

IT・ICT 建設技術の試行と検証

— (仮称)株式会社キョクレイ本牧物流センター —

Try of IT and ICT Construction Technology and Inspection

土屋 勉*¹ 米倉史和*²

概 要

本工事は、横浜市山下ふ頭への IR (統合型リゾート施設) 誘致に伴う湾岸倉庫の移転新設工事である。時代の先を見据えた建設工事の省力化、合理化の先鞭となるべく、IT・ICT 技術を取り入れた先進の施工法を採用した。その中には試行に終わった技術もあったが、近い将来建築現場の標準となる技術も多くあった。本報では、その概要と成果について報告する。

key words : 杭頭免震構造、PCaPC 構造、防熱工事、IT・ICT 機器、マイクロドローン

1. はじめに

本工事は、横浜市山下ふ頭への IR (統合型リゾート施設) 誘致に伴う湾岸倉庫の移転新設工事である。時代の先を見据えた建設工事の省力化、合理化の先鞭を付けるべく、ICT 技術を取り入れた先進の施工方法を採用した。その中には試行に終わった技術もあったが、近い将来建築現場の標準となる技術も多くあった。本報では、その概要と成果について報告する。

2. 工事概要

工事名称	(仮称)キョクレイ 本牧物流センター新設計画
発注者	株式会社ニチレイロジグループ本社
事業主	株式会社ニチレイロジグループ本社
設計・監理	株式会社銭高組一級建築士事務所
工事場所	神奈川県横浜市中区本牧ふ頭 8-110
工期	2019年8月1日～2021年2月28日 (19ヶ月)
建物用途	冷蔵、冷凍倉庫
建築面積	7,069.08m ²
延床面積	24,058.39m ²
構造・階数	冷蔵棟:PCaPC・PC-S 造杭頭免震構造 地上4階塔屋1階建て 事務所:S 造、地上4階建て
最高高さ	GL+29.68m
建物深さ	GL-4m

3. 完成写真

完成建物の北西面から見た全景を写真-1に、同じく北西面からの航空写真を写真-2に示す。



写真-1 完成建物全景



写真-2 北西面航空写真

*1 Tsutomu TSUCHIYA

東京支社建築支店建築部 作業所長

*2 Fumikazu YONEKURA

東京支社建築支店建築部

4. 建設地

建設地を図-1に示す。横浜港でのコンテナ物流発祥の地である「本牧ふ頭」でも最古の、「A突堤」と呼ばれる土地である。



図-1 建設地

5. 工事の特徴

5.1 主要構造概要

当工事の特徴としては杭頭免震構造、PCaPC構造が挙げられるが、これまでに他工事で何度も報告されている事からここでは施工写真にとどめ、防熱工事のみ詳細を説明する。杭頭免震構造を写真-3に、PCaPC構造の施工状況を写真-4に、主要構造概要を図-2に示す。

