

都市整備局・住宅政策本部業務体験発表会
(令和5年度)
概要書

| | |
|-------|---|
| 発表テーマ | 晴海五丁目西地区（選手村跡地）における ICT の活用 |
| 発表の概要 | <p>選手村跡地整備課では、東京2020大会時に選手村として使用された晴海五丁目西地区の都市基盤の整備を進めている。</p> <p>本地区では、大会後からレガシーとなる街路の仕上げ工事等に着手し、令和6年春のまちびらきまでに概成する必要があるため、効率的な施工を行うことが不可欠であった。そのため、整備に当たっては、積極的にICTを活用しながら工事を進めており、昨年度には、都市整備局で初めてとなる発注者指定型のICT土工活用工事を実施した。さらに、今年度は、受注者希望型のICT舗装工事を行うことで、効率的な施工を実現した。</p> <p>発表では、これらのICT活用工事の取組内容に加え、選手村跡地整備課内で実施しているその他のICTを活用した事例についても報告する。</p> <p>【発表内容】</p> <ol style="list-style-type: none">1 はじめに2 国や都におけるICTの活用動向3 晴海五丁目地区におけるICTの活用<ol style="list-style-type: none">(1) ICT土工の取組(2) ICT舗装工の取組(3) その他のICTを活用した事例4 ICTに関する職員の教育5 さいごに |

晴海五丁目西地区（選手村跡地）における ICT の活用

1 はじめに

選手村跡地整備課では、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会（以下「大会」という。）において選手村として使用された晴海五丁目西地区の都市基盤の整備を進めている（図1）。

本地区では、大会後からレガシーとなる街路の仕上げ工事等に着手し令和6年春のまちびらきまでに概成する必要があるため（図2）、効率的な施工を行うことが不可欠であった。そのため、整備に当たっては、積極的に ICT の活用を行ってきた。

本稿は、これまで当課で実施してきた晴海五丁目西地区内における ICT 活用工事の取組内容と、その他の ICT を活用した事例について報告するものである。



図1 大会後のまちづくりイメージ

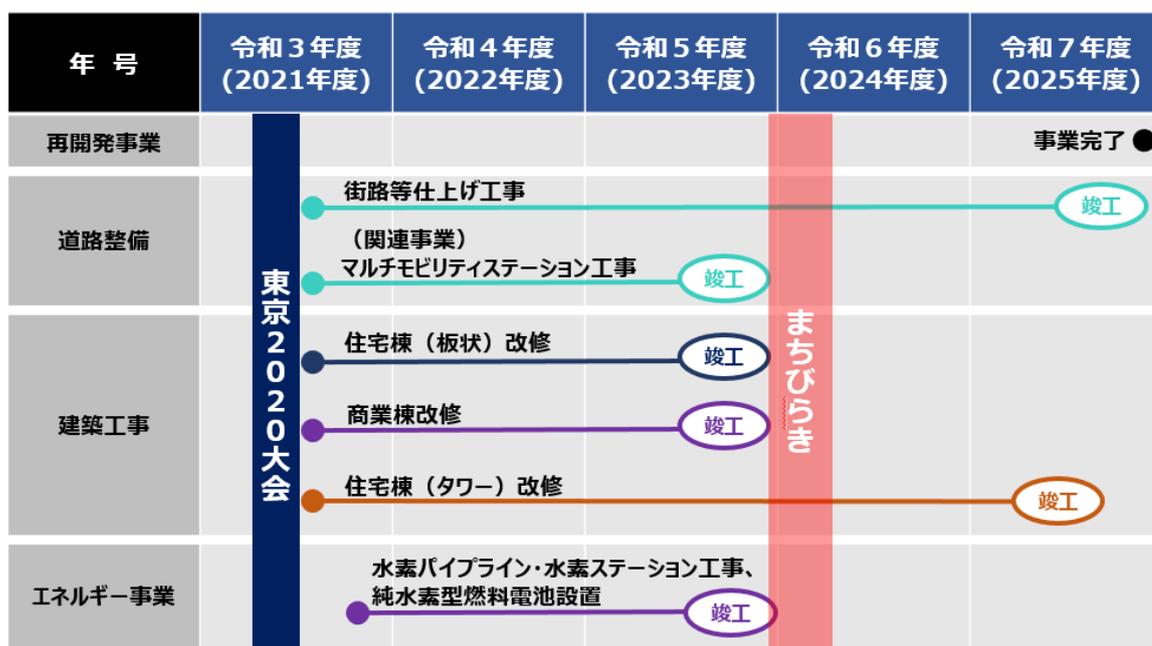


図2 大会後からの事業スケジュール

2 国や都における ICT の活用動向

少子高齢化と人口減少が進んでいる我が国において、特に建設業は、他産業と比べ、就業者の高齢化が進行しており、将来の担い手不足が深刻化している。国土交通省では、平成28年度から全ての建設生産プロセスで ICT 等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生

