

# 荒川第二・三調節池工事における 建設DXの取り組み

○園田 光紀<sup>1</sup>・柴田 直弥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>関東地方整備局 荒川調節池工事事務所 工務課 (〒338-0837 埼玉県さいたま市桜区田島8-17-1)

<sup>2</sup>元 関東地方整備局 荒川調節池工事事務所 工務課 (〒338-0837 埼玉県さいたま市桜区田島8-17-1)

現 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1)

荒川調節池工事事務所は、2021年2月に3次元データ等を活用した取り組みをリードするi-Constructionモデル事務所に認定され、BIM/CIM活用、ICT施工、遠隔臨場を推進し、建設業界の働き方改革や生産性向上に向け、建設DXの取り組みを実施している。これらの取り組みにより作業時間の短縮が図られた他、CO2排出量が削減されたことにより、建設DXの取り組みは生産性向上による働き方改革だけでなく、カーボンニュートラル実現にも貢献できることが確認された。

キーワード 建設DX、BIM/CIM、ICT、遠隔臨場、働き方改革、カーボンニュートラル

## 1. はじめに

国土交通省では、建設業界における高齢化や若年者の入職減少による人員不足等に対応するため、3次元データとデジタル技術を活用したDXによる働き方改革を進めている。2016年の第1回未来投資会議において、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上させる目標が示され、BIM/CIM活用やICT施工を推進していく中で、実際の効果を評価し、改善を図っていくことは極めて重要である。

当事務所は、2021年2月に3次元データ等を活用した取り組みをリードするi-Constructionモデル事務所に認定され、全ての構造物設計においてBIM/CIMモデルを活用し、生産性向上や事業プロセスの改善に向けた取り組みを実施している。施工においても、BIM/CIM活用工事やICT施工など建設DXの取り組み事例が蓄積されつつある。

本稿では、荒川第二・三調節池工事における建設DXの取り組みと、その効果や課題について報告する。

## 2. 荒川第二・三調節池工事における建設DXの取り組み

当事務所発注工事において、担い手不足が加速する建設現場の生産性向上を図るため、建設DX推進の観点から積極的にICT施工やBIM/CIM活用の発注者指定を実施している。また段階確認や材料確認においても、遠隔臨場を活用することで、受発注者の作業効率化を推進してい

る。

### (1) BIM/CIM活用工事

BIM/CIM活用工事において、円滑な事業執行を目的に発注者から受注者への要求事項であるリクワイヤメントが設定される。本事務所でも「BIM/CIM活用工事実施要領」に基づき、①BIM/CIMを活用した監督・検査の効率化、②BIM/CIMを活用した変更協議等の効率化、③リスクに関するシミュレーション、④対外説明、⑤その他の5項目をリクワイヤメントとして設定している。各社の実施内容については、受発注者間で打ち合わせを行った上で実施計画を策定し、施工中には適宜状況の報告を受けるとともに、取り組み内容については当事務所発行の情報誌「DXだより」等を通し、広報を実施している。2022年度までの既契約工事23件の内、土砂改良工事等を除く

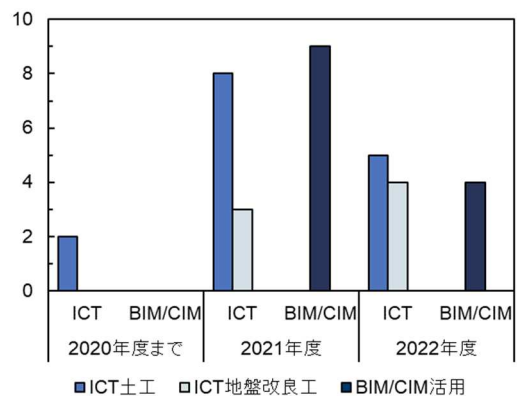


図-1 ICT活用及びBIM/CIM活用工事の実施状況

13件がBIM/CIM活用工事である（図-1）。

## (2) ICT施工

### a) ICTの全面的な活用

2016年度の土工を皮切りに基準類が拡充され、年々対象工種が拡大されてきている。荒川第二・三調節池事業においても、ICT土工とICT地盤改良工を活用している（図-1）。