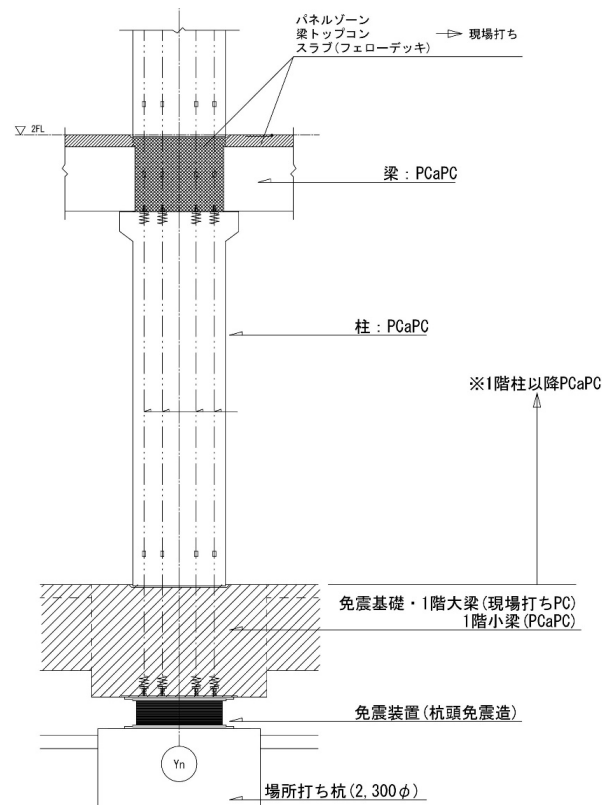


図-2 主要構造概要

5.2 防熱工事

本建物の倉庫内温度帯は+10℃から-25℃という仕様になっており、倉庫内はもちろん、屋上や外壁に関して各種防熱層を形成している。各所の防熱仕様を表-1に、庫内、屋上、外壁の施工状況を写真-5、6、7に、断面詳細図を図-3に示す。

表-1 各所防熱仕様

庫内	床: スチレン成型板
	壁・天井: 発泡ウレタン
屋上	ルーフデッキ+スチレン成型板+As 防水 RF-SYSTEM(田島ルーフィング×ダウ化工) ※冷凍冷蔵倉庫専用外防熱露出防水工法
外壁	スチレン成型板(外防熱)



写真-3 杭頭免震構造



写真-4 PCaPC 構造

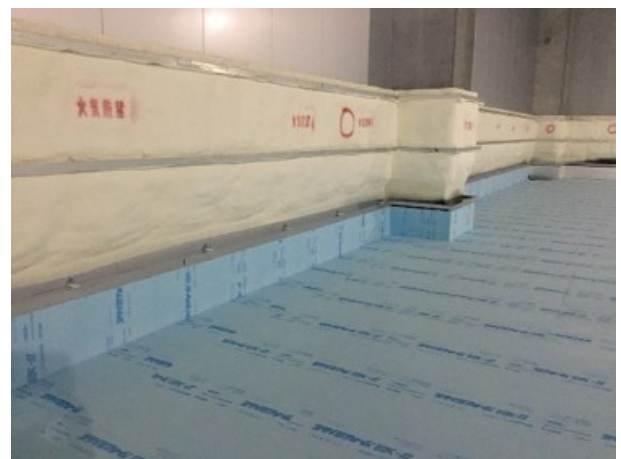


写真-5 断熱施工状況 (庫内)

