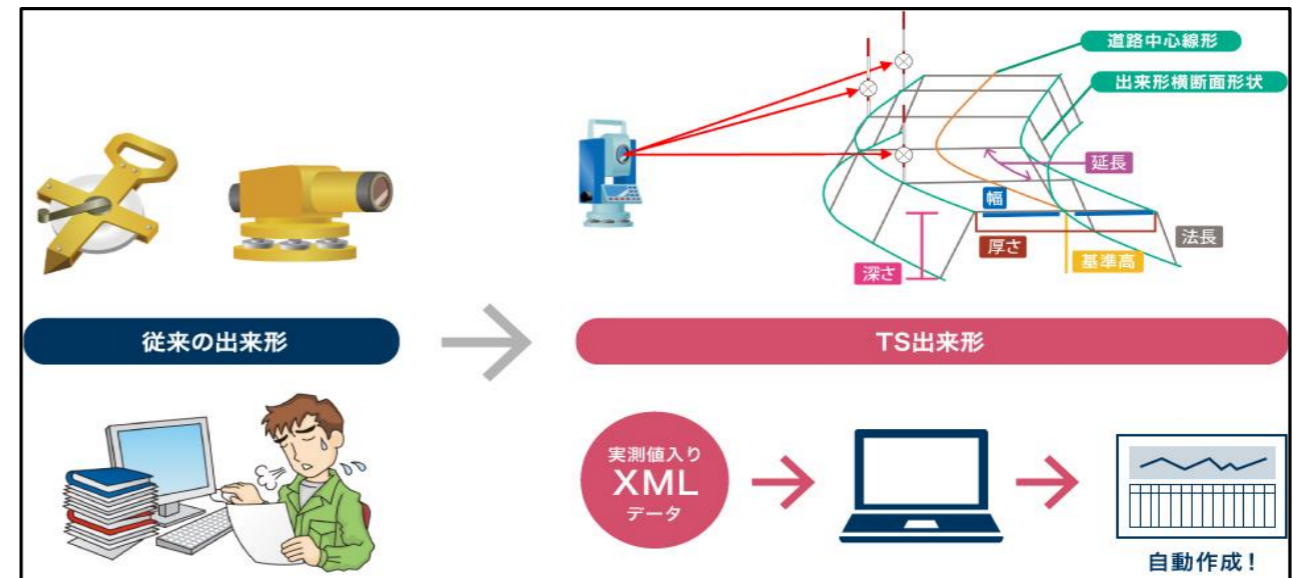


図-4 TS出来形概略図



図-5 当現場における採用技術

② UAV測量（空撮現況測量）

UAVとは全自動無人ヘリ（ドローン）のことであり、これを使用して現況測量を行った。事前に飛行許可の確認、現場地形の確認及び、フライト支障物の有無の調査を行い、安全な飛行経路を設定する。またフライト直前には再度現地の確認を行い、風速や異常の有無などを確認する。測量は視差効果（ステレオカメラ）を応用し、単純な三角法で高さを算出する。少しずつずらして撮影した画像内から特徴量検出により、同一ポイントを見つけ、これらのくり返しにより、三角形を複数形成して、それをもとに高精度測量を行うものである。



写真-2 UAV飛行状況

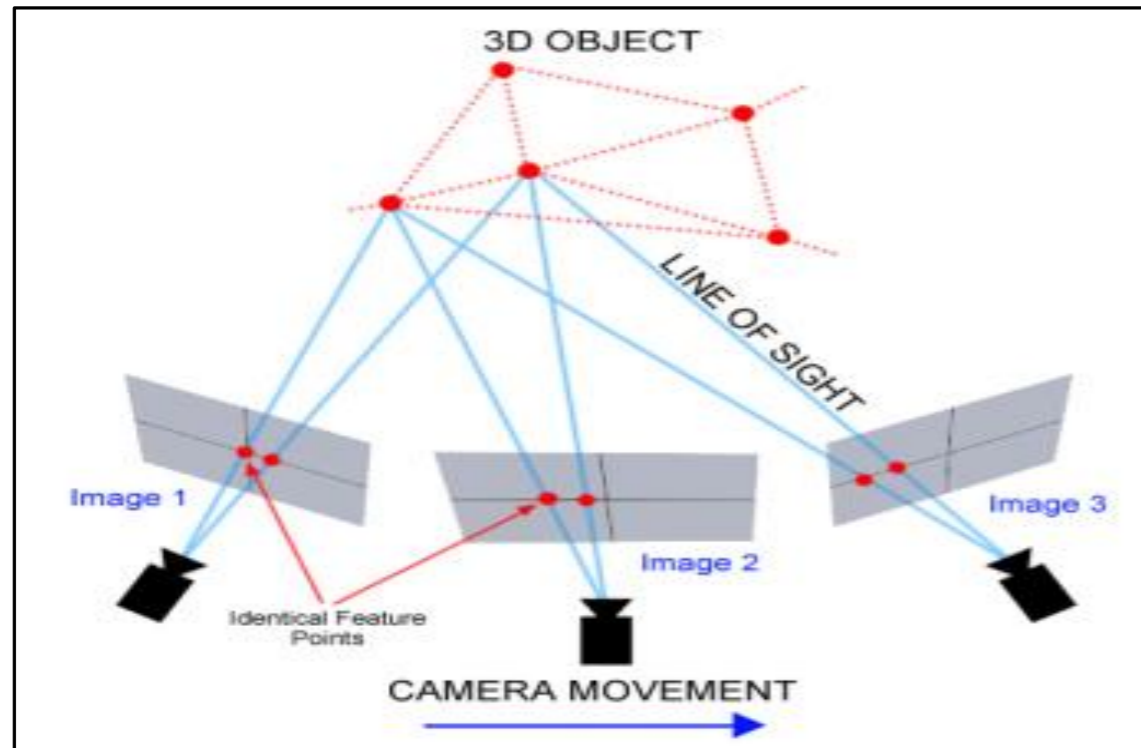


図-6 UAV三角測量イメージ図

③ マシンコントロール（MC）技術を搭載したバックホウによる掘削作業

当現場では、GNSS*アンテナと基準局から得た刃先の位置情報、施工設計データをもとに、作業機操作のセミオート化を実現した世界初のマシンコントロール油圧ショベルを投入した。バケットの刃先が設計面に達すると作業機が自動的に停止し、微操作をしなくても、アシスト機能で刃先が設計面に沿って動くため、オペレータは設計面の掘り過ぎを気にせずに簡単に掘削を行うことができる。また、従来の施工と比べて丁張りや検測などの作業が大幅に削減できるため、施工効率が向上するとともに、機械周辺で作業する補助員も削減できることから、作業の安全性も向上する。またこれらを総合的に管理するプラットフォームなどもあり、日当たりの進捗管理なども可能である。