産性を令和7年度までに2割向上することを目指している。

ICT施工は「i-Construction」の施策の一つであり、「3次元起工測量」、「3次元測量設計データ作成」、「ICT建機による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」及び「3次元データの納品」の各段階でICT施工技術を活用する工事である。

都においても平成28年度からICT施工を実施しており、現在では土工、舗装工をはじめとした7工種が活用の対象となっている。

3 晴海五丁目西地区におけるICTの活用

晴海五丁目西地区では、これまでに計3件のICT活用工事を行っており、昨年度は都市整備局で初めてとなる発注者指定型（※発注者の指定によりICT活用工事を実施する発注方式）のICT土工工事を実施した（工事件名：マルチモビリティステーション整備工事（3晴交-2））。さらに、今年度は、受注者希望型（※受注者からの希望により受発注者間で協議の上、ICT活用工事を実施する発注方式）のICT舗装工事を2件実施した（工事件名：マルチモビリティステーション整備工事（4晴交-1）並びに舗装工事及び街路築造工事（4晴五-2））。

3-1 ICT土工の取組

(1) 対象工事概要

対象工事の概要は次のとおりである（図3、図4）。

① 工事件名

マルチモビリティステーション整備工事（3晴交-2）

② 工期

令和3年10月7日～令和4年10月12日

③ 受注者

株式会社 久本組

④ 施工規模

盛土工 約29,000m³



図3 マルチモビリティステーション整備イメージ



図4 盛土イメージ（断面図）

本工事は、「豊洲・晴海開発整備計画」に基づき、交通広場として整備が予定されている施工箇所の盛土を行うものである。令和6年春のまちびらき前に交通広場を供用開始するため

には、所定の圧密促進期間を設けた上で速やかに後続の舗装・街築工事に着手できるよう、大規模な盛土を効率的に施工し、早期完了することが求められていた（図5）。



図5 設計時点の想定スケジュール

本工事の ICT 土工は、発注者指定型としており、「3次元起工測量」、「3次元測量設計データ作成」、「ICT 建機による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」及び「3次元データの納品」の全ての段階で ICT 施工技術を活用した。

(2) ICT 施工の各段階

① 3次元起工測量

本現場での3次元起工測量は地上型レーザースキャナー（以下「TLS」という。）を用いて行った（写真1、図6）。従来施工ではトータルステーション等により対象範囲を一点ずつ測量するため、広範な測量には時間が必要であったが、TLS では測量対象にレーザーを連続的に照射することで、短時間で面的な測量を実施することが可能である。

ICT 土工の3次元起工測量における TLS を用いた場合の測定精度及び点群の計測密度については「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（国土交通省）」に規定されており、本工事では測定精度は鉛直方向・水平方向に±100mm 以内、計測密度は1点以上/0.25m²で測量を実施した。



写真1 TLSによる測量状況



図6 起工測量で得られた
3次元点群データ

② 3次元測量設計データ作成

2次元の発注図面と3次元データ作成ソフトウェアを用いて、3次元データを作成した（図7）。3次元起工測量で得られた現況地形データと重ね合わせることで、完成形が視覚的にイメージしやすくなり、また、3次元設計データと現況地形データの差分を計算すること

で実態に基づいた土量計算を行うことが可能であった。

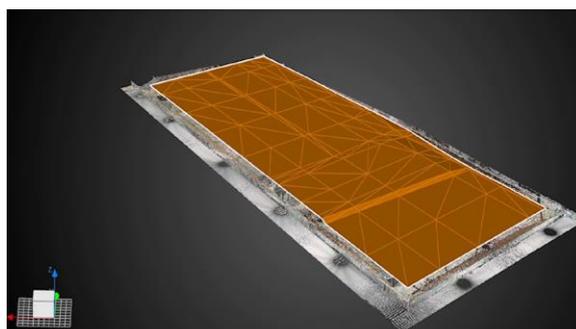


図7 3次元設計データと現況地形データの重ね図

③ ICT 建機による施工

本現場ではマシンコントロール（以下、「MC」という。）ブルドーザによる施工を行った。従来施工では「丁張り（位置出し）→施工→検測」を繰り返して施工を行う必要があり、確認作業に多くの時間と労力が必要であった。一方、ICT 施工では3次元データを建設機械に取り込み、衛星による位置情報を確認しながら3次元データとの差分に基づき施工を行った。これにより、盛土の敷均しを行うブレードは自動制御されるため、オペレータの技量によらず短時間で高精度の作業を行うことが可能となった（図8）。