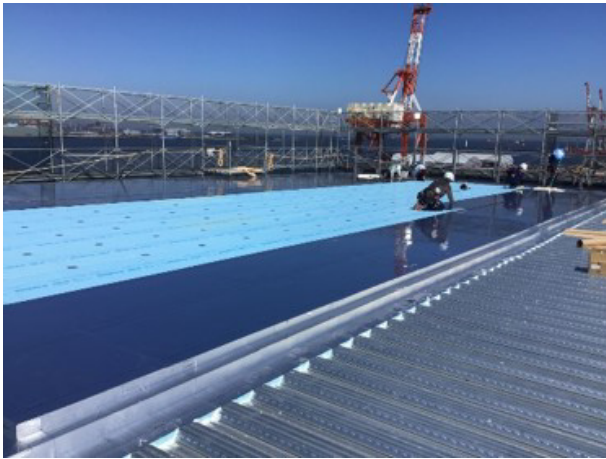


写真-6 断熱施工状況（屋上）

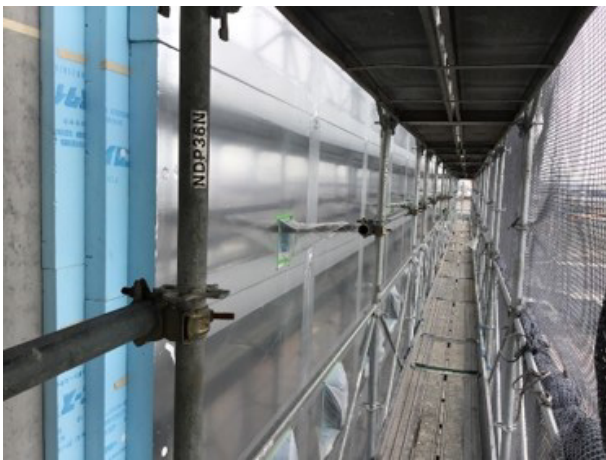


写真-7 断熱施工状況（外壁）

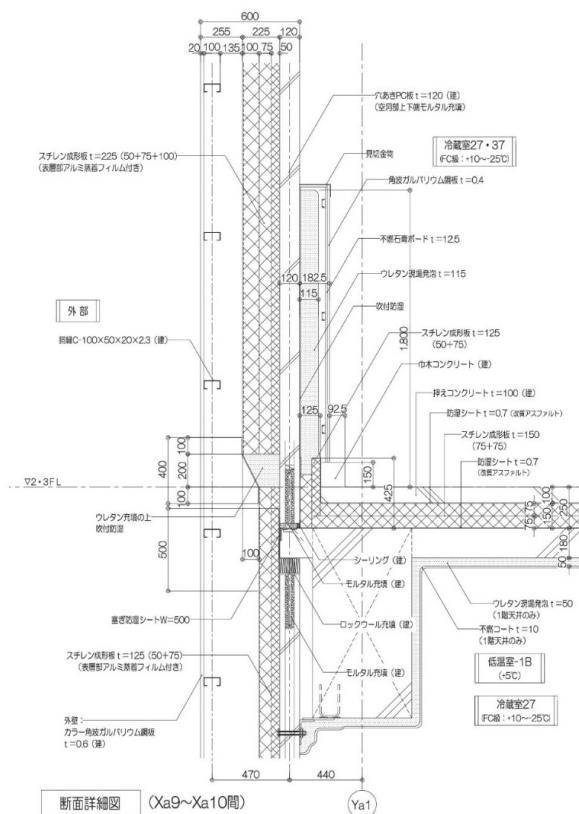


図-3 防熱仕様断面詳細

6. 施工機械の IT 化（ICT 建機）

ICT 建機は当社では大型物流施設の作業所で採用実績があり、GPS 測量データを用いて掘削レベルを制御する。業者ヒアリングでは施工誤差は 100mm 程度、墨出し、合番作業員を削減でき、人件費の削減と安全性向上が期待できる。当作業所では本体工事の施工数量 10,301m³ について、工程は当初計画 46 日を 38 日に 8 日短縮、コストは 3,000 千円削減できた。