現場見学会では、熟練技能者の操縦する一般的なバックホウと新人女性オペレータが操縦するMCバックホウとの作業効率の比較を行った。

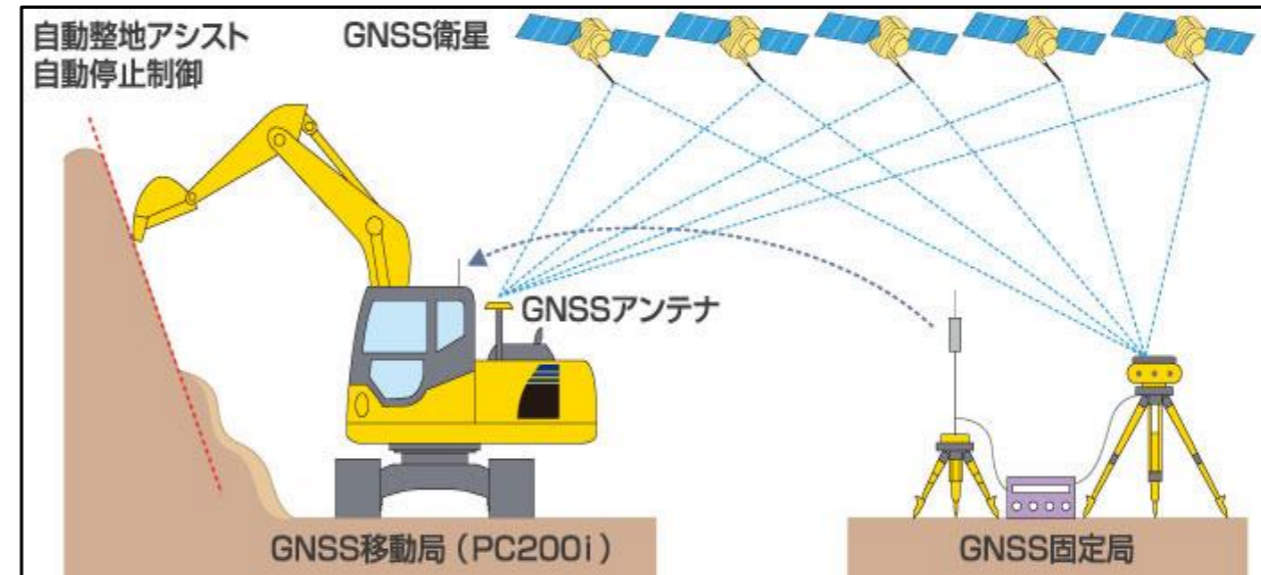
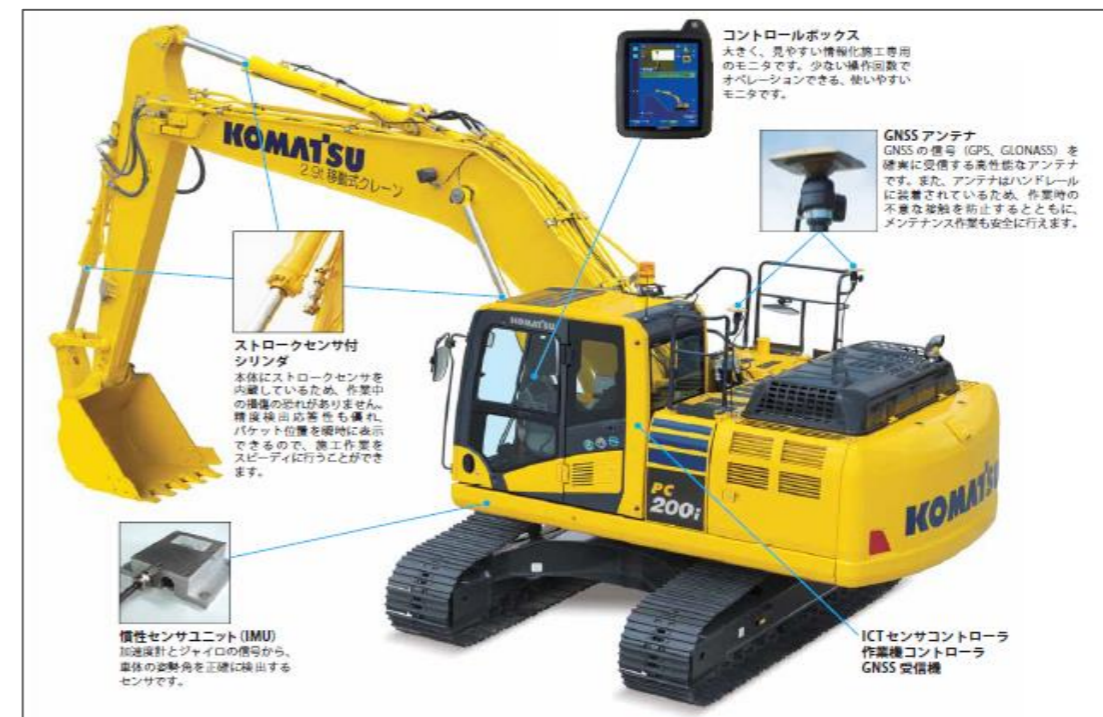


図-7 MCバックホウ イメージ図



(NETIS登録番号 KT-140091-A)
写真-3 MCバックホウ全景

4. 建設ICTの試験施工における成果と課題

4.1 トータルステーション (TS) による出来形管理

まず、図-8に示す発注図面の平面図、横断図、縦断図、及び座標値などから目的物の3次元設計モデルを構築し、それをもとに施工管理を行う。現状における3次元設計は目的物における法線とその断面を連続させた「平均断面法」の手法で構築される。その3次元座標系と展開して得られたのが図-9の3次元設計モデルである。