さらに、建設機械の周りで丁張り・検測を行う作業員が不要となることで、建設機械との接触事故リスクを低減し、安全性の向上にもつながった。

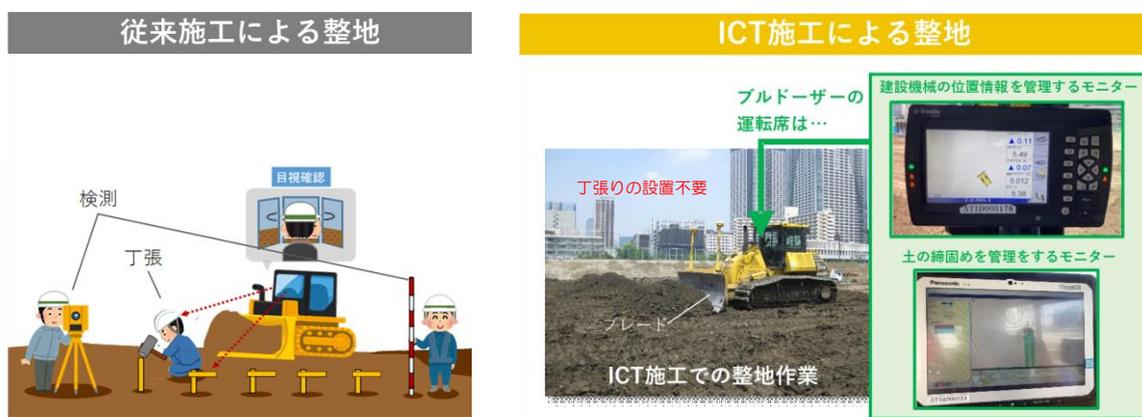


図8 従来施工と ICT 施工による整地作業のイメージ

また、従来の品質管理では締固め後の盛土から点的に締固め度を測定する品質規定方式を採用していたが、ICT 施工においては事前の試験施工において規定の締固め度を達成する施工仕様（まき出し厚、転圧回数）を設定し、実施工ではその施工仕様に基づいた面的管理を行う工法規定方式を採用した。これにより、盛土品質の均一化や過転圧の防止等に加え、締固め状況の早期把握による工程短縮を図ることが可能となった。

なお、試験施工は盛土材料ごとに実施するが、本工事においては3種類の盛土材料（有明体操競技場仮置土、中央区小中学校発生土及び東京都建設発生土再利用センター土）につい

て試験施工を行い、それぞれの施工仕様を設定した。

④ 3次元出来形管理等の施工管理

ICT 土工の出来形管理については、「ICT 活用工事 実施要領（東京都都市整備局）」で定められた 10 種類の手法から選択可能となっているが、本工事の出来形管理については、3次元起工測量と同様、TLS を用いた出来形管理を行った。3次元出来形管理においては、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（国土交通省）」に基づき測定精度は鉛直方向・水平方向に±20mm 以内、計測密度は 1 点以上/0.01m²での計測を行い、設計値と実測値との差の割合をヒートマップにすることで、設計どおりに施工が行われたかを確認した（図9）。