外構工事ではブルドーザーに 3 次元マシンコントロールを取付け、こちらは施工数量 8,792m³ について工程が 3



写真-8 ICT 建機施工状況



写真-9 ICT 建機操縦状況

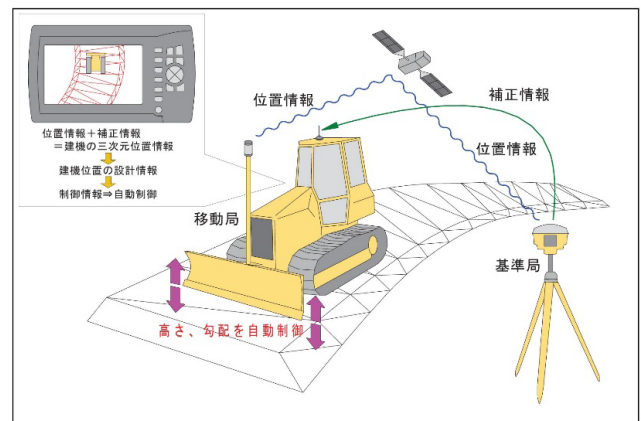


図-4 ICT 建機システム概要

日短縮、コストは約 800 千円削減できた。掘削面積が少ない場合メリットは限られるが、当作業所程度の規模であればメリットは大きい。

また、重機の作業履歴はサーバーに蓄積され、Web 上で確認できる。スマートフォンによる出来形確認画面を写真-10 に示す。

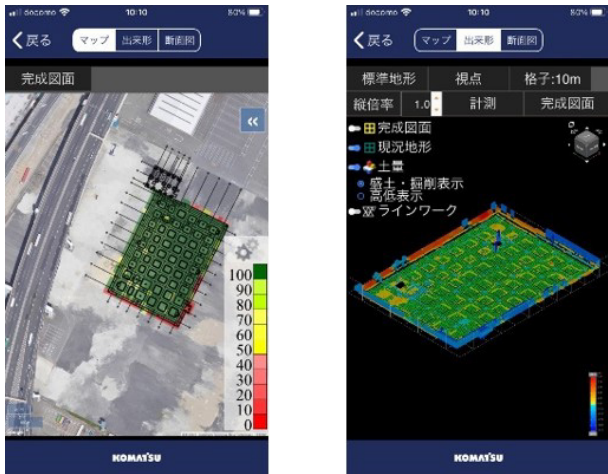


写真-10 スマートフォンによる出来形確認画面

7. 管理業務の IT 化

7.1 ビルディ（調整会議）

ビルディは調整会議用 Web アプリで、当社では 2019 年度から本格的に運用を始めている。従来のホワイトボードを用いた紙ベースでは 1 回の打合せに 30 分要していたものが 15 分に短縮できた。各職長が事前に翌日の作業内容をシステムに登録しているため、打合せがスムーズに行える。ただし、各職長のスキルにより事前登録が 100% はできていないため、継続して職長への教育が必要である。ビルディを用いた作業打ち合わせの状況を写真-11 に、システムから打出した搬出入予定表と揚重予定表を図-5、6 に示す。



写真-11 作業打ち合わせの状況

図-5 搬出入予定表

図-6 揚重予定表

7.2 デジタルサイネージの活用

ビルディで作成した作業所の平面配置図を朝礼看板に設置したデジタルサイネージに表示し、朝礼時の当日作業における注意事項の説明に活用した。従来は手書きの配置図を掲示していたが、iPad のデータをミラーリングしているのが適宜拡大表示して詳細を示す事ができる。また、配置図の更新作業が省力化できる。今回は 60 型を採用したが、角度によって見えない事が起きた。人数が多い時や 3 密を避けて間隔を空けて整列する際には複数台が必要になる。デジタルサイネージを使った朝礼の状況を写真-12 に、映写していた配置図を図-7 に示す。



写真-12 朝礼の状況

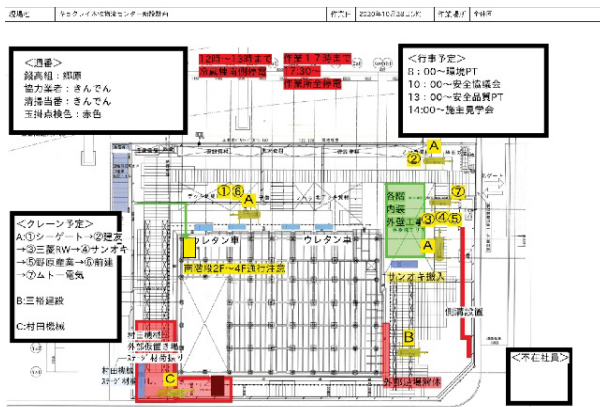


図-7 配置図

7.3 ビルディ (労務安全)

ビルディは、Web 上で安全書類の作成、保存、確認、出力ができる労務安全のシステムを構築中である。当作業所では内装業者の安全書類に限定して採用した。ビルディの労務管理システムの概要を図-8 に示す。