出来形を計測する際は、測点の3次元座標値を計測し、その差異を管理した。

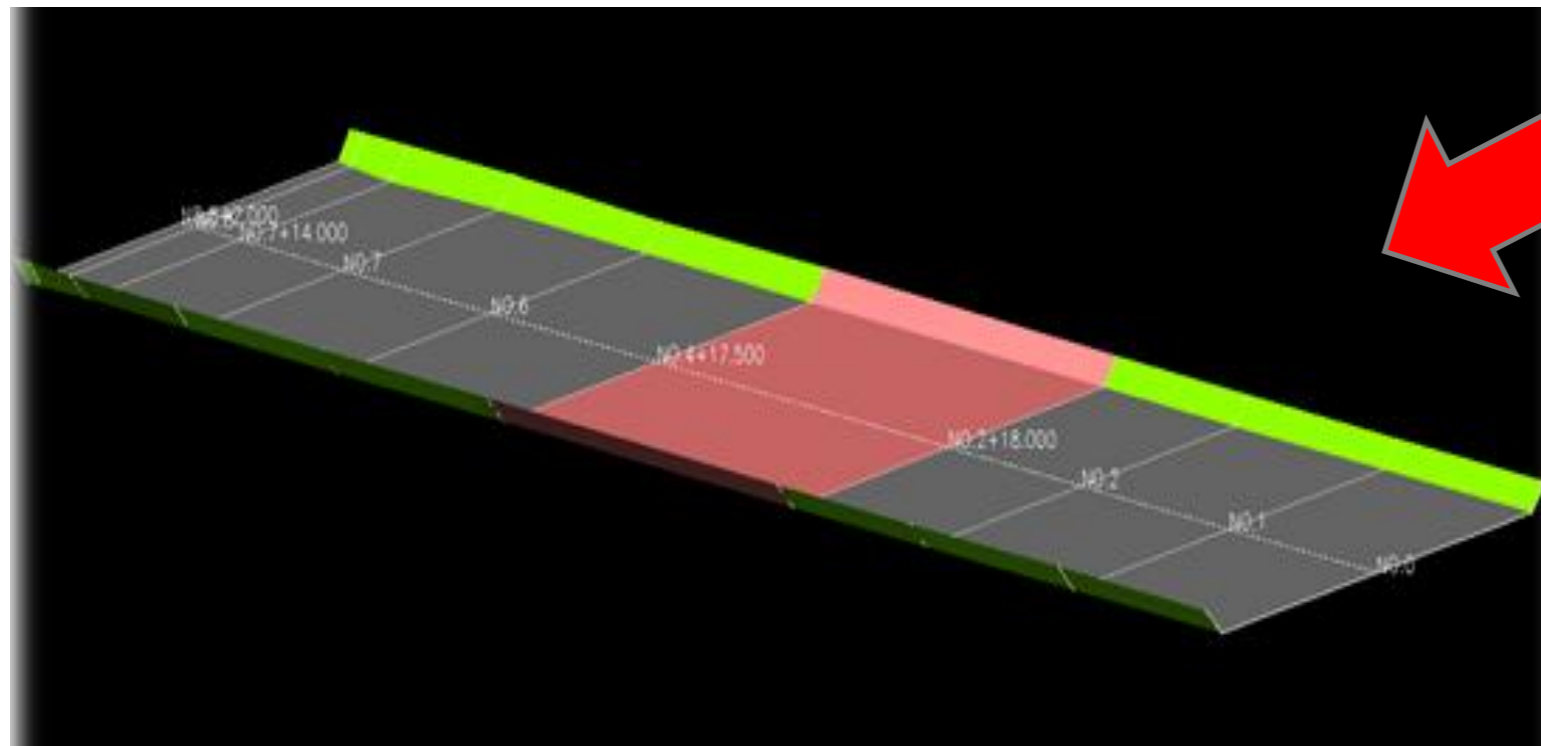


図-9 3次元設計モデル

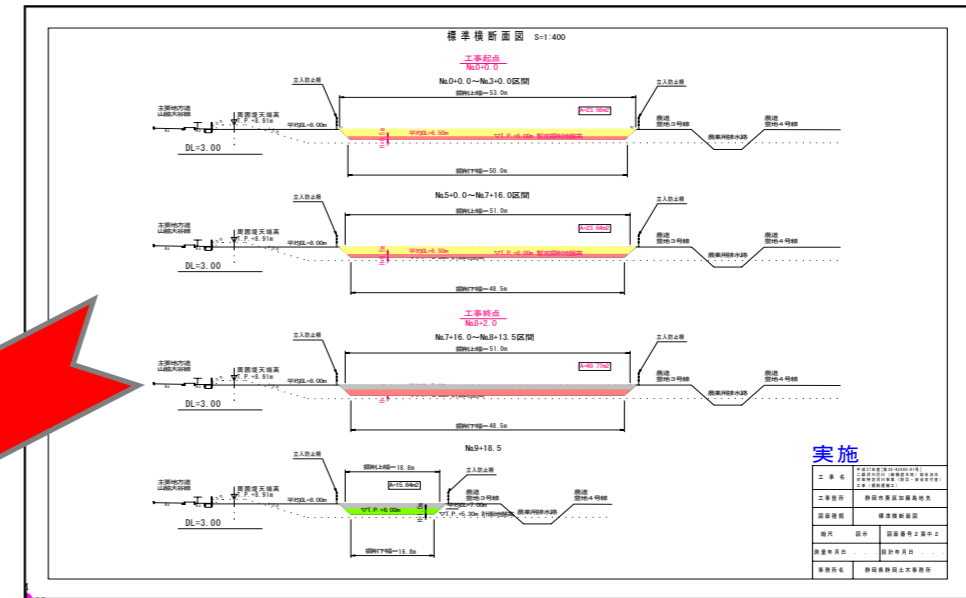


図-8 発注図面

座標データから作成した3次元設計データ

表-1 TS比較表

メリット	デメリット
①システムと連動することから、計測が終われば、一気に帳票が作成できる。	①測定や測定点の確定（目串打ち）に10分程度の時間を要するが、これは一般的な測定の2倍程度である。
②座標で管理することで精度が向上しバラつきを低減できる。	②データコレクターと、それと連動する測量機が必要となる。 データコレクター 3~5万円程度/月 TS測量機 5~10万円程度/月
③誤記や改ざんが防止できる	③最初に3次元設計モデルを構築しなければならない。
④出来形を3次元モデル確認できるのでわかりやすい。 (可視化・視認性の向上)	
⑤測定に時間が掛かるが、帳票作成など、それ以降の作業が大幅に合理化されることから総合的判斷において効率化が図れる。	

【評価と展望】

既に実用化されている技術であることから、設備費なども驚くほどのものではない。データコレクターやTS測量機はリース品の調達が可能であり、導入のハードルは低い。現場技術者がそれらツールを使いこなすスキルの向上は必要だが難易度は低い。また、小規模で独立した座標系にも容易に対応することから自由度は高い。計測値の精度と信頼性が向上し、総合的に作業の合理化が図られることから、有用性は高い。

当社技術者の経験によると、TS出来形管理で最も時間を要するのは、計測ではなくて**3次元設計データの作成**である。本工事の場合は比較的単純な線形であるので1~2日で作成が可能だったが、複雑なものは数週間を要する場合もある。将来、3次元設計の発注が実現すれば、この部分は劇的に改善する。

TSは測量においては重要だが、「I・Construction」における土工事の出来形では既に座標という概念がないため、工種によって点群データが台頭すると思われる。

4.2 UAV測量（空撮現況測量）

現況測量と出来形管理をドローン（全自動無人ヘリ）によるUAV測量（空撮写真測量）にて行った。航空法の改正をまたいでのフライトとなったが、事前に飛行可能区域であることと必要な申請の確認を行い、現場地形やフライト支障物の有無を調査・確認した上で安全な飛行経路を設定した。現地はヘリポートが近接していたことから各制限表面に抵触しないことを確認し申請を行った。フライト直前には、再度現地の状況確認を行い、風速や異常が無いことを確認した。ドローンは、予め設定した経路をGPSによる位置制御を行いながら自立飛行したが、想定外の事象や異常事態が発生した際に、ドローンを安全に着陸させるためにパイロットとパイロット補佐による2名体制でフライトを実施した。これらの手順を次に示す。



写真-4 ドローン機体

【UAV測量の流れ】

- 1) 飛行経路の現地安全確認
GCPの設置（準備工）
- ↓
- 2) 使用機器の始業前点検
- ↓
- 3) PCで作成した飛行経路をドローンに転送
- ↓
- 4) 設定された経路を飛行しながら、航空写真を連続撮影
- ↓
- 5) 航空写真を専用システムで解析し、高密度の点群データを算出して3D現況データを作成する。

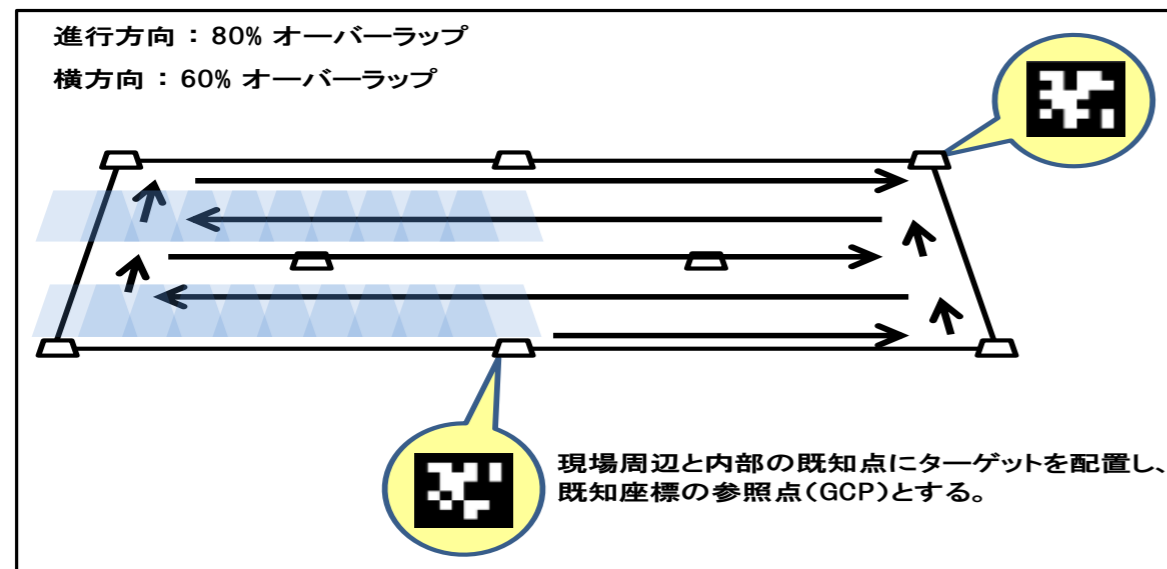


図-10 ドローン飛行計画モデル

当現場では進行方向のラップ率を80%で試行したが、I・Constructionでは90%とされている。精度向上とデータ処理の負荷とはトレードオフである。



写真-5 GCP設置状況

写真-5はGPSローバーを使用してGCPを設置している状況である。GCPは15か所設置したが、1か所設置するための所要時間は10分程度であった。フライトは短時間の作業であるが、その準備に数時間必要であった。