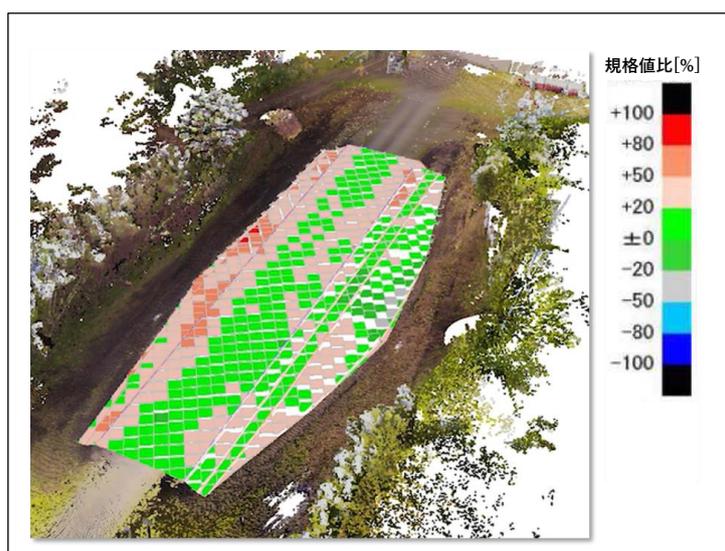


図9 3次元出来形評価用データ

⑤ 3次元データの納品

3次元施工管理データなどを「LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン（案）（国土交通省）」に基づき電子納品により工事完成図書とした。なお、書面検査ではパソコンを使って納品された電子成果品を確認した。これにより、検査書類を大幅に削減するとともに、検査の省力化に寄与した。

(3) ICTの導入による効果

本現場は、広範な施工範囲を障害物なく施工可能であり、ICT 施工の効果を大きく発現させることができた。従来施工と比較して約 1.4 倍の施工能率での作業を実現した結果、後続の舗装・街築工事に 1 か月前倒しで着手することができた。

一方、ICT 導入に伴い、3次元化に要する費用や ICT 建設機械のリース料など従来施工では要しなかった費用が追加で発生した。本現場の実績においては、約 950 万円の追加経費が生じた（表1）。

表 1 本現場における従来施工と ICT 施工の比較

| | 従来施工 | ICT 施工 | 差 (ICT 施工－従来施工) |
|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 日当たり施工量 | 440m ³ /日 | 630m ³ /日 | +190m ³ /日 |
| (参考) (基準ベース) 日当たり施工量※ | 440m ³ /日 | 560m ³ /日 | +120m ³ /日 |
| 金額 | 約 4,960 万円 | 約 5,910 万円 | +約 950 万円 |

※本工事は地元との協定により施工時間に制約があるため、基準の日当たり施工量を補正（6.5 時間換算）した値を使用した。

3-2 ICT 舗装工の取組

(1) 対象工事概要

晴海五丁目西地区において ICT 舗装工を実施した 2 件の工事のうち、本稿では、より施工規模の大きいマルチモビリティステーション内の工事について述べる。

① 工事件名

マルチモビリティステーション整備工事（4 晴交-1）

② 工期

令和 4 年 9 月 27 日～令和 6 年 2 月 7 日

③ 受注者

日本道路・ジーエスイー建設共同企業体

④ 施工規模

車道舗装工 約 3,700m²

本工事は、晴海五丁目西地区第一種市街地再開発事業に伴い増加する交通需要に対応するため、交通広場を整備するものである。令和 6 年春のまちびらき前に交通広場の供用を開始するためには、バス運行事業者の事業計画変更認可申請に先立ち必要となる警視庁実査を適切な時期に実施する必要がある、道路工事側として警視庁実査を実施できる路面状況を早期に整備する必要があった（図 10）。



図 10 設計時点の想定スケジュール

本工場の ICT 舗装工は、受注者希望型であったが、上記のように車道舗装工の早期整備が求められているなか、より効率的な施工を実現するため、「3次元起工測量」、「3次元測量設計データ作成」、「ICT 建機による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」及び「3次元データの納品」の全ての段階で ICT 施工技術を活用した。

(2) ICT 施工の各段階

① 3次元起工測量

本現場での3次元起工測量は、ICT 土工と同様、TLS を用いて行った (写真2)。

「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(国土交通省)」に基づき、測定精度は路床表面の鉛直方向で±20mm 以内、水平方向で±10mm 以内で、計測密度は1点以上/0.25m²で測量を実施した。



写真2 TLSによる計測状況

② 3次元測量設計データ作成

設計図書(平面図、縦断面図及び横断面図)と線形計算書で示される情報から幾何形状の要素(要素の始点や終点の座標、半径、クロソイドパラメータ、縦断面曲線長等)を読み取り、3次元測量設計データを作成した。

③ ICT 建機による施工

本現場ではMC モーターグレーダーによる施工を行った(写真3)。

また、機械の位置情報の取得は、トータルステーション(以下「TS」という。)が建設機械に取り付けた全周プリズムを追尾し、無線で建設機械に計測結果を転送する方式(※自動追尾式TS)により行った。