### b) 普及に向けた取り組み

ICT施工の普及展開には、中小規模工事における普及が課題である。本事務所ではICT技術の取り組みを普及促進させることを目的に、中小企業や地元自治体を対象に「ICT技術の体験会」を開催している。2022年度は新型コロナウイルスの感染拡大により中止としたが、2021年11月に開催した体験会では、埼玉県内の自治体等から約30名が参加し、ICT建設機械の操作体験、自動追尾型測量機などのICTツールの実演、ドローン操縦体験などを実施した。

また工事現場に設置している広報施設「あらいけDX体験館」の展示内容を自宅にいながらも見学できる「バーチャルあらいけDX体験館」を事務所HP上に公開するなど、荒川第二・三調節池事業の概要や現場における建設DXの取り組みをWeb上で閲覧することが可能となっている。

## (3) 遠隔臨場

関東地方整備局では、受発注者の建設現場の働き方改革や生産性の向上を目的に、2020年度より建設現場の遠隔臨場の試行に取り組んでいる。

本事務所においても段階確認、材料確認、立会における遠隔臨場の適用については、受発注者間で協議の上、適用する工種・項目を選定している。表-1にこれまでの工事の事例を示す。確認頻度が多くある河川土工や付帯道路工における立会については、遠隔でも検尺や目視確認が可能であったため、現場作業の調整の効率化を図るため遠隔臨場により実施した。一方で、路盤面のたわみや亀裂等は映像からの判断が困難なため、

や亀裂等は映像からの判断が困難なため、下層路盤のブルーフローディング試験は現場臨場での実施とした。また地盤改良工のキャリブレーションや施工サイクルの確認については、立会時間が長時間になるため、機器等のバッテリー容量を考慮し、現場臨場での対応とした。その他、地質調査業務におけるボーリングの検尺も遠隔臨場を実施した。

## 3. 取り組みの効果

### (1) BIM/CIM活用工事

2022年度には荒川第二・三調節池事業では初めて地盤改良工事でBIM/CIMを活用した（図-2）。以下に活用事例を示す。

#### a) 監督・検査の効率化

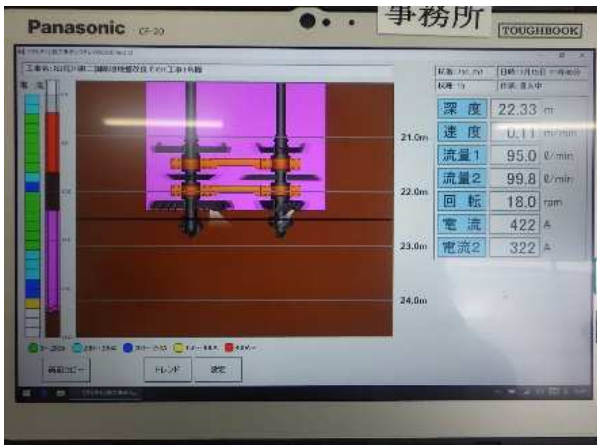
地盤改良工法の施工管理システムを活用することで、改良機のオペレーター室に表示される画面をリアルタイムで現場事務所等の外部モニターに表示し、遠隔での施工状況が確認可能となり、立会や工程管理を効率的に進めることに繋がった。当該システムを活用することで、改良体の深度・電流値・セメントミルク注入量の施工により得られた施工管理データをCIM化により視覚的に把握できるようになり、監督・検査が効率的に実施された。また従来は出来形・品質は作業員2人以上で確認をしていたが、CIMを活用することで1人での確認が可能となった。