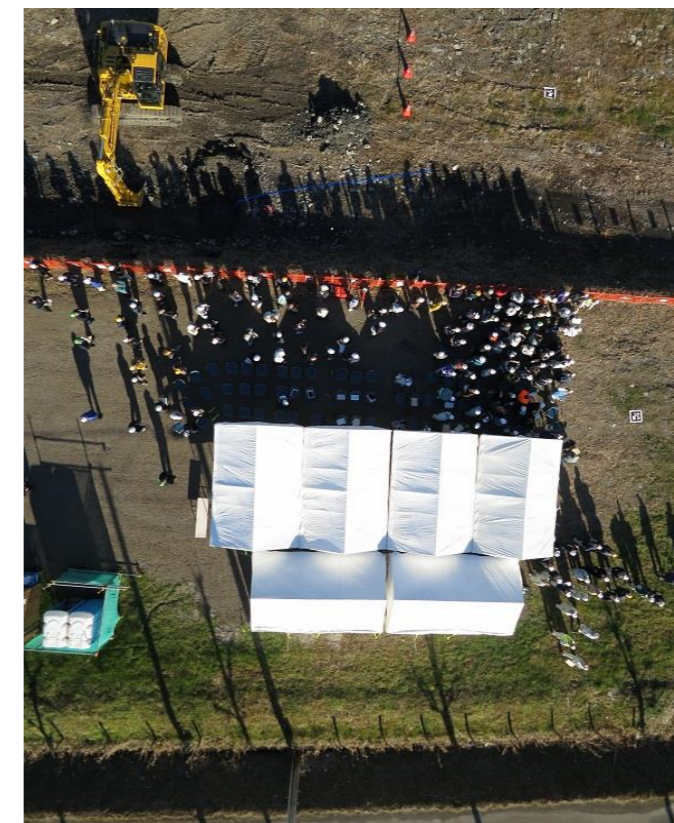


写真-6 見学会風景

【点群データ】

高密度点群データのノイズを除去して得られたデータを図-11、12に示す。中央のブランクの部分は水が溜まっていた箇所である。UAV測量は水面下では適応しないことが分かる。

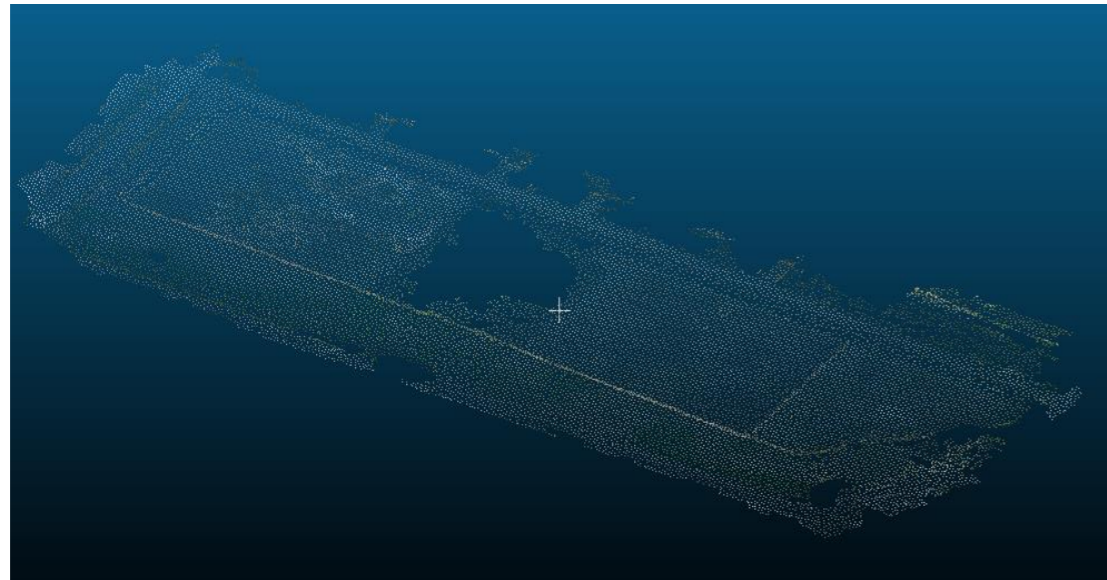


図-11 点群データ-1

図-9,10は写真測量から得られたの生データのノイズ処理（支承物除去処理）が施されたものである。この時点でデータサイズは数百メガであるが、元データは非常に大きい。この処理のためにはワークステーションのようなハイスペックの専用機が必要である。

本工事ではその処理を専門業者をお願いしたが、今度のI・Constructionにおいてデータの取扱いの検討が必要となる。発注者は写真測量のデータのすべてを受け取ることになるが、行政のPCでは扱えるサイズではないと思う。