オペレータの画面には、取得された位置情報を基に施工箇所の設計データと原地盤データの差分が表示される。ブレードの上下や傾きは機械が自動制御するため、運転操作は左右への排土と前後進のみとなる(写真4)。



写真3 MC モーターグレーダー



写真4 オペレータ画面

④ 3次元出来形管理等の施工管理

ICT 舗装工の出来形管理については「ICT 活用工事 実施要領（東京都都市整備局）」で定められた5種類の手法から選択可能となっているが、本工事の出来形管理については、TSを用いた断面管理を行った。

TSを用いた出来形管理とは、従来手法のレベルや巻尺を用いた手法に代えて、あらかじめ3次元設計データを搭載した出来形管理用 TS により出来形計測を行うものである。出来形計測と同時に設計値との差分が自動算出され、出来形管理帳票の作成も自動作成することができる。

また、従来では施工後の現場の掘り返しを行って厚さの出来形管理を実施していたが、対象となる層の測定高と下層の仕上り高の差分により、容易に厚さ管理を行うことができた。

これらにより、出来形管理作業の効率化とともに、出来形管理帳票作成時のミス防止、監督職員の立会検査時間の削減につながった（写真5、写真6）。



写真5 監督職員の立会状況



写真6 リアルタイムでの出来形確認

⑤ 3次元データの納品

ICT 土工と同様、3次元施工管理データなどを「LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン（案）（国土交通省）」に基づき電子納品により工事完成図書とした。

なお、書面検査ではパソコンを使って納品された電子成果品を確認するとともに、実地検査では、「TS 等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）（国土交通省）」に基づき、施工管理データが取り込まれた出来形管理用 TS を用い、現地で検査員が指定した1断面を確認することとなっており、検査手間を縮減することが可能となった。

(3) ICT の導入による効果

本現場は、交通ターミナルという特性上、線形が複雑であり、従来施工では施工計画立案や正確な施工に手間と時間を要することが想定されたが、3次元設計データを活用することで任意箇所横断面図の作成が可能となり、複雑な形状を容易に把握することができた。また、MC モーターグレーダーで面的に施工を行うことで、曲線部の出来栄と品質の向上にもつながった。

ICT 施工の効果を大きく発現させることができた本現場では、従来施工と比較し約 1.6 倍の施工能率での作業を実現した。

結果として、適切な時期に警視庁実査を実施することができ、事業スケジュールを予定どおり進行させることができた。

一方、ICT 導入に伴い、3次元化に要する費用や ICT 建設機械のリース料など従来施工では要しなかった費用が追加で発生した。本現場の実績においては、約 610 万円の追加経費が生じた（表 2）。

表 2 本現場における従来施工と ICT 施工の比較

| | 従来施工 | ICT 施工 | 差 (ICT 施工－従来施工) |
|--------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| 日当たり施工量 | 820m ² /日 | 1,299m ² /日 | +479m ² /日 |
| (参考) (基準ベース) 日当たり施工量※ | 820m ² /日 | 1,180m ² /日 | +360m ² /日 |
| 金額 | 約 1,140 万円 | 約 1,750 万円 | +約 610 万円 |

※本工事は地元との協定により施工時間に制約があるため、基準の日当たり施工量を補正（7 時間換算）した値を使用した。

3-3 その他の ICT を活用した事例

(1) アスファルト舗装 MC システム「AF Nav」

「ICT 活用工事 実施要領（東京都建設局）」では、現在のところ、基層、表層の ICT 施工は基準化されていない。しかし、上述のように、マルチモビリティステーションは幅員かつ複雑な勾配を有しており、通常のアスファルトフィニッシャーでは複雑な精度管理が求められるため、品質向上を目的とした受注者の創意工夫で、アスファルトフィニッシャーについても MC 技術を採用した。

位置情報の取得については、MC モーターグレーダー同様、自動追尾式 TS を用いて行った。設計データと原地盤データの差分を基に舗装高さ調整が自動化されることで、作業の効率化及び精度向上を図ることが可能となった（写真 7、写真 8）。