- ・ Buildee 労務安全は、建設現場における安全書類（グリーンファイル）を手軽に作成できる Web アプリケーションです。

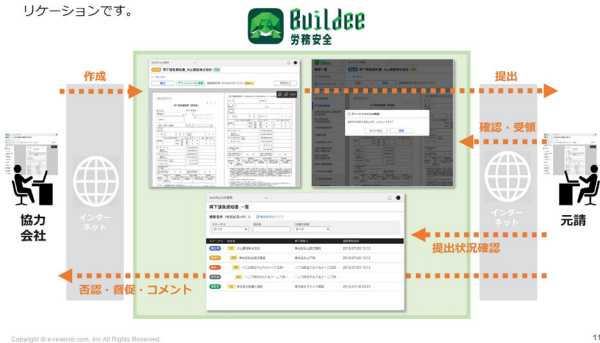


図-8 労務管理システムの概要

7.4 プロジェクターの活用(ペーパーレス化)

安全衛生協議会の際は、プロジェクターによる会議の運営を行った。出席する 25 社に配布資料を事前にメール配信し、書類の配布を省略した。配布資料は平均 1 社当たり 10 枚なので、計 250 枚の用紙と印刷カウントの削減、また書類を用意する時間を削減できた。安全衛生協議会の開催状況を写真-13 に示す。



写真-13 安全衛生協議会の開催状況

7.5 ウェアラブル Web カメラ

現場を巡視する若手社員にウェアラブル Web カメラを装着させた。電話で相談したり、写真を撮って事務所に帰ってから確認したりと時間が掛かっていたのがリアルタイムに映像が共有、確認できる。録画機能もあり、クラウドに 30 日間保存されるので、後で見直すことができる。映像は鮮明で、電話の様に通話もできる。欠点としては通信環境に左右され、現場の建屋内では使えなかった。ウェアラブル Web カメラの装着状況と現場事務所のパソコンでの確認画面を写真-14、15 に示す。



写真-14 ウェアラブル Web カメラの装着状況



写真-15 現場事務所のパソコンでの確認画面

7.6 顔認証システム

顔認証システムによる入退場管理を行った。入場前、もしくは新規教育時に Web 上で個人情報、顔写真を登録し、スマホ、または iPad 等にダウンロードしたアプリで入退場登録を行う。当作業所では約半数は個人のスマートフォンを使い、持っていない作業員は詰め所に設置したタブレット端末を使うようにした。入退場管理や出面管理の省力化、および入場者の安否確認が期待できるが、作業員全員が実施する事が前提であり、教育の徹底が必要であった。アプリ起動状況、端末の詰所設置状況、作業員の認証状況を写真-16、17、18 に示す。

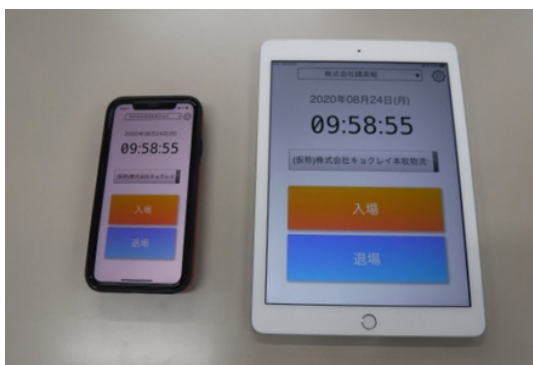


写真-16 アプリ起動状況



写真-17 端末の詰所設置状況認証状況



写真-18 認証状況

8. 省力化機材の採用

8.1 コードレスバイブレータ

事務棟2階スラブコンクリートの数量50m³、打設面積415m²の打設に背負い式のコードレス高周波バイブレータを用いたコンクリート打設の省人化を試行した。従来2~3名必要であったコード持ちの合番作業員が不要になる事が期待された。

試行の結果、バッテリーは連続使用約3時間であり、2時間程度であれば問題なく使用できた。また重量は約8.5kgであり、女性作業員でも問題なく使用できた。レンタル費用は従来品の約2倍であったが期待した通り、合番が不要となって省人化の目的は果たせた。従来品とコードレスバイブレータの比較を図-9に、使用状況を写真-19に示す。