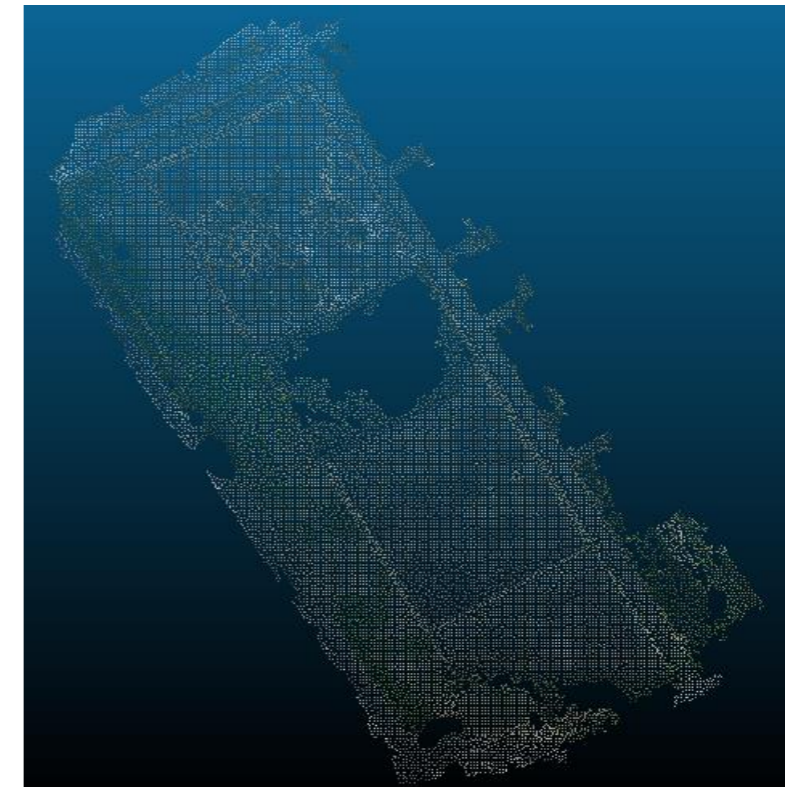


図-12 点群データ-2

【現況地盤データ】

UAV測量で得た高密度点群データから、メッシュ化した点群3次元現況地盤データを作成したものを図-13に示す。

前段でも説明したが、池が途中まで完成しているのがわかる。

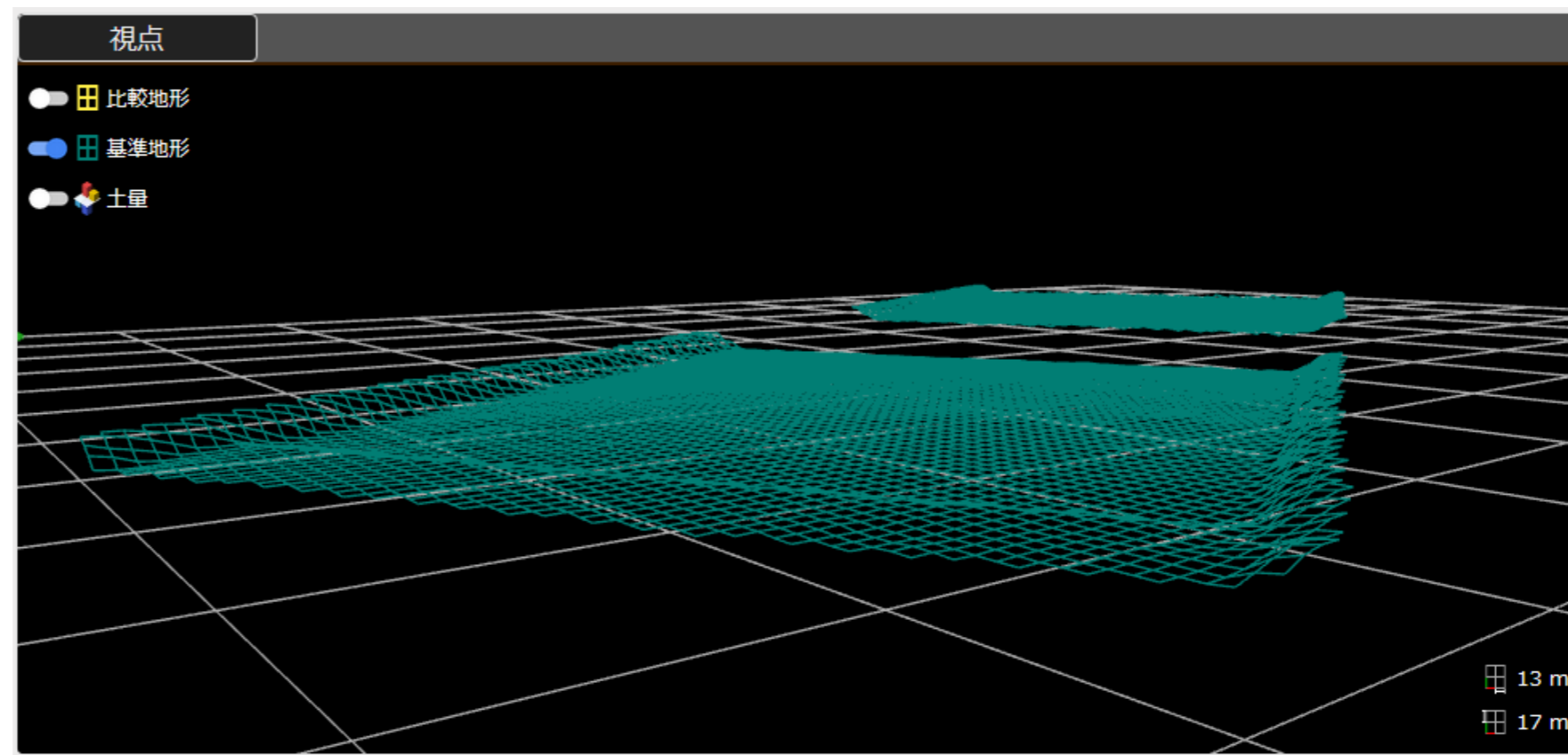
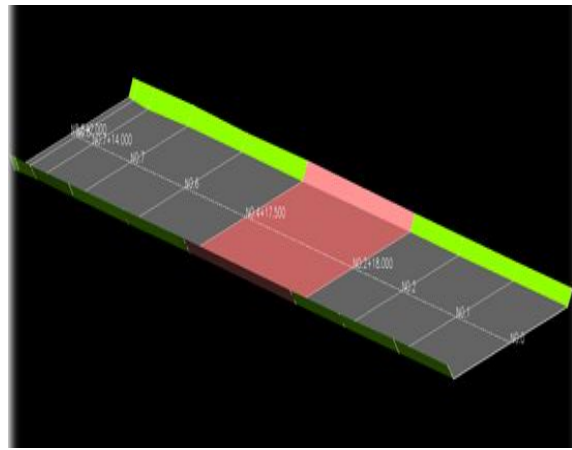


図-13 現況地盤データ（点群メッシュ3次元）

【3次元設計データ】

平均断面法から求めた3次元設計をメッシュ化した点群
3次元設計データに変換したものを図-14に示す。



点群データに変換

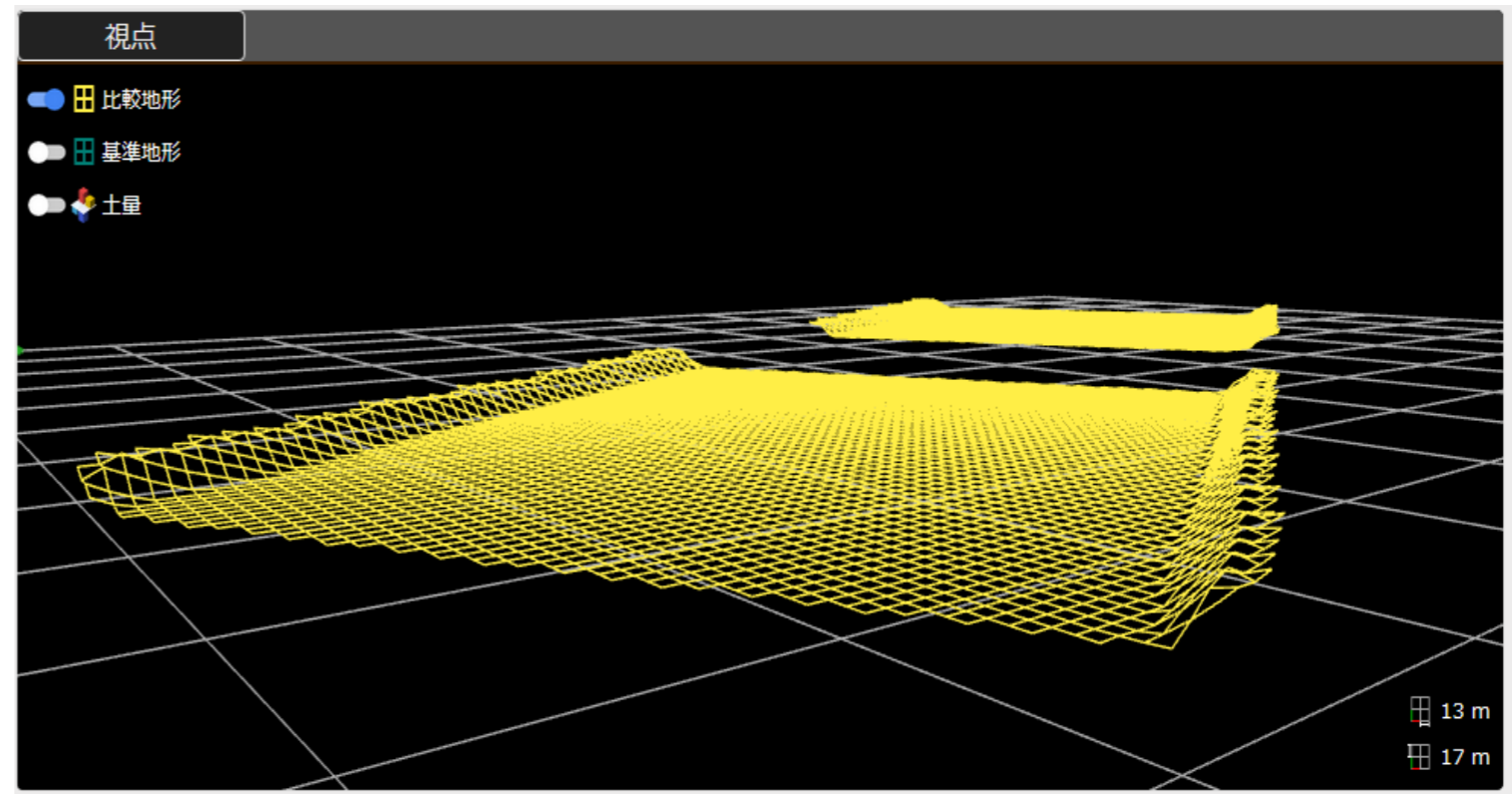


図-14 点群（メッシュ）3次元設計データ

【現況データと設計データの整合】

点群現況地盤データと点群3次元設計データを整合させたものを、図-13に示す。色付け
や拡大表示によって掘削箇所を視覚的に捉えることが可能である。このデータはMCに使用
するデータであり、クラウド上で日当たりの進捗管理などが可能である。