写真 7 MC アスファルトフィニッシャー



写真 8 AF Nav 操作画面

(2) Microsoft Teams を活用した遠隔現場確認

当課では、Microsoft Teams を活用した遠隔現場確認の環境を確保することで、緊急時やテレワーク時における速やかな状況確認、打合せ等を実施している。

また、昨年度からはウェアラブルカメラを導入し、安全パトロール等に活用している。

これまでの使用例として、現場に搬入予定の高木の枝張状況・幹周等の確認を実施したほか、工事動線切替え時に事務所から遠隔現場確認を実施した（図 11）。



図 11 選手村跡地整備課における Microsoft Teams の活用例

4 ICT に関する職員の教育

今後、ICT 施工の対象が更に拡大していくことや、新技術の活用が予想される中で、当課では、職員の ICT に関する知識向上に積極的に取り組んでおり、今年度は受注者の ICT 部門担当者を講師とした技術講習会を 2 度開催し、最新技術や ICT 活用事例の紹介を受けた（写真 9）。



写真 9 技術講習会の様子

また、局内では ICT 施工の事例が少ない中で、当課で実施した ICT 施工の経験を積極的に水平展開しており、今年度は第一市街地整備事務所の若手職員を対象とし、ICT 施工に関する研修を開催した。受講生からは「ICT 施工を実際に担当したことがなかったが、晴海五丁目西地区での

事例を講義いただくことで身近に感じることができた。今後、担当工事での活用を検討していきたい。」等の感想が挙がり、受講後のアンケートでも、満足度の高い結果となった（表3）。

表3 受講生からのアンケート結果（抜粋）

| 設問 | 研修の内容・表現のレベルは適切でしたか | 研修の内容は十分理解できましたか | 研修の内容は、今後業務で活用できるものでしたか | 今回の研修で、得るものがありましたか |
|------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 選択肢 | 難しい 3 2 1 適当 易しい | はい←→いいえ 4 3 2 1 | はい←→いいえ 4 3 2 1 | あった←→なかった 4 3 2 1 |
| 回答平均 | 2.0 | 3.7 | 3.3 | 3.7 |

5 さいごに

一連の業務体験を通じ、ICT 施工の活用により経済性や新技術への対応という点でデメリットを感じたものの、効率性、安全性及び品質の向上等、多くのメリットを感じた（表4）。

表4 監督職員の立場での ICT 施工の考察

| 項目 | 従来施工と比較しての評価 | 監督職員の立場での ICT 施工の考察 |
|-----|--------------|---|
| 経済性 | △ | <ul style="list-style-type: none"> ICT 建機に要する費用等、従来施工には無い費用がかかり、高価となった。特に3次元出来形管理及び3次元データ納品を実施したため、共通仮設費率、現場管理費率に補正係数を乗じる必要があり、従来施工と比較し追加経費が大きくなった。 |
| 効率性 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 品質管理は締固め回数だけの管理となるため、転圧回数分布図及び走行軌跡図を確認することで、立会回数を削減できた。 ヒートマップにより出来形成果が視覚的に分かりやすくなったため、出来形書類の確認時間が削減された。 多数のダンプトラックが搬入する盛土工事の工期短縮に繋がり、住民の工事に対する不安を解消することができた。 ICT 施工の検査では1工事につき検査員が指定した1断面の確認で済み、検査時間が削減された。 |
| 安全性 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 重機との接触リスクが減ったため、安全管理での指導手間が削減された。 |
| 品質 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ヒートマップでの出来形確認により、品質にばらつきが生じた箇所の確認も容易となった。 |

| | | |
|---------------------|----------|--|
| <p>新技術への 対応</p> | <p>△</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・3次元起工測量費、3次元設計データ作成費の見積額が妥当かの確認に悩んだが、国の実績に基づいた算定式より妥当性を確認した。 ・施工、出来形管理を左右する3次元設計データが適正に作成されているかの確認に悩んだが、「3次元設計データチェックシート」により妥当性を確認した。 ・本現場では複数の盛土材を用いた施工を実施したが、盛土材ごとに異なる施工仕様を満たすよう、盛土材の種類に応じた現場管理が必要であった。 |
|---------------------|----------|--|

本現場では広範な施工範囲を障害物なく施工可能であり、ICT施工の効果を大きく発現できた。一方、局内で多く発注されている市街地での小規模な現場においては、ICT施工に要する追加経費に対して効率性等のメリットが十分に発揮できるか検証が必要であると考えます。令和4年10月14日以降、都市整備局では土工1,000m³未満も受注者希望型によるICT施工の活用対象としているため、受注者との協議に応じて積極的に活用し、検証していきたい。

今後もICT施工をはじめとした各種ICTの活用により、建設現場の生産性向上を図れるよう、発注者側としても研さんを続けたい。