#### b) 災害時のリスクに関するシミュレーション

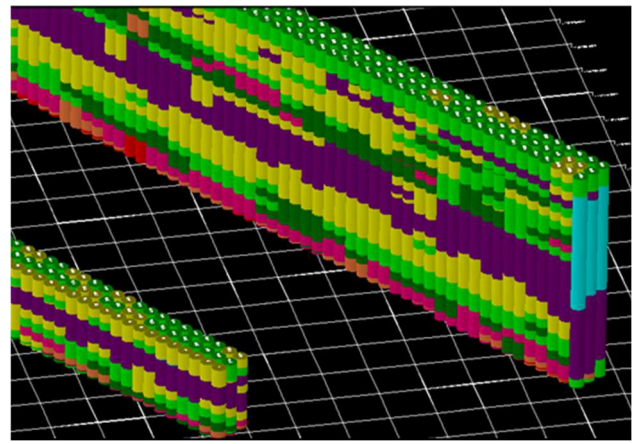
リスクシミュレーションとして、地盤改良機の転倒範囲の検証や出水期の施工であったため、豪雨時の影響範囲の可視化を実施した。従来の方法では、2次元図面等を用いた室内での危険個所の説明や現地での確認作業を含めると30分かかっていたが、CIMを活用することで施工現場へ移動することなく室内にて10分で検証が可能となり、所要時間が20分短縮された。3次元シミュレーションを行うことにより、2次元図面では実施困難な危険個所の

表-1 遠隔臨場の適用範囲

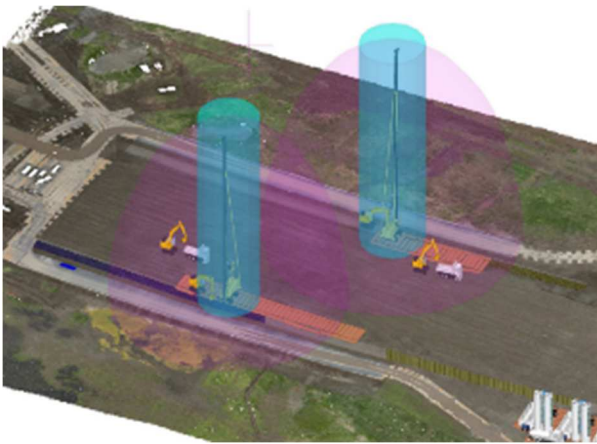
遠隔/臨場	適用種別	工種	細別	確認時期	確認項目	適用理由
遠隔	立会	河川土工	路体盛土・路床盛土	実施状況・出来形・品質	土質・含水比・まき出し厚寸法・品質管理	検尺及び目視確認が可能だったため ・確認頻度が多くあり、現場作業の調整の効率化を図るために実施
	立会	地盤改良工	ロッド検尺	改良機組立前	ロッド長	・目視確認が可能だったため
	立会	付帯道路工	下層路盤・上層路盤 基層・表層	実施状況・出来形・品質	寸法・品質管理	・検尺及び目視確認が可能だったため ・確認頻度が多くあり、現場作業の調整の効率化を図るために実施
	立会	構造物撤去工	現場発生品	現場発生品搬出前	重量	・検尺及び目視確認が可能だったため ・現場作業の調整の効率化を図るために実施
	材料確認	排水路工	仮排水路	材料確認	寸法検尺	・検尺及び目視確認が可能だったため ・確認頻度が多くあり、現場作業の調整の効率化を図るために実施
臨場	立会	地盤改良工	キャリブレーション	プラント設備設置完了後	キャリブレーション ケーシング長	・長時間のため、機器等のバッテリーがもたない ・確認項目の中に遠隔臨場では視認できないものがあるため（杭打機 鉛直度確認など）
	段階確認	地盤改良工	セメントミルク攪拌	施工時	施工サイクル	・長時間のため、機器等のバッテリーがもたない ・確認項目の中に遠隔臨場では視認できないものがあるため（レベルに よる0セット確認、完了残尺確認など）
	段階確認	付帯道路工	下層路盤	ブルーフローリング試験	実施状況	・路盤面のたわみや亀裂等は映像で判断することが困難なため