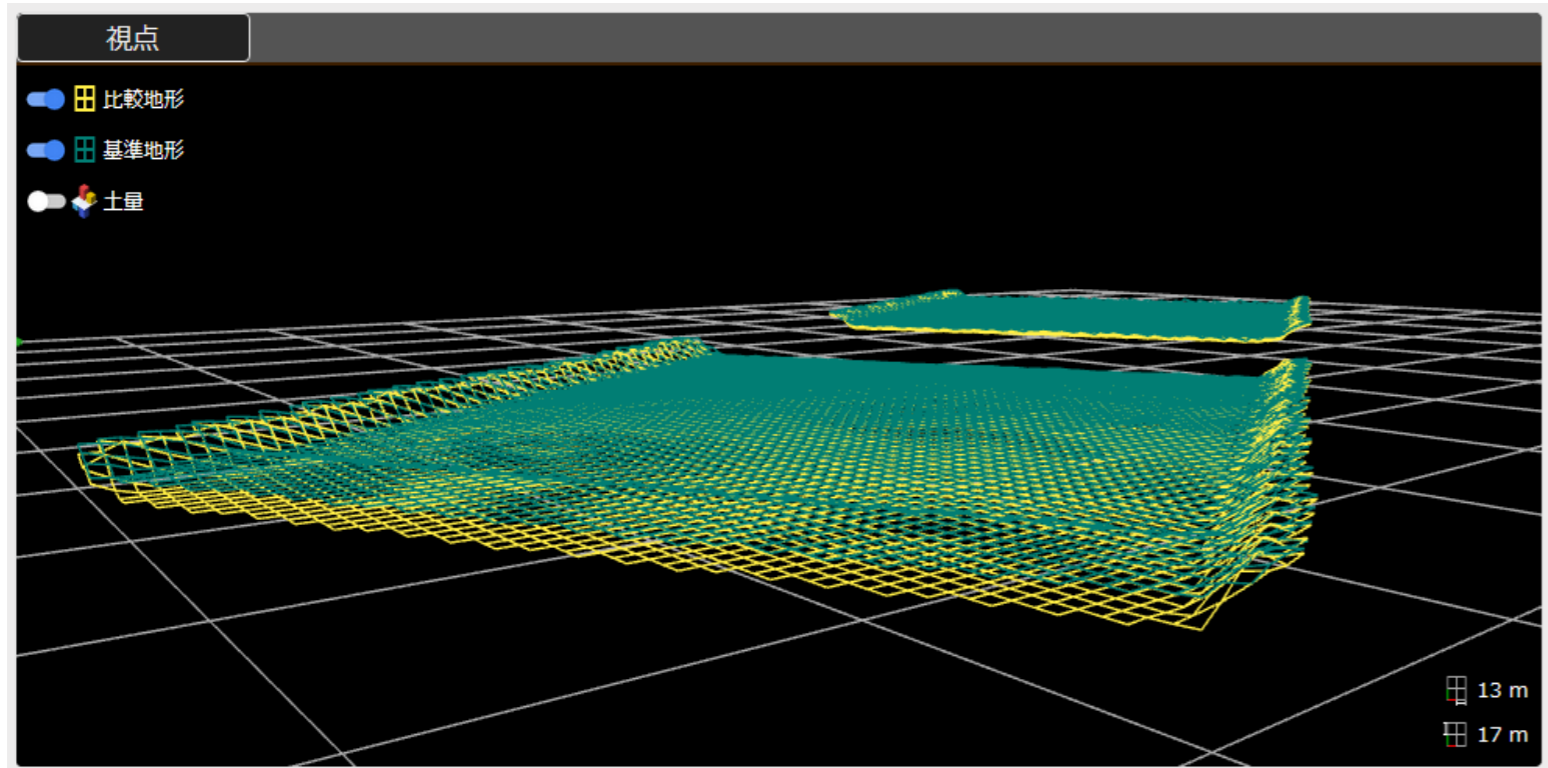
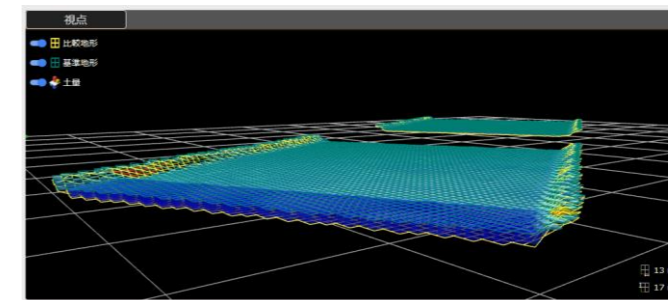
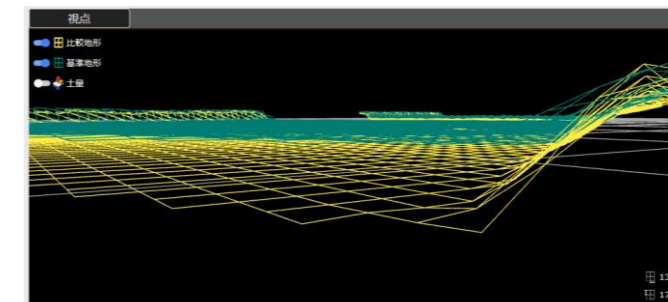


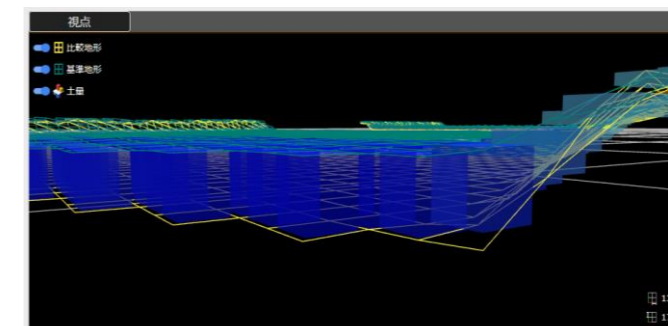
図-15 現況データ（図-13）と設計データ（図-14）の整合



色付け表示



拡大表示



色付け+拡大

【UAV測量と通常の現況（横断）測量との比較】

当現場では施工延長122m、施工面積約6,000m²の工区に、10側線の横断面を設定して行った横断測量とドローンによるUAV測量との土量を比較した。UAV測量は衛星を7機以上捕捉できる午前中に行った。

【精度比較】

表-2 掘削土量比較表

UAV測量	通常の横断測量
3,184m ³	3,300m ³

仮にGPSの精度誤差を±50mmと考えた場合、6,000m²の面積について最大±300m³の誤差が考えられる。表-2に2つの土量の差は116m³であり、これは20mm弱の高さの誤差で土量の3.5%に相当する。通常の横断測量の精度も高精度とは断言できないことから、2つの数値は「概ね近似値である」と判断できる。

本工事では通常の横断測量による土量を採用したが、UAV測量は「非常に信頼性の高い技術」であると判断した。

【所要時間と労務】

表-3 所要時間と労務比較表

UAV測量	通常の横断測量
所要時間 0.5日 （成果受信 1日後） 労務 専門技術者 3名 （0.5日） ドローン機械設備 1式	所要時間 2日 （成果作成を含む） 労務 測量1日 当社技術者2名 成果作成1日 技術者1名