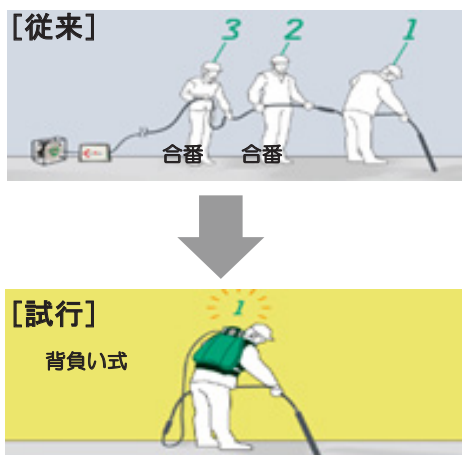


図-9 従来品とコードレスバイブレータの比較



写真-19 使用状況

8.2 CON 打設高さ管理システム

前項と同じ事務棟2階スラブコンクリートの打設に、自動でコンクリートの打設高さを確認できるシステムを試行した。設計値を事前に登録し、自動追尾測量器がコテやトンボに設置したプリズムを計測することによりコンクリートの天端レベルが確認できる。床精度の向上や床不陸測定の省人化を目指した。トンボとコテへのプリズム取付状況を写真-20に、自動追尾装置と作業状況を写真-21に示す。

結果は、打設作業員が密集していたためにトータルステーションの死角が多く、ターゲットを失ってロスト状態が多く発生した。その際復旧までに時間がかかり、測定不可となった。全体の作業状況を写真-22に示す。

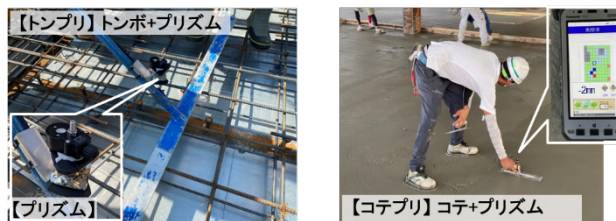


写真-20 トンボとコテへのプリズム取付状況



写真-21 自動追尾装置と作業状況



写真-22 全体の作業状況

今回は期待した効果は検証できなかった。建築の作業所で活用するためにはさらなる改善が必要である。

9. ドローンの試行

施工管理業務の生産性向上を目的に、ドローンの活用を検証した。使用したドローンは機体重量 200g 未満で航空法摘要外であるが、道路交通法、個人情報保護法、国定重要施設付近の飛行禁止は適用される。一般の産業用ドローンとの比較を図-10に、機種選定資料を図-11に示す。

	産業用ドローン $\geq 200g$	施工管理向けドローン $< 200g$
用途	調査・測量	目視点検(動画・写真)
特徴	高性能カメラ/センサー	手軽に使える
航空法の適用	あり	なし*
イメージ例		

図-10 施工管理向けドローンと産業用ドローンの比較

機種	Mavic mini (DJI社)	Dobby (ZEROTECH社)
外観		
重量	199g	199g
カメラ	①動画: 2.7K ②静止画:1200万画素	①動画: 4K ②静止画:1200万画素
機能	①飛行安定性: ○ ②姿勢制御機能: ○ ③最大飛行高度: 120m ④最大ホバリング時間: 18分	①飛行安定性: (○) ②姿勢制御機能: (○) ③最大飛行高度: 50m ④最大ホバリング時間: 9分

図-11 機種選定資料

採用したドローンは飛行安定性に優れており、特別な操作技術は不要であることに加え、軽量であることから万一の際にも周囲に及ぼす被害は軽微なので、過度な注意力は不要である。また、撮影画像の画素数は十分であると思われた。試行した内容と評価を表-2に示す。

表-2 試行内容評価一覧

場所	活用方法	判定	評価
屋内	建具上点検	◎	足場・高所作業車不要
	4階PC柱上部点検	◎	足場・高所作業車不要
	吹抜上部点検	○	暗い場所照明必要
ピット内	ピット内点検	△	飛行技術・照明必要
屋外	外部足場点検	○	垂直ネットの場合有効
	全景写真	◎	定点写真の撮影可能