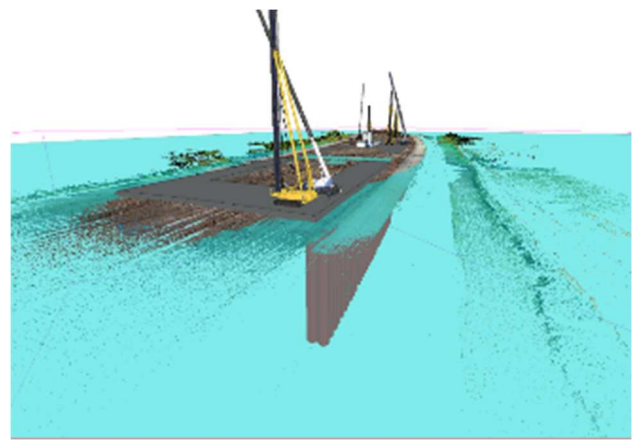
(a)深度や速度等の表示画面（外部モニターの表示画面）



(b)地盤改良の施工管理データをCIM化



(c)改良機の転倒範囲の検証



(d)豪雨時の浸水範囲の検証

図-2 地盤改良工事におけるBIM/CIM活用事例

検証も可能となり、より細やかな安全対策の実施につながった。

## (2) ICT施工

ICT施工の導入による作業時間短縮効果による生産性向上については、ICT活用工事の活用効果等に関する調査により全省的な把握が実施されている。土工については、2020年度の調査結果によると約3割の作業時間の縮減効果が確認されている<sup>1)</sup>。しかしながら、本調査は受注者へのアンケート調査であり、特に従来の労務については受注者の想定値である。

そこで、新たに情報を収集することなく発注者側の作業により活用効果の確認する手法として、品質管理図表により、施工日数と二酸化炭素排出量の変化の観点からICT活用の効果を考察する。

### a) 日当たり作業量

品質管理図表には、施工範囲や締固め回数の他、走行時間が記載されている。これを積み上げることによりICT土工による作業時間を算出し、日当たり作業量を求めた(表-2)。従来施工については、土木工事標準積算基準書の作業日当たり標準作業量とした。従来施工による日

当たり作業量を $\gamma_0$ 、ICT施工による日当たり作業量を $\gamma$ とすると、日当たり作業量の変化量 $\Delta\gamma$ は以下により示される。

$$\Delta\gamma = \frac{\gamma}{\gamma_0} \quad (1)$$

### b) 二酸化炭素の排出量

従来施工による二酸化炭素排出量 $E_0$ は式(2)、ICT施工による二酸化炭素排出量 $E$ は式(3)により求められる。

$$E_0 = \alpha \frac{V}{\gamma_0} \quad (2)$$

$$E = \alpha \frac{V}{\gamma} \quad (3)$$

従来施工からの二酸化炭素排出量の変化量は以下のように示される。

$$\Delta E = \alpha \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0 \gamma} \quad (4)$$

### c) 実際の効果

「R3荒川第二調節池基盤整備その1工事」および「同その2工事」における各諸元は表-2の通りである。両工事合計で施工日数は42日間短縮でき、日当たり作業量の変化は1.20となり、従来より施工効率が約2割向上した。

表-2 諸元表 (ICT土工)

		値		単位
		その1工事	その2工事	
$\gamma_0$	日当り作業量 (従来)	540		[m3/日]
$\gamma$	日当り作業量 (ICT)	635	680	[m3/日]
V	施工土量	183,100	83,000	[m3]
$\alpha$	建機のCO2排出 係数	0.2		[tCO2/日]

表-3 諸元表 (遠隔臨場)