当現場では、極端な差は無いがUAV測量の最大日当たり作業量は10ha程度である。それを通常に測量すると、述べ40人以上の労務と2週間以上の期間が必要であると想定されることから、一定以上のスケールメリットがある現場では、ドローンの有用性が高いと言える。

これは私見だが、1haを超えたあたりからUAV測量の時短メリットが発生すると思われる。

【コスト】

表-4 コスト比較表

UAV測量	通常の横断測量
当現場 ¥600,000-（程度）/1フライト	当現場 労務3人+資機材¥150,000-/式
10haの場合 ¥1,200,000-（程度）/1フライト 所要時間 1日（成果受信1日後）	10haの場合 労務40人+資機材 ¥2,000,000-（程度）/式 ※所要時間 14日程度

当現場におけるB/C（time /costとした場合）は、UAV測量の方が劣っている。ドローンはデータ処理量の基準から4haまでは定額で飛ぶことから、私見ではあるが2ha以上のスケールメリットがあれば、コストと時間の両方のメリットが期待できると思われる。

【UAV測量の有用性と課題】

表-5 UAV測量・有用性比較表

有用性	留意点と課題
<ul style="list-style-type: none"> 測量時間を劇的に短縮できる。 測量に掛かる労力を削減できる。 測量コストを低減できる。 高精度が期待できる。 ※一定のスケールメリットが有る場合	<ul style="list-style-type: none"> 人工衛星のコンディションが精度に大きな影響を与える 雨風など気象による影響が大きい GMP設置に手間が掛かる（約10～15分/1ポイント） 墜落のリスクの低減 改正航空法への適切な対応

【今後の展望】

GPSにおける喫緊の課題は人工衛星の機体数の充実である。UAV測量について「午前中のフライトが望ましい」と言われるのも、上空にある衛星のコンディションに起因する。今後、2018年、2023年に衛星環境の大幅な改善が見込まれることから、その後のさらなる精度の向上と信頼性と安定性の増加が期待できると考える。

また、ドローンが飛行することにのみ注目されているが、その準備工は非常に面倒である。その原因はGMPにある。施工中にUAV測量をするためには、すべての工事を中断してGMPの設置を行わなければならない。今回はローバーによる設置としたが、TSで設置でしようとするならば、そのまま横断測量したくなるほど面倒である。写真測量の精度は飛躍的に改善されており、既存の目標物に座標を設定するなど、GMPを必要としないUAV測量も検討されている。GPSの精度向上とともに、GMPを不要とする手法の開発に期待したい。

4.3 マシンコントロール機能を搭載したインテリジェントバックホウについて

当現場では、前述したメッシュデータをもとに、法切りと床付け掘削作業にマシンコントロール機能を搭載したインテリジェントバックホウPC200I-10を使用した。その機械の主たる機能を図-16に示す。

<p>① 自動整地アシスト</p>  <p>アーム操作した際に、バケットが設計面に沿って動くように自動でブームが上昇。粗掘削作業では設計面を気にすることなく作業が行え、仕上げ作業ではアームレバー操作のみで作業が可能である。さらに、ブーム下げ操作を入れておくことで施工範囲が広がる。</p>	<p>② 自動停止制御</p>  <p>ブームまたはバケットを操作した際に、バケット刃先が設計面に達すると作業機が自動で停止するので、設計面を傷付けない。また、刃先位置合わせも容易である。</p>	<p>③ 最短距離制御</p>  <p>バケットの幅・輪郭点の中で設計面にもっとも近い点を自動検出して刃先制御するので、設計面に正対していなくても掘り過ぎを気にせずに作業が可能である。</p>
---	---	---

図-16 MCバックホウ機能

【MCバックホウとノーマルバックホウとの比較】

写真-7は、現場見学会においてMCバックホウとノーマルバックホウの作業を比較した状況である。その際、MCバックホウは新人女性オペレータが、ノーマルバックホウはベテラン熟練オペレータが操縦した。ノーマルバックホウには、通常作業のとおり補助労務を担う普通作業員と法丁張を管理する技術者が追従した。

2機のバックホウが東西に分かれ、施工延長20mの法面整形を競った。法長が1m程度と、難易度の低い作業ではあったが、新入オペレータのMCバックホウが3~4倍の速度で作業を完了した。



写真-8 MCバックホウ掘削作業

【効率比較】

当現場は標本としては小規模のため、今回の結果をそのまま実績として評価することは適切ではない。しかしMCバックホウが通常のバックホウと比較して作業効率が劣るといえることは考えにくい。オペレータが機械のシステムを理解し、それに慣れるためのわずかなトレーニングは必要だが、少なくとも1.5~2倍、長大法面などの整形をすれば3~5倍、もしくはそれ以上の効率が期待できると考える。

今回MCバックホウを操縦したのは、法面整形の経験がほとんどない若年技能者であったが、丁張や補助員の援護に頼ることなく作業を行った。実際の作業では法切り作業の段取り、法面排水や湧水の処理及び、浮石の除去など、熟練技能者の持つ経験値が重要であることは間違いないが、MCの技術が担い手育成の大きな力になり得ることが証明された。



写真-9 ノーマルバックホウによる通常作業



写真-7 作業比較



法丁張 写真-10 法丁張設置状況

【労務及びコスト比較】

デモンストレーションの際の、MCバックホウの掘削作業とノーマルバックホウによる通常作業との労務とコストの比較を表-6に示す。

表-6 労務とコスト比較表

MCバックホウ		ノーマルバックホウ	
労務 MCバックホウ 1機 オペレータ 1名		労務 ノーマルバックホウ 1機 オペレータ 1名 補助（普通）作業員 1名 丁張管理技術者 2名	
コスト（1日当たり） MCバックホウ ￥80,000- 燃料 ￥12,000- オペレータ 1名 ￥20,000-		コスト（1日当たり） ノーマルバックホウ ￥30,000- 燃料 ￥12,000- オペレータ 1名 ￥20,000- 普通作業員 1名 ￥19,000- 丁張管理技術者 1名 ￥25,000- 丁張用資機材 ￥ 5,000-	

現場見学会で披露した2パターンのデモンストレーションは、風景こそ違いますが、そこで消費しているコストは概ね同額である。残念ながら、MCバックホウはまだ高価商品であり、GPSの初期設定費用を考慮すると、ノーマルバックホウの2~3倍のコストが掛かってしまう。しかしながら、作業効率が勝ることからMCバックホウのB/Cの方が大きいと考える。MCバックホウを使用する場合、法丁張の設置手間が無くなることから、監督業務を担う元請け業者にとってのメリットも非常に大きい。

法丁張は初め切出しの法肩に設置するが、その後法切作業の進捗に伴い継ぎ足すように設置してゆく。当現場では写真-10のように小規模なものであったが、長大法面の場合は管理者にとって重作業であるが、これを省略できるメリットは大きい。

【今後の展望】

前段でも述べたが、GPSに依存したシステムには人工衛星環境の充実が喫緊の課題である。2018年以降の人工衛星の増加によって、このシステムのさらなる精度の向上と信頼性と安定性の向上に期待している。なによりもこの範疇の技術は、就業人口の減少対策と担い手育成に直結する効果薬と言えることから、近々にMC技術を搭載した重機が一般の機械と同じように市場に流通することを期待する。

担い手3法の改正など、建設産業の持続的発展を維持するための取り組みがされるなか、私たち自身が「効率的で質の高い新たな建設生産システム」を構築しなければならない訳だが、3次元モデルを利用した建設ICTがその基幹技術であることは明白である。現在の建設業における生産システムは、暗黙知とも言える職人の技術が重要視され、古典的な手法を踏襲することで成立していると思われがちである。担い手を育成するためには、一般市民にむけて新技術の取り組みなどの建設業の魅力と必要性を効果的に広報する必要があると考える。