具体的な工程内検査での活用例として、鉄骨工事におけるボルト本締めや錆止め塗装の漏れが無い事の確認が可能であることが判った。屋内と屋外の撮影画像を写真-23~27に示す。

使用したドローンは小型であるために照明装置を搭載しておらず、吹抜け上部やピット内では別途仮設照明が必要であった。また、ピット内での操縦には熟練技術が必要であった。



写真-23 PCa 柱上部の点検



写真-24 吹抜け上部点検



写真-25 ピット内点検

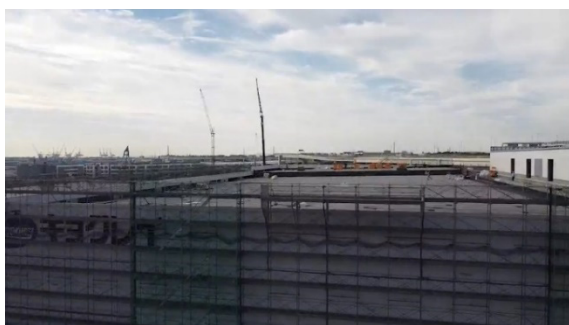


写真-26 建屋外部および屋上の点検

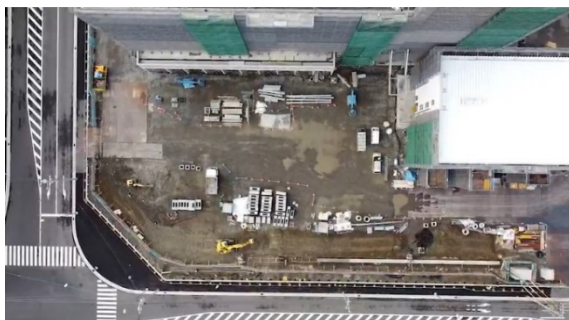


写真-27 資材ヤードの点検

また、撮影した映像は職長を集めた作業調整会議に使用した。外部足場の状況から層間ネットの不備を指摘する等、わかりやすい是正指示が行えた。ドローンの映像を使用した作業調整会議の状況を写真-28に示す。



写真-28 作業調整会議の状況

10. 取り組み結果のまとめ

今回取り組んだ省力化事例と結果の一覧を表-3に示す。

表-3 取り組み内容と結果の一覧

名称	省力化(工期短縮)効果		コスト効果		総合評価
	事前予想	結果	事前予想	結果	
1. ICT建機(掘削)	◎	○	◎	◎	使用継続
ICT建機(舗装)	◎	未	◎	未	今後検証
2. ビルディ(打合せ)	○	◎	○	◎	使用継続
ビルディ(安全書類)	○	未	○	未	検証中
3. デジタルサイネージ	○	◎	○	△	使用継続
4. プロジェクターの活用	○	○	○	○	使用継続
5. ウェアラブルWebカメラ	◎	○	○	○	検証中
6. 顔認証システム	○	△	○	△	使用継続
7. コードレスバイプレータ	○	○	○	△	使用継続
8. CON高さ管理システム	○	×	○	△	不可
9. マイクロドローン	◎	◎	◎	◎	使用継続

◎：効果大、○：効果有、△：効果小、未：未検証

11. おわりに

本作業所では施工、および施工管理の省力化を目的にICT機器や省力化機械を採用して検証を行った。

- 1) 今回の検証で効果が期待でき、今後も使いたい技術や、すでに普及しつつあるものに関してはよりよい利用方法がないか、さらに検証を進め、水平展開したい。
- 2) 期待した効果が得られなかったものについてもフィードバックし、他のアプローチができないか検討する。
- 3) 今後も新たな新技術に関して積極的に知見を広げ、効果が見込めそうなものは採用・検証を行い、省力化につなげ、生産性向上に努める。