		値		単位
		その1工事	その2工事	
$n_A$	現場臨場回数	33	35	[回]
$n_B$	遠隔臨場回数	72	42	[回]
$\alpha_A$	車両の燃費	10		[km/L]
$\beta_A$	ガソリン使用による CO2排出係数 <sup>2)</sup>	2.32		[kgCO2/L]
$\alpha_B$	パソコンの消費電力	0.1		[kW]
$\beta_B$	電力消費によるCO2 排出係数 <sup>3)</sup>	0.441		[kgCO2/kW]

また二酸化炭素(CO2)の排出量は16.8t削減された。

### (3) 遠隔臨場

遠隔臨場を実施した際の効果を所要時間と臨場に伴う二酸化炭素の排出量の変化により考察する。以下では、現場臨場のみ実施した場合を従来型、現場臨場・遠隔臨場ともに実施した場合を併用型と記述する。

#### a) 所要時間

現場臨場回数を $n_A$ [回]、遠隔臨場回数を $n_B$ [回]とすると、総臨場回数 $n$ [回]は以下のように示される。

$$n = n_A + n_B \quad (5)$$

立会に要する時間は現場臨場でも遠隔臨場でも同一であると仮定すると、従来型からの所要時間の変化は以下のように示される。

$$\Delta T = (n - n_A) \frac{L}{V} \quad (6)$$

ここに、Lは事務所・現場間の往復距離[km]、Vは車両の平均速度[km/h]である。

#### b) 二酸化炭素の排出量

従来型の二酸化炭素排出量 $E_0$ は式(7)、併用型の二酸化炭素排出量 $E$ は式(8)により求められる。

$$E_0 = nL \frac{\beta_A}{\alpha_A} \quad (7)$$

$$E = n_A L \frac{\beta_A}{\alpha_A} + n_B T \alpha_B \beta_B \quad (8)$$

ここに、Tは遠隔臨場にかかる総所要時間である。

従来型からの二酸化炭素排出量の変化量は以下のように示される。

$$\Delta E = (n - n_A) L \frac{\beta_A}{\alpha_A} - n_B T \alpha_B \beta_B \quad (9)$$

#### c) 実際の効果

「R3 荒川第二調節池基盤整備その1工事」および「同その2工事」における各諸元は表-3の通りである。所要時間は72時間短縮でき、また二酸化炭素排出量は1.3t削減された。臨場を併用型とすることで、従来型(二酸化炭素排出量1.6t)と比較すると約8割の二酸化炭素排出量削減効果があった。

## 4. おわりに

監督・検査、リスクシミュレーションなどにBIM/CIMを活用することで、従来2次元図面等を用いて説明や検証等を行っていた内容が可視化されることで、理解しやすくなり、受注者の作業効率の向上や受発注者の打合せの効率化につながった。

2021年度工事において、ICT土工により従来施工と比較すると施工効率が約2割向上していることが確認された。これにより建設機械の総運転時間が短縮され、二酸化炭素排出量の削減にも貢献していることが確認された。

臨場についても、映像での判断が難しい場合や現地での確認が好ましい場合を除き、遠隔で実施することで、移動時間や待機時間の削減につながった。またこれにより現場臨場のみ実施の場合と比較すると、二酸化炭素排出量が約8割削減されたことが確認された。

建設DXの取り組みは発展途上である。あらいけDX体験館や情報誌DXだより等の広報を通して実施例を共有したり、普及が広がっていない中小企業や地元自治体を対象に講習会を開催することは、新規参入しやすしたり、新たな発想を生む契機となる。建設DXの推進は、生産性の向上による働き改革につながるとともに、環境面への負荷を低減し、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みともなるので、継続的に効果を評価していくことが今後の課題である。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：令和3年度政策レビュー結果(評価書) i-Constructionの推進
- 2) 環境省：温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法及び排出係数一覧
- 3) 環境省：電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)