今回の現場見学会は行政担当者の呼び掛けでマスコミにも取り上げていただいたが、「新技術による新たな生産システムの構築」、「担い手育成」及び「女性の活躍」などについて効果的なアナウンスができたと感じている。

【MCバックホウの有用性と課題】

当現場で得たMCバックホウの有用性（メリット）と課題を表-7に示す。

表-7 有用性と課題の比較表

有用性（メリット）	留意点と課題
① オペレータのスキルが小さくても、通常以上の作業効率を発揮する。	① 人工衛星の捕捉状況の影響が大きい
② 補助労務が不要	② 3次元データがないと動かない
③ それにより安全性が向上する。	③ リース料が高い
④ 掘削についての丁張を削減できる。	④ 市場拡大にはハードルがある
⑤ 高精度な出来形が期待できる。	⑤ 人を感知する安全対策の検討
	⑥ MCで土工のすべてができるわけではない

課題における市場拡大のためのハードルについて補足する。重機土工の商取引では、サブコンが労務と重機を投入して「m3単価」の契約をするのが一般的である。しかしMCバックホウについては、現状において（費用や流通の問題から）、元請業者がリースして現場に投入している。その場合、サブコンは自社の重機が稼働せずにオペレータだけをレンタルする形態になってしまい、工事自体の魅力が無くなってしまふ。今後、MCバックホウをサブコン自体が（購入でもリースでも）所有できる環境作りが必要だと考える。

また、MC独自の安全対策の検討も必要である。これはMC重機全般に言えることだが、補助員が不要となるメリットによって重機災害の低減は期待できる反面、不意に作業員が近づいた際にそれに気づかない恐れがある。MC重機の作業はオペレータと機械だけの閉鎖的な作業であり、作業効率が良いことからバックホウの旋回やブルドーザーの敷均しなどが作業速度が速くなる。安全対策における機械と人とを分離する発想に準じ、機械に人体感知センサーを取り付けるなどの対策が必要と考える。



写真-11 参考資料

5. 遊水地事業における「CIM」と「I・Construction」への展開

国土交通省では数年前から「CIMの試行」が施行され、今年度は「I・Construction」が同省と静岡県で施行された。どちらにも共通するキーワードは「3次元」である。「CIM」の定義の中に

**調査・設計段階から3次元モデルを導入し、
建設生産システムの計画・設計・施工・管理の各段階において
情報を共有することにより、
効率的で質の高い建設生産システムを構築することを目指す
概念・理念である。**

という文言があるが、現行の取組みの意図がこれに集約されていると思う。「CIM」では構築物の3次元モデルを用いて前文の各段階で活用していくわけだが、「I・Construction」はその具体策であると捉えている。今後も衛星事業など国単位の設備投資や仕様の定義付けが必要であるが、ドローンによるUAV測量は新しい建設生産システムを支える技術の一つであると思われる。

当社は30年以上前からこの遊水地事業に携わってきたが、この技術に大きな期待を寄せている。200haに及び広域な遊水地事業は、コツコツと掘削と築堤工事を繰り返してここまで来たが、実質のキャパシティを俯瞰的に捉えられていないように思う。遊水地の池のFHは5.0mで5.3mが地下水位であったが30年前に掘削した池が当時のままの形状を保っているかは不確かである。ここでは自然再生も重要なテーマであり、多様な植物が繁茂し、豊かな生態系が現存するが、それらと遊水地の機能との関係も不明瞭だと思う。私は、遊水地全域にUAV測量を施して3次元モデルを構築できれば、それを遊水地の機能保全に活用できると考えている。3次元モデルは情報のプラットフォームであり、そこに属性を持ったデータを関連付けていくことで、維持管理や地域の有効活用が可能になると考えている。

「I・Construction」における土工事の出来形では、既に座標という概念がない。本件ではTSと点群の両方のデータを扱い比較したが、土工事においてTSの概念が希薄になりつつある。当現場の出来形もそうであるように、法肩、法尻及び法面と法面の接線は直線であるが、土工事において無理に直性を作ることが望ましいと思わない。粘着力の高い土材料で検査の際に直線を表現できたとしても、風雨にされされれば角は無くなってしまう。これまでは2次元図面や座標の制約条件により直線で捉えなければ表現できなかったものも、3次元の点群やメッシュで表現できれば、擦り付け曲面やゴルフコースのようなアンジュレーションが表現できる。このことは、土工事の合理性の向上に寄与すると考えられる。MCがあれば、バックホウにてその形状を現地に3Dプリンターのように表現できるが、遊水地は計画段階において、河床から周囲堤、囲繞堤にむけてアンジュレーションがデザインされている区域が多くあり、それが現存する生態系の基盤となっている。複雑な形状をした遊水地だからこそ、俯瞰的に面で捉えることの価値は高いと考えている。

これは私見だが、構築物にメッシュを切るという作業は、有限要素法（F.E.M.）の手続きに類似している。有限要素法は、構築物全体で三角メッシュで分割し、その構築物に掛かる負荷をそれぞれの座標に分配して個別に解析を行い、その結果から構築物全体の応力やひずみを解析するものだが、点群のメッシュデータはそこへの展開も期待できるのではないかと思う。今はまだ、面を表現するためのメッシュデータであるが、堤体盛土の強度計算などの構造解析に応用できるとすればUAV測量の付加価値は向上する。膨大なデータを処理するためのハードウェアの充実など、コスト上の課題はあるがデータの有効活用の可能性は多岐に及び。3次元データの活用が土工事のみにとどまらず、躯体など構築物全般に活用されることを期待している。

6. おわりに

本工事は掘削箇所には存置されていた廃棄物の処理により、掘削土量を変更して、無事に完成を迎えた。工事主体が一般的な掘削工事ではあつものの、新技術の検証を行ったことで事業を多角的に見直すことができた。平成26年の台風18号による災害は記憶に新しいが、あの一部の被害は遊水地の貯水量を超えた結果だったと理解している。遊水地事業の進捗にともない、巴川流域での冠水頻度は確実に低減している。しかし今年に入って県内でも100mm/hを超える雨が観測されるなど、七夕豪雨を上回る集中豪雨の懸念は高まっている。麻機遊水地はそこにある自然環境に注目されがちだが、プライオリティは機能の向上と保全であると思う。

今回の試行を受注者目線で鑑みると、建設ICT拡大のポイントは、「3次元設計で発注されたものを受注し、3次元データの成果品を納品する」という手続きの標準化であると思う。3次元データの流通は、そこに付随するハードやソフトのコストを低減させるとともに、市場へのハードルをグンと下げてくれる。例えば、3次元データで納品された委託業務の成果がそのまま発注されれば、施工業者は自動的にMCバックホウで施行するようになる。さらに竣工後に施工業者が納品した3次元データは、そのまま維持修繕に運用される。3次元設計の標準化には多くの課題があると思うが、このような形態の標準化が望ましいと考える。

コマツ相談役、坂根正弘氏の書籍のなかに「*新技術が台頭するとき、古いものが新しいものに刷新される新旧交代が起こると思われるかもしれないが、実際に起こるのは新旧融合である。*」…という記述があったが、私も全く同感である。MC技術は確かに素晴らしいが、土工事はそんなに簡単なものではなく、技能者の暗黙知をマニュアル化することの難易度は高い。しかしMC技術は、ベテラン技能者が使い込んだ後のフィードバックによって洗練されるものだと思うし、新旧融合は自然現象であると考えている。

当社は、今後の建設ICTの躍進とそれを取り巻く環境の飛躍的改善を期待するなかで、技術革新における研鑽を重ね、効率的で質の高い新たな生産システムの構築に貢献できるよう尽力する所存である。

最後に行政担当者をはじめとする関係各位より、多大なご助力を賜りましたことを心より感謝申し上げます。本稿を綴じる。



写真-12 完成